



REGIONE
SICILIA



COMUNE
DI ENNA



COMUNE DI
PIETRAPERZIA

REGIONE SICILIA

PROVINCIA DI ENNA

COMUNI DI ENNA E PIETRAPERZIA

PROGETTO:

*Impianto eolico e delle relative opere di connessione
denominato "ENNA"*

Progetto Definitivo

PROPONENTE:



DEDRA s.r.l.
Via Umberto Giordano, 152
90144 Palermo (PA)
P.IVA 07146270827

ELABORATO:

Relazione tecnica degli impianti elettrici

PROGETTISTI COORDINATORI :

BLC s.r.l.
Via Umberto Giordano, 152 - 90144 Palermo (PA)
P.IVA 07007040822



Ing. Eugenio Bordonali



Ing. Gabriella Lo Cascio



Scala:

PROGETTISTI :

Ing. Riccardo Cangelosi

Riccardo Cangelosi



Ing. Gaetano Scurto



Tavola:

RIE

Data:

29 Dicembre 2023

Rev.

Data

Descrizione

00

29/12/2023

Prima emissione



Sommario

1	INTRODUZIONE.....	2
1.1	INQUADRAMENTO DEL PROGETTO	3
1.2	COMPONENTI DI IMPIANTO.....	6
2	RIFERIMENTI PER LA PROGETTAZIONE	9
2.1	IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE	13
2.2	IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE.....	14
3	CAVIDOTTO AT DI COLLEGAMENTO TRA LE TURBINE E LA STAZIONE UTENTE.....	15
3.1	Condizioni progettuali di posa	16
3.2	Calcoli elettrici cavidotti.....	16
3.3	Tipologia cavi AT	19
3.4	Tipologie di posa cavidotti interrati	22



1 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la Relazione elettrica relativa alla realizzazione dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "ENNA" di potenza 72 MW (di seguito il "Progetto" o "l'Impianto"), nel Comune di ENNA (EN), e relative opere di connessione, nel Comune di Pietraperzia (EN), che intende realizzare la società DEDRA s.r.l. (di seguito il "proponente").

Il Progetto prevede l'installazione di 18 aerogeneratori eolici tripala, di potenza nominale pari a 4 MW ciascuno (per un totale installato di 72 MW). Si prevede di impiegare aerogeneratori con diametro rotore fino a 166m e altezza al mozzo fino a 117m per una altezza massima fuori terra di 200m (si procederà alla scelta definitiva della macchina in base alle disponibilità del mercato al momento della realizzazione).

Gli aerogeneratori verranno collegati tra loro tramite cavi in AT a 36 kV che trasporteranno l'energia prodotta presso il punto di connessione alla rete elettrica.

Conformemente a quanto indicato nella soluzione tecnica minima generale di connessione comunicata dalla società TERNA S.p.a. in data 18/11/2022 C.P. 202202507 la connessione del presente impianto avverrà in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di trasformazione 150/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulle linee RTN a 150 kV "Terrapelata - Barrafranca" e "Caltanissetta CP – Butera SE".

L'iniziativa rientra nell'impegno della società a contribuire al soddisfacimento delle esigenze d'energia pulita e sviluppo sostenibile sancite sin dal Protocollo Internazionale di Kyoto del 1997, ribadite nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e nel Piano nazionale integrato per l'energia e il clima per gli anni 2021-2030.



1.1 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

La localizzazione del progetto è così definita:

- Provincia: Enna;
- Comune: Enna (EN) (aerogeneratori) e Pietraperzia (EN) (opere di connessione);
- Rif. IGM: Foglio 268 - Quadrante I, Tavolette SO e NO (aerogeneratori) e Foglio 268 - Quadrante III, Tavoletta NE e SE (opere di connessione);
- Contrade:
 - C.da Cannarella: WTG ENN01, ENN02, ENN03, ENN04, ENN05, ENN06;
 - C.da Granci: WTG ENN07;
 - C.da Nicola: WTG ENN08, ENN09;
 - C.da Mercato dei Vitelli: WTG ENN10, ENN11;
 - C.da Arcera : WTG ENN12, ENN13, ENN14, ENN15;
 - C.da Aiuolo: WTG ENN16/ENN17/ENN18;
 - C.da Cucca: opere di connessione.
- Rif. Carte Tecniche Regionali: n. 631070, 631110 (aerogeneratori); 631150, 631140, 638020 (opere di connessione).

Dal punto di vista meteorologico, il sito ricade in un'area a clima tipicamente meso-mediterraneo con inverni miti e piovosi ed estati calde ed asciutte.

Le temperature minime invernali raramente scendono al di sotto di 0°C mentre le temperature estive massime oscillano tra i 28 °C e i 37 °C.

L'area di interesse si estende lungo una sequenza di rilievi aventi un'altitudine media compresa tra i 480 e i 550 m circa s.l.m.

Di seguito si riportano due immagini per una immediata localizzazione del sito interessato dall'impianto, mentre per un più dettagliato inquadramento geografico dell'area in questione si rimanda alle tavole in allegato.



Figura 1 Inquadramento geografico del sito di interesse (fuori scala)

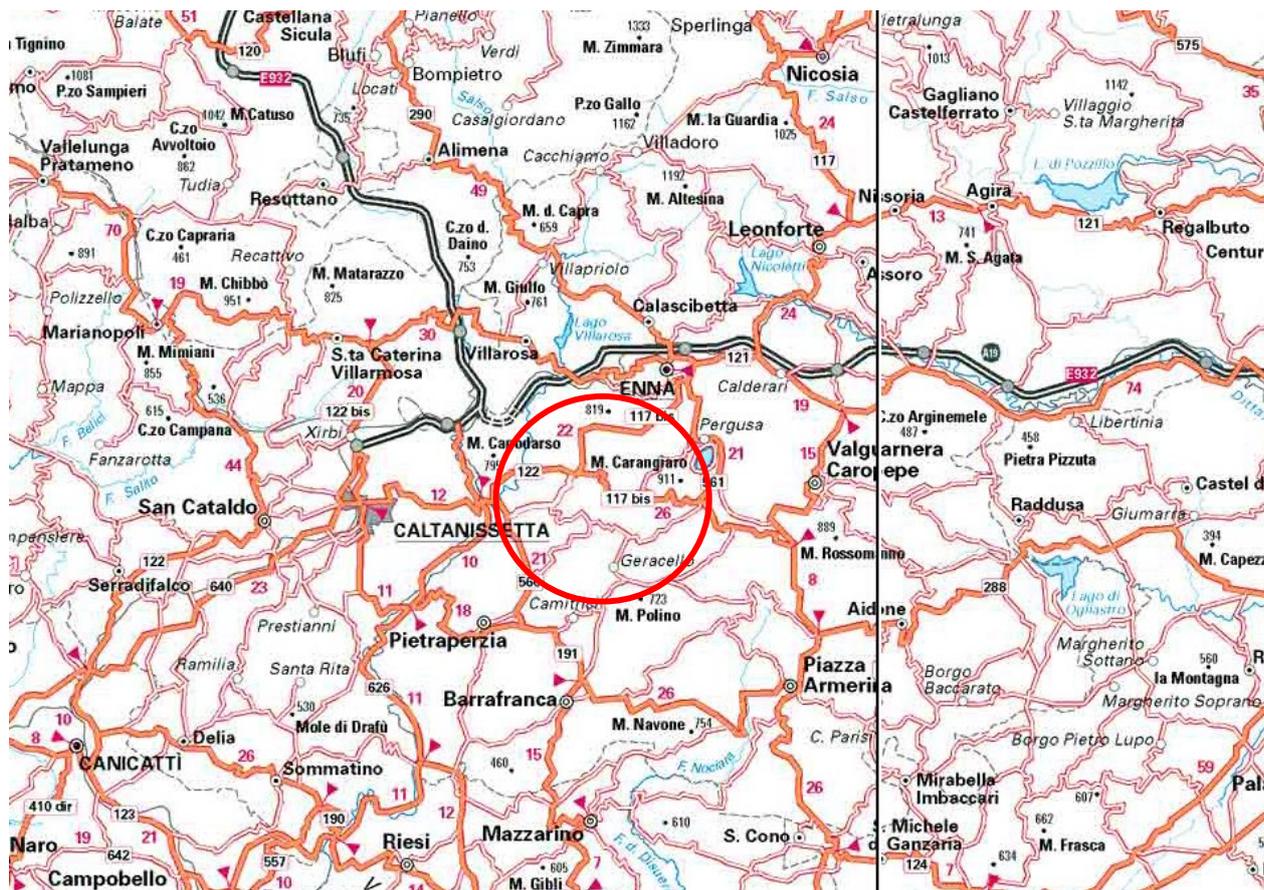


Figura 2 inquadramento sito di interesse (fuori scala)



Figura 3 inquadramento geografico sito d'interesse su foto satellitare (fonte Google LLC, elaborazione interna)

1.2 COMPONENTI DI IMPIANTO

Il presente progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, include i seguenti elementi:



- *Aerogeneratori:* gli aerogeneratori eolici tripala preliminarmente scelti sono di potenza nominale pari a 4 MW ciascuno (per un totale installato di 72 MW) di altezza al mozzo di 117 m ed un diametro del rotore fino a 166 m per una altezza massima fuori terra di 200 m (si procederà alla scelta definitiva della macchina in base alle disponibilità del mercato al momento della realizzazione);
- *Piazzole:* piazzole per il montaggio degli impianti e la manovra dei mezzi d'opera, di dimensioni standard tra 70x40m variabili in funzione delle caratteristiche dell'orografia del territorio e della tipologia di piazzola;
- *fondazione degli aerogeneratori:* il pre-dimensionamento effettuato per la fondazione, nel caso dell'aerogeneratore preliminarmente scelto, ha portato ad ipotizzare una fondazione a plinto isolato a pianta circolare;
- *Aree di cantiere:* sono individuate delle aree e piazzole per lo stoccaggio temporaneo dei componenti dell'aerogeneratore e per il montaggio del traliccio della gru principale;
- *Viabilità:* verranno realizzate delle strade carrabili con finitura permeabile, al fine di favorire l'accesso dei mezzi, sia in fase di costruzione che di successiva manutenzione (l'apertura di nuove piste sarà comunque limitata in quanto si prevede di sfruttare la viabilità preesistente in situ);
- *Adeguamento viabilità esistente:* ove necessario al fine del passaggio dei mezzi di trasporto degli aerogeneratori nelle loro diverse componenti, si prevede l'adeguamento della viabilità esistente sul territorio;
- *Opere idrauliche:* ove necessario, al fine di consentire un corretto smaltimento e deflusso delle acque meteoriche, verranno realizzate delle opere idrauliche, consistenti in cunette, tombini e tubi drenanti;
- *Cavidotto:* la rete elettrica di raccolta dell'energia prodotta è prevista in cavidotto interrato in media tensione con una tensione di esercizio a 36 kV;
- *Impianti di connessione:* la connessione del presente impianto avverrà in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di trasformazione 150/36 kV della



RTN, da inserire in entra - esce sulle linee RTN a 150 kV "Terrapelata - Barrafranca" e "Caltanissetta CP – Butera SE". Si prevede di realizzare una stazione elettrica di utenza a 36 kV di 1800 mq ca. al fine di alloggiare le apparecchiature elettromeccaniche di controllo e regolazione.



2 RIFERIMENTI PER LA PROGETTAZIONE

Le realizzazioni in argomento, saranno in ogni modo progettate, costruite e collaudate in osservanza di:

- norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore, con particolare attenzione a quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica;
- vincoli paesaggistici ed ambientali;
- disposizioni e prescrizioni delle Autorità locali, Enti ed Amministrazioni interessate;
- disposizioni nazionali derivanti da leggi, decreti e regolamenti applicabili, con eventuali aggiornamenti, con particolare attenzione a quanto previsto in materia antinfortunistica.

Altri riferimenti normativi

Vengono elencati, nel seguito, altri riferimenti normativi relativi ad apparecchiature e componenti d'impianto che verranno utilizzati per la progettazione delle opere in argomento:

- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- Norma CEI 11-4+Ec. Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
- Norma CEI 11-17+Var.V1 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
- 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 60898-1 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari



-
- Norma CEI 20-22 Prove d'incendio sui cavi elettrici
 - Norma CEI 20-37 Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi;
 - Norma CEI EN 61009-1 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche 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+Var. A1/A2 Trasformatori di corrente
 - Norma CEI EN 60044-2 Trasformatori di tensione induttivi
 - Norma CEI EN 60044-5 Trasformatori di tensione capacitivi
 - Norma CEI 41-1 Relè elettrici a tutto o niente e di misura. Norme generali.
 - 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 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione
 - Norma CEI 64-8+Var. V1/V2 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
 - Norma CEI 79-2;AB Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per le apparecchiature
 - Norma CEI 79-3 Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per gli impianti.
 - Norma CEI 79-4 Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per il controllo accessi.
 - CEI EN 60335-2-103 Norme particolari per attuatori per cancelli, porte e finestre



motorizzati.

- Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza
- Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV
- Norma CEI EN 60721-3-3+ Var. A2 Classificazioni delle condizioni ambientali.
- Norma CEI EN 60721-3-4+ Var. A1 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 EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata
- Norma CEI EN 60099-5+Var.A1 Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici
- Norma CEI 7-6 Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici
- Norma UNI EN ISO 2178 Misurazione dello spessore del rivestimento
- Norma UNI EN ISO 2064 Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici. Definizioni e convenzioni relative alla misura dello spessore
- Norma CEI EN 60507 Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata
- Norma CEI EN 60694+Var.A1/A2 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione
- Norma CEI EN 60947-7-2 Morsetti componibili per conduttori di protezione in rame
- Norma CEI EN 60529+Var. A1 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+Var.A11 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 e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata
- Norme CEI EN 61284 Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria
- Norme UNI EN 54 Componenti di sistemi di rilevazione automatica di incendio;
- Norme UNI 9795 Sistemi automatici di rilevazione e di segnalazione manuale d'incendio;
- Norma CEI EN 61000-6-2 Immunità per gli ambienti industriali
- Norma CEI EN 61000-6-4 Emissione per gli ambienti industriali.
- Legge Quadro n. 36/01 Sulla protezione dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- D.P.C.M. 08 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti"
- D.M. 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"
- Norma CEI EN IEC 61400 Sistemi di generazione da fonte eolica
- Norma CEI EN 60034 Macchine elettriche rotanti
- Direttiva 2006/42/CE Direttiva macchine
- Direttiva 2014/35/UE Direttiva bassa tensione

L'impianto in oggetto, ove non diversamente specificato nel presente documento, sarà realizzato conformemente alla Norma CEI 11-1.



2. IMPIANTI PER LA CONNESSIONE

Conformemente a quanto indicato nella soluzione tecnica minima generale di connessione comunicata dalla società TERNA S.p.a. in data 18/11/2022 C.P. 202202507 la connessione del presente impianto avverrà in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di trasformazione 150/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulle linee RTN a 150 kV "Terrapelata - Barrafranca" e "Caltanissetta CP – Butera SE", previa realizzazione dell'elettrodotto RTN a 150 kV "Licodia Eubea SE – nuova SE Vizzini 380/150 kV", di cui al Piano di Sviluppo Terna e stazione di Vizzini (int. 616 P)."

Gli impianti di connessione alla RTN sono stati progettati in conformità al suddetto Preventivo di Connessione.

Le opere per la connessione dell'impianto eolico si possono sostanzialmente dividere in:

- Impianto di rete per la connessione (IRC);
- Impianto di utenza per la connessione (IUC);

Nei paragrafi seguenti si darà una descrizione di tali impianti. Per la trattazione approfondita degli stessi si rimanda ai relativi elaborati progettuali contenuti nel presente progetto.

2.1 IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE

L'impianto di Rete per la Connessione (IRC) sarà costituito da:

- Nuova stazione elettrica di smistamento 150/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulle
- linee RTN a 150 kV "Terrapelata - Barrafranca" e "Caltanissetta CP – Butera SE".



-
- raccordi alle linee RTN a 150 kV “Terrapelata - Barrafranca” e “Caltanissetta CP – Butera SE”.

2.2 IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE

L'impianto di Utenza per la Connessione (IUC) sarà costituito da:

- Stazione Elettrica di Utenza a 36kV a servizio dell'impianto eolico “ENNA”;
- Cavo di collegamento AT a 36kV tra la Stazione Elettrica di Utenza e la nuova Stazione RTN.

3 CAVIDOTTO AT DI COLLEGAMENTO TRA LE TURBINE E LA STAZIONE UTENTE

L'energia elettrica di ciascuna aerogeneratore, come già detto, verrà convogliata alla stazione di trasformazione mediante cavi interrati collegati tra loro con schema ad albero.

L'impianto è stato suddiviso in 4 linee che collegheranno in serie le turbine seguendo lo schema sotto riportato:

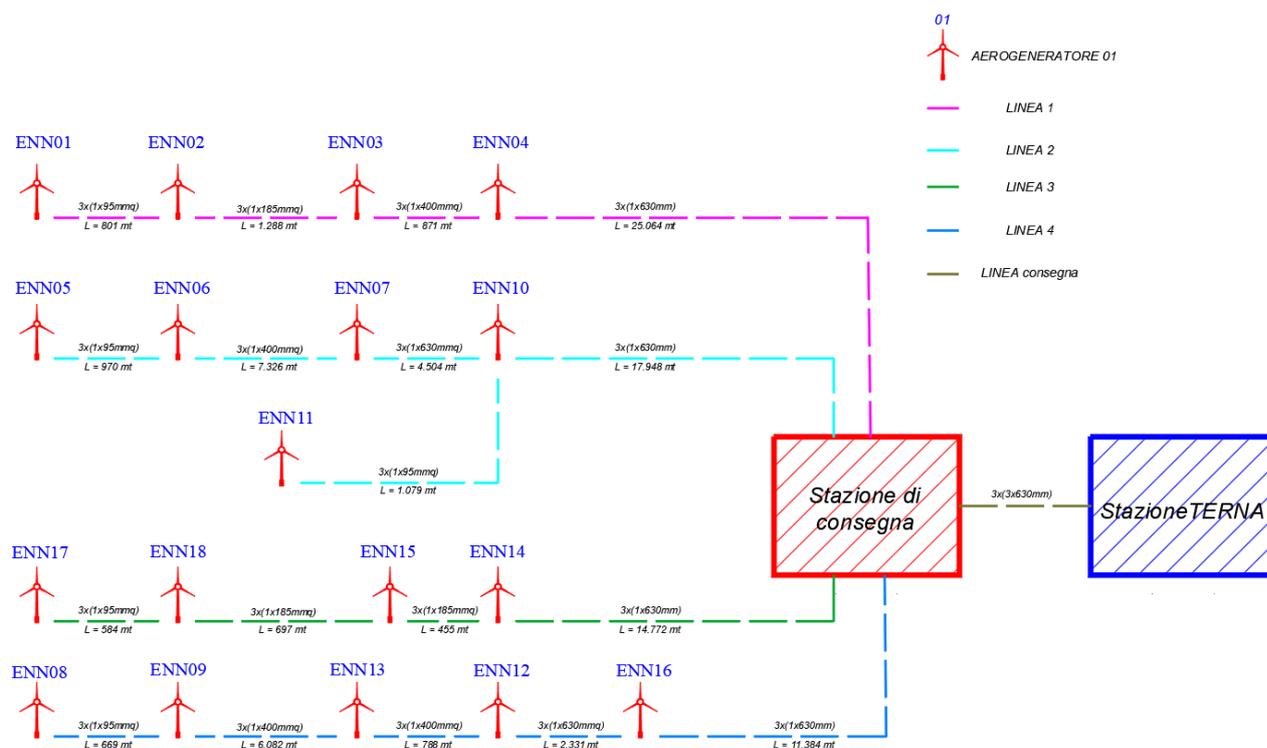


Fig. 3.1 Schema elettrico unifilare impianto

Gli elementi che sono stati considerati, nella scelta del tracciato sono i seguenti:

- caratteristiche fisiche del terreno lungo il tracciato dei cavi;
- presenza di servizi o manufatti superficiali e sotterranei in vicinanza o lungo il cavidotto
- presenza di piante in vicinanza o lungo il tracciato dei cavi;
- distanza dai luoghi con permanenza prolungata delle persone ai fini del rispetto degli obiettivi di qualità come definiti dall'articolo 4 del DPCM del 08/07/03.

La rete elettrica di raccolta dell'energia prodotta è prevista in alta tensione con una tensione di esercizio a 36 kV che consente di minimizzare le perdite elettriche e di ridurre la fascia di rispetto



per i campi elettromagnetici, determinata ai sensi della L.36/01 e D.M. 29.05.2008.

Il dimensionamento dei cavi è stato condotto utilizzando i seguenti criteri:

- Criterio termico
- Criterio della max caduta di tensione

3.1 CONDIZIONI PROGETTUALI DI POSA

Le condizioni progettuali di posa e le relative ipotesi adottate sono:

- Tensione di esercizio dell'impianto elettrico pari a: 36 kV.
- Temperatura media del terreno: 25 °C
- Resistività termica del terreno: 1,5 °Km / W
- Distanza minima tra terne di cavi in terra: 25 cm
- Profondità di posa: 1,1 m
- Fattore di potenza: 0,95
- Tipo di posa: interrata con disposizione a trifoglio

I risultati ottenuti hanno lo scopo di verificare il dimensionamento di massima dei cavi dell'impianto e potranno, in fase esecutiva, essere diversamente ottimizzati in funzione delle differenti scelte tecniche che saranno disponibili al momento della progettazione esecutiva.

3.2 CALCOLI ELETTRICI CAVIDOTTI

Si è verificato che le cadute di portata per tutte le singole tratte siano contenute entro il 3,5% e entro il 4,0% per l'intera linea secondo la seguente:

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



dove:

- P: potenza transitante
- Q: potenza reattiva, con fattore di potenza 0,95;
- R: resistenza del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;
- X: reattanza del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;
- V: tensione di esercizio del cavo (36kV).

La portata effettiva dei cavi è stata calcolata secondo la seguente:

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

Dove:

- I_0 = portata nominale (a 20°C)
- K1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C (posto pari a 0.96 per esercizio a 25°C)
- K2 = Fattore di correzione per compresenza di circuiti (distanza fra i circuiti 0,25 m)
- K3 = Fattore di correzione per profondità diversa da 0,8 m (per posa ad 1,1m)
- K4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W (valore pari a quello per posa in terreno asciutto - essendo questa la condizione più gravosa, si pone la il correttore pari ad 1)

Nelle tabelle seguenti si riportano i dati di calcolo utilizzati ed i risultati delle verifiche effettuate.



Calcolo cavi elettrici AT					
linea 1		tratto	tratto	tratto	tratto
Dati di progetto		Da ENN01 a ENN02	Da ENN02 a ENN03	Da ENN03 a ENN04	Da ENN04 a SET
P	Kw	4.000	8.000	12.000	16.000
V	V	36.000	36.000	36.000	36.000
Cosfi		0,95	0,95	0,95	0,95
In	A	67,5	135,1	202,6	270,1
Lunghezza tratto	m	801	1.288	871	25.064
Tipologia		ARE4H5EE	ARE4H5EE	ARE4H5EE	ARE4H5EE
sezione cavo	mmq	95	185	400	630
Criterio carico termico					
Portata nominale cavo I ₀	A	229	324	466	700
numero terne adiacenti		2	2	2	4
Fattore correttivo K		0,82944	0,82944	0,82944	0,6912
Portata massima cavo	A	189,94	268,74	386,52	483,84
esito criterio		verifica	verifica	verifica	verifica
Criterio max perdita di carico					
Resistenza elettrica	da tabella	0,411	0,211	0,101	0,0625
Reattanza	da tabella	0,14	0,12	0,11	0,11
K		0,752	0,412	0,226	0,162
Delta V	V	40,7	71,7	39,8	1098,9
percentuale caduta	%	0,113	0,199	0,111	3,053
% massima accettabile	%	2	2	2	4
esito criterio		verifica	verifica	verifica	verifica
Caduta totale linea	V	1251,116			
% caduta totale linea	%	3,475			
% caduta accettabile totale linea	%	4			
esito criterio				verifica	

Tab. 3.1 calcoli elettrici linea 1

Calcolo cavi elettrici AT					
linea 2		tratto	tratto	tratto	tratto
Dati di progetto		Da ENN05 a ENN06	Da ENN06 a ENN07	Da ENN07 a ENN10	Da ENN11 a ENN10
P	Kw	4.000	8.000	12.000	4.000
V	V	36.000	36.000	36.000	36.000
Cosfi		0,95	0,95	0,95	0,95
In	A	67,5	135,1	202,6	67,5
Lunghezza tratto	m	970	7.326	4.504	1.079
Tipologia		ARE4H5EE	ARE4H5EE	ARE4H5EE	ARE4H5EE
sezione cavo	mmq	95	400	630	95
Criterio carico termico					
Portata nominale cavo I ₀	A	229	466	700	229
numero terne adiacenti		2	2	2	4
Fattore correttivo K		0,82944	0,82944	0,82944	0,82944
Portata massima cavo	A	189,94	386,52	580,61	189,94
esito criterio		verifica	verifica	verifica	verifica
Criterio max perdita di carico					
Resistenza elettrica	da tabella	0,411	0,101	0,0625	0,411
Reattanza	da tabella	0,14	0,11	0,11	0,14
K		0,752	0,226	0,162	0,752
Delta V	V	49,3	223,3	148,1	54,8
percentuale caduta	%	0,137	0,620	0,411	0,152
% massima accettabile	%	2	2	2	2
esito criterio		verifica	verifica	verifica	verifica
Caduta totale linea	V	1404,321			
% caduta totale linea	%	3,901			
% caduta accettabile totale linea	%	4			
esito criterio				verifica	

Tab. 3.2 calcoli elettrici linea 2



Calcolo cavi elettrici AT					
linea 3		tratto	tratto	tratto	tratto
Dati di progetto		Da ENN17 a ENN18	Da ENN18 a ENN15	Da ENN15 a ENN14	Da ENN14 a SET
P	Kw	4.000	8.000	12.000	16.000
V	V	36.000	36.000	36.000	36.000
Cosfi		0,95	0,95	0,95	0,95
In	A	67,5	135,1	202,6	270,1
Lunghezza tratto	m	584	697	455	14.772
Tipologia		ARE4H5EE	ARE4H5EE	ARE4H5EE	ARE4H5EE
sezione cavo	mmq	95	185	185	630
Criterio carico termico					
Portata nominale cavo I ₀	A	229	324	324	700
numero terne adiacenti		2	2	2	4
Fattore correttivo K		0,82944	0,82944	0,82944	0,6912
Portata massima cavo	A	189,94	268,74	268,74	483,84
esito criterio		verifica	verifica	verifica	verifica
Criterio max perdita di carico					
Resistenza elettrica	da tabella	0,411	0,211	0,211	0,0625
Reattanza	da tabella	0,14	0,12	0,12	0,11
K		0,752	0,412	0,412	0,162
Delta V	V	29,7	38,8	38,0	647,7
percentuale caduta	%	0,082	0,108	0,106	1,799
% massima accettabile	%	2	2	2	2
esito criterio		verifica	verifica	verifica	verifica
Caduta totale linea	V	754,112			
% caduta totale linea	%	2,095			
% caduta accettabile totale linea	%	4			
esito criterio				verifica	

Tab. 3.3 calcoli elettrici linea 3

Calcolo cavi elettrici AT						
linea SM-Stazione produttore 4 terne		tratto	tratto	tratto	tratto	tratto
Dati di progetto		Da ENN08 a ENN09	Da ENN09 a ENN13	Da ENN13 a ENN12	Da ENN12 a ENN16	Da ENN16 a SET
P	Kw	4.000	8.000	12.000	16.000	20.000
V	V	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000
Cosfi		0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
In	A	67,5	135,1	202,6	270,1	337,6
Lunghezza tratto	m	669	6.082	788	2.331	11.384
Tipologia		ARE4H5EE	ARE4H5EE	ARE4H5EE	ARE4H5EE	ARE4H5EE
sezione cavo	mmq	95	400	400	630	630
Criterio carico termico						
Portata nominale cavo I ₀	A	229	466	466	700	700
numero terne adiacenti		2	2	2	2	4
Fattore correttivo K		0,82944	0,82944	0,82944	0,82944	0,6912
Portata massima cavo	A	189,94	386,52	386,52	580,61	483,84
esito criterio		verifica	verifica	verifica	verifica	verifica
Criterio max perdita di carico						
Resistenza elettrica	da tabella	0,411	0,101	0,101	0,0625	0,0625
Reattanza	da tabella	0,14	0,11	0,11	0,11	0,11
K		0,752	0,226	0,226	0,162	0,162
Delta V	V	34,0	185,4	36,0	102,2	623,9
percentuale caduta	%	0,094	0,515	0,100	0,284	1,733
% massima accettabile	%	2	2	2	2	4
esito criterio		verifica	verifica	verifica	verifica	verifica
Caduta totale linea	V	981,488				
% caduta totale linea	%	2,726				
% caduta accettabile totale linea	%	4				
esito criterio					verifica	

Tab. 3.4 calcoli elettrici linea 4

3.3 TIPOLOGIA CAVI AT

I cavi scelti, per il collegamento tra le turbine e la cabina di consegna, saranno terne di cavi unipolari, con conduttori in alluminio, schermo metallico e guaina in PE.



L'installazione dei cavi dovrà soddisfare tutti i requisiti imposti dalla normativa vigente e dalle norme tecniche dei singoli enti proprietari delle infrastrutture attraversate ed in particolare dalle norme CEI 11-17 e 11-1.

Il cavo per le linee interrate sarà del tipo ARE4H5EE avente le seguenti caratteristiche:

- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso
- Isolamento: polietilene reticolato DIX8
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo
- Schermo: nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale
- Guaina: Polietilene,
- Colore: rosso
- Tensione nominale d'esercizio: U0/U 20,8/36 kV
- Temperature d'esercizio: -15°/+90°C

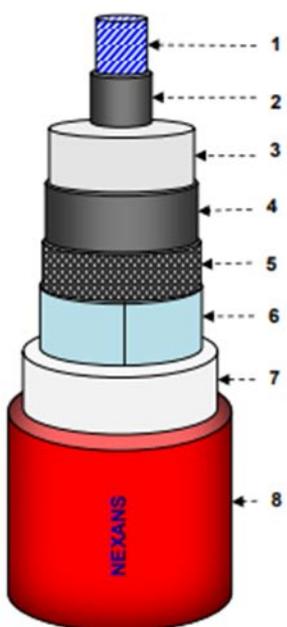
		ARE4H5EE 20,8/36 kV 1x... SK2												
<p>HIGH VOLTAGE CABLE SINGLE CORE CABLE WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALUMINIUM TAPE SCREEN AND DOUBLE PE SHEATH, SHOCK RESISTANT.</p>														
<p>APPLICATIONS AND CHARACTERISTICS <i>In HV energy distribution networks for voltage systems up to 42kV.</i> <i>Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location.</i> SHOCK PROOF SK2 has a very good shock resistance characteristics. <i>The two special outer sheaths provide an excellent protection against impact and mechanical abuse during the lifetime of the cable.</i> Shock Proof SK2 cable performances has been evaluated against mechanical protection by the abrasion test and the impact test included in CEI 20-68 standard. This type of cable can be directly buried without additional protections because it is comparable to an armoured cable.</p>														
<p>FUNCTIONAL CHARACTERISTICS</p> <table border="0"> <tr> <td>Rated voltage U_0/U:</td> <td style="text-align: right;">20,8/36 kV</td> </tr> <tr> <td>Maximum voltage U_m:</td> <td style="text-align: right;">42 kV</td> </tr> <tr> <td>Test voltage:</td> <td style="text-align: right;">2,5 U_0</td> </tr> <tr> <td>Max operating temperature of conductor:</td> <td style="text-align: right;">90 °C</td> </tr> <tr> <td>Max short-circuit temperature:</td> <td style="text-align: right;">250 °C (for max 5 s)</td> </tr> <tr> <td>Max short-circuit temperature (screen):</td> <td style="text-align: right;">150 °C</td> </tr> </table>			Rated voltage U_0/U :	20,8/36 kV	Maximum voltage U_m :	42 kV	Test voltage:	2,5 U_0	Max operating temperature of conductor:	90 °C	Max short-circuit temperature:	250 °C (for max 5 s)	Max short-circuit temperature (screen):	150 °C
Rated voltage U_0/U :	20,8/36 kV													
Maximum voltage U_m :	42 kV													
Test voltage:	2,5 U_0													
Max operating temperature of conductor:	90 °C													
Max short-circuit temperature:	250 °C (for max 5 s)													
Max short-circuit temperature (screen):	150 °C													
<p>CONSTRUCTION</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conductor stranded, compacted, round, aluminium - class 2 acc. to IEC 60228 2. Conductor screen extruded semiconducting compound 3. Insulation extruded cross-linked polyethylene (XLPE) compound 4. Insulation screen extruded semiconducting compound - fully bonded 5. Longitudinal watertightness semiconducting water blocking tape 6. Metallic screen and radial water barrier aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm) 7. First sheath - 1 extruded PE compound 8. Second sheath - 2 extruded PE compound - colour: red with improved impact resistance 														
<p>Max pulling force during laying 50 N/mm² (applied on the conductors) Min bending radius during laying 14 D_{cable} (dynamic condition) Minimum temperature during laying - 25 °C (cable temperature)</p>		<p>STANDARDS IEC 60840 where applicable (testing) Nexans Design HD 620 where applicable (materials) CEI 20-68 where applicable (impact test)</p>												

Figura 3.2 Cavo AT interrato con norme di riferimento



3.4 TIPOLOGIE DI POSA CAVIDOTTI INTERRATI

La sezione tipo del cavidotto prevede accorgimenti tipici in questo ambito di lavori (allettamento dei cavi su sabbia, coppone di protezione e nastro di segnalazione al di sopra dei cavi, a guardia da possibili scavi incauti).

Sarà inoltre prevista la posa della fibra ottica necessaria per la trasmissione dati e relativo controllo dell'impianto. All'interno dello scavo del cavidotto troverà posto anche la corda di rame nuda dell'impianto equipotenziale.

Il cavidotto AT è posato su strade in asfalto (Tipologia A) o su terreni agricoli/strade sterrate (Tipologia B), entro scavi a sezione obbligata a profondità stabilita dalle norme CEI 11/17 e dal codice della strada.

Nel caso posa su terreno agricolo la profondità di scavo è di 1,10 m, nelle strade asfaltate lo scavo sarà di 1,20 m di profondità per far sì che l'estradosso dei cavi sia sempre a profondità maggiore a 1,00 m dal piano stradale. Prima della posa del cavo AT sarà realizzato un letto con idoneo materiale sabbioso di spessore di circa 10 cm. Il cavo sarà rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale sabbioso per uno spessore complessivo di 50 cm. Al di sopra della sabbia verrà ripristinato il materiale originario dello scavo. Sul fondo dello scavo sarà posata la rete di terra realizzata con corda in rame nudo di 50 mmq di sezione. Tra lo strato di sabbia ed il ricoprimento sarà collocato una protezione meccanica formata da una coppella in pvc. Nello strato di ricoprimento sarà posto il nastro monitore in numero di file pari alle terne presenti nello scavo.

Nelle strade asfaltate sarà ripristinato il binder e lo strato di usura finale secondo le prescrizioni.

La larghezza dello scavo sarà da 0,60 m a 1,60 m.

Di seguito si riporta un esempio di sezione tipo su strada interpoderale/terreno agricolo e una su strada asfaltata.

TRINCEA PER UN CAVO SU STRADA STERRATA O TERRENO AGRICOLO
 Sezione tipo 1B

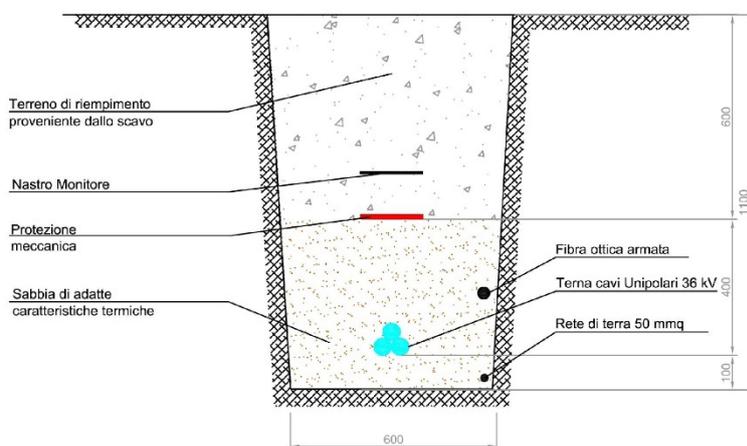


Figura 4.3 Sezione tipo di scavo su terreno agricolo

TRINCEA PER TRE CAVI SU STRADA ASFALTATA
 Sezione tipo 3B

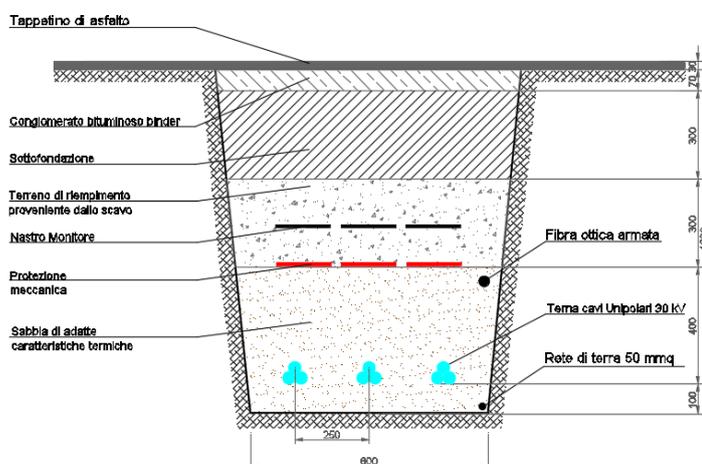


Fig. 4.4 Sezione tipo di scavo a 3 terne su strada asfaltata