

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI ORDONA



Denominazione impianto:

**MASSERIA SAN MARCHITTO**

Ubicazione:

Comune di Ortona (FG)  
Località "Masseria San Marchitto"

Foglio: 11 / 12

Particelle: varie

**PROGETTO DEFINITIVO**

**per la realizzazione di un impianto agrovoltaico da ubicare in agro del comune di Ortona (FG) in località "Masseria San Marchitto", potenza nominale pari a 62,9838 MW DC, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nei comuni di Ortona (FG), Ascoli Satriano (FG) e Deliceto (FG).**

PROPONENTE



**HYDRA GROUP S.R.L.**

Altamura (BA) Via Andrea Giorgio 20 - CAP 70022

Partita IVA: 08596530728

Indirizzo PEC: [hydragroupsrl@pec.it](mailto:hydragroupsrl@pec.it)

**Codice Autorizzazione Unica G4BCDJ4**

ELABORATO

Calcoli preliminari sugli impianti

Tav. n°

**1CPI**

Scala

--

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Giugno 2022	Istanza VIA art.23 D.Lgs 152/06 – Istanza Autorizzazione Unica art.12 D.Lgs 387/03			

PROGETTAZIONE

**GRM GROUP S.R.L.**

Via Caduti di Nassiriya n. 179

70022 Altamura (BA)

P. IVA 07816120724

PEC: [grmgrouprsl@pec.it](mailto:grmgrouprsl@pec.it)

Tel.: 0804168931



IL TECNICO

**Dott. Ing. DONATO FORGIONE**

Via Raiale n. 110/Bis

65128 Pescara (PE)

Ordine degli Ingegneri di Pescara n. 1814

PEC: [grmgrouprsl@pec.it](mailto:grmgrouprsl@pec.it)

Cell:0804168931



**Dott. Ing. ANTONIO MISCHITELLI**

Via Mons. Tortorelli n.33

71013 San Giovanni Rotondo (FG)

Ordine degli ingegneri di Foggia nr. 1797



Spazio riservato agli Enti

<b>CALCOLI PRELIMINARI SUGLI IMPIANTI</b>	<b>2</b>
<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETÀ PROPONENTE</b>	<b>2</b>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>3</b>
<b>TERNA</b>	<b>9</b>
<b>CRITERIO GENERALE DI CALCOLO</b>	<b>10</b>
<b>CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA</b>	<b>10</b>
<b>DATI GENERALI DEL PROGETTO</b>	<b>13</b>
<b>CALCOLI E VERIFICHE ELETTRICHE</b>	<b>14</b>

## **CALCOLI PRELIMINARI SUGLI IMPIANTI PREMESSA**

Il sottoscritto ing. Antonio MISCHITELLI, nato ad San Giovanni Rotondo (FG) il 01/07/1968, C.F. MSCNTN68L01H926X, regolarmente iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Foggia col n. 1797, titolare dello Studio Tecnico Mischitelli, con sede in Via Mons. TORTORELLI, 33 – 71013 San Giovanni Rotondo (FG), P.I. 02173200714 incaricato dalla HYDRA GROUP s.r.l., con sede in Via Andrea Giorgio, 20 Altamura (BA), P.I. 08596530728, della progettazione dell'impianto elettrico a servizio dell'impianto agrovoltaico da 62,9838 MWp in DC da realizzarsi in località Masseria San Marchitto in agro del comune di Ortona (FG), redige la presente relazione tecnica di impianto. Il progetto è finalizzato alla produzione della cosiddetta energia elettrica "pulita" e ben si inquadra nel disegno nazionale di incremento delle risorse energetiche utilizzando fonti alternative a quelle di sfruttamento dei combustibili fossili, ormai repute spesso dannose per gli ecosistemi e per la salvaguardia ambientale.

## **DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETÀ PROPONENTE**

Il progetto in esame è proposto dalla società:

**HYDRA GROUP s.r.l.**

**VIA ANDREA GIORGIO 20 – 70022 ALTAMURA (BA)**

**P.IVA 08596530728**

**PEC [hydragroupsrl@pec.it](mailto:hydragroupsrl@pec.it)**

## RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti agrovoltai e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

### Normativa generale

**Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007:** Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Legge n. 239 del 23-08-2004:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006:** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008:** attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

**Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010:** modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.

**Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009:** regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

**Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007:** attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

**Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007:** testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

**Decreto 2-03-2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

**Legge n. 99 del 23 luglio 2009:** disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

**Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010):** Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

**Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28:** Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

**Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83:** misure urgenti per la crescita del Paese.

**Legge 11 agosto 2014, n. 116:** conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (GU Serie Generale n.192 del 20-8-2014 - Suppl. Ordinario n. 72).

**Decreto Ministero dello sviluppo economico del 19 maggio 2015 (GU n.121 del 27-5-2015):** approvazione del modello unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici integrati sui tetti degli edifici.

### Sicurezza

**D.Lgs. 81/2008:** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

### Ministero dell'interno

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.**

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione**

2012.

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".**

Normativa fotovoltaica

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI 82-25; V2:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI EN 60904-1(CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

**CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

**CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

**CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

**CEI EN 61730-1 (CEI 82-27):** qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione.

**CEI EN 61730-2 (CEI 82-28):** qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove.

**CEI EN 62108 (82-30):** moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**CEI EN 50380 (CEI 82-22):** fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

**CEI EN 50521 (CEI 82-31):** connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove.

**CEI EN 50524 (CEI 82-34):** fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici.

**CEI EN 50530 (CEI 82-35):** rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

**EN 62446 (CEI 82-38):** grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

**CEI 20-91:** cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

**UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

**CEI 0-2:** guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

**CEI 0-16:** regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

**CEI 0-21:** regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

**CEI 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

**CEI EN 50438 (CT 311-1):** prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.

**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 EN 60099-1 (CEI 37-1):** scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata

**CEI EN 60439 (CEI 17-13):** apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

**CEI EN 60445 (CEI 16-2):** 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 (CEI 70-1):** gradi di protezione degli involucri (codice IP).

**CEI EN 60555-1 (CEI 77-2):** disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

**CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31):** compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso " = 16 A per fase).

**CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** 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 50470-1 (CEI 13-52):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).

**CEI EN 50470-3 (CEI 13-54):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C).

**CEI EN 62305 (CEI 81-10):** protezione contro i fulmini.

**CEI 81-3:** valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

**CEI 20-19:** cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI 20-20:** cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI 13-4:** sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

**CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008:** requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

#### Connessione

**Delibera ARG/ELT n. 33-08:** condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

**Deliberazione 84/2012/R/EEL:** interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

#### Ritiro dedicato

**Delibera ARG/ELT n. 280-07:** modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.

#### Servizio di misura

**Delibera ARG/ELT n. 88-07:** disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

**TIME (2016-2019) - Allegato B Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione del servizio di misura dell'energia elettrica.

#### TICA

**Delibera ARG/ELT n. 99-08 TICA:** testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

**Deliberazione ARG/ELT 124/10:** Istituzione del sistema di Gestione delle Anagrafiche Uniche Degli Impianti di produzione e delle relative unità (GAUDÌ) e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica.

**Deliberazione ARG/ELT n. 181-10:** attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### TISP

**Delibera ARG/ELT n. 188-05:** definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 con modifiche e integrazioni introdotte con le delibere n. 40/06, n. 260/06, 90/07, ARG/ELT 74/08 e ARG/ELT 1/09.

**TISP - Delibera ARG/ELT n. 74-08:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto.

**Delibera ARG/ELT n.1-09:** attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.

**TISP 2013 Deliberazione n. 570/2012/R/EFR -** Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto: condizioni per l'anno 2013.

**TISP 2014 - Allegato A alla deliberazione 570/2012/R/EEL:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto con integrazioni e modifiche apportate con deliberazioni 578/2013/R/EEL, 614/2013/R/EEL e 612/2014/R/EEL.

**Documento per la consultazione 488/2013/R/EFR:** scambio sul posto: aggiornamento del limite massimo per la restituzione degli oneri generali di sistema nel caso di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

TERNA

---

**Gestione transitoria dei flussi informativi per GAUDÌ.**

**GAUDÌ - Gestione anagrafica unica degli impianti e delle unità di produzione.**

**FAQ GAUDÌ**

**Requisiti minimi per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT (Allegato A.68).**

**Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna (Allegato A.69).**

**Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita (Allegato A.70).**

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

## CRITERIO GENERALE DI CALCOLO

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

## CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.

f Perdite negli inverter.

g Perdite nei circuiti in alternata.

Al fine di contenere le perdite totali, un corretto dimensionamento della distanza tra le strutture e l'assenza di altre costruzioni rilevanti in prossimità dell'impianto, consentono di ritenere le perdite per riflessione e per ombreggiamento trascurabili.

Una buona scelta delle apparecchiature (moduli fotovoltaici e inverter) e la loro corretta installazione consente di limitare al massimo le perdite per effetto della temperatura.

Analogamente in fase di installazione una buona selezione dei moduli per la formazione delle stringhe, sulla base delle caratteristiche elettriche riportate nei flash report dei lotti di produzione dei moduli, e la formazione delle stringhe con moduli caratteristiche elettriche uguali ( a meno di piccole differenze) ma soprattutto aventi tensioni nominali molto simili, consente di limitare l'effetto delle correnti parassite che si determinano tra apparecchiature con tensioni differenti, e di conseguenza di limitare le perdite dovute al mismatching dei moduli.

Pertanto per consentire di massimizzare le perdite di energia vanno tenute in debita considerazione le perdite nei circuiti in corrente continua ed in corrente alternata.

Ciò si concretizza con il corretto dimensionamento delle sezioni dei circuiti, che devono essere tali da contenere la caduta di tensione globale dell'impianto entro l'ordine del 4%, ma anche tali da contenere il costo di realizzazione dell'impianto.

Un corretto dimensionamento del sistema consente inoltre di garantirne il corretto funzionamento, occorre infatti ricordare che tutti gli inverter sono caratterizzati da una tensione massima di esercizio, ma anche di un range di tensione in ingresso entro il quale è garantito il funzionamento dell'inverter e nel quale si ha la conversione di energia da continua in alternata, ora poiché i moduli fotovoltaici hanno una caratteristica corrente tensione che varia al variare della temperatura secondo dei coefficienti caratteristici di temperatura di ciascun modulo, occorre verificare che le caratteristiche elettriche della stringa siano compatibili con quelle dell'inverter, al fine di evitarne danneggiamenti e di consentirne il corretto funzionamento.

Occorre pertanto una volta scelti inverter e moduli fotovoltaici, ed aver determinato il numero di moduli da collegare in serie a formare la stringa, verificate che in corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

### **TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

### **TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

### **TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

### **CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

### **DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

## DATI GENERALI DEL PROGETTO

Il generatore fotovoltaico sarà di tipo installato a terra su tracker monoassiali est-ovest, e sarà costituito da moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da 660Wp, marca **TRINA SOLAR** modello **VERTEX TSM-DEG21C.20** posati in verticale su una fila.

I moduli hanno le seguenti caratteristiche elettriche :

### ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- $P_{MAX}$ (Wp)*	640	645	650	655	660	665
Power Tolerance- $P_{MAX}$ (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	17.19	17.23	17.27	17.31	17.35	17.39
Open Circuit Voltage- $V_{oc}$ (V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	18.26	18.31	18.35	18.40	18.45	18.50
Module Efficiency $\eta_m$ (%)	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. \*Measuring tolerance: ±3%.

### Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

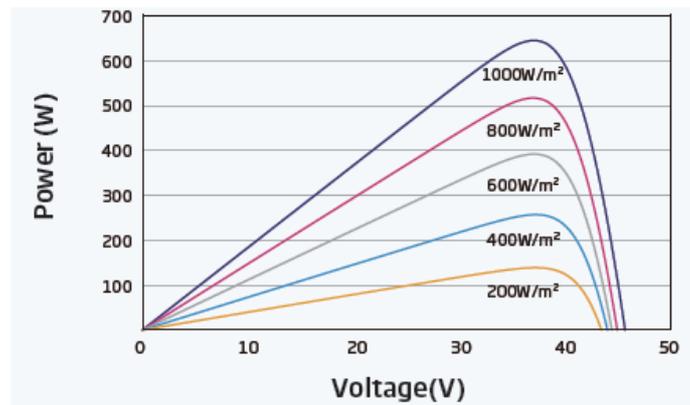
Total Equivalent power - $P_{MAX}$ (Wp)	685	690	696	701	706	712
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	18.39	18.44	18.48	18.52	18.56	18.60
Open Circuit Voltage- $V_{oc}$ (V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	19.54	19.59	19.63	19.69	19.74	19.79
Irradiance ratio (rear/front)	10%					

Power Bifaciality: 70±5%.

### ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- $P_{MAX}$ (Wp)	484	488	492	495	499	504
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	34.7	34.9	35.1	35.2	35.4	35.6
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	13.94	13.98	14.01	14.05	14.10	14.16
Open Circuit Voltage- $V_{oc}$ (V)	42.5	42.7	42.9	43.0	43.2	43.4
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	14.71	14.75	14.79	14.83	14.87	14.91

NOCT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.



Gli inverter sono della INGETEA modello INVERTER STATION C SERIES montati su skid prefabbricati e precablati contenenti inverter di Potenza variabile da 2245kVA fino a 3.740kVA, per ogni inverter è presente un trafo da 3000/4000kVA – 33 kV/0.66Kv

	INGECON® SUN 3825TL						
	C600	C615	C630	C645	C660	C675	C690
<b>Input (DC)</b>							
Recommended PV array power range <sup>(1)</sup>	3,144 - 4,188 kWp	3,222 - 4,293 kWp	3,301 - 4,398 kWp	3,379 - 4,502 kWp	3,458 - 4,607 kWp	3,537 - 4,712 kWp	3,615 - 4,816 kWp
Voltage Range MPP <sup>(2)</sup>	853 - 1,300 V	874 - 1,300 V	895 - 1,300 V	916 - 1,300 V	937 - 1,300 V	958 - 1,300 V	979 - 1,300 V
Maximum voltage <sup>(3)</sup>	1,500 V						
Maximum current	3,965 A						
N° Inputs with fuse-holders	Up to 24						
Fuse dimensions	630 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)						
Type of connection	Connection to copper bars						
Power blocks	1						
MPPT	1						
<b>Input protections</b>							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
DC switch	Motorized DC load break disconnect						
Other protections	Up to 24 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton						
<b>Output (AC)</b>							
Power @30 °C / @50 °C	3,326 kVA / 2,858 kVA	3,409 kVA / 2,929 kVA	3,492 kVA / 3,001 kVA	3,575 kVA / 3,072 kVA	3,658 kVA / 3,144 kVA	3,741 kVA / 3,215 kVA	3,824 kVA / 3,287 kVA
Current @30 °C / @50 °C	3,200 A / 2,750 A						
Rated voltage <sup>(4)</sup>	600 V IT System	615 V IT System	630 V IT System	645 V IT System	660 V IT System	675 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz						
Power Factor <sup>(5)</sup>	1						
Power Factor adjustable	Yes, 0 - 1 (leading / lagging)						
THD (Total Harmonic Distortion) <sup>(6)</sup>	<3%						
<b>Output protections</b>							

Sulla base della potenza di picco del campo in DC e delle caratteristiche dei moduli il campo il generatore fotovoltaico è costituito da 95.430 moduli da 660Wp in silicio monocristallino, posati su

una fila in verticale su strutture in acciaio zincato direttamente infisse nel terreno con angolo di azimut 0° ad inseguimento solare definito traker monoassiale.

Le 3.181 stringhe sono formate da 30 moduli collegati in serie, ciascuna delle stringhe afferisce ai quadri di parallelo dislocati in campo, 244 in tutto; 20 per il sottocampo 1, 24 per il sottocampo 2, 24 per il sottocampo 3, 28 per il sottocampo 4, 112 per il sottocampo 5 e 24 per il sottocampo 6. Tutti i quadri di ciascun sottocampo afferiscono ad inverter centralizzati di taglie comprese fra i 2,2MW e i 3,8MW: sono previste cabine di trasformazione con singolo inverter.

Tutti gli inverter sono alloggiati in uno skid prefabbricato plug and play contenente un trasformatore elevatore con la relativa protezione MT. I vari skid sono collegati tramite una rete in MT che raccoglie l'energia e la convoglia nelle cabine di raccolta da cui viene poi inviata al punto di consegna dove viene immessa nella rete elettrica nazionale.

## CALCOLI E VERIFICHE ELETTRICHE

Verifichiamo ora il corretto accoppiamento stringhe inverter in corrispondenza dei valori minimi ipotizzabili delle temperatura di lavoro dei moduli (0 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C):

<b>TENSIONI MPPT</b>	
Va a 50 °C (11911) maggiore di Vmppt min. (1003.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
Vm a -5 °C (1274V) minore di Vmppt max. (1510.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
Voc a -5 °C (1546 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1510.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
Voc a -5 °C (1546 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

Verificato il corretto accoppiamento stringhe inverter occorre determinare le sezioni dei circuiti sia in corrente continua che in corrente alternata sia in BT che in MT.

Al fine di ottimizzare le sezioni dei cavi contenendo i costi e le cadute di tensione è fondamentale la corretta individuazione della potenza dei carichi, delle posizioni degli inverter di stringa e delle cabine inverter che devono essere quanto più prossime al baricentro elettrico.

Il valore della caduta di tensione delle nuove linee è stato fissato al 4% e calcolato mediante la seguente formula, come previsto dalla sezione 5 della norma CEI 64/8

$$\Delta V = k \times I_b \times L \times (r \cos \varphi + x \sin \varphi)$$

Dove:

- K è un fattore di tensione pari a 2 per circuiti monofase e 1,71 per sistemi trifase
- L è la lunghezza della linea
- r è la resistenza per chilometro della linea
- x è la reattanza per chilometro della linea
- 

$$\Delta V\% = 100 \Delta V/V$$

Pertanto tutte le linee di alimentazione sono state dimensionate in modo tale da ottenere per tutta la linea, nelle ipotesi di carico equilibrato (per linee trifase) e concentrato alle estremità della linea, la rispondenza alla seguente condizione:

$$\Delta V\% \leq 4\%$$

Per ciascun tratto si è attribuito una caduta di potenziale massima così determinata :

- tratto CC  $\Delta V\% \leq 1\%$
- tratto AC (BT)  $\Delta V\% \leq 1,5\%$
- tratto AC (MT)  $\Delta V\% \leq 1,5\%$

Il calcolo della portata di conduttori è stato effettuato sulla base delle tabelle CEI UNEL 32024/1 per posa non interrata e CEI UNEL 32024/2 per posa interrata :

- tratto CC            Posa non interrata fissa sui traker cavo FG21OM21  
                                 Posa interrata in cavidotto corrugato cavo ARG16R16
- tratto AC (BT)      Posa interrata in cavidotto corrugato cavo ARG16R16
- tratto AC (MT)      Posa interrata in cavidotto corrugato cavo ARG7H1R1

La scelta di avere quadri di campo baricentrici rispetto alle stringhe e cabine MT baricentriche rispetto ai campi consente anche una standardizzazione delle sezioni dei cavi solari tratto CC e dei cavi MT e ciò anche al fine di una migliore gestione commerciale della commessa, fermo restando il rispetto dei limiti della caduta di tensione massima percentuale, si ha pertanto che le sezioni per tali tratti risultano :

- tratto CC : cavo FG21OM21 formazione 2x1x 6 mmq (6 mmq polo positivo e 6 mmq polo negativo)
- tratto AC (MT) : cavo ARG7H1R1 formazioni varie.

Per il collegamento quadri di stringa inverter, le sezioni sono riassunte nelle seguenti tabelle.

CAMPO 1		Stringhe	Potenza	DENOMINAZIONE LINEA			L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER	QUADRO		[W]					TIPO	POLI	N	SEZIONE	
1	1	12	237.600	L	1.	1	390	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	2	12	237.600	L	1.	2	345	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	3	12	237.600	L	1.	3	330	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	4	12	237.600	L	1.	4	315	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	5	12	237.600	L	1.	5	345	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	6	12	237.600	L	1.	6	290	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	7	12	237.600	L	1.	7	65	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	8	10	198.000	L	1.	8	210	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	9	10	198.000	L	1.	9	50	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	10	10	198.000	L	1.	10	40	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
		114	2.257.200									

CAMPO 1		Stringhe	Potenza	DENOMINAZIONE LINEA			L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER	QUADRO		[W]					TIPO	POLI	N	SEZIONE	
2	1	14	277.200	L	2.	1	600	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
	2	12	237.600	L	2.	2	175	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	3	12	237.600	L	2.	3	85	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	4	14	277.200	L	2.	4	440	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
	5	12	237.600	L	2.	5	400	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	6	12	237.600	L	2.	6	360	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	7	12	237.600	L	2.	7	315	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	8	12	237.600	L	2.	8	305	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	9	12		L	2.	9	275	ARG16R16	2x	2x	150	mmq

			237.600									
	10	12	237.600	L	2.	10	250	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
		124	2.455.200									

CAMPO 2		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA		L [m]	FORMAZIONE CAVO					
INVERTER	QUADRO						TIPO	POLI	N	SEZIONE		
1	1	14	277.200	L	1.	1	240	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	2	14	277.200	L	1.	2	290	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	3	14	277.200	L	1.	3	90	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	4	14	277.200	L	1.	4	65	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	5	12	237.600	L	1.	5	45	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	6	12	237.600	L	1.	6	60	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	7	12	237.600	L	1.	7	85	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	8	12	237.600	L	1.	8	105	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	9	12	237.600	L	1.	9	125	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	10	12	237.600	L	1.	10	145	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	11	12	237.600	L	1.	11	170	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	12	12	237.600	L	1.	12	340	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
		152	3.009.600									

CAMPO 2		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA		L [m]	FORMAZIONE CAVO					
INVERTER	QUADRO						TIPO	POLI	N	SEZIONE		
2	1	14	277.200	L	2.	1	290	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	2	14	277.200	L	2.	2	215	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	3	12	237.600	L	2.	3	225	ARG16R16	2x	2x	150	mmq

4	12	237.600	L	2.	4	160	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
5	12	237.600	L	2.	5	170	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
6	12	237.600	L	2.	6	130	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
7	12	237.600	L	2.	7	110	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
8	12	237.600	L	2.	8	90	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
9	12	237.600	L	2.	9	70	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
10	12	237.600	L	2.	10	125	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
11	12	237.600	L	2.	11	105	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
12	12	237.600	L	2.	12	145	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	148	2.930.400									

CAMPO 3		Stringhe	Potenza	DENOMINAZIONE LINEA		L [m]	FORMAZIONE CAVO					
INVERTER	QUADRO		[W]				TIPO	POLI	N	SEZIONE		
2	1	12	237.600	L	1.	1	280	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	2	12	237.600	L	1.	2	145	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	3	12	237.600	L	1.	3	240	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	4	12	237.600	L	1.	4	90	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	5	12	237.600	L	1.	5	200	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	6	12	237.600	L	1.	6	55	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	7	12	237.600	L	1.	7	175	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	8	12	237.600	L	1.	8	245	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	9	12	237.600	L	1.	9	205	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	10	12	237.600	L	1.	10	85	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	11	12	237.600	L	1.	11	230	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	12	10			L	1.	12	110	ARG16R16	2x	1x	150

		198.000						
	142	2.811.600						

CAMPO 3		Stringhe	Potenza	DENOMINAZIONE LINEA			L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER	QUADRO		[W]					TIPO	POLI	N	SEZIONE	
1	1	12	237.600	L	2.	1	335	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	2	12	237.600	L	2.	2	385	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	3	12	237.600	L	2.	3	210	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	4	12	237.600	L	2.	4	260	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	5	12	237.600	L	2.	5	290	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	6	12	237.600	L	2.	6	280	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	7	12	237.600	L	2.	7	225	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	8	12	237.600	L	2.	8	160	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	9	12	237.600	L	2.	9	145	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	10	12	237.600	L	2.	10	125	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	11	12	237.600	L	2.	11	130	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	12	12	237.600	L	2.	12	145	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
		144	2.851.200									

CAMPO 4		Stringhe	Potenza	DENOMINAZIONE LINEA			L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER	QUADRO		[W]					TIPO	POLI	N	SEZIONE	
1	1	14	277.200	L	1.	1	290	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	2	14	277.200	L	1.	2	415	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
	3	14	277.200	L	1.	3	455	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
	4	14	277.200	L	1.	4	225	ARG16R16	2x	2x	150	mmq

5	14	277.200	L	1.	5	280	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
6	14	277.200	L	1.	6	350	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
7	14	277.200	L	1.	7	320	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
8	14	277.200	L	1.	8	305	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
9	14	277.200	L	1.	9	320	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
10	14	277.200	L	1.	10	50	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
11	14	277.200	L	1.	11	45	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
12	13	257.400	L	1.	12	245	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
13	12	237.600	L	1.	13	325	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
14	12	237.600	L	1.	14	280	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	191	3.781.800									

CAMPO 4		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA		L [m]	FORMAZIONE CAVO					
INVERTER	QUADRO						TIPO	POLI	N	SEZIONE		
2	1	14	277.200	L	2.	1	400	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	2	14	277.200	L	2.	2	315	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	3	14	277.200	L	2.	3	165	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	4	14	277.200	L	2.	4	90	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	5	14	277.200	L	2.	5	75	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	6	14	277.200	L	2.	6	280	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	7	14	277.200	L	2.	7	230	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	8	14	277.200	L	2.	8	80	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	9	14	277.200	L	2.	9	355	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	10	14	277.200	L	2.	10	395	ARG16R16	2x	2x	240	mmq

11	13	257.400	L	2.	11	345	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
12	12	237.600	L	2.	12	360	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
13	12	237.600	L	2.	13	380	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
14	11	217.800	L	2.	14	475	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
	188	3.722.400									

CAMPO 5		Stringhe	Potenza	DENOMINAZIONE LINEA		L	FORMAZIONE CAVO					
INVERTER	QUADRO		[W]			[m]	TIPO	POLI	N	SEZIONE		
1	1	14	277.200	L	1.	1	240	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	2	14	277.200	L	1.	2	185	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	3	14	277.200	L	1.	3	200	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	4	14	277.200	L	1.	4	50	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	5	14	277.200	L	1.	5	240	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	6	13	257.400	L	1.	6	255	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	7	13	257.400	L	1.	7	265	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	8	13	257.400	L	1.	8	275	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	9	13	257.400	L	1.	9	290	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	10	13	257.400	L	1.	10	315	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	11	13	257.400	L	1.	11	370	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	12	13	257.400	L	1.	12	280	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	13	13	257.400	L	1.	13	395	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	14	13	257.400	L	1.	14	465	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
	187	3.702.600										

CAMPO 5		Stringhe	Potenza	DENOMINAZIONE LINEA			L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER	QUADRO		[W]					TIPO	POLI	N	SEZIONE	
2	1	14	277.200	L	2.	1	220	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	2	14	277.200	L	2.	2	225	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	3	14	277.200	L	2.	3	40	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	4	14	277.200	L	2.	4	375	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	5	14	277.200	L	2.	5	180	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	6	13	257.400	L	2.	6	205	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	7	13	257.400	L	2.	7	285	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	8	13	257.400	L	2.	8	210	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	9	13	257.400	L	2.	9	290	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	10	13	257.400	L	2.	10	255	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	11	13	257.400	L	2.	11	420	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
	12	13	257.400	L	2.	12	335	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	13	13	257.400	L	2.	13	385	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	14	13	257.400	L	2.	14	215	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
		187	3.702.600									

CAMPO 5		Stringhe	Potenza	DENOMINAZIONE LINEA			L [m]	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER	QUADRO		[W]					TIPO	POLI	N	SEZIONE	
3	1	14	277.200	L	3.	1	310	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	2	14	277.200	L	3.	2	230	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	3	14	277.200	L	3.	3	175	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	4	14	277.200	L	3.	4	35	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	5	14		L	3.	5	55	ARG16R16	2x	1x	240	mmq

		277.200									
6	13	257.400	L	3.	6	345	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
7	13	257.400	L	3.	7	490	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
8	13	257.400	L	3.	8	295	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
9	13	257.400	L	3.	9	305	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
10	13	257.400	L	3.	10	445	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
11	13	257.400	L	3.	11	285	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
12	13	257.400	L	3.	12	275	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
13	13	257.400	L	3.	13	330	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
14	13	257.400	L	3.	14	260	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	187	3.702.600									

CAMPO 5		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA		L [m]	FORMAZIONE CAVO					
INVERTER	QUADRO						TIPO	POLI	N	SEZIONE		
4	1	14	277.200	L	4.	1	215	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	2	14	277.200	L	4.	2	205	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	3	14	277.200	L	4.	3	140	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	4	14	277.200	L	4.	4	215	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	5	14	277.200	L	4.	5	225	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	6	13	257.400	L	4.	6	290	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	7	13	257.400	L	4.	7	80	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	8	13	257.400	L	4.	8	315	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	9	13	257.400	L	4.	9	365	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	10	13	257.400	L	4.	10	370	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	11	13		L	4.	11	340	ARG16R16	2x	2x	240	mmq

		257.400									
12	13	257.400	L	4.	12	110	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
13	13	257.400	L	4.	13	280	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
14	13	257.400	L	4.	14	345	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	187	3.702.600									

CAMPO 5		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA		L [m]	FORMAZIONE CAVO					
INVERTER	QUADRO						TIPO	POLI	N	SEZIONE		
5	1	14	277.200	L	5.	1	250	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	2	14	277.200	L	5.	2	320	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	3	14	277.200	L	5.	3	230	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	4	14	277.200	L	5.	4	90	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	5	14	277.200	L	5.	5	295	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	6	14	277.200	L	5.	6	75	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	7	14	277.200	L	5.	7	215	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	8	14	277.200	L	5.	8	220	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	9	14	277.200	L	5.	9	180	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	10	14	277.200	L	5.	10	315	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	11	12	237.600	L	5.	11	155	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	12	12	237.600	L	5.	12	245	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	13	12	237.600	L	5.	13	255	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	14	12	237.600	L	5.	14	90	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	188	3.722.400										

CAMPO 5	Stringhe	Potenza	DENOMINAZIONE	L	FORMAZIONE CAVO
---------	----------	---------	---------------	---	-----------------

INVERTER	QUADRO	[W]	LINEA			[m]	TIPO	POLI	N	SEZIONE		
			L									
6	1	14	277.200	L	6.	1	240	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	2	14	277.200	L	6.	2	270	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	3	14	277.200	L	6.	3	280	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	4	14	277.200	L	6.	4	310	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	5	14	277.200	L	6.	5	70	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	6	14	277.200	L	6.	6	85	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	7	14	277.200	L	6.	7	60	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	8	14	277.200	L	6.	8	120	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	9	14	277.200	L	6.	9	170	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	10	12	237.600	L	6.	10	140	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	11	12	237.600	L	6.	11	365	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	12	12	237.600	L	6.	12	295	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	13	12	237.600	L	6.	13	305	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	14	12	237.600	L	6.	14	430	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
		186	3.682.800									

CAMPO 5		Stringhe	Potenza	DENOMINAZIONE LINEA			L	FORMAZIONE CAVO				
INVERTER	QUADRO		[W]								TIPO	POLI
7	1	14	277.200	L	7.	1	450	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
	2	14	277.200	L	7.	2	600	ARG16R16	2x	3x	240	mmq
	3	14	277.200	L	7.	3	345	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	4	14	277.200	L	7.	4	230	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	5	14	277.200	L	7.	5	215	ARG16R16	2x	2x	150	mmq

6	14	277.200	L	7.	6	270	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
7	14	277.200	L	7.	7	185	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
8	14	277.200	L	7.	8	160	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
9	14	277.200	L	7.	9	30	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
10	14	277.200	L	7.	10	75	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
11	12	237.600	L	7.	11	185	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
12	12	237.600	L	7.	12	210	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
13	12	237.600	L	7.	13	240	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
14	12	237.600	L	7.	14	285	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	188	3.722.400									

CAMPO 5		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA		L [m]	FORMAZIONE CAVO					
INVERTER	QUADRO						TIPO	POLI	N	SEZIONE		
8	1	14	277.200	L	8.	1	195	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	2	14	277.200	L	8.	2	215	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	3	14	277.200	L	8.	3	220	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	4	14	277.200	L	8.	4	135	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	5	14	277.200	L	8.	5	195	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	6	14	277.200	L	8.	6	135	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	7	14	277.200	L	8.	7	155	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	8	14	277.200	L	8.	8	180	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	9	14	277.200	L	8.	9	175	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	10	14	277.200	L	8.	10	255	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	11	12	237.600	L	8.	11	285	ARG16R16	2x	2x	240	mmq

	12	12	237.600	L	8.	12	295	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	13	12	237.600	L	8.	13	270	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	14	12	237.600	L	8.	14	280	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
		188	3.722.400									

CAMPO 6		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA		L [m]	FORMAZIONE CAVO					
INVERTER	QUADRO						TIPO	POLI	N	SEZIONE		
1	1	14	277.200	L	1.	1	395	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	2	14	277.200	L	1.	2	460	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
	3	14	277.200	L	1.	3	525	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
	4	14	277.200	L	1.	4	115	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	5	12	237.600	L	1.	5	45	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	6	12	237.600	L	1.	6	40	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	7	12	237.600	L	1.	7	115	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	8	14	277.200	L	1.	8	325	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	9	14	277.200	L	1.	9	240	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	10	13	257.400	L	1.	10	375	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	11	12	237.600	L	1.	11	400	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	12	12	237.600	L	1.	12	415	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
		157	3.108.600									

CAMPO 6		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA		L [m]	FORMAZIONE CAVO					
INVERTER	QUADRO						TIPO	POLI	N	SEZIONE		
2	1	14	277.200	L	2.	1	350	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	2	14	277.200	L	2.	2	330	ARG16R16	2x	2x	240	mmq

3	14	277.200	L	2.	3	60	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
4	14	277.200	L	2.	4	140	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
5	14	277.200	L	2.	5	245	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
6	13	257.400	L	2.	6	295	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
7	14	277.200	L	2.	7	320	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
8	12	237.600	L	2.	8	185	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
9	14	277.200	L	2.	9	345	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
10	14	277.200	L	2.	10	205	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
11	12	237.600	L	2.	11	360	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
12	12	237.600	L	2.	12	375	ARG16R16	2x	2x	240	mmq
	161	3.187.800									

CAMPO 6		Stringhe	Potenza [W]	DENOMINAZIONE LINEA		L [m]	FORMAZIONE CAVO					
INVERTER	QUADRO						TIPO	POLI	N	SEZIONE		
3	1	14	277.200	L	3.	1	235	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	2	14	277.200	L	3.	2	215	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
	3	14	277.200	L	3.	3	145	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	4	14	277.200	L	3.	4	55	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	5	13	257.400	L	3.	5	45	ARG16R16	2x	1x	150	mmq
	6	14	277.200	L	3.	6	90	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	7	14	277.200	L	3.	7	155	ARG16R16	2x	1x	240	mmq
	8	14	277.200	L	3.	8	575	ARG16R16	2x	3x	240	mmq
	9	14	277.200	L	3.	9	560	ARG16R16	2x	3x	240	mmq
	10	14	277.200	L	3.	10	540	ARG16R16	2x	3x	240	mmq

11	12	237.600	L	3.	11	220	ARG16R16	2x	2x	150	mmq
12	12	237.600	L	3.	12	425	ARG16R16	2x	2x	300	mmq
	163	3.227.400									

La protezione delle linee di alimentazione dal sovraccarico verrà realizzata con fusibili sul lato CC e con interruttori automatici di massima corrente su tutte le linee AC idonee per tensioni di lavoro 800 Vac. Le condizioni a cui dovranno soddisfare i dispositivi scelti, sono le seguenti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

(CEI 64-8, art. 433.2)

e

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

Dove

- $I_b$  = corrente di impiego del cavo
- $I_n$  = corrente nominale dell'interruttore
- $I_z$  = portata del conduttore
- $I_f$  = corrente di funzionamento del dispositivo

La protezione dal cortocircuito verrà assicurata installando interruttori aventi potere di interruzione, direttamente o per filiazione, sicuramente superiore alla massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione.

Per la protezione dei cavi contro il cortocircuito ad inizio linea è stata invece verificata la seguente espressione:

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

Dove

- $I^2 t$  è l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore
- $K$  costante caratteristica dei cavi in funzione del tipo di isolante con conduttori in Alluminio
- $S$  sezione del cavo in  $mm^2$

Il potere di interruzione scelto per gli interruttori sarà maggiore del massimo valore della corrente di cortocircuito presunto e comunque in nessun caso inferiore a 16 kA.

Si rimanda agli elaborati grafici per quanto riguarda gli schemi unifilari dei quadri elettrici BT ed MT.

Il Tecnico  
 Ing. Antonio Mischitelli

Firma  