

# REGIONE SICILIA

Provincia di Catania e Enna

COMUNI DI CASTEL DI IUDICA, RAMACCA, RADDUSA E ASSORO

PROGETTO

## POTENZIAMENTO "PARCO ENNESE"



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE



PROGETTISTA



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



OGGETTO DELL'ELABORATO

## RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

| REV. | DATA           | ATTIVITA'       | REDATTO | VERIFICATO | APROVATO |
|------|----------------|-----------------|---------|------------|----------|
| 0    | Settembre 2022 | PRIMA EMISSIONE | VF      | MG         | DG       |
|      |                |                 |         |            |          |
|      |                |                 |         |            |          |

| CODICE PROGETTISTA |  | DATA    | SCALA | FORMATO | FOGLIO  | CODICE COMMITTENTE |       |           |        |      |
|--------------------|--|---------|-------|---------|---------|--------------------|-------|-----------|--------|------|
| REN-PD-R01         |  | 09/2022 | /     | A4      | 1 di 73 | IMP.               | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. |
|                    |  |         |       |         |         |                    |       |           |        |      |

NOME FILE: REN-PD-R01\_Relazione tecnica descrittiva.dwg

Alpiq Wind Italia S.r.l. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. PREMESSA</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>3. IL SITO</b> .....  | <b>11</b> |
| 3.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI.....   | 11        |
| 3.2. DESCRIZIONE GENERALE.....   | 14        |
| <b>4. L'IMPIANTO EOLICO</b> .....  | <b>16</b> |
| 4.1. GENERALITA'.....  | 16        |
| 4.2. LAYOUT IMPIANTO.....  | 17        |
| 4.3. AEROGENERATORI .....  | 17        |
| 4.4. POTENZA INSTALLATA E PRODUCIBILITÀ.....                                     | 20        |
| <b>5. INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI</b> .....                                   | <b>22</b> |
| 5.1. FONDAZIONI AEROGENERATORI .....   | 22        |
| 5.2. PIAZZOLE AEROGENERATORI.....  | 23        |
| 5.3. STRADE DI ACCESSO E VIABILITÀ DI SERVIZIO .....                             | 28        |
| 5.4. OPERE IDRAULICHE .....  | 31        |
| <b>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO</b> .....                       | <b>33</b> |
| <b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b> .....   | <b>37</b> |
| 5.5. RILEVATI E SOVRASTRUTTURE – BONIFICHE E SOTTOFONDI .....                    | 41        |
| 5.5.1. RILEVATI ARIDI E SOPRASTRUTTURE PER PIAZZOLE E STRADE.....                | 41        |
| 5.5.2. SOVRASTRUTTURE PER PIAZZOLE E STRADE.....                                 | 42        |
| 5.5.3. SISTEMAZIONE DEL PIANO DI POSA .....                                      | 42        |
| 5.5.4. PAVIMENTAZIONE CON MATERIALE ARIDO .....                                  | 45        |
| 5.6. VERIFICA GEOTECNICA DELLA FONDAZIONE STRADALE .....                         | 46        |
| 5.6.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE E DELLE PIAZZOLE.....            | 46        |
| 5.6.2. DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DELLA PAVIMENTAZIONE DI STRADE E PIAZZOLE..... | 47        |
| <b>6. OPERE DI INGEGNERIA AMBIENTALE</b> .....                                   | <b>48</b> |
| 6.1. GENERALITÀ.....   | 48        |
| <b>7. OPERE IDRAULICHE</b> .....   | <b>50</b> |
| <b>8. CAVIDOTTI</b> .....  | <b>51</b> |
| 8.1. GENERALITÀ.....   | 51        |
| 8.1. SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE.....   | 51        |
| 8.2. LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO .....                                   | 54        |
| 8.3. SISTEMA DI POSA CAVI.....   | 56        |
| 8.4. FIBRA OTTICA DI COLLEGAMENTO.....   | 60        |
| 8.5. SISTEMA DI TERRA .....  | 60        |
| 8.6. INTERFERENZE DEI CAVIDOTTI .....  | 61        |
| <b>9. ADEGUAMENTO STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT</b> .....                     | <b>64</b> |
| 9.1. UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO.....                                      | 64        |
| 9.2. SISTEMA DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN .....                                  | 64        |
| 1. DESCRIZIONE STATO ATTUALE E OPERE DI ADEGUAMENTO .....                        | 65        |
| 9.3. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE .....                             | 66        |
| 9.4. SERVIZI AUSILIARI.....  | 68        |
| 9.5. RETE DI TERRA .....   | 69        |
| 9.6. PRINCIPALI APPARECCHIATURE IN PROGETTO .....                                | 70        |
| <b>10. CAMPI ELETTRROMAGNETICI E FASCE DI RISPETTO</b> .....                     | <b>73</b> |

## 1. PREMESSA

La società **Alpiq Wind Italia S.r.l.** è proprietaria del parco eolico denominato "Ennese" che ha una potenza complessiva di 70,50 MW e risulta composto da 47 aerogeneratori del tipo ECOTECHNIA 80 aventi una potenza pari a 1,5 MW ciascuno.

Dei 47 aerogeneratori esistenti, 20 unità sono ubicati nel Comune di Ramacca, 9 unità nel Comune di Castel di Judica e 18 unità nel Comune di Raddusa. La sottostazione di consegna dell'energia prodotta alla Rete Elettrica Nazionale è ubicata nel comune di Assoro.

La società Hydro Engineering s.s. è stata incaricata di redigere il progetto definitivo relativo al potenziamento dell'esistente impianto eolico.

Il progetto il potenziamento consiste nella sostituzione dei n°47 aerogeneratori esistenti con 22 nuovi aerogeneratori, ciascuno dei quali di potenza massima pari a 6,6 MW, per una potenza complessiva di 145,20 MW. L'installazione del più moderno tipo di generatore comporterà la consistente riduzione del numero di torri eoliche, dalle 47 esistenti alle 22 proposte, riducendo l'impatto visivo, che talvolta può trasformarsi nel cosiddetto effetto selva.

In relazione al proponente, Alpiq Wind Italia S.r.l., si precisa che:

- il parco esistente è stato autorizzato sulla base della normativa vigente all'epoca, mediante concessione edilizia n.3.2 del 29-11-2004 rilasciata dal Castel di Judica (CT), e rettifica Concessione Edilizia N.20 del 13-07-2006 -Rif. C.E. n. 69 del 22-10-2004- n. 18 del 18-09-2006 rilasciata dal comune di Ramacca (CT) e Concessione Edilizia N.10 del 19-10-2010 -Rettifica CE n.5 dell'010/9/2006 e CE N.32 del 29 Novembre 2004 rilasciata dal Comune di Raddusa (CT) e per la Sottostazione Concessione Edilizia di Lavori Edili Pratica N°4 7593 Variante CE n° 58119 del 14-02-2005 e voltura n° 45012006 del 01-08-2006 rilasciata dal Comune di Assoro (EN) all'allora Società proprietaria EOLO TEMPIO PAUSANIA S.r.l (vedi allegato 1);
- il progetto del parco esistente è, altresì, corredato da un giudizio positivo di compatibilità ambientale, mediante Decreto dell'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana D.R.S. n. 827 del 23.07.04 (vedi allegato 2), intestato alla Società ENERPRO' S.r.l.

Nel complesso il progetto di potenziamento si compone delle seguenti fasi:

- smantellamento dei n°47 aerogeneratori esistenti e la realizzazione di n°22 aerogeneratori, ciascuno di potenza pari a 6,6 MW, per una potenza complessiva di 145,20 MW;
- costruzione di un elettrodotto MT da 30 kV, di collegamento tra gli aerogeneratori e la stazione di trasformazione utente 30/150 kV;
- adeguamento della stazione di trasformazione utente esistente da 21/150 kV a 30/150Kv;

- potenziamento delle linee RTN 150 kV “Dittaino CP – Assoro Sm”, già autorizzato con D.A. n. 233/GAB del 15/11/2021

Il presente documento si propone di fornire una descrizione tecnica del Progetto definitivo dell'impianto eolico, volto al rilascio da parte delle Autorità competenti, delle autorizzazioni e concessioni necessarie alla sua realizzazione.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

### Studio di Impatto Ambientale

Dal punto di vista normativo, lo Studio di Impatto Ambientale, S.I.A., viene redatto ai sensi dell'art. 22 del D. Lgs. 152/2006, Norme in materia ambientale, aggiornato dal D. Lgs. 104/2017. Di seguito quanto riportato dall'art. 22:

1. *Lo studio di impatto ambientale è predisposto dal proponente secondo le indicazioni e i contenuti di cui all'allegato VII alla parte seconda del presente decreto, sulla base del parere espresso dall'autorità competente a seguito della fase di consultazione sulla definizione dei contenuti di cui all'articolo 21, qualora attivata.*
2. *Sono a carico del proponente i costi per la redazione dello studio di impatto ambientale e di tutti i documenti elaborati nelle varie fasi del procedimento.*
3. *Lo studio di impatto ambientale contiene almeno le seguenti informazioni:*
  - a. *una descrizione del progetto, comprendente informazioni relative alla sua ubicazione e concezione, alle sue dimensioni e ad altre sue caratteristiche pertinenti;*
  - b. *una descrizione dei probabili effetti significativi del progetto sull'ambiente, sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio e di dismissione;*
  - c. *una descrizione delle misure previste per evitare, prevenire o ridurre e, possibilmente, compensare i probabili impatti ambientali significativi e negativi;*
  - d. *una descrizione delle alternative ragionevoli prese in esame dal proponente, adeguate al progetto ed alle sue caratteristiche specifiche, compresa l'alternativa zero, con indicazione delle ragioni principali alla base dell'opzione scelta, prendendo in considerazione gli impatti ambientali;*
  - e. *il progetto di monitoraggio dei potenziali impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla realizzazione e dall'esercizio del progetto, che include le responsabilità e le risorse necessarie per la realizzazione e la gestione del monitoraggio;*
  - f. *qualsiasi informazione supplementare di cui all'allegato VII relativa alle caratteristiche peculiari di un progetto specifico o di una tipologia di progetto e dei fattori ambientali che possono subire un pregiudizio.*
4. *Allo studio di impatto ambientale deve essere allegata una sintesi non tecnica delle informazioni di cui al comma 3, predisposta al fine di consentirne un'agevole comprensione da parte del pubblico ed un'agevole riproduzione.*
5. *Per garantire la completezza e la qualità dello studio di impatto ambientale e degli altri elaborati necessari per l'espletamento della fase di valutazione, il proponente:*
  - a. *tiene conto delle conoscenze e dei metodi di valutazione disponibili derivanti da altre valutazioni pertinenti effettuate in conformità della legislazione europea, nazionale o*

- regionale, anche al fine di evitare duplicazioni di valutazioni;*
- b. ha facoltà di accedere ai dati e alle pertinenti informazioni disponibili presso le pubbliche amministrazioni, secondo quanto disposto dalle normative vigenti in materia;*
  - c. cura che la documentazione sia elaborata da esperti con competenze e professionalità specifiche nelle materie afferenti alla valutazione ambientale, e che l'esattezza complessiva della stessa sia attestata da professionisti iscritti agli albi professionali.*

I contenuti dello SIA sono definiti dall'Allegato VII richiamato dal comma 1 del citato art. 22.

Di seguito quanto richiamato dall'Allegato:

**ALLEGATO VII - Contenuti dello Studio di impatto ambientale di cui all'articolo 22.**

- 1. Descrizione del progetto, comprese in particolare:*
  - a. la descrizione dell'ubicazione del progetto, anche in riferimento alle tutele e ai vincoli presenti;*
  - b. una descrizione delle caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto, compresi, ove pertinenti, i lavori di demolizione necessari, nonché delle esigenze di utilizzo del suolo durante le fasi di costruzione e di funzionamento;*
  - c. una descrizione delle principali caratteristiche della fase di funzionamento del progetto e, in particolare dell'eventuale processo produttivo, con l'indicazione, a titolo esemplificativo e non esaustivo, del fabbisogno e del consumo di energia, della natura e delle quantità dei materiali e delle risorse naturali impiegate (quali acqua, territorio, suolo e biodiversità);*
  - d. una valutazione del tipo e della quantità dei residui e delle emissioni previsti, quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, inquinamento dell'acqua, dell'aria, del suolo e del sottosuolo, rumore, vibrazione, luce, calore, radiazione, e della quantità e della tipologia di rifiuti prodotti durante le fasi di costruzione e di funzionamento;*
  - e. la descrizione della tecnica prescelta, con riferimento alle migliori tecniche disponibili a costi non eccessivi, e delle altre tecniche previste per prevenire le emissioni degli impianti e per ridurre l'utilizzo delle risorse naturali, confrontando le tecniche prescelte con le migliori tecniche disponibili.*
- 2. Una descrizione delle principali alternative ragionevoli del progetto (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelle relative alla concezione del progetto, alla tecnologia, all'ubicazione, alle dimensioni e alla portata) prese in esame dal proponente, compresa l'alternativa zero, adeguate al progetto proposto e alle sue caratteristiche specifiche, con indicazione delle principali ragioni della scelta, sotto il profilo dell'impatto ambientale, e la motivazione della scelta progettuale, sotto il profilo dell'impatto ambientale, con una descrizione delle alternative prese in esame e loro comparazione con il progetto presentato.*
- 3. La descrizione degli aspetti pertinenti dello stato attuale dell'ambiente (scenario di base) e una descrizione generale della sua probabile evoluzione in caso di mancata attuazione del progetto, nella misura in cui i cambiamenti naturali rispetto allo scenario di base possano essere valutati con uno sforzo ragionevole in funzione della disponibilità di informazioni ambientali e conoscenze scientifiche.*
- 4. Una descrizione dei fattori specificati all'articolo 5, comma 1, lettera c), del presente decreto potenzialmente soggetti a impatti ambientali dal progetto proposto, con particolare riferimento alla*

*popolazione, salute umana, biodiversità (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, fauna e flora), al territorio (quale, a titolo esemplificativo e non esaustivo, sottrazione del territorio), al suolo (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, erosione, diminuzione di materia organica, compattazione, impermeabilizzazione), all'acqua (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, modificazioni idromorfologiche, quantità e qualità), all'aria, ai fattori climatici (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, emissioni di gas a effetto serra, gli impatti rilevanti per l'adattamento), ai beni materiali, al patrimonio culturale, al patrimonio agroalimentare, al paesaggio, nonché all'interazione tra questi vari fattori.*

5. *Una descrizione dei probabili impatti ambientali rilevanti del progetto proposto, dovuti, tra l'altro:*
  - a. *alla costruzione e all'esercizio del progetto, inclusi, ove pertinenti, i lavori di demolizione;*
  - b. *all'utilizzazione delle risorse naturali, in particolare del territorio, del suolo, delle risorse idriche e della biodiversità, tenendo conto, per quanto possibile, della disponibilità sostenibile di tali risorse;*
  - c. *all'emissione di inquinanti, rumori, vibrazioni, luce, calore, radiazioni, alla creazione di sostanze nocive e allo smaltimento dei rifiuti;*
  - d. *ai rischi per la salute umana, il patrimonio culturale, il paesaggio o l'ambiente (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, in caso di incidenti o di calamità);*
  - e. *al cumulo con gli effetti derivanti da altri progetti esistenti e/o approvati, tenendo conto di eventuali criticità ambientali esistenti, relative all'uso delle risorse naturali e/o ad aree di particolare sensibilità ambientale suscettibili di risentire degli effetti derivanti dal progetto;*
  - f. *all'impatto del progetto sul clima (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, natura ed entità delle emissioni di gas a effetto serra) e alla vulnerabilità del progetto al cambiamento climatico;*
  - g. *alle tecnologie e alle sostanze utilizzate.*

*La descrizione dei possibili impatti ambientali sui fattori specificati all'articolo 5, comma 1, lettera c), del presente decreto include sia effetti diretti che eventuali effetti indiretti, secondari, cumulativi, transfrontalieri, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, positivi e negativi del progetto. La descrizione deve tenere conto degli obiettivi di protezione dell'ambiente stabiliti a livello di Unione o degli Stati membri e pertinenti al progetto.*

6. *La descrizione da parte del proponente dei metodi di previsione utilizzati per individuare e valutare gli impatti ambientali significativi del progetto, incluse informazioni dettagliate sulle difficoltà incontrate nel raccogliere i dati richiesti (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, carenze tecniche o mancanza di conoscenze) nonché sulle principali incertezze riscontrate.*
7. *Una descrizione delle misure previste per evitare, prevenire, ridurre o, se possibile, compensare gli impatti ambientali significativi e negativi identificati del progetto e, ove pertinenti, delle eventuali disposizioni di monitoraggio (quale, a titolo esemplificativo e non esaustivo, la preparazione di un'analisi ex post del progetto). Tale descrizione deve spiegare in che misura gli impatti ambientali significativi e negativi sono evitati, prevenuti, ridotti o compensati e deve riguardare sia le fasi di costruzione che di funzionamento.*
8. *La descrizione degli elementi e dei beni culturali e paesaggistici eventualmente presenti, nonché dell'impatto del progetto su di essi, delle trasformazioni proposte e delle misure di mitigazione e*



*compensazione eventualmente necessarie.*

9. *Una descrizione dei previsti impatti ambientali significativi e negativi del progetto, derivanti dalla vulnerabilità del progetto ai rischi di gravi incidenti e/o calamità che sono pertinenti per il progetto in questione. A tale fine potranno essere utilizzate le informazioni pertinenti disponibili, ottenute sulla base di valutazioni del rischio effettuate in conformità della legislazione dell’Unione (a titolo e non esaustivo la direttiva 2012/18/UE del Parlamento europeo e del Consiglio o la direttiva 2009/71/Euratom del Consiglio), ovvero di valutazioni pertinenti effettuate in conformità della legislazione nazionale, a condizione che siano soddisfatte le prescrizioni del presente decreto. Ove opportuno, tale descrizione dovrebbe comprendere le misure previste per evitare o mitigare gli impatti ambientali significativi e negativi di tali eventi, nonché dettagli riguardanti la preparazione a tali emergenze e la risposta proposta.*
10. *Un riassunto non tecnico delle informazioni trasmesse sulla base dei punti precedenti.*
11. *Un elenco di riferimenti che specifichi le fonti utilizzate per le descrizioni e le valutazioni incluse nello Studio di Impatto Ambientale.*
12. *Un sommario delle eventuali difficoltà, quali lacune tecniche o mancanza di conoscenze, incontrate dal proponente nella raccolta dei dati richiesti e nella previsione degli impatti di cui al punto 5.*

Per la redazione del presente Studio si è tenuto, altresì, conto delle seguenti norme e Piani:

- “Linee Guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili” di cui al D.M. 10 Settembre 2010, e in particolare l’Allegato 4. “Impianti eolici: elementi per il corretto inserimento nel paesaggio e sul territorio” (le Linee Guida sono approvate con Decreto del Presidente della Regione Siciliana, D. Pres., n. 48 del 18 luglio 2012). A titolo esplicativo si richiama quanto citato dall’art. 1 del citato D. Pres.: “*Ai fini del raggiungimento degli obiettivi nazionali derivanti dall’applicazione della direttiva 2009/28/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, trovano immediata applicazione nel territorio della Regione Siciliana le disposizioni di cui al decreto ministeriale 10 settembre 2010 recante «Linee guida per il procedimento di cui all’art. 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», nel rispetto del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28 e delle disposizioni contenute nella legge regionale 30 aprile 1991, n. 10 e successive modifiche ed integrazioni, ferme restando le successive disposizioni e annessa tabella esplicativa*”.
- Decreto del Presidente della Regione Sicilia del 10 ottobre 2017 “Definizione dei criteri ed individuazione delle aree non idonee alla realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica ai sensi dell’art. 1 della legge regionale 20 novembre 2015, n. 29, nonché dell’art. 2 del regolamento recante norme di attuazione dell’art. 105, comma 5, legge regionale 10 maggio 2010, n. 11, approvato con decreto presidenziale 18 luglio 2012, n. 48”.
- “Codice dei Beni Culturali e Ambientali” di cui al D. Lgs. 42/2004 e ss. mm. e ii..
- “Riordino della legislazione in materia forestale e di tutela della vegetazione” di cui alla Legge Regionale n. 16 del 6 aprile 1996 e ss. mm. e ii..



- "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani" di cui al Regio Decreto n. 3267/1923.
- Piano Territoriale Paesaggistico Regionale della Sicilia, P.T.P.R., approvato con D.A. del 21 maggio 1999 su parere favorevole reso dal Comitato Tecnico Scientifico nella seduta del 30 aprile 1996.
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia e ss. mm. e ii., P.A.I., approvato secondo le procedure di cui all'art. 130 della Legge Regionale n. 6 del 3 maggio 2001 "Disposizioni programmatiche e finanziarie per l'anno 2001".
- Piano di Tutela delle Acque, P.T.A., corredato delle variazioni apportate dal Tavolo tecnico delle Acque, approvato definitivamente (art.121 del D. Lgs. 152/06) dal Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche e la Tutela delle Acque - Presidente della Regione Siciliana - con ordinanza n. 333 del 24/12/08.
- Nuovo Piano Energetico Ambientale Regionale Sicilia, approvato con Decreto Presidenziale n. 48 del 18 luglio 2012.

### **Rumore**

- L. 447/95 "Legge Quadro" e successivi decreti attuativi
- DPCM 14/11/1997 sulla "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- DPCM 1/03/1991 sui "Limiti esposizione al rumore ambienti abitativi/esterni".

### **Energie rinnovabili**

- D.Lgs. 387/2003
- D.Lgs. 28/2011

### **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 elettromagnetiche.

#### **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: Norme tecniche sulle costruzioni.

#### **Sicurezza**

- D.LGS 9 Aprile 2008 "Testo unico sulla sicurezza”

### 3. IL SITO

#### 3.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

Gli aerogeneratori (in numero di ventidue) dell'impianto sono denominati con le sigle:

- R-RAM01, R-RAM02..... gli aerogeneratori collocati in agro del Comune di Ramacca in provincia di Catania;
  - R-RAD01, R-RAD02..... gli aerogeneratori collocati in agro del Comune di Raddusa in provincia di Catania;
  - R-CU01, R-CU02..... gli aerogeneratori collocati in agro del Comune di Castel di Judica in provincia di Catania;
- all'interno delle seguenti cartografie e fogli di mappa catastali:
- Fogli IGM in scala 1:25.000 di cui alle seguenti codifiche: 269-III\_NE-Castel di Iudica, 269-III\_NO-Raddusa, 269-IV\_SE-Catenanuova, 269-IV\_SO-Libertinia.
  - CTR in scala 1:10.000, di cui alle seguenti codifiche: 632070, 632080, 632110, 632120.
  - Fogli di mappa nn. 3, 4, 7, 31, 32, 35, 36, 37 del Comune di Ramacca.
  - Fogli di mappa nn. 3, 4, 5, 9 del Comune di Raddusa.
  - Fogli di mappa nn. 8, 9, 16 del Comune di Castel di Judica.

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 degli aerogeneratori:

| WTG     | E          | N           |
|---------|------------|-------------|
| R-RAM01 | 460006.000 | 4153207.000 |
| R-RAM02 | 460096.000 | 4152739.000 |
| R-RAD01 | 461300.000 | 4150940.000 |
| R-RAD02 | 460861.000 | 4150318.000 |
| R-RAD03 | 460682.000 | 4149933.000 |
| R-RAD04 | 460695.000 | 4149491.000 |
| R-RAD05 | 460411.000 | 4149143.000 |
| R-RAD06 | 458997.000 | 4149477.000 |
| R-RAD07 | 459002.000 | 4148992.000 |
| R-RAD08 | 460778.000 | 4147674.000 |
| R-RAD09 | 460677.000 | 4147232.000 |
| R-RAM03 | 465115.000 | 4152651.000 |
| R-RAM04 | 464721.000 | 4150255.000 |
| R-RAM05 | 464831.867 | 4149399.427 |
| R-RAM06 | 465952.000 | 4149334.000 |
| R-RAM07 | 466038.000 | 4148548.000 |
| R-RAM08 | 465519.000 | 4148115.000 |
| R-RAM09 | 465742.000 | 4147413.000 |
| R-CU 01 | 466050.000 | 4152035.000 |
| R-CU 02 | 465801.000 | 4151020.000 |
| R-CU 03 | 467416.843 | 4152641.840 |
| R-CU04  | 467578.644 | 4152225.346 |

Tab. 1 Coordinate aerogeneratori nel sistema UTM 33 WGS84

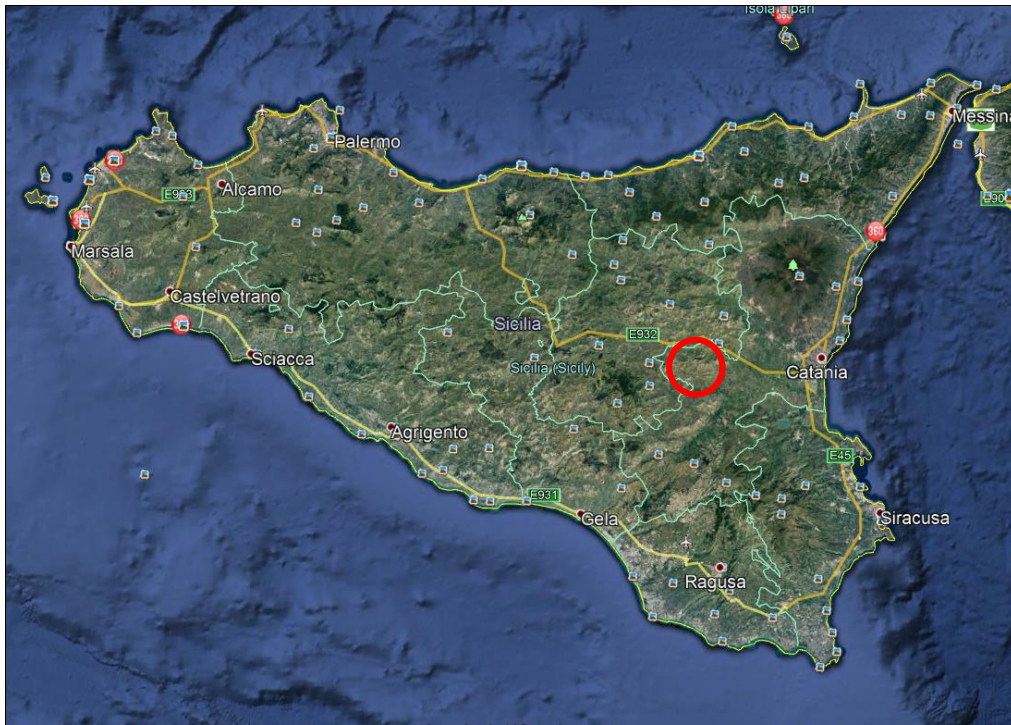


Fig.1 - Ubicazione area di impianto da satellite

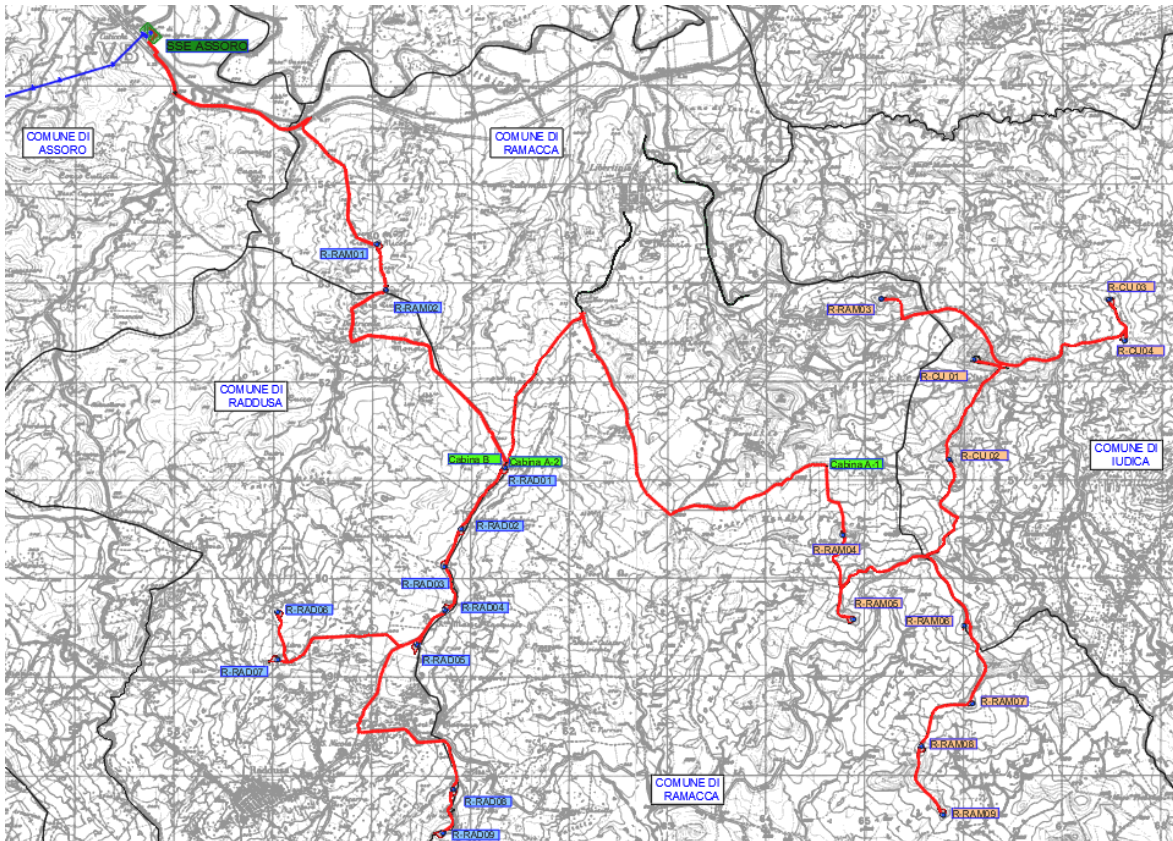


Fig.2a- Inquadramento impianto su IGM 1:25.000



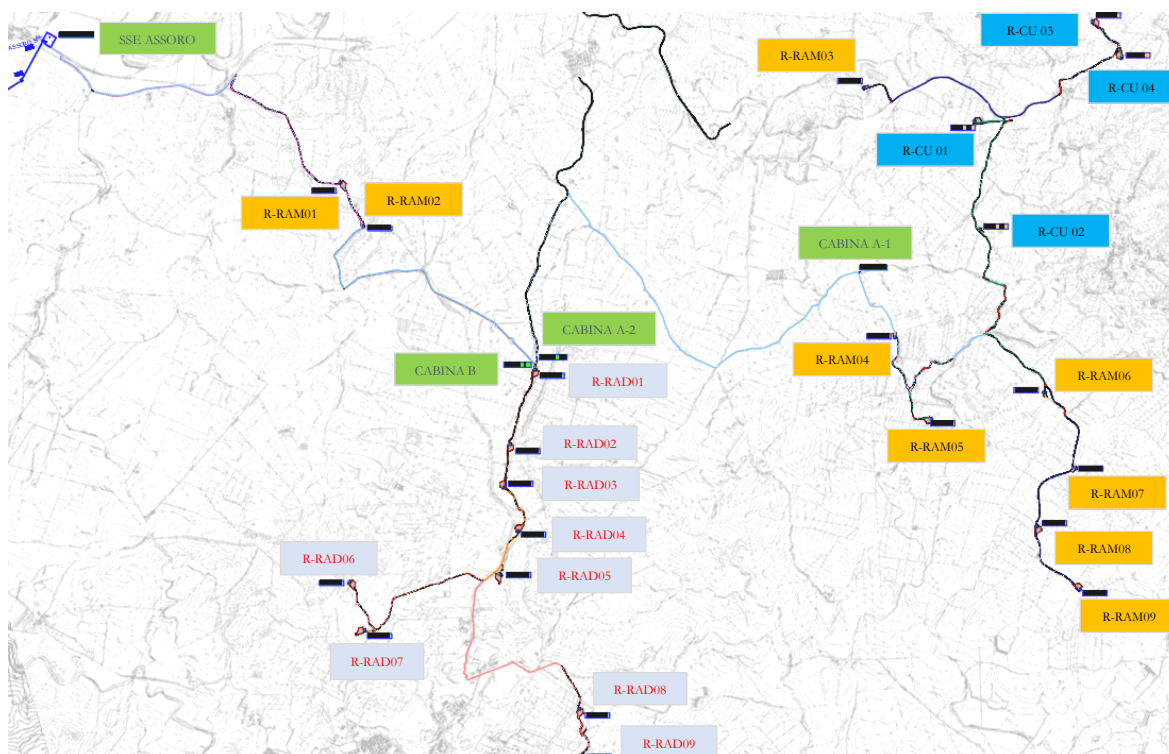


Fig.2b- Inquadramento impianto su CTR 1:10.000

### 3.2. DESCRIZIONE GENERALE

L’impianto eolico potenziato ricade nelle medesime porzioni di territorio interessate dall’impianto esistente. Per maggiore chiarezza di quanto affermato, si rinvia all’elaborato avente titolo “Layout di progetto su ortofoto “. Gli aerogeneratori che saranno installati verranno scelti tra diversi fornitori ed in grado di sviluppare ciascuno 6,60 MW di potenza massima, con altezza del mozzo pari al massimo a 115 m e raggio del rotore a lordo pari a 85,0 m. L’altezza dell’aerogeneratore misurata dal piano di imposta sarà, pertanto, al massimo pari a 200 m. La struttura di fondazione dell’aerogeneratore sarà di tipo composto da:

- pali di fondazione di diametro non inferiore a 1,00 m, di profondità non inferiore a 20 m e in numero da definire nella successiva fase di progettazione esecutiva;
- plinto di fondazione di collegamento tra pali e sostegno dell’aerogeneratore. Il Plinto, interamente interrato, avrà esemplificativamente (le dimensioni finali si potranno avere solo nella successiva fase di progettazione esecutiva) forma troncoconica di diametro massimo 21,4 m e con altezza variabile da 1,60 m a 2,40 m. All’interno del plinto è annegato un elemento in acciaio denominato anchor cage, cui collegare la prima sezione del sostegno di cui al punto successivo. Le dimensioni sopra riportate sono da interpretarsi come orientative;
- sostegno dell’aerogeneratore costituito da una struttura in acciaio di forma troncoconica, di altezza pari a 115,00 m.

I cavi di potenza saranno interrati lungo strade sterrate e comunali

La scelta di potenziare l'impianto esistente discende da una approfondita analisi di producibilità, nonché dall'attenzione che la Società proponente riserva per l'ambiente. Ci si riferisce, in particolare, allo sfruttamento massimo delle aree già interessate dalla presenza del parco eolico esistenti e della viabilità e dei servizi ausiliari esistenti, a servizio del parco tuttora in esercizio, che verranno semplicemente adeguati al passaggio dei mezzi di trasporto eccezionali.



## 4. L'IMPIANTO EOLICO

### 4.1. GENERALITA'

L'impianto eolico potenziato 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 collegati fra loro 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.

Diversamente dall'attuale impianto, 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° 22 aerogeneratori, ciascuno di potenza massima da 6,60 MW, corrispondenti ad una potenza installata massima di 145,20 MW.

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

- dismissione delle 47 torri eoliche esistenti;
- 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 di consegna esistente.

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

## 4.2. LAYOUT IMPIANTO

Gli aerogeneratori sono stati posizionati come descritto negli elaborati grafici di progetto e sono contraddistinti dalle sigle:

- R-RAM01....09 per gli aerogeneratori nel Comune di Ramacca ( nove unità)
- R-RAD01... 09 per gli aerogeneratori ricadenti nel Comune di Raddusa (nove unità)
- R-CU01.....04 per gli aerogeneratori ricadenti nel Comune di Castel Di Iudica ( quattro unità)

Le postazioni degli aerogeneratori sono costituite da piazzole collegate 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 posto in essere 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.

## 4.3. AEROGENERATORI

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica, descritta nell'elaborato "*Tipico aerogeneratore*".

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 6,60 MW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- **rotore tripala a passo variabile**, di diametro massimo 170,00 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 115,00 m.

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

Si tratta di aerogeneratori di tipologia già impiegata estensamente 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 è 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.

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.

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.

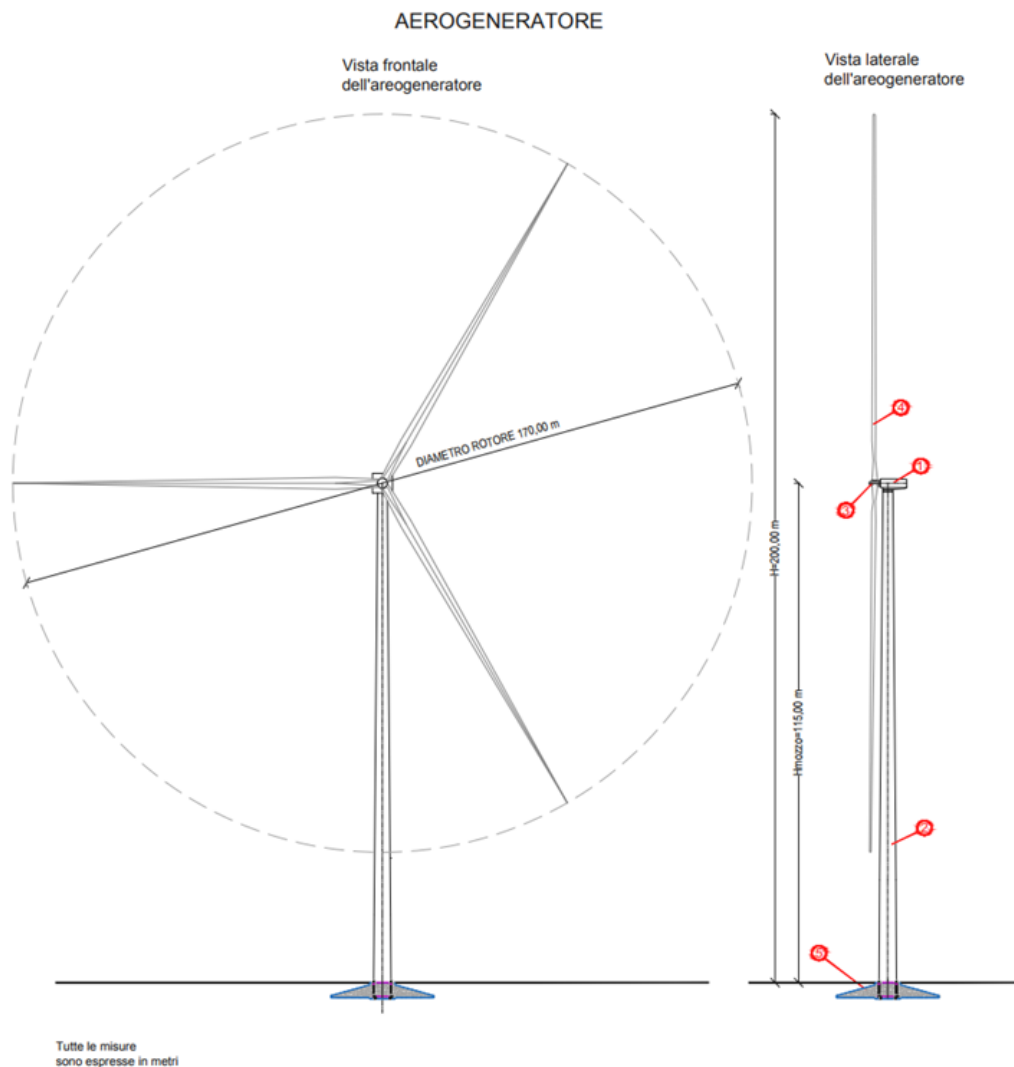
La frenatura è effettuata regolando l'inclinazione delle pale del rotore ad un angolo di 91°.Ciascuno dei tre dispositivi di regolazione dell'angolo delle pale del rotore è completamente indipendente. In caso di un guasto del sistema di alimentazione, i motori a corrente continua sono alimentati da accumulatori 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.3 Schema tipo aerogeneratore avente altezza al mozzo pari a 115 m. e diametro rotore di 170 m per un'altezza complessiva di 200 m*

#### 4.4. POTENZA INSTALLATA E PRODUCIBILITÀ

La produzione netta attesa di energia da fonte eolica rinnovabile è pari a circa 307,36 GWh/anno come risulta dalla seguente tabella:

| Turbine ID | Easting | Northing | Z   | Hub height | Free mean wind speed | Annual Energy |               | Wake Losses | Equivalent hours | Capacity factor | Manufact. | Type generator | Rated Power  |
|------------|---------|----------|-----|------------|----------------------|---------------|---------------|-------------|------------------|-----------------|-----------|----------------|--------------|
|            | [m]     | [m]      |     |            |                      | [m]           | [m]           |             |                  |                 |           |                |              |
| R-RAM01A   | 460006  | 4153207  | 420 | 115        | 5,13                 | 12,98         | 12,69         | 2,29        | 1922             | 22%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAM02A   | 460096  | 4152739  | 445 | 115        | 5,27                 | 13,68         | 13,01         | 4,93        | 1971             | 23%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAD01A   | 461300  | 4150940  | 510 | 115        | 5,74                 | 15,55         | 14,96         | 3,81        | 2266             | 26%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAD02A   | 460861  | 4150318  | 480 | 115        | 5,72                 | 15,44         | 14,82         | 4,02        | 2245             | 26%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAD03A   | 460682  | 4149933  | 500 | 115        | 5,66                 | 15,17         | 14,38         | 5,22        | 2179             | 25%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAD04A   | 460695  | 4149491  | 480 | 115        | 5,78                 | 15,95         | 14,50         | 9,13        | 2197             | 25%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAD05A   | 460411  | 4149143  | 490 | 115        | 5,64                 | 15,28         | 14,27         | 6,66        | 2161             | 25%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAD06A   | 458997  | 4149477  | 470 | 115        | 5,29                 | 13,40         | 12,51         | 6,67        | 1895             | 22%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAD07A   | 459002  | 4148992  | 488 | 115        | 5,43                 | 14,11         | 13,46         | 4,61        | 2039             | 23%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAD08A   | 460778  | 4147674  | 460 | 115        | 5,57                 | 14,80         | 14,30         | 3,39        | 2166             | 25%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAD09A   | 460677  | 4147232  | 480 | 115        | 5,74                 | 16,19         | 15,20         | 6,11        | 2303             | 26%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-CU01A    | 466128  | 4152016  | 460 | 115        | 5,27                 | 13,46         | 12,76         | 5,25        | 1933             | 22%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-CU02A    | 465801  | 4151020  | 427 | 115        | 5,37                 | 14,15         | 13,71         | 3,10        | 2078             | 24%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-CU03A    | 467412  | 4152640  | 570 | 115        | 5,88                 | 16,58         | 16,08         | 3,03        | 2436             | 28%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-CU04A    | 467583  | 4152221  | 553 | 115        | 5,57                 | 15,15         | 14,45         | 4,63        | 2190             | 25%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAM03A   | 465115  | 4152651  | 419 | 115        | 5,30                 | 13,57         | 13,09         | 3,60        | 1983             | 23%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAM04A   | 464721  | 4150255  | 473 | 115        | 5,71                 | 15,80         | 15,40         | 2,51        | 2333             | 27%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAM05A   | 464819  | 4149397  | 410 | 115        | 5,34                 | 14,01         | 12,90         | 7,91        | 1954             | 22%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAM06A   | 465952  | 4149334  | 430 | 115        | 5,52                 | 14,94         | 14,03         | 6,14        | 2125             | 24%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAM07A   | 466038  | 4148548  | 410 | 115        | 5,57                 | 15,24         | 14,11         | 7,38        | 2138             | 24%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAM08A   | 465519  | 4148115  | 350 | 115        | 5,36                 | 14,21         | 13,60         | 4,31        | 2060             | 24%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
| R-RAM09A   | 465742  | 4147413  | 334 | 115        | 5,32                 | 14,01         | 13,16         | 6,06        | 1994             | 23%             | SGRE      | SG170          | 6,6          |
|            |         |          |     |            | <b>5,51</b>          | <b>14,71</b>  | <b>13,97</b>  | <b>5,03</b> | <b>2117</b>      | <b>24%</b>      |           |                | <b>145,2</b> |
|            |         |          |     |            |                      | <b>323,69</b> | <b>307,36</b> |             |                  |                 |           |                |              |

A tal proposito va ricordato che sulla base del documento ISPRA del 2018 intitolato Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra e altri gas nel settore elettrico (dati al 2018), si individua il seguente parametro riferito all'emissione di CO<sub>2</sub>:

0,516 tCO<sub>2</sub>/MWh

Quindi realizzare l'impianto significa evitare la produzione di  $307.36 \cdot 0,516 = 158.597$  tCO<sub>2</sub>.

## 5. INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI

### 5.1. FONDAZIONI AEROGENERATORI

Nella attuale fase di progettazione definitiva, si eseguiranno dei calcoli basati sullo studio geologico del dott. Carlo Cibella.

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 21,40 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.

A tergo dei 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.

L'analisi dei terreni e il predimensionamento delle fondazioni (cfr *relazione di predimensionamento delle fondazioni REN PD R04* e *relazione geotecnica/sismica REN PD R14*) suggeriscono l'adozione di una fondazione su pali.



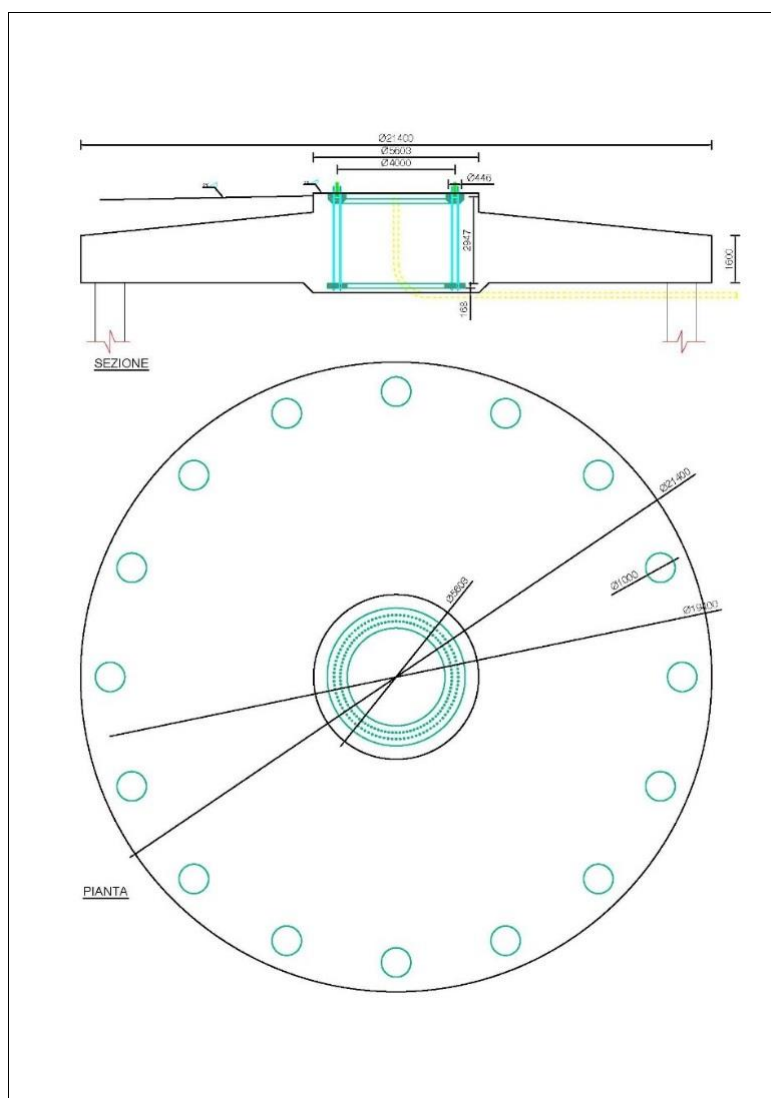


Fig.4 Tipologia della fondazione su pali prevista

## 5.2. 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 m<sup>2</sup>, 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=69,00 (m); b=41,00(m); h=45,00(m) oltre ad 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).

La piazzola per un montaggio "just in time" è costituita da un rettangolo B=57,50 (m); h=21,50(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.

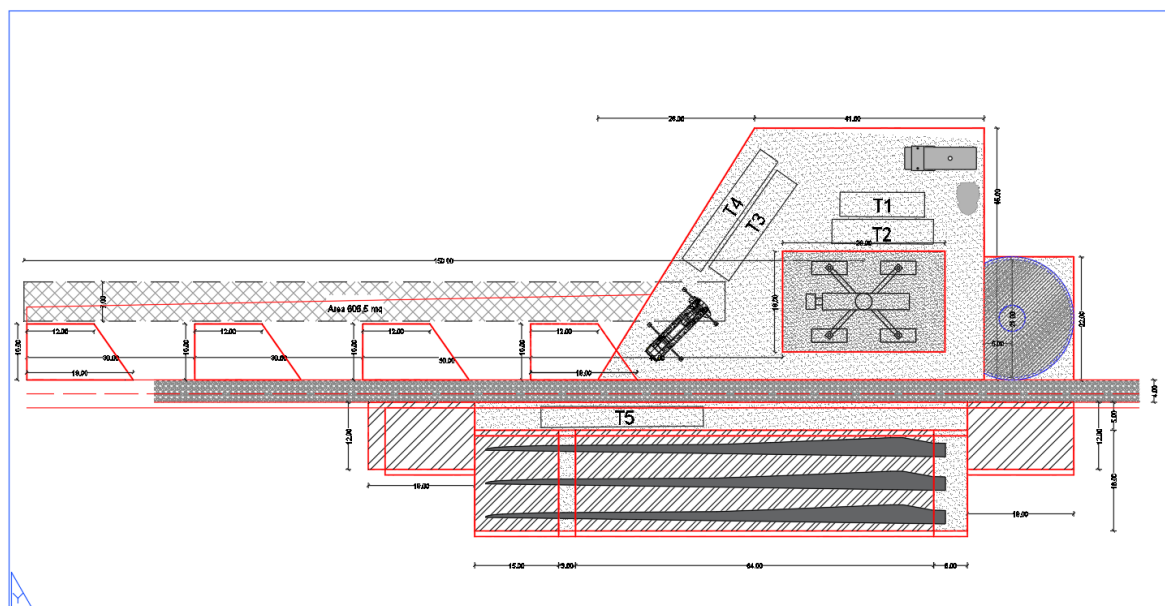


Fig.5 Schema tipo piazzola

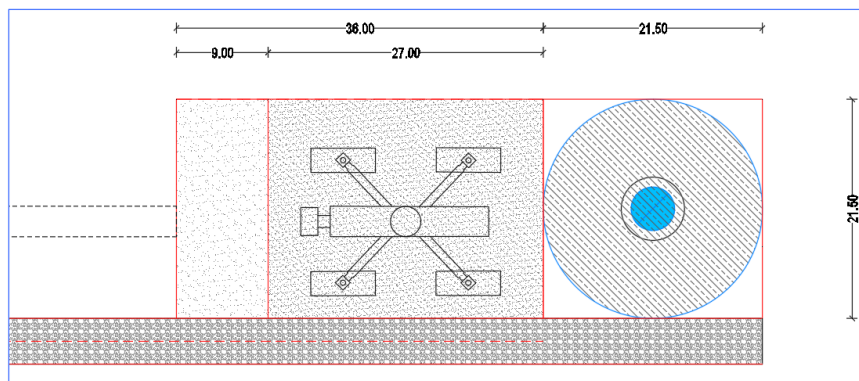


Fig. 6 Schema piazzola "just in time"

L'area interessata dagli aerogeneratori è servita da strade sterrate di dimensioni non adeguate al transito dei mezzi, eccezionali in fase di montaggio delle macchine e dedicati in fase di manutenzione dell'impianto, che pertanto necessiteranno di un adeguamento delle loro dimensioni a quanto richiesto dalle specifiche (dimensioni riportate nella tabella precedente).

Per questo la sezione stradale, con larghezza di 5,00 m più due banchine laterali di 0,5 m, per una dimensione complessiva pari a 6,00 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.

Di seguito si riportano le sezioni tipo della pavimentazione stradale necessarie nei tratti di strade da adeguare e ove fosse necessario da realizzare, all'interno dell'area d'impianto:

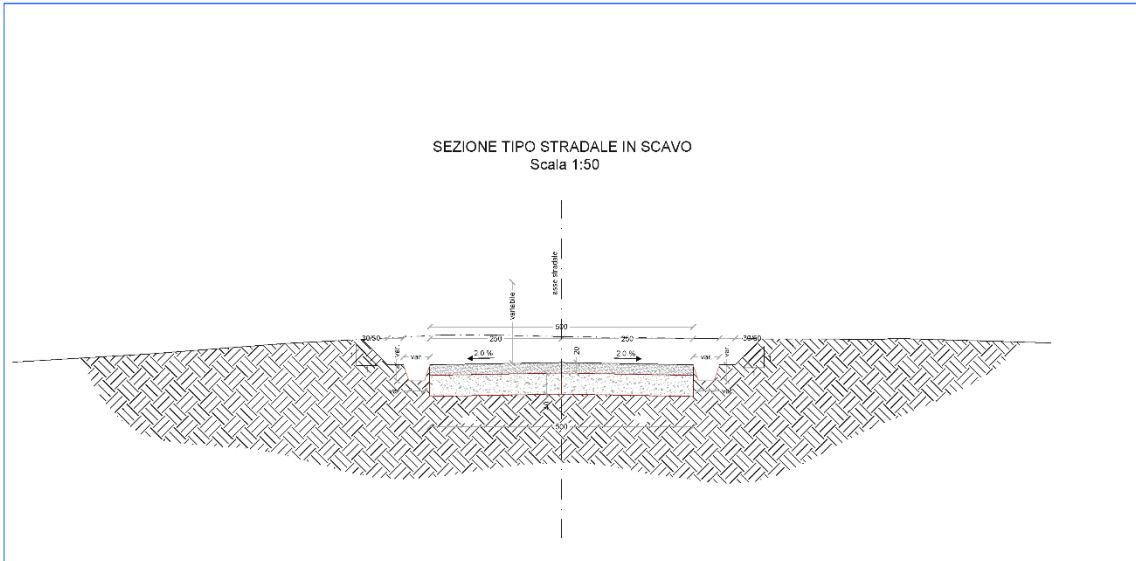


Fig.7

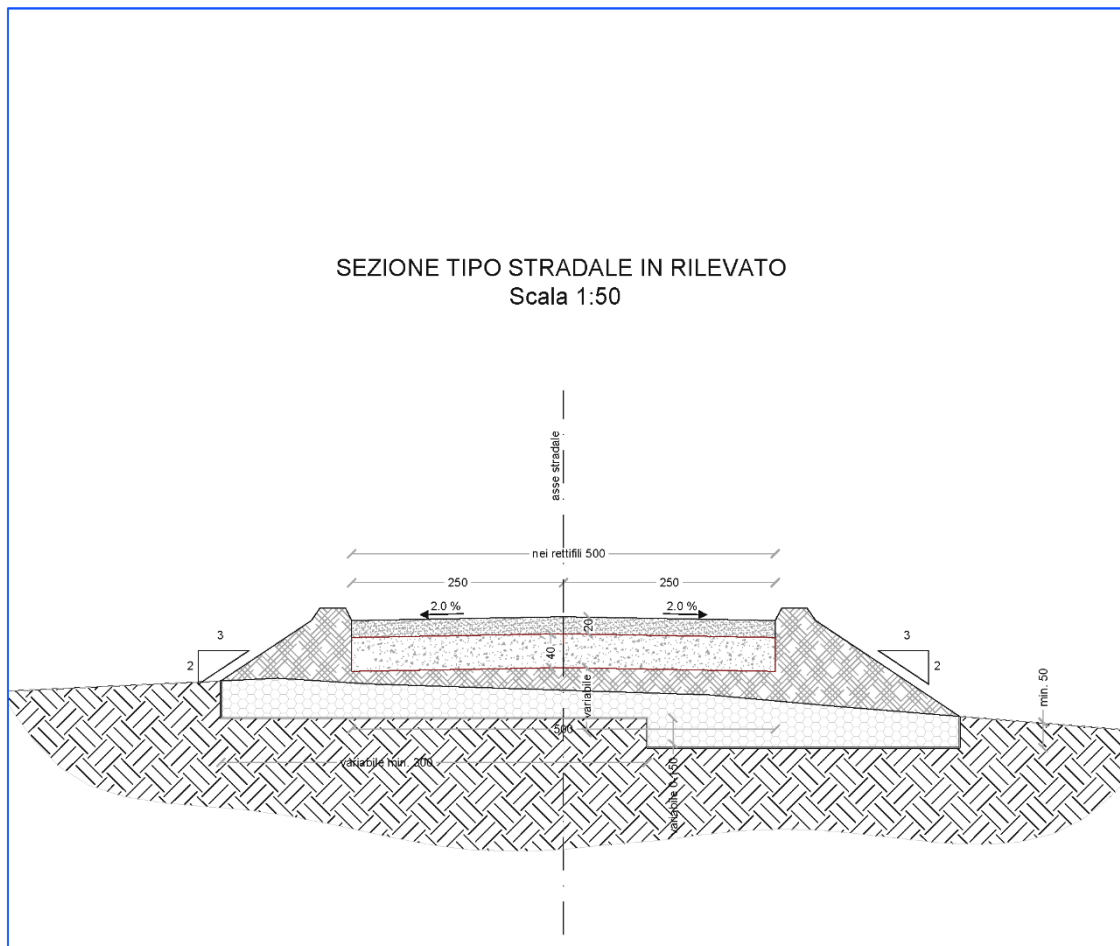


Fig.8

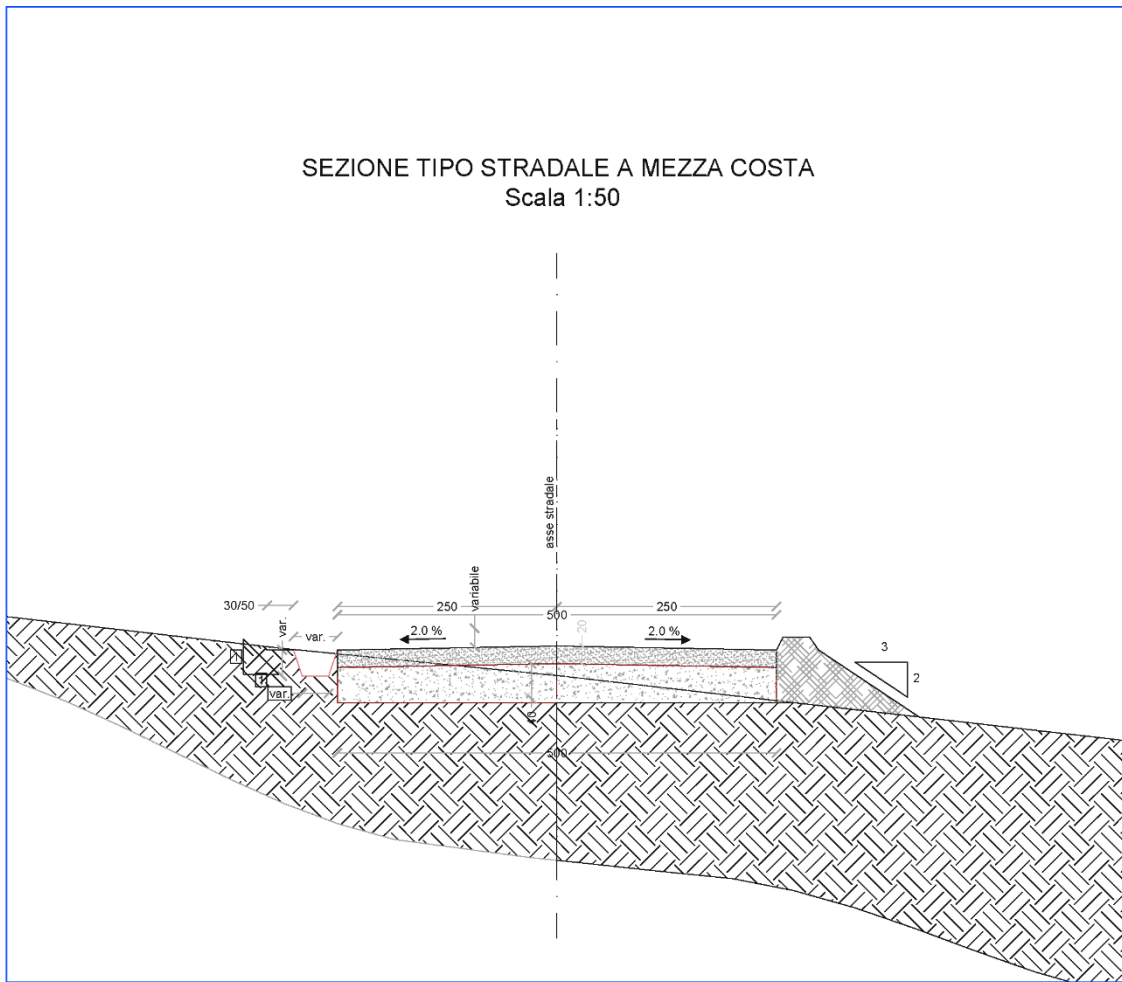


Fig.9

| <b>LEGENDA</b> |  |
|----------------|--|
|                | Misto granulometrico con materiale classificato come "A1"<br>Secondo - UNI CNR 10006:2002  |
|                | Strato di fondazione con materiale classificato come "A1"<br>Secondo - UNI CNR 10006:2002  |
|                | Rilevato con materiale appartenente alla classe A1   |
|                | Eventuale bonifica di spessore cm. 30 se il terreno sottostante è di buone caratteristiche; di spessore cm. 100 se il terreno è di caratteristiche scadenti; la bonifica sarà fatta con materiale calcareo pulito di pezzatura variabile da 5 a 10 cm. |
|                | Terreno naturale   |

### 5.3. STRADE DI ACCESSO E VIABILITÀ DI SERVIZIO

All'interno del parco è presente una significativa rete di viabilità esistente a servizio del parco attualmente in esercizio. Essa 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 di servizio delle turbine esistenti (strade provinciali, comunali, vicinali, piste, ecc.), onde contenere gli interventi. A tal fine è stata predisposta la progettazione, sulla scorta dei rilievi topografici effettuati, dell'intera viabilità interna al parco eolico interessando quasi esclusivamente strade e piste esistenti. In fase di esecuzione dei tracciati stradali sarà ottimizzato il deflusso delle acque.

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. |
|-------------------------|------------------|------------------------|--------------------|------------|
| Accesso R-RAM01_R-RAM02 | 1422,116         | 222,116                | 1200,000           | 18,0%      |
| Asse R-RAM01            | 538,687          | 478,687                | 60,000             | 18,0%      |
| Asse R-RAM02            | 181,826          | 181,826                | 0,000              | 15,3%      |
| Accesso R-RAD01         | 3023,350         | 1343,350               | 1680,000           | 18,0%      |
| Asse R-RAD01            | 358,444          | 268,444                | 90,000             | 14,3%      |
| Asse R-RAD02            | 767,972          | 677,972                | 90,000             | 18,0%      |
| Asse R-RAD03            | 249,753          | 249,753                | 0,000              | 18,0%      |
| Asse R-RAD04            | 654,446          | 514,446                | 140,000            | 9,5%       |
| Asse R-RAD05            | 205,201          | 130,201                | 75,000             | 8,8%       |
| Asse R-RAD06            | 555,559          | 340,000                | 215,559            | 16,9%      |
| Asse R-RAD07            | 1498,045         | 1408,045               | 90,000             | 15,0%      |
| Asse R-RAD08            | 738,026          | 648,026                | 90,000             | 18,0%      |
| Asse R-RAD09            | 337,992          | 267,992                | 70,000             | 10,7%      |
| Accesso R-RAM04         | 2525,251         | 1100,251               | 1425,000           | 17,3%      |
| Asse R-CU01             | 302,096          | 202,096                | 100,000            | 17,1%      |
| Asse giro R-CU01        | 82,821           | 0,000                  | 82,821             | 3,4%       |
| Asse R-CU02             | 1241,124         | 1211,124               | 30,000             | 17,9%      |
| Asse colleg. R-CU02     | 470,505          | 470,505                | 0,000              | 18,0%      |
| Asse R-CU03             | 1208,204         | 1058,204               | 150,000            | 18,0%      |
| Asse R-CU04             | 123,728          | 73,728                 | 50,000             | 0,6%       |
| Asse R-RAM03            | 384,077          | 384,077                | 0,000              | 18,0%      |
| Asse R-RAM04            | 686,328          | 606,328                | 80,000             | 18,0%      |
| Accesso R-RAM05         | 553,140          | 553,140                | 0,000              | 12,0%      |
| Asse R-RAM05            | 503,900          | 503,900                | 0,000              | 13,3%      |
| Asse giro R-RAM05       | 54,238           | 54,238                 | 0,000              | 8,9%       |
| Asse R-RAM06            | 876,896          | 876,896                | 0,000              | 14,5%      |
| Asse R-RAM07            | 1187,738         | 987,738                | 200,000            | 18,0%      |
| Asse R-RAM08            | 706,733          | 616,733                | 90,000             | 12,1%      |
| Asse R-RAM09            | 648,627          | 648,627                | 0,000              | 15,6%      |
| <b>Totali</b>           | <b>22086,823</b> | <b>16078,443</b>       | <b>6008,380</b>    |            |
| %                       | 100,00%          | 72,80%                 | 27,20%             |            |

Tab.2- Tabella con individuazioni degli assi stradali e relative lunghezze



**Complessivamente la lunghezza della viabilità del parco eolico è pari a 22086,823 m di cui 16078,443 m, pari al 72,80%, riguardano modifiche a viabilità esistente mentre 6008,380 m pari al 27,20 % riguardano nuove viabilità; dunque nel complesso per realizzare 145,20 MW circa di impianto occorrerà realizzare 6008,380 m di nuove strade sterrate.**

Le nuove strade sterrate, ove possibile, 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 permettono 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 ( $R_{min}$ )         | 100 m                               |
| Allargamenti per $R < R_{min}$                   | Caso per caso con simulazione mezzo |
| Pendenza max livelletta (rettifilo)              | 18%                                 |
| Pendenza max livelletta (curva con $R < 120m$ )  | 10%                                 |
| Pendenza livelletta con traino                   | >18%                                |
| Raccordo verticale minimo convesso               | 250 m                               |
| Raccordo verticale minimo concavo                | 250 m                               |
| Pendenza max livelletta per stazionamento camion | 10%                                 |
| Carico max assiale sul piano stradale (t)        | 19,4t/asse                          |
|  |                                     |
|  |                                     |
|  |                                     |
|  |                                     |

| Piazzole   |  |
|--|--|
| Dimensioni standard per piazzola intermedia                    | <p>Per montaggio tradizionale ed aventi le seguenti dimensioni trapezoidali: b mag. 69.00(m), b min 41,00(m), h 45,00(m)</p> <p>Per montaggio just in time ed aventi le seguenti dimensioni: 57.50(m) x 26.50(m)</p> |
| Piazzola ausiliari per il montaggio del braccio gru stralciata |  |
| Pendenze max longitudinali                                     | 0,5 %  |

Tab 3 -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 massicciata 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.

#### 5.4. 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, costituite dai seguenti elementi:

- Fossi di guardia in terra “Tipo A” (per  $Q \leq 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ),
- Fossi di guardia in terra “Tipo B” (per  $Q \geq 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ),

- Opere di dissipazione in pietrame;
- Pozzetti in cls prefabbricato;
- Arginello in terra;
- Attraversamenti con tubazioni;

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.

Si rimanda alla *relazione idraulica* ed alla *relazione idrologica* per tutti i dettagli dello studio e delle opere di protezione idraulica.

## INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'area interessata dal presente studio costituisce il parco eolico che si sviluppa nella Sicilia centro-orientale, a cavallo tra le province di Enna e Catania, nel territorio compreso tra gli abitati di Raddusa a Sud-Ovest, di Libertinia a Nord e di Castel di Iudica ad Est denominato "Parco Eolico Ennese".

Ricade nella cartografia regionale scala 1:10.000 632070 Libertinia e 632080 Monte Judica, nella cartografia IGM scala 1: 25.000 foglio 269 IV SE Catenanuova e 269 IV SO Libertinia.

In particolare l'area si estende, nella parte nord-occidentale lungo i rilievi di Pietra San Nicola, Pietra Pizzuta e Cozzo Marcato di Sole; nella parte centro e sud-occidentale, lungo i rilievi de La Montagna, Monte Libra e Rocca Mastro Pasquale; nella parte centrale ed orientale lungo i rilievi di Rocca Airmana e nei rilievi presenti in Contrada Mandre.

Le quote si aggirano intorno a valori compresi tra i 400 ed i 500 m s.l.m., raggiungendo i 560 m circa nella estrema porzione nord-orientale.

Dal punto di vista geomorfologico bisogna innanzi tutto ricordare che l'assetto morfologico di un territorio è determinato dall'interazione tra le caratteristiche geologico-strutturali dei terreni presenti in affioramento e gli agenti morfogenetici predominanti in quella particolare area.

Una prima sostanziale differenza si ha a seconda che siano presenti in affioramento rocce lapidee o rocce pseudocoerenti o incoerenti.

Le litologie di tipo incoerente, o pseudocoerente, che nel territorio in studio sono rappresentate da terreni argillosi e limo-sabbiosi, si conformano secondo rilievi dall'andamento dolce, mentre quelle lapidee (di natura arenacea) danno luogo a rilievi molto più acclivi, dall'andamento accidentato, caratterizzati da pareti scoscese, versanti particolarmente acclivi e da una tettonica vivace.

Le forme erosive, in generale comprendono tutti quei fenomeni che determinano la disgregazione e la degradazione dei suoli e dei livelli più superficiali del substrato.

Nelle aree interessate numerosi sono i fenomeni erosivi in relazione alla estrema diffusione di terreni prevalentemente argillosi.

L'attività erosiva più frequente è quella determinata dal ruscellamento diffuso, che provoca intensi processi di erosione e il denudamento dei versanti con la formazione di numerose aree

calanchive; sono anche frequenti i fenomeni di erosione a rivoli e solchi, quale forma di erosione più spinta rispetto al tipo diffuso, evidenziati dalla presenza di fasci di rivoli, solchi e impluvi ravvicinati ad andamento sinuoso.

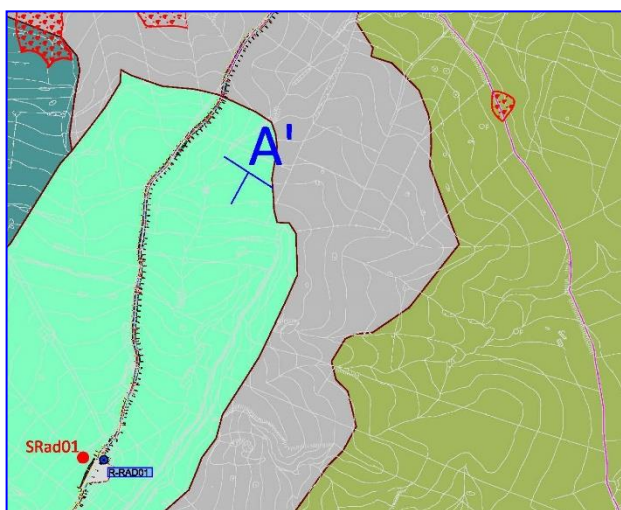
In generale l'area dell'impianto che risulta essere molto vasta, soprattutto ove sono presenti litologie di natura argillosa, è interessata localmente da fenomeni gravitativi sia superficiali che profondi, di estensioni variabili da modeste a molto estese.

I rilievi di superficie condotti hanno evidenziato la presenza di diverse aree interessate da fenomeni di instabilità che sono state mappate e riportate nella "Tav. 1 Carta Geologica e Geomorfológica", nella quale vengono distinte come "aree interessate da fenomeni franosi". Si tratta di dissesti di diversa classificazione che coinvolgono generalmente la coltre di alterazione superficiale dei terreni argillosi e solo in rare occasioni coinvolgono spessori di una decina di metri. Le tipologie di frane presenti sono per lo più soliflussi e frana di tipo roto-traslato. In presenza di frane superficiali la morfologia del territorio è contrassegnata da piccole ondulazioni ed aree in contropendenza.

La posizione degli aerogeneratori è stata studiata in maniera tale che verranno posizionati in aree stabili, prive di segni di dissesto e fenomeni di erosione ad opera delle acque di ruscellamento. Lo stesso vale per la viabilità interna del parco.

Si segnala soltanto la presenza di due dissesti che interessano la viabilità e/o la sede del cavidotto:

- Il primo dissesto ricade circa 100 metri a nord dell'aerogeneratore R-CU 02, ed interessa la viabilità e quindi il cavidotto in essa interrato. Le indagini eseguite



nell'ambito di studi pregressi hanno evidenziato la presenza di un movimento gravitativo attivo, attribuibile ad una frana di tipo toto-traslato, avente forma allungata per circa 140 metri ed orientata secondo la direzione sud sud est-nord nord ovest. La frana coinvolge una coltre di depositi argillosi rimaneggiati aventi uno spessore compreso tra 3,2 e 5,4 metri. Tale dissesto dovrà essere attenzionato

durante la fase esecutiva della progettazione con lo scopo di mettere in sicurezza la sede della viabilità del parco eolico ed il cavidotto in essa interrato.

- Il secondo dissesto interessa il cavidotto interrato in un'area ricadente a circa 1400 m di distanza dall'aerogeneratore RAD01 in direzione nord-est, così come indicato nell'immagine a fianco allegata (cerchio di colore rosso). Si tratta di una *frana di tipo scorrimento rotazionale*, che risulta piuttosto limitata arealmente, avente una estensione di circa 3.200 mq, ed uno spessore di circa 6.5 m. La nicchia di distacco è ben visibile a monte della strada bianca esistente, in prossimità della quale è evidente una profonda lesione che si estende parallelamente al ciglio di monte della suddetta strada. Le indagini eseguite tramite studi pregressi hanno evidenziato uno spessore della coltre in frana, composta da terreni di natura prevalentemente argillosa destrutturati e rimaneggiati, pari a circa 6.5 m. Tale dissesto dovrà essere attenzionato durante la fase esecutiva della progettazione con lo scopo di mettere in sicurezza la sede del cavidotto interrato.

Le aree oggetto del presente studio, come risulta dalla cartografia del P.A.I. della Regione Sicilia, relativa al *Bacino Idrografico del Fiume Simeto (094) ed area tra i Bacini del Fiume Simeto e del San Leonardo Laghi di Pergusa e Maletto*, carte dei dissesti, della pericolosità e del rischio geomorfologico, **non ricadono in aree soggette a criticità di tipo geomorfologico ed idraulico.**

Dal punto di vista idrogeologico nei locali orizzonti litologici si possono individuare terreni di natura prevalentemente argillosa, riferibili alle litofacies argillose del Flysch Numidico, della F.ne Terravecchia e delle Argille Brecciate. Sono presenti inoltre litotipi costituiti da gessi della serie evaporitica e da calcari marnosi dell'unità Monte Iudica.

I terreni presenti posso essere ricondotti a tre tipologie dal punto di vista della permeabilità:

- terreni con permeabilità primaria bassa o nulla,
- terreni con permeabilità primaria medio alta,
- terreni con permeabilità secondaria per fessurazione da media ad elevata.

Alla prima tipologia possono essere ricondotti i terreni del Flysch numidico, quelli della F.ne Terravecchia e quelli delle argille brecciate, classificabili come rocce a permeabilità bassa o nulla. In tale classe di permeabilità vengono inclusi tutti i tipi litologici che presentano una permeabilità così bassa da essere, ai fini del presente studio, considerati praticamente impermeabili. Sono, però, generalmente sovrastati da uno strato di alterazione a permeabilità medio-bassa dello spessore massimo di circa 5-7 metri dove possono essere presenti accumuli idrici superficiali con prevalente carattere stagionale che in periodo di piogge copiose possono anche raggiungere il piano di campagna.

Alla seconda classe di permeabilità appartengono i gessi che presentano una permeabilità primaria da media ad alta per fessurazione e carsismo.

Alla terza tipologia appartengono le marne verdastre, le calcilutiti rossastre e i calcari con selce dell'Unità Monte Iudica che pur essendo rocce a permeabilità primaria molto bassa presentano stratificazioni, fratture e altre superfici di discontinuità che ne modificano il comportamento idraulico.

Le coperture detritiche e le alluvioni presentano una permeabilità variabile da medio-bassa ad elevata in funzione del prevalere della classe granulometrica più fine su quella grossolana. Tali depositi, considerata la loro composizione, presentano un comportamento idraulico piuttosto discontinuo, pertanto difficili da classificare dal punto di vista idraulico.

Le aree interessate dalle fondazioni degli aerogeneratori non sono sede di falde idriche né di accumuli idrici stagionali. Le aree nelle quali verrà realizzata la viabilità dell'impianto può essere sede di accumuli idrici superficiali che potrebbero interferire con eventuali sbancamenti.



## INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il rilevamento geologico di superficie, opportunamente esteso ad un'ampia fascia perimetrale esterna rispetto ai siti in oggetto, e successivamente integrato con le indagini geognostiche eseguite, ha permesso di ricostruire in modo soddisfacente la successione dei terreni presenti nell'area studiata.

Le formazioni geologiche che affiorano nell'area in studio (si veda la carta geologica allegata), sono costituite da:

- **Detrito di falda (Attuale)**
- **Depositi alluvionali** (Pleistocene sup. - Olocene)
- **Gessi** sottilmente laminati e gessi macrocristallini, generalmente stratificati in grossi banchi con intercalazioni di argille brecciate (*Messiniano*)
- **Marne argillose grigio azzurre** (F.ne Terravecchia- Tortoniano Sup.)
- **Argille brune e quarzoareniti** della formazione del "Flysch Numidico" (Oligocene- Miocene inf.)
- **Unità di Monte Iudica:** Marne grigio verdi, Marne e calcari marnosi rosso vino, Calcari con selce (Carnico inf.-Oligocene superiore).

Di seguito si fornisce la descrizione delle litologie affioranti.

**Detrito di falda** (Attuale), risulta costituito dalla disgregazione dei rilievi posti a monte, può trovarsi da cementato a sciolto, con elementi eterodimensionali che vanno da pochi millimetri a diversi centimetri,

### **Depositi alluvionali** (Pleistocene sup. - Olocene)

Si riscontrano all'interno degli alvei fluviali e all'interno dei solchi torrentizi di maggiore entità. In particolare, nell'area in studio, si ritrovano a formare la piana alluvionale sulla quale scorre il Fiume Dittaino, che scorre a Nord dell'area interessata.

Tali depositi sono prevalentemente incoerenti, costituiti da limi, limi sabbiosi, sabbie, sabbie limose e ghiaie con giacitura sub orizzontale ed assetto lenticolare embriciato.

I limi sono costituiti in prevalenza da minerali argillosi e sono privi di tessitura; le sabbie, che presentano granulometria variabile da fine a grossa, sono costituite per la maggior parte da elementi quarzosi e calcarei.

### **Gessi (Messiniano)**

All'interno della successione evaporitica il passaggio dai sottostanti calcari solfiferi ai gessi può essere brusco e netto o, più frequentemente, segnato da livelli di gessareniti calcaree fini e laminate di colore chiaro. I gessi si presentano in banchi apparentemente massicci che raggiungono spessori variabili fino anche ad oltre 10 metri e sono costituiti da grossi cristalli di selenite geminata. Essi si susseguono senza intervalli pelitici. L'ammasso gessoso si presenta spesso smembrato in grossi blocchi o zolle spesso costituiti da strati verticali, in relazione alla fase tettonica intramessiniana. Lo smembramento dei vari blocchi è la conseguenza della rigidità della formazione rispetto alle altre unità più tenere che la incassavano. Solitamente la sequenza gessosa ha inizio con spessi banchi omogenei di gessi selenitici con cristalli di grandi dimensioni cui seguono strati sottili alternati a lamine e straterelli carbonatici. Dal punto di vista strettamente litologico si possono distinguere varie tipologie di gessi. I più diffusi, anche nell'area in studio, sono rappresentati dal gesso macrocristallino o selenitico, formato quasi esclusivamente da cristalli di grandi dimensioni geminati a ferro di lancia, e dal gesso balatino, costituito da una alternanza di straterelli sottili di gessi microcristallini con intercalazioni di lamine argillose.

All'interno dei depositi gessosi si rinvengono, nell'area in esame, **Argille Tortoniane** o *Argille Brecciate (Tortoniano sup.)* successione costituita quasi esclusivamente da uno scheletro ad elementi argillosi e marnosi, cementato da una matrice anch'essa argillosa. Tali terreni si trovano, in vari livelli, intercalati nella successione postorogena tortoniano-messiniana (Fm Terravecchia), nella Serie Gessoso-Solfifera messiniana e talora nei terreni del Pliocene inferiore e medio. Nella zona in studio affiorano, in particolare, i termini comunemente denominati Argille Brecciate II, intendendo il secondo livello stratigrafico in cui si ritrovano tali sedimenti. Tali terreni sono posti alla base della Serie Gessoso-Solfifera messiniana. La caratteristica tipica delle argille brecciate è quella di presentarsi sotto forma di un insieme di componenti argillosi e marnosi piuttosto consistenti, immersi in una matrice argillosa con struttura a scaglie. A causa delle notevoli vicissitudini tettoniche subite sono presenti numerose superfici lucide e striate e talora sono presenti elementi esotici di altra

natura litologica quali arenarie, calcari etc. Lo spessore di tali sedimenti è variabile e può raggiungere anche i 150 m.

Nell'area oggetto degli interventi tali argille si rinvengono al tetto delle argille tortoniane postorogene, ascrivibili alla Fm Terravecchia, e presentano un contenuto fossilifero a foraminiferi planctonici (*Globorotalia menardii*).

Dal punto di vista litologico la formazione risulta costituita pertanto da argille, argille marnose e breccie argillose di colore generalmente brunastro in superficie, e grigio o grigio-azzurro in profondità, intensamente scagliettate e tettonizzate. Localmente si riscontrano livelli maggiormente sabbiosi e talora inclusioni di clasti di natura arenacea, quarzarenitica e, nei livelli più sommitali, di natura gessosa o carbonatica.

In particolare nell'area in esame gli affioramenti di tali depositi risultano molto estesi e si localizzano, in genere, nelle zone morfologicamente più basse, alla base degli affioramenti della serie evaporitica.

**La Formazione Terravecchia** rappresenta il deposito tipico del Complesso Postorogeno ed è caratterizzata da sequenze prevalentemente argillose e argillo-sabbiose e sequenze arenacee e conglomeratiche. Si possono pertanto distinguere le due litofacies di seguito descritte:

- Litofacies arenaceo-conglomeratica: questa litofacies rappresenta la parte inferiore della formazione; si tratta di conglomerati poligenici variamente cementati con clasti di natura arenacea di provenienza flyscioide, carbonatica e metamorfica. Dal punto di vista granulometrico i clasti hanno dimensioni variabili da pochi centimetri a parecchi decimetri; la matrice sabbiosa, generalmente abbondante, a luoghi può aumentare tanto da dare luogo a lenti di arenaria grossolana e sabbia con laminazione parallela o incrociata. I depositi conglomeratici si presentano in genere in banchi e strati, spesso lenticolari, con sporadiche intercalazioni argillose.

La porzione arenacea della litofacies è costituita di sabbie, arenarie e molasse di colore da giallastro a grigio con sottili livelli pelitici. Le sabbie e arenarie, talora micacee, presentano tessitura clastica con elementi di taglia arenitica e grado di cementazione variabile. Localmente la stratificazione è incrociata su larga scala. Nell'area strettamente in studio non si sono riscontrati affioramenti di tale litofacies

- Litofacies pelitica: si tratta di argille e argille sabbiose e sabbie giallastra a laminazione parallela, argille siltose e siltiti a laminazione obliqua e, a luoghi, marne

grigio-verdastre in strati da centimetrici a decimetrici. La frazione argillosa è costituita di caolinite, illite e montmorillonite, con scarsa clorite; lo scheletro sabbioso è costituito di quarzo, calcite, tracce di dolomite, gesso e plagioclasti, pirite e ossidi di ferro. La tessitura delle argille è a scaglie e talora brecciata, le marne, invece, si presentano dure e compatte. I terreni in oggetto si presentano spesso tettonizzati con superfici lucide e striate. Le argille in oggetto affiorano estesamente nell'area in studio, ma in zone non direttamente coinvolte dai fenomeni di dissesto oggetto di intervento.

**Il Flysch Numidico** è costituito da una potente formazione litologicamente costituita da un'alternanza di peliti brune, quarzareniti e quarzosiltiti grigio-giallastre nella quale si possono distinguere due diverse litofacies:

- Litofacies arenacea: si presenta costituita da banchi di quarzoareniti e subordinatamente di quarzosiltiti bruno-giallastre, i cui granuli, costituiti prevalentemente da quarzo (indicando così una elevata maturità mineralogica), appaiono sub-arrotondati o a spigoli vivi, mal classati, e cementati da un cemento siliceo, durissimo e compatto; in alternanza sono presenti dei sottili livelli pelitici, grigi o verdastri ad alterazione bruna.

La stratificazione è più o meno evidente e presenta una discreta continuità laterale; lungo gli strati è possibile individuare localmente una sedimentazione gradata dei granuli che compongono la roccia, anche se generalmente quest'ultimi mostrano disposizioni caotiche.

Nell'area in studio ove presente, affiora nella parte sommitale dei rilievi, si presenta piuttosto smantellata dagli agenti morfoclimatici ed è caratterizzata da modesti spessori.

- Litofacies pelitica: è costituita da argille siltose o marnose, generalmente brune o color tabacco, ricche in ossidi di ferro, con sottili intercalazioni di quarzoareniti o quarzosiltiti e lenti sabbiose costituite anch'esse prevalentemente da quarzo.

Mineralogicamente sono costituite da fillosilicati quali clorite, caolinite, montmorillonite ed illite; inoltre sono presenti minerali di ferro quale siderite e pirite.

La struttura si presenta scagliettata secondo delle scaglie millimetriche, caotiche, talora lucide per effetti di striature legate agli stress tettonici che si sono avvicinati nel corso degli eventi geologici.

La litofacies pelitica si presenta a luoghi superficialmente a struttura rimaneggiata a causa di lenti movimenti gravitativi che si sono succeduti nel corso dei secoli; si riscontrano

inglobati nella matrice argillosa frammenti e blocchi di natura prevalentemente quarzarenitica.

Nell'area in esame le argille in questione affiorano nella porzione orientale in corrispondenza di C.da Mandre e poco a Nord e Nord-Ovest di Cozzo Marcato di Sole.

**Unità di Monte Iudica**, costituita da:

**Marne grigio verdi** con intercalazioni di arenarie glauconitiche verdastre e calcareniti a macroforaminiferi (Oligocene sup. – Serravalliano),

**Marne e calcari marnosi** rosso vino e biancastri in facies di scaglia (Eocene medio – Oligocene),

**Calcari con selce**, si tratta di una potente sequenza di calcilutiti e calcareniti con noduli e liste di selce grigio biancastre stratificate in banchi di spessore variabile tra un centimetro ed un metro (Carnico inf. – Norico). Lo spessore di tale unità non è inferiore ai 500 m.

## 5.5. RILEVATI E SOVRASTRUTTURE – BONIFICHE E SOTTOFONDI

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

### 5.5.1. 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/mm<sup>2</sup>, da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità riportate nel seguito, e con frequenza di una prova ogni 500 m<sup>2</sup> di area trattata o frazione di essa.

### 5.5.2. 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/mm<sup>2</sup> per piani di sbancamento o bonifica, e pari ad un "Md" di almeno 80 N/mm<sup>2</sup> 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/mm<sup>2</sup> mentre per lo strato finale della soprastruttura è richiesto un Md di almeno 100 N/mm<sup>2</sup>.

Il controllo delle compattazioni in genere viene eseguito su ogni strato, mediante una prova di carico su piastra ogni 500 m<sup>2</sup> 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.

### 5.5.3. 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 rinvengano 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/cm<sup>2</sup>;
- per rilevati da 4 a 10 m, si adotterà il  $\Delta p$  compreso fra 1,5 e 2,5 daN/cm<sup>2</sup>.

In ogni caso dovrà risultare  $M_e \geq 300$  daN/cm<sup>2</sup>.

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 Md pari a  $30 \text{ N/mm}^2$ , 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 Md di almeno  $30 \text{ N/mm}^2$ , da determinarsi mediante prove di carico su piastra - con le modalità già definite in precedenza - con la frequenza di una prova ogni  $500 \text{ m}^2$  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 Md di almeno  $30 \text{ N/mm}^2$ .

#### 5.5.4. 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  $\text{Md} > 100 \text{ N/mm}^2$ .

La transitabilità delle piste sterrate è sufficientemente agevole nel periodo asciutto; durante le piogge i tratti stradali di maggiore pendenza, tendono però ad erodersi per effetto dell'acqua scolante e la percorribilità diventa poco agevole se non a seguito di frequenti interventi di manutenzione.

Per risolvere questa problematica sono state scandagliate diverse soluzioni approdando alla fine ad una protezione della sede stradale con un materiale ecologico e drenante.

L'idea progettuale consiste nell'integrazione del pacchetto stradale delle strade di accesso con elevata pendenza (maggiori del 18%) e di maggiore traffico mediante l'utilizzo di una pavimentazione drenante ed ecologica da ottenersi con prodotti a tal uopo predisposti quali IDRO DRAIN. Detta pavimentazione viene impiegata in aree S.I.C., Z.P.S., Z.S.C. con possibilità di colorazione più vicino possibile ai colori della zona, con ciò mitigando gli impatti visivi. La scelta progettuale ha tenuto conto delle seguenti condizioni:

1. l'eccessiva pendenza di alcuni tratti di viabilità, ben al di sopra di quella della viabilità stradale ordinaria;
2. la necessità del transito dei mezzi di trasporto eccezionale per la manutenzione
3. la necessità che avvenga uno scambio tra aria e suolo in corrispondenza della pavimentazione; sia il misto granulometrico stabilizzato che la pavimentazione Idro

drain consentono lo scambio aria-suolo in linea con le prescrizioni indicate nel Decreto V.I.A.

È stata, quindi, prevista una sistemazione del pacchetto stradale così composta:

1. livellamento del fondo esistente con misto granulometrico mediante di spessore pari a 10/15 cm.;
2. strato di base in misto drenante confezionato su specifica della D.L. da impianto locale s=20 cm da confezionarsi con un dosaggio di 300 Kg di cemento portland 325 ogni metro cubo di inerte;
3. strato di finitura in “Idrodrain” pigmentato s= 10 cm. a base di leganti idraulici cementizi, graniglie selezionate e di additivi sintetici, avente caratteristiche drenanti e traspiranti, con alta percentuale di vuoti, compreso la miscelazione come da scheda tecnica prodotto, e da impastare con sola acqua ed avente le seguenti caratteristiche tecniche:

Di seguito una sezione tipo con idro drain:

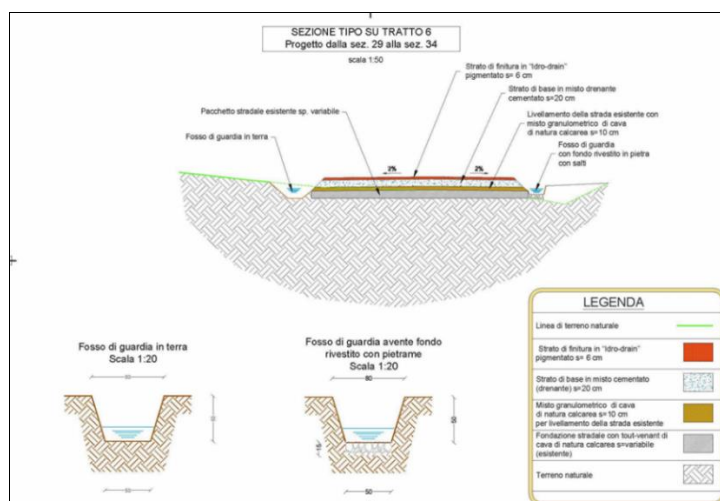


Fig.10– Sezione tipo stradale in corrispondenza dei tratti di elevata pendenza

## 5.6. VERIFICA GEOTECNICA DELLA FONDAZIONE STRADALE

### 5.6.1. 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.

### 5.6.2. 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:

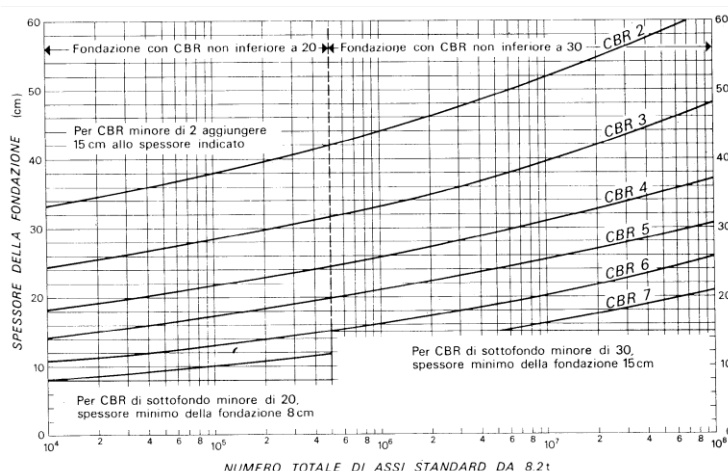


Fig. 11 – Diagramma per la determinazione dello spessore dello strato di fondazione

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 60 cm preso a riferimento.

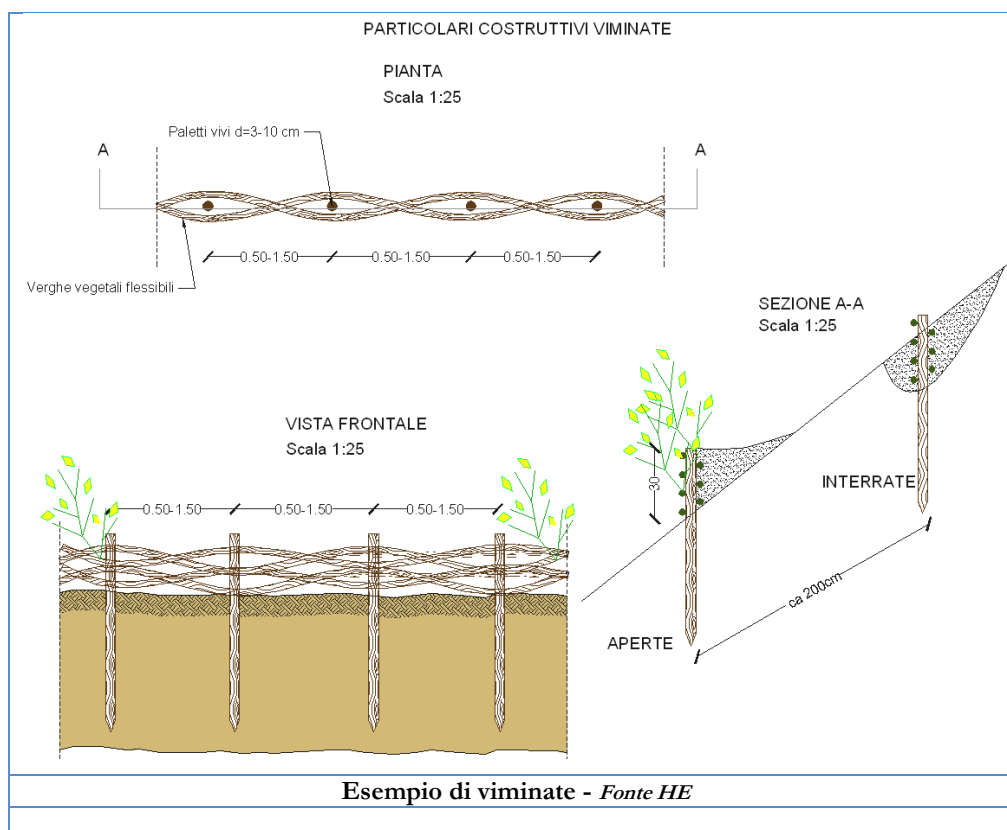
## 6. OPERE DI INGEGNERIA AMBIENTALE

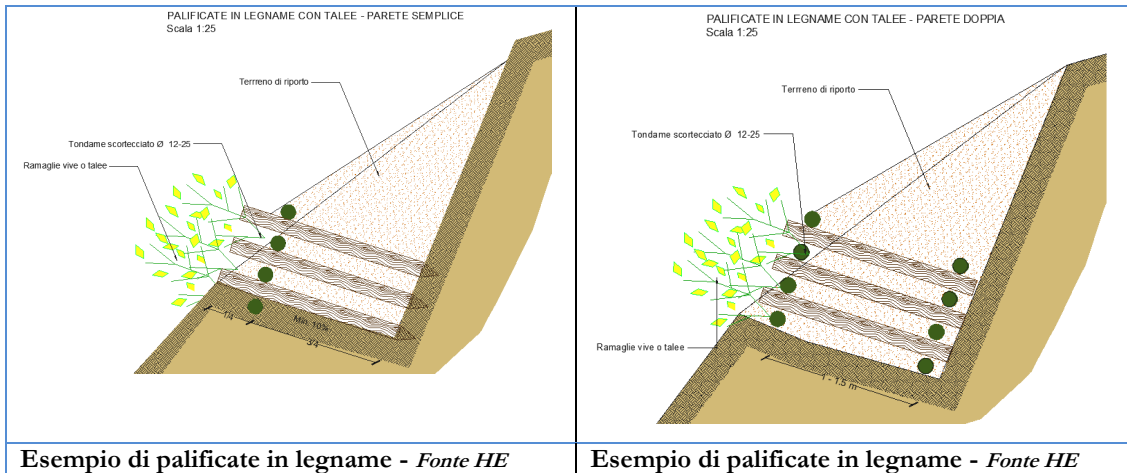
### 6.1. GENERALITÀ

Tra le specifiche dettate dal Committente dell'opera riveste un ruolo importante la volontà di preservare l'“*habitus naturalis*” mediante l'adozione di tutte le possibili tecniche di bioingegneria ambientale. Tali interventi di ingegneria naturalistica, intrapresi per la salvaguardia del territorio, dovranno avere lo scopo di:

- intercettare i fenomeni di ruscellamento incontrollato che si verificano sui versanti per mancata regimazione delle acque;
- ridurre i fenomeni di erosione e di instabilità dei versanti;
- regimare in modo corretto le acque su strade, piste e sentieri;
- ridurre il più possibile l'impermeabilizzazione dei suoli creando e mantenendo spazi verdi e diffondendo l'impiego della vegetazione nella sistemazione del territorio.

Pertanto, si prevede l'utilizzo del materiale vegetale vivo e del legname come materiale da costruzione, in abbinamento in taluni casi con materiali inerti come pietrame.





## 7. 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 e idraulica REN PD R15*.



## 8. CAVIDOTTI

### 8.1. GENERALITÀ

Il parco eolico nella sua nuova configurazione avrà una potenza complessiva di 145,20 MW., data dalla somma delle potenze elettriche di n. 22 aerogeneratori esistenti della potenza unitaria massima di 6,60 MW.

Dal punto di vista elettrico, l'impianto è suddiviso in due parchi (Parco A e Parco B) composti da 11 aerogeneratori ciascuno.

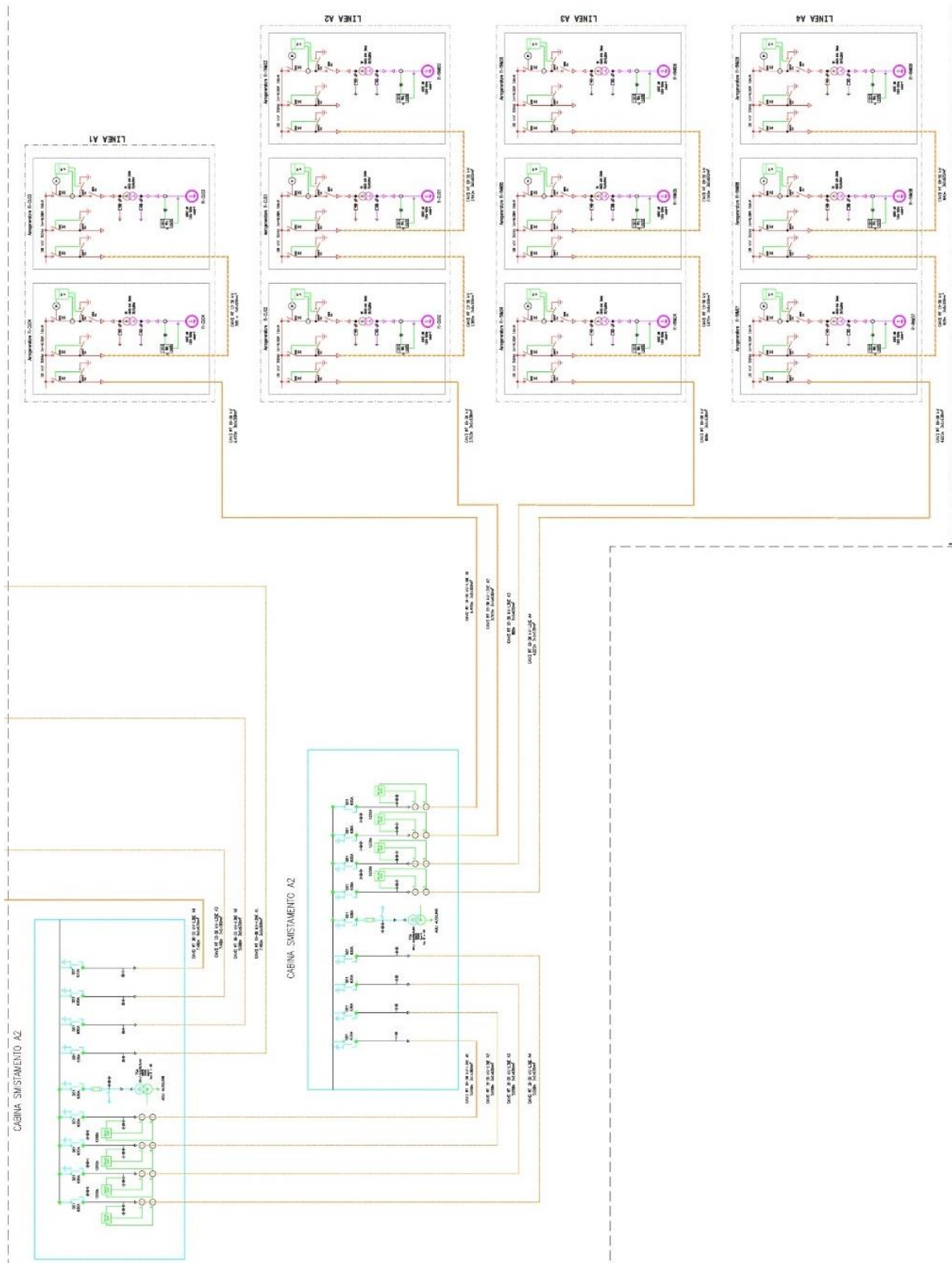
Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori del Parco A e del Parco B sono collegati fra di loro con un gruppo da 3 ed un gruppo da 2, costituendo così n. 4 distinti sottocampi, come di seguito meglio rappresentato.

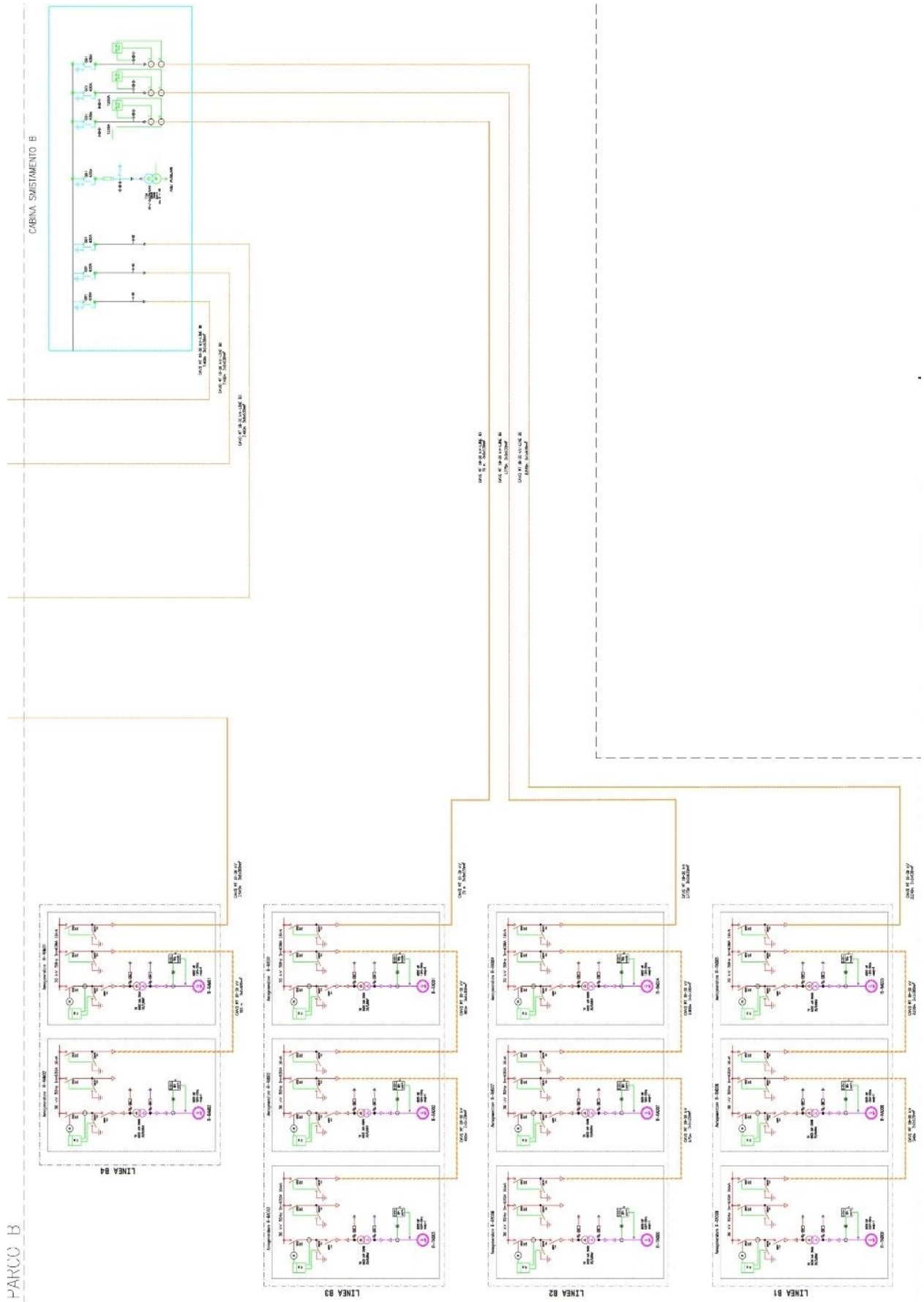
|                | Sottocampo      | Aerogeneratori                  | Potenza | Comune                     |
|----------------|-----------------|---------------------------------|---------|----------------------------|
| <b>PARCO A</b> | <b>LINEA A1</b> | R-CU03 e R-CU04-SSE             | 13,2 MW | Castel di Iudica           |
|                | <b>LINEA A2</b> | R-RAM03, R-CU01 e R-CU02-SSE    | 19,8 MW | Ramacca e Castel di Iudica |
|                | <b>LINEA A3</b> | R-RAM06, R-RAM05 e R-RAM04- SSE | 19,8 MW | Ramacca                    |
|                | <b>LINEA A4</b> | R-RAM09, R-RAM08 e R-RAM07- SSE | 19,8 MW | Ramacca e Castel di Iudica |
| <b>PARCO B</b> | <b>LINEA B1</b> | R-RAD09, R-RAD08 e R-RAD05- SSE | 19,8 MW | Raddusa                    |
|                | <b>LINEA B2</b> | R-RAD07, R-RAD06 e R-RAD04- SSE | 19,8 MW | Raddusa                    |
|                | <b>LINEA B3</b> | R-RAD03, R-RAD02 e R-RAD01- SSE | 19,8 MW | Raddusa                    |
|                | <b>LINEA B4</b> | R-RAM01 e R-RAM02- SSE          | 13,2 MW | Ramacca                    |

Tab.4

### 8.1. 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 REN-PD-T30





## 8.2. 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.4 distinte linee elettriche a 30 kV, una per ciascun sottocampo per ogni parco. Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a 120, 300 o 630 mm<sup>2</sup>.

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 (c. § 5.2.1). Nella tabella che segue si riporta calcolo preliminare delle linee elettriche di collegamento da rivalutare in fase esecutiva.

|                            | LINEA    | PARTENZA | ARRIVO  | Sezione cavo<br>[mm <sup>2</sup> ] | Lunghezza cavo<br>[m] | Potenza<br>attiva<br>[MW] |
|----------------------------|----------|----------|---------|------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| PARCO A                    | LINEA A1 | R-CU03   | R-CU04  | 3x1x120                            | 505                   | 6,6                       |
|                            |          | R-CU04   | SSE     | 3x1x300                            | 19.660                | 13,2                      |
|                            | LINEA A2 | R-RAM03  | R-CU01  | 3x1x120                            | 1.940                 | 6,6                       |
|                            |          | R-CU01   | R-CU02  | 3x1x300                            | 1.385                 | 13,2                      |
|                            |          | R-CU02   | SSE     | 3x1x630                            | 16.920                | 19,8                      |
|                            | LINEA A3 | R-RAM06  | R-RAM05 | 3x1x120                            | 2.345                 | 6,6                       |
|                            |          | R-RAM05  | R-RAM04 | 3x1x300                            | 1.075                 | 13,2                      |
|                            |          | R-RAM04  | SSE     | 3x1x630                            | 13.955                | 19,8                      |
|                            | LINEA A4 | R-RAM09  | R-RAM08 | 3x1x120                            | 840                   | 6,6                       |
|                            |          | R-RAM08  | R-RAM07 | 3x1x300                            | 820                   | 13,2                      |
|                            |          | R-RAM07  | SSE     | 3x1x630                            | 17.380                | 19,8                      |
|                            | PARCO B  | LINEA B1 | R-RAD09 | R-RAD08                            | 3x1x120               | 540                       |
| R-RAD08                    |          |          | R-RAD05 | 3x1x300                            | 2.875                 | 13,2                      |
| R-RAD05                    |          |          | SSE     | 3x1x630                            | 9.525                 | 19,8                      |
| LINEA B2                   |          | R-RAD06  | R-RAD07 | 3x1x120                            | 675                   | 6,6                       |
|                            |          | R-RAD07  | R-RAD04 | 3x1x300                            | 2.030                 | 13,2                      |
|                            |          | R-RAD04  | SSE     | 3x1x630                            | 9.060                 | 19,8                      |
| LINEA B3                   |          | R-RAD03  | R-RAD02 | 3x1x120                            | 455                   | 6,6                       |
|                            |          | R-RAD02  | R-RAD01 | 3x1x300                            | 805                   | 13,2                      |
|                            |          | R-RAD01  | SSE     | 3x1x630                            | 7.355                 | 19,8                      |
| LINEA B4                   |          | R-RAM02  | R-RAM01 | 3x1x120                            | 510                   | 6,6                       |
|                            |          | R-RAM01  | SSE     | 3x1x300                            | 3.840                 | 13,2                      |
| <b>POTENZA COMPLESSIVA</b> |          |          |         |                                    |                       | <b>145,200</b>            |

Tab 5

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio.

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 REN-PD-T28.

### **8.3. SISTEMA DI POSA CAVI**

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio.

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.

Le trincee all'interno delle quali saranno collocati i cavi avranno profondità non inferiore a 1.10 m e larghezza compresa tra 0,40 m per una terna, 0,60 per due terne e 0,80 m. per tre terne come riportato nelle figure seguenti che riportano le sezioni di scavo con i ripristini variabili in funzione della tipologia di strade:







*Fig. 12 sezioni tipo di scavo cavidotti*

Le modalità di esecuzione dei cavidotti su strade di parco, nell'ipotesi in cui vengano realizzati contestualmente, saranno le seguenti:

FASE 1 (apertura delle piste laddove necessario):

apertura delle piste e stesura della fondazione stradale per uno spessore di cm 40;

FASE 2 (posa cavidotti);

- Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,20 m dalla quota di progetto stradale finale;
- collocazione della corda di rame sul fondo dello scavo e costipazione della stessa con terreno vagliato proveniente dagli scavi;
- collocazione delle terne di cavo MT, nel numero previsto come da schemi di collegamento;
- collocazione della fibra ottica;
- rinterro con materiale granulare classifica A1 secondo la UNI CNR 10001 e s.m.i.
- rinterro con materiale proveniente dagli scavi compattato, per uno spessore di 25 cm;
- collocazione di nastro segnalatore della presenza di cavi di media tensione;
- rinterro con materiale proveniente dagli scavi del pacchetto stradale precedentemente steso (in genere 40 cm);

FASE 3 (finitura del pacchetto stradale):

Stesura dello strato di finitura stradale pari a 20 cm fino al piano stradale di progetto finale con materiale proveniente da cava o da riutilizzo del materiale estratto in situ (vedi piano di utilizzo in situ delle terre e rocce da scavo).

Le modalità di esecuzione dei cavidotti su strade di parco, qualora i cavidotti vengano posati precedentemente alla realizzazione della viabilità, saranno suddivise nelle seguenti fasi.

FASE 1 (posa dei cavidotti):

- Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,20 m dalla quota di progetto stradale finale;
- collocazione della corda di rame sul fondo dello scavo e costipazione della stessa con terreno vagliato proveniente dagli scavi;
- collocazione delle terne di cavo MT, nel numero previsto come da schemi di collegamento;
- collocazione della fibra ottica;
- rinterro con sabbia o misto granulare stabilizzato con legante naturale, vagliato con pezzatura idonea come da specifiche tecniche, per uno spessore di 20 cm;

- rinterro con materiale degli scavi compattato, per uno spessore di 25 cm;
- collocazione di nastro segnalatore della presenza di cavi di media tensione;
- collocazione di fondazione stradale con materiale proveniente dagli scavi se idoneo (Classe A1 UNICNR10006) fino al raggiungimento della quota della strada esistente.

FASE 2 (finitura del pacchetto stradale):

Collocazione di fondazione stradale con materiale proveniente dagli scavi se idoneo (Classe A1 UNICNR10006) fino alla profondità relativa di -0,20 m dalla quota di progetto stradale finale; stesura dello strato di finitura stradale pari a 20 cm fino al piano stradale di progetto finale con materiale proveniente da cava o da riutilizzo del materiale estratto in situ (vedi piano di utilizzo in situ delle terre e rocce da scavo);

Per conoscere tutte le sezioni tipo e maggiori particolari, si rimanda alla relativa tavola di progetto RS06EPD0007A0.

#### **8.4. FIBRA OTTICA DI COLLEGAMENTO**

Per permettere il monitoraggio e controllo dei singoli aerogeneratori, il presente progetto prevede la realizzazione di un nuovo sistema di telecontrollo, il quale sovrintenderà al funzionamento del parco eolico in esame.

Per la realizzazione del sistema si farà uso di un collegamento in fibra ottica, in configurazione entra-esce da ciascun aerogeneratore.

Lo schema di collegamento del sistema di monitoraggio segue la stessa logica dello schema di collegamento elettrico riportato nel capitolo precedente.

In particolare, si farà uso di un cavo in fibra ottica mono-modale da 12 fibre, idoneo alla posa interrata, di caratteristiche prestazionali tali da garantire una attenuazione del segnale minima, così da permettere la migliore qualità nella trasmissione delle informazioni.

Le fibre devono essere corredate di tutti gli accessori necessari alla loro giunzione ed attestazione.

#### **8.5. SISTEMA DI TERRA**

Il sistema di terra del parco eolico è costituito da una maglia di terra formata dai sistemi di dispersori dei singoli aerogeneratori e dal conduttore di corda nuda che li collega. La maglia complessiva che si viene così a creare consente di ottenere un valore di resistenza di terra tale da garantire un sufficiente margine di sicurezza, adeguato alla normativa vigente.

Il sistema di terra di ciascun aerogeneratore consisterà in più anelli dispersori concentrici, collegati radialmente fra loro, e collegati in più punti anche all'armatura del plinto di fondazione.

Il conduttore di terra di collegamento tra i vari aerogeneratori consiste invece in una corda di rame nudo da 50 mmq, posta in intimo contatto con il terreno.

Particolare attenzione va posta agli attraversamenti lungo il tracciato del cavidotto.

Per evitare infatti che in caso di guasto si possa verificare il trasferimento di potenziali dannosi

agli elementi sensibili circostanti, quali altri sotto-servizi, acquedotti, tubazioni metalliche, ecc. ecc., verrà utilizzato in corrispondenza di tutti gli attraversamenti, da 5 m prima e fino a 5 m dopo il punto di interferenza, un cavo Giallo/Verde di diametro 95mm<sup>2</sup> del tipo FG7(O)R, opportunamente giuntato al conduttore di rame nudo, tale da garantire una resistenza pari a quella della corda di rame nudo di 50 mm<sup>2</sup>.

## 8.6. INTERFERENZE DEI CAVIDOTTI

Le interferenze del tracciato dei cavidotti con le opere d'arte esistente sono riportate nella tabella nella pagina seguente.

| N° INTERFERENZA | TIPOLOGIA INTERFERENZA            | TIPOLOGIA ATTRAVERSAMENTO                 | LUOGO DELL'INTERFERENZA2 | COORDINATE INTERFERENZE          | ENTE INTERESSATO                        |
|-----------------|-----------------------------------|---|--------------------------|----------------------------------|---|
| Interferenza 1  | Ponticello                        | TOC                                       | SS192                    | N: 457868.8842 ; E: 4154984.42   | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 2  | Ponticello                        | TOC                                       | SS192                    | N: 458079.6147 ; E: 4154661.8675 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 3  | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 459756.3364 ; E: 4152215.5397 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 4  | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 459913.0793 ; E: 4152275.76   | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 5  | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 460011.2948 ; E: 4152266.9813 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 6  | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 460209.3083 ; E: 4152246.4298 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 7  | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 460254.7303 ; E: 4152241.9477 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 8  | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 460524.6002 ; E: 4152168.5909 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 9  | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 462110.6095 ; E: 4152389.2341 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 10 | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 462190.1924 ; E: 4152122.4275 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 11 | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 462219.3898 ; E: 4152086.2358 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 12 | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 462517.4354 ; E: 4151546.6394 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 13 | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 462536.2362 ; E: 4151389.2811 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 14 | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 462635.5581 ; E: 4150881.7747 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 15 | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 462652.6286 ; E: 4150836.4796 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 16 | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 463463.4558 ; E: 4150517.7194 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 17 | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 463629.4879 ; E: 4150532.1301 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 18 | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 463913.3398 ; E: 4150674.8377 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 19 | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 464093.5268 ; E: 4150767.0709 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 20 | Attraversamento esistente a guado | Passaggio sotto attraversamento esistente | Strada di parco          | N: 464195.6299 ; E: 4150827.6626 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 21 | Attraversamento scotolare         | TOC                                       | Strada di parco          | N: 464806.3456 ; E: 4149844.571  | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 22 | Attraversamento scotolare         | TOC                                       | Strada di parco          | N: 464893.41 ; E: 4149889.5318   | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 23 | Attraversamento scotolare         | TOC                                       | Strada di parco          | N: 465001.2621 ; E: 4149929.4152 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 24 | Attraversamento scotolare         | TOC                                       | Strada di parco          | N: 465208.0366 ; E: 4149901.292  | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 25 | Attraversamento scotolare         | TOC                                       | Strada di parco          | N: 465313.0596 ; E: 4149963.2293 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 26 | Frana                             | TOC                                       | Strada di parco          | N: 465747.7184 ; E: 4150200.8606 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 27 | Attraversamento scotolare         | TOC                                       | Strada di parco          | N: 465780.0416 ; E: 4151202.6204 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 28 | Ponticello                        | TOC                                       | SP 123                   | N: 465774.1454 ; E: 4152549.0724 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 29 | Attraversamento scotolare         | TOC                                       | SP 123                   | N: 465999.396 ; E: 4152454.3719  | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 30 | Ponticello                        | TOC                                       | SP 123                   | N: 466099.2482 ; E: 4152358.3947 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 31 | Attraversamento scotolare         | TOC                                       | SP 123                   | N: 466238.8561 ; E: 4152097.6016 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 32 | Attraversamento scotolare         | TOC                                       | SP 123                   | N: 466364.6936 ; E: 4151991.3992 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 33 | Ponte                             | TOC                                       | SP 123                   | N: 466518.7036 ; E: 4151986.6696 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 34 | Ponte                             | TOC                                       | SP 123                   | N: 466734.5914 ; E: 4152029.945  | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 35 | Attraversamento scotolare         | TOC                                       | SP 123                   | N: 466868.2332 ; E: 4152049.3197 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 36 | Attraversamento scotolare         | TOC                                       | Strada di parco          | N: 466081.3084 ; E: 4149074.2214 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 37 | Attraversamento scotolare         | TOC                                       | Strada di parco          | N: 465491.9451 ; E: 4147950.6104 | Comune di Ramacca, provincia di Catania |
| Interferenza 38 | Ponticello                        | TOC                                       | SP 114                   | N: 460318.05 ; E: 4148260.8035   | Comune di Raddusa, provincia di Catania |
| Interferenza 39 | Ponticello                        | TOC                                       | SP 114                   | N: 460073.5881 ; E: 4148266.4877 | Comune di Raddusa, provincia di Catania |
| Interferenza 40 | Attraversamento scotolare         | TOC                                       | SP 114                   | N: 460158.798 ; E: 4149079.3506  | Comune di Raddusa, provincia di Catania |

Le interferenze sopra evidenziate saranno risolte alcune mediante Toc ed altre mediante scavi a sezione e ripristino opere di guado esistenti ed autorizzati.

Per gli approfondimenti tecnici si vedano le seguenti tavole grafiche:

- *REN PD T19* Interferenze cavidotti: planimetria su Ctr
- *REN PD T20* Interferenze cavidotti: particolari costruttivi tipo

## 9. ADEGUAMENTO STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT

Nel presente capitolo si darà descrizione della stazione esistente 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.

### 9.1. UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotto verso la Sottostazione Elettrica di Utente esistente, sita nel Comune di Assoro (EN), connessa alla rete di trasmissione nazionale.

La sottostazione esistente insiste sulle Particelle n. 195 e 197 del foglio di mappa n.65 del Comune di Assoro.

La stazione si trova in adiacenza alla stazione elettrica Enel di Assoro, alla quale è collegata con un sistema di sbarre aeree in derivazione, come illustrato nella seguente immagine.

La Sottostazione interessa un'area di forma rettangolare di larghezza pari a circa 53.4 m e di lunghezza pari a circa 100. m, interamente recintata e divisa in tre parti (Stallo A e Stallo B e stallo di connessione) accessibili entrambe tramite un proprio cancello carrabile largo 7,00 m di tipo scorrevole ed un cancello pedonale. Il sito è accessibile dalla SS192 proseguendo sulla strada provinciale SP 21 ed un tratto di strada vicinale.

### 9.2. SISTEMA DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede (cod. pratica di rintracciabilità ENEL T0738052(prot.E-DIS-04/05/2021-0372709)(Codice Pratica Terna 202100245)) che l'impianto sarà allacciato alla rete AT di E-Distribuzione con tensione nominale di 150 kV tramite mantenimento della connessione esistente nella cabina primaria denominata SM Assoro D400-1-385611, che è collegata alla linea a 150 kV area “Raddusa FS- Valguarnera”, previo potenziamento delle linee RTN 150 kV “Dittaino CP – Assoro Sm” e contestuale risoluzione degli elementi limitanti attualmente presenti nelle Cabine Primarie afferenti alla linea RTN 150 kV “Valguarnera – Assoro Sm”.(progetto già autorizzato con D.A. n.233/GAB del 15/11/2021.

In base al preventivo di connessione, la potenza massima in immissione sarà pari a 145,20 MW  
Di seguito l'inquadramento generale della stazione.



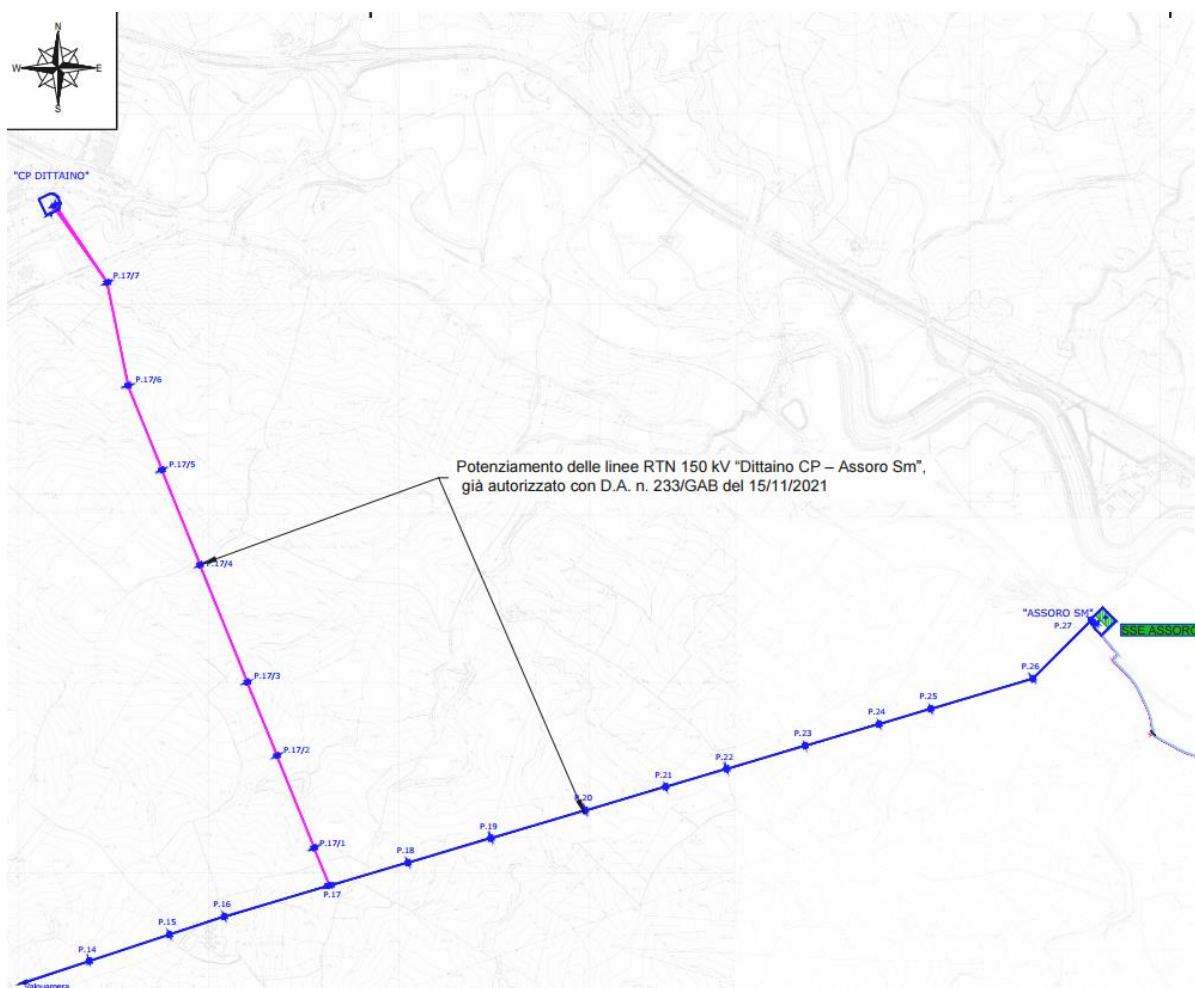


Fig.13 Inquadramento stazione utente e connessione alla RTN

## 1. . DESCRIZIONE STATO ATTUALE E OPERE DI ADEGUAMENTO

Allo stato attuale, la sottostazione elettrica esistente riceve le linee in media tensione a 21 kV provenienti dagli aerogeneratori del parco eolico esistente, presso l'edificio quadri MT, dove sono presenti gli scomparti di protezione, sezionamento e misura.

Successivamente, l'energia collettata viene innalzata al livello di tensione della rete RTN 150kV, tramite un trasformatore 150/21 kV della potenza di 80 MVA.

Dal trasformatore si diparte lo stallo AT, costituito da organi di misura, protezione e sezionamento in AT isolati in aria, fino a giungere al punto di connessione con l'adiacente cabina primaria Enel, attraverso un sistema di sbarre aeree

Considerato il differente livello di tensione della sezione MT fra la sezione esistente (21kV) e la sezione in progetto con l'intervento di repowering (30kV), nonché l'incremento della potenza complessiva proveniente dagli aerogeneratori grazie all'intervento di repowering, si rende necessario un intervento di manutenzione straordinaria della SSEU esistente, per adeguarla alle nuove caratteristiche elettriche del parco eolico.

L'adeguamento consisterà nelle seguenti operazioni:

- Sostituzione della sezione MT 21 kV nuova sezione MT 30 kV presso l'edificio esistente;
- manutenzione sezione AT, con intervento di dismissione delle opere elettromeccaniche presenti e con installazione di un nuovo sistema AT di distribuzione, sezionamento e protezione, consistente in due distinti stalli (stallo Parco A, stalli Parco B), uniti in parallelo fra loro verso il punto di connessione alla SSE Enel con un sistema di sbarre aeree.

Saranno pertanto oggetto di dismissione le seguenti componenti:

- Quadri MT 21kV
- Trasformatori MT21 kV/150 kV AT e la sua vasca.
- Apparecchiature AT (trasformatore MT/AT, scaricatori, TA, TV, interruttori, sezionatori)

Verrà mantenuto l'edificio esistente presso la sottostazione, presso il quale sono ubicati i quadri MT e i quadri ausiliari.

### **9.3. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE**

Nella sua nuova configurazione, la sottostazione elettrica di utente manterrà il collegamento alla limitrofa stazione Enel attraverso il sistema di sbarre aeree esistente.

La stazione elettrica di utente esistente sarà sempre del tipo isolata in aria, e risulterà così composta:

| <u>STALLO DI CONNESSIONE:</u>  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- n. 1 Sezionatore Tripolare A.T. con L.T.</li> <li>- n. 1 Interruttore Tripolare tipo 3AP1FG</li> <li>- n. 3 Trasformatore di Corrente AT</li> <li>- n. 3 Trasformatore di Corrente AT U.E. DY37/6 (misure fiscali)</li> <li>- n. 3 Trasformatore di Corrente induttivo U.E. DY47/2 (misure fiscali)</li> <li>- n. 3 Trasformatore di Corrente induttivo a 3 Secondari</li> <li>- n. 1 sistema di distribuzione in sbarre</li> </ul> |
| <u>STALLI PARCO A E B:</u>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- n. 1 Sezionatore Tripolare A.T. senza L.T.</li> <li>- n. 1 Interruttore Tripolare tipo SB 6m</li> <li>- n. 3 Trasformatore di Corrente AT</li> <li>- n. 3 Trasformatore di Corrente induttivo ad 1 Secondario</li> <li>- n. 3 Scaricatori di Sovratensione AT</li> <li>- . 1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 70/85 MVA</li> </ul>  |

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....

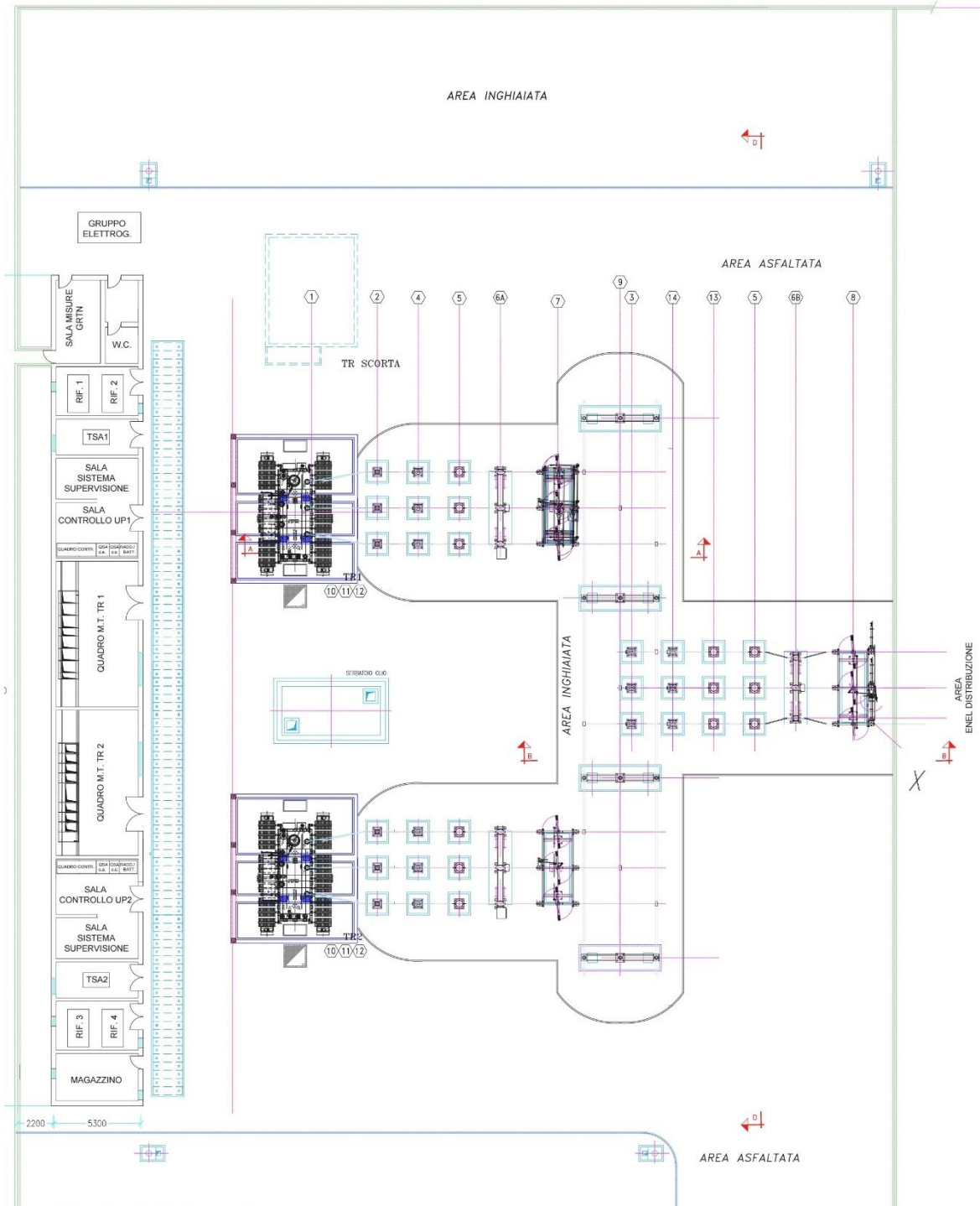


Figura 14 – Planimetria apparecchiature elettromeccaniche

#### 9.4. SERVIZI AUSILIARI

I servizi ausiliari presenti presso la SSEU saranno alimentati tramite trasformatori MT/BT con livello di tensione 30/0,4 kV, installati presso gli edifici di sottostazione.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature, è prevista

l'installazione presso la SST di un generatore ausiliario.

Da tali trasformatori/generatori verrà alimentato il quadro QSA, al quale saranno collegate tutte le utenze in c.a. in bassa tensione, quali:

- Ausiliari sezione MT.
- Ausiliari sezione AT.
- Illuminazione aree esterne.
- Circuiti prese e circuiti illuminazione edificio SST.
- Motori e pompe.
- Raddrizzatore BT.
- Sistema di monitoraggio.
- Altre utenze minori.

Dal quadro QSA verrà derivata l'alimentazione dei circuiti di protezione e comando, alimentati a 110 Vcc mediante un banco di batterie, alimentate dal raddrizzatore.

## 9.5. RETE DI TERRA

Presso la sottostazione verrà realizzato un sistema di terra dimensionato secondo le norme CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), nonché alle prescrizioni Terna, considerando una corrente di corto circuito monofase pari a 31,5 kA e un tempo di eliminazione del guasto a terra pari a 0,5 s.

L'impianto di terra consisterà in una maglia di terra in corda di rame nudo della sezione di 63 mm<sup>2</sup>, interrato alla profondità di circa 70 cm dal piano di calpestio, che seguirà l'intero perimetro della SST, con maglie interne di lato massimo pari a 4,5 m.

Il sistema di terra sarà integrato dalla presenza di dispersori verticali lungo il perimetro della SST, in prossimità dei trasformatori AT/MT.

Il sistema di terra verrà collegato con l'impianto di terra presso l'edificio SST, attraverso collegamenti sconnettibili in pozzetti ispezionabili.

Il collegamento fra la rete di terra e le apparecchiature di AT saranno effettuati in corda di rame nudo da 125 mm<sup>2</sup>.

Le connessioni fra i conduttori in rame avverranno mediante morsetti a compressione in rame, mentre il collegamento fra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature avverrà mediante capicorda e bulloni di fissaggio.

Al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite entro i valori individuati dalla norma, in sede di progettazione esecutiva verranno individuate le aree da integrare con sistemi di dispersione



- Tensione massima avvolgimento MT: 36 kV;

**b) Interruttore:**

- Tensione nominale: 170 kV
- Corrente nominale 2500 A
- Max tensione di prova:
  - Tra fase e terra
    - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 325 kV;
    - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 750 kV;
  - Sulla distanza di sezionamento
    - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 375 kV;
    - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 860 kV;
- Corrente nominale di breve durata 40 kA
- Corrente nominale di picco 100 kA
- Temperatura ambiente -30°C +55 °C
- Caratteristiche interruttore
  - Interruttore singolo tipo LTB-D
  - Potere di interruzione nominale in cc 40 kA
  - Potere di stabilimento nominale di picco in cc 100 kA
  - Interruzione di correnti induttive su linea a vuoto 63 A
  - Interruzione di correnti capacitive su cavi a vuoto 160 A
  - Comando a molla

**c) Interruttore sezionatore di terra**

- Tensione nominale: 170 kV
- Corrente nominale 2500 A
- Max tensione di prova:
  - Tra fase e terra
    - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 325 kV;
    - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 750 kV;
  - Sulla distanza di sezionamento
    - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 375 kV;
    - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 860 kV;



- Corrente nominale di breve durata 40 kA
- Corrente nominale di picco 100 kA
- Temperatura ambiente -30°C +55 °C
- Caratteristiche sezionatore di terra
  - Comando tripolare a motore
  - Tensione ausiliari 110 Vcc
  - Tempo di manovra da linea a terra 5,5s

**d) Trasformatore di corrente**

- Tipo ad anello
- Classe di misura 0,2/0,5/1,0
- Corrente massima permanente 1,2 In

**e) Isolatori passanti**

- Tipo composito
- Tensione nominale 170 kV
- Distanza in aria 1304mm/1633mm
- Linea di fuga 4670mm/5462mm
- 

**f) Trasformatori di tensione capacitivi**

- Rapporto di trasformazione nominale 150.000:  $\sqrt{3}$  / 100:  $\sqrt{3}$  V
- Rapporto di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1,5

**g) Trasformatori di tensione induttivi**

- Tensione nominale primaria 150.000:  $\sqrt{3}$  V
- Tensione nominale primaria 100:  $\sqrt{3}$  V
- Rapporto di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1,5

**h) Sistema di sbarre**

- Corrente nominale 2000 A

## 10. CAMPI ELETTROMAGNETICI E FASCE DI RISPETTO

Per la valutazione dei campi elettromagnetici generati dalla presenza della sottostazione elettrica e dagli elettrodotti interrati di collegamento in MT, nonché per la determinazione delle fasce di rispetto (DPA) da apporre, si rimanda allo specifico elaborato REN-PD-R06.