

AUTORIZZAZIONE UNICA EX D. LGS. N. 387/2003



Progetto Definitivo

Parco Eolico Orgosolo-Oliena

Titolo elaborato:

Relazione Idraulica e idrogeologica

MF	GD	GD	EMISSIONE	27/12/23	0	0
REDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	

PROPONENTE



SCIROCCO PRIME SRL

Via A. De Gasperi n. 8
74023 Grottaglie (TA)

CONSULENZA



GECODOR SRL

Via A. De Gasperi n. 8
74023 Grottaglie (TA)

PROGETTISTA

Ing. Gaetano D'Oronzio

Codice
ORSA114

Formato A4

Scala

Foglio 1 di 55

Sommaro

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO	5
2.1. Caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore	6
2.2. Viabilità e piazzole	8
2.3. Impianto BESS (Battery Energy Storage System)	10
2.4. Stazione Elettrica Utente di trasformazione	12
3. INTERFERENZE RETICOLO IDROGRAFICO	15
3.1. Risoluzione delle interferenze con il reticolo idrografico	18
3.1.1. Analisi interferenze linea MT	19
3.1.2. Analisi interferenze linea AT	21
4. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE OPERE DI REGIMAZIONE	25
4.1. Attraversamenti	25
4.2. Canalette	27
5. COMPATIBILITÀ CON IL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	30
5.1. Parte idraulica	32
5.2. Parte frane	41
6. PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (PSFF)	49
7. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)	51
8. VINCOLO IDROGEOLOGICO	54

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta con l'obiettivo di descrivere l'interferenza del progetto del “**Parco eolico Orgosolo-Oliena**” dal punto di vista idrogeologico e idraulico con il territorio interessato dalle opere che ricade all'interno dell'area di competenza del Distretto Idrografico della Sardegna. (**Figura 1.2**).

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del bacino unico della Regione Sardegna, redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione, è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006 con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici.

Tale Piano 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 la difesa dal rischio idraulico e idrogeologico del territorio.

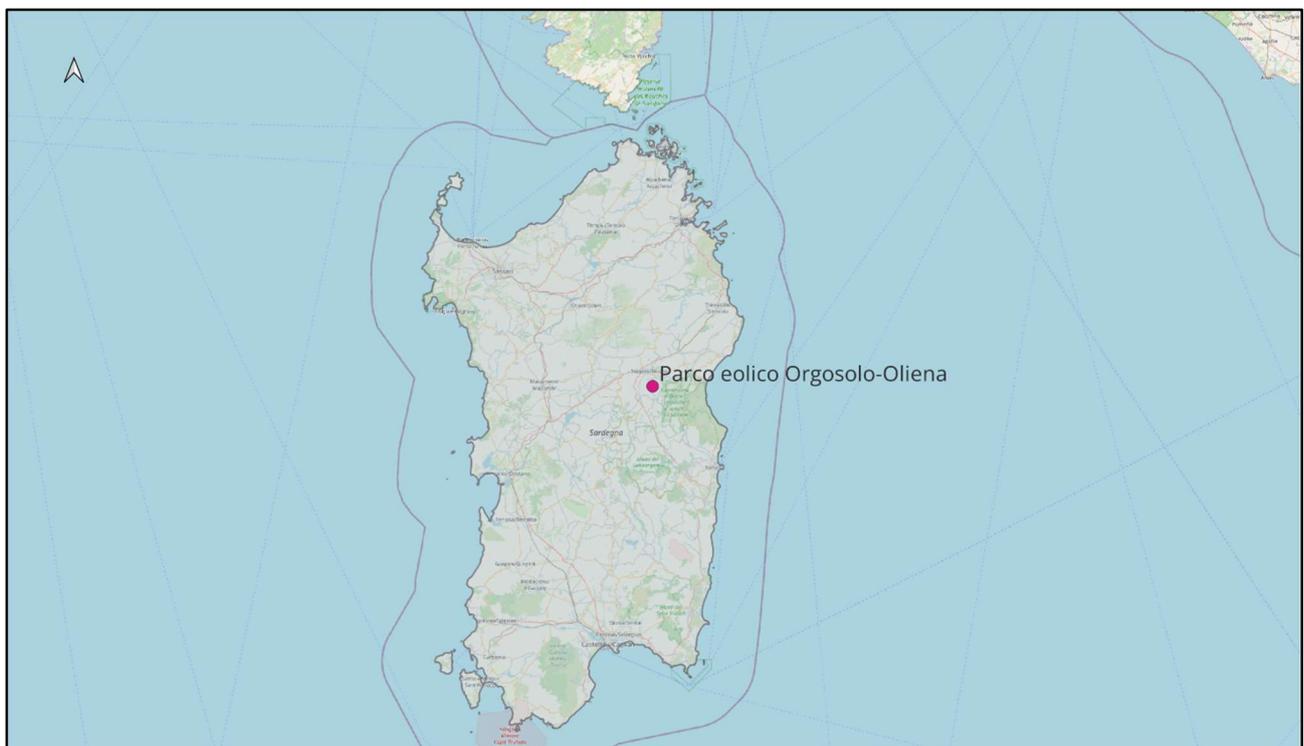


Figura 1.1: Localizzazione Parco Eolico Orgosolo Oliena



Figura 1.2: Distretti Idrografici e ubicazione del parco eolico Orgosolo Oliena

Lo studio si propone dunque, più nello specifico, di definire il regime idraulico del territorio ed analizzare le possibili interferenze tra opere in progetto e punti d'acqua e idrogeologia locale, per valutare dunque delle soluzioni progettuali che rendano compatibile l'opera.

2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

L'impianto eolico presenta una potenza totale pari a 109,8 MW ed è costituito da:

- 11 aerogeneratori, di potenza nominale pari a 7,2 MW, altezza della torre pari a 114 m e rotore pari a 172 m;
- Un sistema di accumulo di energia (BESS) della potenza pari a 30,6 MW.

Gli aerogeneratori sono collegati tra loro mediante un cavidotto interrato in Media Tensione 33 kV che convoglia l'elettricità presso una Stazione Elettrica Utente (SEU) di trasformazione 150/33 kV, al fine di collegarsi alla Stazione Elettrica (SE) 150 kV della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) Terna di Nuoro (NU), di nuova realizzazione, attraverso un cavidotto interrato a 150 kV.

L'impianto interessa prevalentemente il Comune di Orgosolo (NU), ove ricadano 9 aerogeneratori, la Stazione Elettrica Utente (SEU) di trasformazione 150/33 kV e il sistema di accumulo di energia (BESS), il Comune di Oliena (NU), ove ricadono 2 aerogeneratori e il Comune di Nuoro (NU), dove ricade la Stazione Elettrica RTN Terna 150 kV (**Figura 2.1**).

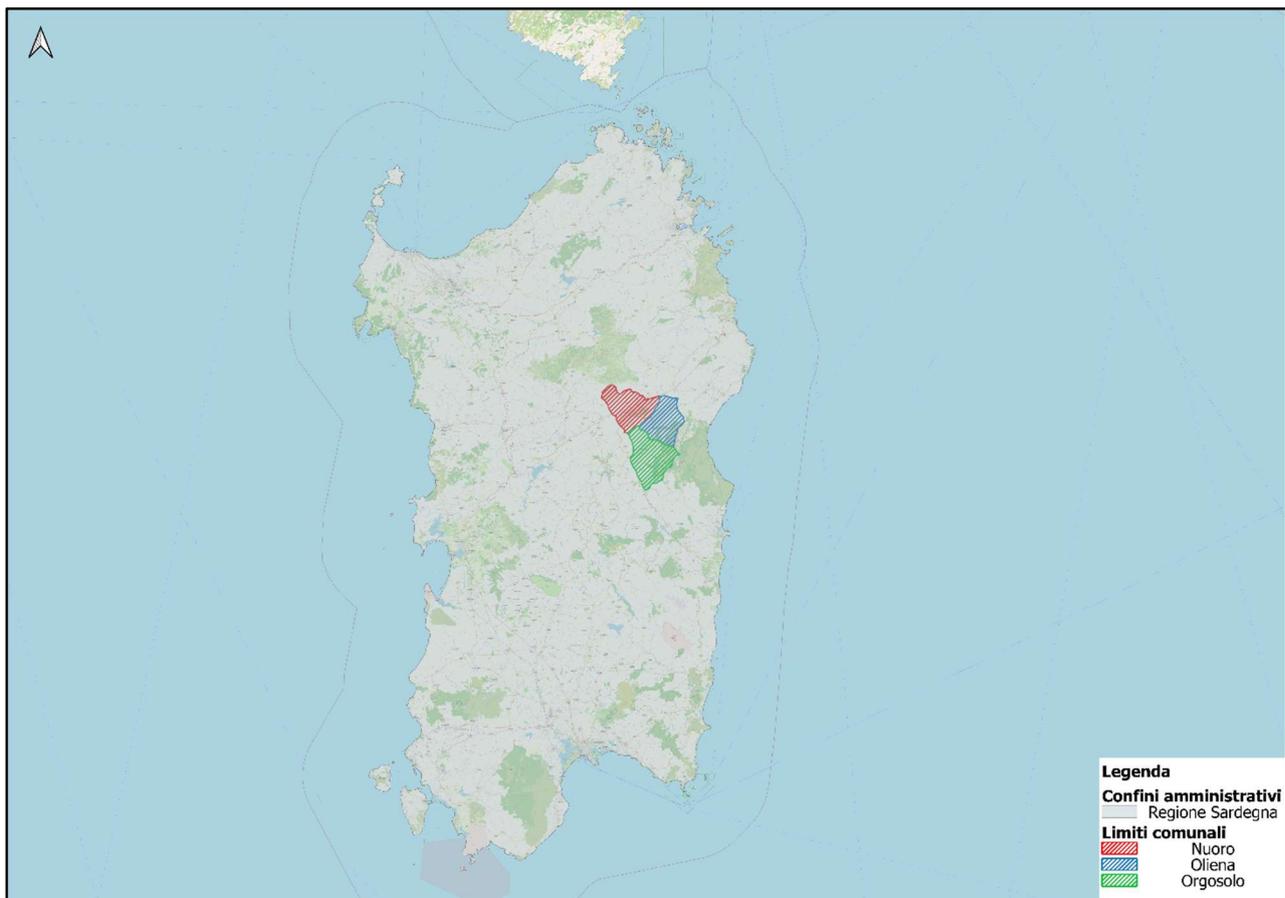


Figura 2.1: Inquadramento territoriale - Limiti amministrativi comuni interessati

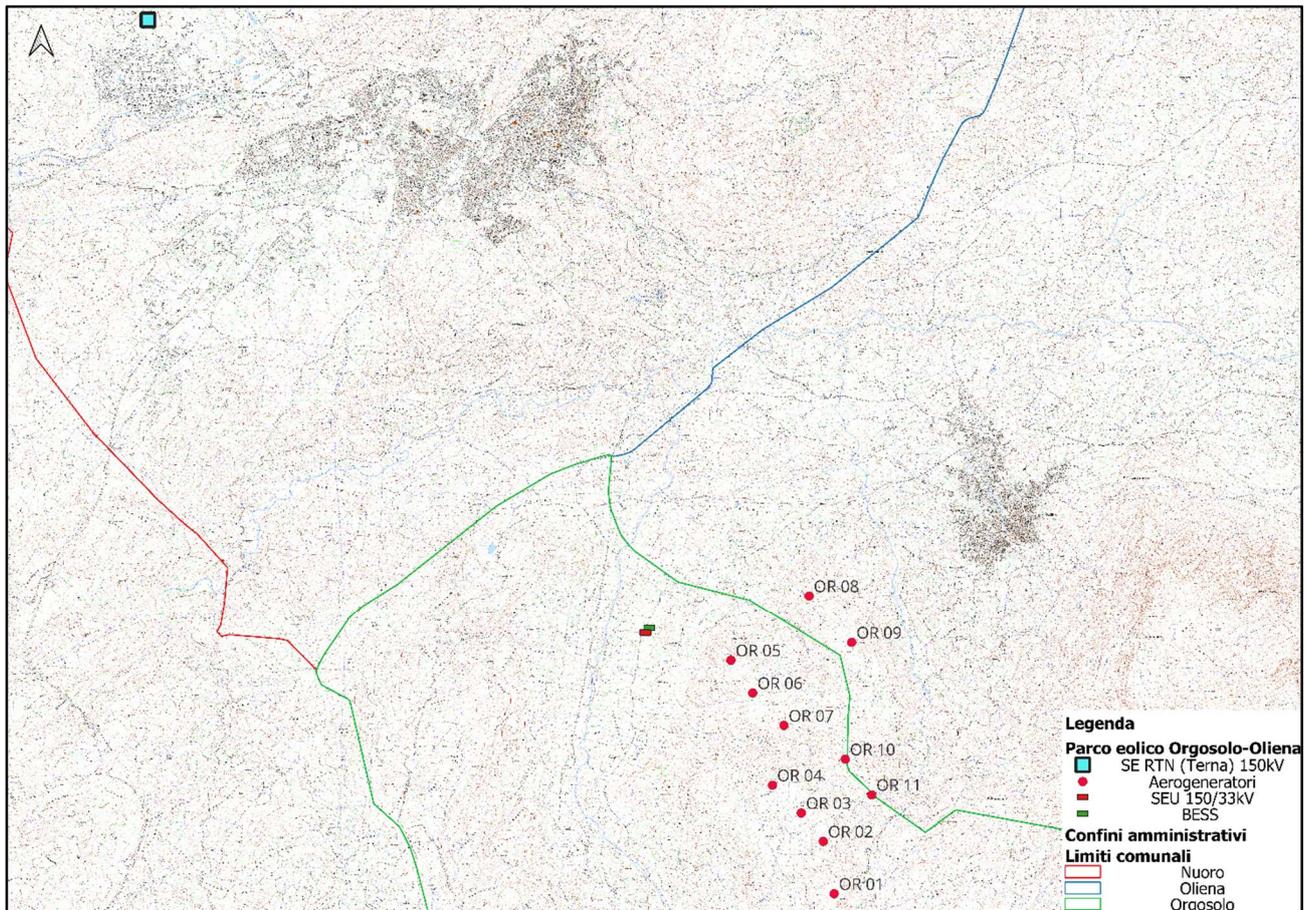


Figura 2.2: Layout d’impianto su IGM con i limiti amministrativi dei comuni interessati

Le turbine eoliche sono collegate mediante un sistema di linee elettriche interrate di Media Tensione a 33 kV allocate prevalentemente in corrispondenza del sistema di viabilità interna, necessario alla costruzione e alla gestione futura dell’impianto e realizzato prevalentemente adeguando il sistema viario esistente e realizzando nuovi tratti di raccordo per consentire il transito dei mezzi eccezionali.

Le linee elettriche in Media Tensione vengono collegate alla SEU 150/33 kV, posizionata ad Ovest rispetto agli aerogeneratori di progetto e che a sua volta si collega alla Stazione Elettrica 150 kV della RTN Terna mediante una linea elettrica interrata a 150 kV.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (CP202200734-1), fornita da Terna, prevede che l’impianto eolico in progetto venga collegato in antenna a 150 kV sulla nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN 150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV "Taloro – Siniscola 2", previa realizzazione del nuovo elettrodotto a 150 kV tra la nuova SE e il futuro ampliamento a 150 kV della SE RTN "Ottana".

2.1. Caratteristiche tecniche dell’aerogeneratore

L’aerogeneratore è una macchina rotante che trasforma l’energia cinetica del vento in energia elettrica ed è essenzialmente costituito da una torre (suddivisa in più parti), dalla navicella, dal Drive Train, dall’Hub e tre pale che costituiscono il rotore.

Per il presente progetto si prevede di installare un aerogeneratore modello Vestas V172, di potenza nominale pari a 7,2 MW, altezza torre all'hub pari a 114 m e diametro del rotore pari a 172 m (Figura 2.1.1).

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

Il rotore, a passo variabile, è in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro ed è posto sopravvento al sostegno con mozzo rigido in acciaio.

Altre caratteristiche principali sono riassunte nella **Tabella 2.1.1** e in allegato alla presente.

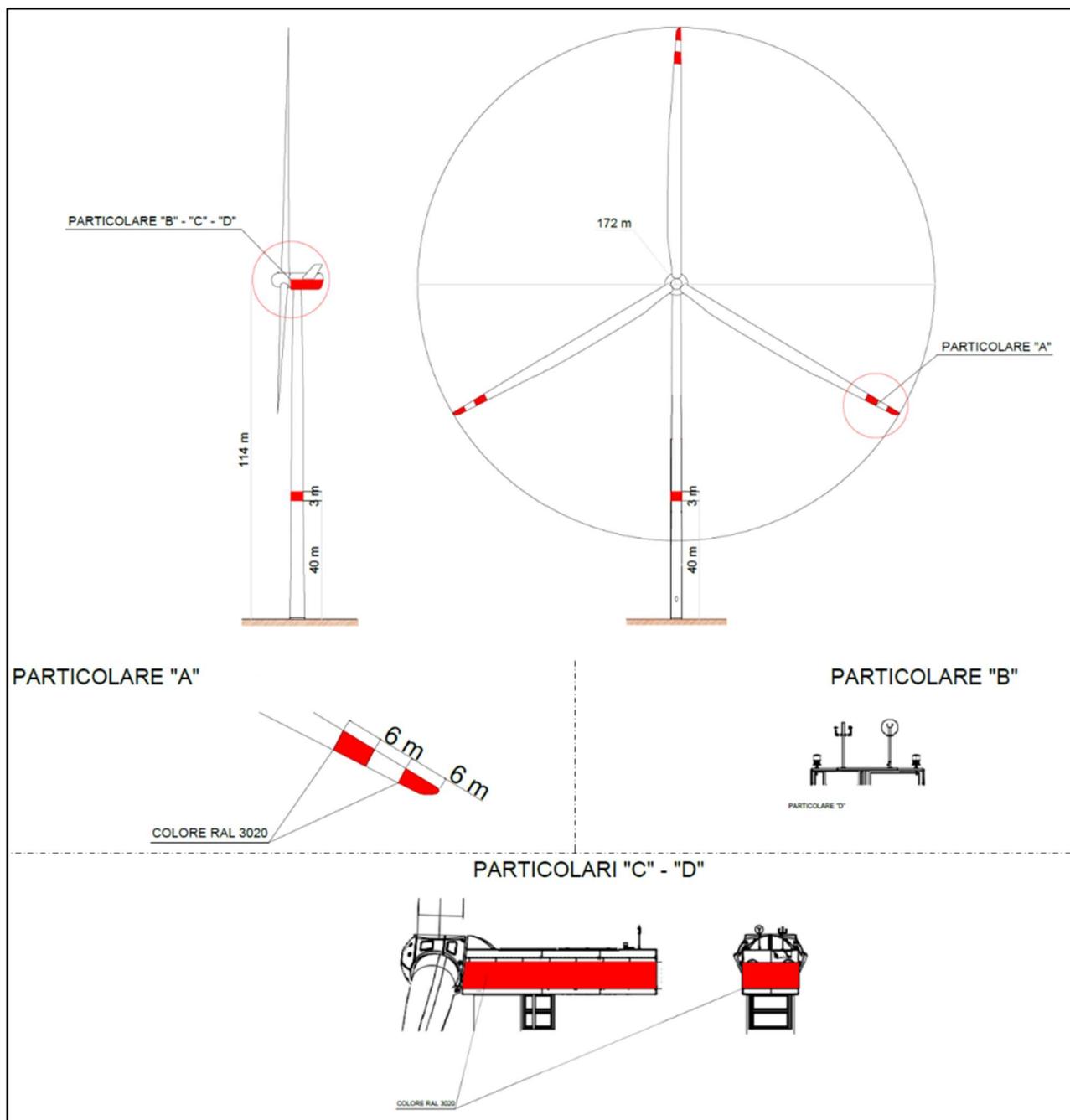


Figura 2.1.1: Profilo aerogeneratore V172 – 7,2 MWp – HH = 114 m – D = 172 m

Specifiche tecniche	
DATI OPERATIVI	
REGOLAZIONE POTENZA Passo regolato con velocità variabile	
Potenza nominale standard	7.200 kW
Velocità del vento inserita	3 m/s
Velocità del vento interrotta	25 m/s
Classe del vento	CEI 5
Intervallo di temperatura operativa standard	da -20°C* a +45°C
*Funzionamento con vento forte disponibile di serie	
POTENZA SONORA	
Massimo	106,9 dB(A)**
***Modalità audio ottimizzate disponibili a seconda del sito e del Paese	
ROTORE	
Diametro del rotore	172m
Zona spazzata	23.235 m ²
Freno aerodinamico	piumaggio completo della lama con 3 cilindri a passo
ELETTRICO	
Frequenza	50/60 Hz
Convertitore	su vasta scala
RIDUTTORE	
Tipo	due stadi planetari
TORRE	
Altezze del mozzo*	114 m (IEC S), 150 m (IEC S), 164 m (DIBt), 166 m (IEC S), 175 m (DIBt) e 199 m (DIBt)
*Torri specifiche del sito disponibili su richiesta	
SOSTENIBILITÀ	
Impronta ecologica	6,4 g di CO ₂ e/kWh
Ritorno in pareggio energetico	6,9 mesi
Ritorno energetico a vita	34 volte
Tasso di riciclabilità	86,6%

Tabella 2.1.1: Specifiche tecniche aerogeneratore Vestas V172 – 7,2 MW

2.2. Viabilità e piazzole

La viabilità e le piazzole del parco eolico sono elementi progettati considerando la fase di costruzione e la fase di esercizio dell'impianto eolico.

In merito alla viabilità, come detto sopra, si è cercato di utilizzare il sistema viario esistente adeguandolo al passaggio dei mezzi eccezionali. Tale indirizzo progettuale ha consentito di minimizzare l'impatto sul territorio e di ripristinare tratti di viabilità comunale e interpoderali che si trovano in stato di dissesto migliorando l'accessibilità dei luoghi anche alla popolazione locale.

Nei casi in cui tale approccio non è stato perseguibile sono stati progettati tratti di nuova viabilità seguendo il profilo naturale del terreno senza interferire con il reticolo idrografico presente in sito.

Nella **Figura 2.2.1** è riportata una sezione stradale tipo di riferimento per i tratti di viabilità da adeguare e per quelli di nuova realizzazione.

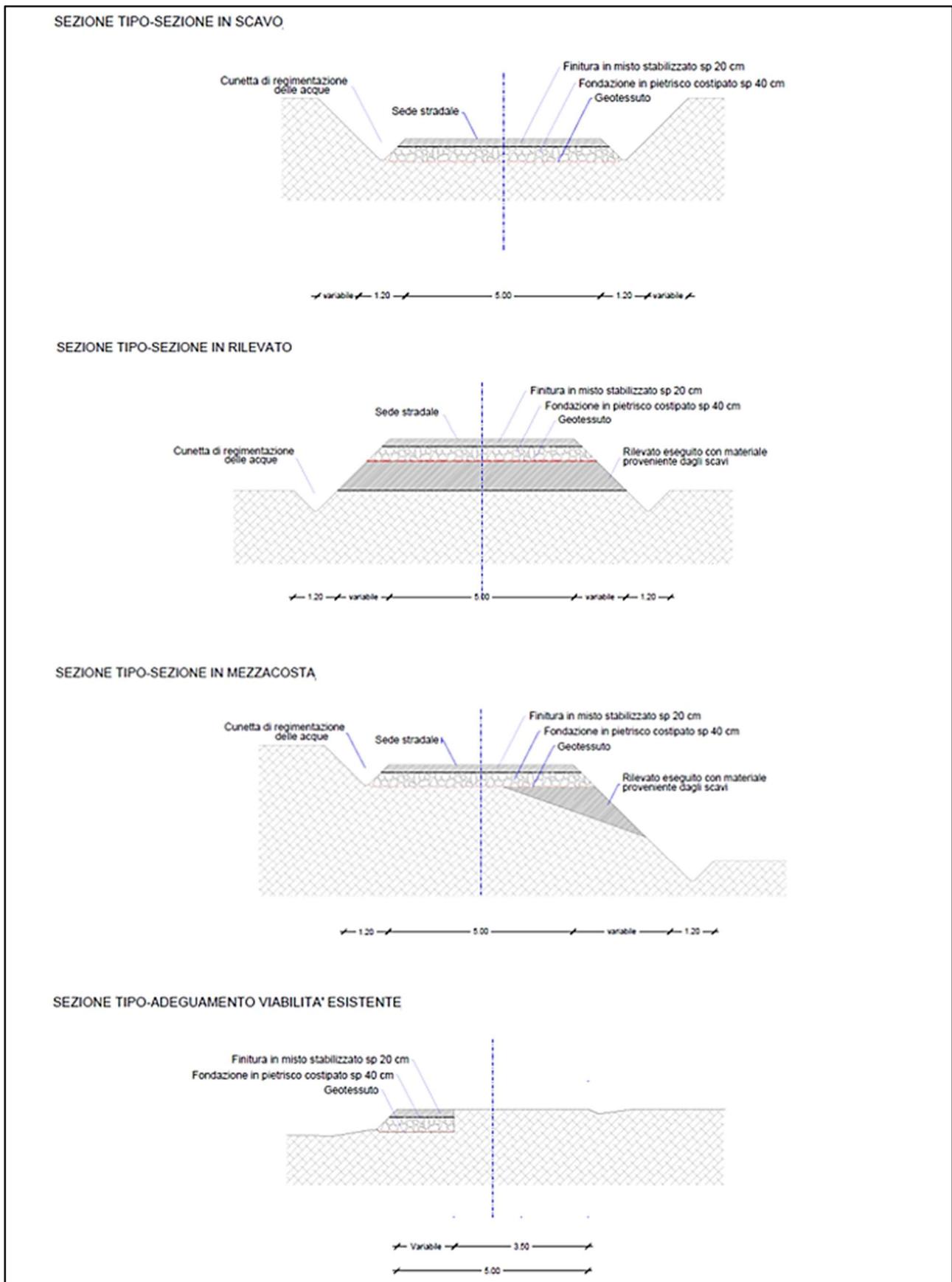


Figura 2.2.1: Sezioni tipo viabilità parco eolico

La progettazione delle piazzole da realizzare per l'installazione di ogni aerogeneratore prevede due

configurazioni, la prima necessaria all'installazione dell'aerogeneratore e la seconda, a seguito di opere di ripristino parziale, necessaria alla fase di esercizio e manutenzione dell'impianto (**Figura 2.2.2**).

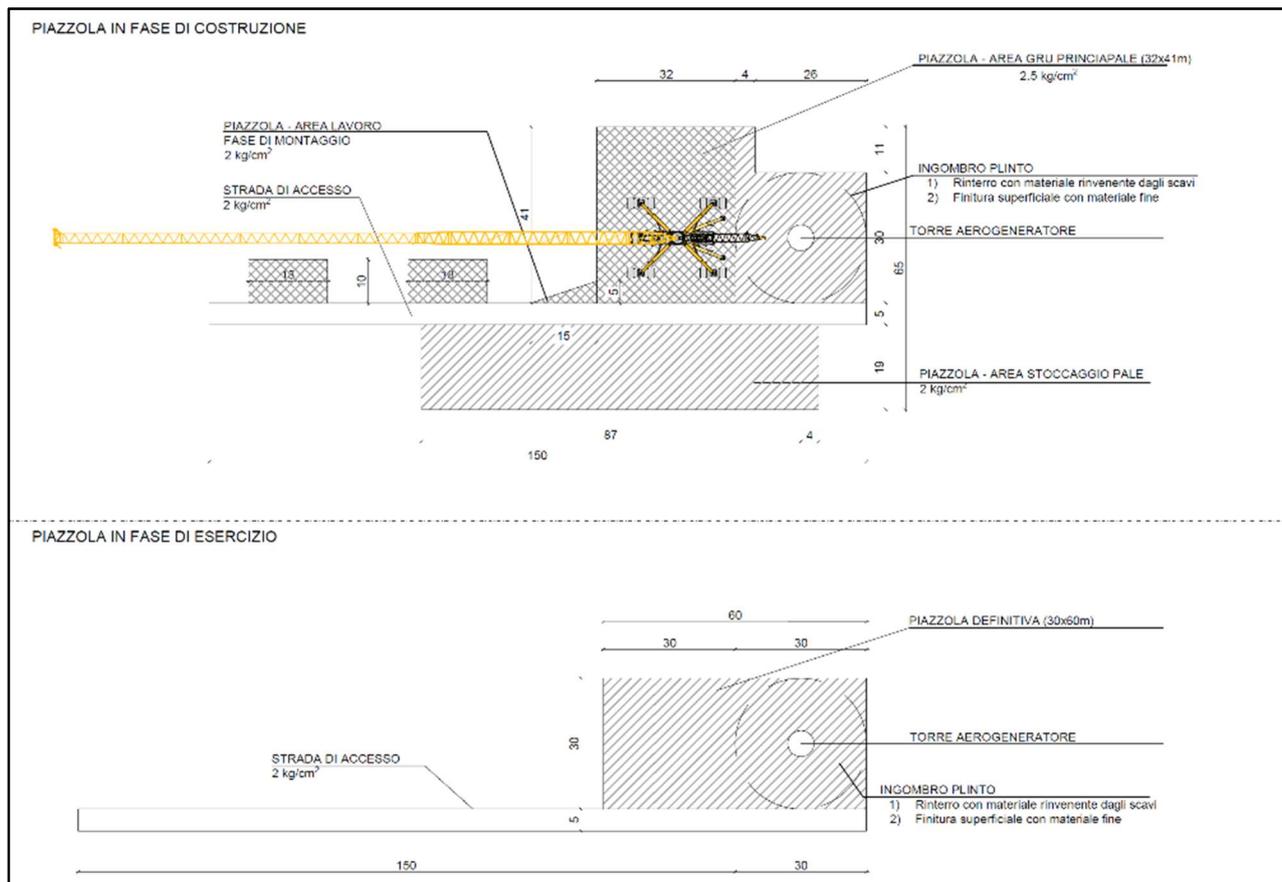


Figura 2.2.2: Planimetria piazzola tipo per la fase di installazione e fase di esercizio e manutenzione

2.3. Impianto BESS (Battery Energy Storage System)

L'impianto eolico è dotato di un sistema di accumulo di energia (BESS) di potenza pari a 30,6 MWp.

Il BESS è localizzato nelle immediate vicinanze della Stazione Elettrica Utente di trasformazione 150/33 kV, nel Comune di Orgosolo (NU), come rappresentato nella **Figura 2.2**.

Il BESS è un sistema costituito da apparecchiature e dispositivi in grado di immagazzinare a livello elettrochimico l'energia al fine di convertirla in energia elettrica in Media Tensione.

In particolare, l'impianto di accumulo è costituito da un insieme di celle elettrochimiche connesse elettricamente tra loro in serie e parallelo in modo da formare i singoli moduli batterie, i quali, a loro volta, sono connessi elettricamente tra loro in serie e parallelo e assemblati in un unico sistema (armadio batteria).

Le batterie adoperate sono agli ioni di litio e presentano un'aspettativa di vita pari alla vita di impianto prevista in condizioni operative standard all'aperto.

Un sistema di controllo batterie (BMS, Battery Management System) assicura la gestione, il controllo e il

monitoraggio locale degli assemblati-batterie, mentre il PCS (Power Conversion System) assicura la conversione bidirezionale della corrente da AC/DC.

La gestione e il controllo locale dell'impianto è assicurato dal Sistema di Controllo Integrato (SCI).

I componenti e le apparecchiature principali del sistema di accumulo sono di seguito elencati:

- celle elettrochimiche;
- moduli batterie;
- sistema di gestione, controllo e monitoraggio locale delle batterie (BMS);
- sistema di conversione di corrente AC/DC (PCS);
- sistema di gestione e controllo dell'impianto (SCI);
- trasformatori di potenza MT/BT;
- quadri elettrici MT;
- sistema di misurazione;
- servizi ausiliari;
- sistema SCADA in grado di garantire la supervisione, il controllo e la raccolta dei dati relativi all'impianto;
- container batterie.

Al fine di ottenere la potenza totale di 30,6 MW, la configurazione finale dell'impianto di accumulo di energia è ottenuta replicando 8 volte l'unità base presa in considerazione, come rappresentato nella **Figura 2.3.2.2.**



Figura 2.3.2.2: Configurazione dell'impianto BESS

Maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "OROE059 Relazione descrittiva BESS".

2.4. Stazione Elettrica Utente di trasformazione

La Stazione Elettrica Utente di trasformazione 150/33 kV sarà realizzata in un'area morfologicamente piuttosto pianeggiante e localizzata a Nord del centro abitato di Orgosolo (NU) a circa 6 km in direzione Nuoro e a Nord-Ovest rispetto ad un immaginario punto baricentrico rispetto al gruppo degli aerogeneratori.

La SEU 150/33 kV è collegata alla Stazione Elettrica 150 kV della RTN Terna di Nuoro attraverso una terna di cavi interrati a 150 kV.

All'interno della SEU è installato un trasformatore 150/33 kV di potenza non inferiore a 140 MVA.

Presso la SEU verrà realizzato un nuovo impianto AT di utente così composto:

- 1 trasformatore da 150/33 kV di potenza 140 MVA ONAN/ONAF;
- interruttori tripolari;
- 1 sistema di distribuzione in sbarre;
- trasformatore di tensione;
- trasformatore di corrente;
- scaricatori;
- sezionatori tripolari.

Le caratteristiche delle apparecchiature elencate sono riportate in dettaglio nell'elaborato di progetto "OROE069 Schema elettrico unifilare impianto utente".

Le sezioni MT e BT sono costituite da:

- sistema di alimentazione di emergenza e ausiliari;
- trasformatori servizi ausiliari 33/0,4 kV 200 kVA MT/BT;
- quadri MT a 33 kV;
- sistema di protezione AT, MT, BT;
- sistema di monitoraggio e controllo;
- quadri misuratori fiscali.

In particolare, i quadri MT a 33 kV comprendono:

- scomparti di sezionamento linee di campo;
- scomparto trasformatore ausiliario;
- scomparto di misura;
- scomparto Shunt Reactor;
- scomparto Bank Capacitor.

La planimetria elettromeccanica della sottostazione e le caratteristiche delle apparecchiature presenti sono riportate in dettaglio rispettivamente negli elaborati di progetto "OROE073 Sottostazione Elettrica Utente – planimetria e sezione elettromeccanica" e "OROE069 Schema elettrico unifilare impianto utente".

Di seguito uno stralcio della planimetria elettromeccanica della Stazione Elettrica Utente di trasformazione 150/33 kV.

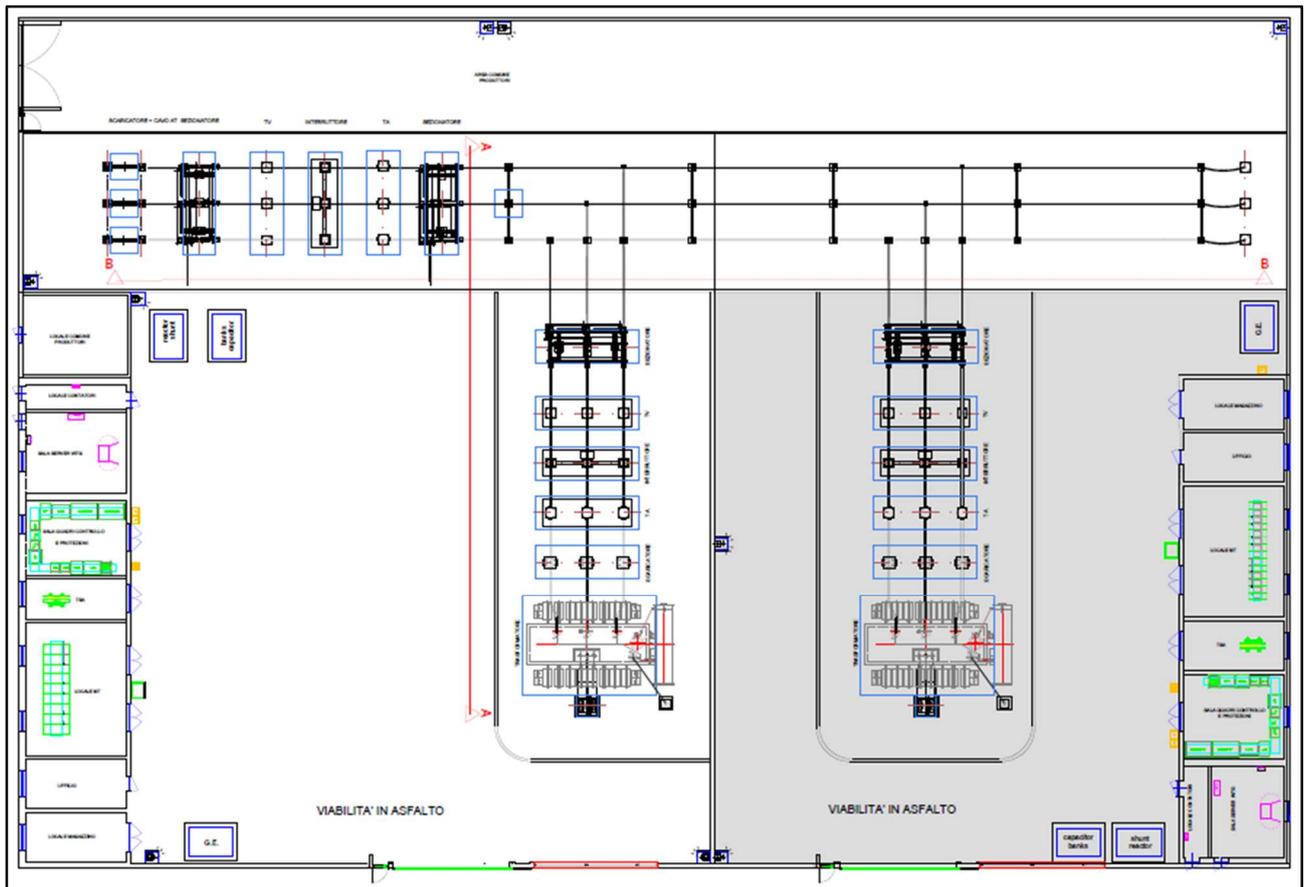


Figura 2.3.3.1: Planimetria elettromeccanica della Stazione Elettrica Utente 150/33 kV

Presso la Stazione Elettrica Utente è prevista la realizzazione di un edificio, di dimensioni in pianta di 34,6 x 6,7 m², all'interno del quale siano ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT, i quadri ausiliari e di protezione oltre al locale misure e servizi e il locale delle celle a 150 kV (maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "OROE073 Sottostazione Elettrica Utente - piante, prospetti e sezioni").

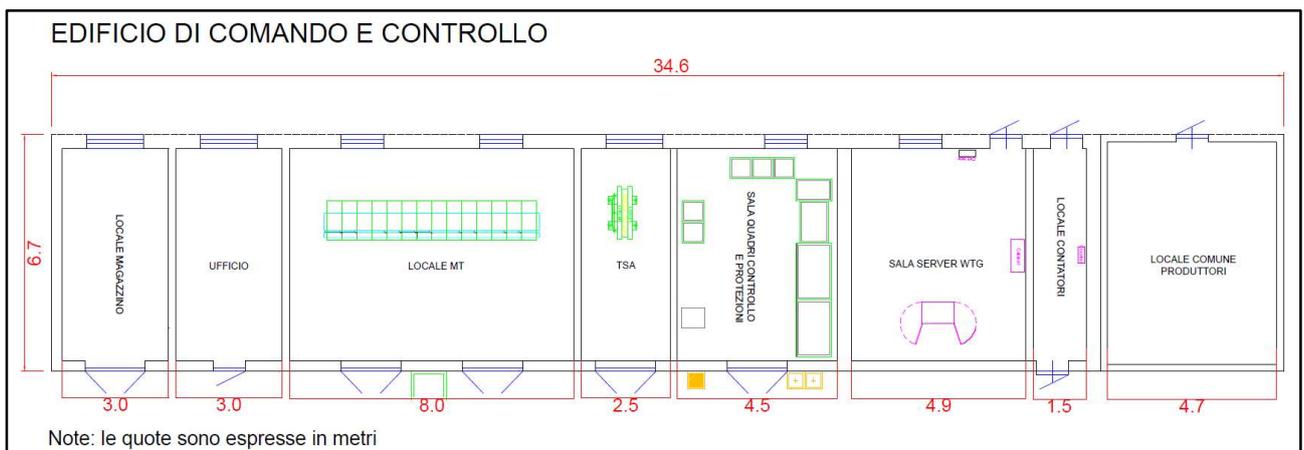


Figura 2.3.3.2: Pianta edificio di comando e controllo della SEU 150/33 kV

L'intera area è delimitata da una recinzione perimetrale realizzata con moduli in calcestruzzo prefabbricati di altezza pari a 2,5 m ed è dotata di ingresso pedonale e carrabile.

3. INTERFERENZE RETICOLO IDROGRAFICO

Il progetto dell'impianto eolico è costituito dai seguenti elementi strutturali e funzionali:

- aerogeneratori;
- fondazioni aerogeneratori;
- piazzole di montaggio;
- aree di trasbordo;
- aree cantiere;
- linee Media Tensione;
- linea Alta Tensione;
- viabilità di servizio;
- unità BESS (Battery Energy Storage System);
- sottostazione utente di Trasformazione;
- sottostazione di consegna alla RTN.

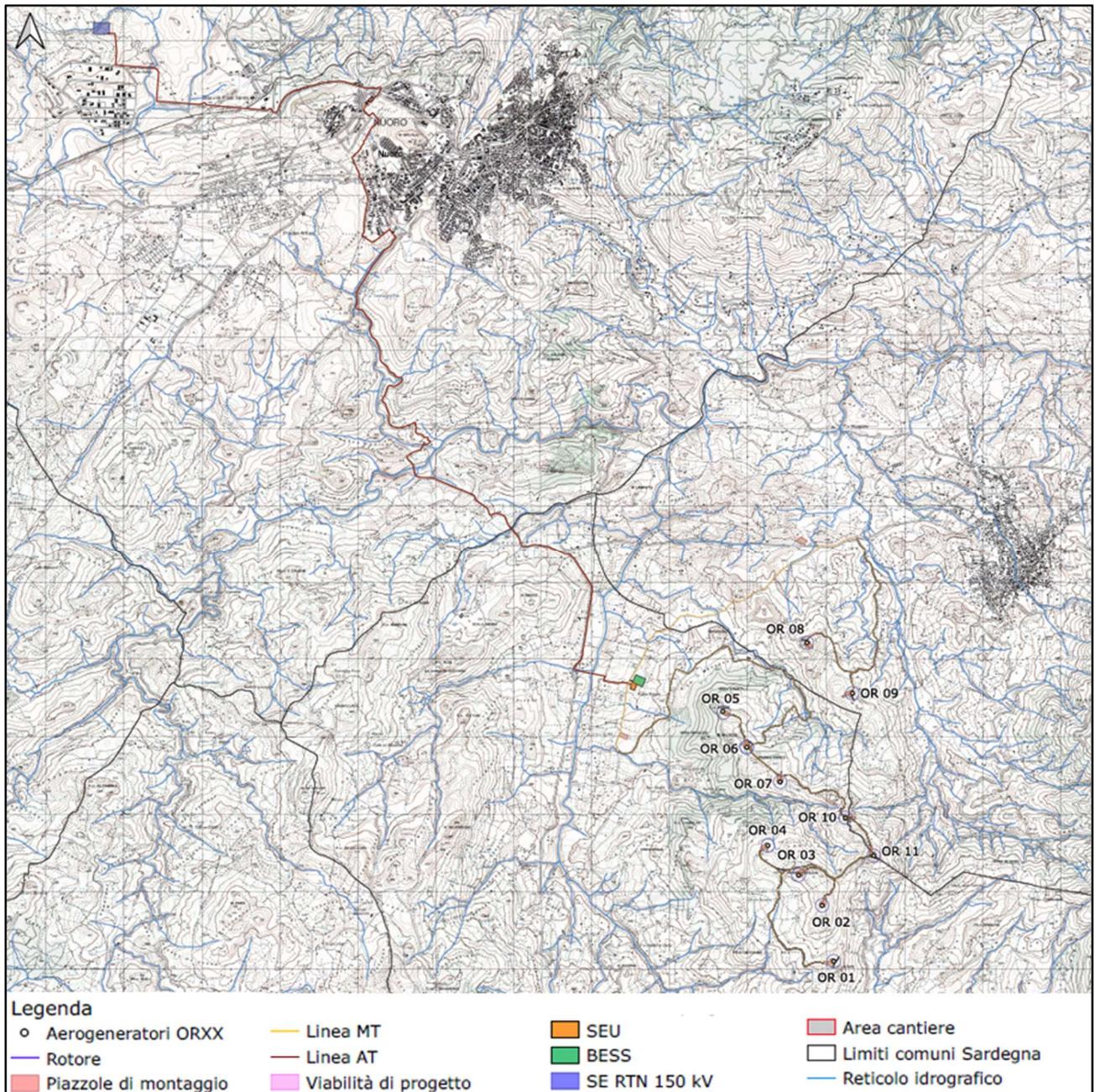


Figura 3.1: Ubicazione dell'impianto eolico Orgosolo-Oliena rispetto al reticolo idrografico principale (Fonte: www.sardegnaeoportale.it) - per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "ORSA115 Planimetria dei bacini idrografici"

Nessuna di tali opere interferisce con il reticolo idrografico presente nell'area (**Figura 3.1.**), a meno di n. 10 interferenze per le linee MT (**Figure 3.2 e 3.3**), di cui 3 su strada esistente, e n. 11 interferenze per la linea AT (**Figura 3.4**), tutte su strada esistente ad eccezione di 2, in corrispondenza di due brevi tratti di cavidotto che intersecano rispettivamente il Fiume Cedrino e il Riu 'E s'Ena.

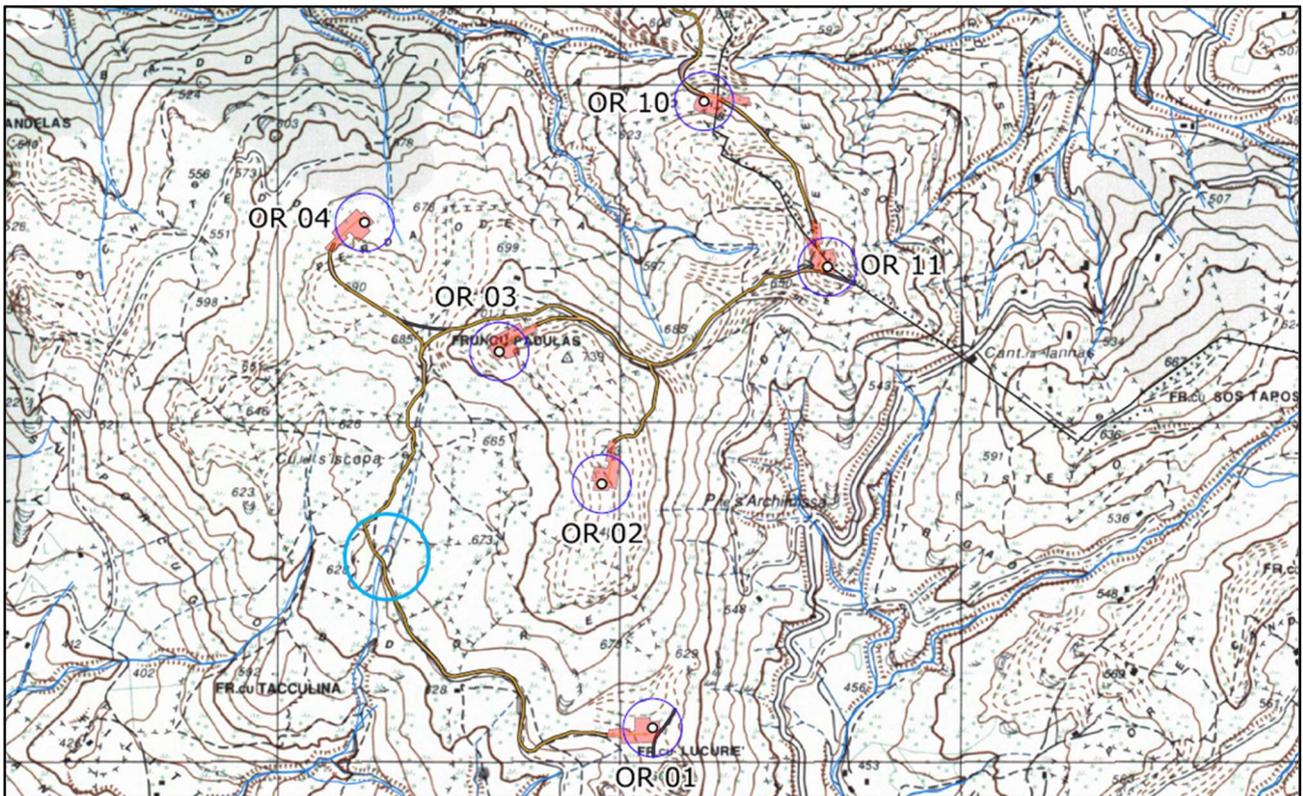


Figura 3.2: Interferenza delle linee MT e relativa viabilità di progetto con il reticolo idrografico dell'area – aerogeneratori OR01-OR02-OR03-OR04-OR10-OR11 (in blu vengono riportate le interferenze su viabilità di progetto)

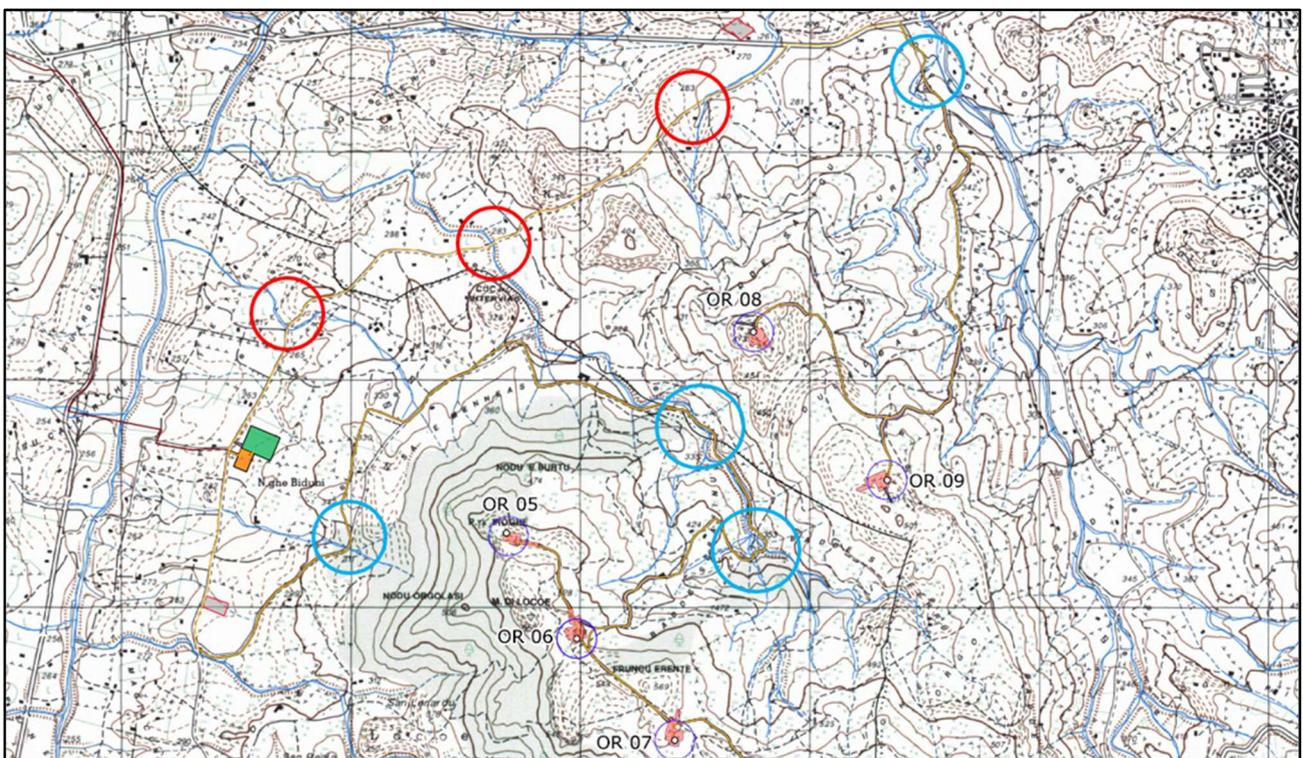


Figura 3.3: Interferenza delle linee MT e relativa viabilità di progetto con il reticolo idrografico dell'area – aerogeneratori OR05-OR06-OR07-OR08-OR09 (in rosso vengono riportate le interferenze su strada esistente asfaltata, in blu le interferenze su viabilità di progetto)

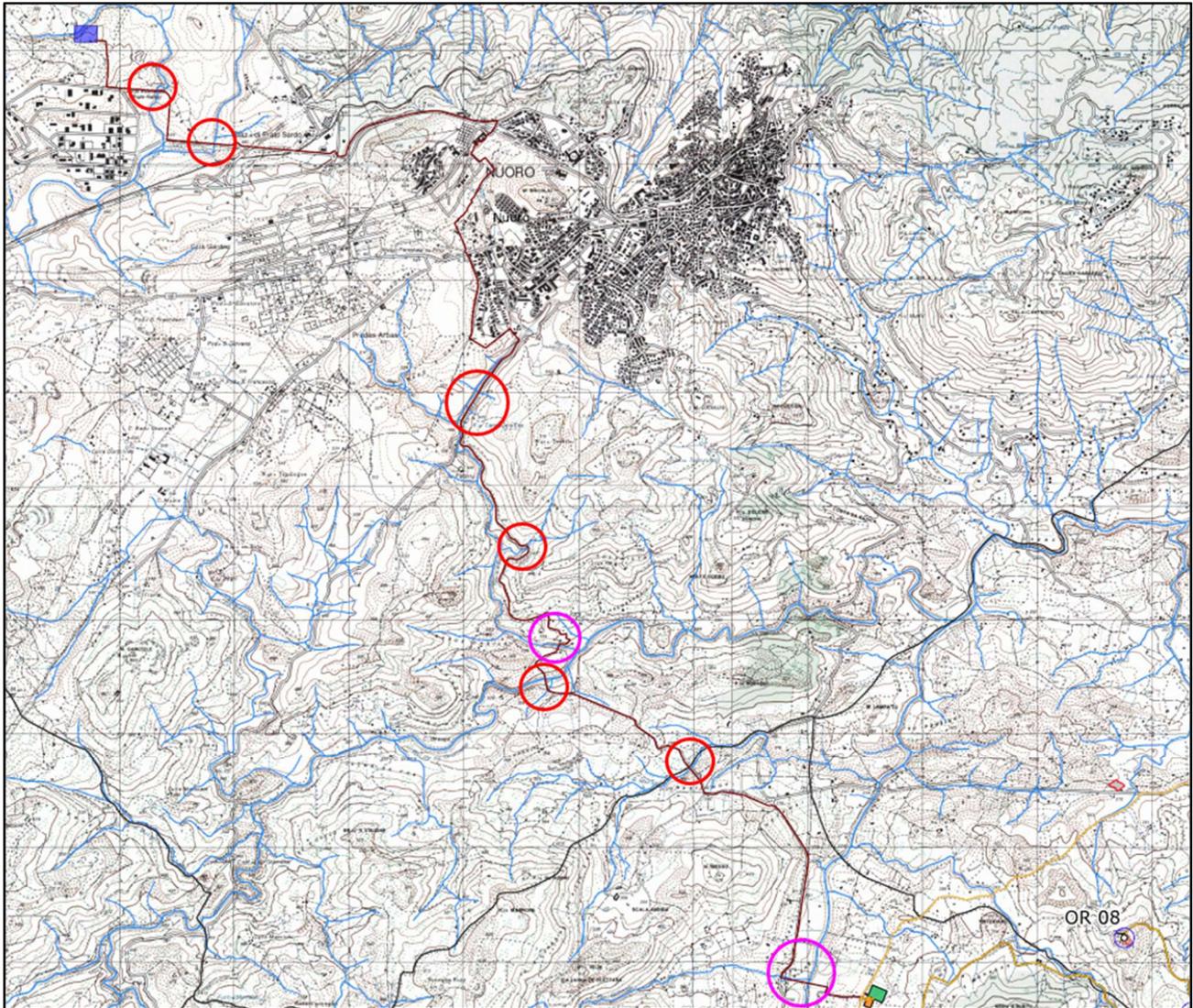


Figura 3.4: Interferenza della linea AT con il reticolo idrografico dell'area (in rosso vengono riportate le interferenze su strada esistente, in magenta le interferenze in solo cavidotto)

3.1. Risoluzione delle interferenze con il reticolo idrografico

Il percorso del cavidotto interrato è previsto lungo un percorso prevalentemente su nuova viabilità (di progetto) e parzialmente su strade esistenti.

Si avranno tre possibili soluzioni di attraversamento dei corsi d'acqua interessati, in base al diverso tipo di interferenza da trattare:

1. **Trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).** Tale tecnica verrà utilizzata quando il cavidotto attraversa tubazioni di grandi diametri e altri ostacoli, o aree che per le loro caratteristiche non possano essere attraversate con tecniche più semplici come lo scavo a cielo aperto o lo staffaggio alle opere di attraversamento esistenti;

2. **Staffaggio alle infrastrutture esistenti.** Nei casi di attraversamento su strada esistente in cui sono presenti strutture stabili a cui ancorare il cavidotto, si potrà procedere alla posa dell'elettrodotto in aderenza alla spalla del ponte, predisponendo idonei appoggi in acciaio che verranno ancorati agli elementi in calcestruzzo del ponte, sui quali sarà posizionato uno scatolare in acciaio entro cui posare i cavi elettrici.
3. **Scavi a cielo aperto.** Questa tipologia verrà utilizzata per i piccoli attraversamenti che non presentano particolari problematiche e/o interferenze, sia su nuova viabilità che nel caso dell'attraversamento del solo cavidotto.

In merito alla modalità 1, la tecnica della perforazione orizzontale controllata – da realizzarsi fino a raggiungere una profondità, in corrispondenza dell'intersezione, non inferiore a 2 m per una lunghezza di 30 m – permette di posare cavi, o tubazioni «flessibili», sotto ostacoli quali strade, fiumi e torrenti, edifici e autostrade, con scarso o nessun impatto sulla superficie, senza quindi dover ricorrere ai tradizionali sistemi di scavo a cielo aperto.

Essa prevede generalmente un impianto di perforazione costituito da una rampa mobile, che provvede alla rotazione, alla spinta, alla tensione ed all'immissione dei fanghi necessari alla perforazione.

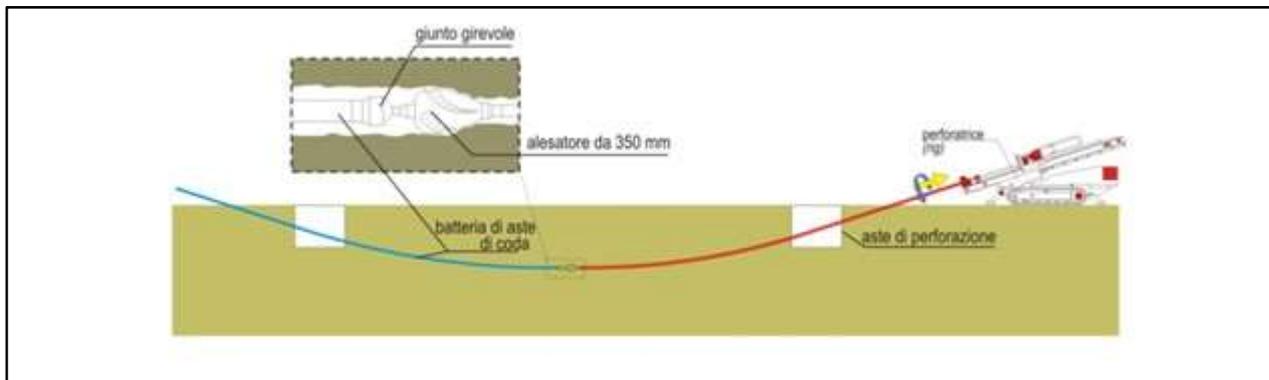


Figura 3.1.1: Rappresentazione schematica della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)

Tale metodologia permette di ridurre i volumi di scavo e di cantiere per tale operazione e, allo stesso tempo, assicura un limitato disturbo sull'ambiente, garantendo contemporaneamente la stabilità delle eventuali opere preesistenti.

3.1.1. Analisi interferenze linea MT

Il percorso della linea MT si sviluppa prevalentemente su viabilità di progetto, in particolare, per le interferenze rappresentate nelle **Figure 3.1.1.1.** e **3.1.1.2.**

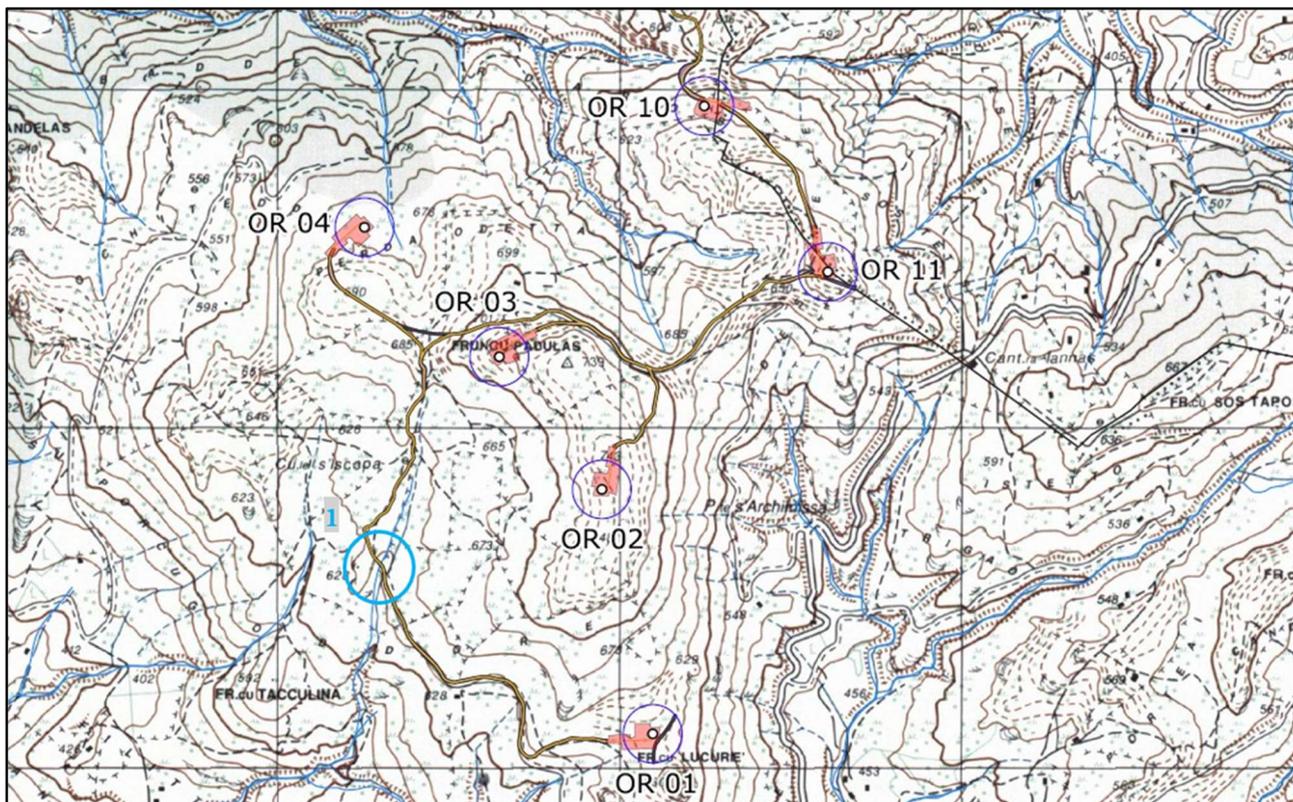


Figura 3.1.1.1: Interferenza n.1 della linea MT su viabilità di progetto

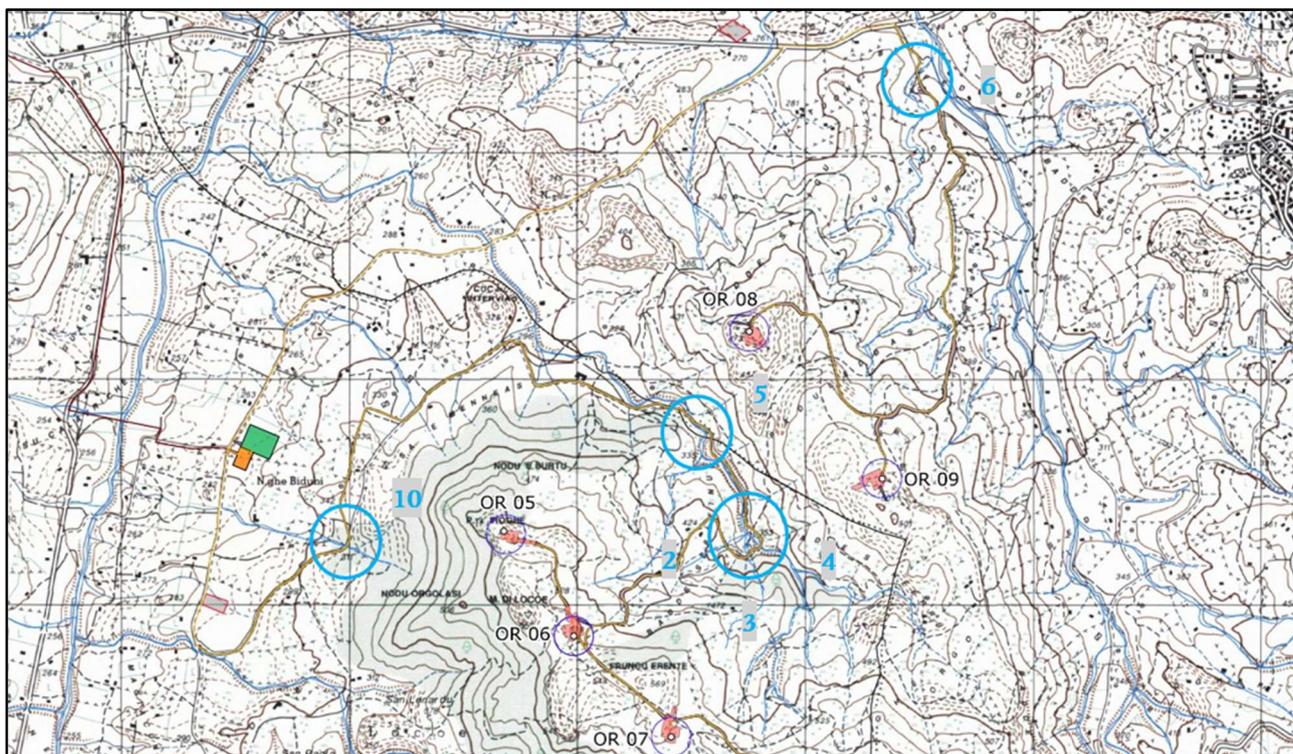


Figura 3.1.1.2: Interferenze n. 2, 3, 4, 5, 6, 10 della linea MT su viabilità di progetto

Pertanto, per le interferenze 1, 2, 3, 4, 10, considerata anche la minore importanza dei corsi d'acqua interferiti nei casi qui analizzati, e non avendo rilevato particolari criticità, in via preliminare, si prevede di utilizzare la modalità 2 dello scavo a cielo aperto (si veda il Paragrafo 3.1). Inoltre, si provvederà a

inserire nei tratti interessati apposite opere di attraversamento, adeguatamente dimensionate rispetto alla portata dei corsi d'acqua attraversati, come descritto nel dettaglio nel **Paragrafo 4.1** successivo.

In particolare, per quanto riguarda le interferenze 1, 5, 6, su nuova viabilità (**Figura 3.1.1.1 e 3.1.1.2**), e le 7, 8, 9 su strada esistente (**Figura 3.1.1.3**), si prevede di posare il cavidotto mediante uno scavo a sezione ristretta e a profondità limitata, come specificato nel **Paragrafo 5.1**, in conseguenza della particolarità delle aree attraversate (aree perimetrare dal PAI a pericolosità Hi4 – si rimanda al **Paragrafo 5.1** per una trattazione più dettagliata in merito).

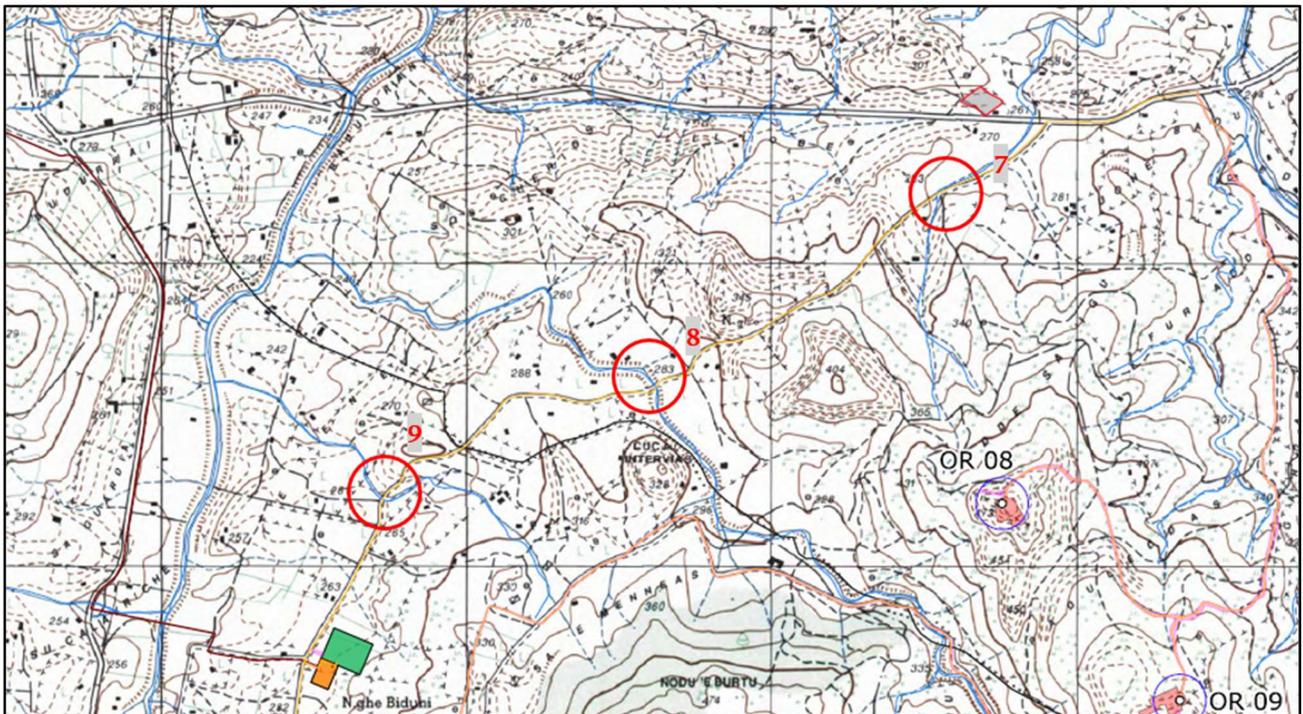


Figura 3.1.1.3: Interferenze n. 7, 8, 9 della linea MT su strada esistente

3.1.2. Analisi interferenze linea AT

Il percorso della linea AT si sviluppa prevalentemente su strada esistente, a eccezione di 2 interferenze che avvengono solo in cavidotto, in corrispondenza di due brevi tratti (interferenze n.1 e 6, **Figura 3.1.2.1**)

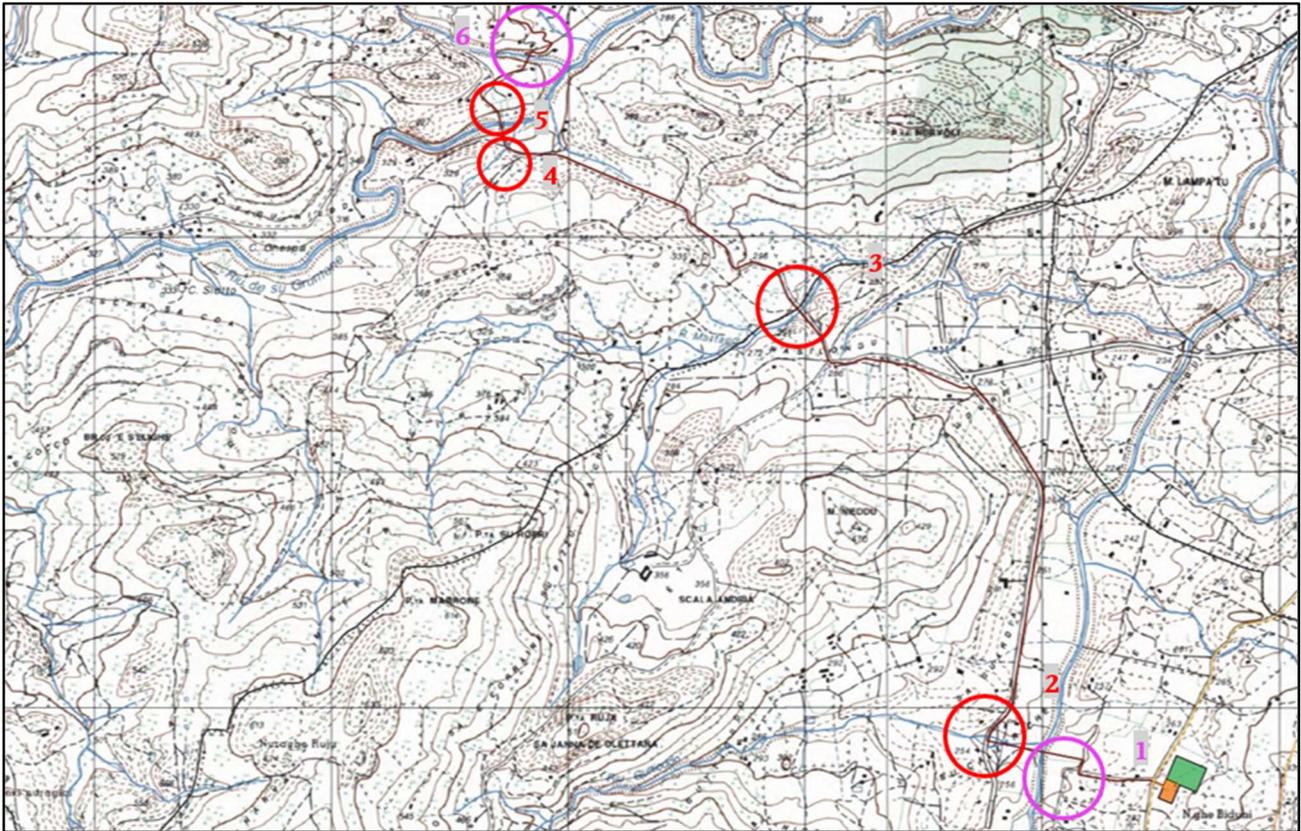


Figura 3.1.2.1: Interferenze 1÷6 della linea AT (in rosso su strada esistente, in magenta solo cavidotto)

Per le interferenze n.1, 5 e 6, corrispondenti ai “fiumi, torrenti e corsi d’acqua iscritti negli elenchi di cui al testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna”, in base al Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, art. 142, comma 1, lettera c), si prevede di utilizzare la tecnica della **Trivellazione orizzontale controllata** (Figure 3.1.2.2, 3.1.2.3, 3.1.2.4).

Per le interferenze n. 2, 3, 4, su strada esistente, si prevede di utilizzare la modalità dello scavo a cielo aperto. In particolare, per le interferenze n. 2, 3 si realizzerà uno scavo a sezione ristretta e a profondità limitata, come specificato nel **Paragrafo 5.1**, in conseguenza della particolarità dell’area attraversata (area perimetrata dal PAI a pericolosità Hi4 – si rimanda al **Paragrafo 5.1** per le immagini di dettaglio e una trattazione più approfondita in merito).

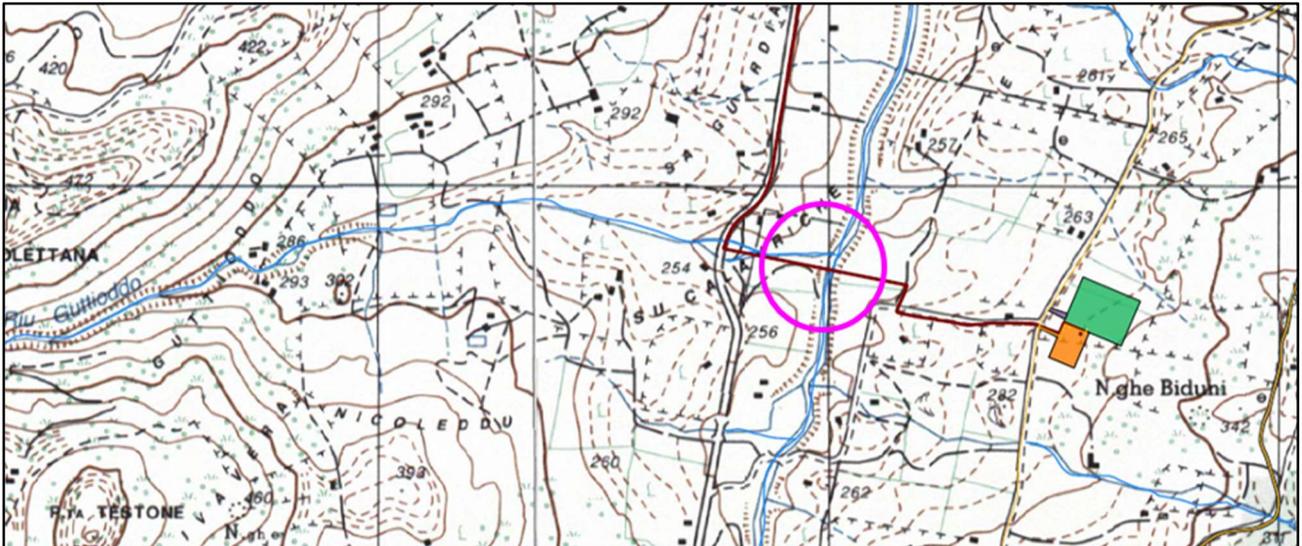


Figura 3.1.2.2: Interferenza n.1 con il Fiume Cedrino, per un tratto di caviddotto AT che, uscendo dalla SEU, attraversa il Fiume Cedrino e percorre poi la SP58 (solo in caviddotto)

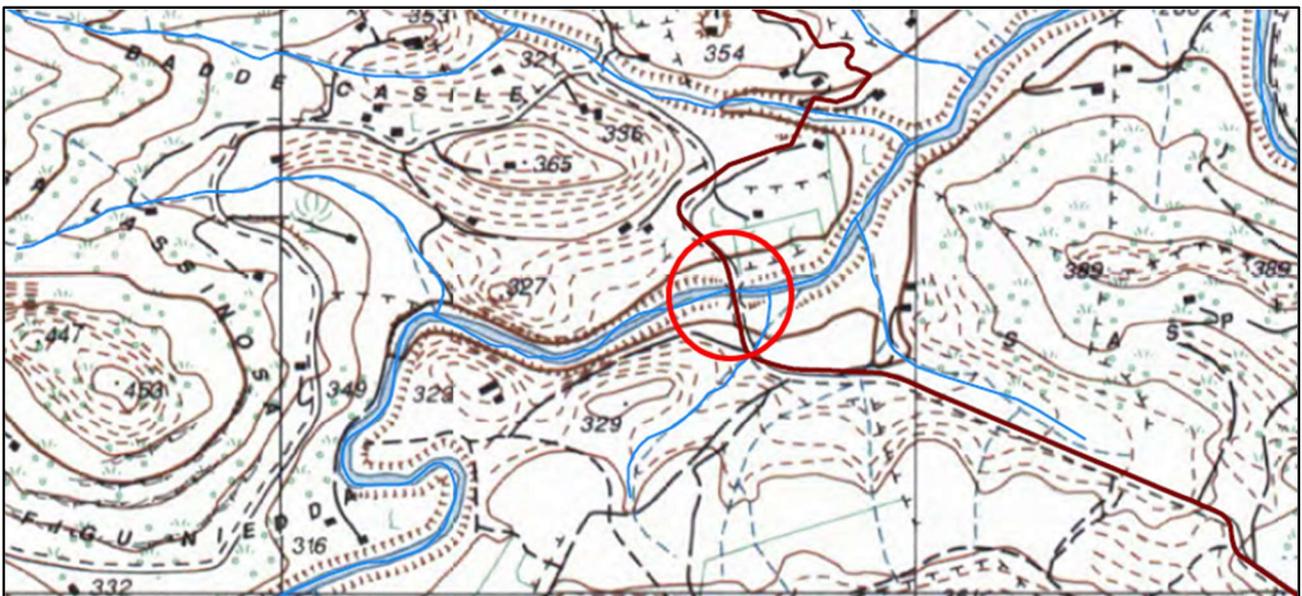


Figura 3.1.2.3: Interferenza n.5 con il Riu Su Grumene, su strada esistente, per un tratto di caviddotto AT di collegamento del parco eolico alla Stazione elettrica Terna, a sud del centro abitato di Nuoro

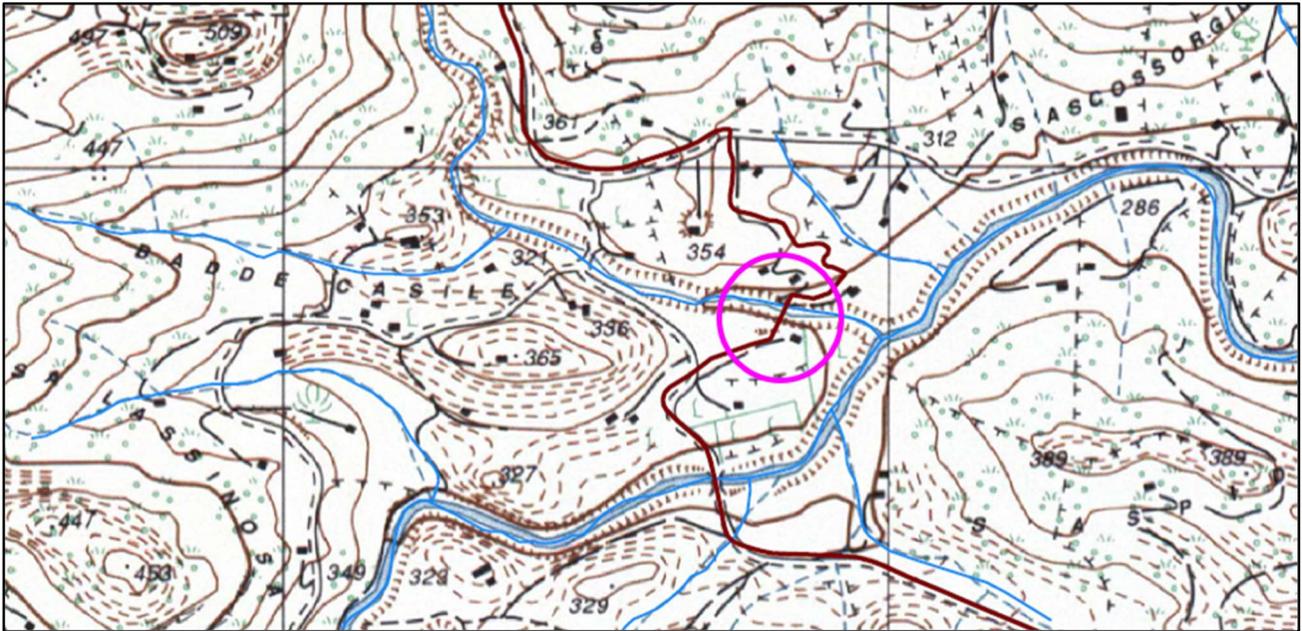


Figura 3.1.2.4: Interferenza n.6 con il Riu'E's'Ena, per un tratto di cavidotto AT di collegamento del parco eolico alla Stazione elettrica Terna, che attraversa il Riu solo in cavidotto per poi proseguire su strada esistente

Infine, per quanto riguarda le interferenze 7÷11 (**Figura 3.1.2.5**), la posa del cavidotto sarà realizzata mediante staffaggio alle infrastrutture esistenti.

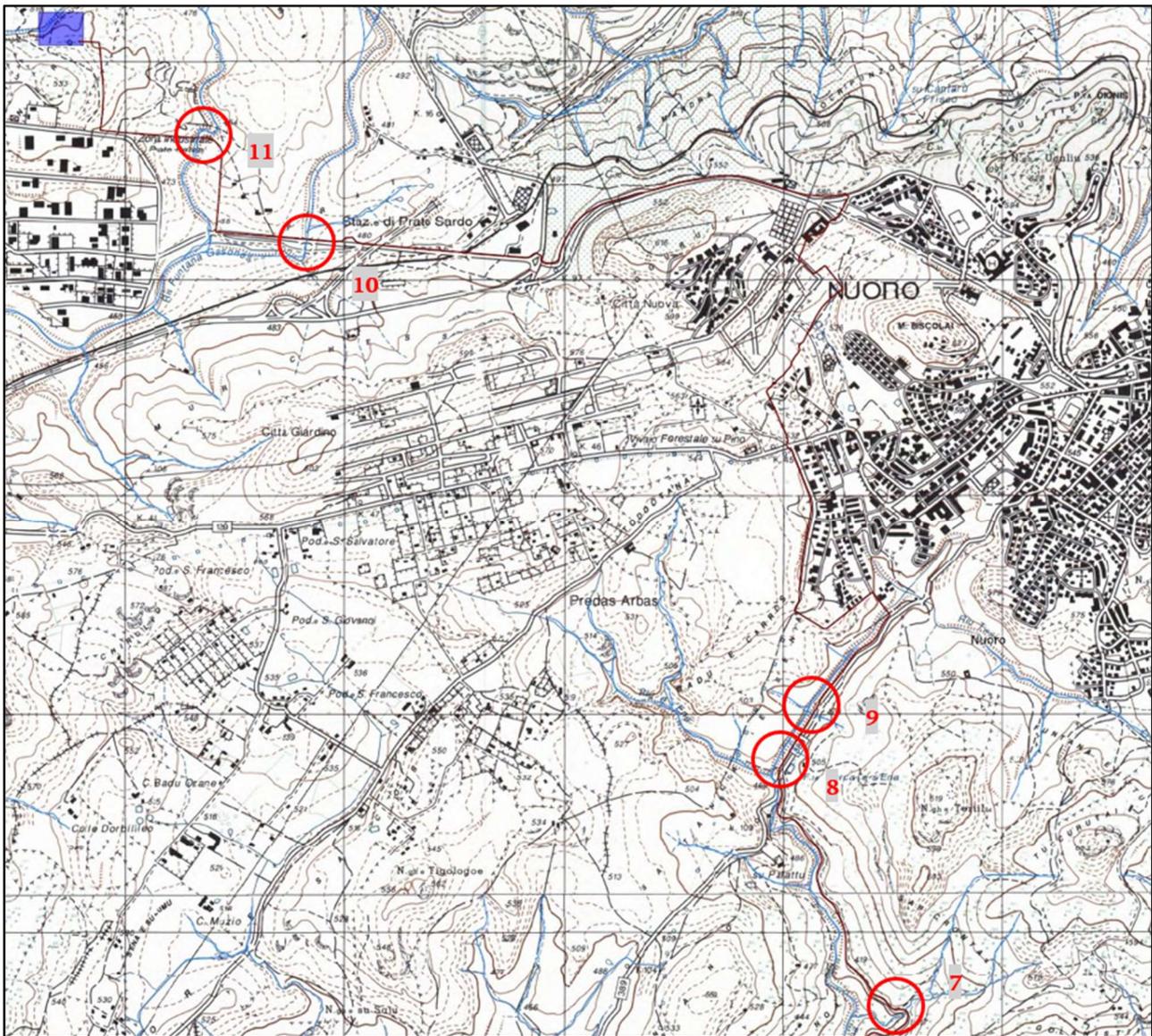


Figura 3.1.2.5: Interferenze 7÷11 della linea AT su strada esistente

4. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE OPERE DI REGIMAZIONE

Le opere di regimazione idraulica connesse al progetto saranno costituite da:

- condotte di attraversamento degli impluvi esistenti;
- canalette a margine delle piazzole e delle opere di nuova viabilità, che convoglieranno le acque di ruscellamento ricadenti sulle stesse sino al recapito finale.

Per i dettagli costruttivi delle suddette opere idrauliche, si richiama l'elaborato grafico "ORSA116 Planimetria delle opere di regimentazione delle acque" e "OROC043 Tipico Drenaggi".

4.1. Attraversamenti

Per il dimensionamento e la verifica idraulica delle opere di attraversamento si sono presi a riferimento i risultati e le metodologie sviluppate dal progetto VAPI (VALutazione delle PIene) relativamente al

territorio del bacino unico della Sardegna, promosso dal C.N.R. – Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (G.N.D.C.I.), come descritto nel “Rapporto regionale Sardegna – Valutazione delle piene in Sardegna”.

Di seguito si espone in linea di massima il modello usato e i risultati ottenuti (per cui si rimanda al suddetto “Rapporto regionale” per ulteriori approfondimenti) per il dimensionamento delle opere di regimazione prese in esame.

La VALutazione delle PIene (VAPI) in Sardegna riporta due metodi di stima regionali, basati sulle distribuzioni probabilistiche log-normale e Two Components Extreme Values, applicati a dati massimi annuali di portata al colmo.

Nel caso in esame, si sfrutteranno i risultati del secondo metodo (TCEV).

In base all'analisi regionale, l'intero territorio della Sardegna è diviso in due zone idrologicamente omogenee, i bacini orientali e i bacini occidentali; in particolare, la procedura suggerita da Sechi (1993) considera orientali tutti i bacini la cui superficie ricade, in maniera largamente prevalente, nella sottozona omogenea SZO III di **Figura 4.2.1** (cui si rimanda per approfondimenti in proposito) e di considerare occidentali tutti gli altri.

L'area d'impianto ricade nella SZO III, come mostrato in Figura 4.2.1, al Paragrafo 4.2 successivo; pertanto, si considereranno i risultati dello studio VAPI ottenuti per i *bacini orientali*.

In base al suddetto studio, il valore di portata media annua μ_x è funzione della superficie del bacino oggetto di studio, e del tempo di ritorno attraverso la seguente relazione:

$$\mu_x = \frac{\varepsilon_1}{Ln(\Lambda_1)} \eta$$

dove ε_1 , η , Λ_1 , sono parametri della distribuzione TCEV, desunti per i *bacini orientali* nel presente caso.

Noto il valore della portata media annua, è possibile quantificare il valore di portata per opportuni tempi di ritorno, moltiplicando la stessa per il coefficiente probabilistico di crescita K_T per le portate in Sardegna.

Per un tempo di ritorno pari a $T = 200$ anni, il valore del fattore di crescita è pari a $K_T = 6,71$.

Si riporta di seguito il calcolo e relativa verifica effettuati per l'interferenza individuata sulla viabilità di collegamento degli aerogeneratori OR05, OR06, OR07, relativa al reticolo con bacino afferente di maggiore importanza fra quelli rilevati nell'area d'impianto.

Area (kmq)	K_T	μ_x	Q_{200} (m ³ /s)
0,329	6,71	3,5	23,5

Tabella 4.1.2 Calcoli relativi all'impluvio interferente

Si confrontano poi le portate di deflusso con le massime portate che l'opera è in grado di smaltire, calcolate mediante la formula di Chezy:

$$Q' = \chi \cdot A \sqrt{R \cdot i}$$

Considerando un tombino di sezione scatolare, con pendenza minima 0,1%, la portata risulta verificata per una sezione di larghezza 3 m e altezza 3 m, idonea al passaggio di una portata massima di 50,2 m³/s.

4.2. Canalette

L'altezza critica di precipitazione, dato input per il dimensionamento delle reti di drenaggio, viene ottenuta dalla curva di possibilità pluviometrica che esprime la legge di variazione dei massimi annuali di pioggia in funzione della durata della precipitazione: t , ad assegnata frequenza di accadimento o periodo di ritorno: T . Tale curva è riportata dalla letteratura tecnica come:

$$h(T) = a \cdot d^n$$

dove i parametri della curva, $a(T)$ ed $n(T)$, vengono definiti per tre Sotto Zone Omogenee della Sardegna (SZO) (Figura 4.2.1), per durate minori e maggiori di 1 ora e per tempi di ritorno maggiori di 10 anni (Tabella 4.2.1).

SZO	Durata ≤ 1 ora	Durata >1 ora
Sottozona 1	$a=0.46420+1.0376 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-0.18488+0.22960 \cdot \text{Log}(T)-3.3216 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$a=0.46420+1.0376 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-1.0469 \cdot 10^{-2}-7.8505 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$
Sottozona 2	$a=0.43797+1.0890 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-0.18722+0.24862 \cdot \text{Log}(T)-3.36305 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$a=0.43797+1.0890 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-6.3887 \cdot 10^{-3}-4.5420 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$
Sottozona 3	$a=0.40926+1.1441 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-0.19060+0.264438 \cdot \text{Log}(T)-3.8969 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$a=0.40926+1.1441 \cdot \text{Log}(T)$ $n=1.4929 \cdot 10^{-2}+7.1973 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$

Tabella 4.2.1: Parametri della curva di possibilità climatica

- a, n: parametri della curva di possibilità pluviometrica;
- φ : coefficiente di deflusso (< 1), per il quale in questo caso, in considerazione dell'uso dei suoli, costituito principalmente da superfici agricole, è stato assunto un coefficiente medio di deflusso dei terreni pari a 0,15:

Tipologia superficie	φ
Verde su suolo profondo, prati, orti, superfici agricole	0,10-0,15
Terreno incolto, sterrato non compattato	0,20-0,30
Superfici in ghiaia sciolta – parcheggi drenanti	0,30-0,50
Pavimentazioni in macadam	0,35-0,50
Superfici sterrate compatte	0,50-0,60
Coperture tetti	0,85-1,00
Pavimentazioni in asfalto o cls	0,85-1,00

Tabella 4.2.2: Coefficienti di deflusso delle principali tipologie di superfici

- t_c : tempo di corrivazione (ore)

stimato in $\frac{1}{4}$ di ora; tale tempo è quello che ottimizza il dimensionamento della rete di scolo.

Si sono inoltre considerate piogge aventi tempo di ritorno di 25 anni, tempo adeguato al dimensionamento di reti di drenaggio minori.

Dall'analisi morfologica effettuata sul modello digitale del terreno, in ambiente QGIS, è emerso che le superfici scolanti afferenti alle opere di progetto risultano essere di dimensione pari a circa 7,32 ha.

Pertanto, applicando la formula precedente, si ottiene la seguente portata:

$$Q = \frac{(1 \times 0,15 \times 8,4 \times 24,54)}{3600} = 0,55 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le canalette di progetto a servizio delle opere proposte saranno a sezione trapezia con base minore di 60 cm, altezza minima di 30 cm e pendenza minima del 1%.

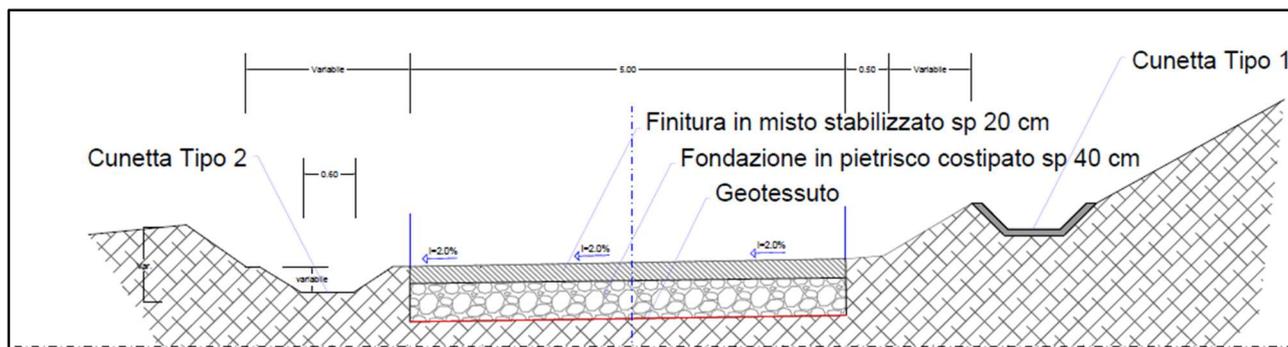


Figura 4.1. Sezione tipo viabilità con drenaggio a monte e a valle

Per verificare la portata effettivamente captata dalla singola canaletta, viene utilizzata la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = k \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

La portata Q è espressa in m^3/s , con k coefficiente di scabrezza, A area della sezione bagnata in m^2 , R raggio idraulico in m e i pendenza di fondo del collettore in esame. Il coefficiente di scabrezza viene tratto da letteratura tecnica, prudenzialmente posto pari a 40.

Natura superficie	K
Alveo in terra, rettilineo	40-50
Alveo in terra, meandriforme	20-33
Alveo in ghiaia (75-150mm) rettilineo	25-33
Canali non rivestiti, in terra, rettilinei	40-55
Canali non rivestiti, in roccia	22-40
Canali rivestiti (intonaco cementizio)	60-83

Tabella 4.2. Coefficienti di scabrezza (Gauckler-Stickler) per canali artificiali

Ne risulta dunque una portata pari a:

$$Q = 40 \times 0,18 \times \sqrt[3]{0,1^2 \times 0,1^{3/2}} = 0,72 \text{ m}^3/\text{s}$$

in grado di servire superfici scolanti di dimensione massima di 17 ha; pertanto, gli elementi della rete di drenaggio risultano adeguati al progetto.

5. COMPATIBILITÀ CON IL PIANO PER L'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 fondamentale 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.

Con deliberazione in data 30.10.1990 n. 45/57, la Giunta Regionale ha suddiviso il Bacino Unico della Regione Sardegna in sette Sub-Bacini, ognuno dei quali caratterizzato in grande da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche ma anche da forti differenze di estensione territoriale.

L'area di intervento, in particolare, ricade nel sub-bacino 5, Posada-Cedrino (**Figura 5.1**), e più nello specifico, nel bacino idrografico del fiume Cedrino, interno ad esso.

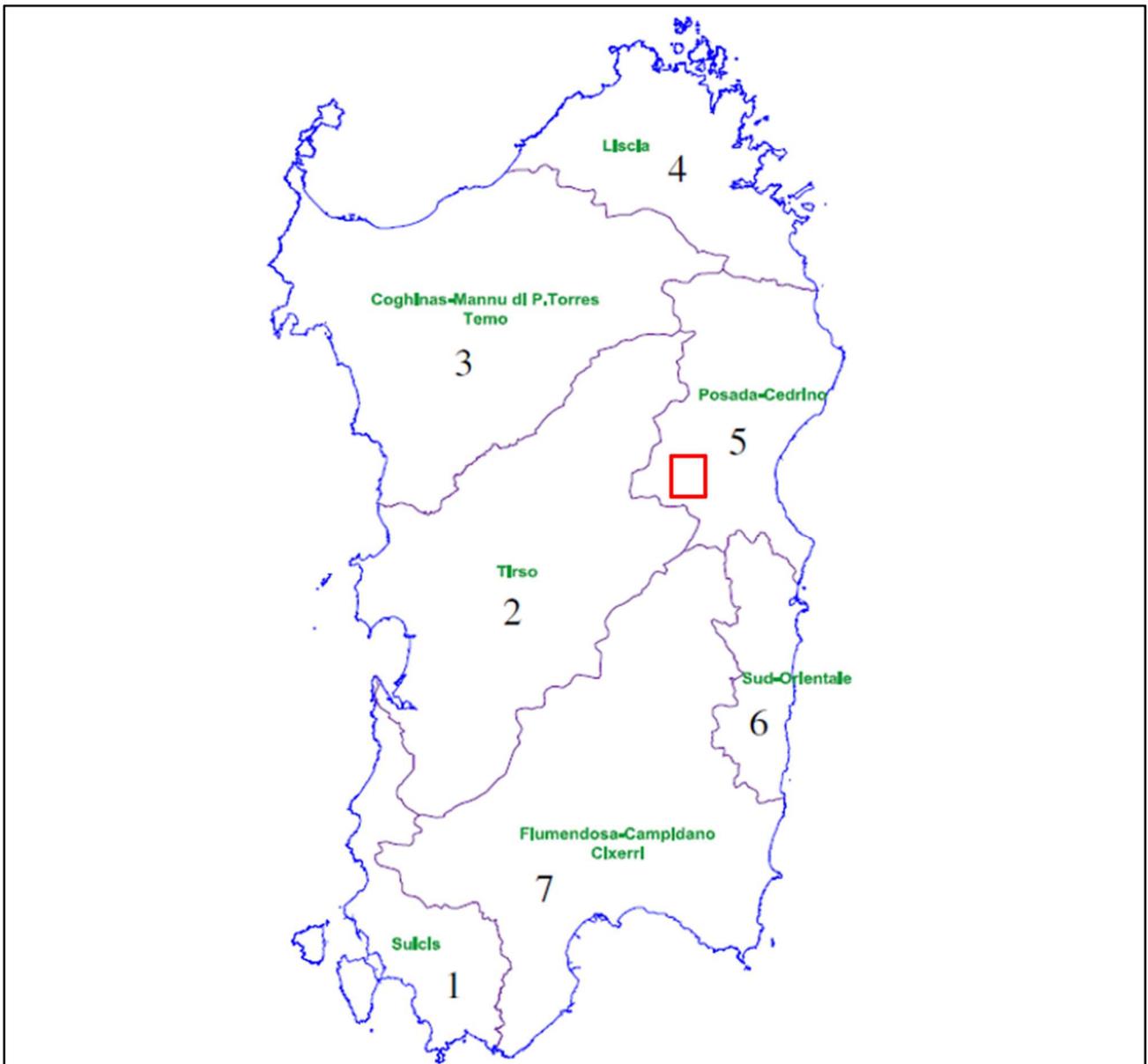


Figura 5.1: Sub-bacini del Distretto della Sardegna, con ubicazione dell'area di intervento (*Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Relazione Generale*)

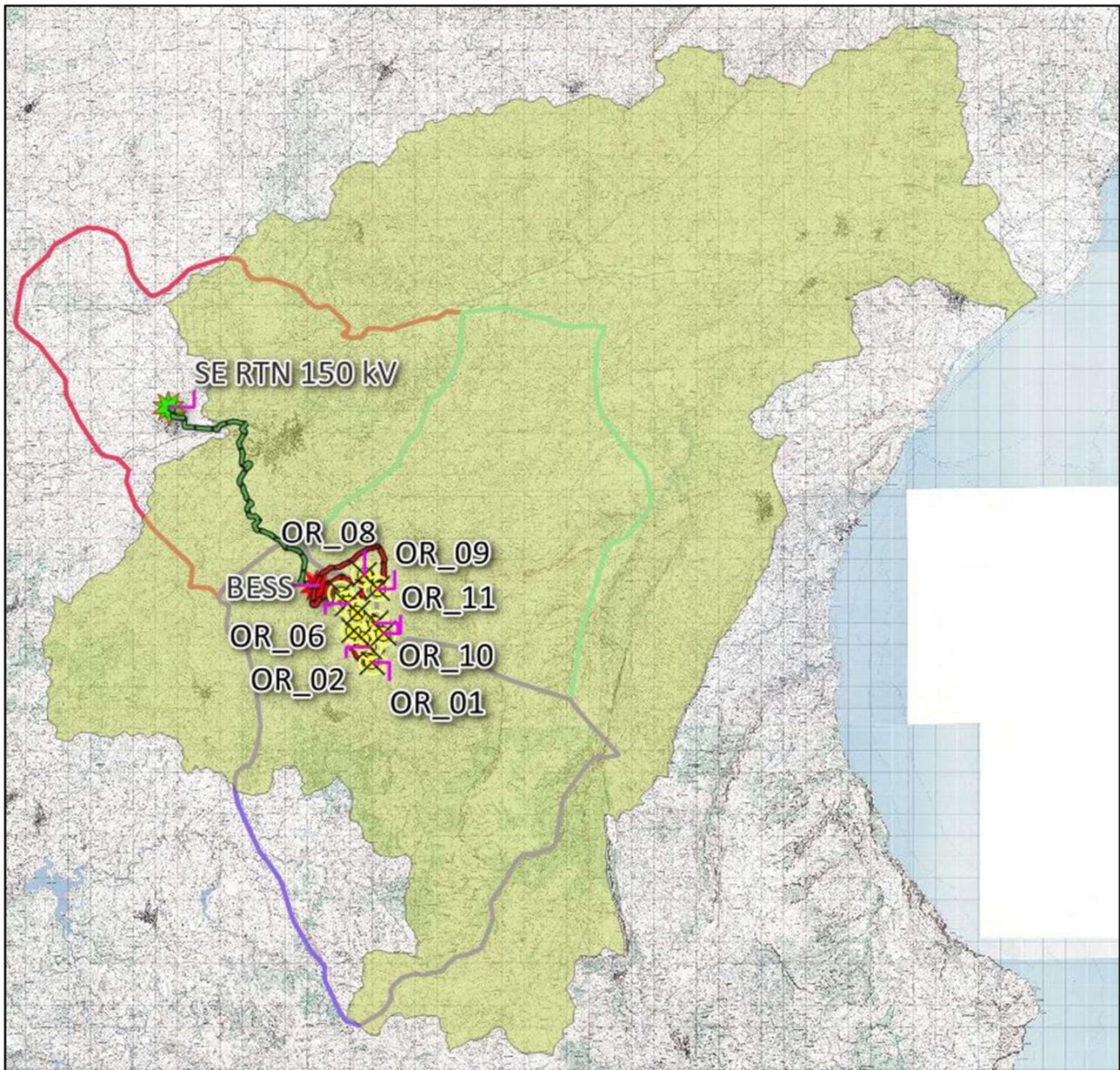


Figura 5.2: Ubicazione degli aerogeneratori all'interno del bacino idrografico del Fiume Cedrino

Dall'analisi della documentazione cartografica risulta che nell'area di impianto sono presenti diverse aree a pericolosità e rischio idraulico (**Figura 5.1.1**) e geomorfologico (**Figura 5.2.1**), con diversi livelli di pericolosità e rischio.

5.1. Parte idraulica

Per quanto attiene alla pericolosità idraulica e l'assetto idrografico dell'area, il PAI al Capo II individua e disciplina le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1).

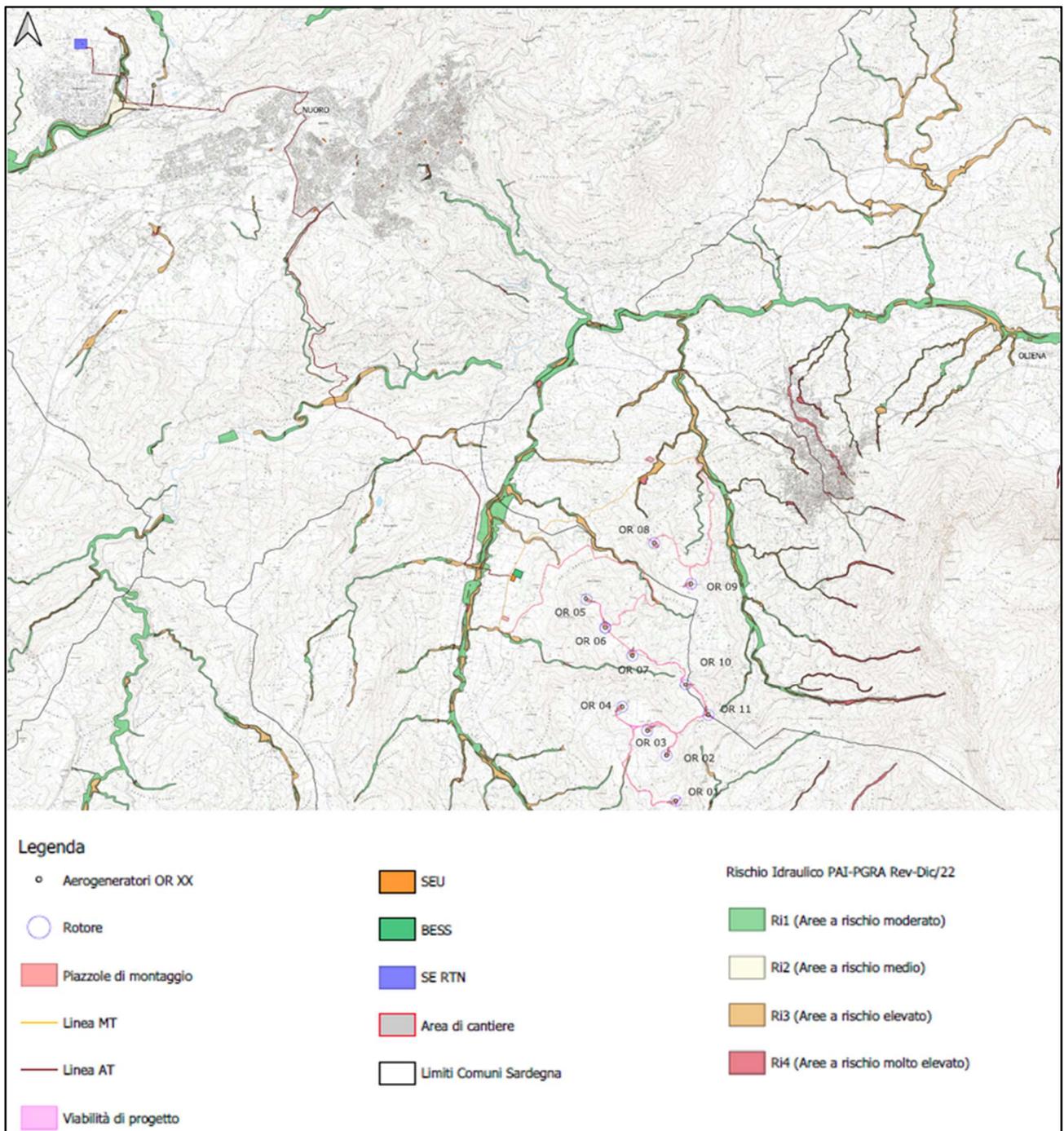


Figura 5.1.1: Interferenza dell’impianto eolico con i Piani di Assetto Idrogeologico – Rischio idraulico - si rimanda all’elaborato “ORSA128 Carta dei vincoli PAI – Rischio Idraulico con area d’impianto su CTR” per un maggiore dettaglio grafico

Gli elementi di progetto non interferiscono con le aree vincolate dal presente Piano, ad eccezione di N. 8 interferenze delle linee MT e relativa viabilità di collegamento, e 8 della linea AT (nelle immagini di dettaglio sotto riportate, in blu si indicano le interferenze su viabilità di progetto o solo in cavidotto, in rosso su strada esistente):

- a) N. 1 interferenza della linea MT e relativa **viabilità di progetto** dell'aerogeneratore OR01 al parco eolico, con un'area a **pericolosità idraulica Hi4** e **rischio Ri3**, corrispondente al Rio Munzu;

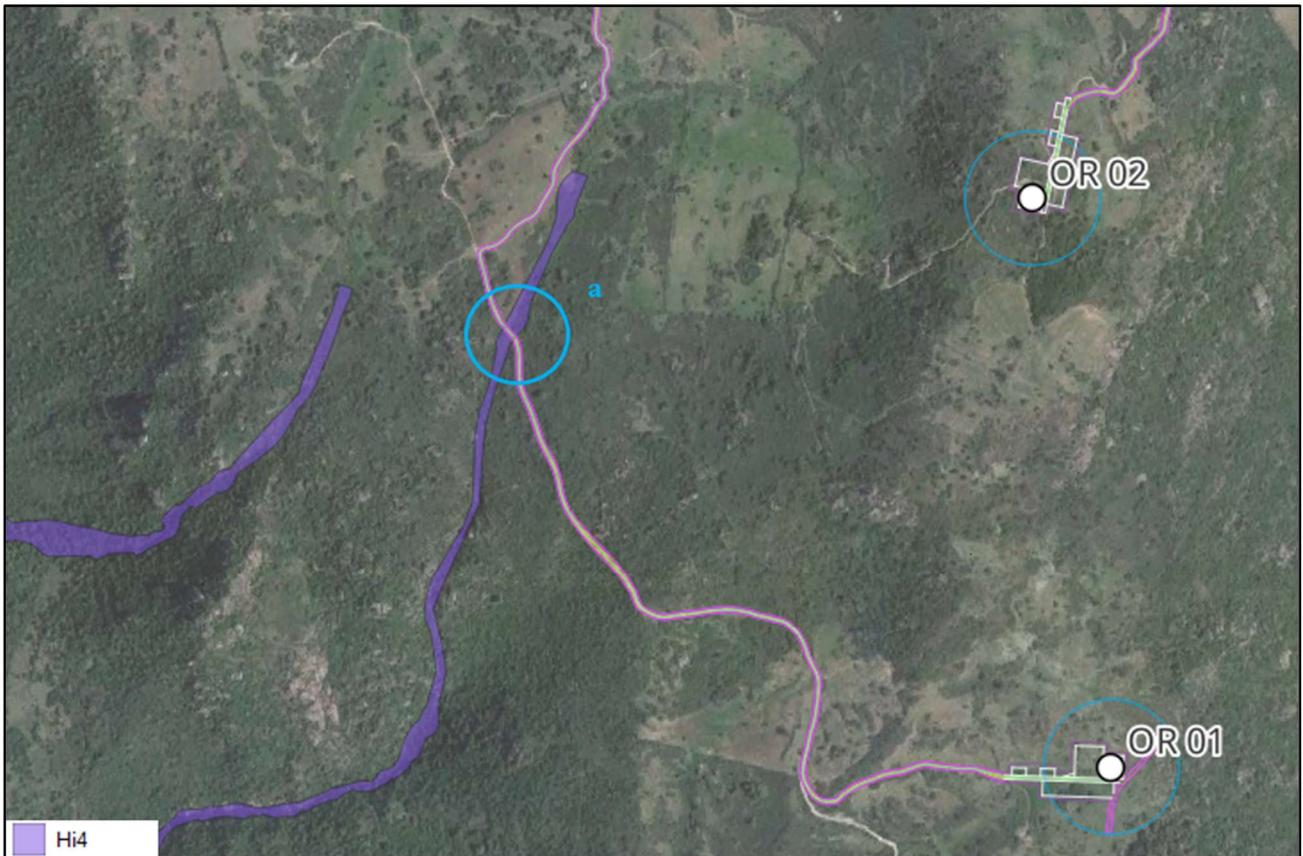


Figura 5.1.2: Interferenza **a)** della linea MT con un'area a pericolosità Hi4

- b) N.3 interferenze della linea MT e relativa **viabilità di progetto** degli aerogeneratori OR05-OR06-OR07 al parco eolico, con un'area a **pericolosità idraulica Hi4** e **rischio Ri3** e **Ri1**, corrispondente al Riu Mamole;

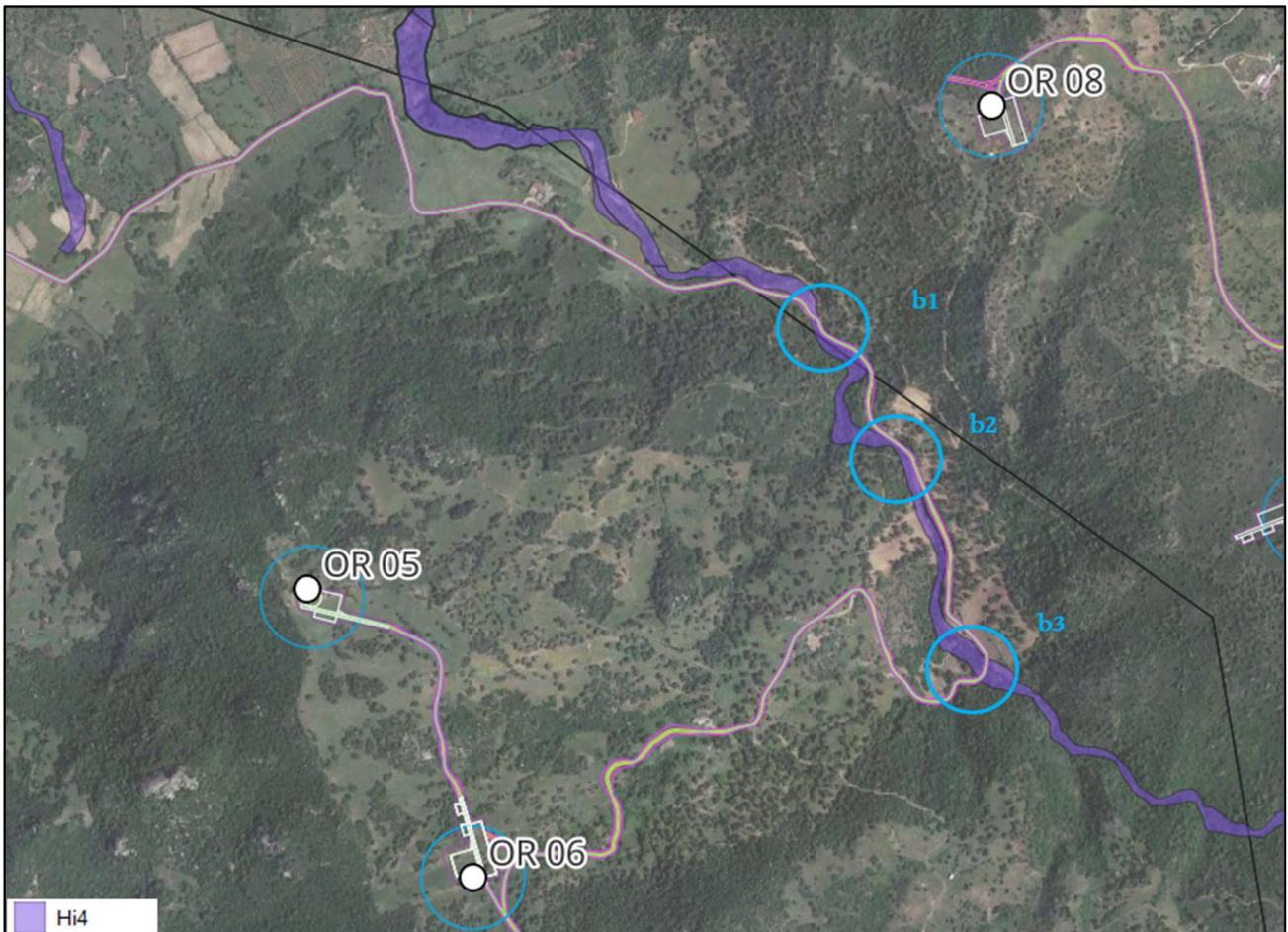


Figura 5.1.3: Interferenze b1, b2, b3) della linea MT con aree a pericolosità Hi4

- c) N.4 interferenze della linea MT di collegamento agli aerogeneratori OR05 e OR06, che si sviluppa **su strada esistente**, con quattro aree a **pericolosità Hi4**, di cui tre a rischio Ri3 (c1, c2 e c3) e una a rischio Ri3 e Ri4 (c4), e delle quali una, l'interferenza c4, corrisponde al Riu Pedru Mele;

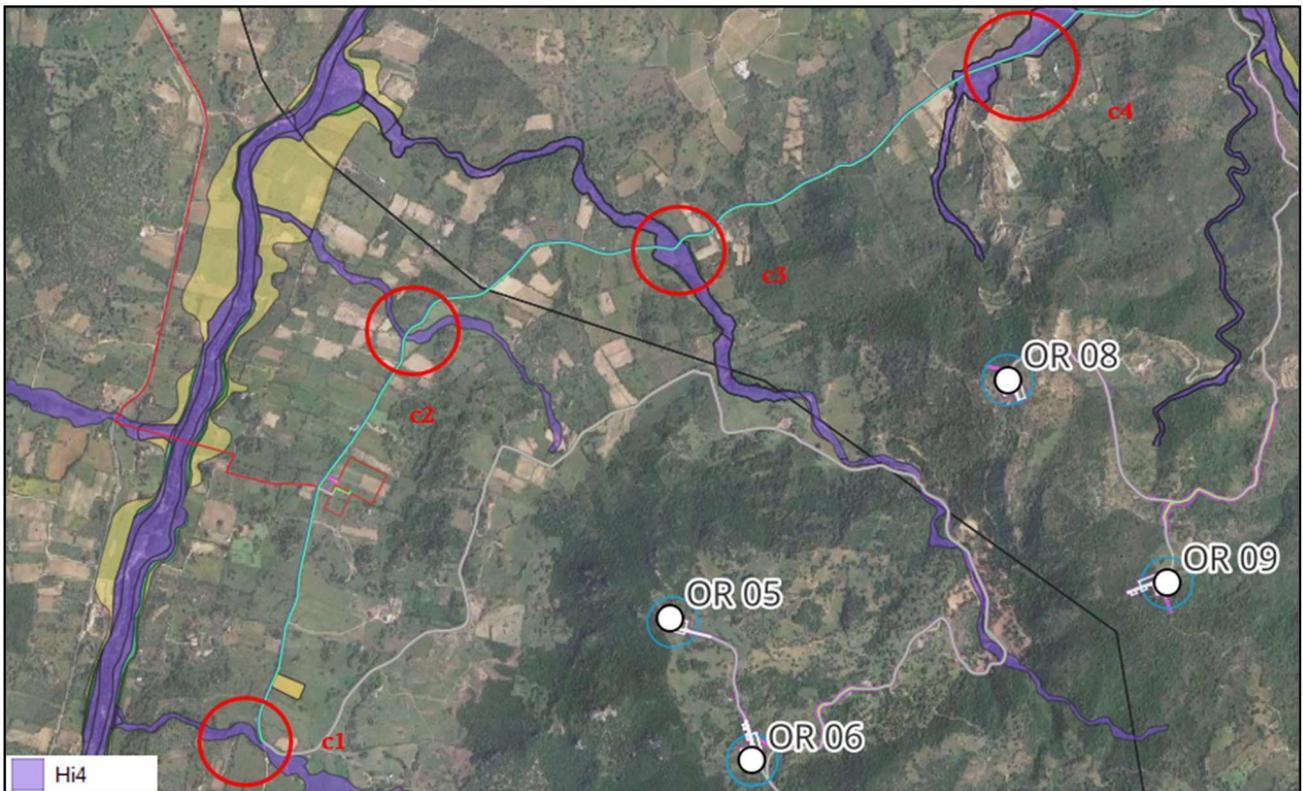


Figura 5.1.4: Interferenze c1, c2, c3, c4) della linea MT con aree a pericolosità Hi4

- d) N.2 interferenze della linea AT, di cui una (d2) con un'area a **pericolosità Hi4, Hi3, Hi2, Hi1**, corrispondente al Fiume Cedrino, e avviene **solo in cavidotto**; la seconda (d1) avviene sia **in cavidotto** che **su strada esistente** con un'area a pericolosità Hi4, corrispondente al Rio Guttiodo;

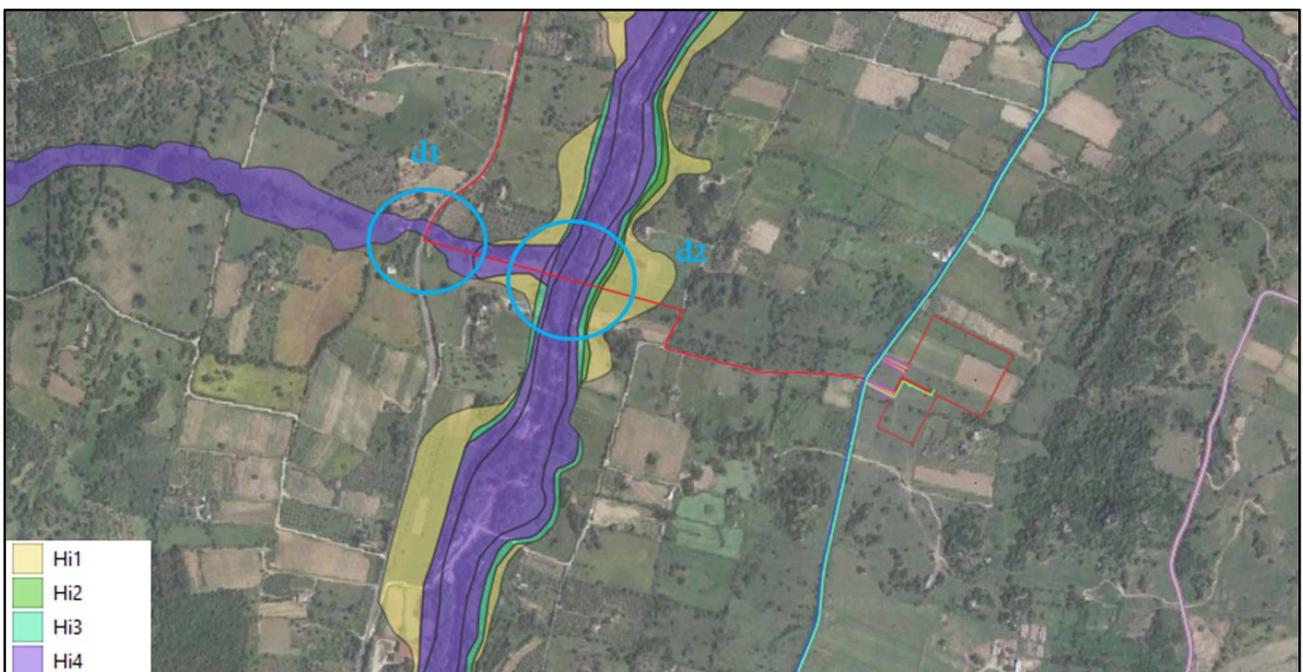


Figura 5.1.5: Interferenze d1, d2) della linea AT con aree a pericolosità Hi4 (d1: Rio Guttiodo, d2: Fiume Cedrino)

- e) N.2 interferenze della linea AT, **su strada esistente**, con aree a **pericolosità Hi4**, a sud del centro abitato di Nuoro, di cui una corrispondente al Riu Mattaedu, e una al Riu de Su Grumene;

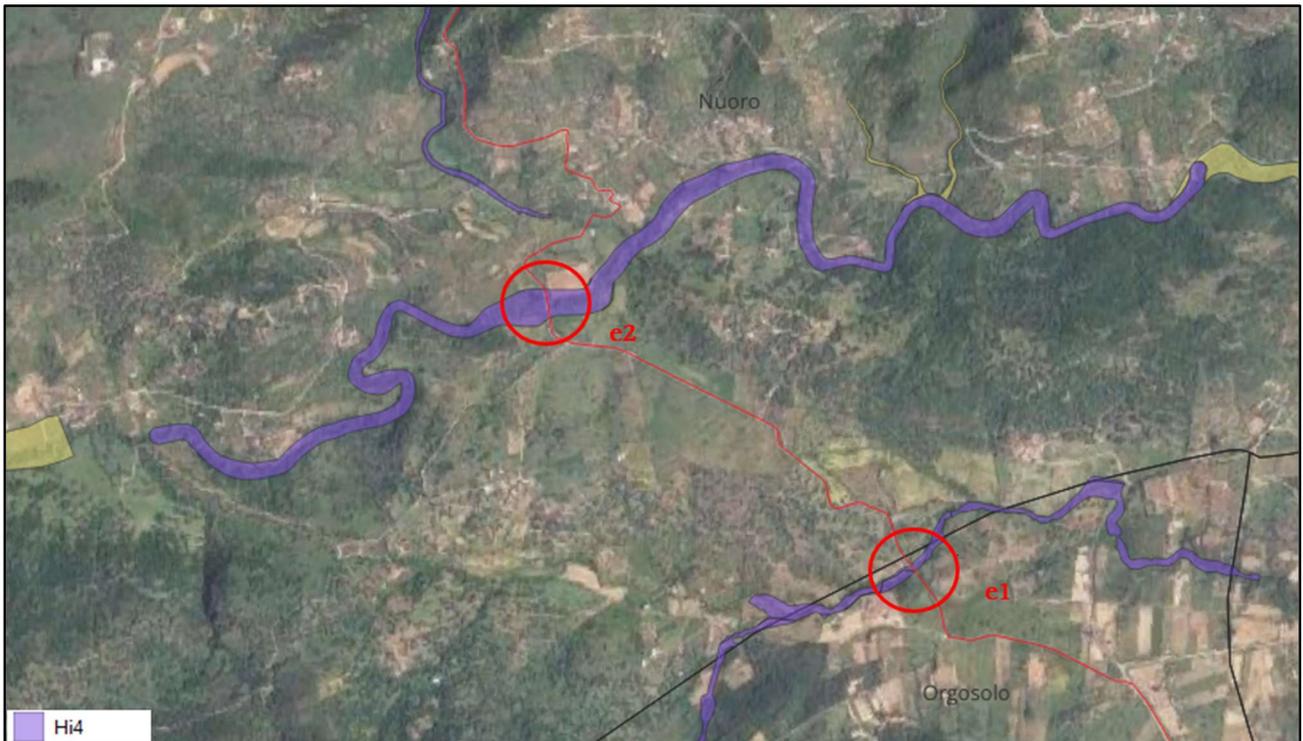


Figura 5.1.6: Interferenze **e1, e2**) della linea AT con aree a pericolosità Hi4 (e1: Riu Mattaedu, e2: Riu de Su Grumene)

- f) N.2 interferenze della linea AT, **su strada esistente**, di cui una con un'area a pericolosità Hi1, corrispondente al Riu Tertico, e (f1) una con un'area a **pericolosità Hi4**, sulla SS389, in ingresso al centro abitato di Nuoro (f2);

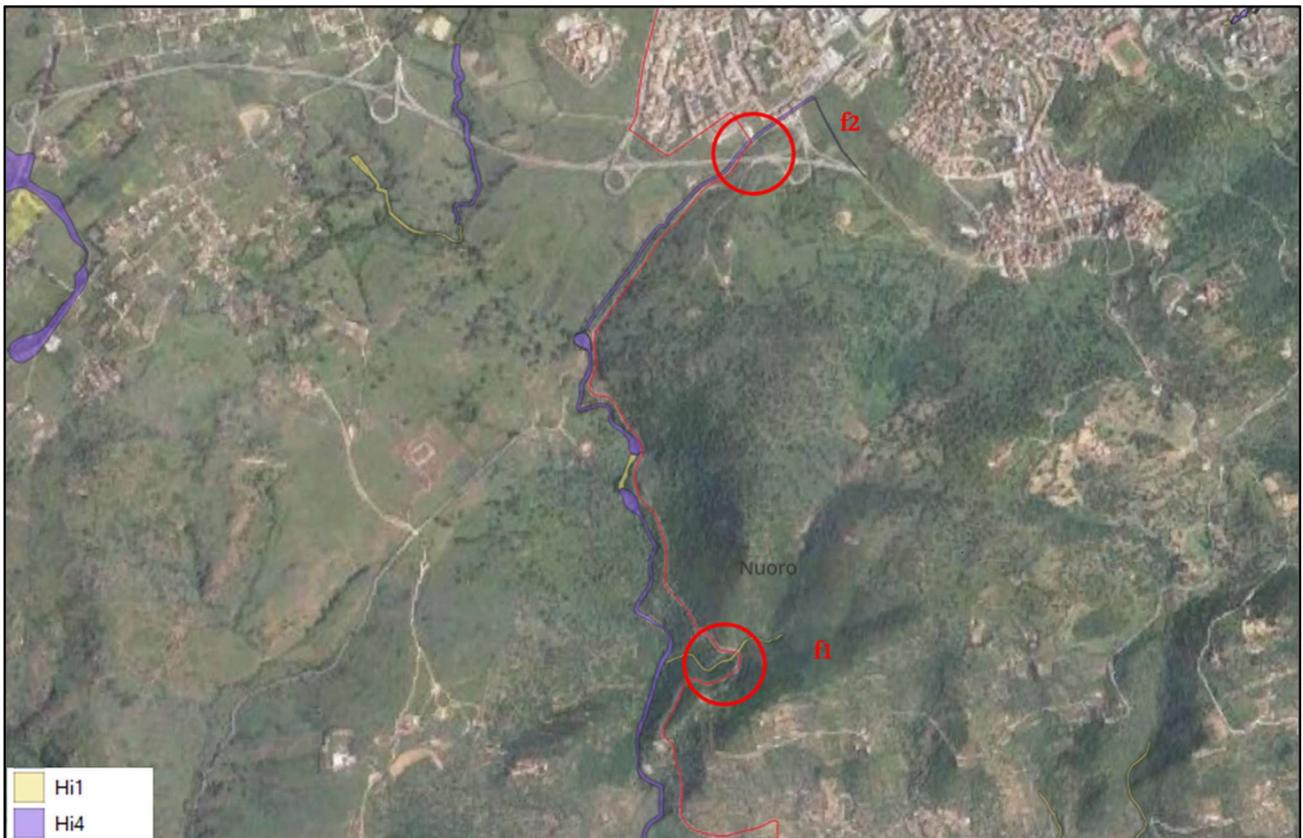


Figura 5.1.7: Interferenze **f1**, **f2**) della linea AT con aree a pericolosità Hi1 (**f1**) e Hi4 (**f2**)

- g) N.3 interferenze della linea AT, **su strada esistente**, di cui una con un'area a pericolosità Hi4, su Viale dell'Industria, corrispondente a Riu Fontana Grasones (g1), e due con aree a pericolosità Hi1, su Viale dell'Industria e in corrispondenza del Riu Liscoi su Via Livio Mauri (g2, g3).



Figura 5.1.8: Interferenze **g1, g2, g3** della linea AT con aree a pericolosità Hi1 (g1: Riu Mattaedu) e Hi4 (f2)

All'articolo 27, comma 3, si legge, per le aree a pericolosità idraulica molto elevata:

3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

- a. *gli interventi di manutenzione ordinaria;*
- b. *gli interventi di manutenzione straordinaria;*
- c. *gli interventi di adeguamento per l'integrazione di innovazioni tecnologiche;*
- d. *gli interventi di adeguamento per la sicurezza di esercizio richiesti da norme nazionali e regionali;*
- e. *gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali;*
- f. *la ricostruzione di infrastrutture a rete distrutte o danneggiate da calamità naturali, fatti salvi i divieti di ricostruzione stabiliti dall'articolo 3-ter del decreto-legge n. 279/2000 convertito con modificazioni dalla legge n. 365/2000;*
- g. *le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita*

relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale; che eventuali manufatti connessi alla gestione e al funzionamento delle condotte e dei cavidotti emergano dal piano di campagna per un'altezza massima di un metro e siano di ingombro planimetrico strettamente limitato alla loro funzione; che i componenti tecnologici, quali armadi stradali prefabbricati, siano saldamente ancorati al suolo o agli edifici, in modo da evitare scalzamento e trascinarsi, abbiano ridotto ingombro planimetrico e altezza massima strettamente limitata alla loro funzione tecnologica e, comunque, siano tali da non ostacolare, in maniera significativa il deflusso delle acque; che, nelle situazioni di parallelismo, le condotte e i cavidotti non ricadano in alveo, né in area golenale; che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico.

All'art.4 si precisa inoltre quali opere è vietato realizzare in tali aree Hi4:

Nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata resta comunque sempre vietato realizzare:

- a. strutture e manufatti mobili e immobili, ad eccezione di quelli a carattere provvisorio o precario indispensabili per la conduzione dei cantieri o specificamente ammessi dalle presenti norme;*
- b. protezioni di colture agricole con rilevati capaci di ostacolare il deflusso delle acque;*
- c. cambiamenti colturali o nuove colture arboree capaci di ostacolare il deflusso delle acque o di pregiudicare la stabilità degli argini;*
- d. nuovi impianti o ampliamenti di impianti di trattamento, smaltimento e di recupero dei rifiuti⁸⁸;*
- e⁸⁹. nuovi impianti di trattamento delle acque reflue;*
- f. nuovi stabilimenti o ampliamenti di stabilimenti soggetti agli obblighi di cui agli articoli 6, 7 e 8 del decreto legislativo 17.8.1999, n. 334, "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose";*
- g. nuovi impianti tecnologici fuori terra ad eccezione dei ripetitori e dei tralicci per il trasporto dell'energia elettrica e di quelli espressamente consentiti dalle presenti norme; nel caso in cui le linee aeree per il trasporto dell'energia determinino l'attraversamento di un corso d'acqua, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che i sostegni sono posizionati il più distante possibile dall'alveo e dalle golene, che il sistema sostegno-fondazione risulti adeguatamente dimensionato e verificato anche rispetto a tutte le possibili azioni di tipo idrostatico e dinamico indotte dalla corrente e che le linee aeree garantiscano un adeguato franco sulla piena 200 anni con valore minimo pari a 1,5 metri.*

A un'attenta valutazione morfologica e ambientale del territorio interessato dal progetto, un percorso alternativo del cavidotto non risulta fattibile.

In ogni caso, per la viabilità di progetto si è cercato di seguire mulattiere o comunque percorsi stradali già esistenti, in modo da sfruttare, ove presente, le opere di regimazione già presenti, o in ogni caso in modo da non modificare ulteriormente il regime delle acque esistenti; gli attraversamenti della linea AT sul Fiume Cedrino e, successivamente, sul Rio Guttiodo, solo in cavidotto, riguardano di fatto solo un piccolo tratto, che si collega poi immediatamente, a valle dell'interferenza, alla SP58.

Nelle suddette interferenze con aree a pericolosità Hi4, la posa del cavidotto sarà realizzata mediante scavo a sezione ristretta obbligata, facendo attenzione a rispettare le adeguate profondità di scavo consentite nell'area in oggetto, relativamente allo stato di pericolosità, come specificato all'art. 27, comma 3 del PAI.

Inoltre, per quanto riguarda le interferenze con il PAI, la posa sarà prevista a mezzo della tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata – TOC nei due casi seguenti:

- 1) Fiume Cedrino (Figura 5.1.5);
- 2) Riu de Su Grumene (Figura 5.1.6).

Si precisa, infine, che le Norme di Attuazione qui riportate si intendono riferite anche ai contenuti del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali e del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (Art. 1-bis delle NTA), riportati nei paragrafi successivi, in quanto esse disciplinano il coordinamento tra il PAI e le misure dei suddetti Piani.

5.2. Parte frane

Al Capo III del PAI del Distretto Idrografico della Sardegna si riportano le norme relative alle aree a pericolosità da frana Hg4 (molto elevata), Hg3 (elevata), Hg2 (media), Hg1 (moderata).

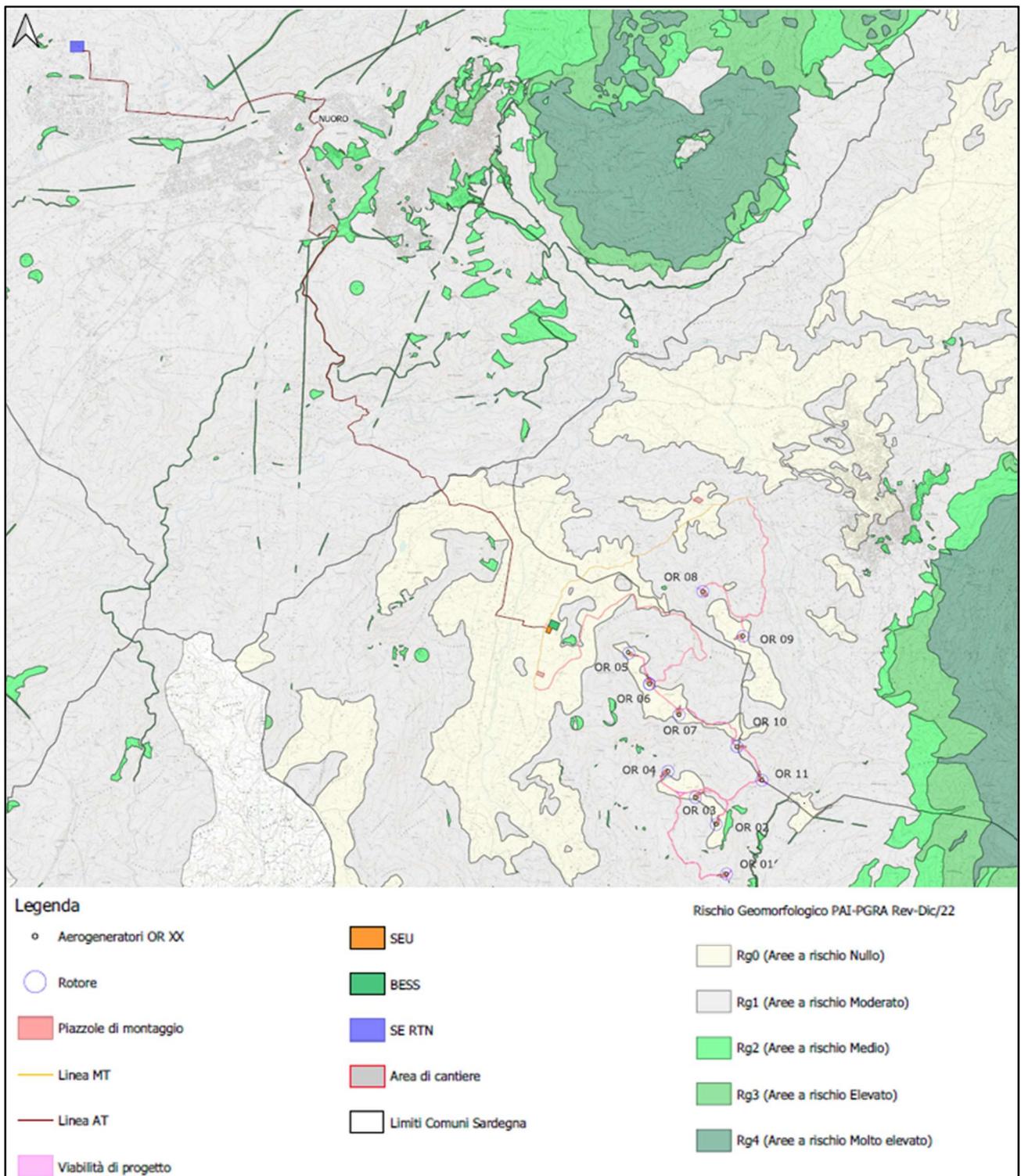


Figura 5.3: Interferenza dell’impianto eolico con i Piani di Assetto Idrogeologico – Rischio geomorfologico - si rimanda all’elaborato “ORSA129 Carta dei vincoli PAI – Rischio Geomorfologico con area d’impianto su CTR” per un maggiore dettaglio grafico

Dall’analisi degli elaborati cartografici, risultano diverse interferenze della linea MT ed anche, in questo caso, di elementi di progetto, quali le piazzole, sebbene per questi ultimi le aree interferite risultino sempre a pericolosità moderata (Hg1).

Nello specifico, emergono le seguenti interferenze:

- h) Le piazzole OR04, OR06, OR08, OR11 interferiscono con aree a pericolosità Hg1 e rischio Rg1 (Figura 5.2.1 e Figura 5.2.2);
- i) La piazzola OR10 interferisce in parte con un'area a pericolosità Hg1 e rischio Rg1, in parte con un'area a pericolosità Hg2, e l'area di pala interferisce inoltre con un'area a pericolosità Hg3 (tutte le aree elencate al presente punto sono inoltre classificate a rischio Rg1) (Figura 5.2.3);
- j) Il cavidotto MT interferisce in diversi punti con aree a pericolosità Hg1, Hg2, Hg3 come riportato nelle Figure 5.2.4 e 5.2.5, e rischio Rg1;
- k) Il cavidotto AT interferisce analogamente, **su strada esistente**, con aree a diversa pericolosità Hg1, Hg2, Hg3 e rischio Rg1 e Rg2 (Figura 5.2.6).

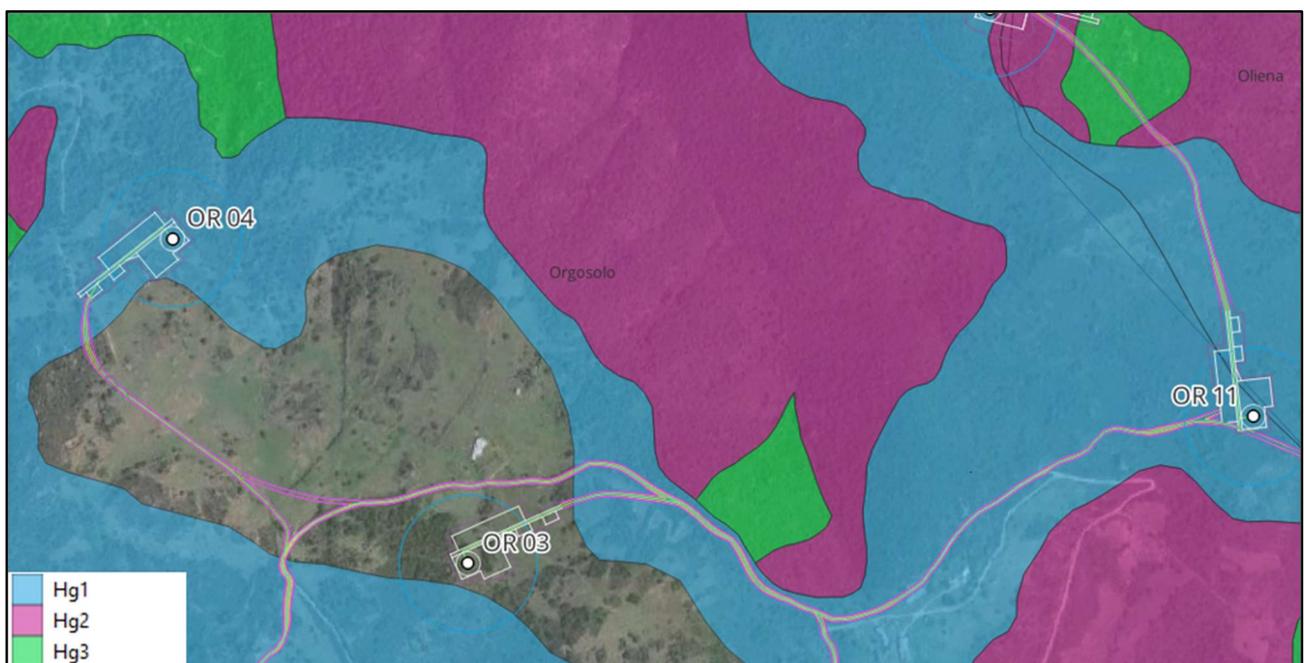


Figura 5.2.1: Interferenza delle piazzole OR04, OR11 con aree Hg1

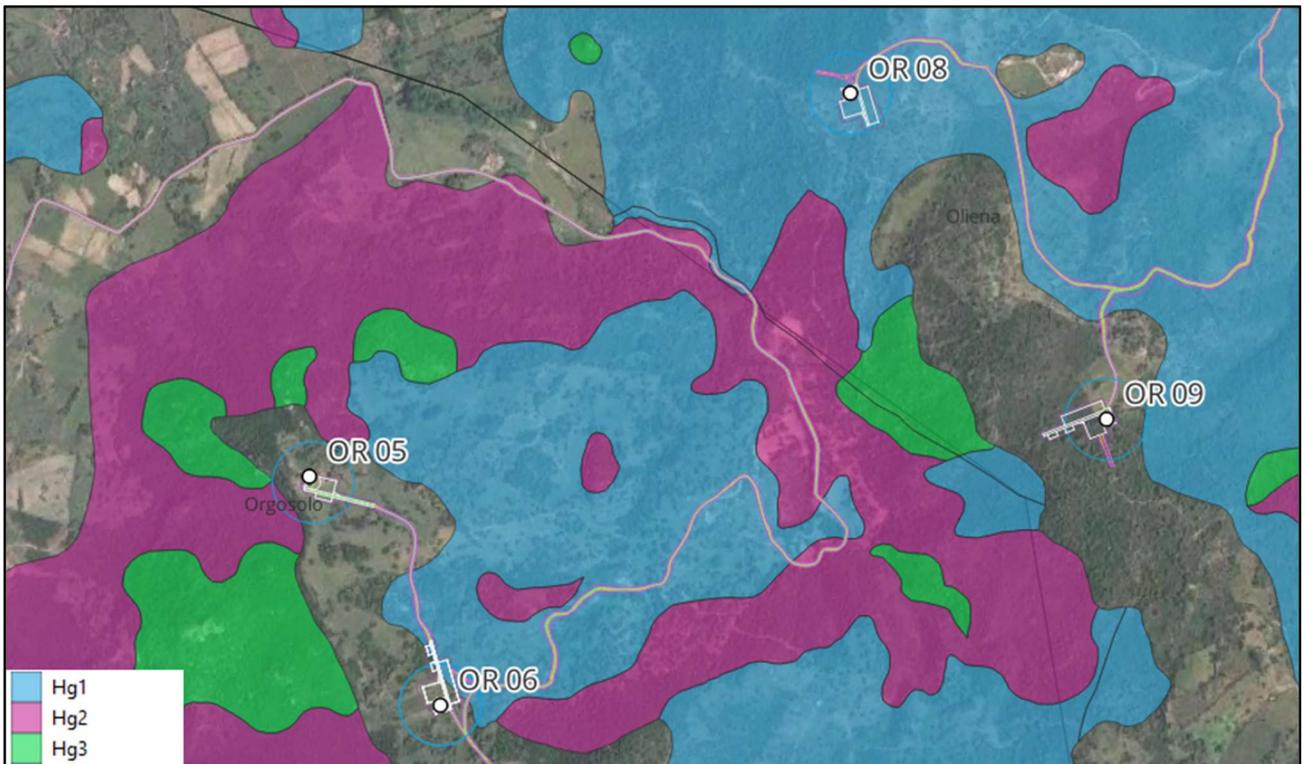


Figura 5.2.2: Interferenza delle piazzole OR06, OR08 con aree Hg1

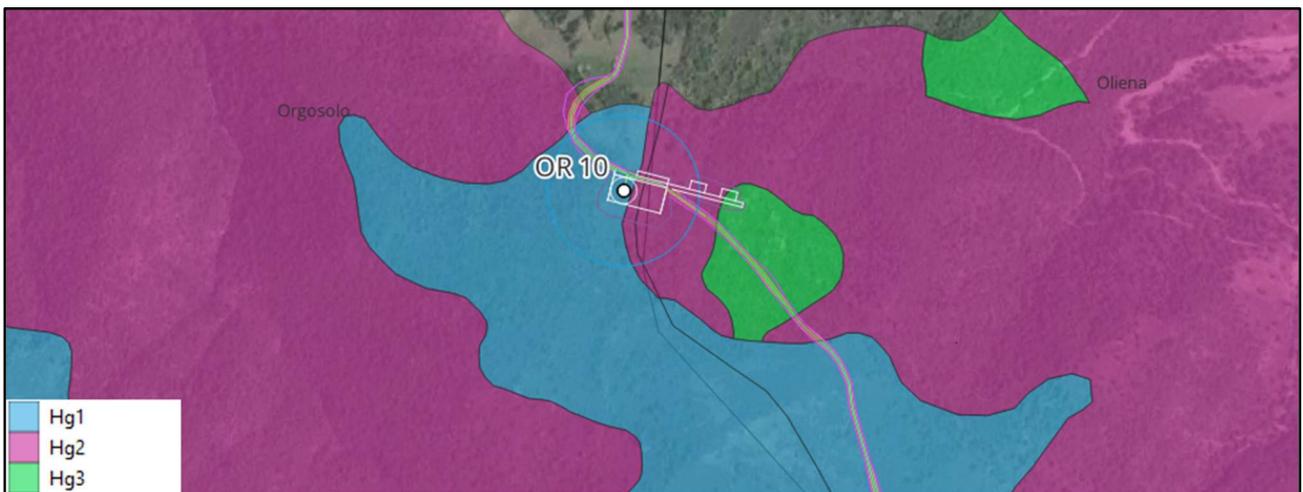


Figura 5.2.3: Interferenza i) della piazzola OR10 con un'area Hg2 e un'area Hg1

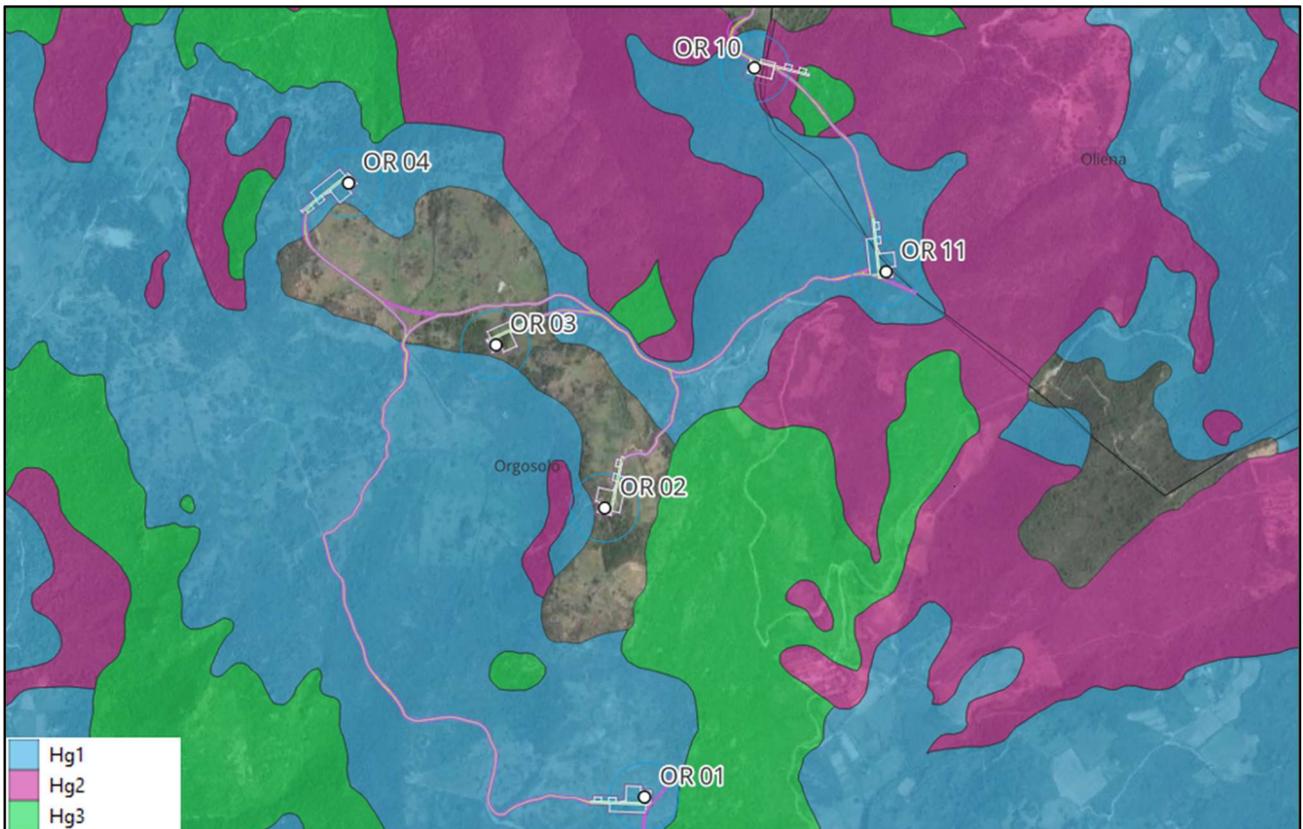


Figura 5.2.4: Interferenza j) del cavo MT con aree a diversa pericolosità geomorfologica – aerogeneratori OR01-OR02-OR03-OR04-OR10-OR11

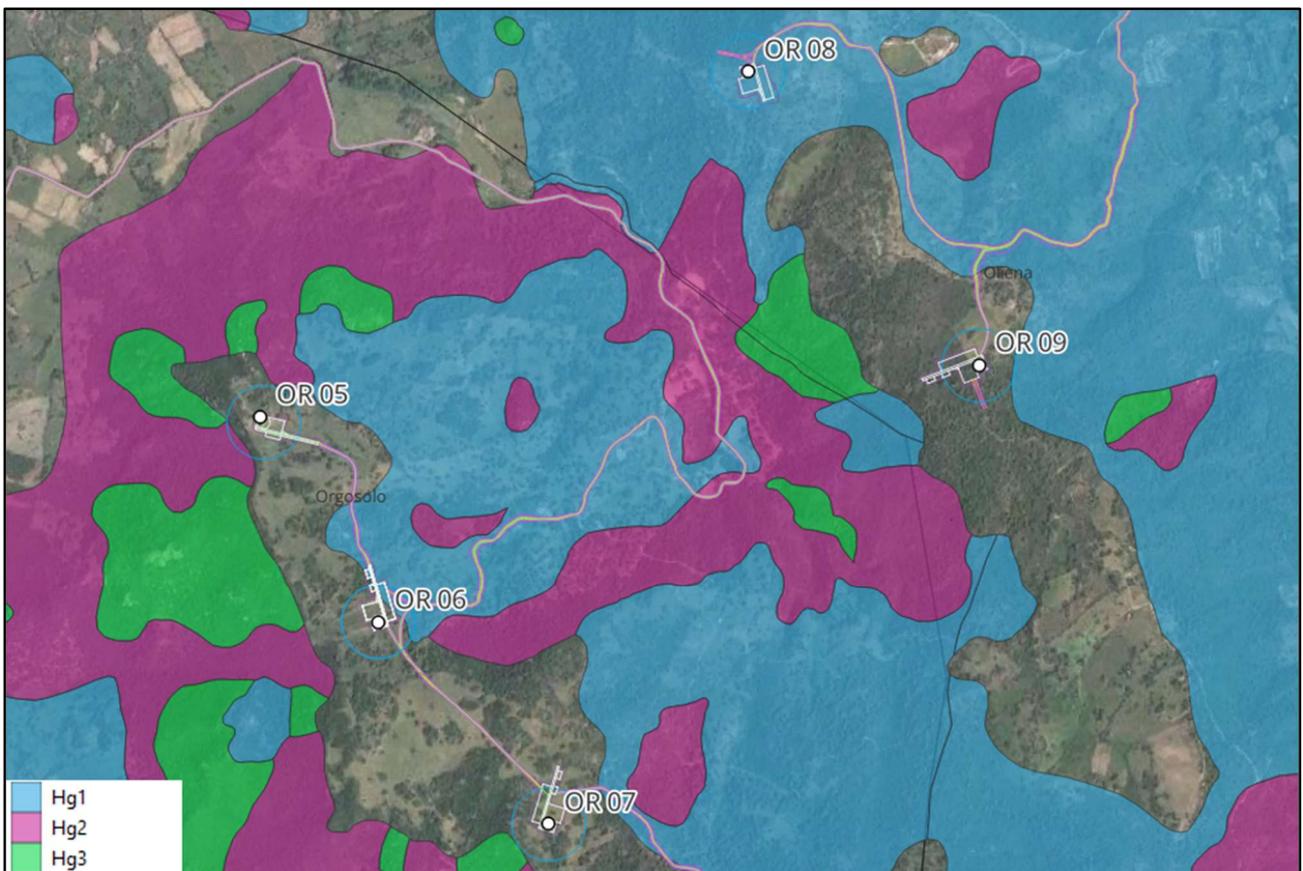


Figura 5.2.5: Interferenza j) del cavo MT con aree a diversa pericolosità geomorfologica - aerogeneratori OR05-OR06-OR07-OR08-OR09

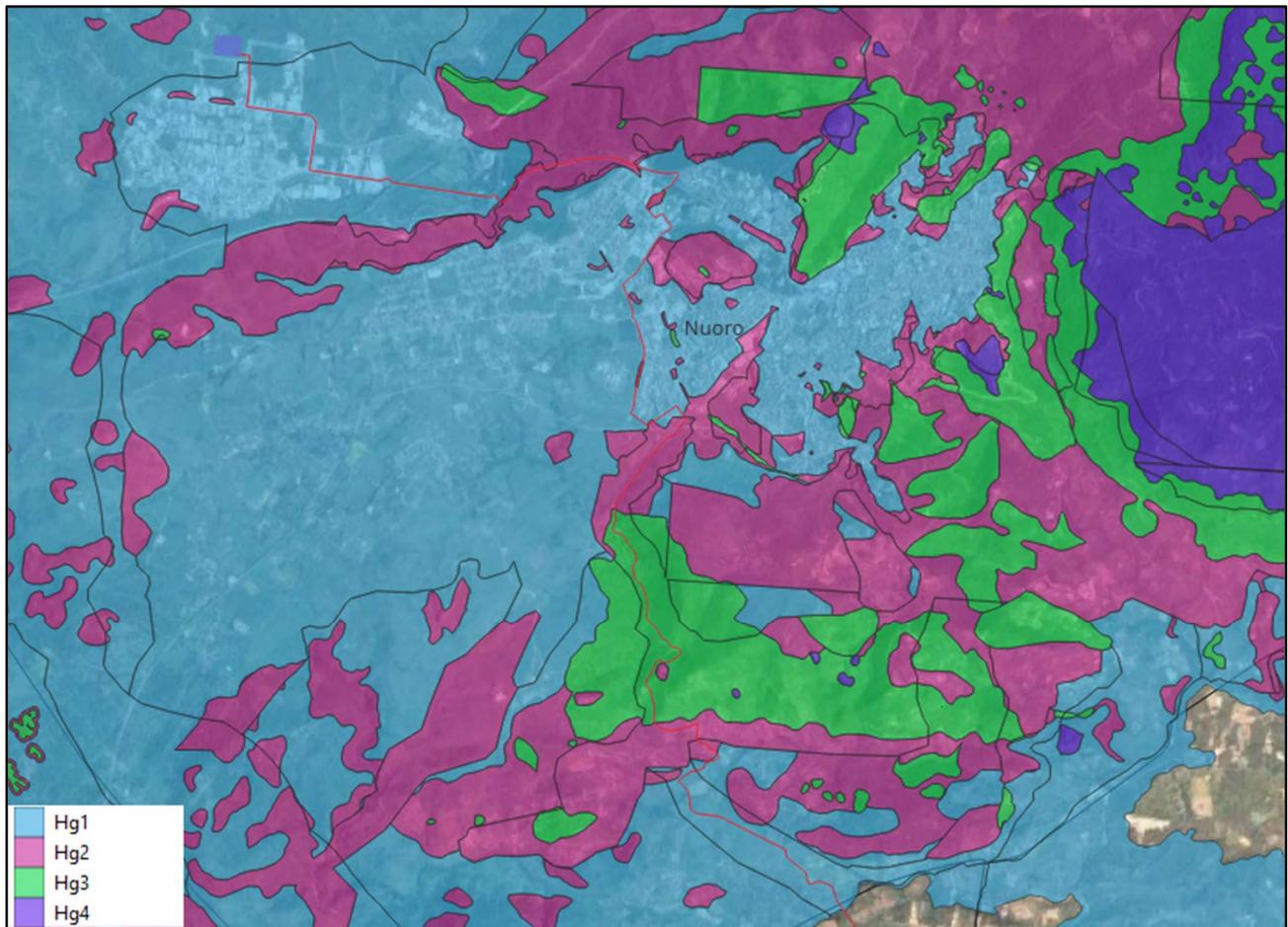


Figura 5.2.6: Interferenza k) del cavo AT con aree a diversa pericolosità geomorfologica

Si riportano di seguito le indicazioni degli articoli 32, 33, 34 che disciplinano rispettivamente le aree a pericolosità Hg3, Hg2, Hg1.

(Art. 32) *Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità elevata da frana sono consentiti tutti gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità molto elevata da frana, alle medesime condizioni stabilite nell'articolo 31.*

2. *Nelle aree di pericolosità elevata da frana valgono i divieti generali di cui all'articolo 31, comma 4.*

All'articolo 31, comma 3 si legge:

3. ***In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità molto elevata da frana sono consentiti esclusivamente:***

a. *gli interventi di manutenzione ordinaria;*

b. *gli interventi di manutenzione straordinaria;*

c. *gli interventi di adeguamento per l'integrazione di innovazioni tecnologiche;*

d. *gli interventi di adeguamento per la sicurezza di esercizio richiesti da norme nazionali e regionali;*

e. *allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti;*

- f. le ristrutturazioni richieste dalle esigenze di mitigazione dei rischi da frana;*
- g. nuovi interventi di edilizia cimiteriale, purché realizzati nelle porzioni libere interne degli impianti cimiteriali esistenti;*
- h. nuove strutture di servizio ed insediamenti mobili, preferibilmente provvisori, destinati ad attrezzature per il tempo libero, la fruizione dell'ambiente naturale, le attività sportive e gli spettacoli all'aperto;*
- i. gli ampliamenti, le ristrutturazioni e le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici. Le nuove reti urbane ed extraurbane riferibili a servizi pubblici essenziali sono consentite a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che per la loro realizzazione sono previsti scavi da effettuare esclusivamente lungo strade esistenti e per una profondità di scavo limitata; sono, altresì, consentite nuove linee aeree riferibili a servizi pubblici essenziali a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che i sistemi sostegno-fondazione risultino adeguatamente dimensionati e verificati rispetto a tutte le possibili azioni che possano comprometterne la loro stabilità e che gli scavi e le opere per il loro posizionamento non determinino peggioramento del dissesto ante intervento.*

4. Nelle aree di pericolosità molto elevata da frana resta comunque sempre vietato realizzare:

- a. nuovi impianti o ampliamenti di impianti di trattamento, smaltimento e di recupero dei rifiuti;*
- b. nuovi impianti o ampliamenti di impianti di trattamento delle acque reflue;*
- c. nuovi stabilimenti o ampliamenti di stabilimenti soggetti agli obblighi di cui agli articoli 6, 7 e 8 del decreto legislativo 17.8.1999, n. 334;*
- d. bonifiche di terreni umidi o miglioramenti fondiari che producano livellamento di terreni;*
- e. scavi, riporti e movimenti di terra capaci di aumentare il livello del pericolo e del rischio da frana.*

Per le aree perimetrate Hg2, all'art. 33 si legge:

- 1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità media da frana sono consentiti tutti gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità molto elevata ed elevata da frana, alle medesime condizioni stabilite negli articoli 31 e 32.*

In particolare, al comma 3 si evidenzia quanto segue:

- 3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità media da frana sono inoltre consentiti esclusivamente:*

- a. gli ampliamenti, le ristrutturazioni e le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici*

essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici;

b. l'adeguamento degli impianti esistenti di depurazione delle acque e di smaltimento dei rifiuti;

c. gli interventi di edilizia cimiteriale.

Per le aree perimetrate Hg1, all'art. 34 si legge:

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità moderata da frana compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.

Si precisa quindi, per quanto riguarda le **interferenze tra cavidotti e viabilità** con aree a pericolosità e rischio frana, che queste sono da segnalare per brevi tratti, e saranno adottate le migliori soluzioni tecniche al fine di garantire la **stabilità delle strade e dei cavidotti**, come:

- stabilizzazione con ingegneria naturalistica;
- gabbionate;
- paratie;
- regimazione idraulica.

La ridotta **interferenza delle piazzole** con aree a pericolosità Hg3 riguarda invece l'ingombro dell'area di montaggio, pertanto essa sarà limitata nel tempo, e lo stato esistente dei luoghi verrà adeguatamente ripristinato dopo la fine dell'intervento.

In conclusione, è possibile affermare che:

- l'intervento risulta di dichiarato interesse pubblico;
- non risultano interventi PAI in previsione per le aree individuate;
- l'intervento non aumenterà il carico insediativo;
- saranno realizzati con tutti gli accorgimenti costruttivi per assicurare all'opera ed alle infrastrutture connesse stabilità e durabilità nel tempo;
- non risultano interferenze con misure di protezione civile dei comuni interessati.

Per quanto sopra esposto, si ritiene, pertanto, che il progetto proposto è **compatibile** con il Piano per l'assetto Idrogeologico.

6. PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (PSFF)

Ai classici contenuti del PAI si affianca, per la Regione Sardegna, anche il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, il quale nasce come un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), essendo lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali finalizzato 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. Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183.

Dall'analisi della documentazione cartografica, risulta che nessun aerogeneratore né le aree dedicate alle sottostazioni e al BESS ricadono all'interno delle perimetrate.

Per quanto riguarda i cavidotti MT ed AT del progetto, risulta una sola interferenza per il cavo AT – analoga a quella riportata nel Paragrafo 5.1, Figura 5.1.7 – in corrispondenza del Fiume Cedrino, un'area classificata a fascia fluviale A2, A50, B100, B200 e C, per un tratto che si distacca dalla SEU, posta in destra idrografica del Fiume, per collegarsi alla SP58 (**Figura 6.1**).

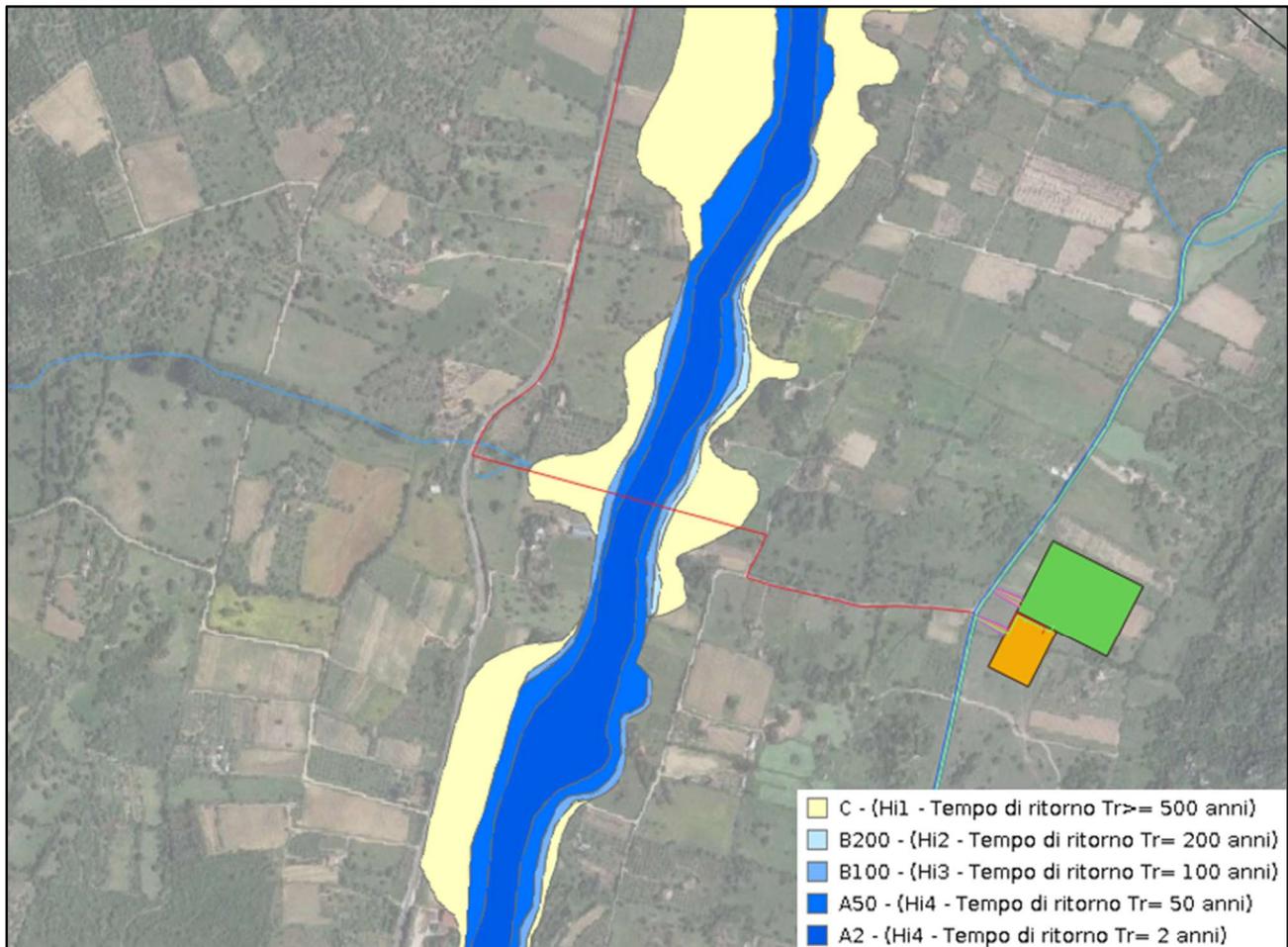


Figura 6.1: Interferenza della linea AT con un'area a diversi livelli di fascia fluviale, corrispondente al Fiume Cedrino, su foto satellitare

Lungo l'asta del fiume Cedrino, sono state individuate di fatto cinque fasce:

- **fascia A_2 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 2 anni**, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, individua l'alveo a sponde piene del corpo idrico, definito solitamente da nette scarpate che limitano l'ambito fluviale;
- **fascia A_50 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 50 anni**, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;
- **fascia B_100 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 100 anni**, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;
- **fascia B_200 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 200 anni**, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata; La delimitazione sulla base dei livelli idrici è stata integrata con le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate alla

dinamica fluviale che le ha generate;

- fascia C o area di inondazione per piena catastrofica, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, rappresenta l'involuppo esterno della fascia C geomorfologica e dell'area inondabile per l'evento con tempo di ritorno 500 anni (limite delle aree in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici di piena).

Nel seguito si fornisce una breve descrizione delle caratteristiche principali delle fasce fluviali individuate, corrispondenti al Tratto montano da Orgosolo al P.te Bartara sulla SS129 (sez CE092 – CE037 da cartografia).

Il tratto è caratterizzato dalla presenza del bacino artificiale denominato lago Cedrino e da una morfologia valliva con ripidi versanti che tendono a stringere la sezione media di deflusso con una pendenza di fondo significativa.

L'ampiezza delle fasce di esondazione, anche per l'evento cinquecentennale, non supera i 90-100 m e solo in prossimità di confluenze secondarie, dove la valle si apre, la fascia d'esondazione può superare i 300 m.

Le aree interessate dagli allagamenti sono quasi del tutto disabitate: i centri più vicini sono ben distanti dalle aree allagabili e solo localmente qualche casa isolata può essere interessata da episodi di allagamento.

Per le indicazioni di normativa riguardo le aree perimetrate dal presente Progetto di Piano, si rimanda alle Norme tecniche attuative del PAI, riportate nel paragrafo 5.1.

7. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni è redatto in ottemperanza alle previsioni del D.Lgs. 23 febbraio 2010, n.49 avente a oggetto "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni".

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni è uno strumento trasversale di raccordo tra piani di settore locali e generali, ha carattere pratico e operativo ma anche informativo, conoscitivo e divulgativo, ed è finalizzato a garantire la gestione completa dei diversi aspetti organizzativi e pianificatori correlati con la gestione degli eventi alluvionali.

In particolare, il PGRA individua gli obiettivi di gestione del rischio di alluvioni ed il sistema di misure di tipo strutturale e non strutturale, in cui le azioni di mitigazioni dei rischi connessi alle esondazioni dei corsi d'acqua, alle mareggiate e più in generale al deflusso delle acque, si interfacciano con le forme di urbanizzazione e infrastrutturazione del territorio, con le attività economiche, con l'insieme dei sistemi ambientali, paesaggistici e con il patrimonio storico-culturale.

Nella redazione delle mappe di pericolosità e rischio, l'Autorità di Bacino della Sardegna ha proceduto ad un adattamento delle mappe già adottate per il PAI e il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

L'aggiornamento del PGRA della Sardegna per il secondo ciclo di pianificazione, previsto dall'art. 14 della Direttiva 2007/60/CE e dell'art. 12 del D.Lgs. 49/2010, è stato approvato con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 21/12/2021.

In adempimento delle indicazioni della Direttiva Alluvioni, del D. Lgs. 49/2010 e degli indirizzi operativi predisposti dal MATTM, nel PGRA della Sardegna le mappe di pericolosità da alluvione classificano le aree secondo tre scenari, corrispondenti alle classi di pericolosità P1, P2 e P3 definite in funzione del tempo di ritorno e dell'origine dell'alluvione (fluviale o marina), come dettagliato nella **Tabella 7.1**.

Origine dell'alluvione	SCENARIO A (CLASSE P1) scarsa probabilità	SCENARIO B (CLASSE P2) media probabilità	SCENARIO C (CLASSE P3) elevata probabilità
Fluviale	$200 < Tr \leq 500$	$100 \leq Tr \leq 200$	$Tr \leq 50$
Marina	$20 \leq Tr \leq 100$	$2 \leq Tr \leq 20$	$Tr \leq 2$

Tabella 7.1: Scenari di pericolosità individuati dal PGRA

Dall'analisi della documentazione cartografica, risulta che nessun aerogeneratore né le aree dedicate alle sottostazioni e al BESS ricadono all'interno delle zone a rischio e a pericolosità cartografate.

Per quanto riguarda i cavidotti MT ed AT del progetto, risulta una sola interferenza per il cavo AT – analoga a quella riportata nel Paragrafo 5.1 e nel Paragrafo 6, Figure 5.1.7 e 6.1 – in corrispondenza del Fiume Cedrino, un'area mappata a pericolosità da alluvione Hi1, Hi2, Hi3, Hi4, per un tratto che si distacca dalla SEU, posta in destra idrografica del Fiume, per collegarsi alla SP58 (**Figura 7.1**).

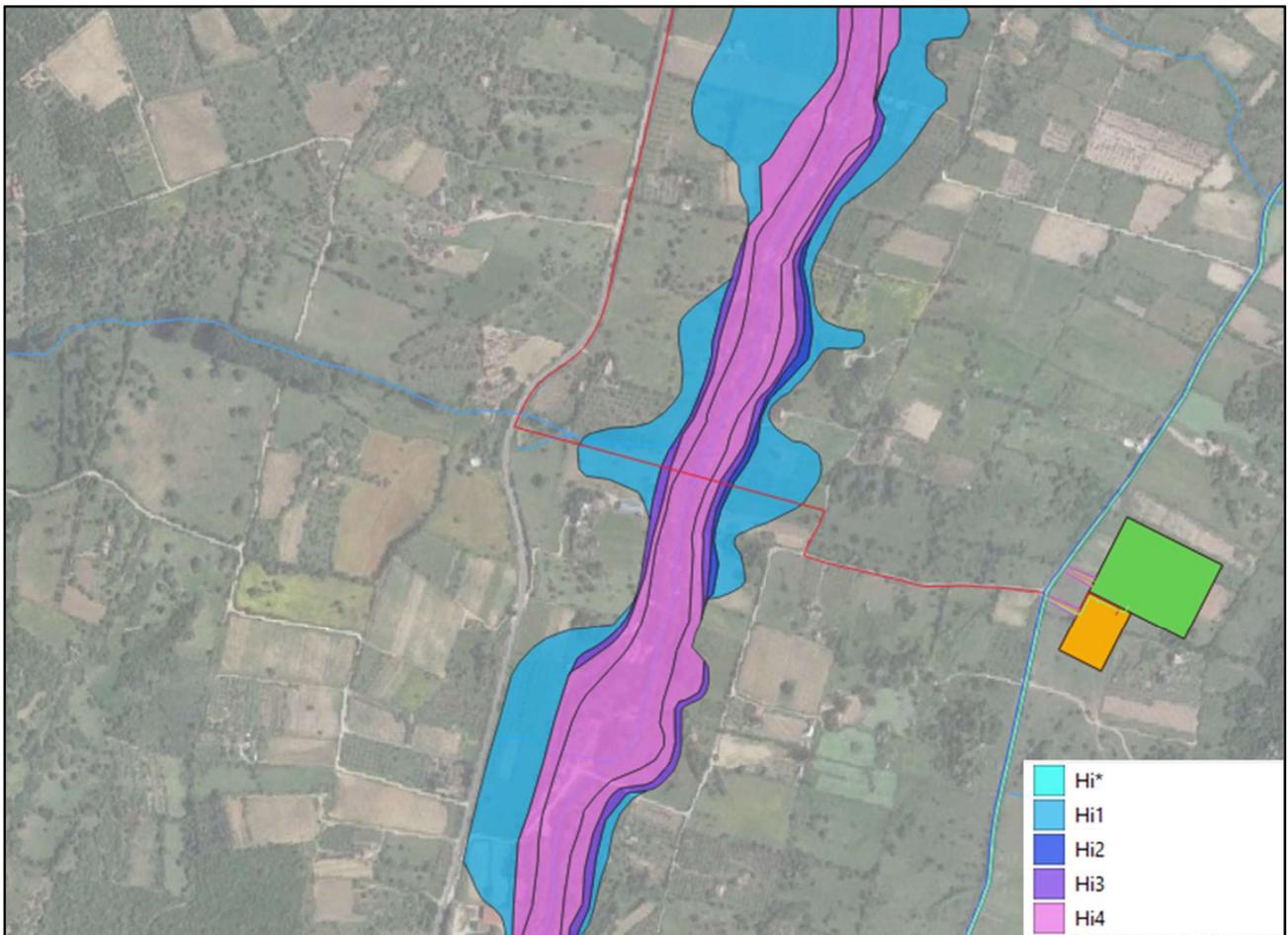


Figura 7.1: Interferenza della linea AT con un'area a diversi livelli di pericolosità da alluvione, corrispondente al Fiume Cedrino, su foto satellitare

Le attività di aggiornamento del PGRA sono strettamente legate al coordinamento del PAI con gli strumenti di pianificazione in materia di difesa del suolo e di rischio idrogeologico e le attività più direttamente connesse alla protezione civile.

Nell'ambito del coordinamento tra il PGRA e il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), il Titolo V delle Norme di Attuazione del PAI (Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il PGRA) introdotto con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 30/07/2015, prevede già dal primo ciclo di pianificazione alcune misure di prevenzione per il perfezionamento delle norme di governo del territorio e di uso del suolo:

- *Lo strumento di pianificazione concordata denominato "Contratto di Fiume";*
- *Studi per gli "Scenari di intervento strategico e coordinato";*
- *Repertorio regionale delle frane;*
- *Misure da attuare a livello di pianificazione locale per la verifica del principio dell'invarianza idraulica;*

- *Predisposizione da parte della Regione di norme per la delocalizzazione e riduzione della vulnerabilità di edifici esistenti;*
- *Studio e la mappatura delle aree di pericolosità da inondazione costiera.*

Per le indicazioni di normativa riguardo le aree perimetrare dal presente Progetto di Piano, si rimanda alle Norme tecniche attuative del PAI, riportate nel paragrafo 5.1.

8. VINCOLO IDROGEOLOGICO

Ai sensi del R.D.L. 3267/23, nessun elemento del parco eolico ricade all'interno di zone interessate dal vincolo idrogeologico, come mostrato in **Figura 8.1**.

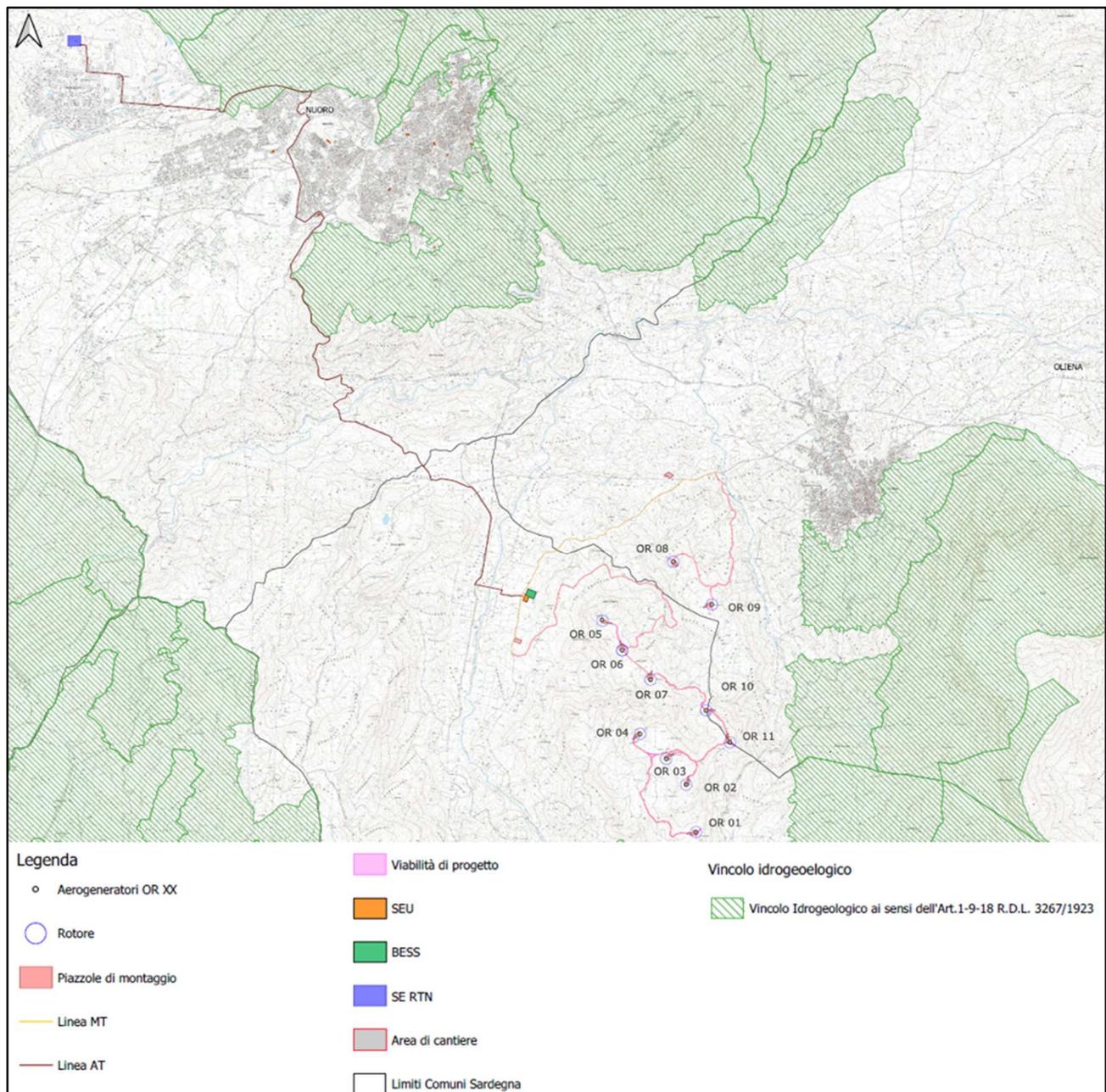


Figura 8.1 Carta del vincolo idrogeologico con area d'impianto (si rimanda all'elaborato "ORSA130 Carta dei Vincoli idrogeologici con area d'impianto" per maggiore dettaglio grafico)

La realizzazione delle opere accessorie (strade, piazzole) dovrà prevedere l'utilizzato di terreno granulare, avente buone caratteristiche geotecniche e buona permeabilità, tali da garantire la stabilità delle opere stesse.

Per queste opere, si potranno utilizzare terreni con forte componente granulare (es. misto cava) che presentano caratteristiche geotecniche affidabili e non modificabili dall'aumento del contenuto in acqua, ovvero i terreni superficiali caratterizzati da sabbie ghiaiose.

Il materiale dovrà essere steso in strati, preferibilmente a mezzo di grader, su un piano di posa ripulito da materiali estranei, approntato al livello previsto dal progetto ed adeguatamente compattato; lo spessore finito dei singoli strati sciolti dovrà essere compreso tra 10 e 30 cm., in relazione al peso ed alla potenza dei mezzi costipanti impiegati.

Laddove le aree di intervento presentino pendenze elevate (superiori ai 10°), potrebbe essere necessario realizzare opere di contenimento dei rilevati (es. gabbionate), o utilizzare opere di sostegno delle terre (es "terre armate").

La realizzazione di gabbionate o terre armate presuppone necessariamente l'individuazione di un terreno di fondazione che sia stabile e con buone caratteristiche geotecniche, che risulta tuttavia presente in affioramento su tutta l'area del parco.

Si provvederà alla corretta regimazione delle acque superficiali mediante la realizzazione di canali di sgrondamento e di guardia, come descritto più nel dettaglio al "Paragrafo 4 - Dimensionamento idraulico delle opere di regimentazione". Le canalizzazioni di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche potranno essere realizzate mediante canali in terra rivestiti o con tubazioni in pead avendo particolare cura nell'allontanare il più possibile le acque dai rilevati (si veda l'elaborato progettuale "ORSA116 Planimetria generale opere di regimentazione delle acque").

Le opere in progetto (aerogeneratori, sottostazioni, cavidotti, piazzole e strade di accesso) non andranno a variare significativamente il regime delle acque di superficie della zona, né ovviamente ad interferire con il regime delle acque sotterranee che, come detto, risultano poco sviluppate (per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato "ORSA110 Relazione Geologica").