

Agenzia del Demanio
Direzione Regionale Marche

Via Fermo, 1 60128 Ancona AN

dre.Marche@agenziademanio.it

RPT. Ing Stefano Santarelli mandatario

Tel. 0731/212819

Fax 0731/219153

Via A. Novello, 9 60035 Jesi AN
studio@santarelliandpartners.com



MCB0239ADMMC0015001 XX CA E DEZ005
RELAZIONE SPECIALISTICA E DI CALCOLO IMPIANTO
FOTOVOLTAICO, SCHEMA UNIFILARE E
CALCOLO DI PRODUZIONE

Lotto n.3

Realizzazione della Nuova Caserma dell'Arma
dei Carabinieri, Comune di Fiastra (MC)

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI

Ing. Stefano Santarelli
timbro e firma

Arch. Emanuele Marcotullio
timbro e firma

Geol. Daniele Stronati
timbro e firma

Ing. Francesco Antonio Pieretti
timbro e firma

Ing. Diego Cesaretti
timbro e firma

Ing. Marco Mancini
timbro e firma

Arch. Stefano Pieretti
timbro e firma

Ing. Sara Mosca
timbro e firma

Ing. Andrea Ciarimboli
timbro e firma

RELAZIONE SPECIALISTICA E DI CALCOLO IMPIANTO FOTOVOLTAICO, SCHEMA UNIFILARE E CALCOLO DI PRODUZIONE

Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti

Gli impianti elettrici devono essere realizzati a regola d'arte (Legge n. 186 del 01/03/1968, Decreto n. 37 del 22/01/2008). Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di Legge e ai regolamenti vigenti alla data del contratto ed in particolare devono essere conformi:

- alle normative CEI;
- alle prescrizioni dei VV.F. e delle Autorità locali;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica, per quanto di loro competenza nei punti di consegna;
- alle prescrizioni del Capitolo del Ministero LL.PP.;
- alle disposizioni della ditta esercente i telefoni;
- alle norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;

Le principali norme alle quali occorre attenersi nella realizzazione degli impianti sono:

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 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: Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;

CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;

CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI 61646 (82-12): Moduli a film sottile (SILICIO AMORFO) per applicazioni terrestri;

CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili;

CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;

CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;

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 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini;

CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;

CEI 81-4: Valutazione del rischio dovuto al fulmine;

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

UNI 10349: Riscaldamento e raffreddamento degli edifici. Dati climatici.;

CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.

Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici emanati dalle società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica (DK 5940).

Le principali leggi alle quali occorre attenersi nella realizzazione degli impianti sono:

- Legge 186/68 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni, impianti elettrici ed elettronici"
- Decreto n. 37 del 22/01/2008 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n° 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- DECRETO 11 ottobre 2017 Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici;

- DECRETO LEGISLATIVO 3 agosto 2009, n. 106. Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.M. n. 569 del 20 maggio 1992 "Norme di sicurezza antincendio per gli edifici storici e artistici destinati a musei, gallerie, esposizioni e mostre";

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

A servizio dell'edificio verrà installato un impianto fotovoltaico connesso alla rete pubblica.

DATI DI PROGETTO

disposizione architettonica

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza di picco pari a 12,6kWp. Il campo fotovoltaico sarà installato sulla copertura dell'edificio nella falda ad EST.

caratteristiche elettriche dell'impianto

Per l'esecuzione del progetto sono stati considerati i seguenti dati:

TIPO DI IMPIANTO: Impianto elettrico utilizzatore di 1a categoria (50 V V_n 1.000 V), con alimentazione da rete pubblica di bassa tensione;

PUNTO DI ORIGINE: Locale quadri elettrici;

SISTEMA DI FORNITURA: Corrente alternata trifase più neutro, con frequenza 50 Hz;

TENSIONE NOMINALE di FORNITURA: Circuito trifase più neutro a 400 V;

SISTEMA DI DISTRIBUZIONE: Tipo TT, con impianto di terra comune a tutte le sezioni dell'impianto.

ELEMENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico in oggetto è costituito da moduli in silicio mono/policristallino che presentano le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale in uscita del singolo modulo: 350 Wp;
- Tensione a circuito aperto: 30,7 V;
- Corrente di corto circuito: 8,88 A;
- Efficienza modulo: 15,5%;
- Tensione massima di sistema a corrente continua: 1000 V dc;

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

- Dimensioni: 1661x990x50 mm;
- Certificazioni: IEC 61215 Ed.2; IEC 61730-1; IEC 61730-2; IEC 61140; IEC 61701;

Valori corrispondenti alle condizioni standard di prova: irraggiamento di 1000 W/m², spettro della massa d'aria AM 1,5 e temperatura della cella di 25°C.

CABLAGGIO, QUADRI DI CAMPO E PARALLELO DI RETE

Il solaio di copertura ospiterà le stringhe collegati al MPPT di ogni inverter e corredate di sezionatore CC di stringa.

Il quadro di consegna dell'energia e parallelo rete è preposto ad effettuare il collegamento dell'inverter alla rete elettrica di distribuzione in bassa tensione trifase. All'interno di tale quadro è contenuto il dispositivo di interruzione della linea in uscita dall'inverter.

L'impianto fotovoltaico viene connesso elettricamente alla rete di proprietà dell'utente a valle del dispositivo generale di utente di controllo e misura, di proprietà del distributore della rete.

INVERTER

I convertitori statici CC/CA e le stringhe elettriche fotovoltaiche sono stati dimensionati in base alle tensioni di ingresso nell'inverter, al range operativo del sistema MPPT ed alla tensione di uscita AC. La conversione CC/CA è garantita un inverter di potenza 10 kW.

Si allega la scheda tecnica delle caratteristiche dell'inverter ipotizzato da cui prendere le caratteristiche principale a riferimento per la scelta esecutiva.

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

	SE12.5K	SE15K	SE16K	SE17K	SE25K	SE27.6K	
USCITA							
Potenza in uscita CA nominale	12500	15000	16000	17000	25000 ⁽¹⁾	27600	VA
Potenza in uscita CA massima	12500	15000	16000	17000	25000 ⁽¹⁾	27600	VA
Tensione in uscita CA - Fase - Fase / Fase - Neutro (nominale)	380 / 220 ; 400 / 230						Vca
Tensione in uscita CA - Range di tensione Fase - Neutro	184 - 264,5						Vca
Frequenza CA	50/60 ± 5						Hz
Corrente continua in uscita massima (per fase)	20	23	25,5	26	38	40	A
Reti supportate - trifase		3 / N / PE (Connessione a stella con Neutro)					V
Monitoraggio dell'impianto, protezione anti islanding, fattore di potenza configurabile, soglie configurabili in base al paese	Sì						
INGRESSO							
Potenza CC massima (Modulo STC)	16850	20250	21600	22950	33750	37250	W
Senza trasformatore, senza messa a terra	Sì						
Tensione massima in ingresso	900						Vcc
Tensione CC nominale in ingresso	750						Vcc
Corrente in ingresso massima	21	22	23	23	37	40	Acc
Protezione dalla polarità inversa	Sì						
Rilevamento dell'isolamento per guasto di terra	Sensibilità 700kΩ				Sensibilità 350kΩ ⁽²⁾		
Efficienza massima dell'inverter	98				98,3		%
Efficienza ponderata europea	97,7	97,6	97,7	97,7	98	98	%
Consumo energetico notturno	< 2,5				< 4		W
FUNZIONI AGGIUNTIVE							
Interfacce di comunicazione sostenute ⁽³⁾	RS485, Ethernet, Zigbee (opzionale), Wi-Fi (opzionale), GSM integrato (opzionale)						
Smart Energy Management	Limitazione dell'esportazione in rete, Gestione dell'Energia Domestica						
DISPOSITIVO DI SICUREZZA LATO CC (OPZIONALE)							
Sezionatore a 2 poli	Non disponibile				1000V / 40A		
Protezione da sovratensione lato CC	Non disponibile				Tipo II, unità sostituibile sul campo		
Fusibili lato CC (su polo positivo e negativo)	Non disponibile				Opzionale, 20A		
Conformità	Non disponibile				UTE-C15-712-1		
CONFORMITÀ AGLI STANDARD							
Sicurezza	IEC-62103 (EN50178), IEC-62109, AS3100						
Standard per il collegamento alla rete ⁽⁴⁾	VDE-AR-N-4105, G59/3, AS-4777, EN 50438, CEI-021, VDE 0126-1-1, CEI-016 ⁽⁵⁾ , BDEW						
Emissioni	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3, IEC61000-3-11, IEC61000-3-12						
RoHS	Sì						
SPECIFICHE PER L'INSTALLAZIONE							
Diametro pressacavo CA di uscita / Sezione del cavo	15-21mm / Cavo rigido 2.5-16 mm ² , Cavo flessibile (a treccia) 2.5-10 mm ²				18-25mm / Cavo rigido 2.5-16 mm ² , Cavo flessibile 2.5-10 mm ²		
Ingresso CC	2 coppie di connettori MC4				3 coppie di connettori MC4		
Ingresso CC con dispositivo di sicurezza	Non disponibile				Diametro esterno pressacavo 5 - 10		mm
					Sezione cavi 0,5 – 13,5		mm ²
Dimensioni (AxLxP)	540 x 315 x 260						mm
Dimensioni con dispositivo di sicurezza (AxLxP)	Non disponibile				775 x 315 x 260		mm
Peso	33,2				45		kg
Peso con dispositivo di sicurezza	Non disponibile				48		kg
Intervallo di temperatura operativo	-20 - +60 ⁽⁶⁾ (Versione M40 -40 - +60)						°C
Raffreddamento	Forzato (ventola sostituibile dall'utente)						
Rumore	< 50				< 55		dBA
Classe di protezione	IP65 - Esterno e interno						
Montato su staffa (in dotazione)							

⁽¹⁾ 24.99kVA in the UK⁽²⁾ In conformità alle normative locali⁽³⁾ Fare riferimento alla sezione Schede Tecniche -> Comunicazione nella pagina Download per specifiche delle opzioni di comunicazione disponibili: <http://www.solaredge.com/groups/support/downloads>⁽⁴⁾ Per tutti gli standard fare riferimento alla categoria "Certificati" nella sezione Download del nostro sito web: <http://www.solaredge.com/groups/support/downloads>⁽⁵⁾ Solo per il modello SE25K e SE27.6K⁽⁶⁾ Per informazioni sul derating consultare <https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-temperature-derating-note.pdf>

INTERFACCIA CON LA RETE ELETTRICA

Per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete pubblica l'impianto sarà provvisto di protezioni che ne impediscono il funzionamento in isola elettrica, così come previsto dalla norma CEI 11-20 e dalle prescrizioni del distributore DK 5940. Inoltre l'impianto FV verrà disconnesso dalla rete elettrica di distribuzione quando i valori di funzionamento relativi a tensione e frequenza di rete dovessero uscire dall'intervallo di valori definito di seguito:

- minima tensione: 0,8 Vn (tempo di intervento 0,2 s)
- massima tensione: 1,2 Vn (tempo di intervento 0,15 s)
- minima frequenza: 49,7 Hz (tempo di intervento 0,0 s) (senza ritardo intenzionale)
- massima frequenza: 50,3 Hz (tempo di intervento 0,0 s) (senza ritardo intenzionale)

Tali protezioni fanno parte integrante del gruppo di conversione e rispondono ai requisiti ed alle caratteristiche indicate nelle tabelle di unificazione Enel.

QUADRO DI CAMPO DC SEZIONAMENTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il quadro di campo, ha grado di protezione IP65 ed è progettato e costruito in accordo alla Guida fotovoltaico CEI 82-25. È equipaggiato con scaricatori di tensione (SPD) su ogni polarità verso terra in accordo alla analisi rischio fatta in base alla norma EN 62305-2.

Il quadro è realizzato con i seguenti componenti:

- Sezionatore da 1000 V dc per poter intervenire in tutta sicurezza;
- Limitatore di sovratensione da 600 o 1000 V per DC;
- Morsetteria a vite per le connessioni (inverter, stringhe...);
- Connettori per ingresso;
- Pressacavi per uscite verso inverter,

Si raccomanda, nell'ingresso delle condutture al quadro, il mantenimento del grado di protezione iniziale dello stesso con l'utilizzo di appositi pressacavi o guarnizioni.

I quadri di stringa saranno posti tutti nel locale quadri al piano seminterrato.

IMPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto di terra deve essere comune all'intero complesso ed unico per le masse simultaneamente accessibili. Come impianto di dispersione sarà utilizzato quello della civile abitazione.

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

MATERIALI DA UTILIZZARE PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione dei lavori dovranno essere conformi alle prescrizioni indicate nella presente specifica tecnica, nelle norme CEI, alle dimensioni unificate secondo le tabelle UNEL e provvisti del marchio IMQ (quando ammessi al regime del marchio).

Essi dovranno essere nuovi di costruzione e dovranno inoltre essere scelti per qualità e provenienza di primarie case costruttrici e fra quanto di meglio il mercato sia in grado di fornire.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta delle apparecchiature in considerazione anche della continuità del servizio e della facilità di manutenzione.

CAVI

I cavi utilizzati dovranno essere del tipo non propagante l'incendio, rispondenti alla norma CEI 20-22, ed avranno una tensione di isolamento minimo, superiore di un gradino alla tensione di impiego ($U_0/U = 450/750V$).

I conduttori previsti saranno dimensionati secondo i dati della tabella CEI-UNEL 35024/1 e 35024/2 tenendo conto di una temperatura iniziale di 30°C, di una temperatura massima di esercizio e di una temperatura massima di corto circuito adeguati al tipo dell'isolante (CEI 64-8 tabella 52 D).

Nel caso siano posati nella stessa condotta conduttori di sistemi a tensione diversa (cavi per energia ed impianti speciali), tutti i conduttori dovranno essere isolati per la tensione più elevata (CEI 64-8 art. 521.6).

Nella scelta del colore dei conduttori, il bicolore giallo-verde sarà tassativamente riservato ai conduttori di protezione ed equipotenziali ed il colore blu chiaro sarà destinato esclusivamente al conduttore di neutro (CEI 64-8 art. 514.3.1).

Per la distribuzione dell'energia sono utilizzati i seguenti cavi:

Cavi per la distribuzione dell'energia:

- cavi unipolari isolati in PVC, qualità R2 non propaganti l'incendio, con corde flessibili in rame, per tensioni nominali 450/750 V sigla di riferimento N07V-K.

Cavi per applicazioni in impianti fotovoltaici:

- cavi unipolari con isolante a mescola elastomerica reticolata a base di gomma sintetica tipo HEPR, guaina a mescola elastomerica reticolata senza alogeni a base EVA, conduttore flessibile rame stagnato secondo CEI 20-29 classe 5, tensione nominale AC 0.6/1kV e DC 0,9/1,5kV, sigla di riferimento FG21M21.

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

TUBI E GUAINE

La distribuzione degli impianti sarà differenziata secondo le specifiche necessità e pertanto, in relazione alle diverse tipologie impiantistiche, saranno installate le tubazioni di seguito descritte:

- guaine in PVC flessibile autoestinguente, serie pesante, complete di accessori di giunzione e derivazione, conformi alle relative tabelle UNEL 37118-37119-37120;
- tubi in PVC rigido autoestinguente, serie pesante, completi di accessori di giunzione e derivazione, conformi alle relative tabelle UNEL 37118-37119-37120 (derivazioni non soggette a danneggiamenti meccanici), comunque in grado di garantire un grado di protezione non inferiore ad IP4X oltre ad una buona resistenza meccanica;

I tubi dovranno essere dimensionati in modo che il loro diametro sia pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in essi contenuti.

Tale accorgimento renderà possibile un'eventuale aggiunta di conduttori senza arrecare deterioramento all'isolamento degli esistenti e permetterà di non apportare pregiudizio alla sfilabilità dei cavi.

Tutte le tubazioni, qualunque sia il tipo di posa dovranno avere andamento prevalentemente rettilineo.

Si potranno seguire percorsi non rigorosamente rettilinei solamente in corrispondenza di eventuali ostacoli (canali, tubazioni di altri impianti).

POSA DELLE CONDUTTURE

Per condotta si intende l'insieme costituito da uno o più conduttori elettrici e dagli elementi che assicurano il loro isolamento, il loro supporto, il loro fissaggio e la loro eventuale protezione meccanica (CEI 64-8/2 art. 26.1).

I tubi protettivi, le cassette e le scatole per l'impianto di energia e per gli impianti speciali (controllo e segnalazione) dovranno essere dedicate e distinte fra loro (CEI 64-8/5 art. 528.1.1).

Le condutture elettriche dovranno essere opportunamente distanziate da tubazioni che producano calore, fumi o vapori. Se ciò non fosse possibile si dovranno utilizzare opportuni accorgimenti onde evitare eventuali effetti dannosi.

SOVRATENSIONI

In merito alla fulminazione indiretta, l'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto può provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti dell'impianto

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti tra cui, in particolare, l'inverter. Gli inverter indicati in progetto sono dotati di varistori lato DC e lato AC.

PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO

L'energia raccolta dai moduli fotovoltaici dipende dalla latitudine del sito, dall'esposizione dei moduli, dall'irraggiamento e dagli ombreggiamenti.

L'irraggiamento dipende dalla stagione, dall'ora del giorno e dalle condizioni meteorologiche. Inoltre, la quantità di energia raccolta dal generatore fotovoltaico dipende dalla temperatura dei moduli, dalla configurazione del campo, dalle caratteristiche elettriche e ottiche dei moduli fotovoltaici e, infine, dalla riflettanza (o albedo) della superficie d'installazione.

Le prestazioni dei moduli sono influenzate dalla tolleranza sulla potenza (che non deve superare il 5%) e dal decadimento delle prestazioni, garantite all'80% della potenza nominale dopo 25 anni.

A parità d'insolazione, all'aumentare della temperatura delle celle, si ha una diminuzione della tensione e della potenza erogata. In particolare, nel caso di moduli al silicio cristallino, per ogni 10°C di aumento di temperatura si ha una diminuzione della potenza erogata pari a circa il 5% e una diminuzione di tensione dell'ordine del 3%.

Per ciascun periodo dell'anno esiste un diverso valore dell'angolo di inclinazione ottimale (tilt).

Il picco invernale viene raccolto per angoli di tilt elevati (65°) mentre il picco estivo si ottiene per angoli di tilt piccoli (15°): il picco su base annuale si ottiene invece per angoli di tilt leggermente inferiori alla latitudine del sito.

L'installazione dell'impianto e le successive modifiche o ampliamenti sono soggetti al rilascio della certificazione di conformità da parte dell'installatore secondo il d.m. 37/08 e s.m.i.

L'installazione e la manutenzione delle macchine devono avvenire secondo il DPR 459/96 e il manuale d'istruzione predisposto dal costruttore, al fine di mantenere nel tempo le caratteristiche di sicurezza ed efficienza dell'ambiente di lavoro.

Potrà costituire una miglioria l'aggiunta di pannelli fotovoltaici fino a 19,8kWp.

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

Tutti gli impianti sopra descritti dovranno essere collaudati secondo le modalità specifiche, dovranno essere certificati ai sensi del D.M. 37/08 e di ogni altra normativa vigente in ambito di sicurezza degli impianti, antincendio, risparmio energetico, acustica e di prodotto.

I marchi proposti nel progetto hanno lo scopo di:

- individuare il livello di qualità richiesto dai componenti dell'impianto;
- **ottimizzare gli interventi ed i costi manutentivi e facilitare il loro interfacciamento** concentrandosi il più possibile su una marca prevalente.

In fase esecutiva la scelta di materiali dovrà rispondere agli stessi requisiti ed avere caratteristiche equivalenti a quelli indicati ed avendo cura che gli stessi siano conformi alle direttive Europee. Tale conformità dovrà essere dimostrata presentando le specifiche tecniche dei componenti scelti.

Le voci dell'elenco prezzi riportano diverse tipologie di codice alfanumerico:

- E.01.008 (lettera.numero): estratto dal prezzo del cratere Marche aggiornato al 2018;
- 13.18.006 (solo codici numerici): estratto dal prezzo Marche 2019;
- NP...: nuovi prezzi desunti da apposita analisi prezzi;

Per alcune lavorazioni, non previste nei prezzi della regione Marche, sono stati utilizzati i prezzi anno 2019 dell'Umbria e dell'Abruzzo poiché è stato verificato tali prezzi sono congrui con quelli medi di mercato della regione Marche. Per tali voci, nell'elenco prezzi sono stati utilizzati i seguenti codici alfanumerici:

- UMB.18.....(codice numerico con prefisso UMB) estratto dal prezzo Umbria 2019;
- ABR.18.....(codice numerico con prefisso ABR) estratto dal prezzo Abruzzo 2019.

Allegati:

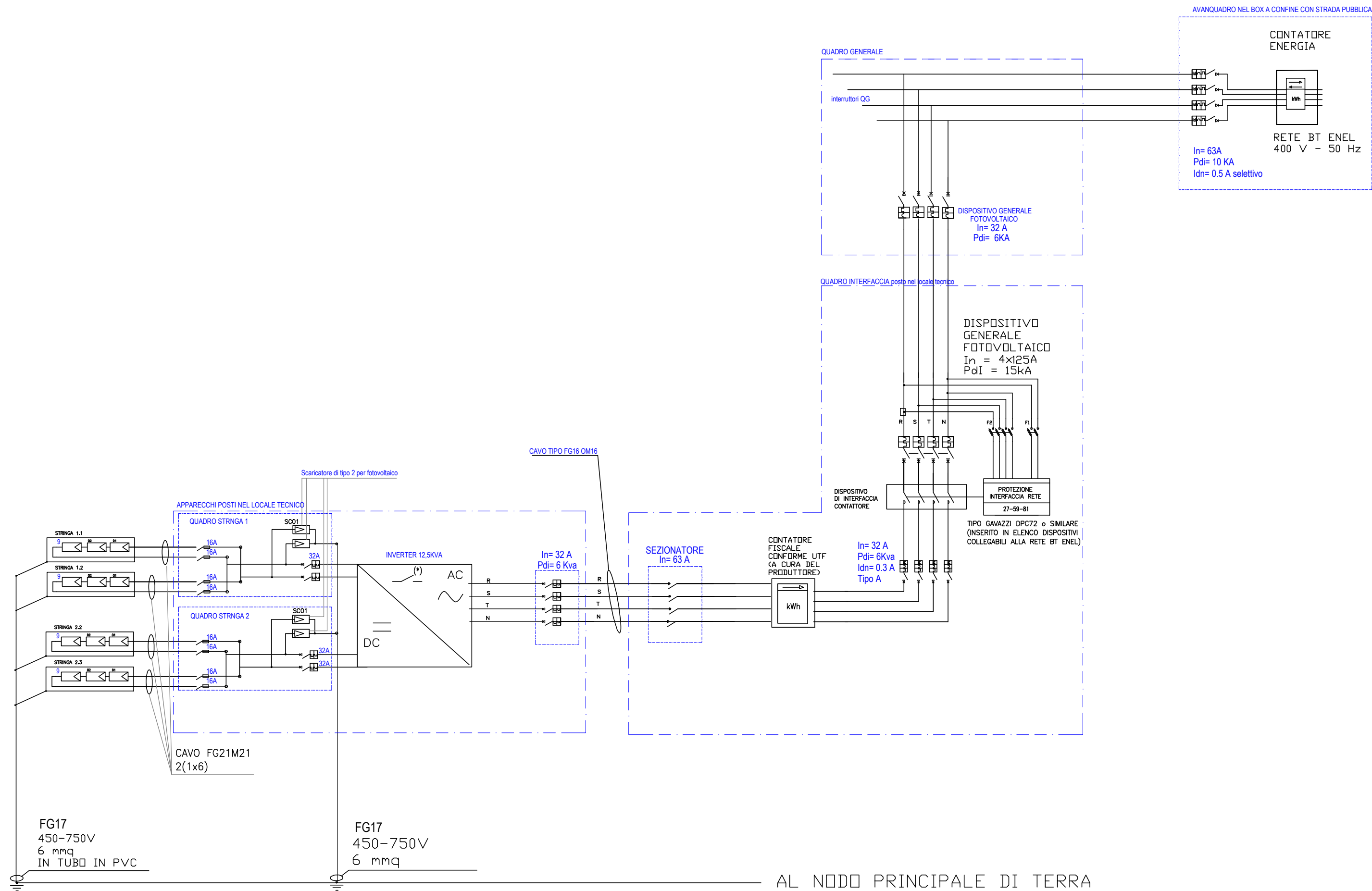
- Schema unifilare impianto fotovoltaico;
- Calcolo della produzione impianto fotovoltaico.

Chiaravalle, 7 Aprile 2021

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

SCHEMA UNIFILARE - FOTOVOLTAICO



CALCOLO PRODUZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Caratteristiche geografiche

Località **Fiastra**
 Provincia **Macerata**
 Altitudine s.l.m. **732** m
 Latitudine nord **43° 2'** Longitudine est **13° 9'**
 Gradi giorno DPR 412/93 **2496**
 Zona climatica **E**

Località di riferimento

per dati invernali **Macerata**
 per dati estivi **Macerata**

Stazioni di rilevazione

per la temperatura **Camerino**
 per l'irradiazione **Camerino**
 per il vento **Camerino**

Caratteristiche del vento

Regione di vento: **B**
 Direzione prevalente **Nord-Ovest**
 Distanza dal mare **> 40** km
 Velocità media del vento **1,6** m/s
 Velocità massima del vento **3,2** m/s

Dati invernali

Temperatura esterna di progetto **-4,8** °C
 Stagione di riscaldamento convenzionale dal **15 ottobre** al **15 aprile**

Dati estivi

Temperatura esterna bulbo asciutto **33,2** °C
 Temperatura esterna bulbo umido **23,4** °C
 Umidità relativa **44,4** %
 Escursione termica giornaliera **12** °C

Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	2,5	2,7	6,7	10,4	14,8	18,2	22,4	22,1	15,4	11,1	7,8	3,6

Irradiazione solare media mensile

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m ²	1,4	2,7	3,4	5,7	8,2	9,3	9,8	7,2	4,6	3,1	2,0	1,4
Nord-Est	MJ/m ²	1,5	3,4	5,3	8,5	11,2	12,0	13,6	10,8	7,2	4,3	2,4	1,6
Est	MJ/m ²	2,5	6,3	8,7	11,5	13,6	13,9	16,4	14,2	10,8	7,9	4,6	3,5
Sud-Est	MJ/m ²	3,9	9,2	10,8	12,0	12,5	12,1	14,4	13,9	12,3	10,8	7,2	6,3
Sud	MJ/m ²	4,8	10,8	11,3	10,7	10,2	9,4	11,0	11,6	11,8	12,2	8,9	8,2
Sud-Ovest	MJ/m ²	3,9	9,2	10,8	12,0	12,5	12,1	14,4	13,9	12,3	10,8	7,2	6,3
Ovest	MJ/m ²	2,5	6,3	8,7	11,5	13,6	13,9	16,4	14,2	10,8	7,9	4,6	3,5
Nord-Ovest	MJ/m ²	1,5	3,4	5,3	8,5	11,2	12,0	13,6	10,8	7,2	4,3	2,4	1,6
Orizz. Diffusa	MJ/m ²	2,1	3,8	4,5	7,2	8,8	9,0	8,6	7,9	6,1	4,1	2,9	2,0
Orizz. Diretta	MJ/m ²	1,3	4,6	7,5	9,9	12,2	12,9	16,8	13,4	9,3	6,4	3,0	2,3

Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: **294** W/m²

PANNELLI SOLARI FOTOVOLTAICI

Edificio : Caserma Fiastra

Energia elettrica da produzione fotovoltaica	13668	kWh/anno
Fabbisogno elettrico totale dell'impianto	33734	kWh/anno
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	40,5	%
Energia elettrica da rete	20065	kWh/anno

Energia elettrica mensile dell'impianto fotovoltaico ($E_{el,pv,out}$)

Mese	$E_{el,pv,out}$ [kWh]
Gennaio	300
Febbraio	671
Marzo	1024
Aprile	1371
Maggio	1702
Giugno	1700
Luglio	2050
Agosto	1753
Settembre	1262
Ottobre	924
Novembre	516
Dicembre	395
TOTALI	13668

Descrizione sottocampo

Modulo utilizzato	LG350N1C-V5 o equivalente
Numero di moduli	36
Potenza di picco totale	12600 Wp
Superficie utile totale	81,36 m ²

Dati del singolo modulo

Potenza di picco	W_{pv}	350	Wp
Superficie utile	A_{pv}	1,72	m ²
Fattore di efficienza	f_{pv}	0,75	-
Efficienza nominale		0,15	-

Dati posizionamento pannelli

Orientamento rispetto al sud	γ	70,0	°
Inclinazione rispetto al piano orizzontale	β	17,0	°
Coefficiente di riflettanza (albedo)		0,13	

Energia elettrica mensile prodotta dal sottocampo

Mese	E_{pv} [kWh/m ²]	$E_{el,pv,out}$ [kWh]
gennaio	31,7	300
febbraio	71,1	671
marzo	108,3	1024
aprile	145,1	1371
maggio	180,1	1702
giugno	179,9	1700
luglio	216,9	2050
agosto	185,5	1753
settembre	133,6	1262
ottobre	97,8	924
novembre	54,6	516
dicembre	41,8	395
TOTALI	1446,4	13668

Legenda simboli

E_{pv} Irradiazione solare mensile incidente sull'impianto fotovoltaico
 $E_{el,pv,out}$ Energia elettrica mensile prodotta dal sottocampo