



REGIONE  
CAMPANIA



PROVINCIA DI  
AVELLINO



COMUNE DI  
LACEDONIA



COMUNE DI  
BISACCIA

OGGETTO:

“Progetto di un impianto agrivoltaico denominato "CSPV LACEDONIA", di potenza pari a 34,406 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel comune di Lacedonia (AV) Bisaccia (AV)”

ELABORATO:

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici



PROPONENTE:



ABEI ENERGY GREEN ITALY IV S.R.L.  
VIA VINCENZO BELLINI, 22  
00198- ROMA (RM)  
P.IVA 16335511008

PROGETTAZIONE:



Ing. Carmen Martone  
Iscr. n. 1872  
Ordine Ingegneri Potenza  
C.F. MRTCMN73D56H703E



Geol. Raffaele Nardone  
Iscr. n. 243  
Ordine Geologi Basilicata  
C.F. NRDRFL71H04A509H

EGM PROJECT S.R.L.  
VIA VERRASTRO 15/A  
85100- POTENZA (PZ)  
P.IVA 02094310766  
REA PZ-206983

Livello prog.	Cat. opera	N°. prog.elaborato	Tipo elaborato	N° foglio	Tot. fogli	Nome file	Scala
PD	I.IF	A.27	R			A.27_Disciplinare_descrittivo	
REV.	DATA	DESCRIZIONE			ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	DICEMBRE 2023	Emissione				Geol. Raffaele Nardone EGM Project	Ing. Carmen Martone EGM Project

# CAPITOLO 1

## SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI ED ELETTRICHE

### **Art 1.1 PREMESSE**

La presente descrizione delle opere, relative alla costruzione in oggetto, ha lo scopo di individuare, illustrare e fissare tutti gli elementi che compongono l'intervento.

Essa inoltre deve intendersi comprensiva di quanto, pur non essendo specificato nella descrizione delle singole opere, né sulle tavole di progetto, risulti tuttavia necessario per dare le opere ultimate nel loro complesso.

In particolare tutte le opere e forniture si intendono comprensive, di ogni e qualsiasi onere, (materiale, mano d'opera, mezzi d'opera, assistenza, etc.), necessario a dare le medesime opere o forniture, complete, posate e funzionanti a perfetta regola d'arte. Tutte le lavorazioni sono da intendersi complete di tutte le opere provvisoriale ed accorgimenti necessari per il rispetto della sicurezza.

Su eventuali divergenze fra le tavole di progetto e la descrizione delle opere deciderà il Direttore dei Lavori in base alle esigenze tecniche ed estetiche del lavoro. I materiali da impiegare debbono essere di prima qualità, rispondenti a tutte le norme stabilite per la loro accettazione, dai decreti ministeriali, dalle disposizioni vigenti in materia, dovranno inoltre conformarsi ai campioni, ai disegni o modelli indicati, e comunque preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori o dalla Committenza. Per tutti i materiali, a semplice richiesta della Direzione dei Lavori e del Committente, l'Impresa Appaltatrice è tenuta a far eseguire prove ed analisi di laboratorio, qualora si ravvisasse questa necessità, per la loro accettazione. L'Appaltatore dovrà attenersi ai disegni di progetto ed alle prescrizioni contenute nelle descrizioni particolareggiate riportate, con l'avvertenza che, per quanto non detto e specificato nella descrizione seguente, valgono i particolari sui disegni e le relative prescrizioni che la Direzione dei Lavori darà all'atto dell'esecuzione. Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte. Sono da considerare eseguiti a regola d'arte gli impianti realizzati sulla base delle norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).

L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a tutte le condizioni e prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e alle indicazioni che riceverà dalla Direzione dei Lavori ogni qualvolta se ne presenterà la necessità.

### **Art 1.2 ALLESTIMENTO DI CANTIERE**

L'intera area adibita a cantiere dovrà essere delimitata con adeguata e solida recinzione, e nel caso, con l'individuazione del punto di accesso dotato di cancello carraio. Occorrerà inoltre individuare una zona di sosta automezzi e deposito materiali e installare adeguata segnaletica di cantiere con cartello indicatore con tutti i dati necessari. Allestire e mantenere in efficienza per tutta la durata del cantiere una baracca per tecnici e operai e servizio igienico aerato e riscaldato, compresi tutti gli allacciamenti ed altre opere provvisoriale. L'intervento è da considerarsi comprensivo di ogni onere derivante dalla natura del terreno e dalle caratteristiche dell'edificio su cui si interviene. A lavori ultimati si dovrà provvedere al ripristino dello stato dei luoghi.

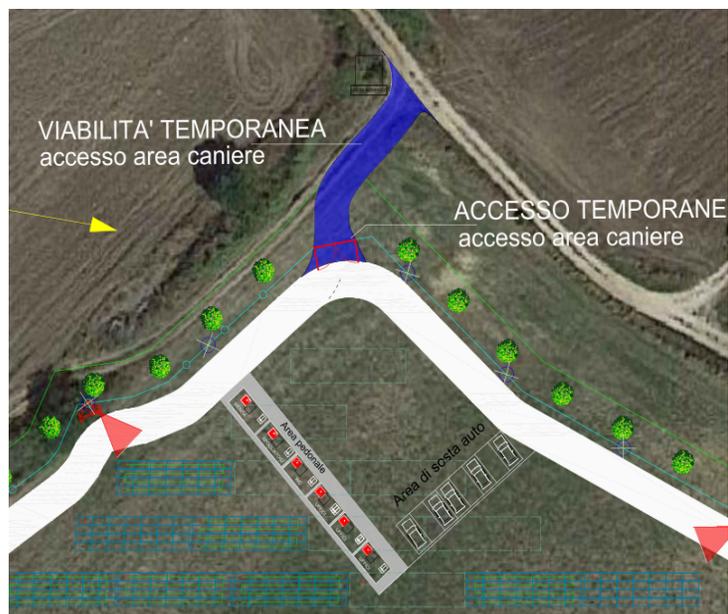


Fig.1 - Planimetria area di cantiere



Fig.2 - Planimetria area di stoccaggio materiale

### **Art 1.3 SCAVI E MOVIMENTI DI TERRA**

L'Appaltatore dovrà eseguire tutti gli scavi generali occorrenti per far luogo alla totalità dell'intervento.

Gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino a terreno stabile e riconosciuto idoneo all'appoggio dei carichi da farvi insistere, sia da parte dell'Impresa Appaltatrice stessa, sia da parte della Direzione dei Lavori che dovrà approvare pure il carico unitario massimo a cui il terreno può essere sottoposto. Per le opere di fondazione potranno essere previsti degli scavi in sezione obbligata da eseguire in qualsiasi condizione, anche in prossimità di fondazioni dei fabbricati contigui. Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà predisporre tutte le precauzioni necessarie per evitare franamenti in relazione alla natura del terreno ed alla presenza di altri manufatti con scarpe, armature, puntellamenti, etc., senza alcun diritto a maggiori compensi anche nell'eventualità che gli scavi dovessero effettuarsi fino a profondità insolite o in presenza di acqua o su terreni di

anormale consistenza o contenenti vecchie murature e manufatti qualsiasi da demolirsi, o con rocce affioranti, anche parzialmente da demolire per far luogo alle fondazioni alle quote di progetto. I materiali ricavati dagli scavi dovranno essere trasportati a pubblica discarica ad eccezione di quelli eventualmente necessari per effettuare i riporti.

L'Appaltatore dovrà procedere a sua cura e spese alla formazione di rilevati o qualunque opera di reinterro fino al raggiungimento delle quote prescritte dai progetti o dalla Direzione dei Lavori. Si potranno impiegare materie provenienti dagli scavi se di provata idoneità.

## **Art 1.4** **TIPOLOGIE DI PANNELLI FOTOVOLTAICI**

I pannelli fotovoltaici da fornire e posare in opera potranno essere delle seguenti [tipologie](#):

- pannelli in silicio cristallino;
- pannelli in film sottile;
- pannelli a concentrazione

I pannelli in **silicio cristallino** si suddividono nelle due categorie:

**1. monocristallino** omogeneo a cristallo singolo, prodotti da cristallo di silicio di elevata purezza dapprima prodotti in forme cilindriche per poi essere tagliati a fette sottili (wafers) di spessore nell'ordine massimo di 0,3 mm:

- Efficienza variabile fino al 18%;
- Taglia variabile secondo prescrizioni progettuali: quadrata, semiquadrata, circolare, ecc.;
- Colore: blu scuro, nero o grigio.

**2. policristallino** prodotti da blocchi di silicio i cui cristalli sono orientati in modo disordinato ed alla luce, la superficie appare disomogenea e cangiante in virtù del diverso posizionamento dei cristalli:

- Efficienza variabile fino al 15%;
- Taglia: quadrata o rettangolare;
- Colore: blu, grigio argento.

Per le caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche dei pannelli in silicio cristallino si faccia riferimento allo standard qualitativo della Norma [CEI EN 61215 \(CEI 82-8\)](#).

I pannelli in **film sottile** sono composti da materiale semiconduttore depositato, generalmente come miscela di gas, su supporti come vetro, polimeri, alluminio, ecc. I materiali utilizzati possono essere:

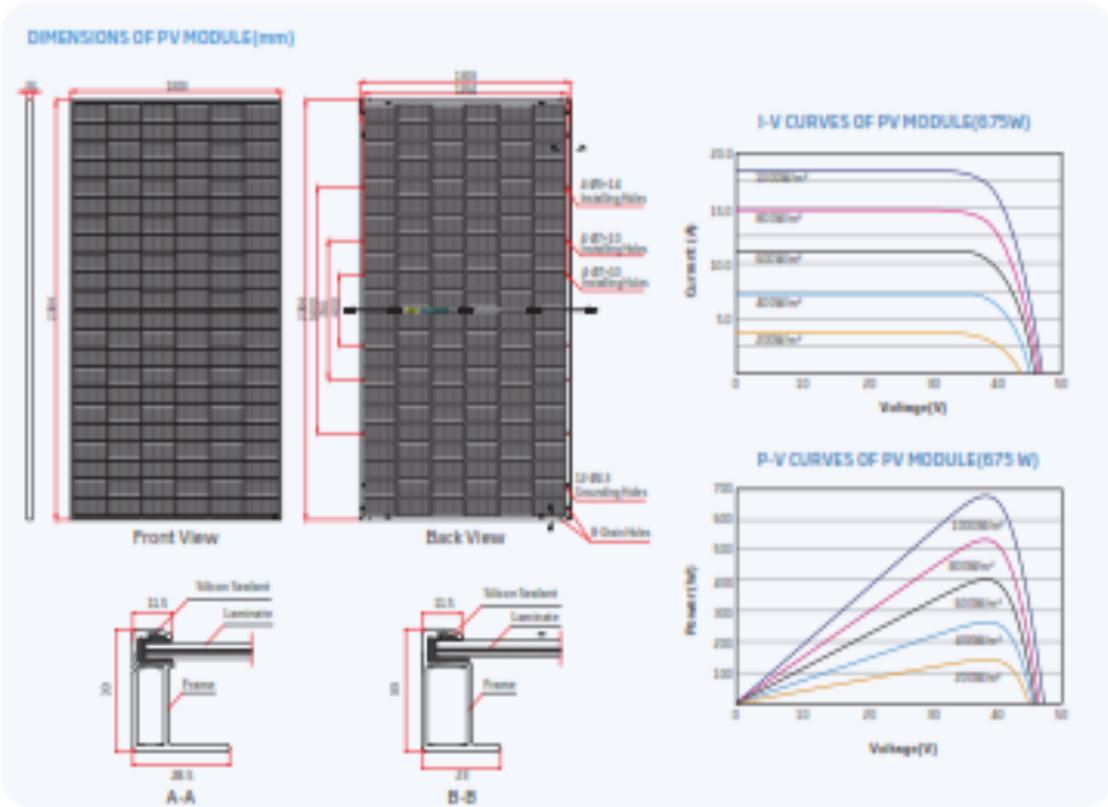
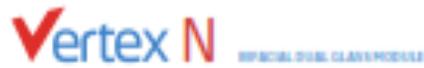
- silicio amorfo;
- CdTe (tellururo di cadmio);
- GaAs (arseniuro di gallio);
- CIS, CIGS, CIGSS (leghe a base di diseleniuro doppio di rame e iridio).

Lo spessore del film è di pochi micron e di solito è impiegato per adattamenti su superfici curve e laddove è importante contenere peso e dimensioni. Trattandosi di depositi diretti su larga scala, fino a circa 5 mq, con il film sottile si evitano sfridi di lavorazione tipici dell'operazione di taglio. Per le caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche dei pannelli in film sottile si faccia riferimento allo standard qualitativo della Norma [CEI EN 61646 \(CEI 82-12\)](#).

I pannelli o **sistemi fotovoltaici a concentrazione** sono anch'essi un impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare tramite l'effetto fotovoltaico; essi sono composti principalmente da un insieme di moduli in cui la luce solare è concentrata, tramite sistemi ottici, su celle fotovoltaiche, da uno o più gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata e da altri componenti elettrici minori; il «fattore di concentrazione di impianto fotovoltaico a concentrazione» è il valore minimo fra il fattore di concentrazione geometrico e quello energetico, definiti e calcolati sulla base delle procedure indicate nella Guida [CEI 82-25](#). Per le caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche dei pannelli a concentrazione si faccia riferimento allo standard qualitativo della Norma [CEI EN 62108 \(CEI 82-30\)](#).

Altre tipologie di pannello fotovoltaico ibride o tecnologicamente più avanzate potrebbero essere definite con l'appaltatore ovvero proposte dalla stazione appaltante, concordemente alle indicazioni progettuali e/o alle specifiche dettate dalla Direzione Lavori.

**I pannelli da installare saranno del tipo VERTEX N - BIFACIAL DUAL GLASS MODULE - 670w**



**ELECTRICAL DATA (STC)**

Peak Power Watts P <sub>MP</sub> (W) <sup>1</sup>	670	675	680	685	690
Power Tolerance P <sub>MP</sub> (%)	0 ~ +1				
Maximum Power Voltage V <sub>MP</sub> (V)	35.2	35.4	35.6	35.8	36.1
Maximum Power Current I <sub>MP</sub> (A)	17.09	17.12	17.26	17.29	17.29
Open Circuit Voltage V <sub>OC</sub> (V)	47.0	47.2	47.4	47.7	47.9
Short Circuit Current I <sub>SC</sub> (A)	18.10	18.14	18.28	18.31	18.31
Module Efficiency, η (%)	21.6	21.7	21.9	22.1	22.2

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5. <sup>1</sup>Measuring tolerance ±1%.

**Electrical characteristics table with different power loss reference for 100% irradiance ratio**

Total Equivalent power P <sub>STC</sub> (W) <sup>1</sup>	704	729	754	780	780
Maximum Power Voltage V <sub>MP</sub> (V)	35.2	35.4	35.6	35.8	36.1
Maximum Power Current I <sub>MP</sub> (A)	18.46	18.49	18.53	18.57	18.61
Open Circuit Voltage V <sub>OC</sub> (V)	47.0	47.2	47.4	47.7	47.9
Short Circuit Current I <sub>SC</sub> (A)	19.05	19.09	19.63	19.67	19.71

**ELECTRICAL DATA (NOCT)**

Maximum Power P <sub>NOCT</sub> (W) <sup>1</sup>	520	514	517	525	526
Maximum Power Voltage V <sub>MP</sub> (V)	36.8	37.0	37.2	37.3	37.7
Maximum Power Current I <sub>MP</sub> (A)	13.96	13.89	13.91	13.94	13.96
Open Circuit Voltage V <sub>OC</sub> (V)	44.5	44.7	44.9	45.2	45.4
Short Circuit Current I <sub>SC</sub> (A)	14.59	14.62	14.65	14.67	14.71

NOCT: Irradiance of 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 25°C, Wind Speed 1m/s.

**Mechanical Data**

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2104±1.021+13 mm (82.83±0.51±0.51 inches)
Weight	18.7 kg (41.4 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmittance, 30 Year Lifetime Tempered Glass
Encapsulated material	EVA/POE
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	Aluminum (3.30 inches) Anodized Aluminum Alloy
Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable (4.0mm <sup>2</sup> (0.008 inches <sup>2</sup> ), Parallel - 30.0±0.20 mm (1.179±0.008 inches), Length can be customized
Connector	MC4 (VDE / TUV) <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Please refer to product datasheet for general connector.

TEMPERATURE RATINGS	MAXIMUM RATINGS
NOCT (Serial Operating Cell Temperature) 41°C (±1°C)	Operational Temperature -40 ~ +85°C
Temperature Coefficient of P <sub>MP</sub> -0.30%/°C	Maximum System Voltage 1500V DC (IEC)
Temperature Coefficient of V <sub>OC</sub> -0.24%/°C	Max Series Fuse Rating 60A
Temperature Coefficient of I <sub>SC</sub> 0.04%/°C	

WARRANTY	PACKAGING CONFIGURATION
12 year Product Workmanship Warranty	Modules per box: 33 pieces
10 year Power Warranty	Modules per 40' container: 1044 pieces
1% first year degradation	
0.4% Annual Power Attenuation	
<small>(Please refer to product warranty for details)</small>	

## IMPIANTI COLLEGATI ALLA RETE - GRID-CONNECTED

Un sistema fotovoltaico collegato alla rete elettrica (Grid-connected) assorbe energia da essa nelle ore in cui il generatore fotovoltaico non è in grado di produrre l'energia necessaria a soddisfare il bisogno dell'impianto utilizzatore. Viceversa se il sistema fotovoltaico produce energia elettrica in eccesso rispetto al fabbisogno dell'impianto utilizzatore, il surplus viene immesso nella rete.

I principali componenti di un sistema grid-connected saranno:

- Generatore fotovoltaico;
- Quadro di campo lato c.c.;
- Inverter;
- Rete distributore.

### Dati tecnici del sistema fotovoltaico

#### a) Modulo fotovoltaico

Modulo fotovoltaico tipo **VERTEX N - BIFACIAL DUAL GLASS MODULE - 670wp**

#### Caratteristiche elettriche

Potenza elettrica di picco	670wP
Cella	
Numero di celle e connessioni	
Tensione di circuito aperto	
Tensione alla massima potenza	
Corrente di corto circuito	
Corrente alla massima potenza	
Efficienza del modulo	
Efficienza della cella	

#### Caratteristiche meccaniche

Dimensioni	
Peso	38.3 kg
Provviste di connessioni rapide multicontact	

#### Condizioni di esercizio

Temperatura di utilizzo	-40 °C + 85°C
Tensione max potenza di voltaggio	39.2 Vmpp

#### Certificazioni

##### Comprehensive Products and System Certificates



IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716

ISO 9001: Quality Management System

ISO 14001: Environmental Management System

ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification

ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



#### Ulteriore documentazione da allegare:

Dichiarazione del costruttore dei moduli fotovoltaici:

- attestante che i moduli fotovoltaici sono stati costruiti nell'anno 2023.
- Non saranno accettati moduli fotovoltaici costruiti precedentemente all'anno 2020.
- Dichiarazione fornita dal costruttore dei moduli indicante i numeri di matricola di ogni modulo fotovoltaico ed il tabulato indicante il numero di matricola e la potenza da essi effettivamente erogata. Non saranno accettati i moduli fotovoltaici in assenza di tale dichiarazione.

#### b) Configurazione e caratteristiche del generatore fotovoltaico

Il generatore fotovoltaico progettato sarà composto da n. 3 sub-campi da n° 8064 moduli per il primo sub-campo, n° 31808 per il secondo sub-campo e n° 11480 per il terzo ed ultimo sub-campo, per un totale di n. 51352 moduli da 670 Wp monocristallino/policristallino/in film sottile.

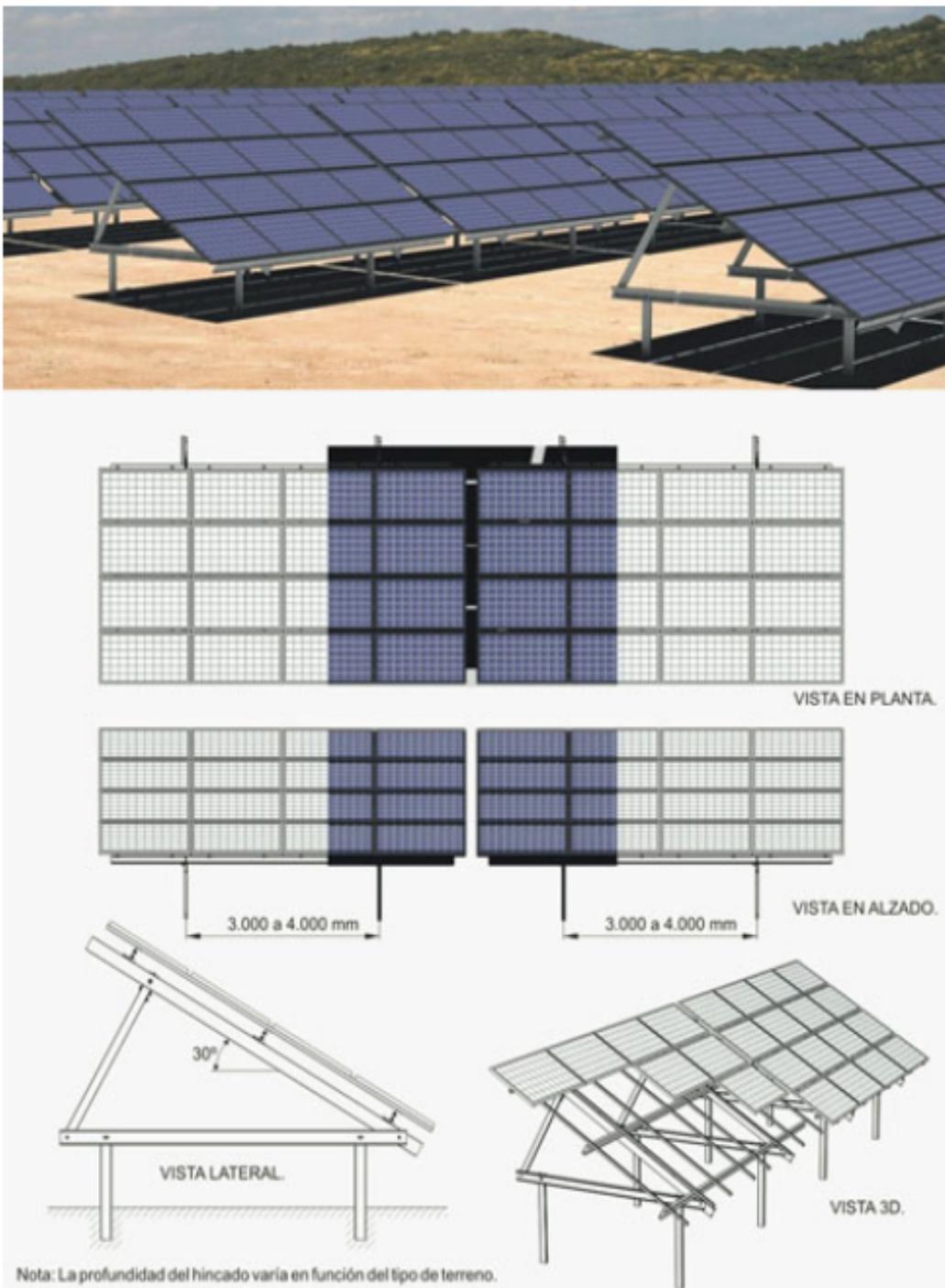
I sub-campi sono costituiti da n. 1834 stringhe identiche di n. 28 moduli collegati in serie elettricamente. I sub-campi sono gestiti come sistemi IT, cioè con nessun polo attivo connesso a terra. I paralleli di sub-campo vengono realizzati all'interno di un quadro di campo e parallelo idoneo alla posa esterna. I cavi di collegamento del generatore convergeranno nel quadro di campo e di manovra all'interno, attraverso idonei cavedii, per poi collegarlo al gruppo di conversione e da questo punto al quadro protezioni e interfaccia B.T. posti nel medesimo locale. Per le ulteriori caratteristiche impiantistiche si farà riferimento alla relazione tecnica di progetto.

**c) Struttura di Sostegno**

**SOLAR INNOVA GREEN TECHNOLOGY, S.L.**

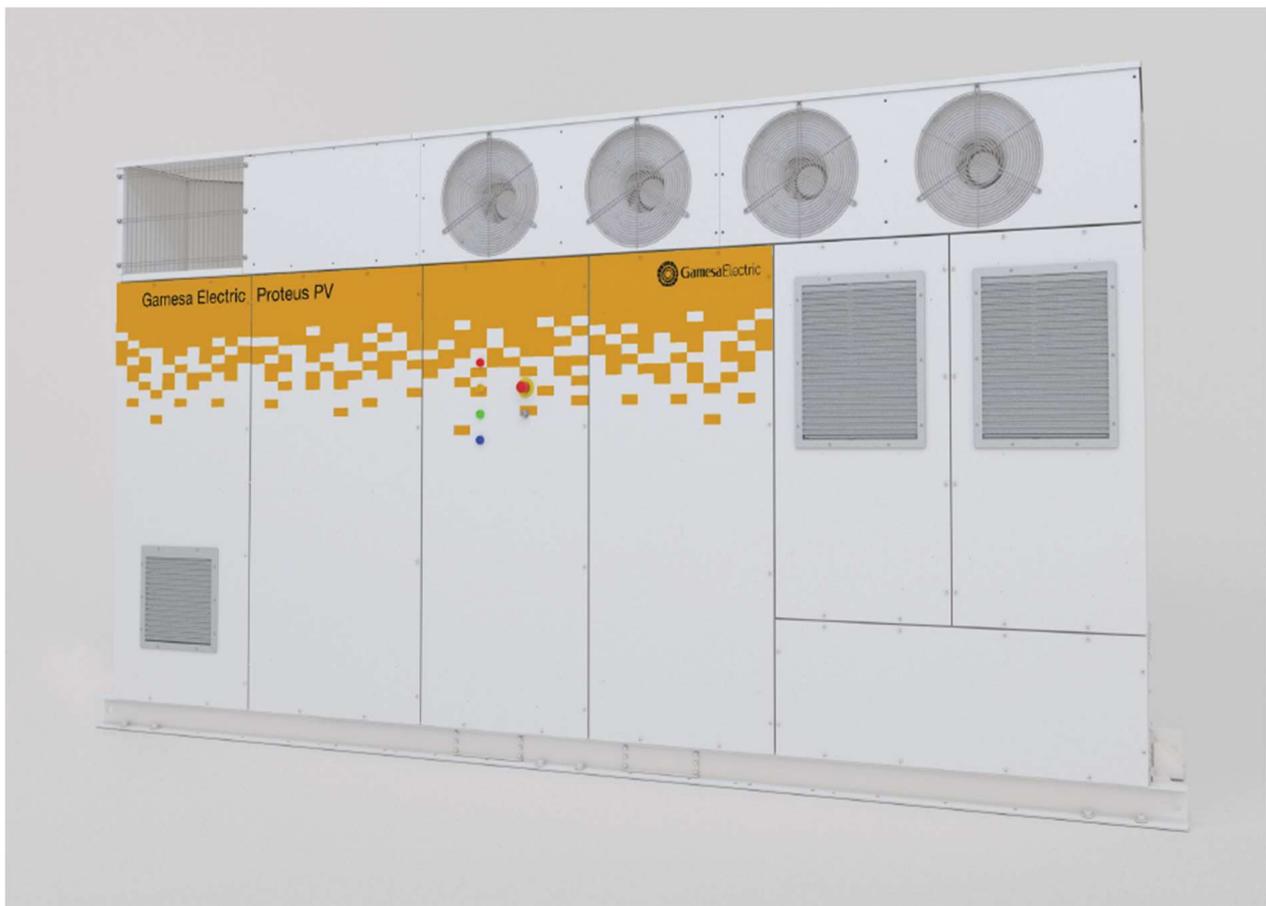
## ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA SOPORTES - SUELO - BIPOSTE - HORIZONTAL - SI-ESF-S-SB4H

Estructura biposte para instalación por hincado directo de los postes sobre el terreno, concebida para alojar cuatro filas de paneles estándar, colocados en posición horizontal.



### d) Inverter centralizzati

All'interno di tutto il campo saranno alloggiati 7 inverter con configurazione centralizzata dalla potenza nominale pari a 4299kW. Tali dispositivi hanno il compito di ricevere in ingresso con una tensione generata dai moduli fotovoltaici di tipo continuo e fornire in uscita una tensione di tipo alternata di valore nominale pari a 630 V come quello mostrato in Figura 10. La Figura 11 riporta le caratteristiche tecniche dell'inverter.



	Gamesa Electric Proteus PV 4100	Gamesa Electric Proteus PV 4300	Gamesa Electric Proteus PV 4500	Gamesa Electric Proteus PV 4700
<b>DC Input</b>				
DC Voltage Range <sup>(1)</sup>	835 - 1500 V	875 - 1500 V	915 - 1500 V	955 - 1500 V
DC Voltage Range MPPT <sup>(1)</sup>	835 - 1300 V	875 - 1300 V	915 - 1300 V	955 - 1300 V
Number of Power Modules	2, not galvanically isolated, 1 MPPT			
Max. DC Current @40°C [104°F]	2 x 2500 A			
Max. DC Current @50°C [122°F]	2 x 2313 A			
Max. DC Current @55°C [131°F]	2 x 2220 A			
Max. DC Current @60°C [140°F]	2 x 1110 A			
Maximum Short-circuit Current, I <sub>sc</sub> PV	Up to 9000 A			
Nr of DC Ports <sup>(1)</sup>	max 24 fuse +/- monitored max 36 fuse + monitored			
Fuse Dimensions	125 A to 500 A			
Max. Wire Cross Section per DC Input	2 x 400 mm <sup>2</sup> - 800 AWG			
Energy Production from	0.5% P <sub>n</sub> approx.			
<b>AC Output</b>				
Number of phases	Three-phase			
Nominal AC Power Total @40°C [104°F]	4095 kVA	4299 kVA	4504 kVA	4709 kVA
Nominal AC Power Total @50°C [122°F]	3790 kVA	3979 kVA	4169 kVA	4358 kVA
Nominal AC Power Total @55°C [131°F]	3637 kVA	3819 kVA	4001 kVA	4183 kVA
Nominal AC Power Total @60°C [140°F]	1819 kVA	1910 kVA	2001 kVA	2091 kVA
Maximum AC Current @40°C [104°F]	3940 Arms			
Nominal AC Voltage <sup>(1)</sup>	600 Vrms	630 Vrms	660 Vrms	690 Vrms
Nominal Voltage Allowance Range <sup>(1)</sup>	+/-10%			
Frequency Range <sup>(1)</sup>	47.5 - 53/57 - 63 Hz			

THD of AC Current	< 1% @Sn			
Power Factor Range	0 (reactive) - 1 - 0 (capacitive)			
Maximum Wire Cross Section per AC Output Phase	6 x 400 mm <sup>2</sup>			
<b>Performance</b>				
Max. Efficiency	99.45%			
Euro Efficiency	99.24%			
CEC Efficiency	99.02%	99.07%	99.11%	99.14%
Stand-by Power Consumption	< 200 W			
<b>General Data</b>				
Temperature Range - Operation <sup>(2)</sup>	-20°C / +60°C [-4°F / +140°F]			
Maximum Altitude <sup>(3)</sup>	< 2,000 m [6,561 ft] (w/o derating)			
Cooling System	Liquid & forced air			
Relative Humidity	4% - 100% (w/o condensation)			
Seismic <sup>(1)</sup>	Zone 4 IBC 2012			
Max. wind speed <sup>(1)</sup>	288 km/h (179 mph)			
Snow load <sup>(1)</sup>	2.5 kN/m <sup>2</sup>			
Protection Class	IP55 class 1, NEMA3R			

## SISTEMA ELETTRICO

### a) Rete elettrica di distribuzione

#### a1) Cavi AT

La rete elettrica a 36kV sarà realizzata con posa completamente interrata assicurando il massimo dell'affidabilità e della economia di esercizio.

Tale rete a 36 kV, di lunghezza totale pari a circa 0.305 km, sarà realizzata per mezzo di cavi del tipo RG7H1R 26/45 kV o equivalenti con conduttore in rame di classe 2 tipo unipolare solati in XLPE e rivestiti da una guaina termo-restringente in PVC qualità RZ/ST2. I cavi verranno posati ad una profondità minima di 150 cm, con una placca di protezione in PVC (nei casi in cui non è presente il tubo corrugato) ed un nastro segnalatore. I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che avrà una larghezza di 70 cm. La sezione di posa dei cavi sarà variabile a seconda della loro ubicazione in sede stradale o in terreno (cfr. sezioni tipo cavidotto). I cavi AT a 36kV sono stati dimensionati in modo tale da soddisfare la relazioni:

$$\frac{I_b}{I_z} = \frac{\Delta U}{U} = 4\%$$

$$\Delta U = 4\%$$

dove:

- $I_b$  è la corrente di impiego del cavo;
- $I_z$  è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;
- $\Delta U\%$  è la massima caduta di tensione calcolata a partire dalla cabina di consegna fino al campo più lontano (massima caduta di tensione su ogni sottocampo).

La portata  $I_z$  di un cavo con una determinata sezione e isolante è notevolmente influenzata dalle condizioni di installazione. Nella posa interrata la portata può variare in funzione della profondità di posa, della resistività e della temperatura del terreno. Aumentando la profondità di posa, con temperatura del terreno invariata, la portata di un cavo si riduce. La portata dipende però anche dalla resistività e dalla temperatura del terreno che aumentano verso la superficie, soprattutto nei periodi estivi, vanificando in tal modo i benefici che si possono ottenere a profondità di posa minori. La portata di un cavo interrato diminuisce anche in caso di promiscuità con altre condutture elettriche e l'influenza termica tra i cavi aumenta sensibilmente se sono posati in terra piuttosto che in aria.

#### a2) Cavi MT

La rete elettrica a 30kV per realizzare i collegamenti interni al campo e la connessione tra il campo agrivoltaico e la Sotto Stazione Utente (SSE) sarà realizzata con posa completamente interrata assicurando il massimo dell'affidabilità e della economia di esercizio.

Tale rete a 30kV, di lunghezza totale pari a circa 15,497 km, sarà realizzata per mezzo di cavi del tipo RG7H1M1 18/30kV o equivalenti con conduttore in rame di classe 2 tipo unipolare isolati in EPR e rivestiti da una guaina-restringente in PVC qualità RZ/ST2. I cavi verranno posati ad una profondità minima di 120

cm, con una placca di protezione in PVC (nei casi in cui non è presente il tubo corrugato) ed un nastro segnalatore. I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che avrà una larghezza minima di 70 cm. La sezione di posa dei cavi sarà variabile a seconda della loro ubicazione in sede stradale o in terreno (cfr. sezioni tipo cavidotto).

### a3) Cavi BT (DC)

I cavi BT in corrente continua a 1500V sono stati dimensionati in modo tale da soddisfare la relazioni:

$$\frac{I_b}{I_z} \leq 1$$
$$\Delta V\% = 4\%$$

dove:

$I_b$  è la corrente di impiego del cavo;

$I_z$  è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;

$\Delta V\%$  è la massima caduta di tensione calcolata a partire dalla cabina di consegna fino al campo più lontano (massima caduta di tensione su ogni sottocampo).

Per il calcolo della portata ci si riferisce alla tabella CEI UNEL 35026 fasc. 5777 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata".

### a3) Cavi BT (AC)

I cavi BT in corrente continua a 1500V sono stati dimensionati in modo tale da soddisfare la relazioni:

$$\frac{I_b}{I_z} \leq 1$$
$$\Delta V\% = 4\%$$

dove:

$I_b$  è la corrente di impiego del cavo;

$I_z$  è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;

$\Delta V\%$  è la massima caduta di tensione calcolata a partire dalla cabina di consegna fino al campo più lontano (massima caduta di tensione su ogni sottocampo).

Per il calcolo della portata ci si riferisce alla tabella CEI UNEL 35026 fasc. 5777 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata".

## b) Trasformatore

Per l'impianto oggetto del presente progetto si è prevista la suddivisione in 7 sottocampi. In particolare, in ogni sottocampo è previsto un trasformatore di elevazione BT/MT, saranno utilizzati due modelli di trasformatori: 1 trasformatore della tipologia 1XPROTEUS 4300 (4299 kVA) e 3 trasformatori della tipologia 2XPROTEUS 4300 (8598 kVA). Nella Figura 12 sono riportate le principali caratteristiche dei trasformatori.

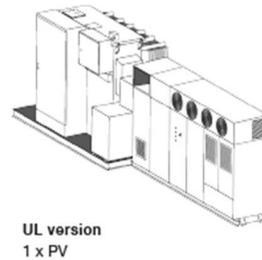
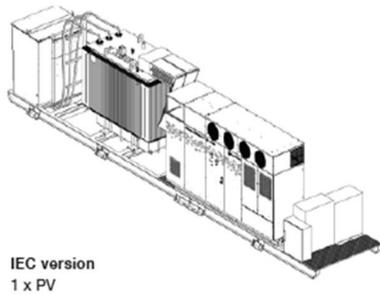
AC Connection				
Number of Phases	Three-phase			
Nominal AC Power Total @40°C [104°F]	4095 kVA	4299 kVA	4504 kVA	4709 kVA
Nominal AC Power Total @50°C [122°F]	3790 kVA	3979 kVA	4169 kVA	4358 kVA
Nominal AC Power Total @55°C [131°F]	3637 kVA	3819 kVA	4001 kVA	4183 kVA
Nominal AC Power Total @60°C [140°F]	1819 kVA	1910 kVA	2001 kVA	2091 kVA
Maximum AC Current @40°C [104°F]	3940 Arms			
Nominal AC Voltage, LV side <sup>(1)</sup>	600 Vrms	630 Vrms	660 Vrms	690 Vrms
Nominal AC Voltage, MV side <sup>(1)</sup>	< 34.5 kV			
Nominal Voltage Allowance Range <sup>(1)</sup>	+/-10%			
Frequency Range <sup>(1)</sup>	47.5 - 63 / 57 - 63 Hz			
THD of AC Current	< 1% @Sn			
Power Factor Range	0 (reactive) - 1 - 0 (capacitive)			

Protection devices	
DC Connection	Motorized disconnectors, Overvoltage protection (Type 1 + 2 SPD), reverse polarity detection, DC ground fault and insulation detection
AC Connection	Motorized AC circuit breakers, Overvoltage protection (Type 1 + 2 SPD), Anti-islanding, Voltage failure, Frequency failure
Over-temperature Protection	Included
Emergency Push Button	Included

#### Components Proteus PV Station

Inverters	1 x Proteus PV 4100	1 x Proteus PV 4300	1 x Proteus PV 4500	1 x Proteus PV 4700
Transformer <sup>(1)(2)</sup>	Dyn KNAN / ONAN			
Switchgear <sup>(1)(2)</sup>	0L1V / 1L1V / 2L1V up to 36 kV			
Custom Auxiliary Transformer <sup>(1)</sup>	Optional			
Others <sup>(1)</sup>	Auxiliary cabinet			

Communications	
Control <sup>(1)</sup>	Modbus TCP / IP (Profinet upon request)
Monitoring <sup>(1)</sup>	Modbus TCP / IP
Websserver	Included



Gli inverter dell'impianto, le apparecchiature elettriche, i quadri ed i cavi elettrici saranno dimensionati dal progetto esecutivo, al quale si dovrà fare riferimento operativo oltre alla relazione tecnica ad esso allegata.

### **Art 1.6**

## **ORIENTAMENTO ED INCLINAZIONE DEI MODULI FOTOVOLTAICI**

I pannelli fotovoltaici saranno installati con la migliore inclinazione possibile volta a massimizzare la radiazione solare diretta sui moduli. Nel caso di impianti non architettonicamente integrati ad un edificio, ma con strutture di sostegno indipendenti, l'inclinazione e l'orientamento dei pannelli sarà determinata attraverso uno studio progettuale specifico finalizzato alla migliore esposizione possibile dei moduli.

Per inclinazione si intende l'angolo  $\beta$  che il modulo forma con l'orizzontale. (I moduli orizzontali hanno inclinazione zero, i moduli disposti verticalmente hanno inclinazione  $90^\circ$ ).

L'orientamento può essere invece indicato con l'angolo  $\gamma$  di deviazione rispetto alla direzione ideale Sud. (Ad esempio, un modulo esposto a Sud ha orientamento  $0^\circ$ , ad Est ha orientamento  $-90^\circ$  ed a Ovest orientamento  $+90^\circ$ ).

La migliore esposizione per massimizzare la radiazione solare ricevuta dai moduli sarà indicata nel progetto, e/o in ogni caso, preventivamente concordata con la Direzione Lavori.

### **Art 1.7**

## **SITOLOGIA E OMBREGGIAMENTO**

Gli effetti dell'ombreggiamento sulla resa dei sistemi fotovoltaici non saranno da trascurare, ma costituiranno oggetto di attento studio per un corretto posizionamento dei moduli d'impianto.

I tipi di ombreggiamento infatti, possono variare dal fenomeno momentaneo (es. neve, foglie e altri tipi di depositi) all'effetto dovuto all'ubicazione, come risultato delle ombre proiettate sui moduli da edifici, camini, alberi, ecc. e dal mutuo ombreggiamento dei moduli stessi.

In relazione ai contenuti del presente articolo, l'appaltatore dovrà prestare la massima attenzione alle prescrizioni progettuali in merito ovvero alle indicazioni della Direzione Lavori su esatte ubicazioni, distanze ed inclinazioni di progetto dei moduli da installare.

### **Art 1.8**

## **PROVE DEI MATERIALI**

L'Ente Appaltante indicherà preventivamente eventuali prove da eseguirsi in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegare negli impianti oggetto dell'appalto. Le spese inerenti a tali prove saranno a carico della ditta appaltatrice. In genere non saranno richieste prove per i materiali contrassegnati col Marchio Italiano di Qualità (IMQ) od equivalenti ai sensi della Legge 10 ottobre 1977, n. 791 e s.m.i.

### **Art 1.9**

## **QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio. Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia CEI in lingua italiana.

### **Art 1.10**

## **ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

I materiali dei quali sono stati richiesti campioni potranno essere posti in opera solo dopo l'accettazione da

parte dell'Ente Appaltante ovvero dalla Direzione Lavori. Questa dovrà dare il proprio responso entro sette giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto di che il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere.

L'appaltatore non dovrà porre in opera i materiali rifiutati dall'Ente Appaltante provvedendo, quindi, ad allontanarli dal cantiere.

## CAPITOLO 2

### IMPIANTISTICA E COMPONENTI

#### Art 2.1

#### PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI

I cavi o condutture utilizzati nell'impianto fotovoltaico devono essere in grado di sopportare, per la durata di vita dell'impianto stesso (fino a 30 anni), severe condizioni ambientali in termini di temperatura, precipitazioni atmosferiche e radiazioni ultraviolette. Per condutture si intende l'insieme dei cavi e del tubo o canale in cui sono inseriti.

I cavi dovranno avere una tensione nominale adeguata a quella del sistema elettrico. In corrente continua, la tensione non dovrà superare 1,5 volte la tensione nominale dei cavi riferita al loro impiego in corrente alternata (vedi norme [CEI EN 50565-1](#), [CEI EN 50565-2](#) e [CEI 20-67](#)). In corrente alternata la tensione d'impianto non dovrà superare la tensione nominale dei cavi.

I cavi sul lato corrente continua si distinguono in:

- cavi solari (o di stringa) che collegano tra loro i moduli e la stringa al primo quadro di sottocampo o direttamente all'inverter;
- cavi non solari che sono utilizzati a valle del primo quadro.

I cavi che collegano tra loro i moduli possono essere installati nella parte posteriore dei moduli stessi, laddove la temperatura può raggiungere i 70-80 °C. Tali cavi quindi devono essere in grado di sopportare elevate temperature e resistere ai raggi ultravioletti, se installati a vista. Pertanto si useranno cavi particolari, usualmente unipolari con isolamento e guaina in gomma, tensione nominale 0,6/1kV, con temperatura massima di funzionamento non inferiore a 90 °C e con una elevata resistenza ai raggi UV.

I cavi non solari posti a valle del primo quadro, ad una temperatura ambiente di circa 30-40 °C, dato che usualmente si troveranno lontano dai moduli, se posati all'esterno dovranno essere anch'essi adeguatamente protetti con guaina per uso esterno; per la posa all'interno di edifici valgono le regole generali per gli impianti elettrici.

Per i cavi installati sul lato corrente alternata a valle dell'inverter valgono le stesse prescrizioni indicate per i cavi non solari lato corrente continua.

La sezione trasversale dei cavi sarà dimensionata proporzionalmente alla massima corrente prevista. Il cavo principale in corrente continua e i cavi provenienti dai diversi campi devono essere in grado di sopportare le correnti massime producibili dal generatore fotovoltaico. Come protezione contro i guasti di isolamento e di terra, è possibile usare interruttori automatici sensibili alle dispersioni di terra.

Il cavo principale in corrente continua sarà dimensionato per tollerare 1,25 volte la corrente di corto circuito del generatore in condizioni standard. Il valore calcolato per la sezione del cavo sarà da considerarsi minimo e, pertanto, andrà approssimato per eccesso fino al valore standard superiore (es. 4mm<sup>2</sup>, 6mm<sup>2</sup>, 10mm<sup>2</sup>, ecc.). Le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 2% della tensione a vuoto), saranno quindi scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione [CEI-UNEL 35024/1](#) e [CEI - UNEL 35026](#).

#### **Specifiche tecniche cavi e conduttori:**

##### a) isolamento dei cavi

i cavi utilizzati sul lato corrente continua dell'impianto dovranno essere scelti ed installati in modo da rendere minimo il rischio di guasto a terra e cortocircuito, le condutture dovranno avere cioè un isolamento doppio o rinforzato (classe II) (es. l'isolamento del cavo più l'isolamento del tubo o canale formano una conduttura con isolamento doppio); i cavi dovranno essere disposti in modo da minimizzare per quanto possibile le operazioni di cablaggio: in particolare la discesa dei cavi dovrà essere protetta

meccanicamente tramite installazione in tubi, ove il collegamento al quadro elettrico e agli inverter avvenga garantendo il mantenimento del livello di protezione degli stessi. La messa in opera deve evitare che, durante l'esercizio, i cavi vengano sottoposti ad azioni meccaniche.

*Tensione dell'impianto fotovoltaico fino alla quale un cavo può essere impiegato*

Tensione nominale del cavo $U_0/U$	Sistemi isolati da terra o con un polo a terra		Sistemi con il punto mediano a terra	
	Cavo ordinario	Cavo di classe II	Cavo ordinario	Cavo di classe II
450/750 V	675 V	450 V	1125 V	750 V
0,6/1 kV	900 V	675 V	1500 V	1035 V

b) colori distintivi dei cavi

i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti possono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle tabelle di unificazione [CEI-UNEL 00722](#) e [00712](#). In particolare, i cavi solari potranno essere dotati di guaine di colore rosso (polo positivo), nero (polo negativo) e blu (neutro). Per i cavi lato corrente alternata dell'impianto andranno invece rispettati in modo univoco per tutto l'impianto i colori: nero, grigio e marrone. In tutti i casi, il giallo-verde contraddistingue il conduttore di protezione ed equipotenziale;

c) sezione minima dei conduttori neutri e dei conduttori di terra e protezione

la sezione dei conduttori di neutro non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase nei circuiti. Le sezioni minime ed eventuali prescrizioni per i conduttori neutri, di terra e protezione, possono essere desunte dalle norme [CEI 64-8](#) di riferimento per gli impianti elettrici similari;

d) propagazione del fuoco lungo i cavi:

i cavi in aria, installati individualmente, distanziati tra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione del fuoco di cui alle norme [CEI EN 60332](#). Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti in conformità alle norme [CEI 20-22](#);

e) provvedimenti contro il fumo e lo sviluppo di gas tossici e corrosivi:

allorché i cavi siano installati, in notevole quantità, in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione oppure si trovino a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, si devono adottare sistemi di posa conformi alla Guida [CEI 82-25](#) atti ad impedire il dilagare del fumo, in caso di incendio, negli ambienti stessi o, in alternativa, si deve ricorrere all'impiego di cavi di bassa emissione di fumo e aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici o corrosivi, secondo le norme [CEI 20-37](#) e [20-38](#).

## **Art 2.2 CANALIZZAZIONI**

A meno che non si tratti di installazioni aeree, i conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi e simili.

Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento. Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque, il diametro interno non deve essere inferiore a 16 mm.

Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi. Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione, impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette

cassette devono essere costruite in modo che, nelle condizioni di installazione, non sia possibile introdurre corpi estranei; inoltre, deve risultare agevole la dispersione del calore in esse prodotto. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

I tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate.

Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili, se non a mezzo di attrezzo, posti tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi. Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella seguente.

### Numero massimo di cavi da introdurre in tubi protettivi

*(i numeri tra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)*

diam. in mm	Sezione dei cavetti (mm <sup>2</sup> )								
	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
12/8,5	(4)	(4)	(2)						
14/10	(7)	(4)	(3)						
16/11,7			(4)	4	2				
20/15,5			(9)	7	4	4	2		
25/19,8			(12)	9	7	7	4	2	
32/26,4					12	9	7	7	3

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni, devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.

#### **Canalette porta cavi**

Per quanto possibile, si eviteranno sistemi di canali battiscopa per i quali, con i canali ausiliari, si applicano le norme [CEI EN 50085-2-1](#). Per gli altri sistemi di canalizzazione si applica la norma [CEI EN 50085-2-2](#). La sezione occupata dai cavi non deve superare la metà di quella disponibile e deve essere tale da consentire un'occupazione della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme [CEI 64-8/5](#).

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme [CEI 64-8](#), utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni, ecc.); opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti. I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme [CEI EN 50525-1](#), [CEI EN 50525-2-11](#), [CEI EN 50525-2-12](#), [CEI EN 50525-2-31](#), [CEI EN 50525-2-51](#), [CEI EN 50525-2-72](#), [CEI EN 50525-3-31](#). Per i canali metallici devono essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali, secondo quanto previsto dalle norme [CEI 64-8](#).

Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti. I materiali utilizzati devono avere caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco che soddisfino quanto richiesto dalle norme [CEI 64-8](#).

Le connessioni dei cavi, sia giunzioni che derivazioni, devono essere realizzate a regola d'arte, al fine di evitare malfunzionamenti, resistenze localizzate e pericoli d'incendio.

Le scatole poste all'esterno dovranno avere grado di protezione almeno IP54 e un'adeguata resistenza ai raggi ultravioletti. L'ingresso dei cavi nelle scatole di giunzione deve avvenire mediante apposito passacavo, per non compromettere il grado di protezione e per limitare le sollecitazioni a trazione sulle connessioni.

Dovranno sempre essere utilizzati connettori e morsetti idonei ai requisiti richiesti dai sistemi fotovoltaici.

I connettori dovranno:

- essere idonei all'uso in corrente continua;
- avere una tensione nominale almeno uguale alla tensione massima di stringa e corrente nominale maggiore della portata dei cavi che connettono;
- avere un isolamento doppio o rinforzato (classe II);
- disporre di un sistema di ritenuta che ne impedisca la disconnessione accidentale;
- poter funzionare alla temperatura massima prevista per i cavi;
- essere resistenti ai raggi ultravioletti ed avere grado di protezione almeno IP54, se utilizzati all'esterno.

I morsetti dovranno:

- essere utilizzati con viti e imbullonati;
- essere posti in cassette di giunzione o direttamente sulle apparecchiature elettriche.

## **Art 2.4**

### **TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE**

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni delle norme [CEI EN 61386-1](#) e [CEI EN 61386-22](#). Essi devono essere inseriti nelle scatole, preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura, in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo, i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione. La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica, in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è, in genere, possibile apportare sostanziali modifiche, né in fabbrica, né in cantiere. Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni. In particolare, le scatole rettangolari porta-apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa. Detta membrana dovrà garantire la non deformabilità delle scatole.

La serie di scatole proposta deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti, comprese le scatole di riserva conduttori, necessarie per le discese alle tramezze, che si monteranno in un secondo tempo, a getti avvenuti.

## **Art 2.5**

### **POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI SOTTO GUAINA**

#### **In tubi interrati**

Per l'interramento dei cavi elettrici, qualora necessario, si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm sul quale si dovrà distendere il cavidotto corrugato pesante a doppia parete liscia internamente del tipo pesante con resistenza allo schiacciamento 750N;
- si dovrà, quindi, ricoprire mediante magrone di cls per tutto il tracciato.

La profondità di posa dovrà essere almeno 0,8 m, secondo le norme [CEI 11-17](#).

#### **In cunicoli praticabili**

Si dovrà assicurare un distanziamento fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo

maggiore nello strato sottostante, con un minimo di 3 cm, onde assicurare la libera circolazione dell'aria. A questo riguardo la Ditta dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, e sarà altresì di competenza della Ditta soddisfare a tutto il fabbisogno di cavidotti, canalette, passaggi, brecce, cunicoli, mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo. Per il dimensionamento e mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati, ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito, di massima, intorno a 70 cm. In particolare, le parti in acciaio debbono essere zincate a caldo. Ogni 150/200 m di percorso, i cavi dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

### **In tubazioni a parete o in cunicoli non praticabili**

Per la posa in opera delle tubazioni a parete od a soffitto, ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei, ecc., valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili con i dovuti adattamenti. Per la posa interrata delle tubazioni non idonee a proteggere meccanicamente i cavi, valgono le prescrizioni precedenti circa l'interramento dei cavi elettrici, le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa, il reinterro, ecc. Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia. Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti con chiusino in ghisa carrabile sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare, come da elaborato grafico. Tuttavia, per cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni 30 m circa, se in rettilineo;
- ogni 15 m circa, se è interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

## **Art 2.6 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

Contrariamente alla costruzione di un impianto elettrico ordinario, il cui rischio di natura elettrica non si palesa finché l'impianto non viene collegato alla rete, nell'installazione di un impianto fotovoltaico l'esposizione alla luce di un modulo comporta già una tensione tra i poli dello stesso.

Per evitare tale tensione è possibile chiudere in cortocircuito i connettori di un modulo così da azzerarla. Al fine di ridurre il pericolo elettrico inoltre, si potranno mantenere aperti i connettori di un modulo e il sezionatore di stringa oltre ad avere cura di far operare in tali lavorazioni, esclusivamente persone idonee per conoscenze e qualifica nonché dotate di adeguati dispositivi di protezione individuale.

Tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione, ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse), devono essere protette contro i contatti indiretti.

Per la protezione contro i contatti indiretti, ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso complesso dovrà avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili e altre tubazioni entranti, nonché tutte le masse metalliche accessibili, di notevole estensione, esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore.

### **Segnaletica di sicurezza**

Tutti i quadri e le scatole dell'impianto fotovoltaico lato corrente continua, dovranno riportare un avviso che indica la presenza di parti attive anche dopo l'apertura dei dispositivi di sezionamento dell'inverter.

In corrispondenza dell'interruttore generale dell'impianto utilizzatore dovrà essere collocato un avviso conforme alle indicazioni della norma [CEI 82-25](#), che segnali la presenza della doppia sorgente di alimentazione (rete pubblica e generatore fotovoltaico). (vedi immagini tipo)



### **Art 2.7 PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO**

Tra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti diretti può essere realizzata adottando macchine o apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzioni o installazioni: apparecchi di classe II.

In uno stesso impianto, la protezione con apparecchi di classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di classe II.

### **Art 2.8 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE**

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti (come da elaborato grafico) causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme [CEI 64-8](#). In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici, da installare a loro protezione, devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:  $I_b < I_n < I_z$ ,  $I_f \leq 1,45 I_z$ . La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme [CEI EN 60898](#) e [CEI EN 60947-2](#). Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto, in modo tale da garantire che, nel conduttore protetto, non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$I_q < I K_s^2$  conforme alle norme [CEI 64-8](#).

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

### **Art 2.9 APPARECCHIATURE MODULARI CON MODULO NORMALIZZATO**

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibile, con fissaggio a scatto sul profilato, preferibilmente normalizzato [CEI EN 60715](#).

In particolare:

a) gli interruttori automatici magnetotermici fino a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di

- interruzione fino a 6.000 A, salvo casi particolari;
- b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE, ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a).
  - c) gli interruttori con relè differenziali fino a 100 A devono essere modulari ed appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b); devono essere del tipo ad azione diretta;
  - d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 4 poli protetti fino a 100 A devono essere modulari e dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta, preferibilmente, di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione differenziale; è ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri, purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 6000 A;
  - e) il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto), sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).
  - f) Gli interruttori differenziali devono essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato, per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

### **Art 2.10 INTERRUTTORI SCATOLATI**

Onde agevolare l'installazione sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 100 a 250 A abbiano stesse dimensioni di ingombro. Nella scelta degli interruttori posti in serie, va considerato il problema della selettività nei casi in cui sia di particolare importanza la continuità di servizio. Il potere di interruzione deve essere dato nella categoria di prestazione P2 ([CEI EN 60947-2](#)), onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione.

Gli interruttori differenziali devono essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato, per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

### **Art 2.11 INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI CON ALTO POTERE DI INTERRUZIONE**

Qualora vengano usati interruttori modulari negli impianti elettrici che presentano correnti di corto circuito elevate (> 6000 A), gli interruttori automatici magnetotermici devono avere adeguato potere di interruzione in categoria di impiego P2 ([CEI EN 60947-2](#)).

### **Art 2.12 QUADRI DI COMANDO E DISTRIBUZIONE IN MATERIALE ISOLANTE**

In caso di installazione di quadri in resina isolante, i quadri devono avere attitudine a non innescare l'incendio per riscaldamento eccessivo; comunque, i quadri non incassati devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650 °C. I quadri devono in tal caso, essere composti da cassette isolanti con piastra portapparecchi estraibile, per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina e devono essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque almeno IP 55; in questo caso il portello deve avere apertura a 180 gradi. Questi quadri devono essere conformi alla norma [CEI EN 61439-1](#) e consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

# INDICE

## IMPIANTI FOTOVOLTAICI

<b>1) Specifiche tecniche opere strutturali ed elettriche</b>	<b>pag.</b>	<b><a href="#">3</a></b>
" 1) Premesse	pag.	<a href="#">3</a>
" 2) Allestimento cantiere	pag.	<a href="#">3</a>
" 3) Scavi e movimenti terra	pag.	<a href="#">4</a>
" 4) Tipologie di pannelli fotovoltaici	pag.	<a href="#">5</a>
" 5) Impianti collegati alla rete - Grid-Connected	pag.	<a href="#">6</a>
" 6) Orientamento ed inclinazione dei moduli	pag.	<a href="#">14</a>
" 7) Sitologia e ombreggiamento	pag.	<a href="#">14</a>
" 8) Prove dei Materiali	pag.	<a href="#">14</a>
" 9) Qualità e caratteristiche dei materiali	pag.	<a href="#">14</a>
" 10) Accettazione dei Materiali	pag.	<a href="#">14</a>
<b>2) Impiantistica e componenti</b>	<b>pag.</b>	<b><a href="#">15</a></b>
" 1) Prescrizioni riguardanti i circuiti	pag.	<a href="#">15</a>
" 2) Canalizzazioni	pag.	<a href="#">16</a>
" 3) Connessioni e morsetti	pag.	<a href="#">17</a>
" 4) Tubazioni per le costruzioni prefabbricate	pag.	<a href="#">18</a>
" 5) Posa di cavi elettrici isolati sotto guaina	pag.	<a href="#">18</a>
" 6) Protezione contro i contatti indiretti	pag.	<a href="#">19</a>
" 7) Protezione mediante doppio isolamento	pag.	<a href="#">20</a>
" 8) Protezione delle condutture elettriche	pag.	<a href="#">20</a>
" 9) Apparecchiature modulari con modulo normalizzato	pag.	<a href="#">20</a>
" 10) Interruttori scatolati	pag.	<a href="#">21</a>
" 11) Interruttori automatici modulari	pag.	<a href="#">21</a>
" 12) Quadri di comando e distribuzione	pag.	<a href="#">21</a>