

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI FOGGIA
COMUNE DI FOGGIA



PROGETTO DI UN LOTTO DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE, CON COLTIVAZIONE DI PRATO FORAGGERO VOLTA AL SOSTENTAMENTO DI UN ALLEVAMENTO DI BUFALHE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI FOGGIA (FG) IN CONTRADA TORRE DI LAMA AL FG. FG. N. 9 PP. N. 14, 119, 144, 145, 146, 86, 301, 302, 692 E 693, DI POTENZA DI 15.233,400 kW DENOMINATO "TORRE DI LAMA 3"

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA DIMENSIONAMENTO CAVI E VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE



livello prog.	Cod. Pratica	Cod. Istanza	NOME FILE	DATA	SCALA
PD	T0738665	UG94WS0	A10	20/11/2022	

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE



EDISON Rinnovabili S.P.A - Foro Bonaparte n°31 - 20121 Milano (MI)

ENTE

PROGETTAZIONE

Ing. D. Siracusa
Ing. C. Chiaruzzi
Ing. A. Costantino
Ing. G. Buffa
Ing. M.C. Musca
Ing. G. Schillaci
Arch. A. Calandrino
Arch. M.Gullo
Arch. S. Martorana
Arch. F.G. Mazzola
Arch. G. Vella

HORIZONFIRM



FIRMA RESPONSABILE TECNICO

***Lotto di Impianti di produzione di energia elettrica da
connettere alla Rete Elettrica di Distribuzione di media
tensione***

Codice di rintracciabilità TICA T0738655

Progetto Definitivo

***Relazione tecnica dimensionamento e verifica dei cavi elettrici di
media tensione***

Sommario

1 Definizioni.....	3
2 Premessa	1
3 Riferimenti Normativi e Legislativi.....	3
4 Descrizione generale del layout di impianto	4
5 Criteri di dimensionamento e verifica dei cavi	10
5.1 Dimensionamento e verifica delle linee MT dell'impianto 1	14
5.2 Dimensionamento e verifica delle linee MT dell'impianto 2	16
5.3 Dimensionamento e verifica delle linee MT dell'impianto 3	18

1 Definizioni

Ai fini del presente documento si applicano le definizioni riportate nel Glossario della “Norma CEI 0-16 – Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”. Nel presente elenco si riportano alcune di esse opportunamente integrate.

Campo fotovoltaico

Insieme di tutte le stringhe fotovoltaiche di un sistema dato.

Centrale fotovoltaica

Insieme di uno o più campi fotovoltaici e di tutte le infrastrutture e apparecchiature richieste per collegare gli stessi alla rete elettrica ed assicurarne il funzionamento.

Modulo fotovoltaico

Il più piccolo insieme di celle fotovoltaiche interconnesse e protette dall'ambiente circostante.

Potenza di picco

Il dato di potenza nominale presente solo per gli impianti fotovoltaici. È definita come la potenza istantanea (espressa in kWp) erogata da un pannello fotovoltaico in determinate condizioni standard, cioè con irraggiamento di 1000 W/m², temperatura ambiente di 25 °C, posizione del sole a 1,5 AM.

Sottocampo fotovoltaico

Le parti del campo fotovoltaico che si connettono in maniera distinta alla sezione di media tensione attraverso linee di sottocampo

2 Premessa

La presente relazione tecnica è parte integrante del *progetto definitivo* di un “*lotto di impianti di produzione di energia elettrica¹ da fonte solare*”, che la Società Edison Rinnovabili S.p.A. intende realizzare nel territorio comunale di Foggia in Contrada Torre di Lama.

Come riscontrabile dalle tavole di progetto allegate, il lotto risulta costituito da n° 3 impianti di produzione ciascuno dei quali, conformemente a quanto prescritto dal Distributore con preventivo di connessione del 21.07.2021 Codice di Rintracciabilità T0738665, verrà collegato alla rete elettrica di distribuzione di media tensione a 20 kV a mezzo di una cabina di consegna inserita in antenna con la sezione MT della futura Cabina Primaria AT/MT Foggia-Amendola:

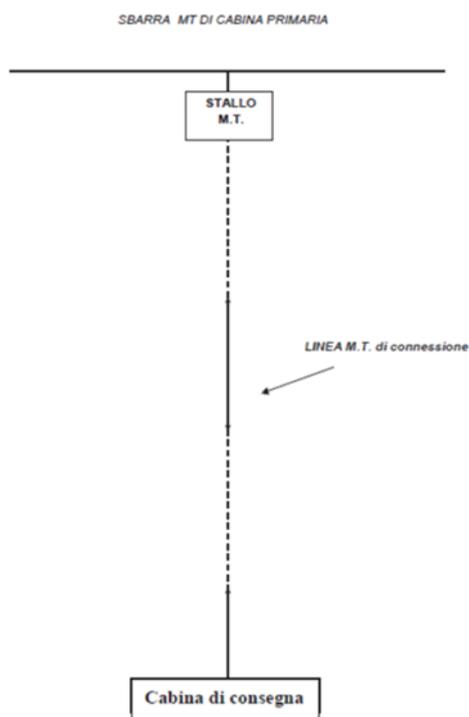


Figura 1: schema di principio inserimento in antenna su stallo MT di Cabina Primaria

¹ Per lotto di impianti di produzione si intende un gruppo di impianti di produzione distinti, alimentati da fonti rinnovabili e/o di cogenerazione ad alto rendimento ubicati sullo stesso terreno o su terreni adiacenti eventualmente separati unicamente da strada, strada ferrata o corso d'acqua, ciascuno dei quali è connesso direttamente alla rete di e-Distribuzione S.p.A.

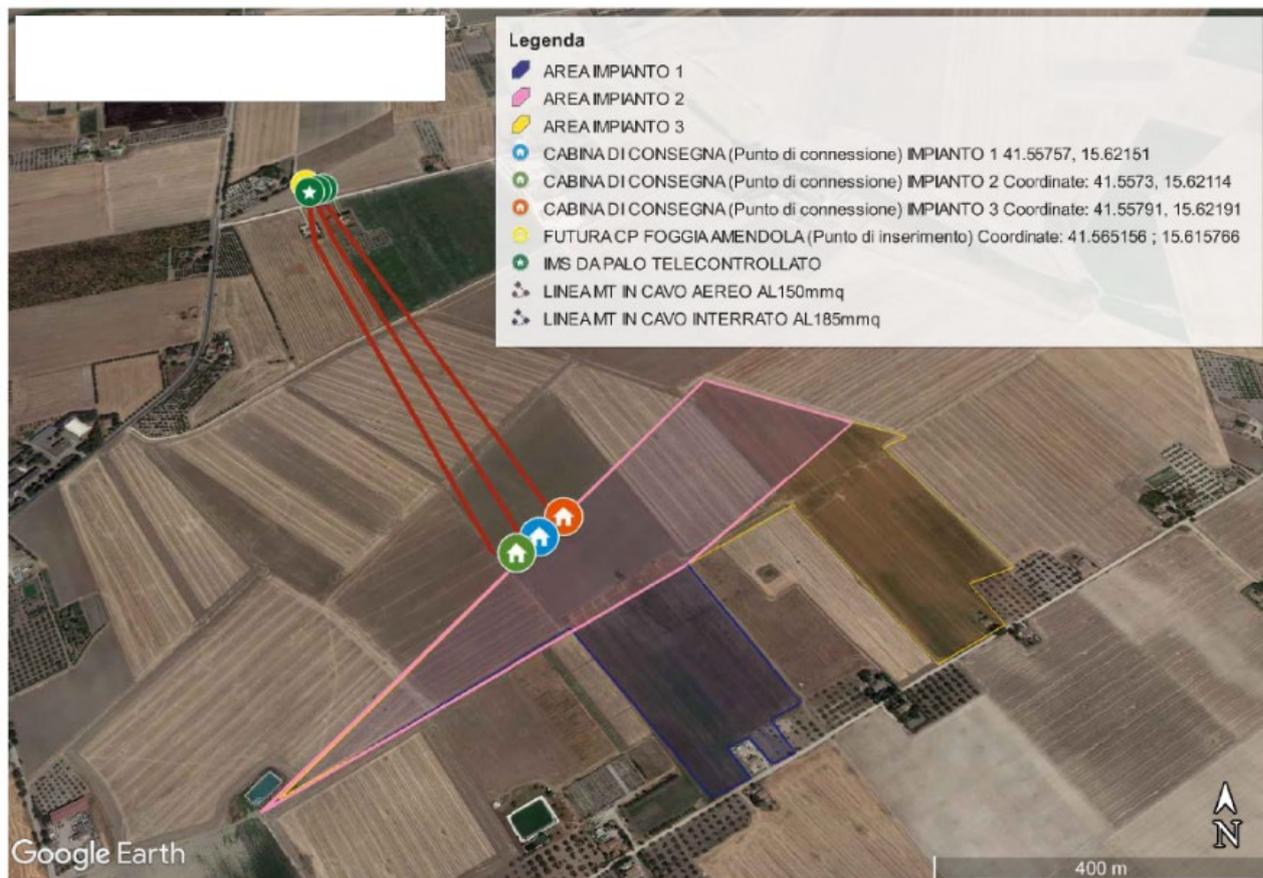


Figura 2: inquadramento territoriale dei tre impianti di produzione costituenti il lotto, delle relative cabine di consegna e delle linee elettriche di media tensione di collegamento con la futura Cabina Primaria

Nel presente elaborato, verranno descritti i criteri applicati ai fini del dimensionamento e della verifica delle linee elettriche di media tensione menzionate, rimandando alle altre relazioni tecniche specialistiche per maggiori dettagli sulle altre infrastrutture facenti parte dell’Impianto di Utenza.

3 Riferimenti Normativi e Legislativi

Le norme amministrative che regolano il procedimento di autorizzazione per la costruzione di linee elettriche sotterranee sono le seguenti:

- Regio Decreto 11/12/1933 n° 1775 recante il "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici";
- Legge Regionale, se vigente, in materia di autorizzazione per la costruzione di linee ed impianti elettrici fino a 150 kV.

Per quanto attiene l'aspetto tecnico le norme che disciplinano la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle linee elettriche sotterranee della distribuzione sono:

- DM 24/11/1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8";
- DM 21/03/1988 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione, e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne", limitatamente all'art. 2.1.17;
- D. Lgs. 285/92 "Codice della strada";
- DPR 16/12/92 n° 495 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada";
- DPR 16/09/96 n° 610 "Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n° 495, concernente il regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada";
- Direttiva della Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento delle Aree Urbane 03/03/1999 "Sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici"
- Norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo";
- Norma CEI 11-46 "Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi - Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo - Criteri generali e di sicurezza";
- Norma CEI 11-47 "Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa".
- Norma CEI EN 50086 2-4 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati".

4 Descrizione generale del layout di impianto

Come riscontrabile dalle tavole di progetto allegate, il lotto risulta costituito da n° 3 impianti di produzione aventi una potenza di picco, intesa come somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici previsti in fase di progettazione definitiva e valutate in condizioni STC, pari a **5.065,20 kWp**, **5.065,20 kWp** e **5.103,00 kWp** rispettivamente, per una **potenza complessivamente installata di 15.233,4 kWp**.

Ogni impianto facente parte del lotto, è stato suddiviso a sua volta in 3 sottocampi fotovoltaici e, conformemente a quanto prescritto dal Distributore con preventivo di connessione del 21.07.2021 Codice di Rintracciabilità T0738665, verrà allacciato alla rete elettrica di distribuzione di media tensione a mezzo di una cabina di consegna dedicata, inserita in antenna con la sezione di media tensione della futura Cabina Primaria AT/MT Foggia- Amendola:

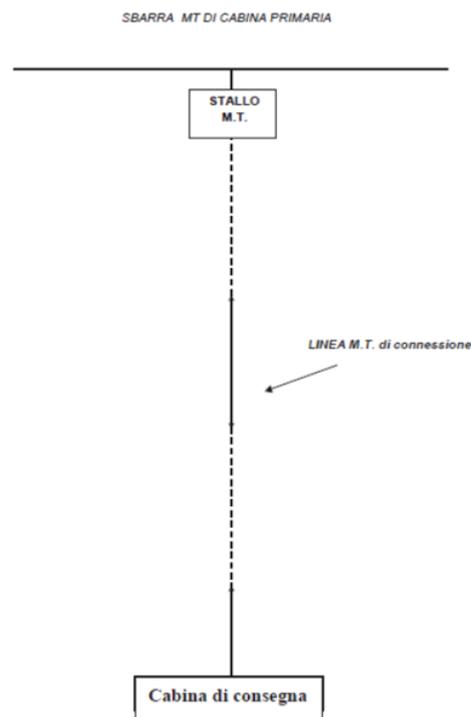


Figura 3: schema di principio inserimento in antenna su stallo MT di Cabina Primaria

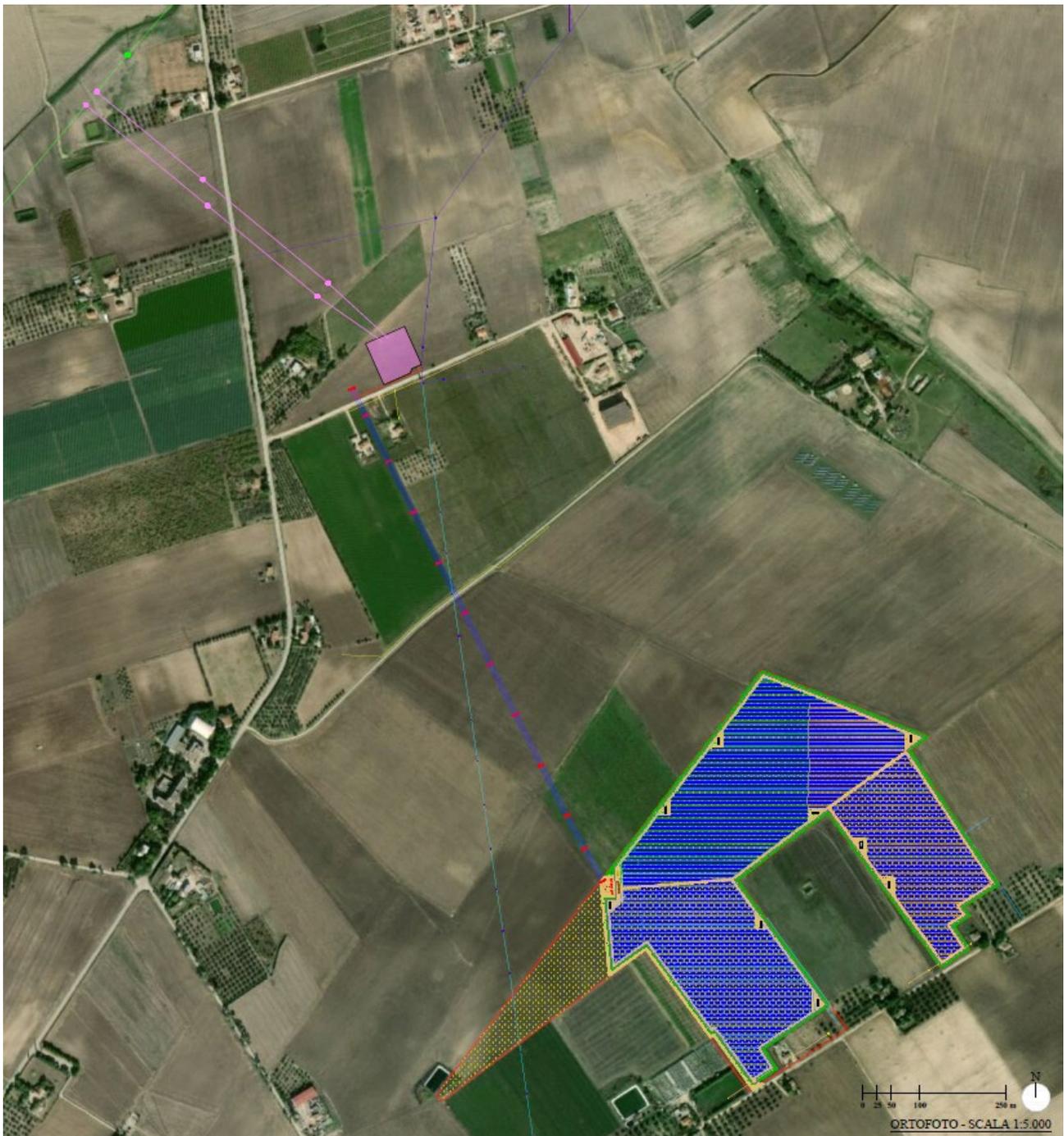


Figura 4: layout di impianto su ortofoto

Per ciascun sottocampo fotovoltaico, è prevista una cabina elettrica di trasformazione all'interno della quale verrà installato un trasformatore di potenza BT/MT dimensionato in funzione della potenza degli inverter sottesi. Ciascuna cabina di trasformazione, a sua volta, verrà collegata al quadro elettrico generale di media tensione installato all'interno della cabina utente adiacente alla cabina di consegna e-distribuzione di pertinenza, a mezzo di una linea elettrica di media tensione in cavo tripolare ad elica visibile adatto per posa interrata. Quanto descritto, viene rappresentato a titolo esemplificativo, nello schema a blocchi di seguito riportato:

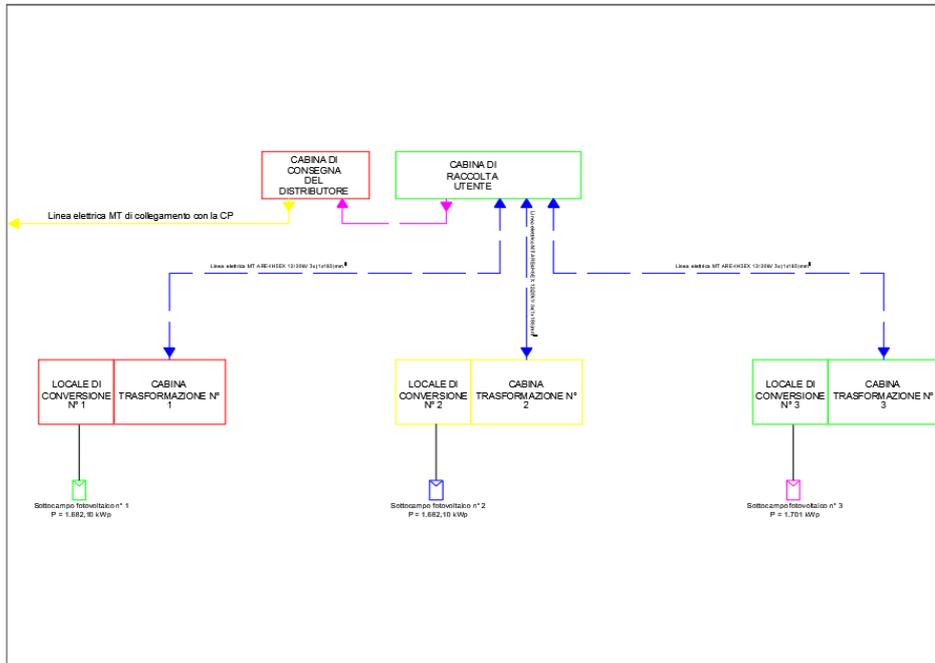


Figura 5: schema a blocchi impianto 1

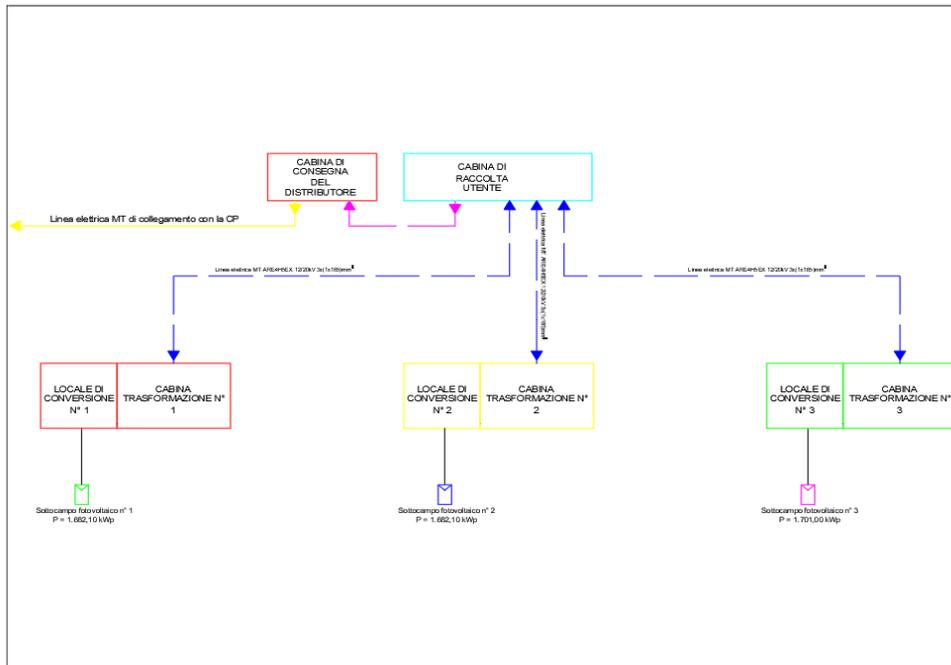


Figura 6: schema a blocchi impianto 2

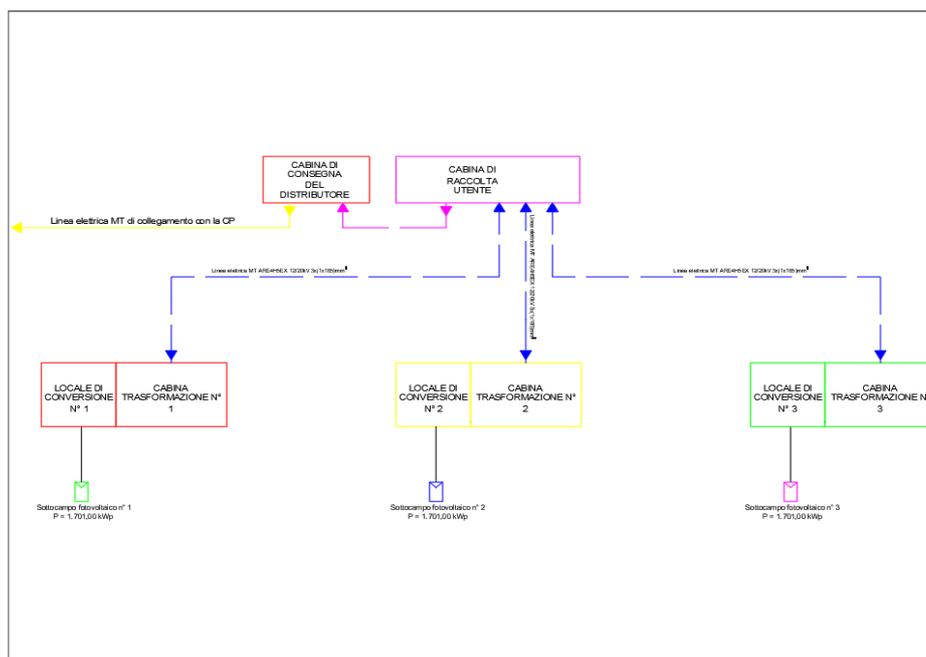


Figura 7: schema a blocchi impianto 3

Le linee elettriche oggetto di dimensionamento verranno interrato ad una profondità di posa non inferiore a 1,2 m, e si svilupperanno secondo il tracciato indicato nelle figure sottostanti:

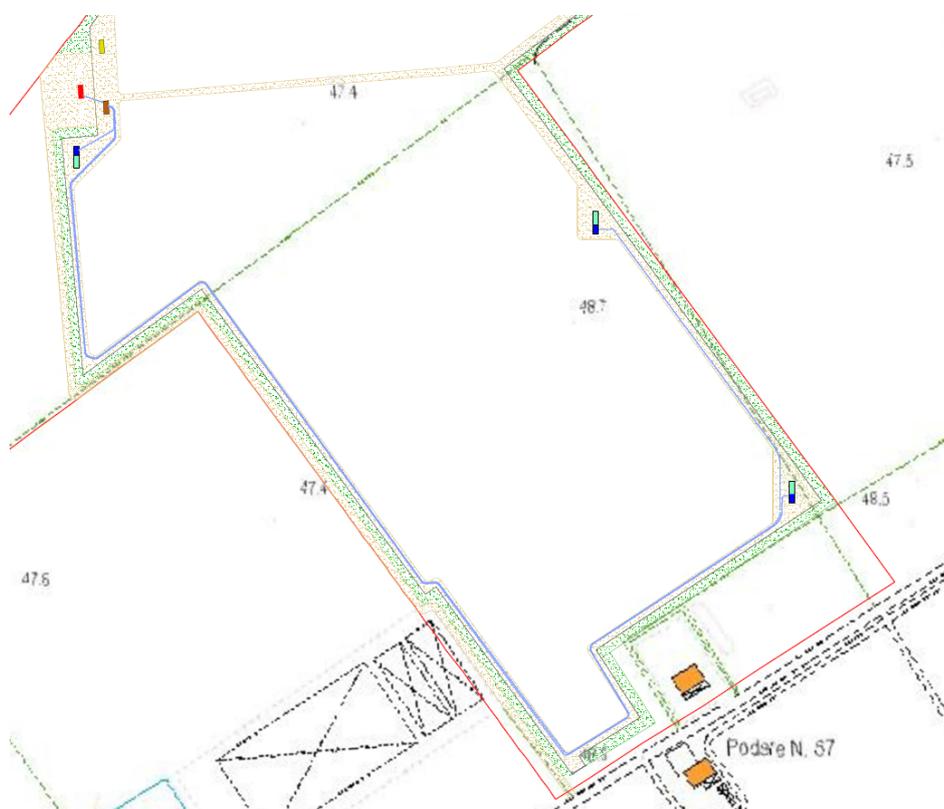


Figura 8: Tracciato linee MT impianto 1

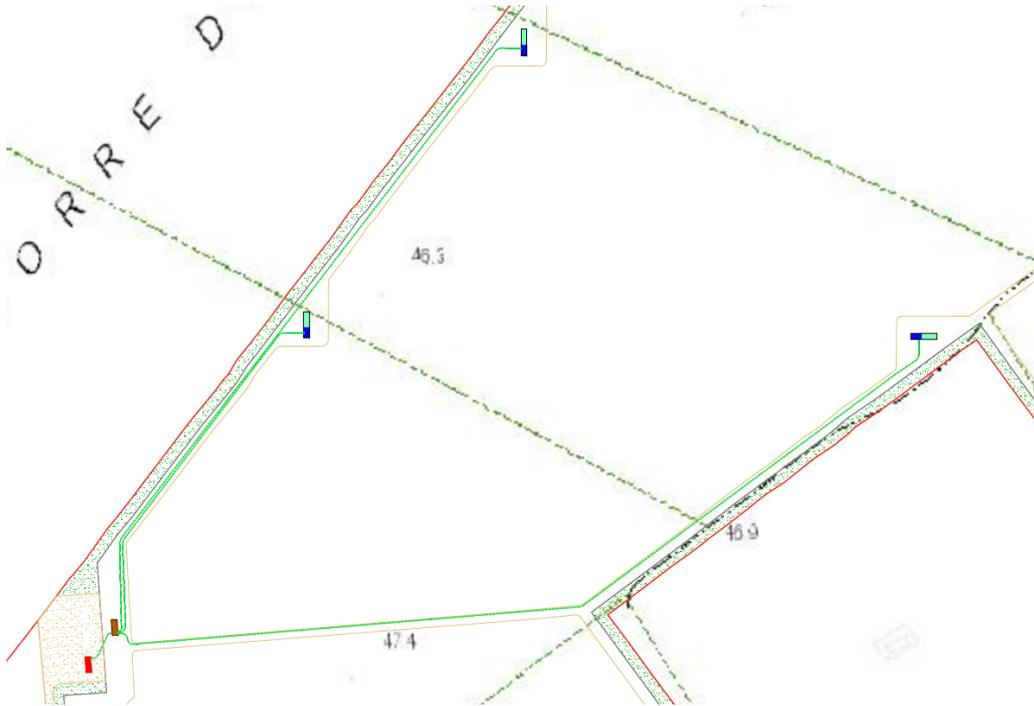


Figura 9: Tracciato linee MT impianto 2

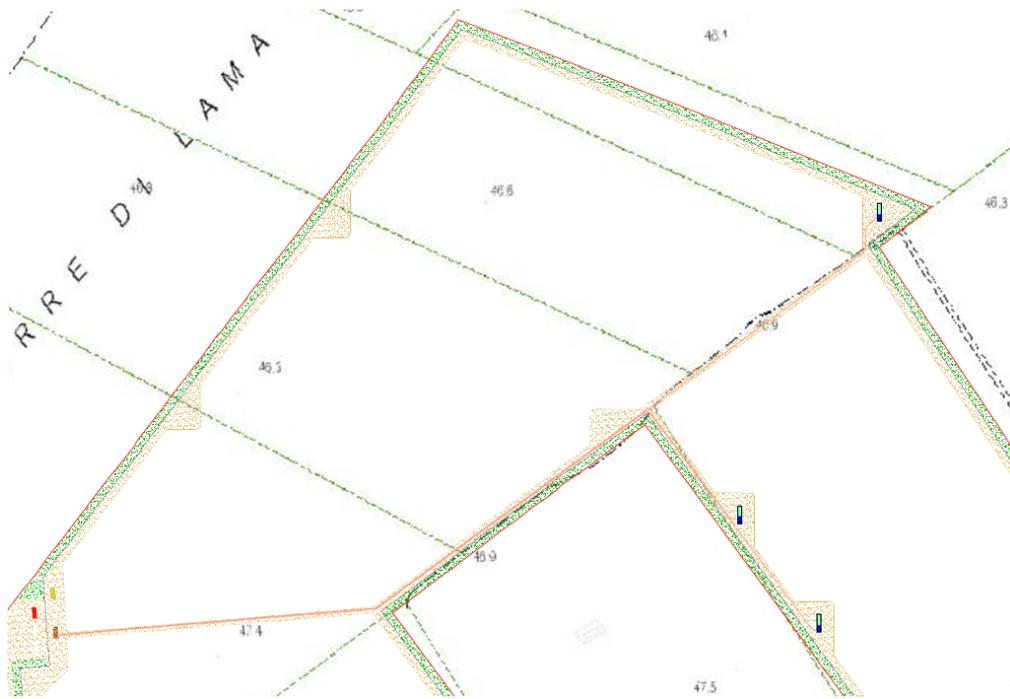


Figura 10: Tracciato linee MT impianto 3

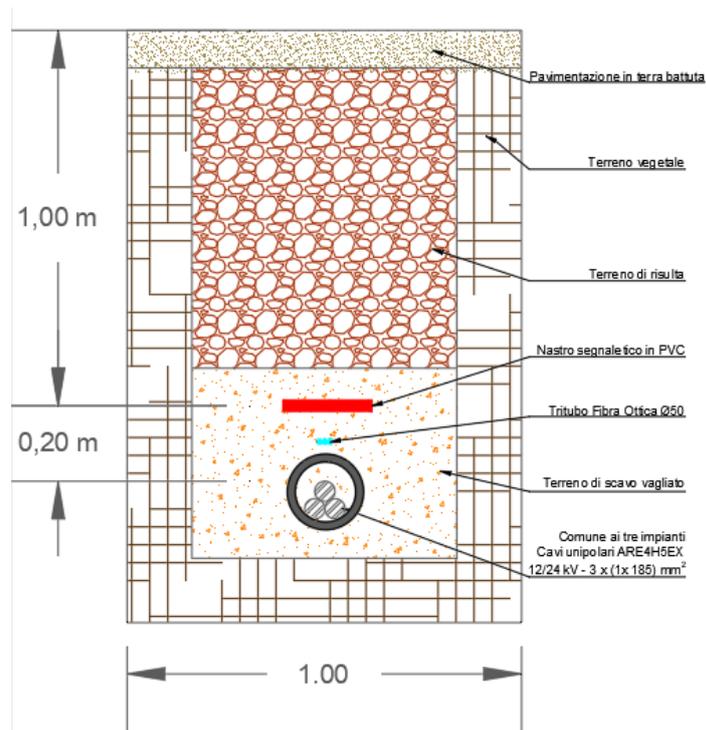


Figura 11: Particolare di posa cavidotti interrati MT comune a tutti gli impianti

Come specificato nella relazione tecnica specialistica relativa alla valutazione dei Campi Elettromagnetici generati durante l'esercizio dalle varie apparecchiature facenti parte dell'Impianto di Utenza, l'utilizzo di questa tipologia di cavi consente di raggiungere l'obiettivo di qualità di $3\mu\text{T}$ fissato dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 a ridotta distanza dall'asse ($50\div 80\text{ cm}$) grazie alla ridotta distanza tra le fasi e alla loro continua trasposizione dovuta alla cordatura. Per maggiori dettagli, si rimanda alla relazione menzionata.

5 Criteri di dimensionamento e verifica dei cavi

Il dimensionamento dei cavi è stato condotto applicando il criterio termico, in base al quale il cavo deve avere una sezione tale per cui la sua portata (I_z), nelle condizioni di posa previste dal progetto, sia almeno uguale alla corrente di impegno del circuito (I_B).

La portata di un cavo, come è noto, dipende dai parametri che influiscono sul bilancio termico a regime e dunque dalla potenza termica sviluppata (sezione e resistività del conduttore), dalla potenza termica ceduta all'ambiente circostante (condizioni di posa) e dal tipo di isolante.

In fase di progettazione definitiva, sono state ipotizzate le seguenti condizioni di posa:

- Profondità di posa pari a 1,2 m;
- Resistività termica del terreno pari a $1 \text{ }^\circ\text{K m/W}$;
- Temperatura di posa pari a 20°C ;
- Numero di circuiti presenti all'interno della stessa trincea di scavo fino a 4, dato che in parte, la trincea di scavo verrà condivisa (per maggiori dettagli si rimanda alle tavole di progetto allegate);
- Cavi disposti a trifoglio.

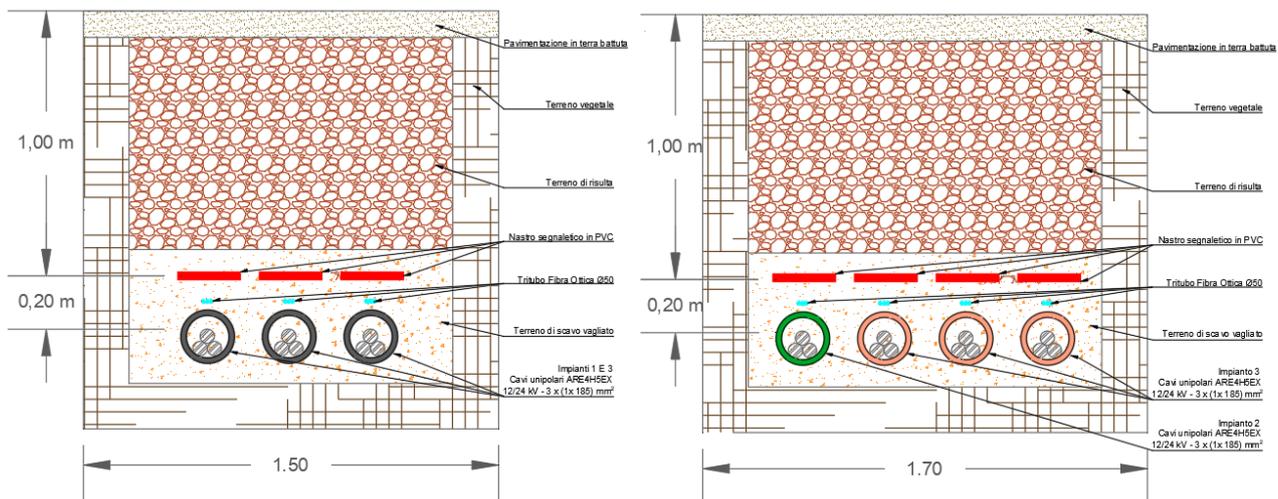


Figura 12: Posa cavidotti MT in trincea condivisa

In questa fase della progettazione, al fine di ridurre l'entità del Campo Induzione Magnetica generato a livello del suolo durante l'esercizio, si è scelto di utilizzare *cavi tripolari ad elica visibile* per posa interrata ARE4H5EX 12/20kV installati all'interno di tubi corrugato doppia parete in PE conforme alla Norma CEI EN 61386-24 per la protezione dei cavi, di diametro pari a 160 mm:

Media tensione

ARE4H5EX -12/20 kV
 Costruzione e requisiti: ENEL DC 4385/1
 ENEL DC 4384

- Conduttore:
Al classe 2 Norma CEI EN 60228
- Isolamento:
XLPE tipo DX3 o DX8
secondo tabella 2A
della HD 620-1
- Guaina esterna:
PE tipo DMP2 o DMZ1
come da tabella 4B e 4C
della HD621 parte 1



Descrizione

- Cavi per media tensione tripolari ad elica visibile, per la distribuzione interrata dell'energia elettrica a tensione 12/20 kV con isolamento a spessore ridotto.
- Conduttore: Corda di alluminio rotonda compatta CEI EN 60228 classe 2
- Isolamento: Polietilene reticolato (XLPE)
- Schermo: Nastro di alluminio longitudinale
- Guaina esterna: Polietilene estruso PE colore rosso

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale U₀/U: 12/20 kV
- Tensione massima di esercizio U_m: 24 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Figura 13: cavi tripolari ad elica visibile 12/20kV

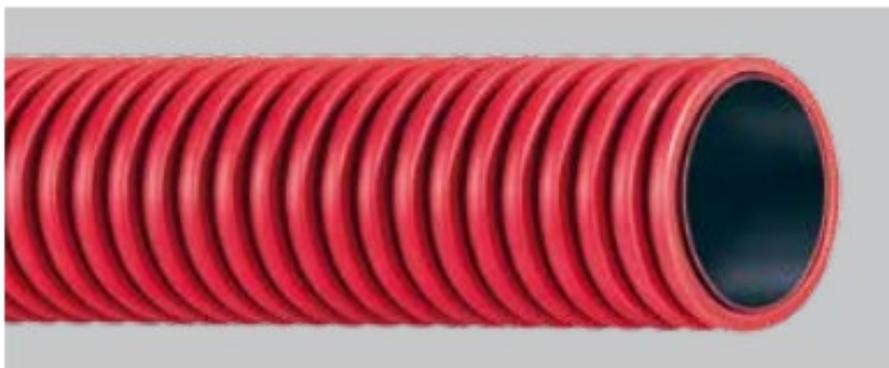


Figura 14: Tubi protettivi per cavi interrati

Definita la tipologia di cavo e le condizioni di posa, ai fini del corretto dimensionamento dei circuiti, per il corretto dimensionamento è stata applicata la seguente relazione:

$$I_B \leq I_Z = I_{Z0} K_1 K_2 K_3 K_4 \quad (1)$$

dove:

- I_B è la corrente di impiego del circuito;
- I_Z è la portata del cavo nelle condizioni di posa previste dal progetto;
- I_{Z0} è la portata del cavo in condizioni di posa standard, desumibile dalle schede tecniche fornite dai costruttori;

- K_1 è il fattore di correzione della portata da applicare nel caso in cui la temperatura di posa è diversa da 20°C;
- K_2 è il fattore di correzione della portata da applicare nel caso in cui all'interno della stessa trincea di scavo sono presenti più circuiti elettricamente indipendenti;
- K_3 è il fattore di correzione della portata per profondità di posa diversa da 1,2m;
- K_4 è il fattore di correzione della portata da applicare nel caso in cui la resistività termica del terreno sia diversa da 1 °K m/W;

Il calcolo della corrente di impiego I_B di ciascuna linea, è stato condotto considerando prudenzialmente la condizione di esercizio più gravosa, che prevede l'erogazione della potenza apparente nominale dei trasformatori di potenza ivi sottesi, mentre i valori dei coefficienti correttivi della portata sono stati ricavati dalla Norma CEI 11-17:

	TIPO DI ISOLAMENTO	
Temperatura del terreno (°C)	PVC	EPR
10	1,1	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,8
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,6
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Tabella 1: fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20° C

Numero di cavi	DISTANZA FRA I CIRCUITI ^(a) (m)			
	a contatto	0,25	0,5	1
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

Tabella 2: fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

Profondità di posa (m)	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5
Fattore di correzione	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94

Tabella 3: fattori di correzione per differenti valori di profondità di posa

Resistività del terreno (K·m/W)	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5
Fattore di correzione	1,06	1,04	1,00	0,91	0,84

Tabella 4: fattore di correzione per differenti valori di resistività termica del terreno

Le sezioni scelte, sono state verificate dal punto di vista della sollecitazione termica prodotta in occasione di cortocircuito.

Per garantire la protezione, è necessario che la temperatura raggiunta dal conduttore per effetto della sovracorrente non sia dannosa, come entità e durata, sia per l'isolamento che per altri materiali con cui il conduttore è a contatto.

Assumendo che il fenomeno termico conseguente al regime di sovracorrente sia di breve durata, in modo tale da potersi considerare di tipo adiabatico, ai fini del corretto dimensionamento della sezione è necessario che sia rispettata la seguente relazione:

$$S \geq (I \sqrt{t}) / K$$

dove:

- S è la sezione del cavo, in mm²;
- I è il valore efficace della corrente di cortocircuito permanente² (A), secondo la definizione di I_k della Norma CEI 11-25;
- K è un coefficiente che dipende dal tipo di conduttore costituente il cavo;
- t è la durata della corrente di cortocircuito³ (s).

Le sezioni scelte sono state verificate anche dal punto di vista della caduta di tensione a mezzo della relazione di seguito riportata, imponendo un valore massimo ammissibile del 2%:

$$\Delta V = K_v [r \sum_{i=1}^n Mif^A + x \sum_{i=1}^n Miq^A]$$

dove:

- K_v è un coefficiente che per le linee trifasi è pari a $\sqrt{3}$;
- r è la resistenza elettrica del cavo [Ω/km];
- x è la reattanza del cavo [Ω/km];
- n è il numero di cabine elettriche di trasformazione interconnesse;
- $\sum_{i=1}^n Mif^A$ è la somma dei momenti amperometrici in fase, valutati rispetto al punto di derivazione della linea a 20 kV dal quadro elettrico generale installato nella cabina di raccolta;
- $\sum_{i=1}^n Miq^A$ è la somma dei momenti amperometrici in quadratura, valutati rispetto al punto di derivazione della linea a 20 kV dal quadro elettrico generale installato nella cabina di raccolta;
- A è il punto di derivazione della linea sopra menzionato.

5.1 Dimensionamento e verifica delle linee MT dell'impianto 1

Come riscontrabile dalle tavole di progetto allegate e dallo schema elettrico unifilare dell'impianto, il layout proposto prevede n° 3 linee elettriche in cavo interrato elettrificate a 20 kV, ciascuna delle quali alimenta in antenna una cabina elettrica di trasformazione:

- Linea MT n° 1 a servizio della cabina di trasformazione n° 1 equipaggiata con un trasformatore di potenza da 2000 kVA;

² Non conoscendo il valore della corrente di cortocircuito in corrispondenza del punto di connessione alla Rete Elettrica, prudenzialmente è stata considerata una corrente di cortocircuito trifase netto in corrispondenza del punto di inserimento in rete pari a 16 kA.

³ La durata della corrente di guasto dipende dal tempo di intervento del dispositivo di protezione; non potendo in questa fase della progettazione procedere con il coordinamento delle caratteristiche di intervento degli interruttori a protezione delle linee, prudenzialmente è stato considerato un valore massimo di 1 sec per gli interruttori installati nei quadri elettrici generali delle cabine di raccolta.

- Linea MT n° 2 a servizio della cabina di trasformazione n° 1 equipaggiata con un trasformatore di potenza da 2000 kVA;
- Linea MT n° 3 a servizio della cabina di trasformazione n° 1 equipaggiata con un trasformatore di potenza da 2000 kVA.

Applicando i criteri di dimensionamento e verifica esposti al paragrafo 5, sono state individuate le sezioni commerciali da adottare ottenendo i risultati riportati nella tabella seguente:

Denominazione linea	Lunghezza [km]	N° di trasformatori interconnessi	I _B [A]	Numero di circuiti presenti nella stessa trincea di scavo ⁴	Fattore correttivo K ₂	Formazione	I _z [A]	ΔV%
Linea n° 1	0,034	1	58	3	0,85	3x(1x185) mm ²	300	< 2%
Linea n° 2	0,729	1	58	3	0,85	3x(1x185) mm ²	300	< 2%
Linea n° 3	0,895	1	58	3	0,85	3x(1x185) mm ²	300	< 2%

Tabella 5: riepilogo risultati dimensionamento e verifica linee MT 20 kV impianto 1

I valori di resistenza e di reattanza presi in considerazione ai fini del calcolo delle cadute di tensione sono deducibili dalle schede tecniche di seguito riportate:

⁴ Per la determinazione del coefficiente correttivo della portata da applicare in caso di più circuiti elettricamente indipendenti installati all'interno della stessa trincea di scavo, si è fatto riferimento al primo tratto di trincea nelle immediate vicinanze della cabina di raccolta, dove sono previste n° 3 terne di cavi.

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Nome	Capacità nominale [μF / km]	Reattanza di fase a 50 Hz a trifoglio [Ohm/km]	Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c. [Ohm/km]	Resistenza el. del cond. a 90°C in c.a. - trifoglio [Ohm/km]	Portata di corrente cavi in aria a 30°C - trifoglio [A]	Portata di corrente cavi interrati a 20°C - trifoglio [A]	Corrente di corto circuito nel conduttore 1s [kA]
ARE4H5E(X) 12/20 kV 50 mm ² SK1	0,21	0,141	0,641	0,822	188	167	4,7
ARE4H5E(X) 12/20 kV 70 mm ² SK1	0,235	0,133	0,443	0,568	231	205	6,6
ARE4H5E(X) 12/20 kV 95 mm ² SK1	0,262	0,126	0,32	0,411	281	245	9
ARE4H5E(X) 12/20 kV 120 mm ² SK1	0,288	0,121	0,253	0,325	325	279	11,3
ARE4H5E(X) 12/20 kV 150 mm ² SK1	0,307	0,117	0,206	0,265	366	312	14,2
ARE4H5E(X) 12/20 kV 185 mm ² SK1	0,333	0,113	0,164	0,211	421	353	17,5

Figura 15: scheda tecnica cavi MT ARE4H5EX 12/20 kV

5.2 Dimensionamento e verifica delle linee MT dell'impianto 2

Come riscontrabile dalle tavole di progetto allegate e dallo schema elettrico unifilare dell'impianto, il layout proposto prevede n° 3 linee elettriche in cavo interrato elettrificate a 20 kV, ciascuna delle quali alimenta in antenna una cabina elettrica di trasformazione:

- Linea MT n° 1 a servizio della cabina di trasformazione n° 1 equipaggiata con un trasformatore di potenza da 2000 kVA;
- Linea MT n° 2 a servizio della cabina di trasformazione n° 1 equipaggiata con un trasformatore di potenza da 2000 kVA;
- Linea MT n° 3 a servizio della cabina di trasformazione n° 1 equipaggiata con un trasformatore di potenza da 2000 kVA.

Applicando i criteri di dimensionamento e verifica esposti al paragrafo, sono state individuate le sezioni commerciali da adottare ottenendo i risultati riportati nella tabella seguente:

Denominazione linea	Lunghezza [km]	N° di trasformatori interconnessi	I _B [A]	Numero di circuiti presenti nella stessa trincea di scavo ⁵	Fattore correttivo K ₂	Formazione	I _z [A]	ΔV%
Linea n° 1	0,388	1	58	3	0,90	3x(1x185) mm ²	317	< 2%
Linea n° 2	0,165	1	58	3	0,90	3x(1x185) mm ²	317	< 2%
Linea n° 3	0,315	1	58	3	0,80	3x(1x185) mm ²	282	< 2%

Tabella 6: riepilogo risultati dimensionamento e verifica linee MT 20 kV impianto 2

I valori di resistenza e di reattanza presi in considerazione ai fini del calcolo delle cadute di tensione sono deducibili dalle schede tecniche di seguito riportate:

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Nome	Capacità nominale [μF / km]	Reattanza di fase a 50 Hz a trifoglio [Ohm/km]	Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c. [Ohm/km]	Resistenza el. del cond. a 90°C in c.a. - trifoglio [Ohm/km]	Portata di corrente cavi in aria a 30°C - trifoglio [A]	Portata di corrente cavi interrati a 20° C - trifoglio [A]	Corrente di corto circuito nel conduttore 1s [kA]
ARE4H5E(X) 12/20 kV 50 mm ² SK1	0,21	0,141	0,641	0,822	188	167	4,7
ARE4H5E(X) 12/20 kV 70 mm ² SK1	0,235	0,133	0,443	0,568	231	205	6,6
ARE4H5E(X) 12/20 kV 95 mm ² SK1	0,262	0,126	0,32	0,411	281	245	9
ARE4H5E(X) 12/20 kV 120 mm ² SK1	0,288	0,121	0,253	0,325	325	279	11,3
ARE4H5E(X) 12/20 kV 150 mm ² SK1	0,307	0,117	0,206	0,265	366	312	14,2
ARE4H5E(X) 12/20 kV 185 mm ² SK1	0,333	0,113	0,164	0,211	421	353	17,5

Figura 16: scheda tecnica cavi MT ARE4H5EX 12/20 kV

⁵ Per la determinazione del coefficiente correttivo della portata da applicare in caso di più circuiti elettricamente indipendenti installati all'interno della stessa trincea di scavo, si è fatto riferimento al primo tratto di trincea nelle immediate vicinanze della cabina di raccolta, dove sono previste n° 3 terne di cavi.

5.3 Dimensionamento e verifica delle linee MT dell'impianto 3

Come riscontrabile dalle tavole di progetto allegata e dallo schema elettrico unifilare dell'impianto, il layout proposto prevede n° 3 linee elettriche in cavo interrato elettrificate a 20 kV, ciascuna delle quali alimenta in antenna una cabina elettrica di trasformazione:

- Linea MT n° 1 a servizio della cabina di trasformazione n° 1 equipaggiata con un trasformatore di potenza da 2000 kVA;
- Linea MT n° 2 a servizio della cabina di trasformazione n° 1 equipaggiata con un trasformatore di potenza da 2000 kVA;
- Linea MT n° 3 a servizio della cabina di trasformazione n° 1 equipaggiata con un trasformatore di potenza da 2000 kVA.

Applicando i criteri di dimensionamento e verifica esposti al paragrafo 5, sono state individuate le sezioni commerciali da adottare ottenendo i risultati riportati nella tabella seguente:

Denominazione linea	Lunghezza [km]	N° di trasformatori interconnessi	I _B [A]	Numero di circuiti presenti nella stessa trincea di scavo ⁶	Fattore correttivo K ₂	Formazione	I _z [A]	ΔV%
Linea n° 1	0,600	1	58	4	0,8	3x(1x185) mm ²	282	< 2%
Linea n° 2	0,498	1	58	4	0,8	3x(1x185) mm ²	282	< 2%
Linea n° 3	0,582	1	58	4	0,8	3x(1x185) mm ²	282	< 2%

Tabella 7: riepilogo risultati dimensionamento e verifica linee MT 20 kV impianto 3

I valori di resistenza e di reattanza presi in considerazione ai fini del calcolo delle cadute di tensione sono deducibili dalle schede tecniche di seguito riportate:

⁶ Per la determinazione del coefficiente correttivo della portata da applicare in caso di più circuiti elettricamente indipendenti installati all'interno della stessa trincea di scavo, si è fatto riferimento al primo tratto di trincea nelle immediate vicinanze della cabina di raccolta, dove sono previste n° 3 terne di cavi.

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Nome	Capacità nominale [μF / km]	Reattanza di fase a 50 Hz a trifoglio [Ohm/km]	Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c. [Ohm/km]	Resistenza el. del cond. a 90°C in c.a. - trifoglio [Ohm/km]	Portata di corrente cavi in aria a 30°C - trifoglio [A]	Portata di corrente cavi interrati a 20°C - trifoglio [A]	Corrente di corto circuito nel conduttore 1s [kA]
ARE4H5E(X) 12/20 kV 50 mm ² SK1	0,21	0,141	0,641	0,822	188	167	4,7
ARE4H5E(X) 12/20 kV 70 mm ² SK1	0,235	0,133	0,443	0,568	231	205	6,6
ARE4H5E(X) 12/20 kV 95 mm ² SK1	0,262	0,126	0,32	0,411	281	245	9
ARE4H5E(X) 12/20 kV 120 mm ² SK1	0,288	0,121	0,253	0,325	325	279	11,3
ARE4H5E(X) 12/20 kV 150 mm ² SK1	0,307	0,117	0,206	0,265	366	312	14,2
ARE4H5E(X) 12/20 kV 185 mm ² SK1	0,333	0,113	0,164	0,211	421	353	17,5

Figura 17: scheda tecnica cavi MT ARE4H5EX 12/20 kV