



Novembre 2022

## **WIND ITALY 1 S.R.L.**

**IMPIANTO EOLICO WIND ITALY 1**

**PROVINCIA DI GROSSETO**

**COMUNE DI MANCIANO**

**Montana**

**ELABORATI TECNICI DI PROGETTO**

**ELABORATO R17**

***CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI***

**Progettista**

Ing. Laura Maria Conti – Ordine Ing. Prov. Pavia n.1726

**Codice elaborato**

2799\_5186\_MAN\_PD\_R17\_Rev0\_Calcolo preliminare impia.docx



## Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2799_5186_MAN_PD_R17_Rev0_Calcolo preliminare impia.docx	11/2022	Prima emissione	MP	C. Pluchino	L. Conti



## Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Corrado Pluchino	Coordinamento Progettazione	Ord. Ing. Prov. MI n. A27174
Daniele Crespi	Coordinamento SIA	
Riccardo Festante	Tecnico competente in acustica	ENTECA n. 3965
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9583J
Matteo Lana	Ingegnere Ambientale – Progettazione Civile	
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Vincenzo Gionti	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
Matthew Piscedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Davide Lo Conte	Geologo	Ordine Geologi Umbria n.445
Elena Comi	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Ali Basharзад	Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301



Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Marco Corrù	Architetto	
Giuseppe Ferranti	Architetto – Progettazione Civile	Ord. Arch. Prov. Palermo – Sez. A Pianificatore Territoriale n. 6328
Sergio Alifano	Architetto	
Elena Lanzi	Dottore Agronomo - Valutazioni ambientali	Ordine Dott. Agr. For Prov. PI, LU, MS - n. 688
Andrea Vatteroni	Dottore Agronomo - Valutazioni ambientali	Ordine Dott. Agr. For. Prov. PI, LU, MS - n. 580
Cristina Rabozzi	Ingegnere Ambientale - Valutazioni ambientali	Ordine Ingegneri Prov. SP - n. A 1324
Sara Cassini	Ingegnere Ambientale - Valutazioni ambientali	
Michela Bortolotto	Architetto Pianificatore - Valutazioni paesaggistiche e analisi territoriali	Ord. Arch., Pianif., Paes. e Cons. Prov. PI - n. 1281
Alessandro Sergenti	Naturalista - Valutazioni d'incidenza	
Alessandro Costantini	Archeologo	Elenco Nazionale degli Archeologi – 1 Fascia - n. 3209
Francesco Borchi	Tecnico competente in acustica	ENTECA - n. 7919



## INDICE

<b>1. PREMESSA GENERALE</b> .....	<b>5</b>
1.1 PRESENTAZIONE DEL PROGETTO.....	5
1.2 LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO.....	5
1.3 DATI GENERALI DEL PROGETTO .....	6
1.4 SCOPO DEL DOCUMENTO.....	7
<b>2. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELL'OPERA</b> .....	<b>8</b>
2.1 COMPONENTI MECCANICHE.....	8
2.1.1 AEROGENERATORE SIEMENS GAMESA SG 6.0-170 – 6MW .....	8
<b>3. SOLUZIONE DI CONNESSIONE PREVISTA PER L' IMPIANTO</b> .....	<b>13</b>
<b>5. RIFERIMENTI NORMATIVI</b> .....	<b>15</b>
5.1 NORME DI RIFERIMENTO .....	15
<b>6. CALCOLO PRELIMINARE ELETTRICO</b> .....	<b>17</b>
6.1 ELEMENTI RELATIVI ALLA CONNESSIONE.....	17
6.2 CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO .....	17
6.3 ARMONICHE.....	18
6.4 DIMENSIONAMENTO CAVI .....	19
6.5 INTEGRALE DI JOULE.....	20
6.6 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO .....	21
6.7 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE .....	21
6.8 CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI .....	22
6.9 CADUTE DI TENSIONE .....	22
6.10 LINEE ELETTRICHE DI IMPIANTO.....	23
6.11 TRASFORMATORI.....	26
<b>7. STUDIO DI CORTOCIRCUITO</b> .....	<b>27</b>
7.1 STATO DEL NEUTRO DI IMPIANTO .....	27
7.2 CALCOLO DEI GUASTI.....	27
7.2.1 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito.....	27
7.2.2 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito.....	30
7.2.3 Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra .....	31
7.3 SCELTA DELLE PROTEZIONI .....	31
7.3.1 Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture .....	31
<b>8. CALCOLO PRELIMINARE RETE EQUIPOTENZIALE</b> .....	<b>33</b>
8.1.1 Protezione contro i contatti diretti ed indiretti.....	34
<b>9. FASCICOLO DI CALCOLO PRELIMINARE</b> .....	<b>35</b>



## **1. PREMESSA GENERALE**

### **1.1 Presentazione del progetto**

Il presente documento costituisce la Relazione per i Calcoli Elettrici Preliminari dell'impianto ed è parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione di un nuovo parco eolico della potenza complessiva di 48 MW, che prevede l'installazione di 8 aerogeneratori della potenza nominale di 6.0 MW ciascuno, nel territorio comunale di Manciano (GR), la realizzazione delle relative opere di connessione, nonché la predisposizione della viabilità, delle opere di regimentazione delle acque meteoriche e delle reti tecnologiche a servizio del parco. Nella tabella 1.1, in forma sintetica, vengono riportate le principali caratteristiche tecniche dell'impianto in progetto e le relative coordinate geografiche.

La Società proponente è la "Wind Italy 1 S.r.l." con sede legale in Via dell'Annunziata 23/4, 20121 Milano.

### **1.2 Localizzazione AREA DI INTERVENTO**

L'intera area di realizzazione del parco in esame è ubicata nei territori comunali di Manciano in provincia di Grosseto, in Località "Montauto". Immediatamente a sud dell'area è posizionato il confine tra le regioni Toscana e Lazio. Tutti gli 8 aerogeneratori, denominati in modo progressivo da MA01 a MA08, saranno posizionati in zone al di fuori di centri abitati limitrofi.

Anche la sottostazione di trasformazione sarà ubicata nel territorio comunale di Manciano mentre la linea di connessione percorrerà la strada vicinale del Ponte dell'Abbadia sul confine tra i comuni di Manciano (GR) e di Montalto di Castro (VT).

L'area produttiva del parco può essere racchiusa in una superficie triangolare di circa 3,5 kmq e due dei lati di questa figura sono costituiti da tratti di viabilità esistente che facilitano la suddivisione del parco in due rami: ramo Est (aerogeneratori MA01, MA02, MA04, MA07 e MA08) collegato alla SP67 e ramo Sud (MA03, MA05 e MA06) collegato alla Strada Comunale dell'Abbadessa.

L'accesso al sito si ipotizza possa avvenire mediante strade pubbliche esistenti a carattere nazionale e regionale partendo dal vicino porto industriale di Civitavecchia. All'interno dell'area del parco, verrà utilizzata come viabilità primaria la Strada Provinciale 67 Campigliola. Dalla viabilità primaria, le aree per la costruzione degli aerogeneratori saranno raggiunte mediante strade secondarie (asfaltate e/o sterrate) esistenti o mediante la realizzazione di apposite piste. Nella figura successiva si riporta una vista planimetrica della viabilità.

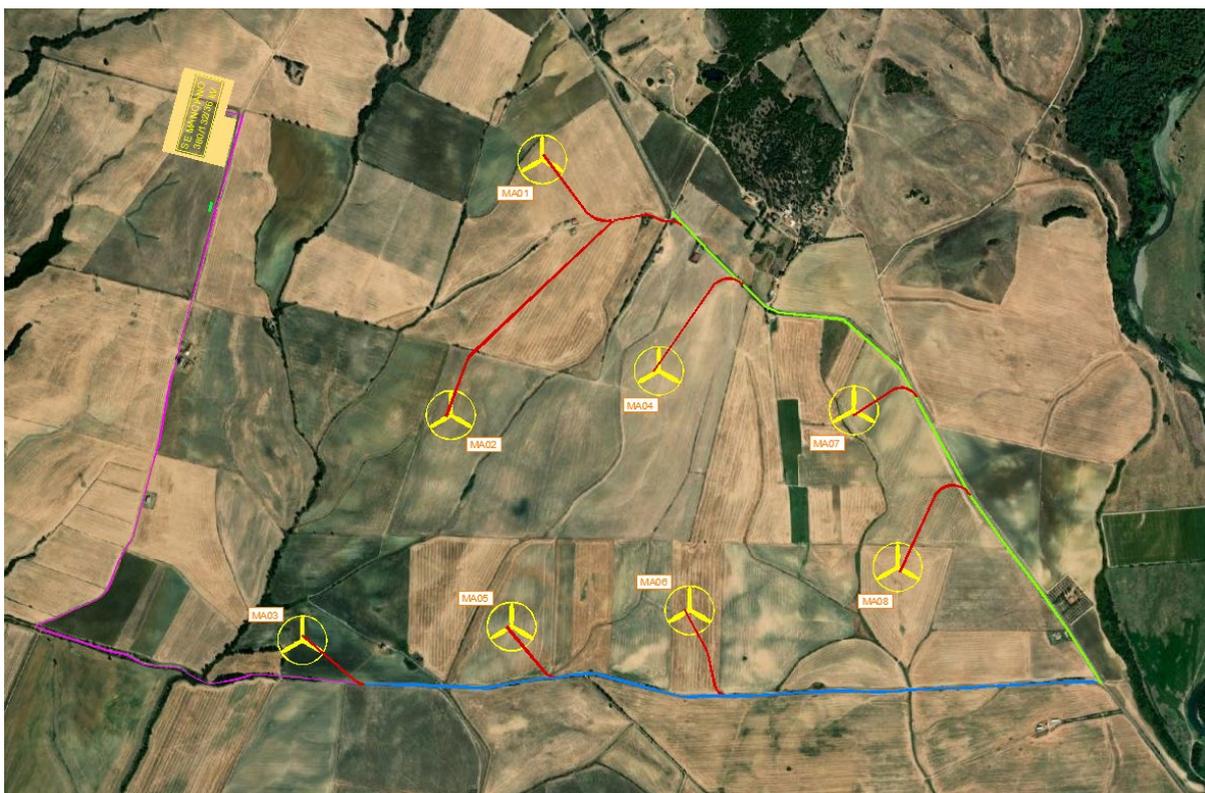


Figura 2.1 - Inquadramento generale dell'area di progetto e della viabilità (rosso=pista di accesso; blu=secondaria; verde=principale) e della connessione (linea magenta)

Le aree che si raggiungeranno con la viabilità sopra descritta, dove è prevista l'installazione delle pale eoliche, saranno in terreni di proprietà privata, per i quali si cercheranno appositi accordi con i proprietari.

### 1.3 Dati generali del progetto

Nella

Tabella 1.1 sono riepilogati i dati principali del progetto, mentre in Tabella 1-2, in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto e delle singole WTG che si prevede di installare.

Tabella 1.1: Dati di progetto

PARAMETRO	DESCRIZIONE
Richiedente	Wind Italy 1 S.r.l.
Luogo installazione	Territorio comunale di Manciano (GR)
Denominazione impianto	Wind Italy 1
Potenza nominale parco eolico	48 MW
Numero aerogeneratori	8
Connessione	Interfacciamento alla rete mediante connessione a 36 kV nella costruenda Stazione Elettrica di trasformazione (SE) 380/132/36 kV ubicata all'interno del Comune di Manciano in località Montauto (STMG prot. N. GRUPPO TERNA/P 202102318)



Tabella 1-2: Coordinate WTGs proposte (sistema di coordinate Monte Mario – fuso est – EPSG 3004) e principali caratteristiche degli aerogeneratori

WTG		COORDINATE GEOGRAFICHE		TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE AEROGENERATORE			
ID	Longitudine E	Latitudine N	Modello	Potenza nominale [MW]	Altezza al mozzo [m]	Diametro rotore [m]	Altezza totale [m]
MA01	712960	4703362	SIEMENS SG 6.0-170	6	115	170	200
MA02	712642	4702468	SIEMENS SG 6.0-170	6	115	170	200
MA03	712126	4701680	SIEMENS SG 6.0-170	6	115	170	200
MA04	713366	4702623	SIEMENS SG 6.0-170	6	115	170	200
MA05	712854	4701728	SIEMENS SG 6.0-170	6	115	170	200
MA06	713472	4701785	SIEMENS SG 6.0-170	6	115	170	200
MA07	714043	4702485	SIEMENS SG 6.0-170	6	115	170	200
MA08	714196	4701936	SIEMENS SG 6.0-170	6	115	170	200

#### 1.4 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo di questa relazione tecnica è presentare un calcolo preliminare degli impianti elettrici, lo studio di cortocircuito e il calcolo preliminare della rete equipotenziale relativo al parco eolico in progetto

Il parco in esame sarà costituito da N° 8 aerogeneratori e sarà collegato alla rete elettrica nazionale. La connessione sarà garantita da un cavidotto interrato a 36 kV che si allaccerà alla sezione a 36 kV della costruenda stazione elettrica 380/132/36 kV “Manciano” per poi essere immessa nella RTN.

Il calcolo è stato sviluppato considerando la massima potenza erogabile da ogni singola turbina a fattore di potenza 0,85; in questo modo si tiene in considerazione la massima potenza erogabile dal convertitore interno alla turbina pari a 6500 kVA.

Al report verrà allegato il fascicolo tecnico con riportati i calcoli preliminari elettrici dalla stazione elettrica utente fino alle singole WTG. Tali calcoli sono stati sviluppati con il software Electrographics “Ampère”.



## 2. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELL'OPERA

I principali componenti dell'impianto risultano essere:

- i generatori eolici;
- le linee elettriche 36 kV in cavo interrato, che collegano gli aerogeneratori tra loro e alla cabina di smistamento collegando in fine l'ampliamento della sottostazione Terna.

Ogni aerogeneratore produrrà energia elettrica alla tensione di 690 V ca. (tensione di uscita del convertitore statico).

All'interno di ciascuna torre è installato un trasformatore 0.69/36 kV che provvederà all'innalzamento della tensione a 36 kV. L'energia sarà quindi immessa in una rete in cavo interrato a 36 kV per il trasporto alla Stazione Elettrica.

Nel suo complesso, l'opera in oggetto si inserisce nel contesto nazionale ed internazionale come uno dei mezzi per contribuire a ridurre le emissioni atmosferiche nocive come previsto dal Protocollo di Kyoto del 1997 che anche l'Italia, come tutti i paesi della Comunità Europea, ha ratificato.

Il sito scelto, in tale contesto, viene a ricadere in aree naturalmente predisposte a tale utilizzo e quindi ottimali per un razionale sviluppo nel settore rinnovabile.

Lo sviluppo di tali fonti di approvvigionamento energetico, quindi, oltre a contribuire all'incremento dello stesso approvvigionamento ed alla diversificazione delle fonti, favorisce l'occupazione e il coinvolgimento delle realtà locali riducendo l'impatto sull'ambiente legato al tradizionale ciclo di produzione energetica.

Per il progetto in oggetto si prevede di utilizzare la seguente tipologia di turbina:

- SIEMENS GAMESA SG 6.0-170

a tre pale con un passo sopravvento delle stesse ad imbardata regolata.

Le turbine utilizzano un sistema di potenza basato su di un generatore a magneti permanenti del convertitore. Con queste caratteristiche la turbina eolica è in grado di lavorare anche a velocità variabile mantenendo una potenza in prossimità di quella nominale anche in caso di vento forte. Alle basse velocità del vento, il sistema consente di lavorare massimizzando la potenza erogata alla velocità ottimale del rotore e l'opportuno angolo di inclinazione delle pale.

### 2.1 Componenti meccaniche

#### 2.1.1 AEROGENERATORE SIEMENS GAMESA SG 6.0-170 – 6MW

L'aerogeneratore SIEMENS GAMESA SG 6.0-170 o similare è equipaggiato con un rotore di 170 m circa di diametro costituito di tre pale ed un mozzo. Le pale sono controllate per mezzo di un microprocessore nel sistema del controllo del passo. Basandosi sulle prevalenti condizioni del vento, le pale sono continuamente posizionate per ottimizzare l'angolo di passo.

MODELLO AEROGENERATORE	SIEMENS GAMESA SG 6.0-170
Potenza Nominale Aerogeneratore	6 MW
Diametro massimo rotore	170 m
Altezza totale	200 m
Area spazzata	22698 mq
Altezza al mozzo	115 m
Numero di pale	3

Tabella 2.1: Caratteristiche WTG

Gli aerogeneratori sono costituiti da tre elementi principali:

- una torre di sostegno;
- un rotore a tre pale;
- una navicella con gli organi meccanici di trasmissione.

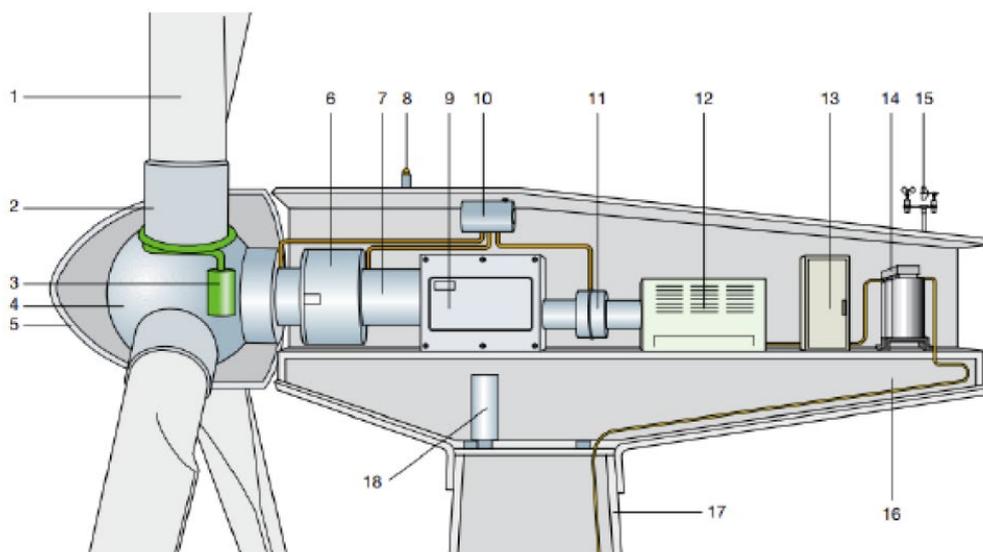


Figura 2.1: schema navicella aerogeneratore

1. Pala
2. Supporto della pala
3. Attuatore dell'angolo di Pitch
4. Mozzo
5. Ogiva
6. Supporto principale
7. Albero principale
8. Luci di segnalazione aerea
9. Moltiplicatore di giri
10. Dispositivi idraulici di raffreddamento.
11. Freni meccanici
12. Generatore
13. Convertitore di potenza e dispositivi elettrici di controllo, di protezione e sezionamento
14. Trasformatore
15. Anemometri
16. Struttura della navicella
17. Torre di sostegno
18. Organo di azionamento dell'imbardata



La pala (rotore) estrae l'energia dal vento e la converte in energia meccanica, mentre il generatore converte l'energia meccanica in energia elettrica.

La potenza in uscita dal generatore è in bassa tensione (690 V) e viene convertita a 36 kV attraverso un trasformatore elevatore; la conversione risulta necessaria per ridurre le perdite sul punto di connessione di impianto.

Il convertitore ed il trasformatore possono essere inseriti direttamente nella navicella oppure essere posizionati alla base della torre.

L'installazione del trasformatore nella navicella consente il bilanciamento del peso del rotore, mentre il posizionamento alla base permette di ridurre le dimensioni ed il peso della navicella.

Di seguito vengono elencate le principali caratteristiche elettriche della turbina eolica:

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

Blade	
Type	Self-supporting
Blade length	83,5 m
Max chord	4.5 m
Aerodynamic profile	Siemens Gamesa proprietary airfoils
Material	G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic)
Surface gloss	Semi-gloss, < 30 / ISO 2813
Surface color	Light grey, RAL 7035 or

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

Nacelle Cover	
Type	Totally enclosed
Surface gloss	Semi-gloss, <30 / ISO 2813
Color	Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

Generator	
Type	Asynchronous, DFIG

Grid Terminals (LV)		
Baseline power	nominal	6.0MW/6.2 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	100m 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	11.0 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1)
Cut-out wind speed	25 m/s
Restart wind speed	22 m/s

Weight	
Modular approach	Different modules depending on restriction

Tabella 2.2: Caratteristiche elettriche della turbina



L'aerogeneratore di progetto scelto per il progetto ha una potenza nominale di 6 MW ed è del tipo SIEMENS GAMESA SG 6.0-170 con altezza al mozzo pari a 115 m. Il rotore è costituito da tre pale e da un mozzo.

Le pale sono controllate dal sistema di ottimizzazione basato sul posizionamento ottimizzato delle stesse in funzione delle varie condizioni del vento. Il diametro del rotore è pari a 170 m con area spazzata pari a 22698 mq e verso di rotazione in senso orario con angolo di tilt pari a 6°.

Le pale sono in fibra di carbonio e di vetro e sono costituite da due gusci di aerazione legato ad un fascio di supporto o con struttura incorporata. Il mozzo è in ghisa e supporta le tre pale e trasferisce le forze reattive ai cuscinetti e la coppia al cambio. L'albero principale di acciaio permette tale trasferimento di carichi. L'accoppiamento rende possibile il trasferimento dalla rotazione a bassa velocità del rotore a quella ad alta velocità del generatore. Il freno a disco è montato sull'albero ad alta velocità. L'altezza della torre tra quelle di produzione possibili sarà di 82 m e sarà formata da più tronchi innestati in verticale.

La navicella ha una struttura esterna in fibra di vetro con porte a livello pavimento per consentire il passaggio delle strutture interne da montare. Sono presenti sensori di misurazione del vento e lucernari che possono essere aperti dall'interno della navicella ma anche dall'esterno. L'aerogeneratore opera a seconda della forza del vento; al di sotto di una certa velocità, detta di cut in, la macchina è incapace di partire; perché ci sia l'avviamento è necessario che la velocità raggiunga tale soglia che nel caso dell'aerogeneratore di progetto è pari a 3 m/s. La velocità del vento "nominale", ovvero la minima velocità che permette alla macchina di fornire la potenza di progetto, è pari a 11 m/s.

Ad elevate velocità (25 m/s) l'aerogeneratore si ferma in modalità fuori servizio per motivi di sicurezza (velocità di cut out). La protezione contro le scariche atmosferiche è assicurata da un captatore metallico posizionato alla punta di ciascuna pala e collegato con la massa a terra attraverso la torre tubolare. Il sistema di protezione contro i fulmini è progettato in accordo con la IEC 62305, IEC 61400-24 e IEC 61024 – "Lightning Protection of Wind Turbine Generators" Livello 1.

*Ciascun aerogeneratore è sostenuto da una torre tubolare di forma tronco-conica in acciaio zincato all'alta resistenza, formata da n°5 tronchi/sezioni.*

*Tabella 2.3: Caratteristiche geometriche e funzionali dell'aerogeneratore di progetto*

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI AEROGENERATORE DI PROGETTO	
Modello	SIEMENS GAMESA SG 6.0-170 – 6MW
Potenza Nominale	6 MW (6000kW)
N. Pale	3
Tipologia Rotore	Tubolare
Diametro Rotore	170 m
Altezza al mozzo	115 m
Altezza massima dal piano di appoggio (alla punta della pala)	200 m
Area spazzata	22698 mq
Velocità vento di avvio	3,0 m/s
Velocità vento nominale	11 m/s
Velocità vento di stacco	25 m/s
Temperatura di funzionamento	- 40° + 50°

Durante il funzionamento, i sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono per ottenere il rapporto ottimale tra massima resa e minimo carico. Nel caso in cui la velocità del vento sia bassa il generatore eolico opera a passo delle pale costante e velocità del rotore variabile, sfruttando costantemente la miglior aerodinamica possibile al fine di ottenere un'efficienza ottimale.



A potenza nominale e ad alte velocità del vento il sistema di controllo del rotore agisce sull'attuatore del passo delle pale per mantenere una generazione di potenza costante. Le raffiche di vento fanno accelerare il rotore che viene gradualmente rallentato dal controllo del passo. Questo sistema di controllo permette una riduzione significativa del carico sul generatore eolico fornendo contemporaneamente alla rete energia ad alto livello di compatibilità.

La navicella è il corpo centrale dell'aerogeneratore, costituita da una struttura portante in acciaio e rivestita da un guscio in materiale composito (fibra di vetro in matrice epossidica), è vincolata alla testa della torre tramite un cuscinetto a strisciamento che le consente di ruotare sul suo asse di imbardata. La sospensione su tre punti del gruppo di trasmissione con un cuscinetto centrale del rotore e due supporti elastici a sostegno della scatola ingranaggi, nella sua configurazione a cono inclinato, permette di ottenere una costruzione leggera e molto compatta del basamento che, seppure in acciaio saldato, ha tuttavia un alto grado di rigidità.

La migliore condizione di funzionamento di un aerogeneratore si verifica quando il rotore risulta perfettamente allineato alla direzione del vento principale. In questa posizione si evitano infatti carichi aggiuntivi, che gravano sulla macchina, e si sfruttano al massimo grado le capacità produttive ottenendo la migliore produzione attesa. Per assumere la posizione ideale in ogni condizione, l'aerogeneratore è dotato di due banderuole che, attraverso un sensore, rilevano lo scostamento dell'asse dell'aerogeneratore rispetto alla direzione del vento, e azionano un motore che riallinea la navicella. Il basamento del sistema è ancorato alla torre attraverso una ralla a quattro contatti con una dentatura esterna. Il sistema di imbardata della navicella è regolato da un sistema di motoriduttori. Con questo meccanismo, tra un movimento di imbardata e l'altro, gli spostamenti della navicella vengono regolati dal freno d'imbardata, evitando che i sistemi di regolazione di direzione siano sottoposti a forti pressioni causate dal vento. Durante l'imbardata la dentatura potrebbe subire un'inversione di direzione, per evitare ciò e per proteggere il meccanismo, la pressione del freno viene ridotta.

La regolazione dei freni di imbardatura avviene attraverso una centralina oleodinamica così come avviene per il freno di sicurezza del sistema di trasmissione.

Per garantire il funzionamento del sistema frenante in ogni condizione, l'impianto idraulico è dotato di accumulatori che consentono di regolare la pressione dei freni anche nel caso in cui venisse a mancare l'alimentazione.

Ogni funzione dell'aerogeneratore viene monitorata e controllata attraverso un sistema a microprocessori connesso, in tempo reale, ad un'architettura multiprocessore. I segnali originati dagli aerogeneratori vengono trasmessi attraverso i sensori di cavi a fibre ottiche. In questo modo il sistema risulta maggiormente protetto contro le correnti vaganti ed i fulmini ed è ottimizzata la velocità di trasferimento del segnale. 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. Con questo tipo di sistema di controllo, è possibile monitorare tutte le componenti l'impianto anche a distanza, attraverso un computer collegato mediante una linea telefonica. In questo modo possono essere attivate in tempo reale le operazioni di manutenzione e si può garantire la continuità di funzionamento dell'impianto. Il sistema di controllo è inoltre strutturato a vari livelli, ognuno protetto da password, che permettono in alcuni casi anche il telecomando dell'aerogeneratore.

### 3. SOLUZIONE DI CONNESSIONE PREVISTA PER L' IMPIANTO

4. L'impianto eolico in progetto sarà tecnicamente connesso alla Stazione Elettrica di trasformazione (SE) 380/132/132/36 kV di futura realizzazione che sarà ubicata all'interno del Comune di Manciano (GR), località "Montauto", da inserire in entra – esce sull' elettrodotto RTN a 380 kV della RTN "Montalto – Suvereto".

#### 4.1 DESCRIZIONE SINTETICA DELLA SE

La costruenda stazione elettrica sarà ubicata all'interno del Comune di Manciano (GR), località "Montauto".

Stando allo stato di fatto, nell'area di interesse verranno realizzati:

- N° 1 stallo di connessione e arrivo in AT del cavidotto di collegamento che andrà ad inserirsi in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto" e relativo stallo di uscita;
- N° 2 stalli AT/AT 380/132 kV costituiti da n.2 trasformatori elevatori 380/132 kV e relative apparecchiature di protezione, isolamento e misura;
- N° 3 stalli AT/AT 380/36 kV costituiti ognuno da n.1 trasformatore elevatore 380/36 kV e relative apparecchiature di protezione, isolamento e misura;

gli stalli a 36 kV saranno collegati a un edificio quadri dove verranno predisposti gli apparati per la connessione in antenna a 36 kV dell'impianto eolico "Manciano".

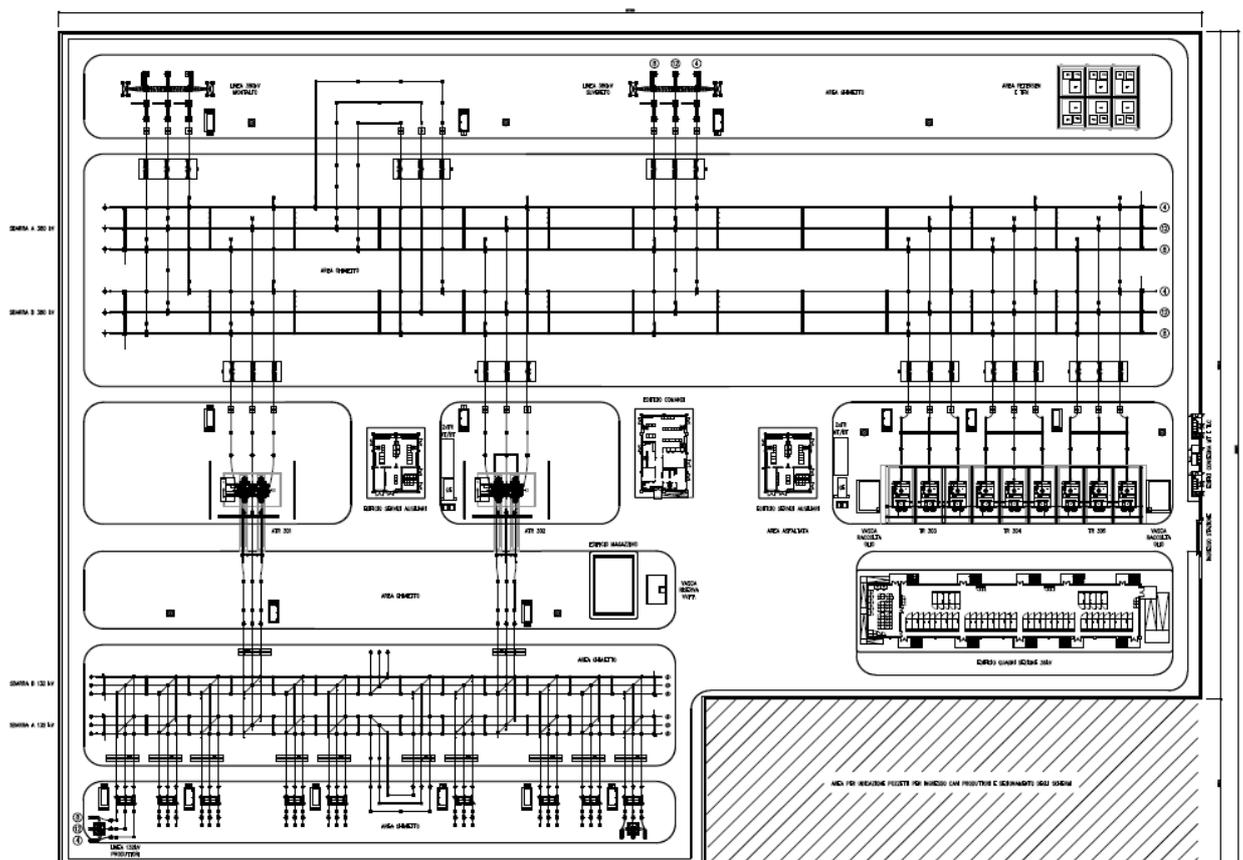


Figura 3-1 Futura stazione 380/132/132/36 kV

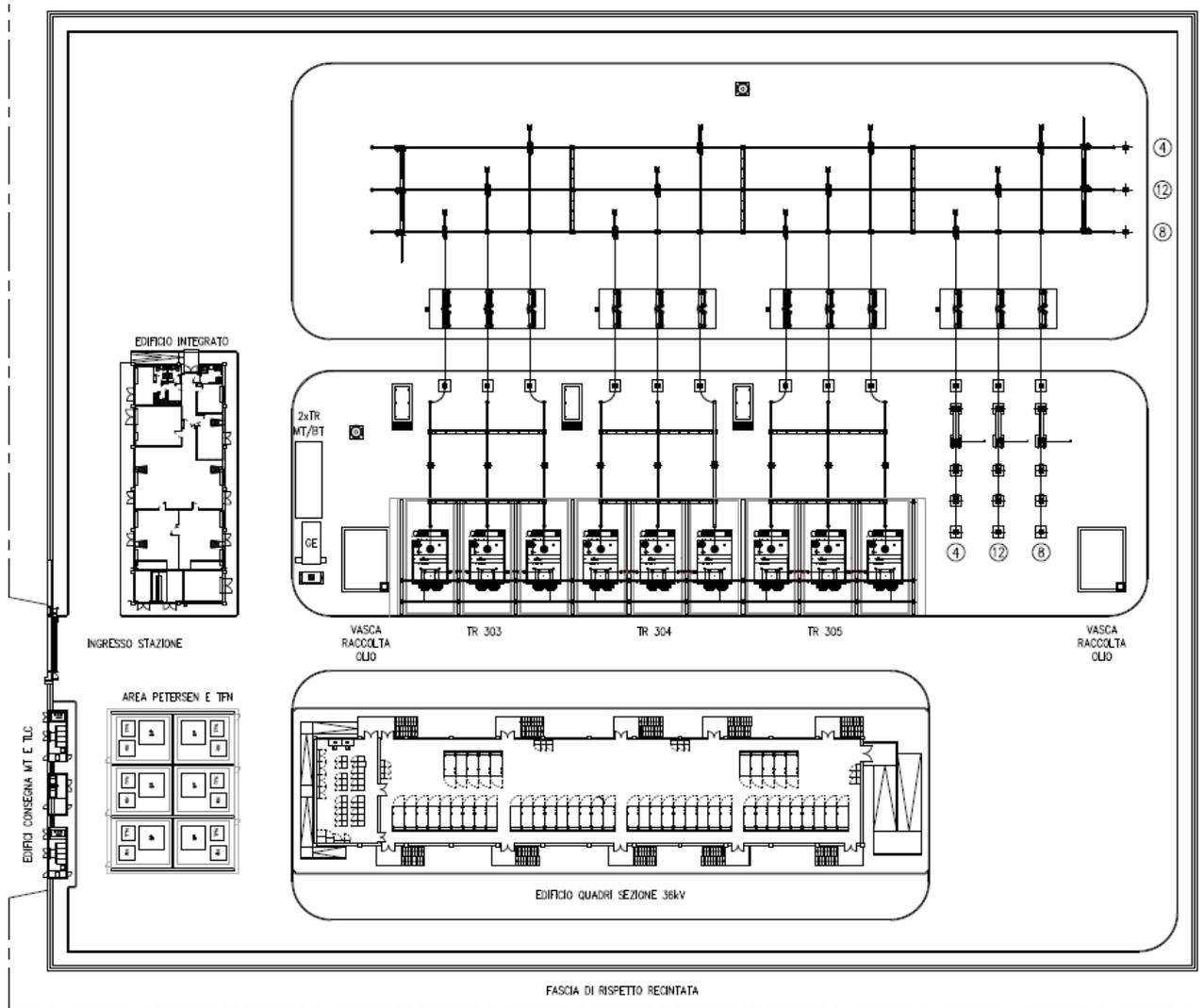


Figura 3-2 Dettaglio sezione 36 kV



## 5. RIFERIMENTI NORMATIVI

### 5.1 Norme di riferimento

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60090-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Ed. 2018-04: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 Ia Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 60364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2012: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.



- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.
- British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations;
- ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão;
- 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.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) 2011: Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 17-1 VIIa Ed. (CEI EN 62271-100) 2013: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.
- CEI 17-130 (CEI EN 62271-103) 2012: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- IEC 61892-4 Ia Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.



## 6. CALCOLO PRELIMINARE ELETTRICO

### 6.1 Elementi relativi alla connessione

L'impianto eolico sarà connesso in antenna a 36 kV alla Stazione Elettrica di riferimento RTN mediante una linea di connessione interrata a 36 kV. Relativamente alla connessione ed agli impianti interni al parco eolico sono stati previsti i seguenti parametri di dimensionamento:

- Tensione di esercizio: 36 kV;
- Corrente nominale: circa 770 A;
- Frequenza di esercizio: 50 Hz;
- Massima corrente di cortocircuito sulla sbarra: < 25 kA 1s;

A valle del punto di connessione saranno presenti tutti gli elementi di protezione, sezionamento e misura utili alla connessione a regola d'arte e in sicurezza dell'impianto eolico. Inoltre tutti gli elementi dovranno essere dimensionati per la massima corrente di cortocircuito sulla sbarra 36 kV (prevista di valore non superiore a 25 kA).

### 6.2 Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos\varphi}$$

nella quale:

- $k_{ca} = 1$  sistema monofase o bifase, due conduttori attivi e corrente continua;
- $k_{ca} = 1.73$  sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza  $\cos\varphi$  è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di  $I_b$  vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned} I_1 &= I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos\varphi - j\sin\varphi) \\ I_2 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - \frac{2\pi}{3})} = I_b \cdot (\cos(\varphi - \frac{2\pi}{3}) - j\sin(\varphi - \frac{2\pi}{3})) \\ I_3 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - \frac{4\pi}{3})} = I_b \cdot (\cos(\varphi - \frac{4\pi}{3}) - j\sin(\varphi - \frac{4\pi}{3})) \end{aligned}$$

Il vettore della tensione  $V_n$  è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$V_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento  $P_d$  è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot \text{coeff}$$

nella quale coeff è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

Per le utenze terminali la potenza  $P_n$  è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione  $P_n$  rappresenta la somma vettoriale delle  $P_d$  delle utenze a valle ( $\sum P_d$  a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:



$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle ( $\sum Q_d$  a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left( \arctan \left( \frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

### 6.3 Armoniche

Le utenze terminali e le distribuzioni, come gli UPS e i Convertitori, possono possedere un profilo armonico che descrive le caratteristiche distorcenti di una apparecchiatura elettrica.

Sono gestite le armoniche fino alla 21°, ossia fino alla frequenza di 1050 Hz (per un sistema elettrico a 50Hz).

Le armoniche prodotte da tutte le utenze distorcenti sono propagate da valle a monte come le correnti alla frequenza fondamentale, seguendo il 'cammino' dettato dalle impedenze delle linee, delle forniture, generatori, motori e non meno importanti i carichi capacitivi, che possono assorbire elevate correnti armoniche.

Gestito il passaggio delle armoniche attraverso i trasformatori (in particolare vengono bloccate le terze armoniche (omopolari) nei trasformatori Dyn11). Le armoniche, al pari della fondamentale, sono gestite in formato vettoriale, perciò durante la propagazione sono sommate con altre correnti di pari ordine vettorialmente.

Gestito il passaggio delle armoniche attraverso gli UPS, in particolare per tener conto del By-Pass che, se attivo, lascia passare le armoniche provenienti da valle. Gestite anche le armoniche proprie dell'UPS (tarate in funzione della potenza che sta assorbendo il raddrizzatore).

Vengono calcolate le correnti distorte IbTHD di impiego e InTHD di neutro, oltre al fattore di distorsione THD [%].

La corrente IbTHD è la massima tra le fasi:

$$I_{bTHD} = \max \left( \sqrt{\sum_{h=1}^{21} I_{f,h}^2} \right)_{f=1,2,3}$$

con f il numero delle fasi dell'utenza e h l'ordine di armonica.

Molto importante è la corrente distorta circolante nel neutro, in quanto essa porta le armoniche omopolari multiple di 3, che hanno la caratteristica di sommarsi algebricamente e di diventare facilmente dell'ordine di grandezza delle correnti di fase.

$$I_{nTHD} = \sqrt{\sum_{h=1}^{21} I_{n,h}^2}$$

Il fattore di distorsione fornisce un parametro riassuntivo del grado di distorsione delle correnti che circolano nella linea, e viene calcolato tramite la formula:

$$THD\% = \frac{100 \times \sqrt{I_{bTHD}^2 - I_f^2}}{I_f}$$



I valori delle correnti distorte sono utilizzati per calcolare i seguenti parametri:

- calcolo della sezione del neutro per utenze 3F+N;
- calcolo temperatura cavi alla IbTHD;
- calcolo sovratemperatura quadri alla IbTHD;
- verifica delle portate e delle protezioni in funzione delle correnti distorte.

#### 6.4 Dimensionamento cavi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi 36 kV e BT è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente  $I_b$ , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata  $I_z$  della conduttura principale.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z\min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente  $k$  ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente  $k$ ) sia superiore alla  $I_z$  min. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento  $I_f$  e corrente nominale  $I_n$  minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.



Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

## 6.5 Integrale di Joule

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

- Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
- Cavo in rame serie L nudo:	K = 200
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
- Cavo in rame serie H nudo:	K = 200
- Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 74
- Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	K = 92

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

- Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
- Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
- Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
- Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
- Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

- Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
- Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
- Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
- Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94



## 6.6 Dimensionamento dei conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di  $16 \text{ mm}^2$ ;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a  $16 \text{ mm}^2$  se il conduttore è in rame e a  $25 \text{ mm}^2$  se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di  $16 \text{ mm}^2$  se conduttore in rame e  $25 \text{ mm}^2$  se e conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_n = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

## 6.7 Dimensionamento dei conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:



$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- $S_p$  è la sezione del conduttore di protezione ( $\text{mm}^2$ );
- $I$  è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- $t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- $k$  è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5  $\text{mm}^2$  rame o 16  $\text{mm}^2$  alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4  $\text{mm}^2$  o 16  $\text{mm}^2$  alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

È possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

## 6.8 Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \left( \alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right)$$

$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \left( \alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right)$$

espresse in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente  $\alpha_{cavo}$  è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

## 6.9 Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c. d. t. (I_b) = \max \left( \left| \sum_{i=1}^k Z f_i \cdot I f_i - Z h_i \cdot I h_i \right| \right)_{f=R,S,T}$$

con  $f$  che rappresenta le tre fasi R, S, T;

con  $n$  che rappresenta il conduttore di neutro;



con  $i$  che rappresenta le  $k$  utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $k_{cdt}=2$  per sistemi monofase;
- $k_{cdt}=1.73$  per sistemi trifase.

I parametri  $R_{cavo}$  e  $X_{cavo}$  sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in  $\Omega/km$ .

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori 36kV/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

## 6.10 Linee elettriche di impianto

L'energia prodotta dai singoli aerogeneratori del parco eolico verrà trasportata verso la stazione elettrica di connessione per poi essere immessa nella RTN a livello di tensione 36 kV.

I collegamenti tra il parco eolico e la stazione elettrica di connessione, avverranno tramite linee elettriche interrate esercite a 36 kV, ubicate sfruttando per quanto possibile la rete stradale esistente ovvero lungo la rete viaria da adeguare/realizzare ex novo nell'ambito del presente progetto.

La rete elettrica 36 kV sarà realizzata con posa completamente interrata allo scopo di ridurre l'impatto della stessa sull'ambiente, assicurando il massimo dell'affidabilità e della economia di esercizio.

Il tracciato planimetrico della rete, lo schema unifilare dove sono evidenziate la lunghezza e la sezione corrispondente di ciascuna terna di cavo e la modalità e le caratteristiche di posa interrata sono mostrate nelle tavole del progetto allegate.

Per il collegamento degli aerogeneratori si prevede la realizzazione di linee a 36 kV a mezzo di collegamenti del tipo "entra-esce".

I cavi verranno posati ad una profondità di circa 120 cm, con protezione meccanica supplementare e nastro segnalatore.

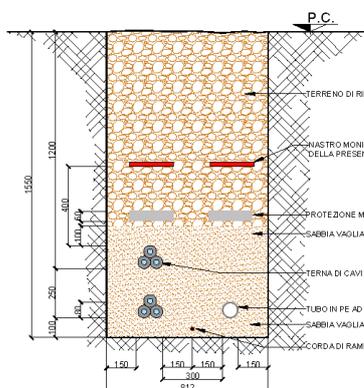
I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che avrà una larghezza variabile tra circa 81 e 106 cm. La sezione di posa dei cavi sarà variabile a seconda della loro ubicazione in sede stradale o in terreno.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di rame della rete equipotenziale.

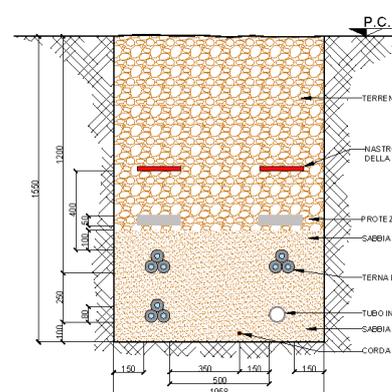
Dove necessario si dovrà provvedere alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi.

La posa dei cavi si articolerà nelle seguenti attività:

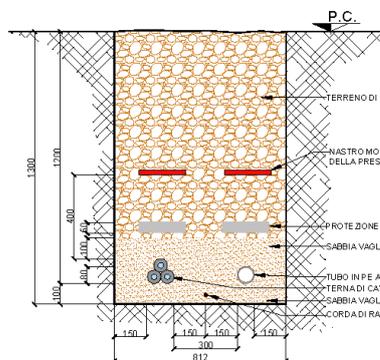
- *scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità precedentemente menzionate;*
- *stesura di un primo strato di sabbia (circa 10 cm);*
- *posa del cavo di potenza e del dispersore di terra;*
- *posa del tubo contenente il cavo in fibre ottiche;*
- *stesura di un secondo strato di sabbia vagliata (circa 10 cm);*
- *posa di protezione meccanica dello spessore di circa 5 cm;*
- *rinterro parziale con materiale inerte (circa 40 cm) con inframezzato nastri segnalatori,*
- *riempimento con materiale proveniente dagli scavi;*
- *posa del pacchetto di rifinitura in funzione della tipologia della superficie;*
- *apposizione di paletti di segnalazione presenza cavo ove richiesto.*



Sezione "A"



Sezione "B"



Sezione "C"

Figura 4.1: Sezione scavi tipo posa cavidotti



Come riportato nello schema unifilare, la distribuzione elettrica prevede la realizzazione di 3 rami di alimentazione in partenza dall'ampliamento della stazione terna a 36 kV verso le singole WTG collegate in configurazione entra-esce a formare quattro cluster.

Ogni ramo alimenta delle WTG collegate reciprocamente tra loro in configurazione entra-esce come da seguente tabella:

*Tabella 4.2: Configurazione cluster*

WTG	CLUSTER	MODELLO	POTENZA (KW)
MA03	1	SG 6.0-170	6000
MA05	1	SG 6.0-170	6000
MA06	1	SG 6.0-170	6000
MA08	2	SG 6.0-170	6000
MA07	2	SG 6.0-170	6000
MA04	2	SG 6.0-170	6000
MA01	3	SG 6.0-170	6000
MA02	3	SG 6.0-170	6000

Si rimanda alle tavole di dettaglio per un'ulteriore comprensione ed inquadramento planimetrico delle aree d'impianto. Dalla lettura dello schema unifilare del presente progetto, è possibile riscontrare le informazioni e le caratteristiche impiantistiche dell'impianto eolico nonché dei suoi elementi.

I cluster nel quale è elettricamente suddiviso l'intero impianto saranno connessi all'ampliamento della stazione terna a 36 kV tramite linee interrate costituite da cavi in alluminio tipo AR4H5E (con livello di isolamento fino a 42 kV)



## **6.11 Trasformatori**

Tutti i trasformatori all'interno delle WTG di impianto saranno regolati e azionati secondo una logica di avviamento e funzionamento che limiti le correnti di energizzazione e che consenta una corretta regolazione delle protezioni.

All'interno dell'impianto saranno presenti i trasformatori abbinati alle WTG in progetto; saranno inoltre presenti i trasformatori per l'alimentazione dei carichi ausiliari di impianto. Di seguito un elenco dei trasformatori in progetto:

- Trasformatore elevatore 0,69/36 kV 6500 kVA (DYN11) utilizzato nelle WTG;
- Trasformatore 36/0.4 kV 160 kVA (DYN11) per l'alimentazione dei carichi ausiliari BT;

I trasformatori AT/BT saranno raffreddati a secco con avvolgimenti inglobati in resina epossidica e saranno autoestinguenti, resistenti alle variazioni climatiche e resistenti all'inquinamento atmosferico e all'umidità.



## 7. STUDIO DI CORTOCIRCUITO

### 7.1 Stato del neutro di impianto

Come già descritto nei paragrafi precedenti, l'impianto eolico sarà così configurato:

- **Livello tensione 36 kV:** connessione a 36 kV all'ampliamento della stazione terna;

Inoltre all'interno dell'area di impianto:

- **Livello tensione 36 kV:** distribuzione interna a 36 nei tratti compresi tra stazione terna e le singole WTG;
- **Livello BT (690 Vac):** Distribuzione fino a 1000 Vac interna alla WTG con distribuzione trifase + neutro TN-S.

Le informazioni considerate in merito alla corrente di guasto e al relativo tempo di intervento sono (comunicate nell'allegato A17 del codice di rete Terna):

- Massima corrente di guasto trifase (Ik): < 25 kA – 1 s
- Tempo di intervento delle protezioni per guasto monofase a terra: > 10 s

In merito alla risoluzione del guasto con il solo impianto di terra andranno verificate le tensioni di contatto per individuare le aree più a rischio dell'impianto.

### 7.2 Calcolo dei guasti

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase-terra (disimmetrico);
- guasto fase-neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti dall'utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

#### 7.2.1 CALCOLO DELLE CORRENTI MASSIME DI CORTOCIRCUITO

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione  $C_{max}$ ;
- impedenza di guasto minima della rete, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dc} = \frac{R_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left( \frac{1}{1 + (\alpha \cdot \Delta T)} \right)$$

dove  $\Delta T$  è 50 o 70 °C e  $\alpha$  = 0.004 a 20 °C.



Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se  $f$  è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dc} = \frac{X_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti dall'utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{db} = \frac{R_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{db} = \frac{X_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$\begin{aligned} R_{0cN} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN} \\ X_{0cN} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$\begin{aligned} R_{0cPE} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcPE} \\ X_{0cPE} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

Dove le resistenze  $R_{dcN}$  e  $R_{dcPE}$  vengono calcolate come la  $R_{dc}$ .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$\begin{aligned} R_{0bN} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbN} \\ X_{0bN} &= 3 \cdot X_{db} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$\begin{aligned} R_{0bPE} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbPE} \\ X_{0bPE} &= X_{db} + 3 \cdot (X_{b-ring} - X_{db}) \end{aligned}$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, dall'utenza a monte, espressi in  $m\Omega$ :



$$\begin{aligned}
 R_d &= R_{dc} + R_{d-up} \\
 X_d &= X_{dc} + X_{d-up} \\
 R_{0N} &= R_{0cN} + R_{0N-up} \\
 X_{0N} &= X_{0cN} + X_{0N-up} \\
 R_{0PE} &= R_{0cPE} + R_{0PE-up} \\
 X_{0PE} &= X_{0cPE} + X_{0PE-up}
 \end{aligned}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire sbarra a cavo.

Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in mΩ) di guasto trifase:

$$Z_{k \min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1N \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0N})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0N})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase  $I_{k \max}$ , fase neutro  $I_{k1N \max}$ , fase terra  $I_{k1PE \max}$  e bifase  $I_{k2 \max}$  espresse in kA:

$$\begin{aligned}
 I_{k \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}} \\
 I_{k1N \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \min}} \\
 I_{k1PE \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \min}} \\
 I_{k2 \max} &= \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}
 \end{aligned}$$

Infine, dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti:

$$\begin{aligned}
 I_p &= \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max} \\
 I_{p1N} &= k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1N \max} \\
 I_{p1PE} &= \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE \max} \\
 I_{p2} &= \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}
 \end{aligned}$$

dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \cdot \frac{R_d}{X_d}}$$

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships. Se richiesto,  $I_p$  può essere calcolato applicando il metodo semplificato della norma riportato al



paragrafo 6.2.5 Neglecting short-circuit current decay. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente  $k = 1.8$  che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.

### 7.2.2 CALCOLO DELLE CORRENTI MINIME DI CORTOCIRCUITO

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione  $C_{min}$ , che può essere 0.95 se  $C_{max} = 1.05$ , oppure 0.90 se  $C_{max} = 1.10$  (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore  $C_{min}$  è pari a 1;

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
PVC	70	160
G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d\ max} = R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0N\ max} = R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0PE\ max} = R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze massime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase  $I_{k1min}$  e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k\ min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\ max}}$$

$$I_{k1N\ min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N\ max}}$$

$$I_{k1PE\ min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE\ max}}$$



$$I_{k2 \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k \max}}$$

### 7.2.3 CALCOLO GUASTI BIFASE-NEUTRO E BIFASE-TERRA

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con  $Z_d$  la impedenza diretta della rete, con  $Z_i$  l'impedenza inversa, e con  $Z_0$  l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito,  $Z_0$  corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = \left| -j \cdot V_n \cdot \frac{Z_0 - \alpha Z_i}{Z_d \cdot Z_i + Z_d \cdot Z_0 + Z_i \cdot Z_0} \right|$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

## 7.3 Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dall'utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza  $I_{km \max}$ ;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ( $I_{mag \max}$ ).

### 7.3.1 VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

Secondo la norma CEI 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);

la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.



La norma CEI 64\_8 al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

Le intersezioni sono due:

- $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$  (quest'ultima riportata nella norma come  $I_a$ );
- $I_{ccmax} \leq I_{inters\ max}$  (quest'ultima riportata nella norma come  $I_b$ ).
- L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
- $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$ .
- L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
- $I_{ccmax} \leq I_{inters\ max}$ .

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

**Note:**

La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti  $K^2S^2$  e  $I_z$  dello stesso.

La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.



## 8. CALCOLO PRELIMINARE RETE EQUIPOTENZIALE

Lo scopo di questa sezione è riportare un calcolo preliminare della rete equipotenziale relativa all'impianto eolico in oggetto connesso alla rete tramite una linea 36 kV dalla cabina di smistamento verso il punto di connessione designato in stazione Terna. Sarà realizzato un nuovo impianto di terra che nel suo complesso dovrà risultare un unico elemento equipotenziale in tutti i suoi punti, perciò tutte le strutture e parti metalliche presenti nel sito dovranno essere connesse ad esso contemporaneamente.

In relazione all'ipotesi di guasto, gli schermi dei cavi 36 kV dovranno essere messi a terra nel rispetto delle norme CEI.

Prima di procedere alla realizzazione dello stesso, occorrerà verificare puntualmente la natura del suolo e la resistività.

Quest'ultima è influenzata da diversi fattori quali:

- Tipo di terreno
- Stratificazione
- Temperatura
- Composizione chimica e concentrazione di sali disciolti
- Presenza di metalli e/o tubazioni in cls
- Umidità del terreno

L'obiettivo ideale è ottenere una rete equipotenziale tale per cui qualsiasi guasto verso terra interno all'impianto non generi tensioni pericolose per le persone.

Il dispersore utilizzato dovrà essere corda di rame nuda con una sezione minima pari a:

$$S_{min} = \sqrt{\frac{I^2 \cdot t}{K_c^2}} = \sqrt{\frac{150^2 \cdot 10}{228^2}} \lll 70 \text{ mm}^2$$

dove:

- I è la massima corrente di guasto verso terra lato 36 kV espressa in Ampère;
- t è il tempo di intervento della protezione 36 kV in secondi
- $K_c$  è il coefficiente per conduttori nudi non in contatto con materiali danneggiabili (per range di temperatura 30-500°C);

Sebbene  $S_{min}$  risulti molto piccola, in questa fase di progettazione preliminare, si è scelta una sezione minima 70 mm<sup>2</sup>.

Per la posa dei dispersori verrà sfruttato il passaggio cavi 36 kV e DC interno all'impianto; gli schermi dei cavi dovranno essere collegati all'impianto di terra lungo tutti i tracciati di connessione ogni 500 m. Per la posa dei dispersori relativi alle WTG verranno utilizzati gli scavi relativi alle fondazioni.

Al completamento dell'impianto andrà valutata la resistenza tra le parti e/o strutture metalliche non direttamente connesse a terra e la terra stessa: se tali resistenze sono inferiori ai 1000 Ω allora occorre collegare tali parti e/o strutture all'impianto di terra.



### 8.1.1 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere sono intese a fornire una protezione totale contro i contatti diretti.

La protezione del suddetto tipo di contatto sarà quindi assicurata dai provvedimenti seguenti:

- copertura completa delle parti attive a mezzo di isolamento rimovibile solo con la distruzione di quest'ultimo;
- parti attive poste dentro involucri tali da assicurare il grado di protezione adeguato al tipo di ambiente in cui sono installate.

La protezione dai contatti indiretti avrà come principio base l'interruzione automatica dell'alimentazione e, pertanto, il collegamento equipotenziale di tutte le masse metalliche che, per un difetto dell'isolamento primario possano assumere un potenziale pericoloso ( $U_T > 50 \text{ V}$ ), unitamente all'estinzione del guasto tramite apertura del dispositivo di protezione a monte della zona in cui si è manifestato il guasto. A tal fine occorre che il valore della resistenza di terra e l'intervento del dispositivo di protezione siano tra loro coordinati affinché l'estinzione del guasto avvenga entro i limiti previsti dalle norme vigenti in materia.

L'impedenza dell'anello di guasto moltiplicata per la massima corrente di guasto, dovrà essere sempre inferiore alla tensione massima ammissibile  $U_T$ .

La protezione contro i contatti indiretti in caso di guasto a terra nei sistemi di distribuzione TN-S è prevista con collegamento a terra delle masse e interruttori differenziali ad alta sensibilità (0,03 A, 0,3 A, 0,5 A), al fine di rispettare le condizioni di sicurezza indicata dalle norme CEI 64-8 in 413.1.4.2.



---

## **9. FASCICOLO DI CALCOLO PRELIMINARE**

Si riporta di seguito l'estratto di calcolo elettrico preliminare:

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+CGDC.QCGDC-GENERALE CABINA</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Distribuzione generica			
Tipologia utenza:	<b>48000 kW</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Potenza nominale:	<b>1</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>48000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>769,8 A</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>48000 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>1</b>	Potenza totale:	<b>77942 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>36000 V</b>	Potenza disponibile:	<b>29942 kVA</b>
Tensione nominale:			

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

I <sub>km</sub> max a monte:	<b>25 kA</b>	I <sub>p1ft</sub> :	<b>0,373 kA</b>
I <sub>kv</sub> max a valle:	<b>25 kA</b>	I <sub>k1ftmin</sub> :	<b>0,137 kA</b>
I <sub>magmax</sub> (magnetica massima):	<b>137,5 A</b>	I <sub>k1fnmax</sub> :	<b>25 kA</b>
I <sub>k</sub> max:	<b>25 kA</b>	I <sub>p1fn</sub> :	<b>61,7 kA</b>
I <sub>p</sub> :	<b>61,7 kA</b>	I <sub>k1fnmin</sub> :	<b>22,7 kA</b>
I <sub>k</sub> min:	<b>22,7 kA</b>	Z <sub>k</sub> min:	<b>914,5 mohm</b>
I <sub>k2ftmax</sub> :	<b>21,7 kA</b>	Z <sub>k</sub> max:	<b>914,5 mohm</b>
I <sub>p2ft</sub> :	<b>53,5 kA</b>	Z <sub>k2</sub> min:	<b>0 mohm</b>
I <sub>k2ftmin</sub> :	<b>19,7 kA</b>	Z <sub>k2</sub> max:	<b>0 mohm</b>
I <sub>k2max</sub> :	<b>21,7 kA</b>	Z <sub>k1ftmin</sub> :	<b>151213 mohm</b>
I <sub>p2</sub> :	<b>53,5 kA</b>	Z <sub>k1ftmax</sub> :	<b>151213 mohm</b>
I <sub>k2min</sub> :	<b>19,7 kA</b>	Z <sub>k1fnmin</sub> :	<b>914,5 mohm</b>
I <sub>k1ftmax</sub> :	<b>0,151 kA</b>	Z <sub>k1fnmx</sub> :	<b>914,5 mohm</b>

## Protezione

Tipo protezione:	<b>I(50-51)</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Corrente nominale protez.:	<b>1250 A</b>	Norma:	<b>n.d.</b>
Numero poli:	<b>4</b>		
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>		

## Identificazione

Sigla utenza: **+CGDC.QCGDC-RAMO 1**  
 Denominazione 1:  
 Denominazione 2:  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Potenza nominale:	<b>18000 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>18000 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>18000 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>288,7 A</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>3824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x630)</b>		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo:	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>XLPE</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>0,698</b>
Tabella posa:	<b>CEI 11-17 (Media)</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>3,359E+09 A<sup>2</sup>s</b>
Materiale conduttore:	<b>ALLUMINIO</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,335 %</b>
Lunghezza linea:	<b>4000 m</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,335 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>433,8 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>n.d.</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>56,6 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>1 (Numero circuiti: 3)</b>	Temperatura cavo a In:	<b>69 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>0,93</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>288,7&lt;=350&lt;=433,8 A</b>

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ikm max a monte:	<b>25 kA</b>	Ik2min:	<b>13,5 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>17,3 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,151 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>137,7 A</b>	Ip1ft:	<b>0,373 kA</b>
Ik max:	<b>17,3 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>61,7 kA</b>	Zk min:	<b>1322 mohm</b>
Ik min:	<b>15,6 kA</b>	Zk max:	<b>1336 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>15 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>53,5 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>13,5 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150981 mohm</b>
Ik2max:	<b>15 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150987 mohm</b>
Ip2:	<b>53,5 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>I(50-51-51N)-67N</b>	Taratura differenziale:	<b>0 A</b>
Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Norma:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>		

## Identificazione

Sigla utenza: **+CGDC.QCGDC-RAMO 2**  
 Denominazione 1:  
 Denominazione 2:  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Potenza nominale:	<b>18000 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>18000 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>18000 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>288,7 A</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>3824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x630)</b>		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo:	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>XLPE</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>0,651</b>
Tabella posa:	<b>CEI 11-17 (Media)</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>3,359E+09 A<sup>2</sup>s</b>
Materiale conduttore:	<b>ALLUMINIO</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,715 %</b>
Lunghezza linea:	<b>8500 m</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,715 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>404,9 A (Archivio)</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>n.d.</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>60,5 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>1 (Numero circuiti: 1)</b>	Temperatura cavo a In:	<b>74,8 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>0,93</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>288,7&lt;=350&lt;=404,9 A</b>

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

I <sub>km</sub> max a monte:	<b>25 kA</b>	I <sub>k2min</sub> :	<b>9,83 kA</b>
I <sub>kv</sub> max a valle:	<b>12,7 kA</b>	I <sub>k1ftmax</sub> :	<b>0,152 kA</b>
I <sub>magmax</sub> (magnetica massima):	<b>137,9 A</b>	I <sub>p1ft</sub> :	<b>0,373 kA</b>
I <sub>k</sub> max:	<b>12,7 kA</b>	I <sub>k1ftmin</sub> :	<b>0,138 kA</b>
I <sub>p</sub> :	<b>61,7 kA</b>	Z <sub>k</sub> min:	<b>1793 mohm</b>
I <sub>k</sub> min:	<b>11,4 kA</b>	Z <sub>k</sub> max:	<b>1831 mohm</b>
I <sub>k2ftmax</sub> :	<b>11,1 kA</b>	Z <sub>k2</sub> min:	<b>0 mohm</b>
I <sub>p2ft</sub> :	<b>53,5 kA</b>	Z <sub>k2</sub> max:	<b>0 mohm</b>
I <sub>k2ftmin</sub> :	<b>9,81 kA</b>	Z <sub>k1ftmin</sub> :	<b>150721 mohm</b>
I <sub>k2max</sub> :	<b>11 kA</b>	Z <sub>k1ftmax</sub> :	<b>150733 mohm</b>
I <sub>p2</sub> :	<b>53,5 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>I(50-51-51N)-67N</b>	Taratura differenziale:	<b>0 A</b>
Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Norma:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>		

## Identificazione

Sigla utenza: **+CGDC.QCGDC-RAMO 3**  
 Denominazione 1:  
 Denominazione 2:  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>		
Potenza nominale:	<b>12000 kW</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza dimensionamento:	<b>12000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>192,5 A</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>12000 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>	Potenza disponibile:	<b>9824 kVA</b>

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x630)</b>		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo:	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>XLPE</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>0,651</b>
Tabella posa:	<b>CEI 11-17 (Media)</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>3,359E+09 A<sup>2</sup>s</b>
Materiale conduttore:	<b>ALLUMINIO</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,588 %</b>
Lunghezza linea:	<b>10500 m</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,588 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>404,9 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>n.d.</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>43,6 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>1 (Numero circuiti: 1)</b>	Temperatura cavo a In:	<b>74,8 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>0,93</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>192,5&lt;=350&lt;=404,9 A</b>

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ikm max a monte:	<b>25 kA</b>	Ik2min:	<b>8,76 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>11,4 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,152 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>138 A</b>	Ip1ft:	<b>0,373 kA</b>
Ik max:	<b>11,4 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>61,7 kA</b>	Zk min:	<b>2005 mohm</b>
Ik min:	<b>10,1 kA</b>	Zk max:	<b>2055 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>9,89 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>53,5 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>8,75 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150605 mohm</b>
Ik2max:	<b>9,88 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150621 mohm</b>
Ip2:	<b>53,5 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>I(50-51-51N)-67N</b>	Taratura differenziale:	<b>0 A</b>
Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Norma:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>		

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 1.MA03-ARRIVO</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

		Distribuzione generica	
Tipologia utenza:			
Potenza nominale:	<b>18000 kW</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza dimensionamento:	<b>18000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>288,7 A</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>18000 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>	Potenza disponibile:	<b>3824 kVA</b>

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ikm max a monte:	<b>17,3 kA</b>	Ik2min:	<b>13,5 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>17,3 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,151 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>137,7 A</b>	Ip1ft:	<b>0,325 kA</b>
Ik max:	<b>17,3 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>37,1 kA</b>	Zk min:	<b>1322 mohm</b>
Ik min:	<b>15,6 kA</b>	Zk max:	<b>1336 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>15 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>32,2 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>13,5 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150981 mohm</b>
Ik2max:	<b>15 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150987 mohm</b>
Ip2:	<b>32,1 kA</b>		

## Protezione

Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

## Identificazione

Sigla utenza: **+CLUSTER 1.MA03-PARTENZA**  
 Denominazione 1:  
 Denominazione 2:  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Potenza nominale:	<b>12000 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>12000 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>12000 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>192,5 A</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>9824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x630)</b>		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo:	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>XLPE</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>0,651</b>
Tabella posa:	<b>CEI 11-17 (Media)</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>3,359E+09 A<sup>2</sup>s</b>
Materiale conduttore:	<b>ALLUMINIO</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,061 %</b>
Lunghezza linea:	<b>1100 m</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,397 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>404,9 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>n.d.</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>43,6 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>1 (Numero circuiti: 1)</b>	Temperatura cavo a In:	<b>74,8 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>0,93</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>192,5&lt;=350&lt;=404,9 A</b>

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ikm max a monte:	<b>17,3 kA</b>	Ik2min:	<b>12,4 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>15,9 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,151 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>137,7 A</b>	Ip1ft:	<b>0,325 kA</b>
Ik max:	<b>15,9 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>37,1 kA</b>	Zk min:	<b>1437 mohm</b>
Ik min:	<b>14,3 kA</b>	Zk max:	<b>1456 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>13,8 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>32,2 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>12,4 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150918 mohm</b>
Ik2max:	<b>13,8 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150925 mohm</b>
Ip2:	<b>32,1 kA</b>		

## Protezione

Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 1.MA03-TRASFORMATORE</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Potenza totale:	<b>6610 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Potenza disponibile:	<b>609,5 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		
Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>		

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>17,3 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>13,5 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>17,3 kA</b>	Ik <sub>1ftmax</sub> :	<b>0,151 kA</b>
Imag <sub>max</sub> (magnetica massima):	<b>137,7 A</b>	Ip <sub>1ft</sub> :	<b>0,325 kA</b>
Ik <sub>m</sub> max:	<b>17,3 kA</b>	Ik <sub>1ftmin</sub> :	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>37,1 kA</b>	Zk <sub>min</sub> :	<b>1322 mohm</b>
Ik <sub>m</sub> min:	<b>15,6 kA</b>	Zk <sub>max</sub> :	<b>1336 mohm</b>
Ik <sub>2ftmax</sub> :	<b>15 kA</b>	Zk <sub>2 min</sub> :	<b>0 mohm</b>
Ip <sub>2ft</sub> :	<b>32,2 kA</b>	Zk <sub>2 max</sub> :	<b>0 mohm</b>
Ik <sub>2ftmin</sub> :	<b>13,5 kA</b>	Zk <sub>1ftmin</sub> :	<b>150981 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>15 kA</b>	Zk <sub>1ftmax</sub> :	<b>150987 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>32,1 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>I(50-51)</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Corrente nominale protez.:	<b>106 A</b>	Norma:	<b>n.d.</b>
Numero poli:	<b>3</b>		
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>		

**Identificazione**

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 1.MA05-ARRIVO</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

**Utenza**

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Potenza nominale:	<b>12000 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>12000 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>12000 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>192,5 A</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>9824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		

**Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)**

Ikm max a monte:	<b>15,9 kA</b>	Ik2min:	<b>12,4 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>15,9 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,151 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>137,7 A</b>	Ip1ft:	<b>0,318 kA</b>
Ik max:	<b>15,9 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>33,4 kA</b>	Zk min:	<b>1437 mohm</b>
Ik min:	<b>14,3 kA</b>	Zk max:	<b>1456 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>13,8 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>29 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>12,4 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150918 mohm</b>
Ik2max:	<b>13,8 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150925 mohm</b>
Ip2:	<b>28,9 kA</b>		

**Protezione**

Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

## Identificazione

Sigla utenza: **+CLUSTER 1.MA05-PARTENZA**  
 Denominazione 1:  
 Denominazione 2:  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>		
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>	Potenza disponibile:	<b>15824 kVA</b>

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x630)</b>		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo:	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>XLPE</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>0,651</b>
Tabella posa:	<b>CEI 11-17 (Media)</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>3,359E+09 A<sup>2</sup>s</b>
Materiale conduttore:	<b>ALLUMINIO</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,031 %</b>
Lunghezza linea:	<b>1100 m</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,427 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>404,9 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>n.d.</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>33,4 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>1 (Numero circuiti: 1)</b>	Temperatura cavo a In:	<b>74,8 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>0,93</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>96,2&lt;=350&lt;=404,9 A</b>

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ikm max a monte:	<b>15,9 kA</b>	Ik2min:	<b>11,4 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>14,7 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,152 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>137,8 A</b>	Ip1ft:	<b>0,318 kA</b>
Ik max:	<b>14,7 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>33,4 kA</b>	Zk min:	<b>1552 mohm</b>
Ik min:	<b>13,2 kA</b>	Zk max:	<b>1576 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>12,8 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>29 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>11,4 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150854 mohm</b>
Ik2max:	<b>12,8 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150863 mohm</b>
Ip2:	<b>28,9 kA</b>		

## Protezione

Corrente nominale protez.:	<b>250 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 1.MA05-TRASFORMATORE</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Potenza totale:	<b>6610 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Potenza disponibile:	<b>609,5 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		
Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>		

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>15,9 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>12,4 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>15,9 kA</b>	Ik <sub>1ftmax</sub> :	<b>0,151 kA</b>
Imag <sub>max</sub> (magnetica massima):	<b>137,7 A</b>	Ip <sub>1ft</sub> :	<b>0,318 kA</b>
Ik <sub>m</sub> max:	<b>15,9 kA</b>	Ik <sub>1ftmin</sub> :	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>33,4 kA</b>	Zk <sub>min</sub> :	<b>1437 mohm</b>
Ik <sub>m</sub> min:	<b>14,3 kA</b>	Zk <sub>max</sub> :	<b>1456 mohm</b>
Ik <sub>2ftmax</sub> :	<b>13,8 kA</b>	Zk <sub>2 min</sub> :	<b>0 mohm</b>
Ip <sub>2ft</sub> :	<b>29 kA</b>	Zk <sub>2 max</sub> :	<b>0 mohm</b>
Ik <sub>2ftmin</sub> :	<b>12,4 kA</b>	Zk <sub>1ftmin</sub> :	<b>150918 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>13,8 kA</b>	Zk <sub>1ftmax</sub> :	<b>150925 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>28,9 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>I(50-51)</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Corrente nominale protez.:	<b>106 A</b>	Norma:	<b>n.d.</b>
Numero poli:	<b>3</b>		
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>		

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 1.MA06-ARRIVO</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Distribuzione generica			
Tipologia utenza:		Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>15824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ikm max a monte:	<b>14,7 kA</b>	Ik2min:	<b>11,4 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>14,7 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,152 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>137,8 A</b>	Ip1ft:	<b>0,313 kA</b>
Ik max:	<b>14,7 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>30,4 kA</b>	Zk min:	<b>1552 mohm</b>
Ik min:	<b>13,2 kA</b>	Zk max:	<b>1576 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>12,8 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>26,4 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>11,4 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150854 mohm</b>
Ik2max:	<b>12,8 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150863 mohm</b>
Ip2:	<b>26,3 kA</b>		

## Protezione

Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

**Identificazione**

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 1.MA06-PARTENZA</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

**Utenza**

		<b>Distribuzione generica</b>	
Tipologia utenza:		Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Potenza nominale:	<b>0 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>0 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>0 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>0 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>0 A</b>	Potenza disponibile:	<b>21824 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>		
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		

**Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)**

I <sub>km</sub> max a monte:	<b>14,7 kA</b>	I <sub>k2min</sub> :	<b>11,4 kA</b>
I <sub>kv</sub> max a valle:	<b>14,7 kA</b>	I <sub>k1ftmax</sub> :	<b>0,152 kA</b>
I <sub>magmax</sub> (magnetica massima):	<b>137,8 A</b>	I <sub>p1ft</sub> :	<b>0,313 kA</b>
I <sub>k</sub> max:	<b>14,7 kA</b>	I <sub>k1ftmin</sub> :	<b>0,138 kA</b>
I <sub>p</sub> :	<b>30,4 kA</b>	Z <sub>k</sub> min:	<b>1552 mohm</b>
I <sub>k</sub> min:	<b>13,2 kA</b>	Z <sub>k</sub> max:	<b>1576 mohm</b>
I <sub>k2ftmax</sub> :	<b>12,8 kA</b>	Z <sub>k2</sub> min:	<b>0 mohm</b>
I <sub>p2ft</sub> :	<b>26,4 kA</b>	Z <sub>k2</sub> max:	<b>0 mohm</b>
I <sub>k2ftmin</sub> :	<b>11,4 kA</b>	Z <sub>k1ftmin</sub> :	<b>150854 mohm</b>
I <sub>k2max</sub> :	<b>12,8 kA</b>	Z <sub>k1ftmax</sub> :	<b>150863 mohm</b>
I <sub>p2</sub> :	<b>26,3 kA</b>		

**Protezione**

Corrente nominale protez.:	<b>250 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 1.MA06-TRASFORMATORE</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Potenza totale:	<b>6610 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Potenza disponibile:	<b>609,5 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		
Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>		

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>14,7 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>11,4 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>14,7 kA</b>	Ik <sub>1ftmax</sub> :	<b>0,152 kA</b>
Im <sub>g</sub> max (magnetica massima):	<b>137,8 A</b>	Ip <sub>1ft</sub> :	<b>0,313 kA</b>
Ik max:	<b>14,7 kA</b>	Ik <sub>1ftmin</sub> :	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>30,4 kA</b>	Zk min:	<b>1552 mohm</b>
Ik min:	<b>13,2 kA</b>	Zk max:	<b>1576 mohm</b>
Ik <sub>2ftmax</sub> :	<b>12,8 kA</b>	Zk <sub>2</sub> min:	<b>0 mohm</b>
Ip <sub>2ft</sub> :	<b>26,4 kA</b>	Zk <sub>2</sub> max:	<b>0 mohm</b>
Ik <sub>2ftmin</sub> :	<b>11,4 kA</b>	Zk <sub>1ftmin</sub> :	<b>150854 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>12,8 kA</b>	Zk <sub>1ftmax</sub> :	<b>150863 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>26,3 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>I(50-51)</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Corrente nominale protez.:	<b>106 A</b>	Norma:	<b>n.d.</b>
Numero poli:	<b>3</b>		
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>		

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 1.MA04-ARRIVO</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Distribuzione generica			
Tipologia utenza:		Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>15824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ikm max a monte:	<b>10,6 kA</b>	Ik2min:	<b>8,12 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>10,6 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,152 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>138,1 A</b>	Ip1ft:	<b>0,296 kA</b>
Ik max:	<b>10,6 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>20,6 kA</b>	Zk min:	<b>2158 mohm</b>
Ik min:	<b>9,37 kA</b>	Zk max:	<b>2217 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>9,19 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>17,9 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>8,1 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150522 mohm</b>
Ik2max:	<b>9,17 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150539 mohm</b>
Ip2:	<b>17,9 kA</b>		

## Protezione

Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

**Identificazione**

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 1.MA04-PARTENZA</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

**Utenza**

		<b>Distribuzione generica</b>	
Tipologia utenza:		Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Potenza nominale:	<b>0 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>0 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>0 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>0 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>0 A</b>	Potenza disponibile:	<b>21824 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>		
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		

**Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)**

I <sub>km</sub> max a monte:	<b>10,6 kA</b>	I <sub>k2min</sub> :	<b>8,12 kA</b>
I <sub>kv</sub> max a valle:	<b>10,6 kA</b>	I <sub>k1ftmax</sub> :	<b>0,152 kA</b>
I <sub>magmax</sub> (magnetica massima):	<b>138,1 A</b>	I <sub>p1ft</sub> :	<b>0,296 kA</b>
I <sub>k</sub> max:	<b>10,6 kA</b>	I <sub>k1ftmin</sub> :	<b>0,138 kA</b>
I <sub>p</sub> :	<b>20,6 kA</b>	Z <sub>k</sub> min:	<b>2158 mohm</b>
I <sub>k</sub> min:	<b>9,37 kA</b>	Z <sub>k</sub> max:	<b>2217 mohm</b>
I <sub>k2ftmax</sub> :	<b>9,19 kA</b>	Z <sub>k2</sub> min:	<b>0 mohm</b>
I <sub>p2ft</sub> :	<b>17,9 kA</b>	Z <sub>k2</sub> max:	<b>0 mohm</b>
I <sub>k2ftmin</sub> :	<b>8,1 kA</b>	Z <sub>k1ftmin</sub> :	<b>150522 mohm</b>
I <sub>k2max</sub> :	<b>9,17 kA</b>	Z <sub>k1ftmax</sub> :	<b>150539 mohm</b>
I <sub>p2</sub> :	<b>17,9 kA</b>		

**Protezione**

Corrente nominale protez.:	<b>250 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 1.MA04-TRASFORMATORE</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Potenza totale:	<b>6610 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Potenza disponibile:	<b>609,5 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		
Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>		

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>10,6 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>8,12 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>10,6 kA</b>	Ik <sub>1ftmax</sub> :	<b>0,152 kA</b>
Im <sub>g</sub> max (magnetica massima):	<b>138,1 A</b>	Ip <sub>1ft</sub> :	<b>0,296 kA</b>
Ik max:	<b>10,6 kA</b>	Ik <sub>1ftmin</sub> :	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>20,6 kA</b>	Zk min:	<b>2158 mohm</b>
Ik min:	<b>9,37 kA</b>	Zk max:	<b>2217 mohm</b>
Ik <sub>2ftmax</sub> :	<b>9,19 kA</b>	Zk <sub>2</sub> min:	<b>0 mohm</b>
Ip <sub>2ft</sub> :	<b>17,9 kA</b>	Zk <sub>2</sub> max:	<b>0 mohm</b>
Ik <sub>2ftmin</sub> :	<b>8,1 kA</b>	Zk <sub>1ftmin</sub> :	<b>150522 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>9,17 kA</b>	Zk <sub>1ftmax</sub> :	<b>150539 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>17,9 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>I(50-51)</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Corrente nominale protez.:	<b>106 A</b>	Norma:	<b>n.d.</b>
Numero poli:	<b>3</b>		
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>		

**Identificazione**

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 2.MA08-ARRIVO</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

**Utenza**

		<b>Distribuzione generica</b>	
Tipologia utenza:			
Potenza nominale:	<b>18000 kW</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza dimensionamento:	<b>18000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>288,7 A</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>18000 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>	Potenza disponibile:	<b>3824 kVA</b>

**Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)**

Ikm max a monte:	<b>12,7 kA</b>	Ik2min:	<b>9,83 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>12,7 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,152 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>137,9 A</b>	Ip1ft:	<b>0,304 kA</b>
Ik max:	<b>12,7 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>25,6 kA</b>	Zk min:	<b>1793 mohm</b>
Ik min:	<b>11,4 kA</b>	Zk max:	<b>1831 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>11,1 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>22,2 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>9,81 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150721 mohm</b>
Ik2max:	<b>11 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150733 mohm</b>
Ip2:	<b>22,1 kA</b>		

**Protezione**

Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

## Identificazione

Sigla utenza: **+CLUSTER 2.MA08-PARTENZA**  
 Denominazione 1:  
 Denominazione 2:  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>		
Potenza nominale:	<b>12000 kW</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza dimensionamento:	<b>12000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>192,5 A</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>12000 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>	Potenza disponibile:	<b>9824 kVA</b>

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x630)</b>		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo:	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>XLPE</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>0,651</b>
Tabella posa:	<b>CEI 11-17 (Media)</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>3,359E+09 A<sup>2</sup>s</b>
Materiale conduttore:	<b>ALLUMINIO</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,081 %</b>
Lunghezza linea:	<b>1450 m</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,797 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>404,9 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>n.d.</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>43,6 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>1 (Numero circuiti: 1)</b>	Temperatura cavo a In:	<b>74,8 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>0,93</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>192,5&lt;=350&lt;=404,9 A</b>

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ikm max a monte:	<b>12,7 kA</b>	Ik2min:	<b>9,03 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>11,7 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,152 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>138 A</b>	Ip1ft:	<b>0,304 kA</b>
Ik max:	<b>11,7 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>25,6 kA</b>	Zk min:	<b>1946 mohm</b>
Ik min:	<b>10,4 kA</b>	Zk max:	<b>1993 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>10,2 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>22,2 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>9,02 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150637 mohm</b>
Ik2max:	<b>10,2 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150652 mohm</b>
Ip2:	<b>22,1 kA</b>		

## Protezione

Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 2.MA08-TRASFORMATORE</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Potenza totale:	<b>6610 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Potenza disponibile:	<b>609,5 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		
Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>		

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>12,7 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>9,83 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>12,7 kA</b>	Ik <sub>1ftmax</sub> :	<b>0,152 kA</b>
Imag <sub>max</sub> (magnetica massima):	<b>137,9 A</b>	Ip <sub>1ft</sub> :	<b>0,304 kA</b>
Ik <sub>m</sub> max:	<b>12,7 kA</b>	Ik <sub>1ftmin</sub> :	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>25,6 kA</b>	Zk <sub>min</sub> :	<b>1793 mohm</b>
Ik <sub>m</sub> min:	<b>11,4 kA</b>	Zk <sub>max</sub> :	<b>1831 mohm</b>
Ik <sub>2ftmax</sub> :	<b>11,1 kA</b>	Zk <sub>2 min</sub> :	<b>0 mohm</b>
Ip <sub>2ft</sub> :	<b>22,2 kA</b>	Zk <sub>2 max</sub> :	<b>0 mohm</b>
Ik <sub>2ftmin</sub> :	<b>9,81 kA</b>	Zk <sub>1ftmin</sub> :	<b>150721 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>11 kA</b>	Zk <sub>1ftmax</sub> :	<b>150733 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>22,1 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>I(50-51)</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Corrente nominale protez.:	<b>106 A</b>	Norma:	<b>n.d.</b>
Numero poli:	<b>3</b>		
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>		

**Identificazione**

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 2.MA07-ARRIVO</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

**Utenza**

		<b>Distribuzione generica</b>	
Tipologia utenza:			
Potenza nominale:	<b>12000 kW</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza dimensionamento:	<b>12000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>192,5 A</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>12000 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>	Potenza disponibile:	<b>9824 kVA</b>

**Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)**

Ikm max a monte:	<b>11,7 kA</b>	Ik2min:	<b>9,03 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>11,7 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,152 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>138 A</b>	Ip1ft:	<b>0,3 kA</b>
Ik max:	<b>11,7 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>23,2 kA</b>	Zk min:	<b>1946 mohm</b>
Ik min:	<b>10,4 kA</b>	Zk max:	<b>1993 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>10,2 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>20,1 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>9,02 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150637 mohm</b>
Ik2max:	<b>10,2 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150652 mohm</b>
Ip2:	<b>20,1 kA</b>		

**Protezione**

Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

## Identificazione

Sigla utenza: **+CLUSTER 2.MA07-PARTENZA**  
 Denominazione 1:  
 Denominazione 2:  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>		
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>	Potenza disponibile:	<b>15824 kVA</b>

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x630)</b>		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo:	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>XLPE</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>0,651</b>
Tabella posa:	<b>CEI 11-17 (Media)</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>3,359E+09 A<sup>2</sup>s</b>
Materiale conduttore:	<b>ALLUMINIO</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,056 %</b>
Lunghezza linea:	<b>2000 m</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,854 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>404,9 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>n.d.</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>33,4 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>1 (Numero circuiti: 1)</b>	Temperatura cavo a In:	<b>74,8 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>0,93</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>96,2&lt;=350&lt;=404,9 A</b>

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ikm max a monte:	<b>11,7 kA</b>	Ik2min:	<b>8,12 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>10,6 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,152 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>138,1 A</b>	Ip1ft:	<b>0,3 kA</b>
Ik max:	<b>10,6 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>23,2 kA</b>	Zk min:	<b>2158 mohm</b>
Ik min:	<b>9,37 kA</b>	Zk max:	<b>2217 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>9,19 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>20,1 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>8,1 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150522 mohm</b>
Ik2max:	<b>9,17 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150539 mohm</b>
Ip2:	<b>20,1 kA</b>		

## Protezione

Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 2.MA07-TRASFORMATORE</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Potenza totale:	<b>6610 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Potenza disponibile:	<b>609,5 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		
Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>		

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>11,7 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>9,03 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>11,7 kA</b>	Ik <sub>1ftmax</sub> :	<b>0,152 kA</b>
Im <sub>g</sub> max (magnetica massima):	<b>138 A</b>	Ip <sub>1ft</sub> :	<b>0,3 kA</b>
Ik max:	<b>11,7 kA</b>	Ik <sub>1ftmin</sub> :	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>23,2 kA</b>	Zk min:	<b>1946 mohm</b>
Ik min:	<b>10,4 kA</b>	Zk max:	<b>1993 mohm</b>
Ik <sub>2ftmax</sub> :	<b>10,2 kA</b>	Zk <sub>2</sub> min:	<b>0 mohm</b>
Ip <sub>2ft</sub> :	<b>20,1 kA</b>	Zk <sub>2</sub> max:	<b>0 mohm</b>
Ik <sub>2ftmin</sub> :	<b>9,02 kA</b>	Zk <sub>1ftmin</sub> :	<b>150637 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>10,2 kA</b>	Zk <sub>1ftmax</sub> :	<b>150652 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>20,1 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>I(50-51)</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Corrente nominale protez.:	<b>106 A</b>	Norma:	<b>n.d.</b>
Numero poli:	<b>3</b>		
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>		

**Identificazione**

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 3.MA01-ARRIVO</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

**Utenza**

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Potenza nominale:	<b>12000 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>12000 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>12000 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>192,5 A</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>9824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		

**Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)**

Ikm max a monte:	<b>11,4 kA</b>	Ik2min:	<b>8,76 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>11,4 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,152 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>138 A</b>	Ip1ft:	<b>0,299 kA</b>
Ik max:	<b>11,4 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>22,4 kA</b>	Zk min:	<b>2055 mohm</b>
Ik min:	<b>10,1 kA</b>	Zk max:	<b>2055 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>9,89 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>19,5 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>8,75 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150605 mohm</b>
Ik2max:	<b>9,88 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150621 mohm</b>
Ip2:	<b>19,4 kA</b>		

**Protezione**

Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

## Identificazione

Sigla utenza: **+CLUSTER 3.MA01-PARTENZA**  
 Denominazione 1:  
 Denominazione 2:  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>		
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>	Potenza disponibile:	<b>15824 kVA</b>

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x630)</b>		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo:	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>XLPE</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>0,651</b>
Tabella posa:	<b>CEI 11-17 (Media)</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>3,359E+09 A<sup>2</sup>s</b>
Materiale conduttore:	<b>ALLUMINIO</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,044 %</b>
Lunghezza linea:	<b>1600 m</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,633 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>404,9 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>n.d.</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>33,4 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>1 (Numero circuiti: 1)</b>	Temperatura cavo a In:	<b>74,8 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>0,93</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>96,2&lt;=350&lt;=404,9 A</b>

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ikm max a monte:	<b>11,4 kA</b>	Ik2min:	<b>8,06 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>10,5 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,152 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>138,1 A</b>	Ip1ft:	<b>0,299 kA</b>
Ik max:	<b>10,5 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>22,4 kA</b>	Zk min:	<b>2174 mohm</b>
Ik min:	<b>9,3 kA</b>	Zk max:	<b>2234 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>9,12 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>19,5 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>8,04 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150513 mohm</b>
Ik2max:	<b>9,11 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150531 mohm</b>
Ip2:	<b>19,4 kA</b>		

## Protezione

Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 3.MA01-TRASFORMATORE</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Potenza totale:	<b>6610 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Potenza disponibile:	<b>609,5 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		
Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>		

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>11,4 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>8,76 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>11,4 kA</b>	Ik <sub>1ftmax</sub> :	<b>0,152 kA</b>
Im <sub>g</sub> max (magnetica massima):	<b>138 A</b>	Ip <sub>1ft</sub> :	<b>0,299 kA</b>
Ik max:	<b>11,4 kA</b>	Ik <sub>1ftmin</sub> :	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>22,4 kA</b>	Zk min:	<b>2005 mohm</b>
Ik min:	<b>10,1 kA</b>	Zk max:	<b>2055 mohm</b>
Ik <sub>2ftmax</sub> :	<b>9,89 kA</b>	Zk <sub>2</sub> min:	<b>0 mohm</b>
Ip <sub>2ft</sub> :	<b>19,5 kA</b>	Zk <sub>2</sub> max:	<b>0 mohm</b>
Ik <sub>2ftmin</sub> :	<b>8,75 kA</b>	Zk <sub>1ftmin</sub> :	<b>150605 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>9,88 kA</b>	Zk <sub>1ftmax</sub> :	<b>150621 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>19,4 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>I(50-51)</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Corrente nominale protez.:	<b>106 A</b>	Norma:	<b>n.d.</b>
Numero poli:	<b>3</b>		
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>		

## Identificazione

Sigla utenza: **+CLUSTER 3.MA02-ARRIVO**  
 Denominazione 1:  
 Denominazione 2:  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>15824 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ikm max a monte:	<b>10,5 kA</b>	Ik2min:	<b>8,06 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>10,5 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>0,152 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>138,1 A</b>	Ip1ft:	<b>0,295 kA</b>
Ik max:	<b>10,5 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>20,5 kA</b>	Zk min:	<b>2174 mohm</b>
Ik min:	<b>9,3 kA</b>	Zk max:	<b>2234 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>9,12 kA</b>	Zk2 min:	<b>0 mohm</b>
Ip2ft:	<b>17,7 kA</b>	Zk2 max:	<b>0 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>8,04 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>150513 mohm</b>
Ik2max:	<b>9,11 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>150531 mohm</b>
Ip2:	<b>17,7 kA</b>		

## Protezione

Corrente nominale protez.:	<b>350 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

**Identificazione**

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 3.MA02-PARTENZA</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

**Utenza**

		<b>Distribuzione generica</b>	
Tipologia utenza:		Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>
Potenza nominale:	<b>0 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>0 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>0 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>0 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>21824 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>0 A</b>	Potenza disponibile:	<b>21824 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>		
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		

**Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)**

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>10,5 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>8,06 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>10,5 kA</b>	Ik <sub>1ftmax</sub> :	<b>0,152 kA</b>
Imag <sub>max</sub> (magnetica massima):	<b>138,1 A</b>	Ip <sub>1ft</sub> :	<b>0,295 kA</b>
Ik <sub>m</sub> max:	<b>10,5 kA</b>	Ik <sub>1ftmin</sub> :	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>20,5 kA</b>	Zk <sub>min</sub> :	<b>2174 mohm</b>
Ik <sub>min</sub> :	<b>9,3 kA</b>	Zk <sub>max</sub> :	<b>2234 mohm</b>
Ik <sub>2ftmax</sub> :	<b>9,12 kA</b>	Zk <sub>2 min</sub> :	<b>0 mohm</b>
Ip <sub>2ft</sub> :	<b>17,7 kA</b>	Zk <sub>2 max</sub> :	<b>0 mohm</b>
Ik <sub>2ftmin</sub> :	<b>8,04 kA</b>	Zk <sub>1ftmin</sub> :	<b>150513 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>9,11 kA</b>	Zk <sub>1ftmax</sub> :	<b>150531 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>17,7 kA</b>		

**Protezione**

Corrente nominale protez.:	<b>275 A</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>350 A</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>	Norma:	<b>n.d.</b>

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+CLUSTER 3.MA02-TRASFORMATORE</b>
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Potenza nominale:	<b>6000 kW</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6000 kVA</b>
Potenza dimensionamento:	<b>6000 kW</b>	Potenza totale:	<b>6610 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>96,2 A</b>	Potenza disponibile:	<b>609,5 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>36000 V</b>		
Sistema distribuzione:	<b>Alta</b>		

## Condizioni di guasto (CENELEC R064-003)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>10,5 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>8,06 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>10,5 kA</b>	Ik <sub>1ftmax</sub> :	<b>0,152 kA</b>
Imag <sub>max</sub> (magnetica massima):	<b>138,1 A</b>	Ip <sub>1ft</sub> :	<b>0,295 kA</b>
Ik <sub>m</sub> max:	<b>10,5 kA</b>	Ik <sub>1ftmin</sub> :	<b>0,138 kA</b>
Ip:	<b>20,5 kA</b>	Zk <sub>min</sub> :	<b>2174 mohm</b>
Ik <sub>m</sub> min:	<b>9,3 kA</b>	Zk <sub>max</sub> :	<b>2234 mohm</b>
Ik <sub>2ftmax</sub> :	<b>9,12 kA</b>	Zk <sub>2 min</sub> :	<b>0 mohm</b>
Ip <sub>2ft</sub> :	<b>17,7 kA</b>	Zk <sub>2 max</sub> :	<b>0 mohm</b>
Ik <sub>2ftmin</sub> :	<b>8,04 kA</b>	Zk <sub>1ftmin</sub> :	<b>150513 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>9,11 kA</b>	Zk <sub>1ftmax</sub> :	<b>150531 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>17,7 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>I(50-51)</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Corrente nominale protez.:	<b>106 A</b>	Norma:	<b>n.d.</b>
Numero poli:	<b>3</b>		
Classe d'impiego:	<b>n.d.</b>		

---

Tipo di fornitura:	<b>Alta tensione</b>
--------------------	----------------------

---

Tensione di fornitura:	<b>36 kV</b>
Corrente di cortocircuito trifase massima:	<b>25 kA</b>
Corrente di cortocircuito monofase a terra massima:	<b>0,15 kA</b>

---



---

<b>Parametri elettrici</b>	
Potenza totale assorbita:	<b>48000 kW</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>
Corrente totale di impiego:	<b>769,8 A</b>
Potenza carichi collegati [kW]:	<b>48000 kW</b>

---

<b>Parametri di guasto lato fornitura</b>	
Rd a 20°C:	<b>91 mohm</b>
Xd:	<b>910 mohm</b>
R0 a 20°C:	<b>45317 mohm</b>
X0:	<b>-453172 mohm</b>

---

Utenza	Formazione	Materiale	Lc [m]	Iz [A]	T (Ib) [°C]	Tamb [°C]	CdtT (Ib) [%]	Posa cavo
	Designazione	Isolante	Pross.	k decl.	T (In) [°C]	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> F [A <sup>2</sup> s]	CdtT (In) [%]	
	Tab. posa	Tipo posa						

**CGDC QCGDC**

RAMO 1	3x(1x630)	ALLUMINIO	4000	433,8	56,6	30	0,335	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	3	0,698	69	3,359*10 <sup>9</sup>	0,406	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						
RAMO 2	3x(1x630)	ALLUMINIO	8500	404,9	60,5	30	0,715	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	1	0,651	74,8	3,359*10 <sup>9</sup>	0,869	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						
RAMO 3	3x(1x630)	ALLUMINIO	10500	404,9	43,6	30	0,588	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	1	0,651	74,8	3,359*10 <sup>9</sup>	1,08	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

**CLUSTER 1 MA03**

PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	1100	404,9	43,6	30	0,397	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	1	0,651	74,8	3,359*10 <sup>9</sup>	0,518	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

**CLUSTER 1 MA05**

PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	1100	404,9	33,4	30	0,427	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	1	0,651	74,8	3,359*10 <sup>9</sup>	0,629	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

Utenza	Formazione	Materiale	Lc [m]	Iz [A]	T (Ib) [°C]	Tamb [°C]	CdtT (Ib) [%]	Posa cavo
	Designazione	Isolante	Pross.	k decl.	T (In) [°C]	K²S² F [A²s]	CdtT (In) [%]	
	Tab. posa	Tipo posa						

### CLUSTER 2 MA08

PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	1450	404,9	43,6	30	0,797	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	1	0,651	74,8	3,359*10 <sup>9</sup>	1,02	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

### CLUSTER 2 MA07

PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	2000	404,9	33,4	30	0,854	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	1	0,651	74,8	3,359*10 <sup>9</sup>	1,22	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

### CLUSTER 3 MA01

PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	1600	404,9	33,4	30	0,633	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	1	0,651	74,8	3,359*10 <sup>9</sup>	1,24	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

Utenza	Ikm max [kA]	/_Ikm max	Ikm max by	DeltaIkm max [kA]	Ikv max [kA]	Ik1ftmax [kA]	Ip1ft [kA]	Ik1ftmin [kA]	Ik2ftmax [kA]	Ip2ft [kA]	Ik2ftmin [kA]
	Imagmax [A]	/_Imagmax	Ik max [kA]	Ip [kA]	Ik min [kA]	Ik1fnmax [kA]	Ip1fn [kA]	Ik1fnmin [kA]	Ik2max [kA]	Ip2 [kA]	Ik2min [kA]

### CGDC QCGDC

GENERALE CABINA	25	0,1	n.c.	0	25	0,151	0,373	0,137	21,7	53,5	19,7
	137,5	0,1	25	61,7	22,7	25	61,7	22,7	21,7	53,5	19,7
RAMO 1	25	0,1	n.c.	0	17,3	0,151	0,373	0,138	15	53,5	13,5
	137,7	0,102	17,3	61,7	15,6				15	53,5	13,5
RAMO 2	25	0,1	n.c.	0	12,7	0,152	0,373	0,138	11,1	53,5	9,81
	137,9	0,104	12,7	61,7	11,4				11	53,5	9,83
RAMO 3	25	0,1	n.c.	0	11,4	0,152	0,373	0,138	9,89	53,5	8,75
	138	0,105	11,4	61,7	10,1				9,88	53,5	8,76

### CLUSTER 1 MA03

ARRIVO	17,3	0,22	n.c.	0	17,3	0,151	0,325	0,138	15	32,2	13,5
	137,7	0,102	17,3	37,1	15,6				15	32,1	13,5
PARTENZA	17,3	0,22	n.c.	0	15,9	0,151	0,325	0,138	13,8	32,2	12,4
	137,7	0,103	15,9	37,1	14,3				13,8	32,1	12,4
TRASFORMATORE	17,3	0,22	n.c.	0	17,3	0,151	0,325	0,138	15	32,2	13,5
	137,7	0,102	17,3	37,1	15,6				15	32,1	13,5

### CLUSTER 1 MA05

ARRIVO	15,9	0,241	n.c.	0	15,9	0,151	0,318	0,138	13,8	29	12,4
	137,7	0,103	15,9	33,4	14,3				13,8	28,9	12,4
PARTENZA	15,9	0,241	n.c.	0	14,7	0,152	0,318	0,138	12,8	29	11,4
	137,8	0,103	14,7	33,4	13,2				12,8	28,9	11,4

Utenza	Ikm max [kA]	/_Ikm max	Ikm max by	DeltaIkm max [kA]	Ikv max [kA]	Ik1ftmax [kA]	Ip1ft [kA]	Ik1ftmin [kA]	Ik2ftmax [kA]	Ip2ft [kA]	Ik2ftmin [kA]
	Imagmax [A]	/_Imagmax	Ik max [kA]	Ip [kA]	Ik min [kA]	Ik1fnmax [kA]	Ip1fn [kA]	Ik1fnmin [kA]	Ik2max [kA]	Ip2 [kA]	Ik2min [kA]
TRASFORMATORE	15,9	0,241	n.c.	0	15,9	0,151	0,318	0,138	13,8	29	12,4
	137,7	0,103	15,9	33,4	14,3				13,8	28,9	12,4

### CLUSTER 1 MA06

ARRIVO	14,7	0,259	n.c.	0	14,7	0,152	0,313	0,138	12,8	26,4	11,4
	137,8	0,103	14,7	30,4	13,2				12,8	26,3	11,4
PARTENZA	14,7	0,259	n.c.	0	14,7	0,152	0,313	0,138	12,8	26,4	11,4
	137,8	0,103	14,7	30,4	13,2				12,8	26,3	11,4
TRASFORMATORE	14,7	0,259	n.c.	0	14,7	0,152	0,313	0,138	12,8	26,4	11,4
	137,8	0,103	14,7	30,4	13,2				12,8	26,3	11,4

### CLUSTER 1 MA04

ARRIVO	10,6	0,319	n.c.	0	10,6	0,152	0,296	0,138	9,19	17,9	8,1
	138,1	0,106	10,6	20,6	9,37				9,17	17,9	8,12
PARTENZA	10,6	0,319	n.c.	0	10,6	0,152	0,296	0,138	9,19	17,9	8,1
	138,1	0,106	10,6	20,6	9,37				9,17	17,9	8,12
TRASFORMATORE	10,6	0,319	n.c.	0	10,6	0,152	0,296	0,138	9,19	17,9	8,1
	138,1	0,106	10,6	20,6	9,37				9,17	17,9	8,12

### CLUSTER 2 MA08

ARRIVO	12,7	0,288	n.c.	0	12,7	0,152	0,304	0,138	11,1	22,2	9,81
	137,9	0,104	12,7	25,6	11,4				11	22,1	9,83
PARTENZA	12,7	0,288	n.c.	0	11,7	0,152	0,304	0,138	10,2	22,2	9,02
	138	0,105	11,7	25,6	10,4				10,2	22,1	9,03

Utenza	Ikm max [kA]	/_Ikm max	Ikm max by	DeltaIkm max [kA]	Ikv max [kA]	Ik1ftmax [kA]	Ip1ft [kA]	Ik1ftmin [kA]	Ik2ftmax [kA]	Ip2ft [kA]	Ik2ftmin [kA]
	Imagmax [A]	/_Imagmax	Ik max [kA]	Ip [kA]	Ik min [kA]	Ik1fnmax [kA]	Ip1fn [kA]	Ik1fnmin [kA]	Ik2max [kA]	Ip2 [kA]	Ik2min [kA]
TRASFORMATORE	12,7	0,288	n.c.	0	12,7	0,152	0,304	0,138	11,1	22,2	9,81
	137,9	0,104	12,7	25,6	11,4				11	22,1	9,83

### CLUSTER 2 MA07

ARRIVO	11,7	0,302	n.c.	0	11,7	0,152	0,3	0,138	10,2	20,1	9,02
	138	0,105	11,7	23,2	10,4				10,2	20,1	9,03
PARTENZA	11,7	0,302	n.c.	0	10,6	0,152	0,3	0,138	9,19	20,1	8,1
	138,1	0,106	10,6	23,2	9,37				9,17	20,1	8,12
TRASFORMATORE	11,7	0,302	n.c.	0	11,7	0,152	0,3	0,138	10,2	20,1	9,02
	138	0,105	11,7	23,2	10,4				10,2	20,1	9,03

### CLUSTER 3 MA01

ARRIVO	11,4	0,307	n.c.	0	11,4	0,152	0,299	0,138	9,89	19,5	8,75
	138	0,105	11,4	22,4	10,1				9,88	19,4	8,76
PARTENZA	11,4	0,307	n.c.	0	10,5	0,152	0,299	0,138	9,12	19,5	8,04
	138,1	0,106	10,5	22,4	9,3				9,11	19,4	8,06
TRASFORMATORE	11,4	0,307	n.c.	0	11,4	0,152	0,299	0,138	9,89	19,5	8,75
	138	0,105	11,4	22,4	10,1				9,88	19,4	8,76

### CLUSTER 3 MA02

ARRIVO	10,5	0,32	n.c.	0	10,5	0,152	0,295	0,138	9,12	17,7	8,04
	138,1	0,106	10,5	20,5	9,3				9,11	17,7	8,06
PARTENZA	10,5	0,32	n.c.	0	10,5	0,152	0,295	0,138	9,12	17,7	8,04
	138,1	0,106	10,5	20,5	9,3				9,11	17,7	8,06

## Correnti di guasto sistemi trifase

Utenza	Ikm max [kA]	/_Ikm max	Ikm max by	DeltaIkm max [kA]	Ikv max [kA]	Ik1ftmax [kA]	Ip1ft [kA]	Ik1ftmin [kA]	Ik2ftmax [kA]	Ip2ft [kA]	Ik2ftmin [kA]
	Imagmax [A]	/_Imagmax	Ik max [kA]	Ip [kA]	Ik min [kA]	Ik1fnmax [kA]	Ip1fn [kA]	Ik1fnmin [kA]	Ik2max [kA]	Ip2 [kA]	Ik2min [kA]
TRASFORMATORE	10,5	0,32	n.c.	0	10,5	0,152	0,295	0,138	9,12	17,7	8,04
	138,1	0,106	10,5	20,5	9,3				9,11	17,7	8,06