

REGIONE SICILIANA
COMUNE DI MARINEO (Pa)



**MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO / INTEGRAZIONE
IMPIANTISTICA PER LA S.M.S. L. PIRANDELLO**

PROGETTO ESECUTIVO 1° LOTTO

Elaborato	Allegato
RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI SCHEMI UNIFILARI	B 1.0.1
PROGETTISTA U.T.C. MARINEO	Scala:
	Data: Marzo 2015
	Agg.: Dicembre 2020

REGIONE SICILIANA
COMUNE DI MARINEO (Pa)



**MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO / INTEGRAZIONE
IMPIANTISTICA PER LA S.M.S. L. PIRANDELLO**

PROGETTO ESECUTIVO 1° LOTTO

Elaborato	Allegato
RELAZIONE SPECIALISTICA / SCHEMI UNIFILARI	B 1.0.1
PROGETTISTA U.T.C. MARINEO	Scala:
	Data: Marzo 2015
	Agg.: Dicembre 2020

Comune di Marineo: Progetto di "Messa in sicurezza e adeguamento / integrazione impiantistico" per la scuola media statale L. Pirandello" - 1° lotto esecutivo

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI

Fotovoltaico, Solare termico

GENERALITA'

La presente relazione tecnica ha per oggetto la realizzazione dell'impianto fotovoltaico di potenza pari a 20.700 kWp, sulla copertura della palestra della scuola media statale "Luigi Pirandello" di Marineo, dell'impianto di produzione di acqua calda sanitaria sulla copertura del corpo "C" mediante pannelli solari termici.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'impianto sarà progettato e realizzato in accordo alla normativa seguente:

- CEI 11-20 a CEI 11-1
- CEI 0-16
- Guida CEI 82-25

CEI / IEC per la parte elettrica:

- Norme e standard ENEL per la connessione alla rete locale;
- CEI / IEC 1215 per i moduli fotovoltaici;
- IEC 904/1-2-3 per i moduli fotovoltaici;
- UNI per la parte meccanica;
- DPR 547 per la sicurezza e la prevenzione infortuni;
- Normativa USL per la sicurezza e la prevenzione infortuni;
- D.Lgs 81/08 – Testo unico sulla Sicurezza;
- D.M. 37/08;
- Prescrizioni delle autorità locali;
- Prescrizioni ENEL DK 5940 ed. 2.2 24/47 Aprile 2007;
- Prescrizioni ENEL DK5600 - DK 5740;
- Prescrizioni ENEL DK 5640 luglio 2008;
- D.P.R. 27 Aprile 1955, n° 547;
- Legge 01 Marzo 1968, n° 186;
- Legge 18 Ottobre 1977, n° 791;
- D.P.R. n° 447 del 06 dicembre 1991;

- D.M. 14 giugno 1989 n° 236 e D.P.R. n° 503 del 24 Luglio 1996;
- D.Lgs 19 Settembre 1994 n° 626;
- D.Lgs 14 Agosto 1996 n° 494;
- D.L. 29 dicembre 2003 n° 387;
- D.M. 14 settembre 2005 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti;
- Decreto 17 maggio 2006 dell'Assessorato del Territorio e dell'Ambiente della Regione Sicilia;
- D.M. 19 febbraio 2007 del Ministero dello Sviluppo Economico;
- Piano Energetico ed Ambientale Regionale – Sicilia;
- Delibera AEEG n° 188 2005;
- Delibera AEEG n° 40 2006;
- Delibera AEEG n° 88 2007;
- Delibera AEEG n° 89 2007;
- Delibera AEEG n° 90 2007;
- Delibera AEEG n° 99 2008;
- Delibera AEEG ARG/elt 161/08;
- Delibera AEEG ARG/elt 197/08.

In particolare anche le seguenti Norme Tecniche:

- 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 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- 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 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- 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 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) serie composta da:
 - CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
 - CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
 - CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD);
- 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 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- 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 EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini serie composta da:
 - CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali;
 - CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio;
 - CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
 - CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990;

- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- 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 13-4: _Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- EN 50470-1 ed EN 50470-3 in corso di recepimento nazionale presso CEI;
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI 64-8, parte 7, sezione 712: Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione.

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO: IMPIANTO SOLARE TERMICO

Premessa

L'impianto che si andrà a realizzare sarà del tipo a bassa temperatura, con temperatura massima fino a 120°C. Il pannello solare termico è composto da un radiatore in grado di assorbire il calore dei raggi solari e trasferirlo ai serbatoi di acqua. Un pannello solare termico impiega circa 10 ore in media per riscaldare l'acqua del serbatoio. Il periodo di tempo necessario è fortemente variabile in base all'esposizione solare, alla stagione, alle condizioni metereologiche e alla latitudine. Nelle ore notturne è possibile utilizzare l'acqua riscaldata precedentemente nelle ore del giorno. Inoltre è da considerare che i moderni pannelli solari sono in grado di mantenere l'acqua precedentemente riscaldata per molte ore grazie all'uso di opportuni serbatoi coibentati allacciati al preesistente impianto.

Bisogna precisare che i pannelli solari non sostituiscono la caldaia a gas, ma è un sistema complementare che comporta la riduzione di gas necessario per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria.

al preesistente

Componenti solare termico:

- Pannello solare termico del tipo sottovuoto (*i tubi di vetro sottovuoto impediscono la cessione e la dispersione del calore*)
- Serbatoio coibentato
- Condotte
- Regolazione
- Valvola di non ritorno
- Vaso di espansione
- Scambiatore di calore
- Pompa di circolazione
- Energia integrativa (caldaia a gas metano)

Descrizione Tecnica del Sistema

L'intero impianto è composto da **17 pannelli solari termici** avente ciascuno una superficie di circa 2.5 mq. Ogni pannello solare è in grado di soddisfare le esigenze di 5-6 persone e produrre in totale 4250 litri di acqua calda sanitaria ogni giorno, considerando che un solo pannello è in grado di riscaldare circa 250 litri di acqua calda. Verranno utilizzati due serbatoi coibentati da 2000 litri circa ciascuno e posti in un locale tecnico accessibile solo da personale specializzato.

Con adeguata manutenzione, l'impianto avrà una durata vitale compresa tra i 10 ed i 20 anni.

L'impianto inoltre funzionerà in modo autonomo senza richiedere interventi operativi, occorrendo comunque la verifica periodica per accertare il buon funzionamento di tutti i componenti.

Sotto il profilo dell'ammortamento, **l'impianto si ammortizza nel giro di 3/5 anni** e consente di risparmiare l'80% circa di energia elettrica e di idrocarburi, contribuendo altresì all'emissione di CO₂ pari a zero, mancata emissione di calore, di ossidi di zolfo e di azoto nell'ambiente.

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Premessa

La potenza nominale del generatore fotovoltaico previsto è di **20,700 kWp** e sulla base di tale potenza è dimensionato tutto il sistema. L'impianto è destinato a funzionare "stand alone". Tale potenza è intesa come somma delle potenze di targa dei singoli moduli, così come misurata in fabbrica mediante apposita apparecchiatura di misura, alle condizioni standard di irraggiamento di 1000 W/m², AM = 1,5 con distribuzione dello spettro solare di riferimento e temperatura delle celle di 25 ± 2 °C.

L'intero impianto fotovoltaico sarà orientato a 0° SUD con un'inclinazione (angolo di TILT) di circa 30° per i moduli installati. L'inclinazione è fornita dalle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici.

Tale soluzione rappresenta il punto di massima ottimizzazione della produzione di energia.

Opere da realizzare

Le opere da realizzare per la messa in opera dell'impianto fotovoltaico di cui in oggetto, possono essere così sinteticamente elencate:

- posa dei moduli fotovoltaici, dei loro supporti e relativi ancoraggi su base in cls;
- realizzazione delle opere civili ovvero la formazione del cavidotto interrato (e ripristino) e dei relativi pozzetti che collegheranno la linea discendente dal corpo palestra all'armadio stagno in carpenteria metallica che ospita gli inverter e il dispositivo di interfaccia al locale tecnico;
- posa in opera dei conduttori elettrici intubati in apposite canalette o staffate a vista;
- collocazione dei quadri di campo per la protezione della CC ubicati nella copertura;
- posa in opera dei cavi solari per il collegamento dei / fra i moduli;
- posa in opera dell'armadio stagno in carpenteria metallica che ospita gli inverter (v. schema unifilare allegato alla presente) e il dispositivo di interfaccia ubicato sul calpestio esterno della palestra lato Sud-Ovest;
- collegamenti elettrici all'interno del locale tecnico con la posa in opera di appositi quadri per l'interruttore

differenziale, il magnetotermico, il sistema acquisizione dati "SAD", etc (v. tavola C 1.0.2).

Descrizione Tecnica del Sistema

L'intero impianto sarà composto da 90 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da **295 Wp** per un totale di **26.550 kWp**. La scelta del tipo di modulo sarà strettamente legata al panorama commerciale al momento di questa fase progettuale esecutiva e potrà subire delle variazioni che non modificheranno sostanzialmente le caratteristiche tecniche della centrale. Per la fase progettuale è stato scelto un modulo fotovoltaico Trinasolar TSM-DC05.

I singoli moduli sono collegati in serie a gruppi di 5 stringhe e 4 in parallelo.

Le stringhe confluiscono in appositi quadri di parallelo e monitoraggio stringhe (QPS – STRING MONITOR) nei quali vengono poste in parallelo, tramite appositi diodi di blocco e sezionatori valvolati e ne viene monitorata la corrente. Ad ogni ingresso dello string monitor confluiranno 2 stringhe in parallelo la cui corrente massima complessiva non supererà i 12 A.

I QPS convergono al quadro campo QPDC il quale converge, con cavi separati, a due inverter della potenza di 13,00 kW ciascuno.

I moduli fotovoltaici sono fissati a strutture portanti in acciaio zincato del tipo standard, prefabbricate da ditte del settore ed assemblate in loco ed ancorati su base in cls.

I calcoli strutturali, o per meglio dire le verifiche delle strutture ai carichi agenti (pannelli + vento) saranno forniti dalla ditta costruttrice di dette strutture, tenendo conto della posizione geografica del sito. Le sopradette strutture saranno prefabbricate, portanti ed indipendenti una con l'altra.

L'impianto sarà collegato alla rete di terra esistente secondo la vigente normativa.

Caratteristiche elettriche dei componenti

Moduli fotovoltaici scelti per la progettazione del presente impianto, saranno in silicio monocristallino di potenza pari a 295Wp. I moduli fotovoltaici, saranno costituiti da celle in silicio monocristallino sottile collegate in serie/parallelo tra loro. Le caratteristiche elettriche tipiche dei moduli, misurate in condizioni standard (AM=1,5 ; E=1000 W/m² ; T=25 °C) sono:

MODULO Trinasolar TSM-DC05		
Potenza nominale (Pm)	295	Wp
Tensione a vuoto (Voc)	37,0	V
Tensione a potenza max (Vmpp)	29,8	V
Corrente di cortocircuito (Isc)	8,26	A
Corrente a potenza max (Impp)	7,72	A
Altezza	1650	mm
Larghezza	992	mm
spessore	46	mm
Peso	19,5	KG
Superficie	0,16	mq

I moduli sono qualificati in accordo alla normativa CEI / IEC 61646 ed IEC 61730 classe A, condizione

necessaria per l'accesso alle tariffe incentivanti di cui al D.M. 19/02/2007. Il modulo potrà essere cambiato in fase realizzativa in funzione del panorama commerciale del momento, preferendo moduli migliorativi con eguale costo.

Quadri elettrici

I quadri di stringa detti QPS (v. schema unifilare a blocchi allegato alla presente) hanno la funzione di collegare in parallelo tramite opportuni diodi i vari pannelli di moduli e di effettuarne la protezione dalle sovratensioni ed il monitoraggio. Saranno utilizzati quadri del tipo STRING MONITOR prefabbricati ed ognuno conterrà in uscita un sezionatore sotto carico per la disconnessione dall'inverter. Il grado di protezione sarà minimo IP65 realizzato in resina autoestinguente, con portina frontale trasparente montata su cerniere e munita di battuta in neoprene. Per consentire l'ingresso dei cavi, il quadro sarà dotato sui lati inferiore e superiore di fori pretranciati. Inoltre il quadro dovrà essere dotato di ogni accessorio per assicurare il perfetto funzionamento. Per il collegamento dei cavi elettrici alle morsettiere si adopereranno connettori multicontact per sezioni non superiori a 6 mm²; oltre si procederà con capocorda ad occhiello e perni di serraggio. Tutti i cavi in ingresso ed in uscita dal quadro dovranno essere contrassegnati da una targhetta che ne identifichi la stringa di appartenenza e, se non diversamente specificato dal colore, la polarità.

Il quadro di parallelo detto QPDC sarà in resina autoestinguente, gradi di protezione IP65 per esterno, isolamento in classe II, con fissaggio sia vista che a parete.

Tutte le apparecchiature saranno accessibili singolarmente per il controllo e l'eventuale asportazione senza necessità di rimuovere quelle adiacenti, le sbarre saranno di rame elettrolitico ricotto o cavi unipolari di sezione opportuna.

La morsettiera generale conterrà uno o più contatti dell'impianto di terra dove saranno collegate tutte le parti metalliche facenti parte del quadro stesso.

I quadri, adatti per l'installazione all'esterno, avranno le seguenti caratteristiche:

- a) materiale antiurto ed autoestinguente
- b) inalterabilità per temperatura -10/+50 °C
- c) grado di protezione minimo IP55

Strutture di sostegno moduli fotovoltaici

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sono prefabbricate verranno assemblate direttamente sul luogo di installazione, e le stesse saranno dimensionate conformemente alla normativa vigente, ed in particolare:

Standard di carico

- a. CNR-UNI 10012/85
- b. D.M. 12 febbraio 1982
- c. Circolare Ministero dei Lavori Pubblici n. 22631 del 24 maggio 1982

Normative di calcolo

- d. CNR-UNI 10011/88
- e. D.M. 14 febbraio 1992
- f. D.M. 14 gennaio 2008

La ditta costruttrice, così come già accennato, sarà onerata di fornire copia dei calcoli di dimensionamento e dei carichi massimi ammissibili dalle strutture. Le strutture sopraccitate saranno ancorate alla copertura attraverso apposite basi in cls per evitare forature o danneggiamenti del manto impermeabilizzante.

Cablaggi

I cavi sono dimensionati e concepiti in modo tale da semplificare e ridurre al minimo le operazioni di posa in opera e con particolare riguardo al contenimento delle cadute di tensione. Queste saranno, indicativamente, contenute entro il 2% del valore nominale.

La serie tra i vari moduli è fatta utilizzando il cavo in dotazione ai moduli stessi già intestato con connettori ad innesto rapido e a tenuta stagna tipo Multicontact.

Il collegamento tra le serie dei moduli ed il quadro QPS viene realizzato con cavo tipo FG7R o FG9R (o equivalenti) isolati in gomma EPR e PVC con sezione del conduttore pari a 6 o 10 mmq, i morsetti di giunzione fra i cavi di collegamento al QPS e i poli dei moduli fotovoltaici terminali di stringa dovranno avere grado di protezione non inferiore a IP55, per evitare l'istaurarsi di corrosive correnti galvaniche nel caso di infiltrazioni di umidità.

Il collegamento tra i quadri QPS ed il quadro QPDC verrà invece effettuato mediante cavo unifilare con sezioni comprese tra 16 e 25 mmq FG7R (o equivalente) isolato in gomma e PVC in relazione alla distanza ed al fine di contenere le cadute di tensione entro il 2%.

I cavi avranno la guaina in EPR o in gomma etilenpropilenica (cavi tipo FG7OR doppio isolamento). La tensione nominale sarà di 0,6 / 1 kV e la tensione d'isolamento 4 kV.

I conduttori saranno di corda di rame ricotto, in accordo alle norme CEI 20-32/1980.

I cavi di collegamento dei quadri di campo QPDC con l'inverter relativo installato nel locale tecnico (inverter) saranno posati in parte su canalina metallica ed in parte all'interno di appositi cavidotti.

Sistema di conversione e controllo

La conversione corrente continua in corrente alternata a 50 Hz è ottenuta da un opportuno convertitore e trasformatore. La potenza nominale in uscita dei due inverter sarà di 10.50 kW, in grado di erogare - lato corrente alternata - e per periodi limitati potenze superiori al 10% della nominale.

Il sistema di conversione e controllo è interno a ciascun inverter, ed è costituito essenzialmente dalle seguenti parti:

- a. filtro lato corrente continua;
- b. ponte a semiconduttori (IGBT);
- c. unità di controllo;
- d. filtro di uscita;
- e. sistema di acquisizione dati (DAS).

Ogni singolo inverter sarà fornito di filtri per il contenimento delle armoniche verso rete secondo la

vigente normativa, con valore fissato a “1”. Nella regolazione, nel campo di funzionamento $20 \div 100\%$, la variazione invece sarà contenuta entro (\pm) il 10%.

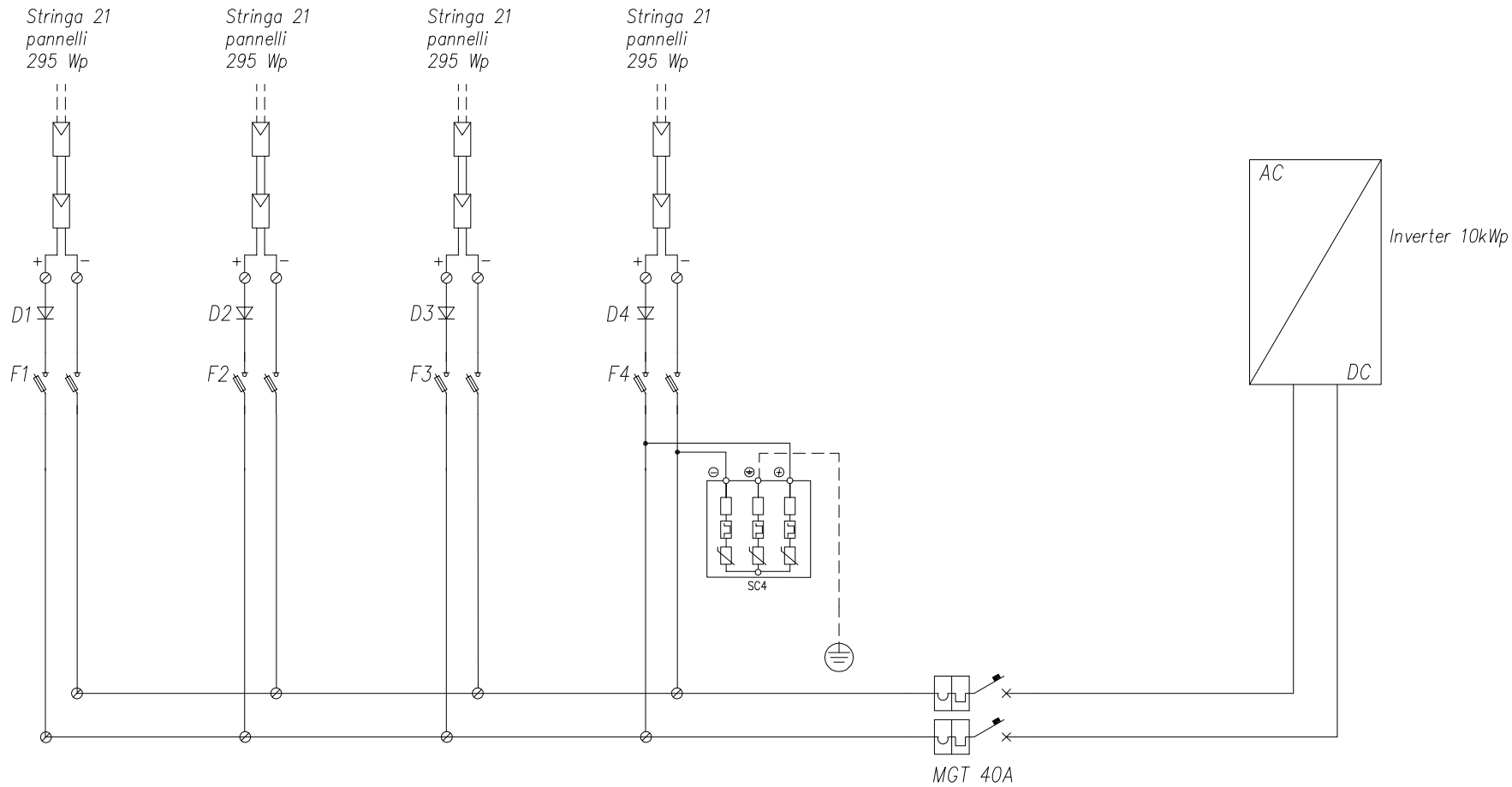
INVERTER		
N° Inverter	1	
Tensione cc max	600	V
Corrente cc max	45.8	A
Potenza max	230	kWp
Potenza ca nominale	10.5	kW
Tensione di funzionamento rete	270	V
Corrente ca nominale	320	A

Il sistema di conversione sarà installato in apposito armadio stagno realizzato in carpenteria metallica, posto ai piedi della palestra sul lato Sud – Ovest opportunamente protetto contro gli agenti atmosferici e contro ogni atto di vandalismo.

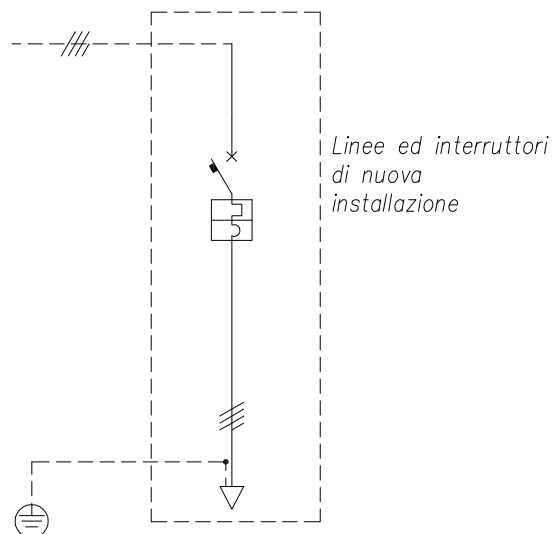
Il Progettista

UTC MARINEO

Marineo, lì ottobre 2020



lcc trifase kA <10
lcc monofase kA <6



NOME FILE /		NOTE NOTES
SCALA SCALE	# #	DATA DATE

