



# Comune di CASTELLANETA

prov. di Taranto  
REGIONE PUGLIA

## Impianto Agrovoltaico "Castellaneta" della potenza di 78,004 MW in DC

### PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:

castellaneta

CASTELLANETA srl  
Via Monte di Pietà, 19 - 20121 MILANO  
e-mail: castellaneta.srl@legalmail.it

PROGETTAZIONE:



TÈKNE srl  
Via Vincenzo Gioberti, 11 - 76123 ANDRIA  
Tel +39 0883 553714 - 552841 - Fax +39 0883 552915  
www.gruppotekne.it e-mail: contatti@gruppotekne.it

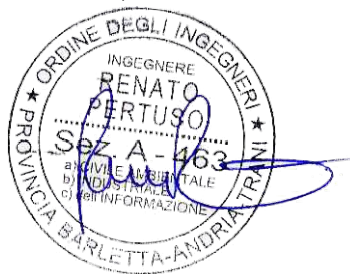


PROGETTISTA:

Dott. Ing. Renato Pertuso  
(Direttore Tecnico)

LEGALE RAPPRESENTANTE:

dott. Renato Mansi



# PD

PROGETTO DEFINITIVO

## RELAZIONE TECNICA CAVIDOTTI MT-BT

Tavola:

# RE01\_MIMIT

Filename:

TKA855-PD-RE01\_MIMIT-Relazione tecnica cavidotti  
MT-BT-R0.docx

Data 1°emissione:

Settembre 2023

Redatto:

S. DI LIDDO

Verificato:

G. PERTUSO

Approvato:

R. PERTUSO

Scala:

Protocollo Tekne:

n° revisione

1

2

3

4

TKA855

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>2. SCOPO</b>	<b>2</b>
<b>3. UBICAZIONE DELL'IMPIANTO</b>	<b>2</b>
<b>4. DESCRIZIONE TECNICA</b>	<b>2</b>
4.1 CRITERI DI SCELTA	2
4.2 DESCRIZIONE GENERALE	2
4.2.1 SOTTOCAMPO	10
4.3 COLLEGAMENTI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE	13
4.3.1 DATI NOMINALI DI IMPIANTO	13
4.3.2 CARATTERISTICHE DEL CAVO DI BASSA TENSIONE	13
4.3.3 VARIAZIONE DELLA TENSIONE CON LA TEMPERATURA PER LA SEZIONE C.C.	14
4.3.4 PORTATA DEI CAVI IN REGIME PERMANENTE	14
4.3.5 PROTEZIONE CONTRO IL CORTO CIRCUITO	15
4.3.6 CADUTE DI TENSIONE	15
4.3.7 POSA DEI CAVI IN TUBI	15
4.4 CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE	16
4.5 MODALITÀ DI SCAVO	19
4.6 COLLEGAMENTI ELETTRICI IN MEDIA TENSIONE E RELATIVI CALCOLI	26
4.6.1 DATI NOMINALI DI IMPIANTO	26
4.6.2 CARATTERISTICHE DEL CAVO DI MEDIA TENSIONE	26
4.6.3 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI DI MEDIA TENSIONE	26
4.6.4 VALORI MASSIMI AMMISSIBILI DELLA CADUTA DI TENSIONE	27
4.6.5 TIPI DI INSTALLAZIONE	27
4.6.6 CALCOLO DELLA PORTATA EFFETTIVA	27
4.6.7 DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE	28
<b>5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>37</b>

<b>PD</b> PROGETTO DEFINITIVO	DATA		REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	Protocollo TEKNE
	R0	<i>Settembre 2023</i>	<i>S. DI LIDDO</i>	<i>G. PERTOSO</i>	<i>R. PERTUSO</i>	TKA855-PD- RE01_MIMIT-R0

## 1. Premessa

La società **CASTELLANETA S.R.L.** ha disposto di procedere alla progettazione delle opere necessarie per la realizzazione di un **impianto agrivoltaico**, denominato “**CASTELLANETA**”, da **78,00 MWp (DC)** nell’omonimo Comune in Provincia di Taranto.

Dal punto di vista catastale, l’area di progetto ricade nel Catasto Terreni ed è costituita dalle particelle sottoindicate:

PARTICELLE IN DISPONIBILITA' DEL PROPONENTE				
AREA IMPIANTO				
ID	Comune	Foglio	Particella	Procedura da effettuarsi
1	Castellaneta	16	419	Disponibilità del proponente
2	Castellaneta	18	25	Disponibilità del proponente
3	Castellaneta	18	94	Disponibilità del proponente
4	Castellaneta	18	97	Disponibilità del proponente
5	Castellaneta	18	38	Disponibilità del proponente
6	Castellaneta	18	333	Disponibilità del proponente
7	Castellaneta	18	464	Disponibilità del proponente
8	Castellaneta	18	465	Disponibilità del proponente
9	Castellaneta	18	331	Disponibilità del proponente
10	Castellaneta	18	37	Disponibilità del proponente
11	Castellaneta	18	217	Disponibilità del proponente
12	Castellaneta	18	332	Disponibilità del proponente
13	Castellaneta	18	554	Disponibilità del proponente
14	Castellaneta	18	197	Disponibilità del proponente
15	Castellaneta	18	198	Disponibilità del proponente
16	Castellaneta	18	561	Disponibilità del proponente
17	Castellaneta	18	560	Disponibilità del proponente
18	Castellaneta	18	555	Disponibilità del proponente
19	Castellaneta	18	558	Disponibilità del proponente
20	Castellaneta	18	33	Disponibilità del proponente
21	Castellaneta	18	34	Disponibilità del proponente
22	Castellaneta	18	42	Disponibilità del proponente
23	Castellaneta	18	542	Disponibilità del proponente
24	Castellaneta	18	93	Disponibilità del proponente
25	Castellaneta	18	41	Disponibilità del proponente
26	Castellaneta	18	540	Disponibilità del proponente
27	Castellaneta	18	43	Disponibilità del proponente
28	Castellaneta	18	150	Disponibilità del proponente
29	Castellaneta	18	199	Disponibilità del proponente
30	Castellaneta	18	122	Disponibilità del proponente
31	Castellaneta	18	31	Disponibilità del proponente
32	Castellaneta	18	59	Disponibilità del proponente
33	Castellaneta	18	95	Disponibilità del proponente
34	Castellaneta	18	563	Disponibilità del proponente
35	Castellaneta	18	564	Disponibilità del proponente

L’energia prodotta dall’impianto sarà ceduta alla rete elettrica di distribuzione in AT, in base alle condizioni definite dall’Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) e le prescrizioni redatte dalla società TERNA S.p.a.

## **2. Scopo**

Scopo del presente documento è la relazione tecnica del progetto definitivo di un impianto agrivoltaico, denominato “Castellaneta”, ubicato nell’omonimo Comune in Provincia di Taranto, in conformità a quanto indicato nella Norma CEI 0-2 (2002-09) e dall’art. 93 comma 4 del Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163.

## **3. Ubicazione dell’impianto**

La località d’installazione dell’impianto fotovoltaico è: Castellaneta (TA).

L’area in oggetto si trova ad un’altitudine media di m 300 s.l.m. e si suddivide in 10 lotti adiacenti tra loro. Le coordinate geografiche di riferimento per il campo agrivoltaico, nel sistema WGS84 sono:

**40.6731326° Nord;**

**16.8548382° Est**

L’area di intervento dista circa 5 km a Nord-Est dal centro abitato di Castellaneta ed è raggiungibile attraverso la Strada Provinciale 21.

La superficie dell’area (recintata) di intervento sarà pari a circa 109 ha.

## **4. Descrizione tecnica**

### **4.1 Criteri di scelta**

Al fine di massimizzare la produzione di energia annuale, compatibilmente con le aree a disposizione, si è adottato di suddividere l’impianto in 26 sottocampi (12 con potenza da 3,150 MW, 12 con potenza da 2,5 MW e 2 con potenza da 1,5 MW) e di trasformare l’energia elettrica da bassa tensione a media tensione in ogni singolo trasformatore previsto per ogni sottocampo.

La conversione da corrente continua in corrente alternata è effettuata, mediante l’inverter trifase collegato direttamente al trasformatore per ciascun sottocampo.

### **4.2 Descrizione generale**

Le parti che compongono il sistema fotovoltaico sono:

- generatore fotovoltaico
- strutture supporto e fissaggio moduli (fisse)
- cavi, cavidotti,

- quadri in cc
- gruppo di conversione cc/ca
- trasformatori MT/bt
- cabine di raccolta MT
- trasformatori AT/mt

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da strutture tracker. Le strutture tracker sono costituite da 3.910 stringhe da 30 moduli, per un totale di 117.300 moduli fotovoltaici con una potenza di 665 Wp cadauno. La potenza complessiva installata sarà pari a **78 MWp**.

Da un punto di vista elettrico il sistema fotovoltaico è stato suddiviso in 26 sottocampi indipendenti. Ciascun sottocampo dispone di una Cabina di Campo (Trasformatore + Inverter). All'interno delle aree di impianto sono state previste 3 cabine di raccolta collegate ad 1 cabina di raccolta generale la quale risulta connessa alla stazione di consegna dove avviene la trasformazione in AT per poi annettersi alla rete del TSO.

All'interno del campo sono state inoltre previste anche 6 Cabine per Servizi Ausiliari.

I sottocampi sono costituiti ciascuno da 12 o 18 quadri parallelo (QP) composti da stringhe fotovoltaiche collegate in parallelo all'interno del quadro stesso e dotate di sezionatori, in modo da essere singolarmente sezionabili, di un fusibile e di uno scaricatore di sovratensione.

Le uscite delle stringhe, collegate in parallelo nei quadri, vengono portate all'ingresso dell'inverter. I campi presentano inverter da 1.500 kVA, 2.500 kVA o da 3125 kVA con l'uscita di ciascun inverter a 550 Vac. Ogni inverter risulta collegato al rispettivo trasformatore MT/bt alloggiato in adiacenza, su un'unica piazzola, mediante tutte le necessarie protezioni previste dalla normativa e con un cavo in uscita a 30 kV. La tensione continua verrà così convertita in alternata trifase ed elevata.

La rete MT interna ai campi prevede 1 Ring e 7 Feeder i quali saranno costituiti da un numero variabile di sottocampi così come descritto qui di seguito:

- Ring 1: TR15-TR16-TR17-TR18-TR19-TR20-TR21
- Feeder 1: TR1-TR2-TR3-TR4
- Feeder 2: TR10-TR11
- Feeder 3: TR12-TR13-TR14
- Feeder 4: TR5-TR6
- Feeder 5: TR7-TR8-TR9

- Feeder 6: TR22-TR23-TR24
- Feeder 7: TR25-TR26

Tutti i sottocampi presentano cabine MT/BT collegate in entra-esci.

Tutta la distribuzione, BT e MT, avviene tramite cavidotto interrato all'interno dell'impianto. Dalla Cabina di Raccolta Generale parte una linea in MT a 30kV che arriva alla stazione di trasformazione MT/AT nei pressi della Stazione elettrica di Terna a 150kV.

Di seguito il dettaglio di ogni campo:

Feeder 2 (TR11)

Quadri parallelo	12
Stringhe	88
Moduli	88x30=2640
Inverter	1x1500 kVA
Trasformatori	1x1600 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	1755,6 kWp

Feeder 6 (TR22)

Quadri parallelo	12
Stringhe	90
Moduli	90x30=2700
Inverter	1x1500 kVA
Trasformatori	1x1600 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	1795,5 kWp

Ring 1 (TR15)

Quadri parallelo	18
Stringhe	127
Moduli	127x30=3810

Inverter	1x2500 kVA
Trasformatori	1x2500 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	2533,65 kWp

Feeder 4 (TR6)

Quadri parallelo	18
Stringhe	129
Moduli	129x30=3870
Inverter	1x2500 kVA
Trasformatori	1x2500 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	2573,55 kWp

Feeder 4 (TR5)

Quadri parallelo	18
Stringhe	130
Moduli	130x30=3900
Inverter	1x2500 kVA
Trasformatori	1x2500 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	2593,50 kWp

Feeder 6 (TR24)

Quadri parallelo	18
Stringhe	134
Moduli	134x30=4020
Inverter	1x2500 kVA
Trasformatori	1x2500 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	2673,30 kWp

Feeder 6 (TR23)

Quadri parallelo	18
Stringhe	135
Moduli	135x30=4050
Inverter	1x2500 kVA
Trasformatori	1x2500 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	2693,50 kWp

Feeder 5 (TR7)

Quadri parallelo	18
Stringhe	144
Moduli	144x30=4320
Inverter	1x2500 kVA
Trasformatori	1x2500 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	2872,80 kWp

RING 1 (TR18-TR19)

Quadri parallelo	18
Stringhe	145
Moduli	145x30=4350
Inverter	1x2500 kVA
Trasformatori	1x2500 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	5785,50 kWp

RING 1 (TR21)

Quadri parallelo	18
Stringhe	146
Moduli	146x30=4380
Inverter	1x2500 kVA
Trasformatori	1x2500 kVA



Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	2912,70 kWp

FEEDER 5 (TR8)-RING 1 (TR20)

Quadri parallelo	18
Stringhe	149
Moduli	149x30=4470
Inverter	1x2500 kVA
Trasformatori	1x2500 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	5945,10 kWp

FEEDER 5 (TR9)

Quadri parallelo	18
Stringhe	150
Moduli	150x30=4500
Inverter	1x2500 kVA
Trasformatori	1x2500 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	2992,50 kWp

FEEDER 7 (TR9)

Quadri parallelo	18
Stringhe	156
Moduli	156x30=4680
Inverter	1x3125 kVA
Trasformatori	1x3150 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	3112,20 kWp

FEEDER 1 (TR1-TR2-TR3)

Quadri parallelo	18
Stringhe	159

Moduli	159x30=4770
Inverter	1x3125 kVA
Trasformatori	1x3150 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	9516,20 kWp

FEEDER 1 (TR4)

Quadri parallelo	18
Stringhe	160
Moduli	160x30=4800
Inverter	1x3125 kVA
Trasformatori	1x3150 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	3192,00 kWp

FEEDER 3 (TR12-TR13)

Quadri parallelo	18
Stringhe	172
Moduli	172x30=5160
Inverter	1x3125 kVA
Trasformatori	1x3150 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	6862,80 kWp

FEEDER 3 (TR14)

Quadri parallelo	18
Stringhe	175
Moduli	175x30=5250
Inverter	1x3125 kVA
Trasformatori	1x3150 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	3491,25 kWp

FEEDER 7 (TR25)

Quadri parallelo	18
Stringhe	178
Moduli	178x30=5340
Inverter	1x3125 kVA
Trasformatori	1x3150 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	3551,10 kWp

FEEDER 2 (TR10)

Quadri parallelo	18
Stringhe	185
Moduli	185x30=5550
Inverter	1x3125 kVA
Trasformatori	1x3150 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	3690,75 kWp

RING 1 (TR16-TR17)

Quadri parallelo	18
Stringhe	187
Moduli	187x30=5610
Inverter	1x3125 kVA
Trasformatori	1x3150 kVA
Potenza unitaria modulo	665 Wp
Potenza complessiva DC	7461,30 kWp

## 4.2.1 Sottocampo

Le caratteristiche tecniche di ciascuna tipologia di sottocampo sono riportate sinteticamente nella tabella seguente.

### Parallelo di 11 stringhe

Linea DC	Potenza nominale, Pn:	219,45 kWp <sup>1</sup>
	Numero di moduli	330
	Numero di moduli in parallelo (gruppo):	11
	Numero quadri di parallelo:	1
	Dimensioni in pianta (indicative):	1065 m <sup>2</sup>
Moduli fotovoltaici	Tipo:	RISEN Titan RSM132-8-665
	Potenza di picco nominale Pm:	665 W
	Tensione alla potenza massima Vmp:	38,41 Vdc
	Corrente alla potenza massima Imp:	17,32 A
	Tensione a circuito aperto Voc:	46,09 V
	Corrente di corto circuito Isc:	18,33 A

### Parallelo di 10 stringhe

Linea DC	Potenza nominale, Pn:	199,50 kWp <sup>1</sup>
	Numero di moduli	300
	Numero di moduli in parallelo (gruppo):	10
	Numero quadri di parallelo:	1
	Dimensioni in pianta (indicative):	968 m <sup>2</sup>
Moduli fotovoltaici	Tipo:	RISEN Titan RSM132-8-665
	Potenza di picco nominale Pm:	665 W
	Tensione alla potenza massima Vmp:	38,41 Vdc
	Corrente alla potenza massima Imp:	17,32 A
	Tensione a circuito aperto Voc:	46,09 V
	Corrente di corto circuito Isc:	18,33 A

### Parallelo di 9 stringhe

Linea DC	Potenza nominale, Pn:	179,55 kWp <sup>1</sup>
	Numero di moduli	270
	Numero di moduli in parallelo (gruppo):	9
	Numero quadri di parallelo:	1
	Dimensioni in pianta (indicative):	871 m <sup>2</sup>
Moduli fotovoltaici	Tipo:	RISEN Titan RSM132-8-665
	Potenza di picco nominale Pm:	665 W

	Tensione alla potenza massima $V_{mp}$ :	38,41 Vdc
	Corrente alla potenza massima $I_{mp}$ :	17,32 A
	Tensione a circuito aperto $V_{oc}$ :	46,09 V
	Corrente di corto circuito $I_{sc}$ :	18,33 A

Parallelo di 8 stringhe

Linea DC <sup>1</sup>	Potenza nominale, $P_n$ :	159,6 kWp <sup>1</sup>
	Numero di moduli	240
	Numero di moduli in parallelo (gruppo):	8
	Numero quadri di parallelo:	1
	Dimensioni in pianta (indicative):	774 m <sup>2</sup>
Moduli fotovoltaici	Tipo:	RISEN Titan RSM132-8-665
	Potenza di picco nominale $P_m$ :	665 W
	Tensione alla potenza massima $V_m$ :	38,41 Vdc
	Corrente alla potenza massima $I_m$ :	17,32 A
	Tensione a circuito aperto $V_{oc}$ :	46,09 V
	Corrente di corto circuito $I_{sc}$ :	18,33 A

Parallelo di 7 stringhe

Linea DC <sup>1</sup>	Potenza nominale, $P_n$ :	139,65 kWp <sup>1</sup>
	Numero di moduli	210
	Numero di moduli in parallelo (gruppo):	7
	Numero quadri di parallelo:	1
	Dimensioni in pianta (indicative):	677 m <sup>2</sup>
Moduli fotovoltaici	Tipo:	RISEN Titan RSM132-8-665
	Potenza di picco nominale $P_m$ :	665 W
	Tensione alla potenza massima $V_m$ :	38,41 Vdc
	Corrente alla potenza massima $I_m$ :	17,32 A
	Tensione a circuito aperto $V_{oc}$ :	46,09 V
	Corrente di corto circuito $I_{sc}$ :	18,33 A

<sup>1</sup> Tutte le caratteristiche sono rilevate a Standard Test Conditions (STC): radiazione solare 1000 W/m<sup>2</sup>, spettro solare AM 1.5, temperatura 25°C.

Tipologia inverter utilizzate nei campi:

Inverter	Numero:	12
	Tipo:	SG3125HV
	Range operativo di tensione:	0 ÷ 1500 Vcc
	Range di tensione in MPPT:	875 ÷ 1300 Vcc
	Potenza nominale lato corrente alternata:	3125 kVA @ 50°C
	Tensione nominale:	600 V trifase a 50 Hz
	Fattore di potenza:	1

Inverter	Numero:	12
	Tipo:	SG2500HV
	Range operativo di tensione:	0 ÷ 1500 Vcc
	Range di tensione in MPPT:	800 ÷ 1300 Vcc
	Potenza nominale lato corrente alternata:	2500 kVA @ 50°C
	Tensione nominale:	550 V trifase a 50 Hz
	Fattore di potenza:	1

Inverter	Numero:	2
	Tipo:	SG1500HV
	Range operativo di tensione:	0 ÷ 1500 Vcc
	Range di tensione in MPPT:	800 ÷ 1300 Vcc
	Potenza nominale lato corrente alternata:	1500 kVA @ 50°C
	Tensione nominale:	550 V trifase a 50 Hz
	Fattore di potenza:	1

## 4.3 Collegamenti elettrici in bassa tensione

### 4.3.1 Dati nominali di impianto

Tensione nominale lato c.c.:	1200 V
Sistema di collegamento dei poli lato c.a.:	isolati
Tensione nominale lato c.a.:	550 V $\pm 5\%$
Frequenza nominale lato c.a.:	50 Hz $\pm 2\%$
Sistema di collegamento del neutro lato c.a.:	TNS

### 4.3.2 Caratteristiche del cavo di bassa tensione

Per i collegamenti in corrente continua:

Cavo per posa in aria o in tubo:	<b>FG21M21</b> ovvero <b>H1Z2Z2-K</b>
Materiale del conduttore	Rame
Tipo di conduttore	Flessibile classe 5
Materiale dell'isolamento	Gomma reticolata senza alogeni
Temperatura massima	90°C in condizioni di esercizio normali 250°C in condizioni di corto circuito
Tensione nominale	1500 V c.c., 1000 V c.a.
Tensione massima	1800 V c.c., 1200 V c.a.

L'indicazione di due cavi equivalenti si rende necessaria in caso di indisponibilità da parte dei produttori, della prima soluzione.

Cavo per posa in aria o in tubo:	<b>FG16OR16</b>
Materiale del conduttore	Rame rosso
Tipo di conduttore	Flessibile classe 5
Materiale del riempitivo	Termoplastico, penetrante tra le anime (multipolari)
Materiale dell'isolamento	PVC qualità R16
Temperatura massima	90°C in condizioni di esercizio normali 250°C in condizioni di corto circuito
Tensione nominale	600/1000 c.a., 1500 c.c.
Tensione massima	1200 V c.a., 1800 V c.c.
Massima forza di tiro durante la posa	50 N/mm <sup>2</sup>

Il cavo è inoltre conforme alla recente normativa CPR per la reazione al fuoco, ai sensi del regolamento 305/2011/UE.

### **4.3.3 Variazione della tensione con la temperatura per la sezione c.c.**

Occorre verificare che in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino essere verificate tutte le seguenti disuguaglianze:

$$V_{\max \min} \geq V_{\text{invMPPTmin}}$$

$$V_{\max \max} \leq V_{\text{inv MPPT max}}$$

$$V_{\text{oc max}} < V_{\text{inv max}}$$

dove:

$V_{\max}$  = Tensione alla massima potenza, delle stringhe fotovoltaiche

$V_{\text{inv MPPT min}}$  = Tensione minima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter

$V_{\text{inv MPPTmax}}$  = Tensione massima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter

$V_{\text{oc}}$  = Tensione di circuito aperto, delle stringhe fotovoltaiche

$V_{\text{inv max}}$  = Tensione massima in c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter

### **4.3.4 Portata dei cavi in regime permanente**

La corrente massima (portata) ammissibile, per periodi prolungati, di qualsiasi conduttore è calcolata in modo tale che la massima temperatura di funzionamento non superi il valore appropriato, per ciascun tipo di isolante, indicato nella Tab. 52D della Norma CEI 64-8.

Le portate dei cavi in regime permanente relative alle condutture da installare sono verificate secondo le tabelle CEI-UNEL 35024, applicando ai valori individuati dei coefficienti di riduzione che dipendono dalle specifiche condizioni di posa e dalla temperatura ambiente. Nei casi di cavi con diverse modalità di posa è effettuata la verifica per la condizione di posa più gravosa.

Le sezioni dei cavi sono verificate anche dal punto di vista della caduta di tensione alla corrente di normale utilizzo, secondo quanto riportato nelle Norme CEI 64-8. Le verifiche in oggetto sono effettuate mediante l'uso delle tabelle CEI-UNEL 35023.

La verifica per sovraccarico è stata eseguita utilizzando la relazione:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \text{ e } I_f \leq 1,45 I_Z$$



dove:

$I_B$  = Corrente d'impiego del cavo

$I_N$  = Portata del cavo in aria a 30°C, relativa al metodo d'installazione previsto nelle Tabelle I o II della Norma CEI-UNEL 35025

$I_Z$  = Portata del cavo nella condizione d'installazione specificata (tipo di posa e temperatura ambiente)

$I_f$  = Corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Per la parte in corrente continua, non protetta da interruttori automatici o fusibili nei confronti delle sovracorrenti e del corto circuito,  $I_B$  risulta pari alla corrente nominale dei moduli fotovoltaici in corrispondenza della loro potenza di picco, mentre  $I_N$  e  $I_f$  possono entrambe essere poste uguali alla corrente di corto circuito dei moduli stessi, rappresentando questa un valore massimo non superabile in qualsiasi condizione operativa. In assenza di dispositivi di protezione contro le sovracorrenti, la seconda relazione non risulta applicabile alla parte in corrente continua.

#### **4.3.5 Protezione contro il corto circuito**

Per la parte di circuito in corrente continua, la protezione contro il corto circuito è assicurata dalla caratteristica tensione-corrente dei moduli fotovoltaici che limita la corrente di corto circuito degli stessi a valori noti e di poco superiori alla loro corrente nominale. Pertanto, avendo già tenuto conto di tali valori nel calcolo della portata dei cavi in regime permanente, anche la protezione contro il corto circuito risulta assicurata.

Per ciò che riguarda il circuito in corrente alternata, la protezione contro il corto circuito è assicurata dal dispositivo limitatore contenuto all'interno di ciascun inverter.

#### **4.3.6 Cadute di tensione**

I cavi sono dimensionati facendo riferimento alle tabelle CEI UNEL 35364, 35747 e 35756 per i cavi in rame. Per i circuiti lato corrente continua le cadute di tensione sono state limitate entro l'1%. Allo stesso modo, anche per i circuiti lato corrente alternata le cadute di tensione sono state limitate entro l'1%. Tali valori includono anche le cadute di tensione nei quadri.

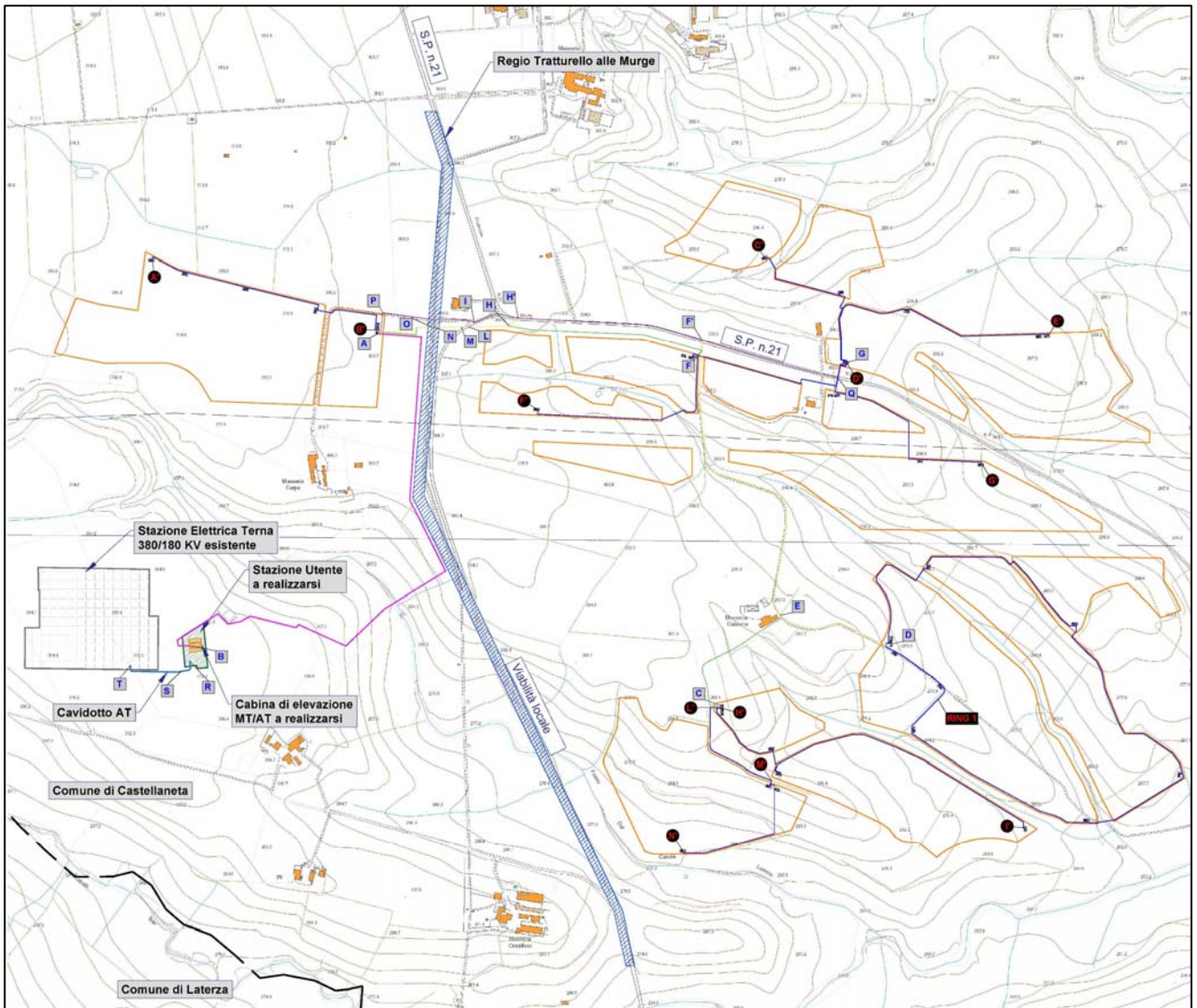
#### **4.3.7 Posa dei cavi in tubi**

La percentuale della sezione dei cavidotti occupata dai cavi è inferiore al 50%, come prescritto dalle norme CEI 64-8.













#### 4.4 Connessione alla rete elettrica nazionale

A circa 1,45 km (percorso cavidotto) in direzione est dal sito oggetto d'intervento avverrà il collegamento con l'esistente **Stazione Elettrica di TERNA SpA in agro del Comune di Castellaneta (TA)**.

Dalla Cabina di Consegna ubicata all'interno dell'impianto agrovoltatico, sito nel Comune di Castellaneta (TA), partirà una linea in MT che si conetterà alla Cabina di Elevazione MT/AT posta nella Stazione di Utente, prossima alla esistente Stazione Elettrica di proprietà Terna SpA in località "Masseria Curvatta".



Legenda generale

 Confini comunali	 Cavidotto di connessione MT di collegamento tra lotti	 Cavidotto di connessione AT esterno
 Area contrattualizzata	 Cavidotto di connessione MT di collegamento tra lotti	 Regio Tratturello alta Murgia
 Recinzione area d'impianto	 Cavidotto di connessione MT di collegamento tra lotti	 Stazione elettrica Terna esistente
 Cavidotto di connessione MT tra impianto e SE	 Cavidotto di connessione MT interno ai lotti	 Stazione utente

Il percorso cavidotto MT esterno prevede l'interramento di quattro terne di cavi MT lungo il seguente tratto:

CAVIDOTTO DI CONNESSIONE MT ESTERNO			
Tratto	Tipologia	Denominazione	L (m)
A-B	Tratto su terreno agricolo	-	1450

Il percorso cavidotto MT di collegamento tra i lotti è suddiviso nei seguenti tratti:

CAVIDOTTO DI CONNESSIONE MT DI COLLEGAMENTO TRA I LOTTI			
Tratto	Tipologia	Denominazione	L (m)
C-E	Tratto su strada non asfaltata	Strada interpodereale	345
E-D	Tratto su terreno agricolo	-	280
E-F'	Tratto su strada non asfaltata	Strada interpodereale	770
F-L	Tratto su terreno agricolo	-	555
H-H'	Tratto su terreno agricolo	-	30
L-M	Tratto su strada asfaltata	S.P. n.21	15
M-N	Tratto su terreno agricolo	-	65
N-O	Tratto su strada non asfaltata	Strada interpodereale	5
O-A	Tratto su terreno agricolo	-	140
G-Q	Tratto su terreno agricolo	-	45
Q-I	Tratto su strada asfaltata	S.P. n.21	870
I-P	Tratto su strada non asfaltata	Strada interpodereale	220

<b>P-A</b>	Tratto su terreno agricolo	-	50
<b>Totale percorso cavidotto</b>			<b>3390</b>

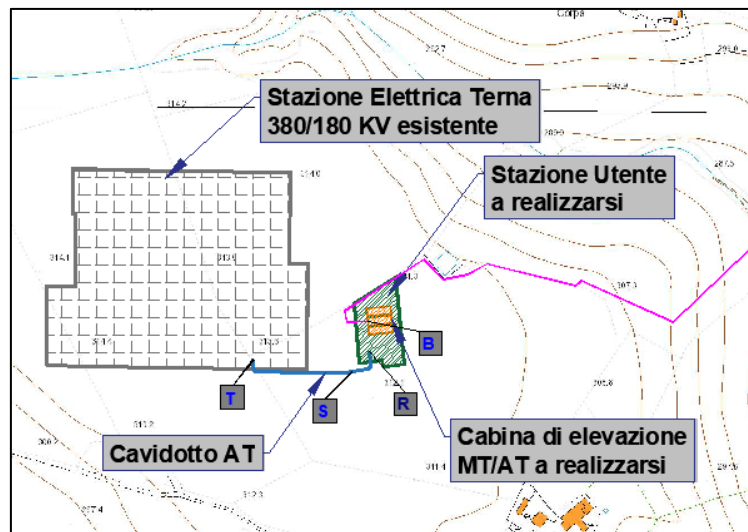
Il percorso cavidotto MT interno è suddiviso nei seguenti tratti:

<b>CAVIDOTTO DI CONNESSIONE MT INTERNO</b>			
<b>Tratto</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Denominazione</b>	<b>L (m)</b>
<b>A'-B'</b>	Tratto su terreno agricolo	-	635
<b>C'-D'</b>	Tratto su terreno agricolo	-	420
<b>D'-F'</b>	Tratto su terreno agricolo	-	965
<b>D'-G'</b>	Tratto su terreno agricolo	-	545
<b>D'-E'</b>	Tratto su terreno agricolo	-	660
<b>RING 1</b>	Tratto su terreno agricolo	-	2365
<b>H'-I'</b>	Tratto su terreno agricolo	-	965
<b>H'-L'</b>	Tratto su terreno agricolo	-	30
<b>L'-M'</b>	Tratto su strada non asfaltata	Strada interpodereale	260
<b>M'-N'</b>	Tratto su terreno agricolo		365
<b>Totale percorso cavidotto</b>			<b>7210</b>

Il percorso cavidotto MT ha una lunghezza totale di **12.050 metri**.

Il percorso cavidotto AT prevede i seguenti tratti:

<b>CAVIDOTTO AT</b>			
<b>Tratto</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Denominazione</b>	<b>L (m)</b>
<b>R-S</b>	Tratto su terreno agricolo	-	50
<b>S-T</b>	Tratto su strada asfaltata	Viabilità SE Terna	130
<b>Totale percorso cavidotto</b>			<b>180</b>



Per i dettagli dei singoli tratti che costituiscono il cavidotto e per i particolari delle sezioni far riferimento all'elaborato "AR07.2 – Cavidotto di connessione-Percorso ed opere da realizzare su base CTR".

#### 4.5 Modalità di scavo

Le modalità di scavo adottate per la posa interrata dei cavidotti saranno i seguenti:

- a) scavo in trincea aperta;
- b) scavo in trivellazione orizzontale controllata (TOC);

La prima tecnica è quella più tradizionale a cui si ricorre nel caso di posa longitudinale lungo le banchine e/o cigli strada o durante la posa nei terreni.

L'interramento del cavidotto viene effettuato eseguendo scavi a sezione ristretta mediante l'utilizzo di mezzi meccanici tipo "catenaria" o benna per una profondità di 1,35 mt, con lo scopo di posare il cavo elettrico previsto in progetto.

Lo scavo a cielo aperto determinerà sicuramente la produzione di materiale di risulta. Quello non idoneo, verrà conferito alle pubbliche discariche presenti in zona. Mentre quello idoneo sarà riutilizzato per il rinterro degli scavi stessi.

Entrando nel dettaglio, le operazioni di posa del cavidotto seguiranno le seguenti fasi:

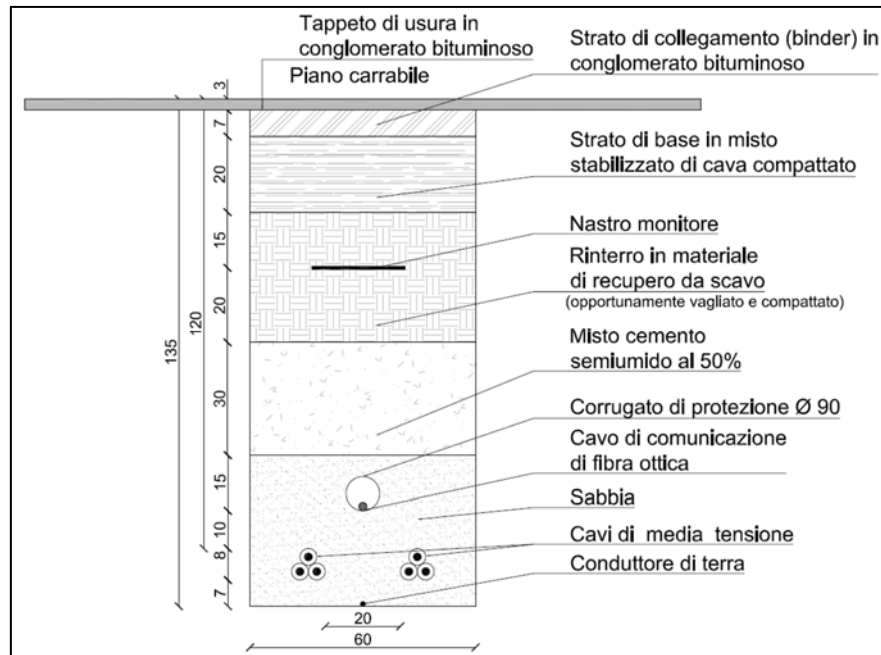
- a) sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa e comunque non inferiore a 135 cm, privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume o di cava, dello spessore di almeno 5 cm, sul quale si dovrà distendere il cavo elettrico;

- b) rinfianco del cavidotto con la stessa sabbia sino al ricoprimento dello stesso per uno spessore di almeno 10 cm sopra la generatrice superiore del cavidotto;
- c) posa di un tubo corrugato  $\varnothing 90$  per l'alloggiamento del cavo in fibra ottica;
- d) rinfianco del cavidotto con la stessa sabbia sino al ricoprimento dello stesso per uno spessore di almeno 10 cm sopra la generatrice superiore del cavidotto, restituendo sin ora uno spessore di sabbia pari a 40 cm;

Successivamente, il materiale con cui viene riempito lo scavo varia a seconda del luogo di posa, ovvero:

Caso di posa su strada asfalta

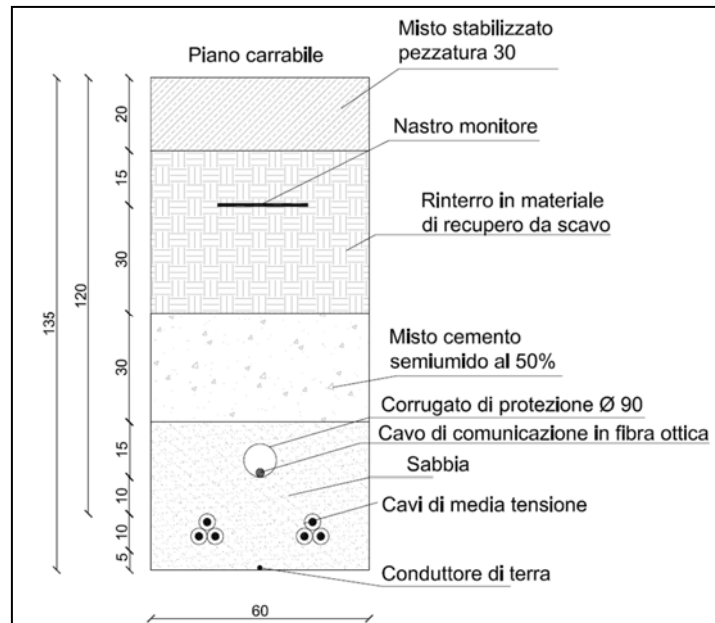
- 1) riempimento con misto cementato semiumido al 50% per uno spessore di almeno 30cm, avente funzione di protezione meccanica del cavo elettrico;
- 2) Rinterro con materiale di recupero dello scavo, ritenuto idoneo per uno spessore di 35 cm, interponendo il nastro monitore in polietilene stampato per la segnalazione di cavi elettrici interrati. Il nastro è costituito da uno strato di base di PE colorato (spessore 80 my) su cui è stampata la scritta in caratteri neri e successivamente rivestito con uno strato di PP trasparente che, oltre a proteggere la scritta, conferisce caratteristiche di eccezionale robustezza meccanica.
- 3) Posa di uno strato con misto granulare stabilizzato con aggregati naturali, artificiali o con aggregati riciclati rispondenti alle norme vigenti, rinvenienti da cave di prestito o centri di riciclaggio, opportunamente compattato per uno spessore di 20cm;
- 4) Posa di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder) costituito da miscelati aggregati e bitume, confezionato a caldo in idonei impianti, steso in opera con vibrofinitrici, e costipato con appositi rulli fino ad ottenere le caratteristiche volute, per uno spessore di almeno 7 cm;
- 5) Infine, si procede alla posa del conglomerato bituminoso per tappeto di usura realizzato con inerti selezionati e con aggregati derivanti interamente da frantumazione, impastato a caldo con bitume di prescritta penetrazione, per uno spessore pari a 3cm ed una larghezza pari a 3 volte larghezza della trincea.



**Modalità di ripristino di uno scavo su strada esistente asfaltata**

Caso di posa su strada non asfaltata (sterrata)

- 1) riempimento con misto cementato semiumido al 50% per uno spessore di almeno 30cm, avente funzione di protezione meccanica del cavo elettrico;
- 2) Rinterro con materiale di recupero dello scavo, ritenuto idoneo per uno spessore di 45 cm, interponendo il nastro monitor avente le stesse caratteristiche di quello precedentemente descritto;
- 3) Posa dell'ultimo strato con misto granulare stabilizzato con aggregati naturali, artificiali o con aggregati riciclati rispondenti alle norme vigenti, rinvenienti da cave di prestito o centri di riciclaggio, opportunitamente compattato per uno spessore di 20cm.

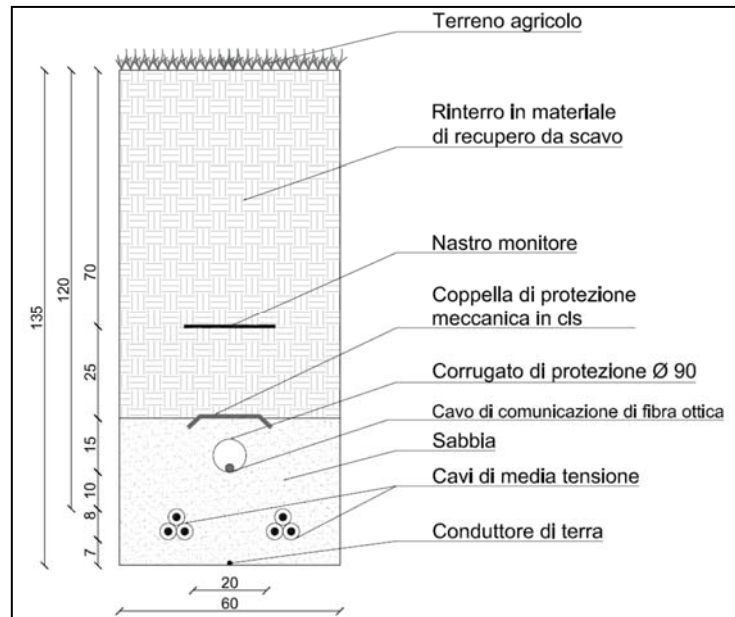


**Modalità di ripristino di uno scavo su strada esistente NON asfaltata**

Caso di posa su terreno agricolo

- 1) Posa di una coppella in cls prefabbricato avente funzione di protezione meccanica del cavo elettrico;
- 2) Rinterro con materiale di recupero dello scavo, ritenuto idoneo per tutto lo spessore mancante per terminare il riempimento, interponendo il nastro monitore ad una distanza non inferiore a 30cm dai cavi e a non meno di 70cm dal piano campagna.

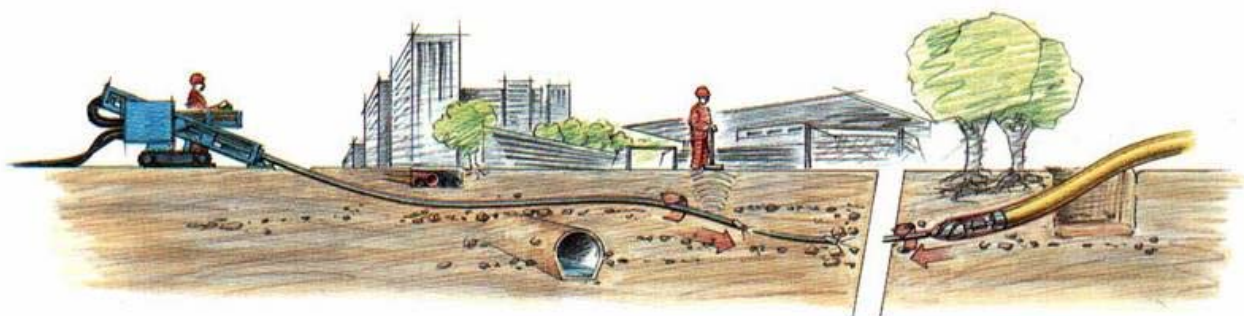




**Modalità di ripristino di uno scavo su terreno agricolo**

**La seconda** tecnica è quella che permette di posare il cavo elettrico evitando di eseguire scavi a cielo aperto se non in modeste quantità ed è propriamente indicata per gli attraversamenti di ostacoli naturali e/o artificiali che si incontrano lungo il percorso previsto per la posa del cavidotto (es.: strade, canali, fossi, acquedotti, ferrovie, metanodotti, ecc.).

Questo tipo di modalità di posa denominata “Trivellazione Orizzontale Controllata” (TOC) consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall’utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l’unità operativa esterna permette di controllare e correggere in tempo reale gli eventuali errori di traiettoria.



Dopo aver fatto una ricerca per stabilire la reale posizione dei sottoservizi o degli ostacoli da superare, si può procedere alla perforazione, secondo le seguenti fasi:

- a) realizzazione delle “buche di varo” per il posizionamento della macchina perforatrice. Tali buche, che avranno dimensioni di 2,00 x 1,50 mt per una profondità che può variare dai 2,00 mt ai 1,50

mt, verranno eseguite ad intervalli regolari lungo il tracciato (il passo tra le buche dipende dalle condizioni del terreno) e/o agli estremi dell'ostacolo da superare;

- b) esecuzione del "foro pilota", in cui il termine pilota sta ad indicare che la perforazione in questa fase è controllata ossia "pilotata". La "sonda radio" montata sulla punta di perforazione emette delle onde radio che indicano millimetricamente la posizione della punta stessa. I dati rilevabili e sui



quali si può interagire sono: altezza, inclinazione, direzione e posizione della punta.

Il foro pilota viene realizzato lungo tutto il tracciato della perforazione da un lato all'altro dell'impedimento che si vuole attraversare. La punta di perforazione viene spinta dentro il terreno attraverso delle aste cave metalliche, abbastanza elastiche così da permettere la realizzazione di curve altimetriche. All'interno delle aste viene fatta scorrere dell'aria ad alta pressione ed eventualmente dell'acqua. L'acqua contribuirà sia al raffreddamento della punta che alla lubrificazione della stessa, l'aria invece permetterà lo spurgo del materiale perforato ed in caso di terreni rocciosi, ad alimentare il martello "fondo-foro";

- c) allargamento del "foro pilota", che avviene attraverso l'ausilio di strumenti chiamati "Alesatori" i quali sono disponibili in diverse misure e adatti ad aggredire qualsiasi tipologia di terreno, anche rocce dure. Essi vengono montati al posto della punta di perforazione e tirati a ritroso attraverso le aste cave, al cui interno possono essere immesse aria e/o acqua ad alta pressione per agevolare l'aggressione del terreno oltre che lo spurgo del materiale.
- d) l'ultima fase che in genere, su terreni morbidi e/o incoerenti, avviene contemporaneamente a quella di "alesaggio", è l'infilaggio del tubo camicia all'interno del foro alesato.

La tubazione camicia viene ancorata ad uno strumento di collegamento del tubo camicia all'asta di rotazione. Questo strumento, chiamato anche "girella", evita durante il tiro del tubo camicia che esso ruoti all'interno del foro insieme alle aste di perforazione.

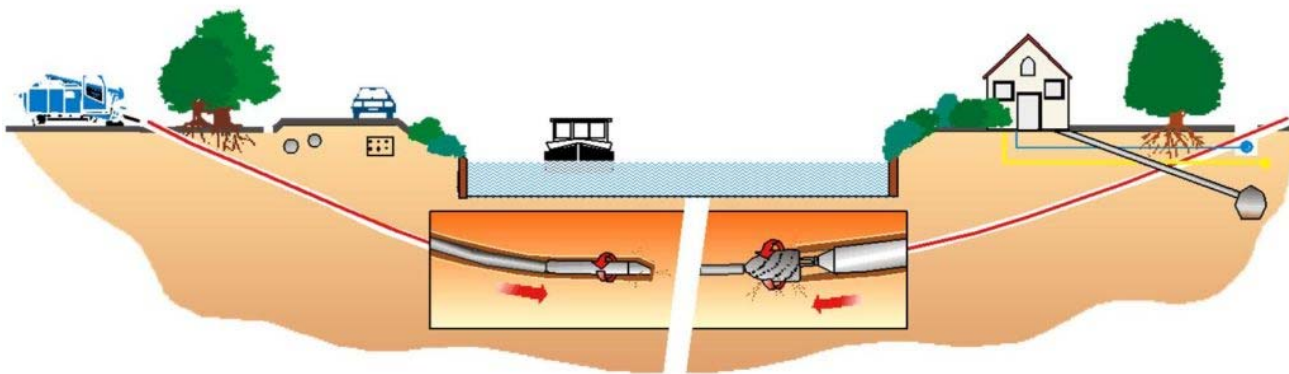
Entrambi le soluzioni fanno sì che i disagi alla circolazione e/o all'esercizio dell'infrastruttura attraversata durante le lavorazioni risultino contenuti ed i tempi di esecuzione per i lavori siano molto ristretti.

Nella scelta del percorso del cavidotto per il collegamento del parco agrivoltaico con la cabina di trasformazione, è stata posta particolare attenzione al fine di individuare il tracciato che minimizzasse le interferenze ed i punti d'intersezione con il reticolo idrografico individuato in sito e sulla Carta Idrogeomorfologica. Nel dettaglio, alcuni tratti del cavidotto interrato ricadono in prossimità, costeggiano e attraversano il reticolo idrografico che, nell'area in oggetto, risulta idraulicamente regimato a mezzo di canali sotto stradali e fossi di guardia paralleli alle sedi stradali.

Di fatto, la costruzione del cavidotto non comporterà alcuna modifica delle livellette e delle opere idrauliche presenti sia per la scelta del percorso (prevalentemente all'interno della viabilità esistente) sia per le modeste dimensioni di scavo (circa 135 cm di profondità e circa 60 cm di larghezza) a realizzarsi con escavatore a benna stretta.

A fine lavori, si provvederà al ripristino della situazione ante operam delle carreggiate stradali e della morfologia dei terreni attraversati, per cui gli interventi previsti per il cavidotto non determineranno alcuna modifica territoriale né modifiche dello stato fisico dei luoghi.

Inoltre, laddove il cavidotto attraversa il reticolo idrografico, l'interferenza sarà risolta con l'utilizzo della trivellazione orizzontale controllata (TOC), al di sotto del fondo alveo, in maniera da non interferire in alcun modo con i deflussi superficiali e con gli eventuali scorrimenti in subalvea, ed in maniera tale che il punto di ingresso della perforazione sia ad una distanza di almeno 150 m dall'asse del reticolo laddove non studiato e fuori dall'area inondabile per i reticoli studiati.



In definitiva, la realizzazione del cavidotto interrato, sia se realizzato su strade esistenti sia se posto in opera in terreni agricoli, consentirà di proteggere il collegamento elettrico da potenziali effetti delle azioni di trascinamento della corrente idraulica e di perseguire gli obiettivi di contenimento, non incremento e di mitigazione del rischio idrologico/idraulico, dato che la sua realizzazione non comporterà alcuna riduzione della sezione utile per il deflusso idrico.



- temperatura di riferimento dell'aria 40°C
- temperatura di riferimento del terreno 20°C a 1 m di profondità
- resistività termica massima del terreno 1°K m/W

I suddetti dati sono in accordo a quanto indicato nell'appendice A della Norma CEI 20-21.

Inoltre, per il dimensionamento dei cavi è utilizzata la loro corrente di impiego.

Pertanto, il dimensionamento dei cavi è realizzato considerando il seguente schema operativo:

- dimensionamento termico in riferimento alla massima temperatura sopportabile dall'isolamento dei cavi, nelle normali condizioni di esercizio e di corto circuito, definendo la corrente di impiego ( $I_b$ ), la portata e considerando le reali condizioni di posa rispetto alle condizioni ideali di riferimento;
- verifica della caduta di tensione ammissibile;
- verifica della massima corrente di corto circuito sopportabile dal cavo.

#### **4.6.4 Valori massimi ammissibili della caduta di tensione**

La massima caduta di tensione ammissibile riferita, alla tensione nominale di funzionamento dell'impianto per ogni tipo di alimentazione è il 2%.

#### **4.6.5 Tipi di installazione**

In accordo alle modalità di installazione espresse dalla Norma CEI 11-17 i tipi di installazione previsti e adottati per l'impianto in esame sono:

Cavi unipolari e multipolari interrati direttamente nel terreno: tipo di installazione "L-M1-M2" per la Norma CEI 11-17.

Per i cavi unipolari si adotta la disposizione a trifoglio, con terne separate di una distanza pari a due volte il diametro esterno del cavo. I cavi tripolari vengono posati a una distanza pari al diametro esterno del cavo.

#### **4.6.6 Calcolo della portata effettiva**

La portata di un cavo ( $I_z$ ) è determinata in base ai seguenti fattori:

- temperatura dell'ambiente circostante,
- presenza o meno di conduttori attivi adiacenti,
- reale tipo di installazione.

Normalmente le portate non corrette dei cavi sono riferite dalle Norme alla sotto indicata condizione di installazione di riferimento:

- 30°C come temperatura ambiente di riferimento per i cavi posati in aria,
- 20°C come temperatura ambiente di riferimento per i cavi interrati,
- assenza di conduttori attivi adiacenti a quello in esame.

Pertanto, verranno impiegati opportuni coefficienti di correzione per determinare l'effettivo valore della portata di un cavo ( $I'_z$ ) riferita alle reali condizioni di posa.

Questi coefficienti saranno:

K1 coefficiente di correzione della temperatura ambiente (la temperatura ambiente è da intendersi come la temperatura riferita all'ambiente di posa)

K2 coefficiente di correzione per profondità di posa

K3 coefficiente di correzione per resistività del terreno diversa da 1 m °K/W.

K4 coefficiente di correzione per presenza di conduttori adiacenti

L'effettiva portata di un cavo sarà:

$$I'_z = I_z * K1 * K2 * K3 * K4$$

#### **4.6.7 Dimensionamento e verifiche**

##### **Dimensionamento termico**

I calcoli di dimensionamento termico dei cavi sono eseguiti per assicurare che la temperatura finale del cavo non superi la temperatura massima ammissibile per i componenti al fine di evitare un loro rapido deterioramento.

Il dimensionamento termico considera i seguenti fattori:

- temperatura di riferimento dell'aria ambiente 30°C
- temperatura di riferimento del suolo 20°C
- resistività termica del terreno 1°C m/W
- temperatura massima in condizioni di esercizio normali 105°C
- temperatura massima in condizioni di corto circuito 300°C
- tipo di conduttore alluminio
- tipo di isolamento HEPR
- tensione di riferimento 18/30 kV
- portata teorica dei cavi
- coefficienti di declassamento della portata in funzione delle condizioni di posa.

### **Verifica della massima corrente di corto circuito sopportabile**

La corrente ammissibile durante il corto circuito di un cavo è limitata dalla massima temperatura ammissibile per il conduttore e dalla durata del corto circuito.

Per i cavi isolati in mescola elastomerica reticolata di qualità HEPR la massima temperatura ammessa al termine del corto circuito è di 300°C.

La durata del corto circuito è in funzione del tempo di intervento delle protezioni che può essere stabilito in 500ms.

Il valore di corrente di corto circuito impiegato nei calcoli di verifica è assunto pari alla corrente di corto circuito ammissibile per il sistema di media tensione a 30 kV (16 kA). Viene trascurato il contributo dei motori asincroni di media e bassa tensione, in quanto essendo un fenomeno transitorio che si esaurisce in pochi periodi successivi all'insorgere del guasto, non ha influenza sul comportamento termico del cavo.

La corrente può essere determinata con la seguente formula:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}}$$

dove:

I<sub>cc</sub> corrente di corto circuito (A)

S sezione del conduttore di rame (mm<sup>2</sup>)

t durata del corto circuito (tempo di intervento delle protezioni)

K coefficiente che dipende dalle caratteristiche del materiale conduttore e dalla differenza di temperatura all'inizio e alla fine del corto circuito.

Con temperatura del conduttore all'inizio di 105°C e alla fine del corto circuito di 3000°C per conduttore di rame K=143, per conduttore di alluminio K=87.

La suddetta formula consente di verificare che la sezione scelta è in grado di sopportare la massima corrente di guasto prevista per il sistema di media tensione in esame in funzione del tempo di intervento delle protezioni rispettando i limiti ammissibili di temperatura.

**Verifica della massima caduta di tensione**

Il dimensionamento delle condutture elettriche deve essere tale da mantenere, in condizioni normali di esercizio, la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque apparecchio utilizzatore entro i limiti ammessi e definiti.

La caduta di tensione in linea è calcolata con la seguente formula:

$$\Delta V = K \times L \times I \times (R \times \cos\varphi + X \times \sin\varphi)$$

nella quale:

L	=	lunghezza della linea espressa in km
I	=	corrente di impiego o corrente di taratura espressa in A
R	=	resistenza (a 80°) della linea in $\Omega$
X	=	reattanza della linea in $\Omega$
$\cos\varphi$	=	fattore di potenza
k	=	1,73 per linee trifasi.

Se un cavo di determinata sezione, calcolata secondo i criteri di dimensionamento espressi al paragrafo 6.4.3, soddisfa le verifiche esposte al paragrafo 6.4.7, si ritiene idoneo all'impiego nelle condizioni di posa specificate e per l'alimentazione dell'utenza in esame.



**Dimensionamento linea di connessione alla SSE**

<b>potenza impianto</b>	78,00	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	1502,96	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	1450	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo $\Omega$ /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	5,1	6	0,3400	0,714%	0,712%
150	330	4,6	5	0,2770	0,698%	0,696%
185	373	4,0	5	0,2210	0,557%	0,555%
240	434	3,5	4	0,1690	0,532%	0,531%
<b>300</b>	<b>489</b>	<b>3,1</b>	<b>4</b>	<b>0,1350</b>	<b>0,425%</b>	<b>0,424%</b>
400	560	2,7	3	0,1060	0,445%	0,444%
500	639	2,4	3	0,0830	0,349%	0,348%
630	728	2,1	3	0,0660	0,277%	0,276%

**Dimensionamento linee di collegamento EXT MT 1**

<b>potenza impianto</b>	29,805	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	574,27	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	1190	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo $\Omega$ /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	1,9	2	0,3400	0,672%	0,670%
150	330	1,7	2	0,2770	0,547%	0,546%
185	373	1,5	2	0,2210	0,437%	0,435%
240	434	1,3	2	0,1690	0,334%	0,333%
<b>300</b>	<b>489</b>	<b>1,2</b>	<b>2</b>	<b>0,1350</b>	<b>0,267%</b>	<b>0,266%</b>
400	560	1,0	2	0,1060	0,209%	0,209%
500	639	0,9	1	0,0830	0,328%	0,327%
630	728	0,8	1	0,0660	0,261%	0,260%

**Dimensionamento linee di collegamento EXT MT 2**

<b>potenza impianto</b>	21,665	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	417,43	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	1835	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo $\Omega$ /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	1,4	2	0,3400	0,753%	0,751%
150	330	1,3	2	0,2770	0,613%	0,612%
185	373	1,1	2	0,2210	0,489%	0,488%
240	434	1,0	1	0,1690	0,748%	0,747%
<b>300</b>	<b>489</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>0,1350</b>	<b>0,598%</b>	<b>0,596%</b>
400	560	0,7	1	0,1060	0,469%	0,468%
500	639	0,7	1	0,0830	0,368%	0,367%
630	728	0,6	1	0,0660	0,292%	0,292%

**Dimensionamento linee di collegamento EXT MT 3**

<b>potenza impianto</b>	13,825	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	266,37	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	1870	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo $\Omega$ /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	0,9	1	0,3400	0,979%	0,977%
150	330	0,8	1	0,2770	0,798%	0,796%
185	373	0,7	1	0,2210	0,636%	0,635%
240	434	0,6	1	0,1690	0,487%	0,485%
<b>300</b>	<b>489</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>0,1350</b>	<b>0,389%</b>	<b>0,388%</b>
400	560	0,5	1	0,1060	0,305%	0,304%
500	639	0,4	1	0,0830	0,239%	0,238%
630	728	0,4	1	0,0660	0,190%	0,190%

**Dimensionamento linee di connessione RING 1**

<b>potenza anello</b>	21,665	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	417,43	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	2365	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω/km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	1,4	2	0,3400	0,970%	0,968%
150	330	1,3	2	0,2770	0,790%	0,788%
<b>185</b>	<b>373</b>	<b>1,1</b>	<b>2</b>	<b>0,2210</b>	<b>0,631%</b>	<b>0,629%</b>
240	434	1,0	1	0,1690	0,964%	0,962%
300	489	0,9	1	0,1350	0,770%	0,769%
400	560	0,7	1	0,1060	0,605%	0,603%
500	639	0,7	1	0,0830	0,474%	0,473%
630	728	0,6	1	0,0660	0,377%	0,376%

**Dimensionamento linee di connessione FEEDER 1**

<b>potenza feeder</b>	12,708	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	244,85	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	635	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω/km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	0,8	1	0,3400	0,306%	0,305%
150	330	0,7	1	0,2770	0,249%	0,248%
<b>185</b>	<b>373</b>	<b>0,7</b>	<b>1</b>	<b>0,2210</b>	<b>0,199%</b>	<b>0,198%</b>
240	434	0,6	1	0,1690	0,152%	0,152%
300	489	0,5	1	0,1350	0,121%	0,121%
400	560	0,4	1	0,1060	0,095%	0,095%
500	639	0,4	1	0,0830	0,075%	0,074%
630	728	0,3	1	0,0660	0,059%	0,059%

**Dimensionamento linee di connessione FEEDER 2**

<b>potenza feeder</b>	5,446	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	104,93	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	420	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω/km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	0,4	1	0,3400	0,087%	0,086%
150	330	0,3	1	0,2770	0,071%	0,070%
<b>185</b>	<b>373</b>	<b>0,3</b>	<b>1</b>	<b>0,2210</b>	<b>0,056%</b>	<b>0,056%</b>
240	434	0,2	1	0,1690	0,043%	0,043%
300	489	0,2	1	0,1350	0,034%	0,034%
400	560	0,2	1	0,1060	0,027%	0,027%
500	639	0,2	1	0,0830	0,021%	0,021%
630	728	0,1	1	0,0660	0,017%	0,017%

**Dimensionamento linee di connessione FEEDER 3**

<b>potenza feeder</b>	10,354	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	199,49	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	660	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω/km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	0,7	1	0,3400	0,259%	0,258%
150	330	0,6	1	0,2770	0,211%	0,210%
<b>185</b>	<b>373</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>0,2210</b>	<b>0,168%</b>	<b>0,168%</b>
240	434	0,5	1	0,1690	0,129%	0,128%
300	489	0,4	1	0,1350	0,103%	0,103%
400	560	0,4	1	0,1060	0,081%	0,080%
500	639	0,3	1	0,0830	0,063%	0,063%
630	728	0,3	1	0,0660	0,050%	0,050%

**Dimensionamento linee di connessione FEEDER 4**

<b>potenza feeder</b>	5,167	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	99,55	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	965	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω/km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	0,3	1	0,3400	0,189%	0,188%
150	330	0,3	1	0,2770	0,154%	0,153%
<b>185</b>	<b>373</b>	<b>0,3</b>	<b>1</b>	<b>0,2210</b>	<b>0,123%</b>	<b>0,122%</b>
240	434	0,2	1	0,1690	0,094%	0,094%
300	489	0,2	1	0,1350	0,075%	0,075%
400	560	0,2	1	0,1060	0,059%	0,059%
500	639	0,2	1	0,0830	0,046%	0,046%
630	728	0,1	1	0,0660	0,037%	0,037%

**Dimensionamento linee di connessione FEEDER 5**

<b>potenza feeder</b>	8,837	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	170,26	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	545	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω/km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	0,6	1	0,3400	0,182%	0,182%
150	330	0,5	1	0,2770	0,149%	0,148%
<b>185</b>	<b>373</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>0,2210</b>	<b>0,119%</b>	<b>0,118%</b>
240	434	0,4	1	0,1690	0,091%	0,090%
300	489	0,3	1	0,1350	0,072%	0,072%
400	560	0,3	1	0,1060	0,057%	0,057%
500	639	0,3	1	0,0830	0,045%	0,044%
630	728	0,2	1	0,0660	0,035%	0,035%

**Dimensionamento linee di connessione FEEDER 6**

<b>potenza feeder</b>	7,162	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	137,99	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	965	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω/km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	0,5	1	0,3400	0,262%	0,261%
150	330	0,4	1	0,2770	0,213%	0,213%
<b>185</b>	<b>373</b>	<b>0,4</b>	<b>1</b>	<b>0,2210</b>	<b>0,170%</b>	<b>0,170%</b>
240	434	0,3	1	0,1690	0,130%	0,130%
300	489	0,3	1	0,1350	0,104%	0,104%
400	560	0,2	1	0,1060	0,082%	0,081%
500	639	0,2	1	0,0830	0,064%	0,064%
630	728	0,2	1	0,0660	0,051%	0,051%

**Dimensionamento linee di connessione FEEDER 7**

<b>potenza feeder</b>	6,663	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	128,38	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	655	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω/km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	0,4	1	0,3400	0,208%	0,207%
150	330	0,4	1	0,2770	0,169%	0,169%
<b>185</b>	<b>373</b>	<b>0,3</b>	<b>1</b>	<b>0,2210</b>	<b>0,135%</b>	<b>0,135%</b>
240	434	0,3	1	0,1690	0,103%	0,103%
300	489	0,3	1	0,1350	0,082%	0,082%
400	560	0,2	1	0,1060	0,065%	0,065%
500	639	0,2	1	0,0830	0,051%	0,051%
630	728	0,2	1	0,0660	0,040%	0,040%

## 5. Normativa di riferimento

Per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni:

- DL 81/2008: *Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro*
- DM 37/08: *Dichiarazioni di conformità impianti*
- DM 19/05/2010: *Modifica degli allegati al DM 22 gennaio 2008, n. 37*
- DPR 151/2011: *Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi*

Per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici:

- Legge 186/68: *Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici*
- DM 14 gennaio 2008: *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*
- Circ. 4 luglio 1996: *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"*
- CEI 0-2: *Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici*
- CEI 0-3: *Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/90*
- CEI 0-16: *Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica*
- CEI EN 61936-1: *Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.*
- CEI EN 50522: *Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata*
- CEI 11-28: *Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione*
- CEI 13-4;Ab: *Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica*
- CEI EN 60076-11: *Trasformatori di potenza Parte 1: Generalità*
- CEI EN 50588-1: *Trasformatori di media potenza a 50Hz, con  $U_{max}$  per l'apparecchiatura non superiore a 36kV Parte1: Prescrizioni generali*

- CEI-UNEL 35011;V2: *Cavi per energia e segnalamento Sigle di designazione*
- CEI EN 50618: *Cavi elettrici per impianti fotovoltaici*
- CEI-UNEL 3535;Ab3: *Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V*
- CEI-UNEL 357;Ab2: *Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V*
- CEI IEC 60287-1-1/A1: *Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente Parte 1-1: Equazioni per il calcolo della portata di corrente (fattore di carico 100 %) e calcolo delle perdite – Generalità*
- CEI IEC 60287-3-1: *Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente Parte 3-1: Condizioni operative - Condizioni di riferimento del sito*
- CEI IEC 60287-3-2: *Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente Parte 3-2: Condizioni di servizio - Ottimizzazione economica della sezione del conduttore dei cavi*
- CEI 64-8: *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua*
- CEI 64-8/7 sezione 712: *Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione*
- CEI 81-3;Ab: *Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico*
- CEI 82-25; V1-V2: *Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione*
- CEI EN 50524: *Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici*
- CEI EN 50461: *Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino*
- CEI EN 60099-1;Ab: *Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata*
- CEI EN 61439-1: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali*
- CEI EN 61439-1/EC: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali*



- CEI EN 61439-3: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)*
- CEI EN 61439-1: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali*
- CEI EN 61439-6: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 6: Condotti sbarre*
- CEI EN 61439-3/EC: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)*
- CEI EN 60445: *Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico*
- CEI EN 60529/EC: *Gradi di protezione degli involucri (codice IP)*
- CEI EN 60555-1: *Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili Parte 1: Definizioni*
- CEI EN 60904-1: *Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente*
- CEI EN 60904-2: *Dispositivi fotovoltaici Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento*
- CEI EN 60904-3: *Dispositivi fotovoltaici Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento*
- CEI EN 60909-0: *Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata Parte 0: Calcolo delle correnti*

- CEI EN IEC 61000-3-2: *Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)*
- CEI EN 61215-1: *Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1: Prescrizioni per le prove*
- CEI EN 61215-1-1: *Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-1: Prescrizioni particolari per le prove di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino*
- CEI EN 61215-1-2: *Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-2: Requisiti particolari per la prova dei moduli fotovoltaici (FV) a film sottile in tellurio di cadmio (CdTe)*
- CEI EN 61215-1-3: *Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-3: Requisiti particolari per la prova dei moduli fotovoltaici (FV) a film sottile in silicio amorfo*
- CEI EN 61215-1-4: *Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-4: Requisiti particolari per la prova dei moduli fotovoltaici (FV) a film sottile in seleniuro di rame-indio-gallio (CIGS) e in seleniuro di rame-indio (CIS)*
- CEI EN 61215-2: *Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 2: Procedure di prova*
- CEI EN 61724: *Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati*
- CEI EN 61724-1: *Prestazioni dei sistemi fotovoltaici Parte 1: Monitoraggio*
- IEC 61727:2004 : *Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface*
- CEI EN IEC 61730-1: *Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione*

- CEI EN IEC 61730-1/EC: *Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione*
- CEI EN 61730-2/A1: *Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove*
- CEI EN 61829: *Campo fotovoltaico (FV) - Misura in sito delle caratteristiche I-V*
- CEI EN 62053-21/A1: *Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)*
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): *Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3)*
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): *Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali*
- CEI EN 62108: *Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione. Qualifica del progetto e approvazione di tipo*
- CEI IEC/TS 62271-210: *Apparecchiatura ad alta tensione Parte 210: Qualificazione sismica per apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico e con involucro isolante per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso*
- CEI EN 62305-1: *Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali*
- CEI EN 62305-1/EC: *Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali*
- CEI EN 62305-2: *Protezione contro i fulmini Parte 2: Valutazione del rischio*
- CEI EN 62305-2/EC: *Protezione contro i fulmini Parte 2: Valutazione del rischio*
- CEI EN 62305-3: *Protezione contro i fulmini Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone*
- CEI EN 62305-4: *Protezione contro i fulmini Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture*

- CEI EN 62305-4/EC: *Protezione contro i fulmini Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture*
- IEC 60364-7-712:2017: *Low voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems*
- UNI 10349: *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.*
- Guida CEI 82-25;V2: *Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione*

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, purché vigenti, anche se non espressamente richiamate, si considerano applicabili.

