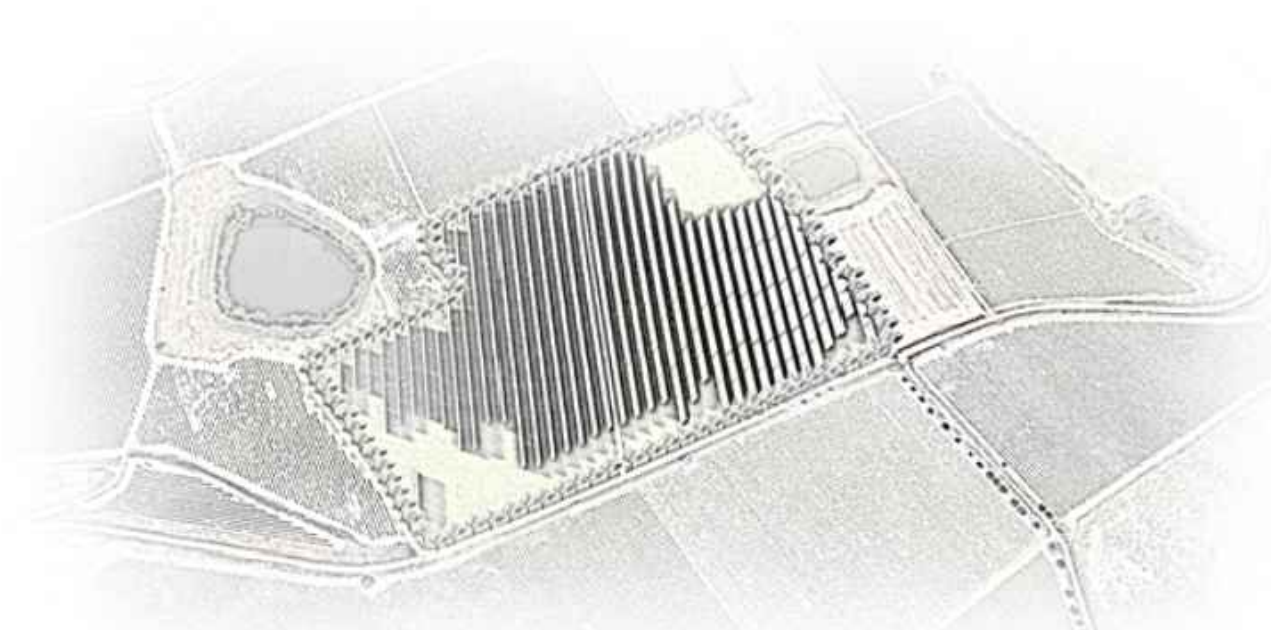




REGIONE SICILIA

COMUNI DI SALEMI, MAZARA DEL VALLO,  
SANTA NINFA E CASTELVETRANO  
IN PROVINCIA DI TRAPANI



PROPONENTE



Absolute Energy Sicilia S.R.L. - Via Virginio Orsini, 19 - 00192 Roma

PROGETTAZIONE: Ing. Francesco Lionello



Eoipower Investments srl - Via G. Carducci, 29 - 80121 Napoli (NA) Tel. 0814243089

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO E OPERE CONNESSE DA REALIZZARSI IN PROVINCIA DI TRAPANI NEI COMUNI DI SALEMI, MAZARA DEL VALLO, SANTA NINFA E CASTELVETRANO, DENOMINATO "CLUSTER B"**

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO **RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT**

CODICE ELABORATO  
**CLBPD0R08-00**

00	05/10/2022	EMISSIONE PER PROGETTO DEFINITIVO	F. LIONIELLO	ABSOLUTE ENERGY SICILIA SRL	ABSOLUTE ENERGY SICILIA SRL
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICA	APPROVATO

## Indice

<b>1</b>	<b>Premessa</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Cavi bassa tensione</b> .....	<b>3</b>
2.1	Cavi solari di stringa.....	3
2.2	Cavi solari DC.....	4
2.3	Cavi di potenza corrente alternata.....	5
2.4	Cavi dei servizi ausiliari .....	6
2.5	Cavi alimentazione tracker .....	7
2.6	Cavi dati .....	7
<b>3</b>	<b>Cavi media tensione</b> .....	<b>7</b>
3.1	Tracciato interno per interconnessione delle cabine di trasformazione all'interno del medesimo campo FV .....	7
3.2	Tracciato esterno per interconnessione e raggruppamento delle cabine di trasformazione localizzate in campi FV differenti.....	9
3.3	Tracciato esterno per vettoriamento dell'energia prodotta dai 9 campi FV al quadro MT in "cabina utenza" prevista nella SSEU di trasformazione MT/AT .....	10
3.3.1	Giunzione cavi.....	11
3.3.2	Terminazione e attestazione cavi MT.....	11
<b>4</b>	<b>Relazione calcolo cavi BT</b> .....	<b>11</b>
4.1	Cavi solari di stringa.....	11
4.2	Cavi solari DC.....	12
4.3	Cavi collegamento inverter di stringa - quadro di parallelo AC.....	13
4.4	Cavi collegamento quadro di parallelo AC – trasformatore BT/MT .....	15
4.5	Cavi alimentazione tracker .....	17
4.6	Cavi servizi ausiliari bassa tensione BT .....	17
4.7	Cavi dati .....	17
<b>5</b>	<b>Relazione calcolo cavi MT</b> .....	<b>17</b>
5.1	Sistema elettrico.....	18
5.1.1	Descrizione generale .....	18
5.1.2	Condizioni ambientali di progetto .....	18
5.1.3	Dati di progetto .....	19
5.2	Linee elettriche di collegamento fra sottocampi .....	19
5.3	Linee elettriche di collegamento fra i campi FV e la cabina utenza .....	20
5.4	Criteri di calcolo .....	22
5.4.1	Calcolo della portata.....	22
5.4.2	Calcolo delle correnti di corto circuito .....	22

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

*Progetto di un impianto agrovoltatico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetro, denominato "Cluster B"*

5.4.3	Calcolo della caduta di tensione (CDT) .....	23
5.4.4	Calcolo della perdita di potenza .....	23
5.5	Risultati .....	24
5.5.1	Linee elettriche di collegamento fra sottocampi.....	24
5.5.2	Linee dorsali esterne .....	25
5.5.3	Linea elettrica MT interna SSEU 30/220 kV.....	25
<b>6</b>	<b>Note conclusive .....</b>	<b>26</b>

### 1 Premessa

Scopo del documento è quello di rappresentare la tipologia dei cavi elettrici occorrenti per i collegamenti tra le varie apparecchiature e componenti, e per le interconnessioni dei sistemi sul livello di tensione BT e MT presenti nell'impianto fotovoltaico della potenza di 107 MW e relative opere di connessione denominato "Cluster B" ubicato nei Comuni di Salemi, Santa Ninfa e Mazara del Vallo (TP).

I cavi in funzione del livello di tensione di isolamento e del valore della tensione nominale di funzionamento possono essere classificati in:

- Cavi bassa tensione

Sono cavi che possono essere alimentati mediante tensioni  $> 50V$  e  $\leq 1000 V$  in corrente alternata oppure  $> 120V$  e  $\leq 1500 V$  in corrente continua.

- Cavi media tensione

Nel sistema di distribuzione dell'energia elettrica, la media tensione (MT) è utilizzata nei tratti intermedi compresi tra le stazioni ricevitrici di alta tensione dagli elettrodotti e le cabine di trasformazione/distribuzione finale per la consegna in bassa tensione.

La norma CEI 11-1 definisce media tensione l'intervallo di tensione elettrica compreso:

- tra 1.000 e 35.000 volt per i circuiti in corrente alternata
- tra 1.500 e 30.000 volt per i circuiti in corrente continua

- Cavi alta tensione

Si definisce alta tensione una tensione elettrica superiore alle decine di migliaia di volt compreso tra i valori, così come definito dal CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), 60 kV e i 220 kV.

Di seguito la descrizione dei cavi elettrici BT e MT presenti all'interno dell'impianto e i calcoli per i loro dimensionamento.

All'interno dell'impianto fotovoltaico, le linee elettriche - in funzione della tipologia delle apparecchiature, componenti connessi e collegati, del percorso/tracciato seguito - possono essere classificate in:

- Linee elettriche interne al confine/perimetro del sottocampo FV.
- Linee elettriche esterne che per il loro tracciato interessano viabilità/strade comunali, provinciali, statali e che pertanto sono assoggettate al rispetto oltre che della normativa nazionale anche alla regolamentazione degli Enti gestori.

### 2 Cavi bassa tensione

#### 2.1 Cavi solari di stringa

Sono definiti cavi solari di stringa i cavi che collegano le stringhe (i moduli FV in serie) ai quadri di parallelo di campo (o string box) e hanno una sezione variabile da 6 a 10 mm<sup>2</sup> (in funzione della distanza del collegamento).

I cavi solari di stringa sono generalmente alloggiati all'interno del profilato della struttura e interrati per brevi tratti (tra inizio vela e quadro parallelo di campo).

I cavi saranno del tipo **FG21M21 0.6/1 kV** o equivalenti indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici, rispondente alla norma di riferimento CEI 20-91 febbraio 2010; V1 ottobre 2010 e V2 marzo 2013.

Il cavo presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

### Descrizione del cavo

- Conduttore: Flessibile rame stagnato secondo CEI 20-29 classe 5
- Isolante: HEPR - tipo G21
- Identificazione anima isolata: Colore naturale
- Guaina: Mescola elastomerica reticolata senza alogeni tipo M21
- Colori della guaina: Nero, rosso, blu

### Applicazioni

- Progettati per l'impiego e l'interconnessione dei vari elementi in impianti fotovoltaici per la produzione di energia.
- Possono essere installati sia all'interno che all'esterno in posa fissa o mobile (non gravosa), senza protezione.
- Posa possibile anche in canaline e tubazioni in vista o incassate, adatti anche per posa direttamente interrata o in tubi interrati secondo le prescrizioni della norma CEI 11-17.

### Parametri elettrici:

- Tensione massima in c.a. (Um): 1200 V
- Tensione massima in c.c. (Um): 1800 V anche verso terra
- Tensione di prova: 6.5 kV

### Parametri termici:

- Temperatura ambiente: Min. - 40 °C; max. + 90 °C
- Max temperatura del conduttore: + 120 °C (in condizioni di sovraccarico)
- Temperatura di cortocircuito: + 250 °C (sul conduttore, max. 5 sec.)

### Parametri meccanici:

- Sforzo di trazione durante la posa: 50 N/mm<sup>2</sup> max
- Sforzo di trazione in esercizio: 15 N/mm<sup>2</sup> max
- Raggio minimo di curvatura: ≤ 8 mm posa fissa 3 x D; movimento libero 4 x D  
> 8 mm posa fissa 4 x D; movimento libero 6 x D

### Parametri chimici

#### Resistenza agli agenti atmosferici:

- Resistenza ozono secondo EN 50396 art. 8.1.3
- Resistenza UV metodo secondo HD 605 par. 2.4.20
- Assorbimento acqua (metodo gravimetrico) secondo EN 60811-1-3

## 2.2 Cavi solari DC

Sono definiti cavi solari DC, i cavi che collegano i quadri di parallelo di campo (o string box) all'ingresso sezione DC degli inverter, e hanno una sezione variabile da 35 a 400 mm<sup>2</sup> (in funzione del numero di stringhe in parallelo e della distanza quadro parallelo di campo-inverter).

I cavi solari sono generalmente interrati e solo in alcuni brevi tratti o per configurazione e posizione possono essere posati sulla struttura all'interno del profilato della struttura porta moduli. I cavi saranno del tipo

**FG21M21 0.6/1 kV** o equivalenti (rame o alluminio) indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici, dalle caratteristiche tecniche così come descritte alla voce 2.1.

Si tratta di cavi unipolari flessibili con tensione nominale 1500 V c.c. per impianti fotovoltaici con isolante e guaina in mescola reticolata a basso contenuto di alogeni testati per durare più di 25 anni. Sono cavi adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate oppure in sistemi chiusi similari, sono resistenti all'ozono secondo la EN 50396, ai raggi UV secondo HD605/A1 e testati per durare nel tempo secondo la EN 60216.

Le condizioni di posa sono:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: -40°C
- Massimo sforzo di tiro: 15 N/mm<sup>2</sup>
- Raggio minimo di curvatura per diametro del cavo D (in mm): 6D

### 2.3 Cavi di potenza corrente alternata

Sono definiti cavi di potenza corrente alternata, i cavi che collegano l'uscita in corrente alternata degli inverter agli avvolgimenti bassa tensione dei trasformatori elevatori BT/MT. Hanno una sezione variabile da 70 a 400 mm<sup>2</sup> dipendente dalla potenza trasportata e dalla lunghezza della tratta.

I cavi saranno del tipo **FG16R16 - FG16OR16 0,6/1 kV** o equivalenti (rame o alluminio) indicati per il trasporto di energia e per la interconnessione dei vari elementi dell'impianto avente formazione flessibile unipolare o multipolare.

Si tratta di cavi con isolamento in gomma di qualità G16, sotto guaina di PVC qualità R16 a ridotta emissione di gas corrosivi, con buona resistenza agli oli e ai grassi industriali e buon comportamento alle basse temperature.

Caratteristiche funzionali:

- Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 600/1000 V c.a.  
1500 V c.c.
- Tensione Massima U<sub>m</sub>: 1200 V c.a.  
1800 V c.c.
- Tensione di prova industriale: 4000 V
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm<sup>2</sup> di sezione del rame
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro del cavo

Condizioni di impiego:

**Riferimento Guida CEI 20-67 per quanto applicabile:**

Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale. Adatto per posa fissa all'interno, all'esterno; per posa interrata diretta e indiretta, adatto all'installazione su murature e strutture metalliche, su passarelle, tubazioni, canalette e sistemi simili.

**Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:**

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

**2.4 Cavi dei servizi ausiliari**

Sono cavi di bassa tensione utilizzati per alimentare i circuiti di impianti a servizio e complementari al funzionamento dell'impianto di produzione FV, quali:

- Impianto illuminazione interna/esterna
- Impianto distribuzione prese di corrente FM
- Impianto VDS
- Impianto antintrusione

Sono cavi flessibili unipolari o multipolari, per tensioni di esercizio 230 V e 400 V, con conduttore a corda rotonda di rame rosso ricotto, isolato in gomma ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche; guaina esterna in PVC speciale di qualità R16 colore grigio, a ridotta emissione di gas corrosivi; buona resistenza agli oli e ai grassi industriali; buon comportamento alle basse temperature.

Il cavo selezionato, in formazione flessibile unipolare o multipolare, sarà del tipo **FG16R16 - FG16OR16 0.6/1 kV** con sezione variabile da 2.5÷50 mm<sup>2</sup>.

Caratteristiche funzionali:

- |  |   |
|--|---|
| - Tensione nominale U <sub>0</sub> /U:   | 600/1000 V c.a.<br>1500 V c.c.                  |
| - Tensione Massima U <sub>m</sub> :      | 1200 V c.a.<br>1800 V c.c.                      |
| - Tensione di prova industriale:         | 4000 V  |
| - Temperatura massima di esercizio:      | 90°C  |
| - Temperatura minima di esercizio:       | -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche) |
| - Temperatura minima di posa:            | 0°C   |
| - Temperatura massima di corto circuito: | 250°C   |
| - Sforzo massimo di trazione:            | 50 N/mm <sup>2</sup> di sezione del rame        |
| - Raggio minimo di curvatura:            | 4 volte il diametro del cavo                    |

Condizioni di impiego:

**Riferimento Guida CEI 20-67 per quanto applicabile**

Il cavo è adatto per l'alimentazione di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale. Adatto per posa fissa all'interno, all'esterno; per posa interrata diretta e indiretta, adatto all'installazione su murature e strutture metalliche, su passarelle, tubazioni, canalette e sistemi simili.

### Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

#### 2.5 Cavi alimentazione tracker

Sono cavi di bassa tensione utilizzati per alimentare elettricamente i motori presenti sulle strutture. Potranno essere installati nei quadri di distribuzione per alimentare più motori contemporaneamente. Questi cavi possono essere alloggiati sia sulle strutture tracker (nei profilati metallici della struttura medesima) che essere interrati.

In alternativa, i motori delle strutture possono essere alimentati dalle string box con alimentatori DC/CA, senza modificare né le caratteristiche dei cavi né il tipo di posa.

Si utilizzerà un cavo per energia, isolato con gomma qualità G16, sotto guaina PVC, qualità R16, non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi.

Il cavo in formazione flessibile unipolare o multipolare sarà del tipo **FG16R16 - FG16OR16 0.6/1 kV**, dalle caratteristiche tecniche e funzionali così come descritte alla voce 2.3.

#### 2.6 Cavi dati

Sono cavi di trasmissione dati riguardanti i vari sistemi dell'impianto (fotovoltaico, strutture tracker, stazioni meteo, antintrusione, videosorveglianza, gruppi di misura EE prodotta, apparecchiature elettriche, sistemi di sicurezza, collegamento verso l'esterno).

Le tipologie di cavo possono essere di due tipi:

- Cavo **RS485** impiegato per tratte di lunghezza limitata
- Cavo in **fibra ottica** impiegato per i tratti più lunghi

### 3 Cavi media tensione

Le linee elettriche MT di progetto raggruppano gli avvolgimenti dei trasformatori elevatori dell'impianto fotovoltaico, al livello di tensione 30 kV, fino alla sbarra di parallelo del quadro MT in "cabina di utente" presso la stazione di trasformazione MT/AT 30/220 kV.

Il tracciato dei cavi MT è in parte interno e in parte esterno al perimetro degli impianti.

Pertanto si considerano i cavi interni di collegamento e di interconnessione tra le cabine di trasformazione BT/MT di ciascun sottocampo, e le linee elettriche principali (dorsali) esterne.

#### 3.1 Tracciato interno per interconnessione delle cabine di trasformazione all'interno del medesimo campo FV

Il tracciato interno prevede dei tronchi di inter-collegamento in configurazione "entra-esce" tra le varie cabine di trasformazione presenti nei sottocampi sino alla cella di partenza cavo di dorsale esterna nell'ultima cabina del sottocampo stesso.

Il progetto prevede all'interno dei 9 campi FV n° 39 cabine di trasformazione la cui distribuzione e potenza in kVA viene riportata in Tabella 3.1.



## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

*Progetto di un impianto agrovoltatico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetro, denominato "Cluster B"*

Campo FV	Sottocampo FV	Cabina BT/MT	Potenza [kVA]
IMP_B_01	C01	C01	2.880
	C02	C02	3.780
	C03	C03	3600
	C04	C04	3.960
	C05	C05	2.880
	C06	C06	4.320
	C07	C07	4.320
	C08	C08	4.320
	C09	C09	3.600
	C10	C10	4.320
	C11	C11	3.240
	C12	C12	3.960
	C13	C13	3.600
	C14	C14	2.880
	C15	C15	3.240
	C15	C16	2.880
	C17	C17	2.880
	C18	C18	3.240
IMP_B_02	C19	C19	1.260
	C20	C20	2.520
IMP_B_03	C21	C21	3.600
	C22	C22	3.960
IMP_B_04	C23	C23	3.600
	C24	C24	2.880
IMP_B_05	C25	C25	2.520
	C26	C26	3.240
	C27	C27	2.880
	C28	C28	3.960
	C29	C29	3.960
	C30	C30	3.240
	C31	C31	3.600
	C32	C32	3.240
IMP_B_06	C33	C33	3.600
	C34	C34	3.600
IMP_B_07	C35	C35	3.600
	C36	C36	2.160
IMP_B_08	C37	C37	2.880
	C38	C38	3.600
IMP_B_09	C39	C39	3.960

*Tabella 3.1 – Cabine BT/MT di sottocampo FV*

I cavi saranno interrati e la posa è prevista ad una profondità minima di circa 1.20 m con disposizione delle fasi a trifoglio con formazione unipolare. È prevista la posa di ball-marker per individuare il percorso dei cavi, i giunti, le interferenze con altri sotto servizi ed i cambi di direzione. Al fine di segnalare il cavidotto sarà posato un nastro in PVC con scritta "CAVI ELETTRICI" ad una quota non inferiore a 30 cm dall'estradosso del cavo.

E' previsto l'impiego di cavi idonei al trasporto di energia con formazione unipolare / tripolare ad elica visibile **ARE4H1RX 18/30 kV**, o similare, dalle seguenti caratteristiche tecniche:

### Norme di riferimento:

- Costruzione e requisiti: EC 60502-2
- Propagazione Fiamma: CEI 20-35
- Direttiva ROHS: 2011/65/CE

### Descrizione del cavo:

- Anima: Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
- Semiconduttivo interno: Mescola estrusa colore nero
- Isolante: Mescola di politene reticolato colore naturale
- Semiconduttivo esterno: Mescola estrusa colore nero
- Schermatura: Fili di rame rosso e contro spirale
- Guaina: PVC, di qualità Rz/ST2, colore rosso

### Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

### Condizioni di impiego:

- Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Ammessa la posa in aria libera, in tubo o canale, interrata anche non protetta in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

### Sezione:

- Da 50 mm<sup>2</sup> a 300 mm<sup>2</sup>

Si ritiene che un guasto a terra verrà risolto in un tempo inferiore ad un'ora. Pertanto, considerato che la tensione nominale del sistema elettrico è di 30 kV, si è scelto un cavo con U<sub>0</sub>/U pari a 18/30 kV e tensione massima U<sub>m</sub> pari a 36 kV.

### 3.2 Tracciato esterno per interconnessione e raggruppamento delle cabine di trasformazione localizzate in campi FV differenti

Al fine di raggruppare in maniera opportuna le potenze rispetto alle dorsali esterne, viene previsto il collegamento con cavo MT tra le cabine di trasformazione BT/MT poste in campi separati tra loro.

La posa dei cavi è prevista ad una profondità di circa 1.20 m a trifoglio con formazione unipolare.

Il cavo previsto, idoneo al trasporto di energia, con formazione unipolare/tripolare, è del tipo **ARP1H5(AR)E 18/30 kV** (o similare), con protezione meccanica implementata, dalle seguenti caratteristiche tecniche:

Norma di riferimento: HD 620/IEC 60502-2

### Descrizione del cavo:

- Anima: Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
- Semiconduttivo interno: Mescola estrusa
- Isolante: Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)
- Semiconduttivo esterno: Mescola estrusa
- Rivestimento protettivo: Nastro semiconduttore igroespandente

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

Progetto di un impianto agrovoltatico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetro, denominato "Cluster B"

- Schermatura: Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale
- Protezione meccanica: Materiale Polimerico (Air Bag)
- Guaina: Polietilene colore rosso (qualità DMP 2)
- Temperatura di sovraccarico massima: 140°C
- Temperatura di funzionamento: 105°C
- Temperatura di corto circuito: 300°C
- Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300°C: K=100
- Sezione: da 70 mm<sup>2</sup> a 630 mm<sup>2</sup>

Si ritiene che un guasto a terra verrà risolto in un tempo inferiore ad un'ora. Pertanto, considerato che la tensione nominale del sistema elettrico è di 30 kV, si è scelto un cavo con U<sub>0</sub>/U pari a 18/30 kV e tensione massima U<sub>m</sub> 36 kV.

### 3.3 Tracciato esterno per vettoriamento dell'energia prodotta dai 9 campi FV al quadro MT in "cabina utenza" prevista nella SSEU di trasformazione MT/AT

Il tracciato esterno prevede un tratto su viabilità/strade comunali, provinciali e statale, ed un secondo tratto all'interno della particella catastale dove è ubicata la cabina di utente.

La posa dei cavi è prevista ad una profondità di circa 1.20 m a trifoglio con formazione unipolare. È prevista la posa di ball-marker per individuare il percorso dei cavi, i giunti, le interferenze con altri sotto servizi ed i cambi di direzione.

L'elettrodotto sarà costituito da 4 linee elettriche principali (dorsali) - realizzate distribuendo opportunamente i sottocampi facenti capo a ciascuna di esse - per il vettoriamento dell'energia prodotta dai campi FV alla sbarra di parallelo del quadro MT di cabina utente prevista in SSEU 30/220 kV.

In Tabella 3.2 le principali caratteristiche delle linee "dorsali" esterne.

Elettrodotto	Sotto Campo	Potenza [kVA]	Potenza totale [kVA]	Corrente [A]	Lunghezza [m]
D01	IMP_B_01 (1^ tratta)	25.350	25.350	519	8.895
D02	IMP_B_01 (2^ tratta)	26.850	26.850	549,711	8.918
D03	IMP_B_01_5	25.500	25.500	522,072	13.122
D04	IMP_B_01_8	3.000	29.850	611,131	1.567
	IMP_B_01_3	9.150			
	IMP_B_01_2	3.150			
	IMP_B_01_7	4.200			
	IMP_B_01_9	3.150			
	IMP_B_01_4	4.350			
	IMP_B_01_6	2.850			

Tabella 3.2 – Principali caratteristiche delle dorsali esterne

Nella tavola di progetto *CLBPD0T03-00\_INQUADRAMENTO GENERALE SU CTR: Impianto fotovoltaico ed opere di connessione* è riportato il tracciato esterno previsto per le 4 dorsali principali.

Il cavo previsto, idoneo al trasporto di energia, con formazione unipolare/tripolare, è del tipo **ARP1H5(AR)E 18/30 kV** (o similare), dalle caratteristiche tecniche già descritte al paragrafo 3.2.

### 3.3.1 Giunzione cavi

La posa dei cavi prevede lunghezze non standardizzate, per cui si dovrà provvedere alla realizzazione di apposite "buche giunti", di dimensioni di circa 200 cm x 150 cm, ove effettuare la giunzione elettrica di due spezzoni.

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile (lunghezza minima della pezzatura 800÷1000 m), si dovranno realizzare giunzioni elettriche mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti.

Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la normativa vigente ed alle indicazioni riportate dal costruttore dei giunti.

Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto.

### 3.3.2 Terminazione e attestazione cavi MT

Tutti i cavi MT posati dovranno essere terminati da entrambe le estremità. Nella esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri MT si deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capicorda a compressione per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto. Lo schermo dei cavi dovrà essere collegato a terra da entrambe le estremità adottando quindi lo schema SOLID-BONDING e conformemente a quanto definito nella norma CEI 99-2, CEI 99-3.

La messa a terra dei rivestimenti metallici ha lo scopo di rendere equipotenziale le masse metalliche che ricoprono il cavo, ponendole tutte a potenziale zero, riducendo eventuale fonte/causa di pericolo per il personale autorizzato ad eseguire lavorazioni e interventi di manutenzione degli impianti nelle vicinanze del cavo.

Lo schermo del cavo non può essere considerato come un conduttore di terra per altre parti d'impianto.

## 4 Relazione calcolo cavi BT

I cavi bassa tensione BT sono cavi impiegati per la realizzazione ed esecuzione degli impianti a servizio e complementari al funzionamento dell'impianto di produzione FV.

In fase di progetto esecutivo i cavi saranno dimensionati seguendo le norme specifiche di riferimento.

In particolare la sezione dei cavi sarà selezionata considerando i seguenti aspetti:

- Portata nominale del cavo in funzione della potenza trasmessa, delle caratteristiche di posa e di installazione
- Massima caduta di tensione ammissibile a fine linea
- Tenuta al cortocircuito
- Massime perdite nel cavo per effetto Joule
- Condizioni ambientali

In fase preliminare di progetto sono state selezionate sezioni soddisfacenti, per le attese portate, che in fase di progetto esecutivo di realizzazione degli impianti saranno verificate e controllate.

Di seguito la descrizione dei cavi presenti all'interno dell'impianto in BT.

### 4.1 Cavi solari di stringa

Sono definiti cavi solari di stringa, i cavi che collegano le stringhe (i moduli in serie) ai quadri DC di parallelo e hanno una sezione variabile da 6 a 10 mm<sup>2</sup> (in funzione della distanza del collegamento). I cavi solari di

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

Progetto di un impianto agrovoltaiico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetro, denominato "Cluster B"

stringa sono di norma alloggiati all'interno del profilato della struttura e interrati per brevi tratti (tra inizio vela e quadro DC di parallelo di campo).

I cavi saranno del tipo **FG21M21** o equivalenti (rame o alluminio) indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Si tratta di cavi unipolari flessibili con tensione nominale 1500 Vc.c. per impianti fotovoltaici con isolante e guaina in mescola reticolata a basso contenuto di alogeni testati per durare più di 25 anni. Essi sono adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate oppure in sistemi chiusi similari, sono resistenti all'ozono secondo la EN50396, ai raggi UV secondo HD605/A1. Sono testati, inoltre, per durare nel tempo secondo la EN 60216.

Le condizioni di posa sono:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: -40 °C
- Massimo sforzo di tiro: 15 N/mm<sup>2</sup>
- Raggio minimo di curvatura per diametro del cavo D (in mm): 4D

In Tabella 4.1 la consistenza dei moduli generatori FV per singolo campo e stringhe.

Campo FV	Moduli FV	Potenza modulo [kWp]	N° moduli per stringa	Stringhe	Potenza stringa [kWp]	Sezione [mm <sup>2</sup> ]
IMP_B_01	106.496	0.570	26	4.096	14.82	6÷10
IMP_B_02	6.370	0.570	26	245	14.82	6÷10
IMP_B_03	18.720	0.570	26	720	14.82	6÷10
IMP_B_04	8.632	0.570	26	332	14.82	6÷10
IMP_B_05	49.764	0.570	26	1.914	14.82	6÷10
IMP_B_06	5.876	0.570	26	226	14.82	6÷10
IMP_B_07	8.684	0.570	26	334	14.82	6÷10
IMP_B_08	6.240	0.570	26	240	14.82	6÷10
IMP_B_09	6.552	0.570	26	252	14.82	6÷10

Tabella 4.3 – Moduli FV per sottocampo e stringhe

### 4.2 Cavi solari DC

Sono definiti cavi solari DC, i cavi che collegano i quadri di parallelo di campo (o string box) all'ingresso sezione DC degli inverter e hanno una sezione variabile da 95 a 240 mm<sup>2</sup> (in funzione del numero di stringhe in parallelo e della distanza tra quadro parallelo di campo e inverter di stringa).

I cavi solari sono generalmente interrati, e solo in alcuni brevi tratti o per configurazione e posizione possono essere posati all'interno del profilato della struttura porta moduli. I cavi saranno del tipo **FG21M21 0.6/1 kV** o equivalenti (rame o alluminio) indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici.

Si tratta di cavi unipolari flessibili con tensione nominale 1500 V c.c. per impianti fotovoltaici con isolante e guaina in mescola reticolata a basso contenuto di alogeni testati per durare più di 25 anni. Sono cavi adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate oppure in sistemi chiusi similari, sono resistenti all'ozono secondo la EN 50396, ai raggi UV secondo la HD605/A1 e testati per durare nel tempo secondo la EN 60216.

Le condizioni di posa sono:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: -40°C
- Massimo sforzo di tiro: 15 N/mm<sup>2</sup>
- Raggio minimo di curvatura per diametro del cavo D (in mm): 6D

In Tabella 4.2 la consistenza dei quadri di parallelo di campo (string box) per singolo sottocampo.

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

*Progetto di un impianto agrovoltatico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetro, denominato "Cluster B"*

Campo FV	Sottocampo FV	Potenza sottocampo [kWp]	N° string box	Sezione [mm <sup>2</sup> ]
IMP_B_01	C01	2.845,44	16	95 ÷ 240
	C02	3.675,36	21	95 ÷ 240
	C03	3.527,16	20	95 ÷ 240
	C04	3.734,64	21	95 ÷ 240
	C05	2.667,60	15	95 ÷ 240
	C06	3.971,76	23	95 ÷ 240
	C07	3.942,12	23	95 ÷ 240
	C08	3.942,12	23	95 ÷ 240
	C09	3.527,16	20	95 ÷ 240
	C10	4.119,96	24	95 ÷ 240
	C11	3.112,20	18	95 ÷ 240
	C12	3.912,48	22	95 ÷ 240
	C13	3.527,16	20	95 ÷ 240
	C14	2.697,24	16	95 ÷ 240
	C15	3.023,28	17	95 ÷ 240
	C16	2.786,16	16	95 ÷ 240
	C17	2.786,16	16	95 ÷ 240
	C18	2.904,72	17	95 ÷ 240
IMP_B_02	C19	1.141,14	7	95 ÷ 240
	C20	2.489,76	14	95 ÷ 240
IMP_B_03	C21	3.556,80	20	95 ÷ 240
	C22	3.645,72	21	95 ÷ 240
	C23	3.467,88	20	95 ÷ 240
IMP_B_04	C24	2.519,40	15	95 ÷ 240
	C25	2.400,84	14	95 ÷ 240
IMP_B_05	C26	3.052,92	18	95 ÷ 240
	C27	2.637,96	16	95 ÷ 240
	C28	3.497,52	21	95 ÷ 240
	C29	3.423,42	21	95 ÷ 240
	C30	2.964,00	18	95 ÷ 240
	C31	3.378,96	19	95 ÷ 240
	C32	2.949,18	18	95 ÷ 240
	C33	3.349,32	20	95 ÷ 240
C34	3.112,20	19	95 ÷ 240	
IMP_B_06	C35	3.349,32	19	95 ÷ 240
IMP_B_07	C36	2.134,08	12	95 ÷ 240
	C37	2.815,80	16	95 ÷ 240
IMP_B_08	C38	3.556,80	20	95 ÷ 240
IMP_B_09	C39	3.734,64	21	95 ÷ 240

*Tabella 4.4 – Collegamenti string box - inverter sez.dc*

### 4.3 Cavi collegamento inverter di stringa - quadro di parallelo AC

Il cavo selezionato per la esecuzione del collegamento è del tipo **FG16R16 - FG16OR16 0,6/1 kV** o equivalenti (rame o alluminio) indicati per il trasporto di energia e per la interconnessione dei vari elementi dell'impianto avente formazione flessibile unipolare o multipolare.

Si tratta di cavi con isolamento in gomma di qualità G16, sotto guaina di PVC qualità R16 a ridotta emissione di gas corrosivi, con buona resistenza agli oli e ai grassi industriali e buon comportamento alle basse

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

*Progetto di un impianto agrovoltatico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetrano, denominato "Cluster B"*

temperature. Hanno una sezione variabile da 70 a 400 mm<sup>2</sup> (dipende dalla lunghezza della tratta) e modalità di posa interrata.

In tabella 4.3 la consistenza dei cavi di collegamento inverter di stringa - quadro parallelo AC.

Campo FV	Gruppo	Inverter di stringa [n°]	Potenza Inverter [KVA]	Sezione [mm <sup>2</sup> ]
IMP_B_01	C01	16	150	70 ÷ 400
	C02	21	150	70 ÷ 400
	C03	20	150	70 ÷ 400
	C04	21	150	70 ÷ 400
	C05	15	150	70 ÷ 400
	C06	23	150	70 ÷ 400
	C07	23	150	70 ÷ 400
	C08	23	150	70 ÷ 400
	C09	20	150	70 ÷ 400
	C10	24	150	70 ÷ 400
	C11	18	150	70 ÷ 400
	C12	22	150	70 ÷ 400
	C13	20	150	70 ÷ 400
	C14	16	150	70 ÷ 400
	C15	17	150	70 ÷ 400
	C16	16	150	70 ÷ 400
	C17	16	150	70 ÷ 400
	C18	17	150	70 ÷ 400
IMP_B_02	C19	7	150	70 ÷ 400
	C20	14	150	70 ÷ 400
IMP_B_03	C21	20	150	70 ÷ 400
	C22	21	150	70 ÷ 400
IMP_B_04	C23	20	150	70 ÷ 400
	C24	15	150	70 ÷ 400
IMP_B_05	C25	14	150	70 ÷ 400
	C26	18	150	70 ÷ 400
	C27	16	150	70 ÷ 400
	C28	21	150	70 ÷ 400
	C29	21	150	70 ÷ 400
	C30	18	150	70 ÷ 400
	C31	19	150	70 ÷ 400
	C32	18	150	70 ÷ 400
IMP_B_06	C33	20	150	70 ÷ 400
	C34	19	150	70 ÷ 400
IMP_B_07	C35	19	150	70 ÷ 400
	C36	12	150	70 ÷ 400
IMP_B_08	C37	16	150	70 ÷ 400
	C38	20	150	70 ÷ 400
IMP_B_09	C39	21	150	70 ÷ 400

*Tabella 4.3 – Collegamenti inverter - quadri AC*

Per ogni gruppo di sottocampo FV il totale degli inverter è suddiviso in due sezioni e connessi in parallelo in due distinti quadri AC.

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

*Progetto di un impianto agrovoltatico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetro, denominato "Cluster B"*

### 4.4 Cavi collegamento quadro di parallelo AC – trasformatore BT/MT

All'interno delle cabine di trasformazione BT/MT di ciascun sottocampo FV si considerano i collegamenti elettrici in cavo tra il quadro di parallelo AC e la sezione BT del trasformatore elevatore BT/MT.

Il cavo selezionato per la esecuzione del collegamento è del tipo **FG16R16 - FG16OR16 0,6/1 kV** o equivalenti (rame o alluminio) indicati per il trasporto di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale, e per la interconnessione dei vari elementi dell'impianto avente formazione flessibile unipolare o multipolare.

Si tratta di cavi con isolamento in gomma di qualità G16, sotto guaina di PVC qualità R16 a ridotta emissione di gas corrosivi, con buona resistenza agli oli e ai grassi industriali e buon comportamento alle basse temperature.

Idoneo per posa fissa all'interno, all'esterno; per posa interrata diretta e indiretta; per installazione su murature e strutture metalliche, su passarelle, tubazioni, canalette e sistemi simili.

Hanno una sezione variabile da 70 a 400 mm<sup>2</sup> (dipende dalla lunghezza della tratta).

In tabella 4.4 la consistenza dei cavi di collegamento quadro parallelo AC - sezione BT del trasformatore elevatore BT/MT.

Sottocampo	Quadro parallelo Corrente Alternata (AC)	Gruppo	Trasformatore BT/MT	Potenza [KVA]	Sezione [mm <sup>2</sup> ]
IMP_B_01	Quadro parallelo_01_A	C01	Trafo_sezA	1.400	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.440	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_02_A	C02	Trafo_sezA	1.980	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_02_B		Trafo_sezB	1.980	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_03_A	C03	Trafo_sezA	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_03_B		Trafo_sezB	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_04_A	C04	Trafo_sezA	1.980	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_04_B		Trafo_sezB	1.980	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_05_A	C05	Trafo_sezA	1.440	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_05_B		Trafo_sezB	1.440	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_06_A	C06	Trafo_sezA	2.160	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_06_B		Trafo_sezB	2.160	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_07_A	C07	Trafo_sezA	2.160	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_07_B		Trafo_sezB	2.160	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_08_A	C08	Trafo_sezA	2.160	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_08_B		Trafo_sezB	2.160	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_09_A	C09	Trafo_sezA	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_09_B		Trafo_sezB	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_10_A	C10	Trafo_sezA	2.160	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_10_B		Trafo_sezB	2.160	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_11_A	C11	Trafo_sezA	1.620	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_11_B		Trafo_sezB	1.620	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_12_A	C12	Trafo_sezA	1.980	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_12_B		Trafo_sezB	1.980	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_13_A	C13	Trafo_sezA	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_13_B		Trafo_sezB	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_14_A	C14	Trafo_sezA	1.400	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_14_B		Trafo_sezB	1.400	5x(3x1x240)



## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

*Progetto di un impianto agrovoltatico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetrano, denominato "Cluster B"*

	Quadro parallelo_15_A	C15	Trafo_sezA	1.620	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_15_B		Trafo_sezB	1.620	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_16_A	C16	Trafo_sezA	1.440	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_16_B		Trafo_sezB	1.440	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_17_A	C17	Trafo_sezA	1.440	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_17_B		Trafo_sezB	1.440	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_18_A	C18	Trafo_sezA	1.620	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_18_B		Trafo_sezB	1.620	5x(3x1x240)
IMP_B_02	Quadro parallelo_19_A	C19	Trafo	1.440	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_20_A	C20	Trafo_sezA	1.260	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_20_B		Trafo_sezB	1.260	5x(3x1x240)
IMP_B_03	Quadro parallelo_01_A	C21	Trafo_sezA	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_02_A	C22	Trafo_sezA	1.980	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_02_B		Trafo_sezB	1.980	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_03_A	C23	Trafo_sezA	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_03_B		Trafo_sezB	1.800	6x(3x1x240)
IMP_B_04	Quadro parallelo_04_A	C24	Trafo_sezA	1.440	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_04_B		Trafo_sezB	1.440	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_A	C25	Trafo_sezA	1.260	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.260	5x(3x1x240)
IMP_B_05	Quadro parallelo_01_A	C26	Trafo_sezA	1.620	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.620	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_A	C27	Trafo_sezA	1.440	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.440	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_A	C28	Trafo_sezA	1.980	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.980	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_A	C29	Trafo_sezA	1.980	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.980	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_A	C30	Trafo_sezA	1.620	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.620	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_A	C31	Trafo_sezA	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_A	C32	Trafo_sezA	1.620	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.620	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_A	C33	Trafo_sezA	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.800	6x(3x1x240)
Quadro parallelo_01_A	C34	Trafo_sezA	1.800	6x(3x1x240)	
Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.800	6x(3x1x240)	
IMP_B_06	Quadro parallelo_01_A	C35	Trafo_sezA	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.800	6x(3x1x240)
IMP_B_07	Quadro parallelo_01_A	C36	Trafo_sezA	1.080	4x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.080	4x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_A	C37	Trafo_sezA	1.440	5x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.440	5x(3x1x240)
IMP_B_08	Quadro parallelo_01_A	C38	Trafo_sezA	1.800	6x(3x1x240)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.800	6x(3x1x240)
IMP_B_09	Quadro parallelo_01_A	C39	Trafo_sezA	1.980	6x(3x1x300)
	Quadro parallelo_01_B		Trafo_sezB	1.980	6x(3x1x240)

*Tabella 4.4 – Collegamenti quadri AC - trasformatori BT/MT*

Le sezioni considerate, che saranno controllate e verificate in fase di progetto esecutivo in relazione alle effettive condizioni di installazione, sono state in via preliminare selezionate in modo da contenere la caduta di tensione e le perdite passive per effetto Joule.

### 4.5 Cavi alimentazione tracker

Sono cavi di bassa tensione utilizzati per alimentare elettricamente i motori presenti sulle strutture.

La modalità di posa prevede che i cavi possono essere alloggiati sia sulle strutture tracker (nei profilati metallici della struttura medesima) che essere interrati.

Per la realizzazione dei collegamenti e delle alimentazioni elettriche dei motori si utilizzerà un cavo per energia, isolato con gomma qualità G16, sotto guaina PVC, qualità R16, non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Il cavo, in formazione flessibile unipolare o multipolare, sarà del tipo **FG16R16 - FG16OR16 0.6/1 kV** e sezione variabile da 4 a 10 mm<sup>2</sup> (dipendentemente dalla lunghezza della tratta).

### 4.6 Cavi servizi ausiliari bassa tensione BT

Per la realizzazione ed esecuzione degli impianti a servizio e complementari al funzionamento dell'impianto di produzione FV saranno impiegati cavi in bassa tensione per la esecuzione di alimentazioni elettriche, connessioni, collegamenti alle apparecchiature e componenti costituenti gli impianti, quali:

- Impianto illuminazione interna/esterna
- Impianto distribuzione prese di corrente FM
- Impianto VDS
- Impianto antintrusione

Sono cavi flessibili unipolari o multipolari, per tensioni di esercizio 230V e 400V, con conduttore a corda rotonda di rame rosso ricotto, isolato in gomma ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche; guaina esterna in PVC speciale di qualità R16 colore grigio.

Il cavo selezionato in formazione flessibile unipolare o multipolare sarà del tipo **FG16R16 - FG16OR16 0.6/1 kV** con sezione variabile da 2,5÷50 mm<sup>2</sup> (dipende dalla lunghezza della tratta).

### 4.7 Cavi dati

Per la trasmissione dei dati riguardanti i vari sistemi dell'impianto (fotovoltaico, strutture tracker, stazioni meteo, antintrusione, videosorveglianza, gruppi di misura energia prodotta, apparecchiature elettriche, sistemi di sicurezza, collegamento verso l'esterno) si prevede l'impiego di:

- Cavo **RS485** impiegato per tratte di lunghezza limitata
- Cavo in **fibra ottica** impiegato per i tratti più lunghi

## 5 Relazione calcolo cavi MT

Nel seguito viene descritto il calcolo preliminare di dimensionamento e la selezione dei cavi di media tensione utilizzati per allacciare le trentanove cabine di trasformazione BT/MT interne ai sottocampi FV, che trasformano la generazione proveniente dai moduli fotovoltaici, alla cabina elettrica di utenza presso la SSEU 30/220 kV.

Il vettoriamento dell'energia prodotta verso la SSEU di utente, connessa alla RTN, è realizzato con 4 linee elettriche principali (dorsali) costituite da cavi elettrici con tensione di esercizio 30 kV su tracciato esterno al perimetro dei sottocampi impegnando viabilità/strade comunali, provinciali, statali.

### 5.1 Sistema elettrico

#### 5.1.1 Descrizione generale

L'impianto è costituito da 9 campi indipendenti a loro volta suddivisi in 39 gruppi/sottocampi, ciascuno dei quali è dotato di cabine di trasformazione BT/MT che trasformano l'energia generata dai moduli FV rendendola disponibile come potenza/energia in corrente alternata.

Le cabine sono interconnesse tra di loro in configurazione "entra-esce" e collegate con cavo MT sino al nodo di connessione della linea elettrica di dorsale esterna.

Il collegamento nelle celle MT di arrivo e partenza sarà realizzato mediante apposita terminazione per interno di tipo retraibile, con idonei capicorda a compressione dello spessore previsto.

I sottocampi sono connessi alla cabina MT in SSEU Utente, per la trasmissione dell'intera potenza prodotta/producibile, con 4 cavidotti indipendenti eserciti in MT. Nella tratta in comune si prevede che i cavi vengano posati all'interno di uno stesso scavo in modo da minimizzare l'impatto ambientale.

Nella SSEU utente i cavi sono connessi ad un quadro MT 30 kV che permette lo smistamento e la protezione degli impianti.

In dettaglio l'impianto fotovoltaico è costituito da:

- 217.334 moduli fotovoltaici da 570 Wp
- 717 quadri di parallelo di campo (string box)
- 717 Inverter di stringa a cui saranno connessi in ingresso lato c.c. i quadri di parallelo di campo "string-box"
- 39 cabine di trasformazione BT/MT di campo. Alle cabine si attesteranno i cavi di potenza bassa tensione provenienti dagli inverter di stringa
- 4 cavidotti esterni interrati in media tensione (30 kV) per il collegamento delle cabine di campo alla SSEU utente, e più precisamente alla sbarra di parallelo del quadro MT di smistamento
- N.1 cabina di smistamento e protezione MT a 30 kV
- N.1 SSEU di trasformazione 30/220 kV.

#### 5.1.2 Condizioni ambientali di progetto

Di seguito, le condizioni ambientali di progetto:

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| - Altezze sul livello del mare | IMP_B_01: 100 ÷ 137 m<br>IMP_B_02: 100 ÷ 137 m<br>IMP_B_03: 90 ÷ 113 m<br>IMP_B_04: 90 ÷ 119 m<br>IMP_B_05: 100 ÷ 147 m<br>IMP_B_06: 90 ÷ 119 m<br>IMP_B_07: 100 ÷ 137 m<br>IMP_B_08: 120 ÷ 152 m<br>IMP_B_09: 100 ÷ 114 m |
| - Temperatura ambiente:        | -5 ÷ 45°C  |
| - Temperatura media:           | 17.8°C   |
| - Umidità relativa:            | 70-90%   |
| - Inquinamento:                | leggero  |
| - Tipo di atmosfera:           | non aggressiva   |

### 5.1.3 Dati di progetto

In Tabella 5.1 sono riportati i dati di progetto per il dimensionamento dei cavi MT.

Dati di progetto	Valore
Tensione di rete impianto fotovoltaico	30 kV
Materiale conduttore	Alluminio
Profondità di posa	1.20 m
Temperatura del terreno	20 °C
Resistività del terreno	1 °C m/W
Potenza di impianto (AC)	107,55 MW
Potenza di impianto (DC)	123,88038 MWp
Fattore di potenza	0.90
Caduta di tensione massima ammissibile per ogni tratta	4%
Perdite per effetto Joule per ogni tratta	3%
Margine sulla lunghezza complessiva dei cavi	3%

Tabella 5.5 – Dati di progetto per il dimensionamento dei cavi a 30 kV

### 5.2 Linee elettriche di collegamento fra sottocampi

Come descritto ai paragrafi 3.1 e 3.2, ciascun collegamento tra le varie cabine di trasformazione BT/MT del sottocampo FV (in configurazione “entra-esce”), viene realizzato tramite tracciati interni o tracciati esterni, a seconda se queste siano localizzate in uno stesso campo FV o in due campi differenti. Nel primo caso, è previsto l’impiego di cavi del tipo **ARE4H1RX 18/30 kV**; nel secondo, invece, il cavo utilizzato è del tipo **ARP1H5(AR)E 18/30 kV**.

La lunghezza di ogni tratta di collegamento in cavo è stata ricavata dalla planimetria generale di impianto in cui è mostrata la posizione delle cabine di trasformazione BT/MT, e il relativo percorso cavi; a questa lunghezza teorica si sono aggiunti 3 m di risalita cavo per ciascun collegamento. La lunghezza di cavo risultante è stata, quindi, aumentata del 3% per tenere in considerazione sfridi, variazioni di quota del terreno e piccole deviazioni di percorso.

In Tabella 5.2 si riportano le lunghezze risultanti per ciascuna tratta.

La sigla QMT\_CO si riferisce al quadro di media tensione di cabina in sottocampo; la sigla QMT\_SSEU si riferisce al quadro media tensione di cabina utente in SSEU.

Partenza linea			Arrivo linea			Caratteristiche tratta	
Posizione	Sottocampo	Campo	Posizione	Sottocampo	Campo	Tipo	Lunghezza [m]
QMT_CO1	C01	IMP_B_01	QMT_CO2	C02	IMP_B_01	interna	33
QMT_CO2	C02	IMP_B_01	QMT_CO3	C03	IMP_B_01	interna	591
QMT_CO3	C03	IMP_B_01	QMT_CO4	C04	IMP_B_01	interna	41
QMT_CO4	C04	IMP_B_01	QMT_CO5 (nodo)	C05	IMP_B_01	interna	606
QMT_C12	C12	IMP_B_01	QMT_C11	C11	IMP_B_01	interna	63
QMT_C11	C11	IMP_B_01	QMT_C13	C13	IMP_B_01	interna	560
QMT_C13	C13	IMP_B_01	QMT_C14	C14	IMP_B_01	interna	27
QMT_C14	C14	IMP_B_01	QMT_CO5 (nodo)	C05	IMP_B_01	interna	490
QMT_CO5	C05	IMP_B_01	QMT_SSEU		SSEU	esterna	8.895
QMT_CO9	C09	IMP_B_01	QMT_C10	C10	IMP_B_01	interna	67
QMT_C10	C10	IMP_B_01	QMT_CO8	C08	IMP_B_01	interna	653
QMT_CO8	C08	IMP_B_01	QMT_CO7	C07	IMP_B_01	interna	24

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

*Progetto di un impianto agrovoltatico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetro, denominato "Cluster B"*

QMT_C07	C07	IMP_B_01	QMT_C06 (nodo)	C06	IMP_B_01	interna	534
QMT_C18	C18	IMP_B_01	QMT_C17	C17	IMP_B_01	interna	272
QMT_C17	C17	IMP_B_01	QMT_C16	C16	IMP_B_01	interna	398
QMT_C16	C16	IMP_B_01	QMT_C15	C15	IMP_B_01	interna	56
QMT_C15	C15	IMP_B_01	QMT_C06 (nodo)	C06	IMP_B_01	interna	380
QMT_C06	C06	IMP_B_01	QMT_SSEU		SSEU	esterna	8.918
QMT_C27	C27	IMP_B_05	QMT_C28	C28	IMP_B_05	interna	547
QMT_C28	C28	IMP_B_05	QMT_C29	C29	IMP_B_05	interna	33
QMT_C29	C29	IMP_B_05	QMT_C30	C30	IMP_B_05	interna	549
QMT_C34	C34	IMP_B_05	QMT_C33	C33	IMP_B_05	interna	34
QMT_C33	C33	IMP_B_05	QMT_C32	C32	IMP_B_05	interna	513
QMT_C32	C32	IMP_B_05	QMT_C31	C31	IMP_B_05	interna	412
QMT_C31	C31	IMP_B_05	QMT_C30 (nodo)	C30	IMP_B_05	interna	41
QMT_C26	C26	IMP_B_05	QMT_C30 (nodo)	C30	IMP_B_05	interna	639
QMT_C30	C30	IMP_B_05	QMT_SSEU		SSEU	esterna	13.122
QMT_C38	C38	IMP_B_08	QMT_C21 (nodo)	C21	IMP_B_03	esterna	1.761
QMT_C23	C23	IMP_B_03	QMT_C22	C22	IMP_B_03	interna	161
QMT_C22	C22	IMP_B_03	QMT_C21 (nodo)	C21	IMP_B_03	interna	518
QMT_C21	C21	IMP_B_03	QMT_C19 (nodo)	C19	IMP_B_02	esterna	2.230
QMT_C20	C20	IMP_B_02	QMT_C19 (nodo)	C19	IMP_B_02	interna	391
QMT_C19	C19	IMP_B_02	QMT_C36 (nodo)	C36	IMP_B_07	esterna	1.013
QMT_C37	C37	IMP_B_07	QMT_C36 (nodo)	C36	IMP_B_07	interna	193
QMT_C36	C36	IMP_B_07	QMT_C39 (nodo)	C39	IMP_B_09	esterna	3.095
QMT_C39	C39	IMP_B_09	QMT_C25 (nodo)	C25	IMP_B_04	esterna	2.727
QMT_C24	C24	IMP_B_04	QMT_C25 (nodo)	C25	IMP_B_04	interna	29
QMT_C25	C25	IMP_B_04	QMT_C35	C35	IMP_B_06	esterna	1.752
QMT_C35	C35	IMP_B_06	QMT_SSEU		SSEU	esterna	1.567

*Tabella 5.6 – Lunghezza cavi tratte collegamento sottocampi FV*

### 5.3 Linee elettriche di collegamento fra i campi FV e la cabina utenza

Il tracciato esterno prevede un tratto su strade comunali, provinciali e statale, ed un secondo tratto all'interno della particella catastale dove è ubicata la cabina di utente.

La posa dei cavi è prevista ad una profondità di circa 1.20 m a trifoglio con formazione unipolare. È prevista la posa di ball-marker per individuare il percorso dei cavi, i giunti, le interferenze con altri sotto servizi ed i cambi di direzione.

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

*Progetto di un impianto agrovoltaiico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetro, denominato "Cluster B"*

L'elettrodotto sarà costituito da 4 linee dorsali principali per il vettoriamento dell'energia prodotta dai 9 campi FV, e saranno connesse, con dispositivi di protezione, alla sbarra di parallelo del quadro MT di cabina utente prevista in SSEU 30/220 kV.

In Tabella 5.3 viene mostrato il raggruppamento delle cabine di trasformazione BT/MT dei sottocampi rispetto alle linee dorsali, nonché le principali caratteristiche di ciascuna di esse:

Dorsale	Cabine BT/MT	Sottocampo FV	Campo FV	Nodo di uscita	Potenza totale [kW]	Corrente [A]	Lunghezza [km]
D01	C01,C02,C03, C04,C05	C01,C02,C03,C04, C04,C05	IMP_B_01	C05	25.350	519	8,895
	C12,C11,C13, C14,C05	C12,C11,C13,C14, C05					
D02	C09,C10,C08, C07,C06	C09,C10,C08,C07, C06	IMP_B_01	C06	26.850	549.711	8,918
	C18,C17,C16, C15,C06	C18,C17,C16,C15, C06					
D03	C27,C28,C29, C30	C27,C28,C29,C30	IMP_B_05	C30	25.500	522	13,122
	C34,C33,C32, C31,C30	C34,C33,C32,C31, C30					
	C26,C30	C26,C30					
D04	C38_IM_B_08/ C21_IMP_B_03	C38_IM_B_08/ C21_IMP_B_03	IM_B_08/ IM_B_03	C21	29.850	611.131	1,567
	C23,C22,C21	C23,C22,C21	IM_B_03				
	C21_IMP_B_03/ C19_IMP_B_02	C21_IMP_B_03/ C19_IMP_B_02	IM_B_03/ IM_B_02	C19			
	C20,C19	C20,C19	IM_B_02				
	C19_IMP_B_02/ C36_IMP_B_07	C19_IMP_B_02/ C36_IMP_B_07	IM_B_02/ IM_B_07	C36			
	C37,C36	C37,C36	IM_B_07				
	C36_IMP_B_07/ C39_IMP_B_09	C36_IMP_B_07/ C39_IMP_B_09	IM_B_07/ IM_B_09				
	C39_IMP_B_09/ C25_IMP_B_04	C39_IMP_B_09/ C25_IMP_B_04	IM_B_09/ IM_B_04	C25			
	C24,C25	C24,C25	IM_B_04				
	C25_IMP_B_04/ C35_IMP_B_06	C25_IMP_B_04/ C35_IMP_B_06	IM_B_04/ IM_B_06	C35			
C35_IMP_B_06/ QMT_SSEU	C35_IMP_B_06/ QMT_SSEU	IM_B_06/ SSEU					

*Tabella 5.7 – Distribuzione cabine BT/MT e potenze rispetto alle dorsali esterne, e principali caratteristiche*

Il tracciato esterno delle quattro dorsali è chiaramente identificabile nella tavola di progetto "Inquadramento generale su CTR: Impianto fotovoltaico ed opere di connessione".

La lunghezza di ogni tratta di collegamento in cavo è stata ricavata dalla planimetria generale del Cluster su mappa satellitare; a questa lunghezza teorica si sono aggiunti 3 m di risalita cavo per ciascun collegamento in cella MT di partenza e arrivo cavo.

La lunghezza del cavo risultante è stata, quindi, aumentata del 3% per tenere in considerazione sfridi, variazione di quota del terreno e piccole deviazioni di percorso.

Il cavo previsto per il collegamento, idoneo al trasporto di energia, in formazione unipolare, è del tipo **ARP1H5(AR)E 18/30 kV**, o similare, dalle caratteristiche tecniche già riportate al paragrafo 3.2.

Il cavo selezionato presenta una protezione meccanica implementata intrinseca realizzata con materiale polimerico (Air Bag). Tale sistema evita la realizzazione e la messa in opera di protezioni meccaniche aggiuntive in situazioni dove sarebbe richiesta una protezione contro schiacciamenti. Infatti, come riportato nella norma CEI 11-27 punto 4.3.11b, per tali cavi è ammessa la posa direttamente interrata.

#### 5.4 Criteri di calcolo

I cavi sono stati dimensionati seguendo le norme specifiche di riferimento; in particolare, la sezione dei cavi è stata selezionata considerando i seguenti aspetti:

- Portata nominale del cavo in funzione delle caratteristiche di posa in corrispondenza della massima producibilità dei campi fotovoltaici
- Massima caduta di tensione ammissibile a fine linea
- Tenuta al cortocircuito
- Massime perdite nel cavo per effetto Joule per il trasporto dell'energia dalle cabine di sottocampo alla cabina MT di smistamento e protezione di utente in SSEU di utenza 30/220 kV
- Tipologia di posa a trifoglio per formazione cavo unipolare
- Condizioni ambientali

##### 5.4.1 Calcolo della portata

Per il calcolo delle portate dei cavi, si considera che i sottocampi FV possano erogare tutta la massima potenza producibile.

I coefficienti di declassamento della portata in funzione delle condizioni di posa, di installazione e delle condizioni ambientali risultano essere i seguenti:

- K1 profondità di posa a 1.20 m: 0.98
- K2 temperatura del suolo (assunta) a 20°C: 1.0
- K3 resistività termica del terreno (assunta) pari a 1 K\*m/W: 1.0
- K4 vicinanza di altro circuito. Tale fattore di riduzione tiene conto della presenza di altri circuiti nelle vicinanze, sia che questi si trovino a contatto tra loro, sia che siano a distanza ma all'interno dello stesso scavo. I valori considerati (ricavati dalla norma CEI UNEL 35024/1) sono riportati in Tabella 5.4.

Tubi interrati posti in uno stesso scavo distanti 250 mm		Circuiti posti all'interno di uno stesso tubo	
N° tubi	Fattore correttivo	N° circuiti	Fattore correttivo
2	0.90	2	0.80
3	0.85	3	0.70
4	0.80	4	0.65
5	0.80	5	0.60

Tabella 5.8 – Fattori correttivi per circuiti posti negli stessi scavi e/o tubi

##### 5.4.2 Calcolo delle correnti di corto circuito

In termini di correnti di corto circuito la sezione minima del conduttore può essere calcolata tramite la seguente equazione:

$$S_{min} = \frac{I_{cc}\sqrt{t}}{C}$$



dove:

- I<sub>cc</sub> corrente di corto circuito [A]
- C coefficiente definito dalla Norma CEI 11-17 (tabella 4.2.2)
- T tempo di eliminazione del corto circuito (intervento protezione) [s]

#### 5.4.3 Calcolo della caduta di tensione (CDT)

Per ciascuna linea di cui si compone l'impianto, si procede alla verifica della caduta di tensione ( $\Delta V$ ) e della caduta di tensione percentuale ( $\Delta V\%$ ). Sulla tratta considerata la caduta di tensione è calcolata secondo la relazione:

$$\Delta V = \sqrt{3} I L (r \cos \varphi + x \sin \varphi)$$

dove:

- r resistenza specifica del cavo alla massima T di esercizio [ $\Omega/\text{km}$ ]
- x reattanza induttiva specifica del cavo [ $\Omega/\text{km}$ ]
- I corrente di impiego del cavo [A]
- L lunghezza tratta [km]
- $\cos \varphi$  fattore di potenza dell'impianto

La CDT percentuale sulla tratta è determinata con la relazione:

$$\Delta V\% = 100 \frac{\Delta V}{V}$$

dove:

- $\Delta V$  CDT sulla tratta [V]
- V tensione nominale del sistema elettrico [V]

#### 5.4.4 Calcolo della perdita di potenza

Le perdite di potenza per effetto Joule sul conduttore sono valutate come:

$$\Delta P = 3 r L I^2$$

dove:

- r resistenza specifica del cavo alla massima T di esercizio [ $\Omega/\text{km}$ ]
- I corrente di impiego del cavo [A]
- L lunghezza tratta [km]

La perdita di potenza percentuale sul cavo è determinata con la relazione:

$$\Delta P\% = 100 \frac{\Delta P}{P}$$



## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

*Progetto di un impianto agrovoltatico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetro, denominato "Cluster B"*

dove:

- $\Delta P$  perdita di potenza sul tratto di cavo [W]
- P potenza trasmessa sul tratto di cavo [W]

Come riportato nei paragrafi precedenti, al fine della progettazione, si considera che la massima perdita di potenza ( $\Delta P$ ) riscontrabile per il collegamento in MT dalla cabina di sottocampo alla cabina MT di smistamento e protezione di utente in SSEU possa essere al massimo il 3%.

Per quanto concerne la caduta di tensione massima ammissibile a fine linea si considera il limite del 4% della tensione nominale.

### 5.5 Risultati

#### 5.5.1 Linee elettriche di collegamento fra sottocampi

I risultati del dimensionamento preliminare sono riportati in Tabella 5.5.

Partenza linea			Arrivo linea			Caratteristiche tratta		
Posizione	Sotto campo	Campo	Posizione	Sotto campo	Campo	Tipo	Lunghezza [m]	Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ]
QMT_C01	C01	IMP_B_01	QMT_C02	C02	IMP_B_01	interna	33	3x1x50
QMT_C02	C02	IMP_B_01	QMT_C03	C03	IMP_B_01	interna	591	3x1x70
QMT_C03	C03	IMP_B_01	QMT_C04	C04	IMP_B_01	interna	41	3x1x95
QMT_C04	C04	IMP_B_01	QMT_C05 (nodo)	C05	IMP_B_01	interna	606	3x1x150
QMT_C12	C12	IMP_B_01	QMT_C11	C11	IMP_B_01	interna	63	3x1x50
QMT_C11	C11	IMP_B_01	QMT_C13	C13	IMP_B_01	interna	560	3x1x70
QMT_C13	C13	IMP_B_01	QMT_C14	C14	IMP_B_01	interna	27	3x1x95
QMT_C14	C14	IMP_B_01	QMT_C05 (nodo)	C05	IMP_B_01	interna	490	3x1x150
QMT_C09	C09	IMP_B_01	QMT_C10	C10	IMP_B_01	interna	67	3x1x50
QMT_C10	C10	IMP_B_01	QMT_C08	C08	IMP_B_01	interna	653	3x1x70
QMT_C08	C08	IMP_B_01	QMT_C07	C07	IMP_B_01	interna	24	3x1x120
QMT_C07	C07	IMP_B_01	QMT_C06 (nodo)	C06	IMP_B_01	interna	534	3x1x185
QMT_C18	C18	IMP_B_01	QMT_C17	C17	IMP_B_01	interna	272	3x1x50
QMT_C17	C17	IMP_B_01	QMT_C16	C16	IMP_B_01	interna	398	3x1x50
QMT_C16	C16	IMP_B_01	QMT_C15	C15	IMP_B_01	interna	56	3x1x95
QMT_C15	C15	IMP_B_01	QMT_C06 (nodo)	C06	IMP_B_01	interna	380	3x1x120
QMT_C27	C27	IMP_B_05	QMT_C28	C28	IMP_B_05	interna	547	3x1x50
QMT_C28	C28	IMP_B_05	QMT_C29	C29	IMP_B_05	interna	33	3x1x50
QMT_C29	C29	IMP_B_05	QMT_C30	C30	IMP_B_05	interna	549	3x1x120
QMT_C34	C34	IMP_B_05	QMT_C33	C33	IMP_B_05	interna	34	3x1x50
QMT_C33	C33	IMP_B_05	QMT_C32	C32	IMP_B_05	interna	513	3x1x70
QMT_C32	C32	IMP_B_05	QMT_C31	C31	IMP_B_05	interna	412	3x1x95
QMT_C31	C31	IMP_B_05	QMT_C30 (nodo)	C30	IMP_B_05	interna	41	3x1x185
QMT_C26	C26	IMP_B_05	QMT_C30 (nodo)	C30	IMP_B_05	interna	639	3x1x50
QMT_C38	C38	IMP_B_08	QMT_C21 (nodo)	C21	IMP_B_03	esterna	1.761	3x1x95
QMT_C23	C23	IMP_B_03	QMT_C22	C22	IMP_B_03	interna	161	3x1x50

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

*Progetto di un impianto agrovoltatico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetro, denominato "Cluster B"*

QMT_C22	C22	IMP_B_03	QMT_C21 (nodo)	C21	IMP_B_03	interna	518	3x1x70
QMT_C21	C21	IMP_B_03	QMT_C19 (nodo)	C19	IMP_B_02	esterna	2.230	3x1x300
QMT_C20	C20	IMP_B_02	QMT_C19 (nodo)	C19	IMP_B_02	interna	391	3x1x50
QMT_C19	C19	IMP_B_02	QMT_C36 (nodo)	C36	IMP_B_07	esterna	1.013	3x1x300
QMT_C37	C37	IMP_B_07	QMT_C36 (nodo)	C36	IMP_B_07	interna	193	3x1x50
QMT_C36	C36	IMP_B_07	QMT_C39 (nodo)	C39	IMP_B_09	esterna	3.095	3x1x500
QMT_C39	C39	IMP_B_09	QMT_C25 (nodo)	C25	IMP_B_04	esterna	2.727	3x1x630
QMT_C24	C24	IMP_B_04	QMT_C25 (nodo)	C25	IMP_B_04	interna	29	3x1x50
QMT_C25	C25	IMP_B_04	QMT_C35	C35	IMP_B_06	esterna	1.752	2x(3x1x400)

*Tabella 5.9 – Cavi MT per collegamento fra Cabine sottocampi FV*

### 5.5.2 Linee dorsali esterne

I risultati del dimensionamento preliminare sono riportati in Tabella 5.6.

Dorsale esterna	Partenza linea			Arrivo linea		Caratteristiche tratta	
	Posizione	Sottocampo	Campo	Posizione	Localizzazione	Lunghezza [km]	Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ]
D01	QMT_C05	C05	IMP_B_01	QMT_SSE	SSEU UTENTE	8,895	2x(3x1x300)
D02	QMT_C06	C06				8,918	2x(3x1x300)
D03	QMT_C30	C30	IMP_B_05			13,122	2x(3x1x400)
D04	QMT_C35	C35	IMP_B_06			1,567	2x(3x1x400)

*Tabella 5.10 – Cavi MT collegamenti dorsali esterne*

### 5.5.3 Linea elettrica MT interna SSEU 30/220 kV

All'interno della SSEU utente è previsto il collegamento MT tra la cella partenza cavo da QMT\_SSEU ed i terminali MT del trasformatore elevatore MT/AT.

Il cavo selezionato per la realizzazione dei collegamenti è **ARP1H5(AR)E 18/30 kV**.

Le modalità di posa e di installazione prevedono:

- posa direttamente interrata
- profondità di posa pari ad 1 m

Per cui, il coefficiente di declassamento per la determinazione della portata del cavo è valutato pari a 1.

I risultati del dimensionamento preliminare sono riportati in Tabella 5.7.

Partenza linea		Arrivo linea		Caratteristiche tratta	
Posizione	Localizzazione	Posizione	Localizzazione	Lunghezza [m]	Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ]
QMT_SSEU	SSEU	Trafo MT/AT	SSE UTENTE	50	4x(3x1x500)

*Tabella 5.11 – Collegamento MT in SSEU utente*

### 6 Note conclusive

In base ai layout di progetto, le sezioni calcolate sono valori preliminari che potranno subire, in fase di progettazione esecutiva, modifiche per variazioni di percorso dei cavi, dei layout di impianto e/o per diverso valore di potenza elettrica trasmessa a causa di diverso raggruppamento sui cavi delle cabine BT/MT di sottocampo.

Si allega alla presente relazione la scheda tecnica dei cavi elettrici BT e MT selezionati.

BASSA TENSIONE / LOW VOLTAGE

gia solare  
*Solar energy*

**FG21M21**

0,6/1 kV



Condizioni di posa / *Laying conditions*



68 **Prysmian**  
Group

CATALOGO CAVI E ACCESSORI / *CABLES AND ACCESSORIES CATALOGUE*

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

*Progetto di un impianto agrovoltatico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetro, denominato "Cluster B"*

BASSA TENSIONE / LOW VOLTAGE

**Energia solare**  
**Solar energy**

**FG21M21** 

0,6/1 kV



### Parametri elettrici / Electrical parameters

Tensione massima in c.a. (U <sub>n</sub> ) / Rated voltage in a.c. U <sub>0</sub> /U (U <sub>n</sub> )	1200 V
Tensione massima in c.c. (U <sub>n</sub> ) / Maximum permissible operating voltage in DC systems	1800 V anche verso terra / also to earth
Tensione di prova / Test voltage	6,5 kV
Altre prove / Tests	Resistenza del conduttore, spark test, prova di tensione sui cavi finiti, resistenza superficiale della guaina, resistenza d'isolamento a 20 °C e 90 °C, stabilità in corrente continua CEI EN 50305 parte 6.7 Conductor resistance, test voltages AC and DC, electric strength, surface resistance, spark test on insulation, insulation resistance 20 °C and 90 °C, DC stability according to CEI EN 50305 part 6.7

### Parametri termici / Thermal parameters

Temperatura ambiente / Ambient temperature	Min. - 40 °C; max. + 90 °C
Max temperatura del conduttore / Maximum permissible operating temperature of the conductor	+ 120 °C (in condizioni di sovraccarico) / (in overload conditions)
Temperatura di cortocircuito / Short-circuit temperature	+ 250 °C (sul conduttore, max, 5 sec.) / (on the conductor, max 5 sec.)
Resistenza freddo / Resistance to cold	Prove di piegatura e allungamento a -40 °C, secondo EN 60811-4 Resistenza all'impatto a -25 °C, secondo EN 60811-4 Bending and elongation test at -40 °C, according to EN 60811-4 Impact test at -25 °C according to EN 60811-4
Verifica comportamento a lungo termine / Long term behaviour	+ 120 °C - 20.000 h, secondo EN 60216-1 / EN 60216-2 + 120 °C - 20.000 h, according to EN 60216-1 / EN 60216-2

### Parametri meccanici / Mechanical parameters

Sforzo di trazione durante la posa / Tensile load during installation	50 N/mm <sup>2</sup> max.
Sforzo di trazione in esercizio / Tensile load in operation	15 N/mm <sup>2</sup> max.
Raggio di curvatura minimo / Minimum bending radius	≤ 8 mm posa fissa 3 x D, movimento libero 4 x D > 8 mm posa fissa 4 x D, movimento libero 6 x D ≤ 8 mm fixed installation 3 x D, free movement 4 x D > 8 mm fixed installation 4 x D, free movement 6 x D

### Parametri chimici / Chemical parameters

Resistenza all'olio minerale / Mineral oil resistance	4 h, 100 °C prova secondo EN 60811-2-1 4 h, 100 °C according to EN 60811-2-1
Resistenza agli agenti atmosferici / Weather resistance	Resistenza ozono secondo EN 50396 art. 8.1.3 Resistenza UV, metodo secondo HD 605 par. 2.4.20 Assorbimento acqua (metodo gravimetrico) secondo EN 60811-3 Ozone resistance according to EN 50396 art. 8.1.3 UV-resistance according to HD 605 par. 2.4.20 Absorption of water (gravimetric) according to EN 60811-3
Comportamento in caso di incendio / Behaviour in case of fire	Non propagazione della fiamma, prova su singolo cavo secondo EN 60332-2 Basse emissioni di fumi secondo CEI EN 61034-2 Corrosività secondo CEI EN 50267-2. Tossicità secondo CEI 20-37/4 Flame propagation, single cable according to EN 60332-2 Low smoke emission according to CEI EN 61034-2 Corrosivity according to CEI EN 50267-2. Toxicity according to CEI 20-37/4
Compatibilità ambientale / Ambient compatibility	In accordo alle norme sulla riciclabilità e lo smaltimento (in assenza di sostanze inquinanti ed alogene) Given in terms of recycling, disposal and energy-saving production (free of pollutants and halogens)

**Prysmian**  
Group 69

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

Progetto di un impianto agrovoltato e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetro, denominato "Cluster B"

BASSA TENSIONE / LOW VOLTAGE

Energia solare  
Solar energy

FG21M21 

0,6/1 kV



### Informazioni per la scelta dei cavi / Cables selection data

Formazione nominale <i>Nominal cross-section</i> (n x mm <sup>2</sup> )	Diametro conduttore indicativo <i>Conductor diameter (approx.)</i> (mm)	Spessore isolante minimo medio <i>Insulation thickness (min. medium)</i> (mm)	Spessore guaina minimo medio <i>Sheath thickness (min. medium)</i> (mm)	Diametro esterno massimo <i>Outer diameter (max.)</i> (mm)	Peso indicativo <i>Weight (approx.)</i> (kg/km)	Resistenza elettrica in c.c. a 20 °C massima <i>Electrical D.C. resistance at 20 °C (max.)</i> (Ω/km)	Portata di corrente a 60 °C in aria singolo cavo <i>Current carrying capacity at 60 °C in air 1 cable</i> (A)
1 x 1,5	1,5	0,7	0,8	5,1	35	13,7	30
1 x 2,5	2,0	0,7	0,8	5,7	46	8,21	41
1 x 4	2,5	0,7	0,8	6,2	60	5,09	55
1 x 6	3,0	0,7	0,9	6,9	85	3,39	70
1 x 10	3,9	0,7	1,0	8,2	130	1,95	98
1 x 16	5,0	0,7	1,0	9,3	195	1,24	132
1 x 25	6,4	0,9	1,1	11,4	290	0,795	176
1 x 35	7,7	0,9	1,1	12,8	376	0,565	218
1 x 50	9,2	1,0	1,2	14,8	535	0,393	276
1 x 70	11,0	1,1	1,2	16,9	740	0,277	347
1 x 95	12,5	1,1	1,3	18,7	940	0,210	416
1 x 120	14,2	1,2	1,3	20,7	1215	0,164	488
1 x 150 (*)	15,8	1,4	1,4	23,5	1530	0,132	566
1 x 185 (*)	17,5	1,6	1,4	25,2	1820	0,108	644
1 x 240 (*)	20,1	1,7	1,5	28,3	2340	0,0817	775

Per portate di corrente in diverse condizioni di posa vedi CEI 20-91; V2  
For current carrying capacity in different installation conditions refer to CEI 20-91; V2

#### Note / Notes:

(\*) Sezioni non previste dalla norma CEI 20-91, cavi senza marchio IMQ (costruzione e caratteristiche basate su norma CEI 20-91)  
(\*) Cross sections not foreseen by the standard CEI 20-91, cables without IMQ mark (construction and characteristics based on CEI 20-91)

70

**Prysmian**  
Group

CATALOGO CAVI E ACCESSORI / CABLES AND ACCESSORIES CATALOGUE

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

Progetto di un impianto agrovoltaiico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetrano, denominato "Cluster B"

**CAVI BASSA TENSIONE - ENERGIA, SEGNALAMENTO E COMANDO**  
**LOW VOLTAGE - POWER, SIGNALLING AND CONTROL**

### FG16R16 - FG16OR16 0,6/1 kV

**NON PROPAGANTI LA FIAMMA, NON PROPAGANTI L'INCENDIO, BASSISSIMA EMISSIONE DI FUMI, GAS TOSSICI E CORROSIVI, ZERO ALOGENI**  
**FLAME RETARDANT, FIRE RETARDANT, VERY LOW EMISSION OF SMOKE, TOXIC AND CORROSIVE GASES, HALOGEN FREE**



#### RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE

Costruzione e requisiti elettrici fisici e meccanici/Structure and electrical, physical, mechanical requirements	CEI 20-13 IEC 60502-1 CEI UNEL 35318 (energia) CEI UNEL 35322 (Segnalamento)
Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive	2014/35/UE
Direttiva RoHS/RoHS Directive	2011/65/UE



Le immagini sono puramente illustrative e coperte da copyright ©



#### REAZIONE AL FUOCO/REACTION TO FIRE

REGOLAMENTO/REGULATION 305/2011/UE

Norma/Standard	EN 50575:2014+A1:2016
Classe/Low Voltage Directive	C <sub>ca</sub> -s3, d1, a3
Classificazione/Classification (CEI UNEL 35016)	EN 13501-6
Non propagazione della fiamma verticale/ Not Flame propagation	EN 50399
Gas corrosivi e alogenidrici/Corrosive gases or halogens	EN 60332-1-2
Densità dei fumi/Smoke density	EN 60754-2

Cavo commercializzato da produttori con classificazione CPR

**Cables & Equipments**

**CAVI MEDIA TENSIONE - PER IMPIANTI EOLICI**  
**MEDIUM VOLTAGE CABLES - WIND POWER PLANTS**

**ARE4H1RX - Elica visibile** 12/20 kV - 18/30 kV

**MEDIA TENSIONE - ENERGIA**  
**MEDIUM VOLTAGE - ENERGY**



**RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE**

Costruzione e requisiti/Construction and specifications	EC 60502-2
Propagazione fiamma/Flame propagation	CEI 20-35
Direttiva RoHS/RoHS Directive	2011/65/CE



**CARATTERISTICHE FUNZIONALI:**

- Tensione nominale  $U_0/U$ : : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

**CARATTERISTICHE PARTICOLARI:**

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

**CONDIZIONI DI IMPIEGO:**

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interrato diretto; aria libera; interrato con protezione.

**FUNCTIONAL CHARACTERISTICS**

- Nominal voltage  $U_0/U$ : 12/20 kV - 18/30 kV
- Maximum operating temperature: 90°C
- Minimum installation temperature: 0°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C

**SPECIAL FEATURES**

Medium voltage cable, not propagating flame. Suitable for wind power plants.

**USE AND INSTALLATION**

Suitable for installations in buried trough; buried duct; directly buried; open air; buried with protection.



## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

Progetto di un impianto agrovoltato e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetrano, denominato "Cluster B"

MEDIUM VOLTAGE - APPLICATIONS TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

### ARP1H5(AR)E *P-Laser* AIR BAG™ CABLE SYSTEM

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV  
Single core 12/20 kV and 18/30 kV



**Norma di riferimento**  
HD 620/IEC60502-2

**Standard**  
HD 620/IEC60502-2

**Descrizione del cavo**

**Cable design**

**Anima**  
Conduttore a corda rotonda con patta di alluminio  
**Semiconduttivo interno**  
Mescola estrusa  
**Isolante**  
Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)  
**Semiconduttivo esterno**  
Mescola estrusa  
**Rivestimento protettivo**  
Nastro semiconduttore igrospandente  
**Schermatura**  
Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)  
**Protezione meccanica**  
Materiale Polimerico (Air Bag)  
**Guaina**  
Polietilene: colore rosso (qualità DMP2)  
**Marcatura**  
PRYSMIAN (\*\*) ARP1H5(AR)E <rated voltage>  
<sezione> <anno>

**Core**  
Compact stranded aluminium conductor  
**Inner semi-conducting layer**  
Extruded compound  
**Insulation**  
Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)  
**Outer semi-conducting layer**  
Extruded compound  
**Protective layer**  
Semiconductive watertight tape  
**Screen**  
Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)  
**Mechanical protection**  
Polymeric material (Air Bag)  
**Sheath**  
Polyethylene: red colour (DMP2 type)  
**Marking**  
PRYSMIAN (\*\*) ARP1H5(AR)E <rated voltage>  
<cross-section> <year>

(\*\*) sigla produttiva

(\*\*) production site label

**Marcatura in rilievo ogni metro**  
**Marcatura metrica ad inchiostro**

**Embossed marking each meter**  
**Ink jet meter marking**

**Applicazioni**

**Applications**

Temperatura di sovraccarico massima 140°C  
Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300°C: K=100  
**N.B.** Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC60502-2.

Overload maximum temperature 140°C  
Coefficient for short-circuit temperatures at 300°C: K=100  
**N.B.** According to HD 620 standard for insulation, and the IEC60502-2 for the other characteristics.

**Accessori idonei**

**Suitable accessories**

**Terminali**

**Terminations**

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

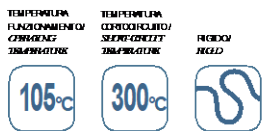
ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTs-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

**Giunti**

**Joints**

ECOSPEED™ (pag. 140)

ECOSPEED™ (pag. 140)



### Condizioni di posa / Laying conditions



96 Prysmian Group

CATALOGO CAVI E ACCESSORI / CABLES & ACCESSORIES CATALOGUE

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

Progetto di un impianto agrovoltato e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetrano, denominato "Cluster B"

MEDIA TENSIONE - DATI TECNICI / MEDIUM VOLTAGE - TECHNICAL DATA

### RESISTENZA E REATTANZA / RESISTANCE AND REACTANCE

#### Cavi isolati in materiale elastomerico / Cables insulated with elastomeric compounds

Reattanza di fase a 50 Hz / Phase reactance at 50 Hz

CAVI UNIPOLARE SINGLE							
SINGLE CORE CABLES							
sezione nominale conductor cross section (mm <sup>2</sup> )	1,8/3 kV (Ω/km)	3,6/6 kV (Ω/km)	6/10 kV (Ω/km)	8,7/15 kV (Ω/km)	12/20 kV (Ω/km)	18/30 kV (Ω/km)	26/45 kV (Ω/km)
10	0,140	0,160	0,160	-	-	-	-
16	0,130	0,140	0,150	0,160	-	-	-
25	0,120	0,130	0,140	0,150	0,150	-	-
35	0,110	0,120	0,130	0,140	0,140	0,160	-
50	0,110	0,120	0,120	0,130	0,130	0,150	-
70	0,100	0,110	0,120	0,120	0,130	0,140	0,15
95	0,098	0,110	0,110	0,120	0,120	0,130	0,14
120	0,097	0,100	0,110	0,110	0,120	0,130	0,14
150	0,092	0,099	0,100	0,110	0,110	0,120	0,13
185	0,089	0,096	0,100	0,110	0,110	0,120	0,12
240	0,086	0,095	0,096	0,100	0,100	0,110	0,12
300	0,084	0,092	0,094	0,098	0,100	0,110	0,12
400	0,082	0,090	0,092	0,095	0,099	0,110	0,11
500	0,081	0,088	0,089	0,092	0,095	0,100	0,11
630	0,079	0,086	0,087	0,090	0,093	0,099	0,10

**Note / Notes:**

Validi sia per cavi in rame che alluminio.  
Valid both for copper and aluminium cables.

Reattanza di fase a 50 Hz / Phase reactance at 50 Hz

CAVI TRIPOLARE							
THREE CORE CABLES							
sezione nominale conductor cross section (mm <sup>2</sup> )	1,8/3 kV (Ω/km)	3,6/6 kV (Ω/km)	6/10 kV (Ω/km)	8,7/15 kV (Ω/km)	12/20 kV (Ω/km)	18/30 kV (Ω/km)	26/45 kV (Ω/km)
10	0,110	0,130	0,140	-	-	-	-
16	0,100	0,120	0,130	0,140	-	-	-
25	0,096	0,110	0,120	0,130	0,140	-	-
35	0,091	0,100	0,110	0,120	0,130	0,14	-
50	0,086	0,100	0,110	0,110	0,120	0,13	-
70	0,083	0,095	0,100	0,110	0,110	0,13	0,14
95	0,080	0,091	0,096	0,100	0,110	0,12	0,13
120	0,078	0,088	0,093	0,099	0,100	0,12	0,13
150	0,076	0,086	0,091	0,096	0,100	0,11	0,12
185	0,075	0,083	0,088	0,093	0,098	0,11	0,12
240	0,073	0,081	0,085	0,090	0,094	0,10	-
300	0,071	0,081	0,083	0,088	0,092	0,10	-
400	0,070	0,080	0,081	0,086	-	-	-
500	0,070	0,080	0,081	-	-	-	-

**Note / Notes:**

Validi sia per cavi in rame che alluminio.  
Valid both for copper and aluminium cables.

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

Progetto di un impianto agrovoltato e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetrano, denominato "Cluster B"

MEDIA TENSIONE - DATI TECNICI / MEDIUM VOLTAGE - TECHNICAL DATA

### CAPACITÀ CAPACITANCE

#### Cavi isolati in materiale elastomerico (HEPR) / Cables insulated with elastomeric compounds (HEPR)

##### Capacità / Capacitance

sezione nominale conductor cross-section (mm <sup>2</sup> )	1,8/3 kV		3,6/6 kV		6/10 kV (µF/km)	8,7/15 kV (µF/km)	12/20 kV (µF/km)	18/30 kV (µF/km)	26/45 kV (µF/km)
	schermati shielded (µF/km)	armati armoured (µF/km)	schermati shielded (µF/km)	armati armoured (µF/km)					
10	0,20	0,16	0,21	0,14	0,17	-	-	-	-
16	0,27	0,18	0,23	0,16	0,19	0,17	-	-	-
25	0,28	0,21	0,27	0,18	0,20	0,19	0,18	-	-
35	0,32	0,23	0,30	0,19	0,24	0,20	0,17	0,14	-
50	0,36	0,25	0,33	0,22	0,26	0,22	0,19	0,15	-
70	0,42	0,28	0,38	0,24	0,30	0,24	0,21	0,16	0,15
95	0,48	0,30	0,43	0,25	0,34	0,27	0,23	0,18	0,16
120	0,53	0,32	0,47	0,28	0,37	0,29	0,25	0,19	0,17
150	0,58	0,34	0,51	0,29	0,40	0,32	0,27	0,21	0,19
185	0,67	0,37	0,56	0,31	0,43	0,34	0,29	0,22	0,21
240	0,75	0,38	0,61	0,32	0,49	0,39	0,33	0,25	0,23
300	0,81	0,41	0,64	0,35	0,54	0,43	0,36	0,27	0,25
400	0,90	0,44	0,67	0,38	0,59	0,47	0,40	0,29	0,27
500	0,93	0,45	0,70	0,39	0,66	0,52	0,44	0,32	0,30
630	0,97	-	0,80	-	0,76	0,59	0,50	0,37	0,33

**Note / Notes:**

Validi sia per cavi in rame che alluminio.  
Valid both for copper and aluminium cables.

#### Cavi isolati in polietilene reticolato (XLPE) / Cables insulated with cross-linked polyethylene (XLPE)

##### Capacità / Capacitance

sezione nominale conductor cross-section (mm <sup>2</sup> )	12/20 kV (µF/km)	18/30 kV (µF/km)
35	0,17	-
50	0,18	0,14
70	0,21	0,16
95	0,23	0,17
120	0,25	0,19
150	0,27	0,20
185	0,29	0,22
240	0,32	0,24
300	0,36	0,26
400	0,39	0,29
500	0,43	0,32
630	0,49	0,36

#### Cavi isolati in elastomero termoplastico (HPTE) / Cables insulated with thermoplastic elastomer (HPTE)

##### Capacità / Capacitance

sezione nominale conductor cross-section (mm <sup>2</sup> )	12/20 kV (µF/km)	18/30 kV (µF/km)
50	0,19	0,13
70	0,22	0,15
95	0,25	0,17
120	0,28	0,19
150	0,29	0,21
185	0,31	0,23
240	0,35	0,26
300	0,38	0,29
400	0,42	0,32
500	0,46	0,34
630	0,52	0,38

## RELAZIONE DI CALCOLO DEI CAVI BT E MT

Progetto di un impianto agrovoltatico e opere connesse da realizzarsi in provincia di Trapani nei Comuni di Salemi, Mazara del Vallo, Santa Ninfa e Castelvetrano, denominato "Cluster B"

MEDIA TENSIONE - DATI TECNICI / MEDIUM VOLTAGE - TECHNICAL DATA

### CAPACITÀ / CAPACITANCE

#### Cavi MV power e cavi COMPACT 105 / MV power cables and COMPACT 105 cables

sezione nominale conductor cross-section (mm <sup>2</sup> )	CAPACITÀ		REATTANZA DI FASE A 50 Hz			
	CAPACITANCE		trifoglio		piano	
	12/20 kV (μF/km)	18/30 kV (μF/km)	PHASE REACTANCE AT 50 Hz			
			in trefoil formation		in flat formation	
			12/20 kV (μF/km)	18/30 kV (μF/km)	12/20 kV (μF/km)	18/30 kV (μF/km)
25	0,195	-	0,142	-	0,157	-
35	0,196	-	0,135	-	0,149	-
50	0,221	0,250	0,128	0,144	0,142	0,159
70	0,259	0,175	0,119	0,133	0,134	0,148
95	0,284	0,202	0,113	0,125	0,127	0,139
120	0,322	0,226	0,109	0,119	0,123	0,133
150	0,341	0,248	0,106	0,115	0,121	0,130
185	0,362	0,274	0,103	0,110	0,118	0,125
240	0,405	0,305	0,099	0,107	0,114	0,121
300	0,443	0,333	0,097	0,103	0,111	0,118
400	0,476	0,359	0,095	0,101	0,109	0,115
500	0,530	0,393	0,091	0,097	0,106	0,112
630	0,591	0,438	0,089	0,095	0,104	0,109

**Note / Notes:**

Validi sia per cavi in rame che alluminio.  
Per i cavi con Air Bag aumentare i valori della reattanza di ca. 10%.  
Valid both for copper and aluminium cables.  
For Air Bag cables increase the values of the reactance of about 10%.

#### Resistenza apparente del conduttore (rame rosso-alluminio) 50 Hz e a 105 °C Apparent resistance (bare copper-aluminium) 50 Hz and at 105 °C

sezione nominale conductor cross-section (mm <sup>2</sup> )	CAVI A TRIFOGLIO				CAVI IN PIANO			
	CABLES IN TREFOIL FORMATION				CABLES LAYING IN FLAT FORMATION			
	12/20 kV (Ω/km)		18/30 kV (Ω/km)		12/20 kV (Ω/km)		18/30 kV (Ω/km)	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	0,970	1,630	-	-	0,970	1,630	-	-
35	0,639	1,170	-	-	0,639	1,170	-	-
50	0,517	0,868	0,516	0,867	0,516	0,867	0,516	0,867
70	0,358	0,601	0,358	0,601	0,358	0,601	0,358	0,601
95	0,258	0,433	0,258	0,433	0,258	0,433	0,258	0,433
120	0,205	0,344	0,205	0,344	0,205	0,344	0,205	0,344
150	0,166	0,279	0,166	0,279	0,166	0,279	0,166	0,279
185	0,133	0,223	0,133	0,223	0,133	0,223	0,133	0,223
240	0,102	0,171	0,102	0,171	0,102	0,171	0,102	0,171
300	0,082	0,138	0,082	0,138	0,082	0,138	0,082	0,138
400	0,066	0,111	0,065	0,109	0,064	0,108	0,064	0,108
500	0,053	0,089	0,052	0,087	0,051	0,085	0,051	0,085
630	0,043	0,072	0,042	0,070	0,041	0,069	0,040	0,067