

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA CONNESSA ALLA
RIQUALIFICAZIONE E AL POTENZIAMENTO DEL PALASPORT DI VIA DELLE TAGLIATE MEDIANTE
SOSTITUZIONE EDILIZIA

COMMITTENTE



Città di Lucca

COMUNE DI LUCCA
Via S. Giustina n. 32 (Palazzo
Parensi) – 55100 Lucca

CUP: J68E23000100004
CIG: B19F986BDD

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Antonella Giannini

RTP - MANDATARIA

ATI | Project
CREATING A BETTER REALITY

ATI PROJECT S.R.L.
Via G.B. Picotti 12/14
56124 - Pisa
Tel.: +39 050578460

RTP - MANDANTI



HELIOPOLIS 21 ARCHITECTS
Via Turati 35/b
56017 Arena Metato (PISA)
Tel.: +39 050812007



3E INGEGNERIA
Via G. Volpe 92
56121 PISA
Tel.: +39 05044428



SAMA SCAVI ARCHEOLOGICI
Via Gasperina 45
00118 ROMA
Tel.: +39 0692091221



DOTT. AGRON. FABRIZIO BUTTÈ
Viale S.Anna 19
28922 Verbania (VCO)
Tel.: +39 0323502604

DATI DI PROGETTO

DATA

06.11.2025

N° PROGETTO

2706-24

NOME PROGETTO

PPP FTE D-N Palasport Lucca (LU)

REVISIONI

N°	MOTIVAZIONE	DATA
00	Consegna PFTE	31.07.2025
01	Revisione PFTE	06.11.2025

DOCUMENTO

Copyright © by ATIproject

STATO DI PROGETTO

Relazione tecnica

Impianti elettrici

Codice Elaborato:

2706_F_00_SP_IE28_D_17_000-0_01_01

Scala:

-

GLI ELABORATI DEFINITIVI ARCHITETTONICI SONO DA LEGGERSI UNITAMENTE A QUELLI STRUTTURALI ED IMPIANTISTICI. EVENTUALI DISCREPANZE PRESENTI TRA GLI ELABORATI DELLE VARIE DISCIPLINE DEVONO ESSERE COMUNICATE TEMPESTIVAMENTE AI PROGETTISTI.

È VIETATA LA RIPRODUZIONE DEL PRESENTE ELABORATO TECNICO CON QUALSIASI MEZZO, COMPRESO LA FOTOCOPIA, QUALORA NON AUTORIZZATA DA ATIPROJECT.

2706	F	00	SP	IE	28	D	17	000	0	01	01
CODICE LAVORO	LIVELLO PROGETTAZIONE	EDIFICIO	STATO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	SOTTODISCIPLINA	CATEGORIA DOCUMENTO	TIPO DOCUMENTO	PIANO	SETTORE	PROGR	REV

Sommario

1. Premessa	4
2. Dati generali	4
2.1. Generalità	4
2.2. Caratteristiche del nuovo edificio	4
3. Progettazione degli impianti	4
3.1. Criteri di progettazione	4
3.2. Impianti sottoposti a progettazione	5
4. Leggi e norme di riferimento	5
4.1. Disposizioni legislative	6
4.2. Norme tecniche	7
5. Classificazione dei luoghi	9
5.1. Prescrizioni	9
6. Dati progettuali	11
6.1. Dati tecnici generali	11
6.1.1. Dati relativi impianto elettrico	11
6.1.2. Cadute di tensione	12
7. Protezioni	12
7.1. Protezione dal sovraccarico	12
7.2. Protezione dal cortocircuito	13
7.2.1. Calcolo della corrente di corte circuito	13
7.2.2. Scelta del dispositivo di protezione	14
7.2.3. Selettività	15
7.3. Protezione dai contatti diretti ed indiretti	15
7.3.1. Modalità di protezione contro contatti diretti	15
7.3.2. Modalità di protezione contro contatti indiretti	15
7.4. Cavi	15
7.4.1. Cadute di tensione	16
8. Reti elettriche di progetto	16
8.1. Cabina trasformazione	17
8.2. Architettura elettrica	17
8.3. Sistema di distribuzione degli edifici	17

8.4.	Pulsanti di sgancio di emergenza	17
8.5.	Colonnine ricarica veicoli elettrici	18
8.6.	Barriere tagliafuoco	18
8.7.	Manutenibilità	18
9.	Illuminazione	18
9.1.	Illuminazione ordinaria	18
9.2.	Illuminazione di emergenza e sicurezza	19
10.	Impianti speciali e sistemi di comunicazione	19
10.1.	Impianto di cablaggio strutturato	19
11.	Impianti speciali per la sicurezza delle persone (safety)	20
11.1.	Impianto di rivelazione e segnalazione allarme incendi	21
11.1.1.	Scelta dei componenti	21
11.1.2.	Struttura del sistema	22
11.1.3.	Centrale di controllo e segnalazione	22
11.1.4.	Gestione allarme	23
11.1.5.	Prima segnalazione dell'evento	23
11.1.6.	Seconda segnalazione dell'evento e/o segnalazione tramite pulsante manuale	23
11.1.7.	Attivazione delle misure necessarie alla gestione delle emergenze segnalate	23
11.2.	Impianto di comunicazione bidirezionale (spazi calmi)	23
11.3.	Impianto EVAC	24
12.	Impianti speciali per la sicurezza degli edifici (security)	25
12.1.	Impianto TVCC	25
12.1.1.	Telecamere	26
12.1.2.	Recording server	26
12.1.3.	Ulteriori prescrizioni	26
12.2.	Impianto antintrusione	26
13.	Impianti di building automation	27
13.1.	Obiettivi	27
13.2.	Architettura del sistema	27
13.3.	Caratteristiche generali	28
13.4.	Software di supervisione	28
14.	Impianto di terra	29
14.1.	Dispersore	29
14.2.	Elementi del sistema	30

14.3. Collegamenti a terra.....	30
15. Impianto di protezione scariche atmosferiche e di SPD	31
15.1. Impianto SPD.....	31
16. Impianto fotovoltaico	32
16.1. Dati di progetto	32
16.2. Normativa di riferimento.....	33
16.3. Requisiti tecnici.....	33
16.4. Generatore fotovoltaico.....	34
16.5. Inverter.....	34
16.6. Segnaletica di sicurezza	35
16.7. Accoppiamento tra campi fotovoltaici e inverter.....	35
16.8. CCI – Controllore Centrale di Impianto	36
16.9. Configurazione degli impianti.....	36
16.10. Stima delle producibilità.....	43
16.11. Riduzione complessiva delle emissioni di gas serra.....	44
17. Note relative agli elaborati di progetto.....	44
17.1. Note generali	44
17.2. Note per impianti di distribuzione, forza motrice, illuminazione e speciali	44
17.3. Note per quadri elettrici di distribuzione	45
17.4. Note per impianto di rivelazione e segnalazione incendi	46
17.5. Note per impianto di terra	46

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica ha l'obiettivo di descrivere le soluzioni individuate per gli impianti elettrici e speciali, relativamente al progetto di Fattibilità tecnico economica Nuovo Codice degli appalti D.Lgs 36/2023, del nuovo palazzetto sportivo che verrà realizzato nel comune di Lucca.

Il lotto d'intervento si trova nel quartiere San Marco, in via delle Tagliate di Sant'Anna, in corrispondenza del palazzetto attualmente esistente e del relativo parcheggio.

Le caratteristiche distributive dei locali e degli spazi, ed ogni altra caratteristica architettonica, strutturale e impiantistica dell'edificio sono state definite dalle vigenti normative urbanistiche ed edilizie, relative a sicurezza degli impianti e attrezzature tecnologiche, prevenzione incendi, igiene, prestazioni di isolamenti termico e acustico, eliminazione delle barriere architettoniche, con obiettivi tesi alla protezione dell'ambiente, al risparmio energetico e all'uso delle fonti rinnovabili di energia.

Il presente progetto è stato sviluppato seguendo gli indirizzi progettuali derivanti dalle esigenze della Committenza e dalle proposte presentate. Nel particolare, verranno descritte le scelte effettuate in merito agli impianti elettrici e speciali, le logiche che hanno portato all'individuazione di tali particolari scelte e l'efficienza delle reti tecnologiche, il tutto finalizzato alla realizzazione di un complesso edilizio altamente efficiente, a livello energetico, ed estremamente funzionale alla propria destinazione d'uso.

2. DATI GENERALI

2.1. Generalità

Il lotto d'intervento si trova nel quartiere San Marco a Lucca, in corrispondenza del palazzetto esistente, del parcheggio corrispondente e di una piccola superficie attualmente priva di realizzazioni antropiche.

L'area è ubicata tra via delle Tagliate di Sant'Anna a sud e via delle Tagliate II a est. A Est è delimitata da un campo scuola, mentre a nord non sono presenti edifici confinanti.

Il quartiere San Marco rappresenta una zona particolarmente adatta per la realizzazione dell'opera in esame, sia per il suo carattere prevalentemente residenziale, sia per il buon collegamento (mezzi pubblici e infrastrutture) del quartiere con le altre zone della città di Lucca.

2.2. Caratteristiche del nuovo edificio

Il palazzetto si svilupperà per un'altezza di circa 18 m, e occuperà una superficie di circa 5525 mq. Il livello più basso, comprendente il campo da gioco, sarà interrato. Saranno presenti numerosi locali anche al piano terra, e alcuni locali al primo piano.

Per permettere una rapida evacuazione dell'edificio in condizioni di emergenza, saranno presenti due vani scale nella parte est, adeguatamente dimensionati per l'esodo.

L'edificio avrà un punto di alimentazione in media tensione, e presenterà pertanto una cabina lato gestore, con derivazione MT. La derivazione farà capo all'edificio, passando attraverso una cabina di trasformazione MT/BT situata a est.

L'edificio sarà dotato a tutti i livelli dei locali tecnologici necessari ad ottemperare requisiti sia impiantistici sia antincendio. La copertura comprenderà una dotazione di pannelli fotovoltaici, mentre nella nuova area di parcheggio verrà installata una colonnina di ricarica per veicoli elettrici.

3. PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

3.1. Criteri di progettazione

La complessità e l'articolazione della tipologia di intervento richiede una attenta valutazione dei criteri progettuali da porre alla base della progettazione, che si possono riassumere come riportato di seguito:

- Elevato livello di affidabilità: nei riguardi di guasti interni alle apparecchiature, sia nei riguardi di eventi esterni; oltreché adottare apparecchiature e componenti con alto grado di sicurezza intrinseca, si è realizzata un'architettura degli impianti in grado di far fronte a situazioni di emergenza in caso di guasto;
- Manutenibilità: sarà possibile effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza continuando ad alimentare le varie utilizzazioni; i tempi di individuazione dei guasti o di sostituzione dei componenti avariati, nonché il numero delle parti di scorta, saranno ridotti al minimo;
- Selettività di impianto: l'architettura prescelta garantisce che la parte d'impianto che viene messa fuori servizio, in caso di guasto, venga ridotta al minimo;
- Standardizzazione impianto: la scelta dei componenti è stata effettuata per avere la garanzia di una futura facile reperibilità sia in caso di modifiche che di sostituzione in fase manutentiva o per invecchiamento;
- Sicurezza degli impianti: sia contro i pericoli derivanti a persone o cose dall'utilizzazione dell'energia elettrica, sia in termini di protezione nel caso di incendio o altri eventi estranei all'utilizzazione dell'energia elettrica;
- Elevato grado di funzionalità e di comfort: ottenuto con una scelta opportuna dei livelli di illuminamento e degli apparecchi illuminanti e soprattutto con una attenta progettazione degli impianti di gestione accessi auto e sicurezza, oltre che del BMS.

3.2. *Impianti sottoposti a progettazione*

Gli impianti progettati sono:

- Cabina di consegna MT;
- Cabina di trasformazione MT/BT;
- Linee e canalizzazioni BT per distribuzione principale e secondaria;
- Impianto elettrico forza motrice;
- Impianto di Illuminazione ordinaria ed emergenza;
- Impianto di cablaggio strutturato;
- Impianto di rivelazione e allarme incendi;
- Impianto spazi calmi;
- Impianto EVAC e di diffusione sonora;
- Impianto TVCC;
- Impianto antintrusione;
- Impianto di Building Automation;
- Impianto di terra;
- Impianto fotovoltaico;
- Impianto ricarica veicoli elettrici.

Gli impianti di adduzione e distribuzione dell'energia elettrica saranno realizzati in conformità alle normative CEI vigenti. In particolare, saranno utilizzati cavi con classe di reazione al fuoco non inferiore a Cca-s1b,d1,a1.

4. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- Alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;

- Alle prescrizioni del gestore della rete;
- Alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Altre normative, aventi valore di legge, relative ai singoli componenti degli impianti, anche se non espressamente richiamate, devono essere rigorosamente applicate. L'Impresa installatrice deve comunicare immediatamente alla Committente l'eventuale aggiornamento o modifica del progetto o degli impianti a seguito di emissione di nuove norme o modifica di esistenti.

4.1. Disposizioni legislative

Le principali disposizioni legislative alle quali dovranno essere soggetti gli edifici sono le seguenti:

- Legge 1.03.1968 n. 186: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici";
- Decreto legislativo 19 maggio 2016, n. 86: "Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione";
- D.M. 16-2-82: "Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi";
- DM 10.4.1984: "Eliminazione dei radiodisturbi";
- Legge 9.01.1989 n. 13: "Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati";
- Direttiva 89/336/CEE, recepita con D.Lgs 476/92: "Direttiva del Consiglio d'Europa sulla compatibilità elettromagnetica";
- DPR 24 luglio 1996 n. 503: "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici";
- Decreto 10 marzo 1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro"
- Decreto 4 maggio 1998 "Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l'avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all'uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi dei vigili del fuoco";
- DPR 06/06/2001 n. 228/01: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (Testo A)";
- DPR 22/10/2001 n. 462: "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi";
- D.M. 37-2008: "Regolamento 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'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- DPR 1° agosto 2011, n. 151: "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, ...";
- DECRETO 20 dicembre 2012: "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi";
- Decreto Legislativo 3 maggio 2016, n. 257 "Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, recante misure per la promozione dell'uso efficiente dell'energia negli usi finali e nell'erogazione di energia";

- Nota DCPREV n. 14030 del 01/09/2025 "Linea guida di prevenzione incendi per la progettazione, installazione, esercizio e manutenzione di impianti fotovoltaici";
- Delibera ARERA 385/2025/R/EEL del 5 agosto 2025.

4.2. Norme tecniche

Di seguito sono elencate le principali norme e guide alle quali dovranno essere soggetti gli edifici:

- Norma CEI 0-2 (2002): "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- Norma 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"
- Norma CEI 11-1: "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata"
- Norma CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
- Norma CEI 11-20: "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria";
- Norma CEI 11-25: "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata"
- Norma CEI 11-27 (2021-09): Lavori su impianti elettrici
- CEI EN IEC 60076-11 (Class. CEI 14-32): "Trasformatori di potenza – Parte 11: Trasformatori di tipo a secco"
- CEI EN 62271-1 (Class. CEI 17-112): "Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione - Parte 1: Prescrizioni comuni per apparecchiatura di manovra e di comando in corrente alternata"
- Norma CEI 20-13: "Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV"
- CEI EN 62271-1 (Class. CEI 17-112): "Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione - Parte 1: Prescrizioni comuni per apparecchiatura di manovra e di comando in corrente alternata"
- CEI EN 61439-1 (Class.CEI:121-14): "Apparecchiature assieme di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali";
- CEI EN 61439-2 2012-02: "Apparecchiature assieme di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza";
- Norma CEI 20-40 (2016): Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- Norma CEI 20-45 (2003): Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogen (LSOH) con tensione nominale U0/U di 0,6/1 kV;
- Norma CEI 20-67 (2021): Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV;
- CEI EN 60598-1 (Class. CEI:34-21): "Apparecchi di illuminazione. Parte 1: Prescrizioni generali e prove";
- CEI EN 60598-2-22 (Class.CEI:34-22): "Apparecchi di illuminazione. Parte 2-22: Prescrizioni particolari - Apparecchi di emergenza";
- Norma CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma CEI 64-8/7 – "Ambienti ed applicazioni particolari";
- Norma CEI 64-8/7-751 – "Ambienti ed applicazioni particolari" e nello specifico alla Sezione 751 "Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento";
- Norma CEI 64-50 ed. 03-2016: "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 Generali";

- Norma CEI 64-53 ed. 01-2013: "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";
- CEI 64-57 2007-06: "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 Impianti di piccola produzione distribuita";
- Norme CEI 99-2 (CEI EN 61936-1): Impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a;
- Norme CEI 99-3 (CEI EN 50522): Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a;
- Norme CEI 99-4: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/Utente finale;
- Tabella CEI UNEL 35024/1 1997: cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- Norma CEI EN 50110-1: Esercizio degli impianti elettrici Parte 1: Prescrizioni generali;
- Norma CEI EN 50110-2: Esercizio degli impianti elettrici Parte 2: Allegati nazionali;
- CEI EN 50174-1/A1 2021-05 (Class.CEI:306-3/V1): "Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio. Parte 1: Specifiche e assicurazione della qualità";
- CEI EN 50174-2 2018-11 (Class.CEI:306-5): "Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio. Parte 2: Pianificazione e criteri di installazione all'interno degli edifici";
- CEI EN 50173-1 (Class.CEI:306-6) 2018-09: "Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato. Parte 1: Requisiti generali";
- CEI EN 50173-2 (Class.CEI:306-13) 2018-09: "Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato. Parte 2: Locali per ufficio";
- CEI EN 62040-1 (Class.CEI:22-32) 2020-01: "Sistemi statici di continuità (UPS). Parte 1: Prescrizioni di sicurezza";
- CEI EN 62040-2 (Class.CEI:22-29) 2019-01: "Sistemi statici di continuità (UPS). Parte 2: Requisiti di compatibilità elettromagnetica (EMC)";
- CEI EN 62040-3 (Class.CEI:22-24) 2022-02: "Sistemi statici di continuità (UPS). Parte 3: Metodi di specifica delle prestazioni e prescrizioni di prova";
- CEI EN 62040-4 (Class.CEI:22-24) 2014-05: "Sistemi statici di continuità (UPS). Parte 4: Aspetti ambientali - Prescrizioni e rapporto di prova";
- CEI EN 61386-1 (Class.CEI:23-80) 2009-04: "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali";
- CEI EN 61386-21 (Class.CEI:23-81) 2022-05: "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori";
- CEI EN 61386-22 (Class.CEI:23-82) 2022-05: "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori";
- CEI EN 60529/EC (Class.CEI:70-1/EC) 2017-03: "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- CEI EN 62305-1: "Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali";
- CEI EN 62305-1: "Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio";
- CEI EN 62305-3: "Protezione contro i fulmini – Parte 1: Danno fisico alle strutture e pericolo per le persone";
- CEI EN 62305-4: "Protezione contro i fulmini – Parte 1: Sistemi elettrici ed elettronici interni alle strutture";
- Norma UNI EN 12464-1 "Luce e illuminazione - Illuminazione dei luoghi di lavoro";
- Norma UNI EN 1838 "Illuminazione di sicurezza";

- Norma UNI EN 12193:2019 – Luce e illuminazione – Illuminazione degli impianti sportivi;
- Norma UNI EN 13201 – Luce e illuminazione – Illuminazione stradale;
- Norme CEI EN 62305 ediz. 2013 (CEI 81-10 parti 1-2-3-4): Protezione contro i fulmini, serie;
- Norma CEI 81-29 "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305";
- Norma UNI 9795 "Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione manuale d'incendio - Sistemi dotati di rivelatori puntiformi di fumo e calore, rivelatori ottici lineari e punti di segnalazione manuale";
- UNI 7546-16 Segni grafici per segnali di sicurezza – pulsante di segnalazione incendio;
- UNI EN 54-1 Sistema di rivelazione e segnalazione incendio – parte 1 – Introduzione;
- UNI EN 54-2 Sistema di rivelazione e segnalazione incendio – parte 2 – Centrale di controllo;
- UNI EN 54-3 Sistema di rivelazione e segnalazione incendio – parte 3 – Dispositivi sonori;
- UNI EN 54-4 Sistema di rivelazione e segnalazione incendio – parte 4 – Apparecchi di alimentazione;
- UNI EN 54-5 Sistema di rivelazione e segnalazione incendio – parte 5 – Rivelatori puntiformi;
- UNI EN 54-7 Sistema di rivelazione e segnalazione incendio – parte 7 – Rivelatori puntiformi ottici e a ionizzazione;
- UNI EN 54-11 Sistema di rivelazione e segnalazione incendio – parte 11 – Punti di allarme manuale;
- UNI EN 54-16 Sistema di rivelazione e segnalazione incendio – parte 16 – Apparecchi di controllo e segnalazione;
- UNI EN 54-17 Sistema di rivelazione e segnalazione incendio – parte 17 – Isolatori di corto circuito;
- UNI EN 54-20 Sistema di rivelazione e segnalazione incendio – parte 20 – Rivelatori ad aspirazione;
- UNI EN 54-24 Sistema di rivelazione e segnalazione incendio – parte 24 – Allarme vocale /altoparlanti.
- UNI EN 13501-1 Classificazione al fuoco di prodotti ed elementi da costruzione parte 1;
- UNI EN 15004-1:2008: "Installazioni fisse antincendio – Sistemi a estinguenti gassosi – Parte 1: Progettazione, installazione, manutenzione"
- Norma UNI ISO 7240-19 "Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio – Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza".
- Eventuali prescrizioni o specifiche del committente.

5. CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI

La classificazione dei luoghi dal punto di vista elettrico è legata in buona parte alle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi e alle prescrizioni normative specifiche.

5.1. Prescrizioni

Di seguito si riportano i principali e significative prescrizioni a carattere generale da applicare agli impianti elettrici di progetto:

- Non è ammesso il transito e l'utilizzo di sistemi TN-C, a meno che la separazione del neutro dal conduttore di protezione non avvenga a monte del fabbricato alimentato o attraversato;
- Tutti i circuiti devono essere protetti contro il sovraccarico (questa protezione per circuiti di sicurezza è facoltativa);
- I componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi;
- Negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione esclusiva del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo;

- Gli apparecchi d'illuminazione devono essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili. Salvo diversamente indicato dal costruttore, per i faretti e i piccoli proiettori tale distanza deve essere almeno: – 0,5 m: fino a 100 W; – 0,8 m: da 100 a 300 W; – 1 m: da 300 a 500 W; – > 500 W possono essere necessarie distanze maggiori.
- La protezione delle condutture elettriche sarà garantita da dispositivi a corrente differenziale avente corrente nominale di intervento non superiore a 300mA ad intervento ritardato.
- Al fine di limitare la propagazione dell'incendio lungo le condutture saranno utilizzati esclusivamente cavi "non propaganti l'incendio" installati in fascio in accordo alle norme CEI EN 60332-3.

In dettaglio, tutti i cavi, siano essi di segnale o potenza installati all'interno del sito, dovranno avere classe di prestazione minima Cca-s1b, d1, a1 per i luoghi ordinari e Cca-s1b, d0, a1 per le vie di esodo.

La classificazione aggiuntiva relativa al gocciolamento "d0" sulle vie di esodo o per strategia antincendio (eventuale) è richiesta solo quando le canalizzazioni, i cavi elettrici o i cavi di segnale non sono incassati in materiali incombustibili. La classificazione "d0" potrà essere declassata a "d1" qualora la condizione d'uso finale dei cavi sia tale da impedire fisicamente il gocciolamento, mediante metodi alternativi quali ad esempio vie cavo del tipo chiuso (fondo pieno), posa a pavimento o posa su controsoffitti non forati.

Per i circuiti di sicurezza si utilizzeranno cavi resistenti al fuoco del tipo FTG18OM16 B2ca-s1a, d1, a1, mentre nell'attraversamento di parete e solai con una determinata resistenza al fuoco REI, saranno installate delle barriere tagliafiamma sia all'interno che all'esterno del canale, passerella o tubo.

Non sono necessari provvedimenti integrativi contro la propagazione o l'innesto dell'incendio se le condutture sono realizzate come nei modi seguenti:

- Di qualsiasi tipo, incassate in strutture non combustibili (es. condutture sottottraccia, qualsiasi tubo e qualsiasi cavo);
- Con cavi in tubi metallici o canali metallici \geq IP4X;
- Cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di PE, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica.

Gli impianti verranno realizzati con canalette metalliche sospese all'interno del controsoffitto e tubazioni in pareti cave (strutture incombustibili quali calcestruzzo, intonaco etc.) secondo la norma CEI EN 60695-2-11 resistenza al fuoco "Glow wire test" (filo incandescente) alla temperatura di 850°C.

Le caratteristiche costruttive dei componenti dell'impianto elettrico devono essere scelte in funzione del comportamento al fuoco del prodotto da costruzione costituente il supporto di installazione, come specificato nella seguente tabella estratta dalla Normativa Vigente:

Tipo di componente													
	Scatole	Cassette di derivazione		Quadri elettrici e centralini		Canalizzazioni							
	Classe di reazione al fuoco riferita a Gruppi di Materiali (GM)												
	GM0-GM1-GM2	GM3-GM4	GM0-GM1-GM2	GM3-GM4	GM0-GM1-GM2	GM3-GM4	GM0-GM1-GM2						
Normativa applicabile	CEI EN 60670-1		CEI EN 60670-22 ⁽¹⁾		Involucri vuoti: CEI EN 60670-23 CEI EN 60670-24; CEI EN 62208 Quadri cablati: CEI 23-51; CEI EN 61439		Tubi: CEI EN 61386 Canali: CEI EN 50085 Passerelle: CEI EN 61537 Binari elettrificati: CEI EN 61534 Condotti sbarre: CEI EN 61439-6						
Prova al filo incandescente materiali isolanti:	pareti piene: $\geq 650^{\circ}\text{C}$ pareti o strutture cave ⁽²⁾ $\geq 850^{\circ}\text{C}$ e, marcati o indicati con la lettera H o Ha												
Propagazione al fuoco materiali isolanti:	NA												
Schermatura dei componenti	NA	Componente schermato secondo le istruzioni del costruttore	NA ⁽¹⁾	NA	Componente schermato secondo le istruzioni del costruttore	Non propaganti la fiamma (applicabile agli elementi a sviluppo lineare, esclusi quelli installati all'interno di strutture incombustibili)							
Grado di protezione minimo ai fini del rischio di incendio	IP4X secondo le istruzioni del costruttore, almeno verso gli elementi combustibili. Il suddetto requisito non si applica nel caso di involucri destinati a alloggiare apparecchi quali: dispositivi di connessione, interruttori luce e simili, prese a spina ad uso domestico, interruttori automatici magnetotermici fino a 16 A e potere di interruzione $I_{\text{tr}} < 3\,000\text{ A}$		NA ⁽¹⁾	IP4X secondo le istruzioni del costruttore, almeno verso gli elementi combustibili Il suddetto requisito non si applica nel caso di involucri destinati ad alloggiare apparecchi quali: dispositivi di connessione, interruttori luce e simili, prese a spina ad uso domestico, interruttori automatici magnetotermici fino a 16 A e potere di interruzione $I_{\text{tr}} < 3\,000\text{ A}$.		secondo indicazioni art.751.04.2.6							
LEGENDA: NA: Non applicabile													
(1) Le cassette di derivazione sono riservate ad alloggiare dispositivi di connessione e componenti che nell'uso ordinario dissipano una potenza trascurabile (vedi 526.4). In caso siano destinate ad alloggiare altri componenti, allora le cassette di derivazione devono essere conformi alla norma CEI EN 60670-24 e si applica la colonna relativa a quadri e centralini.													
(2) Per strutture cave si intendono anche i controsoffitti e i pavimenti galleggianti.													

6. DATI PROGETTUALI

Si riportano di seguito i dati tecnici assunti a livello progettuale per i fabbricati:

6.1. Dati tecnici generali

6.1.1. Dati relativi impianto elettrico

- Tipo di intervento richiesto: Nuovo impianto, collegato a rete Media Tensione;
- Sistema di distribuzione: TN-S in bassa tensione secondo le norme CEI 64-8;
- Tensione primaria da Ente Erogatore: 15 kV;
- Corrente di corto circuito MT di progetto: 12.5 kA;
- Tensione circuiti trifasi (concatenata fase-fase): 400 V;
- Tensione circuiti monofasi (fase-neutro): 230 V;

- Frequenza: 50 Hz;
- Circuiti ausiliari con trasformatore di sicurezza: 230/48/24/12 V;
- Limiti competenza: sono esclusi dal progetto gli impianti elettrici bordo macchina e gli utilizzatori mobili.

L'impianto sarà del tipo UTENTE ATTIVO in quanto è prevista l'immissione in rete dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico.

6.1.2. Cadute di tensione

Le linee principali di distribuzione dovranno essere dimensionate per contenere entro i limiti raccomandati dalle norme CEI il valore della caduta di tensione percentuale $\Delta V\%$. Nei calcoli di dimensionamento delle linee in derivazione dai vari quadri elettrici dovranno essere considerati i seguenti valori:

- $\Delta V\%$ max. fino ai quadri di piano e di zona..... 1,5 %
- $\Delta V\%$ max. per i circuiti F.M..... 2,5 %
- $\Delta V\%$ max. per i circuiti luce..... 2 %
- Massima caduta di tensione..... 4 %

7. PROTEZIONI

Le protezioni delle linee costituiscono la parte essenziale di un impianto elettrico sia per garantirne il regolare funzionamento sia per evitare danni alle persone ed alle cose. Le Norme CEI 64-8 impongono la realizzazione delle seguenti protezioni:

- Contro i sovraccarichi;
- Contro i cortocircuiti;
- Contro i contatti diretti e indiretti.

7.1. *Protezione dal sovraccarico*

La Norma CEI 64-8/3 prescrive che i circuiti di un impianto (salvo eccezioni) debbano essere provvisti di dispositivi di protezione adatti ad interrompere correnti di sovraccarico prima che esse possano provocare un riscaldamento eccessivo ed il conseguente danneggiamento dell'isolante del cavo del circuito. Per garantire tale protezione è quindi necessario che vengano rispettate le seguenti regole:

- Regola 1 $I_b \leq I_n \leq I_z$
- Regola 2 $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$

dove:

- I_b = Corrente di impiego del circuito
 I_n = Corrente nominale dell'interruttore
 I_z = Portata a regime permanente del cavo
 I_f = Corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore automatico

La Regola 1 soddisfa le condizioni generali di protezione del sovraccarico. La Regola 2, impiegando per la protezione dal sovraccarico un interruttore automatico, è sempre verificata, poiché la corrente di sicuro funzionamento I_f non è mai superiore a $1,45 I_n$. Essa deve essere invece verificata nel caso in cui il dispositivo di protezione sia un fusibile, verificando che la corrente di funzionamento I_f siano inferiori $1,6 I_n$.

Analizzando la regola generale di protezione (regola 1) risulta evidente che si possano realizzare due condizioni di protezione distinte:

- Una condizione di massima protezione, realizzabile scegliendo un interruttore con una corrente nominale prossima od uguale alla corrente di impiego I_b ;
- Una condizione di minima protezione scegliendolo con una corrente nominale prossima od uguale alla massima portata del cavo.

È chiaro che scegliendo la condizione di massima protezione si potrebbero verificare delle situazioni tali da pregiudicare la continuità di servizio, perché sarebbe garantito l'intervento dell'interruttore anche in caso di anomalie sopportabili. Per contro la scelta di un interruttore con una corrente regolata uguale alla portata del cavo porterebbe alla massima continuità di servizio a discapito del massimo sfruttamento del rame installato.

7.2. Protezione dal cortocircuito

Le condizioni richieste per la protezione dal cortocircuito sono sostanzialmente le seguenti:

- L'apparecchio non deve avere corrente nominale inferiore alla corrente di impiego (questa condizione è imposta anche per la protezione da sovraccarico);
- L'apparecchio di protezione deve avere potere di interruzione non inferiore alla corrente presunta di cortocircuito nel punto ove l'apparecchio stesso è installato;
- L'apparecchio deve intervenire, in caso di cortocircuito che si verifichi in qualsiasi punto della linea protetta, con la necessaria tempestività al fine di evitare che gli isolanti assumano temperature eccessive.

7.2.1. Calcolo della corrente di cortocircuito

La corrente presunta di cortocircuito in un punto di un impianto utilizzatore è la corrente che si avrebbe nel circuito se nel punto considerato si realizzasse un collegamento di resistenza trascurabile tra i conduttori in tensione. L'entità di questa corrente è un valore presunto perché rappresenta la peggiore condizione possibile (impedenza di guasto nulla, tempo di intervento talmente lungo da consentire che la corrente raggiunga dei valori massimi teorici).

In realtà il cortocircuito si manifesterà sempre con valori di corrente effettiva notevolmente minori. Per gli impianti utilizzatori in BT per corrente presunta di cortocircuito si deve considerare la componente simmetrica. Poiché le prove del potere di interruzione degli interruttori automatici sono basate sulla componente simmetrica non è corretto ai fini della protezione da cortocircuito in BT tener conto del valore di picco della corrente di cortocircuito. L'intensità della corrente presunta di cortocircuito dipende essenzialmente dai seguenti fattori:

- Potenza del trasformatore di cabina, nel senso che maggiore è la potenza, maggiore è la corrente;
- Lunghezza della linea a monte del guasto, nel senso che maggiore è la lunghezza minore è la corrente.

Nei circuiti trifase con neutro e conduttore di protezione si possono avere quattro diverse possibilità di cortocircuito:

- Fase - Fase
- Fase - Neutro
- Fase - Conduttore di protezione
- Trifase equilibrato

Tali correnti di cortocircuito dipendono da Z_m (impedenza della rete di alimentazione riportata al secondario del trasformatore), Z_t (impedenza del trasformatore) e Z_l (impedenza della linea). L'impedenza Z_m la si può considerare prevalentemente reattiva senza commettere errori apprezzabili. Per il calcolo di X_m si può usare la seguente formula:

$$X_m = \frac{V_n^2}{A_{cc}}$$

dove:

V_n = Tensione concatenata nominale lato BT

A_{cc} = Potenza di cortocircuito nel punto di consegna dell'energia (tale valore è fornito dall'ente erogatore dell'energia).

L'impedenza del trasformatore Z_t si ricava attraverso le formule:

$$Z_t = \frac{V_{cc} \% \cdot V_n^2}{100 A_n}$$

$$R_t = \frac{P_{cu} \cdot V_n^2}{A_n^2}$$

$$X_t = \sqrt{Z_t^2 - R_t^2}$$

dove:

A_n = Potenza nominale del trasformatore

$V_{cc} \%$ = Tensione percentuale di cortocircuito del trasformatore

P_{cu} = Perdite negli avvolgimenti del trasformatore

7.2.2. Scelta del dispositivo di protezione

I dispositivi idonei alla protezione contro i cortocircuiti devono corrispondere alle seguenti condizioni:

- Avere un potere di interruzione (P_i) non inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione ($I_{cc} \text{ max}$) (tranne quando si effettua la protezione in serie);
- Intervenire in modo tale che tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito siano interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile.

Al fine di verificare tale condizione è necessario che, per ogni valore possibile di corto, l'energia specifica passante dal dispositivo di interruzione sia inferiore all'energia specifica di cortocircuito sopportabile dai cavi. L'energia specifica è una grandezza introdotta dalle Norme per valutare l'entità dell'energia termica specifica lasciata passare dal dispositivo di protezione durante il cortocircuito.

L'energia specifica passante è facilmente calcolabile se il tempo di apertura dell'interruttore è superiore a 0,1sec. Per durate molto brevi ($< 0,1\text{sec}$) e per i dispositivi di protezione limitatori di corrente, il valore di energia specifica passante devono essere indicati dal costruttore del dispositivo di protezione.

Per ogni linea è soddisfatta la relazione:

$$I^2 dt < K^2 S^2$$

dove:

$I^2 dt$ = energia specifica passante lasciata dal dispositivo di protezione (dato rilevabile dalle caratteristiche di intervento fornite dal costruttore);

$K^2 S^2$ = energia specifica dissipata in calore dal conduttore;

K = coefficiente funzione dell'isolamento dei cavi;

S = sezione del cavo in mm^2 .

Se la protezione viene fatta con un interruttore magnetotermico che protegge la conduttrice da sovraccarico si possono avere due casi:

- Caso A). Conduttrice completamente protetta per correnti di cortocircuito inferiori a I_n . In questo caso è necessario effettuare la sola verifica $I_{cc} \text{ max} \leq I_n$, in quanto per qualsiasi corrente di cortocircuito per guasto all'estremità della linea, di valore tale da non provocare l'intervento del relè magnetico, la linea è comunque protetta dal relè termico. Vale la pena notare che in questo caso la linea è protetta anche per cortocircuiti non franchi.
- Caso B) Conduttrice protetta per correnti I tali che $I_b \leq I \leq I_a$ e per correnti $I \leq I_b$. Al fine di avere una protezione totale dai cortocircuiti è perciò necessario che risulti: $I_{cc} \text{ min} \geq I$ e $I_{cc} \text{ max} \geq I_a$. Essendo $I_{cc} \text{ min}$ e $I_{cc} \text{ max}$ rispettivamente la massima e la minima corrente di cortocircuito presunta al termine ed all'inizio della conduttrice.

7.2.3. Selettività

Per selettività si intende il coordinamento dei dispositivi di protezione in modo tale che il guasto che si verifichi in un punto qualsiasi della rete possa essere eliminato dall'apparecchio di protezione immediatamente a monte del guasto, e solamente da esso.

Considerando due apparecchi in serie, la selettività è totale se realizzata per ogni valore di sovraccorrente, oppure parziale quando si accetta che l'intervento del solo dispositivo di protezione a valle si verifichi fino ad un determinato valore della sovraccorrente, mentre per valori superiori si ammette l'intervento di entrambi le protezioni. La selettività in caso di sovraccarico è facile da realizzare. È normalmente sufficiente che l'interruttore a monte abbia una corrente nominale almeno doppia di quella dell'interruttore a valle.

Nel caso di cortocircuito la selettività si presenta senz'altro più problematica del caso del sovraccarico. Infatti, per interrompere elevate correnti di cortocircuito lo sganciatore magnetico interviene in un tempo estremamente breve: da ciò deriva che tutti gli interruttori posti a monte del punto di guasto e perciò attraversati dalla corrente di cortocircuito, possono intervenire se tale corrente supera quella di intervento dei relè magnetici. Per ottenere un'ottima selettività è possibile aggiungere appositi ritardi ai tempi di intervento dei relè degli interruttori a monte. Questa soluzione non è molto usata perché un ritardo di apertura produce un incremento notevole dell'energia specifica passante. Si ottiene una buona selettività distanziando opportunamente le correnti di intervento e degli sganciatori magnetici e le correnti nominali degli apparecchi sfruttando, cioè, la naturale diminuzione delle correnti di cortocircuito verso valle ed il fatto che le masse inerziali degli sganciatori sono differenti con la conseguenza che l'interruttore a valle, più piccolo e spesso più veloce, interviene anticipando l'apertura rispetto all'interruttore a monte che rimane chiuso.

7.3. **Protezione dai contatti diretti ed indiretti**

7.3.1. Modalità di protezione contro contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti è stata assicurata adottando un grado di protezione idoneo al luogo in cui saranno installati le varie apparecchiature elettriche. Per apparecchiature predisposte ad un'altezza superiore ai 2,5 metri e senza particolari prescrizioni, il grado di protezione non sarà inferiore ad IP20, mentre per i locali come centrale termica è stato adottato un grado di protezione non inferiore ad IP4X.

L'impianto elettrico si sviluppa con una distribuzione elettrica che avviene all'interno di controsoffitto ispezionabile, non accessibile involontariamente, mentre negli uffici ed altri locali la distribuzione avviene sottottraccia, riducendo al minimo la possibilità di contatti diretti.

Le prese nei vari locali sono con alveoli protetti. È stato infine previsto anche in caso di un imprudente contatto o perché viene meno la protezione passiva che ogni linea partente dal quadro sia protetto con protezione differenziale ad alta sensibilità con corrente di intervento da 30 mA.

7.3.2. Modalità di protezione contro contatti indiretti

Tutte le parti metalliche degli impianti che accidentalmente possono andare in tensione per difetti di isolamento in genere, dovranno essere protette nei confronti di contatti indiretti mediante il collegamento EQP ed il coordinamento con l'interruttore a monte. All'impianto di terra dovranno essere collegate tutte le masse dell'impianto con conduttore PE e tutte le masse estranee mediante conduttori equipotenziali principali.

Si è adottato la protezione con interruzione automatica del circuito, ovvero in caso di contatto indiretto interviene automaticamente l'interruttore nel quadro che disalimenta la linea.

7.4. **Cavi**

Le sezioni dei cavi per il cablaggio nelle varie sezioni di impianto sono tali da assicurare una durata soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio.

L'intensità massima ammisible per i cavi elettrici in relazione al materiale di costruzione e alle condizioni di posa è riportata nelle Norme CEI-UNEL 35024 e CEI-UNEL 35026. Per calcolare la portata del cavo la corrente I_{amm} fornita dal costruttore deve essere modificata considerando dei fattori di correzione adeguati:

- Portata del cavo in aria CEI-UNEL 35024

$$I_Z = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2$$

Dove:

I_0 Portata in aria a 30 °C relativa al metodo di installazione previsto

K_1 Fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 30 °C

K_2 Fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato

I_Z Portata del cavo

- Portata del cavo interrato CEI-UNEL 35026

$$I_Z = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Dove:

I_0 Portata in aria a 30 °C relativa al metodo di installazione previsto

K_1 fattore di correzione per temperature diverse da 20 °C

K_2 fattore di correzione per gruppi di più circuiti affiancati sullo stesso piano

K_3 fattore di correzione per profondità di posa diverse da 0,8 m

K_4 fattore di correzione per terreni con resistività termica diversa da 2 Km/W

I_Z Portata del cavo

7.4.1. Cadute di tensione

La caduta massima di tensione tra l'origine di un impianto e l'utilizzatore deve essere contenuta secondo la norma entro il 4 %.

Per il calcolo della caduta di tensione percentuale $\Delta U \%$ è stata utilizzata la seguente formula:

$$\Delta U \% = 100 \left(\frac{\rho L}{S} \right) \frac{P_{\max}}{U^2}$$

Dove:

$\Delta U \%$ Caduta di tensione percentuale

ρ Resistività del rame alla temperatura di utilizzo

L Lunghezza della tratta considerata

P_{\max} Potenza massima

U Tensione

S Sezione

8. RETI ELETTRICHE DI PROGETTO

Per l'edificio di nuova realizzazione è previsto un nuovo punto di fornitura energia elettrica in Media Tensione a 15kV. La consegna dell'energia avverrà presso una nuova cabina dedicata all'Ente fornitore (vano DSO e vano misure secondo DG.2061ed.9).

La cabina sarà posizionata a breve distanza dal complesso edilizio, a nord-est dell'edificio. Da tale cabina si dirameranno i cavidotti interrati fino alla cabina di trasformazione MT/BT posta in adiacenza ad essa. La cabina prevede la collocazione al suo interno del trasformatore necessario alla corretta alimentazione dell'edificio, più l'aggiunta di un altro ulteriore trasformatore qualora nel tempo ve ne sia la necessità (guasto/manutenzione del trasformatore attivo).

8.1. Cabina trasformazione

La distribuzione all'interno di tale locale avverrà tramite cunicoli realizzati nel pavimento, sia per i tratti in media tensione in ingresso fino alle celle di media e poi fino ai trasformatori, sia, tramite cunicoli separati dai primi, per i tratti in bassa tensione in uscita dal Power Center. Il collegamento tra i trasformatori e il Power Center avverrà attraverso tratti in blindosbarra. La ventilazione all'interno del locale sarà di tipo naturale, garantita da strutture grigilate. Le porte saranno tutte rivolte verso l'esterno del fabbricato. Il posizionamento e il numero delle porte sono stati scelti in modo da garantire la corretta misura delle vie di fuga come da norme antincendio e per favorire la movimentazione dei trasformatori in caso di nuove installazioni o di sostituzioni.

8.2. Architettura elettrica

L'infrastruttura elettrica sarà sviluppata con architettura N+1, con la possibilità di passare da un trasformatore all'altro (in caso di manutenzione o guasto del trasformatore normalmente attivo).

Saranno perciò presenti 2 trasformatori MT/BT da 1250 kVA. In condizioni ordinarie di funzionamento, soltanto un trasformatore sarà attivo.

È prevista inoltre la predisposizione per la futura installazione di un gruppo elettrogeno, da collocarsi eventualmente in un'area dedicata nel parcheggio a nord dell'edificio.

A valle dei trasformatori sarà presente un quadro generale di bassa tensione (Power Center), a partire dal quale saranno distribuite linee elettriche in cavo, posate in passerelle e/o infilate in cavidotti; le suddette linee andranno ad alimentare i vari sottoquadri di piano o specifici, unitamente ai diversi utilizzatori elettrici presenti.

L'impiego delle passerelle, munite di opportuni setti separatori per garantire la separazione di linee funzionalmente differenti, rappresenta una soluzione versatile vista la conformazione strutturale delle aree di passaggio e la numerosa presenza di controsoffitti.

L'impostazione delle reti elettriche di distribuzione principale a partire dai quadri di zona prevederà la suddivisione tra alimentazione normale (prese FM a disposizione, illuminazione e servizi, impianti meccanici, colonnina ricarica veicoli, ascensori, impianti antincendio) predisposta per gruppo elettrogeno; alimentazione di continuità per i servizi (BMS, TVCC, antintrusione, servizi, sganci, sala regia) tramite UPS di piccola taglia; alimentazione di sicurezza (illuminazione delle vie d'esodo) tramite gruppi di continuità CPSS di piano.

8.3. Sistema di distribuzione degli edifici

Il tipo di distribuzione adoperata sarà ad albero (dal quadro generale di edificio sono alimentati i quadri relativi a ciascuna area) al fine di permettere la suddivisione dell'impianto in zone indipendenti tra loro e garantire:

- Continuità di funzionamento in caso di guasto su linee non appartenenti alla stessa zona/locale;
- Facilità di ricerca eventuali guasti;
- Razionalità nella distribuzione dell'impianto.

Tutte le linee sono calcolate in funzione delle potenze impegnate e delle lunghezze dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) come risulta dalle tavole di progetto. In ogni caso non superano i valori delle portate di corrente ammesse dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

I calcoli delle sezioni dei cavi in rapporto alla taratura degli interruttori a monte ed ai carichi impegnati sono stati sviluppati con apposito software e verificano:

- Correnti di Sovraccarico;
- Correnti di Cortocircuito;
- Cadute di Tensione;
- Energia specifica passante.

8.4. Pulsanti di sgancio di emergenza

Per motivi legati ad eventuali emergenze in caso di incendio, in prossimità dell'edificio verranno installati dei pulsanti di sgancio, in grado di disattivare tutte le sorgenti di alimentazione elettrica (con l'eccezione ovviamente dei servizi stessi di emergenza).

Ciascun pulsante dovrà essere tenuto premuto dal vetro della custodia ed in caso di rottura dello stesso, fuoriuscendo, dovrà cambiare il proprio stato rimanendo in questa posizione fino a quando non verrà ripristinato manualmente. Sul pulsante dovrà essere posizionata una lampadina di segnalazione che indicherà l'integrità del circuito di sgancio.

8.5. Colonnine ricarica veicoli elettrici

Il progetto prevede l'installazione di una stazione di ricarica per auto elettriche nell'area di parcheggio, con alimentazione 400 V e regolata per una potenza massima di 22 kW. Il dispositivo di ricarica dovrà essere autoregolante nei confronti della massima potenza realmente assorbita dal veicolo, evitando condizioni di sovraccarico in ognuna delle tre parti del sistema (stazione, cavo, veicolo).

8.6. Barriere tagliafuoco

Tutti gli attraversamenti di solai e pareti tagliafuoco dovranno essere isolati con materiali atti ad impedire la propagazione della fiamma da un lato all'altro dell'attraversamento o, meglio, atti a garantire il mantenimento delle caratteristiche REI della struttura. Per realizzare tale sbarramento, saranno impiegate schiume di riempimento intumescenti, integrate ove necessario da pannelli incombustibili, tali da garantire il grado di resistenza al fuoco richiesto. Ogni barriera dovrà essere certificata e identificata con apposito cartello metallico riportante le caratteristiche necessarie, a riguardo dei prodotti utilizzati e delle modalità di posa.

8.7. Manutenibilità

All'interno dell'edificio, tutte le distribuzioni degli impianti elettrici, dati e speciali passeranno all'interno di passerelle a soffitto. Questo in caso di necessità ne faciliterà l'ispezione e la manutenzione, soprattutto nei tratti con passerella a vista. La totale sostituibilità degli impianti aumenterà considerevolmente la durata di vita del fabbricato riducendo inoltre i costi di manutenzione.

9. ILLUMINAZIONE

9.1. Illuminazione ordinaria

Il progetto dell'illuminazione è stato sviluppato con l'obiettivo di mantenere le condizioni di massimo comfort illuminotecnico contenendo il consumo energetico per l'illuminazione degli ambienti. In merito alla scelta dei corpi illuminanti l'obiettivo di realizzare un edificio rappresentativo per i bassi consumi elettrici ha richiesto l'impiego di apparecchi a LED ad alta efficienza energetica.

L'utilizzo di corpi illuminanti a LED in maniera diffusa è effettuato al fine di ottenere i seguenti vantaggi:

- Lunga durata di vita;
- Riduzione dei costi di manutenzione;
- Elevato rendimento;
- Funzionamento in sicurezza.

La tipologia di corpi illuminanti previsti è la seguente:

- Fari su pali poligonali per i passaggi pedonali e per l'area parcheggio;
- Plafoniere con adeguato grado di protezione per le scale, per le zone di passaggio non dotate di controsoffitto, per i locali tecnici;

- Plafoniere dalle caratteristiche illuminotecniche idonee per locali non dotati di controsoffitto, ma dai requisiti più stringenti rispetto ai precedenti (sale conferenze, uffici o similari, infermerie, sale riunioni, ecc.);
- Faretti o pannelli a LED a incasso per i locali controsoffittati;
- Fari con specifiche caratteristiche per l'illuminazione delle aree da gioco e le tribune.

I corpi avranno il controllo di tipo DALI per poter essere supervisionati e gestiti dal Building Management System a livello di accensione/spegnimento e luminosità grazie al contemporaneo utilizzo di sensori di presenza. Tutto questo contribuirà a ridurre ulteriormente i consumi elettrici e ad aumentare la durata delle lampade. I sensori saranno affiancati da comandi manuali nei locali tecnici per una maggiore comodità e sicurezza. Le linee dedicate all'illuminazione esterna saranno comandate da orologio astronomico.

Le simulazioni illuminotecniche eseguita mostrano il raggiungimento dei parametri illuminotecnici previsti secondo UNI EN 12464-1:2021 e UNI EN 13201.

9.2. Illuminazione di emergenza e sicurezza

L'impianto di illuminazione di Emergenza per i locali comuni (corridoi, spogliatoi, uffici, locali tecnici) è costituito da lampade a 24V alimentate da CPSS di piano.

Come visibile nelle tavole di progetto, la disposizione dei corpi è stata effettuata evidenziando con accuratezza i percorsi delle vie di esodo. Oltre ai corpi illuminanti convenzionali, saranno installati come da normativa dei pittogrammi luminosi raffiguranti i percorsi verso le vie di esodo. Il criterio di funzionamento è stabilito con l'attivazione del sistema di Emergenza in caso di Blackout, per cessata erogazione da parte dell'Ente fornitore, oppure in caso di guasto in un punto dell'impianto. Nel caso di intervento di una protezione dell'illuminazione ordinaria (o ulteriori protezioni a monte del sistema), l'alimentazione ordinaria delle lampade viene interrotta. In seguito del rilievo della condizione sopra indicata, grazie al soccorritore con batteria interna, si accende il gruppo luce di Emergenza. L'illuminazione di sicurezza sarà realizzata secondo norma UNI EN 1838, in modo da garantire il corretto livello di illuminamento lungo le vie di esodo e negli altri ambienti (illuminamento antipanico). Per l'illuminazione di Emergenza delle tribune/area di gioco saranno utilizzati i corpi utilizzati per l'illuminazione ordinaria con batteria autonoma (autonomia 1h e ricarica 12h), grazie ai quali saranno garantiti 2 lux come illuminamento minimo e un'uniformità Emax/Emin di 40:1.

Per l'illuminazione di sicurezza del terreno di gioco al 10% del valore del target di gara per una durata di 90 secondi (secondo UNI EN 12193) saranno utilizzati alcuni dei proiettori per le gare, alimentati sotto CPSS.

10. IMPIANTI SPECIALI E SISTEMI DI COMUNICAZIONE

10.1. Impianto di cablaggio strutturato

Le comunicazioni all'interno dell'edificio fanno capo, con diverse modalità, a reti ICT che fanno da collettore di tutti i segnali che necessitano di un'infrastruttura di transito, in particolare:

- Trasmissione dati (via cavo) tra i diversi apparati informatici, le postazioni di lavoro e le apparecchiature che necessitano di collegamento dati;
- Segnali relativi al sistema di supervisione e controllo descritto in dettaglio in capitolo dedicato.

La scelta di utilizzare reti ICT per convogliare tra loro vari segnali ha il pregio di razionalizzare la realizzazione e la manutenzione rispetto a diverse infrastrutture dedicate ai singoli sistemi ma pone, allo stesso tempo, l'attenzione sulla vulnerabilità delle singole struttura di collegamento e sulla necessità che essa abbia alte prestazioni in termini di velocità trasmissiva/ampiezza di banda. Dovranno essere utilizzati cavi rispondenti alla normativa CPR in vigore.

L'impianto di cablaggio strutturato sarà realizzato secondo la normativa vigente ISO 11801 ed EN 50173-1, per la realizzazione di una rete di comunicazione informatica. L'infrastruttura ICT prevista sarà utilizzata sia a

servizio dei sistemi informatici (IT) di locali come infermerie e uffici, sia a servizio degli impianti tecnologici che necessitano di appoggio alla rete Ethernet (quali BMS, TVCC, controllo accessi). I sistemi condivideranno le dorsali e gli armadi di distribuzione, mentre dove possibile saranno suddivisi gli apparati attivi e passivi. Gli apparati attivi e i componenti in campo dovranno essere configurabili utilizzando opportune impostazioni di rete VLAN.

L'architettura di rete prevede l'elaborazione dei segnali presso le seguenti tipologie di nodi:

- Centro Stella: distributore di edificio, ha il compito di concentrare e "instradare" il traffico dati/voce proveniente dai distributori di piano/zona e dai distributori locali;
- Nodi periferici di piano: distributore di zona, provvede all'instradamento dei flussi dati/voce provenienti dalle apparecchiature terminali in campo verso il Centro Stella;
- Punto terminale: presa di telecomunicazione tipo RJ45 cat.6A o generico collegamento diretto.

Il centro stella e i nodi periferici saranno costituiti da armadi rack 19' 600x600 mm 24U installati nei locali tecnici con spazio sufficiente per l'accessibilità frontale e su almeno un altro lato. Ciascun armadio conterrà sia gli elementi attivi che quelli passivi necessari per la funzione di trasferimento dati, opportunamente dimensionati. Per ogni armadio rack sarà garantito un minimo di spare fisico del 20% per eventuali ampliamenti (più uno spare installativo sui patchpanel, gli switch e i cassetti ottici). Nel dettaglio avremo:

il collegamento tra il centro stella e i nodi periferici sarà realizzato tramite cavo in fibra ottica multimodale 50/125 OM2. Gli altri collegamenti verso i punti terminali saranno realizzati con cavo dati cat.6 conforme alla norma CEI 20-22 (non propagante l'incendio) e alla norma CEI 20-38 (a bassa emissione di gas tossici e nocivi).

Ogni singola presa/punto terminale dovrà essere adeguatamente etichettata con il suo numero assegnato. La convenzione di codifica da seguire dovrà essere concordata con la DL e, al termine dei lavori, dovranno essere approntate tabelle mappa con l'indicazione delle associazioni tra:

- L'armadio rack di provenienza;
- La presa all'interno dell'armadio;
- Il cavo in uscita dalla presa;
- La testa del cavo in campo;
- La presa in campo collegata.

Il tutto in modo da garantire un agevole identificazione delle singole componenti nelle successive modifiche o integrazioni al sistema. La stessa dicitura dovrà essere riportata anche ai due estremi di ogni cavo e sui permutatori corrispondenti.

L'alloggiamento dei cavi sarà realizzato su passerella con opportuno setto separatore dai cavi di energia. I cavi non dovranno essere sottoposti a trazioni verticali.

11. IMPIANTI SPECIALI PER LA SICUREZZA DELLE PERSONE (SAFETY)

I sistemi destinati alla sicurezza degli occupanti sono quelli che consentono di rilevare tempestivamente l'insorgere di un pericolo e mettere in atto in modo automatico le misure necessarie a gestirlo fino a segnalare la necessità di abbandono di ciascun edificio e dare tutte le indicazioni perché questo avvenga. Nel presente capitolo vengono descritti gli impianti realizzati al fine di rendere gli edifici sicuri in caso di emergenza per le persone che li occupano. È da notare che la definizione di "emergenza" è legata all'emergere di una condizione diversa da quella usuale di utilizzo di un edificio. Non è necessariamente legata ad un pericolo immediato ma può recare danno agli occupanti se non gestita correttamente.

In quest'ottica gli impianti di sicurezza dedicati alla gestione dell'emergenza sono, in questo progetto:

- Illuminazione di sicurezza (descritto nel precedente capitolo relativo all'illuminazione);
- Rivelazione e segnalazione allarme incendio;
- Impianto di comunicazione vocale di allarme di emergenza (EVAC)

L'implementazione di tali sistemi è sviluppata in accordo con le relative normative di riferimento.

11.1. *Impianto di rivelazione e segnalazione allarme incendi*

Il progetto prevede l'installazione di un impianto di segnalazione e rivelazione automatica allarme incendi. Per maggiori informazioni si rimanda agli elaborati della prevenzione incendi.

L'impianto di rivelazione incendi, ove previsto da pratica VVF, sarà del tipo ad indirizzamento, dimensionato e progettato in accordo con la Norma UNI 9795 e composto dalle seguenti apparecchiature:

- Centrale per impianto di rilevazione fumi di tipo ad indirizzamento per il collegamento delle linee di rivelazione;
- Rivelatori ottici di fumo ad indirizzamento (con gemma ripetitore in caso di rivelatori posti all'interno di vani chiusi);
- Rilevatori ad aspirazione per le aree di gioco e gli spalti;
- Pannelli ottico-acustici di allarme incendio;
- Pulsanti manuali di allarme incendio;
- Moduli di ingresso/uscita per l'azionamento delle tende tagliafuoco e dei moduli spegnimento UTA.

L'azionamento del pulsante manuale di allarme provoca un allarme generale. I pulsanti manuali dovranno essere posti su tutte le uscite di sicurezza e nelle zone nevralgiche e, in ogni caso, in modo che sia possibile raggiungere da un qualunque punto un pulsante con un percorso massimo di 30 metri, misurato con tutto l'arredo montato. Il posizionamento è individuabile negli elaborati grafici.

L'impianto consentirà l'azionamento automatico dei dispositivi di allarme posti nell'attività entro:

- Un primo intervallo di tempo dall'emissione della segnalazione di allarme proveniente da due o più rivelatori o dall'azionamento di un qualsiasi pulsante manuale di segnalazione di incendio;
- Un secondo intervallo di tempo dall'emissione di una segnalazione di allarme proveniente da un qualsiasi rivelatore, qualora la segnalazione presso la centrale di controllo e segnalazione non sia tacitata dal personale preposto.

I già menzionati intervalli di tempo dovranno essere definiti in considerazione della tipologia dell'attività e dei rischi esistenti nelle varie aree funzionali e regolamentati da quanto predisposto nel piano di emergenza.

L'impianto di rivelazione consentirà l'attivazione automatica di una o più delle seguenti misure d'intervento:

- Apertura dei sistemi di evacuazione per fumi (EFC), posti in copertura degli ambienti (ove previsti a progetto);
- Trasmissione a distanza delle segnalazioni di allarme in posti predeterminati in un piano operativo interno di emergenza e al centro di controllo e gestione allarmi ed emergenze.

11.1.1. Scelta dei componenti

I componenti devono essere conformi alla norma UNI EN 54. L'impianto di rivelazione incendio sarà previsto, in accordo alla Norma UNI 9795 vigente, in tutte le aree dell'edificio. Anche le quantità di moduli di uscita e moduli di ingresso saranno tali da permettere all'impianto di soddisfare i requisiti e le prescrizioni della Norma UNI 9795. Nella scelta dei rivelatori bisogna considerare:

- Condizioni ambientali e natura dell'incendio nella sua fase iniziale;
- Configurazione geometrica dell'ambiente in cui i rivelatori operano, tenendo presente i limiti specificati nella presente norma;
- Le funzioni particolari richieste al sistema (ad es. azionamenti impianti estinzione incendio, esodo persone, ecc.).

Ogni tipo d'incendio prevedibile nell'area sorvegliata, deve essere rilevabile fin dal suo stadio iniziale ed in modo da evitare falsi allarmi. Numero e posizione dei rivelatori dipendono da:

- Tipo di rivelatori previsti;

- Superficie ed altezza del locale;
- Forma del soffitto o della copertura;
- Condizioni di aerazione e di ventilazione naturale o meccanica del locale.

11.1.2. Struttura del sistema

La suddivisione in loop dell'impianto e l'indirizzamento dei dispositivi sarà realizzato in modo da garantire l'immediata individuabilità dell'inizio di incendio e la sezionabilità dell'impianto in base alle zone funzionali.

I circuiti dovranno essere a loop chiuso con cavi twistati/schermati del tipo FG29OHM16 resistente al fuoco per 120 minuti con rilevatori, stazioni manuali, e moduli a relè singolarmente indirizzabili.

L'impianto dovrà essere realizzato in conformità alle norme UNI EN 54 e sarà provvisto di centrale di tipo a microprocessore per dispositivi analogici singolarmente indirizzati, ampliabile secondo le esigenze.

I loop sono ottimizzati in base alla geometria degli edifici, l'estensione dei piani, numero dei piani, assorbimento e distanze dei dispositivi in campo.

Nel caso in cui la linea di interconnessione a loop serva più zone o colleghi più di 32 rivelatori e/o pulsanti di segnalazione incendio e/o moduli ingresso/uscita, dovranno essere previsti opportuni dispositivi di isolamento in grado di aprire la linea in caso di cortocircuito e permettere di mantenere attivi i rivelatori collegati fra i due rami. Sul medesimo loop possono essere collegati rivelatori automatici e pulsanti di segnalazione incendio, purché questi ultimi siano compresi tra isolatori di cortocircuito. Il ramo di andata del loop e quello di ritorno dovranno viaggiare in passerelle separate o in sezioni di passerella divisi da setti separatori.

Le linee di collegamento e d'alimentazione dei dispositivi dovranno essere posate in canalizzazioni, settori di canale e cassette di derivazione dedicati al solo impianto di rilevazione incendio. I cavi dovranno essere provvisti di guaina esterna, essere resistenti all'incendio, conformemente alla norma CEI 20-36 ed installati secondo le prescrizioni contenute nella norma CEI 64-8.

Le apparecchiature d'allarme e segnalazione saranno alimentate direttamente dalla relativa centrale e/o da alimentatori EN 54 sottesi ai quadri elettrici di zona, con linea in cavo multipolare tipo FTG18(O)M16 0.6/1kV.

11.1.3. Centrale di controllo e segnalazione

L'ubicazione della centrale di controllo e segnalazione dell'impianto, oltre che del pannello ripetitori della centrale, sarà scelta in modo da garantire la massima sicurezza di funzionamento del sistema stesso.

L'ubicazione del pannello sarà tale da consentire il continuo controllo in loco da parte del personale di sorveglianza. Il locale di installazione della centrale sarà:

- Sorvegliato da rivelatori automatici d'incendio;
- Dotato di illuminazione di emergenza ad intervento immediato ed automatico in caso di assenza di energia elettrica di rete.

La centrale sarà provvista di batterie che consentono il funzionamento anche in mancanza della tensione di rete, e dovrà essere assicurato il contemporaneo funzionamento di tutti i segnalatori per almeno 30 minuti a partire dall'emissione di allarme.

La centrale dovrà essere dotata di modulo per trasmissione a distanza delle segnalazioni di allarme, con combinatore telefonico (GSM) dedicato programmato per inviare messaggi di allarme ai numeri telefonici indicati dalla Committenza.

L'alimentazione di sicurezza sarà automatica ad interruzione breve ($\leq 0,5$ sec). L'alimentazione primaria del sistema deve essere realizzata tramite linea esclusivamente dedicata a tale scopo, dotata di propri organi di sezionamento, manovra e protezione.

La centrale di rivelazione incendi sarà dotata inoltre di interfaccia di rete Ethernet per il collegamento al sistema BMS e quindi la predisposizione alla centralizzazione dei segnali/allarmi sul sistema di supervisione, che consentirà:

- Log di tutti gli eventi di stato e allarme;

- Generazione di report periodici sullo stato del sistema.

11.1.4. Gestione allarme

Nel seguito si propone una soluzione tipica di gestione allarme dell'impianto IRAI al solo scopo di mostrare quanto dovrà essere determinato prima della conclusione dei lavori per permettere la corretta messa in funzione del sistema e il suo proficuo utilizzo. Si sottolinea che quanto riportato è solo da intendersi come puramente indicativo. L'effettiva programmazione software del sistema dovrà essere realizzata utilizzando due fonti di informazioni fondamentali:

- Il progetto di prevenzione incendi, redatto da uno specialista e approvato dal locale comando dei Vigili del Fuoco;
- Il piano di evacuazione e gestione delle emergenze, redatto dal servizio di prevenzione e protezione dell'organizzazione che occupa l'edificio secondo tutte le norme e i criteri opportuni.

11.1.5. Prima segnalazione dell'evento

Un rivelatore (di qualunque natura) evidenzia un evento alla centrale: immediatamente si attiva un segnale al personale deputato alla gestione delle emergenze (Control room ed eventuale altri rimandi). In questa fase non viene data alcuna informazione agli altri occupanti per prevenire allarmismi ancora non giustificati. Il segnale comparso sui dispositivi a disposizione del personale preposto può essere tacitato ma non eliminato e i registri della centrale lo mantengono in memoria.

A seguito di un controllo il personale preposto riconosce, ad esempio, un falso allarme dovuto a fumo estraneo ad un incendio (es. fumatore inopportuno); al cessare della causa l'allarme in centrale può essere eliminato.

Se il controllo evidenzia invece una reale criticità (es. dispositivo elettronico che fa fumo) il personale preposto può decidere se risolvere il problema e tornare al caso precedente o attivare una segnalazione manuale avvisando il resto degli occupanti e mettendo in atto le procedure previste per la gestione dell'emergenza.

11.1.6. Seconda segnalazione dell'evento e/o segnalazione tramite pulsante manuale

Un secondo rivelatore nella stessa zona conferma l'evento segnalato dal primo: questo caso esclude ragionevolmente il falso allarme e quindi la centrale attiva autonomamente le procedure di segnalazione agli occupanti della zona in allarme, ed eventualmente di quelle limitrofe, e di gestione dell'emergenza.

Nel caso in cui la centrale registri l'attivazione di una segnalazione manuale (pulsante): può essere escluso ragionevolmente il falso allarme e la centrale "agisce" immediatamente come nel caso precedente (seconda rivelazione rivelatore).

Quando risultano segnalazioni da più zone, significa che l'evento sta interessando l'edificio in diverse parti; la centrale manda in modo autonomo un segnale di evacuazione e attiva le misure previste per la gestione dell'emergenza.

11.1.7. Attivazione delle misure necessarie alla gestione delle emergenze segnalate

Le misure descritte in questa sede sono quelle legate agli attuatori comandabili dalla centrale del sistema di rivelazione incendio, una volta avuta conferma di allarme, secondo quanto indicato nella programmazione, che esiste un'effettiva situazione di pericolo:

- Segnalazione della situazione a tutti gli occupanti attraverso l'attivazione delle targhe ottiche;
- Segnalazione alle unità preposte e, eventualmente, ad enti di intervento esterni (es. VVF);
- Compartimentazione delle zone interessate;
- Partenza dei dispositivi di protezione attiva.

11.2. *Impianto di comunicazione bidirezionale (spazi calmi)*

Gli spazi calmi ai vari piani dell'edificio, definiti secondo DM 974/94, saranno dotati di apposito sistema di comunicazione bidirezionale per permettere agli occupanti di segnalare la loro presenza e richiedere assistenza come richiesto da DM 3/8/2015.

Il DM 3/8/2015 recante il titolo "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006" da precise indicazioni sulle modalità di realizzazione degli spazi calmi, sia sulle loro dimensioni in relazione al numero di persone che potrebbero avere la necessità di usufruirne, sia sulla loro dislocazione, che deve essere tale da non ostacolare il normale esodo delle altre persone, sia sulle attrezzature di emergenza di cui devono essere dotati.

Il dispositivo necessita esclusivamente di allaccio all'energia elettrica 230V e copertura del segnale GSM (telefono cellulare). Nel caso venga installato in assenza di segnale GSM, sarà possibile remotizzare l'antenna in posizione con copertura di segnale. Il sistema è completo di predisposizione al call-center h24 per il ricevimento della telefonata di soccorso, che geolocalizzando automaticamente il dispositivo, acquisirà le informazioni necessarie e le trasmetterà direttamente al Comando dei Vigili del Fuoco.

11.3. **Impianto EVAC**

L'edificio dovrà essere provvisto di un impianto di diffusione sonora per l'invio di messaggi d'emergenza volti a facilitare l'esodo degli occupanti, conforme alle Norme conformi alle normative CEI 79-102 ed EN 60849. Il sistema potrà essere utilizzato anche indipendentemente da un allarme incendio, per fini diversi da quelli legati alle situazioni di emergenza.

Scopo di un sistema di allarme vocale è di trasmettere informazioni per la protezione della vita delle persone, della salvaguardia delle attività quotidiana e dei beni contenuti all'interno di una o più aree specificate. L'impianto audio è quindi destinato, in caso di emergenza, a fornire tutte le indicazioni necessarie per effettuare una rapida e ordinata evacuazione degli occupanti.

Per quanto riguarda la scelta degli altoparlanti, la norma di riferimento per la progettazione del sistema audio è la UNI ISO 7240-19 e quindi tutti i prodotti utilizzati dovranno essere certificati EN 54 (4-16-24), tale norma indica anche i valori medi e minimi del grado di intelligenza che occorre ottenere per garantire la ricezione dei messaggi in maniera corretta.

Per la determinazione del grado di intelligenza è possibile utilizzare due procedure. La prima è un metodo misurativo e/o simulativo e quindi tramite appositi software ricreare l'ambiente da sonorizzare e successivamente valutare se le scelte operate garantiscono i valori richiesti dalla norma stessa (STI = 0,5 medio). L'altro metodo indicato è quello prescrittivo ed è quello che in pratica è stato adottato nella progettazione dei due impianti di diffusione sonora.

Per l'utilizzo del metodo prescrittivo è però necessario che siano rispettati alcuni parametri acustici ambientali e che gli altoparlanti siano installati secondo una disposizione ben precisa.

I requisiti necessari da soddisfare sono:

Il tempo di riverberazione medio sulle bande di ottava da 500 Hz, 1 kHz e 2 kHz non è maggiore di 1,3 s;

Il livello di rumore ambientale di riferimento è minore di 65 dBA;

Il livello di pressione sonora dei messaggi vocali è maggiore di 75 dBA, misurato su periodo non minore di 10 s.

Per quanto riguarda invece la disposizione di altoparlanti il metodo impone quanto sotto riportato:

La distanza fra gli interassi degli altoparlanti non è maggiore di:

- 6 m per gli altoparlanti unidirezionali;
- 12 m per gli altoparlanti bidirezionali;

La distanza priva di ostacoli fra un altoparlante e ogni ascoltatore non è maggiore di:

- 6 m per gli altoparlanti unidirezionali;
- 7,5 m per gli altoparlanti bidirezionali.

Quando si calcola la distanza dagli altoparlanti, gli ascoltatori seduti devono essere considerati a un'altezza di 1,2 m al di sopra del pavimento e gli ascoltatori in piedi a un'altezza di 1,6 m al di sopra del pavimento.

Per quanto riguarda la centrale d'impianto, nel caso dell'edificio più grande questa sarà realizzata al primo piano, in un locale opportunamente presidiato. Nel caso dell'edificio più piccolo, la centrale verrà realizzata all'interno di un ufficio. I due locali che ospiteranno le centrali soddisferanno i requisiti di cui alla norma UNI 9795, ovvero saranno sorvegliati da rilevatori ottici di fumo, e ospiteranno anche le centrali di rivelazione incendi e i relativi ripetitori.

Il sistema sarà composto dai seguenti componenti:

- Una centrale di diffusione sonora, costituita da un rack principale;
- Amplificatori di potenza dotati di linee in uscita tipo A e B per garantire la ridondanza nella copertura delle diverse zone servite. Saranno alimentati con linea privilegiata da batteria dedicata;
- Un sistema di allarme (controller) ubicato nel rack principale, accessibile solo al personale interno e facilmente raggiungibile;
- Un sistema di altoparlanti del tipo ad incasso (a controsoffitto), monodirezionali (a parete) e bidirezionali (a parete), che avranno potenza sonora adeguata e saranno posizionati in numero sufficiente in relazione alla grandezza e geometria dell'ambiente;
- Linee di alimentazione degli altoparlanti in cavo FTS29OM16 resistente al fuoco per almeno 120' (PH120).

Il sistema si dovrà interfacciare ad una postazione microfonica posta nello stesso locale della centrale. Il tutto sarà cablato con linee di interconnessione di potenza e di segnale, resistenti al fuoco (per installazione o per costruzione). Maggiori dettagli sulle dotazioni, il posizionamento e le caratteristiche dell'impianto sono indicati negli schemi allegati e negli elaborati grafici.

La centrale di diffusione sonora sarà interfacciata con la centrale di rivelazione incendi mediante moduli di ingresso e uscita al fine di:

- Ricevere segnalazioni di allarme da parte dell'impianto di rivelazione incendi, così da inviare automaticamente messaggi di allarme ed evacuazione (coerentemente con quanto previsto nel Piano Gestione Emergenze);
- Inviare segnalazioni di anomalia/guasto all'impianto di rivelazione incendi.

12. IMPIANTI SPECIALI PER LA SICUREZZA DEGLI EDIFICI (SECURITY)

Questi sistemi sono destinati a proteggere l'edificio da intrusioni inopportune attraverso l'immediata identificazione di eventi che possono testimoniarne il tentativo e attraverso una puntuale sorveglianza video delle aree identificate come sensibili. Tali sistemi saranno rappresentati essenzialmente da:

- Impianto TVCC
- Impianto antintrusione

12.1. *Impianto TVCC*

È prevista la realizzazione di un sistema di video-sorveglianza delle aree esterne (limitato al monitoraggio delle vie di accesso) e delle aree di campo. Ciascun impianto dovrà essere realizzato in conformità alla norma CEI EN 62676-4. Il sistema utilizzerà apparati di tipo IP PoE gestiti attraverso apparati dedicati sull'infrastruttura di rete.

Ciascun impianto sarà composto essenzialmente dai seguenti componenti:

- Telecamere;
- Recording server;
- Workstation con monitor.

Tutti gli apparati principali dell'impianto TVCC come il recording server e la workstation, più gli accessori, saranno posizionati in un rack 19' 600x600 24U dedicato.

12.1.1. Telecamere

Le telecamere a protezione della struttura saranno del tipo:

- Telecamere bullet 360° per le aree esterne;

Le unità di ripresa dovranno essere dotate di tutti i dispositivi al fine di garantire immagini di elevata qualità anche in presenza di forti contrasti di luce e le ottiche dovranno essere dotate di diaframma automatico. Altro fattore importante per la scelta del componente telecamera sarà la possibilità di commutare automaticamente sulla modalità di ripresa B/N quando le condizioni di illuminazione risultano insufficienti per riprese a colori, in modo da garantire comunque immagini di qualità anche in condizioni "estreme".

Il collegamento tra le telecamere e i vari componenti IP del sistema TVCC sarà basato su un cablaggio di rete in cat.6.

12.1.2. Recording server

Il Server dovrà essere in formato rack 19" ed installato nell' armadio rack per il sistema TVCC. L'unità di videoregistrazione digitale dovrà essere dotata di processore adeguato alle funzionalità richieste al tipo di applicazione e disporre di dischi rigidi (HDD) interni sui quali verranno registrate le immagini provenienti da tutte le telecamere. I dischi fissi dovranno essere facilmente estraibili senza bisogno di aprire lo "chassis" dell'unità. La capacità dei dischi dovrà essere dimensionata per garantire la registrazione di tutte le telecamere alla risoluzione minima 1920 x 1080 in media qualità video, compressione video H.264 e con un minimo di 15 fps.

12.1.3. Ulteriori prescrizioni

Per impedire la visualizzazione delle immagini al personale non autorizzato, gli apparati di videosorveglianza apparterranno a VLAN distinte dagli altri apparati connessi alla rete dati e l'accesso ai dati sensibili registrati sarà protetto mediante password. Verranno inoltre installati su entrambi gli edifici dei cartelli indicanti "zona videosorvegliata" e verranno effettuate tutte le comunicazioni al Garante della Privacy; tali oneri si intendono compresi nei due impianti in oggetto.

12.2. **Impianto antintrusione**

È prevista la realizzazione di un sistema antintrusione per proteggere l'edificio da accessi non autorizzati, in conformità alla norma CEI 79-3.

Ciascun impianto sarà composto essenzialmente dai seguenti componenti:

- Rilevatori volumetrici;
- Tastierini di controllo;
- Sirene esterne;
- Centrale.

I rilevatori volumetrici previsti sono del tipo a doppia tecnologia, e verranno installati nei locali che presentano aperture verso l'esterno facilmente accessibili, in modo da rilevare eventuali intrusioni all'interno dell'area protetta. La loro disposizione consentirà una copertura ottimale delle zone più vulnerabili.

I tastierini saranno collocati in punti ritenuti strategici e permetteranno agli utenti di attivare o disattivare l'impianto mediante inserimento di un codice.

Le sirene acustiche esterne, disposte in punti diametralmente opposti, saranno dotate di lampeggiante, e avranno lo scopo di emettere dei segnali in grado di dissuadere gli intrusi e avvisare le persone nelle vicinanze dell'intrusione in atto.

Ciascuno dei due sistemi sarà gestito da una centralina di controllo, posizionata in luogo protetto e in grado di coordinare i vari componenti dell'impianto (rilevatori, sirene, tastiere) e di inviare notifiche d'allarme all'esterno

tramite moduli di comunicazione (GSM o IP). La centrale sarà dotata di alimentazione di emergenza e memoria eventi, in modo conforme alla norma CEI EN 50131-3.

13. IMPIANTI DI BUILDING AUTOMATION

A supporto della gestione delle reti impiantistiche, con l'obiettivo di massimizzare la supervisione, il comfort e l'efficienza, si prevede l'adozione di un sistema di Building Management (BMS) dedicato agli impianti elettrici e agli impianti meccanici. Il sistema proposto dovrà essere del tipo aperto, scalabile e in grado di riassumere sotto stessa piattaforma la maggior parte delle reti tecnologiche presenti.

- L'utilizzo del sistema di regolazione centralizzato permette di:
- Ridurre i costi di gestione degli impianti;
- Assicurare il controllo continuo degli stessi;
- Garantire continuità del servizio;
- Aumentare l'efficienza e la vita utile degli impianti, rendendone possibile una manutenzione programmata dei componenti, riducendo quindi al minimo la possibilità di guasto.

13.1. *Obiettivi*

Gli obiettivi che si vogliono raggiungere attraverso l'installazione di sistemi centralizzati di supervisione sono i seguenti:

- Comfort e risparmio energetico, ottimizzando l'efficienza degli impianti tecnologici con la possibilità di impostazioni dei periodi di funzionamento delle varie porzioni d'impianto, oltre a fornire l'analisi dei consumi per poi attivare strategie di risparmio energetico;
- Interoperabilità al sistema da più punti tramite PC dotati di un semplice browser di Internet;
- Manutenzioni programmate e preventive di tutti gli apparati, rendendo possibile attraverso il monitoraggio continuo dello stato di funzionamento di ogni organo meccanico od elettrico, rilevandone gli eventuali guasti o malfunzionamenti del componente dell'impianto permettendo di preservarne il funzionamento ottimale;
- Utilizzo di schermi informativi utili alla visualizzazione di mappe e dati sull'edificio.

13.2. *Architettura del sistema*

L'architettura di ciascun impianto dovrà essere suddivisa su tre livelli funzionali:

1. Livello di gestione – supervisione: costituito da una o più stazioni di lavoro, tramite cui gli operatori potranno interagire in modo semplice ed efficace con gli impianti; il livello di gestione sarà costituito da una stazione di lavoro basata su Personal Computer in ambiente multitasking, la quale permetterà la rappresentazione grafica dello stato di funzionamento e degli eventi e la gestione dei dati al fine di:

- Supervisionare il regolare funzionamento degli impianti;
- Monitorare i consumi energetici ripartendo i consumi stessi tra i vari impianti;
- Consentire report storici da utilizzare ai fini della gestione dell'edificio;
- Intervenire sui parametri di funzionamento degli impianti.

2. Livello di concentrazione e d'integrazione – automazione: costituito dai controller, il cui compito sarà quello di consentire la comunicazione dei diversi sottosistemi tra di loro, per realizzare interazioni funzionali, e tra questi e le stazioni di lavoro del livello superiore per consentire le funzionalità gestionali. A questo livello dovrà essere disponibile un ambiente di applicativi per la realizzazione dei programmi necessari a soddisfare le necessità dell'impianto specialmente per programmi globali e per applicativi eterogenei (che controllano diversi

tipi di periferiche). Sempre a questo livello dovrà essere demandata anche la funzione di “apertura” versi altri protocolli di altri produttori soprattutto utilizzati per applicazioni specifiche. Costituito in particolare da:

- Controllori (DDC) dedicati al monitoraggio e alla supervisione degli impianti elettrici, meccanici e di illuminazione;
- Controllori terminali in campo per acquisizione punti controllati di specifici elementi in ambiente;
- Alimentatori e gateway dedicati al controllo dell’impianto di illuminazione ordinaria e di sicurezza.

3. Livello dei sottosistemi – campo: costituito dagli apparati specializzati che realizzano in modo autonomo le diverse funzioni di automazione previste. I vari elementi che compongono questo livello dell’architettura (quali sensori, attuatori, strumenti di misura, moduli I/O etc.) risultano essere connessi alle unità di regolazione del livello di automazione mediante il seguente elenco non esaustivo:

- Cablaggi dedicati per segnali analogici o digitali;
- Linee seriali per acquisizione di misure (ad es. multimetri) con protocolli aperti;
- Linee BUS per il collegamento degli alimentatori elettronici di tipo dimmerabile ed indirizzabili singolarmente;
- Linee BUS per il collegamento dei sensori di presenza e luminosità e dei dispositivi di comando e controllo del sistema di illuminazione (ulteriori sensori, pulsanti, etc.).

13.3. *Caratteristiche generali*

Il sistema di supervisione centralizzata degli impianti tecnologici dovrà effettuare le seguenti funzioni relative agli impianti presenti nel complesso:

- Acquisizione segnali e misure;
- Controllo, comando e regolazione degli impianti termotecnici;
- Controllo degli impianti elettrici;
- Acquisizione e trattamento degli allarmi;
- Automazione degli impianti secondo programmi di gestione;
- Sorveglianza della completa funzionalità degli impianti e dei componenti che li compongono;
- Gestione programmata degli interventi di manutenzione;
- Creazione e gestione di un archivio storico degli impianti.

Il sistema di supervisione centralizzata dovrà controllare, comandare e regolare i seguenti sottosistemi:

- Impianto idrico sanitario e antincendio;
- Impianto di illuminazione;
- Supervisione dei sistemi di contabilizzazione elettrici.

Dovrà invece solo controllare gli impianti di trasformazione e distribuzione dell’energia elettrica:

- Gruppo elettrogeno;
- Quadri elettrici generali MT e BT di piano / zona;
- Soccorritori;
- Gruppi di continuità;
- Quadri di rifasamento.

Il sistema sarà essenzialmente costituito da più unità intelligenti (unità periferiche) in grado di acquisire automaticamente variabili, stati ed attuare comandi. A ciascuna di queste unità competrà il controllo di una porzione di impianto. Ogni controllore sarà in grado di operare autonomamente eseguendo tutte le operazioni per le quali è stato programmato, in caso di “caduta” della parte di supervisione.

13.4. *Software di supervisione*

Il software di supervisione di ciascun impianto integrerà al proprio interno tutti gli impianti tecnologici, consentendone l'interazione e la condivisione dei dati. Ogni impianto sarà gestito tramite l'uso di un'interfaccia grafica animata attraverso la quale è possibile gestire tutte le funzioni quali: schedule, calendari, programmi ad eventi reports, tendenze etc., in modo completamente personalizzabile secondo le esigenze di utilizzo degli spazi.

L'architettura di ogni sistema sarà del tipo Client/Server, dove la postazione operatore opererà come client e sarà responsabile per la presentazione e la gestione dei dati, mentre il Server sarà responsabile per la raccolta e consegna dei dati. Per aumentare il grado di sicurezza, le informazioni a cui ogni utente potrà accedere (ad es. grafici e allarmi) potranno essere gestite in funzione del livello di qualifica e/o di persona, mediante l'inserimento di un identificativo utente e relativa password.

14. IMPIANTO DI TERRA

In linea di principio tutte le Norme CEI ammettono di poter utilizzare, come elementi di fatto del dispersore, i ferri dell'armatura del calcestruzzo armato che diventano adatti e permangono tali per effetto dell'umidità assorbita dal manufatto cementizio. L'impianto di terra sarà quindi realizzato utilizzando i ferri di armatura delle strutture degli edifici resi continui con collegamenti intenzionali (legature a regola d'arte edile) per ottenere di fatto, un unico dispersore con superficie di contatto a terra pari all'intera superficie delle fondazioni.

L'impianto dovrà essere interconnesso ai ferri dei pilastri in cemento armato del corpo dell'edificio e dovrà soddisfare le seguenti prescrizioni:

- Avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare le più elevate correnti di guasto;
- Evitare danni a componenti elettrici o a beni;
- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

Il sistema di collegamento a terra dell'impianto è TN-S: neutro collegato all'impianto di terra dell'ente distributore (prima lettera T), masse dell'impianto collegate al neutro del sistema, realizzato dall'utente (seconda lettera N), collegamento delle masse al neutro del sistema effettuato con un conduttore di protezione separato dal neutro (terza lettera S).

14.1. *Dispersore*

Per ciascuno dei due edifici, a livello di platea di fondazione è prevista una rete equipotenziale (dispersore di fondazione magliato) realizzata con tondo di acciaio zincato Ø 20 mm reso elettricamente continuo mediante saldatura e morsetti. Nel caso di incroci tra le linee di continuità elettrica dovranno essere utilizzati morsetti a "T" di tipo a compressione. Al fine di raggiungere gli strati più profondi del terreno in grado di assicurare un valore di resistività più basso, il sistema dispersore di tipo magliato verrà integrato con dei collegamenti diretti ai ferri di fondazione dei pilastri ubicati lungo il perimetro della maglia esterna, oltre alla rete eletrosaldata che verrà annegata nel getto costituente la platea.

Al fine di evitare la corrosione chimica dei ferri d'armatura o dei conduttori addizionali annegati nel calcestruzzo, per il collegamento con i conduttori esterni saranno utilizzati dei morsetti annegati nel calcestruzzo. Gli elementi dei dispersori interrati orizzontalmente dovranno essere posti ad una profondità non inferiore a 50 cm.

Si prevede inoltre, per ciascuno dei due edifici, la posa di un dispersore orizzontale di rame di sezione minima 50mmq, distribuito ad anello attorno all'edificio di nuova costruzione al piano terra, integrata lungo il percorso da punti di dispersione verticali in acciaio zincato (L=1.5m) posati in appositi pozzetti ispezionabili con chiusino carrabile. Almeno l'80% dei conduttori del dispersore orizzontale deve essere installato in modo che siano in contatto con il terreno. Durante la posa dei dispersori ad anello è necessario accertarsi che questi vengano

posti ad una profondità di > 0,5 m e a una distanza di >1 m dall'edificio. L'intero percorso di ciascuna corda è supportato da collegamenti diretti ai ferri di armatura dei pilastri di fondazione ed alla rete elettrosaldata costituente l'armatura del massetto della pavimentazione del fabbricato associato.

Con particolare riferimento ai plinti dei pilastri di fondazione, si richiede, per ciascun plinto, la predisposizione di un collegamento fra i ferri dell'armatura ed un punto accessibile dall'esterno costituito da una piastra metallica dotata di vite di fissaggio con diametro minimo di 10 mm o di un foro filettato da 10 mm. La piastra metallica deve essere collegata ai ferri d'armatura mediante un tondino metallico ad essa saldato, collegato in almeno due punti ai ferri principali dell'armatura. Le predisposizioni possono permettere, se necessario, il collegamento al dispersore di eventuali ed ulteriori "elementi intenzionali" di dispersione verticali e/o orizzontali (dispersori a picchetto, corde di terra, collettori, etc.).

In fase costruttiva l'installatore dovrà verificare, alla luce delle risultanze strumentali, l'efficacia delle protezioni previste col sistema esistente. Qualora il valore di resistenza dell'impianto di messa a terra riscontrato determini il superamento del valore di tensione ammesso dalla normativa vigente, sarà necessaria una verifica strumentale della tensione di contatto e passo, in presenza di guasto, con l'obiettivo di individuare gli eventuali provvedimenti per la sicurezza necessari (barriere e dotazioni di sicurezza, delimitazioni delle aree, equipotenziale superiore, etc.).

14.2. Elementi del sistema

Sono previsti i seguenti componenti:

- Reti di dispersione sottopavimento nella cabina di trasformazione realizzate con maglia in corda nuda 50 mm² 60x60 cm o con rete elettrosaldata 200x200 mm diametro tondino 8 mm collegata perimetralmente ad un anello perimetrale in piatto di rame;
- Dispersore orizzontale realizzato con corda in rame di sezione 50 mm² che si estende interrato a H=-50cm;
- Dispersore verticale realizzato con picchetto a croce di lunghezza 1.5 metri posto in apposito pozetto di derivazione;
- Nodo equipotenziale principale;
- Nodi equipotenziali secondari, da porsi in corrispondenza dei sottoquadri elettrici generali di distribuzione e dei quadri elettrici di zona;
- Conduttori di protezione per ogni cavo di distribuzione principale, di sezione conforme alle normative;
- Conduttori di protezione, derivati dal nodo equipotenziale principale colleganti i nodi equipotenziali secondari;
- Conduttori di protezione relativi alle varie condutture elettriche di distribuzione e terminali;
- Collegamenti equipotenziali a tutte le strutture metalliche degli impianti tecnologici;
- Collegamenti alle carcasse dei motori.

14.3. Collegamenti a terra

La rete dei conduttori di protezione ed equipotenziali comprenderà tutti i conduttori derivati dal nodo collettore principale e aventi lo scopo di distribuire l'impianto di terra in tutto il fabbricato oggetto della progettazione.

Le sezioni minime del conduttore PE dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- Sezione dei conduttori di protezione pari alla sezione dei conduttori di fase fino a 16 mm².
- Sezione del conduttore di protezione uguale a 16 mm² per sezioni di fase comprese tra i 16mm² e 35 mm².
- Sezione dei conduttori di protezione pari a metà della sezione dei conduttori di fase per sezioni superiori a 35 mm².

La sezione minima dei conduttori equipotenziali principali (EQP) dovrà essere pari a metà del conduttore di protezione più grande installato nell'impianto, con in ogni caso un minimo di 6 mm^2 .

Vengono di seguito elencati a titolo esemplificativo alcuni fra i più importanti collegamenti che si dovranno realizzare per l'esecuzione a regola d'arte degli impianti di terra e di protezione:

- I poli di terra di tutte le prese;
- Le carcasse degli apparecchi illuminanti (che non siano in classe II);
- Le scatole o cassette di derivazione (se metalliche);
- Le tubazioni metalliche;
- Le carpenterie metalliche dei quadri elettrici (che non siano in classe II);
- Le passerelle metalliche e le staffe di sostegno;
- Le carcasse dei macchinari secondo le indicazioni del costruttore;
- Gli schermi dei trasformatori di isolamento (dove previsti a progetto);
- Le tubazioni metalliche di trasporto di fluidi uscenti od entranti dal perimetro del fabbricato;
- Le guide degli impianti ascensori.

Per la protezione delle persone da contatti indiretti dovranno essere installati, a protezione di tutte le utenze finali, interruttori differenziali con $I_{dn}=0,03$.

Tutti i collegamenti sopradescritti dovranno essere realizzati con conduttori colore giallo -verde isolati in rame avente sezione adeguata alla connessione da effettuare secondo le disposizioni della Norma CEI 64-8.

Per ciascuno dei due edifici, la rete dei conduttori di protezione ed equipotenziali comprenderà tutti i conduttori derivati dal nodo collettore principale nel locale che ospita il quadro generale di bassa tensione e aventi lo scopo di distribuire l'impianto di terra in tutto il fabbricato in esame.

15. IMPIANTO DI PROTEZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE E DI SPD

Relativamente alla protezione contro i fulmini è stata effettuata valutazione ai sensi delle norme CEI EN 62305-1, CEI EN 62305-2, CEI EN 62305-3, CEI EN 62305-4, CEI EN 62858, CEI 81-10 CEI 81-29 e CEI 81-30, pertanto si fa riferimento all'elaborato specifico. Da tale valutazione emerge che, vista la geometria delle strutture, il numero di fulminazioni, la destinazione d'uso e il carico d'incendio, gli edifici risultano autoprotetti per ciò che concerne la protezione dai fulmini.

A seguito delle valutazioni effettuate per gli edifici in esame è stato reputato necessario, per ridurre al minimo la probabilità di rischio e danno, un impianto contro le sovratensioni possibili SPD coordinato, secondo le norme CEI EN 60235.

15.1. *Impianto SPD*

Per la protezione delle singole utenze in campo, si prevede l'utilizzo diffuso di scaricatori di sovratensioni all'ingresso dei quadri elettrici, i quali saranno installati prescindendo dalla classe di rischio desunta dal calcolo probabilistico di fulminazione. Infatti, nel caso di commutazione di grandi carichi si potrebbero creare delle sovratensioni di commutazione di varie migliaia di Volt nei sistemi elettrici. Questi possono avere un effetto distruttivo sugli apparecchi elettrici collegati. Per questo motivo verranno installati:

- Scaricatore combinato Tipo 1+2 all'interno del quadro generale di bassa tensione, denominato "Power Center". Questo dispositivo ha il compito di scaricare correnti parziali di fulmine (scariche di fulmine dirette e indirette) e di limitare le sovratensioni a valori inferiori rispetto alla tenuta all'isolamento dell'impianto elettrico. Controlla impulsi 10/350 μs che 8/20 μs .
- Limitatore di sovratensione Tipo 2 nei quadri a valle. Questo dispositivo ha il compito di proteggere impianti e apparecchi terminali dalle sovratensioni. Il limitatore di sovratensione non può offrire una protezione da correnti di fulmine provocati da fulminazione diretta o nelle vicinanze, visto che lo stesso

potrebbe essere sovraccaricato e distrutto anche da tali correnti parziali da fulmine. Domina solamente la forma d'onda d'impulso 8/20 μ s.

16. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Sulla copertura dell'edificio, mediante l'utilizzo di supporti realizzati appositamente, verrà installato un impianto per la generazione di energia elettrica ottenuta per mezzo della conversione fotovoltaica della radiazione solare. L'energia sarà immessa in rete in media tensione (15 kV).

Il dimensionamento della potenza elettrica alimentata da sistema di generazione energia elettrica da fonte rinnovabile è stato realizzato seguendo quanto riportato nel Decreto Legislativo del 8 novembre 2021, N°199, nonostante non sussista un obbligo di installazione vista la destinazione d'uso dell'edificio.

Nel particolare:

- Decreto Legislativo 8 novembre 2021, N° 199 – Attuazione della direttiva 2018/2001/UE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili: "Obblighi per i nuovi edifici o gli edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, Allegato 3, art. 2, comma 1-3-5".

Si cita: "1. Gli edifici di cui al paragrafo 1, punto 1, sono progettati e realizzati in modo da garantire, tramite il ricorso ad impianti alimentati da fonti rinnovabili, il contemporaneo rispetto della copertura del 60% dei consumi previsti per la produzione di acqua calda sanitaria e del 60% della somma dei consumi previsti per la produzione di acqua calda sanitaria, la climatizzazione invernale e la climatizzazione estiva."

Si cita: "3. La potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze, misurata in kW, è calcolata secondo la seguente formula:

$$P = K * S$$

Dove:

- K è uguale a 0,025 per gli edifici esistenti e 0,05 per gli edifici di nuova costruzione;
- S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno ovvero la proiezione al suolo della sagoma dell'edificio, misurata in m^2 . Nel calcolo della superficie in pianta non si tengono in considerazione le pertinenze, sulle quali tuttavia è consentita l'installazione degli impianti.

Si cita: "5. Per gli edifici pubblici, gli obblighi percentuali di cui al punto 1 sono elevati al 65% e gli obblighi di cui al punto 3 sono incrementati del 10%."

16.1. Dati di progetto

L'impianto in questione sarà composto da moduli fotovoltaici monocristallini da 450Wp, in classe 1 di reazione al fuoco secondo la norma UNI 9177 (l'installazione dei pannelli non provoca fenomeni di ombreggiamento tra gli stessi). L'impianto di generazione da conversione fotovoltaica sarà del tipo "grid connected", cioè, connesso con la rete di distribuzione dell'ente erogatore pubblico.

L'impianto sarà dotato di tutti i dispositivi di connessione e protezione lato corrente continua, nonché il quadro fotovoltaico contenente tutti i dispositivi di controllo, protezione lato corrente alternata e monitoraggio necessari per il corretto allaccio dell'impianto alla rete elettrica in conformità alla norma CEI 0-16. Il collegamento delle stringhe ai convertitori avverrà completamente all'esterno dei fabbricati come prescritto dall'allegato alla nota protocollata n°1324 del 07/02/2012 "guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" del Ministero dell'Interno. I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nei range di accettabilità ammessi dagli inverter.

Ogni serie di moduli è munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc. La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

Per il posizionamento dei pannelli, si è fatto riferimento alla Nota DCPREV n. 14030 del 01/09/2025 "Linea guida di prevenzione incendi per la progettazione, installazione, esercizio e manutenzione di impianti fotovoltaici".

Viste le caratteristiche e la taglia dell'impianto (connessione in MT, taglia maggiore di 100 kW), ai sensi della delibera Arera 385/2025/R/EEL del 5 agosto 2025, sarà installato un Controllore Centrale d'Impianto (CCI) conforme alla CEI 0-16, Allegato O/T, con funzione PF2 (limitazione della potenza attiva su comando esterno del DSO) e protocolli adeguati alla comunicazione con il DSO.

16.2. **Normativa di riferimento**

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- Alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- Alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- Alle prescrizioni del gestore della rete;
- Alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Eventuali costi legati ai certificati di taratura saranno trattati come oneri di allaccio quindi non oggetto di valutazione economica.

16.3. **Requisiti tecnici**

Il modulo fotovoltaico dovrà essere conforme alle Norme CEI EN 61730-1 e CEI EN 61730-2. L'installazione dovrà essere eseguita in modo da evitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato nel quale è incorporato.

L'ubicazione dei moduli e delle condutture elettriche dovrà inoltre sempre consentire il corretto funzionamento e la manutenzione di eventuali evacuatori di fumo e di calore (EFC) presenti, nonché tener conto, in base all'analisi del rischio incendio, dell'esistenza di possibili vie di veicolazione di incendi (lucernari, camini, ecc.). In ogni caso i moduli, le condutture, gli inverter, i quadri ed altri eventuali apparati dovranno essere installati ad opportuna distanza dagli EFC, come descritto da normativa.

Inoltre, in presenza di elementi verticali di compartimentazione antincendio, posti all'interno dell'attività sottostante al piano di appoggio dell'impianto fotovoltaico, lo stesso dovrà distare a distanza opportuna dalla proiezione di tali elementi.

Ciascun impianto FV dovrà, inoltre, avere le seguenti caratteristiche:

- essere provvisto di un dispositivo di comando di emergenza, ubicato in posizione segnalata ed accessibile che determini il sezionamento dell'impianto elettrico, all'interno del compartimento/fabbricato nei confronti delle sorgenti di alimentazione, ivi compreso l'impianto fotovoltaico;
- in caso di presenza di gas, vapori, nebbie infiammabili o polveri combustibili, al fine di evitare i pericoli determinati dall'innesto elettrico, è necessario installare la parte di impianto in corrente continua, compresi gli inverter, all'esterno delle zone classificate ai sensi del D. Lgs. 81/2008;
- nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di materiale esplodente, il generatore fotovoltaico e tutti gli altri componenti in corrente continua costituenti potenziali fonti di innesto, dovranno essere installati alle distanze di sicurezza stabilite dalle norme tecniche applicabili;
- i componenti dell'impianto non dovranno essere installati in luoghi definiti "luoghi sicuri" ai sensi del DM 30/11/1983, né essere di intralcio alle vie di esodo;
- le strutture portanti, ai fini del soddisfacimento dei livelli di prestazione contro incendio di cui al DM 09/03/2007, dovranno essere verificate e documentate tenendo conto delle varie condizioni dei carichi

strutturali sulla copertura, dovute alla presenza del generatore fotovoltaico, anche con riferimento al DM 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Il dispositivo di emergenza deve essere in grado di sezionare il generatore fotovoltaico in maniera tale da evitare che l'impianto elettrico all'interno del compartimento/fabbricato possa rimanere in tensione ad opera dell'impianto fotovoltaico stesso. Il dispositivo di comando di emergenza deve essere sempre ubicato in posizione segnalata ed accessibile agli operatori di soccorso.

Non è ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

16.4. Generatore fotovoltaico

Il campo fotovoltaico sarà composto da pannelli presentanti caratteristiche similari alle seguenti:

- Potenza di picco: 450 W
- Tensione di esercizio Vmp: 44,6 V
- Corrente di esercizio Imp: 10,09 A
- Tensione a circuito aperto Voc: 52,9 V
- Corrente di corto circuito Isc: 10,74 A
- Efficienza modulo: 22,5%
- Dimensioni modulo: 1762 x 1134 x 28,5 mm
- Classe di reazione al fuoco secondo UNI 9177: Classe 1

Il pannello fotovoltaico presenta marcatura CE e risulta adempire gli obblighi previsti dal D.Lgs 49/2014 (Normativa RAEE) da parte del produttore di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (AEE).

Il cablaggio tra i vari moduli sarà effettuato sfruttando i terminali multicontact di cui sono dotati e i cavi saranno fissati, per gran parte del loro tragitto, alle strutture di sostegno del generatore fotovoltaico per favorire la protezione dalle intemperie e radiazione solare.

16.5. Inverter

Saranno presenti due tipologie di inverter, con le seguenti caratteristiche:

N.1 Inverter 50 kW

- Potenza massima in ingresso: 51 kW
- Tensione nominale di ingresso: 500 V
- Tensione di attivazione ingresso: 188 V
- Max corrente DC ingresso per MPTT: 20 A
- Numero max MPTT: 6
- Potenza nominale in uscita: 50 kW
- Potenza massima in uscita: 50 kW
- Tensione nominale in uscita: 400 V

N.2 Inverter 110 kW

- Potenza massima in ingresso: 110 kW
- Tensione nominale di ingresso: 500 V
- Tensione di attivazione ingresso: 250 V
- Max corrente DC ingresso per MPTT: 26 A
- Numero max MPTT: 12
- Potenza nominale in uscita: 110 kW
- Potenza massima in uscita: 110 kW
- Tensione nominale in uscita: 400 V

16.6. Segnaletica di sicurezza

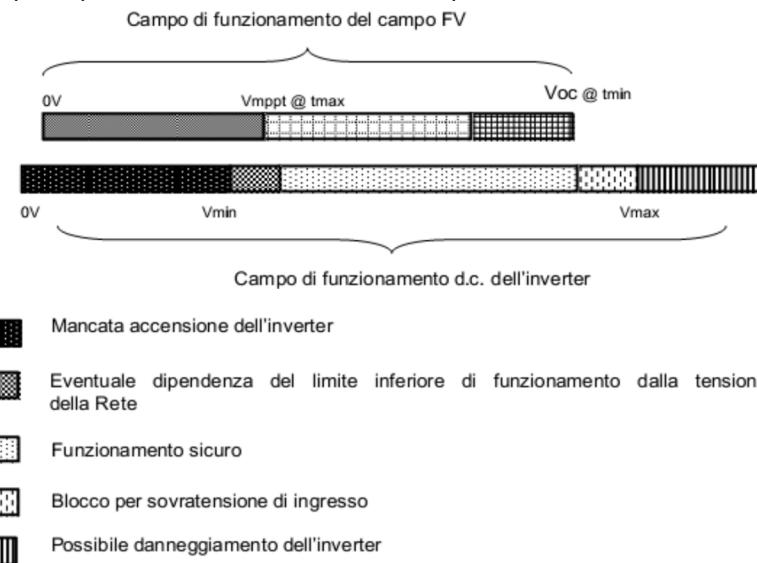
Ciascuna area in cui sono ubicati i generatori ed i loro accessori dovrà essere segnalata con apposita cartellonistica conforme al D. Lgs. 81/2008. La già menzionata cartellonistica dovrà riportare la seguente dicitura:



La segnaletica, resistente ai raggi ultravioletti, dovrà essere installata ogni 10 m per i tratti di condutture. Nel caso di generatori fotovoltaici presenti sulla copertura dei fabbricati, detta segnaletica dovrà essere installata in corrispondenza di tutti i varchi di accesso del fabbricato. I dispositivi di sezionamento di emergenza dovranno essere individuati con la segnaletica di sicurezza di cui al titolo V del D.lgs. 81/08. 2.5.

16.7. Accoppiamento tra campi fotovoltaici e inverter

Nel processo di progettazione degli impianti fotovoltaici collegati alla rete, la scelta della tensione nominale del campo fotovoltaico e quella del gruppo di conversione avvengono in maniera contestuale e rappresenta una delle scelte più delicate per il corretto dimensionamento dell'impianto stesso. In fase di progetto occorre stabilire i valori minimi e massimi della tensione di uscita del generatore fotovoltaico nelle condizioni operative limite previste e valutare se questi possono essere considerati compatibili con le caratteristiche d'ingresso dell'inverter.



Dal diagramma di accoppiamento sopra riportato, si evince che le tre condizioni da verificare, affinché le stringhe dei moduli fotovoltaici siano compatibili con le caratteristiche dell'inverter sono le seguenti:

$$V_{oc} (T_{min}) < V_{max}$$

La tensione massima di stringa a circuito aperto non deve mai superare la tensione massima ammissibile all'ingresso dell'inverter.

$$V_{M} (T_{max}) > V_{MPPT\ min} \text{ e } V_{M} (T_{min}) > V_{MPPT\ max}.$$

La tensione di stringa nel punto MPPT di massima potenza non deve mai uscire al di fuori dei limiti operativi richiesti dall'operatore MPPT. Le condizioni operative estreme sono riferite alla temperatura minima e massima

che si può ipotizzare sui moduli fotovoltaici tenuto conto della località in cui verranno installati gli stessi e della tipologia di integrazione sulla copertura.

16.8. CCI – Controllore Centrale di Impianto

In conformità a quanto previsto dalla Delibera ARERA 540/2021/R/eel e dalla Norma CEI 0-16 (Allegato O), per la connessione in media tensione (MT) dell'impianto di produzione è prevista l'installazione di un Controllore Centrale di Impianto (CCI).

Il CCI è un dispositivo dedicato alla gestione unificata e coordinata di tutte le unità di generazione connesse all'interno del medesimo impianto di produzione, con le seguenti principali funzioni:

- Coordinamento delle unità di generazione ai fini del rispetto dei limiti e dei comandi provenienti dal gestore di rete (DSO);
- Regolazione della potenza attiva e reattiva complessiva immessa in rete, secondo le logiche e i setpoint ricevuti;
- Gestione dei comandi di limitazione, disconnessione o riavvio dell'impianto, trasmessi dal DSO tramite interfaccia di comunicazione dedicata;
- Monitoraggio e telemisura dei parametri elettrici significativi dell'impianto (tensione, corrente, potenza, fattore di potenza, frequenza, etc);
- Comunicazione bidirezionale con il sistema del gestore di rete secondo i protocolli previsti (tipicamente IEC 60870-5-104 o equivalenti)

Il CCI sarà fornito di certificato di conformità alla CEI 0-16 – Allegato O, con dichiarazione del costruttore e relativo verbale di prova di conformità (prove di tipo e funzionali).

16.9. Configurazione degli impianti

Di seguito i dati di dimensionamento dell'impianto, stimato tramite l'uso di opportuno software di calcolo:

Panoramica del sistema			
204 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024) (Campo Ovest)			
Azimut: 90 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto, Picco di potenza: 91,80 kWp			
78 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024) (Campo Sud-Ovest)			
Azimut: 45 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto, Picco di potenza: 35,10 kWp			
126 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024) (Campo Sud)			
Azimut: 0 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto, Picco di potenza: 56,70 kWp			
78 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024) (Campo Sud-Est)			
Azimut: -45 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto, Picco di potenza: 35,10 kWp			
204 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024) (Campo Est)			
Azimut: -90 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto, Picco di potenza: 91,80 kWp			
 1 x SMA STP110-60 (CORE2)		 1 x SMA STP 50-40/41 (CORE1)	
 1 x SMA STP110-60 (CORE2)			
Dati dimensionamento FV			
Numeri complessivi moduli fotovoltaici:	690	Fattore di utilizzo dell'energia:	99,9 %
Picco di potenza:	310,50 kWp	Performance Ratio*:	86,8 %
Numero di inverter FV:	3	Rendimento specifico di energia*:	1285 kWh/kWp
Potenza nominale CA degli inverter FV:	270,00 kW	Perdite di linea (in % sull'energia FV):	---
Potenza attiva CA:	270,00 kW	Carico asimmetrico:	0,00 VA
Rapporto potenza attiva:	87 %	Riduzione di CO ₂ dopo 20 anni:	2.679 t
Rendimento annuo di energia*:	398,90 MWh	Energia reattiva:	0 kvarh

Progetto parziale Progetto parziale 1

1 x SMA STP110-60 (CORE2) (Campo W-SW)

Picco di potenza:	126,90 kWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	282
Numero di inverter FV:	1
Potenza CC max ($\cos \varphi = 1$):	111,80 kW
Potenza attiva CA max ($\cos \varphi = 1$):	110,00 kW
Tensione di rete:	230V (230V / 400V)
Rapporto potenza nominale:	88 %
Fattore di dimensionamento:	115,4 %
Fattore di sfasamento ($\cos \varphi$):	1
Ore a pieno carico:	1471,6 h



Dati dimensionamento FV

Ingresso 1: Campo Ovest

24 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 90 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso 2: Campo Ovest

24 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 90 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso 3: Campo Ovest

24 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 90 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso 4: Campo Ovest

22 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 90 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso 5: Campo Ovest

22 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 90 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso 6: Campo Ovest

22 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 90 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso 7: Campo Ovest

22 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 90 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso 8: Campo Ovest

22 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 90 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso 9: Campo Ovest

22 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 90 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso 10: Campo Sud-Ovest

26 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 45 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso 11: Campo Sud-Ovest

26 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 45 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso 12: Campo Sud-Ovest

26 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 45 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

	Ingresso 1:	Ingresso 2:	Ingresso 3:
Numero delle stringhe:	2	2	2
Moduli fotovoltaici:	12	12	12
Picco di potenza (ingresso):	10,80 kWp	10,80 kWp	10,80 kWp
Tensione CC min. INVERSOR (Tensione di rete 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensione fotovoltaica tipica:	502 V	502 V	502 V
Tensione fotovoltaica min.:	473 V	473 V	473 V
Tensione CC max (Inverter):	1100 V	1100 V	1100 V
Tensione fotovoltaica max.	681 V	681 V	681 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	26 A	26 A	26 A
Corrente max generatore:	20,2 A	20,2 A	20,2 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	40 A	40 A	40 A
Corrente di cortocircuito max FV	21,5 A	21,5 A	21,5 A
	Ingresso 4:	Ingresso 5:	Ingresso 6:
Numero delle stringhe:	2	2	2
Moduli fotovoltaici:	11	11	11
Picco di potenza (ingresso):	9,90 kWp	9,90 kWp	9,90 kWp
Tensione CC min. INVERSOR (Tensione di rete 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensione fotovoltaica tipica:	460 V	460 V	460 V
Tensione fotovoltaica min.:	433 V	433 V	433 V
Tensione CC max (Inverter):	1100 V	1100 V	1100 V
Tensione fotovoltaica max.	624 V	624 V	624 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	26 A	26 A	26 A
Corrente max generatore:	20,2 A	20,2 A	20,2 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	40 A	40 A	40 A
Corrente di cortocircuito max FV	21,5 A	21,5 A	21,5 A
	Ingresso 7:	Ingresso 8:	Ingresso 9:
Numero delle stringhe:	2	2	2
Moduli fotovoltaici:	11	11	11
Picco di potenza (ingresso):	9,90 kWp	9,90 kWp	9,90 kWp
Tensione CC min. INVERSOR (Tensione di rete 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensione fotovoltaica tipica:	460 V	460 V	460 V
Tensione fotovoltaica min.:	433 V	433 V	433 V
Tensione CC max (Inverter):	1100 V	1100 V	1100 V
Tensione fotovoltaica max.	624 V	624 V	624 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	26 A	26 A	26 A
Corrente max generatore:	20,2 A	20,2 A	20,2 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	40 A	40 A	40 A
Corrente di cortocircuito max FV	21,5 A	21,5 A	21,5 A

	Ingresso 10:	Ingresso 11:	Ingresso 12:
Numero delle stringhe:	2	2	2
Moduli fotovoltaici:	13	13	13
Picco di potenza (ingresso):	11,70 kWp	11,70 kWp	11,70 kWp
Tensione CC min. INVERSOR (Tensione di rete 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensione fotovoltaica tipica:	543 V	543 V	543 V
Tensione fotovoltaica min.:	512 V	512 V	512 V
Tensione CC max (Inverter):	1100 V	1100 V	1100 V
Tensione fotovoltaica max.:	738 V	738 V	738 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	26 A	26 A	26 A
Corrente max generatore:	20,2 A	20,2 A	20,2 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	40 A	40 A	40 A
Corrente di cortocircuito max FV	21,5 A	21,5 A	21,5 A

Progetto parziale Progetto parziale 1

1 x SMA STP 50-40/41 (CORE1) (Campo S)

Picco di potenza:	56,70 kWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	126
Numero di inverter FV:	1
Potenza CC max ($\cos \varphi = 1$):	51,00 kW
Potenza attiva CA max ($\cos \varphi = 1$):	50,00 kW
Tensione di rete:	230V (230V / 400V)
Rapporto potenza nominale:	90 %
Fattore di dimensionamento:	113,4 %
Fattore di sfasamento ($\cos \varphi$):	1
Ore a pieno carico:	1490,3 h



Dati dimensionamento FV

Ingresso A: Campo Sud

22 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 0 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso B: Campo Sud

22 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 0 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso C: Campo Sud

22 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 0 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso D: Campo Sud

20 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 0 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso E: Campo Sud

20 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 0 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso F: Campo Sud

20 x Trina Solar Energy TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) (09/2024), Azimut: 0 °, Inclinazione: 6 °, Tipo di montaggio: Tetto

	Ingresso A:	Ingresso B:	Ingresso C:
Numero delle stringhe:	2	2	2
Moduli fotovoltaici:	11	11	11
Picco di potenza (ingresso):	9,90 kWp	9,90 kWp	9,90 kWp
Tensione CC min. INVERSOR (Tensione di rete 230 V):	150 V	150 V	150 V
Tensione fotovoltaica tipica:	460 V	460 V	460 V
Tensione fotovoltaica min.:	433 V	433 V	433 V
Tensione CC max (Inverter):	1000 V	1000 V	1000 V
Tensione fotovoltaica max.	624 V	624 V	624 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	20 A	20 A	20 A
Corrente max generatore:	20,2 A	20,2 A	20,2 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	30 A	30 A	30 A
Corrente di cortocircuito max FV	21,5 A	21,5 A	21,5 A
	Ingresso D:	Ingresso E:	Ingresso F:
Numero delle stringhe:	2	2	2
Moduli fotovoltaici:	10	10	10
Picco di potenza (ingresso):	9,00 kWp	9,00 kWp	9,00 kWp
Tensione CC min. INVERSOR (Tensione di rete 230 V):	150 V	150 V	150 V
Tensione fotovoltaica tipica:	418 V	418 V	418 V
Tensione fotovoltaica min.:	394 V	394 V	394 V
Tensione CC max (Inverter):	1000 V	1000 V	1000 V
Tensione fotovoltaica max.	568 V	568 V	568 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	20 A	20 A	20 A
Corrente max generatore:	20,2 A	20,2 A	20,2 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	30 A	30 A	30 A
Corrente di cortocircuito max FV	21,5 A	21,5 A	21,5 A

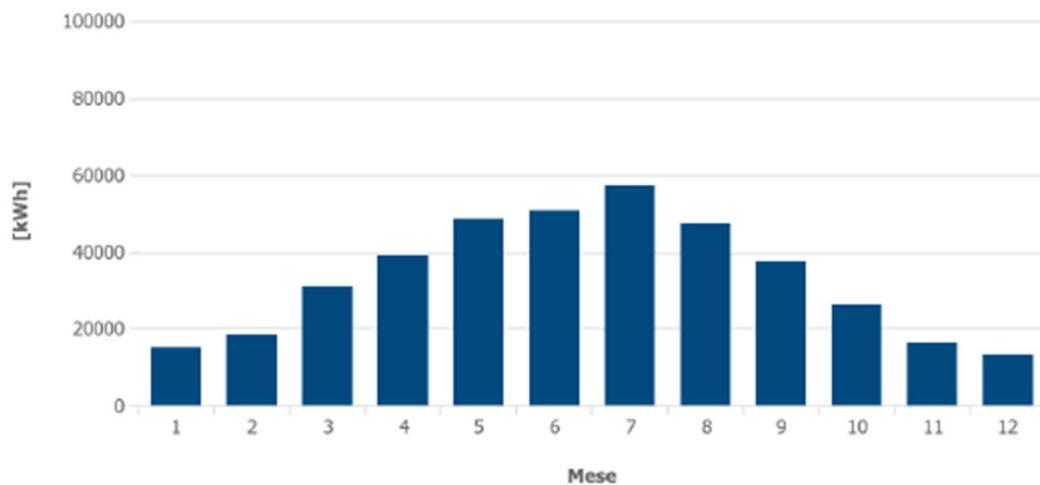
	Ingresso 1:	Ingresso 2:	Ingresso 3:
Numero delle stringhe:	2	2	2
Moduli fotovoltaici:	12	12	12
Picco di potenza (ingresso):	10,80 kWp	10,80 kWp	10,80 kWp
Tensione CC min. INVERSOR (Tensione di rete 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 502 V	✓ 502 V	✓ 502 V
Tensione fotovoltaica min.:	✗ 473 V	✗ 473 V	✗ 473 V
Tensione CC max (Inverter):	1100 V	1100 V	1100 V
Tensione fotovoltaica max.	✓ 681 V	✓ 681 V	✓ 681 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	26 A	26 A	26 A
Corrente max generatore:	✓ 20,2 A	✓ 20,2 A	✓ 20,2 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	40 A	40 A	40 A
Corrente di cortocircuito max FV	✓ 21,5 A	✓ 21,5 A	✓ 21,5 A
	Ingresso 4:	Ingresso 5:	Ingresso 6:
Numero delle stringhe:	2	2	2
Moduli fotovoltaici:	11	11	11
Picco di potenza (ingresso):	9,90 kWp	9,90 kWp	9,90 kWp
Tensione CC min. INVERSOR (Tensione di rete 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 460 V	✓ 460 V	✓ 460 V
Tensione fotovoltaica min.:	✗ 433 V	✗ 433 V	✗ 433 V
Tensione CC max (Inverter):	1100 V	1100 V	1100 V
Tensione fotovoltaica max.	✓ 624 V	✓ 624 V	✓ 624 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	26 A	26 A	26 A
Corrente max generatore:	✓ 20,2 A	✓ 20,2 A	✓ 20,2 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	40 A	40 A	40 A
Corrente di cortocircuito max FV	✓ 21,5 A	✓ 21,5 A	✓ 21,5 A
	Ingresso 7:	Ingresso 8:	Ingresso 9:
Numero delle stringhe:	2	2	2
Moduli fotovoltaici:	11	11	11
Picco di potenza (ingresso):	9,90 kWp	9,90 kWp	9,90 kWp
Tensione CC min. INVERSOR (Tensione di rete 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 460 V	✓ 460 V	✓ 460 V
Tensione fotovoltaica min.:	✗ 433 V	✗ 433 V	✗ 433 V
Tensione CC max (Inverter):	1100 V	1100 V	1100 V
Tensione fotovoltaica max.	✓ 624 V	✓ 624 V	✓ 624 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	26 A	26 A	26 A
Corrente max generatore:	✓ 20,2 A	✓ 20,2 A	✓ 20,2 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	40 A	40 A	40 A
Corrente di cortocircuito max FV	✓ 21,5 A	✓ 21,5 A	✓ 21,5 A

	Ingresso 10:	Ingresso 11:	Ingresso 12:
Numero delle stringhe:	2	2	2
Moduli fotovoltaici:	13	13	13
Picco di potenza (ingresso):	11,70 kWp	11,70 kWp	11,70 kWp
Tensione CC min. INVERSOR (Tensione di rete 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensione fotovoltaica tipica:	543 V	543 V	543 V
Tensione fotovoltaica min.:	512 V	512 V	512 V
Tensione CC max (Inverter):	1100 V	1100 V	1100 V
Tensione fotovoltaica max.	738 V	738 V	738 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	26 A	26 A	26 A
Corrente max generatore:	20,2 A	20,2 A	20,2 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	40 A	40 A	40 A
Corrente di cortocircuito max FV	21,5 A	21,5 A	21,5 A

16.10. Stima delle producibilità

Si riporta la stima di produttività dell'impianto:

/ Rendimento energetico



Mese	Rendimento energetico [kWh]	Performance Ratio
1	14981 (3,8 %)	88 %
2	18123 (4,6 %)	88 %
3	30637 (7,7 %)	88 %
4	39105 (9,8 %)	88 %
5	48531 (12,1 %)	87 %
6	50630 (12,6 %)	86 %
7	57040 (14,2 %)	86 %
8	47291 (11,8 %)	86 %
9	37519 (9,4 %)	87 %
10	25850 (6,5 %)	87 %
11	16199 (4,1 %)	87 %
12	12996 (3,3 %)	87 %

16.11. *Riduzione complessiva delle emissioni di gas serra*

L'adozione di impianti alimentati da fonti rinnovabili permette di ottenere un duplice beneficio in termini di eco sostenibilità del sistema di produzione energetico. I principali benefici sull'ambiente sono sintetizzabili in riduzione di consumo di combustibili fossili per la produzione di energia elettrica e conseguente riduzione di emissioni inquinanti e gas clima alteranti in atmosfera.

All'utilizzo di combustibili fossili si associa inoltre l'emissione in atmosfera di sostanze inquinanti: ai gas inquinanti storicamente noti come ossidi di zolfo e di azoto legati al fenomeno delle piogge acide e alla formazione di ozono nella bassa atmosfera, si sono aggiunte le sostanze clima alteranti; una in particolare costituisce un prodotto non eludibile del processo di combustione: la CO₂.

17. NOTE RELATIVE AGLI ELABORATI DI PROGETTO

Le note di seguito riportate si intendono valide per tutti gli elaborati grafici di progetto:

17.1. *Note generali*

- I circuiti di sicurezza saranno completamente indipendenti dagli altri circuiti. Allo scopo le condutture di sicurezza saranno separate da quelle ordinarie, cioè i cavi saranno posati in tubi o canali distinti, oppure posati nello stesso canale, ma con setto di separazione; la separazione dei circuiti dovrà essere assicurata anche nelle cassette di derivazione;
- I cavi resistenti al fuoco dovranno essere protetti dalle prevedibili sollecitazioni meccaniche a cui possono essere sottoposti in caso di incendio;
- I cavi saranno conformi al regolamento per prodotti da costruzione CPR UE 305/11 (ottobre 2016). Gli eventuali cavi indicati in progetto, non conformi al suddetto regolamento UE e non ancora disponibili sul mercato, saranno sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto in accordo al Dlgs 106/17;
- Tutti i cavi, siano essi di segnale o potenza installati all'interno del sito, dovranno avere classe di prestazione minima Cca-s1b,d1,a1 per i luoghi ordinari e Cca-s1b,d0,a1 per le vie di esodo. La classificazione "d0" potrà essere declassata a "d1" qualora la condizione d'uso finale dei cavi sia tale da impedire fisicamente il gocciolamento, mediante metodi alternativi quali ad esempio vie cavo del tipo chiuso (fondo pieno), posa a pavimento o posa su controsoffitti non forati.

17.2. *Note per impianti di distribuzione, forza motrice, illuminazione e speciali*

- Prima dell'esecuzione del lavoro l'appaltatore dovrà verificare le dimensioni delle opere edili e delle finiture in modo che le tolleranze dimensionali di costruzione degli elementi degli impianti permettano il corretto montaggio degli stessi evitando interferenze. L'agevole accesso per manutenzione di tutti i componenti dovrà essere sempre assicurato;
- Nelle planimetrie di progetto sono riportate le linee e le canalizzazioni principali; dovranno comunque essere realizzate, anche se non indicate nei disegni, le altre linee e canalizzazioni secondarie necessarie per rendere l'impianto perfettamente funzionante e a regola d'arte;
- Il presente elaborato è valido esclusivamente per gli impianti riportati. Per le opere civili, infissi, etc., occorre fare riferimento agli elaborati relativi alle opere civili e/o metalliche;
- Prima della tracciatura degli impianti, la posizione delle apparecchiature dovrà essere confermata dalla D.L. in funzione dell'arredo e delle apparecchiature. Eventuali modifiche della posizione che il committente vorrà apportare saranno richieste alla D.L. prima della tracciatura degli impianti;

- Tutti i materiali e le apparecchiature elettriche dovranno essere dotati di marchio IMQ o equivalenti e marcatura CE che ne determini la costruzione a regola d'arte;
- Gli impianti speciali avranno tubazioni, cassette e canali completamente separati dai circuiti di energia;
- Le derivazioni dalle linee elettriche posate nei canali portacavi saranno realizzate entro cassette di derivazione esterne al canale (fissate sul canale stesso o a parete);
- La continuità elettrica tra i vari pezzi del canale o della passerella dovrà essere assicurata dal costruttore: sarà comunque necessario collegare a terra il canale o la passerella ad entrambe le estremità;
- Si provvederà alla realizzazione di sigillature tagliafiamma per attraversamenti con tubazioni e canali portacavi di murature e/o solai di separazione sub-comparti e comparti antincendio utilizzando materiali riempitivi resistenti al fuoco (i materiali da utilizzare saranno del tipo omologato dal Ministero degli Interni e muniti di certificazione REI superiore a quello richiesto dalla classe del compartimento antincendio);
- Gli attraversamenti in corrispondenza delle pareti di compartimentazione dovranno essere tamponati ai fini antincendio con sacchetti tagliafiamma termoespandenti e/o sigillati per mezzo di apposite malte intumescenti;
- Per l'esatta definizione delle zone compartimentate (attraversamenti pareti e solai REI con idonei setti tagliafuoco) si rimanda agli elaborati architettonici e di prevenzione incendio;
- Gli impianti per punto luce singolo dedicati esclusivamente all'illuminazione ordinaria, salvo diversa indicazione, saranno realizzati con cavi tipo FG16OM16 e sezione minima 3G1,5mmq;
- Gli impianti per punto presa singola monofase 10/16A, salvo diversa indicazione, saranno realizzati con cavi tipo FG16OM16 e sezione minima 3G2,5mmq;
- Gli impianti che corrono esternamente avranno grado di protezione minimo IP55;
- Gli apparecchi di illuminazione ordinari, alimentati da circuito di sicurezza da soccorritore o provvisti di kit autonomo per l'illuminazione di emergenza, dovranno essere conformi alla norma CEI EN 60598-2-22;
- Il simbolo della freccia sugli apparecchi di illuminazione di sicurezza non rappresenta il reale percorso delle vie di esodo. L'orientamento del pittogramma dovrà rispettare il piano di evacuazione della struttura.

17.3. Note per quadri elettrici di distribuzione

- Eventuali marche e articoli riportati sugli schemi unifilari sono solo rappresentative delle caratteristiche tecniche e non sono vincolanti;
- Gli scaricatori di sovrattensione dovranno essere montati nel rigoroso rispetto delle istruzioni del costruttore in modo da evitare danni alle apparecchiature circostanti in caso di intervento;
- Tutte le apparecchiature elettriche, con particolare ma non esclusivo riferimento ai quadri di nuova installazione, dovranno essere costruite in stabilimento ed ivi collaudate secondo le procedure indicate da tutte le norme applicabili. L'esito positivo di tali collaudi dovrà essere riportato nella certificazione ufficiale;
- Gli interruttori avranno il seguente senso di manovra: senso di chiusura verso l'alto per gli interruttori installati in posizione verticale; senso di chiusura verso destra per gli interruttori installati in posizione orizzontale (posizione trasversale rispetto all'operatore);
- I cablaggi interni al quadro e tutti i cavi di comando e segnalamento all'interno del quadro dovranno essere del tipo FG17 Cca-s1b,d1,a1;
- Tutte le parti che restano in tensione perché ubicate a monte dei sezionatori generali dei quadri elettrici dovranno essere adeguatamente protette ed evidenziate per evitare il rischio di contatti accidentali;

- Il grado di protezione complessivo ad installazione completata dovrà essere almeno IP40 e comunque adeguata al tipo di posa; il grado di protezione dei quadri elettrici da installare nelle centrali tecnologiche dovrà essere almeno IP55;
- Le carpenterie saranno dimensionate con uno spazio di riserva disponibile corrispondente al 30% in modo da garantire futuri ampliamenti;
- Gli scaricatori di sovratensione dovranno essere montati nel pieno rigoroso rispetto delle istruzioni del costruttore e dovranno essere muniti di contatto di segnalazione a distanza di fine vita tramite contatto normalmente aperto;
- I dispositivi magnetotermici degli interruttori modulari previsti saranno in curva caratteristica C secondo norma IEC 947.2 (salvo diversa indicazione);
- I dispositivi di protezione differenziale degli interruttori magnetotermici, salvo diversa indicazione, dovranno essere: di tipo "AC" i differenziali a protezione di utenze senza interposizione di circuiti di accensione e controllo quali ad esempio motori, lampade ad incandescenza, prese di servizio; di tipo "A" i differenziali a protezione di utenze che possono presentare componenti pulsanti quali ad esempio computer, corpi illuminanti fluorescenti con reattore elettronico, corpi illuminanti LED, corpi illuminanti ad incandescenza con trasformatore elettronico e tutte le utenze a valle di conversione CC/CA (tipicamente tutti i carichi alimentati da UPS); in assenza di dichiarazione da parte del costruttore di assenza di correnti di guasto a terra in corrente continua (Norma 62040 art. 4.7.12), devono essere intesi di tipo "B" i differenziali che alimentano ponti convertitori CA/CC, quali ad esempio ingresso UPS o Inverter/soft starter/ azionamenti motori o alcune tipologie di dimmer;
- Gli interruttori scatolati, con portata nominale uguale o superiore a 160 A, dovranno essere dotati di dispositivo di protezione di tipo elettronico, con le seguenti caratteristiche e regolazioni: sganciatori di sovraccarico 0,4 - 1 In; sganciatori magnetici 2 - 10 In; dispositivo di protezione differenziale (ove indicato) regolabile da 0,03 a 30 A e con ritardo intenzionale regolabile da 0 a 3 s;
- Si precisa che, ove gli schemi dei quadri da quotare siano solo unifilari, è da intendersi che le valutazioni economiche sono comprensive di tutti gli elementi ausiliari (spie luminose, selettori, commutatori, temporizzatori, ecc.) necessari a garantire le funzionalità richieste e definite nei documenti progettuali.

17.4. Note per impianto di rivelazione e segnalazione incendi

- I rilevatori devono essere posti ad almeno 0,5m da pareti, materiali in deposito e da elementi sporgenti (travi, canali sospesi a distanza < 15 cm);
- I rivelatori di fumo dovranno essere distanziati dal soffitto; detta distanza dovrà essere compresa tra 3-20cm;
- È possibile installare i rivelatori sul coperchio delle scatole di derivazione;
- I pulsanti di allarme manuale incendio devono essere del tipo con vetro frangibile anche senza attrezzo, in posizione ben visibile e fissati a parete ad una quota dal pavimento compresa tra 1-1,4m. Detti punti di segnalazione allarme manuali devono riportare le istruzioni per l'uso;
- Costituisce un onere, oltre che la messa in servizio del sistema di rivelazione ed allarme antincendio esistente, anche la necessaria programmazione e verifica del sistema di rivelazione fumi in tutte le zone protette.

17.5. Note per impianto di terra

- All'impianto di terra dovranno essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili nonché tutte le masse estranee metalliche accessibili esistenti nell'area di intervento;

- Le giunzioni tra conduttori di materiale diverso devono essere eseguite con idonei morsetti per evitare la corrosione. Per evitare fenomeni di corrosione galvanica non sarà possibile collegare parti di rame a delle superfici zincate o a parti in alluminio;
- In fase costruttiva dovranno essere indicate prove strumentali finalizzate alla verifica dell'effettiva continuità elettrica delle strutture delle facciate esterne ed interne verso l'impianto di dispersione;
- Nell'attraversamento di solette e/o platee in cemento, le corde di rame dovranno essere protette con tubo in PVC serie pesante con dimensione minima Ø40mm;
- I conduttori di terra isolati per la messa a terra di apparecchiature e strutture dovranno essere protetti da tubo in PVC serie pesante con dimensione minima Ø32mm;
- Gli impianti di terra degli ascensori e del corrispettivo edificio saranno uniti fra di loro alla base dell'edificio stesso, in corrispondenza del nodo di terra;
- All'interno di ciascuna cabina elettrica, di ciascun locale contatori b.t. e di ciascun locale tecnico elettrico principale è prevista l'installazione di un "collettore principale di terra" costituito da una piastra in rame stagnato, completa di morsetti, viti e bulloni per fissare i capicorda dei conduttori di protezione ed equipotenziali;
- Sotto il pavimento dei locali delle installazioni elettriche principali dovrà essere previsto un dispersore a maglia 50x50 cm in corda di rame nudo da 35 mm², collegato in diversi punti alla armatura della struttura. Sul fondo dei cunicoli il dispersore dovrà essere protetto con uno strato di 2 cm di malta di cemento. Prevedere almeno tre collegamenti tra la barra generale di terra e la maglia sottopavimento;
- L'impianto di terra è eseguito utilizzando per la realizzazione del dispersore di terra, principalmente elementi intenzionali inseriti all'interno delle fondazioni. Per aumentare la "maglia" dell'impianto vengono inoltre collegati "elementi di fatto" previsti nella costruzione della struttura, costituiti dai ferri dell'armatura del calcestruzzo armato presenti nei plinti dei pilastri, nelle platee di fondazione, nei setti strutturali, nelle paratie di contenimento e nei pali di fondazione;
- L'utilizzo degli "elementi di fatto" della struttura quali dispersori naturali dell'impianto è ammesso e corretto unicamente se gli stessi sono elettricamente continui. La continuità elettrica dei ferri d'armatura deve essere verificata mediante misure elettriche tra la sommità e la base della struttura. La resistenza elettrica totale deve essere inferiore a 0,2 Ohm, misurato fra due punti qualsiasi della struttura, tra i quali è richiesta la continuità elettrica;
- La posizione dei collegamenti e del dispersore interrato è puramente indicativa; la loro esatta posizione sarà coordinata in fase di esecuzione lavori sulla posizione dei singoli elementi di armatura.

IMPORTANTE: Prima della messa in servizio dell'impianto dovrà essere effettuata la misura della resistenza di terra dell'intero complesso; nel caso in cui la resistenza di terra risultasse superiore al limite imposto dall'ente erogatore (corrente di guasto a terra e tempo di eliminazione del guasto), si dovranno eseguire le misure di passo e contatto e verificare che in nessun punto dell'impianto siano superati i valori richiesti dalla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3). In particolare, le tensioni di contatto misurate non dovranno superare la tensione di contatto ammissibile UTp.