

REGIONE SICILIA
Provincia di Trapani
COMUNE DI MAZARA DEL VALLO

PROGETTO

IMPIANTO EOLICO " RACASALE" NEL COMUNE DI MAZARA DEL VALLO (TP) DI POTENZA PARI A 37,2 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

LIMES 22 S.r.l.

Via Giuseppe Giardina 22 - 96018 Pachino (SR), Italia
Tel. +39 0236516713



LIMES
RENEWABLE ENERGY

SVILUPPATORE

IBS ENERGY S.r.l.

Via Sardegna, 32, 20146, Milano-Italia
Tel. +39 348 -info@ibsenergy.it



PROGETTISTA



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



OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE TECNICA ELETTRICA

REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APROVATO
0	Agosto 2023	PRIMA EMISSIONE	VF	MG	EG

CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FORMATO	FOGLIO	CODICE COMMITTENTE
REC-PD-R04	Agosto 2023	/	A4	1 di 28	

NOME FILE: REC-PD-R04_Relazione tecnica elettrica.dwg

LIMES 22 S.r.l. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.1.	NORMATIVA DI CARATTERE GENERALE.....	5
2.2.	NORMATIVA IMPIANTI EOLICI.....	5
2.3.	NORMATIVA STAZIONI ELETTRICHE AT/MT.....	6
2.4.	NORMATIVA CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	8
3.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO ELETTRICO	9
3.1.	GENERALITÀ.....	9
3.2.	SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE.....	9
3.3.	LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO.....	10
4.	DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT	11
4.1.	CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE.....	11
4.2.	CALCOLO DELLE PORTATE.....	11
4.3.	DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO.....	12
4.4.	TEMPERATURA DEL TERRENO.....	12
4.5.	NUMERO DI TERNE PER SCAVO.....	13
4.6.	POSA DIRETTAMENTE INTERRATA.....	14
4.7.	PROFONDITÀ DI POSA.....	16
4.8.	RESISTIVITÀ TERMICA DEL TERRENO.....	16
4.9.	TABULATI DI CALCOLO.....	16
5.	ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE	18
5.1.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	18
5.2.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	19
5.3.	PROTEZIONI CONTRO LE FULMINAZIONI DIRETTE.....	20
6.	MODALITÀ DI CONNESSIONE ALLA RETE	21
7.	EDIFICIO CONSEGNA	23
7.1.	UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO.....	23
7.2.	EDIFICIO CONSEGNA.....	25
7.3.	OPERE CIVILI.....	25
8.	STAZIONE SATELLITE PER L'AMPLIAMENTO A 36 KV DELLA STAZIONE ELETTRICA DI TERNA 220 "PARTANNA 3"	26
8.1.	INTRODUZIONE.....	26
8.2.	UBICAZIONE.....	26
8.3.	OPERE ELETTROMECCANICHE.....	27

1. PREMESSA

La società Hydro Engineering s.s. è stata incaricata, dalla società Limes 22, di redigere il progetto definitivo relativo alla costruzione di un parco eolico, composto da n. 6 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6,20 MW, per una potenza complessiva di 37,20 MW, da ubicarsi in località “Racasale” del Comune di Mazara del Vallo (TP).

Il modello tipo di aerogeneratore scelto avrà potenza nominale di 6,2 MW con altezza mozzo pari a 115 m, diametro rotore pari a 170 m e altezza massima al top della pala pari a 200 m. Questa tipologia di aerogeneratore è allo stato attuale quella ritenuta più idonea per il sito di progetto dell’impianto.

Le aree interessate dal posizionamento degli aerogeneratori ricadono nelle contrade Racasale (WTG01-WTG02), Fontanelle Racasale (WTG03-WTG04), Trinità (WTG05) e Berlingieri (WTG06) nel comune di Mazara del Vallo in provincia di Trapani

I terreni sui quali si intende realizzare l’impianto sono tutti di proprietà privata ed a destinazione agricola. Il territorio è caratterizzato da un’orografia prevalentemente collinare, le posizioni delle macchine vanno da un’altitudine di 50.00 m. slm. a 110,00 m. slm.

Oltre che degli aerogeneratori, il progetto si compone dei seguenti elementi:

- un elettrodotto interrato con cavi a 36 kV, di collegamento tra gli aerogeneratori;
- un edificio di consegna;
- Stazione satellite per l’ampliamento a 36 kV della Stazione Elettrica di Terna 220 "Partanna 3" (progetto in capo ad un altro proponente).
- Nuova stazione RTN di smistamento a 220 KV “Partanna 3” da inserire in entra-esce sulla linea RTN 220 KV “Fulgatore-Partanna” (progetto in capo ad un altro proponente autorizzato in PAUR con D.A. n. 156 /GAB del 28/06/2022);
- 2 raccordi in entra-esce a 220 kV fra la suddetta SE RTN “Partanna 3” e la 220 kV “Fulgatore-Partanna” progetto in capo ad un altro proponente autorizzato in PAUR con D.A. n. 156 /GAB del 28/06/2022);
- Nuovo elettrodotto di RTN a 220 kV di collegamento fra la nuova SE “Partanna 3” e la esistente SE RTN 220 kV Partanna (progetto in capo ad un altro proponente autorizzato in PAUR con D.A. n. 156 /GAB del 28/06/2022);
- Ampliamento della esistente SE RTN 220 KV Partanna con nuovo montante a 220 KV (progetto in capo ad un altro proponente autorizzato in PAUR con D.A. n. 156 /GAB del 28/06/2022).
- Nuovo elettrodotto di RTN a 220 kV di collegamento fra la SE “Partanna 2” e la futura SE RTN 220 kV Partanna 3 (progetto in capo ad un altro).;

- un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della SE “Partanna 2” con la stazione 220/150 kV di Fulgatore, previo ampliamento della stessa (progetto in capo ad un altro proponente).
- Stazione satellite per l’ampliamento a 36 kV della Stazione Elettrica di Terna 220/150KV “Fulgatore” (progetto in capo ad un altro proponente).

Il presente documento riporta i dati principali del progetto elettrico.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

2.1. NORMATIVA DI CARATTERE GENERALE

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

2.2. NORMATIVA IMPIANTI EOLICI

- Norma CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia;
- Norma CEI 20-56: Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV inclusi;
- Norma CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- Norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- Norma CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica

- Linee in cavo;
- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma CEI 11-3; V1: Impianti di produzione eolica;
- Norma CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- Norma CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- Norma CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a., (IIa Ediz., Fasc. 6317, 2001-12).
- Norma CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

2.3. NORMATIVA STAZIONI ELETTRICHE AT/MT

- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica
 - Linee in cavo;
- Norma CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Norma CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- Norma CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature;
- Norma CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione;

- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI EN 62271-100 Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- Norma CEI EN 62271-102 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione;
- Norma CEI EN 61009-1 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari;
- Norma CEI EN 60898-1 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari;
- Norma CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi;
- Norma CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
- Norma CEI EN 60044-1 Trasformatori di corrente;
- Norma CEI EN 60044-2 Trasformatori di tensione induttivi;
- Norma CEI EN 60044-5 Trasformatori di tensione capacitivi;
- Norma CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate;
- Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza;
- Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;
- Norma CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60099-5 Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione;
- Norma CEI EN 60507 Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60694 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione;
- Norma CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- Norma CEI EN 60168 Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V;
- Norma CEI EN 60383-1 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata;
- Norma CEI EN 60383-2 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori ed equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata;
- Norma CEI EN 61284 Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria;
- Norma CEI EN 61000-6-2 Immunità per gli ambienti industriali;
- Norma CEI EN 61000-6-4 Emissione per gli ambienti industriali;

- Norma CEI EN 61400 Sistemi di generazione a turbina eolica;
- Norma CEI-UNEL 35027: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV - Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata;
- Guida Terna. INSIX1016 Criteri di coordinamento dell'isolamento nelle reti AT;
- Guida Terna DRRPX04042 Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV;
- Guida Terna DRRPX02003 Criteri di automazione delle stazioni elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV;
- Guida Terna DRRPX03048 Specifica funzionale per sistema di monitoraggio delle reti elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV.

2.4. NORMATIVA CAMPI ELETTROMAGNETICI

- DM del 29.5.2008, "Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 08/07/2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", G.U. 28 agosto 2003, n. 200;
- Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55;
- Norma CEI 106-11 "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 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana".
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO ELETTRICO

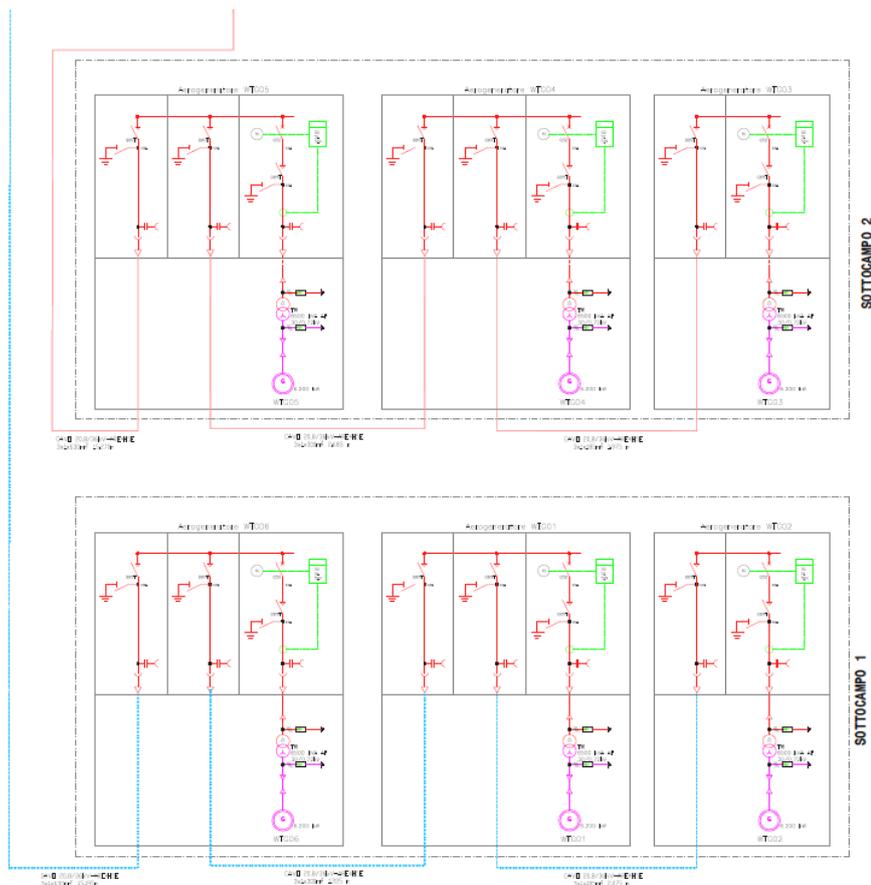
3.1. GENERALITÀ

Il parco eolico avrà una potenza complessiva di 37,20 MW, data dalla somma delle potenze elettriche di n. 6 aerogeneratori della potenza unitaria massima di 6,2 MW. Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono collegati fra di loro in due gruppi di 3 aerogeneratori e, costituendo così n. 2 distinti sottocampi, come di seguito meglio rappresentato.

Sottocampo	Aerogeneratori	Potenza	Comune
LINEA 1	WTG02-WTG01-WTG06-SE	18,6 MW	Mazara del Vallo
LINEA 2	WTG03-WTG04-WTG05-SE	18,6 MW	Mazara del Vallo

3.2. SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE

L'immagine di seguito riportata mostra lo schema elettrico del parco eolico, con evidenza dei sottocampi e delle linee di collegamento. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato REC-PD-T51.



3.3. LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO

Coerentemente con la suddivisione in sottocampi di cui al precedente paragrafo, l'intero sistema di raccolta dell'energia dagli aerogeneratori verso l'edificio consegna e da qui verso la Stazione Elettrica Terna “Partanna 3” 220/36 kV è articolato su n.2 distinte linee elettriche a 36 kV, una per ciascun sottocampo. Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato a 36 kV, di sezione pari a 630 mm².

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sottocampo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato 36 kV, di sezione crescente dal primo all'ultimo aerogeneratore. Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SE Terna, saranno del tipo standard con schermo elettrico.

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

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]
LINEA 1	WTG02	WTG01	3x1x185	2.075	6,2
	WTG01	WTG06	3x1x300	1.225	12,4
	WTG06	EDIFICIO CONSEGNA	3x1x630	15.195	18,6
LINEA 2	WTG03	WTG04	3x1x185	1.975	6,2
	WTG04	WTG05	3x1x300	2.685	12,4
	WTG05	EDIFICIO CONSEGNA	3x1x630	15.270	18,6
LINEA 1	EDIFICIO CONSEGNA	SE TERNA PARTANNA 3	3x1x630	100	18,6
LINEA 2	EDIFICIO CONSEGNA	SE TERNA PARTANNA 3	3x1x630	100	18,6
POTENZA COMPLESSIVA					37,200

Tab 3

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

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa. Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato grafico REC-PD-T50.

4. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizioni, tratte dalla norma CEI 11-17):

- Caduta di tensione lungo la linea minore del 3%;
- Perdite di potenza minori del 5%.

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione delle specifiche appena riportate, si procederà ad effettuare la verifica termica, attraverso il calcolo delle correnti di corto circuito previste e la verifica della tenuta termica dei cavi.

4.1. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transiente e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

- P: potenza transiente;
Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;
R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;
X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;
V: tensione di esercizio del cavo (36kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 * R * I^2$$

- R: resistenza longitudinale del cavo;
I: corrente transiente.

4.2. CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

Dove

I_z = portata effettiva del cavo

I_o = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C

K_1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

K_2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

K_3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m

K_4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W

4.3. DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno del sottocampo che per la connessione alla SSE, saranno a norma IEC 60502-2

Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio, tipo 20,8/36kV, con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da miscela in XLPE e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela semiconduttrice. Sopra l'isolante è posto uno strato per la tenuta all'acqua, consistente in un nastro semiconduttore. Il cavo presenta uno schermo metallico realizzato con nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Sopra lo schermo metallico sono presenti due differenti strati di protezione in guaina protettiva in polietilene. La tensione nominale dei cavi è pari a 36kV.

La tabella che segue mostra i dati tecnici del cavo impiegato, con particolare attenzione ai parametri necessari al calcolo.

Sezione	Resistenza di fase [Ω / km]	Reattanza di fase [Ω / km]	Portata nominale [A]
185 mm ²	0,211	0,115	321
300 mm ²	0,129	0,104	419
630 mm ²	0,063	0,095	622

4.4. TEMPERATURA DEL TERRENO

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

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

	Cavi con isolamento in XLPE			
Temperatura ambiente	15°C	20°C	25°C	30°C
Coefficiente	1,04	1	0,96	0,93

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K1 = 0,96**.

4.5. NUMERO DI TERNE PER SCAVO

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

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	N. circuiti nella sez. di scavo
LINEA 1	WTG02	WTG01	3x1x185	2.075	6,2	2
	WTG01	WTG06	3x1x300	1.225	12,4	2
	WTG06	EDIFICIO CONSEGNA	3x1x630	15.195	18,6	2
LINEA 2	WTG03	WTG04	3x1x185	1.975	6,2	2
	WTG04	WTG05	3x1x300	2.685	12,4	2
	WTG05	EDIFICIO CONSEGNA	3x1x630	15.270	18,6	2
LINEA 1	EDIFICIO CONSEGNA	SE TERNA PARTANNA 3	3x1x630	100	18,6	2
LINEA 2	EDIFICIO CONSEGNA	SE TERNA PARTANNA 3	3x1x630	100	18,6	2
POTENZA COMPLESSIVA					37,200	

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

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

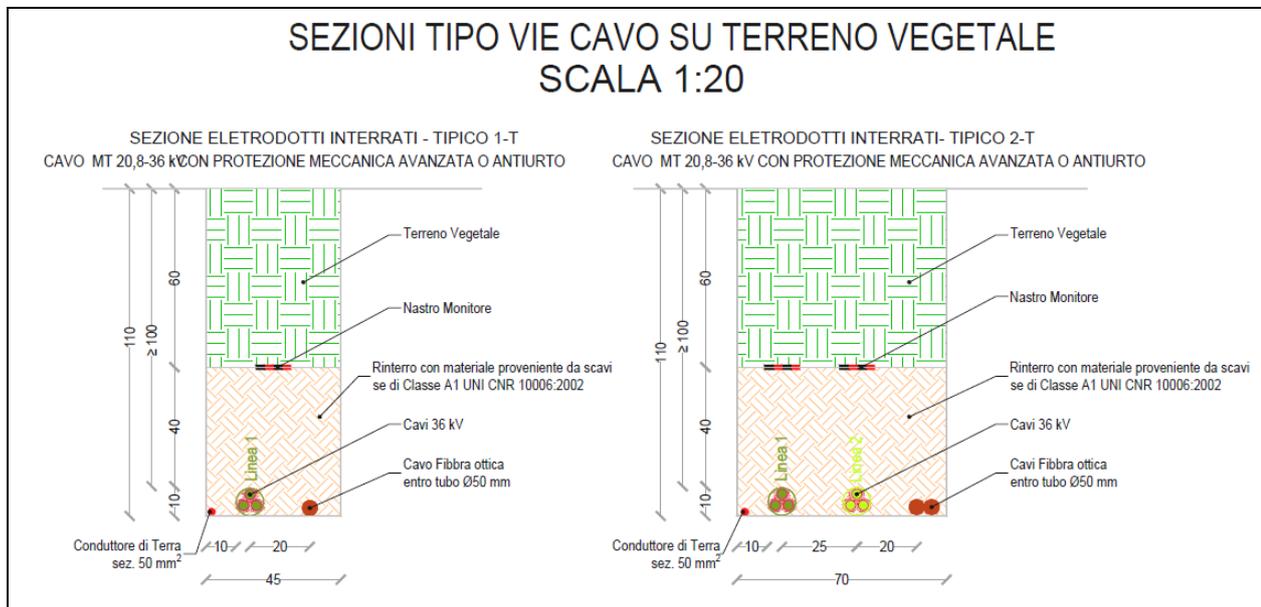
4.6. POSA DIRETTAMENTE INTERRATA

Considerata la tipologia di posa, ossia direttamente interrata, non occorre applicare alcun fattore correttivo alla portata.

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

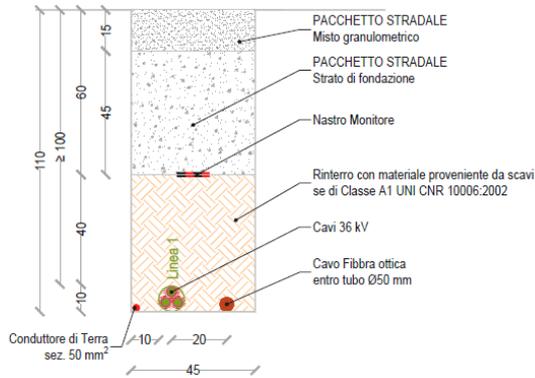
A maggior salvaguardia, in corrispondenza di tali attraversamenti, la distanza fra le tubazioni interrate verrà aumentata sino a 0,5 m, così da potersi considerare validi gli stessi coefficienti di cui al paragrafo precedente, come previsto dalla norma CEI 11-17 allegato B tab. III.

III.

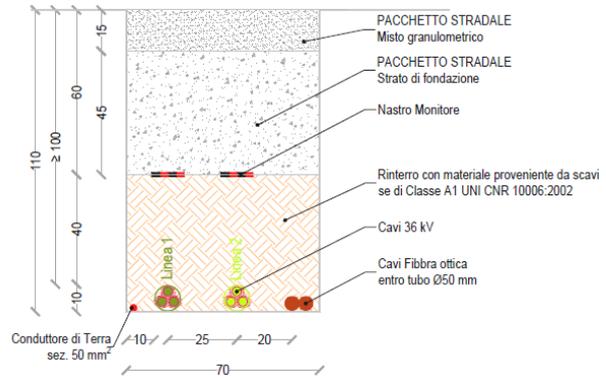


SEZIONI TIPO VIE CAVO SU STRADE STERRATE SCALA 1:20

SEZIONE ELETRODOTTI INTERRATI - TIPOICO 1-M
CAVO MT 20,8-36 kV CON PROTEZIONE MECCANICA AVANZATA O ANTIURTO

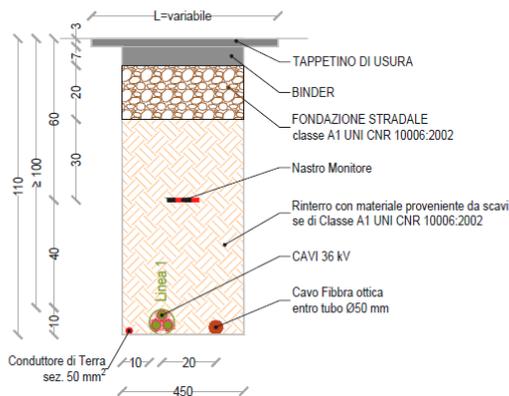


SEZIONE ELETRODOTTI INTERRATI - TIPOICO 2-M
CAVO MT 20,8-36 kV CON PROTEZIONE MECCANICA AVANZATA O ANTIURTO

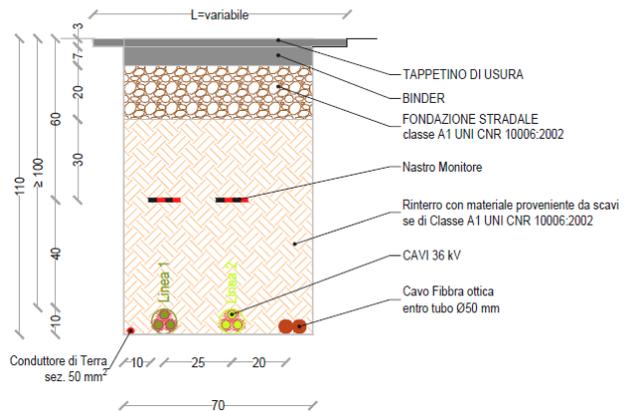


SEZIONI TIPO VIE CAVO SU STRADE ASFALTATE SCALA 1:20

SEZIONE ELETRODOTTI INTERRATI - TIPOICO 1-A
CAVO MT 20,8-36 kV CON PROTEZIONE MECCANICA AVANZATA O ANTIURTO



SEZIONE ELETRODOTTI INTERRATI - TIPOICO 2-A
CAVO MT 20,8-36 kV CON PROTEZIONE MECCANICA AVANZATA O ANTIURTO



4.7. PROFONDITÀ DI POSA

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

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

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

	Cavi con isolamento in XLPE			
Profondità posa (m)	0,8	1,0	1,2	1,1 (interpolazione)
Coefficiente	1,00	0,98	0,96	0,97

Considerando il valore di posa di 1,20 m, si è ricavato per interpolazione il valore del coefficiente correttivo, che risulta **K3 = 0,97**.

4.8. RESISTIVITÀ TERMICA DEL TERRENO

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno asciutto (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a 1,5 K*m/W.

Pertanto, non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà **K4 = 1**.

4.9. TABULATI DI CALCOLO

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato a 36kV. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti.

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	Corrente nominale [A]	Portata cavo nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata cavo corretta [A]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVAR]	ΔV %	ΔV % cumulato	Potenza persa [kW]	Δp %	
LINEA 1	WTG02	WTG01	3x1x185	2.075	6,2	104,79	321	2	0,838	269,02	39%	0,4378	0,239	2,038	0,25%	2,49%	14,423	0,23%	
	WTG01	WTG06	3x1x300	1.225	12,4	209,58	419	2	0,838	351,16	60%	0,1580	0,127	4,076	0,19%	2,25%	20,823	0,17%	
	WTG06	EDIFICIO CONSEGNE	3x1x630	15.195	18,6	314,37	622	2	0,838	521,29	60%	0,9573	1,444	6,114	2,05%	2,05%	283,821	1,53%	
LINEA 2	WTG03	WTG04	3x1x185	1.975	6,2	104,79	321	2	0,838	269,02	39%	0,4167	0,227	2,038	0,24%	2,72%	13,728	0,22%	
	WTG04	WTG05	3x1x300	2.685	12,4	209,58	419	2	0,838	351,16	60%	0,3464	0,279	4,076	0,42%	2,48%	45,641	0,37%	
	WTG05	EDIFICIO CONSEGNE	3x1x630	15.270	18,6	314,37	622	2	0,838	521,29	60%	0,9620	1,451	6,114	2,06%	2,06%	285,222	1,53%	
LINEA 1	EDIFICIO CONSEGNE	SE TERNA PARTANNA 3	3x1x630	100	18,6	314,37	622	2	0,838	521,29	60%	0,0063	0,010	6,114	0,01%	0,01%	1,868	0,01%	
LINEA 2	EDIFICIO CONSEGNE	SE TERNA PARTANNA 3	3x1x630	100	18,6	314,37	622	2	0,838	521,29	60%	0,0063	0,010	6,114	0,01%	0,01%	1,868	0,01%	
POTENZA COMPLESSIVA					37,200														

5. ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE

Per elettrocuzione si intende la condizione di contatto tra corpo umano ed elementi in tensione con attraversamento del corpo da parte della corrente. Condizione necessaria perché avvenga un infortunio per elettrocuzione è quella in cui si crei una differenza di potenziale tra due punti della superficie corporea. Tale situazione potrebbe verificarsi nel caso di un contatto del corpo non isolato elettricamente da terra con un conduttore in tensione.

La gravità delle conseguenze dell'elettrocuzione dipende dall'intensità della corrente che attraversa l'organismo, dalla durata di tale evento, dagli organi coinvolti nel percorso e dalle condizioni del soggetto.

Per ciascuna delle sorgenti di cui ai capitoli precedenti, nonché per tutte le componenti in tensione del parco, è stato valutato il rischio di elettrocuzione nel caso si venga a contatto con parti in tensione.

In particolare, sono stati presi in esame i seguenti rischi:

- Contatti elettrici diretti;
- Contatti elettrici indiretti;
- Fulminazione diretta;

5.1. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Gli impianti verranno costruiti in maniera tale da evitare qualunque contatto non intenzionale con le parti attive del sistema o il raggiungimento di zone pericolose nelle immediate vicinanze delle parti attive.

Per quanto riguarda le parti di impianto relative agli aerogeneratori e alla stazione di trasformazione, la norma CEI 11-1 le classifica come aree elettriche chiuse, per cui verranno applicate le misure di protezione previste al punto 7.1.3.2 della norma, ossia involucri, barriere, ostacoli e distanziamento, con le misure prescritte dalla norma.

Per quanto riguarda invece gli elettrodotti interrati, la norma li classifica come esterni ad aree elettriche chiuse, per cui verranno applicate le misure di protezione previste al punto 7.1.3.1 della norma, ossia involucri e distanziamento; si farà nello specifico uso di cavi con guaina e schermo di isolamento e si farà ricorso alla metodologia di posa tipo M indicata dalla norma CEI 11-17.

La protezione contro i contatti diretti è assicurata inoltre dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);
- utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;
- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi idoneo allo scopo.

In ogni caso verranno rispettate le prescrizioni riportate nella Norma CEI 64-8 Parte 4 "Prescrizioni per la sicurezza" e della Norma CEI 11-1 parte 7 "Misure di Sicurezza).

5.2. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Per garantire la protezione dai contatti indiretti, l'intero impianto eolico nel suo complesso è dotato di un impianto di terra, dimensionato per garantire il rispetto dei parametri indicati dalla normativa.

Presso ciascun aerogeneratore verrà realizzato un proprio impianto di terra, a mezzo di anelli concentrici in alluminio interrati e connessi con le fondazioni dell'aerogeneratore, collegati alle sbarre di terra, presso le quali vengono connesse tutte le parti metalliche presenti all'interno dell'aerogeneratore.

Per quanto riguarda l'elettrodotto interrato, verrà posato nel fondo dello scavo una treccia di rame della sezione di 50 mm², tale da connettere tra loro tutte le maglie di terra intorno agli aerogeneratori, formando un unico impianto di terra. A tale treccia verranno collegati tutti gli schermi dei cavi presso i giunti.

Infine, presso la sottostazione di trasformazione, verrà realizzato un impianto di terra al quale verranno connesse tutte le parti metalliche non in tensione, così pure il centro stella del trasformatore.

Verranno inoltre installati dispositivi di protezione tali da garantire l'intervento automatico in caso di guasto.

La protezione contro i contatti indiretti è quindi assicurata dai seguenti accorgimenti:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse, ivi compresi i centri stella dei trasformatori 36kv/BT installati presso gli aerogeneratori, ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di Classe II;

- i dispositivi di protezione intervengono in caso di primo guasto verso terra con un ritardo massimo di 0,4 secondi, oppure entro 5 secondi con la tensione sulle masse in quel periodo non superiore a 50 V.

In ogni caso verranno rispettate le prescrizioni riportate nella Norma CEI 64-8 Parte 4 "Prescrizioni per la sicurezza" e della Norma CEI 11-1 parte 7 "Misure di Sicurezza).

5.3. PROTEZIONI CONTRO LE FULMINAZIONI DIRETTE

Gli aerogeneratori implementano già al loro interno un sistema di protezione contro le fulminazioni, costituito da un sistema di captazione, realizzato con un anello di alluminio disposto sulle pale, da una linea di drenaggio e da una rete di terra realizzata intorno alla fondazione dell'aerogeneratore.

6. MODALITÀ DI CONNESSIONE ALLA RETE

L'impianto eolico di Limes 22 avrà una potenza installata di 37.20 MW, ed il proponente ha richiesto a Terna il preventivo di connessione che prevedrà come soluzione di connessione il collegamento in antenna a 36 kV con una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione denominata “Partanna 3” a 220/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV “Fulgatore – Partanna.

Oltre che degli aerogeneratori, il progetto si compone dei seguenti elementi:

- un elettrodotto interrato con cavi a 36 kV, di collegamento tra gli aerogeneratori;
- un edificio di consegna;
- Stazione satellite per l'ampliamento a 36 kV della Stazione Elettrica di Terna 220 "Partanna 3" (progetto in capo ad un altro proponente).
- Nuova stazione RTN di smistamento a 220 KV “Partanna 3” da inserire in entra-esce sulla linea RTN 220 KV “Fulgatore-Partanna” (progetto in capo ad un altro proponente autorizzato in PAUR con D.A. n. 156 /GAB del 28/06/2022);
- 2 raccordi in entra-esce a 220 kV fra la suddetta SE RTN “Partanna 3” e la 220 kV “Fulgatore-Partanna” progetto in capo ad un altro proponente autorizzato in PAUR con D.A. n. 156 /GAB del 28/06/2022);
- Nuovo elettrodotto di RTN a 220 kV di collegamento fra la nuova SE “Partanna 3” e la esistente SE RTN 220 kV Partanna (progetto in capo ad un altro proponente autorizzato in PAUR con D.A. n. 156 /GAB del 28/06/2022);
- Ampliamento della esistente SE RTN 220 KV Partanna con nuovo montante a 220 KV (progetto in capo ad un altro proponente autorizzato in PAUR con D.A. n. 156 /GAB del 28/06/2022).
- Nuovo elettrodotto di RTN a 220 kV di collegamento fra la SE “Partanna 2” e la futura SE RTN 220 kV Partanna 3 (progetto in capo ad un altro);
- un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della SE “Partanna 2” con la stazione 220/150 kV di Fulgatore, previo ampliamento della stessa (progetto in capo ad un altro proponente).
- Stazione satellite per l'ampliamento a 36 kV della Stazione Elettrica di Terna 220/150KV

"Fulgatore" (progetto in capo ad un altro proponente).

Ai sensi dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt 99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento del parco eolico alla SE Partanna 3 costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

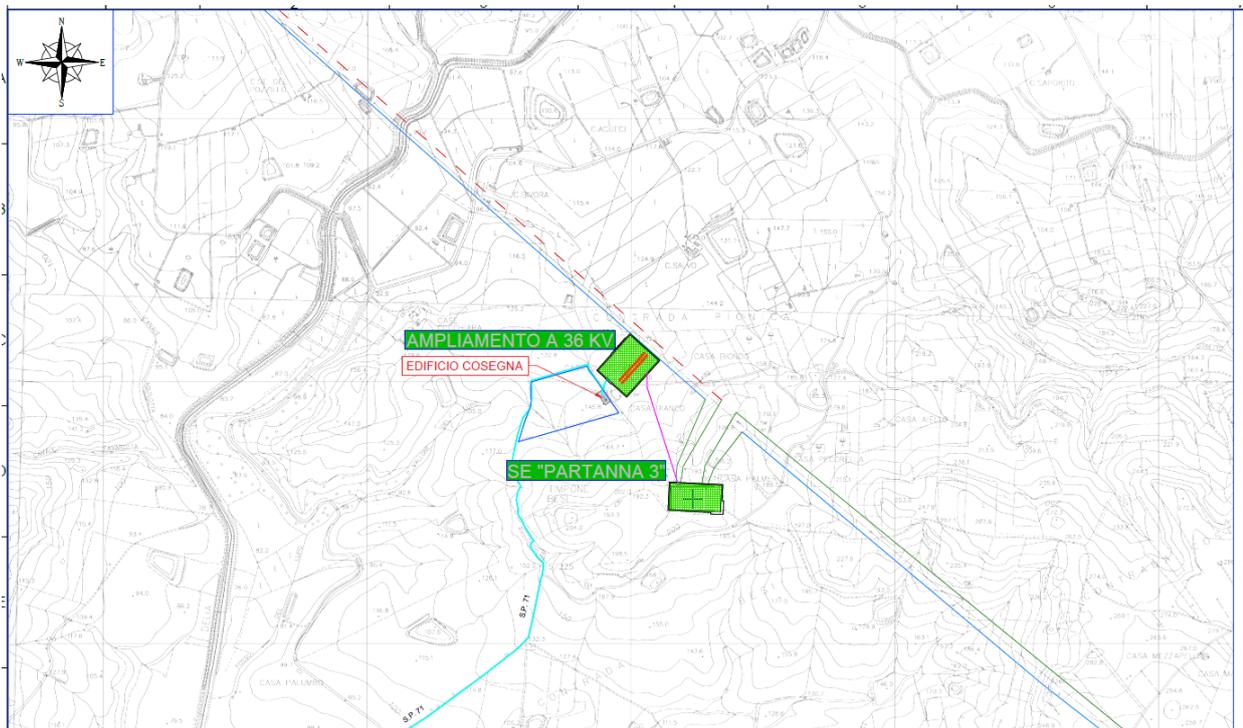
7. EDIFICIO CONSEGNA

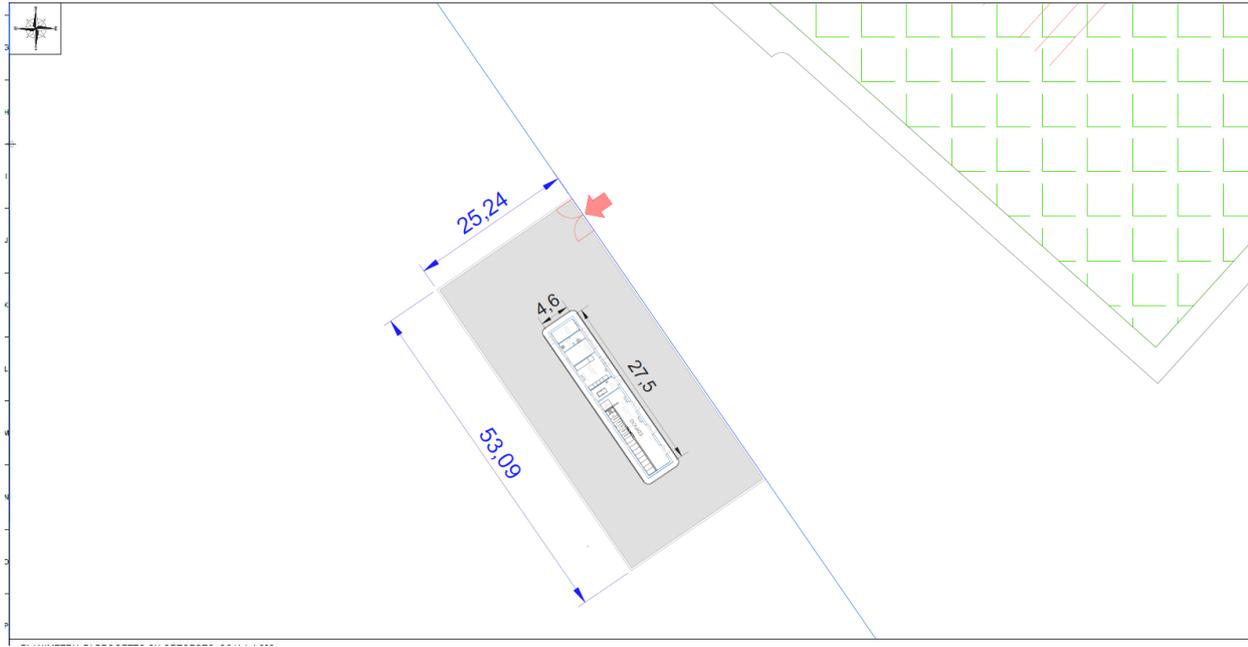
Nel presente capitolo si darà descrizione dell’area dell’edificio di consegna a servizio dell’impianto eolico in oggetto, dando evidenza delle caratteristiche delle principali componenti elettriche e delle opere civili necessarie alla realizzazione dell’opera.

7.1. UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO

Il parco eolico in progetto convoglierà l’energia prodotta verso l’edificio consegna e da qui verso la Stazione Elettrica Terna “Partanna 3” 220/36 kV in progetto nel Comune di Castelvetro in provincia di Trapani in contrada Casa di Stefano.

L’area dell’edificio Consegna (particelle n.177 del foglio 3). è di forma rettangolare di larghezza pari a circa 25,125 m e di lunghezza pari a circa 53,10 m, interamente recintata accessibile e tramite un cancello carrabile largo 7,00 m. Il sito è accessibile dalla S.P.171 e da un tratto di strada vicinale Timpone Besi.





Vista Area Edificio Consegna

7.2. EDIFICIO CONSEGNA

Presso l'area in esame verrà realizzato un edificio destinato a locali tecnici, avente un ingombro in pianta di 27,50 x 4,60 m, nel quale verranno ubicati i quadri a 36KV, i trasformatori 36kV/BT, nonché i quadri ausiliari.

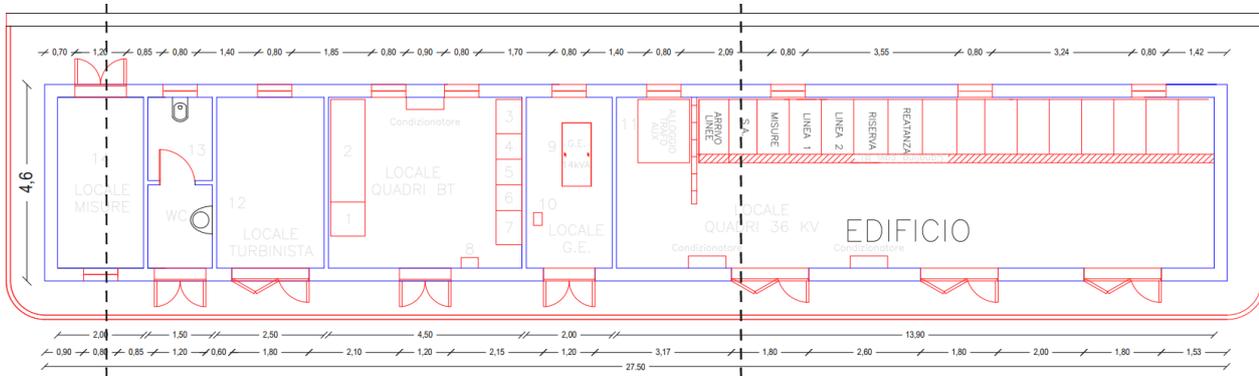


Figura 5 Layout edificio consegna

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

- Locale quadri a 36kV;
- Locale Gruppo Elettrogeno;
- Locale quadri BT;
- Locale Turbinista.
- Servizi.
- Locale Misure
- Locale Contatori.

L'edificio sarà completo di tutti gli impianti elettrici civili interni (illuminazione e prese).

7.3. OPERE CIVILI

Le Opere Civili di Stazione possono essere identificate così come segue:

A. Edificio Consegna

B. Opere complementari

- muro di recinzione con altezza minima fuori terra su entrambi i lati di 2,50m dal piano finito interno/esterno;
- rete di scolo delle acque provenienti dalle superfici impermeabili (edifici e viabilità definite in asfalto),
- Vasca Imhof e recipiente acqua.
- vie cavi realizzate con cunicoli e cavidotti interrati.

8. STAZIONE SATELLITE PER L'AMPLIAMENTO A 36 KV DELLA STAZIONE ELETTRICA DI TERNA 220 "PARTANNA 3"

8.1. INTRODUZIONE

Il presente paragrafo è stata elaborato a seguito del tavolo tecnico convocato da Terna S.p.A., relativo alla progettazione delle opere di Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) condivise, necessarie per nuove iniziative F.E.R. da collegare attraverso il nuovo livello di tensione 36 kV, consistenti in una nuova stazione di trasformazione 220/36kV da collegarsi alla nuova stazione elettrica di smistamento a 220 kV della RTN denominate “Partanna 3” .

Durante il tavolo tecnico, un altro proponente è stata nominata capofila per la progettazione delle opere per la nuova stazione satellite per l'ampliamento a 36 kV.

Terna ha indicato come possibili soluzioni per la sezione di trasformazione 220/36 kV un ampliamento della stazione in progettazione o un impianto satellite, con l'obiettivo di identificare una posizione condivisa al di fuori di aree vincolate, di facile accessibilità e che consenta di limitare movimenti terra per la realizzazione dell'opera.

L' altro proponente sulla base della consistenza delle opere richieste e di un'approfondita analisi del sito, ha identificato come idonea ad ospitare la nuova stazione satellite per l'ampliamento a 36 kV un'area a nord, vicina a quella della nuova SE di smistamento “Partanna 3” , di cui pertanto costituisce un impianto satellite.

8.2. UBICAZIONE

Le aree interessate dalla realizzazione della Stazione Elettrica e dei relativi raccordi alle linee RTN esistenti ricadono in C. da Palmeri all'interno del territorio Comunale di Santa Ninfa, in provincia di Trapani. Tale area è ubicata a Ovest degli abitati di S. Ninfa e Partanna, dai cui centri abitati dista rispettivamente circa 9,2 e 9,7 Km. Essa ricade, topograficamente, nella tavola 257 II SO della Carta d'Italia edita dall'IGM in scala 1: 25.000 e nella sezione n° 618060 - “Lago della Trinità” della Carta Tecnica Regionale in scala 1: 10.000.

Il sito si può individuare tramite le seguenti coordinate geografiche (sistema WGS 84) del punto baricentrico dell'area interessata dal progetto:

Latitudine 37°44'48.89"N - Longitudine 12°46'31.31"E

L'accesso alla SE Partanna 3 e alla Stazione satellite è reso agevole dal posizionamento dell'area in corrispondenza esistenti della SP n.71; per l'accesso alla nuova SE RTN sarà adeguata e prolungata la strada di raccordo tra la stessa SE e la SP 71, da utilizzare per il doppio senso di marcia. La stazione Satellite sarà predisposta con apposito accesso carraio con cancello ed un varco pedonale.

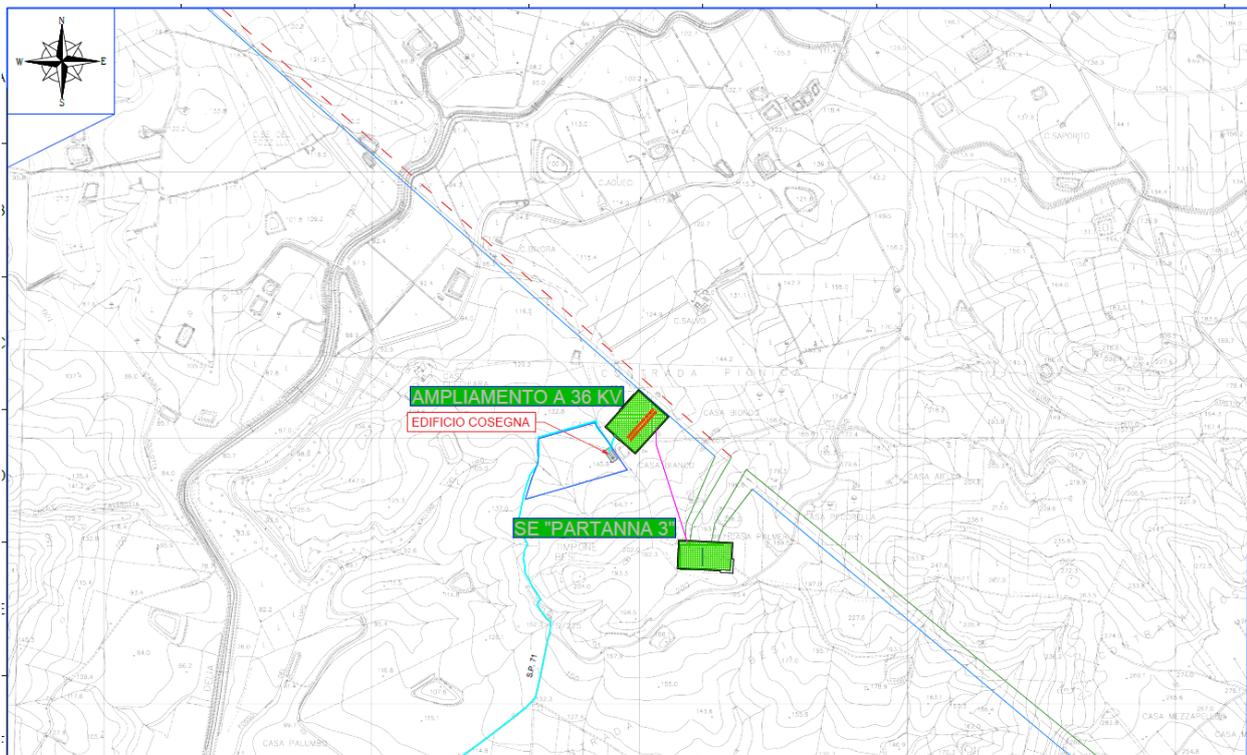
La superficie impegnata dalla Stazione Satellite sarà pari a circa 2,6 ha.

8.3. OPERE ELETTROMECCANICHE

Le opere di rete RTN necessarie per la connessione consistono pertanto nella Stazione Satellite in ampliamento della nuova stazione elettrica RTN a 220 kV “Partanna 3” (“Stazione Satellite SE RTN”), che in sintesi includono:

- Estensione della sezione 220 kV con nuovi stalli per alimentazione trasformatori 220/36 kV e stalli disponibili per ulteriori connessioni
- Inserimento N. 3 Trasformatori 220/36 kV;
- Inserimento nuova sezione 36 kV in edificio.

Di seguito si riporta uno stralcio cartografico con la rappresentazione delle opere progettuali per la connessione alla RTN.



Per la progettazione della stazione Satellite a “Partanna 3” si è fatto riferimento agli standard tecnici del Progetto Unificato 36 kV, pubblicati sul sito Terna nella sezione relativa al Codice di Rete.

L’ampliamento della Stazione occuperà un’ area di circa 26000 m², avente una lunghezza massima di circa 144 m ed una larghezza di circa 180 m. L’ accesso alla nuova sezione 220/36 kV sarà quello già previsto per la Stazione “Partanna 3”.

La Stazione Elettrica sarà composta da una sezione a 220 kV, del tipo unificato Terna con isolamento in aria e sarà costituita da:

- Estensione della sezione 220 kV con nuovi stalli per alimentazione trasformatori 220/36 kV e stalli disponibili per ulteriori connessioni
- Inserimento N. 3 Trasformatori 220/36 kV;
- Servizi ausiliari;
- Fabbricati:
- Edificio Servizi Ausiliari;
- Edificio quadri 36 kV;
- Chioschi per apparecchiature elettriche.
- Sistema di illuminazione;
- Impianto di terra.

Le aree interessate dalle apparecchiature elettriche saranno sistemate con finitura a ghiaietto, mentre le strade e piazzali di servizio saranno pavimentate con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso.

La recinzione perimetrale sarà del tipo cieco realizzata interamente in cemento armato o in pannelli in calcestruzzo prefabbricato, di altezza 2,5 m fuori terra.

Le fondazioni delle varie apparecchiature saranno realizzate in conglomerato cementizio armato, mentre per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà le acque al sistema di trattamento acque di prima pioggia.

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori.