



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PROVINCIA DI TRAPANI

COMUNE DI MARSALA



PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56,00 MW DENOMINATO "Marsa-Allah"



PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
MRS	PD	P_01	0

ELABORATO				RELAZIONE TECNICA GENERALE	SCALA
Novembre 2021	Prima emissione	SB_GB	MD	LG	
DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

Richiedente
GRV WIND SICILIA 2 S.r.l.
 Sede Legale: Via Durini 9, 20122 Milano
 PEC: grvwindsicilia2@legalmail.it
 Cod. Fisc. e P.IVA 11643110965

GRUPPO

Progettazione


Sede legale: via Sabotino, 8 - 96013 Carlentini (SR)
 Uffici: via Jonica, 6 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR)
 web: www.antexgroup.it

Responsabile Tecnico
 Arch. Luigi Giocondo

INDICE

1. PREMESSA	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	5
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	9
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	9
4.1 Riferimenti Cartografici E Posizioni Aerogeneratori	9
4.2 Inquadramento Geologico e Geomorfologico	10
4.3 Contesto Idrogeologico.....	11
4.4 Sismicità	11
5. L'IMPIANTO EOLICO	13
6. LISTA ANAGRAFICA DEI COMPONENTI L'IMPIANTO.....	16
6.1 Aerogeneratori.....	17
6.1.1 Specifiche tecniche Aerogeneratori.....	19
6.1.2 Sistemi elettrici e di controllo interni	26
6.1.3 Sistemi elettrici e di controllo esterni.....	27
6.1.4 Descrizione dei componenti principali.....	27
6.1.5 Schemi di funzionamento dei componenti dell'impianto.....	29
6.1.6 Potenza Stimata del Parco eolico	30
6.1.7 Analisi acustica	33
6.2 Cavidotti	37
6.2.1 Generalità	37
6.2.2 Dati tecnici del cavo utilizzato	37
6.2.3 Profondità e sistema di posa cavi	41
6.2.4 Fibra ottica di collegamento	42
6.2.5 Sistema di terra.....	42
6.2.6 Opere civili cavidotti.....	43
6.3 Stazione di Utenza.....	44
6.4 Opere di Utenza e connessione alla RTN	46
6.4.1 Impianto Utente per la Connessione	47
7. INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI	49

7.1	Fondazione Aerogeneratore.....	49
7.2	Piazzole Aerogeneratori	50
7.3	Strade di Accesso e Viabilità di Servizio	51
7.3.1	Viabilità di accesso al Sito	51
7.3.2	Viabilità di Servizio	52
7.4	Rilevati e Sovrastrutture – Bonifiche e Sottofondi.....	54
7.4.1	Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade	54
7.4.2	Sovrastrutture per piazzole e strade.....	55
7.4.3	Sistemazione del piano di posa	56
7.4.4	Pavimentazione con materiale arido.....	57
7.5	Verifica Geotecnica della Fondazione Stradale.....	57
7.5.1	Caratteristiche geometriche delle strade e delle piazzole.....	57
7.5.2	Dimensionamento di massima della pavimentazione delle strade e delle piazzole	58
8.1	Generalità	58
8.2	Specifiche tecniche degli interventi.....	60
8.2.1	Cunetta vivente.....	60
8.2.2	Canalizzazioni in pietrame e legno	61
8.2.3	Idrosemina e rivestimenti antiersivi	61
9	OPERE IDRAULICHE	65

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
		11/2021	REV: 0

RELAZIONE TECNICA GENERALE

1. PREMESSA

Per conto della società proponente, GRV Wind Sicilia 2 S.r.l, per incarico del responsabile tecnico arch. Luigi Giocondo, la società Antex Group Srl ha redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto eolico nel comune di Marsala, nella provincia di Trapani.

Il progetto prevede l'installazione di n. 10 nuovi aerogeneratori nei terreni del Comune di Marsala, C.da Messinello, con potenza unitaria di 5,6 MW, per una potenza complessiva di impianto di 56 MW.

Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel Comune di Marsala, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 30 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 30 kV e la eleverà alla tensione di 220 kV.

Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 220 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di smistamento a 220 kV della RTN, da inserire in entra-esce alla linea RTN 220 kV "Partanna 2". Detta stazione sarà inoltre collegata, tramite un nuovo elettrodotto a 220 kV di collegamento della RTN con la stazione 220 kV di Partanna, previo ampliamento della stessa. Lo stallo in stazione sarà condiviso con altri impianti di produzione.



Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl, su mandato del Responsabile Tecnico del proponente.

Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali e gestionali.

Sia Antex che GRV Wind Sicilia 2 S.r.l. pongono a fondamento delle attività e delle proprie iniziative, i principi della qualità, dell'ambiente e della sicurezza come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

Difatti, in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti e fornitori, le Aziende citate posseggono un proprio Sistema di Gestione Integrato Qualità-Sicurezza-Ambiente.

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
		11/2021	REV: 0

RELAZIONE TECNICA GENERALE

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".

Elettrodotti, linee elettriche, sottostazione e cabina di trasformazione

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

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetiche.
- 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



	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
		RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/2021

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".

	<p>PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C. DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH"</p> <p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	 <p>Ingegneria & Innovazione</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1129 246 1252 297">11/2021</td> <td data-bbox="1252 246 1364 297">REV: 0</td> <td data-bbox="1364 246 1495 297">Pag.8</td> </tr> </table>	11/2021	REV: 0	Pag.8
11/2021	REV: 0	Pag.8			

- 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"

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione		
		RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/2021	REV: 0

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di 10 aerogeneratori ed opere di connessione, inclusive di piazzole di costruzione e di esercizio, viabilità di accesso, cavidotti e sottostazione di trasformazione, ubicati in agro al Comune di Marsala, Provincia di Trapani, in località C.da Messinello di potenza complessiva di 56,00MW, denominato "Marsa – Allah". Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di smistamento, posta nel Comune di Marsala, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 30 kV.

I centri urbani più vicini, Marsala Salemi e Mazara del Vallo, distano circa 10 km dalle turbine più esterne, così come la posizione della sottostazione di collegamento rispetto agli stessi.

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:
 - 257-IV-SE-Borgo Fazio;
 - 257-III-NE-Baglio Chitarra.
- CTR in scala 1:10.000, di cui alle seguenti codifiche:
 - 605160;
 - 606130.

I fogli di mappa catastali interessati dalle turbine, dal cavidotto in MT e viabilità sono:

- Foglio di mappa n. 111 – 136 – 137 – 138

Il foglio di mappa interessato dalla sottostazione elettrica è:

- Foglio di mappa n. 138

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
MRS01	293825.00 m E	4189975.00 m N	130	Marsala
MRS02	295123.00 m E	4190379.00 m N	154	Marsala
MRS03	291691.00 m E	4190109.00 m N	123	Marsala
MRS04	293744.00 m E	4189516.00 m N	125	Marsala
MRS05	295072.00 m E	4189024.00 m N	238	Marsala
MRS06	294272.00 m E	4189142.00 m N	155	Marsala

MRS07	292947.00 m E	4189171.00 m N	132	Marsala
MRS08	292424.00 m E	4189830.00 m N	169	Marsala
MRS09	294115.00 m E	4188630.00 m N	148	Marsala
MRS10	293515.00 m E	4188100.00 m N	126	Marsala
SSE-UTENTE	294852.00 m E	4188588.00 m N	212	Marsala

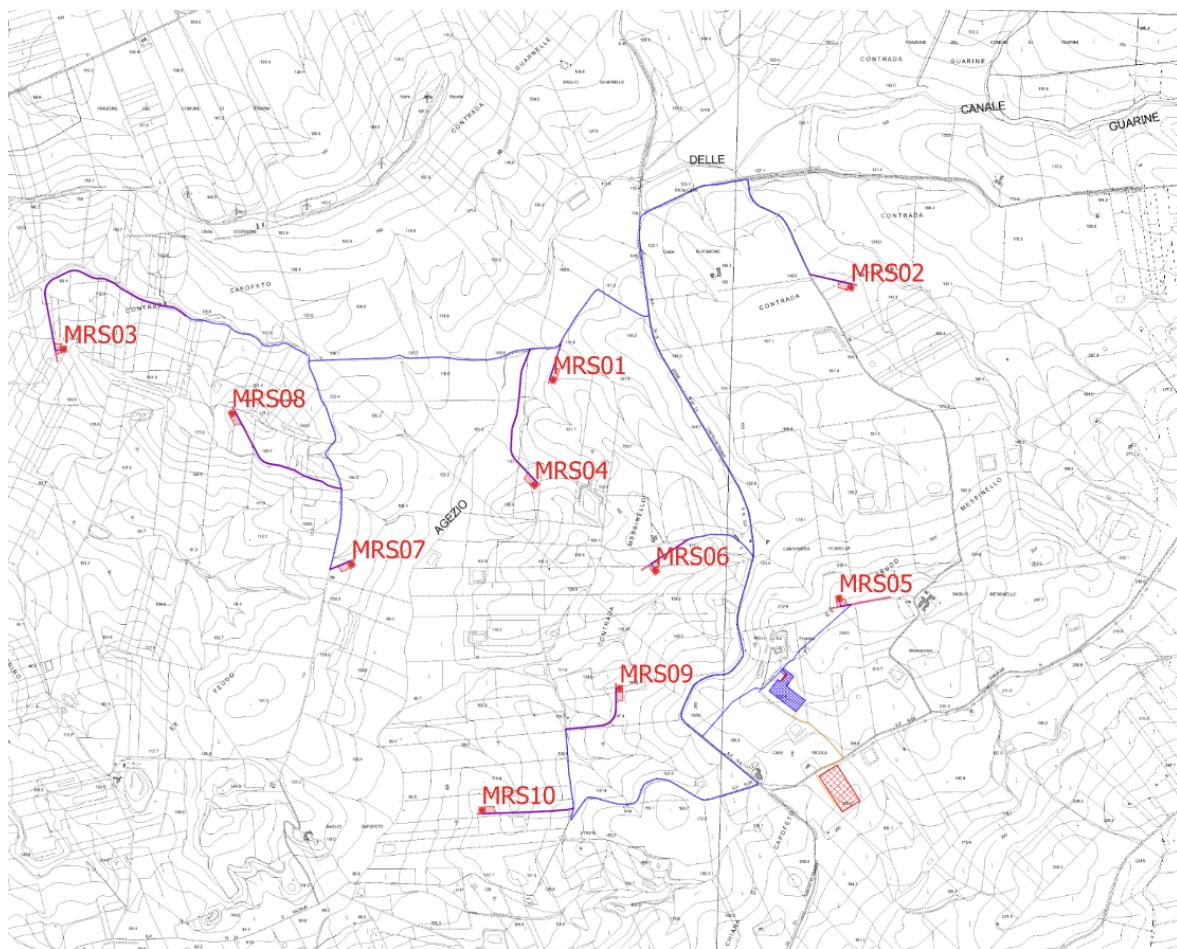




Figura 1 – Inquadramento su CTR dell'impianto

4.2. Inquadramento Geologico e Geomorfologico

L'area oggetto di studio, situata nell'estremo settore occidentale della Sicilia, ricade in una zona il cui contesto geologico generale riguarda una ampia parte della piana costiera che si sviluppa tra gli abitati di Trapani e di Mazara del Vallo. Tale piana è caratterizzata prevalentemente da depositi di natura calcarenitica di età quaternaria e, in subordine, da terreni di natura argillosa, argilloso-marnosa ed arenacea di età compresa tra il Miocene ed il Pliocene.

Dai dati derivanti dalla letteratura geologica più recente è possibile infatti operare una suddivisione dei terreni affioranti in unità e successioni più superficiali, di età quaternaria ed olocenica, trasgressive sul basamento originario, costituito da

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
		11/2021	REV: 0

RELAZIONE TECNICA GENERALE

terreni ascrivibili al periodo compreso tra il Miocene ed il Pliocene.

Le unità stratigrafiche neogeniche, affioranti nelle aree più interne, sono essenzialmente riconducibili a terreni afferenti al Dominio Trapanese e al Complesso Postorogeno.

Stratigraficamente la zona è principalmente costituita da depositi carbonatici e terrigeni, ed in termini litologici affioranti troviamo:

- *Formazione di Cozzo Terravecchia (Tortoniano – Messicano inf.)*
- *Formazione Calcarea-Arenacea di Baucina (Messiniano inf.)*
- *Gessi di Pasquasia (Messiniano inf.)*
- *Trubi (Pliocene inf.)*
- *Formazione Marnoso-Arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio – sup.)*
- *Calcareniti di Marsala (Pleistocene inf.)*
- *Depositi calcarenitici di quota compresa tra 130 e 160 m s.l.m. – Grande Terrazzo Superiore (G.T.S.) (Pleistocene medio)*
- *Depositi calcarenitici dei terrazzi marini costieri (Tirreniano)*
- *Terreni di copertura di natura alluvionale, palustre e di riporto (Olocene)*

4.3. Contesto Idrogeologico

Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico il reticolo idrografico della zona in esame è influenzato dall'assetto strutturale e dalla litologia affiorante. La permeabilità dei complessi idrogeologici affioranti nell'areale oggetto di studio, è generalmente per porosità, con un bacino idrologico superficiale che fuoriesce dai limiti dell'intorno preso in esame ed a causa dell'elevata permeabilità e del conseguente scarso ruscellamento dei terreni in esso contenuti, contribuisce in minima quantità all'alimentazione dei principali corsi d'acqua, che si manifestano generalmente con portate modeste ed a carattere prettamente torrentizio.

Di seguito si riportano le caratteristiche idrogeologiche dei terreni dell'intorno investigato, associati in funzione delle loro caratteristiche, in complessi idrogeologici:



- *Complesso terrigeno Miocenico*
- *Complesso calcarenitico-conglomeratico del Quaternario*
- *Complesso detritico*

L'impianto eolico in progetto ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Birgi, ma da consultazioni P.A.I. "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico", non rientra tra le aree a pericolosità o rischio geomorfologico R1-R2-R3-R4 secondo la classificazione vigente.

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".

Tale caratterizzazione classificativa, è stata basata sui dati emersi dall'esecuzione delle prospezioni sismiche (MASW) in prossimità della futura turbina MRS06, più avanti esposte in maniera chiara ed esauriente. Il valore delle V_{S30} determinato

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione		
		11/2021	REV: 0	Pag.12

RELAZIONE TECNICA GENERALE

è stato pari a 488 m/sec e pertanto in relazione a tale valore il suolo di fondazione investigato si classifica come **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)”*.

Tenendo conto di quanto esposto nei paragrafi **4.2, 4.3 e 4.4** dal punto di vista geomorfologico ed idrogeologico l'area in esame, non manifesta fenomeni di instabilità in atto o potenziali essendo ben lontana da zone degradabili, risulterà perfettamente stabile, in quanto le condizioni morfologiche di equilibrio degli areali investigati, strettamente legate alle caratteristiche meccaniche, al grado di addensamento ed alla favorevole giacitura dei litotipi affioranti, si manterranno soddisfacenti anche in seguito alla continua attività erosiva ad opera degli agenti esogeni.

Le acque di precipitazione meteorica non produrranno in loco attività erosive degne di rilievo, infiltrandosi per la quasi totalità, anche se in prossimità delle aree più depresse potrebbero generarsi, nelle stagioni più piovose, locali ristagni d'acqua. In relazione alle modeste pendenze delle aree topografiche esistenti, lo smaltimento di eventuali reflui prodotti dall'insediamento in oggetto non modificherà l'attuale equilibrio idrogeologico mantenendo inalterato l'ecosistema.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato *“Relazione geologica e idrogeologica”*.

5. L'IMPIANTO EOLICO

L'impianto Eolico sarà costituito da n°10 aerogeneratori, ciascuno di potenza massima fino a 5,6 MW, corrispondenti ad una potenza massima di impianto di 56 MW. Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel Comune di Marsala, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 30 kV. La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 30 kV e la eleverà alla tensione di 220 kV. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 220 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di smistamento a 220 kV della RTN, da inserire in entra-esce alla linea RTN 220 kV "Partanna 2". Detta stazione sarà inoltre collegata, tramite un nuovo elettrodotto a 220kV di collegamento della RTN con la stazione 220Kv di Partanna, previo ampliamento della stessa. Lo stallo in stazione sarà condiviso con altri impianti di produzione.



Figura 2 – Layout impianto eolico "Marsala-Allah"

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono collegati fra di loro in tre gruppi rispettivamente di 4 e 3 turbine ciascuno, tramite cavi di MT da 30kV, costituendo così n.3 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).

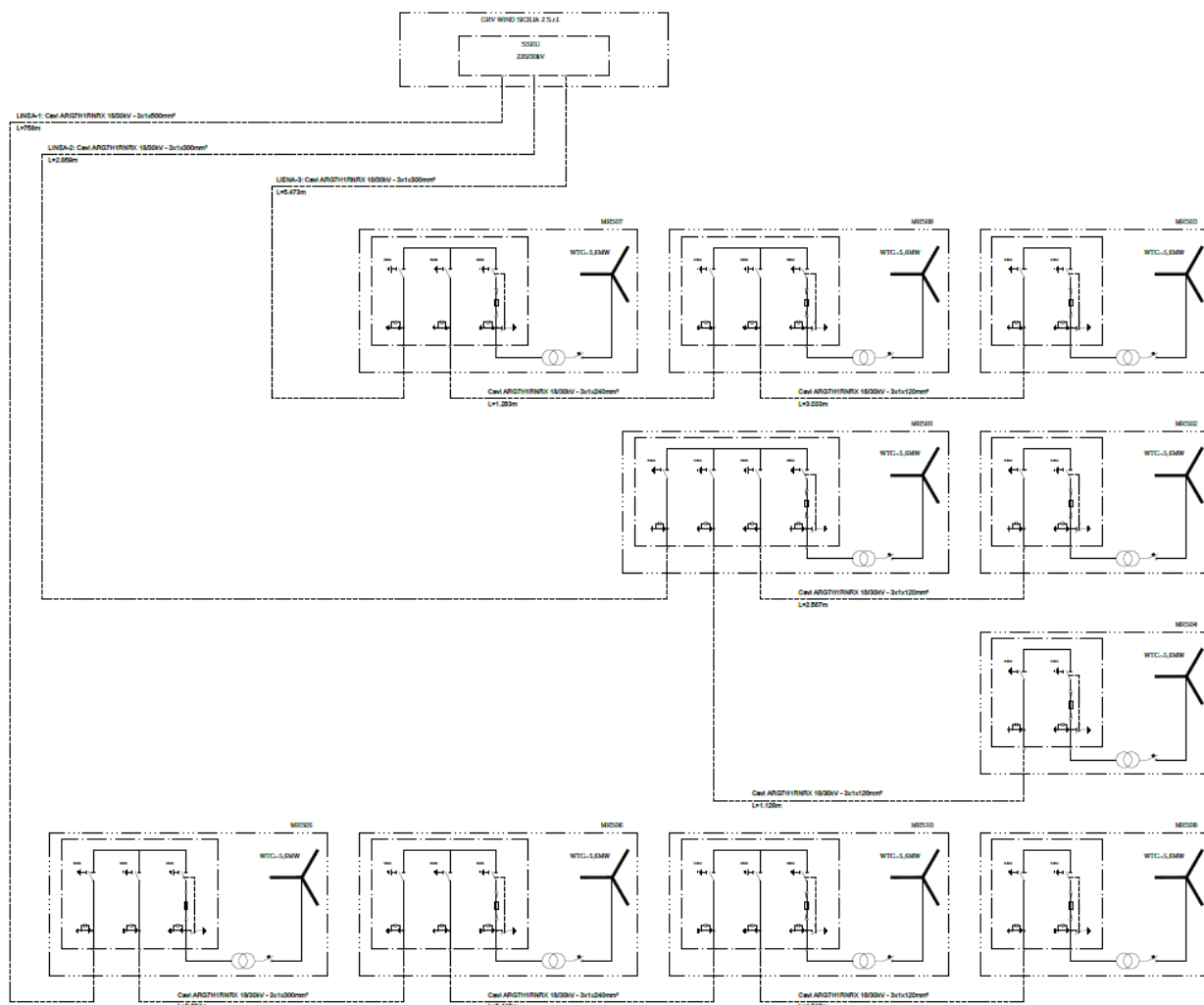


Figura 3 – Schema di rete distribuzione impianto

All'interno della sottostazione utente sarà ubicato il sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione (MCM/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. 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.

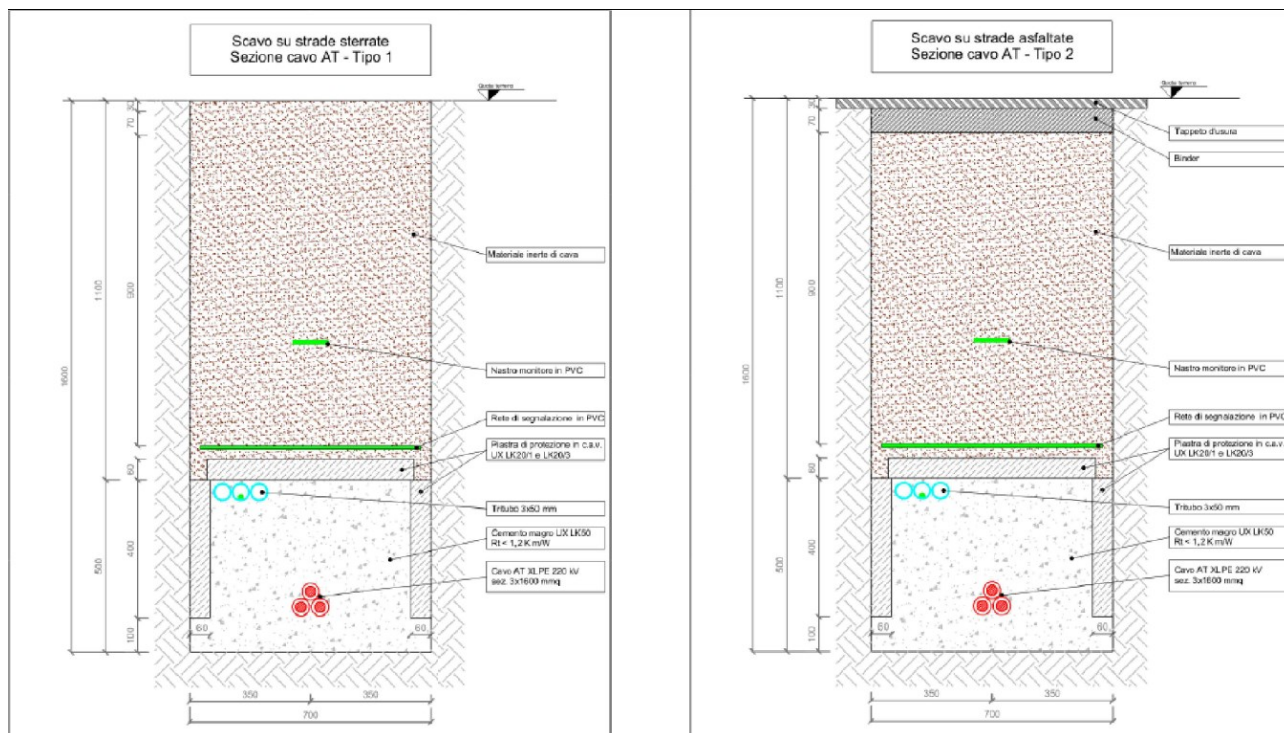


Figura 4 – Sezione tipo cavidotto AT



La stazione di trasformazione utente, riceve l'energia proveniente dall'impianto eolico e la eleva alla tensione di 220kV. La stazione utente sarà costituita da due sezioni, in funzione dei livelli di tensione: la parte di media tensione, contenuta all'interno della cabina di stazione e dalla parte di alta tensione costituita dalle apparecchiature elettriche con isolamento in aria, ubicate nell'area esterna della stazione utente. La cabina di stazione sarà costituita dai locali contenenti i quadri di MT 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 stazione di trasformazione è costituita da uno stallo trasformatore elevatore. Lo stallo trasformatore è costituito dalle seguenti apparecchiature:

- Trasformatore elevatore 30/220 kV da 66/80 MVA ONAN/ONAF;
- Scaricatori di sovratensione per reti a 220 kV con sostegno;
- Trasformatori di corrente e di tensione con sostegni, per misure e protezioni,
- Armadio di smistamento in prossimità dei TA e TV;
- Interruttore tripolare 245 kV;
- Sezionatore tripolare orizzontale 220-245 kV con lame di terra;
- Sbarre AT.

L'impianto viene completato dalla sezione MT/BT, la quale risulterà composta da:

- Quadri MT a 30 kV, completi di:
 - Scomparti di sezionamento linee di campo;

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
		11/2021	REV: 0

RELAZIONE TECNICA GENERALE

- Scomparti misure;
- Scomparti protezione generale;
- Scomparto trafo ausiliari;
- Trasformatore MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV da 100 kVA;
- Quadri servizi ausiliari;
- Quadri misuratori fiscali;
- Sistema di monitoraggio e controllo.

All'interno della Stazione di Trasformazione sarà presente la cabina di stazione avente le seguenti caratteristiche generali. Essa è destinata a contenere i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di tele-operazione e i vettori, gli uffici ed i servizi per il personale di manutenzione, sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta 34,36 x 4,40 m ed altezza fuori terra di 3,50 m.

La costruzione dell'edificio è 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.

Particolare cura è osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991 e successivi regolamenti di attuazione.

Tale edificio conterrà seguenti locali:

- locale magazzino;
- locale gruppo elettrogeno;
- locale controllo e comando;
- locale quadri BT;
- locale quadri MT;
- locale misure.

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;
- Stazione 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 "MRS_PD_P_33 Aerogeneratore Tipo".

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 SG155_HH125 da 5,6 MW, un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo di 155 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, 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 122,5 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 tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m per un totale di 18 m.

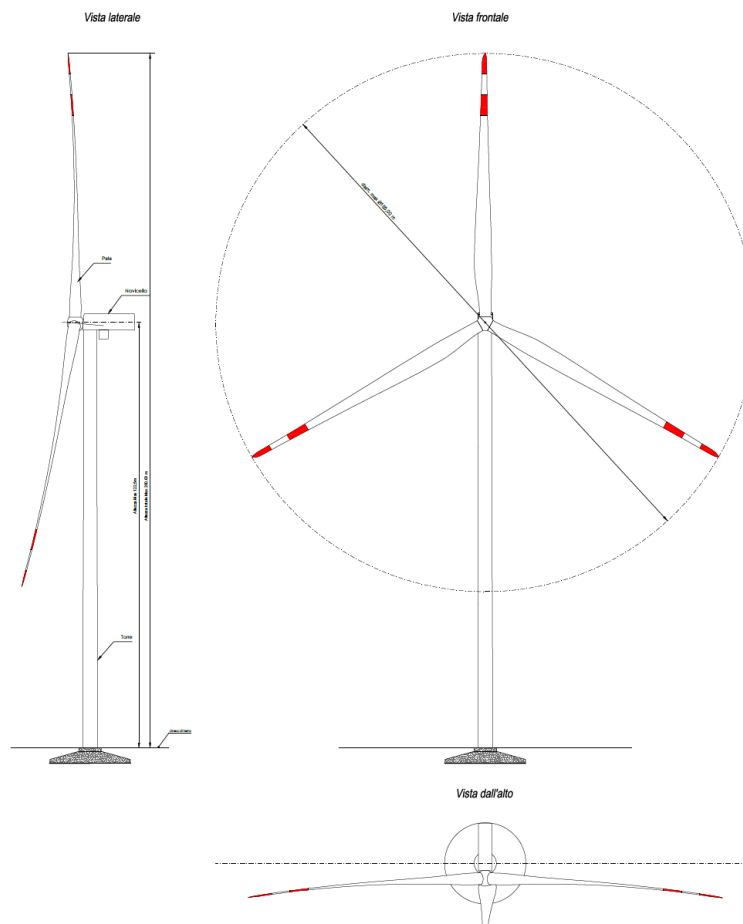


Figura 5 – Aerogeneratore tipo

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 11,6 m/s con una densità dell'aria pari a 1225 kg/m³. A velocità del vento superiori, più precisamente superati i 18 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 27 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 SG5.6_155_HH122.5, scelti per il presente progetto:

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	6600 kW
Velocità del vento per il raggiungimento della potenza nominale (con densità dell'aria di 1.225 kg/m ³)	Circa 11.6 m/s
Range velocità di funzionamento del rotore	Da 5.4 rpm a 9.3 rpm
Velocità vento di cut-in	3 m/s
Velocità vento di cut-out	27 m/s
Velocità vento di Cut-back-in	24 m/s
Vita di funzionamento stimata	≥ 20 anni
TORRE	
Tipologia	HH122.5 - IIA
Altezza all' Hub	122.5 m
Classe vento	IIA
Numero di sezioni	5

Rotor
 Type 3-bladed, horizontal axis
 Position Upwind
 Diameter 155 m
 Swept area 18,869 m²
 Power regulation Pitch & torque regulation with variable speed
 Rotor tilt 6 degrees

Blade
 Type Self-supporting
 Blade length 76 m
 Max chord 4.5 m
 Aerodynamic profile Siemens Gamesa proprietary airfoils
 Material G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic) Semi-gloss, < 30 / ISO2813
 Surface gloss Light grey, RAL 7035 or
 Surface color 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 nominal power 6.0MW/6.6 MW
 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 90m 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 11.6 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1)
 Cut-out wind speed 27 m/s
 Restart wind speed 24 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	20	25
1. Wind, operation	1.1	Wind definitions	-	IEC 61400-1	
	1.2	IEC class	-	IIA	IIB
	1.3	Mean air density, ρ	kg/m ³	1.225	1.225
	1.4	Mean wind speed, V_{ave}	m/s	8.5	8.5
	1.5	Weibull scale parameter, A	m/s	9.59	9.59
	1.6	Weibull shape parameter, k	-	2	2
	1.7	Wind shear exponent, α	-	0.20	0.20
	1.8	Reference turbulence intensity at 15 m/s, I_{ref}	-	0.16	0.14
	1.9	Standard deviation of wind direction	Deg	7.5	7.5
	1.10	Maximum flow inclination	Deg	8	8
	1.11	Minimum turbine spacing, in rows	D	3	3
	1.12	Minimum turbine spacing, between rows	D	5	5
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	
	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, stand-still, $T_{min, s}$	Deg.C	-30	

Subject	ID	Issue	Unit	Value
	3.3	Minimum temperature, operation, $T_{min, o}$	Deg.C	-20
	3.4	Maximum temperature, operation, $T_{max, o}$	Deg.C	40 ²
	3.5	Maximum temperature, 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)	-	C3-H
	4.3	Exterior environment (corrosivity category)	-	C3-H
5. Lightning	5.1	Lightning definitions	-	IEC 61400-24:2010
	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. Precipitation³	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
--------------------	---

Simplified Single Line Diagram

Specifiche Tecniche Del Trasformatore

Transformer

Type	Liquid filled
Max Current	7.11 kA + harmonics at nominal voltage $\pm 10\%$
Nominal voltage	30/0.69 kV
Frequency	50 Hz
Impedance voltage	9.5% \pm 8.3% at ref. 6.5 MVA
Tap changer.....	$\pm 2 \times 2.5\%$ (optional)
Loss ($P_0 / P_{k75^\circ C}$)	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 Dei Quadri Elettrici

Switchgear

Make	TBD
Type	TBD
Rated voltage	20-40,5(Um) kV
Operating voltage	20-40,5(Um) kV
Rated current	630 A
Short time withstand current	20 kA/1s
Peak withstand current	50 kA
Power frequency withstand voltage	70 kV
Lightning withstand voltage	170 kV
Insulating medium	SF ₆
Switching medium	Vacuum
Consist of	2/3/4 panels
Grid cable feeder	Cable riser or line cubicle
Circuit breaker feeder	Circuit breaker
Degree of protection, vessel	IP65
Internal arc classification IAC:	A FL 20 kA 1s
Pressure relief	Downwards
Standard	IEC 62271
Temperature range	-25°C to +45°C

Grid cable feeder (line cubicle)

Rated current, Cubicle	630 A
Rated current, load breaker	630 A
Short time withstand current	20 kA/1s
Short circuit making current	50 kA/1s
Three position switch	Closed, open, earthed
Switch mechanism	Spring operated
Control	Local
Voltage detection system	Capacitive

Circuit breaker feeder

Rated current, Cubicle	630 A
Rated current circuit breaker	630 A
Short time withstand current	20 kA/1s
Short circuit making current	50 kA/1s
Short circuit breaking current	20 kA/1s
Three position switch	Closed, open, earthed
Switch mechanism	Spring operated
Tripping mechanism	Stored energy
Control	Local
Coil for external trip	230V AC
Voltage detection system	Capacitive

Protection



Over-current relay	Self-powered
Functions	50/51 50N/51N
Power supply	Integrated CT supply

Interface- MV Cables

Grid cable feeder	630 A bushings type C M16
	Max 2 feeder cables
Cable entry	From bottom
Cable clamp size (cable outer diameter) **	26 - 38mm
	36 - 52mm
	50 - 75mm
Circuit breaker feeder	630 A bushings type C
Cable entry	M16
	From bottom
Interface to turbine control	
Breaker status	
SF6 supervision	1 NO contact
External trip	1 NO contact

Specifiche Delle Prestazioni Della Rete – 50 Hz

Characteristic	Value	Comments
Rated Voltage	690V	
Maximum Voltage Range	+13% -15%	Q & P deratings due to V-f Simultaneities could apply
Rated Frequency	50 / 60 Hz	
Maximum Frequency Range	± 8%	Q & P deratings due to V-f Simultaneities could apply
Rated Power Factor	0.9 Under & Over excited	Rated point reachable at Full Power, V = 0.95, f = ±3% Applicable to any AM and turbine variant
Minimum SCR at WTG MV Terminals	V-Direct: ≥ 2.0* Q-Direct: ≥ 3.0**	See note 1.
Minimum X/R at WTG MV Terminals	3.0	
Max. Frequency gradient (ROCOF)	≤ 4 Hz/s	
Allowable Max Negative Sequence Voltage	≤ 5%	
Voltage support after FRT recovery	3s	Configurable by parameter
Power recovery to 95% of Pre- Fault value	< 1000ms	Standard Configuration. Configurable by parameters adjustment.
Voltage support during FRT	Available	Configurable by parameter
Active current priority during Voltage Dip	Available	Configurable by parameter
Active Power damping after Dip	±5% pre-fault level in <2s	Can be affected if Power Recovery Ramps after Voltage Dip is modified
I _q Injection Curve during FRT	k = [2 – 6]	Configurable by parameters
I _q Response Time (FRT)	≤ 30ms	+20ms for 1 cycle RMS calculation
I _q Settling Time (FRT)	≤ 60ms	+20ms for 1 cycle RMS calculation -10% +20% required step
Active Power Ramp	± 6% Prated / s	Standard
Active Power Ramps - Fast Mode	+12,5% Prated/s -25% Prated/s	When commanded by SCADA
Reactive Power Ramp	±5000 kVAr/s	Configurable by parameter

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
		RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/2021

Specifiche Delle Prestazioni Della Rete – 60 Hz

Characteristic	Value	Comments
Rated Voltage	690V	
Maximum Voltage Range	+13% -15%	Q & P deratings due to V-f Simultaneities could apply
Rated Frequency	50 / 60 Hz	
Maximum Frequency Range	± 8%	Q & P deratings due to V-f Simultaneities could apply
Rated Power Factor	0.9 Under & Over excited	Rated point reachable at Full Power, V = 0.95, f = ±3% Applicable to any AM and turbine variant
Minimum SCR at WTG MV Terminals	V-Direct: ≥ 2.0* Q-Direct: ≥ 3.0**	See note 1.
Minimum X/R at WTG MV Terminals	3.0	
Max. Frequency gradient (ROCOF)	≤ 4 Hz/s	
Allowable Max Negative Sequence Voltage	≤ 5%	
Voltage support after FRT recovery	3s	Configurable by parameter
Power recovery to 95% of Pre- Fault value	< 1000ms	Standard Configuration. Configurable by parameters adjustment.
Voltage support during FRT	Available	Configurable by parameter
Active current priority during Voltage Dip	Available	Configurable by parameter
Active Power damping after Dip	±5% pre-fault level in <2s	Can be affected if Power Recovery Ramps after Voltage Dip is modified
I _q Injection Curve during FRT	k = [2 – 6]	Configurable by parameters
I _q Response Time (FRT)	≤ 30ms	+20ms for 1 cycle RMS calculation
I _q Settling Time (FRT)	≤ 60ms	+20ms for 1 cycle RMS calculation -10% +20% required step
Active Power Ramp	± 6% Prated / s	Standard
Active Power Ramps - Fast Mode	+12,5% Prated/s -25% Prated/s	When commanded by SCADA
Reactive Power Ramp	±5000 kVAr/s	Configurable by parameter

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 30 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 220/30 kV, per la consegna sulla rete fisica di TERNA, previa condivisione dello stallo in stazione con altri produttori. Le linee interrate saranno ubicate preferibilmente lungo la rete viaria esistente, mentre il destinatario commerciale dell'energia sarà il GSE

Il cavo, all'interno della trincea, sarà posizionato ad una profondità minima di 1,0 m. Tutto il cavidotto sarà realizzato il più possibile aderente ai tracciati stradali 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 0,69 kV prodotta dalla macchina verrà elevata a 30 kV tramite le seguenti componenti all'interno dello stesso:

- l'arrivo del cavo BT (0,69 kV) dall'aerogeneratore;
- il trasformatore BT/MT (0,69/30 kV);
- la cella MT (30 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 30 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.

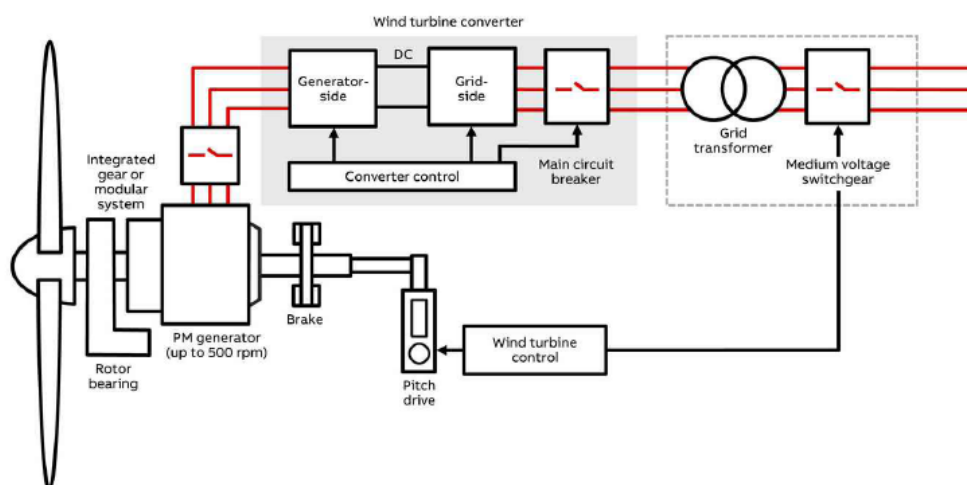


Figura 6 – Schematico aerogeneratore

Da tale punto partiranno i collegamenti alla stazione utente MT/AT per la successiva connessione alla RTN.

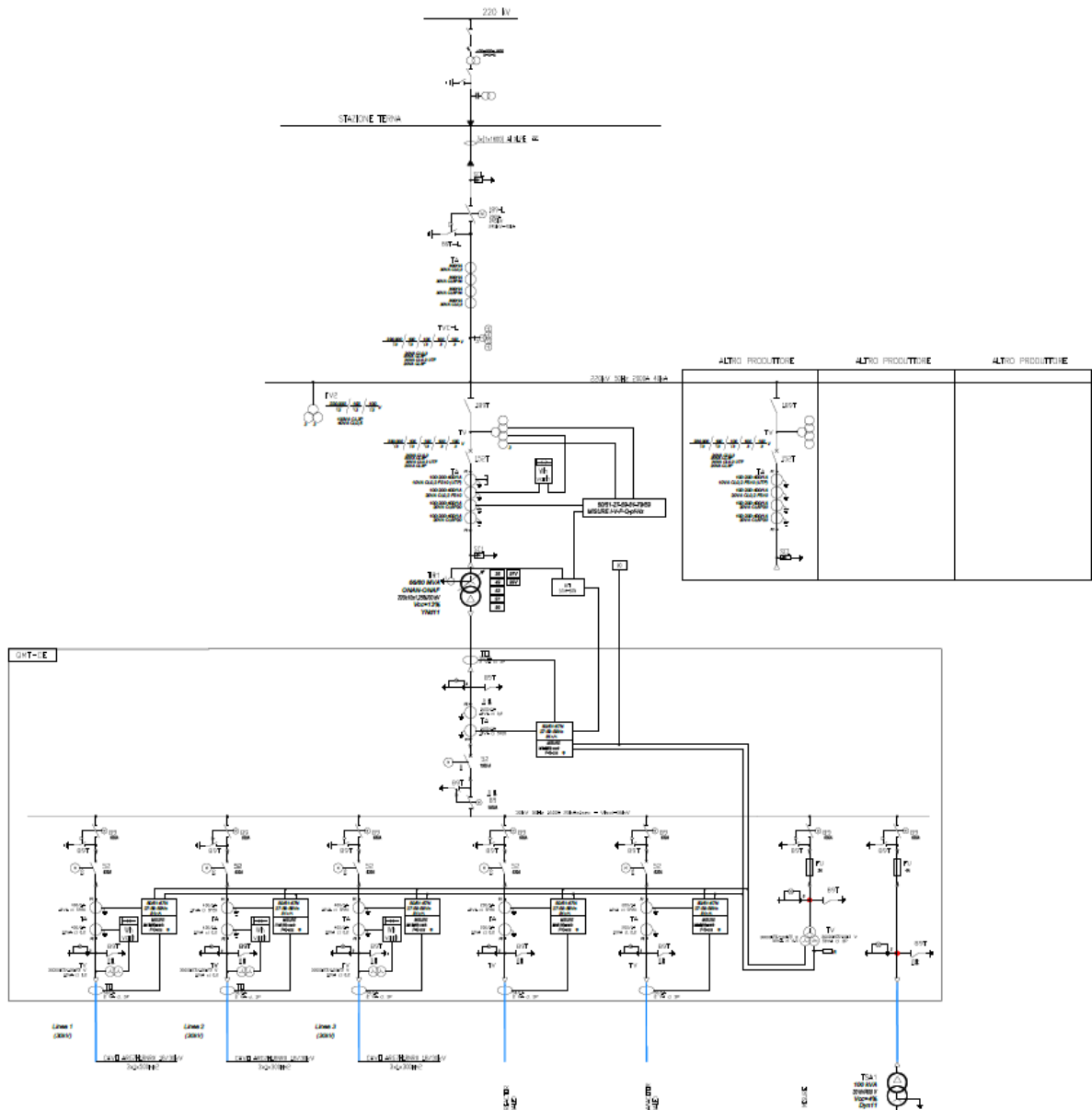


Figura 7 – Schema elettrico unifilare SSE Utente

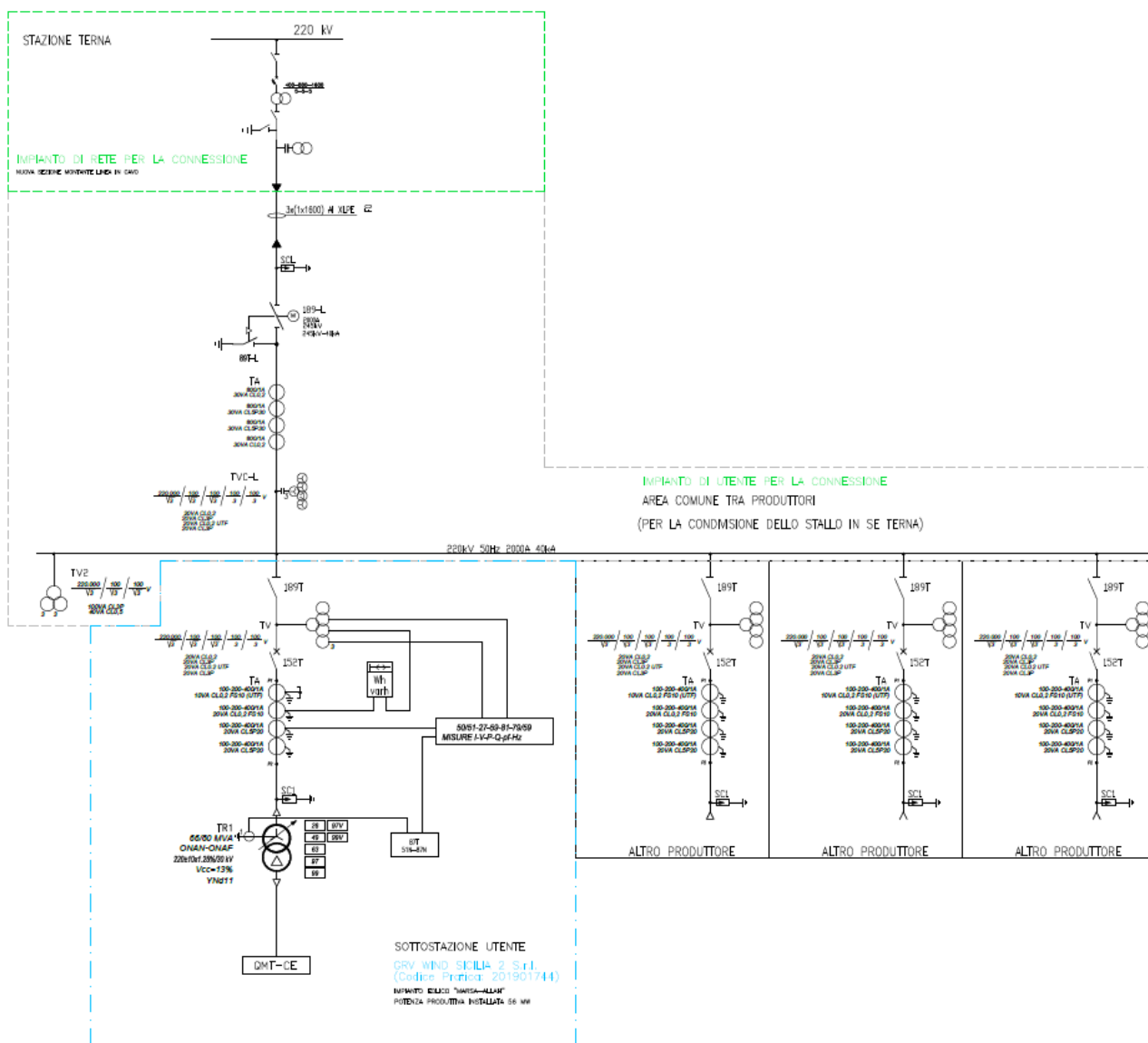


Figura 8 – Schema a blocchi Impianto di progetto

6.1.5. Schemi di funzionamento dei componenti dell'impianto

Tutti i generatori eolici possiedono sistemi di regolazione e controllo, in grado di adeguare istantaneamente le condizioni di lavoro della macchina al variare della velocità e della direzione dei venti. Il funzionamento dell'aerogeneratore è regolato da un sistema di controllo che ne gestisce le diverse operazioni di lavoro e aziona il dispositivo di sicurezza per l'arresto in caso di malfunzionamento e di sovraccarico dovuto ad eccessiva velocità del vento. Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono costantemente monitorate e controllate da diverse unità a microprocessore. Ogni turbina eolica è dotata di sistema SGRE SCADA, il quale attraverso controllo remoto invia informazioni utili per la valutazione del funzionamento delle macchine tra cui dati elettrici e meccanici, stato di funzionamento e guasto, dati meteorologici e della stazione. I segnali originati dagli aerogeneratori vengono trasmessi attraverso sensori di cavi a fibre ottiche. I dati

raccolti dalle macchine vengono registrati e analizzati attraverso un computer, collegato al sistema, da cui è possibile anche regolare i valori di velocità del rotore e del passo delle pale. Questo sistema garantisce quindi anche la supervisione dell'impianto elettrico e del meccanismo di regolazione del passo ubicato nel mozzo.

Restituisce tutte le informazioni relative alla velocità del rotore e del generatore, alla tensione di rete, alla frequenza, alla fase, alla pressione dell'olio, alle vibrazioni, alle temperature di funzionamento, allo stato dei freni, ai cavi e perfino alle condizioni meteorologiche. Le apparecchiature e i meccanismi più sensibili vengono monitorati continuamente e, in caso di emergenza, è possibile arrestarne il funzionamento attraverso un circuito cablato, anche senza l'uso di un computer e di un'alimentazione esterna. In questo modo possono essere attivate in tempo reale le operazioni di manutenzione e si può garantire la continuità di funzionamento dell'impianto.

Oltre al sistema SGRE SCADA, la turbina eolica è caratterizzata da un sistema che controlla il livello di vibrazione dei componenti principali e confronta l'effettivo spettro di vibrazione con una serie di spettri di riferimento stabiliti, revisionando poi i risultati si ottiene un'analisi dettagliata sullo stato degli aerogeneratori. I dati trasmessi ai centri diagnostici, consentono la rilevazione precoce di anomalie e la prevenzione di potenziali guasti ottimizzando il piano di assistenza e anticipando le riparazioni prima che si verifichino danni gravi.

6.1.6. Potenza Stimata del Parco eolico

Dal punto di vista anemologico le valutazioni del potenziale di sito saranno basate su dati Long-Term di Rianalisi ERA5 (per un periodo di 10 anni esatti compreso tra 1° luglio 2011 e 30 giugno 2021) estrapolati ad altezza mozzo di 122,5 m. Di seguito si riportano le statistiche principali relative ai 10 anni di dati aggregati per mese.

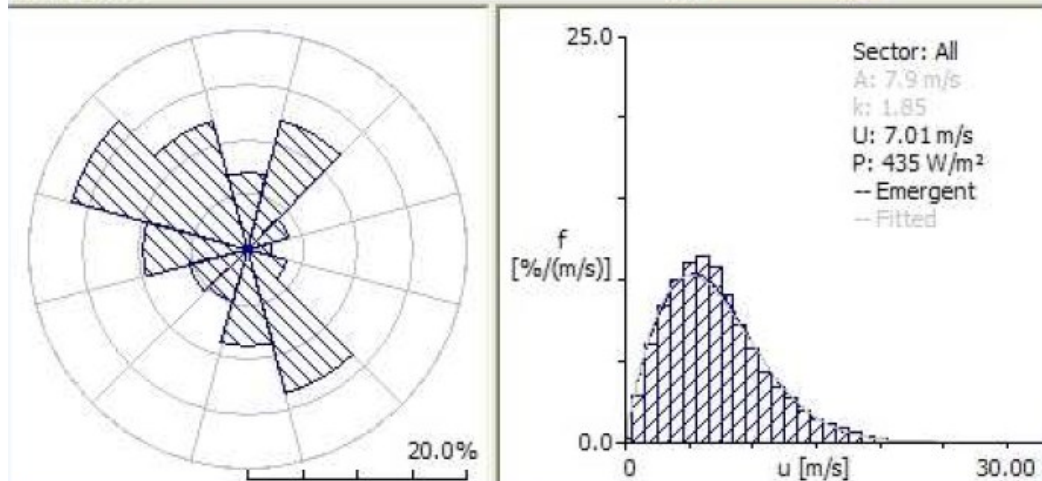
Mese	Vmedia	Vmax	Std.Dev.	Weibull k	Weibull c
	(m/s)	(m/s)	(m/s)		(m/s)
Jan	8.67	22.46	4.30	2.116	9.782
Feb	8.31	22.73	4.06	2.162	9.392
Mar	8.14	27.01	4.18	2.058	9.207
Apr	7.44	28.07	3.93	1.992	8.408
May	6.96	22.57	3.37	2.181	7.867
Jun	5.95	20.42	2.86	2.192	6.711
Jul	5.65	18.59	2.64	2.265	6.379
Aug	5.39	15.69	2.52	2.262	6.086
Sep	5.93	18.74	3.20	1.951	6.705
Oct	6.80	22.83	3.71	1.924	7.680
Nov	7.65	24.81	4.25	1.882	8.629
Dec	7.99	25.66	4.12	2.036	9.031

Dall'elaborazione del dataset decennale 2011-2021 si è riscontrata una Velocità media Long-Term di circa 7,0 m/s e una rosa dei venti prevalente da nordovest – sudsudest.

Inoltre tramite l'utilizzo del software si sono ottenuti tutti i parametri di ventosità suddivisi in 12 settori angolari principali in cui si riportano:

- % Frequenza nel settore;
- fattori A e k della distribuzione di Weibull;
- Velocità media in ciascun settore derivata da Weibull;
- potenza del vento contenuta per metro quadrato passante;
- deviazione standard Velocità.

Sector		Wind climate				Power	Quality
#	angle [°]	freq. [%]	W-A [m/s]	Weibull-k	U [m/s]	power [W/m ²]	delta-U [%]
1	0	7.0	7.9	2.28	6.96	349	-2.986%
2	30	12.1	7.0	2.33	6.23	246	-0.376%
3	60	3.9	4.8	1.67	4.27	112	-2.043%
4	90	2.1	3.7	1.54	3.34	60	-4.697%
5	120	3.7	7.0	1.41	6.39	478	-1.381%
6	150	13.5	10.6	2.29	9.42	864	1.519%
7	180	8.9	8.2	2.00	7.29	453	-0.066%
8	210	4.9	6.2	1.66	5.55	247	-2.213%
9	240	5.5	6.9	1.62	6.15	347	-2.239%
10	270	9.7	8.0	1.86	7.10	452	-0.711%
11	300	16.6	8.2	1.95	7.26	458	-1.872%
12	330	12.1	8.1	2.15	7.19	406	-1.973%
All (emergent)					7.01	435	
Source data					n/a	n/a	



Per approfondire lo studio del vento per la stima di producibilità si è proceduto, tramite l'ausilio di Windographer, ad un controllo di ventosità durante le 24h. Da tale verifica si riscontra che le ore di maggior ventosità sono concentrate tra le ore 11:00 e le ore 21:00, con un calo nelle ore notturne e prime ore del mattino.

Combinando tutti gli esiti derivanti dallo studio anemologico, orografico del sito e il modello delle turbine da installare, si sono estrapolati, i dati relativi alla velocità media del vento alla quota di 122.5 m.

In dettaglio i risultati individuati:

ID WTG	Est	Nord	Velocità media del vento libero (m/s)
MRS01	293825.00 m E	4189975.00 m N	6,77
MRS02	295123.00 m E	4190379.00 m N	6,87
MRS03	291691.00 m E	4190109.00 m N	7,08
MRS04	293744.00 m E	4189516.00 m N	6,86
MRS05	295072.00 m E	4189024.00 m N	7,70
MRS06	294272.00 m E	4189142.00 m N	6,97

MRS07	292947.00 m E	4189171.00 m N	7,07
MRS08	292424.00 m E	4189830.00 m N	7,50
MRS09	294115.00 m E	4188630.00 m N	6,92
MRS10	293515.00 m E	4188100.00 m N	6,91

Ottenuti tali valori, con l'ausilio del software WindFarmer, si è stimata la resa energetica per le dieci 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.

L'impianto, composto da 10 turbine, con potenza unitaria fino a 5.6 MW e per un totale di 56.0 MW, avrà una producibilità netta stimata pari a **166,4 GWh/anno P₅₀** a cui corrispondono **2.971 Ore Equivalenti**.

Configurazione	Potenza installabile [MW]	AEP netta, LP (P50) [GWh/anno]	Ore Equivalenti [MWh/MW/anno]
n° 10 wtg x 5,6 MW	56,0	166,4	2.971

Inoltre la dislocazione ottimale delle turbine dovrà seguire, compatibilmente con i vincoli territoriali, una direttrice di allineamento secondo due schiere orientate lungo gli assi normali a quelli delle direzioni prevalenti, e quindi preferibilmente lungo **SO/NE** e **OSO/ENE**.

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato "*Stima di Producibilità Energetica*".

RELAZIONE TECNICA GENERALE

6.1.7. Analisi acustica

Come riportato nello specifico studio specialistico “Studio di fattibilità acustica ai sensi della legge 447/95”, al quale si rimanda per maggiori dettagli, le schede tecniche del fornitore riportano che la modalità di funzionamento degli aerogeneratori più gravosa dal punto di vista acustico sia quella caratterizzata da una velocità del vento all’hub (122,5 metri) pari a:

Wind speed at hub height: 12 m/s	Maximum Sound Power level al Hub Height: 105 dBA
-------------------------------------	---

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, 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.

Classi	Tempi di riferimento	
	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturmo (22:00 – 6:00)
I – Aree particolarmente protette	50	40
II – Aree prevalentemente residenziali	55	45
III – Aree di tipo misto	60	50
IV – Aree ad intensa attività umana	65	55
V – Aree prevalentemente industriali	70	60
VI – Aree esclusivamente industriali	70	70

Nel caso del Comune di Marsala è vigente il Piano di Zonizzazione Acustica del territorio comunale adottato con delibera del Consiglio Comunale n.37 del 13/03/2012 costituito da n. 2 tavole grafiche CTR 617020 – CTR 617030 scala 1:10.000. L’area interessata dall’impianto è ubicata, nelle tavole del CTR 10.000 numero 605160 e 606130, dunque non comprese all’interno del Piano di zonizzazione acustica comunale.

AE

Relativamente ai territori per i quali i comuni non hanno ancora provveduto alla zonizzazione acustica, la normativa prevede un regime transitorio secondo il quale continuano a trovare applicazione i limiti di accettabilità fissati dall’art.6 del D.P.C.M. 01/03/91 così espressi:

ZONIZZAZIONE	Limite diurno Leq(A)	Limite notturno Leq(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A *	65	55
Zona B *	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

(*) Zone di cui all'art. 2 del Decreto Ministeriale 2 Aprile 1968, n° 1444.

Nel caso in esame, l'attività monitorata così come le aree limitrofe, ricadono in una zona esclusivamente agricola, ma non classificata dal punto di vista acustico dal rispettivo comune.

Trovano pertanto applicazione i valori limite previsti dal D.P.C.M. 01/03/1991, ovvero:

- Periodo diurno: **70 dB(A)**
- Periodo notturno: **60 dB(A)**

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 degli 10 aerogeneratori in progetto.

Nell'aria di influenza non sono presenti ricettori oggetto di particolare tutela dal punto di vista acustico (scuole, ospedali, case di cura e di riposo), individuando un solo ricettore sensibile significativo costituito da un edificio rurale presente nell'area di influenza della turbina MRS05. Ai fini dello studio previsionale di impatto acustico, per la verifica del rispetto dei limiti normativi, sono stati individuati 10 punti di misura per definire il clima acustico in prossimità dell'ubicazione degli aerogeneratori di progetto.

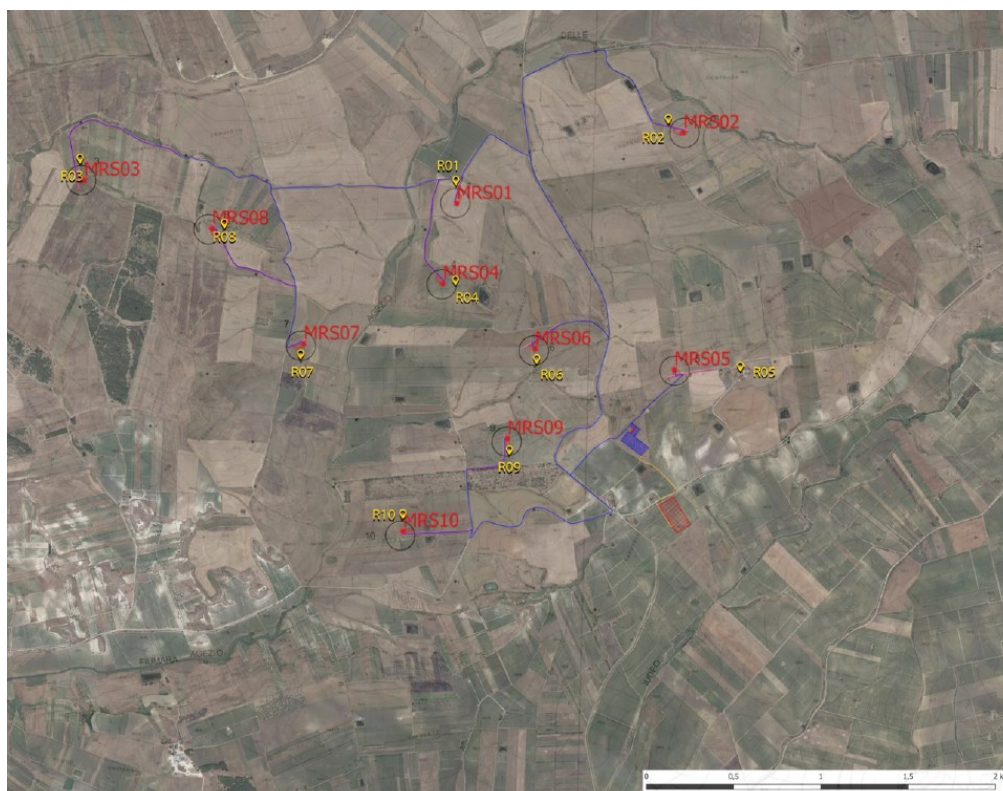


Figura 9 – Collocazione geografica dei Punti di misura rispetto alle turbine di impianto

RELAZIONE TECNICA GENERALE

In relazione ai su citati punti di misura, le misurazioni hanno fornito i valori indicati nella seguente tabella:

Punto di misura	Inizio della misura	Tm	Valore misurato delle immissioni sonore $L_{eq}(A)$ dB	Note
R01	10:07	1h 00' 22"	43	--
R02	11:18	1h 00' 34"	41,5	--
R03	12:30	1h 01' 05"	48,5	--
R04	13:45	1h 00' 10"	43	--
R05	14:20	1h 00' 47"	46	Ricettore
R06	15:30	1h 04' 02"	42	--
R07	16:45	1h 02' 53"	42	--
R08	17:00	1h 00' 01"	45,5	--
R09	18:23	1h 06' 00"	43	--
R10	19:43	1h 03' 08"	40	--

Dall'analisi dei dati di calcolo previsionale effettuato si evince che il valore massimo delle immissioni acustiche in ambiente esterno rilevato è pari a:

- Periodo diurno: **48,5 dB(A) < 70 dB(A)**
- Periodo notturno: **48,5 dB(A) < 60 dB(A)**

inferiore pertanto al valore limite di immissione stabilito dalla normativa vigente.

Determinati i valori di immissione sonora si è provveduto ad una verifica del livello di rumore in corrispondenza dell'unico ricettore (vicino turbina MRS05), contributo derivante dalle nuove apparecchiature che saranno installate e messe in funzione con i lavori di realizzazione del nuovo impianto, tenendo conto delle caratteristiche di funzionamento di tali apparecchiature.

Ottenendo quanto segue:

Punto di misura	Valore clima acustico "ante-operam" $L_{eq}(A)$ dB	Valore clima acustico "post-operam" $L_{eq}(A)$ dB
R05	46	51,4

Mentre il valore stimato massimo delle immissioni acustiche in ambiente esterno è pari a 58,5 dB(A) nel punto più vicino all'impianto eolico, presente nell'area nord rispetto al parco di progetto e inferiore, pertanto, ai valori limite di immissione stabiliti dalla normativa vigente, in relazione alla zona in esame, sia per il periodo diurno che per quello notturno.

Le variazioni del clima acustico appaiono dunque poco significative rispetto all'attuale clima acustico della zona.

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. Pertanto, una valutazione dettagliata degli impatti potrà essere effettuata solo in presenza del progetto esecutivo della cantieristica.

I valori delle emissioni acustiche delle principali macchine ed attrezzature di cantiere sono riportati nella seguente tabella:

Tipologia sorgente	Livello di pressione acustica L _{eq} dB(A)
Autobetoniera	87,8
Autocarro	80,8
Dumper	96,4
Furgone	74,8
Pala meccanica	92,3
Piegaferri	92,5
Sega circolare da banco	99,2

FONTI: BANCA DATI RUMORE C.P.T. TORINO:/

I valori possono tuttavia essere caratterizzati da una significativa variabilità determinata da:

- le caratteristiche organizzative del cantiere,
- le caratteristiche delle attrezzature e delle macchine operatrici che saranno effettivamente utilizzate, anche in relazione al loro stato di usura e manutenzione.

Maggiori approfondimenti potranno essere riportati nel "*Piano di Sicurezza e Coordinamento*" redatto ai sensi del Titolo IV del D.Lgs. 81/2008.

Ma in generale si ritiene che le immissioni sonore che saranno prodotte nel sito in oggetto rispettano i limiti previsti dalle vigenti norme contro l'inquinamento acustico.

RELAZIONE TECNICA GENERALE

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 30/220 kW è articolato su n.3 distinte linee elettriche a 30 kV, una per ciascun sottocampo. Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari al massimo a 500 mm².

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sotto campo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato MT 30 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	MRS09>>MRS10	119,75	1316	120	95,3	0,318	18,4	0,000	ST - Trifoglio
2	MRS10>>MRS06	239,49	3446	240	275,7	0,919	95,5	0,001	ST - Trifoglio
3	MRS06>>MRS05	359,24	2694	300	276,5	0,922	135,6	0,001	ST - Trifoglio
4	MRS05>>SSEU	478,99	758	500	72,7	0,242	41,8	0,000	ST - Trifoglio
	TOTALE		8214		720,21	2,40	291,25	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	MRS02>>MRS01	119,75	2567	120	185,9	0,620	35,9	0,001	ST - Trifoglio
1	MRS04>>MRS01	119,75	1128	120	81,7	0,272	15,8	0,000	ST - Trifoglio
3	MRS01>>SSEU	359,24	2859	300	293,4	0,978	143,9	0,001	ST - Trifoglio
	TOTALE		6554		561,02	1,87	195,55	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	MRS03>>MRS08	119,75	3033	120	219,6	0,732	42,4	0,001	ST - Trifoglio
2	MRS08>>MRS07	239,49	1283	240	102,6	0,342	35,5	0,000	ST - Trifoglio
3	MRS07>>SSEU	359,24	5473	300	561,7	1,872	275,5	0,002	ST - Trifoglio
	TOTALE		9789		884,00	2,95	353,41	0,003	

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, con protezioni meccaniche ove necessario, ad una profondità di 1,0 m dal piano di calpestio. In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato dedicato a tale scopo.

6.2.2. Dati tecnici del cavo utilizzato

Sono stati adottati cavi in alluminio – ARG7H1RNR – 18/30 kV. 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.

ARG7H1RNR-12/20 kV ÷ 18/30 kV ARG7H1RNRX-12/20 kV ÷ 18/30 kV

Costruzione e requisiti: CEI 20-13, IEC 60502
CEI 20-29

Non propagazione dell'incendio: CEI 20-22 III



Figura 10 – Cavi MT utilizzati

ARG7H1RNR / Descrizione

- Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.
- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore interno: estruso
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guainetta: PVC
- Armatura: due nastri di alluminio, avvolti a coprigiunto
- Guaina: mescola a base di PVC, qualità Rz
- Colore: rosso

ARG7H1RNRX / Descrizione

- Cavi tripolari precordati, isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.
- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore interno: estruso
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guainetta: PVC
- Armatura: due nastri di alluminio, avvolti a coprigiunto
- Guaina: mescola a base di PVC, qualità Rz
- Colore: rosso

ARG7H1RNR / Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale di esercizio
ARG7H1RNR -12/20 kV: U_o/U 12/20 kV
ARG7H1RNR -18/30 kV: U_o/U 18/30 kV
- Tensione U max:
ARG7H1RNR -12/20 kV: U_m 24 kV
ARG7H1RNR -18/30 kV: U_m 36 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C
(in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

ARG7H1RNRX / Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale di esercizio
ARG7H1RNRX -12/20 kV: U_o/U 12/20 kV
ARG7H1RNRX -18/30 kV: U_o/U 18/30 kV
- Tensione U max:
ARG7H1RNRX -12/20 kV: U_m 24 kV
ARG7H1RNRX -18/30 kV: U_m 36 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C
(in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

ARG7H1RNR / Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 14 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del conduttore

ARG7H1RNRX / Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 10 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del rame

Impiego e tipo di posa

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale.

Ammissa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

ARG7H1RNR - 18/30 kV
U_o/U: 18/30 kV
U max: 36 kV

Caratteristiche tecniche



Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø esterno max	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A			
					in aria		interrato*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano
1 x 50	8,2	8,0	36,1	1560	174	183	168	177
1 x 70	9,8	8,0	38,2	1750	218	229	207	218
1 x 95	11,45	8,0	39,7	1910	266	280	247	260
1 x 120	12,9	8,0	42,4	2190	309	325	281	296
1 x 150	14,2	8,0	43,7	2360	352	371	318	335
1 x 185	16,0	8,0	45,7	2570	406	427	361	380
1 x 240	18,4	8,0	48,3	2915	483	508	418	440
1 x 300	20,5	8,0	51,8	3290	547	576	472	497
1 x 400	23,6	8,0	55,2	3800	640	674	543	572
1 x 500	26,55	8,0	58,35	4330	740	779	621	654
1 x 630	30,1	8,0	62,8	5090	862	907	706	743

* Resistività termica del terreno 100°C cm/W

Caratteristiche elettriche

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz		Reattanza di fase		Capacità a 50Hz
		Ω/km		Ω/Km		
n° x mm ²	Ω/Km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	µF/km
1 x 50	0,641	0,822	0,822	0,15	0,20	0,15
1 x 70	0,443	0,568	0,568	0,14	0,20	0,16
1 x 95	0,320	0,411	0,411	0,13	0,19	0,18
1 x 120	0,253	0,325	0,325	0,13	0,18	0,19
1 x 150	0,206	0,265	0,265	0,12	0,18	0,20
1 x 185	0,164	0,211	0,211	0,12	0,12	0,22
1 x 240	0,125	0,161	0,161	0,11	0,17	0,24
1 x 300	0,100	0,130	0,129	0,11	0,17	0,27
1 x 400	0,0778	0,102	0,101	0,11	0,16	0,29
1 x 500	0,0605	0,0801	0,0794	0,10	0,16	0,32
1 x 630	0,0469	0,0635	0,0625	0,099	0,16	0,36

Il trasporto dell'energia in MT avviene mediante cavi, con conduttore in alluminio, che verranno posati ad una profondità di circa 1,1-1,2 m con una protezione meccanica (lastra o tegolo) ed un nastro segnalatore.

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione		
		11/2021	REV: 0	Pag.41

RELAZIONE TECNICA GENERALE

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 1,1-1,2 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 cavidotti);
 - o Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,30 m dalla quota di progetto stradale finale;
 - o collocazione della corda di rame sul fondo dello scavo e costipazione della stessa con terreno vagliato proveniente dagli scavi;
 - o collocazione delle terne di cavo MT, nel numero previsto come da schemi di collegamento;
 - o collocazione della fibra ottica;
 - o rinterro con materiale granulare classifica A1 secondo la UNI CNR 10001 e s.m.i.
 - o rinterro con materiale proveniente dagli scavi compattato, per uno spessore di 25 cm;
 - o collocazione di nastro segnalatore della presenza di cavi di media tensione;
 - o rinterro con materiale proveniente dagli scavi del pacchetto stradale precedentemente steso (in genere 40 cm);
- FASE 3 (finitura del pacchetto stradale):
 - o Stesura dello strato di finitura stradale pari a 20 cm fino al piano stradale di progetto finale con materiale proveniente da cava o da riutilizzo del materiale estratto in situ (vedi piano di utilizzo in situ delle terre e rocce da scavo).

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

- FASE 1 (posa dei cavidotti):
 - o Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,30 m dalla quota di progetto stradale finale;
 - o collocazione della corda di rame sul fondo dello scavo e costipazione della stessa con terreno vagliato proveniente dagli scavi;
 - o collocazione delle terne di cavo MT, nel numero previsto come da schemi di collegamento;
 - o collocazione della fibra ottica;
 - o rinterro con sabbia o misto granulare stabilizzato con legante naturale, vagliato con pezzatura idonea come da specifiche tecniche, per uno spessore di 20 cm;
 - o rinterro con materiale degli scavi compattato, per uno spessore di 25 cm;
 - o collocazione di nastro segnalatore della presenza di cavi di media tensione;

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione		
		RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/2021	REV: 0

- 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, idoneo alla posa interrata, di caratteristiche prestazionali tali da garantire una attenuazione del segnale minima, così da permettere la migliore qualità nella trasmissione delle informazioni.

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

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 del cavidotto. Per evitare infatti che in caso di guasto si possa verificare il trasferimento di potenziali dannosi agli elementi sensibili circostanti, quali altri sotto-servizi, acquedotti, tubazioni metalliche, ecc. ecc., verrà utilizzato in corrispondenza di tutti gli attraversamenti, da 5 m prima e fino a 5 m dopo il punto di interferenza, un cavo Giallo/Verde di diametro 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.11 e Fig. 12).

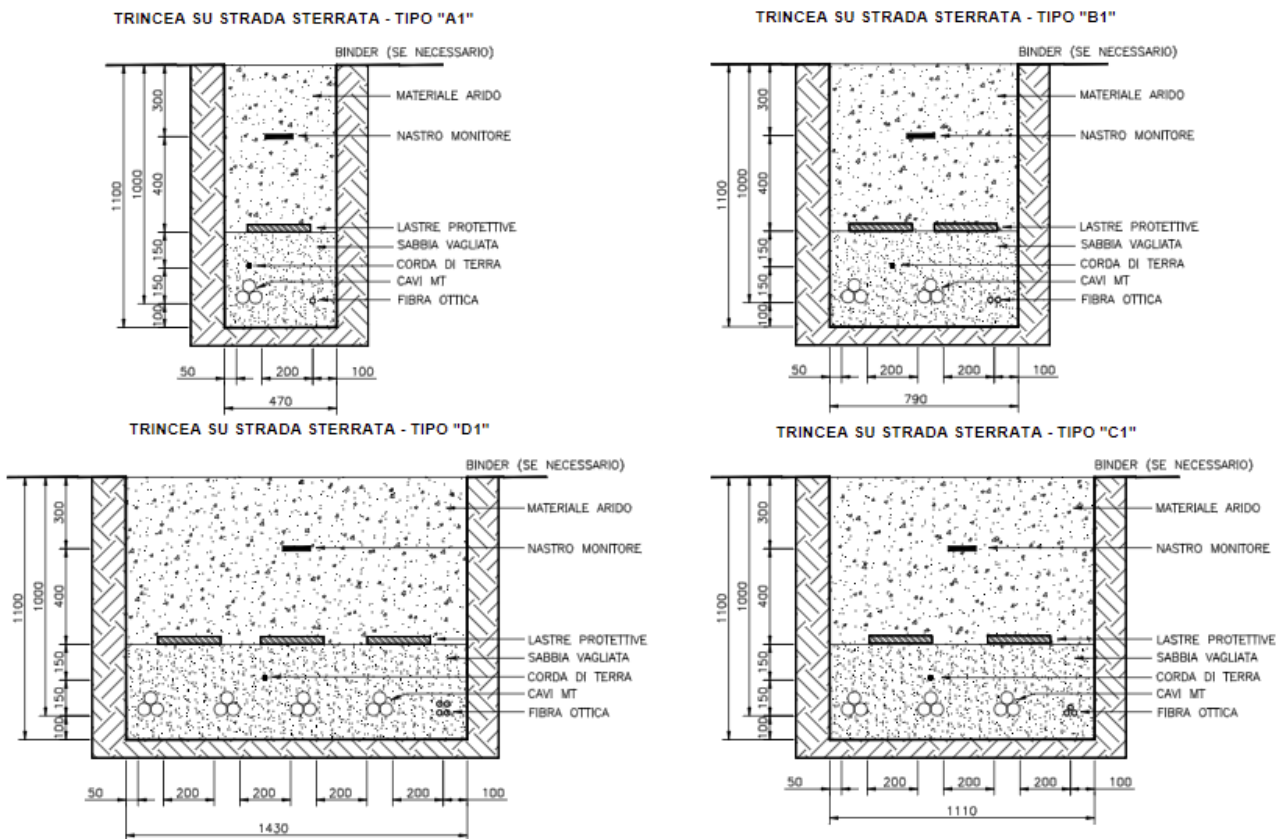


Figura 11 – Sezioni trincee per posa cavidotti MT su strada sterrata

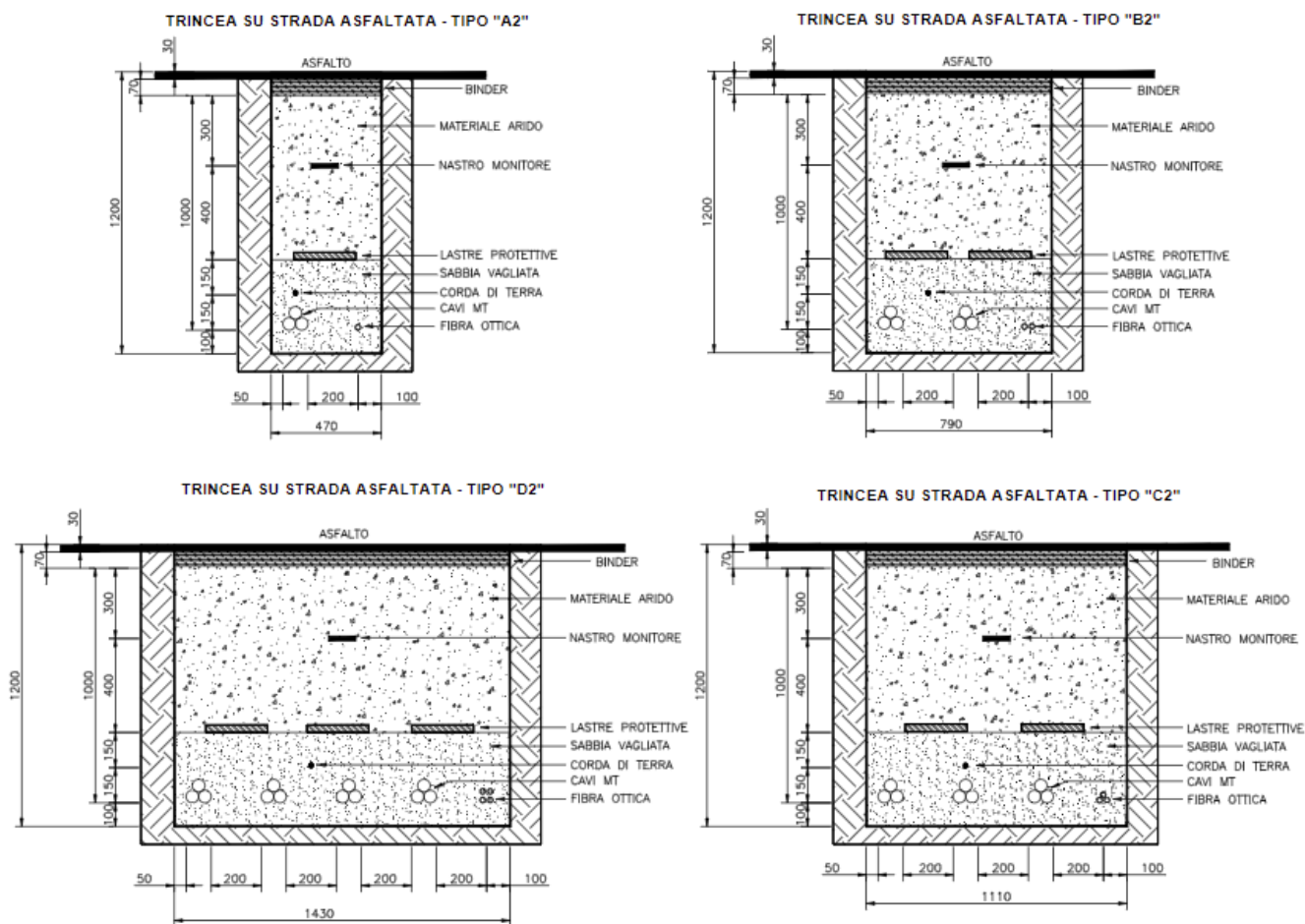


Figura 12 – Sezioni trincee per posa cavidotti MT su strada asfaltata


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, riceve l'energia proveniente dall'impianto eolico e la eleva alla tensione di 220kV. La stazione utente sarà costituita da due sezioni, in funzione dei livelli di tensione: la parte di media tensione, contenuta all'interno della cabina di stazione e dalla parte di alta tensione costituita dalle apparecchiature elettriche con isolamento in aria, ubicate nell'area esterna della stazione utente. La cabina di stazione sarà costituita dai locali contenenti i quadri di MT 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 stazione di trasformazione è costituita da uno stallo trasformatore elevatore. Lo stallo trasformatore è costituito dalle seguenti apparecchiature:

- Trasformatore elevatore 30/220 kV da 66/80 MVA ONAN/ONAF;

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH" RELAZIONE TECNICA GENERALE	 Ingegneria & Innovazione	
		11/2021	REV: 0

- Scaricatori di sovratensione per reti a 220 kV con sostegno;
- Trasformatori di corrente e di tensione con sostegni, per misure e protezioni,
- Armadio di smistamento in prossimità dei TA e TV;
- Interruttore tripolare 245 kV;
- Sezionatore tripolare orizzontale 220-245 kV con lame di terra;
- Sbarre AT.

L'impianto viene completato dalla sezione MT/BT, la quale risulterà composta da:

- Quadri MT a 30 kV, completi di:
 - Scomparti di sezionamento linee di campo;
 - Scomparti misure;
 - Scomparti protezione generale;
 - Scomparto trafo ausiliari;
- Trasformatore MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV da 100 kVA;
- Quadri servizi ausiliari;
- Quadri misuratori fiscali;
- Sistema di monitoraggio e controllo.

All'interno della Stazione di Trasformazione sarà presente la cabina di stazione avente le seguenti caratteristiche generali. Essa è destinata a contenere i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di tele-operazione e i vettori, gli uffici ed i servizi per il personale di manutenzione, sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta 34,36 x 4,40 m ed altezza fuori terra di 3,50 m.

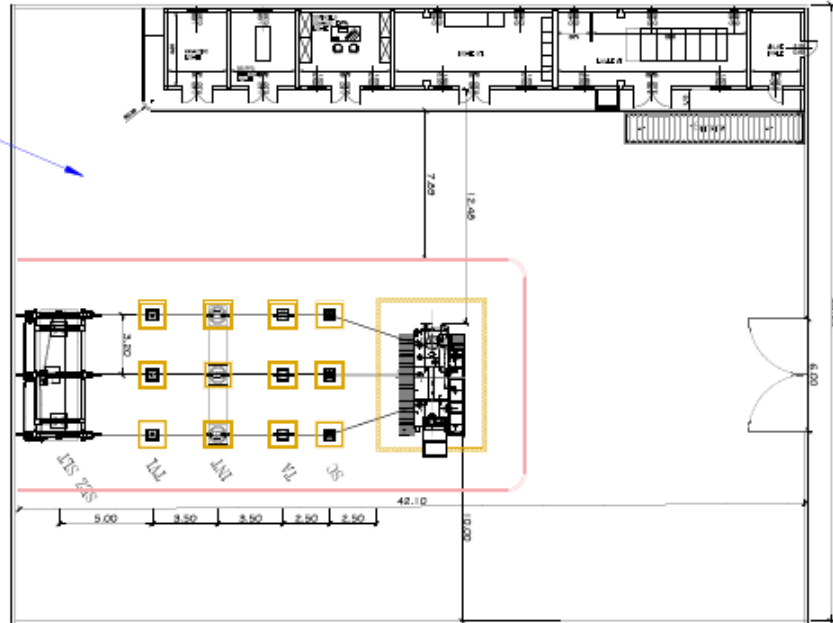
La costruzione dell'edificio è di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile. La copertura a tetto piano, opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Particolare cura è osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991 e successivi regolamenti di attuazione.

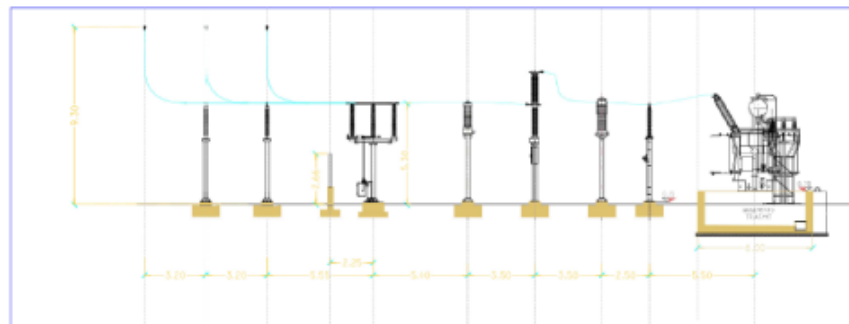
Tale edificio conterrà seguenti locali:

- locale magazzino;
- locale gruppo elettrogeno;
- locale controllo e comando;
- locale quadri BT;
- locale quadri MT;
- locale misure.

GRV WIND SICILIA 2 S.r.l.
(Codice Pratica: 201901744)
Stazione Elettrica di Utenza



PLANIMETRIA ELETTROMECCANICA



SEZIONE A-A'

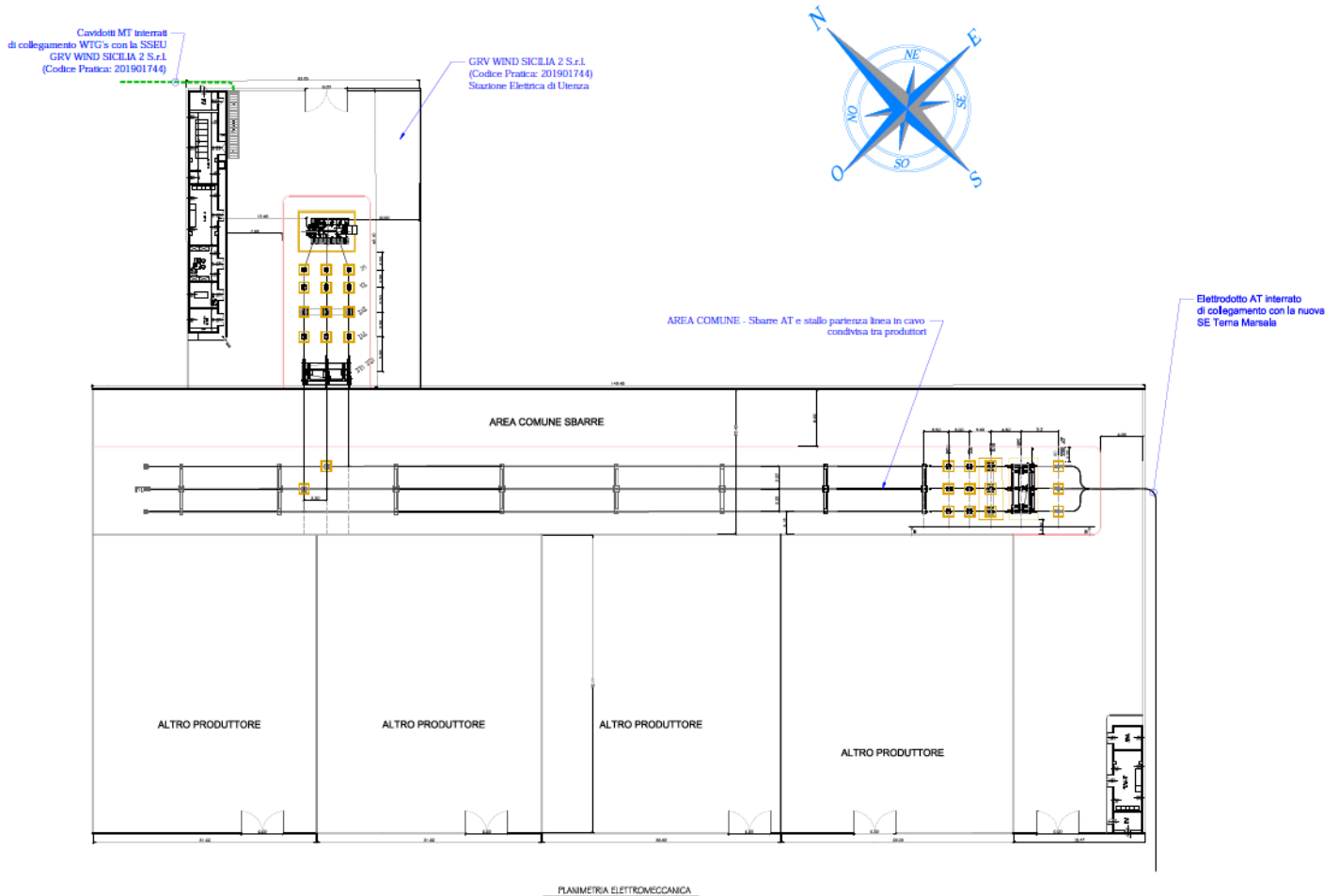
SEZIONE ELETTROMECCANICA

6.4. Opere di Utenza e connessione alla RTN

La soluzione tecnica di connessione (Codice Pratica: 201901744) prevede il collegamento in antenna a 220 kV con una nuova stazione elettrica di smistamento (SE) a 220 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220 kV "Partanna 2". Detta stazione sarà inoltre collegata, tramite un nuovo elettrodotto a 220 kV di collegamento della RTN con la stazione 220 kV di Partanna, previo ampliamento della stazione a 220 kV di Partanna.

Inoltre, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete sarà necessario condividere lo stallo in stazione (SE-Partanna) con altri impianti di produzione.

Le opere di utenza necessarie per la condivisione dello stallo della RTN sono mostrate nella figura seguente:



6.4.1. Impianto Utente per la Connessione

Elettrodotto AT interrato di collegamento con la Nuova SE-Partanna 2.

La connessione tra le opere "utente" e le opere "Terna" avverrà tramite un cavidotto AT interrato da autorizzare.

Il collegamento tra l'uscita del cavo dall'area comune e lo stallo arrivo produttore a 220 kV assegnato in stazione elettrica SE-Partanna 2, sarà realizzato mediante una linea interrata composta da una terna di cavi a 220 kV in alluminio con isolamento XLPE per una lunghezza pari a circa 660 m.

Il cavidotto AT sarà attestato lato area comune a n.3 terminali AT e lato stazione a n.3 terminali AT dello stallo di consegna Terna della stazione RTN Nuova SE-Partanna 2.

Tale opera è oggetto di altra iniziativa curata da ALTRO PRODUTTORE, il cui benessere standard tecnici è in fase di richiesta a Terna.

Area Comune per la condivisione dello stallo.

Le opere elettromeccaniche in oggetto sono costituite dalle seguenti apparecchiature:

- N.1 sistema di condotto a semplice sbarre AT;
- N.5 stalli utente di trasformazione AT/MT;
- N°1 stallo arrivo linea interrata a 220 kV, costituito dalle seguenti apparecchiature:

- N.3 terminali AT con scaricatori di sovratensione;
- N.1 sezione tripolare orizzontale con lame di messa a terra;
- N.1 interruttore AT;
- N.3 TA;
- N.3 TVC.

Tutte le apparecchiature saranno rispondenti alla Norme tecniche CEI citate e alle prescrizioni Terna. Le caratteristiche elettriche della sezione AT saranno le seguenti:

- Tensione di esercizio: 220 kV;
- Tensione massima di sistema: 245 kV;
- Frequenza: 50 Hz;
- Corrente nominale sulle sbarre: 4.000 A;
- Corrente nominale di stallo: 2.000 A;
- Potere di interruzione interruttori: 40 kA;
- Corrente di breve durata: 40 kA;
- Condizioni ambientali limite: -15 / +45°C;

Tale opera è oggetto di altra iniziativa curata da ALTRO PRODUTTORE, il cui benessere standard tecnici è in fase di richiesta a Terna.

Stallo utente di trasformazione (Codice Pratica: 201901744)

Le opere elettromeccaniche in oggetto sono costituite dalle seguenti apparecchiature:

- N.1 sezione tripolare orizzontale con lame di messa a terra;
- N.3 TVI.
- N.1 interruttore AT;
- N.3 TA;
- N.3 scaricatori di sovratensione;
- N°1 trasformatore AT/MT – 220/30 kV 66/88 MVA, ONAN/ONAF.
-

Tutte le apparecchiature saranno rispondenti alla Norme tecniche CEI citate e alle prescrizioni Terna. Le caratteristiche elettriche della sezione AT saranno le seguenti:

- Tensione di esercizio: 220 kV;
- Tensione massima di sistema: 245 kV;
- Frequenza: 50 Hz;
- Corrente nominale sulle sbarre: 4.000 A;
- Corrente nominale di stallo: 2.000 A;
- Potere di interruzione interruttori: 40 kA;
- Corrente di breve durata: 40 kA;
- Condizioni ambientali limite: -15 / +45°C;

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 155 m e altezza al mozzo pari a 122,5 m, con relativa aria spazzata pari a 18.869 mq.

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 4,30 m. All'interno del plinto di fondazione sarà annegata una gabbia metallica di forma cilindrica per l'ancoraggio della torre.

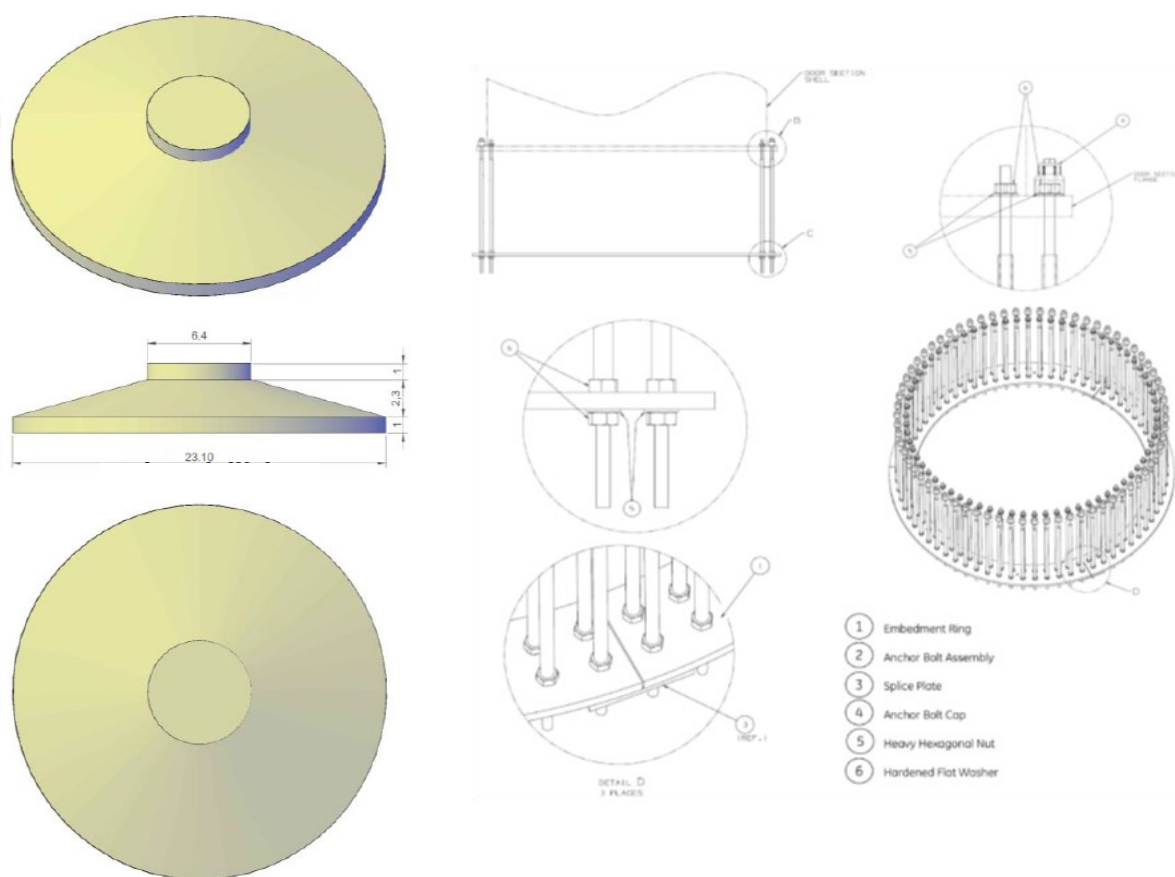


Figura 13 – Fondazione tipo studiata per l'aerogeneratore e con particolare dell'anello di ancoraggio

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 degli aerogeneratori dovrà predisporre, nelle aree subito attorno alla fondazione, lo scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e compattazione di una superficie di circa 40x27 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 15x90 m, subito adiacente a quella definitiva, per lo stoccaggio temporaneo delle pale, una delle dimensioni di circa 40x15 per lo stoccaggio del resto delle componenti della navicella, dei conci di torre e di ulteriori componenti e attrezzature necessari al montaggio, infine sarà necessaria un'ulteriore area di circa 112 x 17 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 queste aree, 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.

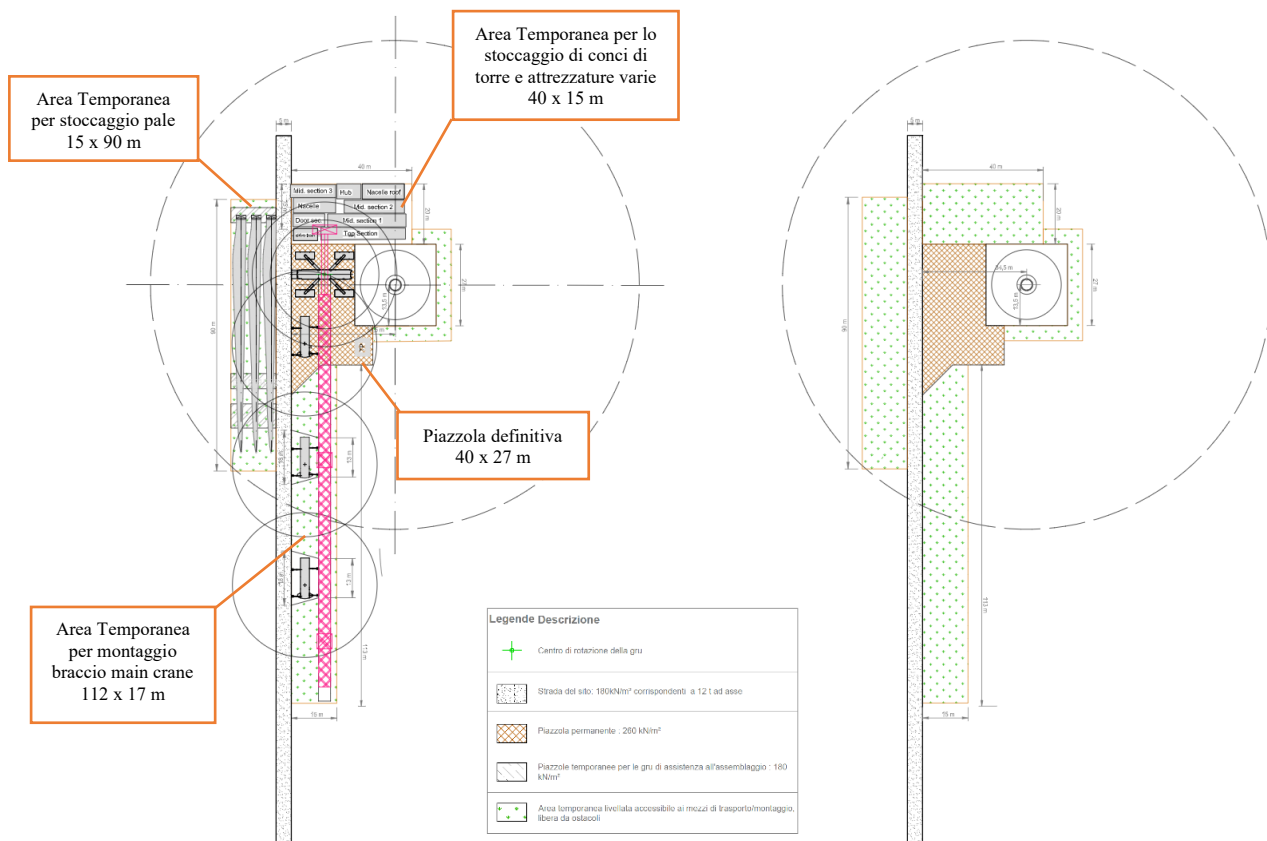


Figura 14 – Tipico piazzola aerogeneratore durante la fase di montaggio con indicazione delle aree definitive (in marrone) e temporanee (in verde) e posizionamento indicativo delle componenti necessarie al montaggio (a sinistra)

7.3. Strade di Accesso e Viabilità di Servizio

7.3.1. Viabilità di accesso al Sito

Presumibilmente le componenti principali delle turbine arriveranno dal porto di Mazara del Vallo. Da qui si procederà in direzione Nord fino alla SS 188 sulla quale troviamo l'accesso principale al sito, la cui dorsale principale è la SP 8. I mezzi utilizzati a tale scopo, 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.

Per il percorso ipotizzato si opererà per l'utilizzo di "Blade Lifter" (per le pale) e convogli modulari con pianale allungabile per quanto riguarda le componenti più grandi come i conchi di torre, Nacelle e DT/Hub.



Figura 15 – Esempio di trasporto con Blade Lifter Trailer



Figura 16 – Esempio di trasporto con convogli a pianale allungabile per conchi di torre



Figura 17 – Esempio di trasporto Necelle

Inoltre, al fine di non ostacolare il passaggio dei mezzi, sui percorsi saranno effettuati interventi di adeguamento stradale leggeri, tipo eliminazione di segnaletica stradale verticale e siepi, regolamentazione del traffico, interrimento di linee elettriche BT e MT aeree che attraversano la carreggiata stradale, mentre interventi più invasivi e pesanti come la rimozione di guard rail, ricostruzione di rotatorie, ampliamenti stradali, manovre complesse di svolta e interessamento di proprietà private verranno opzionate solo in caso di reale necessità.

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.

Complessivamente gli assi stradali interni al sito sommano a 23.555,00 m di cui oggetto di intervento circa 13.638,00 m, a loro volta suddivisi in 9.141,00 m riguardanti la viabilità esistente da adeguare e solamente 4.497,00 m riguardanti nuova viabilità da realizzare; dunque nel complesso per una potenza di 56,0 MW di nuovo impianto occorrerà realizzare solamente 4.497,00 m di nuove strade sterrate pari a circa l'19% di tutta la viabilità presente. 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.

La carreggiata avrà un'ampiezza di circa 5,00 m per il rettilineo, mentre si arriverà ai 6,00 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 del 10% circa in condizioni non legate, del 12-14% con accorgimenti (asfalto o cemento) mentre per pendenze maggiori si dovrà ricorrere al traino ed in ogni caso bisognerà valutare in accordo con il trasportista.

La sezione stradale sarà realizzata in massicciata composta da uno strato di fondazione in misto calcareo di 40 cm, eventualmente steso su geotessile disteso alla base del cassonetto stradale a diretto contatto con il terreno, allo scopo di limitare al massimo le deformazioni e i cedimenti localizzati; superiormente sarà previsto uno strato di finitura/usura in

misto stabilizzato, dello spessore di 20 cm. 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:

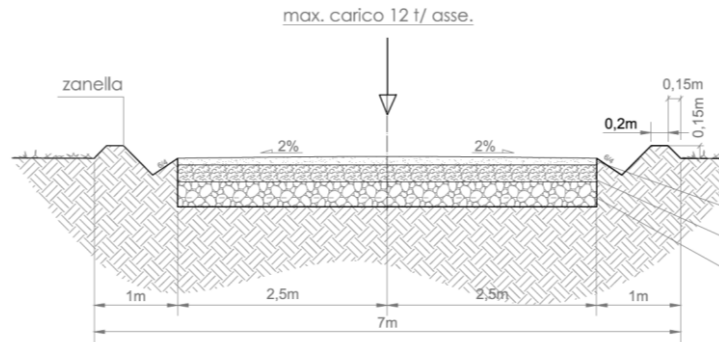


Figura 18 – Sezione stradale tipo in piano

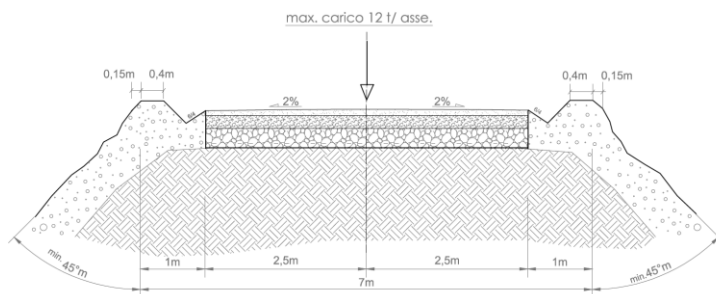


Figura 19 – Sezione stradale tipo in rilevato

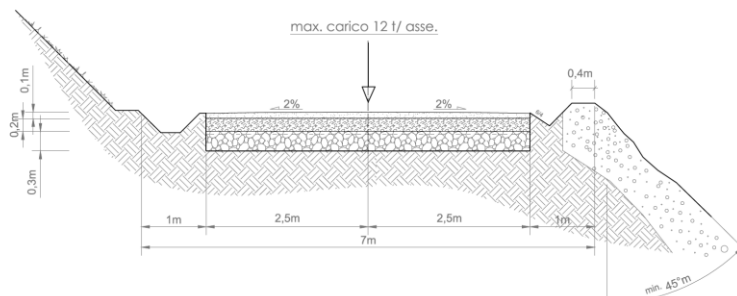


Figura 20 – Sezione stradale tipo a mezza costa

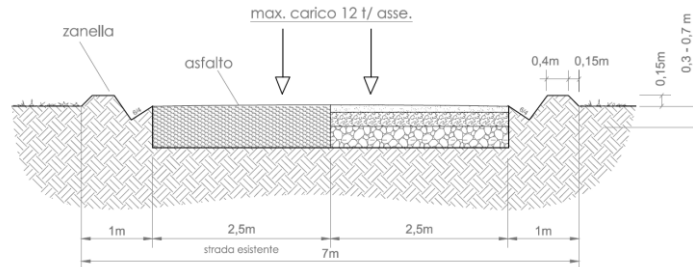


Figura 21 – Adeguamento della carreggiata in presenza di carreggiata esistente in asfalto

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. È richiesta particolare attenzione nella preliminare “gradonatura” dei piani di posa, nella profilatura esterna dei rilevati e nella conformazione planimetrica delle soprastrutture, specie nelle piazzole. Ove queste ultime si posano su sottofondo ottenuto mediante scavo di sbancamento, allorché la compattazione del terreno in sito non raggiunge il valore prefissato si deve provvedere alla bonifica del sottofondo stesso mediante sostituzione di materiale, come previsto al successivo punto "Bonifica dei piani di posa".

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

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

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose							Terre limo-argillose				Torbe e terre organiche peluistri
	Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%				
Gruppo	A1		A3	A2			A4	A5	A6	A7	A8	
Sottogruppo	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	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332												
Limite liquido	-	-	≤ 40	> 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	
Indice di gruppo	0	0	0	0	0	≤ 4	≤ 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/mm^2 , 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/mm^2 per piani di sbancamento o bonifica, e pari ad un "Mr" di almeno 80 N/mm^2 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/mm^2 mentre per lo strato finale della soprastruttura è richiesto un Mr di almeno 100 N/mm^2 .

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.

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
		11/2021	REV: 0

RELAZIONE TECNICA GENERALE

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.

	PROGETTO DI UN IMPIANTO EOLICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE IN AGRO DI MARSALA (TP) IN LOCALITA' DI C.DA MESSINELLO DI POTENZA COMPLESSIVA DI 56 MW DENOMINATO " MARSALA-ALLAH"	 Ingegneria & Innovazione	
		11/2021	REV: 0

RELAZIONE TECNICA GENERALE

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/mm^2 , o i piani di posa dei plinti di fondazione il cui terreno costituente è ritenuto non idoneo a seguito di una prova di carico su piastra, devono essere oggetti di trattamento di "bonifica", mediante sostituzione di uno strato di terreno con equivalente in misto granulare arido proveniente da cava di prestito.

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

Nel caso di piazzole e strade, la bonifica può ritenersi accettabile quando a costipamento avvenuto viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un M_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.

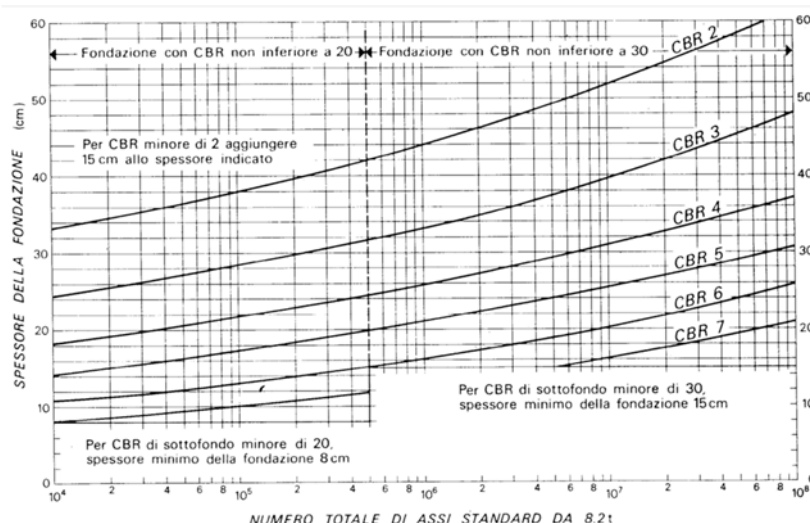


Figura 22 – Diagramma per la determinazione dello spessore dello strato di fondazione

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 realizzati 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.



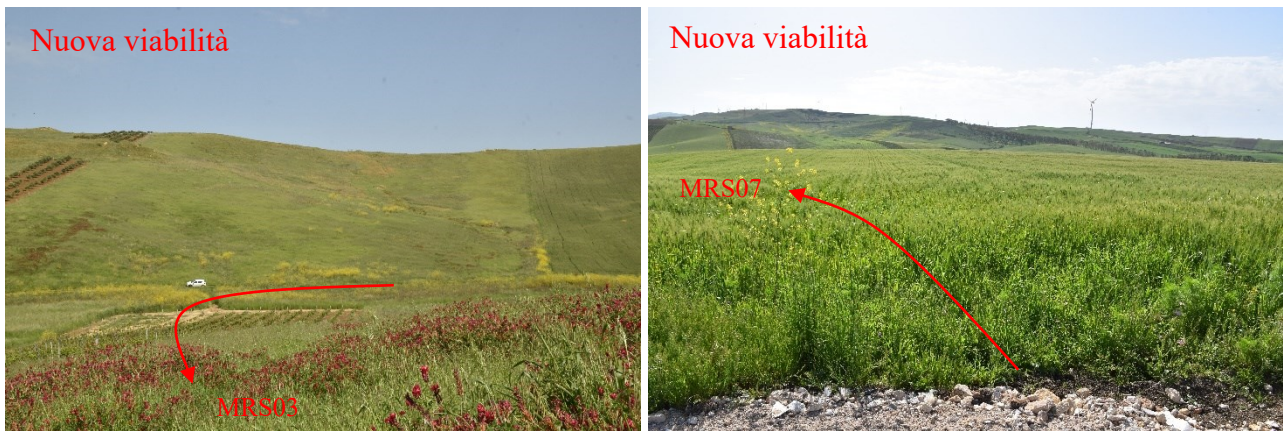


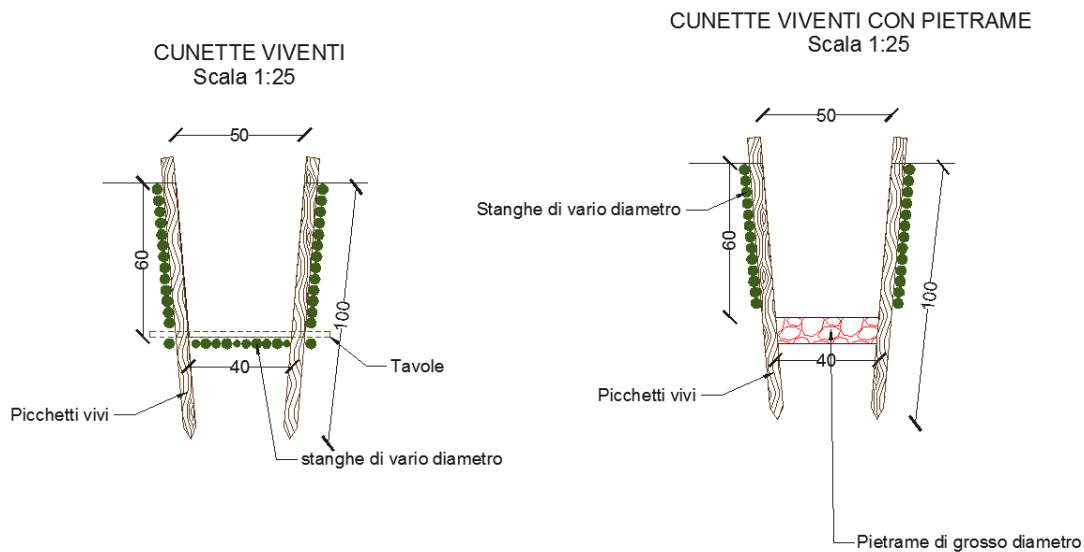
Figura 23 – Alcune foto rappresentative della viabilità interna al parco eolico. In alto: viabilità esistente che può essere utilizzata così com'è; al centro: viabilità esistente da adeguare per essere percorsa dai mezzi; in basso: viabilità di nuova realizzazione.

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.

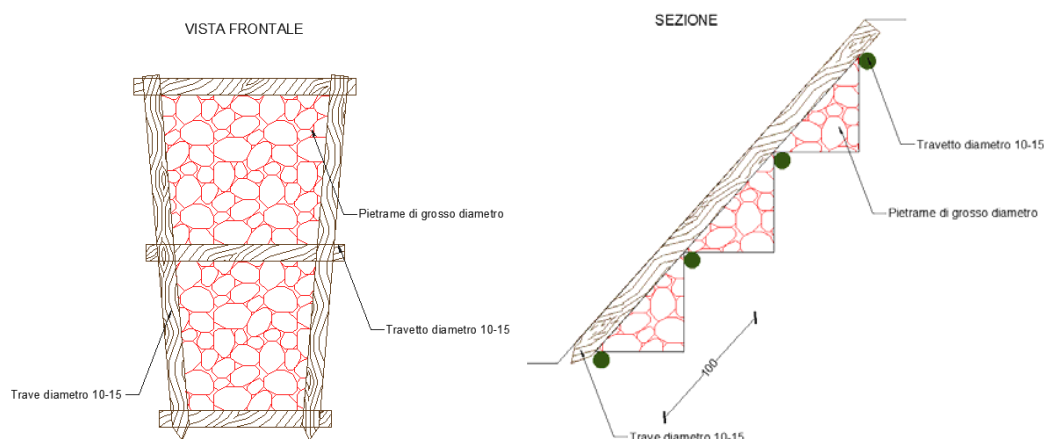


Descrizione dell'attività:

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 abbinate 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 24 – *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 $\geq 12,00\%$);

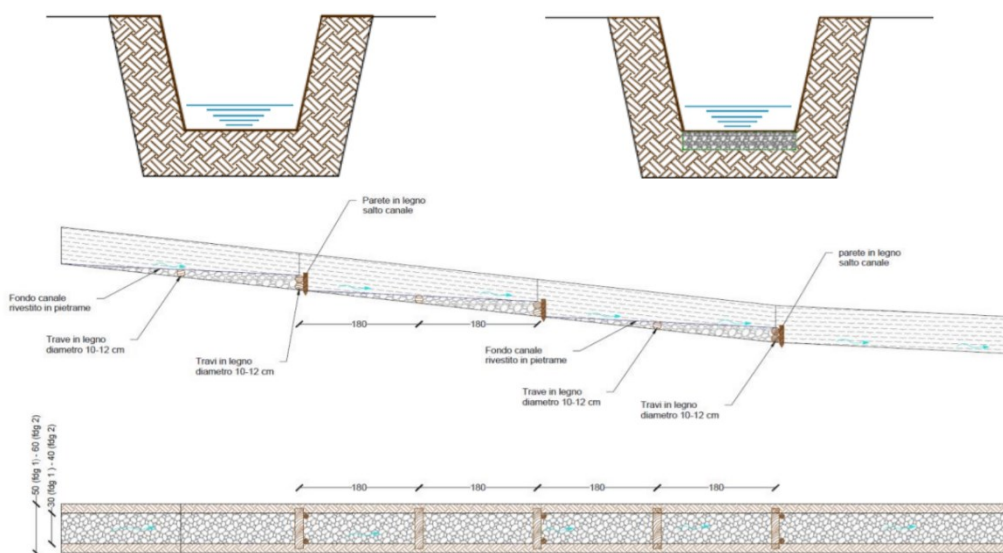


Figura 25 – Fosso di guardia tipo con o senza fondo rivestito in pietrame

- 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.