

REGIONE PUGLIA

Città Metropolitana di Bari

COMUNI DI SANTERAMO IN COLLE



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
1	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	25/11/22	ANTEX	FURNO C.	NASTASI A.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	18/11/22	ANTEX	FURNO C.	NASTASI A.

Committente:

IBERDROLA RENOVABLES ITALIA S.p.A.



Sede legale in Piazzale dell'Industria, 40, 00144, Roma
Partita I.V.A. 06977481008 - PEC: iberdrolarenovablesitalia@pec.it

Società di Progettazione:

Ingegneria & Innovazione



Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409
Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it

Progetto:

PARCO EOLICO "SANTERAMO"

Progettista/Resp. Tecnico

Dott. Ing. Cesare Furno
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Catania
n° 6130 sez. A

Elaborato:

RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA

Progettista Elettrico:

Dott. Ing. Antonino Signorello
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Catania
n° 6105 sez. A

Scala:

NA

Nome DIS/FILE:

C20033S05-PD-RT-01-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:

DEFINITIVO

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.



INDICE

1. PREMESSA	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	9
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	10
4.1. Riferimenti Cartografici e Posizioni Aerogeneratori.....	10
4.2. Inquadramento Geologico e Geomorfologico	13
4.3. Contesto Idrogeologico.....	14
4.4. Sismicità	15
5. L'IMPIANTO EOLICO	17
6. LISTA ANAGRAFICA DEI COMPONENTI L'IMPIANTO.....	20
6.1. Aerogeneratori.....	20
6.1.1. Specifiche tecniche Aerogeneratori	23
6.1.2. Sistemi elettrici e di controllo interni.....	28
6.1.3. Sistemi elettrici e di controllo esterni.....	28
6.1.4. Descrizione dei componenti principali.....	28
6.1.5. Schemi di funzionamento dei componenti dell'impianto	32
6.1.6. Potenza Stimata del Parco eolico	33
6.1.7. Analisi acustica	35
6.2. Cavidotti	46
6.2.1. Generalità.....	46
6.2.2. Dati tecnici del cavo utilizzato.....	46
6.2.3. Profondità e sistema di posa cavi	48
6.2.4. Fibra ottica di collegamento.....	50
6.2.5. Sistema di terra.....	51
6.2.6. Opere civili cavidotti.....	51
6.3. Stazione di Utanza	52
6.4. Opere di rete per la connessione alla RTN	52

7. INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI	54
7.1. Fondazione Aerogeneratore.....	54
7.2. Piazzole Aerogeneratori	54
7.3. Strade di Accesso e Viabilità di Servizio	56
7.3.1. Viabilità di accesso al Sito	56
7.3.2. Viabilità di Servizio	59
7.4. Rilevati e Sovrastrutture – Bonifiche e Sottofondi.....	62
7.4.1. Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade	62
7.4.2. Sovrastrutture per piazzole e strade	63
7.4.3. Sistemazione del piano di posa	64
7.4.4. Pavimentazione con materiale arido	66
7.5. Verifica Geotecnica della Fondazione Stradale.....	66
7.5.1. Caratteristiche geometriche delle strade e delle piazzole.....	66
7.5.2. Dimensionamento di massima della pavimentazione delle strade e delle piazzole	66
8. OPERE DI INGEGNERIA AMBIENTALE.....	68
8.1. Generalità	68
8.2. Specifiche tecniche degli interventi.....	69
8.2.1. Cunetta vivente	70
8.2.2. Canalizzazioni in pietrame e legno	70
8.2.3. Idrosemina e rivestimenti antiersivi	71
9. OPERE IDRAULICHE	75



PARCO EOLICO "SANTERAMO"

RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA



25/11/2022

REV: 1

Pag.4

1. PREMESSA

Su incarico di IBERDROLA Renovables Italia S.p.A., la società ANTEX GROUP Srl ha redatto il progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato Parco Eolico "SANTERAMO", con potenza nominale installata pari a 70,4 MW, da realizzarsi nel territorio del Comune di Santeramo in Colle. Il numero totale di turbine eoliche che saranno installate è pari a 11 con una potenza nominale pari a 6,4 MW per ogni aerogeneratore.

Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel comune di Matera, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 33 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 33 kV e la eleverà alla tensione di 150 kV. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata "Matera".

L'incarico della progettazione definitiva e lo studio di impatto ambientale sono stati affidati alla Società Antex Group Srl per i suoi professionisti selezionati e qualificati che pongono a fondamento delle attività, quale elemento essenziale della propria esistenza come unità economica organizzata ed a garanzia di un futuro sviluppo, i principi della qualità, come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Energie rinnovabili

- D.Lgs. 387/2003
- D.Lgs. 28/2011
- Per la redazione del presente progetto si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:
- DECRETO 28 aprile 2005. Criteri relativi ai progetti per la realizzazione di impianti industriali per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento
- DECRETO n. 91/GAB del 25 giugno 2007. Adozione delle misure idonee e garantire la tutela dell'ambiente e del paesaggio ai fini del rilascio dei provvedimenti di cui al D.P.R. 12 aprile 1996 per gli impianti di sfruttamento dell'energia eolica

Rumore

- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge Quadro sull'inquinamento acustico": stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore": contiene le definizioni e le quantificazioni relative ai valori di emissione, immissione, differenziali, di attenzione e di qualità che le attività umane sono tenute a rispettare;
- D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico": riporta le modalità sulla base delle quali il tecnico competente in acustica deve effettuare le misurazioni fonometriche e redigere il conseguente rapporto di valutazione;
- Norma UNI/TS 11143-7 "Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 7: Rumore degli aerogeneratori".

Cavidotti, 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 cavidotti 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 cavidotti".
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetiche.
- CEI 0-16 Ed. III, dicembre 2012: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-1 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norma Generale. Fasc. 1003
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo. Fasc. 8408 ed 2006
- CEI 11-48 Esercizio degli impianti elettrici
- CEI 14-4 Trasformatori di potenza Fasc. 609
- CEI 14-4V1 Variante n. 1 Fasc. 696S
- CEI 14-4 V2 Variante n. 2 Fasc. 1057V
- CEI 14-4 V3 Variante n. 3 Fasc. 1144V
- CEI 14-4 V4 Variante n. 4 Fasc. 1294V
- CEI 14-8 Trasformatori di potenza a secco Fasc. 1768
- CEI 14-12 Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a secco a 50 Hz, da 100 kVA a 2500 kVA con una tensione massima per il componente non superiore a 36kV. Parte 1: Prescrizioni generali e prescrizioni per trasformatori con una tensione massima per il componente non superiore a 24kV Fasc. 4149C
- CEI 17-1 Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000V Fasc. 1375
- CEI 17-1 V1 Variante n. 1 Fasc. 1807V
- CEI 17-4 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata a tensione superiore a 1000V Fasc. 1343
- CEI 17-4 EC Errata corrige Fasc. 1832V
- CEI 17-4 V1 Variante n. 1 Fasc. 2345V
- CEI 17-4 V2 Variante n. 2 Fasc. 2656V
- CEI 17-6 Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 a 52kV Fasc. 2056
- CEI 17-13/1 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – parte I: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS) Fasc. 2463E
- CEI 17-13/2 Apparecchiatura assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – parte II: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre Fasc. 2190
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione della sovratemperatura mediante estrapolazione per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) ANS Fasc. 1873
- CEI 17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al corto circuito delle apparecchiature non di serie (ANS) Fasc. 2252
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30kV Fasc. 1843
- CEI 20-13 V1 Variante n. 1 Fasc. 2357V

- CEI 20-13 V2 Variante n. 2 Fasc. 2434V
- CEI 20-22II Prova d'incendio su cavi elettrici. Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio Fasc. 2662
- CEI 20-22III Prova d'incendio su cavi elettrici. Parte 3: Prove su fili o cavi disposti a fascio Fasc. 2663
- CEI 20-35 Prove sui cavi elettrici sottoposti a fuoco. Parte 1: Prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale. Fasc. 688
- CEI 20-35V1 Variante n. 1 Fasc. 2051V
- CEI 20-37/1 Cavi elettrici – Prove sui gas emessi durante la combustione Fasc. 739
- CEI 20-37/2 Prove sui gas emessi durante la combustione dei cavi – Determinazione dell'indice di acidità (corrosività) dei gas mediante la misurazione del pH e della conduttività Fasc. 2127
- CEI 20-37/3 Misura della densità del fumo emesso dai cavi elettrici sottoposti e combustione in condizioni definite. Parte 1: Apparecchiature di prova Fasc. 2191
- CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1: Tensioni nominali U_0/U non superiore a 0.6/1kV Fasc. 2312
- CEI UNEL35024/1 Portata dei cavi in regime permanente Fasc. 3516 Per impianti elettrici utilizzatori:
- CEI 64-8/1 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua Fasc. 4131
- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri (codice IP) Fasc. 3227C Per impianti elettrici ad alta tensione e di distribuzione pubblica di bassa tensione:
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata Fasc. 5025
- CEI 11-18 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni Fasc. 3703R
- L'impianto dovrà essere conforme inoltre alle prescrizioni contenute nella Specifica Tecnica Terna "requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN".

Opere civili

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321) "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76) "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. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8) Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".
- Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nelle seguenti norme:
- Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.) "Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

- Circolare Consiglio Superiore Lavori Pubblici del 02/02/2009 contenente istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008;
- Consiglio Nazionale delle Ricerche "Norme tecniche n. 78 del 28 luglio 1980 sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane.
- IEC 60400-1 "Wind Turbine safety and design";
- Eurocodice 2 "Design of concrete structures".
- Eurocodice 3 "Design of steel structures".
- Eurocodice 4 "Design of composite steel and concrete structures".
- Eurocodice 7 "Geotechnical design".
- Eurocodice 8 "Design of structures for earthquake resistance".

Sicurezza

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

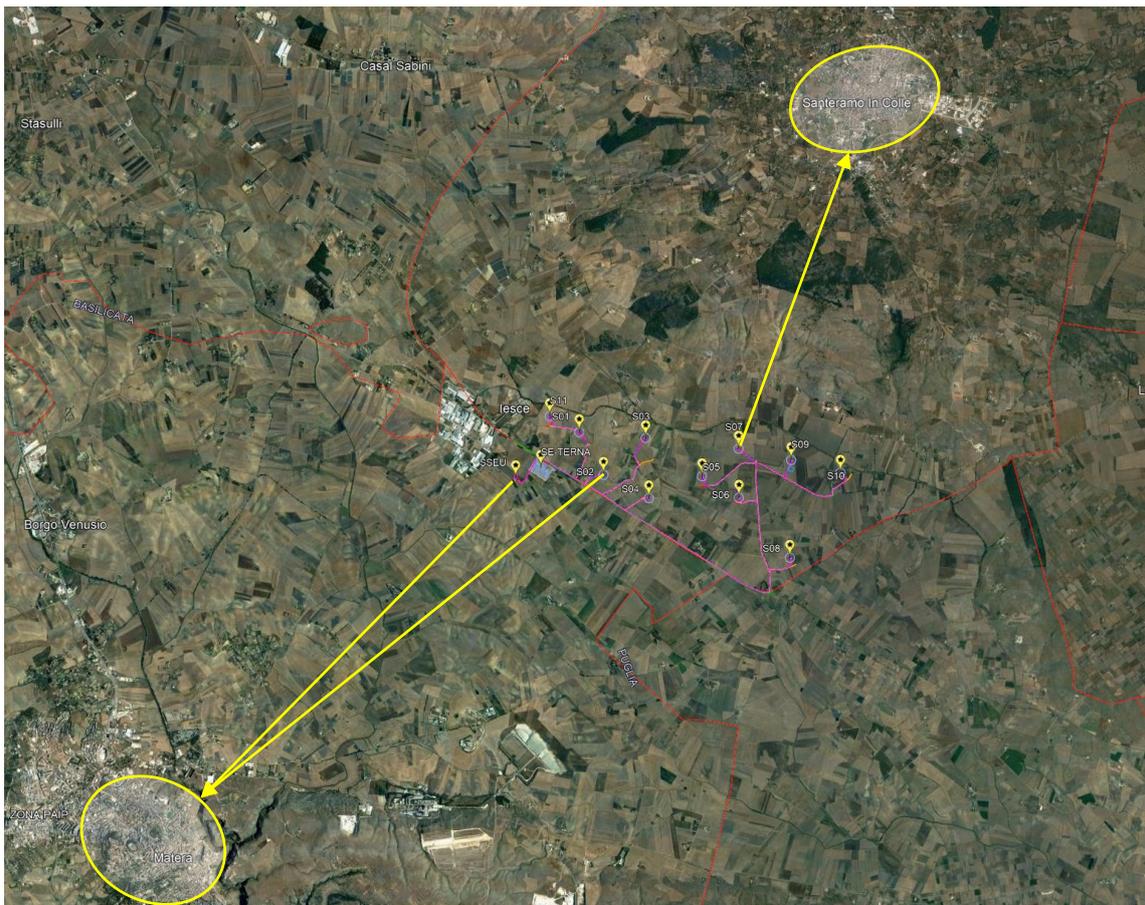
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di 11 aerogeneratori ed opere di connessione, inclusive di piazzole di costruzione e di esercizio, viabilità di accesso e cavidotti ubicati in agro nel Comune di Santeramo in Colle di potenza complessiva di 70.4 MW, denominato "Santeramo". Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Sottostazione elettrica utente di trasformazione e consegna, posta nel Comune di Matera, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 33 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 33 kV e la eleverà alla tensione di 150 kV. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata "Matera".

I centri urbani maggiormente interessati dal futuro impianto eolico, sono:

- Santeramo in Colle, dista circa 5,8 km dall'aerogeneratore S07 più vicino;
- Matera, dista circa 10 km dall'aerogeneratore S02 più vicino;



La sottostazione sarà ubicata nel Comune di Matera e dista circa 8,6 km dal centro abitato di appartenenza.

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

4.1. Riferimenti Cartografici e Posizioni Aerogeneratori

Il progetto si colloca all'interno delle seguenti cartografie:

- Fogli IGM in scala 1:25.000 di cui alle seguenti codifiche:
 - 454 II Altamura;
 - 455 III Cassano delle Murge;
 - 472 I Borgo Venusio;
 - 473 IV Santeramo in Colle;
 - 472 II Matera;
 - 473 III Laterza.
- CTR in scala 1:10.000, di cui alle seguenti codifiche:
 - 473013 – 473012 – 473023;
 - 473054 – 473051 – 473064;
 - 473053 – 473052 – 473063;
 - 473094 – 473091 – 473104.

I fogli di mappa catastali interessati dalle turbine e le loro componenti sono:

- Foglio di mappa n. 103 – 104 – 107 – 108 del Comune di Santeramo in Colle.

I fogli di mappa interessati dal solo passaggio dei cavidotti in MT, peraltro su strade comunali o provinciali, sono:

- Fogli di mappa n. 103 – 104 – 107 del Comune di Santeramo in Colle.

Il foglio di mappa interessato dalla sottostazione elettrica é:

- Fogli di mappa n. 19 del Comune di Matera.

Di seguito si riportano le coordinate degli aerogeneratori e della SSE-Utente nel sistema di riferimento UTM WGS84.

ID WTG	Est	Nord	Quota slm (m)	Comune
S01	642918.00 m E	4510974.00 m N	379	Santeramo in Colle
S02	643381.00 m E	4510196.00 m N	379	Santeramo in Colle
S03	644143.00 m E	4510887.00 m N	369	Santeramo in Colle
S04	644224.00 m E	4509778.00 m N	384	Santeramo in Colle
S05	645195.00 m E	4510204.00 m N	374	Santeramo in Colle

S06	645881.00 m E	4509820.00 m N	372	Santeramo in Colle
S07	645858.00 m E	4510727.00 m N	364	Santeramo in Colle
S08	646840.00 m E	4508730.00 m N	375	Santeramo in Colle
S09	646830.00 m E	4510535.00 m N	358	Santeramo in Colle
S10	647743.00 m E	4510318.00 m N	357	Santeramo in Colle
S11	642369.00 m E	4511259.00 m N	375	Santeramo in Colle
SSE-UTENTE	641768.00 m E	4510100.00 m N	394	Matera

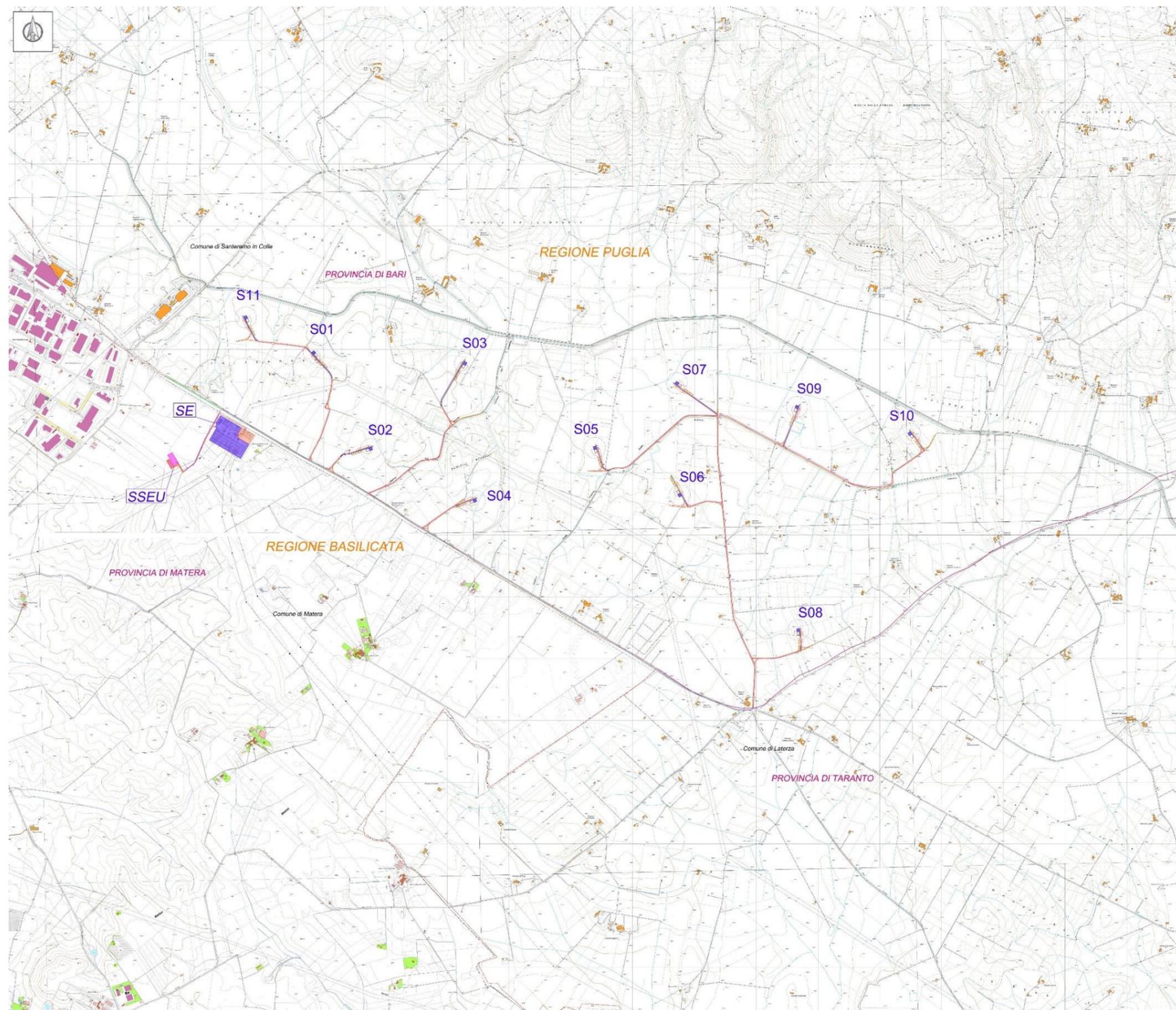


Figura 1 – Inquadramento su CTR dell'impianto

4.2. Inquadramento Geologico e Geomorfologico

L'area sulla quale verranno installate le turbine ricade nel Foglio 189 III SE Matera Nord e Foglio 189 II SO Vallone della Silica. L'area di intervento è individuata sulla cartografia tecnica della Regione Puglia e Basilicata in scala 1:10000, più precisamente all'interno delle CTR n° 473064, 473063, 473054, 473052, 473051, 473052, 473053 e 473054.

Le turbine sono ubicate nel territorio comunale di Santeramo in Colle (BA) e la SE ed SSEU nel territorio comunale di Matera (MT).

Le quote relative all'impianto eolico vanno dai 356 ai 384 m.s.l.m e si trova ubicato a SO dell'abitato di Santeramo in colle a NE dell'abitato di Matera.

Geologicamente l'area oggetto di studio si colloca nella zona terminale dell'Avampaese Murgiano, in prossimità del bordo orientale della Fossa Bradanica. Quest'ultima rappresenta il bacino di sedimentazione nella porzione di avanfossa appenninica, posta fra l'Appennino meridionale e gli alti strutturali dell'Avampaese Apulo. L'assetto geologico risulta essere costituito da un basamento calcareo dolomitico di età Cretacea (Calcarea di Altamura) su cui giacciono, con contatto trasgressivo, calcareniti organogene (Calcarenite di Gravina) ed in successione il primo termine dei depositi della Fossa Bradanica (Argille Subappennine) su cui poggiano in concordanza stratigrafica le Sabbie di Monte Marano.

Nello specifico ci troviamo in un'area collinare incisa da diversi fossi (alcuni dei quali di natura stagionale) a SO con una percentuale media del pendio intorno al 3%.

Attraverso l'uso del DTM e delle CTR sono stati inseriti sulla cartografia le seguenti forme morfologiche individuate; orli di scapata antropica, creste, cave e vallecole a U (fig. 2).

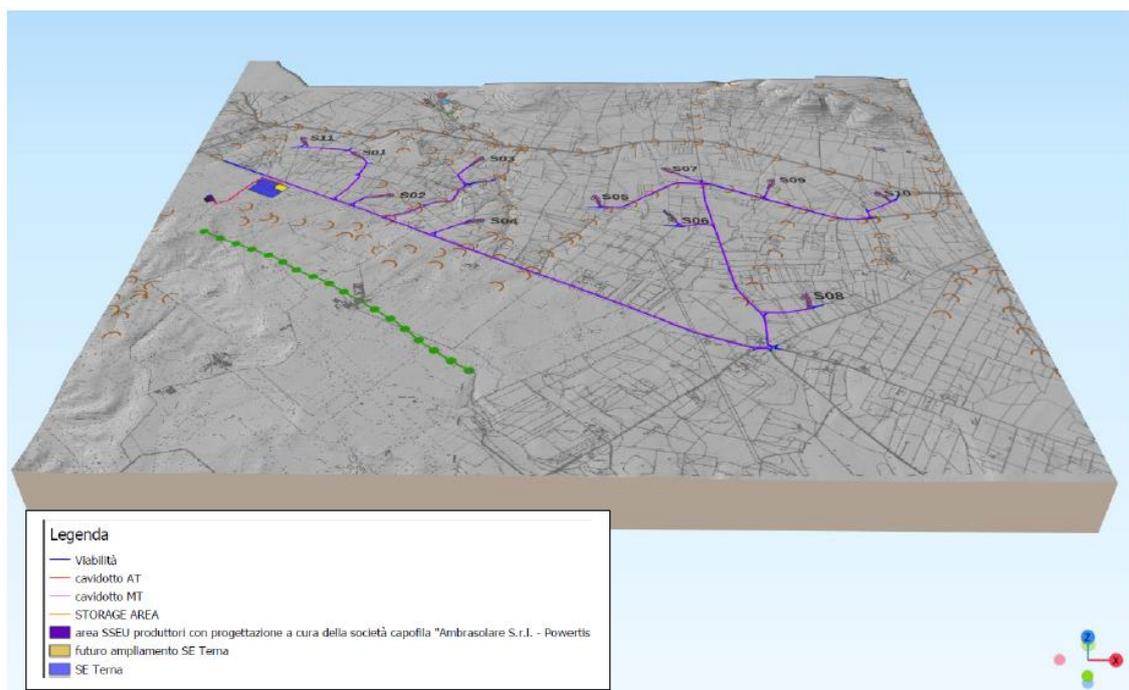


Figura 2 – Immagine rappresentativa delle strutture geomorfologiche presenti sovrapposte al DEM

Dal punto di vista geologico, il sito in esame si colloca all'interno di una vasta area al confine tra Puglia e Basilicata collocandosi nella zona terminale dell'Avampese Murgiano, in prossimità del bordo orientale della Fossa Bradanica.

Considerando, inoltre, la posizione delle singole WTG in funzione dei litotipi, esse possono essere suddivise in:

- **WTG S11, S01, S02, S04, S05, S06, S07 e S08** sono ubicate per una parte su terreno vegetale appresenta l'orizzonte superficiale dall'originario piano campagna, non sempre presente e con spessori estremamente diversificati (da pochi cm a poco più di 1 metro) derivante dall'alterazione in posto degli orizzonti superficiali delle formazioni affioranti. Lo strato sottostante è caratterizzato dalla presenza di depositi siltoso-sabbiosi.
- **WTG S03** sono ubicate su Argille di Gravina (Pleistocene Medio) quest'ultime costituite da argille azzurre con fossili marini. Fanno seguito in concordanza alle Calcareni di Gravina e non differiscono sensibilmente dalle comuni argille azzurre plio-pleistoceniche delle regioni collinari al piede dell'Appennino. I fossili, sempre francamente marini, sono numerosi, ma, analogamente a quanto è avvenuto per le Calcareni di Gravina, solo i foraminiferi hanno fornito elementi conclusivi per un'attribuzione al Calabriano [Hyalinea balthica (SchROETER)]. Ai margini della Fossa Bradanica, lungo il contatto con i Calcari delle Murge, le Argille di Gravina passano eteropicamente al Tufo di Gravina.
- **WTG S03, S07, S09 e S10** sono ubicate su all'interno della Calcareni di M. Castiglione (Pleistocene Medio), tale area è caratterizzata da depositi delle Sabbie di Monte Marana e affiora in una fascia limitata a NNE dalle Murge di Altamura, Santeramo e Gioia del Colle e a SSO delle Murge di Matera, Laterza e Castellaneta. Secondo RICCHETTI è costituita da un corpo lentiforme; giace per lo più direttamente sulle Argille di Gravina, ma ai margini fa evidente passaggio laterale alle Sabbie di Monte Marana. Il deposito ha il tipico aspetto di una panchina, è formato da detrito calcareo anche grossolano e di regola fortemente cementato da un cemento calcitico. I fossili sono abbondanti ma per lo più rappresentati da frammenti di gusci, che da soli costituiscono quasi per intero il deposito. Lo spessore varia da un paio di m a un massimo di circa 25 m. L'età è calabriana. Particolare attenzione in fase esecutiva va data alle WTG S03 e S07 dove le fondazioni potrebbero ricadere tra due formazioni con caratteristiche geotecniche diverse, per cui sarà importante capire tramite i sondaggi la litologia effettiva per capire quali fondazioni utilizzare.

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato "Relazione Geologica, Geomorfologica e Sismica".

4.3. Contesto Idrogeologico

In generale, l'intera zona è caratterizzata da una rete idrografica superficiale scarsamente sviluppata, trattasi di fossi scavati dai fenomeni di erosione superficiale delle acque meteoriche, privi di deflussi perenni. Nella gran parte dell'areale considerato, le acque sono regimate da impluvi poco incisi, con fianchi ampi e privi di scarpate, che convogliano le acque di ruscellamento nelle opere di regimazione presenti lungo la viabilità esistente.

Dal punto di vista idrologico sono presenti diverse incisioni che interferiscono con la viabilità esistente e con il tracciato del cavidotto, di questi impluvi sono stati fatti gli studi idraulici tramite HEC-RAS per capire se i punti dove passano i cavidotti sono idonei.

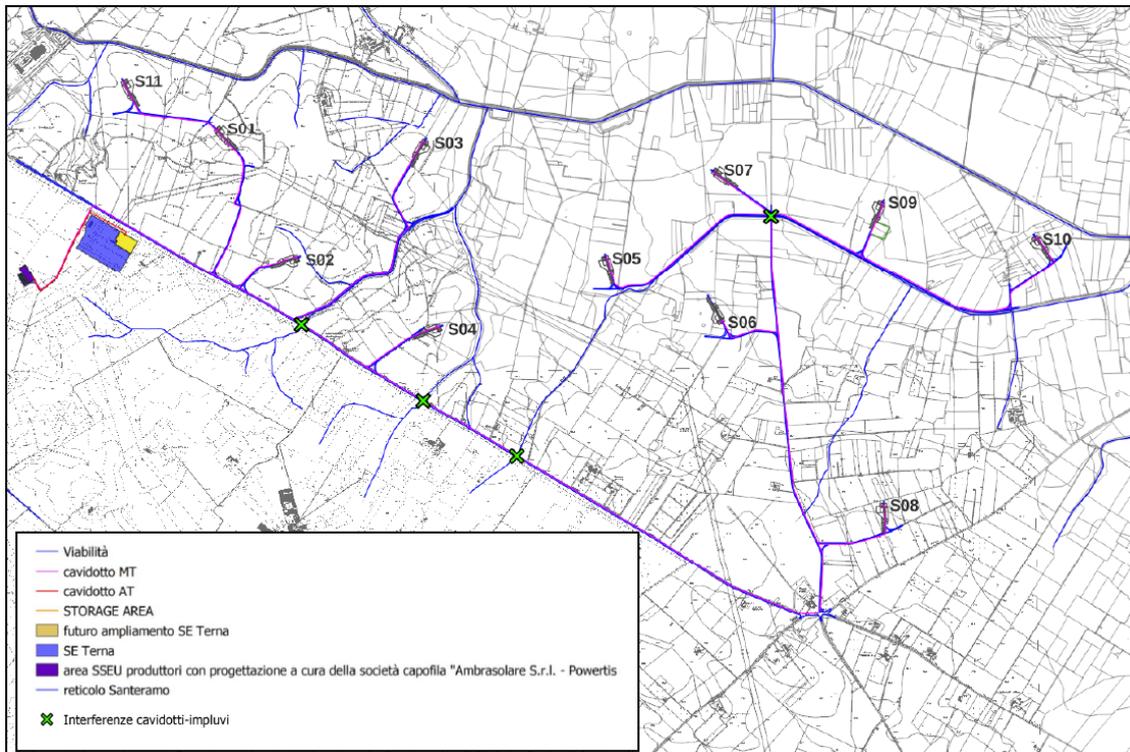


Figura 3 – Reticolo idrografico con interferenze cavidotti-impiuvi

Questi studi sono stati fatti secondo l'ultimo aggiornamento preso in considerazione per le verifiche di compatibilità con il PAI fa riferimento alla Delibera del Comitato Istituzionale del 13/6/2011, pubblicata sul sito web in data 15/07/2014. Sono stati elaborati i dati secondo i TR di 30, 200 e 500 anni, con particolare attenzione ai 30 anni perché considerata come "aree ad alta probabilità di inondazione".

I risultati ottenuti non mostrano aree particolarmente pericolose in quanto abbiamo altezze di acqua che non superano i 50 cm in tutti gli impluvi analizzati.

Alla luce dello studio redatto sia la posizione delle turbine che il cavidotto possono essere progettati senza nessun problema dal punto di vista idraulico.

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato "Relazione Idrologica e Idraulica".

4.4. Sismicità

Ai fini della caratterizzazione dell'azione sismica di progetto, si è fatto riferimento alle direttive della normativa antisismica vigente, "Norme Tecniche per le Costruzioni per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

Considerando i vari litotipi presenti nel sito dovremmo aspettarci un V_{s30} compreso tra 180 m/s e 800 m/s, considerando anche che i primi metri siano molto fratturati, per cui, in questa fase si può ipotizzare un suolo di **Categoria B o C**:



PARCO EOLICO "SANTERAMO"

RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA



25/11/2022

REV: 1

Pag.16

Categoria B

"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)".

Categoria C

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Queste valutazioni dovranno essere confermate in fase di progetto esecutivo con una campagna sismica atta a definire al meglio il valore di Vs30eq misurato e le caratteristiche sismiche dell'area in esame.

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato *"Relazione Geologica, Geomorfologica e Sismica"*.

5. L'IMPIANTO EOLICO

L'impianto Eolico sarà costituito da n°11 aerogeneratori, tipo Siemens Gamesa SG6.6 – 170 in modalità AM-2, con potenza nominale di 6,4 MW, corrispondenti ad una potenza di impianto di 70,4 MW. Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel Comune di Matera, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 33 kV. L'impianto si collegherà alla RTN per la consegna della energia elettrica prodotta attraverso una sottostazione elettrica utente di trasformazione tramite collegamento in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata "Matera".

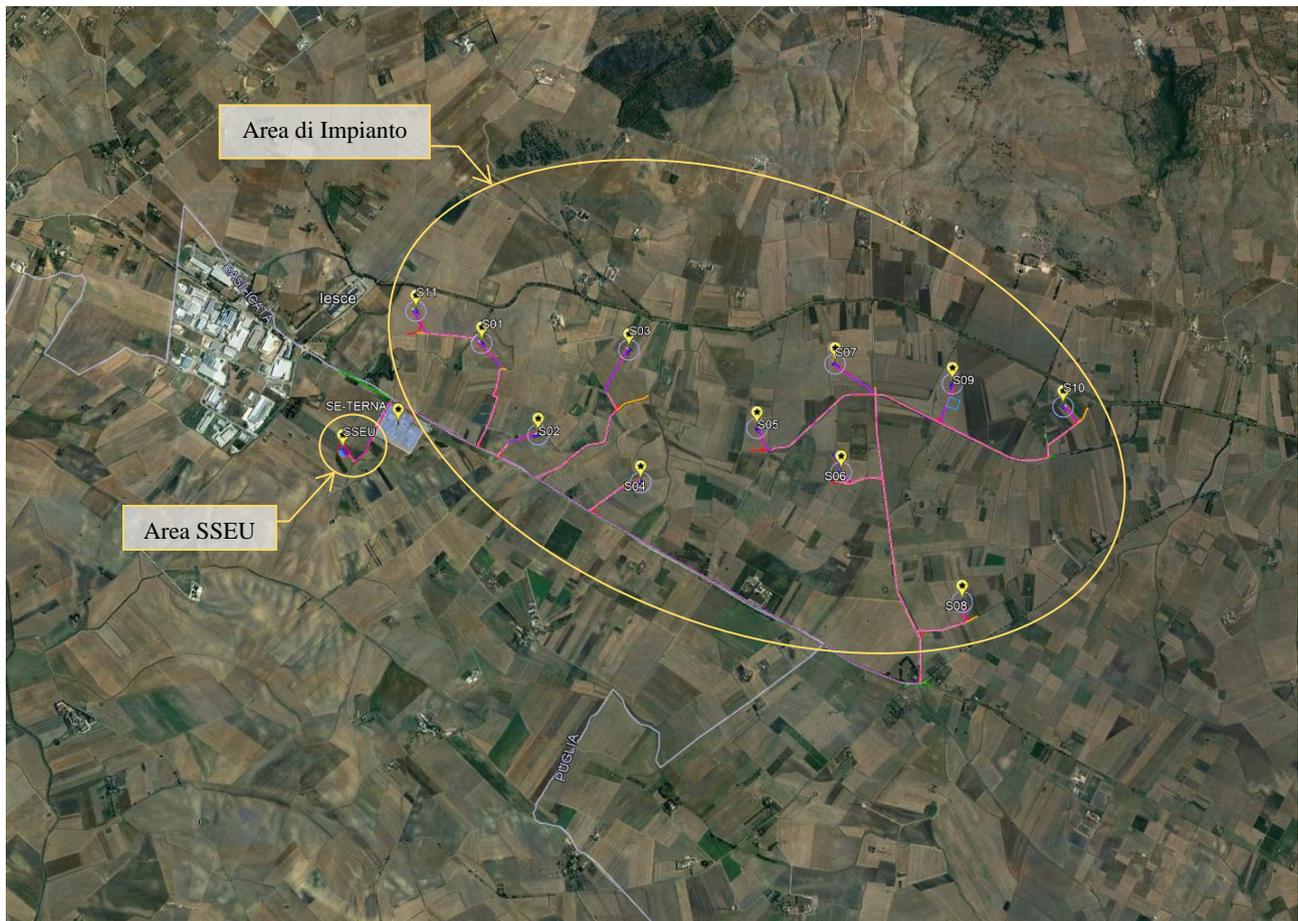


Figura 4 – Layout impianto eolico "Santeramo"

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono collegati fra di loro in quattro gruppi rispettivamente di 3 e 2 turbine ciascuno, tramite cavi di MT da 33 kV, costituendo così n.4 distinti sottocampi e collegati alla sottostazione elettrica come mostrato nel seguente schema di rete di distribuzione dell'impianto. Gli aerogeneratori sono indipendenti dal punto di vista delle funzioni di controllo e protezione, e possono essere controllati in maniera remota dal sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione (SGRE SCADA).

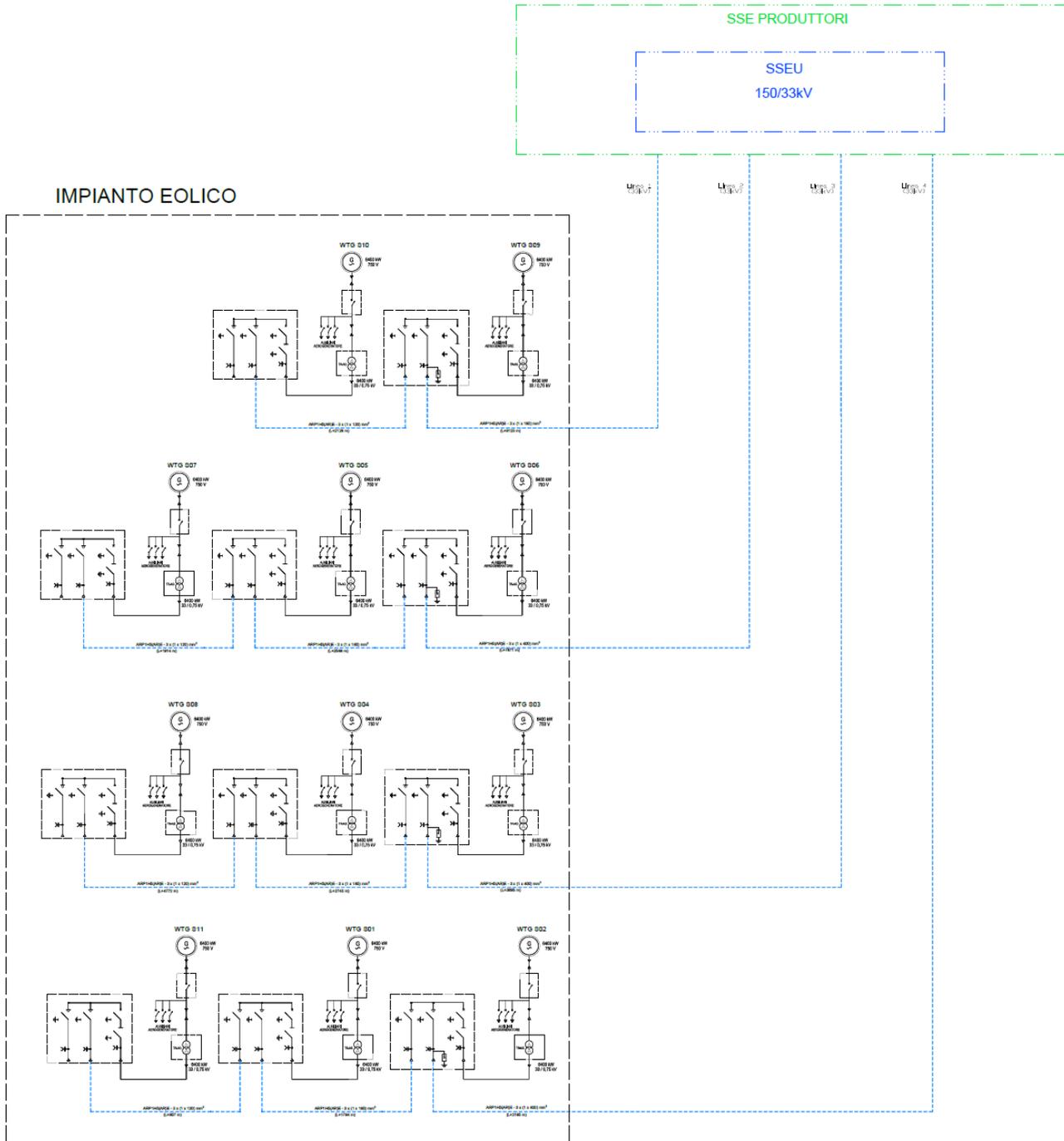


Figura 5 – Schema elettrico unifilare rete

All'interno della sottostazione utente sarà ubicato il sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione (MCM/SGRE SCADA) dell'impianto eolico che assicura l'operatività dell'impianto in remoto.

Le opere civili previste comprendono l'esecuzione dei plinti di fondazione degli aerogeneratori, 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.

Sono altresì previsti scavi a sezione obbligata per la realizzazione di cavidotti interrati MT, in adiacenza alla viabilità esistente, per il collegamento elettrico tra i singoli aerogeneratori, tra gli aerogeneratori e la sottostazione di consegna esistente.

La cabina di stazione sarà costituita dai locali contenenti i quadri con gli scomparti di arrivo/partenza linee dall'impianto eolico, dagli scomparti per alimentare il trasformatore BT/MT dei servizi ausiliari di cabina, dagli scomparti misure e protezioni MT e dallo scomparto MT per il collegamento al trasformatore MT/AT, necessario per il collegamento RTN. La costruzione dell'edificio sarà di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile. La copertura a tetto piano, opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Per il collegamento elettrico tra la sottostazione utente alla rete RTN si eseguirà uno scavo a sezione obbligata per la posa dei cavi di AT come riportato in figura.

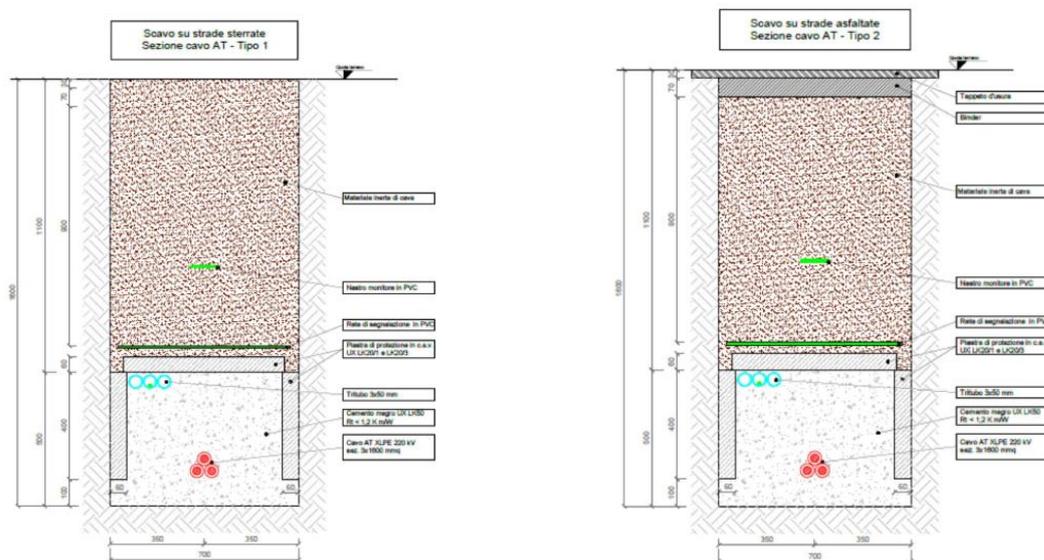


Figura 6 – Sezione tipo cavidotto AT

6. LISTA ANAGRAFICA DEI COMPONENTI L'IMPIANTO

Di seguito di riportano le principali componenti dell'impianto eolico e loro caratteristiche:

- Aerogeneratori;
- Cavidotti;
- Stazione di Utenza;
- Opere di rete per la connessione alla RTN.

6.1. Aerogeneratori

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta dal vento per la produzione di energia elettrica. La macchina con le sue dimensioni è rappresentata nell'elaborato "Sezioni tipo Aerogeneratori".

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 **Siemens Gamesa SG6.6-170** in modalità **AM-2**, un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala e potenza nominale massima di 6400 KW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo di 170 m, posto sopravvento 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 m.

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

Alcune turbine, in genere quelle poste a più alta quota e quelle di inizio e fine tratto, saranno equipaggiate, in accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), con un sistema di segnalazione notturna per la segnalazione aerea, consistente nell'utilizzo di una luce rossa da installare sull'estradosso della navicella dell'aerogeneratore.

Tutte le turbine avranno, inoltre, una segnalazione diurna consistente nella verniciatura della parte estrema della pala con due bande di colore rosso (RAL3020) ciascuna di 6-7 m ed intervallate da una banda di colore chiaro (RAL 7035/9018), per un totale di 18-21 m.

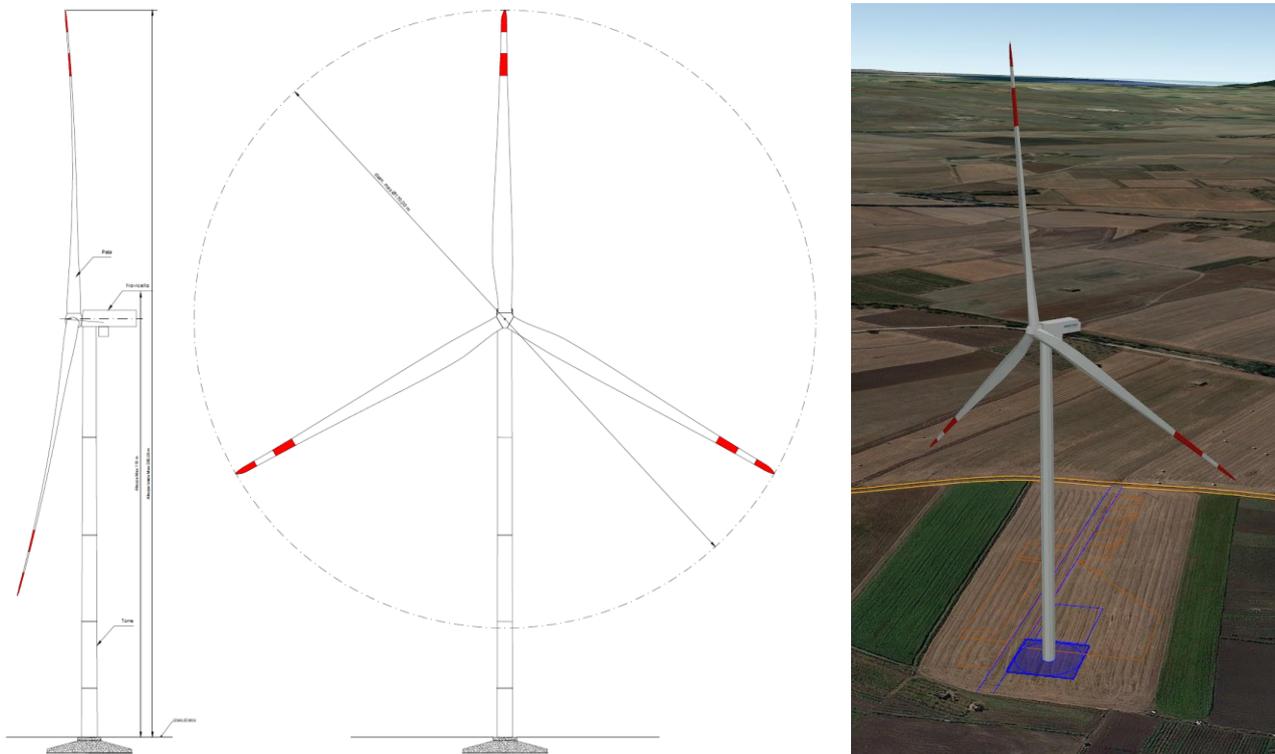


Figura 7 – Aerogeneratore tipo e vista 3D

La navicella è dotata di un sistema antincendio, che consiste di rilevatori di fumo e CO₂, 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 integrato, 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, secondo lo standard internazionale IEC 61400-24.

La turbina eolica scelta per il progetto entra in funzione a velocità del vento di circa 3 m/s e raggiunge la sua potenza nominale a velocità di circa 11 m/s con una densità dell'aria pari a 1225 kg/m³. A velocità del vento superiori, più precisamente superati i 20 m/s, 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 25 m/s il sistema di controllo orienta le pale in maniera tale da mandare in 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. 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 degli accumulatori senza necessità di impiego di inverter. 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 in modo che, se uno qualunque dei componenti 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 e più performanti 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, come meglio descritto nell'elaborato "Relazione sulla dismissione dell'impianto e ripristino dei luoghi".

6.1.1. Specifiche tecniche Aerogeneratori

Di seguito sono elencate le specifiche tecniche degli aerogeneratori **SIEMENS GAMESA SG6.6-170 HH115 in modalità AM-2** per una potenza di **6.4 MW**, scelti per il presente progetto:

Rotor Configuration	Application mode	Rating [MW]	Noise [dB(A)]	Power Curve Document	Acoustic Emission Document	Electrical Performance			Max temperature With Max active power and electrical capabilities ⁷
						Cos Phi	Voltage Range	Frequency range	
SG 6.6-170	AM 0	6.6	106.0	D2849164	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	20°C
SG 6.6-170	AM-1	6.5	106.0	D2861213	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	23°C
SG 6.6-170	AM-2	6.4	106.0	D2863704	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	25°C
SG 6.6-170	AM-3	6.3	106.0	D2863706	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	28°C
SG 6.6-170	AM-4	6.2	106.0	D2863708	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	30°C
SG 6.6-170	AM-5	6.1	106.0	D2863710	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	33°C
SG 6.6-170	AM-6	6.0	106.0	D2863712	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	35°C

GENERALI	
Intervallo di temperatura operativa	-20 °C / +40 °C
Intervallo di temperatura di fermo	-30 °C / +50 °C
Max. altezza s.l.m.	1000 m
Cerificazioni	IEC 61400-1
Tipologia turbina	Rotore tripala ad asse orizzontale sopra-vento
Regolazione della potenza	Regolazione attiva singola pala
Potenza nominale	6.0 MW / 6.2 MW
Velocità del vento per il raggiungimento della potenza nominale (con densità dell'aria di 1.225 kg/m ³)	Circa 11.0 m/s
Range velocità di funzionamento del rotore	Rpm max 8.8
Velocità vento di cut-in	3 m/s
Velocità vento di cut-out	25 m/s
Velocità vento di Cut-back-in	22 m/s
Vita di funzionamento stimata	≥ 20 anni
TORRE	
Tipologia	T115-56A
Altezza all' Hub	115 m
Numero di sezioni	5

Rotor	
Type	3-bladed, horizontal axis
Position	Upwind
Diameter	170 m
Swept area	22,698 m ²
Power regulation	Pitch & torque regulation with variable speed
Rotor tilt	6 degrees

Blade	
Type	Self-supporting
Blade length	83,5 m
Max chord	4.5 m
Aerodynamic profile	Siemens Gamesa proprietary airfoils
Material	G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic)
Surface gloss	Semi-gloss, < 30 / ISO2813
Surface color	Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

Aerodynamic Brake	
Type	Full span pitching
Activation	Active, hydraulic

Load-Supporting Parts	
Hub	Nodular cast iron
Main shaft	Nodular cast iron
Nacelle bed frame	Nodular cast iron

Mechanical Brake	
Type	Hydraulic disc brake
Position	Gearbox rear end

Nacelle Cover	
Type	Totally enclosed
Surface gloss	Semi-gloss, <30 / ISO2813
Color	Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

Generator	
Type	Asynchronous, DFIG

Grid Terminals (LV)		
Baseline power	nominal	6.6MW
Voltage	690 V	
Frequency	50 Hz or 60 Hz	

Yaw System	
Type	Active
Yaw bearing	Externally geared
Yaw drive	Electric gear motors
Yaw brake	Active friction brake

Controller	
Type	Siemens Integrated Control System (SICS)
SCADA system	SGRE SCADA System

Tower	
Type	Tubular steel / Hybrid
Hub height	115m to 165 m and site-specific
Corrosion protection	
Surface gloss	Painted
Color	Semi-gloss, <30 / ISO-2813 Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

Operational Data	
Cut-in wind speed	3 m/s
Rated wind speed	11.5 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1)
Cut-out wind speed	25 m/s
Restart wind speed	22 m/s

Weight	
Modular approach	Different modules depending on restriction

Subject	ID	Issue	Unit	Value
0. Design lifetime	0.0	Design lifetime definition	-	IEC 61400-1 ¹
	0.1	Design lifetime	years	25
1. Wind, operation	1.1	Wind definitions	-	IEC 61400-1
	1.2	IEC class	-	S
	1.3	Mean air density, ρ	kg/m ³	1.25
	1.4	Mean wind speed, V_{ave}	m/s	7.38
	1.5	Weibull scale parameter, A	m/s	8.3
	1.6	Weibull shape parameter, k	-	2.64
	1.7	Wind shear exponent, α	-	0.36
	1.8	Reference turbulence intensity at 15 m/s, I_{ref}	-	0.16 ²
	1.9	Standard deviation of wind direction	Deg	-
	1.10	Maximum flow inclination	Deg	8
	1.11	Minimum turbine spacing, in rows	D	-
	1.12	Minimum turbine spacing, between rows	D	-
2. Wind, extreme	2.1	Wind definitions	-	IEC 61400-1
	2.2	Air density, ρ	kg/m ³	1.225
	2.3	Reference wind speed average over 10 min at hub height, V_{ref}	m/s	42.5 ³
	2.4	Maximum 3 s gust in hub height, V_{e50}	m/s	59.5
	2.5	Maximum hub height power law index, α	-	0.11
	2.6	Storm turbulence	-	N/A
3. Temperature	3.1	Temperature definitions	-	IEC 61400-1
	3.2	Minimum temperature at 2 m, stand-still, $T_{min, s}$	Deg.C	-30
	3.3	Minimum temperature at 2 m, operation, $T_{min, o}$	Deg.C	-20
	3.4	Maximum temperature at 2 m, operation, $T_{max, o}$	Deg.C	40 ⁴
	3.5	Maximum temperature at 2 m, stand-still, $T_{max, s}$	Deg.C	50
4. Corrosion	4.1	Atmospheric-corrosivity category definitions	-	ISO 12944-2
	4.2	Internal nacelle environment (corrosivity category)	-	C3H (std) ≥C3H (high C)
	4.3	Exterior environment (corrosivity category)	-	C3H (std) ≥C3H (high C)
5. Lightning	5.1	Lightning definitions	-	IEC61400-24:2010
	5.2	Lightning protection level (LPL)	-	LPL 1
6. Dust	6.1	Dust definitions	-	IEC 60721-3-4:1995
	6.2	Working environmental conditions	mg/m ³	Average Dust Concentration (95% time) → 0.05 mg/m ³
	6.3	Concentration of particles	mg/m ³	Peak Dust Concentration (95% time) → 0.5 mg/M ³
7. Hail	7.1	Maximum hail diameter	mm	20
	7.2	Maximum hail falling speed	m/s	20
8. Ice	8.1	Ice definitions	-	-
	8.2	Ice conditions	Days/yr	7
9. Solar radiation	9.1	Solar radiation definitions	-	IEC 61400-1
	9.2	Solar radiation intensity	W/m ²	1000
10. Humidity	10.1	Humidity definition	-	IEC 61400-1
	10.2	Relative humidity	%	Up to 95
11. Obstacles	11.1	If the height of obstacles within 500m of any turbine location height exceeds 1/3 of $(H - D/2)$ where H is the hub height and D is the rotor diameter then restrictions may apply. Please contact Siemens Gamesa Renewable Energy for information on the maximum allowable obstacle height with respect to the site and the turbine type.		
12. Precipitation ⁵	12.1	Annual precipitation	mm/yr	1100

Specifiche elettriche

Nominal output and grid conditions

Nominal power	6600 kW
Nominal voltage	690 V
Power factor correction.....	Frequency converter control
Power factor range	0.9 capacitive to 0.9 inductive at nominal balanced voltage

Generator

Type.....	DFIG Asynchronous
Maximum power	6750 kW @20°C ext. ambient

Nominal speed.....	1120 rpm-6p (50Hz) 1344 rpm-6p (60Hz)
--------------------	--

Generator Protection

Insulation class	Stator H/H Rotor H/H
Winding temperatures.....	6 Pt 100 sensors
Bearing temperatures	3 Pt 100
Slip Rings	1 Pt 100
Grounding brush.....	On side no coupling

Generator Cooling

Cooling system	Air cooling
Internal ventilation	Air
Control parameter.....	Winding, Air, Bearings temperatures

Frequency Converter

Operation	4Q B2B Partial Load
Switching	PWM
Switching freq., grid side...	2.5 kHz
Cooling	Liquid/Air

Main Circuit Protection

Short circuit protection	Circuit breaker
Surge arrester.....	varistors

Peak Power Levels

10 min average.....	Limited to nominal
---------------------	--------------------

Grid Capabilities Specification

Nominal grid frequency	50 or 60 Hz
Minimum voltage	85 % of nominal
Maximum voltage	113 % of nominal
Minimum frequency	92 % of nominal
Maximum frequency	108 % of nominal
Maximum voltage imbalance (negative sequence of component voltage).....	≤5 %
Max short circuit level at controller's grid Terminals (690 V).....	82 kA

Power Consumption from Grid (approximately)

At stand-by, No yawing	10 kW
At stand-by, yawing.....	50 kW

Controller back-up

UPS Controller system.....	Online UPS, Li battery
Back-up time	1 min
Back-up time Scada.....	Depend on configuration

Transformer Specification

Transformer impedance requirement	8.5 % - 10.5%
Secondary voltage	690 V
Vector group	Dyn 11 or Dyn 1 (star point earthed)

Earthing Specification

Earthing system	Acc. to IEC62305-3 ED 1.0:2010
Foundation reinforcement ..	Must be connected to earth electrodes
Foundation terminals.....	Acc. to SGRE Standard

HV connection.....	HV cable shield shall be connected to earthing system
--------------------	---

Specifiche Tecniche Trasformatore

Transformer

Type	Liquid filled
Max Current.....	7.11 kA + harmonics at nominal voltage ± 10 %
Nominal voltage	30/0.69 kV
Frequency	50 Hz
Impedance voltage	9.5% ± 8.3% at ref. 6.5 MVA
Loss (P ₀ /P _{k75°C})	4.77/84.24 kW
Vector group	Dyn11
Standard.....	IEC 60076 ECO Design Directive

Transformer Monitoring

Top oil temperature.....	PT100 sensor
Oil level monitoring sensor...	Digital input
Overpressure relay.....	Digital input

Transformer Cooling

Cooling type.....	KFWF
Liquid inside transformer	K-class liquid
Cooling liquid at heat exchanger	Glysantin

Transformer Earthing

Star point	The star point of the transformer is connected to earth
------------------	---

Specifiche Tecniche Quadro

Make	Ormazabal or Siemens	Circuit breaker feeder	
Type	8DJH, 8DJH	Rated current, Cubicle	630 A
	36/cgmcosmos cgm.3		
Rated voltage	20-40,5(Um) kV	Rated current circuit breaker	630 A
Operating voltage	20-40,5(Um) kV	Short time withstand current	20 kA/1s
Rated current	630 A	Short circuit making current	50 kA/1s
Short time withstand current	20 kA/1s	Short circuit breaking current	20 kA/1s
Peak withstand current	50 kA	Three position switch	Closed, open, earthed
Power frequency withstand voltage	70 kV	Switch mechanism	Spring operated
Lightning withstand voltage	170 kV	Tripping mechanism	Stored energy
Insulating medium	SF ₆	Control	Local
Switching medium	Vacuum	Coil for external trip	230V AC
Consist of	2/3/4 panels	Voltage detection system	Capacitive
Grid cable feeder	Cable riser or line cubicle		
Circuit breaker feeder	Circuit breaker	Protection	
Degree of protection, vessel	IP65	Over-current relay	Self-powered
		Functions	50/51 50N/51N
		Power supply	Integrated CT supply
Internal arc classification IAC:	A FL 20 kA 1s		
Pressure relief	Downwards	Interface- MV Cables	
Standard	IEC 62271	Grid cable feeder	630 A bushings type C M16
Temperature range	-25°C to +45°C		
Grid cable feeder (line cubicle)		Cable entry	From bottom
Rated current, Cubicle	630 A	Cable clamp size (cable outer diameter) **	26 - 38mm 36 - 52mm 50 - 75mm
Rated current, load breaker	630 A	Circuit breaker feeder	630 A bushings type C M16
Short time withstand current	20 kA/1s	Cable entry	From bottom
Short circuit making current	50 kA/1s		
Three position switch	Closed, open, earthed	Interface to turbine control	
Switch mechanism	Spring operated	Breaker status	
Control	Local	SF6 supervision	1 NO contact
Voltage detection system	Capacitive	External trip	1 NO contact

6.1.2. Sistemi elettrici e di controllo interni

All'interno di ciascuna torre, in apposito spazio, saranno ubicati i seguenti impianti:

- quadro di automazione della turbina;
- trasformatore elevatore BT/MT con isolamento in resina;
- quadro di media tensione;
- sistema di sicurezza e controllo.

Il quadro di controllo assicura l'arresto del sistema in caso di anomalie dell'impianto, di incendio, di eccessiva velocità del vento, etc. Il controllo si realizza mediante apparati che misurano la tensione, l'intensità e la frequenza della corrente, il fattore di potenza, la tensione e il valore della potenza attiva e reattiva, nonché dell'energia prodotta o assorbita.

L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore in bassa tensione viene trasformata a 33 kV con apposito trasformatore all'interno dell'aerogeneratore stesso.

6.1.3. Sistemi elettrici e di controllo esterni

L'energia prodotta verrà trasportata alla sottostazione elettrica di trasformazione utente 150/33 kV, per la consegna sulla rete di TERNA. Le linee interrate saranno ubicate preferibilmente lungo la rete viaria esistente.

Il cavo, all'interno della trincea, sarà posizionato in modo tale da avere l'estradosso ad una profondità minima di 1,0 m.

Le linee elettriche in MT dell'impianto saranno realizzate posando il cavo il più possibile all'interno delle strade già esistenti e collegherà gli aerogeneratori alla rete nazionale di distribuzione elettrica.

6.1.4. Descrizione dei componenti principali

All'interno dell'aerogeneratore, la tensione a 0,75 kV prodotta dalla macchina verrà elevata a 33 kV tramite le seguenti componenti all'interno dello stesso:

- l'arrivo del cavo BT (0,75 kV) dall'aerogeneratore;
- il trasformatore BT/MT (0,75/33 kV);
- la cella MT (33 kV) per la partenza verso i quadri di macchina e da lì verso la cabina di raccolta.

I quadri all'interno dell'aerogeneratore comprenderanno le seguenti apparecchiature:

- un quadro MT 33 kV composto da uno scomparto per l'arrivo dal trasformatore BT/MT e uno o due scomparti, a seconda della posizione della macchina nel radiale di collegamento alla stazione utente, per l'arrivo e la partenza dai quadri delle altre macchine del radiale;
- un quadro BT di alimentazione dei servizi ausiliari di cabina;
- un quadro BT di alimentazione del sistema di controllo e di emergenza.

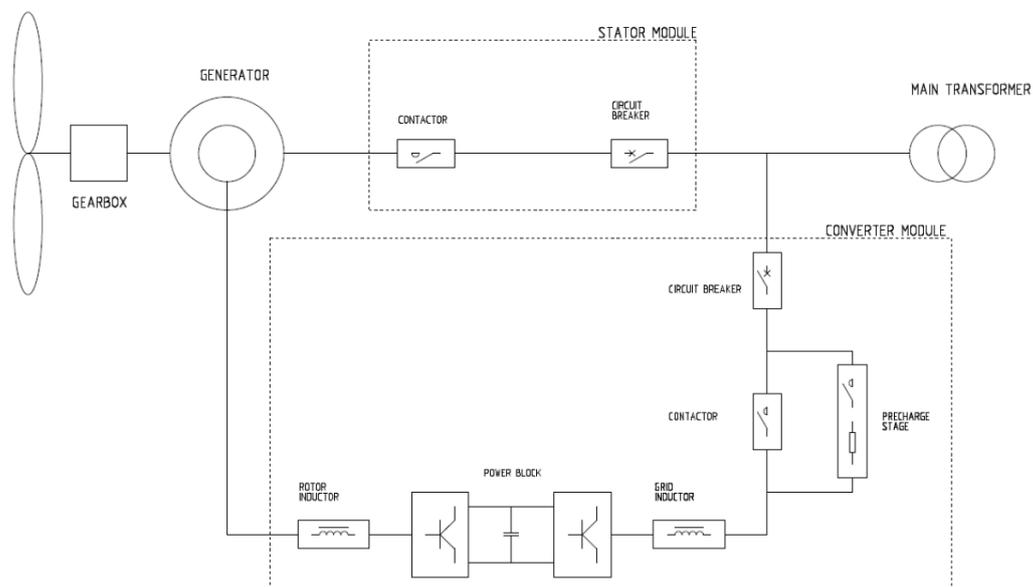


Figura 8 – Schematico aerogeneratore

Dagli aerogeneratori partiranno i collegamenti alla sottostazione di trasformazione utente MT/AT per la successiva connessione alla RTN.

Si riporta di seguito lo schema elettrico unifilare SSEU e RT:

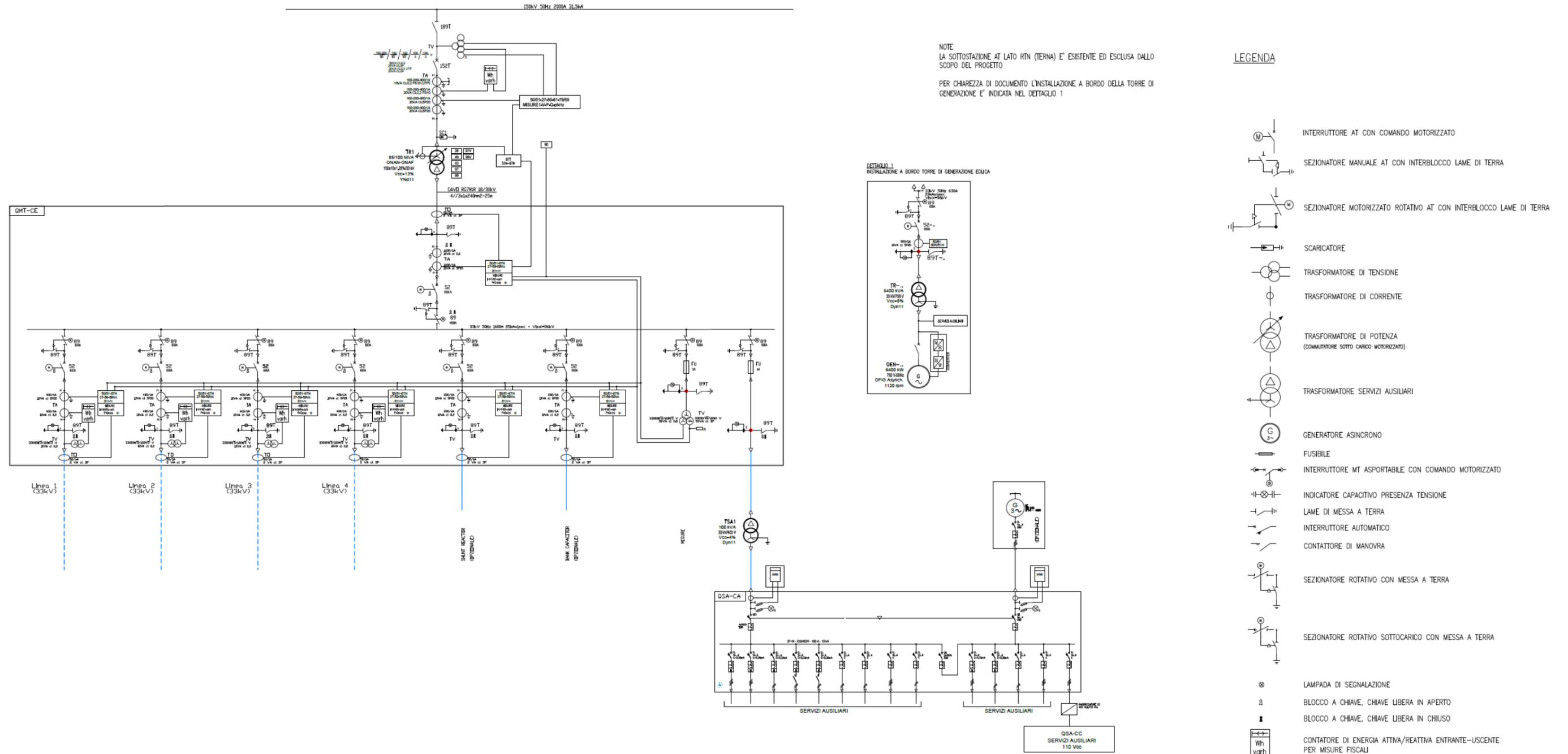


Figura 9 – Schema elettrico unifilare SSE Utente e RT

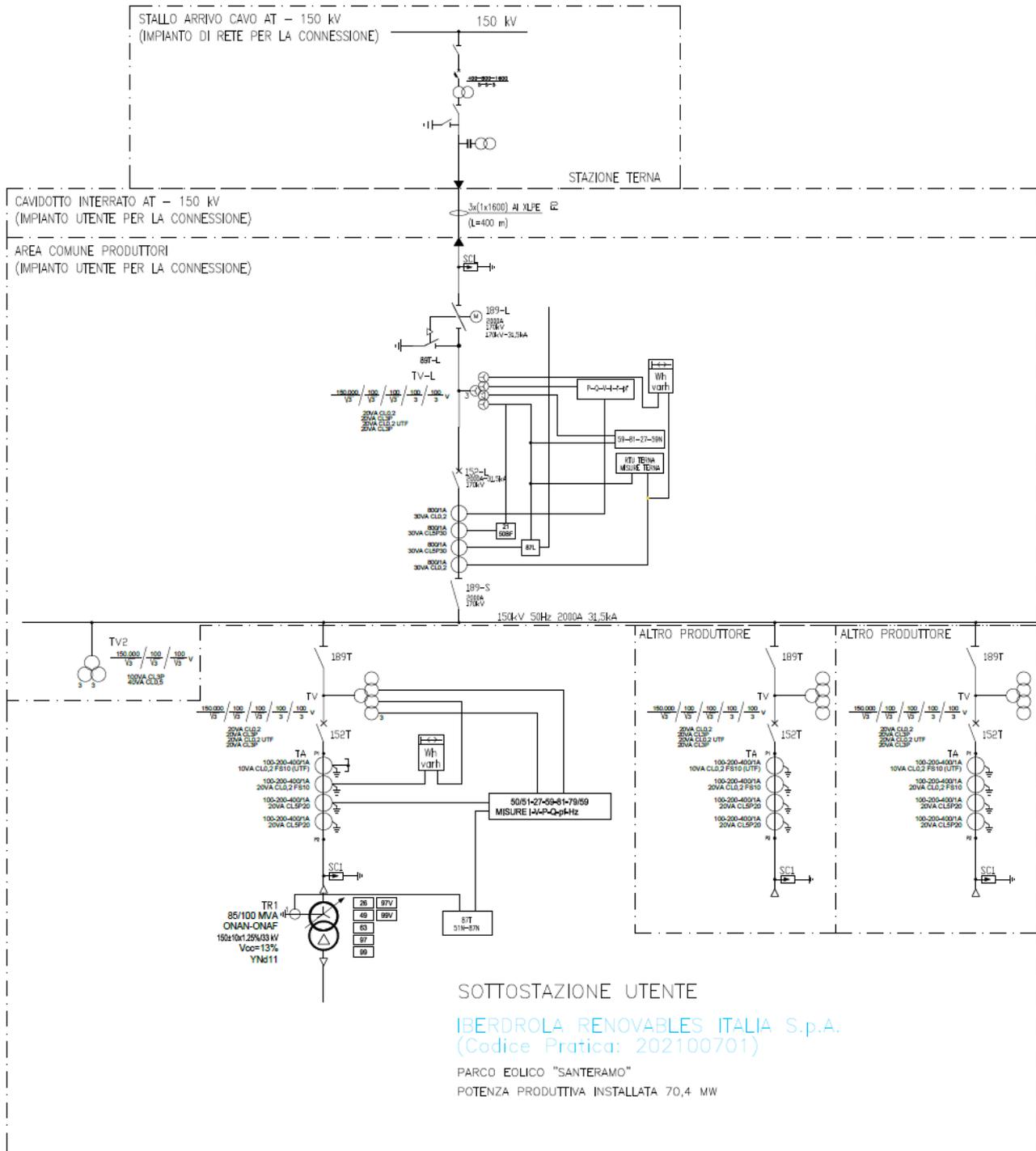


Figura 10 – Schema unifilare parte AT di SSEU e di connessione alla RTN di Terna

6.1.5. Schemi di funzionamento dei componenti dell'impianto

La centrale e tutti i suoi componenti, primi tra tutti gli aerogeneratori, sono progettati per un esercizio completamente automatico dell'impianto senza la necessità di una sorveglianza locale.

Ciascuna macchina è equipaggiata con un suo sistema di controllo e supervisione che rende possibile l'esercizio in automatico della macchina se non intervengono, dall'interno della stessa, segnalazioni di anomalia.

In ogni istante, se tutti i parametri di controllo sono nei limiti predefiniti di funzionamento, l'aerogeneratore può avviarsi automaticamente, ad esempio quando le condizioni di vento consentono di produrre energia, si mantiene in esercizio regolando quando necessario la potenza erogata attraverso il controllo del passo, oppure può comandare la cessazione della produzione in caso di vento troppo elevato, rientrando automaticamente in servizio appena le condizioni tornano sotto le soglie previste per il regolare funzionamento.

Una rilevante quantità di sensori riporta al supervisore di macchina lo stato dei principali organi e in base a questa informazione il supervisore fornisce il consenso al controllore per la regolazione del funzionamento.

Nel caso si presenti un evento riconosciuto dal supervisore come anomalo, ad esempio una sovratemperatura, una vibrazione anomala, una pressione eccessiva o insufficiente nei circuiti idraulici, per citare alcune situazioni molto comuni, viene inviato un segnale al controllo che provvede immediatamente a mettere fuori esercizio l'aerogeneratore, ponendolo nelle condizioni di sicurezza previste.

Poiché sono numerose le cause che possono indurre una situazione di guasto, in cui una o più macchine possono non funzionare correttamente, oppure altri componenti della centrale possono subire guasti o malfunzionamenti, è previsto che la parte di impianto non interessata da guasti non subisca arresti e nello stesso tempo è previsto che debba essere segnalato ad un posto di sorveglianza remoto la necessità di un intervento per ripristinare il funzionamento.

Perciò la centrale è equipaggiata con un sistema di supervisione esterno a ciascuno dei componenti, avente il compito di effettuare un monitoraggio continuo di ciascuna parte sorvegliata.

6.1.6. Potenza Stimata del Parco eolico

La configurazione è stata progettata considerando i venti dominanti e le caratteristiche del terreno.

Dal punto di vista anemologico la producibilità attesa dall'impianto, è stata stimata, utilizzando i dati raccolti da una torre anemometrica posta nei pressi del futuro parco eolico di Santeramo, per un periodo tra il 2009 e il 2013.

Di seguito si riporta la tabella con le informazioni riguardanti la torre anemometrica:

Met Mast	UTM Z33 - ETRS89			Measurement heights [m]	Measurement period / Available Data	
	UTM-X [m]	UTM-Y [m]	UTM-Z [m]		Start	End
3202	645,052	4,510,231	375	78, 60, 40	15/05/2009	31/08/2013

Si riportano inoltre i risultati provenienti dalla torre nel periodo di riferimento:

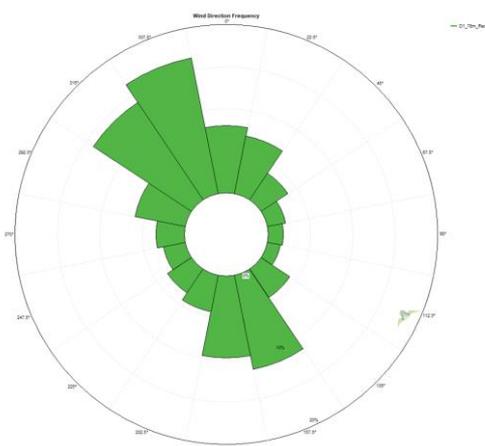
Met Mast	3202	
Reference Period	Start	End
	06/2009	05/2013
Measurement height (m)	78	
Mean wind speed (m/s)	5.8	
Weibull k	1.9	
Weibull A (m/s)	6.53.8	
Valid data points	207,856	
Data recovery rate (%)	99%	

Per la stima di producibilità attesa si è calcolato tramite l'utilizzato del software Vortex ERA5 la velocità media del vento a quota 115 m (altezza al mozzo degli aerogeneratori) durante il periodo di riferimento (2009-2013).

Met Mast	Measurement Height (m)	V MH [m/s]	Shear	HH (m)	V HH [m/s]
3202	78	5.8	0.17	115	6.1

Il calcolo della produzione di energia lorda e delle perdite di scia è stato eseguito utilizzando il software Openwind Enterprise con il modello di vento descritto nella sezione precedente. Le perdite di scia sono state calcolate, invece, utilizzando il modello Eddy-viscosity / Deep-Array Wake Model (DAWM).

Quindi è stato possibile determinare le distribuzioni, ad altezza h=115 m sls, dei valori associati ai parametri di input anemologici implementati nel codice di simulazione, nonché la relativa densità di potenza calcolata per ciascun settore di provenienza del vento.



Sector	Frequency (%)
0°	8.01
22.5°	7
45°	3.85
67.5°	2.22
90°	1.79
112.5°	1.58
135°	4.08
157.5°	11.43
180°	9.72
202.5°	4.42
225°	3.46
247.5°	2.63
270°	3.37
292.5°	6.04
315°	13.93
337.5°	16.46

Come si può constatare dall'osservazione delle distribuzioni dei parametri anemologici, che la risorsa eolica in sito è sostanzialmente concentrata lungo l'asse Nord-Nordovest/Sud-Sudest, con una frequenza di venti di circa il 42% dell'intera risorsa energetica disponibile in sito.

Considerando che la velocità media del vento di tutte le turbine eoliche è di **5,9 m/s** e la singola produzione media lorda è di 16.192 MWh/anno, si ricava che per l'intero impianto, composto da 11 aerogeneratori, con potenza nominale unitaria fino a 6.4 MW e per un totale di 70.4 MW, si stima una producibilità lorda pari a **178.113 MWh/anno P₅₀**.

ID	WTG	UTM Z30 - ETRS89			HH (m)	WS ave [m/s]	Gross [MWh/año]	Efficiency (%)	Net [MWh/año]	NEH
		UTM-X [m]	UTM-Y [m]	UTM-Z [m]						
S3.1	SG6.6-170 (AM-2,6.4MW)	642934	4510989	978	115	5.9	16,197	91.3	13,292	2,077
S3.2	SG6.6-170 (AM-2,6.4MW)	643381	4510196	982	115	5.9	16,197	91.7	13,344	2,085
S3.3	SG6.6-170 (AM-2,6.4MW)	644137	4510893	1,008	115	5.8	15,759	96.1	13,606	2,126
S3.4	SG6.6-170 (AM-2,6.4MW)	644219	4509797	1,038	115	5.9	16,434	92.2	13,618	2,128
S3.5	SG6.6-170 (AM-2,6.4MW)	645195	4510204	1,059	115	5.9	16,322	94.4	13,841	2,163
S3.6	SG6.6-170 (AM-2,6.4MW)	645848	4509817	1,066	115	5.9	16,357	89.2	13,107	2,048
S3.7	SG6.6-170 (AM-2,6.4MW)	645858	4510727	1,088	115	5.9	16,208	95.9	13,962	2,182
S3.8	SG6.6-170 (AM-2,6.4MW)	646850	4508707	1,094	115	6.0	16,586	93.7	13,959	2,181
S3.9	SG6.6-170 (AM-2,6.4MW)	646830	4510535	1,114	115	5.8	16,015	97.1	13,966	2,182
S3.10	SG6.6-170 (AM-2,6.4MW)	647730	4510308	1,131	115	5.8	16,106	97.4	14,094	2,202
S3.11	SG6.6-170 (AM-2,6.4MW)	642369	4511259	972	115	5.8	15,932	97.7	13,985	2,185

Ottenuto tale valore, si è stimata la resa energetica per le turbine al netto delle perdite per scia e decurtandola delle perdite fisse aggiuntive legate a fattori indipendenti dalle potenzialità eoliche del sito e dalle caratteristiche di performance del modello di turbina adottato, ottenendo valori medi di efficienza pari a 94,2%.

Configurazione	Aerogeneratore tipo	Potenza installabile [MW]	AEP netta, LP (P50) [GWh/anno]	Ore Equivalenti [MWh/MW/anno]
n° 11 wtg x 6.4 MW	SG6.6-170 mod. AM-2_6.4	70,4	150,775	2.142

Inoltre la dislocazione ottimale delle turbine dovrà seguire, compatibilmente con i vincoli territoriali, schiere direttrici lungo gli assi normali a quelli delle direzioni prevalenti del vento.

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato "Relazione anemologica e stima di producibilità"

6.1.7. Analisi acustica

Come riportato nello specifico studio specialistico "Valutazione previsionale di impatto acustico e piano di monitoraggio di un parco eolico denominato Santeramo con potenza pari a 70,4 mw", al quale si rimanda per maggiori dettagli, le schede tecniche del fornitore riportano che la modalità di funzionamento degli aerogeneratori, **SIEMENS GAMESA SG6.6-170 in modalità AM-2**, più gravosa dal punto di vista acustico sia quella caratterizzata da una velocità del vento all'hub (115 metri) pari a 9 m/s, come evidenziato nella seguente tabella a partire da:

Wind speed [m/s]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Up to cut-out
AM 0	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-1	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-2	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-3	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-4	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-5	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-6	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
N1	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	105.5	105.5	105.5	105.5	105.5
N2	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.5	104.5	104.5	104.5	104.5	104.5
N3	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0
N4	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0
N5	92.0	92.0	94.5	98.4	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0
N6	92.0	92.0	94.5	98.4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
N7	92.0	92.0	94.5	98.4	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0

Si precisa che il documento sopra citato fornisce i livelli spettrali di potenza sonora solo alla velocità 12 m/s. Tale spettro è stato adottato, opportunamente scalato in funzione del livello globale, per determinare i livelli spettrali in corrispondenza di tutte le altre velocità.

Siemens Gamesa SG-6.6-170 (AM-2 a 6.4MW)									
v_HUB [m/s]	Livello di potenza sonora in bande d'ottava LwA,f [dBA]								LwA [dBA]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
3	72.5	79.4	82.1	83.9	87.8	85.9	79.3	69.0	92.0
4	72.5	79.4	82.1	83.9	87.8	85.9	79.3	69.0	92.0
5	75.0	81.9	84.6	86.4	90.3	88.4	81.8	71.5	94.5
6	78.9	85.8	88.5	90.3	94.2	92.3	85.7	75.4	98.4
7	82.3	89.2	91.9	93.7	97.6	95.7	89.1	78.8	101.8
8	85.2	92.1	94.8	96.6	100.5	98.6	92.0	81.7	104.7
9	86.5	93.4	96.1	97.9	101.8	99.9	93.3	83.0	106.0

Per sua natura il funzionamento di un parco eolico è possibile solo con presenza di vento nel sito di installazione in tutti giorni dell'anno. La legge stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

I valori limite delle emissioni sonore delle sorgenti fisse di cui all'art. 2 e 3, comma 1, lettera c) della legge 447 sono indicati nella tabella B del DPCM 14/11/97 e dipendono dalle classi di destinazione d'uso del territorio. È necessario che,

per la loro applicabilità, i comuni abbiano provveduto alla zonizzazione acustica del proprio territorio.

I valori assoluti delle immissioni sonore dipendono dalla zonizzazione acustica del territorio e sono indicati nella tabella C del DPCM 14/11/97 e dipendono anch'essi dalle classi di destinazione d'uso del territorio. I valori limite assoluti delle immissioni sonore sono gli stessi definiti in precedenza dal DPCM 1/3/91. I valori limite differenziali di immissione sono mantenuti nella quantità di 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno. Di seguito si riportano le classi e i valori limite assoluti di immissione, riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti e determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale.

TABELLA A- Classificazione del territorio comunale (art.1)

CLASSE I – aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo e allo svago, aree residenziali e rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
CLASSE II – aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali
CLASSE III – aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici
CLASSE IV – aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie, le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie
CLASSE V – aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni
CLASSE VI – aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

TABELLA B- Valori limite di emissione (art.2)

Classi di destinazione d'uso	Tempo di riferimento	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturmo (22:00-06:00)
I - Aree particolarmente protette	45	35
II - Aree prevalentemente residenziali	50	40
III - Aree di tipo misto	55	45
IV - Aree di intensa attività umana	60	50
V - Aree prevalentemente industriali	65	55
VI - Aree esclusivamente industriali	65	65

TABELLA C- Valori limite assoluti di immissione (art.3)

Classi di destinazione d'uso	Tempo di riferimento	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturmo (22:00-06:00)
I - Aree particolarmente protette	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali	55	45
III - Aree di tipo misto	60	50
IV - Aree di intensa attività umana	65	55
V - Aree prevalentemente industriali	70	70
VI - Aree esclusivamente industriali	70	70

I comuni direttamente o indirettamente interessati dalla realizzazione del parco eolico in fase di esercizio sono i seguenti:

- Comune di Santeramo in Colle – aerogeneratori e ricettori;
- Comune di Matera – sottostazione elettrica e ricettori;
- Comune di Laterza – ricettori.

I Comuni di Santeramo e Laterza non sono dotati del piano di classificazione acustica; pertanto, ai fini del l'individuazione dei limiti di immissione, va applicata la norma transitoria di cui all'art. 6, comma 1, del D.P.C.M. 01/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", che recita così:

<i>"In attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone di cui alla tabella 1, si applicano per le sorgenti sonore fisse i seguenti limiti di accettabilità:"</i>	Limite diurno Leq (A)	Limite notturno Leq (A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (decreto ministeriale n. 1444/68) (*)	65	55
Zona B (decreto ministeriale n. 1444/68) (*)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Nel caso del Comune di Matera, esso è dotato di un Piano di Classificazione Acustica, approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale N. 31 del 23/5/1996.

Da come si evince dalla documentazione cartografica, le restrizioni acustiche sono limitate esclusivamente alla parte urbana del Comune escludendo pertanto l'aera in cui sono distribuiti i ricettori oggetto di misurazioni.

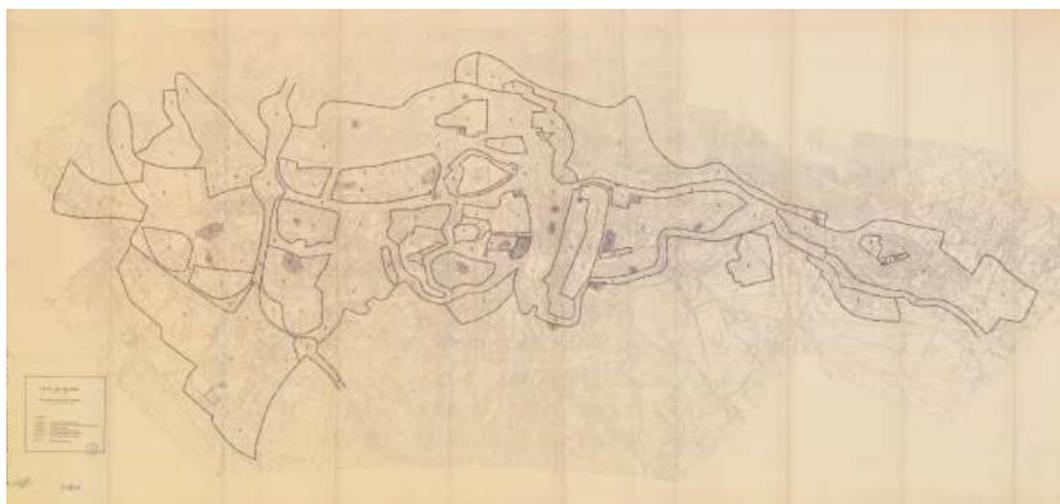


Figura 11 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Matera

Inoltre, nel verbale della stessa delibera sono state indicate le classi da assegnare alle aree del territorio comunale non incluse nella documentazione cartografica:

“Classe I: area ricadente nel piano quadro dell’altopiano murgico, area del Cimitero di C.Da Pantanello compresa un’area di rispetto tutt’intorno per un raggio di 200m dal confine della stessa; area di insediamento del nuovo ospedale (c.da Chiancalata), aree boscate di Timmari, Serra Pizzuta, Picciano e l’area dell’Oasi faunistica di San Giuliano;

Classe IV: le unità territoriali, per una fascia di 30m prospicienti le linee ferroviarie e le strade primarie di scorrimento,

le tangenziali, le strade di penetrazione, le strade di comunicazione atte a distribuire il traffico di scambio fra il territorio urbano ed extraurbano. Le unità territoriali comprendenti esclusivamente attività commerciali oltre alla fascia perimetrale di rispetto tutt'intorno di 50m;

***Classe V:** le unità territoriali in cui insistono le attività produttive derivanti da insediamenti zootecnici o da trasformazione del prodotto agricolo; le unità territoriali che contengono al loro interno insediamenti prevalentemente produttivi ivi compresa l'area che corre intorno al loro perimetro per una fascia di 50m;*

***Classe VI:** l'area industriale di La Martella, area industriale di Jesce, le unità territoriali che contengono al loro interno esclusivamente insediamenti produttivi, le unità territoriali in cui esistono gli impianti comunali di depurazione dei reflui. Appartengono alla stessa classe le unità territoriali prospicienti le aree menzionate per una fascia di 50m lungo il loro perimetro."*

Pertanto considerando la vocazione dell'area in cui ricadono i ricettori, trattandosi di opifici industriali, alcuni ricadrebbero in classe VI e altri in classe V, quindi per omogeneità e per un approccio cautelativo si ritiene attribuire a tutti i ricettori ricadenti nel Comune di Matera i limiti della Classe V:

- **limite assoluto di immissione 70 dB(A) nel tempo diurno e 60 dB(A) nel tempo notturno;**
- **limite differenziale di immissione 5 dB(A) nel tempo diurno e 3 dB(A) nel tempo notturno.**

Per l'analisi del calcolo previsionale si è fatto riferimento alle condizioni di potenziale massima criticità delle emissioni sonore per l'attività in esame. Le condizioni più gravose dal punto di vista acustico si avranno quando le sorgenti di rumore saranno in funzione contemporaneamente, di conseguenza prendendo in considerazione il funzionamento contemporaneo dei 11 aerogeneratori in progetto.

Nell'aria di influenza sono presenti fabbricati abitativi e produttivi ad uso agricolo o zootecnico, numerosi edifici rurali non abitabili dedicati al deposito di attrezzi agricoli e scorte per i fondi. Per ognuno di loro sono state indicate le informazioni relative a: posizione geografica, quota, dati catastali, tipologia edificio, distanza dalla turbina più vicina.

Si evidenzia in ogni caso che nell'area in esame non sono presenti ricettori sensibili quali scuole e asili nido, ospedali, case di cura e riposo.

Ricettori	Coordinate WGS84 UTM 33 N		H terreno s.lm. [m]	COMUNE	FOGLIO	P.LLA	CAT. CATASTALE	DIST. MIN. DA TURBINA [m]	TURBINA PIU' VICINA
R8	643789.8	4511502.25	372.4	SANTERAMO IN COLLE	97	96	A03/D10	709	S03
R9	643816.58	4511432.72	371.0	SANTERAMO IN COLLE	97	103	A03/D10	636	S03
R10	643840.58	4511438.62	371.7	SANTERAMO IN COLLE	97	117	A07/D10	629	S03
R11	643548.39	4511057.2	381.9	SANTERAMO IN COLLE	103	470	A02/D10/F05/D01	619	S03
R15	642936.14	4510384.44	388.6	SANTERAMO IN COLLE	103	480	D01	483	S02
R16	642952.36	4510284.66	388.7	SANTERAMO IN COLLE	103	480	D01	438	S02
R20	642497.25	4510265.75	389.7	MATERA	19	251	D01	824	S01
R24	642409.25	4510107.07	390.2	MATERA	19	151	SC	976	S02
R25	642429.38	4510120.45	390.6	MATERA	19	149	SC	955	S02
R27	642288.63	4510315.66	389.0	MATERA	19	6	D01	911	S01
R28	642035.81	4510120.3	391.5	MATERA	19	202	SC	1186	S11
R43	641452.94	4510910.57	388.9	MATERA	8	711	SC	980	S11
R44	641152.49	4510467.1	394.0	MATERA	8	526	D07	1452	S11
R45	641020.64	4510576.96	391.9	MATERA	8	1109	D01	1511	S11
R46	641236.45	4510644.83	391.3	MATERA	8	459	D07	1288	S11
R47	641122.34	4510800.89	391.8	MATERA	8	496	D07/A03/D01	1328	S11
R48	641321.62	4510806.18	390.1	MATERA	8	72	D01/D07/F01	1141	S11
R49	641335.28	4510978.4	387.7	MATERA	8	493	D01/F03	1071	S11
R50	641291.37	4511010.46	387.7	MATERA	8	716	D01	1106	S11
R51	641152.34	4511290.01	388.8	SANTERAMO IN COLLE	85	156	SC	1217	S11
R52	641063.49	4511118.92	389.6	MATERA	8	525	D07/D01	1313	S11
R53	640911.23	4511010.24	389.9	MATERA	8	1111	D01	1479	S11
R54	640940.97	4511129.21	389.9	MATERA	8	1132	D07	1434	S11
R55	640873.09	4511086.61	389.9	MATERA	8	1101	D01	1506	S11
R56	640997.95	4511223.17	389.7	MATERA	8	64	D07/D01	1372	S11
R57	640898.48	4511279.12	389.5	MATERA	8	279	D07	1471	S11
R58	641122.06	4511235.55	388.9	MATERA	8	704	SC	1247	S11
R61	640971.62	4511346.49	389.3	MATERA	8	1082	C01/E03	1400	S11
R62	640923.17	4511478.5	388.8	SANTERAMO IN COLLE	84	419	D07	1462	S11
R63	640989.69	4511427.22	386.7	SANTERAMO IN COLLE	84	75	SC	1390	S11
R64	641007.2	4511435.71	385.4	SANTERAMO IN COLLE	84	479	SC	1373	S11
R65	641183.67	4511062.3	387.9	MATERA	8	791	D01/F01	1202	S11
R66	641169.65	4511292.42	389.5	SANTERAMO IN COLLE	85	310	A03	1200	S11
R67	641174.69	4511308.41	389.5	SANTERAMO IN COLLE	85	317	A03/D01	1195	S11
R68	641222.41	4511316.36	388.9	SANTERAMO IN COLLE	85	311	A03/D10	1148	S11
R69	641176.86	4511332.22	389.3	SANTERAMO IN COLLE	85	316	A03/D10	1194	S11
R70	641199.79	4511400.72	387.8	SANTERAMO IN COLLE	84	912	D10/A04	1178	S11
R71	641006.15	4511519.29	387.8	SANTERAMO IN COLLE	84	418	D07	1387	S11
R73	641869.74	4511417.2	377.7	SANTERAMO IN COLLE	103	415	D01	524	S11
R75	641509.5	4511998	380.6	SANTERAMO IN COLLE	85	325	A04/C02	1134	S11
R76	641544.77	4512006.02	379.9	SANTERAMO IN COLLE	85	274	A02/F02	1112	S11
R81	641858.27	4512091.85	383.2	SANTERAMO IN COLLE	85	275	D10	977	S11
R83	641987.58	4512087.93	382.1	SANTERAMO IN COLLE	85	251	D10	912	S11
R84	642046.51	4512091.26	382.0	SANTERAMO IN COLLE	85	260	A07/C02	893	S11
R85	642061.2	4512108.96	381.8	SANTERAMO IN COLLE	85	261	D10	904	S11
R87	642112.14	4512462.28	380.4	SANTERAMO IN COLLE	85	323	D10	1230	S11
R90	643744.66	4512028.58	376.6	SANTERAMO IN COLLE	97	9	D10/C06/F01/F03	1209	S03
R91	643775.15	4512008.03	376.6	SANTERAMO IN COLLE	97	45	A03	1180	S03
R95	643977.91	4511501.63	368.8	SANTERAMO IN COLLE	97	123	A02/D10	636	S03
R96	643915.37	4511431.87	371.0	SANTERAMO IN COLLE	97	122	D10	590	S03
R109	642599.04	4509082.51	391.6	MATERA	20	1	SC	1361	S02
R110	643006.01	4509008.42	392.7	MATERA	20	367	D10/A03	1245	S02
R112	643315.79	4508817.99	396.2	MATERA	20	380	C02/A02	1322	S04
R113	643340.67	4508746.74	396.2	MATERA	20	388	D10	1359	S04
R114	643369.22	4508703.29	396.3	MATERA	20	338	A04	1374	S04
R123	644141.73	4509128.03	389.3	MATERA	20	414	D10	656	S04
R125	644221.07	4509101.85	388.9	MATERA	20	422	D01	677	S04
R138	644938.03	4510759.16	373.6	SANTERAMO IN COLLE	104	212	A07	612	S05
R139	645011.2	4510745.52	373.3	SANTERAMO IN COLLE	104	213	D10	572	S05
R143	645074.7	4511327.04	371.5	SANTERAMO IN COLLE	98	101	A03/D10	987	S07
R145	644756.38	4511552.18	376.4	SANTERAMO IN COLLE	98	92	A03/D10	904	S03
R147	644243.03	4511841.2	378.5	SANTERAMO IN COLLE	97	102	A03/D10	959	S03

R148	643319.82	4508671.86	395.4	MATERA	20	467	D10	1429	S04
R149	643379.45	4508650.03	396.1	MATERA	20	340	A03/D10	1410	S04
R151	643425.15	4508650.57	396.2	MATERA	20	117	D10	1382	S04
R152	643414.42	4508617.66	395.6	MATERA	20	469	A04/D10	1416	S04
R153	643420.5	4508606.04	394.9	MATERA	20	426	D10	1422	S04
R154	643428.11	4508583.08	393.9	MATERA	20	455	C02/D10	1436	S04
R160	644571.06	4509210.05	386.3	SANTERAMO IN COLLE	104	202	A07/C02/C06	666	S04
R161	644622.34	4509235.08	384.7	SANTERAMO IN COLLE	104	201	F03	674	S04
R164	645122.83	4508965.02	386.7	SANTERAMO IN COLLE	107	247	A04/D10	1144	S06
R165	645102.32	4508886.5	387.1	SANTERAMO IN COLLE	107	389	A04/D01	1217	S06
R166	645205.98	4508899.95	385.5	SANTERAMO IN COLLE	107	367	D10/F03	1142	S06
R167	645232.06	4508856.86	385.6	SANTERAMO IN COLLE	107	328	A03/D10/F03	1162	S06
R170	645411.48	4509310.06	381.5	SANTERAMO IN COLLE	107	368	D10	694	S06
R178	645911.99	4509148.09	376.9	SANTERAMO IN COLLE	107	393	A04/C02	674	S06
R181	645782.09	4509492	375.6	SANTERAMO IN COLLE	107	422	SC	344	S06
R190	645987.41	4510146.66	367.4	SANTERAMO IN COLLE	107	362	D10	342	S06
R198	645830.24	4511136.82	363.5	SANTERAMO IN COLLE	104	204	D10	411	S07
R200	645727.43	4508565.17	383.2	SANTERAMO IN COLLE	107	415	F06	1125	S08
R201	646073.26	4508596.72	381.3	SANTERAMO IN COLLE	107	413	F06	779	S08
R205	646220.79	4508844.48	377.4	SANTERAMO IN COLLE	107	396	D10	630	S08
R212	646691.94	4509480.91	367.2	SANTERAMO IN COLLE	108	586	A07	765	S08
R215	647119.05	4509637.58	363.1	SANTERAMO IN COLLE	108	721	D10	924	S10
R216	647069.5	4509671.63	362.5	SANTERAMO IN COLLE	108	731	D10	896	S09
R217	647308.13	4509780.8	359.5	SANTERAMO IN COLLE	108	705	D10	692	S10
R219	647158.35	4510056.27	359.1	SANTERAMO IN COLLE	108	758	A04/C02/C06/F01/F02	581	S09
R232	646592	4511834.69	370.1	SANTERAMO IN COLLE	100	262	A04/D10	1321	S09
R233	646929.59	4511776.32	366.9	SANTERAMO IN COLLE	100	214	A03/D10	1245	S09
R234	646700.05	4511965.29	376.5	SANTERAMO IN COLLE	100	200	SC	1436	S09
R235	646554.77	4511870.2	372.0	SANTERAMO IN COLLE	100	212	A07/C02	1339	S07
R236	646628.2	4511984.35	381.8	SANTERAMO IN COLLE	100	201	A03/D10	1463	S09
R240	646499.09	4511981.07	378.2	SANTERAMO IN COLLE	100	276	C02/C06/A03	1408	S07
R241	646442.74	4511912.89	372.4	SANTERAMO IN COLLE	100	231	A03/C02	1322	S07
R243	646469.36	4511866.29	370.6	SANTERAMO IN COLLE	100	46	SC	1293	S07
R245	646108.66	4511975.13	377.0	SANTERAMO IN COLLE	99	181	A07/C02	1273	S07
R248	646138.37	4511721.94	368.8	SANTERAMO IN COLLE	99	177	F03	1034	S07
R249	646107.49	4511726.11	368.6	SANTERAMO IN COLLE	99	178	D10	1030	S07
R251	646084.37	4511734.76	368.6	SANTERAMO IN COLLE	99	195	A04	1033	S07
R256	645815.79	4512136.28	380.0	SANTERAMO IN COLLE	99	188	D10/A03	1410	S07
R257	645795.11	4512110.74	378.7	SANTERAMO IN COLLE	99	202	C02/F03	1385	S07
R259	645779.65	4512133.62	379.5	SANTERAMO IN COLLE	99	196	D10	1409	S07
R260	645792.78	4512088.98	377.3	SANTERAMO IN COLLE	99	197	D10	1364	S07
R261	645730.72	4512127.02	377.6	SANTERAMO IN COLLE	99	192	A07	1406	S07
R262	645633.84	4511978.53	372.0	SANTERAMO IN COLLE	99	16	SC	1271	S07
R264	645765.22	4507872.43	382.2	LATERZA	1	250	D10	1376	S08
R265	645836.18	4507870.64	381.7	LATERZA	1	298	D01	1322	S08
R269	646220.83	4507816.59	376.8	SANTERAMO IN COLLE	107	338	FABBR RURALE	1104	S08
R271	646288.03	4507873.73	375.5	SANTERAMO IN COLLE	107	377	A03/C06	1020	S08
R272	646261.99	4507897.27	375.5	SANTERAMO IN COLLE	107	381	A03/C06	1014	S08
R273	646354.15	4507994.74	374.7	SANTERAMO IN COLLE	107	384	D10/A03	882	S08
R274	646326.77	4508058.89	375.5	SANTERAMO IN COLLE	107	395	SC	846	S08
R275	646432.74	4508188.57	377.5	SANTERAMO IN COLLE	107	405	A02/D10/F02	678	S08
R279	646618.74	4508104.56	376.0	LATERZA	3	166	A07	664	S08
R285	646870.02	4507882.67	374.9	LATERZA	2	79	D10/A03/F02	848	S08
R286	646883.99	4507839.34	374.7	LATERZA	2	80	D10/F02	892	S08
R287	646932.29	4507952.03	374.6	LATERZA	3	169	C02/A03	784	S08
R290	646991.04	4507955.14	374.6	LATERZA	3	174	A03	790	S08
R297	647611.58	4507563.26	379.1	LATERZA	3	185	C02/A04	1399	S08
R313	647910.81	4508253.19	372.0	LATERZA	4	10	SC	1172	S08
R314	648021.97	4508435.43	371.0	LATERZA	4	18	SC	1218	S08
R323	647600.4	4509250.37	368.5	SANTERAMO IN COLLE	108	765	A03/D08	921	S08
R324	647663.29	4509319.7	367.3	SANTERAMO IN COLLE	108	738	D10	1002	S10
R326	647962.45	4509207.24	368.8	SANTERAMO IN COLLE	108	671	A06/C02/C06	1133	S10
R328	647960.13	4510022.76	359.5	SANTERAMO IN COLLE	108	707	D10	367	S10
R354	647999.41	4511166.39	359.3	SANTERAMO IN COLLE	100	211	D10	885	S10

R355	647781.98	4511380.11	362.7	SANTERAMO IN COLLE	100	241	A03/D10	1062	S10
R356	647408.41	4511467.59	361.5	SANTERAMO IN COLLE	100	219	D10/A02	1097	S09
R357	647621.02	4511535.01	366.9	SANTERAMO IN COLLE	100	257	F06	1222	S10
R360	647510.42	4511772.46	397.5	SANTERAMO IN COLLE	100	207	D10/A04	1412	S09
R362	648430.3	4509442.37	364.0	SANTERAMO IN COLLE	109	158	SC	1114	S10
R363	648420.36	4509466.31	364.1	SANTERAMO IN COLLE	109	161	A04/D10	1089	S10
R365	648914.93	4509393.7	361.0	LATERZA	4	28	SC	1493	S10
R366	648936.2	4509517.5	359.0	LATERZA	4	36	FABBR. RURALE	1437	S10
R367	648248.33	4509876.29	358.7	SANTERAMO IN COLLE	109	165	D10	672	S10
R368	648443.88	4509872.41	358.4	SANTERAMO IN COLLE	109	162	D10	831	S10
R372	649404.24	4510018.89	354.4	SANTERAMO IN COLLE	110	216	D10	1688	S10
R386	649131.15	4510690.4	361.1	SANTERAMO IN COLLE	105	165	SC	1437	S10
R387	649086.03	4510759.13	363.4	SANTERAMO IN COLLE	105	286	A03/D10	1413	S10
R388	649031.98	4510751.97	361.8	SANTERAMO IN COLLE	105	271	A07/D10	1360	S10
R390	648877.44	4510891.24	362.5	SANTERAMO IN COLLE	105	275	A07/C02	1271	S10
R391	648847.7	4510974.94	363.0	SANTERAMO IN COLLE	105	295	A03/D10	1285	S10
R396	648465.66	4510961.04	362.7	SANTERAMO IN COLLE	105	258	A02/C06	967	S10
R397	648447.21	4510993.19	363.9	SANTERAMO IN COLLE	105	256	D10	975	S10
R398	648342.4	4510982.32	361.5	SANTERAMO IN COLLE	105	244	A03	894	S10
R399	648285.29	4510963.54	359.8	SANTERAMO IN COLLE	105	246	D10	842	S10
R400	648206.07	4511156.55	362.6	SANTERAMO IN COLLE	105	251	A04/C02/C06	957	S10
R401	648919.14	4511221.4	367.8	SANTERAMO IN COLLE	100	222	A03/D10	1482	S10
R402	648933.68	4511210.98	367.2	SANTERAMO IN COLLE	100	267	C06/C02/A04	1488	S10
R403	648502.52	4511372.3	372.9	SANTERAMO IN COLLE	100	227	D10	1299	S10
R404	648462.99	4511391.26	375.4	SANTERAMO IN COLLE	100	228	A02/D10	1292	S10
R410	647126.04	4507874.94	374.6	LATERZA	3	195	A04 C02 C06	902	S08

	Fabbricati residenziali
	Fabbricati produttivi
	Fabbricati senza classificazione catastale
	Fabbricati rurali
	Fabbr. in corso di costruzione/in attesa di dichiarazione

Per caratterizzare il clima acustico esistente si è proceduto ad eseguire un monitoraggio dell'area interessata dal progetto; dopo un sopralluogo conoscitivo, indispensabile ad acquisire tutte le informazioni che possono condizionare la scelta del metodo, dei tempi e dei punti di misura, sono state individuate **n. 4 posizioni**, concentrando le misure nelle vicinanze dei fabbricati residenziali.



Figura 12 – Posizionamento stazioni di misura

Si riportano di seguito gli esiti delle misurazioni:

	POS. MISURA	TEMPO DI MISURA (T _M):	SORGENTI DI RUMORE IDENTIFICABILI	L _{Aeq} dB (A)	L ₅₀ dB (A)	L ₉₀ dB (A)	N.REPORT DI MISURA
TR DIURNO	1_diurno	29/09/2022 Ore 11.15-11.30	Rumore provenienti dalle attività industriali+Cicalio continuo da opificio vicino+vento	48.9	48.2	46.6	POS.1_diurno
	2_diurno	29/09/2022 Ore 11.48-12.03	Mezzo agricolo in lontananza	40.2	38.9	33.6	POS.2_diurno
	3_diurno	29/09/2022 Ore 12.17-12.29	Vento-Fogliame-Mezzo agricolo in lontananza	44.6	44.3	41.3	POS.3_diurno
	4_diurno	29/09/2022 Ore 12.37-12.49	Vento-Fogliame	39.9	37.8	33.1	POS.4_diurno
TR NOTTURNO	1_notturmo	2/10/2022 Ore 22.29-22.50	Rumore provenienti dalle attività industriali+Cicalio continuo da opificio vicino	40.3	37.6	34.5	POS.1_notturmo
	2_notturmo	2/10/2022 Ore 22.59-23.10	Grilli+Transiti in lontananza su S.P.140	39.7	35.9	29.7	POS.2_notturmo
	3_notturmo	2/10/2022 Ore 23.21-23.31	Grilli+Vento+Fogliame	36.3	35.1	33.3	POS.3_notturmo
	4_notturmo	2/10/2022 Ore 23.46-23.55	Grilli+Vento+Fogliame	37.1	33.8	31.4	POS.4_notturmo

Sulla base degli studi condotti da TECNICOOP e ISPRA, è stato determinato il livello di rumore residuo, in condizioni di ventosità diverse, riproponendo le stesse condizioni in cui sarà simulato il rumore emesso dalle turbine:

V vento [m/s] -h115m	V vento [m/s] -h 1,5 m	TECNICOOP-diurno-rel. 1 [dB(A)]	TECNICOOP-diurno-rel. 2 [dB(A)]	TECNICOOP-notturno-rel. 1 [dB(A)]	TECNICOOP-notturno-rel. 2 [dB(A)]	ISPRA [dB(A)]
3.0	1.6	33.7	36.0	35.4	40.1	23.2
5.0	2.8	36.2	37.7	38.7	41.6	34.4
6.0	3.2	37.1	38.3	39.9	42.1	37.3
7.0	3.8	38.3	39.0	41.5	42.8	40.4
8.0	4.3	39.5	39.8	43.1	43.5	43.1

V vento [m/s] -h115m	V vento [m/s] -h 5.0 m	TECNICOOP-diurno-rel. 1 [dB(A)]	TECNICOOP-diurno-rel. 2 [dB(A)]	TECNICOOP-notturno-rel. 1 [dB(A)]	TECNICOOP-notturno-rel. 2 [dB(A)]	ISPRA [dB(A)]
3.0	1.9	34.4	36.5	36.2	40.5	26.7
5.0	3.2	37.1	38.2	39.8	42.1	37.1
6.0	3.8	38.5	39.1	41.7	42.9	40.8
7.0	4.5	39.9	40.0	43.6	43.7	43.9
8.0	5.1	41.3	40.9	45.6	44.5	46.6

Determinato tale valore è stato calcolato per via teorica il livello di rumore generato dall'impianto eolico in corrispondenza dei ricettori individuati. Il calcolo è stato eseguito mediante il software di modellizzazione acustica SoundPlan 8.2, che, in accordo con gli standards nazionali deliberati per il calcolo delle sorgenti di rumore e, basandosi sul metodo del Ray Tracing, è in grado di definire la propagazione del rumore sia su grandi aree (mappature) sia per

singoli punti (livelli globali puntuali).

Dalla simulazione ottenuta che su tutti i ricettori indagati, si evince che in tutti i casi, in corrispondenza di tutti i ricettori individuati, i livelli assoluti di immissione restano al di sotto dei limiti, sia in periodo diurno che in periodo notturno.

Per ulteriori dettagli su tali valori si rimanda alla tabella 9-12 dell'elaborato C22011S05-VA-RT-07 "Valutazione previsionale di impatto acustico e piano di monitoraggio di un parco eolico denominato Santeramo con potenza pari a 70,4 MW".

L'alterazione acustica dell'area durante la costruzione dell'opera è riconducibile alle fasi di approntamento e di esercizio del cantiere, con la presenza di emissioni acustiche che in relazione alle varie attività di cantiere, possono essere di tipo continuo o discontinuo.

Tenuto conto delle caratteristiche costruttive delle opere da realizzare, le fasi cantieristiche caratterizzate dalle emissioni più rilevanti sono quelle relative ai movimenti terra e alla realizzazione delle opere civili, mentre la fase di montaggio delle apparecchiature elettromeccaniche determinerà emissioni sonore certamente più contenute.

La rumorosità delle attività di cantiere sarà strettamente connessa alle tipologie di macchinari che verranno impiegati e alle scelte operative dell'Impresa Appaltatrice che realizzerà l'opera. Si riporta la suddivisione dei mezzi utilizzati per le differenti attività svolte:

FASE 01 - ALLESTIMENTO AREA DI CANTIERE				Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB]								LwA
Automezzi / Attrezzature	N.	% T_O	Contemp.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1Kz	2Kz	4Kz	8Kz	[dBA]
Autocarro con Gru	2	100%	SI	109	106	104	102	100	97	92	84	105
Minipala cingolata	3	100%	SI	103	98	96	97	91	89	86	79	98
Pala gommata	1	100%	NO	115	108	105	100	97	96	92	88	104
Ruspa cingolata	1	100%	NO	117	118	109	101	102	98	96	92	108
Autocarro 4 assi (20 mc)	2	100%	SI	108	99	94	96	98	97	96	93	103
Gruppo elettrogeno diesel	1	100%	SI	103	100	104	98	97	93	84	75	102
LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE)				115	111	110	108	106	104	101	97	111
LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)			Autocarro con Gru	112	109	107	105	103	100	95	87	108

FASE 02 - ADEGUAMENTO VIABILITA' INTERNA E PIAZZOLE				Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB]								LwA
Automezzi / Attrezzature	N.	% T_O	Contemp.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1Kz	2Kz	4Kz	8Kz	[dBA]
Pala gommata	2	100%	SI	115	108	105	100	97	96	92	88	104
Ruspa cingolata	2	100%	SI	117	118	109	101	102	98	96	92	108
Autocarro 4 assi (20 mc)	4	100%	SI	108	99	94	96	98	97	96	93	103
Escavatore (140 q)	2	100%	SI	105	93	95	95	91	89	85	75	97
Rullo compattatore	1	100%	NO	119	111	112	110	109	105	100	92	113
Minipala cingolata	2	100%	NO	103	98	96	97	91	89	86	79	98
LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE)				123	122	114	108	109	106	104	101	114
LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)			Rullo compattatore	119	111	112	110	109	105	100	92	113

FASE 03 - ADEGUAMENTO VIABILITA' ESTERNA (mobile)				Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB]								LwA	
Automezzi / Attrezzature	N.	% T_O	Contemp.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1Kz	2Kz	4Kz	8Kz	[dBA]	
Pala Gommata	2	100%	SI	115	108	105	100	97	96	92	88	104	
Ruspa Cingolata	2	100%	SI	117	118	109	101	102	98	96	92	108	
Autocarro 4 assi (20 mc)	4	100%	SI	108	99	94	96	98	97	96	93	103	
Escavatore (245 q)	2	100%	SI	123	112	107	101	98	96	92	85	105	
Rullo compattatore	1	100%	NO	119	111	112	110	109	105	100	92	113	
Minipala cingolata	2	100%	NO	103	98	96	97	91	89	86	79	98	
Scarificatrice	1	100%	NO	109	118	113	110	109	107	103	96	114	
Vibrofinitrice	1	100%	NO	106	11	109	104	102	99	94	86	107	
Martello demolitore	2	100%	SI	93	92	94	99	103	101	100	106	110	
LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE)				128	122	115	110	111	109	107	110	117	
LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)				Scarificatrice	109	118	113	110	109	107	103	96	114

FASE 04 - RIPRISTINO ANTE OPERAM VIABILITA' ESTERNA (mobile)				Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB]								LwA	
Automezzi / Attrezzature	N.	% T_O	Contemp.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1Kz	2Kz	4Kz	8Kz	[dBA]	
Pala gommata	2	100%	SI	115	108	105	100	97	96	92	88	104	
Ruspa cingolata	2	100%	SI	117	118	109	101	102	98	96	92	108	
Autocarro 4 assi (20 mc)	6	100%	SI	108	99	94	96	98	97	96	93	103	
Escavatore (245 q)	2	100%	SI	123	112	107	101	98	96	92	85	105	
Rullo compattatore	1	100%	NO	119	111	112	110	109	105	100	92	113	
Minipala cingolata	2	100%	NO	103	98	96	97	91	89	86	79	98	
Scarificatrice	1	100%	NO	109	118	113	110	109	107	103	96	114	
Vibrofinitrice	1	100%	NO	106	11	109	104	102	99	94	86	107	
LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE)				127.8	122.4	115.3	109.6	109.7	107.6	105.5	102.2	116	
LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)				Scarificatrice	109	118	113	110	109	107	103	96	114

FASE 05 - CAVIDOTTI E CAVI (mobile)				Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB]								LwA	
Automezzi / Attrezzature	N.	% T_O	Contemp.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1Kz	2Kz	4Kz	8Kz	[dBA]	
Pala gommata	1	100%	SI	115	108	105	100	97	96	92	88	104	
Escavatore (140 q)	2	100%	SI	105	93	95	95	91	89	85	75	97	
Autocarro 4 assi (20 mc)	2	100%	SI	108	99	94	96	98	97	96	93	103	
Autocarro leggero	3	100%	NO	106	97	97	97	97	94	90	86	101	
Muletto	2	100%	NO	108	105	102	102	102	99	93	91	106	
Impianto di frantumazione	1	100%	SI	121	114	107	109	103	99	94	87	110	
Autocarro con gru	2	100%	NO	109	106	104	102	100	97	92	84	105	
Minipala gommata	2	100%	SI	103	98	96	97	91	89	86	79	98	
LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE)				122.5	115.4	110.1	110.5	106.3	104.0	101.0	97.1	113	
LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)				Impianto di frantumazione	121	114	107	109	103	99	94	87	110

FASE 06 - FONDAZIONI				Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB]								LwA	
Automezzi / Attrezzature	N.	% T_O	Contemp.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1Kz	2Kz	4Kz	8Kz	[dBA]	
Escavatore (400 q)	4	100%	SI	113	106	105	105	101	99	96	91	107	
Autocarro 4 assi (20 mc)	6	100%	SI	108	99	94	96	98	97	96	93	103	
Ruspa cingolata	1	100%	SI	117	118	109	101	102	98	96	92	108	
Impianto di frantumazione	1	100%	SI	121	114	107	109	103	99	94	87	110	
Autobetoniera (scarico)	1	100%	NO	108	97	94	98	99	97	92	86	103	
Autobetoniera (in attesa)	3	100%	NO	105	99	93	93	94	94	88	79	99	
Autopompa per calcestruzzo	2	100%	NO	111	105	103	103	102	103	95	91	108	
Minipala gommata	2	100%	NO	103	98	96	97	91	89	86	79	98	
Muletto	1	100%	NO	108	105	102	102	102	99	93	91	106	
Autocarro con gru	2	100%	NO	109	106	104	102	100	97	92	84	105	
Martello demolitore	4	100%	SI	93	92	94	99	103	101	100	106	110	
LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE)				125	120	114	114	113	111	109	113	119	
LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)				Martello demolitore	99	98	100	105	109	107	106	112	116

FASE 07 - MONTAGGIO AEROGENERATORI				Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB]								LwA	
Automezzi / Attrezzature	N.	% T. O	Contemp.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1Kz	2Kz	4Kz	8Kz	[dBA]	
Main Crane	1	100%	SI	108	107	101	102	101	101	92	83	106	
Assist Crane	3	100%	SI	115	110	106	102	99	95	88	80	105	
LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE)				120	115	111	108	106	103	95	87	111	
LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)				Assist Crane	120	115	111	107	104	100	93	85	110

FASE 08 - AREA CONSEGNA UTENTE				Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB]								LwA	
Automezzi / Attrezzature	N.	% T. O	Contemp.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1KHz	2KHz	4KHz	8KHz	[dBA]	
Pala gommata	1	100%	SI	115	108	105	100	97	96	92	88	104	
Ruspa cingolata	1	100%	SI	117	118	109	101	102	98	96	92	108	
Autocarro 4 assi (20 mc)	4	100%	SI	108	99	94	96	98	97	96	93	103	
Escavatore (140 g)	1	100%	SI	105	93	95	95	91	89	85	75	97	
rullo compattatore	1	100%	NO	119	111	112	110	109	105	100	92	113	
Minipala cingolata	2	100%	NO	103	98	96	97	91	89	86	79	98	
Martello demolitore	2	100%	SI	93	92	94	99	103	101	100	106	110	
Autobetoniera (scarico)	1	100%	NO	108	97	94	98	99	97	92	86	103	
Autopompa per calcestruzzo	1	100%	NO	111	105	103	103	102	103	95	91	108	
LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE)				120	119	111	107	109	108	106	110	116	
LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)				rullo compattatore	119	111	112	110	109	105	100	92	113

Alla luce delle ipotesi sin qui illustrate sono stati calcolati i livelli di emissione in facciata dei fabbricati individuati. I calcoli sono stati condotti in corrispondenza di tutti i ricettori abitativi entro un raggio di 250 m dalla sorgente (cantiere), perché si è ritenuto che oltre tale distanza le sorgenti fossero poco impattante rispetto ai limiti previsti per le attività temporanee.

Pertanto dalle simulazioni condotte è risultato che la fase di lavorazione più impattante è la Fase mobile 05 "Cavidotti e cavi", in cui, tra le posizioni individuate come quelle acusticamente più sfavorevoli, si raggiunge un livello massimo di pressione sonora pari a **69.4 dB(A)** in corrispondenza del ricettore **R275**. Tra le fasi fisse, quella più impattante è la Fase 03 "Adeguamento della viabilità esistente", in cui si raggiunge un livello massimo di pressione sonora contenuto, pari a **56.9 dB(A)** in corrispondenza del ricettore **R181**. Dai risultati sin qui riportati si evince che il limite di emissione (pari a 70dB(A)) non viene mai superato.

6.2. Cavidotti

6.2.1. Generalità

Coerentemente con la suddivisione in sottocampi di cui si è già parlato, l'intero sistema di raccolta dell'energia dagli aerogeneratori verso le SSEU 33/150 kW è articolato su n.4 distinte linee elettriche a 33 kV. Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 33 kV, di sezione pari al massimo a 400 mm².

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sottocampo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato MT 33 kV, di sezione pari a crescente dal primo all'ultimo aerogeneratore.

Linea MT 1 - in cavo unipolare posato a trifoglio (Impianto Utente)									
N° WTG	TRATTA	In [A]	Lunghezza [m]	Sez. cavo [mmq]	C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]	Posa
1	S10>>S09	124,41	2128	120	108,9	0,330	19,4	0,000	ST - Trifoglio
2	S09>>SSEU	248,82	9123	185	675,7	2,048	216,9	0,002	ST - Trifoglio
	TOTALE		11251		785	2,38	236,27	0,002	
Linea MT 2 - in cavo unipolare posato a trifoglio (Impianto Utente)									
N° WTG	TRATTA	In [A]	Lunghezza [m]	Sez. cavo [mmq]	C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]	Posa
1	S07>>S05	124,41	1914	120	97,9	0,297	17,4	0,000	ST - Trifoglio
2	S05>>S06	248,82	2588	185	191,7	0,581	61,5	0,000	ST - Trifoglio
3	S06>>SSEU	373,24	7871	400	536,1	1,625	209,9	0,001	ST - Trifoglio
	TOTALE		12373		826	2,50	288,81	0,002	
Linea MT 3 - in cavo unipolare posato a trifoglio (Impianto Utente)									
N° WTG	TRATTA	In [A]	Lunghezza [m]	Sez. cavo [mmq]	C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]	Posa
1	S08>>S04	124,41	4772	120	244,1	0,740	43,4	0,001	ST - Trifoglio
2	S04>>S03	248,82	2745	185	203,3	0,616	65,3	0,001	ST - Trifoglio
3	S03>>SSEU	373,24	3695	400	251,7	0,763	98,5	0,001	ST - Trifoglio
	TOTALE		11212		699	2,12	207,21	0,002	
Linea MT 4 - in cavo unipolare posato a trifoglio (Impianto Utente)									
N° WTG	TRATTA	In [A]	Lunghezza [m]	Sez. cavo [mmq]	C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]	Posa
1	S11>>S01	124,41	907	120	46,4	0,141	8,3	0,000	ST - Trifoglio
2	S01>>S02	248,82	1794	185	132,9	0,403	42,7	0,000	ST - Trifoglio
3	S02>>SSEU	373,24	2195	400	149,5	0,453	58,5	0,000	ST - Trifoglio
	TOTALE		4896		329	1,00	109,43	0,001	

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, con protezioni meccaniche ove necessario, ad una profondità che prevede l'estradosso del cavo maggiore o uguale a 1 m. 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 dedicato a tale scopo.

6.2.2. Dati tecnici del cavo utilizzato

Sono stati adottati cavi in alluminio **ARP1H5(AR) - 18/30KV - Umax 36KV**. La Norma CEI 20-13 "Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV" definisce le principali regole costruttive per i cavi isolati con gomme di qualità G5 e G7 a base di elastomeri etilenpropilenici e stabilisce le prescrizioni di prova a cui devono rispondere nel collaudo. Il paragrafo "Portate di corrente" afferma che per le portate in regime permanente si deve fare riferimento alla Norma CEI 20-21 "Calcolo delle portate dei cavi elettrici in regime permanente (fattore di carico 100%)" e alle tabelle CEI-UNEL 35027 (nel nostro caso). La Norma CEI-UNEL 35027 è ricavata dalla serie di Norme CEI 20-

21 (recepimento della Norma IEC 60287 - serie) ed incorpora la revisione dei valori delle portate in corrente citate nelle Norme CEI. Poiché la sezione massima dei conduttori citata in questa Norma è di 300 mm² (cavi in Cu e Al), per i valori di portata in corrente in regime permanente di cavi di dimensioni superiori rimanda alle specifiche tecniche rilasciate dai costruttori per i cavi costruiti in conformità alla CEI 20-13. I cavi utilizzati saranno strutturati nel seguente modo, dall'interno verso l'esterno:

- conduttore a corda compatta di alluminio; semiconduttore interno estruso;
- isolante in elastomero termoplastico (qualità HPTE);
- semiconduttore esterno estruso;
- rivestimento protettivo con nastro semiconduttore igroespandente;
- schermatura con nastro in alluminio avvolto a cilindro longitudinale;
- protezione meccanica in materiale polimerico (Air Bag);
- guaina in polietilene, qualità DMP2 di colore rosso.

ARP1H5(AR)E Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
ARP1H5(AR)EX Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV



Figura 13 – -Cavi MT tipo

ARP1H5(AR)E *P-Laser* **AIR BAG™**
CABLE SYSTEM

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARP1H5(AR)E

sezione nominale	diámetro conduttore	diámetro sull'isolante	diámetro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	18,0	31	720	440
70	9,7	19,1	32	810	450
95	11,4	20,6	34	920	480
120	12,9	22,1	35	1040	490
150	14,0	23,4	37	1150	520
185	15,8	25,6	39	1330	550
240	18,2	27,8	41	1570	580
300	20,8	31,0	45	1840	630
400	23,8	34,9	49	2310	690
500	26,7	37,1	52	2720	730
630	30,5	41,5	57	3300	800

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	24,8	38	1060	540
70	9,7	25,1	38	1110	550
95	11,4	26,0	39	1200	560
120	12,9	26,9	40	1300	580
150	14,0	27,6	41	1390	580
185	15,8	29,0	42	1540	610
240	18,2	31,4	45	1790	630
300	20,8	34,6	49	2160	690
400	23,8	37,8	53	2570	750
500	26,7	40,9	56	3020	790
630	30,5	45,5	61	3640	860

ARP1H5(AR)EX *P-Laser* **AIR BAG™**
CABLE SYSTEM

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARP1H5(AR)EX

sezione nominale	diámetro conduttore	diámetro sull'isolante	diámetro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	18,0	31	2150	660
70	9,7	19,1	32	2420	680
95	11,4	20,6	34	2760	720
120	12,9	22,1	35	3130	740
150	14,0	23,4	37	3460	780
185	15,8	25,6	39	3990	820
240	18,2	27,8	41	4700	870
300	20,8	31,0	45	5520	950

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	24,8	38	3180	800
70	9,7	25,1	38	3340	800
95	11,4	26,0	39	3610	820
120	12,9	26,9	40	3900	840
150	14,0	27,6	41	4180	870
185	15,8	29,0	42	4620	890
240	18,2	31,4	45	5380	950
300	20,8	34,6	49	6500	1030

Figura 14 – Caratteristiche tecniche ed elettriche dei cavi MT utilizzati

6.2.3. Profondità e 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 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 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):
 - o apertura delle piste e stesura della fondazione stradale per uno spessore di cm 40;
- FASE 2 (posa);

- Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,10/-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 in tubo 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 questi vengano posati precedentemente alla realizzazione della viabilità, saranno suddivise nelle seguenti fasi.

- **FASE 1** (posa cavidotti):
- Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,10/-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 in tubo della fibra ottica;
 - rinterro con rinterro con materiale da scavo vagliato;
 - 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.

6.2.4. 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 9/125/250, in tubo interrato, 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.

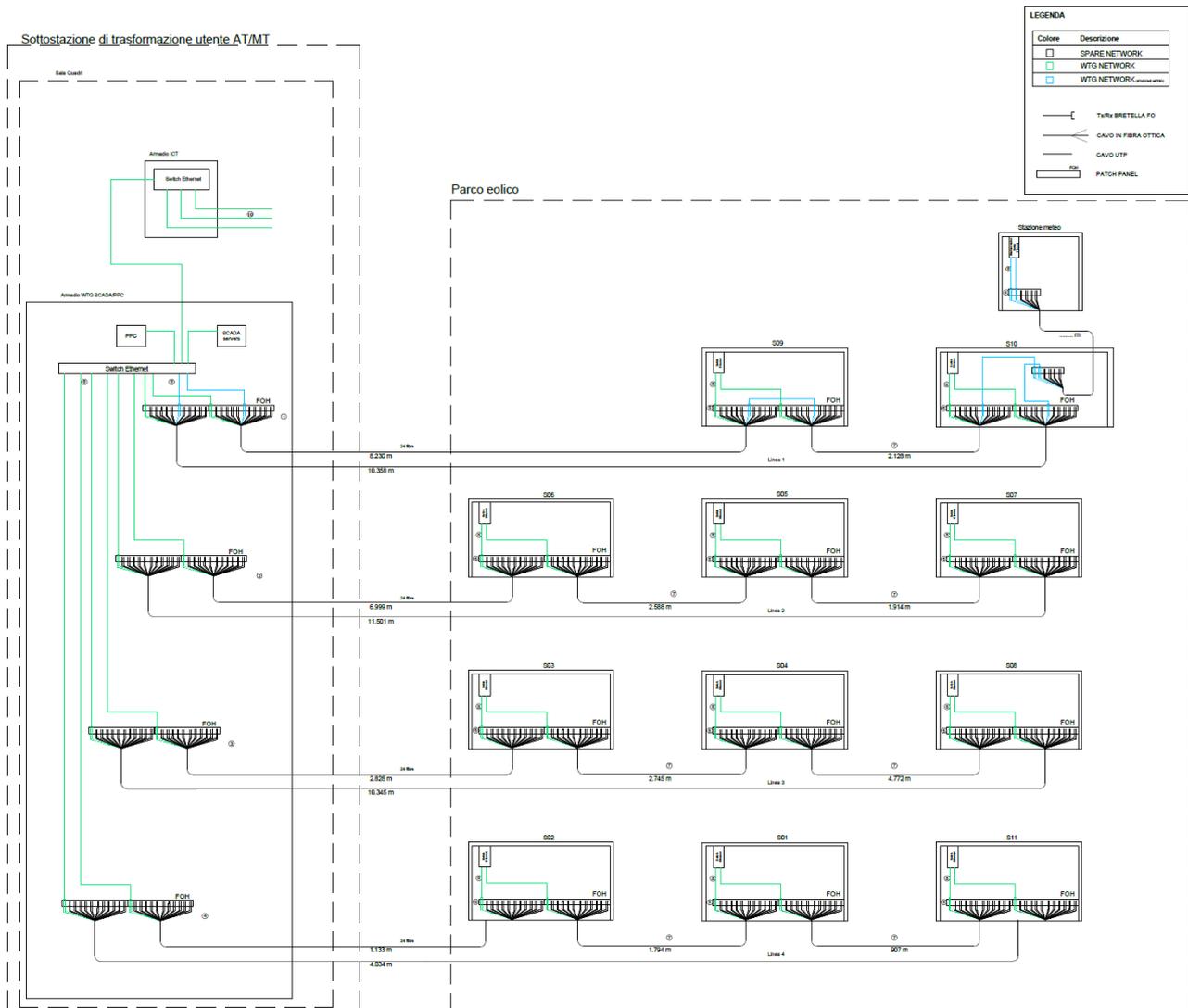


Figura 15 – Schema rete fibra ottica

6.2.5. 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 mm², posta in intimo contatto con il terreno.

Particolare attenzione va posta agli attraversamenti lungo il tracciato dell'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 95mm² 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 mm².

6.2.6. Opere civili cavidotti

I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che in funzione al numero di terne, avranno larghezza e profondità diverse, come riportato nelle immagini seguenti (*Fig.16 e Fig. 17*).

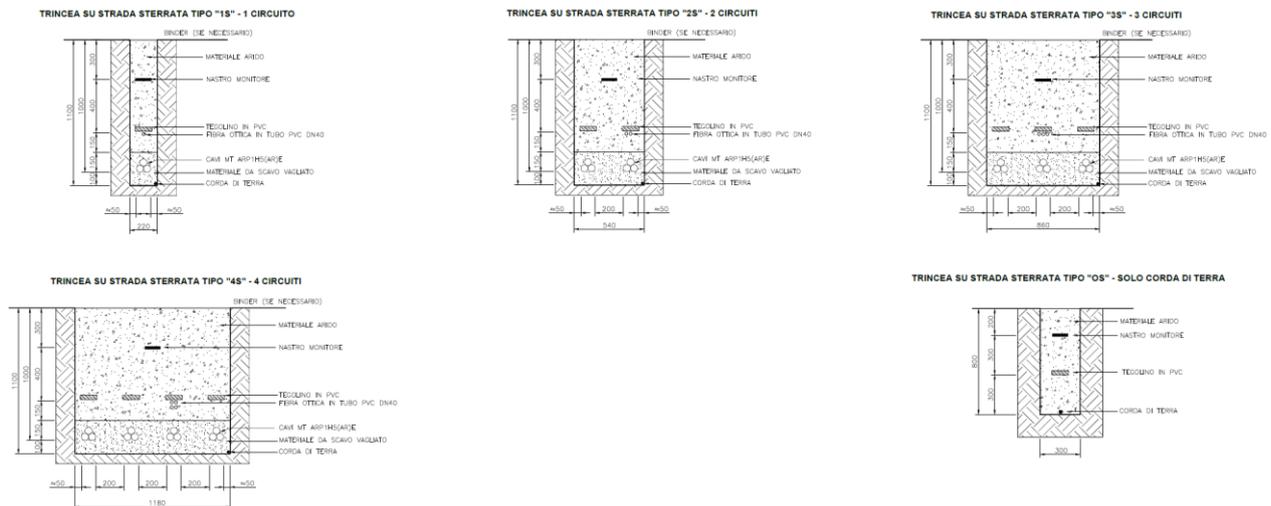


Figura 16 – Sezioni trincee per posa cavidotti MT su strada sterrata

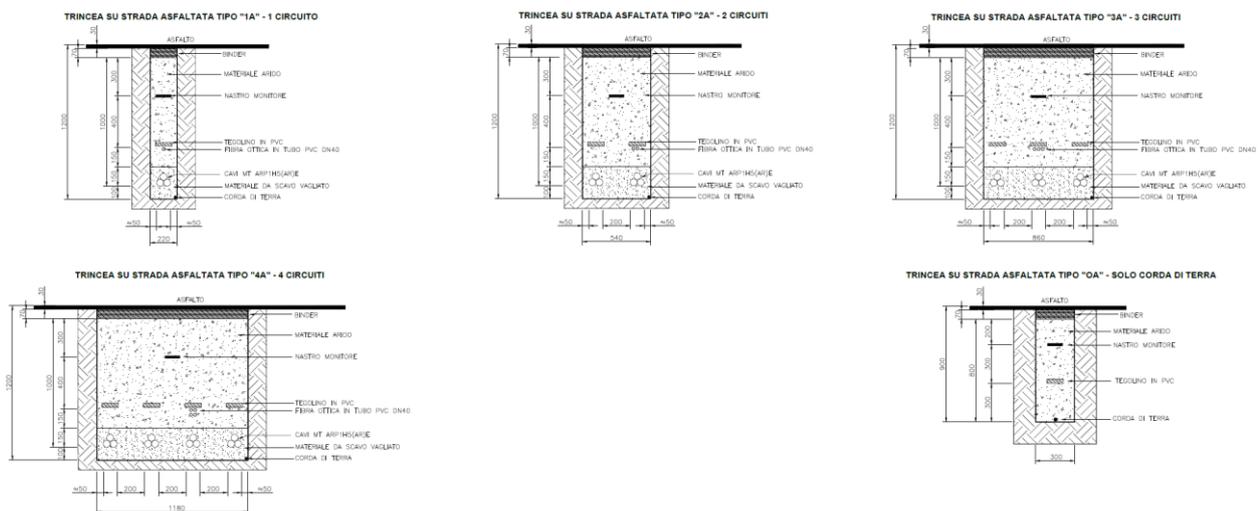


Figura 17 – Sezioni trincee per posa cavidotti MT su strada asfaltata

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di terra. Le macchine saranno suddivise in due sottocampi composti rispettivamente da tre e due macchine, a seconda della viabilità esistente, collegate tra loro attraverso uno degli scomparti di media tensione della macchina più vicina al punto di raccolta.

6.3. Stazione di Utenza

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 33 kV e la eleverà alla tensione di 150 kV. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata "Matera", previa condivisione dello stallo in stazione con altri produttori.

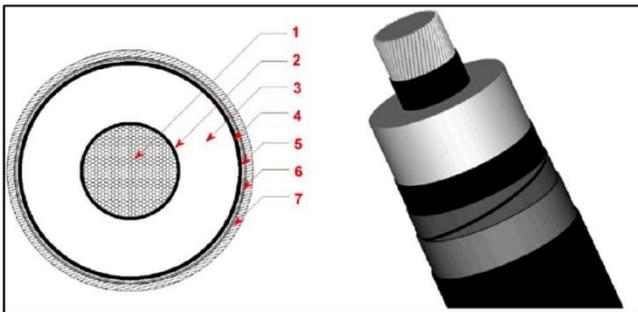
Per ulteriori dettagli riguardanti le specifiche tecniche della SSEU la progettazione della stessa sarà a cura della Società capofila "AmbraSolare S.r.l – Powetis".

6.4. Opere di rete per la connessione alla RTN

La soluzione di connessione alla RTN rilasciata dal Gestore di Rete Terna S.p.A. (di seguito, Terna) e accettata dal proponente (CODICE PRATICA: 202100701), prevede che l'impianto di produzione venga collegato in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata "Matera". Inoltre, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

Il cavo impiegato, per i collegamenti della nuova linea in AT, sarà del tipo con isolamento estruso; ciascun cavidotto sarà costituito da tre cavi unipolari posti in un unico scavo. Nello stesso scavo sarà pure posato un tubo per il successivo passaggio del cavo di teletrasmissione e/o di un tritubo per cavo ottico dielettrico. secondo le indicazioni che saranno fornite in sede di progetto esecutivo. Nel seguito si riportano le caratteristiche tecniche principali dei cavi AT utilizzati. Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di

cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori. Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1600 mm² tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in rame longitudinalmente saldata, rivestimento in polietilene con grafitatura esterna.



1. Conduttore compatto di Alluminio
2. Schermo del conduttore (Strato semiconduttivo interno)
3. Isolante
4. Schermo dell'isolante (Strato semiconduttivo esterno)
5. Barriera igroscopica
6. Schermo metallico
7. Guaina esterna termoplastica

Il cavidotto sarà costituito da terne di cavi unipolari, con isolamento in XLPE, costituiti da un conduttore in alluminio di sezione pari a 1600 mm² per i cavi.

7. INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI

7.1. Fondazione Aerogeneratore

Il dimensionamento effettuato in questa fase tiene conto del modello di aerogeneratore, scelto dalla committenza, con diametro rotore pari a 170 m e altezza al mozzo pari a 115 m, con relativa aria spazzata pari a 22.698 m².

Inoltre in tale fase si prevede la realizzazione di opere di fondazione del tipo dirette in relazione alla stratigrafia locale del terreno.

La fondazione diretta avrà una forma troncoconica con diametro alla base pari a 23,10 m e un'altezza complessiva di 4,4 m. All'interno del plinto di fondazione sarà annegata una gabbia metallica di forma cilindrica per l'ancoraggio della torre.

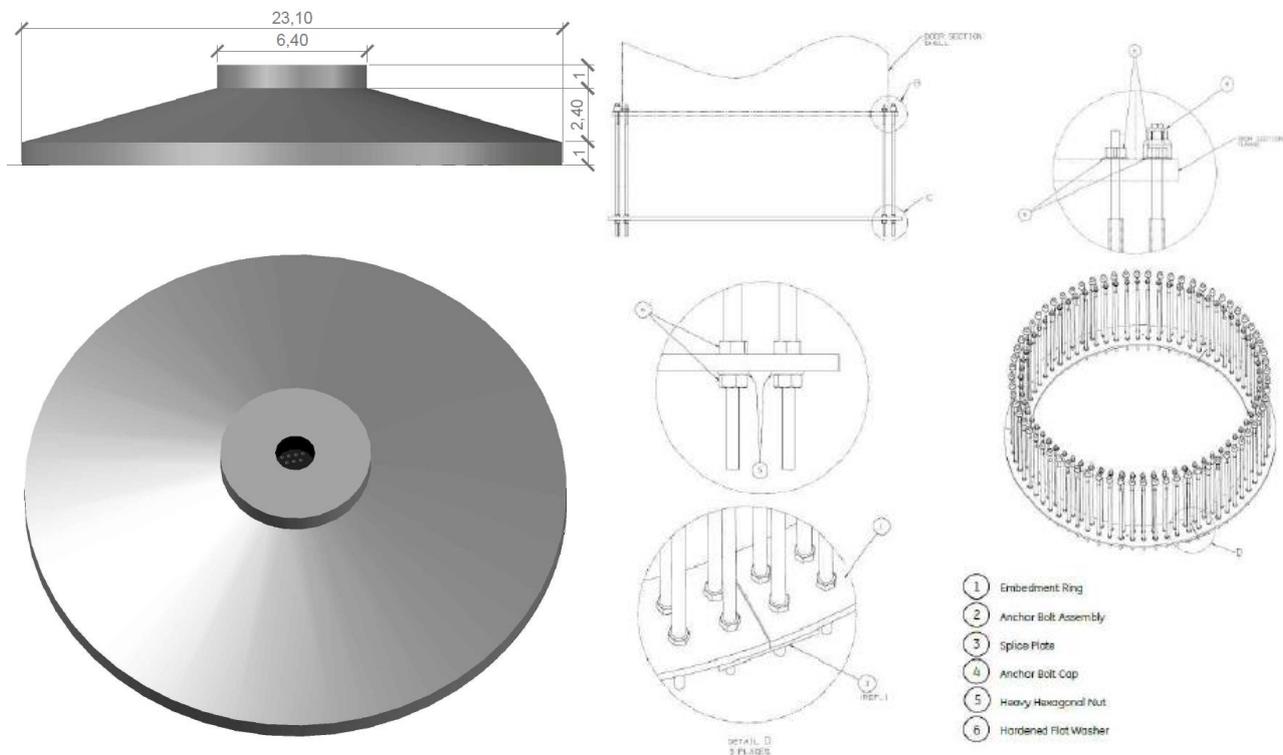


Figura 18 – Fondazione tipo studiata per l'aerogeneratore e con particolare dell'anello di ancoraggio

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 e successivamente, alla fine della realizzazione della fondazione, si provvederà al rinterro della stessa.

7.2. Piazzole Aerogeneratori

Per consentire il montaggio dei n.11 aerogeneratori dovrà predisporre, nelle aree subito attorno alla fondazione, o scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e compattazione di una superficie di circa 18x29 m per quanto riguarda l'area della piazzola definitiva che servirà al posizionamento della gru principale e allo stoccaggio di alcune componenti della navicella e alcuni conci di torre in attesa di essere montate. Invece per quanto riguarda le aree

temporanee, necessarie solo per il tempo sufficiente al montaggio della macchina, saranno predisposte un'area temporanea di circa 88x18 m, subito adiacente a quella definitiva, per lo stoccaggio temporaneo delle pale, una di forma trapezoidale delle dimensioni di circa 2.444 m² (comprensiva di piazzola definitiva) per lo stoccaggio del resto delle componenti della navicella, dei conchi di torre e di ulteriori componenti e attrezzature necessari al montaggio, infine sarà necessaria un'ulteriore area di circa 89.8x13 m, a prolungamento di quella definitiva, per il montaggio del braccio della gru (main crane) e spazi di manovra e posizionamento delle gru di assistenza alla principale, le quali prevedono uno scotico superficiale e un livellamento solo se necessario. A montaggio ultimato le piazzole temporanee, ad eccezione della piazzola definitiva, verranno riportate allo stato ante-operam prevedendo il riporto di terreno vegetale per favorire la crescita di vegetazione spontanea.

Verrà invece mantenuta la piazzola definitiva, per la quale bisognerà provvedere a tenerla sgombra da piantumazioni allo scopo di consentire le operazioni di controllo e/o manutenzione delle macchine.

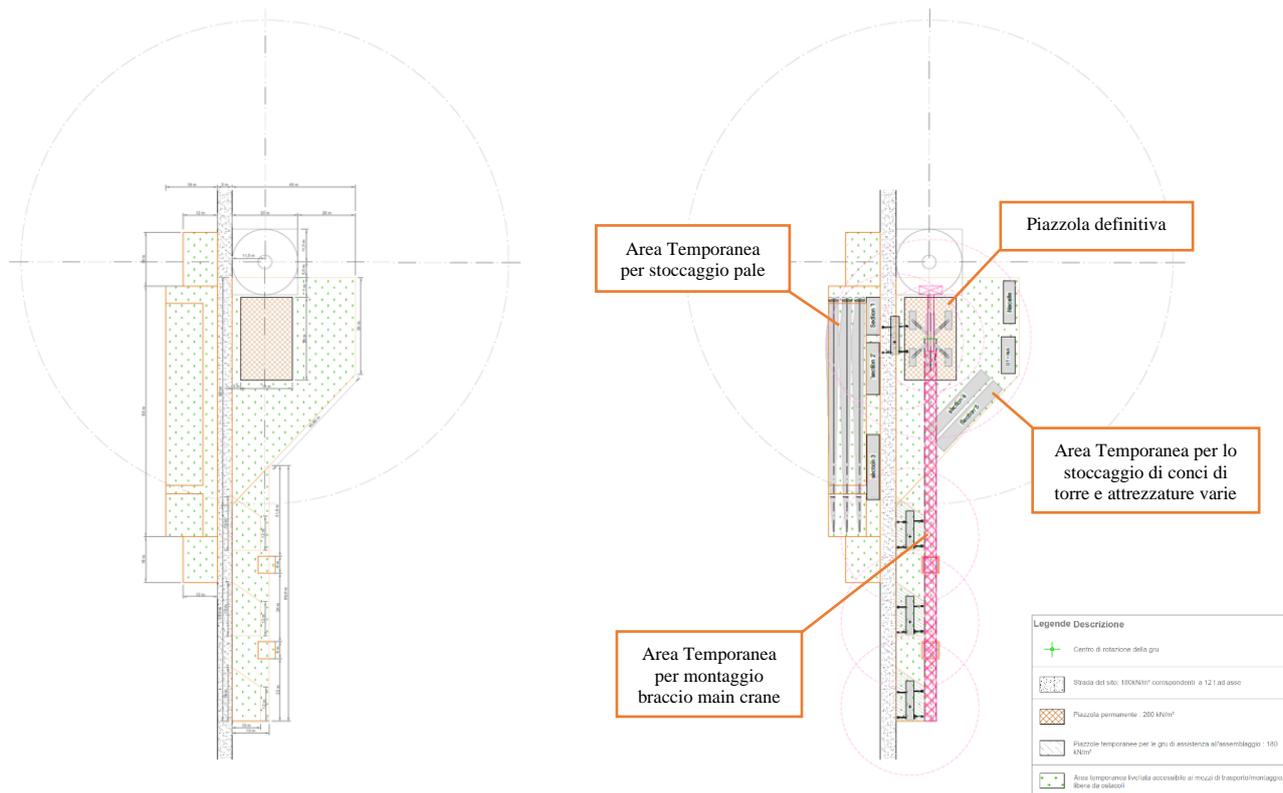


Figura 19 – Tipico piazzola aerogeneratore durante la fase di montaggio con indicazione delle aree definitive (in marrone) e temporanee (in verde) e posizionamento indicativo delle componenti necessarie al montaggio (a sinistra)

7.3. Strade di Accesso e Viabilità di Servizio

7.3.1. Viabilità di accesso al Sito

I mezzi utilizzati per il trasporto delle componenti gli aerogeneratori, come precedentemente descritto, saranno di tipo eccezionale e di considerevoli dimensioni. Per tale motivo lo studio della viabilità e dei trasporti, in un progetto come quello in oggetto, riveste particolare importanza sia per la fattibilità sia per la valutazione economica dello stesso. Le componenti più voluminose e pesanti degli aerogeneratori arriveranno in sito via nave, presumibilmente al porto di Taranto. Dal porto si procederà alla consegna a destinazione, in agro dei Comuni di Santeramo in Colle con trasporto gommato. A seguito dei sopralluoghi eseguiti, al fine di valutare l'itinerario da percorrere per il trasporto delle macchine, è emersa la necessità di particolari accorgimenti da adottare per il raggiungimento del sito in sicurezza.

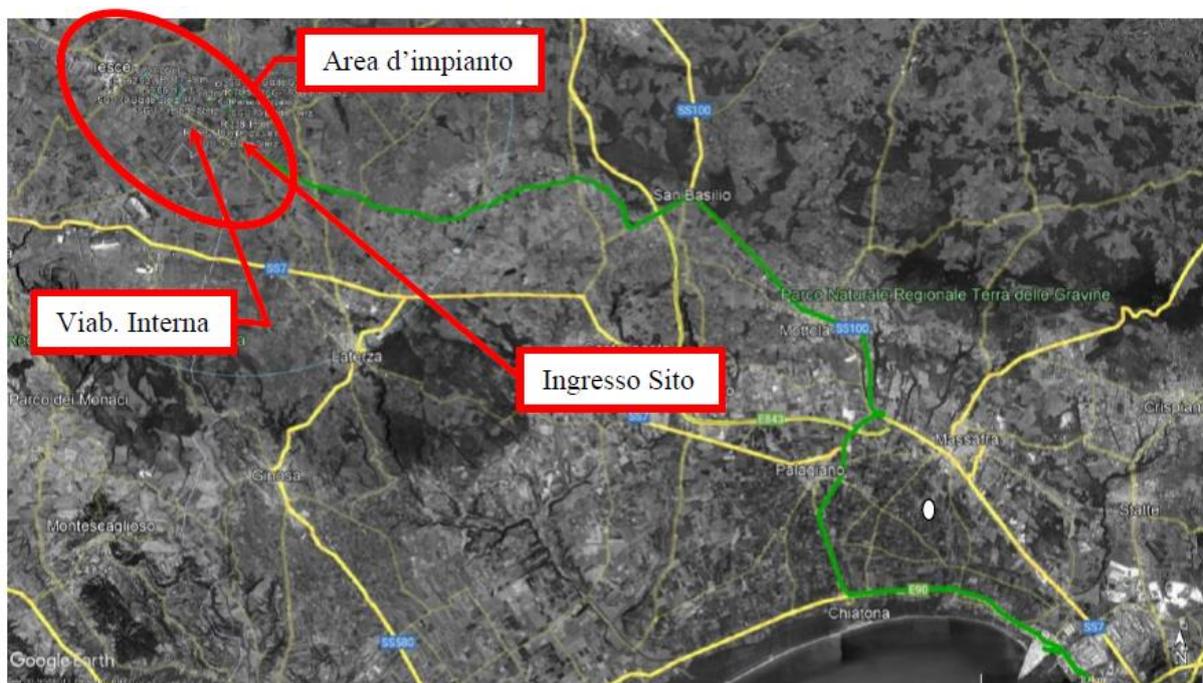


Figura 20 Inquadramento viabilità dal porto di Taranto al sito.

Per quanto riguarda la viabilità esterna non si sono rilevate particolari problematiche e in questa fase progettuale non verrà trattata in quanto l'effettivo tragitto sarà deciso in una fase successiva di progettazione e di concerto sia con il trasportatore sia con il fornitore delle componenti gli aerogeneratori.

La parte di viabilità esterna anche se non è stata analizzata nello specifico per i motivi di cui sopra, è caratterizzata da ampi raggi di curvatura e spazi necessari alle varie manovre di cambio direzione con una sufficiente larghezza di carreggiata, potrà essere percorsa con mezzi con carrelli ribassati così da poter superare senza particolari difficoltà eventuali ostacoli che necessitano di mezzi di trasporto con altezze regolamentari previste dal codice della strada, come ad esempio il sottopassaggio di ponti stradali, ma di contro caratterizzati da notevoli dimensioni in lunghezza. La parte di viabilità interna che va dalla Statale SP22 fino al raggiungimento del sito invece, a differenza di quella esterna, è caratterizzata da punti con raggi di curvatura risicati e pochi spazi di manovra per cui sono stati studiati degli appositi

tragitti e spazi di manovra.

In ogni caso le componenti che presentano le maggiori difficoltà nel trasporto sono senza alcun dubbio le pale. Le scelte di viabilità precedentemente descritte sono state calibrate anche per queste ultime: infatti nel primo tratto di viabilità, proprio per le sue caratteristiche, si opterà per il trasporto fisso in orizzontale con i sistemi "SWC" ("Super Wing Carrier", Fig.21) o "RBTS" ("Rotor Blade Transport System" o più conosciuto come "DOLL System, Fig.22), nel secondo tratto si utilizzerà invece il sistema carrello con "Blade Lifter Trailer" (Fig. 23), un sistema di aggancio e sollevamento che permette l'innalzamento della pala per il trasporto in verticale diminuendo sensibilmente l'ingombro orizzontale permettendo l'ingresso in curve con raggi di curvatura quasi comparabili a mezzi di trasporto convenzionali.

Quest'ultimo sistema di trasporto ha di contro l'essere estremamente lento e instabile in quanto tutto il carico scarica su un unico punto di ancoraggio ed il trasporto, a causa della natura stessa dell'elemento trasportato, deve avvenire in condizioni di assenza, o quasi, di vento. Inoltre, proprio perché il carico in curva viene sollevato per diverse decine di metri in altezza, non ci deve essere presenza di ostacoli aerei che attraversano la carreggiata.



Figura 21 – Esempio di trasporto con SWC (Super Wing Carrier)



Figura 22 – Esempio di trasporto con "RBTS" (Rotor Blade Transport System)



Figura 23 – Esempio di trasporto con Blade Lifter Trailer

Inoltre per il trasporto delle altre componenti si utilizzeranno convogli modulari con pianale allungabile per quanto riguarda i conchi di torre, navicella e DT/Hub.



Figura 24 – Esempio di trasporto con convogli a pianale allungabile per conchi di torre



Figura 25 – Esempio di trasporto "Navicella"

Naturalmente, visto l'utilizzo di mezzi diversi per percorrere le due tratte, è necessario prevedere una "Transhipment

7.3.2. Viabilità di Servizio

All'interno del sito è già presente una rete di viabilità a servizio dei fondi agricoli presenti. Essa sarà adeguata alle nuove necessità e solo dove necessario ne verrà creata di nuova e utilizzata per accedere ad ognuna delle piattaforme degli aerogeneratori, sia durante la fase di esecuzione delle opere sia nella successiva manutenzione del parco eolico e costituiranno peraltro una utile viabilità aperta a tutti per la fruizione del territorio.

Nella definizione del layout del nuovo impianto, quindi, è stata sfruttata la viabilità esistente sul sito (strade comunali, provinciali e vicinali, carrarecce, sterrate, piste, sentieri, ecc.), onde contenere gli interventi. Inoltre, in fase di esecuzione dei tracciati stradali sarà ottimizzato in particolar modo il deflusso delle acque onde evitare innesco di fenomeni erosivi, perdita di stabilità e turbamento del regime delle acque.

La viabilità del parco si estende per circa 14 km su strade pubbliche, strade interpoderali, private e, solo per brevi tratti, su viabilità di nuova costruzione. La viabilità esistente utilizzata per l'accesso al parco è la SP22 e da questa si dirama in direzione della SP140 (per le turbine S04, S03, S02, S01 e S11), e in direzione SP176 (per le turbine S08, S06, S05, S07, S09 e S10) per poi diramarsi su strade secondarie s.n. e di natura interpoderale, comunale o privata.



Figura 26 – Viabilità interna al sito

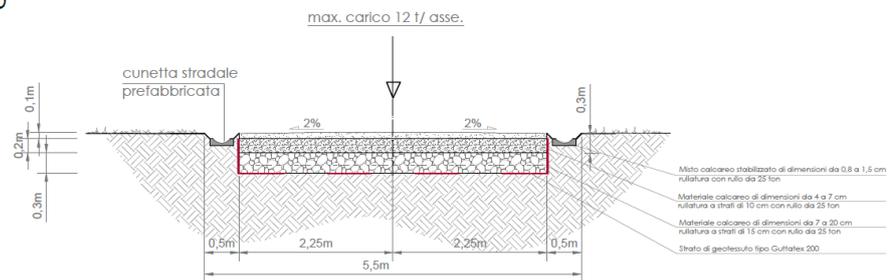
Complessivamente gli assi stradali interni al sito sommano a 14.444 m di cui oggetto di intervento circa 8.853 m, a loro volta suddivisi in 5.562 m riguardanti la viabilità esistente da adeguare e solamente 3.291 m riguardanti nuova viabilità da realizzare; dunque nel complesso per una potenza di 70,4 MW di nuovo impianto occorrerà realizzare solamente 3.291,00 m di nuove strade sterrate pari a circa il 20% di tutta la viabilità presente di progetto. Queste ultime, ove possibile, saranno realizzate in modo tale da interessare marginalmente i fondi agricoli; essi avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire la morfologia propria del territorio evitando eccessive opere di scavo e riporto, e tali da rispettare

i valori limiti imposti dalle specifiche tecniche fornite dal committente, ossia un valore massimo di pendenza longitudinale pari al 13% e di pendenza trasversale pari al 2%. La carreggiata avrà un'ampiezza di 5,50 m per il rettilo, mentre si arriverà ai 8,00 m circa per curve dai 10° ad oltre i 50° considerando un raggio di curvatura interno che, a seconda della curva, varia tra i 70 e gli 80 m.

Le pendenze raggiungibili dagli assi stradali saranno comunque inferiori a 10%. La sezione stradale sarà realizzata in massiciata composta da uno strato di fondazione in misto calcareo di 30 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 10 cm. Il carico assiale sul piano stradale dovrà essere di circa 12 t/asse.

Si riportano di seguito le sezioni tipo adottate per la viabilità, rinviando gli approfondimenti allo specifico elaborato grafico:

Soluzione progettuale cunetta in cemento



Soluzione progettuale cunetta in terra

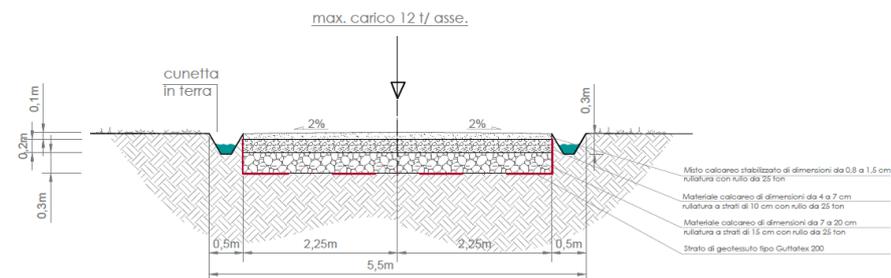
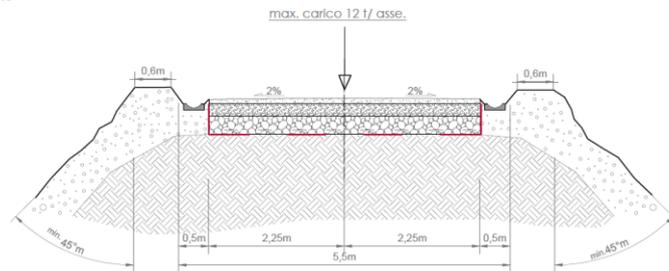


Figura 27 – Sezione stradale tipo in piano

Soluzione progettuale cunetta in cemento



Soluzione progettuale cunetta in terra

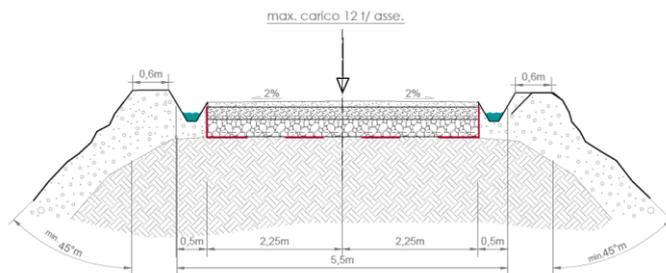
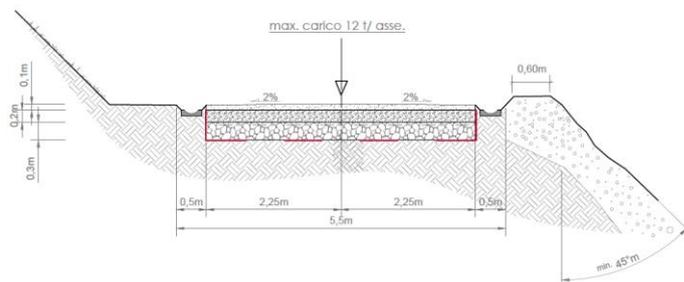


Figura 28 – Sezione stradale tipo in rilevato

Soluzione progettuale cunetta in cemento



Soluzione progettuale cunetta in terra

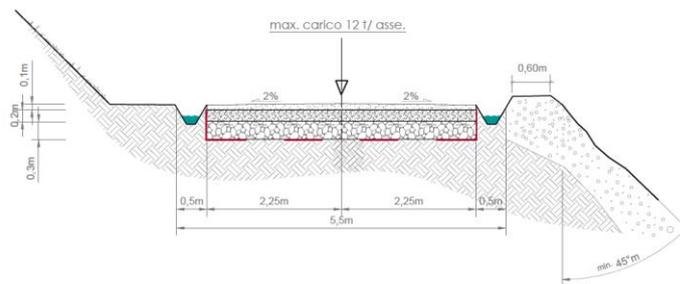
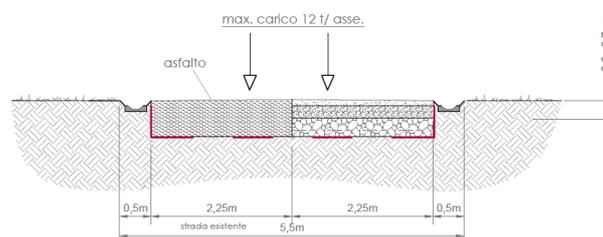


Figura 29 – Sezione stradale tipo a mezza costa

Soluzione progettuale cunetta in cemento



Soluzione progettuale cunetta in terra

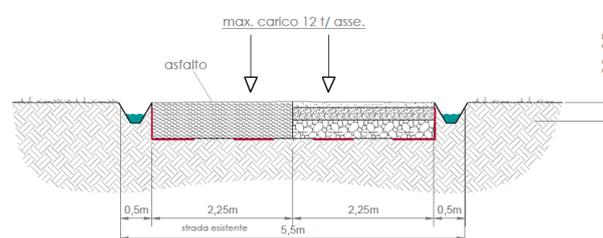


Figura 30 – Adeguamento della carreggiata in presenza di carreggiata esistente in asfalto

7.4. Rilevati e Sovrastrutture – Bonifiche e Sottofondi

7.4.1. Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade

L'esecuzione dei corpi di rilevato e delle soprastrutture (ossatura di sottofondo) per le strade e per le piazzole degli aerogeneratori deve avvenire coerentemente ai disegni ed alle prescrizioni di progetto. A seconda della geologia o di altre condizioni progettuali a contorno, potrebbe non essere sufficiente la preventiva gradonatura degli scavi per l'esecuzione dei rilevati. Potrebbero essere necessarie specifiche opere di contenimento che dovrebbero essere in primis, laddove possibile, opere di ingegneria naturalistica e dove non possibile opere tradizionali. 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, A.2.5, A3 secondo la classificazione della norma UNI CNR 10006:2002 di seguito riportata:

Tabella 1.1 Classificazione delle terre secondo la norma UNI-CNR 10006.

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%						Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%				Torbe e terre organiche palustri A8	
	A1		A3	A2			A4	A5	A6	A7		
Gruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6
Analisi granulometrica												
Frazione passante allo Staccio												
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332												
Limite liquido	-	-	≤ 40	> 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10 max	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10 P_{L10}	> 10 P_{L10}
Indice di gruppo	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20	

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;

Un parametro per caratterizzare la portanza del sottofondo è il "modulo resiliente" MR di progetto, valutabile sulla base di prove sperimentali; la scelta di tale parametro è dettata, come riportato dal Bollettino CNR n. 178, dal fatto che esso meglio rappresenta il comportamento del sottofondo, in quanto consente di tener conto anche della componente viscosa reversibile della deformazione. Tale valore può ricavarsi da prove sperimentali o da correlazioni teorico-sperimentali tra l'indice di portanza CBR ed il modulo di reazione k. Il metodo di dimensionamento, ed in questo caso di verifica delle pavimentazioni stradali utilizzato, prevede tre categorie di terreno di sottofondo di buona, media e scarsa portanza rappresentate dai valori del modulo resiliente MR riportati nella tabella seguente:

modulo resiliente del sottofondo	Indice CBR	Modulo di reazione
$M_R = 150 \text{ N/mm}^2$	CBR = 15%	$k = 100 \text{ [kPa/mm]}$
$M_R = 90 \text{ N/mm}^2$	CBR = 9%	$k = 60 \text{ [kPa/mm]}$
$M_R = 30 \text{ N/mm}^2$	CBR = 3%	$k = 20 \text{ [kPa/mm]}$

Il costipamento può ritenersi sufficiente quando viene raggiunto il valore di Mr di almeno 30 N/mm², da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità riportate nel seguito, e con frequenza di una prova ogni 200 m di area trattata o frazione di essa.

In fase di realizzazione delle prove, viene tenuta in considerazione solamente quella che ottiene un valore di k ammissibile; nel caso in cui i valori siano tutti inferiori al minimo, l'impresa dovrà procedere con la bonifica del sottofondo. Il valore finale si ottiene per interpolazione tra i valori di prova.

7.4.2. Sovrastrutture per piazzole e strade

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

L'esecuzione della soprastruttura può avvenire solo quando il relativo piano di posa risulta regolarizzato, privo di qualsiasi materiale estraneo, costipato fino ai previsti valori di capacità portante (pari ad un "Mr" di almeno 30 N/mm² per piani di

sbancamento o bonifica, e pari ad un "Mr" di almeno 80 N/mm² per piani ottenuti con rilevato) da determinarsi mediante prove di carico su piastra con la frequenza sopra definita.

Sia nell'esecuzione dei rilevati che delle soprastrutture il materiale deve essere steso a strati di 20-30 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 "Mr" 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 Mr di almeno 80 N/mm² mentre per lo strato finale della soprastruttura è richiesto un Mr di almeno 100 N/mm².

Il controllo delle compattazioni in genere viene eseguito su ogni strato, mediante una prova di carico su piastra ogni 200 m di area trattata o frazione di essa, e comunque con almeno n. 4 prove per strato di materiale.

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

7.4.3. Sistemazione del piano di posa

Il piano di posa è costituito dall'intera area di appoggio dell'opera in terra ed è rappresentato da un piano ideale al disotto del piano di campagna ad una quota non inferiore a cm 30, che viene raggiunto mediante un opportuno scavo di sbancamento che allontani tutto il terreno vegetale superficiale; lo spessore dello sbancamento dipenderà dalla natura e consistenza dell'ammasso che dovrà rappresentare il sito d'impianto dell'opera.

Qualora, al disotto della coltre vegetale, si rinvenga un ammasso costituito da terreni A1, A3, A2

(secondo la classificazione C.N.R.) sarà sufficiente eseguire la semplice compattazione del piano di posa così che il peso del secco in sito (massa volumica apparente secca nelle unità S.I.) risulti pari al 90% del valore massimo ottenuto in laboratorio nella prova A.A.S.H.T.O. Mod. su un campione del terreno.

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

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

I provvedimenti da prendere possono risultare i seguenti:

- approfondimento dello scavo di sbancamento, fino a profondità non superiori a 1,50 - 2,00 m dal piano di campagna, e sostituzione del terreno in sito con materiale granulare A1 (Ala od Alb), A3 od A2, sistemato a strati e compattato così che il peso secco di volume risulti non inferiore al 90% del valore massimo della prova A.A.S.H.T.O. Mod. di laboratorio; si renderà necessario compattare anche il fondo dello scavo mediante rulli a

piedi di montone;

- approfondimento dello scavo come sopra indicato completato, dove sono da temere risalite di acque di falda per capillarità, da drenaggi longitudinali con canalette di scolo o tubi drenanti che allontanino le acque raccolte dalla sede stradale;
- sistemazione di fossi di guardia, soprattutto per raccogliere le acque superficiali lato monte, di tombini ed acquedotti in modo che la costruzione della sede stradale non modifichi il regime idrogeologico della zona.

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

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

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

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

Durante le operazioni di costipamento dovrà accertarsi l'umidità propria del materiale; non potrà procedersi alla stesa 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 a 30 cm al disotto del precedente) sarà eseguito con lo stesso materiale con cui si completerà il rilevato stesso.

I piani di posa in corrispondenza di piazzole o sedi stradali ottenuti per sbancamento ed atti a ricevere la soprastruttura, allorché il terreno di imposta non raggiunge nella costipazione il valore di M_r pari a 30 N/mm², o i piani di posa dei plinti di fondazione il cui terreno costituente è ritenuto non idoneo a seguito di una prova di carico su piastra, devono essere oggetti di trattamento di "bonifica", mediante sostituzione di uno strato di terreno con equivalente in misto granulare arido proveniente da cava di prestito.

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

Nel caso di piazzole e strade, la bonifica può ritenersi accettabile quando a costipamento avvenuto viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un M_r di almeno 30 N/mm^2 , da determinarsi mediante prove di carico su piastra - con le modalità già definite in precedenza - con la frequenza di una prova ogni 500 m^2 di area bonificata, o frazione di essa. Nel caso di plinti di fondazione, per l'accettazione della bonifica devono essere raggiunti i valori di capacità portante corrispondenti ad un M_r di almeno 30 N/mm^2 .

7.4.4. Pavimentazione con materiale arido

Il pacchetto stradale avrà uno spessore complessivo di circa 60 cm e dovrà essere realizzata con materiale classificato come A1. I primi 30 cm. a contatto con il terreno naturale, saranno realizzati con materiali provenienti dagli scavi, previa classificazione tipo A1 secondo la classificazione UNI 10006 mentre i rimanenti 30 cm saranno realizzati con misto granulometrico, proveniente da cava, tipo A1 avente dimensioni massima degli inerti pari a 30 mm, rullato fino all'ottenimento di un $M_d > 100 \text{ N/mm}^2$.

7.5. Verifica Geotecnica della Fondazione Stradale

7.5.1. Caratteristiche geometriche delle strade e delle piazzole

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

7.5.2. Dimensionamento di massima della pavimentazione delle strade e delle piazzole

Per il dimensionamento di massima della pavimentazione si è fatto riferimento al metodo empirico inglese "Road note 29". È un metodo diretto che consente il dimensionamento in funzione del CBR del sottofondo e del numero di passaggi standard di un asse standard da 8,2 t sulla corsia di progetto durante la vita utile impiegando l'abaco seguente per il calcolo dello spessore della fondazione.

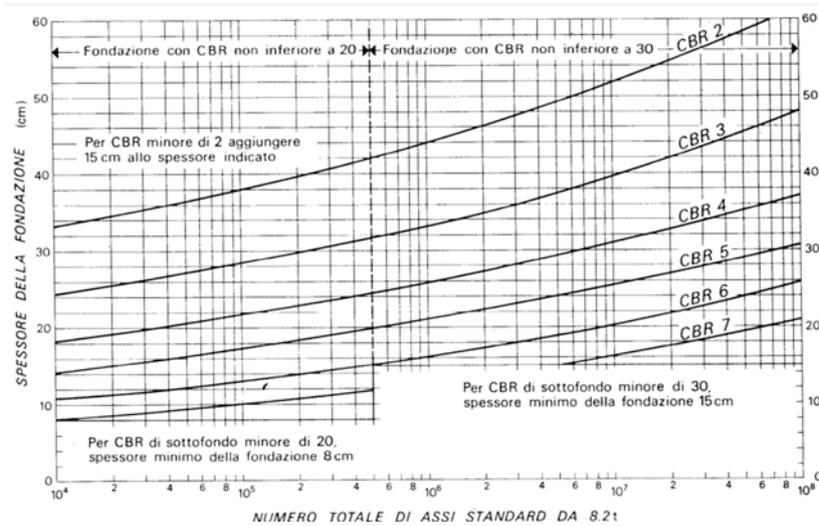


Figura 31 – Diagramma per la determinazione dello spessore dello strato di fondazione

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 105. 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.

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.

8. OPERE DI INGEGNERIA AMBIENTALE

8.1. Generalità

Nei dettami del progetto definitivo e nelle varie proposte progettuali, incluse le indicazioni riportate nei documenti contabili, assume notevole importanza la volontà di preservare l'“habitus naturale” mediante l'adozione di tutte le possibili tecniche di bioingegneria ambientale.

Gli 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 con materiali inerti come pietrame.

L'area, dal punto di vista geomorfologico, è definita da dossi collinari di entità variabile. I deflussi sono comunque assenti per gran parte dell'anno, anche perché strettamente connessi all'intensità e persistenza delle precipitazioni meteoriche e fortemente condizionati dall'elevata permeabilità dei termini litologici affioranti.

Vista la natura dell'area in oggetto, si può affermare che per la tipologia intrinseca del terreno non sono necessari importanti interventi di salvaguardia, o ancora più precisamente, non sono necessari costruzioni e opere particolari per il contenimento del terreno.

La viabilità interna è, quasi nella sua totalità, ripresa dall'esistente e quindi già consolidata. I nuovi tratti proposti da realizzare sono di accesso alle nuove turbine ed il contesto geomorfologico è sempre della stessa natura.

Gli interventi di ingegneria ambientale, all'interno dell'area del parco, sono minimi e serviranno per la regimentazione delle acque meteoriche, non si presentano condizioni di rischio frana o eccessiva erosione, anche e soprattutto per la natura del terreno. Dalla documentazione fotografica seguente, riferita alla viabilità interna esistente, si può osservare la condizione stabile e ottimale della viabilità esistente in gran parte, oltretutto, asfaltata.

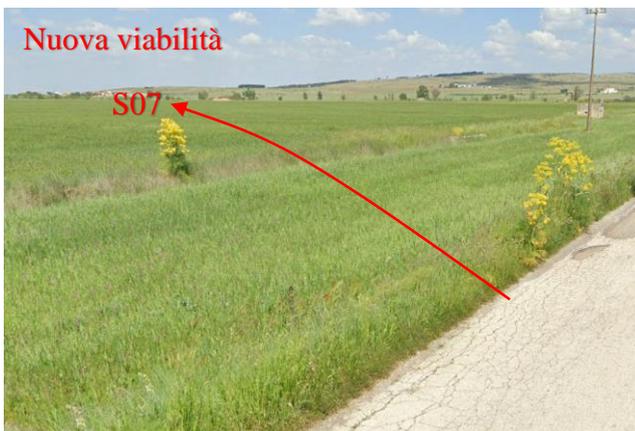


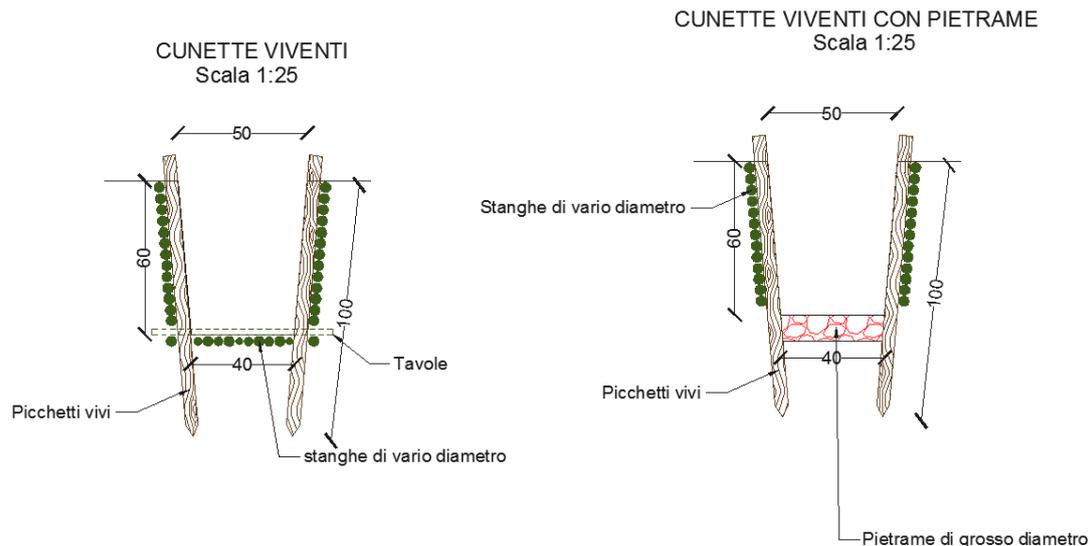
Figura 32 – Alcune foto rappresentative della viabilità interna al parco eolico. In alto: viabilità esistente che può essere utilizzata così com'è; al centro: viabilità esistente da adeguare per essere percorsa dai mezzi; in basso: viabilità di nuova realizzazione.

8.2. Specifiche tecniche degli interventi

Di seguito si elencano alcuni interventi che possono trovare riscontro nei lavori di consolidamento e regimentazione delle acque meteoriche all'interno del parco e lungo la viabilità esterna di accesso.

8.2.1. Cunetta vivente

Le cunette, di norma realizzate in terra, nel progetto in esame sono state previste per tutta la lunghezza della viabilità interna e in alcuni punti si suggerisce l'adozione delle cosiddette cunette viventi. Di fatti è importante sottolineare che nei tratti di maggior pendenza, le semplici cunette potrebbero essere destabilizzate dall'acqua e con esse la strada. Sarà la fase cantieristica ad indicare i tratti ove è opportuno realizzare le cunette "vive" al posto delle cunette in terra.

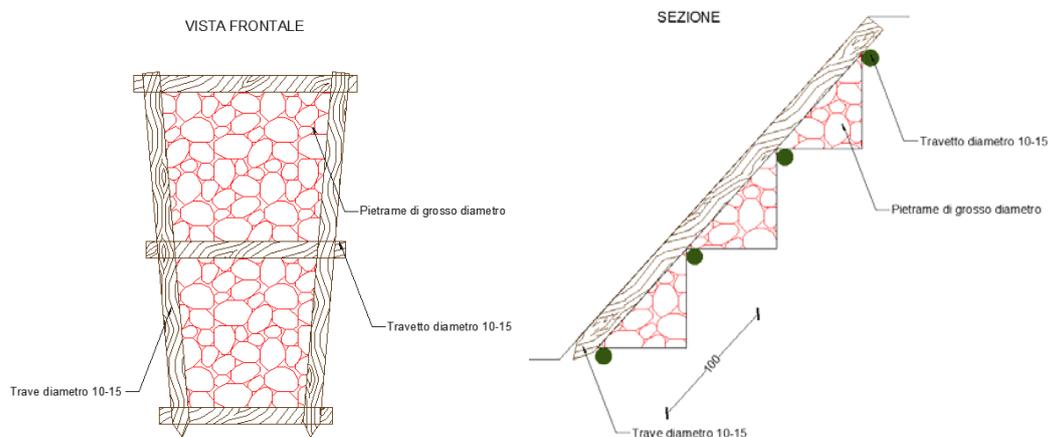


Descrizione dell'attività:

In un fosso a sezione trapezoidale vengono sistemati sul letto e sulle pareti, uno accanto all'altro, dei rami o delle stanghe vive in modo serrato, tenendoli fermi con pali vivi infissi nel terreno, ad intervalli da 2 a 4 m per mezzo di sagome in legno preparate in precedenza, oppure ad intervalli da 0,5 fino ad 1 m (uno dall'altro) posti lungo le pareti del fosso. Nel caso di portata idrica permanente si può consolidare il letto e la parte inferiore della parete del fosso con tavoloni.

8.2.2. Canalizzazioni in pietrame e legno

Nei casi di piccoli impluvi naturali che intercettano la viabilità di progetto causando spesso solchi ed erosione puntuale, si può prevedere la costruzione di canalizzazioni in legname e pietrame, di sezione trapezoidale avente lo scopo di convogliare le acque nei punti di recapito.



8.2.3. Idrosemina e rivestimenti antierosivi

Le tecniche con idrosemina sono impiegate soprattutto nelle situazioni in cui il terreno si trova completamente denudato e privo di copertura organica. Questa tecnica consente di generare in tempi brevi un manto vegetale di protezione. L'inerbimento ed il consolidamento mediante idrosemina che consiste nello spruzzare ad alta pressione, sul terreno preventivamente preparato, una soluzione di acqua, semi, collante ed altri eventuali componenti. La possibilità di variare in molti modi la composizione delle miscele, rende l'idrosemina adatta alla soluzione di quasi tutti i problemi di rinverdimento. L'efficacia di questo sistema è assicurata solo se viene utilizzato in abbinamento ad altre tecniche di protezione e regimentazione delle acque meteoriche.

L'intervento è adatto a coprire grandi e medie superfici anche a elevata pendenza. Un componente spesso presente nelle idrosemine è il mulch, termine con cui ci si riferisce a tutti quei materiali che, aggiunti alla miscela, conferiscono una maggiore resistenza meccanica e capacità di ritenzione idrica. In relazione alla composizione della miscela si distingue tra idrosemina di base e idrosemina con mulch.

Le modalità operative dell'idrosemina di base sono così sintetizzabili:

- Preparazione del letto di semina con eventuale eliminazione dei ciottoli presenti tramite rastrellatura.
- Distribuzione mediante l'impiego di motopompe volumetriche (non devono danneggiare i semi), dotate di agitatore meccanico che garantisca l'omogeneità della miscela, montate su mezzi mobili di una particolare miscela base costituita da rapporti variabili di: acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee e facoltativamente arbustive idonee alla stazione (35-40 g/mq), fertilizzante organo-minerale bilanciato (150 g/mq), leganti o collanti, sostanze ammendanti, fitoregolatori atti a stimolare la radicazione delle sementi e lo sviluppo della microflora del suolo.

È adatta su terreni in cui è presente un'abbondante frazione fine e colloidale, ma con inclinazioni non superiori a 20°.

Per quanto riguarda l'idrosemina con mulch, alla miscela base si devono aggiungere fibre di legno o paglia in ragione di non meno di 180 g/mq. Le fibre devono essere per il 20% almeno lunghe 10 mm; nelle situazioni meno gravose il 50% del mulch potrà essere costituito da pasta di cellulosa. Il mulch deve avere caratteristiche chimiche che non siano sfavorevoli alla crescita della vegetazione. Il collante sarà a base naturale ed in quantità non inferiore a 5,5 g/mq. È un'idrosemina particolarmente adatta su terreni con le stesse caratteristiche della prima ma con inclinazioni fino a 35° e con presenza di fenomeni erosivi intensi.

In presenza di diffusi fenomeni di erosione superficiale su pendii e/o scarpate naturali o artificiali vengono comunemente applicati rivestimenti antierosivi sintetici o naturali.

Queste tecniche si possono realizzare con dei prodotti prefabbricati che svolgono una o più funzioni od altrimenti abbinando materiali diversi posti in tempi successivi. Di seguito si riportano alcuni dei materiali e delle tecniche più comunemente usati:

- Geostuoie tridimensionali
- Geocompositi
- Geocelle

L'impiego di prodotti formati da materiali di sintesi e/o naturali, offre la possibilità di realizzare opere d'ingegneria limitandone notevolmente l'impatto negativo sull'ambiente circostante. Nelle applicazioni antierosive oltre all'azione di protezione meccanica superficiale, possono svolgere funzioni di contenimento e di stabilizzazione corticale; in tal modo questi materiali consentono e favoriscono lo sviluppo di una copertura vegetale stabile in grado di svolgere un'efficace ruolo autonomo di consolidamento superficiale e di rinaturalizzare contesti degradati dalla costruzione di opere di ingegneria.

Le geostuoie sono costituite da filamenti di materiali sintetici (polietilene ad alta densità, poliammide, polipropilene od altro), aggrovigliati in modo da formare un materassino molto flessibile dello spessore di 10-20 mm. La forma tipica di una geostuoia consiste in una struttura tridimensionale con un indice dei vuoti molto elevato, mediamente superiore al 90% (idonea al contenimento di terreno vegetale o dell'idrosemina).

Le geostuoie sono principalmente impiegate con funzione antierosiva negli interventi di sistemazione idraulico-forestale e di consolidamento di pendii instabili. Sono sempre abbinata a sistemi di raccolta delle acque superficiali ed a materiali vivi; quando è necessario vengono utilizzate come un complemento delle opere di sostegno nell'ambito di sistemazioni più complesse.

Dato l'elevato indice dei vuoti, le geostuoie si prestano molto bene ad essere intasate con miscele di idrosemina piuttosto dense quali quelle dell'"idrosemina a spessore", in tal modo svolgono sia una protezione antierosiva nei confronti del terreno che una funzione di "armatura dell'idrosemina" impedendone il dilavamento anche in situazioni difficili.



Figura 33 – Tecniche di idrosemina

Le geocelle sono dei geosintetici a struttura alveolare flessibili, resistenti e leggeri; vengono utilizzate come sistemi di stabilizzazione corticale per impedire lo scivolamento e l'erosione di strati di terreno di riporto su forti pendenze. La struttura a "nido d'ape" o "alveolare" viene ottenuta per assemblaggio e saldatura di strisce di materiali sintetici con spessori maggiore o uguale a 1,2 mm ed altezza compresa tra 70 e 100 mm. Sono strutture facilmente trasportabili, caratterizzate da un ingombro molto contenuto, rapidità di applicazione ed adatte a diverse situazioni ambientali. Dopo la posa delle geocelle ed il fissaggio con picchetti si effettua il riempimento con terreno vegetale e successivamente un'idrosemina. Se necessario si deve abbinare una biostuoia od un biotessile qualora vi sia il pericolo di dilavamento da parte delle acque meteoriche; le geocelle hanno aperture piuttosto ampie e sono efficaci nell' impedire lo scivolamento superficiale del terreno di riporto mentre non contrastano sufficientemente il ruscellamento e soprattutto l'impatto delle gocce di pioggia. Quando possibile, è sempre opportuno abbinare alle geocelle la messa a dimora di piantine o talee. I rivestimenti antierosivi biodegradabili sono usati, quasi sempre in associazione con idrosemina o con l'impianto di talee e piantine, negli interventi di sistemazione e consolidamento di pendii o scarpate o di altre opere di ingegneria. La loro realizzazione assicura al terreno trattato un controllo dei fenomeni erosivi per il tempo necessario all'attecchimento ed

allo sviluppo di un efficace copertura vegetale. I rivestimenti biodegradabili sono prodotti costituiti in genere da fibre di paglia, cocco, juta, sisal (fibra tessile ricavata dalle foglie di una specie di Agave), trucioli di legno o altre fibre vegetali, caratterizzati da una biodegradabilità pressoché totale che si realizza in un arco di tempo di 1/5 anni, da permeabilità e capacità di ritenzione idrica elevate e da spiccata azione protettiva superficiale del terreno. In funzione del materiale, della struttura e delle tecniche costruttive, possono essere classificati in:

- Biotessili
- Bioreti
- Biofeltri
- Biostuoie

I rivestimenti antierosivi rappresentano una soluzione ideale sia dal punto di vista tecnico-funzionale che dal punto di vista dell'inserimento estetico-paesaggistico ed ecologico dell'intervento. La biodegradabilità e la non tossicità dei materiali utilizzati e la capacità di favorire una rapida copertura vegetale, garantiscono il loro inserimento completo e naturale nell'ambiente circostante. Questi prodotti hanno trovato recentemente una vasta applicazione in numerosi interventi di sistemazione idraulico-forestale, di consolidamento dei pendii instabili ed in numerose opere di ingegneria tra i quali si menzionano:

- rivestimento di pendii o scarpate naturali ed artificiali per il controllo dell'erosione e la protezione delle sementi dal dilavamento e creazione di condizioni microclimatiche più favorevoli all'attecchimento ed alla crescita della vegetazione;
- rivestimento e protezione delle scarpate e delle sponde fluviali dall'erosione;
- protezione, sostegno e contenimento del terreno seminato per favorire il rinverdimento di opere in terre rinforzate o di altro tipo.



9. 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 potranno essere raccolte ed allontanate dalle seguenti opere idrauliche:

- Fossi di guardia in terra, eventualmente con fondo rivestito in pietrame (per pendenze $\geq 7,00\%$) e con briglie filtranti in legname (per pendenze $\geq 12,00\%$);

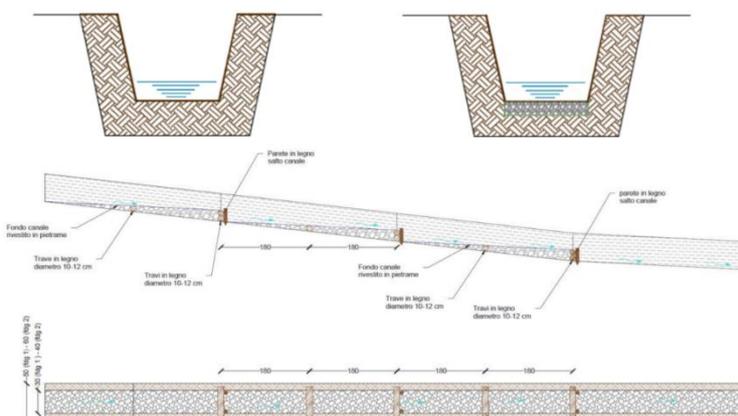


Figura 34 – Fosso di guardia tipo con o senza fondo rivestito in pietrame

- Opere di dissipazione in pietrame;
- Pozzetti in cls prefabbricato;
- Arginello in terra;
- Canalette in legname per tagli trasversali alla viabilità (per pendenze $\geq 15\%$).
- In fase di esecuzione, così come per le opere di bioingegneria, saranno scelte le opere migliori per il drenaggio delle acque meteoriche valutate caso per caso e a seconda dei risultati elaborati dalle relative indagini.

Le opere idrauliche di parco nascono dall'analisi dell'interazione tra le opere di progetto di parco ed il reticolo idrografico esistente. Le scelte progettuali saranno condotte secondo principi di invarianza idraulica così da avere opere ad "impatto zero" sull'esistente reticolo idrografico, rispettando il regime idraulico ante operam e recapitando le acque superficiali presso gli impluvi ove naturalmente, oggi, sono convogliate. Il sistema di opere idrauliche, in uno con le caratteristiche della viabilità e delle piazzole del parco, non modificheranno né il reticolo di drenaggio esistente, né la risposta dei bacini per tutti gli aspetti che riguardano i meccanismi di formazione dei deflussi, di conseguenza non varieranno le caratteristiche di permeabilità e non si avranno praticamente variazioni della portata da scaricare.