

REGIONE SARDEGNA
Provincia di Sassari
COMUNI DI NULVI E TERGU

PROGETTO

PROGETTAZIONE PARCO EOLICO "MATTESUIA"



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE



edp
Renewables

EDPR Sardegna S.r.l.
Via Lepetit 8/10
20124 - Milano

PROGETTISTA



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mariano Galbo'.



OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

| REV. | DATA | ATTIVITA' | REDATTO | VERIFICATO | APROVATO | | |
|------------------|---------------|-----------------|---------|------------|----------|--------------------|--|
| 0 | Dicembre 2022 | PRIMA EMISSIONE | MG | VF | EG | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| CODICE ELABORATO | | DATA | SCALA | FORMATO | FOGLIO | CODICE COMMITTENTE | |
| NUL-PD-R01 | | Dicembre 2022 | / | A4 | 1 di 62 | | |


INDICE

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1. | PREMESSA | 2 |
| 2. | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 3 |
| 3. | DESCRIZIONE DEL PROPONENTE | 8 |
| 5. | IL SITO | 18 |
| 51. | RIFERIMENTI CARTOGRAFICI | 18 |
| 52. | INQUADRAMENTO URBANISTICO | 22 |
| 6. | L'IMPIANTO EOLICO | 24 |
| 61. | GENERALITA' | 24 |
| 62. | LAYOUT IMPIANTO | 25 |
| 63. | AREE DI CANTIERE ED AREA DI TRASBORDO | 25 |
| 64. | AEROGENERATORI | 27 |
| 7. | INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI | 30 |
| 71. | FONDAZIONI AEROGENERATORI | 30 |
| 72. | PIAZZOLE AEROGENERATORI | 32 |
| 73. | STRADE DI ACCESSO E VIABILITÀ DI SERVIZIO | 32 |
| 74. | RILEVATI E SOVRASTRUTTURE – BONIFICHE E SOTTOFONDI | 36 |
| 7.4.1. | Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade | 36 |
| 7.4.2. | Sovrastrutture per piazzole e strade | 37 |
| 7.4.3. | Sistemazione del piano di posa | 37 |
| 7.4.4. | Pavimentazione con materiale arido | 40 |
| 75. | VERIFICA GEOTECNICA DELLA FONDAZIONE STRADALE | 40 |
| 7.5.1. | Caratteristiche geometriche delle strade e delle piazzole | 40 |
| 7.5.2. | Dimensionamento di massima della pavimentazione di strade e piazzole | 40 |
| 8. | INTERFERENZE | 43 |
| 9. | CAVIDOTTI | 51 |
| 91. | GENERALITÀ | 51 |
| 92. | SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE | 51 |
| 93. | LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO | 53 |
| 94. | NUMERO DI TERNE PER SCAVO | 54 |
| 95. | PROFONDITÀ DI POSA | 58 |
| 10. | STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT | 59 |
| 101. | UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO | 59 |
| 102. | SISTEMA DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN | 61 |
| 103. | DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE | 61 |
| 104. | EDIFICIO SSEU | 63 |
| 105. | OPERE CIVILI | 64 |
| 11. | STAZIONE TERNA “TERGU” | 66 |

1. PREMESSA

La società Hydro Engineering s.s. è stata incaricata di redigere il progetto definitivo dell'impianto eolico denominato "Mattesua" composto da otto aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6,0 MW, per una potenza complessiva di 48 MW, ubicato nel comune di Nulvi e nel Comune di Tergu, Provincia di Sassari e proposto dalla società EDPR Sardegna S.r.l. con sede in Milano Via Lepetit 8/10. Il modello tipo di aerogeneratore scelto avrà potenza nominale di 6,0 MW con altezza mozzo pari a 102,5 m, diametro rotore pari a 155 m e altezza massima al top della pala pari a 180 m. Questa tipologia di aerogeneratore è allo stato attuale quella ritenuta più idonea per il sito di progetto dell'impianto.

Le aree interessate dal posizionamento degli aerogeneratori ricadono nelle contrade Pintasi (NU01), Sa Marchesa (NU02), Ruspina (NU03 e NU04), Mura Bianca (NU05), Sa Marchesa (NU06 e NU07), Monte Palmas (NU08). Coerentemente alla STMG rilasciata da Terna (CP 201900633), oltre che degli aerogeneratori, il progetto si compone dei seguenti elementi:

- elettrodotto interrato MT da 30 kV, di collegamento tra gli aerogeneratori e la stazione di trasformazione utente 30/150 kV ed ubicato nei Comuni di Tergu;
- stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV;
- un cavo interrato AT a 150 kV lungo circa 570 m che collegherà al SSE, con la stazione TERNA RTN "Tergu";
- nuova Stazione Elettrica di Terna 150/36KV "Tergu"; da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV "Sennori – Tergu" e "Ploaghe Stazione – Tergu";
- raccordi di connessione AT a 150 kV, tra la stazione 150 KV "Tergu" le linee RTN a 150 kV "Sennori – Tergu" e Ploaghe Stazione – Tergu".

Si precisa che la progettazione della futura stazione elettrica di Terna 150/36KV "Tergu" e dei relativi raccordi aerei da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV "Sennori – Tergu" e "Ploaghe Stazione – Tergu", riportati nella documentazione progettuale, saranno integrati al seguito del benestare Terna. Inoltre la Stazione ricomprenderà anche una sezione a 36kV, come richiesto dal gestore di rete Terna, da destinarsi a future iniziative..

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione del presente progetto si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

In ambito internazionale e comunitario

- il Libro Bianco della Comunità Europea (novembre 1997): "Energia per il futuro: le fonti energetiche rinnovabili";
- il "Protocollo di Kyoto per la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti climatici", Giappone, 11 dicembre 1997 e la legge 1/6/2002, n. 120 concernente "Ratifica ed esecuzione del Protocollo del 1997";
- la Posizione Comune (CE) n. 18/2001 definita dal Consiglio il 23 marzo 2001 e pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea del 15 maggio 2001;
- l'Accordo di Bonn del luglio 2001, che stabilisce le regole per l'attuazione del protocollo di Kyoto;
- la Direttiva 2001/77/CE del 27 settembre 2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio, inerente alla promozione dell'energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità;
- la Direttiva 2002/91/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2002, sul rendimento energetico nell'edilizia;
- la Direttiva 2004/8/CE sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia;
- il Regolamento (CE) n.1099/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alle statistiche dell'energia;
- la Direttiva 2009/28/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili;
- la Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia;
- Pacchetto clima energia 20-20-20 contenuto nella Direttiva 2009/29/CE;
- Strategie dell'Unione Europea di cui alle comunicazioni n. 80, 81 e 82 del 2015;
- Nuovo pacchetto approvato il 16/02/2016 a seguito della firma dell'Accordo di Parigi (COP21) il 12/12/2015;
- Tabella di marcia per l'energia 2050(COM(2011)0885);
- Quadro per le politiche dell'energia e del clima per il periodo dal 2020 al 2030 (COM(2014)0015);

- Conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici del 2021, nota come COP26, svoltasi a Glasgow dal 31 ottobre al 12 novembre 2021.

In ambito nazionale

- Piano Nazionale di Rilancio e Resilienza di cui al Decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77;
- Legge 17 luglio 2020, n. 77 Conversione in legge, con modificazioni, del DL 34/2020 (cd. "Rilancio") recante misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all'economia, nonché di politiche sociali connesse all'emergenza epidemiologica da Covid-19;
- Decreto Legislativo n. 76 del 16 luglio 2020, Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale ("Decreto Semplificazioni") - Stralcio - Misure in materia di appalti, edilizia, semplificazione amministrativa, valutazione di impatto ambientale (VIA), bonifica dei siti inquinati;
- Decreto Legislativo n. 73 del 14 luglio 2020, Attuazione della direttiva 2018/2002/UE che modifica la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica;
- Piano nazionale integrato per l'energia e il clima - Testo definitivo del 21 gennaio 2020 e trasmesso alla Commissione europea;
- Decreto Legislativo n. 162 del 30 dicembre 2019, Decreto "milleproroghe" 2019 - Stralcio - Disposizioni in materia di ambiente, energia, territorio, riorganizzazione del Gestore dei servizi energetici (GSE);
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 4 luglio 2019 - Disciplina degli incentivi all'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione;
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 2 maggio 2018 - Banca dati GSE incentivi per energie rinnovabili ed efficienza energetica - Modalità di gestione dei flussi informativi;
- Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, presentata al Consiglio dei ministri il 2 ottobre 2017 e approvata dal CIPE il 22 dicembre 2017;
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 10 novembre 2017 - Adozione della Strategia Energetica Nazionale 2017.
- Decreto Legislativo n. 104 del 16 giugno 2017 - Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114;
- Legge n. 124 del 7 agosto 2015 (Legge Madia di Riforma della PA) - Deleghe al Governo in

- materia di riorganizzazione delle amministrazioni pubbliche”;
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 23 giugno 2016 - Incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili diverse dal fotovoltaico;
 - Piano Nazionale di riduzione delle emissioni di gas serra approvato con delibera CIPE dell'8 marzo 2013;
 - Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 6 luglio 2012 - Incentivi per le energie da fonti rinnovabili non fotovoltaiche di cui all'articolo 3, comma 3, del decreto legislativo n. 28 del 2011;
 - Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 “Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE”;
 - Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 10 settembre 2010 “Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili” - Linee guida per il procedimento di cui all'articolo 12 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 per l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili, nonché linee guida tecniche per gli impianti stessi;
 - Decreto Legislativo del 28 giugno 2010, n. 128 - Modifiche ed integrazioni al D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 - cd "Correttivo Aia-Via-Ippc";
 - Decreto Legislativo del 16 gennaio 2008, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante “Norme in materia ambientale”;
 - Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n.152 - Norme in materia ambientale;
 - Decreto Legislativo del 29 dicembre 2003 n.387 - Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione della energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità;
 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità emanato con D.P.R. 8/1/2001, n. 327 e s.m.i.

In ambito regionale

- Deliberazione n. 59/90 del 27.11.2020 dal titolo Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili.
- Piano Energetico Ambientale Regionale Sardegna, approvato con Delibera di Giunta 45/40 del 2 agosto 2016.
- Allegati alla Deliberazione n. 59/90 del 27.11.2020, relativi al Piano Energetico Ambientale della Regione Sardegna.

Elettrodotti, linee elettriche, sottostazione e cabina di trasformazione

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 211-4/1996 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Norma CEI 211-6/2001 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo";
- Norma CEI 11-17/2006 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo";
- DM 29/05/2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Opere civili

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"; D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- D.M. 17.01.2018: Aggiornamento norme tecniche per le costruzioni.

Strade

- D.M. 19/04/2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali;

- D.M. 22/04/2004 - Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante “Norme funzionali e - geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.M. 05/11/2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e successive modifiche e integrazioni;
- Nuovo Codice della strada - Decreto Legislativo 30/4/1992, n. 285 e successive modifiche;
- Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada - D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e successive modifiche.

Sicurezza

- D.LGS 9 aprile 2008 n.81 "Testo unico sulla sicurezza" e ss. mm. e ii.

3. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE

La società promotrice del progetto è la EDPR Sardegna S.r.l., con sede legale a Milano in Via R. Lepetit 8/10, società veicolo interamente controllata dalla EDP Renewables Italia Holding Srl e parte del gruppo industriale EDP Renewables (EDPR).

EDPR è un leader globale nel settore delle energie rinnovabili e rappresenta il quarto produttore al mondo di energia eolica, attualmente presente in 28 mercati internazionali (Europa, America ed Asia).

EDPR è entrata nel mercato italiano nel 2010 attraverso l'acquisizione di un portafoglio di progetti eolici in fase di sviluppo nel sud del Paese.

La sede centrale italiana si trova a Milano ed un secondo ufficio a Bari gioca un importante ruolo logistico nella gestione operativa degli impianti.

La potenza complessivamente installata in Italia, alla fine del 2022, è di circa 400 MW, ed è prevista la messa in esercizio di ulteriori 300 MW entro il 2023.

L'importante crescita del gruppo EDPR in Italia mira a costruire una realtà industriale in grado di generare un sostenibile ritorno per gli investitori, nel pieno rispetto della sicurezza in ogni sua attività (Obiettivo zero incidenti) e della sostenibilità ambientale e sociale degli investimenti per tutti gli stakeholders coinvolti, raggiungibile tramite la più accurata selezione degli impianti e la loro compatibilità con l'ambiente in cui sono inseriti.

4. ANALISI DELLE POSSIBILI RICADUTE OCCUPAZIONALI

Negli ultimi anni le fonti di energia rinnovabile hanno subito in Italia una crescita molto rapida. L'Italia, grazie anche alla disponibilità di fonti rinnovabili, quali sole e vento, è stata tra i Paesi che più hanno investito in energie rinnovabili (insieme a Germania e Spagna), e ha visto crescere in modo esponenziale l'elettricità prodotta da fonti pulite. Tale scelta ha portato il nostro Paese ad essere uno tra i primi produttori di energia elettrica da FER (Fonti Energetiche Rinnovabili), in particolare grazie all'eolico. Questo sviluppo ha portato notevoli conseguenze a livello economico, sociale ed occupazionale.

La realizzazione del progetto in argomento determina, certamente, ricadute economiche e sociooccupazionali a livello locale, dovute alle opportunità lavorative legate alla realizzazione e manutenzione dell'impianto e ai benefici economici conseguenti.

Lo sviluppo delle fonti rinnovabili è particolarmente significativo per il Paese poiché, come più volte detto, genera ricadute sociali ed economiche.

La realizzazione delle opere necessarie alla funzionalità dell'impianto, in particolare le opere civili di sistemazione delle aree, porterà un vantaggio di tipo indiretto dovuto all'impiego di risorse locali per i movimenti di terra, la fornitura di materiale e la costruzione.

Le lavorazioni per la realizzazione dell'impianto sono le seguenti:

- ✓ Rilevazioni topografiche.
- ✓ Movimentazione di terra.
- ✓ Realizzazione di viabilità di accesso alle postazioni di installazione degli aerogeneratori.
- ✓ Realizzazione delle piazzole di servizio per il montaggio degli aerogeneratori.
- ✓ Getto di conglomerati cementizi armati per opere di fondazione degli aerogeneratori.
- ✓ Montaggio delle strutture di sostegno in acciaio degli aerogeneratori.
- ✓ Montaggio degli aerogeneratori.
- ✓ Posa in opera degli elettrodotti interrati.
- ✓ Realizzazione della sottostazione elettrica.
- ✓ Opere di connessione con la RTN.

Pertanto, le professionalità richieste saranno principalmente:

- ✓ Operai edili (muratori, carpentieri, addetti a macchine movimento terra).
- ✓ Topografi.

- ✓ Elettricisti generici e specializzati.
- ✓ Coordinatori.
- ✓ Progettisti.
- ✓ Personale di sorveglianza.

Successivamente, durante il periodo di normale esercizio dell'impianto, verranno utilizzate maestranze per la manutenzione, la gestione, la supervisione dell'impianto, nonché ovviamente per la sorveglianza dello stesso (a meno della Stazione Elettrica che sarà gestita da Terna).

Alcune di queste figure professionali saranno impiegate in modo continuativo, come ad esempio il personale di gestione, supervisione tecnica e di sorveglianza. Altre figure verranno impiegate occasionalmente, a chiamata al momento del bisogno, ovvero quando si presenta la necessità di manutenzioni ordinarie o straordinarie dell'impianto. Le figure professionali richieste in questa fase sono, oltre ai tecnici della supervisione dell'impianto e al personale di sorveglianza, elettricisti, operai edili, anche per la manutenzione del terreno di pertinenza dell'impianto.

Di seguito si riporta quanto indicato da ANEV in un proprio documento del 2021 a proposito del potenziale occupazionale del settore eolico:

Nel gennaio 2008 l'ANEV e la UIL hanno sottoscritto un Protocollo di Intesa, rinnovato nel 2010, 2012 e nel 2014, finalizzato alla predisposizione di uno studio congiunto, che delineasse uno scenario sul panorama occupazionale relativo al settore dell'eolico. Lo studio si configura come un'elaborazione approfondita del reale potenziale occupazionale, verificando a fondo gli aspetti della crescita prevista del comparto industriale, delle società di sviluppo e di quelle di servizi. In particolare, sono state considerate le ricadute occupazionali dirette e indotte nei seguenti settori. L'analisi del dato conclusivo relativo al potenziale eolico, trasposto in termini occupazionali dall'ANEV rispetto ai criteri utilizzati genericamente in letteratura, indica un potenziale occupazionale al 2030 in caso di realizzazione dei 19.300 MW previsti di 67.200 posti di lavoro complessivi.

Tale dato è divisibile in un terzo di occupati diretti e due terzi di occupati dell'indotto. L'applicazione della metodologia ANEV e UIL stima ad oggi circa 16.000 unità di lavoratori nel settore eolico in Italia; lo stesso valore è stato ottenuto con un'altra metodologia elaborata da Deloitte per conto di Wind Europe, confermando l'accuratezza della stima.



Fig. 1 – Distribuzione cartografica del totale degli occupati (potenziale al 2030)

| | SERVIZI E SVILUPPO | INDUSTRIA | GESTIONE E MANUTENZIONE | TOTALE | DIRETTI | INDIRETTI |
|----------------|-----------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| PUGLIA | 35 | 4.271 | 3.843 | 11.614 | 2.463 | 9.151 |
| CAMPANIA | 3.192 | 1.873 | 3.573 | 8.638 | 2.246 | 6.392 |
| SICILIA | 2.987 | 1.764 | 2.049 | 6.800 | 2.228 | 4.572 |
| SARDEGNA | 3.241 | 1.234 | 229 | 6.765 | 2.111 | 4.654 |
| MARCHE | 987 | 425 | 1.263 | 2.675 | 965 | 171 |
| CALABRIA | 2.125 | 740 | 1.721 | 4.586 | 1.495 | 3.091 |
| UMBRIA | 987 | 321 | 806 | 2.114 | 874 | 124 |
| ABRUZZO | 1.758 | 732 | 1.251 | 3.741 | 1.056 | 2.685 |
| LAZIO | 2.487 | 1.097 | 1.964 | 5.548 | 3.145 | 2.403 |
| BASILICATA | 1.784 | 874 | 1.697 | 4.355 | 2.658 | 1.697 |
| MOLISE | 1.274 | 496 | 1.396 | 3.166 | 1.248 | 1.918 |
| TOSCANA | 1.142 | 349 | 798 | 2.289 | 704 | 1.585 |
| LIGURIA | 500 | 174 | 387 | 1.061 | 352 | 709 |
| EMILIA ROMAGNA | 367 | 128 | 276 | 771 | 258 | 513 |
| ALTRE | 300 | 1.253 | 324 | 1.877 | 211 | 1.666 |
| OFFSHORE | 529 | 203 | 468 | 1.200 | 548 | 652 |
| TOTALE | 27.417 | 16.205 | 23.388 | 67.200 | 22.562 | 44.638 |

Tabella 1 – Dettaglio degli occupati per regione

Per la costruzione del nuovo impianto saranno costituite apposite squadre così distinte:

- SQ01-Squadra realizzazione piazzole per montaggi e viabilità per trasporto main components
- SQ02-Squadra per realizzazione pali di fondazione
- SQ03-Squadra per la realizzazione dei plinti di fondazione
- SQ04-Squadra per il montaggio degli aerogeneratori
- SQ05-Squadra per la collocazione in opera cavi 30Kv
- SQ06-Squadra per la realizzazione della sottostazione elettrica
- SQ07-Squadra per la realizzazione della nuova Stazione Elettrica e dei tralicci utili alla connessione alla RTN
- SQ08-Squadra Commissioning (che include tutte le attività connesse alla messa in marcia dell'impianto)

Di seguito il dettaglio relativo alla composizione di ciascuna squadra. Si consideri, altresì, che in numero di squadre potrà essere aumentato in funzione delle necessità.

| Nr. risorse | Mansione | Attività |
|-------------|---------------------------------|--|
| 1 | Capo squadra | Controllo lavorazioni |
| 2 | Manoperatore escavatore | Formazione piazzola di supporto per montaggio aerogeneratori e adeguamenti viabilità esistente, per il trasporto aerogeneratori. Smontaggio piazzola |
| 2 | Autista autocarro | Trasporto materiali |
| 1 | Manoperatore gru | Supporto allo scarico/carico materiali |
| 3 | Operaio comune | Supporto a tutte le attività |
| 9 | Totale risorse impegnate | |

Tabella 2 – SQ01-Squadra realizzazione piazzole per montaggi e viabilità per trasporto main components

Si prevede l'impiego di almeno n. 1 squadra.

| Nr. risorse | Mansione | Attività |
|-------------|---------------------------------|--|
| 1 | Capo squadra | Controllo lavorazioni |
| 1 | Topografi | Controllo posizione asse aerogeneratore e posizione pali di fondazione |
| 1 | Manoperatore trivella | Trivellazione pali di fondazione |
| 2 | Autista autocarro | Trasporto materiali |
| 1 | Manoperatore gru | Supporto allo scarico/carico materiali |
| 2 | Ferraiolo | Per posa in opera gabbie per pali |
| 2 | Operaio comune | Supporto a tutte le attività |
| 10 | Totale risorse impegnate | |

Tabella 3 – SQ02-Squadra per realizzazione pali di fondazione

Si prevede l'impiego di almeno n. 2 squadre.

| Nr. risorse | Mansione | Attività |
|-------------|---------------------------------|--|
| 1 | Capo squadra | Controllo lavorazioni |
| 1 | Autista autocarro | Trasporto materiali |
| 1 | Manoperatore gru | Supporto allo scarico/carico materiali |
| 3 | Carpentiere | Addetti alla collocazione delle carpenterie del plinto di fondazione |
| 2 | Ferraiolo | Per posa in opera armature plinti di fondazione |
| 2 | Operaio comune | Supporto a tutte le attività |
| 10 | Totale risorse impegnate | |

Tabella 4 – SQ03-Squadra per la realizzazione dei plinti di fondazione

Si prevede l'impiego di almeno n. 2 squadre.

| Nr. Risorse | Mansione | Attività |
|-------------|-------------------------|--|
| 1 | Capo squadra | Controllo lavorazioni |
| 1 | Manoperatore main crane | Controllo gru principale con braccio tralicciato per |

| Nr. Risorse | Mansione | Attività |
|-------------|---------------------------------|--|
| | | il sollevamento dei main components |
| 3 | Manovratore gru | Supporto per la realizzazione del braccio tralicciato della main crane e per il sollevamento dei main components |
| 5 | Operaio specializzato | Attività di montaggio |
| 5 | Operaio comune | Supporto a tutte le attività |
| 15 | Totale risorse impegnate | |

Tabella 5 – SQ04-Squadra per il montaggio degli aerogeneratori

Questa squadra si sposterà di piazzola in piazzola.

| Nr. Risorse | Mansione | Attività |
|-------------|---------------------------------|--|
| 1 | Capo squadra | Controllo lavorazioni |
| 1 | Manovratore escavatore | Realizzazione trincea di scavo, supporto bobine cavi, ripristino trincea di scavo. |
| 1 | Autista autocarro | Trasporto materiali |
| 3 | Operaio specializzato | Posa in opera corda di rame cavi 30 KV e F.O. e realizzazione giunti |
| 3 | Operaio specializzato | Ripristino asfalti ove necessario |
| 3 | Operaio comune | Supporto a tutte le attività |
| 12 | Totale risorse impegnate | |

Tabella 6 – SQ05-Squadra per la collocazione in opera cavi interrati 30 Kv

Si prevede l'impiego di almeno n. 2 squadre.

Ove presenti strade asfaltate, sarà previsto l'impiego di n. 1 macchina scarificatrice e n. 1 macchina asfaltatrice.

Le attività connesse con la collocazione in opera dei cavi interrati in 30 KV sono indipendenti da quelle delle altre squadre.

| Nr. risorse | Mansione | Attività |
|-------------|---------------------------------|---|
| 1 | Capo squadra | Controllo lavorazioni |
| 1 | Manovratore escavatore | Scavi, ove necessari, per posa cavi 36 KV. Realizzazione scavi di fondazione |
| 1 | Autista autocarro | Trasporto materiali |
| 1 | Manovratore gru | Per collocazione in opera cabine prefabbricate |
| 3 | Carpentiere | Collocazione carpenterie per opere di fondazione |
| 3 | Ferraiole | Collocazione armature delle piastre di fondazione delle cabine elettriche prefabbricate |
| 3 | Elettricista | Cablaggi e attestazioni quadri 36 KV |
| 3 | Elettrotecnico | Cablaggi e attestazioni quadri 36 KV |
| 3 | Operaio comune | Supporto a tutte le attività |
| 19 | Totale risorse impegnate | |

Tabella 7 – SQ06- Squadra per la realizzazione dell'edificio di consegna e dell'area BESS

Si prevede l'impiego di n. 1 squadra.

Anche le attività per la realizzazione della sottostazione elettrica sono indipendenti da quelle delle altre squadre.

| Nr. risorse | Mansione | Attività |
|-------------|------------------------|--|
| 1 | Capo squadra | Controllo lavorazioni |
| 3 | Manovratore escavatore | Scavi, ove necessari, per posa cavi 36 KV. Realizzazione fondazioni apparecchiature elettromeccaniche e trasformatore 36 KV |
| 3 | Autista autocarro | Trasporto materiali |

| Nr. risorse | Mansione | Attività |
|-------------|---------------------------------|--|
| 3 | Manovratore gru | Per montaggio nuove apparecchiature/trasformatori |
| 5 | Carpentiere | Collocazione carpenterie per opere di fondazione nuove apparecchiature e trasformatore |
| 5 | Ferraiolo | Collocazione armature delle fondazioni per nuove apparecchiature/trasformatori |
| 5 | Elettricista | Cablaggi e attestazioni quadri 30 KV |
| 5 | Elettrotecnico | Cablaggi e attestazioni quadri 30 KV |
| 5 | Operaio comune | Supporto a tutte le attività |
| 35 | Totale risorse impegnate | |

Tabella 8 – SQ07- Squadra per la realizzazione della nuova Stazione Elettrica e dei tralicci utili alla connessione alla RTN

Si prevede l'impiego di n. 1 squadra.

Anche le attività per la realizzazione della nuova Stazione Elettrica e delle opere di connessione alla RTN accessorie sono indipendenti da quelle delle altre squadre.

| Nr. risorse | Mansione | Attività |
|-------------|-----------------------|--|
| 1 | Capo squadra | Controllo lavorazioni |
| 2 | Tecnico sistemista | Attività di controllo software/hardware WTG |
| 2 | Tecnico programmatore | Attività di controllo software/hardware WTG |
| 2 | Elettrotecnici | Attività di controllo cavi e fibre ottiche WTG e in area SSE |
| 4 | Elettricisti | Attività di controllo cavi e fibre ottiche WTG e in |

| Nr. risorse | Mansione | Attività |
|-------------|---------------------------------|----------|
| | | area SSE |
| 11 | Totale risorse impegnate | |

Tabella 9 – SQ08-Squadra Commissioning (include le attività connesse alla messa in marcia dell'impianto)

Si prevede l'impiego di n. 1 squadra.

Per la gestione a regime dell'impianto si prevede l'impiego di:

- n. 2 lavoratori addetti alla guardiana/sorveglianza con 3 turni giornalieri, anche con lavoro da remoto;
- n. 4 lavoratori addetti alla pulizia delle piazzole di servizio e delle aree edificio di consegna e BESS in un turno giornaliero, con interventi come da calendario delle manutenzioni programmate;
- n. 12 lavoratori, di cui 6 specializzati, per la manutenzione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche, con interventi come da calendario delle manutenzioni programmate e interventi straordinari per riparazioni.

5. IL SITO

5.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

Le aree interessate dal posizionamento degli aerogeneratori in numero di otto ricadono nelle contrade Pintasi (NU01), Sa Marchesa (NU02), Ruspina (NU03 e NU04), Mura Bianca (NU05), Sa Marchesa (NU06 e NU07), Monte Palmas (NU08).

Di seguito cartografie e fogli di mappa catastali interessati dalle opere:

IGM 25 K:

- 442_III_Sèdini
- 460_IV_Osilo

CTR 10K:

- 442090
- 442100
- 442130
- 442140
- 460010
- 460020

Catastali

Comune di Nulvi:

- 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 17, 20

Comune di Tergu:

- 2, 4

Comune di Sedini (solo adeguamenti viabilità esistente):

- 70, 71, 72, 73, 76

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 32 WGS84 degli aerogeneratori:

| WTG | EST | NORD | Riferimenti catastali |
|------|--------|---------|---------------------------------|
| NU01 | 478973 | 4521223 | Nulvi, Foglio 5, p.la: 128 |
| NU02 | 479423 | 4520772 | Nulvi, Foglio 5, p.la: 84 |
| NU03 | 480233 | 4518726 | Nulvi, Foglio 8, p.la: 154 |
| NU04 | 480055 | 4518271 | Nulvi, Foglio 11, p.la: 187 |
| NU05 | 480096 | 4517684 | Nulvi, Foglio 12, p.lle: 19, 20 |
| NU06 | 479934 | 4517250 | Nulvi, Foglio 12, p.la: 22 |
| NU07 | 479921 | 4516759 | Nulvi, Foglio 12, p.la: 47 |
| NU08 | 480782 | 4516546 | Nulvi, Foglio 13, p.la: 103 |

Tab. 10 Coordinate aerogeneratori nel sistema UTM 32 WGS84



Fig. 1 Ubicazione area di impianto da satellite

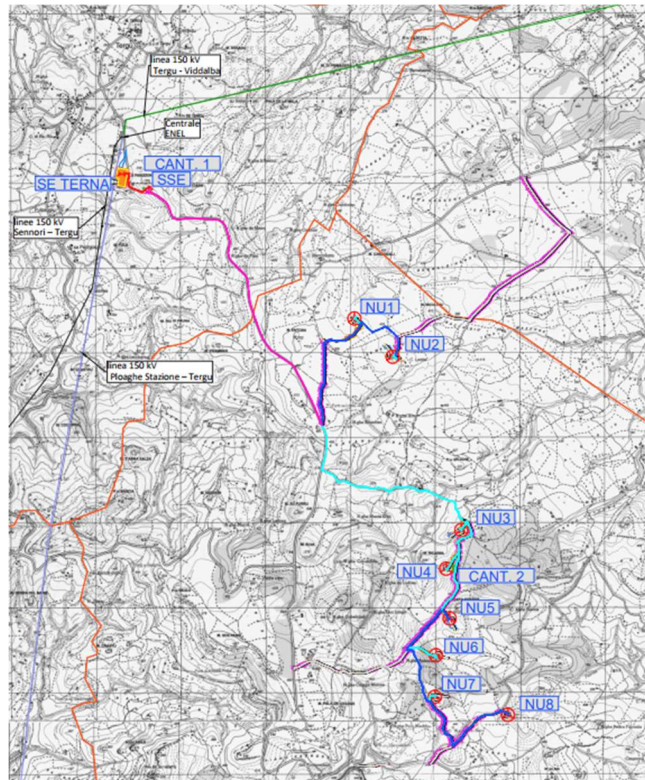


Fig. 2 Inquadramento impianto su IGM 1:25.000

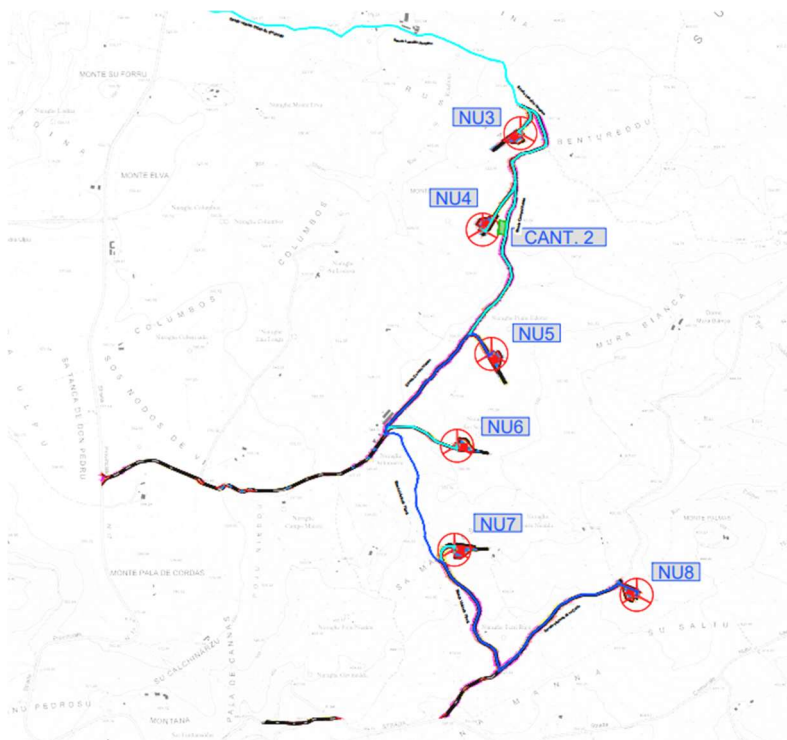
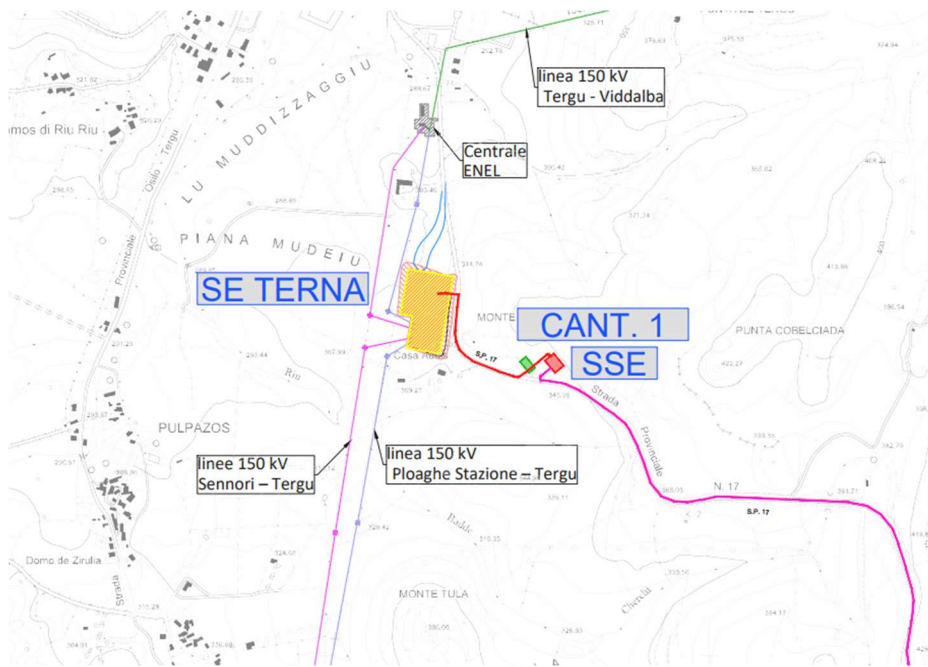


Fig. 3 Inquadramento impianto su CTR 1:10.000

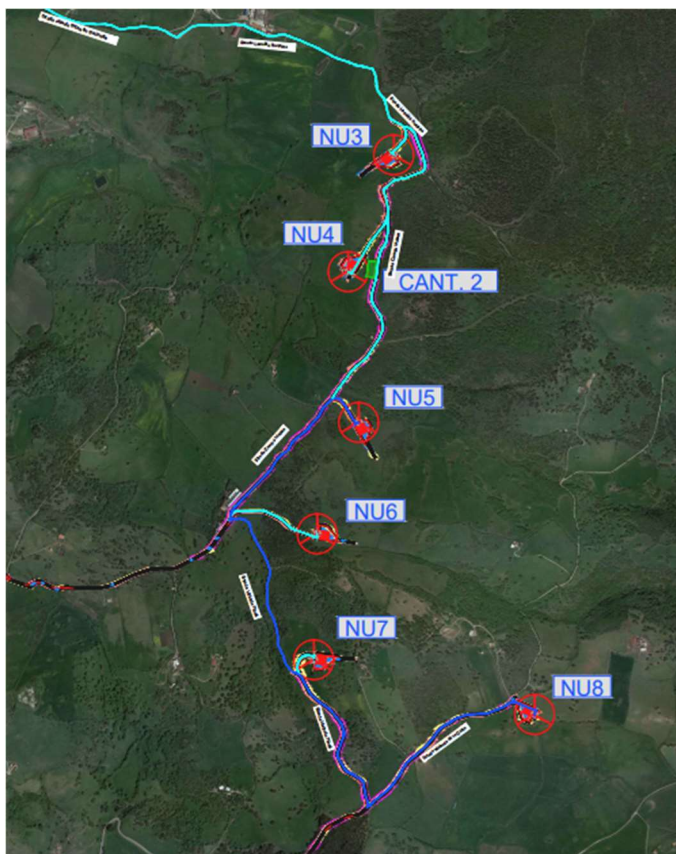
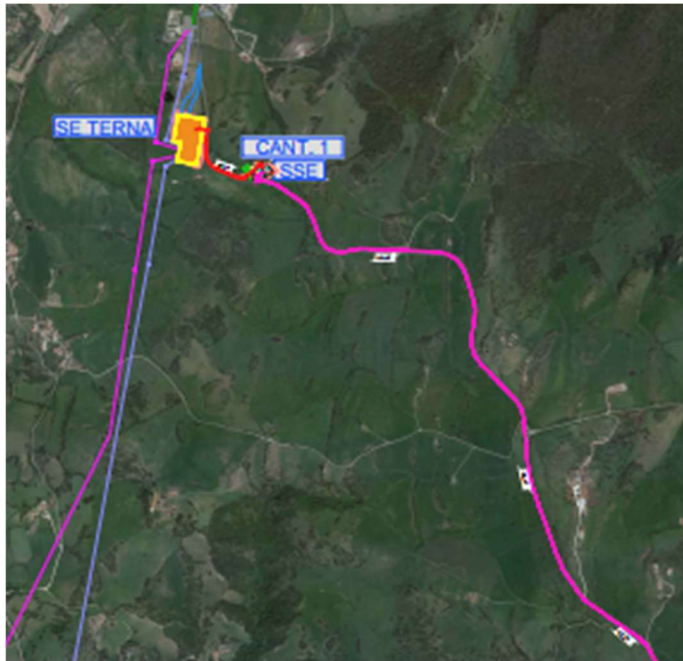


Fig. 4 Inquadramento impianto su ortofoto

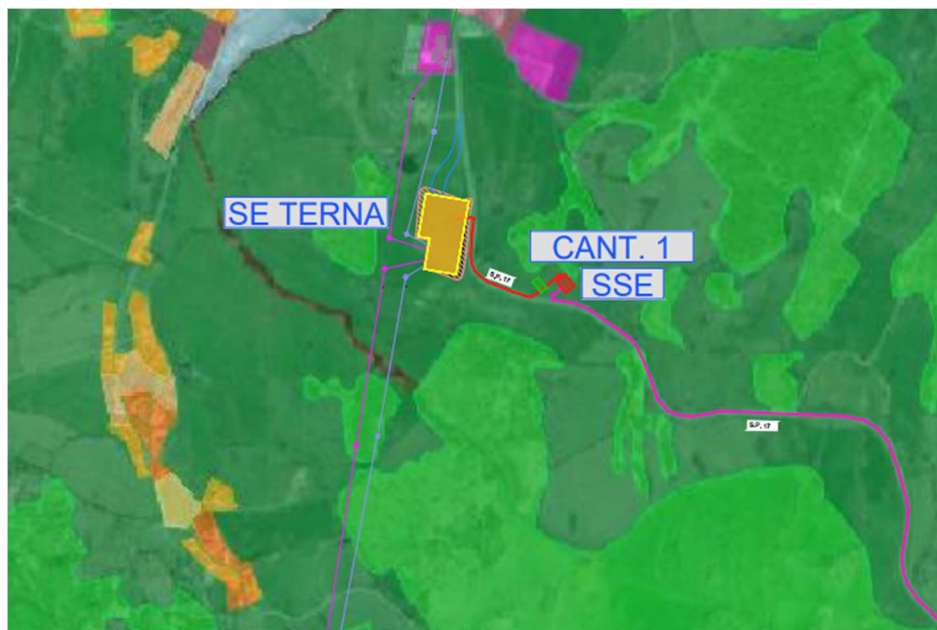
5.2. INQUADRAMENTO URBANISTICO

Dal PUC del comune di Nulvi si evince che gli aerogeneratori ricadono in area E2 (produzione agricola ed uso zootecnico)



Fig. 5 Inquadramento impianto eolico su PUC del Comune di Nulvi

Dal Puc del Comune di Tergu si evince che le opere di connessione ricadono in area E2 (zone di primaria importanza per la funzione agricola produttiva)



| LEGENDA AREE PUC TERGU | |
|---|--|
|  | E2 / ZONA DI PRIMARIA IMPORTANZA PER LA FUNZIONE AGRICOLO-PRODUTTIVA |
|  | E5 / ZONA AGRICOLA MARGINALE PER ATTIVITA' AGRICOLA |

Fig. 6 Inquadramento Opere di Connessione su PUC del Comune di Tergu

6. L'IMPIANTO EOLICO

6.1. GENERALITA'

L'impianto eolico è composto da aerogeneratori indipendenti, opportunamente disposti e collegati in relazione alla disposizione dell'impianto, dotati di generatori asincroni trifasi. Ogni generatore è topograficamente, strutturalmente ed elettricamente indipendente dagli altri anche dal punto di vista delle funzioni di controllo e protezione.

Gli aerogeneratori sono interconnessi da un cavo MT e a loro volta si connettono alla sottostazione tramite un cavidotto interrato. Nella stessa sottostazione sarà ubicato il sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione (MCM) dell'impianto eolico che consente di valutare in remoto il funzionamento complessivo e le prestazioni dell'impianto ai fini della sua gestione.

Non saranno necessarie cabine elettriche prefabbricate a base torre, in quanto le apparecchiature saranno direttamente installate all'interno della navicella della torre di sostegno dell'aerogeneratore. Questo comporterà un minore impatto dell'impianto con il paesaggio circostante.

All'interno della torre saranno installati:

- *l'arrivo cavo BT (690 V) dal generatore eolico al trasformatore,*
- *il trasformatore MT-BT (0,69/30),*
- *il sistema di rifasamento del trasformatore,*
- *la cella MT (30 kV) di arrivo linea e di protezione del trasformatore,*
- *il quadro di BT (690 V) di alimentazione dei servizi ausiliari,*
- *quadro di controllo locale.*

L'impianto Eolico sarà costituito da n° 8 aerogeneratori, ciascuno di potenza massima da 6,0 MW, corrispondenti ad una potenza installata massima di 48.00 MW.

Per la sua realizzazione sono quindi da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

- opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;
- opere impiantistiche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati tra i singoli aerogeneratori, tra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica di trasformazione.

Tutte le opere in conglomerato cementizio armato e quelle a struttura metallica sono state progettate e saranno realizzate secondo quanto prescritto dalle Norme Tecniche vigenti relative alle leggi sopracitate, così pure gli impianti elettrici

62. LAYOUT IMPIANTO

L'impianto eolico è composto da otto aerogeneratori, ubicati nel Comune di Nulvi (SS).

Le postazioni degli aerogeneratori sono costituite da piazzole accessibili da una viabilità d'impianto. I dispositivi elettrici di trasformazione BT/MT degli aerogeneratori saranno alloggiati all'interno delle navicelle. Pertanto, non sono previste costruzioni di cabine di macchina.

Gli aerogeneratori sono collocati lungo crinali, ovvero su poggi/altipiani, mantenendo in tal modo inalterato l'equilibrio idrogeologico.

A tal uopo è prevista un'adeguata sistemazione idraulica, mediante opere di regimazione delle acque superficiali e meteoriche, al fine di assicurarne il recapito presso gli esistenti impluvi naturali.

Detta sistemazione idraulica interesserà l'intero impianto, sia nelle zone d'installazione delle piazzole, sia nelle zone interessate dalla viabilità di progetto.

La fondazione stradale sarà realizzata con un misto granulometrico stabilizzato, ad effetto auto-agglomerante e permeabile allo stesso tempo.

Nella costruzione delle strade previste in progetto e nella sistemazione delle strade esistenti, non sarà attuato alcun artificio che impedisca il libero scambio tra suolo e sottosuolo. Eventuali interventi di consolidamento per la realizzazione delle piste di progetto saranno tali da non influenzare il regime delle acque sotterranee.

63. AREE DI CANTIERE ED AREA DI TRASBORDO

Nella realizzazione del parco eolico e delle opere di connessione sono necessarie delle aree destinate alla logistica di cantiere e che saranno ripristinate alla fine dei lavori. In particolare, si individuano due aree di cantiere che serviranno per la realizzazione delle opere di connessione (area di cantiere n.1) e per la realizzazione del parco eolico (area di cantiere n.2).

Area di Cantiere 1

Si tratta di un'area di forma rettangolare dalle dimensioni di 37,50 m x 20,00 m posizionata vicino la SSE- Comune di Tergu Foglio 2 (sez. B) Particella 402



Fig. 7 Inquadramento impianto su ortofoto

Area di Cantiere 2

Si tratta di un'area di forma rettangolare dalle dimensioni di 62,50 m x 32,00 m posizionata vicino la WTG NU4 nel Comune di Nulvi Foglio 11 Particella 187



Fig. 8 Inquadramento impianto su ortofoto

Un'altra area strategica per la costruzione del parco è rappresentata dall'area di trasbordo ove avverrà il trasferimento delle pale sul mezzo "blade lift".

Area di Trasbordo (RTP)

Si tratta di un'area di forma Trapezia con il lato su strada di lunghezza 123,75 m larghezza max di 57,65 m e min di 13,45 m. L'area si trova nel Comune di Valledoria (sez. A) Foglio 29 Particelle 579, 601, 1286



Fig. 9 Inquadramento impianto su ortofoto

64. AEROGENERATORI

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica, rappresentata nell'elaborato "Modello aerogeneratore" NUL PD T32.

Sul mercato esistono diverse tipologie di aerogeneratori, ad asse orizzontale e verticale, con rotore mono, bi o tripala, posto sopra o sottovento. Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto è un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6,0 MW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- **rotore tripala a passo variabile**, di diametro massimo 155 m, posto sopravento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;
- **navicella in carpenteria metallica** con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- **sostegno tubolare troncoconico in acciaio**, avente altezza fino all'asse del rotore al massimo pari a 102,50 m.

L'altezza complessiva prevista (calcolata come l'altezza al mozzo più la lunghezza della pala) è dunque pari a 180 m.

I tronchi di torre sono realizzati da lastre in acciaio laminato, saldate per formare una struttura tubolare troncoconica.

Si tratta di aerogeneratori di tipologia già impiegata estesamente in altri parchi italiani/UE, che consentono il miglior sfruttamento della risorsa vento e che presentano garanzie specifiche dal punto di

vista della sicurezza (così come si dimostrerà in vari altri documenti: piano di produzione, studio di gittata etc.);

La turbina verrà equipaggiata, in accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), con un sistema di segnalazione notturna per la segnalazione aerea.

La segnalazione notturna consiste nell'utilizzo di una luce rossa da installare sull'estradosso della navicella dell'aerogeneratore nonché ulteriori luci lungo il sostegno di acciaio (se richieste dall'Ente).

Le turbine di inizio e fine tratto avranno una segnalazione diurna consistente nella verniciatura della parte estrema della pala con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m per un totale di 18 m.

In ogni caso la definizione della segnaletica diurna/notturna rispetterà le prescrizioni Enac.

La navicella è dotata di un sistema antincendio, che consiste di rilevatori di fumo e CO, i quali rivelano gli incendi e attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione nel caso di incendi dei componenti meccanici e a gas inerte (azoto) nel caso di incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore). In aggiunta a ciò, il rivestimento della navicella contiene materiali autoestinguenti.

L'aerogeneratore è dotato di un completo sistema antifulmine, in grado di proteggere da danni diretti ed indiretti sia alla struttura (interna ed esterna) che alle persone. Il fulmine viene "catturato" per mezzo di un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore, disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala. Da questi, la corrente del fulmine è incanalata attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza fino al sistema di messa a terra. La corrente di un eventuale fulmine è scaricata dal rotore e dalla navicella alla torre tramite collettori ad anelli e scaricatori di sovratensioni. La corrente del fulmine è infine scaricata a terra tramite un dispersore di terra. I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della più elevata classe di protezione (Classe I), secondo lo standard internazionale IEC 61024-1.

Generalmente, una moderna turbina eolica entra in funzione a velocità del vento di circa 3-5 m/s e raggiunge la sua potenza nominale a velocità di circa 10-14 m/s. A velocità del vento superiori, il sistema di controllo del passo inizia a funzionare in maniera da limitare la potenza della macchina e da prevenire sovraccarichi al generatore ed agli altri componenti elettromeccanici. A velocità di circa 22-25 m/s il sistema di controllo orienta le pale in maniera tale da mandare lo stallo il rotore e da evitare forti sollecitazioni e danni meccanici e strutturali. L'obiettivo è quello di far funzionare il rotore con il massimo rendimento possibile con velocità del vento comprese tra quella di avviamento e quella nominale, di mantenere costante la potenza nominale all'albero di trasmissione quando la velocità del vento aumenta e di bloccare la macchina in caso di venti estremi. Il moderno sistema di controllo del passo degli aerogeneratori permette di ruotare singolarmente le pale intorno al loro asse principale; questo sistema, in combinazione con i generatori a velocità variabile, ha portato ad un significativo miglioramento del funzionamento e del rendimento degli aerogeneratori.

La frenatura è effettuata regolando l'inclinazione delle pale del rotore ad un angolo di 91°. Ciascuno

dei tre dispositivi di regolazione dell'angolo delle pale del rotore è completamente indipendente. In caso di un guasto del sistema di alimentazione, i motori a corrente continua sono alimentati da accumulatori che ruotano con il rotore. L'impiego di motori a corrente continua permette, in caso di emergenza, la connessione in continua degli accumulatori, senza necessità di impiego di inverter. Ciò costituisce un importante fattore di sicurezza, se confrontato coi sistemi pitch, progettati in corrente alternata. La torsione di una sola pala è sufficiente per portare la turbina in un range di velocità nel quale la turbina non può subire danni. Ciò costituisce un triplice sistema ridondante di sicurezza. Nel caso in cui uno dei sistemi primari di sicurezza si guasti, si attiva un disco meccanico di frenatura che arresta il rotore congiuntamente al sistema di registrazione della pala.

I sistemi frenanti sono progettati per una funzione "fail-safe"; ciò significa che, se un qualunque componente del sistema frenante non funziona correttamente o è guasto, immediatamente l'aerogeneratore si porta in condizioni di sicurezza.

Gli aerogeneratori hanno una vita utile di circa 30 anni, al termine dei quali è necessario provvedere al loro smantellamento ed eventualmente alla loro sostituzione con nuovi aerogeneratori.

La fase di decommissioning avverrà con modalità analoghe a quanto descritto per la fase di installazione.

Le componenti elettriche (trasformatore, quadri elettrici, ecc) verranno quindi smaltite, in accordo con la direttiva europea (WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment); le parti in metallo (acciaio e rame) e in plastica rinforzata (GPR) potranno invece essere riciclate.

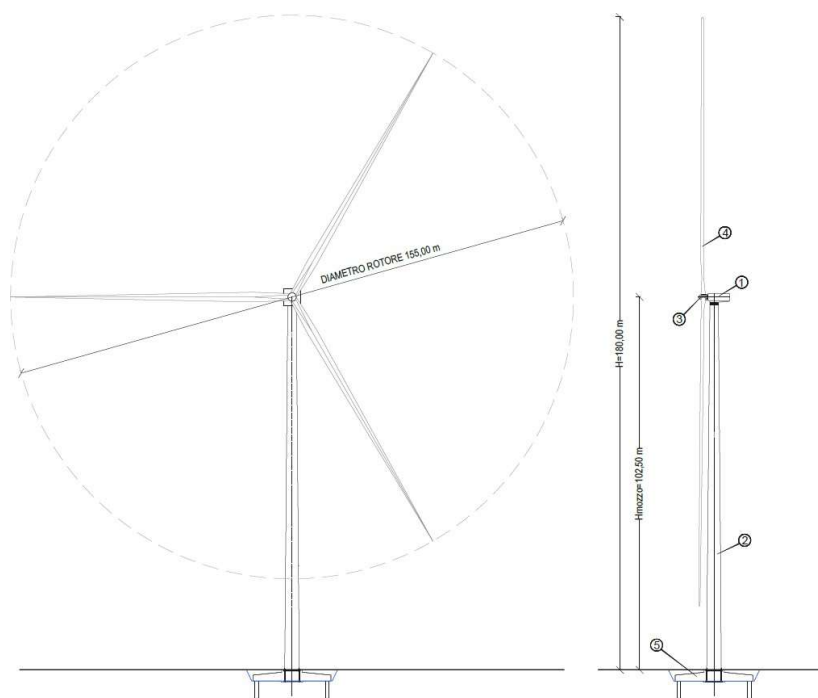


Fig. 10 Schema tipo aerogeneratore H totale 180,0 m, altezza al mozzo 102,5 m e diametro rotore 155,0 m

7. INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI

7.1. FONDAZIONI AEROGENERATORI

Nella attuale fase di progettazione definitiva, si eseguiranno dei calcoli basati sullo studio geologico allegato al progetto.

Durante la fase di progettazione esecutiva a seguito di indagini geologiche più approfondite saranno valutate eventuali alternative alle fondazioni indirette.

Come risulta dal calcolo di pre-dimensionamento, la fondazione indiretta proposta sarà costituita da un plinto circolare, di diametro 20,00 m e spessore variabile su pali di adeguata lunghezza. All'interno del plinto di fondazione sarà annegata una gabbia di ancoraggio metallica cilindrica dotata di una piastra superiore di ripartizione dei carichi ed una piastra inferiore di ancoraggio. Entrambe le piastre sono dotate di due serie concentriche fori che consentiranno il passaggio di barre filettate ad alta resistenza di diametro 36 mm, che, tramite dadi, garantiscono il corretto collegamento delle due piastre.

Dietro ai lati del manufatto dovrà essere realizzato uno strato di drenaggio dello spessore di 60 cm, munito di tubazione di drenaggio forata per l'allontanamento delle acque dalla fondazione. Nella fondazione, oltre al sistema di ancoraggio della torre, saranno posizionate le tubazioni passacavo in PVC corrugato, nonché gli idonei collegamenti alla rete di terra

Il dimensionamento finale delle fondazioni sarà effettuato sulla base dei parametri geotecnici derivanti dalle prove in sito e di laboratorio su campioni indisturbati prelevati nel corso di appositi sondaggi in fase di progettazione esecutiva.

Il predimensionamento delle fondazioni è riportato nel documento NULPDR04 mentre la relazione geotecnica/sismica è riportata nel documento NULPDR14.

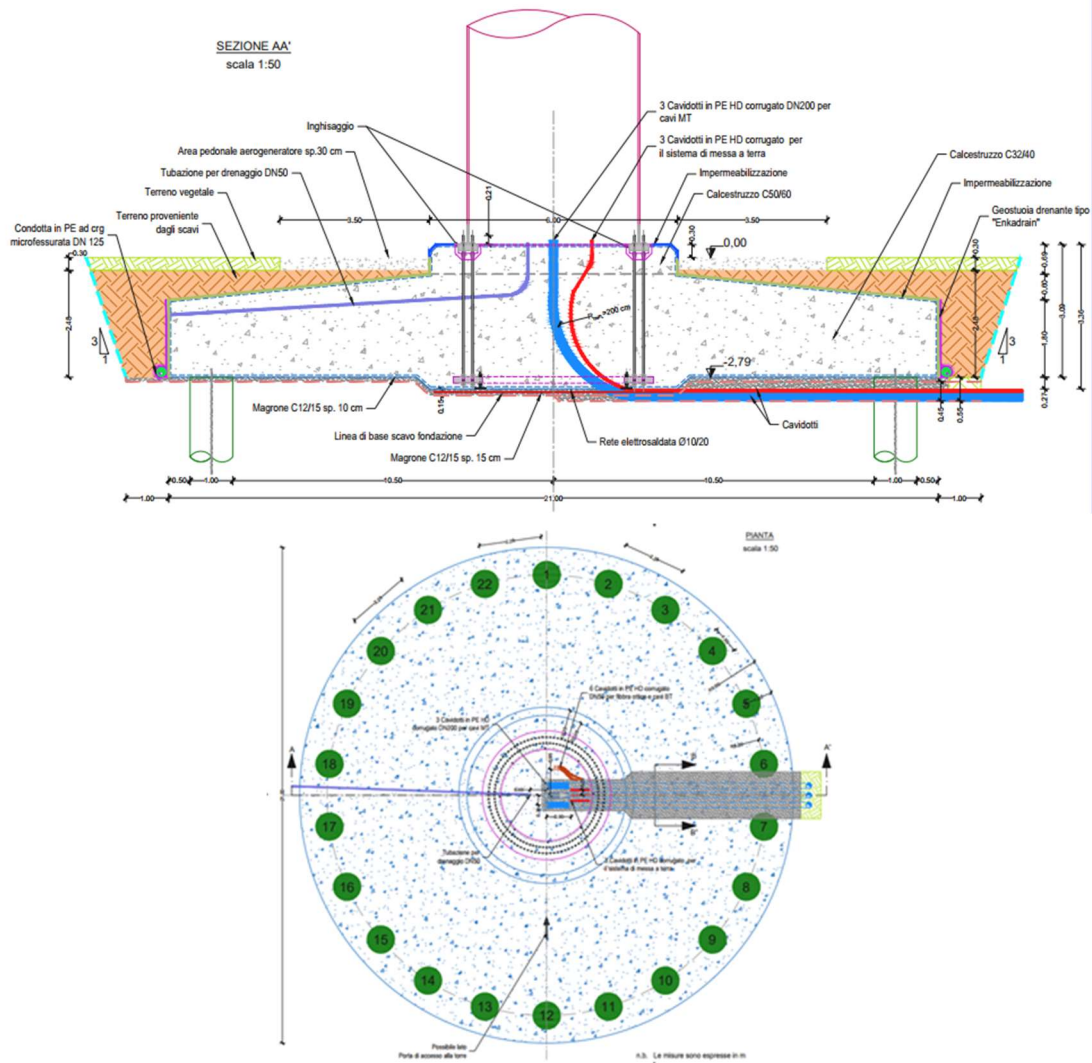


Fig. 11 Tipologia della fondazione su pali prevista -diametro fondazione 20,00 m

72. PIAZZOLE AEROGENERATORI

La fondazione sarà intestata su un terreno di sedime avente idonee caratteristiche geotecniche; essa avrà una superficie in pianta dell'ordine di 350-400 m², dove troveranno collocazione i dispersori di terra e le vie cavi interrati.

La piazzola per un montaggio standard è costituita da un trapezio rettangolo B=77,00 (m); b=31,50(m); h=44,00(m) oltre a un rettangolo 22,00(m) x 16,00(m) ove sarà allocato l'aerogeneratore e un ulteriore rettangolo 5,00(m) x 88,00(m).

Le singole piazzole a servizio degli aerogeneratori devono svolgere una doppia funzione:

1. Durante le fasi di costruzione permettere lo scarico dei componenti l'aerogeneratore (conci di torre, navicella, pale, etc.), il posizionamento delle gru per il montaggio, il movimento delle stesse con i componenti durante le fasi di assemblaggio e montaggio;
2. Durante le fasi di esercizio permettere la manutenzione ordinaria e straordinaria per tutta la vita utile del parco eolico.

Per le ragioni esposte sopra, per le piazzole a servizio degli aerogeneratori dovrà predisporre lo scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e la compattazione di una superficie, stimata in 50mx30m, tale da garantire una parte destinata come area di scarico dei materiali e una seconda destinata alla movimentazione degli stessi e ai relativi necessari lavori.

A montaggio ultimato, l'area attorno alle macchine (piazzola aerogeneratore) sarà mantenuta piana e sgombra da piantumazioni allo scopo di consentire le operazioni di controllo e/o manutenzione ordinaria e straordinaria delle macchine.

Le altre aree eccedenti la piazzola definitiva e quelle utilizzate temporaneamente per le attività di cantiere, montaggio main components WTG e stoccaggio, saranno ripristinate come ante operam, prevedendo il riporto di terreno vegetale per la successiva eventuale coltivazione.

73. STRADE DI ACCESSO E VIABILITÀ DI SERVIZIO

All'interno del parco è presente una significativa rete di viabilità esistente. Essa, opportunamente adeguata sarà utilizzata per accedere ad ognuna delle piattaforme degli aerogeneratori, sia durante la fase di esecuzione delle opere che nella successiva manutenzione del parco eolico e costituiranno peraltro spesso una utile viabilità aperta a tutti per la fruizione del territorio. Nella definizione del layout dell'impianto è stata sfruttata la viabilità esistente onde contenere gli interventi. La viabilità del parco serve tutti gli aerogeneratori ed è costituita dagli assi viari le cui caratteristiche dimensionali sono riportati nella tabella seguente.

| Nome asse | | L tot (m) | L strada esistente (m) | L strada nuova (m) | Pend. Max. |
|---------------------------|--|-----------------|------------------------|--------------------|------------|
| asse NU01 | | 657,44 | 200,00 | 457,44 | 15,1 |
| asse NU02 | | 1.500,37 | 1080,00 | 420,37 | 9,0 |
| asse NU03 | | 304,73 | 0,00 | 304,73 | 7,0 |
| asse NU04 | | 301,98 | 0,00 | 301,98 | 5,8 |
| asse NU05 | | 335,50 | 0,00 | 335,50 | 14,8 |
| asse NU06 | | 523,86 | 0,00 | 523,86 | 12,5 |
| asse NU07 | | 324,53 | 0,00 | 324,53 | 16,0 |
| asse NU08 | | 141,62 | 0,00 | 141,62 | 10,0 |
| Vicinale Sas Bacchileddos | | 1.020,00 | 1020,00 | 0,00 | 8,5 |
| Vicinale di Pintu | | 867,78 | 867,78 | 0,00 | 1,0 |
| Vicinale S Bachisio | | 1.620,00 | 1620,00 | 0,00 | 5,0 |
| Vicinale Campu Maiore | | 3.453,37 | 3453,37 | 0,00 | 15,9 |
| Vicinale di Sa Rio | | 1.094,31 | 1094,31 | 0,00 | 14,1 |
| Vicinale Tiberi | | 665,00 | 665,00 | 0,00 | 14,1 |
| By-pass SS147 | | 385,11 | 152,30 | 232,81 | 16,0 |
| Totali | | 13195,60 | 10152,76 | 3042,84 | |
| % | | 100,00% | 77,0% | 23,0% | |

Tab. 11 Tabella con individuazioni degli assi stradali e relative lunghezze

Complessivamente la lunghezza della viabilità del parco eolico è pari a 13,20 km di cui 10,2 km pari al 77%, riguardano modifiche a viabilità esistente mentre 3 km pari al 23% riguardano nuove viabilità.

Le nuove strade sterrate saranno realizzate in modo tale da interessare marginalmente i fondi agricoli; essi avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire, per quanto possibile, la morfologia propria del terreno evitando eccessive opere di scavo o riporto.

La costruzione delle strade ed il rinnovo di quelle esistenti non sono solo a vantaggio del parco eolico ma permette anche un migliore accesso a chi le utilizza per l'agricoltura e per la pastorizia, nonché per i mezzi antincendio, fondamentali in una zona arida ed a volte soggetta a incendi specie nel periodo estivo. La progettazione della viabilità è stata condotta secondo le specifiche tecniche tipiche dei maggiori fornitori di aerogeneratori con dimensioni e pesi compatibili.

In particolare, le specifiche principali di carattere generale sono di seguito riportate:

| Viabilità | |
|--|---|
| Larghezza carreggiata per $R > R_{min}$ | 5,00 m |
| Pendenza trasversale | 2% a schiena d'asino |
| Raggio planimetrico minimo (R_{min}) | 120 m |
| Allargamenti per $R < R_{min}$ | Caso per caso con simulazione mezzo |
| Pendenza max livelletta (rettifilo) | 16% |
| Pendenza max livelletta (curva con $R < 120m$) | 16% |
| Pendenza livelletta con traino | >12% |
| Raccordo verticale minimo convesso | 250 m |
| Raccordo verticale minimo concavo | 250 m |
| Pendenza max livelletta per stazionamento camion | 2% |
| Carico max assiale sul piano stradale (t) | 21t/asse |
| Piazzole | |
| Dimensioni standard per piazzola intermedia | La piazzola per un montaggio standard è costituita da un trapezio rettangolo $B=77,0$ (m); $b=31,5$ (m); $h=44,0$ (m) oltre ad un quadrato $22,00$ (m) x $16,00$ (m) ove sarà allocato l'aerogeneratore e un ulteriore rettangolo $5,0$ (m) x $88,0$ (m). |
| Piazzola ausiliari per il montaggio del braccio gru stralciata | n.3 da 12.00 x 8.00 |
| Pendenze max longitudinali | 0,50 % |

Tab. 12 -Specifiche principali di viabilità e piazzole

La sezione stradale, con larghezza di 5,00 m più due banchine laterali di 0,5 m, sarà realizzata in massiciata composta da uno strato di fondazione in misto calcareo di 40 cm, eventualmente steso su geotessile disteso alla base del cassonetto stradale a diretto contatto con il terreno, allo scopo di limitare al massimo le deformazioni e i cedimenti localizzati; superiormente sarà previsto uno strato di finitura/usura in misto stabilizzato, dello spessore di 20 cm.

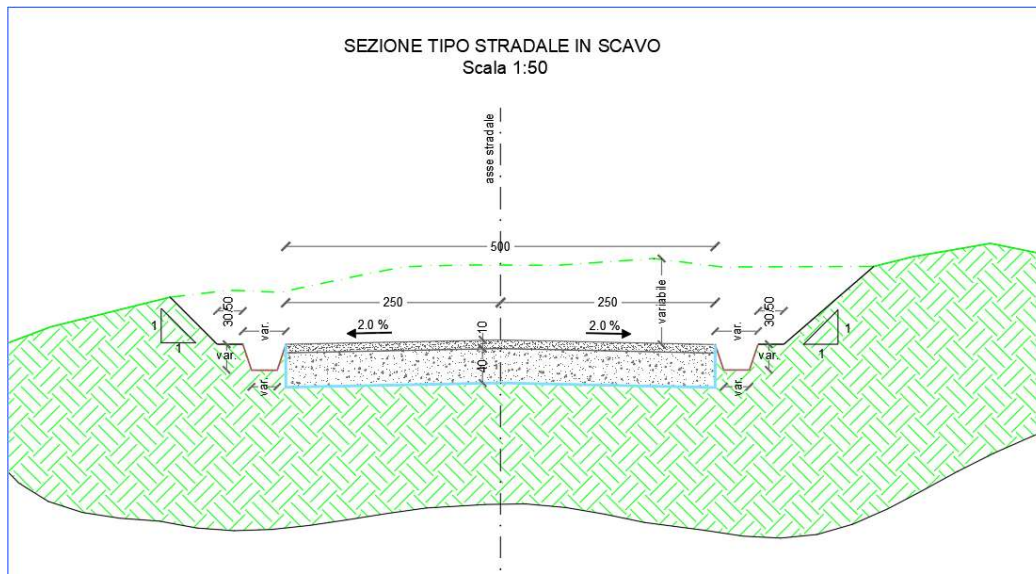


Fig. 12 Sezione tipo stradale in scavo

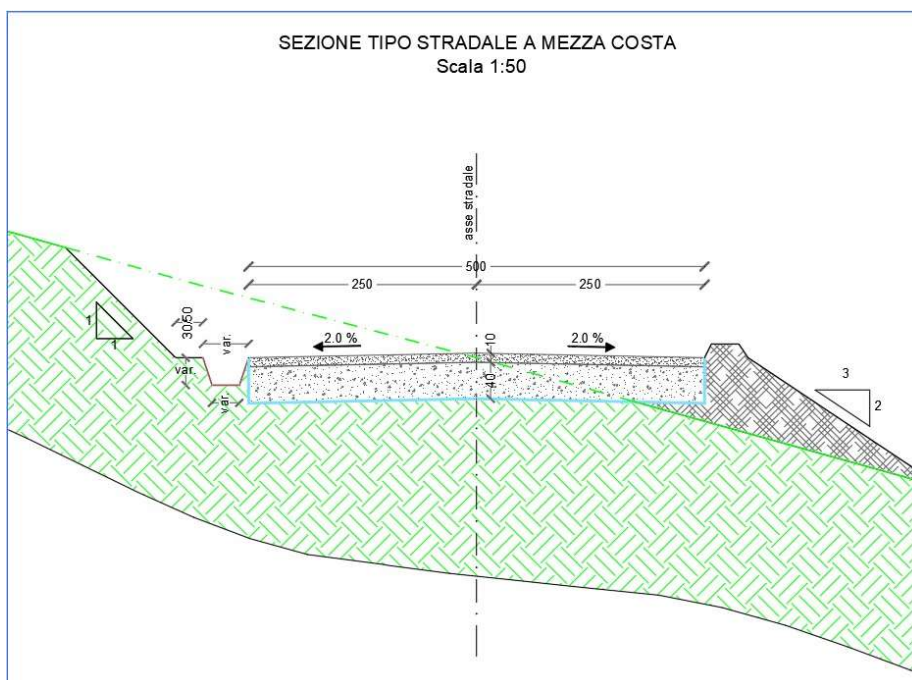


Fig. 13 Sezione tipo stradale a mezza costa

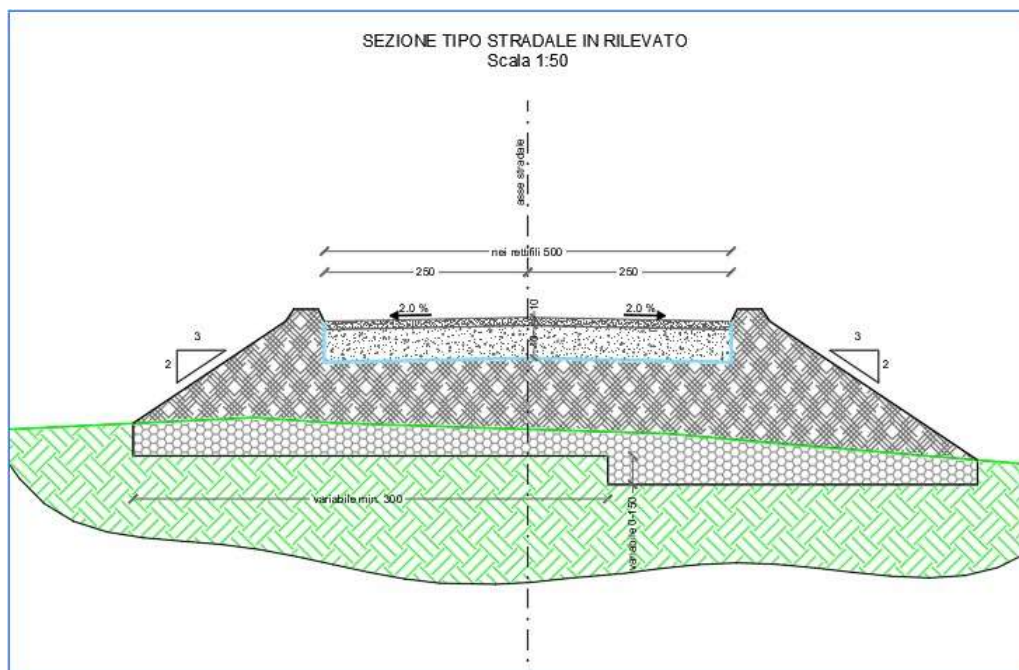


Fig. 14 Sezione tipo stradale in rilevato

74. RILEVATI E SOVRASTRUTTURE – BONIFICHE E SOTTOFONDI

Di seguito si riportano le caratteristiche principali dei materiali necessari per la costruzione di strade e piazzole.

7.4.1. Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade

L'esecuzione dei corpi di rilevato e delle soprastrutture (ossatura di sottofondo) per strade e per le piazzole di alloggiamento degli aerogeneratori deve avvenire coerentemente ai disegni ed alle prescrizioni di progetto.

È richiesta particolare attenzione nella preliminare “gradonatura” dei piani di posa, nella profilatura esterna dei rilevati e nella conformazione planimetrica delle soprastrutture, specie nelle piazzole.

Ove queste ultime si posano su sottofondo ottenuto mediante scavo di sbancamento, allorché la compattazione del terreno in sito non raggiunge il valore prefissato si deve provvedere alla bonifica del sottofondo stesso mediante sostituzione di materiale, come previsto al successivo punto "*Bonifica dei piani di posa*".

I materiali da utilizzare per la formazione dei rilevati delle strade e, o delle piazzole dovranno appartenere alle categorie A1, A2.1, A2.2, A2.3, A2.4, A2.5, A3 secondo la classificazione della norma UNI CNR 10006:2002.

L'esecuzione del rilevato può iniziare solo quando il terreno in sito risulta scoticato, gradonato e costipato con uso di rullo compressore adatto alle caratteristiche del terreno; il costipamento può

ritenersi sufficiente quando viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un Modulo di deformazione "Md" di almeno 30 N/mm², da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità riportate nel seguito, e con frequenza di una prova ogni 500 m² di area trattata o frazione di essa.

7.4.2. Sovrastrutture per piazzole e strade

Per la formazione della sovrastruttura per piazzole e strade si deve utilizzare esclusivamente il misto granulare di cava classificato A1 secondo la classificazione della norma UNI CNR 10006:2002.

L'esecuzione della soprastruttura può avvenire solo quando il relativo piano di posa risulta regolarizzato, privo di qualsiasi materiale estraneo, costipato fino ai previsti valori di capacità portante (pari ad un "Md" di almeno 30 N/mm² per piani di sbancamento o bonifica, e pari ad un "Md" di almeno 80 N/mm² per piani ottenuti con rilevato) da determinarsi mediante prove di carico su piastra con la frequenza sopra definita.

Sia nell'esecuzione dei rilevati che delle soprastrutture il materiale deve essere steso a strati di 20-25 cm d'altezza, secondo quanto stabilito nei disegni di progetto, compattati, fino al raggiungimento del 95% della densità AASHO modificata, inclusi tutti i magisteri per portare il materiale all'umidità ottima, tenendo presente che l'ultimo strato costipato consenta il deflusso delle acque meteoriche verso le zone di compluvio, e rifilato secondo progetto.

Il costipamento di ogni strato di materiale deve essere eseguito con adeguato rullo compressore previo eventuale innaffiamento o ventilazione fino all'ottimo di umidità.

Il corpo di materiale può dirsi costipato al raggiungimento del 95% della densità AASHO modificata e comunque quando ai vari livelli viene raggiunto il valore di "Md" pari almeno a quello richiesto, da determinarsi mediante prova di carico su piastra con le modalità di seguito descritte.

Per l'eventuale primo strato della soprastruttura è richiesto un Md di almeno 80 N/mm² mentre per lo strato finale della soprastruttura è richiesto un Md di almeno 100 N/mm².

Il controllo delle compattazioni in genere viene eseguito su ogni strato, mediante una prova di carico su piastra ogni 500 m² di area trattata o frazione di essa, e comunque con almeno n. 4 prove per strato di materiale.

A costipamento avvenuto, se i controlli risultano favorevoli, si dà luogo a procedere allo stendimento ed alla compattazione dello strato successivo.

7.4.3. Sistemazione del piano di posa

Il piano di posa è costituito dall'intera area di appoggio dell'opera in terra ed è rappresentato da un piano ideale al disotto del piano di campagna ad una quota non inferiore a cm 30, che viene raggiunto mediante un opportuno scavo di sbancamento che allontani tutto il terreno vegetale superficiale; lo

spessore dello sbancamento dipenderà dalla natura e consistenza dell'ammasso che dovrà rappresentare il sito d'impianto dell'opera.

Qualora, al disotto della coltre vegetale, si rinvenga un ammasso costituito da terreni A1, A3, A2 (secondo la classificazione C.N.R.) sarà sufficiente eseguire la semplice compattazione del piano di posa così che il peso del secco in sito (massa volumica apparente secca nelle unità S.I.) risulti pari al 90% del valore massimo ottenuto in laboratorio nella prova A.A.S.H.T.O. Mod. su un campione del terreno.

Per raggiungere tale grado di addensamento si potrà intervenire, prima dell'operazione di compattazione, modificando l'umidità in sito per modo che questa risulti prossima al valore ottimo rilevabile dalla prova A.A.S.H.T.O. Mod.

Se, invece, tolto il terreno superficiale (50 cm di spessore minimo) l'ammasso risulta costituito da terreni dei gruppi A4, A5, A6, A7 sarà opportuno svolgere una attenta indagine che consenta di proporre la soluzione più idonea alla luce delle risultanze dei rilevamenti geognostici che occorrerà estendere in profondità.

I provvedimenti da prendere possono risultare i seguenti:

- approfondimento dello scavo di sbancamento, fino a profondità non superiori a 1,50 -;- 2,00 m dal piano di campagna, e sostituzione del terreno in sito con materiale granulare A1 (Ala od Alb), A3 od A2, sistemato a strati e compattato così che il peso secco di volume risulti non inferiore al 90% del valore massimo della prova A.A.S.H.T.O. Mod. di laboratorio; si renderà necessario compattare anche il fondo dello scavo mediante rulli a piedi di montone;
- approfondimento dello scavo come sopra indicato completato, dove sono da temere risalite di acque di falda per capillarità, da drenaggi longitudinali con canalette di scolo o tubi drenanti che allontanino le acque raccolte dalla sede stradale;
- sistemazione di fossi di guardia, soprattutto per raccogliere le acque superficiali lato monte, di tombini ed acquedotti in modo che la costruzione della sede stradale non modifichi il regime idrogeologico della zona.

Qualora si rinvenivano strati superficiali di natura torbosa di modesto spessore (non superiore a 2,00 m) è opportuno che l'approfondimento dello scavo risulti tale da eliminare completamente tali strati. Per spessori elevati di terreni torbosi o limo-argillosi fortemente imbibiti d'acqua, che rappresentano ammassi molto compressibili, occorrerà prendere provvedimenti più impegnativi per accelerare l'assestamento (con pali di sabbia o mediante precompressione statica per mezzo di un sovraccarico) ovvero sostituire l'opera in terra (rilevato) con altra più idonea alla portanza dell'ammasso.

Nei terreni acclivi la sistemazione del piano di posa dovrà essere realizzata a gradoni facendo in modo che la pendenza trasversale dello scavo non superi il 5%; in questo caso risulta sempre necessaria la costruzione lato monte di un fosso di guardia e di un drenaggio longitudinale se si accerta che il livello della falda è superficiale.

Per individuare la natura meccanica dei terreni dell'ammasso si consiglia di eseguire, dapprima, semplici prove di caratterizzazione e di costipamento:

- umidità propria del terreno;
- granulometria;
- limiti ed indici di Atterberg;
- prova di costipamento A.A.S.H.T.O. Mod.

Nei terreni che si giudicano molto compressibili si procederà ad ulteriori accertamenti mediante prove edometriche (su campioni indisturbati) o prove penetrometriche in sito.

Per i terreni granulari di apporto (tipo A1, A3, A2) saranno sufficienti le analisi di caratterizzazione e la prova di costipamento.

I controlli della massa volumica in sito negli strati ricostituiti con materiale granulare idoneo dovranno essere eseguiti ai vari livelli (ciascuno strato non dovrà avere spessore superiore a 30 cm a costipamento avvenuto) ed estesi a tutta la larghezza della fascia interessata.

Ad operazioni di sistemazione ultimate potranno essere ulteriormente controllate la portanza del piano di posa mediante la valutazione del modulo di compressibilità M_e , secondo le norme CNR, eventualmente a doppio ciclo:

- per rilevati fino a 4 m di altezza, il campo delle pressioni si farà variare da 0,5 a 1,5 daN/cm²;
- per rilevati da 4 a 10 m, si adotterà il Δp compreso fra 1,5 e 2,5 daN/cm².

In ogni caso dovrà risultare $M_e \geq 300$ daN/cm².

Durante le operazioni di costipamento dovrà accertarsi l'umidità propria del materiale; non potrà procedersi alla stessa e perciò dovrà attendersi la naturale deumidificazione se il contenuto d'acqua è elevato; si eseguirà, invece, il costipamento previo innaffiamento se il terreno è secco, in modo da ottenere, in ogni caso, una umidità prossima a quella ottima predeterminata in laboratorio (prova A.A.S.H.T.O. Mod.), la quale dovrà risultare sempre inferiore al limite di ritiro.

Prima dell'esecuzione dell'opera dovrà essere predisposto un tratto sperimentale così da accertare, con il materiale che si intende utilizzare e con le macchine disponibili in cantiere, i risultati che si raggiungono in relazione all'umidità, allo spessore ed al numero dei passaggi dei costipatori.

Durante la costruzione ci si dovrà attenere alle esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, e ciascuno strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita.

Le scarpate saranno perfettamente profilate e, ove richiesto, saranno rivestite con uno spessore (circa 20 cm) di terra vegetale per favorire l'inerbimento.

Il volume compreso fra il piano di campagna ed il piano di posa del rilevato (definito come il piano posto 30 cm al disotto del precedente) sarà eseguito con lo stesso materiale con cui si completerà il rilevato stesso.

I piani di posa in corrispondenza di piazzole o sedi stradali ottenuti per sbancamento ed atti a ricevere la soprastruttura, allorché il terreno di imposta non raggiunge nella costipazione il valore di M_d pari a 30 N/mm^2 , o i piani di posa dei plinti di fondazione il cui terreno costituente è ritenuto non idoneo a seguito di una prova di carico su piastra, devono essere oggetti di trattamento di "bonifica", mediante sostituzione di uno strato di terreno con equivalente in misto granulare arido proveniente da cava di prestito.

Detto materiale deve avere granulometria "B" (pezzatura max 30 mm) come risulta dalla norma CNR-UNI 10006 e deve essere steso a strati e compattato con criteri e modalità già definiti al precedente punto "Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade".

Nel caso di piazzole e strade, la bonifica può ritenersi accettabile quando a costipamento avvenuto viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un M_d di almeno 30 N/mm^2 , da determinarsi mediante prove di carico su piastra - con le modalità già definite in precedenza - con la frequenza di una prova ogni 500 m^2 di area bonificata, o frazione di essa.

Nel caso di plinti di fondazione, per l'accettazione della bonifica devono essere raggiunti i valori di capacità portante corrispondenti ad un M_d di almeno 30 N/mm^2 .

7.4.4. Pavimentazione con materiale arido

Di norma il pacchetto stradale avrà uno spessore complessivo di cm 60 e dovrà essere realizzata con materiale classificato come A1.

I primi 30 cm. a contatto con il terreno naturale, saranno realizzati con materiali provenienti dagli scavi, previa classificazione tipo A1 secondo la classificazione UNI 10006 mentre i rimanenti 30 cm saranno realizzati con misto granulometrico, proveniente da cava, tipo A1 avente dimensioni massima degli inerti pari a 30 mm, rullato fino all'ottenimento di un $M_d > 100 \text{ N/mm}^2$.

75. VERIFICA GEOTECNICA DELLA FONDAZIONE STRADALE

7.5.1. Caratteristiche geometriche delle strade e delle piazzole

Nel seguente capitolo si riportano le teorie di calcolo ed i risultati ottenuti per il dimensionamento di massima del pacchetto stradale sia della viabilità che delle piazzole. Le caratteristiche geometriche delle strade sterrate progettate sono state dettate da esigenze derivanti dall'ingombro dei mezzi eccezionali di trasporto dei componenti gli aerogeneratori che, quindi, hanno vincolato sia dal punto di vista altimetrico che planimetrico il tracciamento degli assi e delle piazzole di montaggio.

7.5.2. Dimensionamento di massima della pavimentazione di strade e piazzole

Per il dimensionamento di massima della pavimentazione si è fatto riferimento al "Metodo di progetto

della road note 29", impiegando l'abaco per il calcolo dello spessore della fondazione. Nota la portanza del sottofondo (CBR di progetto) si può calcolare lo spessore della fondazione in funzione del numero di passaggi di assi da 8,2 t.

Il numero di passaggi normalizzati considerato è di 10^5 . La determinazione dello spessore degli strati della pavimentazione flessibile si ottiene utilizzando il numero di passaggi di un asse standard da 8,2 t sulla corsia di progetto durante la vita utile.

Si determina il valore dello spessore della fondazione in funzione del numero dei passaggi e del parametro caratteristico del CBR. A tal fine si usa il seguente abaco:

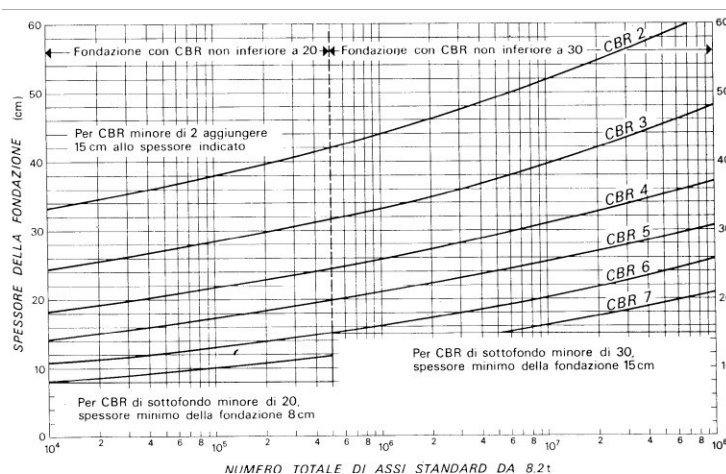


Fig. 15 – Diagramma per la determinazione dello spessore dello strato di fondazione

Dall'esame del grafico si evince che, anche nel caso di valori CBR bassi, lo spessore della pavimentazione non supera i 60 cm, valore preso a riferimento dalla progettazione stradale.

In fase di esecuzione si faranno apposite prove su piastra per verificare la validità dello spessore di
Opere idrauliche

La durabilità delle strade e delle piazzole di un parco eolico è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

La viabilità esistente sarà interessata da un'analisi dello stato di consistenza delle opere idrauliche già presenti: laddove necessario, tali opere idrauliche verranno ripristinate e/o riprogettate per garantire la corretta raccolta ed allontanamento delle acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti.

Le acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti verranno raccolte ed allontanate dalle opere idrauliche in progetto.

La tipologia di strade da realizzarsi permette di affermare che non vi è alcuna modifica apprezzabile dell'equilibrio della circolazione idrica superficiale preesistente. Le opere idrauliche tendono da una parte a garantire l'equilibrio idrico e dall'altra a mantenere agibili le suddette strade.

I fossi di guardia, a sezione trapezoidale, hanno un duplice ruolo di protezione della scarpata lungo

la sede stradale e di allontanamento delle acque dalla sede stradale agli impluvi naturali.

Nel primo caso, i fossi di guardia sono posti alla base della scarpata nel caso di sezione stradale in rilevato, mentre sono in testa alla scarpata nel caso di sezione in trincea.

Pur trattandosi di opere idrauliche modeste si è preferito non tralasciare nulla e supportare le scelte progettuali da appositi calcoli idraulici riportati nella apposita Relazione idrologica-idraulica NULPDR15.

8. INTERFERENZE

Di seguito una tabella riepilogativa con le interferenze riscontrate lungo il tracciato dei cavidotti. Si tratta di interferenze con i manufatti idraulici di attraversamento stradale che verranno risolti in toc.

| TIPOLOGIA INTERFERENZA | TIPOLOGIA DI INTERVENTO | POSIZIONE | COORDINATE |
|--|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Interferenza 1 - PONTICELLO | Mediante TOC | S.P.17 | E= 4522393.98 N= 477282.03 |
| Interferenza 2 - Attraversamento idraulico | Mediante TOC | S.P.17 | E= 4521201.50 N= 477806.96 |
| Interferenza 3 - Attraversamento idraulico | Mediante TOC | S.P.17 | E= 4520788.31 N= 478075.77 |
| Interferenza 4 - Attraversamento idraulico | Mediante TOC | S.P.17 | E= 4520555.28 N= 478309.49 |
| Interferenza 5 - Attraversamento idraulico | Mediante TOC | S.P.17 | E= 4520460.09 N= 478363.90 |
| Interferenza 6 - Attraversamento idraulico | Mediante TOC | S.P.17 | E= 4520252.94 N= 478466.88 |
| Interferenza 7 - Attraversamento idraulico | Mediante TOC | S.P.17 | E= 4520029.71 N= 478561.98 |
| Interferenza 8 - Attraversamento idraulico | Mediante TOC | Strada vicinale Bacchileddos | E= 4520564.25 N= 478616.16 |
| Interferenza 9 - Attraversamento idraulico | Mediante TOC | Strada vicinale Bacchileddos | E= 4520391.98 N= 478581.82 |
| Interferenza 10 - Attraversamento idraulico | Mediante TOC | Strada vicinale S'Ena de S'Aghedu | E= 4519300.56 N= 478782.99 |
| Interferenza 11 - Attraversamento idraulico | Mediante TOC | Strada Località Ruspina | E= 4519107.83 N= 479998.83 |



Foto 1- interferenza n 1.

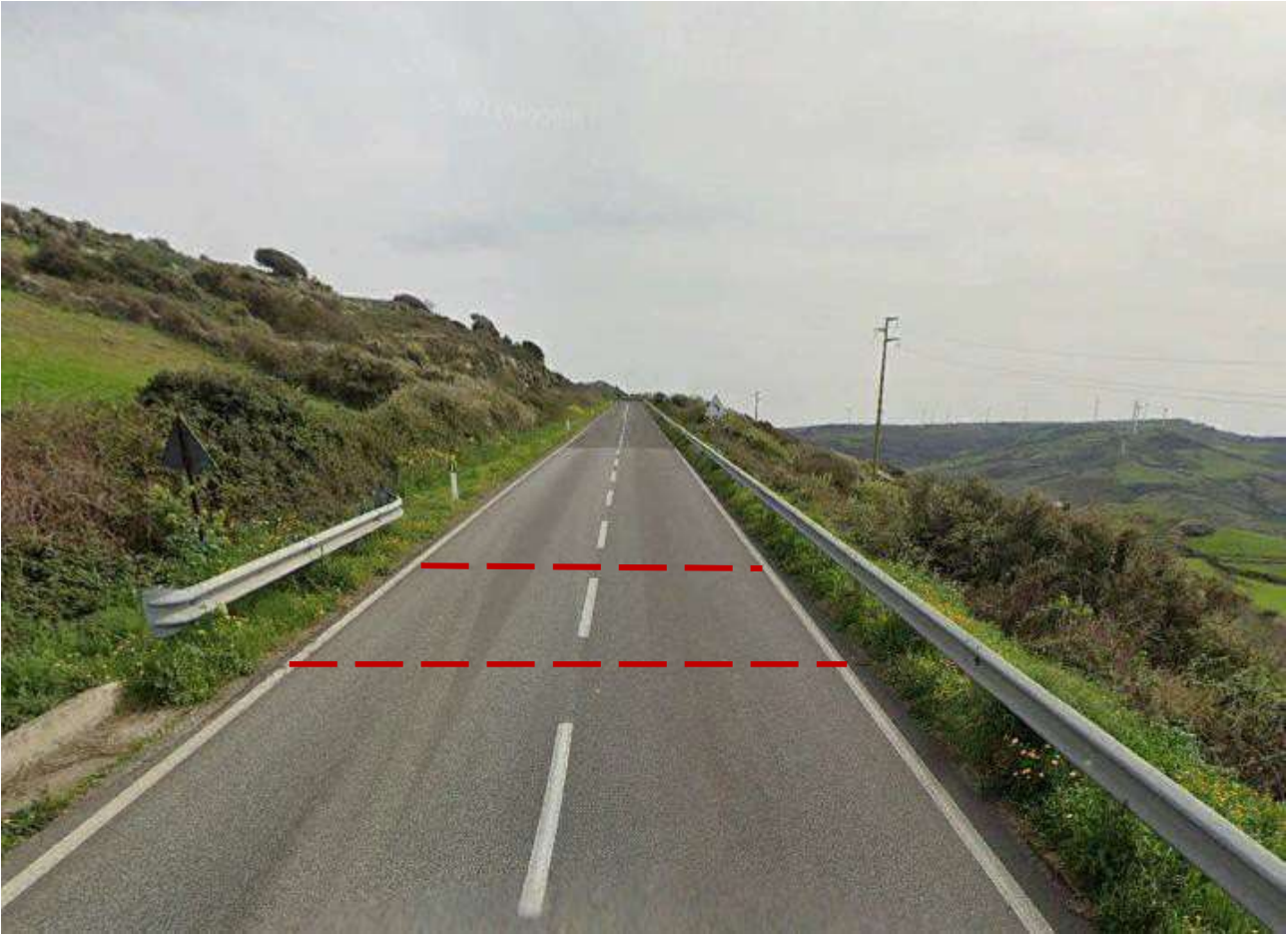


Foto 2– Interferenza n 2.

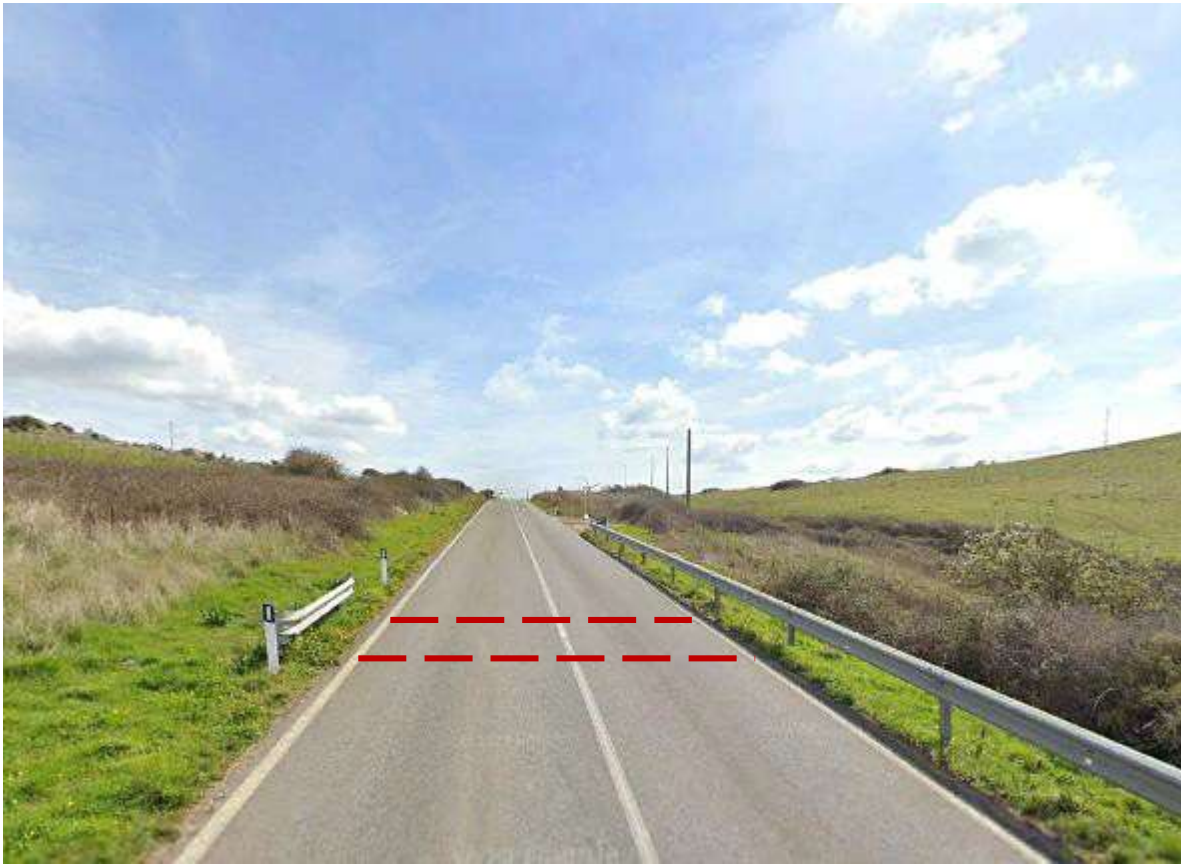


Foto 3– Interferenza n 3

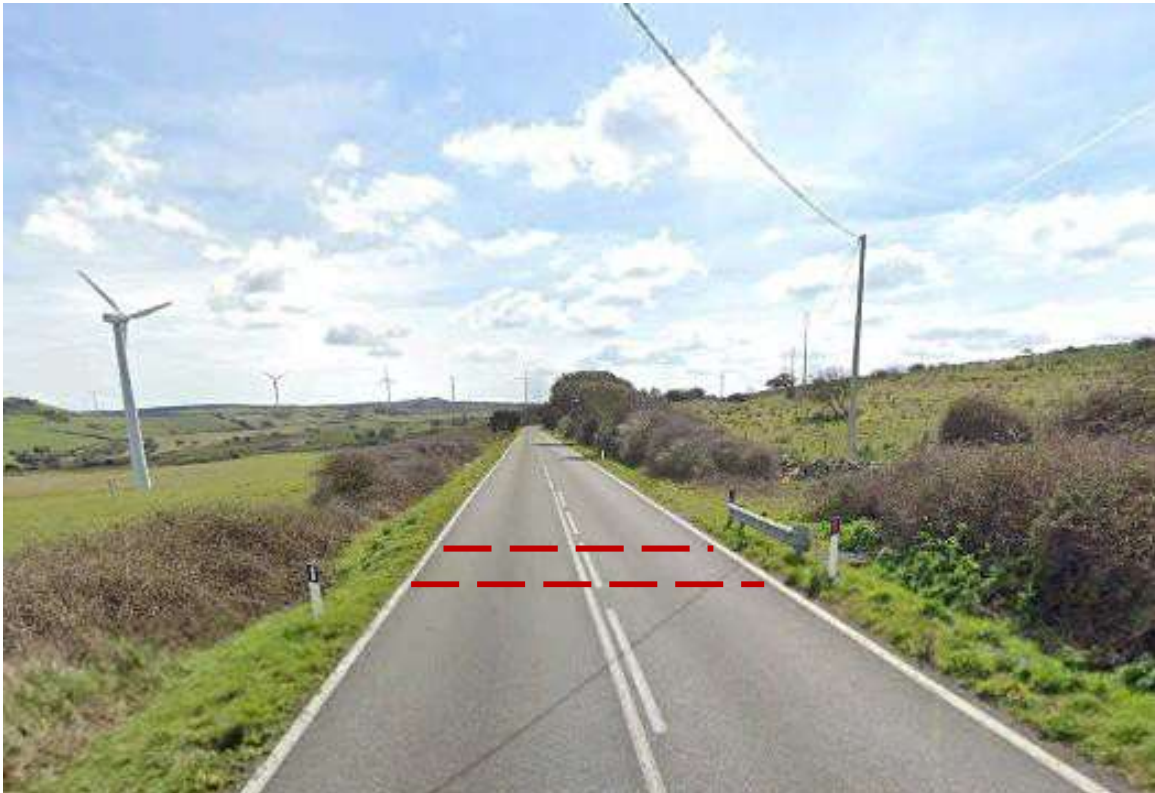


Foto 4- Interferenza n 4.

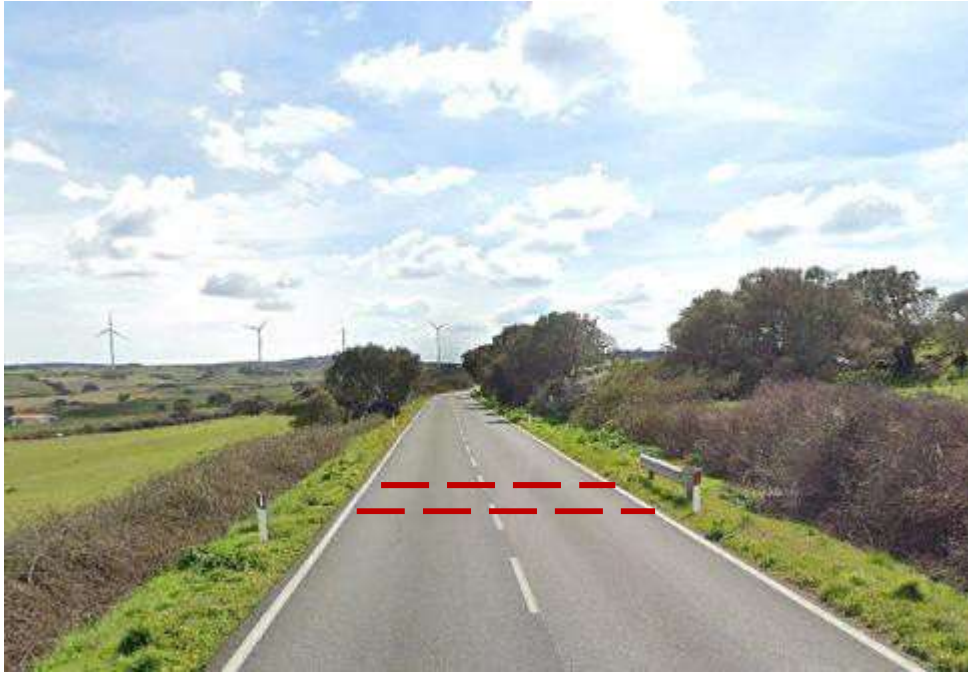


Foto 5– Interferenza n 5.

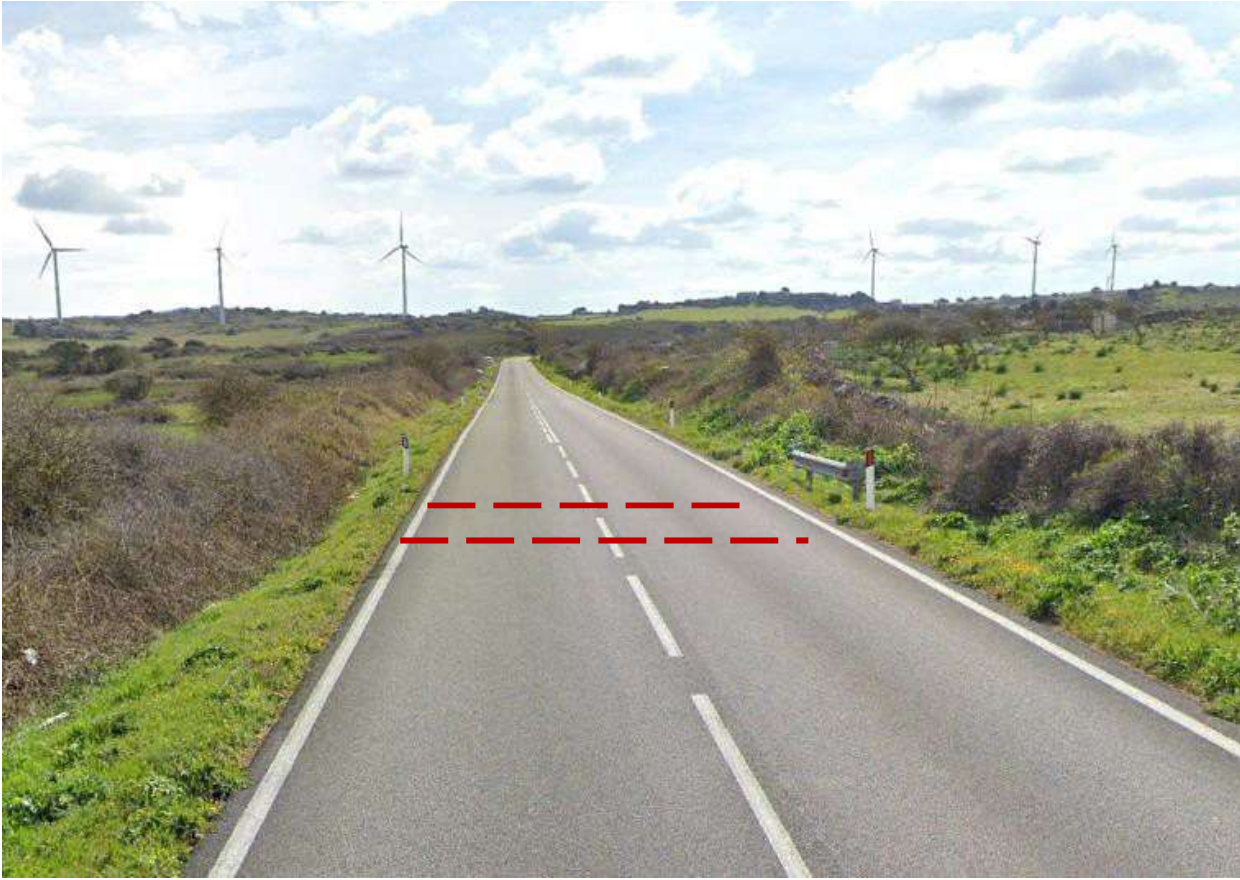


Foto 6– Interferenza n.6.

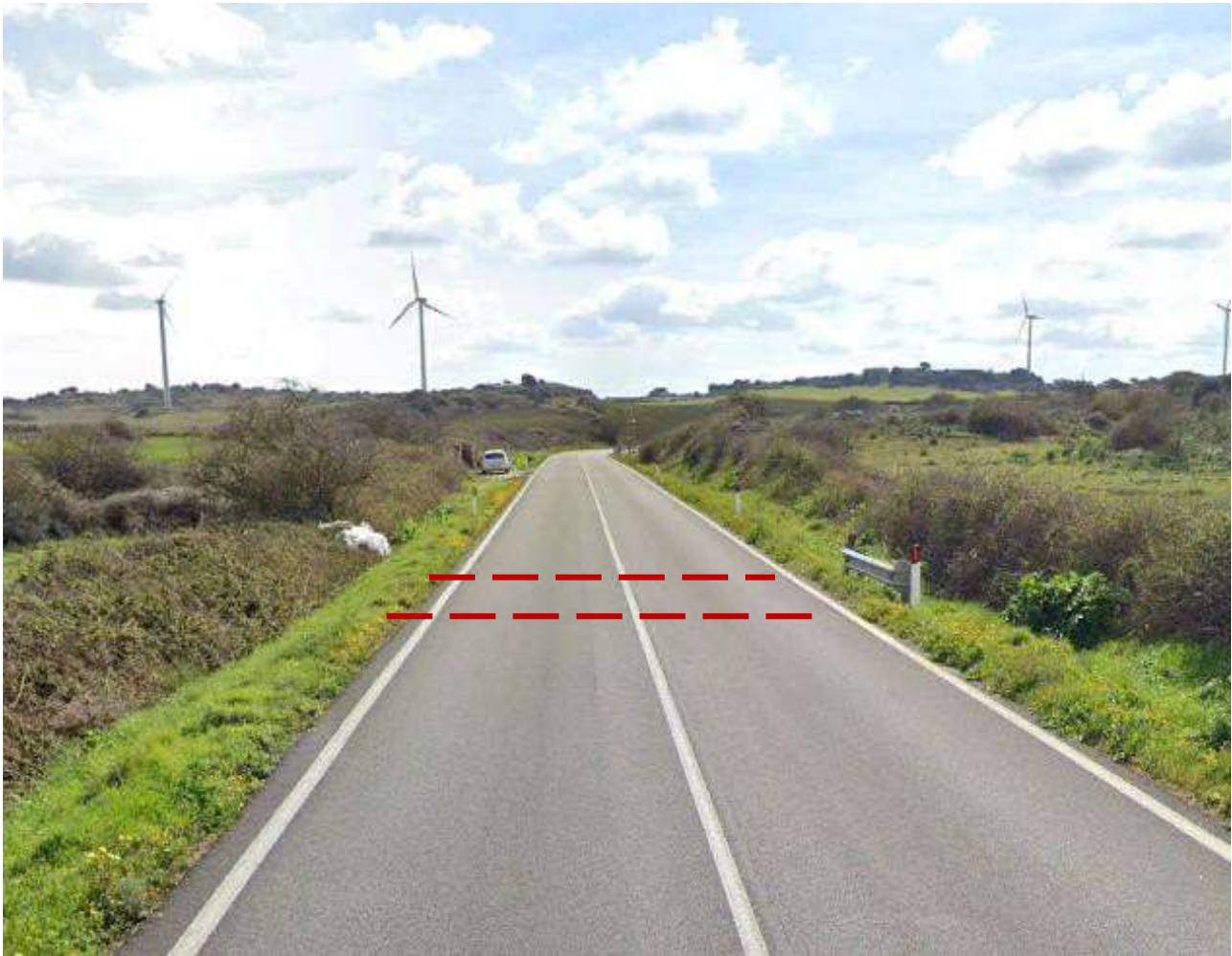
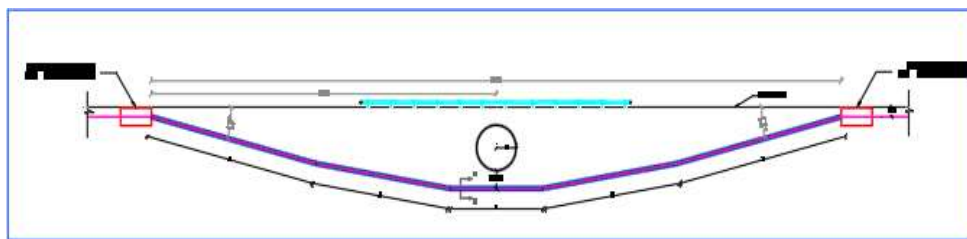
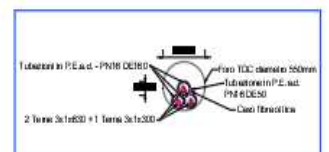


Foto 7- Interferenza n 7.



Sezione attraversamento in TOC - scala 1:200



Sezione Trasversale TOC - scala 1:20

Fig. 16 Schema tipo di risoluzione interferenze mediante Toc

9. CAVIDOTTI

9.1. GENERALITÀ

Il parco eolico avrà una potenza complessiva di 48,00 MW, data dalla somma delle potenze elettriche di 8 aerogeneratori della potenza unitaria massima di 6,00 MW. Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono collegati fra di loro in tre gruppi di cui uno da 2 aerogeneratori e due da tre, costituendo così n. 3 distinti sottocampi, come di seguito meglio rappresentato.

| Sottocampo | Aerogeneratori | Potenza | Comune |
|------------|-----------------|----------|--------|
| LINEA 1 | NU2-NU1-SSE | 12,00 MW | Nulvi |
| LINEA 2 | NU5-NU4-NU3-SSE | 18,00 MW | Nulvi |
| LINEA 3 | NU8-NU7-NU6-SSE | 18,00 MW | Nulvi |

Tab. 13

9.2. SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE

L'immagine di seguito riportata mostra lo schema elettrico del parco eolico, con evidenza dei sottocampi e delle linee di collegamento. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato NUL-PD-T30.

PARCO EOLICO NULVI 48 MW

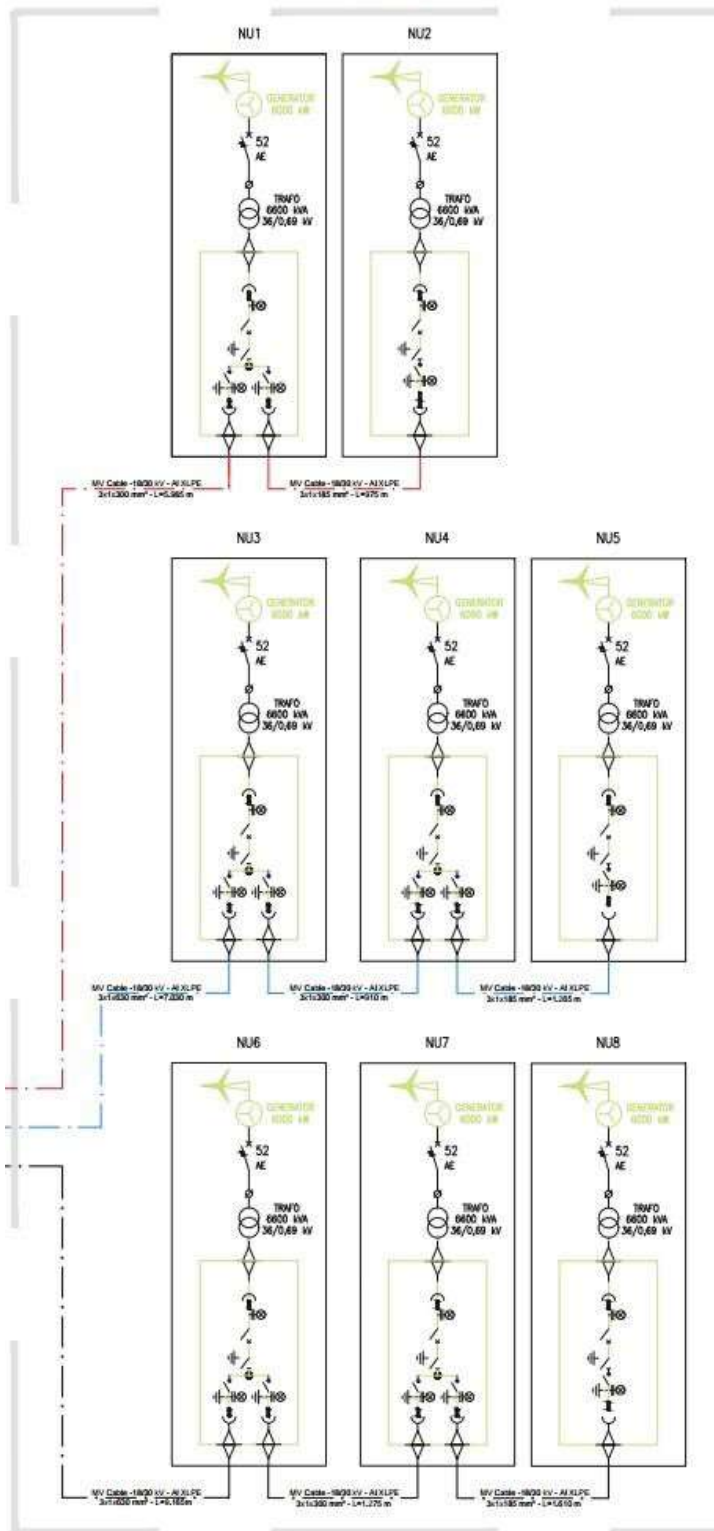


Fig. 17- schema unifilare

93. LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO

Coerentemente con la suddivisione in sottocampi di cui al precedente paragrafo, l'intero sistema di raccolta dell'energia dagli aerogeneratori verso la Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) 150/30 kV è articolato su n.3 distinte linee elettriche a 30 kV, una per ciascun sottocampo. Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a 630mm².

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sottocampo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato MT 30 kV, di sezione crescente dal primo all'ultimo aerogeneratore. Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSEU, saranno del tipo standard con schermo elettrico.

Nella tabella che segue si riporta calcolo preliminare delle linee elettriche di collegamento da rivalutare in fase esecutiva.

| LINEA | PARTENZA | ARRIVO | Sezione cavo [mm ²] | Lunghezza cavo [m] | Potenza attiva [MW] |
|----------------------------|----------|--------|---------------------------------|--------------------|---------------------|
| CIRCUITO 1 | NU2 | NU1 | 3x1x185 | 975 | 6 |
| | NU1 | SSE | 3x1x300 | 5.985 | 12 |
| CIRCUITO 2 | NU5 | NU4 | 3x1x185 | 1.265 | 6 |
| | NU4 | NU3 | 3x1x300 | 910 | 12 |
| | NU3 | SSE | 3x1x630 | 7.030 | 18 |
| CIRCUITO 3 | NU8 | NU7 | 3x1x185 | 1.610 | 6 |
| | NU7 | NU6 | 3x1x300 | 1.275 | 12 |
| | NU6 | SSE | 3x1x630 | 9.165 | 18 |
| POTENZA COMPLESSIVA | | | | | 48,000 |

Tab. 14

In generale, per tutte le linee elettriche saranno collocate ad una profondità minima di 1,10 m ed inglobati in uno strato di sabbia di 40 cm di spessore, mentre il cavo equipotenziale (corda di rame) sarà posato a una profondità di 1,20 m (fondo dello scavo).

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti

relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa. Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato grafico NUL-PD-T29.

94. NUMERO DI TERNE PER SCAVO

Dagli elaborati grafici costituenti il presente progetto è stato ricavato il numero di cavi di media tensione presenti nella stessa trincea. A scopo cautelativo, per ciascuna tratta di collegamento si è preso quale valore di riferimento quello pari al numero massimo di cavi presenti in parallelo lungo tutta la tratta, ottenendo così un margine di sovradimensionamento rispetto alle effettive condizioni di esercizio. La tabella che segue mostra per ciascuna tratta la consistenza dei parallelismi.

| LINEA | PARTENZA | ARRIVO | Sezione cavo [mm ²] | Lunghezza cavo [m] | Potenza attiva [MW] | N. circuiti nella sez. di scavo |
|----------------------------|----------|--------|---------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------------|
| CIRCUITO 1 | NU2 | NU1 | 3x1x185 | 975 | 6 | 2 |
| | NU1 | SSE | 3x1x300 | 5.985 | 12 | 3 |
| CIRCUITO 2 | NU5 | NU4 | 3x1x185 | 1.265 | 6 | 2 |
| | NU4 | NU3 | 3x1x300 | 910 | 12 | 2 |
| | NU3 | SSE | 3x1x630 | 7.030 | 18 | 3 |
| CIRCUITO 3 | NU8 | NU7 | 3x1x185 | 1.610 | 6 | 2 |
| | NU7 | NU6 | 3x1x300 | 1.275 | 12 | 2 |
| | NU6 | SSE | 3x1x630 | 9.165 | 18 | 3 |
| POTENZA COMPLESSIVA | | | | | 48,000 | |

Tab. 15

Per ciascuna tratta, sulla base del numero di circuiti installati sullo stesso piano, sono stati applicati i seguenti fattori correttivi **K2**

| | Distanza fra i circuiti 0,20m | | |
|--------------|-------------------------------|------|------|
| N. circuiti | 1 | 2 | 3 |
| Coefficiente | 1,00 | 0,90 | 0,85 |

Tab. 16

Considerata la tipologia di posa, ossia direttamente interrata ad una profondità minima di 1,10 m ed inglobati in uno strato di sabbia di 40 cm di spessore, non occorre applicare alcun fattore correttivo alla portata (1,20 m fondoscavo).

Si considerano infatti trascurabili le brevi tratte di posa in tubazione interrata relative a particolari attraversamenti, il cui effetto risulta di modesta entità.

A maggior salvaguardia, in corrispondenza di tali attraversamenti, la distanza fra le tubazioni interrate verrà aumentata sino a 0,5 m, così da potersi considerare validi gli stessi coefficienti di cui al paragrafo precedente, come previsto dalla norma CEI 11-17 allegato B tab. III.

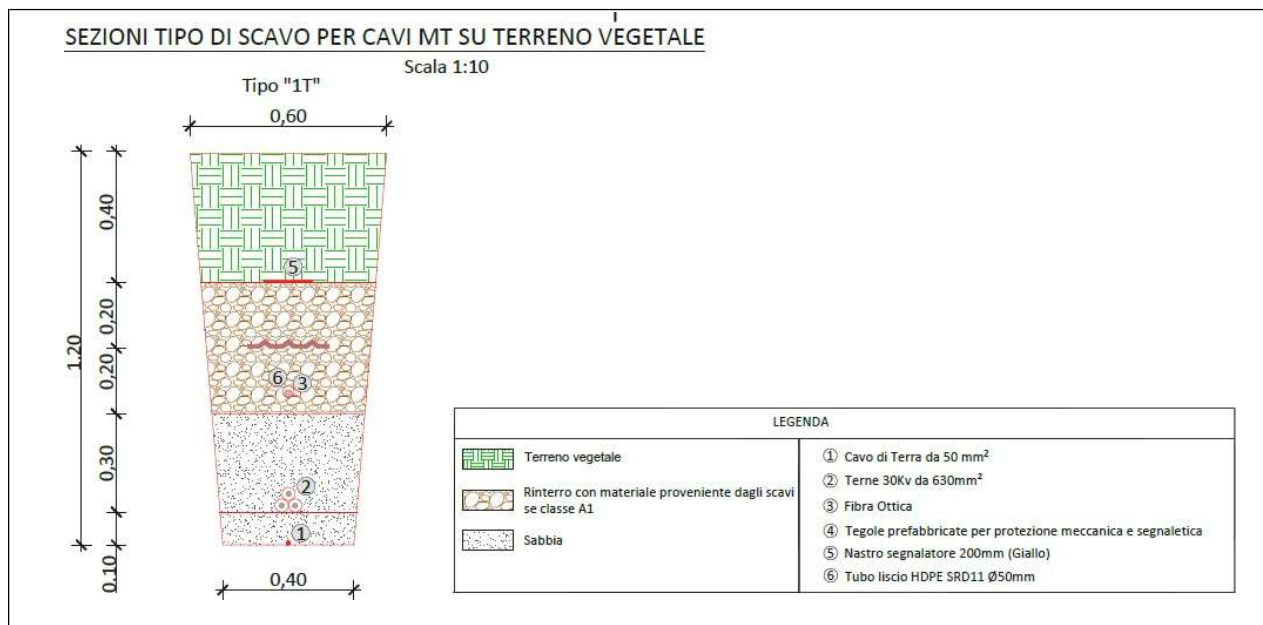
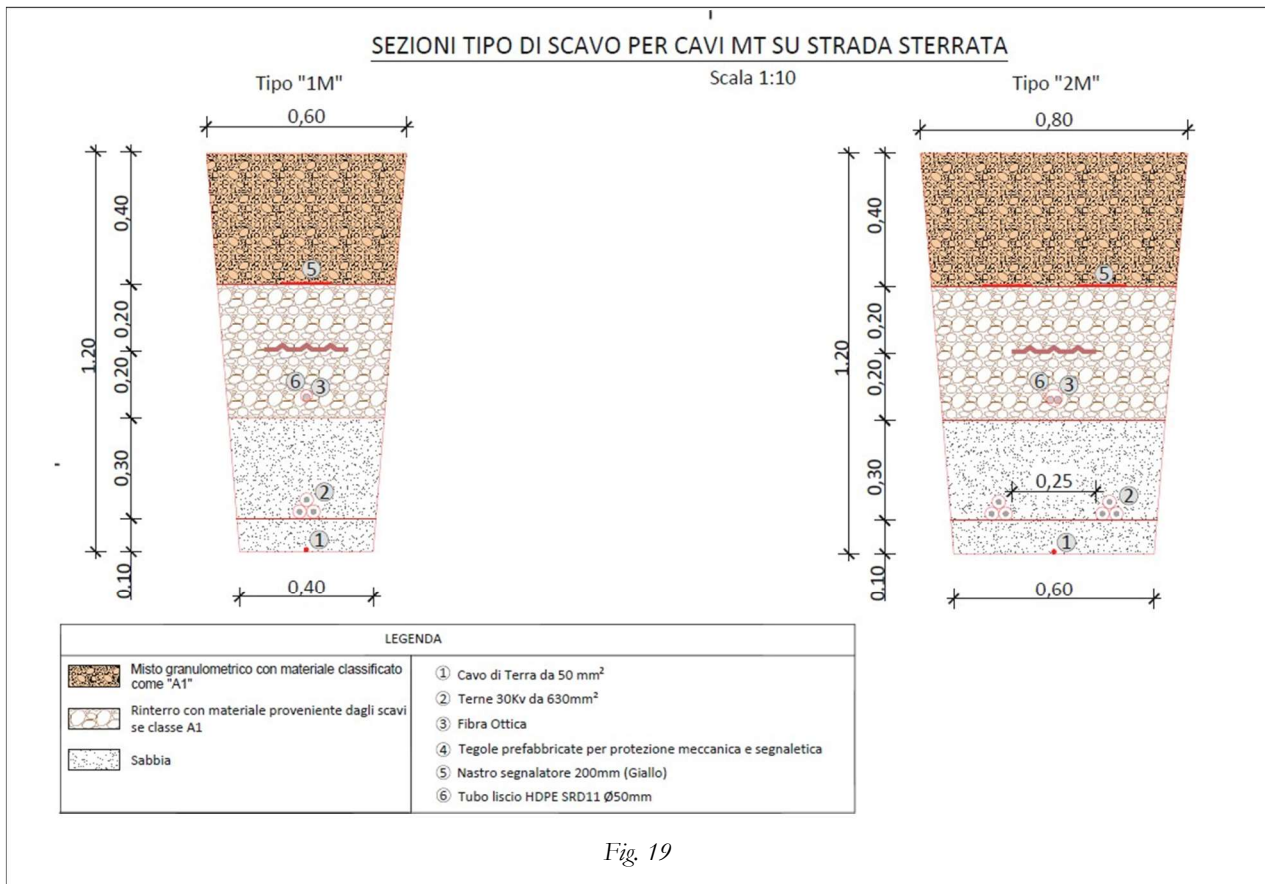
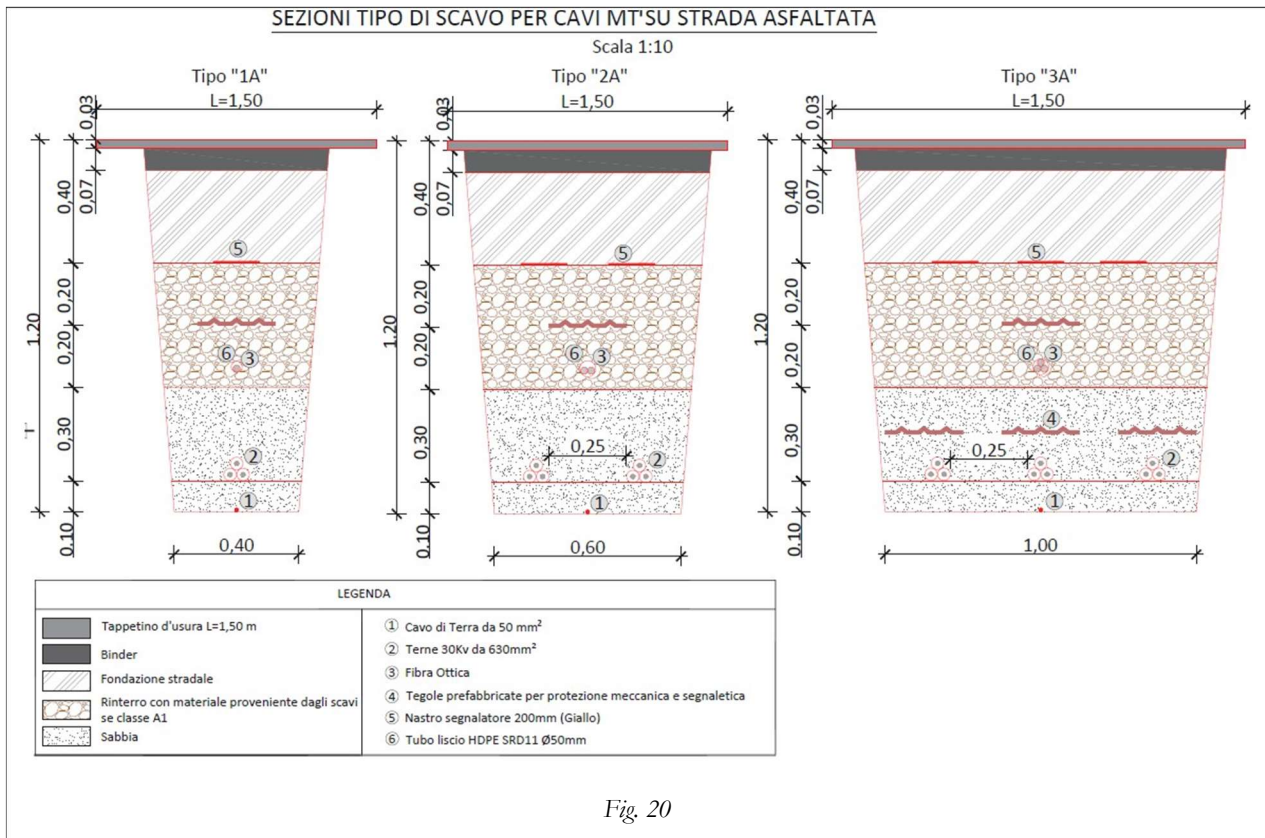


Fig. 18





95. PROFONDITÀ DI POSA

In generale, per tutte le linee elettriche, saranno collocate ad una profondità minima di 1,10 m ed inglobati in uno strato di sabbia di 40 cm di spessore, mentre il cavo equipotenziale (corda di rame) sarà posato a una profondità di 1,20 m (fondo dello scavo).

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

| | Cavi con isolamento in XLPE | | | |
|---------------------|-----------------------------|------|------|-------------|
| Profondità posa (m) | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,2 |
| Coefficiente | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,96 |

Tab.17

Considerando il valore di posa di 1,20 m, si è ricavato per interpolazione il valore del coefficiente correttivo, che risulta **K3 = 0,96**.

10. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT

Nel presente capitolo si darà descrizione della stazione di trasformazione AT/MT a servizio dell'impianto eolico in oggetto, dando evidenza delle caratteristiche delle principali componenti elettriche necessarie all'innalzamento di tensione, delle opere elettriche accessorie, della rete di terra, nonché delle opere civili necessarie alla realizzazione dell'opera.

10.1. UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso la Sottostazione Elettrica di Utente (SSE) in progetto nel Comune di Tergu, in provincia di Sassari in località Case Addis nei pressi del Monte Lu Pabizzone (particelle n.402 del foglio 2), per la trasformazione e la consegna dell'energia elettrica alla rete di trasmissione nazionale presso la Stazione Terna "Tergu".

La Sottostazione interessa un'area di forma rettangolare di larghezza pari a circa 29.60 m e di lunghezza pari a circa 41,40 m, interamente recintata accessibile e tramite un cancello carrabile largo 7,00 m. Il sito è accessibile dalla SP17 ed un tratto di strada vicinale che sarà realizzata per l'accesso alla Stazione.

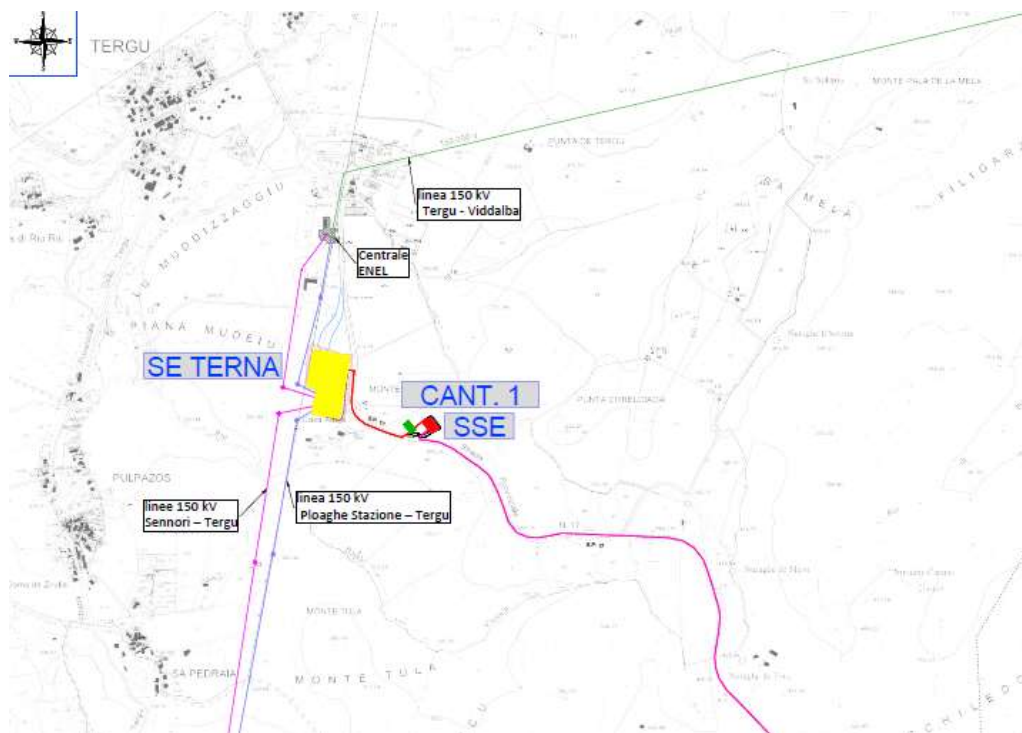


Fig. 21

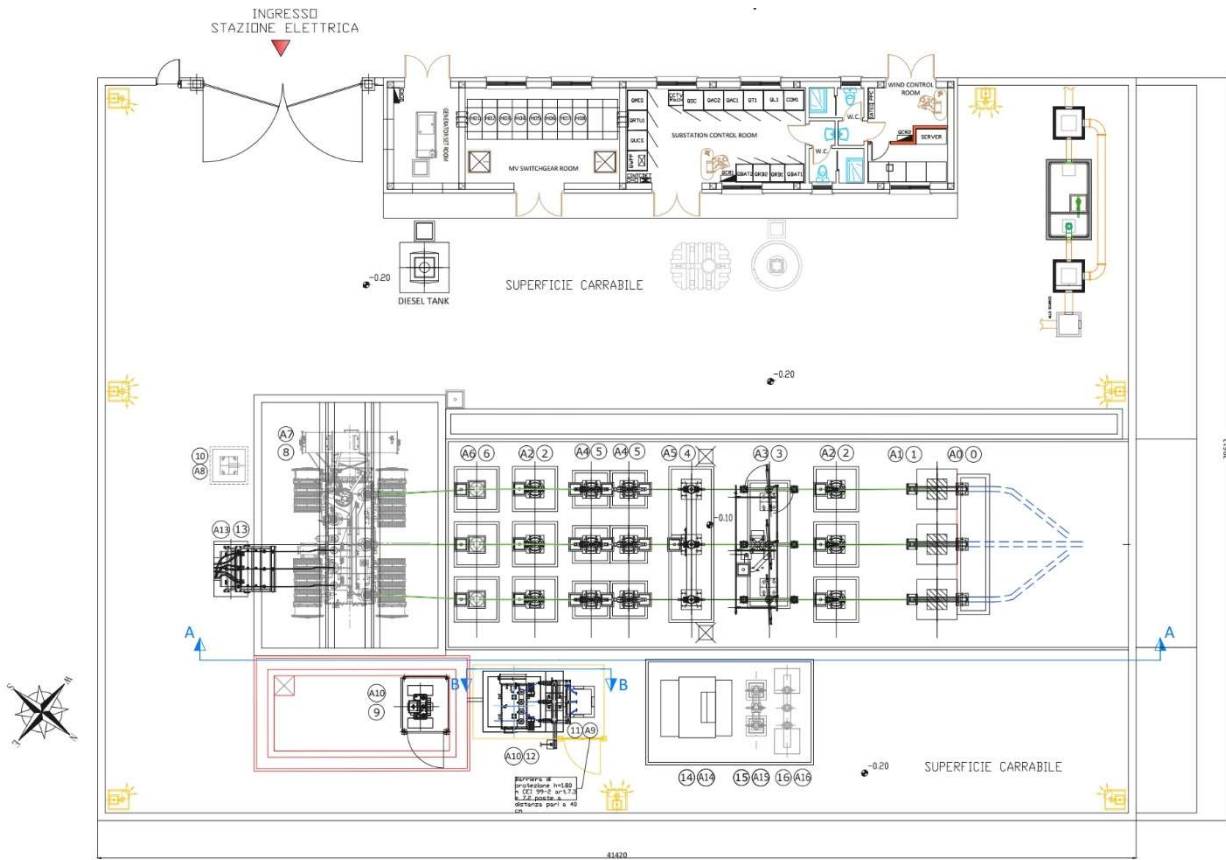


Fig. 22 Vista stazione utente

102. SISTEMA DI CONNESSIONA ALLA RETE RTN

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede (Codice Pratica Terna 201900633) che l'impianto venga collegato in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di smistamento della RTN a 150 kV, da inserire in entra – esce alle linee 150 kV “Sennori – Tergu” e “Ploaghe Stazione – Tergu.

103. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE

La SSE Utente 30/150 kV prevede uno stallo per l'accumulo e la trasformazione dell'energia proveniente dagli impianti dei produttori.

Gli stalli utente si configurano mediante:

- n. 1 Terminali Cavo AT
- n. 3 Scaricatori AT
- n. 1 terna di trasformatori di tensione induttivi per esterno con n. 4 nuclei secondari per misure e protezioni.
- n. 1 sezionatore orizzontale di linea e lame di messa a terra, completo dei due comandi motorizzati,
- n. 1 interruttore tripolare per esterno in SF6;
- n. 2 terne di trasformatori di corrente unipolari isolati in olio con n. 4 nuclei secondari e n. 2 nuclei secondari, rispettivamente per la protezione e la misura fiscale;
- n. 1 terna di trasformatori di tensione induttivi per misure fiscali con n. 2 nuclei secondari;
- n. 1 terna di scaricatori di sovratensione per esterno ad ossido di zinco con conta scariche;
- n. 1 trasformatore MT/AT da 30/45 MVA (ONAN/ONAF)).

In linea generale, tutte le apparecchiature ed i componenti AT di stazione sono progettati per supportare la tensione massima nominale a frequenza di rete a 150kV, cui si collegano e devono essere conformi alla specifica tecnica Terna “Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazione elettriche della RTN” dove sono riportate le caratteristiche più in dettaglio. Tutte le caratteristiche riportate rappresentano i minimi richiesti. Inoltre, le apparecchiature AT saranno posizionate in accordo con la norma CEI EN 61936-1 e con le specifiche Terna, rispettando in particolare i seguenti requisiti:

- altezza minima da terra delle parti in tensione: 4500 mm
- distanza minima tra gli assi delle fasi delle apparecchiature: 2200 mm.

L'impianto sarà completato dalla sezione MT/BT, composta da:

- quadro MT per produttore 30kV (uno per ciascuna sezione),
- quadro MT generale 30kV (uno per ciascuna sezione), completi di:
 - Scomparti di sezionamento linee di campo
 - Scomparti misure

- Scomparti protezione generale
- Scomparti trafo ausiliari
- Scomparti protezione di riserva
- Trasformatori MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV
- Quadri servizi ausiliari
- Quadri misuratori fiscali
- Sistema di monitoraggio e controllo.

All'interno dell'area recintata della sottostazione elettrica sarà ubicata un edificio di comando suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri MT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, locali di servizio, ecc....

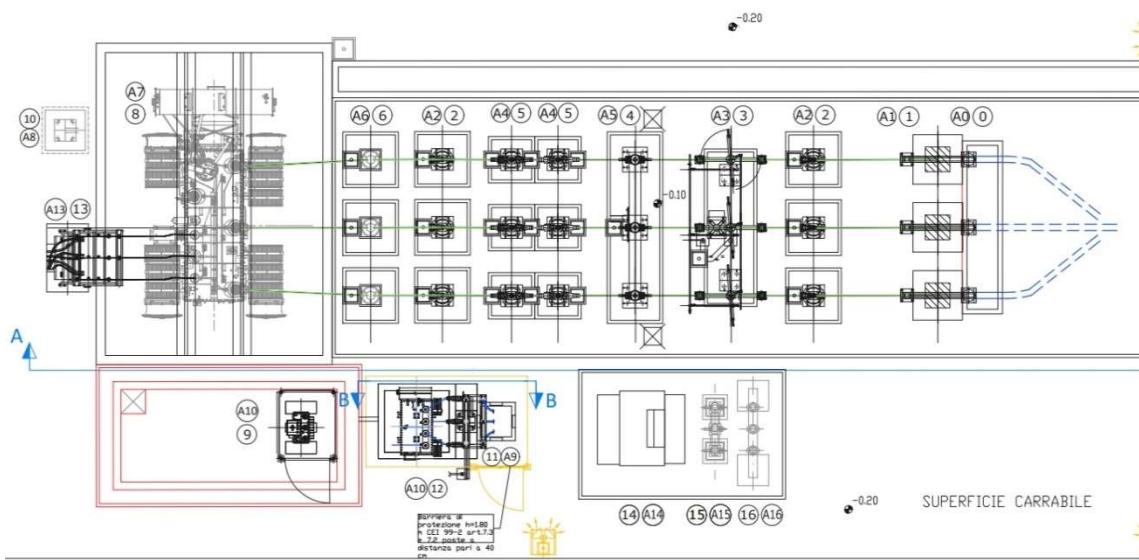


Fig. 23

10.4. EDIFICIO SSEU

Presso la sottostazione verrà realizzato un edificio destinato a locali tecnici e uffici, avente un ingombro in pianta di 22,95 x 4,65 m, nel quale verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT, nonché i quadri ausiliari.

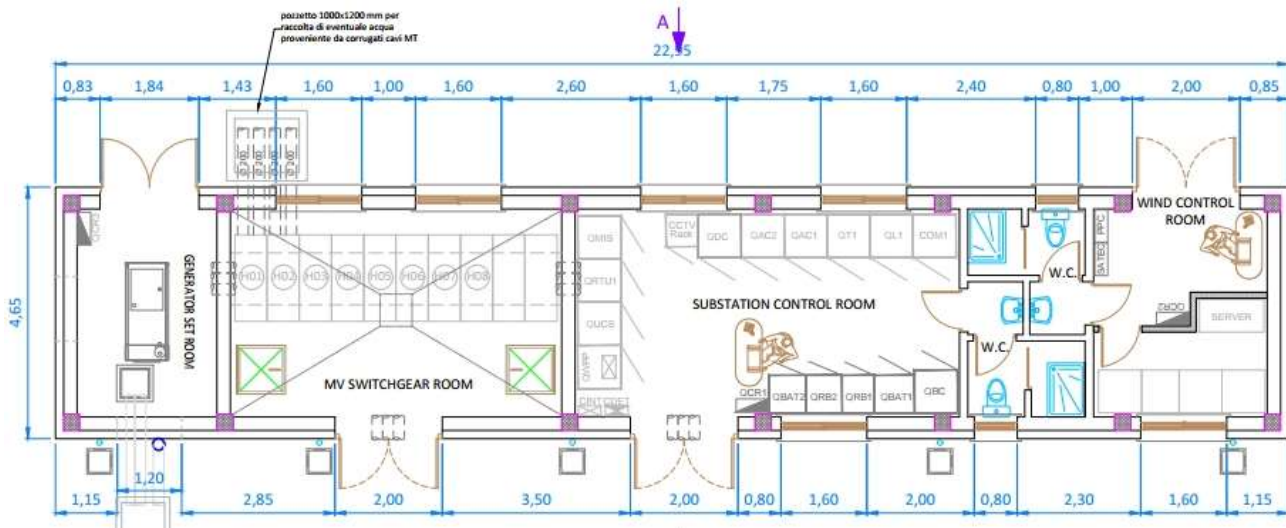


Fig. 24 Layout edificio produttore presso SSE

L'edificio è articolato in più locali interni, adibiti a:

- Locale misure;
- Locale quadri BT;
- Locale Gruppo Elettrogeno;
- Locale quadri MT generale e trafo ausiliari;

L'edificio è strutturalmente intelaiato con travi e pilastri e con fondazioni a travi rovesce.

Esso sarà completo di tutti gli impianti elettrici civili interni (illuminazione e prese).

10.5. OPERE CIVILI

Di seguito le principali opere civili previste in progetto:

- Scavo di sbancamento per una profondità di 80 cm da piano di calpestio finale;
- Eventuali opere strutturali necessarie alla site preparation
- Realizzazione della rete di terra (vedasi par. 4.6);
- Realizzazione della rete idraulica di smaltimento acque bianche;
- Realizzazione fondazioni in c.a. per apparecchiature AT;
- Sistemazione delle aree sottostanti le apparecchiature AT con area inghiaata;
- Realizzazione di sottofondo stradale per lo spessore complessivo di 0,50 cm;
- Finitura aree con conglomerato bituminoso, con strato binder (7 cm) e strato usura (3 cm);
- Realizzazione dell'impianto di illuminazione esterna, con l'installazione di corpi illuminanti LED su pali tronco conici a stelo dritto lungo il perimetro;
- Realizzazione muro perimetrale, del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e

paletti in cls, infissi su fondazione in c.a., per una altezza complessiva fuori terra pari a 2,50 m;

- Realizzazione di un ingresso pedonale e di un carrabile, lungo il muro perimetrale;
- Realizzazione rampa di accesso da pubblica viabilità sino al cancello di ingresso presso la SSE.
- Realizzazione di impianto per acque di prima pioggia con sistema di scarico in trincea drenante.

11. STAZIONE TERNA “TERGU”

L'impianto eolico di EDPR Sardegna S.r.l. avrà una potenza installata di 48.00 MW, ed il proponente ha richiesto a Terna il preventivo di connessione che prevede che la il parco eolico venga collegata in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di smistamento della RTN a 150/36 kV, da inserire in entra – esce alle linee 150 kV “Sennori – Tergu” e “Ploaghe Stazione – Tergu”.

Secondo la STMG rilasciata da Terna, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, si rende necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione ovvero prevedere ulteriori interventi di ampliamento da progettare.

Quindi il sistema di connessione alla rete prevede:

- la nuova Stazione Elettrica di Terna 150/36KV "Tergu"; da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV “Sennori – Tergu” e “Ploaghe Stazione – Tergu”.
- raccordi di connessione AT a 150 kV, tra la stazione 150 KV “Tergu” le linee RTN a 150 kV “Sennori – Tergu” e Ploaghe Stazione – Tergu”.

La Stazione elettrica RTN 150 kV denominata “Tergu” sarà ubicata nel Comune di Tergu, in provincia di Sassari in località Case Addis nei pressi del Monte Lu Pabizzone (particelle n.251, 102 e 57 del foglio 2),

La stazione interessa un'area di forma a L composta da un parte di larghezza pari a circa 119,50 m e di lunghezza pari a circa 119.25 m e una seconda parte di larghezza pari a circa 88,00 m e di lunghezza pari a circa 85 m, interamente recintata e accessibile tramite un cancello carrabile largo 7,00 m di tipo scorrevole ed un cancello pedonale posti sul lato est della stazione stessa. Il sito è accessibile dalla SP17 ed un tratto di strada vicinale che sarà realizzata per l'accesso alla Stazione Terna.

Relativamente ai raccordi aerei AT tra la stazione RTN e le linee AT esistenti, l'intervento consiste nella realizzazione dei nuovi elettrodotti aerei a 150 kV di raccordo tra le due linee esistenti “Sennori – Tergu” e “Tergu – Ploaghe” e la futura Stazione Elettrica di smistamento a 150 kV di Tergu “SE Tergu”.

Gli elettrodotti di raccordo saranno quattro, due per ognuna delle linee attualmente esistenti:

- “Sennori – SE Tergu”
- “SE Tergu – Tergu”
- “SE Tergu – Ploaghe””;
- “Tergu – SE Tergu””.

Si precisa che la progettazione della futura stazione elettrica di Terna 150/36KV "Tergu" e dei relativi raccordi aerei da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV “Sennori – Tergu” e “Ploaghe Stazione – Tergu)”, riportati nella documentazione progettuale, saranno

integrati al seguito del benessere Terna. Inoltre la Stazione ricomprenderà anche una sezione a 36kV, come richiesto dal gestore di rete Terna, da destinarsi a future iniziative..

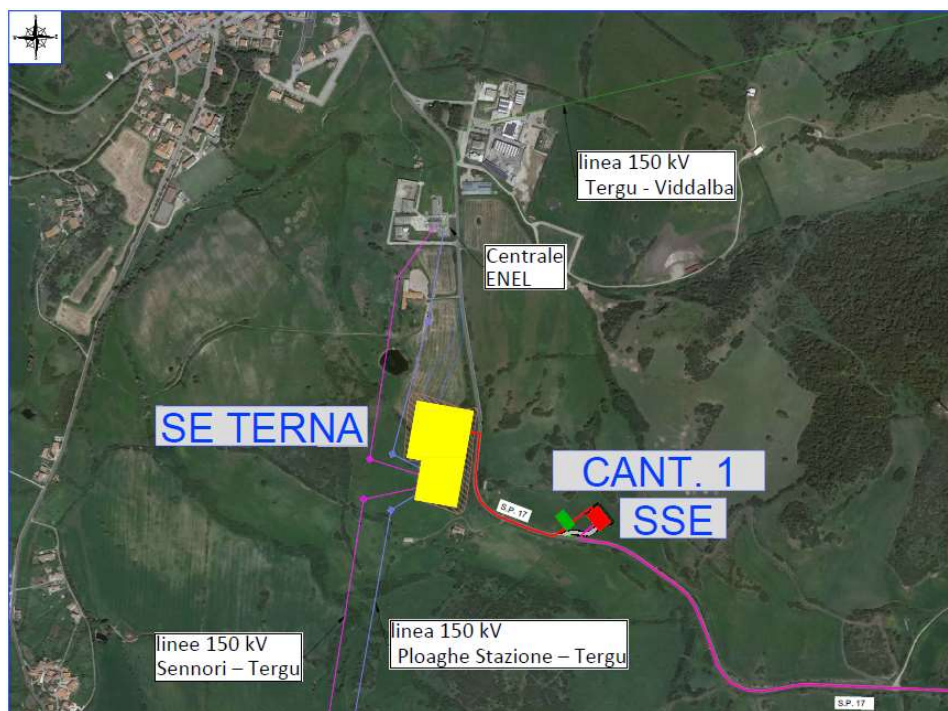


Fig. 25 Inquadramento stazione elettrica Terna "Tergu" e linee AT su ortofoto

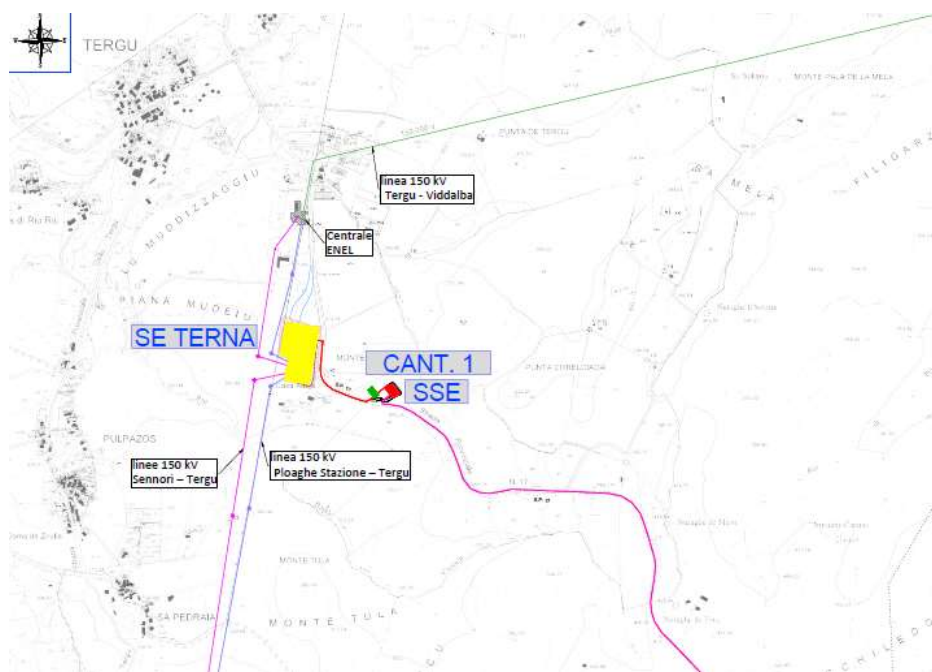


Fig. 26 Inquadramento stazione elettrica Terna "Tergu" e linee AT su ctr



Fig. 27 planimetria stazione elettrica Terna "Tergu" e linee AT