



REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI TRAPANI
PROVINCIA DI AGRIGENTO
COMUNE DI CASTELVETRANO
COMUNE DI MENFI

OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 5 AEROGENERATORI DA 6,6 MW CIASCUNO PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 33 MW SITO NEL COMUNE DI CASTELVETRANO (TP) IN LOCALITÀ C.DA CASE NUOVE E DA UN SISTEMA DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO DA 18 MW SITO NEL COMUNE DI MENFI (AG) IN LOCALITÀ C.DA GENOVESE E OPERE CONNESSE NEI COMUNI DI CASTELVETRANO (TP) MENFI, SAMBUCA DI SICILIA E SCIACCA (AG).

PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE



SKI 34 S.r.l.
Società soggetta ad attività di direzione
e coordinamento di Statkraft AS
Partita IVA 12417100968
Gruppo IVA 11412940964
C.F. 12417100968
Via Caradosso 9
20123 Milano

TITOLO

RELAZIONE DISTANZE DI SICUREZZA

PROGETTISTA

Dott. Ing. Girolamo Gorgone

Collaboratori

Ing. Gioacchino Ruisi
Ing. Giuseppina Brucato
Arch. Eugenio Azzarello
All. Arch. Flavia Termini

Ing. Francesco Lipari
Dott. Haritiana Ratsimba
Dott. Agr. e For. Michele Virzi
Dott. Martina Affronti

Dott. Valeria Croce
Dott. Irene Romano
Barbara Gorgone

CODICE ELABORATO

SK_R_02_B_C

SCALA

n°.Rev.	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

Rif. PROGETTO

N. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

NOME FILE DI STAMPA

SCALA DI STAMPA DA FILE



Statkraft

SKI 34 S.r.l.
Società soggetta ad attività di direzione
e coordinamento di Statkraft AS
Partita IVA 12417100968
Gruppo IVA 11412940964
C.F. 12417100968
Via Caradosso 9
20123 Milano

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 5 aerogeneratori da 6,6 MW ciascuno per una potenza complessiva di 33 MW sito nel comune di Castelvetro (TP) in località C.da Case Nuove e da un sistema di accumulo elettrochimico da 18 MW sito nel comune di Menfi (AG) in località C.da Genovese e da opere connesse nei comuni di Castelvetro (TP), Menfi, Sambuca di Sicilia e Sciacca (AG).

Sommario

INDICE DELLE TABELLE 1

INDICE DELLE FIGURE 2

1 OGGETTO 3

2 AMBITO DI APPLICAZIONE 3

3 RIFERIMENTI 3

4 DEFINIZIONI 4

5 SVILUPPO 4

5.1 Distanze di sicurezza per sottostazioni di tipo esterno 4

5.1.1 Distanze minime fase-terra 5

5.1.2 Distanze minime fase-fase 5

5.1.3 Valore di base 6

5.1.4 Distanza di sicurezza per il movimento del personale 7

5.2 Distanze dall'apparecchiatura alla parete dell'involucro 8

5.2.1 Distanze dall'involucro 8

5.3 Distanze di sicurezza dei trasformatori di potenza 9

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Distanze minime nella fase aria-terra 5

Tabella 2 - Distanze minime nell' area fase-fase 6

Tabella 3 - Valore di base per diversi livelli di tensione 6

Tabella 4 - Distanze di sicurezza per il movimento del personale 7

Tabella 5 - Distanza minima fase-terra 9

Tabella 6 - Distanze minime per trasformatori da esterno 10



Statkraft

SKI 34 S.r.l.
Società soggetta ad attività di direzione
e coordinamento di Statkraft AS
Partita IVA 12417100968
Gruppo IVA 11412940964
C.F. 12417100968
Via Caradosso 9
20123 Milano

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 5 aerogeneratori da 6,6 MW ciascuno per una potenza complessiva di 33 MW sito nel comune di Castelvetro (TP) in località C.da Case Nuove e da un sistema di accumulo elettrochimico da 18 MW sito nel comune di Menfi (AG) in località C.da Genovese e da opere connesse nei comuni di Castelvetro (TP), Menfi, Sambuca di Sicilia e Sciacca (AG).

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Distanze tra apparecchiature e sottostazione ad alta tensione..... 8

1 OGGETTO

Il seguente elaborato si pone l'obiettivo di stabilire le distanze aeree minime e le distanze di sicurezza per i livelli di tensione 30/36 kV da preservare nella progettazione dell'interconnessione tra la Sottostazione e il Parco Eolico di Castelvetrano.

2 AMBITO DI APPLICAZIONE

Stabilire le linee guida per il dimensionamento delle sottostazioni, per livelli di tensione di 30/36 KV, sulla base dei valori delle distanze aeree minime e di sicurezza stabilite dagli standard internazionali.

3 RIFERIMENTI

La progettazione della sottostazione sarà conforme alle normative nazionali applicabili e alle raccomandazioni delle organizzazioni internazionali che contribuiscono costantemente allo stato dell'arte della progettazione delle sottostazioni elettriche.

Gli standard nazionali e le linee guida di progettazione applicabili sono elencati di seguito:

- E. C. (1999). Impianti di potenza superiore a 1 kV in c.a. HD 637 SI. Bruxelles, Belgio.
- Commissione Elettrotecnica Internazionale (2018). Coordinamento dell'isolamento - Parte 2: Guida all'applicazione. IEC 60071 - 2. Ginevra, Svizzera.
- Commissione Elettrotecnica Internazionale (2010). Impianti di potenza superiore a 1 kV in c.a. - Parte I: Regole comuni. IEC 61936-1. Ginevra, Svizzera.

Altri standard e/o linee guida di progettazione richiesti devono essere debitamente citati nelle relative relazioni di calcolo.

4 DEFINIZIONI

Di seguito sono riportati i termini e le definizioni più comunemente utilizzati nel presente rapporto:

Distanza di sicurezza: la distanza minima che deve essere mantenuta nell'aria tra le parti energizzate dalle apparecchiature (conduttori) e il suolo o tra le apparecchiature (conduttori) sulle quali è necessario eseguire lavori in una sottostazione.

Distanza aeree minima: è il valore che garantisce la resistenza dielettrica della cabina a fronte di impulsi di sovratensioni, quali fulmini, commutazioni o sovratensioni a frequenza industriale.

IEC: abbreviazione di *International Electrotechnical Commission*. Commissione per la standardizzazione mondiale nel campo dell'elettrotecnica, con sede a Ginevra, Svizzera.

Livello di isolamento nominale: per le apparecchiature con tensione massima di progetto inferiore a 245 kV, il livello di isolamento nominale corrisponde alla tensione di resistenza alla sovratensione di origine atmosferica (fulmine) (BIL) e alla tensione di resistenza alla frequenza di alimentazione.

Valore di base: è il valore che determina una "zona di protezione" intorno alle parti sotto tensione. Questo valore è legato al livello di isolamento e alle distanze minime dall'aria.

5 SVILUPPO

Le distanze di sicurezza per le apparecchiature nelle sottostazioni sono descritte di seguito:

- Tipo esterno;
- Tipo di interno.

5.1 Distanze di sicurezza per sottostazioni di tipo esterno

La procedura generale da eseguire per determinare le distanze di sicurezza nelle sottostazioni in caso di attrezzature di cantiere è illustrata di seguito:

- Determinare i valori di distanza minima stabiliti dalla norma IEC 61936-1, in base ai valori BIL selezionati nel rapporto di coordinamento dell'isolamento solido-terra e per ciascuno dei livelli di tensione da considerare;



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 5 aerogeneratori da 6,6 MW ciascuno per una potenza complessiva di 33 MW sito nel comune di Castelvetro (TP) in località C.da Case Nuove e da un sistema di accumulo elettrochimico da 18 MW sito nel comune di Menfi (AG) in località C.da Genovese e da opere connesse nei comuni di Castelvetro (TP), Menfi, Sambuca di Sicilia e Sciacca (AG).

- Calcolare il "Valore di base";
- Stabilire la "Zona di sicurezza";
- Stabilire le distanze di sicurezza per il movimento del personale;
- Stabilire le distanze di sicurezza per il lavoro sulle attrezzature.

5.1.1 Distanze minime fase-terra

I valori di distanza minima sono tratti dalla norma IEC 61936-1, in funzione del livello di isolamento di base (BIL) delle apparecchiature da selezionare per le sottostazioni convenzionali, a questo valore si applica un fattore di sicurezza di 1,15 (normativa IEC 60071-2).

Tensione nominale, Vn (kV rms)	Tensione nominale di resistenza alla sovratensione di fulmine, Up (kV picco)	Distanza minima fase-terra (mm)	
		Punta – struttura (IEC 60071-2)	Con fattore di sicurezza (1,15)
30	170	320	368
36	170	320	368

Tabella 1 - Distanze minime nella fase aria-terra

Note: i livelli di tensione di resistenza alla corrente di fulmine sono determinati nello studio di coordinamento dell'isolamento.

5.1.2 Distanze minime fase-fase

I valori minimi di distanza fase-fase sono indicati dalla norma IEC 61936-1 in base al BIL delle apparecchiature della sottostazione. Inoltre, si raccomanda di applicare un fattore di sicurezza di 1,25.

Se tra le fasi più vicine delle due sbarre è presente un'altra sbarra adiacente, sarà necessario mantenere una distanza pari alla distanza fase-fase aumentata di almeno il 25%.

Le considerazioni saranno effettuate in conformità alle raccomandazioni delle norme internazionali, poiché le sbarre possono essere soggette a diverse sovratensioni.

Di seguito sono riportate le distanze minime fase-fase tra parti conduttrici flessibili dello stesso circuito e di circuiti diversi.



SKI 34 S.r.l.
Società soggetta ad attività di direzione
e coordinamento di Statkraft AS
Partita IVA 12417100968
Gruppo IVA 11412940964
C.F. 12417100968
Via Caradosso 9
20123 Milano

Statkraft

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 5 aerogeneratori da 6,6 MW ciascuno per una potenza complessiva di 33 MW sito nel comune di Castelvetro (TP) in località C.da Case Nuove e da un sistema di accumulo elettrochimico da 18 MW sito nel comune di Menfi (AG) in località C.da Genovese e da opere connesse nei comuni di Castelvetro (TP), Menfi, Sambuca di Sicilia e Sciacca (AG).

Tensione nominale, Vn (kV rms)	Tensione nominale di resistenza alla sovratensione di fulmine, Up (kV picco)	Distanza minima fase-fase (mm)			
		Dallo stesso circuito		Da un circuito diverso	
		Nessun fattore secondo la norma IEC 60071-2	Con un fattore di sicurezza di 1,25	Nessun fattore secondo la norma IEC 60071-2	Con un fattore di sicurezza di 1,25
30	170	320	400	320	500
36	170	320	400	320	500

Tabella 2 - Distanze minime nell' area fase-fase

5.1.3 Valore di base

Il Valore Base è determinato dalla distanza minima fase-terra in aria, adottata per la progettazione delle sottostazioni in conformità alle pubblicazioni IEC, per garantire una distanza adeguata a prevenire il rischio di incendio generalizzato anche nelle condizioni più sfavorevoli.

Il valore di base è il valore minimo della distanza aria-fase-terra raccomandato dalla norma IEC 61936-1, aumentato del 15% come fattore di sicurezza per tenere conto delle tolleranze di fabbricazione e di montaggio delle apparecchiature, nonché delle differenze tra i vari produttori.

$$\text{Valore di base} = 115\% \times \text{distanza minima fase-terra}$$

Tensione nominale, Vn (kV rms)	Tensione nominale di resistenza alla sovratensione di fulmine, Up (kV picco)	Distanza minima fase-terra (mm)	Valore di base	
			15% da aggiungere (mm)	Totale(mm)
30	170	320	48	368
36	170	320	48	368

Tabella 3 - Valore di base per diversi livelli di tensione



Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 5 aerogeneratori da 6,6 MW ciascuno per una potenza complessiva di 33 MW sito nel comune di Castelvetro (TP) in località C.da Case Nuove e da un sistema di accumulo elettrochimico da 18 MW sito nel comune di Menfi (AG) in località C.da Genovese e da opere connesse nei comuni di Castelvetro (TP), Menfi, Sambuca di Sicilia e Sciacca (AG).

5.1.4 Distanza di sicurezza per il movimento del personale

È la distanza di sicurezza tra il suolo e la parte più bassa della sottostazione che deve essere mantenuta per la circolazione del personale. Questa distanza è determinata aggiungendo al Valore di base una distanza di 2250 mm (secondo la norma IEC 61936-1), che corrisponde all'altezza media di un operatore con le braccia distese verticalmente; pertanto la distanza tra la base di un eventuale isolatore di palo e il suolo non deve essere inferiore a 2250 mm.

Tensione nominale, Vn (kV rms)	Tensione nominale di resistenza alla sovratensione di fulmine, Up (kV picco)	Valore di base (mm)	Distanza di sicurezza sotto i collegamenti	
			Zona di sicurezza (mm)	Valore totale (mm)
30	170	368	2250	2618
36	170	368	2250	2618

Tabella 4 - Distanze di sicurezza per il movimento del personale

Note: Il valore minimo consigliato per le distanze di sicurezza è di 3000 mm.

5.2 Distanze dall'apparecchiatura alla parete dell'involucro

5.2.1 Distanze dall'involucro

Le distanze di sicurezza dalla parte dell'involucro per le sottostazioni ad alta e media tensione si basano sulla norma IEC 61936-1 "Installazioni di potenza superiore a 1 kV in c.a.", dove è indicato che, per le pareti, devono essere rispettate le seguenti indicazioni:

- Distanza minima tra le apparecchiature sotto tensione e l'involucro per le sottostazioni ad alta tensione.

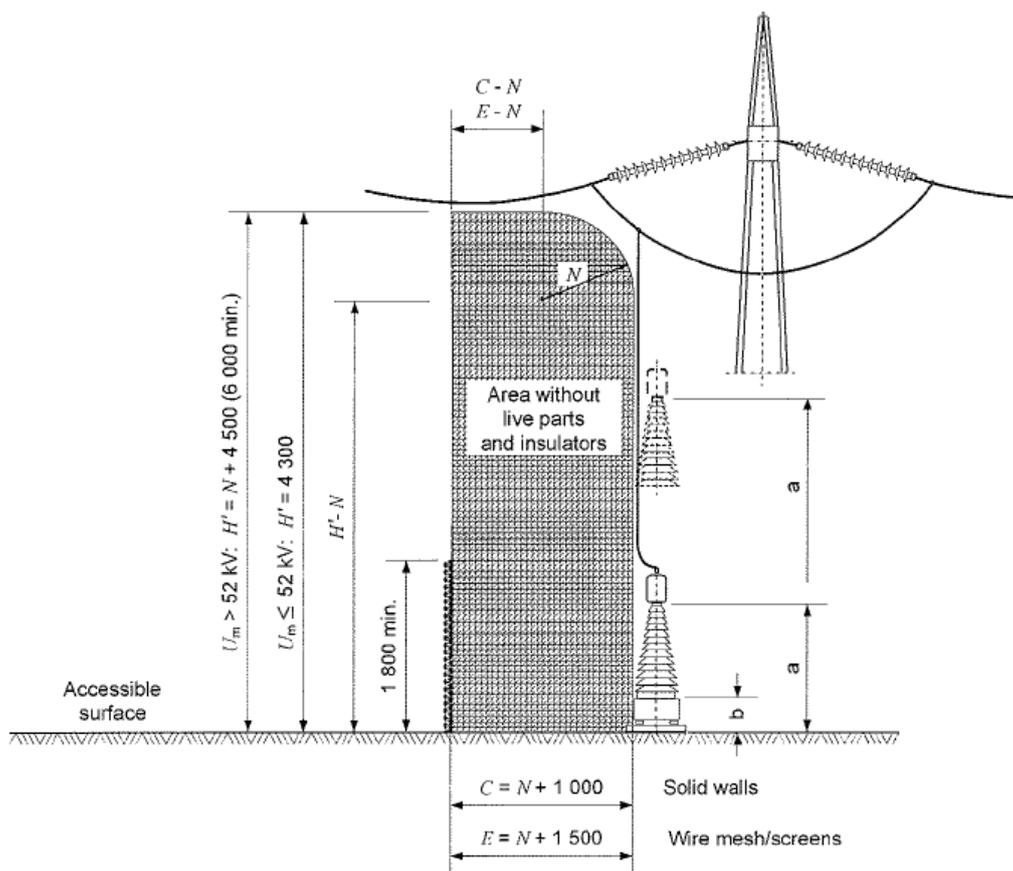


Figura 1 - Distanze tra apparecchiature e sottostazione ad alta tensione

- La distanza minima dall'involucro deve essere $N + 1000$ mm, dove N è la distanza minima fase-terra per il livello di tensione di 36 kV, pari a 368 mm, come indicato nella tabella seguente.

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 5 aerogeneratori da 6,6 MW ciascuno per una potenza complessiva di 33 MW sito nel comune di Castelvetro (TP) in località C.da Case Nuove e da un sistema di accumulo elettrochimico da 18 MW sito nel comune di Menfi (AG) in località C.da Genovese e da opere connesse nei comuni di Castelvetro (TP), Menfi, Sambuca di Sicilia e Sciacca (AG).

Tensione nominale, Vn (kV rms)	Tensione nominale di resistenza alla sovratensione di fulmine, Up (kV picco)	Distanza minima fase-terra secondo IEC 60071-2 (mm)	Distanza minima dall'involucro secondo IEC 61936-1 (mm)
36	170	368	1368

Tabella 5 - Distanza minima fase-terra

Pertanto, la distanza minima dall'involucro è di 1,368 metri, conforme alla distanza minima stabilita nella norma IC 61936-1.

5.3 Distanze di sicurezza dei trasformatori di potenza

Affinché la distanza di sicurezza dai trasformatori di potenza definisca la necessità di una parete tagliafuoco, secondo la norma IEC 61936-1 "Installazioni di potenza superiore a 1 kV in ca." a pagina 67, sezione 8.7.2.1 per le installazioni all'aperto, il trasformatore di potenza, a seconda del suo livello di olio, deve rispettare le distanze indicate nella tabella.

Tipo di trasformatore	Volume del liquido L	Spazio G da	
		Altro trasformatore o superficie dell'edificio non combustibile m	Superficie edificio combustibile m
Trasformatori isolate ad olio (O)	1000 <...< 2000	3	7,5
	2000 <...< 20000	5	10
	20000 <...< 45000	10	20
	> 45000	15	30
Trasformatore a isolamento liquido meno infiammabile (K) senza protezione avanzata	1000 <...< 3800	1,5	7,5
	> 3800	4,5	15
Trasformatore a isolamento liquido meno infiammabile (K) senza protezione avanzata	Distanza G dalla superficie dell'edificio o dai trasformatori adiacenti		
	Orizzontale m		Verticale m
	0,9		1,5
	Classe di comportamento	Distanza G dalla superficie dell'edificio o dai trasformatori adiacenti	



SKI 34 S.r.l.
 Società soggetta ad attività di direzione
 e coordinamento di Statkraft AS
 Partita IVA 12417100968
 Gruppo IVA 11412940964
 C.F. 12417100968
 Via Caradosso 9
 20123 Milano

Statkraft

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico composto da 5 aerogeneratori da 6,6 MW ciascuno per una potenza complessiva di 33 MW sito nel comune di Castelvetro (TP) in località C.da Case Nuove e da un sistema di accumulo elettrochimico da 18 MW sito nel comune di Menfi (AG) in località C.da Genovese e da opere connesse nei comuni di Castelvetro (TP), Menfi, Sambuca di Sicilia e Sciacca (AG).

Trasformatori a secco (A)		Orizzontale m	Verticale m
	F0		1,5
F1		-	-

Tabella 6 - Distanze minime per trasformatori da esterno

Palermo 11/08/2023

Ing. Girolamo Gorgone