



CITTA' DI TORINO

DIPARTIMENTO GRANDI OPERE,
INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ
Divisione infrastrutture - Servizio Suolo Parcheggio

PARCHEGGIO PUBBLICO INTERRATO
PIAZZA BENGASI

CUP C11I13000010007 - CIG 8530185359 - CPV 71242000-6 - C. NUTS ITC11

PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Arch. Paola DE FILIPPI

COLLABORATORI TECNICI DEL RUP

Ing. Giovanni SELVAGGI

Ing. Giuseppe POPPA

R.T.P.

ICIS S.r.l. - Società di Ingegneria



Mandataria R.T.P. - Integrazione prestazioni specialistiche -
Strutture - Geologia e Geotecnica - Viabilità e Sottoservizi - CAM

STUDIO ROLI ASSOCIATI



Architettura - Edilizia - Sistemazioni Esterne

STUDIO RENATO LAZZERINI



Impianti Idraulici, Meccanici,
Elettrici e Speciali

Dott. Stefano ROLETTI

Acustica Ambientale

Ing. Gian Franco SILLITTI

Prevenzione Incendi

GAE Engineering S.r.l.



Strategia Antincendio
Coordinamento Sicurezza in Progettazione

Ing. Luigi QUARANTA

Coordinamento Sicurezza in Progettazione



IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

Relazione sull'Impianto Fotovoltaico

Integratori Prestazioni Specialistiche:

Ing. Paolo S. PAGANO (ICIS Srl)

Ing. Luciano LUCIANI (ICIS Srl)

Progettista Impianti Elettrici e Speciali:

Ing. M. LAZZERINI (Studio LAZZERINI)

REDAZIONE	CODICE GENERALE ELABORATO							
STIEL	L2687	PE	B	FTV	00	02		
CONTROLLO	N	DATA	NOTE EMISSIONE	SCALA				
Ing. Marco LAZZERINI	00	Agosto 2024	Prima emissione					
	01	Ottobre 2024	Emissione Post Verifica					
AUTORIZZAZIONE	02	Ottobre 2024	Emissione per appalto	DATA				
Ing. Luciano LUCIANI				Ottobre 2024				

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	4
2	NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO	5
3	CRITERI DI PROGETTAZIONE	11
3.1	AMBIENTE D'INSTALLAZIONE	11
3.2	ARCHITETTURA DEL SISTEMA ELETTRICO ALIMENTATO IN MEDIA TENSIONE	11
3.3	CRITERI DI PROGETTO GENERALI.....	11
3.4	CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO	11
3.5	PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI	11
3.6	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	12
3.7	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEL SISTEMA TN-S	12
3.8	SICUREZZE ANTINFORTUNISTICHE.....	13
3.9	PROTEZIONE ANTINCENDIO	13
4	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DA REALIZZARE.....	14
4.1	ALIMENTAZIONI GENERALI	14
4.1.1	CONSEGNA DELL'ENERGIA	14
4.1.2	CABINA DI TRASFORMAZIONE	14
4.2	IMPIANTO GENERATORE FOTOVOLTAICO	14
4.2.1	SEZIONAMENTO DI EMERGENZA DELL'IMPIANTO.....	14
4.2.2	IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE PRIMARIA DELL'ENERGIA ELETTRICA.....	14
4.2.3	GENERATORE FOTOVOLTAICO CON ACCUMULO DI ENERGIA	15
4.2.4	RADIAZIONE SOLARE	15
4.2.5	MODULI FOTOVOLTAICI	17
4.2.6	GRUPPO DI CONVERSIONE	17
4.2.7	DIMENSIONAMENTO DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO.....	20
4.2.8	QUADRO ELETTRICO CON PROTEZIONE DI INTERFACCIA	20
4.2.9	STAZIONE DI ACCUMULO DELL'ENERGIA	21
4.2.10	CAVI ELETTRICI	21
4.2.11	STRUTTURE DI FISSAGGIO ALLA COPERTURA.....	22
4.2.12	SISTEMA DI CONTROLLO REMOTO.....	23
4.2.13	IMPIANTO DI MESSA A TERRA.....	23
5	CRITERI ADOTTATI PER LA PREVENZIONE INCENDI.....	24
5.1	GENERALITA'	24
5.2	UBICAZIONE ED ANALISI DEL RISCHIO	24
5.3	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE ED INSTALLAZIONE.....	24
5.4	REAZIONE AL FUOCO DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO	25
5.5	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DELL'AREA D'INSTALLAZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FV	25

5.6	PROTEZIONE DAL RISCHIO DI PROPAGAZIONE D'INCENDIO ALL'INTERNO DELL'EDIFICIO PROVENIENTE DALL'IMPIANTO FV	25
5.7	PROTEZIONE DAL RISCHIO DI FOLGORAZIONE DURANTE LE OPERAZIONI DI ESTINZIONE D'INCENDI.....	25

1 INTRODUZIONE

Forma oggetto della presente relazione tecnica la descrizione dell'impianto fotovoltaico che sarà posto a servizio del Parcheggio Ipogeo e della Piazza Bengasi di Torino.

La relazione di progetto riguarda quindi la realizzazione del suddetto impianto secondo quanto prescritto dalla normativa CEI vigente, dalla norma CEI 64-8 VIII edizione e dal Decreto n. 37 del 22/1/2008.

I lavori da eseguire, più specificatamente descritti ai paragrafi seguenti, possono essere riassunti secondo i seguenti capitoli d'opera:

- Quadro elettrico fotovoltaico;
- Distribuzione dell'energia;
- Generatore fotovoltaico con accumulo su batterie stazionarie;
- Impianto di messa a terra

Nel seguito sono descritti in dettaglio i vari sistemi elettrici previsti, i criteri e le modalità esecutive delle opere, le caratteristiche essenziali dei componenti e delle apparecchiature impiegate.

Sono anche precisati i metodi di dimensionamento adottati, con riferimento agli aspetti elettrici (sezione dei cavi, coordinamento con le relative protezioni, ecc..).

Ad integrazione di quanto contenuto in questa sede sono da considerare gli elaborati grafici, che costituiscono parte integrante del progetto e forniscono gli elementi occorrenti alla determinazione delle quantità di apparecchiature e componenti, del loro posizionamento, nonché di ulteriori aspetti atti ad individuare - quanto meglio possibile - le opere progettate.

2 NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO

In termini generali, materiali, apparecchiature e modalità di installazione saranno conformi a tutte le Leggi e le normative vigenti, fra cui - a titolo esemplificativo e non limitativo - si citano:

Regole tecniche di Sicurezza sul Lavoro:

RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
D.Lgs. 09/04/08 n. 81	Testo unico per la sicurezza sul lavoro
D.Lgs 03/08/2009 n°106	Disposizioni integrative e correttive del D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

Regole tecniche Impianti Elettrici:

RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
Legge 186 del 1968	Componenti elettrici ed impianti a regola d'arte
D.M. 22/01/08 n.37	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli edifici" e successive integrazioni e modifiche
DPR 380/2001, capo V	Norme per la sicurezza degli impianti
IRETI	Guida per le connessioni alla rete elettrica di IRETI
L.R. n.17 del 28/04/1998	Norme in Materia di Illuminazione Esterna
D.Lgs 30/06/03 n. 196	Videosorveglianza Codice in materia di protezione dei dati personali

Prevenzione Incendi:

RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
DPR 01/08/2011 n.151	Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, del decreto - legge 31 maggio 2010, n.78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122
D.M. 07/08/2012	Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n.151
D.M. 30/11/1983	Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi
D.M. 03/08/2015 e smi	Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del Decreto Legislativo 8 marzo 2006, n.139.
D.M. 20/12/2012	Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi
D.M. 15/05/2020	Approvazione delle norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di autorimessa
D.M. 13/07/2011	Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi
D.M. 15/07/2014	Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore ad 1 m ³
DCPREV n.1324 del 07/02/2012	"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" e successiva circolare di chiarimento prot. N.6334 del 2012.

Norme UNI:

RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
UNI EN 12464-1	Illuminazione artificiale del luogo di lavoro interni
UNI EN 12464-2	Illuminazione artificiale del luogo di lavoro esterni
UNI EN 1838	Illuminazione di emergenza
UNI 9795: 2021	Rivelazione e segnalazione automatica d'incendio
UNI 8477/1	Calcolo dell'irraggiamento solare su superficie orientata o inclinata
UNI 10439	Calcolo dell'irraggiamento solare su superficie piane
UNI 10877	Sistemi di estinzione incendi ad estinguenti gassosi

Norme CEI:

In particolare si richiamano qui di seguito alcune delle normative CEI (da intendersi nell'edizione più recente, e comprensive di eventuali relative varianti) più ricorrenti nell'ambito degli impianti in oggetto, pur permanendo l'obbligo di rispettare comunque ogni altra norma o prescrizione applicabile - sia di carattere generale sia specifica di prodotto e/o lavorazione - anche se non esplicitamente citata.

RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
CEI 17-13	Apparecchiature di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)
CEI EN 50522:2011-03 (CEI 99-3)	Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
CEI 64-52	Edilizia ad uso residenziale e terziario Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici Criteri particolari per edifici scolastici
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 0-10	manutenzione degli impianti elettrici
CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
CEI 0-3-V1	Documentazione decreto 22/1/08 n.37;
CEI 8-12	Tensioni normalizzate CENELEC
CEI EN 60529 (CEI 70-1)	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
CEI EN 61936-1: (CEI 99-2)	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Parte 1: Prescrizioni comuni
CEI 11-35	Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/bt del cliente/utente finale;
CEI 11-37	Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione > 1 kV;
CEI EN 60079-10-1	Atmosfere esplosive per la presenza di gas - Classificazione dei luoghi;
CEI 31-35	Guida nell'applicazione delle norme 31-30;
CEI 17-4	Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1.000 V - Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata e a tensione superiore a 1.000 V
CEI 17-6	Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1 a 52 kV;
CEI 17-9	Interruttori di manovra ed interruttori di manovra-sezionatori per alta tensione.
CEI 14-4	Trasformatori di potenza;
CEI EN 60076-11	Trasformatori di potenza a secco.
CEI 33-8/9/10/11	Condensatori statici di rifasamento per impianti d'energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 1.000 V.

RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
CEI 17-5	Interruttori automatici per c.a. e tensione nominale non superiore a 1.000V e per c.c. e tensione nominale non superiore a 1.200 V;
CEI EN 61869-2	Trasformatori di misura – Prescrizioni aggiuntive per trasformatori di corrente;
CEI EN 61869-3	Trasformatori di misura – Prescrizioni aggiuntive per trasformatori di tensione induttivi;
CEI 64-8 – V4	Cavi elettrici contenenti i requisiti di cui al Regolamento UE n.305/2011. Cavi CPR
CEI IEC/TR 60890 (CEI 17-43)	Modalità di verifica tramite calcolo della sovratemperatura per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
CEI 20-22	Cavi elettrici non propaganti l'incendio
CEI 20-13	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
CEI 20-14	Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R2 con grado di isolamento superiore a 3;
CEI 20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
CEI 20-21/1 1/1-2/1-3/2-2/3-3	Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente
CEI 20-22	Cavi non propaganti l'incendio - prove;
CEI HD 361-S4 (CEI 20-27)	Sistemi di designazione per cavi
CEI 20-36	Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio;
CEI 20-37	Prove sui gas emessi durante la combustione dei cavi elettrici;
CEI 20-38	Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio ed a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, a tensione $\leq 0,6/1kV$;
CEI 20-45	Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH), a tensione $0,6/1kV$.
CEI EN 61386-21	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 21: prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi ed accessori;
CEI EN 61386-22	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 22: prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli ed accessori;
CEI EN 50085-2-1	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche – Parte 2-1: sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto;
CEI 34-23	Apparecchi di illuminazione - Parte 3° Requisiti particolari - Apparecchi fissi per uso generale.
CEI EN 62040-1 A1/A11 (CEI 22-32)	Sistemi statici di continuità (UPS) Parte 1: Prescrizioni di sicurezza
CEI EN 62040-2 (CEI 22-29)	Sistemi statici di continuità (UPS) Parte 2: Requisiti di compatibilità elettromagnetica (EMC)
CEI EN 62040-3 (CEI 22-24)	Sistemi statici di continuità (UPS) Parte 3: Prescrizioni di prestazione e metodi di prova
CEI EN 62040-4 (CEI 22-47)	Sistemi statici di continuità (UPS) Parte 4: Aspetti ambientali - Prescrizioni e rapporto di prova
CEI EN 50171	Sistemi di alimentazione centralizzata
CEI EN IEC 62485-2 (CEI 21-79)	Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni - Parte 2: Batterie stazionarie
CEI 61000-2-2	Compatibilità elettromagnetica: livelli di compatibilità;
CEI 61000-3-12	Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 e ≤ 75 A/fase;
CEI 61000-4	Compatibilità elettromagnetica: test d'immunità;
CEI 439	Sicurezza delle apparecchiature a bassa tensione;
CEI EN 60529	Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
ISO 3746	Misura del rumore acustico;
	Marchio CE.
CEI 64-8 e varianti V1 a V4	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in Corrente alternata e a 1500V in corrente continua



RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
CEI 64-11	Impianti elettrici nei mobili
CEI 64-12 /+V1	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
CEI 64-14 /+V1	verifica degli impianti elettrici
CEI 64-50 +V1-V2	Edilizia ad uso residenziale e terziario: Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici - Criteri generali
CEI 64-100	montanti degli edifici
CEI 100-6, CEI 111-126 (CEI EN 50083-7, 60728-11)	distribuzione di segnali via cavo
CEI 107 – CT 107 (tutti i fascicoli)	apparecchi elettrici utilizzatori
CEI 111-7, CEI 111-13 CEI EN 50081-1	compatibilità elettromagnetica
CEI CT 306, 306-2, -4, -5, -6, -7, -9	rete strutturata
CEI EN 50174-1, -2, -3, CEI EN 50310, CEI EN 50346	cablaggio strutturato per trasmissione dati
CEI 34-111 (CEI EN 50172)	Sistemi di illuminazione di emergenza di evacuazione
CEI 11-17 V1	Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. Linee in cavo
CEI 103-1	Impianti telefonici interni
CEI EN 60598-1 (CEI 34-21)	Apparecchi di illuminazione. Parte 1.a: Prescrizioni generali a prove
CEI EN 60598-2-22 (CEI 34-22)	Apparecchi di illuminazione. Parte 2a: Requisiti particolari. Illuminazione di emergenza
CEI EN 12464-1	impianti di illuminazione
CEI EN 60742 (CEI 96-2)	Trasformatori di isolamento e di sicurezza
CEI EN 50086-2-4	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31)	Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3-2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase)
CEI EN 61386-1	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 61386-23	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
UNI EN 12613	Dispositivi di avviso visuali di materia plastica per cavi e tubazioni interrati
CEI EN 61439-1 (CEI 121-25)	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali
CEI EN 61439-2 (CEI 121-24)	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – parte 2: Quadri di potenza
CEI EN 61439-3 (CEI 17-116)	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
CEI 23-3 /+V1 (CEI EN 60898-1), (CEI EN 60947-2)	interruttori automatici
CEI 23-9 /+V1 (CEI EN 60669-1)	apparecchi di comando non automatici
CEI 23-42 (CEI EN 61008-1)	interruttori differenziali
CEI 23-44 (CEI EN 61009-1)	interruttori differenziali magnetotermici
CEI 32-1 /+V1, CEI 32-18 (CEI EN 60269-1)	fusibili bt

RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
CEI 23-31	sistemi di canali metallici
CEI 23-32	sistemi di canali di materiale plastico isolante
CEI 23-73	colonne e torrette a pavimento
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 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 EN 62305-1 (CEI 81-10/1)	Protezione contro i Fulmini – Parte 1 – Principi generali
CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2)	Protezione contro i Fulmini – Parte 2 – Valutazione del rischio
CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3)	Protezione contro i Fulmini – Parte 3 – Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4)	Protezione dai Fulmini – Parte 4 – Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture
CEI 81-3: Ab	Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico
CEI 13-4	Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
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 100-55 (CEI EN 60849)	sistemi elettroacustici di emergenza
CEI EN 60947-1 CEI EN 60947-2 CEI EN 60664-1 CEI EN 61000-4-1 CEI EN 61557-12 CEI EN 60068-2	<p>Gli interruttori scatolati saranno conformi alle seguenti normative:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CEI EN 60947-1 (CEI 121-21) Apparecchiature a bassa tensione, parte 1: Regole generali • CEI EN 60947-2 (CEI 121-9) Apparecchiature a bassa tensione, Parte 2: Interruttori automatici • CEI EN 60664-1 Coordinamento dell'isolamento per le apparecchiature nei sistemi a bassa tensione - Parte 1: Principi, prescrizioni e prove. • CEI EN 61000-4-1 Compatibilità Elettromagnetica (EMC): Tecniche di prova e di misura. • CEI EN 61557-12 Apparecchi per prove, misure o controllo dei sistemi di protezione. Parte 12: Dispositivi per la misura ed il controllo delle prestazioni. • CEI EN 60068-2. Prove ambientali • Norme corrispondenti in vigore nei paesi membri (NF, VDE, BS, AS)
CEI 23-51	Quadretti elettrici
CEI EN 60529	Gradi di protezione degli involucri (codici IP)
CEI EN 60898-1 CEI EN 61008-1 CEI EN 61009-1 CEI EN 60947-2	<p>Le normative di riferimento per i dispositivi di protezione saranno le seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - CEI EN 60898-1: norma per interruttori automatici per la protezione contro le sovracorrenti in impianti per uso domestico e similare - CEI EN 61008-1: norma per interruttori automatici differenziali - CEI EN 61009-1: norma per interruttori automatici differenziali con integrata la protezione contro le sovracorrenti in impianti per uso domestico e similare - CEI EN 60947-2: norma per interruttori automatici per la protezione contro le sovracorrenti in impianti di tipo industriale

Moduli fotovoltaici:

RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
CEI EN 61215 (CEI 82-8)	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo
CEI EN 61646 (CEI 82-12)	Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo
CEI EN 62108	Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo

(CEI 82-30)	
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 60904	Dispositivi fotovoltaici – Serie
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 UNI EN ISO IEC 17025:2008	Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura

Altri componenti degli impianti fotovoltaici:

RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
CEI EN 62093 (CEI 82-24)	Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali
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 62116	Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters

Progettazione fotovoltaica:

RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
CEI 82-25	Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione
CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici

Pertanto tutti i materiali impiegati saranno adatti agli ambienti di installazione, rispondenti alle specifiche Norme CEI/UNEL ove e qualora ne sia prevista la concessione per la categoria merceologica di appartenenza, dotati del contrassegno CE, del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e/o di altro marchio / certificazione equivalente. Le opere ed i materiali inoltre dovranno essere conformi alle prescrizioni degli Enti preposti al controllo dei vari impianti nella zona nella quale i lavori verranno effettuati ed in particolare a quelle dell'Ispettorato del Lavoro, dell'A.S.L, dei VVFF, di IRETI e della TELECOM.

3 CRITERI DI PROGETTAZIONE

Le prescrizioni tecniche di conformità alle normative vigenti sono rivolte essenzialmente nei confronti degli aspetti presi in considerazione nel seguito, per i quali si riportano brevemente i criteri e gli obiettivi adottati.

3.1 Ambiente d'installazione

Essenzialmente sono previsti i seguenti due sistemi di installazione:

- Installazione a vista IP55 utilizzata nelle aree esterne della piazza ed in autorimessa;
- Installazione a vista IP4x utilizzata nei locali tecnici.

Per queste diverse tipologie d'installazione saranno impiegati materiali certificati e la lavorazione sarà eseguita secondo le indicazioni del costruttore (ad es. utilizzo di scatole ad hoc per pareti antincendio, pareti isolate, ecc...).

3.2 Architettura del sistema elettrico alimentato in Media Tensione

La fornitura di energia elettrica per l'autorimessa (gestione GTT) è prevista in media tensione attraverso l'ente gestore preposto (IRETI), che garantirà nel punto di consegna le seguenti caratteristiche di rete:

- Forma di rete: IT a neutro compensato;
- Tensione: 22 kV;
- Ik: 12,5 kA @ 22 kV.

L'allacciamento del sistema di generazione avverrà su un apposito interruttore b.t. previsto a bordo del Quadro Generale di Bassa Tensione. Sul quadro di Media Tensione sarà installato uno scomparto misure con TV a triangolo aperto da interconnettere con il relè di protezione di interfaccia del sistema fotovoltaico.

3.3 Criteri di progetto generali

Con riferimento alle tipologie di realizzazione degli impianti all'interno ed all'esterno della struttura, l'intervento sarà di nuova installazione del sistema generatore il cui progetto è stato sviluppato tenendo conto di:

- ottemperare alle richieste del Committente;
- realizzare gli impianti in conformità alle vigenti prescrizioni normative e legislative;
- realizzare impianti funzionali, flessibili e facilmente manutenibili;
- realizzare impianti, utilizzando componenti affidabili;
- predisporre gli impianti per consentire eventuali futuri ampliamenti.

Tutti i cavi previsti a progetto saranno del tipo CPR conformi al Regolamento UE n.305/2011, alla Norma CEI 64-8 VIII edizione ed al D.lgs. n.106/16 del 16.06.2017.

3.4 Condizioni ambientali di riferimento

- Località..... TORINO
- Temperature ambiente di progetto:
 - Quadri elettrici..... 35° C
 - Cavi elettrici in ambiente..... 30° C
 - Cavi elettrici interrati 20° C
 - Altre apparecchiature e materiali 30° C

I componenti destinati all'esterno saranno costruiti per sopportare la temperatura minima di -20° C.

3.5 Protezione contro le sovracorrenti

In tale ambito è stata verificata la protezione delle varie linee contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti.

Sono quindi state valutate le caratteristiche degli interruttori da montare nei quadri elettrici sia in termini di potere di interruzione sia di coordinamento con le sezioni dei cavi sottesi, ai fini dei sovraccarichi e delle sollecitazioni termiche degli stessi per corto circuito in qualunque punto delle linee.

Il potere di interruzione degli interruttori risulterà pertanto non inferiore alla corrente di corto circuito trifase simmetrica presunta nel loro punto di installazione, con riferimento alla corrente di corto circuito in corrispondenza del punto di consegna.

La corrente nominale (o la taratura) degli interruttori, invece, risulterà inferiore alla portata dei cavi sottesi, nelle loro specifiche condizioni di posa, ed infine sarà verificato che - per corto circuito sia nel punto iniziale sia in quello più distante di una linea - l'intervento del relativo interruttore sia sufficientemente tempestivo per limitare le sollecitazioni termiche nel cavo a valori inferiori a quelli sopportabili dal cavo stesso.

3.6 Protezione contro i contatti diretti

L'idoneità in termini di protezione contro i contatti diretti riguarda sia l'assenza di parti in tensione accessibili sia il grado di protezione di apparecchiature e condutture in relazione all'ambiente di installazione.

Relativamente al primo aspetto non sussisteranno pericoli di contatti con parti normalmente in tensione e situate in posizioni accessibili: adeguati involucri, isolamenti, barriere costituiranno i mezzi ordinari di protezione in tal senso.

Per quanto riguarda invece il grado di protezione di componenti e condutture, si sono valutati i requisiti minimi di IP in relazione alla destinazione d'uso dei vari ambienti, ritenendo che siano da conseguire in generale i già citati valori minimi descritti nel seguito:

- IP55: impianti nelle aree esterne della piazza ed in autorimessa;
- IP4x: impianti nei locali tecnici.

3.7 Protezione contro i contatti indiretti nel Sistema TN-S

Il sistema elettrico alimentato in media tensione - relativamente al modo di connessione del neutro a terra - è classificabile come TN-S. Deve essere soddisfatta in qualsiasi punto del circuito la seguente condizione:

$$I_a < U_0 / Z_s$$

Dove:

U_0 = tensione nominale verso terra dell'impianto relativamente al lato bassa tensione (in Volt);

Z_s = impedenza totale (in Ohm) del circuito di guasto che comprende il trasformatore (sorgente) il conduttore di fase e quello di protezione, tra punto di guasto e centro stella del trasformatore;

I_a = corrente (in Ampere) che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro il tempo indicato nella tabella sotto riportata. Se si utilizzano dispositivi differenziali, il valore di I_a corrisponde alla corrente differenziale nominale I_{dn} .

Tensione del sistema		120/240	230/400	400/690	580/1000	
Tempi di intervento (s)	Circuiti termin.	neutro non dist.	0,8	0,4	0,2	0,1
		neutro distribuito	5	0,8	0,4	0,2
	Circuiti di distribuzione		5			

Con l'installazione dell'interruttore differenziale la relazione indicata risulta generalmente soddisfatta e non è quindi richiesta la misura dell'impedenza di guasto Z_s . Risulta pertanto da conseguire la correttezza del coordinamento fra la resistenza di terra e le caratteristiche delle apparecchiature di protezione lato media tensione.

3.8 Sicurezze antinfortunistiche

Le prescrizioni in merito riguarderanno la presenza di specifici mezzi antinfortunistici atti ad evitare pericoli in situazioni di emergenza o durante attività manutentive.

Rientrano dunque in tale ambito i componenti (interruttori, sezionatori, pulsanti, ecc..) per l'interruzione dell'alimentazione elettrica in caso di pericolo, i sezionatori locali in prossimità apparecchiature elettriche per consentire interventi di manutenzione in condizioni di sicurezza ed altri componenti o sistemi con funzione equivalente.

3.9 Protezione antincendio

Tutti gli attraversamenti di pareti o di solai antincendio dopo le installazioni elettriche vanno richiusi con sistemi resistenti al fuoco omologati e contrassegnati in modo durevole in conformità alle norme vigenti.

4 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DA REALIZZARE

4.1 ALIMENTAZIONI GENERALI

Nel seguito del presente capitolo verrà fornita una descrizione sintetica delle opere di cui è stata prevista la realizzazione. Maggiori dettagli riguardanti le caratteristiche prestazionali di componenti utilizzati sono riportati nelle tavole grafiche e negli altri documenti, allegati alla documentazione di progetto.

4.1.1 Consegna dell'energia

Il parcheggio in oggetto avrà un proprio punto di consegna dell'energia in media tensione 22kV – 50Hz da parte dell'Ente Distributore, al quale sarà connesso il Quadro Generale in Media Tensione dell'Utente.

4.1.2 Cabina di trasformazione

Al Quadro Generale di Media Tensione dell'Utente saranno sottesi due trasformatori MT/bt isolati in resa epossidica – uno in esercizio ed uno di riserva – dedicati all'energizzazione del Quadro Generale di Bassa Tensione a 400/230V (QGBT) che opererà la distribuzione principale sia ai quadri elettrici secondari per distribuzione dei sistemi di illuminazione e FM sia a specifici quadri tecnologici.

Il QGBT sarà quindi costituito da una Sezione per Energia Normale alla quale sarà connesso il sistema di generazione a mezzo di interruttore e linea in cavo dedicata.

4.2 IMPIANTO GENERATORE FOTOVOLTAICO

4.2.1 Sezionamento di emergenza dell'impianto

Il sezionamento di emergenza in caso d'incendio di tutti gli impianti elettrici inerenti all'autorimessa sarà effettuato a mezzo di pulsanti di sgancio installati in posizione adeguatamente segnalata e facilmente raggiungibile da parte degli operatori dei VVF. I pulsanti saranno interconnessi con attivatori di bobina di apertura installati entro i quadri da disattivare a mezzo di linee in cavo multipolare tipo FTG18(O)M16-0,6/1kV resistenti al fuoco per almeno 120 minuti.

Saranno installati appositi pulsanti di sgancio in diverse zone del fabbricato che opereranno lo sgancio contemporaneo dell'interruttore generale del Quadro MT e del sistema di generazione fotovoltaico.

In particolare, sulla copertura dei tre corpi emergenti A – B – C della piazza ed in prossimità dei campi fotovoltaici con tensione di uscita in c.c., è prevista l'installazione di idonee cassette di sezionamento di emergenza dell'impianto FV contenenti interruttori magnetotermici bipolari da 20A equipaggiati con bobine di apertura connesse con il sistema di sgancio generale di emergenza degli impianti. A valle delle suddette cassette di sezionamento saranno previste linee di interconnessione dei pannelli FV con i relativi inverter costituite da conduttori tipo H1Z2Z2-K posate entro tubazioni in acciaio zincato serie leggera posate in esterno sulla facciata del fabbricato fino a raggiungere il pertinente locale tecnico ove è prevista l'installazione dell'inverter di conversione c.c./a.c.

L'installazione degli apparati di conversione dell'energia e del sistema di accumulo a batterie è prevista all'interno di idonei locali costruiti con compartimentazione almeno EI90 rispetto a tutti gli altri ambienti dell'intera struttura a progetto.

4.2.2 Impianto di distribuzione primaria dell'energia elettrica

Rientra nell'oggetto del presente paragrafo la linea che, sottesa al QGBT, collegherà questo con il quadro elettrico di interfaccia del sistema fotovoltaico siglato QIFV.

La via cavi per la distribuzione dell'energia primaria sarà realizzata con canalizzazioni portacavi in acciaio zincato in esecuzione IP4x, a pareti piene. In tutte le canalizzazioni sarà installato un setto separatore in acciaio al fine di costituire un'apposita sezione dedicata alla posa degli impianti speciali.

Per la connessione del quadro QIFV è prevista l'installazione di una linea in cavo unipolare tipo FG16M16-0,6/1kV con formazione 3(1x70mm²)+35N+35PE. Tutte le condutture multipolari dovranno essere equipaggiate con conduttore di protezione colore G/V.

Nella posa delle linee di distribuzione in oggetto saranno attuate le prescrizioni di cui all'art. 527.2 della norma CEI 64-8/5, predisponendo adeguate barriere tagliaffiamma negli eventuali attraversamenti, da parte di condutture, di elementi

costruttivi che devono avere specifica resistenza al fuoco, secondo i documenti di progetto prevenzione incendi e/o progetto edile.

In tutti gli eventuali attraversamenti verticali e orizzontali di pareti resistenti al fuoco (locali tecnici, comparti antincendio, ecc.) sarà quindi ripristinata la caratteristica REI della parete interessata mediante l'utilizzo di idonee lastre in cartongesso e sacchetti termoespandenti con pari grado di resistenza al fuoco.

4.2.3 Generatore fotovoltaico con accumulo di energia

Nel presente paragrafo si descrivono le caratteristiche tecniche e prestazionali dell'impianto fotovoltaico che sarà realizzato nel fabbricato autorimessa in oggetto per una potenza complessiva di 52,8 kWp.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito complessivamente da n. 3 convertitori statici (inverter) e da n.132 moduli fotovoltaici da 400 Wp opportunamente distribuiti sulla superficie di copertura dei tre corpi scale emergenti in piazza, costituenti n°14 stringhe così distribuite:

- Copertura Fabbricato A:
 - o N°2 stringhe da 12 moduli FV cadauna;
 - o N°3 stringhe da 9 pannelli cadauna;
- Copertura Fabbricato B:
 - o N°1 stringa da 10 moduli FV cadauna;
 - o N°1 stringa da 11 moduli FV cadauna;
 - o N°2 stringhe da 9 pannelli cadauna;
- Copertura Fabbricato C:
 - o N°2 stringhe da 9 moduli FV cadauna;
 - o N°3 stringhe da 8 pannelli cadauna.

La posizione e la definizione degli apparati costituenti il generatore sono indicati sulle tavole di progetto allegate alla presente relazione.

Con la realizzazione dell'impianto fotovoltaico si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

L'impianto ridurrà le emissioni inquinanti in atmosfera descritte nel seguito:

- Anidride solforosa (SO₂);
- Ossidi di azoto (NO_x);
- Polveri;
- Anidride carbonica (CO₂).

4.2.4 Radiazione solare

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base al database PVGIS-SARAH2 del Photovoltaic Geographical Information System, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare a TORINO.

I dati generali relativi alla località di installazione sono:

- Località: Piazza Bengasi – TORINO;
- Latitudine: 45° 01' 01"
- Longitudine: 7° 39' 40"
- Altitudine: 231 m

Nella tabella che segue sono riportati i seguenti dati caratteristici dell'impianto:

- **E_m**: la media mensile del rendimento energetico del sistema scelto [kWh];
- **H(i)_m**: la media mensile di irraggiamento al m² sui moduli del sistema scelto [kWh/m²];
- **SD_m**: la variazione standard del rendimento mensile di anno in anno [kWh];

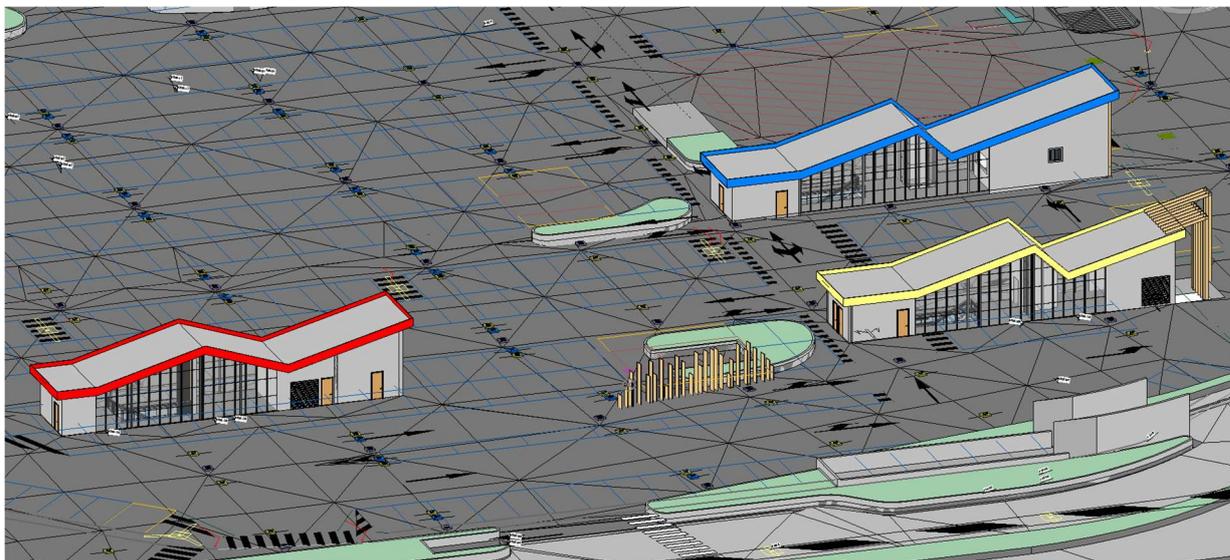
Mese	E_m [kWh]	H(i)_m [kWh/m²]	SD_m [kWh]
Gennaio	4134,9	93,2	851,2
Febbraio	4484,8	103,2	939,7
Marzo	6486,7	153,4	829,8
Aprile	6796,7	165,6	842,8
Maggio	7450,2	185,1	650,9
Giugno	7668,0	195,3	521,6
Luglio	8306,3	214,2	416,2
Agosto	7749,7	198,4	366,9
Settembre	6424,0	159,8	442,3
Ottobre	4877,7	115,9	713,7
Novembre	3577,5	83,1	779,5
Dicembre	3720,6	84,2	601,5

La radiazione globale annua sulla superficie orizzontale (anno convenzionale di 365.25 giorni) risulta essere pari a 1751,4 kWh/m².

L'impianto fotovoltaico sarà composto da un generatore distribuito su un'unica falda del tetto con l'esposizione come di seguito definita:

Caratteristiche impianto	Generatore FV
Numero totale pannelli	132
Inclinazione (tilt) su falda	30°
Azimut su falda	16° Sud/Ovest
Interasse pannelli	Affiancati

La posizione del generatore fotovoltaico è indicata nell'elaborato di progetto allegato alla presente relazione tecnica, mentre nell'immagine che segue sono mostrate le coperture dei fabbricati emergenti A, B e C (corpi scale) sulle quali saranno installati i moduli fotovoltaici.



4.2.5 Moduli fotovoltaici

I moduli saranno connessi tra loro a formare delle stringhe, da collegare a loro volta in parallelo, in modo tale che i valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrino nell'intervallo di accettabilità ammesso dai rispettivi inverter.

Si riportano nel seguito le principali caratteristiche costruttive dei moduli considerati nel calcolo di dimensionamento dell'impianto in oggetto:

Dati costruttivi

- Costruttore/tipo: SUNPOWER modello MAXEON 3 400 Wp o similare equivalente;
- Tecnologia costruttiva: Silicio monocristallino di 3^a generazione
- Marchio CE

Caratteristiche elettriche

- Potenza di picco: 400 Wp
- Rendimento: 22,6 %
- Tensione nominale: 65,8 V
- Tensione a vuoto: 75,6 V
- Corrente nominale: 6,08 A
- Corrente di corto circuito: 6,58 A

Dimensioni indicative

- Dimensioni: 1690 x 1046 x 40 mm
- Peso: 19 kg

4.2.6 Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione è generalmente composto dall'insieme dei convertitori statici c.c./c.a. (Inverter) connessi in parallelo sulla rete di generazione. Nell'impianto a progetto verranno installati n°3 convertitori statici c.c./c.a. idonei al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili, con particolare riferimento alla norma CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alla rete AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica".

Saranno installati in appositi locali tecnici previsti al livello 0 n°3 convertitori statici (uno per ogni fabbricato emergente): n°2 da 17kW nei Corpi B e C e n°1 da 20 KW nel Corpo A. I locali tecnici saranno compartimentati EI90 rispetto a tutti gli altri ambienti costituenti la struttura edile a progetto.

I valori della tensione e della corrente di ingresso di queste apparecchiature saranno compatibili con quelli del campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita saranno compatibili con quelli della rete alla quale verrà connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del convertitore statico saranno:

- Gestione automatica dei flussi di energia da fotovoltaico, batteria di accumulatori e rete del distributore;
- Display grafico LCD per il monitoraggio in locale;
- Sistema di monitoraggio remoto tramite APP per la visualizzazione di consumi, produzione fotovoltaico, energia immagazzinata e scambio con la rete;
- Energy meter integrato a bordo macchina;
- Possibilità di funzionamento in modalità "zero immissione in rete";
- Unità compatibile con batteria agli "Ioni di litio" ed al "Piombo gel" (42 ÷ 58 V);
- Modalità di supporto Stand Alone, con garanzia della continuità di esercizio ed il funzionamento in isola, sia da fonte fotovoltaica che da batteria, in caso di black-out elettrico;
- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), conforme a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-16 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza);
- Ingresso lato c.c. da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT;

- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF.;
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale;
- Conformità marchio CE;
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65);
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto;
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV;
- L'inverter dovrà essere dotato dei seguenti accessori: ingressi per il parallelo fino a 2 stringhe e sezionatori di ingresso incorporati, ingresso per n°1 gruppo di accumulatori statici di energia, scaricatori per sovratensioni atmosferiche lato c.c. e lato c.a.

Si riportano nel seguito i dati caratteristici dei convertitori statici previsti a progetto.

Dati costruttivi INVERTER 17 KW

- Costruttore/tipo: HUAWEI mod. SUN2000-17KTL-M0 o similare equivalente;
- Inseguitori (MPPT): 2
- Ingressi per ogni inseguitore: 2
- Conformità norme CEI:..... CEI 0-16

Caratteristiche tecniche ingresso DC (fotovoltaico):

- Massima Potenza DC: 29.760 Wp
- Tensione massima di ingresso: 1.080 V
- Tensione di attivazione: 200 V
- Tensione nominale di ingresso:..... 600 V
- Intervallo MPPT di tensione DC: 160 V ÷ 950 V
- Massima corrente in ingresso per ogni MPPT:..... 22 A

Caratteristiche tecniche uscita AC (lato rete):

- Potenza nominale:..... 17.000 W
- Potenza massima: 18.700 VA
- Massima corrente: 28.5 A
- Tipologia connessione / Tensione nominale: 3F/N/PE, 230/400V
- Frequenza nominale:..... 50 Hz / 60 Hz
- Distorsione armonica totale: < 3%
- Fattore di potenza: 1 default (programmabile +/- 0,8)
- Limitazione immissione in rete: Programmabile

Efficienza:

- Efficienza massima: 98,65 %
- Efficienza Ponderata (EURO):..... 98,30 %

Comunicazione:

- Interfacce di comunicazione:..... WLAN, RS485, 4G/3G/2G
- Altri ingressi:..... ingresso sensore di corrente

Dati generali:

- Intervallo di temperatura ambiente ammesso: -25°C ÷ +60°C
- Topologia:..... transformerless

- Grado di protezione ambientale: IP65
- Intervallo di umidità relativa ammesso: 0 ÷ 100 %
- Peso: 17 kg
- Raffreddamento:..... Convezione naturale
- Dimensioni (H*L*P):..... 525 * 470 * 262 mm

Dati costruttivi INVERTER 20 kW

- Costruttore/tipo: HUAWEI mod. SUN2000-20KTL-M0 o similare equivalente;
- Inseguitori (MPPT): 2
- Ingressi per ogni inseguitore: 2
- Conformità norme CEI:..... CEI 0-16

Caratteristiche tecniche ingresso DC (fotovoltaico):

- Massima Potenza DC: 29.760 Wp
- Tensione massima di ingresso: 1.080 V
- Tensione di attivazione: 200 V
- Tensione nominale di ingresso:..... 600 V
- Intervallo MPPT di tensione DC: 160 ÷ 950 V
- Intervallo di tensione DC a pieno carico: 470 ÷ 850 V
- Massima corrente in ingresso per ogni MPPT:..... 22 A

Caratteristiche tecniche uscita AC (lato rete):

- Potenza nominale:..... 20.000 W
- Potenza massima: 22.000 VA
- Massima corrente: 33,5 A
- Tipologia connessione / Tensione nominale: 3F/N/PE, 230/400V
- Frequenza nominale:..... 50 Hz / 60 Hz
- Distorsione armonica totale: < 3%
- Fattore di potenza: 1 default (programmabile +/- 0,8)
- Limitazione immissione in rete: Programmabile

Efficienza:

- Efficienza massima: 98,65 %
- Efficienza Ponderata (EURO):..... 98,30 %

Comunicazione:

- Interfacce di comunicazione: WLAN, RS485, 4G/3G/2G
- Altri ingressi:..... ingresso sensore di corrente

Dati generali:

- Intervallo di temperatura ambiente ammesso: -25°C ÷ +60°C
- Topologia:..... transformerless
- Grado di protezione ambientale: IP65
- Intervallo di umidità relativa ammesso: 0 ÷ 100 %
- Peso: 25 kg
- Raffreddamento:..... Convezione naturale
- Dimensioni (H*L*P):..... 525 * 470 * 262 mm

4.2.7 Dimensionamento del generatore fotovoltaico

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto FV è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile. Il generatore fotovoltaico sarà quindi esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a sud. In funzione dei vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso sono stati valutati e ammessi eventuali fenomeni di ombreggiamento e tenuti in conto nel determinare la posizione dei singoli moduli FV.

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione;
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (tilt) e angolo di orientamento (azimut);
- dagli ombreggiamenti;
- dalle caratteristiche dei moduli;
- dall'installazione (lunghezza e caratteristiche dei collegamenti, efficienza dei convertitori,...).

L'efficienza dell'impianto, da cui dipende la producibilità finale, può essere stimata direttamente come complemento all'unità del totale delle perdite calcolate mediante la seguente formula:

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

Dove:

- 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 nei convertitori statici
- g = perdite nei circuiti in alternata

Sarà quindi onere dell'installatore fornire, in sede d'offerta, un report con la stima del valore di energia annua generata in funzione dell'impianto che sarà effettivamente fornito in opera.

4.2.8 Quadro elettrico con protezione di interfaccia

Il gruppo di conversione statico formato dai 3 convertitori c.c./c.a. sarà collegato all'impianto elettrico del parcheggio per mezzo di apposito quadro elettrico di protezione siglato QIFV, installato in un locale tecnico del corpo C – livello 0 – ed avrà le seguenti caratteristiche principali:

- Norme di riferimento IEC 439 / CEI EN 61439-1
- Tensione di isolamento: 500V
- Tensione di esercizio..... 400 V
- Numero fasi: 3F+N+PE
- Frequenza: 50 Hz
- Condizioni ambientali: 40°C - 90%
- Forma costruttiva:..... 2b
- Grado di protezione esterno:..... IP4x
- Grado di protezione interno:..... IP20 min.
- Accessibilità:..... fronte

L'apparecchiatura generale di protezione e di manovra di potenza installata nel quadro elettrico dovrà essere conforme alla norma CEI 17-5 / IEC 157/1 con le seguenti caratteristiche elettriche: interruttore automatico magnetotermico 4P – In = 160A – potere di interruzione 25 kA @ 400V con bobina di apertura e protezione di interfaccia CEI 0-16. Gli interruttori posti a protezione delle linee di connessione con i singoli convertitori statici c.c./c.a. saranno 4P – 63A – curva C – Id=30mA – Icu=16kA@400V.

Il contatore elettrico fiscale necessario a contabilizzare l'immissione dell'energia elettrica sulla rete dell'Ente distributore sarà fornito e posato da quest'ultimo (IRETI) nel locale contatori posto in prossimità della cabina di consegna dell'energia.

4.2.9 Stazione di accumulo dell'energia

All'interno del locale tecnico del Corpo C, con protezione EI90, dove sarà installato il relativo inverter, è prevista a progetto l'installazione di n°1 stazione di accumulo dell'energia elettrica generata dal sistema fotovoltaico e non utilizzata dagli impianti del parcheggio, costituito da n°2 moduli batterie da 10 kWh cadauno. La fornitura comprende i cavi di connessione per energia (poli positivo e negativo) e trasmissione dati con l'inverter "C" da 17kW.

Le batterie saranno idonee per installazioni in accumulo per connessione con inverter ibridi trifase. La configurazione delle batterie avverrà in modo automatico e senza bisogno di impostazioni manuali.

Saranno altresì essere costruite con tecnologia agli ioni di Litio-Ferro-Fosfato che permetterà il loro utilizzo ottimale anche ad alte profondità di scarica, ottimizzando così l'immagazzinamento ed il riutilizzo dell'energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico.

Le caratteristiche costruttive principali saranno le seguenti:

Dati tecnici generali:

- Costruttore/tipo:..... HUAWEI mod. LUNA2000 o similare
- Tecnologia:..... Litio-Ferro-Fosfato
- Struttura di contenimento: carpenteria per appoggio a pavimento
- Moduli batterie:..... **n°2 da 10 kWh**
- Peso singolo modulo: 114 kg
- Classe di protezione:..... IP55
- Montaggio:..... a terra
- Temperatura di utilizzo: -10°C ÷ +55°C
- Umidità relativa ammessa: 5 ÷ 95%
- Cicli operativi in condizione standard (*): 6.000
- Vita utile stimata in condizioni standard (*):..... 10 anni
- Collegamento dei moduli batteria su inverter: In parallelo (max 4)
- Garanzia:..... 10 anni
- Comunicazione:..... RS485 – CAN bus
- Certificazioni:..... IEC662619, IEC62040-1, CE, UN 38.3

Dati capacità:

- Capacità utile del singolo modulo:..... 10 kWh
- Capacità utile della singola batteria:..... 5 kWh
- Potenza di picco singolo modulo da 10 kWh:..... 7 kW per 10s
- Potenza massima erogabile da 2 moduli:..... 5 kW

(*) Condizioni operative standard per le batterie stazionarie: 25°C, 40% umidità relativa, profondità di scarica (DoD) 80%;

4.2.10 Cavi elettrici

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

I cavi saranno in rame, di sezione adeguatamente dimensionata secondo CEI 64-8 e CEI UNEL 35024/1; inoltre avranno un isolamento adeguato alla tensione di riferimento del sistema elettrico corrispondente e saranno adeguatamente protetti con guaina per uso esterno.

In ogni caso i cavi saranno conformi al regolamento CPR UE 305/11.

I cavi sul lato corrente continua, per il collegamento tra i moduli e gli inverter, oltre ad avere un isolamento adeguato alla tensione di sistema, saranno in grado di sopportare elevate temperature e resistere ai raggi ultravioletti, se installati a vista. Pertanto si useranno cavi particolari adatti alle applicazioni per il fotovoltaico, usualmente unipolari con isolamento e guaina in gomma, tensione nominale 1.500 Vcc, con temperatura ambientale massima di funzionamento non inferiore a 90 °C e con temperatura del conduttore massima di funzionamento non inferiore a 120 °C (250°C in condizioni di corto circuito) tipo FG21M21-0,6/1kV con formazione (1x4mm²) colore nero per polarità negativa e rosso per polarità positiva.

La protezione delle linee elettriche contro i sovraccarichi, i cortocircuiti ed eventuali guasti a terra sarà realizzata secondo CEI 64-8 dal convertitore statico di energia lato c.c. con le funzioni di protezione "RCMU e Ground Fault Monitoring".

I cavi sul lato corrente alternata, per il collegamento tra l'inverter ed il contatore e fra quest'ultimo ed il quadro elettrico fotovoltaico, oltre ad avere un isolamento adeguato alla tensione di sistema, saranno in grado di sopportare temperature piuttosto elevate e resistere ai raggi ultravioletti, se installati a vista. Pertanto si useranno cavi usualmente multipolari con anima in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto, isolante in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, guaina termoplastica speciale di qualità R16, con tensione di isolamento 0,6/1kV, con temperatura ambientale massima di funzionamento non inferiore a 40 °C e con temperatura del conduttore massima di funzionamento non inferiore a 90°C (250°C in caso di corto circuito), con Euroclasse "Cca – s1b, d1, a1" secondo regolamento CPR UE 305/11.

La protezione delle linee elettriche contro sovraccarico e cortocircuito sarà realizzata per mezzo di interruttori automatici con relè magnetotermico, il cui dimensionamento sarà coordinato con le linee a valle secondo CEI 64-8. La protezione da guasti a terra sarà realizzata per mezzo di relè differenziali. La sezione dei conduttori di neutro non sarà inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase nei circuiti. Le sezioni minime ed eventuali prescrizioni per i conduttori neutri, di terra e protezione, saranno desunte dalle norme CEI 64-8 di riferimento per gli impianti elettrici similari.

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti saranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722 e 00712. In particolare, i cavi di distribuzione dei sistemi fotovoltaici saranno dotati di guaine di colore rosso (polo positivo) e nero (polo negativo). Per i cavi lato corrente alternata dell'impianto saranno invece rispettati in modo univoco per tutto l'impianto i seguenti colori: nero, grigio e marrone per le fasi (blu chiaro per il neutro ove necessario). In tutti i casi, il giallo-verde contraddistinguerà il conduttore di protezione ed equipotenziale.

Per quanto riguarda i connettori dedicati alla connessione elettrica in c.c. dei moduli, saranno utilizzati componenti del tipo maschio-femmina MC4, con le seguenti caratteristiche:

- classe di protezione II;
- grado di protezione IP68;
- sistema di bloccaggio e clip di sicurezza.

Le vie cavi per la posa delle linee elettriche in copertura saranno realizzate con canalina in acciaio zincato, a pareti e fondo asolati, con coperchio, zincati a fuoco secondo CEI 7-6, dim.100x54mm.

4.2.11 Strutture di fissaggio alla copertura

Il progetto prevede, per il fissaggio dei moduli fotovoltaici, l'utilizzo una struttura realizzata con profilati in alluminio anodizzato (o in alternativa in acciaio zincato a fuoco dopo la lavorazione) da fissare sulla copertura, e dei morsetti di ancoraggio in alluminio da montare sui suddetti profilati. In questo modo i moduli fotovoltaici saranno installati a formare un angolo di 15° con la copertura stessa: inoltre al di sotto dei moduli, rimarrà disponibile lo spazio per i collegamenti elettrici a formare le stringhe.

La viteria sarà in acciaio inox, idonea alle applicazioni del fotovoltaico in copertura.

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi sulla copertura è esclusa dal presente progetto.

La Ditta Appaltatrice dovrà verificare con il fornitore prescelto che il sistema di fissaggio dell'impianto fotovoltaico non pregiudichi o danneggi la tenuta della sottostante guaina impermeabilizzante (con particolare riguardo ai temi di foratura con tasselli e/o schiacciamento agli appoggi dei pannelli). Il sistema di fissaggio proposto dovrà essere sottoposto a preventiva approvazione della DL.

4.2.12 Sistema di controllo remoto

Si prevede di installare un sistema con connessione Ethernet per monitorare il funzionamento di ogni singola stringa collegata, comparando la produzione reale di ciascuna stringa con la produzione attesa. Per mezzo di un App dedicata sarà possibile interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità dei convertitori statici di energia installato, con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (tensione, corrente, potenza etc...).

4.2.13 Impianto di messa a terra

In prossimità del quadro elettrico di interfaccia QIFV sarà collocata la piastra equipotenziale, connessa con il dispersore generale di terra del parcheggio, dalla quale si deriveranno i conduttori di protezione di tutti i circuiti e delle relative masse attraverso cavi di tipo FS-17 di sezione adeguata (come indicato negli schemi unifilare dei quadri elettrici).

Il sistema elettrico del parcheggio alimentato in media tensione - relativamente al modo di connessione del neutro a terra - è classificabile come TN-S. Sarà quindi soddisfatta in qualsiasi punto del circuito la seguente condizione:

$$I_a < U_0 / Z_s$$

Dove:

U_0 = tensione nominale verso terra dell'impianto relativamente al lato bassa tensione (in Volt);

Z_s = impedenza totale (in Ohm) del circuito di guasto che comprende il trasformatore (sorgente) il conduttore di fase e quello di protezione, tra punto di guasto e centro stella del trasformatore;

I_a = corrente (in Ampere) che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro il tempo indicato nella tabella sotto riportata. Se si utilizzano dispositivi differenziali, il valore di I_a corrisponde alla corrente differenziale nominale I_{dn} .

Tensione del sistema		120/240	230/400	400/690	580/1000
Tempi di intervento (s)	Circuiti neutro non dist.	0,8	0,4	0,2	0,1
	termin. neutro distribuito	5	0,8	0,4	0,2
Circuiti di distribuzione		5			

Con l'installazione dell'interruttore differenziale la relazione indicata risulta generalmente soddisfatta e non sarà quindi necessaria la misura dell'impedenza di guasto Z_s .

5 CRITERI ADOTTATI PER LA PREVENZIONE INCENDI

5.1 GENERALITA'

In linea generale l'impianto fotovoltaico che verrà realizzato sulla copertura di tre corpi fabbrica rispetterà i seguenti criteri:

- Progettato, realizzato e mantenuto conformemente alla regola dell'arte, come previsto dalla Legge 1 marzo 1968 n° 168 e dalle norme CEI e UNI;
- Funzionerà in bassa tensione, ovvero, con tensione inferiore a 1500 V in c.c. e a 1000 V in c.a.;
- Progettato e realizzato in modo da non costituire causa primaria di incendio o esplosione nelle attività circostanti;
- Progettato e realizzato in modo da non fornire alimento o via privilegiata di propagazione degli incendi;
- Progettato e realizzato in modo da non costituire rischio di folgorazione per i soccorritori in caso d'incendio, in riferimento alla possibilità di interferenza dei getti idrici degli impianti di spegnimento con le parti dell'impianto FV in tensione, collocate a monte del punto di disconnessione.

In particolare l'impianto fotovoltaico sarà dotato di sgancio di emergenza posizionato adiacentemente allo sgancio generale dell'edificio, agente su di un quadro ubicato sulla copertura all'esterno.

I pannelli saranno posizionati sulle falde rivolte a SUD delle coperture.

5.2 UBICAZIONE ED ANALISI DEL RISCHIO

Secondo quanto previsto dalla nota DCPREV prot. N. 1324 del 07/02/2012 e successiva circolare di chiarimento prot. N. 6334 del 2012, essendo la modalità di installazione non conforme ai casi 1 e 2 dell'Allegato B, verrà qui di seguito effettuata l'analisi del rischio secondo le modalità stabilite al punto 3.a dell'Allegato B.

In particolare, premesso che i pannelli costituenti l'impianto FV (generatori) saranno:

- installati sulla copertura, ancorati su appositi sostegni metallici;
- posizionati con un angolo di 15° rispetto alla struttura inclinata di copertura lasciando al di sotto degli stessi un'intercapedine per il passaggio dell'aria;
- il manto di copertura sarà realizzato con guaina impermeabilizzante ardesiata "Firestop" e comunque della tipologia BroofT2;
- la struttura sarà realizzata con profilati in alluminio o in acciaio zincato a fuoco, fissati alla copertura ai quali si agganceranno i pannelli a mezzo di staffe e viteria inox;
- certificati in classe 1 di reazione al fuoco;
- posati nel rispetto delle distanze di sicurezza di 1 m da camini, lucernari, etc.

L'installazione così prevista per i moduli fotovoltaici non va ad aggravare il rischio di propagazione dell'incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato a cui è integrato e non impedisce in alcun modo lo scarico esterno dei prodotti della combustione in caso di incendio, ed è accettabile come previsto dalla nota DCPREV 6334 del 04/05/2012.

5.3 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE ED INSTALLAZIONE

L'impianto sarà progettato e realizzato nel rispetto dei seguenti criteri:

- tutte le parti dell'impianto FV a monte del punto di disconnessione saranno esterne all'edificio, adeguatamente protette nelle zone accessibili e opportunamente segnalate in riferimento alla presenza di tensione nelle ore diurne;
- tutti i componenti dell'impianto FV, compresi quelli a valle del punto di disconnessione, saranno protetti ed anch'essi opportunamente segnalati in riferimento alla presenza di tensione nelle ore diurne;
- i componenti dell'impianto FV non impediranno lo scarico esterno dei prodotti della combustione in caso di incendio (non sono presenti sulla copertura camini, ed altri sistemi di protezione attiva antincendio a distanza inferiore ad 1,0 m dai generatori FV);
- i componenti dell'impianto FV quali: inverter; quadri di comando ecc., posti a valle del punto di disconnessione saranno installati in appositi locali tecnici compartimentati rispetto ad altri locali con strutture REI60 ed adeguatamente areati.

Come già detto in precedenza, sulla copertura dei tre corpi emergenti A – B – C della piazza ed in prossimità dei campi fotovoltaici con tensione di uscita in c.c., è prevista l'installazione di idonee cassette di sezionamento di emergenza dell'impianto FV contenenti interruttori magnetotermici bipolari da 20A equipaggiati con bobine di apertura connesse con il sistema di sgancio generale di emergenza degli impianti. A valle delle suddette cassette di sezionamento saranno previste linee di interconnessione dei pannelli FV con i relativi inverter costituite da conduttori tipo H1Z2Z2-K posate entro tubazioni in acciaio zincato serie leggera posate in esterno sulla facciata del fabbricato fino a raggiungere il pertinente locale tecnico ove è prevista l'installazione dell'inverter di conversione c.c./a.c.

L'installazione degli apparati di conversione dell'energia e del sistema di accumulo a batterie è prevista all'interno di idonei locali costruiti con compartimentazione almeno EI90 rispetto a tutti gli altri ambienti dell'intera struttura a progetto.

5.4 REAZIONE AL FUOCO DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

Tutti i componenti dell'impianto hanno idonee caratteristiche di reazione al fuoco certificate secondo le norme tecniche di prodotto: moduli, conduttori, canali, scatole di derivazione.

In particolare, in moduli fotovoltaici installati saranno in possesso di certificazione in classe 1.

5.5 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DELL'AREA D'INSTALLAZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO FV

L'impianto FV sarà dotato dei seguenti dispositivi di protezione antincendio:

- segnaletica di sicurezza: tensione pericolosa con descritto il valore massimo; presenza di tensione nelle ore diurne;
- indicazioni e comportamenti in emergenza; indicazioni dei presidi antincendio interni; segnali di divieto;
- n.2 estintori portatili di tipo approvato a CO₂ con almeno 5 Kg di sostanza estinguente posizionati nelle vicinanze del locale tecnico contenente quadri ed inverter;
- aperture di ventilazione del locale tecnico.

5.6 PROTEZIONE DAL RISCHIO DI PROPAGAZIONE D'INCENDIO ALL'INTERNO DELL'EDIFICIO PROVENIENTE DALL'IMPIANTO FV

Per limitare il rischio di propagazione di un eventuale incendio proveniente dall'impianto fotovoltaico sono stati assunti i seguenti accorgimenti:

- l'installazione dei moduli fotovoltaici non altererà le compartimentazioni tagliafuoco dell'edificio;
- i moduli FV e componenti d'impianto di potenza non saranno posati direttamente in aderenza a parti combustibili della struttura;
- i moduli FV e i componenti d'impianto di potenza non saranno posati in diretta aderenza ad elementi destinati alla impermeabilizzazione ed all'isolamento termico del tetto o di altri elementi edilizi di tipo combustibile con reazione al fuoco e/o capacità autoestinguente ignota;
- la progettazione dei dispositivi di separazione e di protezione passiva antincendio fra i componenti dell'impianto FV ed i centri di pericolo presenti nell'attività sarà in grado di garantire l'impossibilità di propagazione di eventuali incendi aventi origine dall'impianto FV.

5.7 PROTEZIONE DAL RISCHIO DI FOLGORAZIONE DURANTE LE OPERAZIONI DI ESTINZIONE D'INCENDI

Per proteggere gli addetti dal rischio di folgorazione durante eventuali operazioni di estinzione incendio l'impianto risponderà ai seguenti requisiti:

- la configurazione elettrica della parte in C.C. sarà del tipo TT normalmente adottata con celle FV in silicio cristallino; qualora, per motivi funzionali fosse necessario realizzare configurazioni di tipo TN, saranno predisposti idonei dispositivi di sicurezza atti alla disconnessione rapida ed alla messa a terra dei conduttori attivi in caso di incendio;

- tutte le parti degli impianti FV a monte del punto di disconnessione saranno posizionate esclusivamente sulla copertura dell'edificio;
- tutte le parti di ogni sottocampo, collocate a monte del punto di disconnessione, saranno disposte in maniera compatta e non a cavallo di sottostanti muri di compartimentazione.