



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SALERNO

AREA VI - Risorse Strumentali - Uffici Tecnici

Research Fund for Coal and Steel

RFCS-02-2020 Grant Agreement 101034015



DREAMERS

Design REsearch, implementation And Monitoring of Emerging technologies for a new generation of Resilient Steel buildings

REALIZZAZIONE EDIFICIO C3 - Campus di Fisciano

PROGETTO ESECUTIVO

Architettonico	Arch. Roberto Borriello Arch. Vincenzo Paolillo
Sistema di facciata e sistemazione esterne	Arch. Federico Florena (tiarstudio s.r.l.)
Impianti Idrici - Scarico e Antincendio	Ing. Alessandro Vitale Ing. Alfonso Pisano
Impianti Elettrici e Speciali	Ing. Roberto Campagna Ing. Michele Petrocelli
Impianti Meccanici	Ing. Fabrizio Fiorenza
Consulenza Impianti Meccanici	Ing. Rocco Carfagna - Ing. Giuseppe Sorrentino Arch. Aniello De Martino
Impianti Gas Tecnici	Ing. Valentino Vitale
Impianti Rete Dati	Ing. Salvatore Ferrandino Dott. Vincenzo Agosti
Strutture	Prof. Ing. Vincenzo Piluso Prof. Ing. Massimo Latour Prof. Ing. Elide Nistri Prof. Ing. Gianvittorio Rizzano
Computi e Stime	Arch. Aniello De Martino Geom. Michele Lalopa P.I. Giovanni D'Aniello
Pratiche VV.F., acustica ed ASL	Ing. Carmelo Montefusco
Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione e manutenzione opera	Ing. Alfredo Landi
Collaudatore statico e tecnico-amministrativo	Prof. Ing. Rosario Montuori
Responsabile del Procedimento:	Ing. Nicola Galotto

TAVOLA	DESCRIZIONE ELABORATO	SCALA
R 08	Relazione tecnica impianti elettrici e speciali	

REV. N	DATA	MOTIVO DELLA EMISSIONE	ELABORATO DA:

RIF. PRATICA:	VERIFICA PROGETTO (art. 26 D.Lgs. 50/2016)
	UNITA' DI VERIFICA: Ing. Pantaleone Aufiero Geom. Giovanni Soldà
DATA: Febbraio 2023	



UNIVERSITÀ degli STUDI di NAPOLI FEDERICO II



U



C



AREA VI - Risorse Strumentali - Uffici Tecnici di Ateneo in possesso del sistema di Gestione per la qualità conforme alla UNI EN ISO 9001-2015
Certificato CSQ n. 0783.2020-6 scadenza 27/07/2023 per l'attività di verifiche sulla progettazione delle opere, ai fini della validazione,
su progetti relativi alla propria stazione appaltante

A TERMINI DI LEGGE IL PRESENTE ELABORATO NON POTRA' ESSERE RIPRODOTTO E COMUNICATO A TERZI SENZA AUTORIZZAZIONE

Sommario

PREMESSA.....	2
NORMATIVA TECNICA.....	5
ALLACCIO ALLA CABINA ELETTRICA “INVARIANTE 7E”	8
QUADRISTICA ELETTRICA GENERALE E PERIFERICA	9
SISTEMA DI AUTOMAZIONE DI EDIFICIO SU PROTOCOLLO KNX.....	16
ILLUMINAZIONE INTERNA	23
IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI	26
C.A.M. – CRITERI MINIMI AMBIENTALI	35

PREMESSA

La presente relazione tecnica vuole illustrare i criteri progettuali posti alla base della realizzazione dell'impianto di distribuzione elettrica in bassa tensione, a servizio del nuovo edificio denominato "C3", all'interno del Campus Universitario di Fisciano (SA), a completamento del parco edilizio della Università di Salerno.

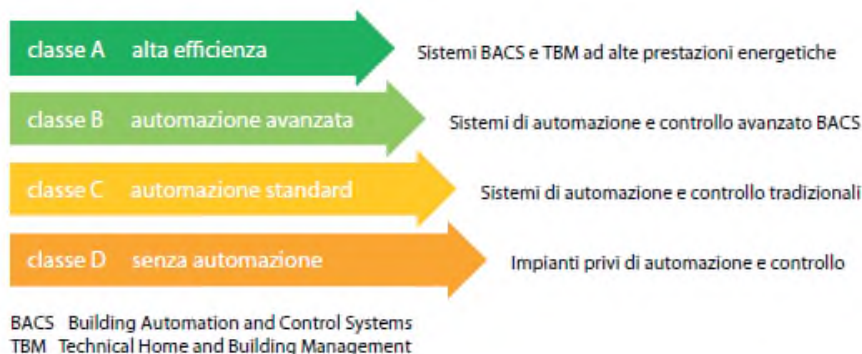
L'edificio sarà strutturato su tre livelli fuori terra, con scala ordinaria interna ed impianto elevatore. Esso sarà allacciato elettricamente al quadro generale della Cabina Elettrica "Invariante 7E", attraverso un tratto di nuova canalizzazione interrata ed un tratto in cunicolo tecnologico esistente.

Al livello terra, in locale dedicato, troverà posto il quadro elettrico generale, il gruppo di continuità elettrica assoluta centralizzato e l'inverter fotovoltaico. Al livello primo saranno ubicati una serie di laboratori afferenti al dipartimento di Farmacia ed un blocco servizi igienici. Al livello secondo saranno collocati una serie di uffici afferenti al Dipartimento di Ingegneria Civile ed un blocco servizi igienici. Al livello copertura è prevista la installazione di generatori fotovoltaici allacciati all'inverter ubicato al livello terra. L'edificio, comunque allacciato al sistema elettrico di ateneo, usufruirà dei benefici energetici del parco fotovoltaico in esercizio.

L'efficienza energetica non è più solo un'opzione. Il protocollo di Kyoto ha incentivato i governi di tutto il mondo ad approvare una legislazione che garantisca un utilizzo più intelligente e consapevole dell'energia negli edifici. L'unione Europea nel marzo 2007 si è impegnata a raggiungere una riduzione del 20% delle emissioni di CO₂ entro il 2020. Questo piano di misure, conosciuto come il *"3x20 entro il 2020"*, prevede inoltre l'aumento del 20% del livello di Efficienza Energetica e il raggiungimento del 20% dell'energia prodotta da fonti energetiche rinnovabili. Per raggiungere questi obiettivi saranno necessari cambiamenti reali; i governi stanno intensificando gli sforzi per promulgare le leggi, regolamentare e impostare gli standard per una migliore efficienza energetica. Questo nuovo orientamento verso normative più severe in materia di efficienza energetica è iniziato con il Protocollo di Kyoto. Leggi quali l'Energy Policy Act degli Stati Uniti stabiliscono le norme per il futuro energetico.

In Italia è stata pubblicata, con il D.L. n. 192 del 19/08/2005, la direttiva europea 2002/91/CE (EPBD) relativa al rendimento energetico nell'edilizia e, più recentemente, il D.M. 26/06/2009 (linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici). Il 18/06/2010 è stata pubblicata la nuova direttiva europea 2010/31/CE sulle prestazioni energetiche nell'edilizia all'interno della quale viene

riconosciuta l'importanza dei sistemi di controllo attivo come i sistemi di automazione, controllo e monitoraggio finalizzati al risparmio energetico. Tale direttiva trova applicazione nella norma comunitaria UNI EN 15232:2012, che indica chiaramente i benefici ottenibili optando per una determinata classe di efficienza :



L'osservazione della classificazione prevista dalla norma ci consente di fare in modo immediato e diretto delle valutazioni qualitative e quantitative di grande interesse relativamente ai benefici energetici apportati nella gestione di un edificio dall'uso di un sistema di automazione.

La più recente norma UNI EN 15232-1:2017, dell'ottobre 2017, indica un metodo per definire i requisiti minimi o ogni altra specifica riguardante le funzioni di controllo, automazione e gestione tecnica degli edifici che contribuiscono all'efficienza energetica. In particolare individua, tra l'altro, una lista strutturata delle funzioni di controllo, automazione e gestione tecnica degli edifici che contribuiscono alla prestazione energetica degli stessi. Le funzioni, denominate *BAC - Building automation and control*, sono classificate e strutturate in riferimento alla regolamentazione per l'edilizia, ed un metodo per definire i requisiti minimi o ogni altra specifica riguardante le funzioni di controllo, automazione e gestione tecnica degli edifici che contribuiscono all'efficienza energetica di un edificio, implementabili in edifici di diversa complessità. In tal senso, l'edificio F4 sarà realizzato per essere classificato NZEB (*Nearly Zero Energy Building*). Esso sarà, quindi, esercito con un consumo di energia tendente al nullo, relativamente ai fabbisogni di riscaldamento invernale, raffrescamento estivo, produzione di acqua calda sanitaria, illuminazione e ventilazione per ricambio d'aria, in conformità alla direttiva europea EPBD (31/2010/CE).

In tal senso, il presente progetto illustra gli interventi di implementazione di un sistema elettrico a servizio dell'edificio dotato, tra l'altro, di una automazione di tipo avanzato al fine di perseguire, come obiettivo primario, quello di classificare l'edificio stesso come appartenente alla classe di efficienza energetica "A" secondo la norma comunitaria UNI-EN 15232.

Come elemento discriminante, quindi, si è previsto di dotare i vari quadri elettrici di un sistema di supervisione, automazione e controllo in tempo reale, basato sull'ormai consolidato protocollo di comunicazione KNX, capace di gestire con logiche opportune le informazioni per la regolazione automatica delle utenze.

L'attività di realizzazione dell'impianto elettrico si completa con l'utilizzo di corpi illuminanti con sorgente luminosa unità a fotodiodo led predisposti per la funzionalità della regolazione del flusso luminoso che sarà affidata al consolidato protocollo di comunicazione DALI, opportunamente predisposto dai quadri di automazione di zona ed affiancato da sensori di presenza e livello di illuminamento.

NORMATIVA TECNICA

Gli impianti elettrici saranno realizzati in conformità della legge 186 dell'1 marzo 1968, che indica nelle norme emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano i criteri necessari per la realizzazione secondo buona tecnica. In particolare occorrerà fare riferimento alle seguenti norme CEI ed UNEL, non escludendo il rispetto di altre pertinenti non citate:

- *CEI 0-2 - "Guida per la definizione della documentazione di progetto impianti elettrici".*
- *CEI 7-4 per conduttori elettrici per connessioni, fasc. 211.*
- *CEI 11-1/206, norme generali per gli Impianti Elettrici*
- *CEI 11-8 - Impianti di messa a terra.*
- *CEI 11-17 Fasc.1890 (1992) - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.*
- *CEI 17-3, fascicolo 1035, contattori destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore a 1000 V in c.a. ed a 1200 V in c.c.*
- *CEI 17-5, fascicolo 1913, apparecchiature di bassa tensione. Parte 2: interruttori automatici.*
- *CEI 17-11, apparecchiature di bassa tensione. Parte 3: interruttori di manovra, sezionatori,, interruttori di manovra-sezionatori e unita combinate con fusibili.*
- *CEI 17-12, fascicolo 492, apparecchi ausiliari di comando per tensioni non superiori a 1000 V – Prima parte - Prescrizioni generali.*
- *CEI 17-13/1, fascicolo 1433, 1995 (EN 60439): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT). Parte 1: prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS), per tensioni non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. e successive varianti.*
- *CEI 17-14, fascicolo 548, apparecchi ausiliari di comando per tensioni non superiori a 1000 V - Seconda Parte - Prescrizioni particolari.*
- *CEI 20-22 II, 20-35, fascicolo 688, 20-371, fascicolo 739, 20-11 e 20-34 cavi isolati in gomma EPR ad alto modulo con guaina esterna PVC speciale di qualita Rz, per tensione nominale 0,6/1 kV, tensione di prova 4 kV c.a., non propaganti l'incendio e la fiamma ed a ridotta emissione di gas corrosivi.*
- *CEI 23-8, fascicolo 335, Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e loro accessori, per installazioni fisse.*
- *CEI 23-16, fascicolo S430, CEI 23-16V1, fascicolo S436, CEI 23-16V2, fascicolo S606. Prese a spina di tipi complementari, per installazione fissa e mobile, destinate ad usi domestici e similari.*

- CEI 23-22, fascicolo 778. Canalette portacavi in materiale plastico per quadri elettrici.
- CEI 23-48, I ediz. Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte I prescrizioni generali.
- CEI 23-49, fascicolo 2730. Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte II: prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.
- CEI 23-51, fascicolo 2731. Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- UNEL 35023-70 sulle portate dei cavi in regime permanente.
- UNEL 35023-71 sulle cadute di tensione dei cavi.
- UNEL 01433-72 sulle portate di corrente dei piatti di rame.
- UNI EN 12464/1 Illuminazione di interni con luce artificiale.
- Legge n. 186 del 1 marzo 1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici"
- D.Lgs 626 del 25 Novembre 1996 "Attuazione della dir. CEE 93/68 in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.
- UNI 10819 Impianti di illuminazione esterna – requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- UNI 11248 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"
- UNI 13201-2 "Illuminazione stradale - Requisiti prestazionali"
- UNI 13201-3 "Illuminazione stradale - Calcolo delle prestazioni"
- UNI 13201-4 "Illuminazione stradale -Metodi di misura delle prestazioni fotometriche"
- CEI EN 60598 "Apparecchi di illuminazione"
- EI EN 55015 "Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi
- CEI EN 61547 "Apparecchiature per illuminazione generale – Prescrizioni di immunità EMC
- CEI EN 61000 "Compatibilità elettromagnetica"
- CEI EN 62471 "Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi lampada

- *UNI EN 10025 "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali"*
- *UNI EN 40-2 Pali per illuminazione pubblica. Dimensioni e tolleranze.*
- *UNI EN 40-5 Pali per illuminazione pubblica. Specifiche per pali illuminazione pubblica in acciaio.*
- *Tabelle CEI-UNEL 35026 - Cavi elettrici con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.*
- *Norma CEI 64-7 – Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similare.*
- *Norma CEI 64-8 VI Edizione - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua e suddivisa nelle seguenti parti:*
 - **Norma CEI 64-8 parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali;*
 - **Norma CEI 64-8 parte 2: Definizioni;*
 - **Norma CEI 64-8 parte 3: Caratteristiche generali;*
 - **Norma CEI 64-8 parte 4: Prescrizioni per la sicurezza;*
 - **Norma CEI 64-8 parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici;*
 - **Norma CEI 64-8 parte 6: Verifiche;*
 - **Norma CEI 64-8 parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari.*
- *Raccomandazioni del C.I.E.*
- *L'elenco delle Norme e delle Leggi sopra esposto è indicativo, pertanto in fase di realizzazione degli impianti si dovranno comunque rispettare tutte le disposizioni di legge e normative, complete di aggiornamenti e varianti, applicabili alla tipologia di impianto e/o di apparecchiature.*

Vanno altresì rispettate:

- *Le norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro D.P.R. 547 del 27 aprile 1955, con particolare riferimento al titolo VII.*
- *Le prescrizioni e le raccomandazioni degli organismi preposti ai controlli o comunque determinanti ai fini dell'installazione e dell'esercizio: ISPESL, VVF, ASL, ENEL, ecc.*
- *Le prescrizioni dettate dalla Legge 37/08, dal relativo decreto di attuazione e successive modificazioni, nonché il Decreto Legislativo 81/08.*

OBIETTIVI ED INTERVENTI PREVISTI

Il progetto, si propone di realizzare :

- *l'allaccio alla cabina elettrica "Invariante 7E";*
- *la quadristica elettrica generale e periferica a servizio dell'edificio;*
- *un sistema di automazione di edificio basato su protocollo KNX;*
- *un sistema di illuminazione artificiale basato su sorgente luminosa a fotodiodo led con predisposizione al controllo con protocollo DALI;*
- *un sistema di rilevazione incendi;*

ALLACCIO ALLA CABINA ELETTRICA "INVARIANTE 7E"

L'edificio C3 riceverà alimentazione elettrica, in regime di Bassa Tensione 400 V, dalla cabina elettrica "Invariante 7E", posta a circa 350 metri dall'edificio stesso. L'avvicinamento alla suddetta cabina avverrà in parte mediante realizzazione di un cavidotto dedicato realizzato con tubazioni corrugate a doppia parete con diametro 160 mm (affiancate da tubazioni diam.110 mm per la fibra ottica), ed in parte sfruttando un tratto di cunicolo tecnologico esistente.

All'interno della cabina, e precisamente nell'esistente quadro generale di bassa tensione QGBT, il progetto prevede la installazione di una protezione di linea, del tipo scatolato, direttamente in una delle disponibilità della sezione "privilegiata da GE", utilizzando i cubicoli disponibili, così come indicato nella sottostante immagine.



Quadro QGBT cabina MT/Bt "Invariante 7E"

L'inserimento della protezione è comprensivo di accessori di fissaggio, kit cubicolo, piastra, e bandelle flessibili di ammassaggio sbarre, dello stesso tipo, marca e modello del quadro esistente, escludendo adattamenti artigianali in officina o sul posto.

Si faccia riferimento agli schemi elettrici unifilari per la taglia e le caratteristiche prestazionali delle protezioni linea da inserire.

Si faccia riferimento agli elaborati di progetto per le vie cavo in cavidotto e per l'avvicinamento/ingresso in edificio, ed agli schemi elettrici unifilari per la tipologia ed il numero di conduttori utilizzati per le montanti principali dalla cabina "Invariante 7E" al quadro generale dell'edificio C3.

Lo sviluppo dell'allaccio dovrà essere realizzato con conduttori in unica pezzatura, senza giunzioni, a partire dalle nuove protezioni scatolate installate nel quadro QGBT della cabina, fino al sezionatore di ingresso del nuovo quadro QGBT dell'edificio C3.

QUADRISTICA ELETTRICA GENERALE E PERIFERICA

La linea in cavo proveniente dalla cabina elettrica "Invariante 7E", si attesterà al sezionatore di ingresso del QGBT – Quadro Generale Bassa Tensione dell'edificio C3.

Esso sarà assemblato in carpenteria modulare a pavimento, del tipo adatto alla **distribuzione primaria**, con porta a vetro di tipo traslucido.

La dimensione orientativa di ogni singola carpenteria sarà [2000x2400x600] mm (hxlxp). L'arrivo dei cavi dalla cabina sarà dal basso mediante corsetto ricavato nel solaio la cui soglia sarà impostata a filo pavimento, in modo da poter poggiare le carpenterie direttamente sul corsetto stesso. La ripartenza dei cavi verso i quadri di piano avverrà dall'alto, direttamente nelle passerelle il cui sviluppo planimetrico è indicato negli elaborati progettuali.

Il quadro sarà dotato di risalite cavo e morsettiera verticale al fine di facilitare l'assemblaggio e l'ammassaggio dei cavi. La dimensione orientativa di ogni singola colonna di risalita sarà [2000x300x600] mm (hxlxp).

Sarà funzionalmente diviso in due sezioni distinte : *privilegiata ed assoluta*, e sarà equipaggiato con sezionatore generale rotativo sotto carico sulle singole sezioni, e dotato di spie presenza tensione a monte ed a valle del sezionamento (doppia indicazione per ogni sorgente).

Ogni arrivo delle singole alimentazioni sarà equipaggiato con sezionatore rotativo sotto carico e sarà equipaggiato con analizzatore di rete su ogni arrivo (ge e ups). Sarà posto sotto monitoraggio mediante analizzatore di rete corredato da terna di trasduttori amperometrici di opportuna taglia come da schemi unifilari.

Gli analizzatori di rete, dello stesso tipo di quelli già in possesso della amministrazione, saranno dotati di uscita conforme Modbus RTU cablata su di un gateway ModBus <-> TCP/IP per il monitoraggio da remoto e saranno, quindi, in grado di comunicare su rete LAN di Ateneo mediante interposizione di un gateway Modbus <-> TCP/IP. Dovranno essere nativamente compatibili con la piattaforma di monitoraggio in possesso dell'amministrazione, senza necessità di dovere scrivere diver software di interfaccia.



Tipologico quadro generale di bassa tensione con porta a vetro offuscato

Il quadro sarà costruito con protezioni automatiche magnetotermiche di tipo scatolato, dotate di controllore elettronico di regolazione delle soglie di intervento e delle relative curve. Le protezioni saranno dotate di contatti ausiliari di stato cablati in morsettiera e di opzione di comunicazione su protocollo ModBus e cablate sul suddetto gateway.



*Tipologico protezione magnetotermica scatolata con controllore elettronico
e comunicazione in protocollo ModBus*

E' concesso l'assemblaggio di più interruttori scatolati su di un unico pannello.

Le sbarre principali saranno alloggiate in sommità alla carpenteria, mentre quelle di distribuzione verso le protezioni troveranno alloggio nelle colonne verticali. Pertanto tutte le protezioni scatolate riceveranno alimentazione lateralmente mediante bandelle flessibili (se il montaggio delle protezioni sarà orizzontale) o sistema rigido ad hoc (se il montaggio delle protezioni sarà verticale per multiple unità).



Tipologico alimentazione interruttori scatolati da sbarre principali

Ogni partenza di alimentazione verso i quadri di piano sarà posta sotto monitoraggio mediante analizzatore di rete corredato da terna di trasduttori amperometrici di opportuna taglia. Gli analizzatori di rete saranno dotati di uscita conforme Modbus RTU cablata su di un gateway ModBus <-> TCP/IP per il monitoraggio da remoto.

Il quadro QGBT sarà fornito con tutti gli accessori a corredo delle protezioni e degli strumenti, quali cavetti di collegamento per PC, software di taratura, istruzioni e manuali, bulloneria e gli schemi unifilari e multifilari, compreso i circuiti ausiliari di comando, del costruito.

Schema elettrico unifilare, schema elettrico funzionale e calcoli di dimensionamento sono riscontrabili negli elaborati di progetto.

La distribuzione secondaria si articolerà su quadri di piano, tutti alimentati dal quadro generale QGBT di edificio. Ad ogni livello dell'edificio, alla stregua del quadro generale, i quadri di piano saranno strutturati con due sorgenti di alimentazione indipendenti (privilegiata da GE ed assoluta).

Il quadro elettrico sarà assemblato in una carpenteria metallica a pavimento, dotata di porta con vetro temperato non traslucida, e serratura di sicurezza. Essa avrà le dimensioni approssimative pari a [2000x800x400]mm (hxlxp) e sarà equipaggiata con una o più colonne di risalita cavi con morsettiera verticale, delle dimensioni presunte pari a [2000x300x400]mm.



Tipologico del quadro di piano

Ogni alimentazione si attesterà su di un sezionatore quadripolare sotto carico, a comando rotativo, e sarà affiancata da lampade spia di presenza tensione, cablate a monte del sezionatore.

Derivate dai sezionatori di ingresso, troveranno direttamente collocazione tutte le protezioni magnetotermiche modulari, dotate se necessario di modulo differenziale, a servizio delle linee in uscita verso i quadri di zona o verso le linee terminali, se presenti.



Tipologico della protezione magnetotermica modulare

Tutte le protezioni automatiche saranno, in alcuni casi, dotate di tipo modulare con modulo differenziale separato. L'ingresso cavi avverrà dall'alto, mediante via cavo in passerella, e tutte le uscite saranno analogamente dal lato superiore della colonna cavi affiancata al quadro.

Saranno utilizzati i percorsi e le vie cavo il cui sviluppo è riportato sugli elaborati di progetto. Lo schema elettrico unifilare di potenza ed i relativi calcoli di dimensionamento e verifica, sono riscontrabili negli elaborati di progetto.

La distribuzione terminale di zona si articola su quadri posizionati in tutti gli ambienti, alimentati dal relativo quadro di piano. Essi saranno prevalentemente del tipo a centralino ad incasso, in PVC con porta offuscata e serratura a chiave, con una capienza di almeno 36 moduli.



Tipologico del quadro del tipo a centralino di zona ad incasso

In alcuni casi (laboratori 06 e 08 al livello 1), il quadro elettrico sarà assemblato con una carpenteria metallica a parete, dotata di porta con vetro temperato di protezione e serratura di sicurezza. Essa avrà le dimensioni approssimative pari a [1200x600x250]mm (hxlxp) e sarà affiancata da una colonna di risalita cavi con morsettiera, delle dimensioni presunte pari a [1200x300x250]mm.



Tipologico del quadro di zona a carpenteria metallica a parete

Entrambi i tipi di quadri saranno strutturati con due sorgenti di alimentazione (GE ed assoluta). Ogni alimentazione si attesterà su di un sezionatore quadripolare sotto carico, e sarà affiancata da lampade spia di presenza tensione, cablate a monte del sezionatore.

Derivate dai sezionatori di ingresso, troveranno direttamente collocazione tutte le protezioni magnetotermiche-differenziali, trifase /monofase, a servizio delle linee terminali.

Tutte le protezioni automatiche saranno di tipo modulare con modulo differenziale separato.

Tutte le uscite saranno in cavo ed avverranno dal lato superiore e/o inferiore della colonna cavi affiancata al quadro. Saranno utilizzati i percorsi e le vie cavo previste negli elaborati planimetrici progettuali.

Schema elettrico unifilare, schema elettrico funzionale e calcoli di dimensionamento sono riscontrabili negli elaborati di progetto.

I cavi utilizzati per l'intero impianto elettrico oggetto del progetto, dal collegamento in cabina "Biblioteca Tecnico-Scientifica" fino alle utenze terminali all'interno dell'edificio, saranno conformi alla normativa cavi PCR, optando per la classificazione del rischio incendio di livello "medio" per il contesto di "scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie, con oltre 100 persone presenti; asili nido con oltre 30 persone presenti" :

	LUOGHI	LIVELLO DI RISCHIO
	Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee. Gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie superiori a 1000 m. Strutture sanitarie che erogano prestazioni in regime di ricovero ospedaliero e/o residenziale a ciclo continuativo e/o diurno, case di riposo per anziani con oltre 25 posti letto; strutture sanitarie che erogano prestazioni di assistenza specialistica in regime ambulatoriale, ivi comprese quelle riabilitative, di diagnostica strumentale e di laboratorio.	ALTO
	Locali di spettacolo e di trattenimento in genere, impianti e centri sportivi, palestre, sia a carattere pubblico che privato. Alberghi, pensioni, motel, villaggi albergo, residenze turistico-alberghiere, studentati, villaggi turistici, alloggi agrituristici, ostelli per la gioventù, rifugi alpini, bed & breakfast, dormitori, case per ferie, con oltre 25 posti-letto; strutture turistico-ricettive nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone. Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; asili nido con oltre 30 persone presenti. Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio, fiere e quartieri fieristici. Aziende ed uffici con oltre 300 persone presenti; biblioteche ed archivi, musei, gallerie, esposizioni e mostre. Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio superiore a 24 m.	MEDIO
	Altre attività: edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio inferiore a 24 m, sala d'attesa, bar, ristorante, studio medico.	BASSO (*)
	Altre attività: installazioni non previste negli edifici di cui sopra e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per persone e/o cose.	BASSO (**)

EN 50575 - Classificazione del rischio incendio

	CLASSE	REQUISITI PRINCIPALI	REQUISITI AGGIUNTIVI				LIVELLO DI RISCHIO
		PROVE AL FUOCO (1)	FUMO (2)	GOCCE (3)	ACIDITÀ (4)		
	B2_{ca} - s1a, d1, a1	B2_{ca}	s1a	d1	a1		ALTO
		FS ≤ 1,5m THR1200s ≤ 15 MJ picco HRR ≤ 30 kW FIGRA ≤ 150 Ws ⁻¹ H ≤ 425mm	TSP1200s ≤ 50 m ² picco SPR ≤ 0,25 m ² /s trasmissione ≥ 80 %	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10s entro 1200s	conduttività < 2,5 µS/mm e pH > 4,3		
	C_{ca} - s1b, d1, a1	C_{ca}	s1b	d1	a1		MEDIO
		FS ≤ 2,0m THR1200s ≤ 30 MJ picco HRR ≤ 60 kW FIGRA ≤ 300 Ws ⁻¹ H ≤ 425mm	TSP1200s ≤ 50 m ² picco SPR ≤ 0,25 m ² /s trasmissione ≥ 60 % < 80 %	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10s entro 1200s	conduttività < 2,5 µS/mm e pH > 4,3		
	C_{ca} - s3, d1, a3	C_{ca}	s3	d1	a3		BASSO (*)
		FS ≤ 2,0m THR1200s ≤ 30 MJ picco HRR ≤ 60 kW FIGRA ≤ 300 Ws ⁻¹ H ≤ 425mm	no s1 o s2	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10s entro 1200s	no a1 o a2		
	E_{ca}	E_{ca}	-	-	-		BASSO (**)
		H ≤ 425mm	Non richiesti	Non richiesti	Non richiesti		

EN 50575 – Definizione delle Euroclassi in funzione del rischio incendio

In funzione del rischio identificato, la relativa Euroclasse di reazione al fuoco sarà la Cca,s1b,d1,a1, i cui significati sono riportati nella tabella su riportata.

MEDIO	FG16OM16 - 0,6/1 kV Afumex PLUS 1000 FG17 - 450/750 V Afumex PLUS 90 H07Z1-K type 2 - 450/750 V Afumex PLUS 750	C _{ca} - s1b, d1, a1
-------	--	-------------------------------

EN 50575 – Cavo identificato

In particolare, sarà utilizzato il cavo FG16OM16 – 0,6/1 kV, in Euroclasse Cca, s1b, d1, a1.

SISTEMA DI AUTOMAZIONE DI EDIFICIO SU PROTOCOLLO KNX

Come evidenziato dalle norme europee EN 15232, *“Prestazione energetica degli edifici – la incidenza dell’automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici”*, l’applicazione di sistemi di automazione di edificio, contribuisce a una maggiore efficienza energetica che dipende da diversi fattori, tra cui le caratteristiche costruttive e le effettive modalità di utilizzo degli immobili, l’area geografica in cui sono collocati e la loro esposizione ai fattori climatici, per esempio all’irraggiamento solare.

Pertanto, il progetto ha come obiettivo quello di automatizzare operazioni di regolazione normalmente delegate alla volontà umana che, in un edificio classificato come lavorativo/terziario avanzato ma certamente non residenziale, spesso si scontra con la mancanza di tempo e di risorse per la gestione. Oltre a ciò, il progetto prevede utilizzo di apparecchi di illuminazione dotati di sorgente luminosa di tipo innovativo, equipaggiati con sistemi di controllo del tipo on-off e con le predisposizioni per la regolazione del flusso luminoso riducendo i consumi senza penalizzare il comfort e l’efficacia dell’illuminazione stessa. A tale scopo è stato, tra l’altro, pensato un sistema di controllo, che prevede la tecnica di controllo con modulazione continua del flusso luminoso del singolo apparecchio mediante l’ormai consolidato protocollo DALI. Sono previsti regolatori di luminosità a bordo dei quadri di zona, sensori di presenza e sensori di luminosità su bus KNX.

Tutti questi dispositivi, che consentiranno al sistema di controllo di mantenere un livello adeguato d’illuminazione in funzione della luce naturale e della presenza di persone negli ambienti, verranno gestiti mediante una piattaforma software web-based, dove sarà possibile attivare o disattivare l’illuminazione.

Per ottimizzare i consumi in funzione dell’effettiva presenza di persone, sarà inoltre possibile prevedere delle zone funzionali.

Il regolatore KNX controllerà costantemente la luminosità emessa dagli apparecchi in modalità *“dimming”*, in funzione della luce proveniente dall’esterno, per mantenerla al livello ottimale identificato nella fase di start-up.

Le funzioni potranno essere svolte sia in automatico che in manuale, attraverso comandi locali oppure da PC remoto. Un sistema di supervisione consentirà di raccogliere e gestire tutte le informazioni operative (energia consumata per l’illuminazione, comandi, regolazioni, presenza di attività nelle aule, livelli di luminosità) allo scopo di realizzare una banca dati utile per la funzione di *energy management*.

Aderendo alle metodologie impartite dalla norma comunitaria EN15232, *“Prestazione energetica degli edifici – Incidenza dell’automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici”* si è valutato che l’edificio F4 potrà soddisfare i requisiti per essere classificato al livello “A”.

La norma europea EN15232

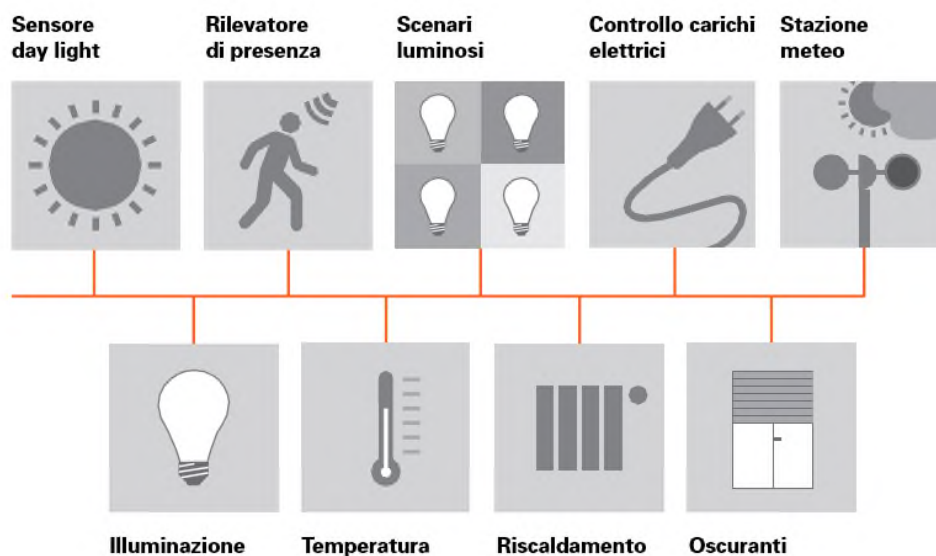


Tabella di classificazione (dalla norma)

		Definizione delle Classi							
		Residenziale				Non residenziale			
		D	C	B	A	D	C	B	A
5	CONTROLLO ILLUMINAZIONE								
5.1	CONTROLLO PRESENZA								
	0	Interruttore manuale ON/OFF							
	1	Interruttore manuale ON/OFF + spegnimento automatico							
	2	Rilevamento presenza							
5.2	CONTROLLO LUCE DIURNA								
	0	Manuale							
	1	Automatico							
6	CONTROLLO SCHERMATURE SOLARI								
		<i>Per la protezione contro l'abbagliamento e il sovrariscaldamento</i>							
	0	Controllo manuale							
	1	Funzionamento motorizzato con controllo manuale							
	2	Funzionamento motorizzato con controllo automatico							
	3	Controllo combinato illuminazione/HVAC/schermature solari							

Norma EN 15232 – Classificazione

Al fine di perseguire quanto appena mostrato, sarà adottata una piattaforma di **Building Automation** di tipo avanzato, in grado di operare su una moltitudine di dispositivi interfacciabili :



Norma EN 15232 – Architettura

Nel presente lavoro progettuale saranno implementate e sviluppate tutte le funzionalità previste dalla norma, aggiungendone altre tali da rendere ancora più flessibile il sistema. In particolare, saranno sviluppate le seguenti funzioni :

- *Misurazione del livello di illuminamento;*
- *Verifica della presenza;*
- *Verifica apertura finestre;*
- *Verifica apertura porta;*
- *Comando ventilconvettore;*
- *Comando oscuranti motorizzati;*
- *Regolazione del flusso luminoso.*

L'infrastruttura di trasporto delle informazioni sarà basata sul consolidato protocollo di comunicazione Connex (KNX), universalmente accettato ed adottato dalle maggiori case produttrici di componenti per la *Building Automation* dedicata al terziario avanzato.

Il sistema KNX è composto da una linea bus e da dispositivi di installazione compatibili come sensori, attuatori, gateway, visualizzatori e componenti di sistema generici.

L'elemento base minimo di ciascun sistema è la linea. Ogni linea richiede almeno un alimentatore, che opportunamente dimensionato, provvede a fornire ai componenti collegati la tensione (SELV) di funzionamento. L'alimentazione elettrica necessaria al funzionamento dei dispositivi e il segnale dati (telegrammi), sono veicolati dal medesimo cavo bus (doppino). A ciascuna linea possono essere collegati fino a 64 dispositivi; è possibile, attraverso l'utilizzo di appositi accoppiatori di linea (LC), collegare fino a un massimo di 15 linee (AREA).

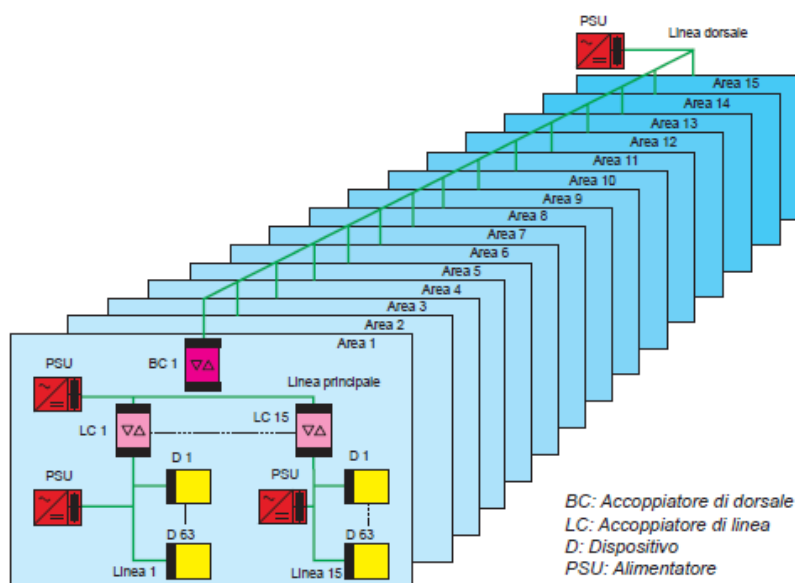
Un sistema può comprendere fino a un massimo di 15 Aree collegate tra loro mediante accoppiatori di area o campo (BC); da ciò si deduce, che ogni singolo sistema KNX può far dialogare oltre 14.000 dispositivi.

I dispositivi, selezionati in base all'applicazione richiesta, sono composti da un accoppiatore bus e da un modulo di applicazione dotato del programma di applicazione corrispondente.

I programmi applicativi fanno parte del database dei prodotti. Questi vengono caricati nei dispositivi insieme al software di progettazione mediante un'interfaccia seriale/USB.

Il sistema KNX è un sistema bus decentralizzato. Ogni dispositivo è dotato del proprio micro controllore. I dispositivi possono scambiarsi le informazioni direttamente, ovvero senza un'unità centrale, utilizzando il bus seriale.

Tutti i dispositivi sono caratterizzati da indirizzi specifici sul bus. Per evitare la collisione dei telegrammi e la perdita dei dati, viene utilizzato il protocollo CSMA/CA. (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance).



Protocollo KNX – Architettura

Ad ogni dispositivo viene assegnato un indirizzo fisico che risulta essere univoco per tutto il sistema e che consente attraverso la sua lettura, l'identificazione dei parametri che rappresentano rispettivamente l'area, la linea e numero del dispositivo (es: 5.4.23).

L'indirizzo di gruppo invece, determina l'assegnazione reciproca dei dispositivi collegati al bus definendone di fatto il "collegamento logico".

Ogni indirizzo di gruppo è suddiviso in un massimo di 15 gruppi principali, ciascuno dei quali può avere un massimo di 2048 sottogruppi (es: 1/127).

I dispositivi dialogano tra loro attraverso i "telegrammi", che contengono oltre agli indirizzi sorgenti e di destinazione, anche tutte le informazioni operative necessarie a svolgere le funzioni richieste; a completare la struttura del telegramma ci sono poi i campi di controllo e conferma, che servono alla verifica e alla sicurezza del telegramma stesso. Per evitare inutili invii e la conseguente saturazione della linea è previsto che un dispositivo KNX possa ripetere la trasmissione del telegramma fino a un massimo di tre volte.

Il controllo dei consumi energetici è una priorità in tutti i settori. Anche nel settore dei sistemi di illuminazione artificiale. I sistemi di controllo consentono di ridurre sensibilmente i consumi elettrici degli impianti di illuminazione senza ridurre la qualità funzionale degli ambienti e il benessere delle persone che in questi ambienti vivono e lavorano.

Ridurre la luce artificiale in relazione alla quantità di luce naturale presente, così come spegnere le luci in assenza di persone nell'ambiente sono operazioni che possono essere rese automatiche o gestibili anche a distanza, magari via *internet* o telefono cellulare.

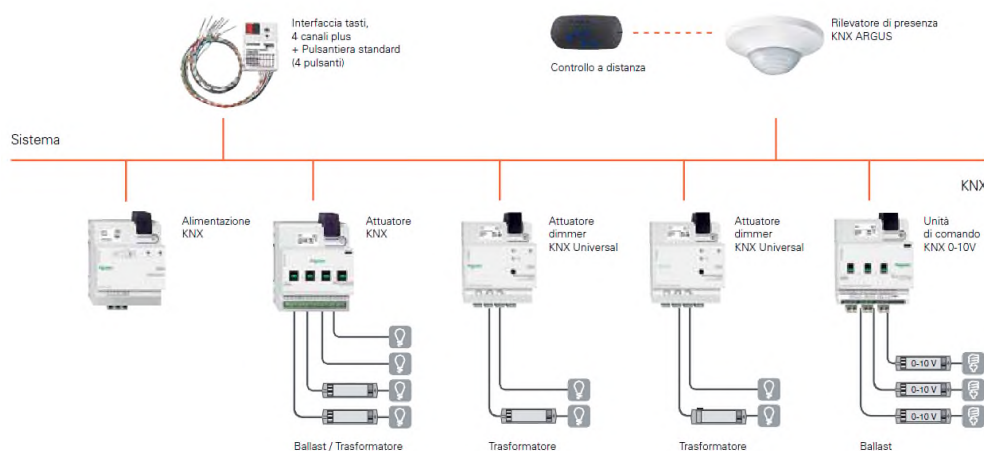
Nel passato, l'obiettivo principale dell'illuminazione era produrre luce solo per operazioni visive. Al giorno d'oggi, convenienza, funzionalità e conservazione dell'energia sono caratteristiche importanti che si vanno a sommare agli obiettivi richiesti dal mercato.

Negli impianti elettrici tradizionali, che si basano sul collegamento di semplici interruttori il concetto di **dimmerazione** e del consumo energetico non è plausibile, e non corrisponde alle reali richieste del mercato. Il controllo dei corpi illuminanti con interfacce analogiche, come ad esempio un segnale 1...10 V, non fornisce né flessibilità né la possibilità di controllare individualmente i corpi illuminanti del sistema. Ciò, rende l'estensione dei sistemi attuali un'operazione piuttosto difficile.

Ecco perchè i sistemi a bus sono stati sviluppati dagli anni '80 permettendo una comunicazione digitale fra tutti i componenti che partecipano ad un sistema di illuminazione. L'alta funzionalità e flessibilità dell'unità di controllo è accertata nei sistemi a bus, in cui i comandi sono scambiati tra l'unità di controllo ed i dispositivi elettronici collegati al bus.

L'installazione di questi sistemi a bus, che già sono sul mercato, richiedono regolarmente un dispendio elevato per i singoli componenti e per il sistema di controllo. Inoltre, richiedono la vasta conoscenza del sistema da parte sia del progettista sia dell'elettricista. Conoscenza che deve essere acquisita nelle sessioni di addestramento speciale. Di conseguenza l'installazione di tali sistemi è lavoro intenso e costoso.

L'*energy management* è possibile con una piattaforma di controllo che sfrutta il protocollo di comunicazione KNX in precedenza illustrato per il trasporto, affiancando sensori di tensione/corrente (e quindi potenza). I due sistemi evidentemente, dialogheranno fra loro mediante opportuni gateway di interfaccia).



Sistema KNX – Architettura

Le persone che lavorano in ufficio, o gli studenti in un'aula piuttosto che gli operatori di un call-center, sono continuamente sottoposti a sollecitazioni emozionali. Infatti diventano sempre più importanti fattori come la creatività, la capacità decisionale e la comunicazione. La luce pertanto deve possedere tutti i criteri qualitativi necessari all'espletamento dei compiti visivi: solo a questa condizione le persone possono concentrarsi in modo proficuo.

Una buona luce stimola la psiche ed anche il ritmo biologico scandito dal susseguirsi di giorno e notte. A tale scopo, per esempio, sono efficaci le pareti illuminate con vivacità all'ora opportuna. La luce diurna presente in grande quantità aiuta a sentirsi a proprio agio, oltre a ridurre il consumo energetico quando viene combinata in modo dinamico all'illuminazione artificiale.

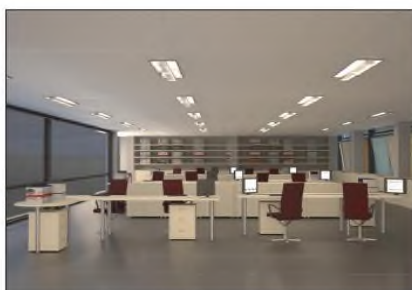


fig. 1 Dimmerazione diurna automatica della luce artificiale in funzione della luce naturale, attraverso dei sensori di luce

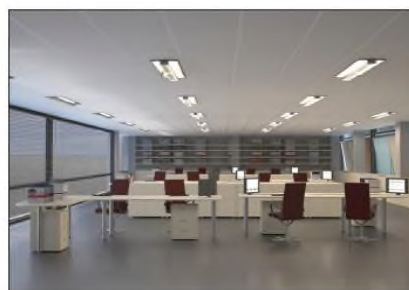


fig. 2 Dimmerazione notturna automatica della luce artificiale in funzione della luce naturale, attraverso dei sensori di luce

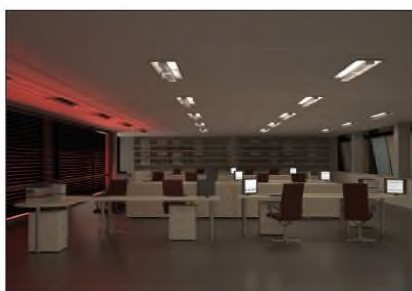


fig. 3 Scenario notturno con richiamo del colore

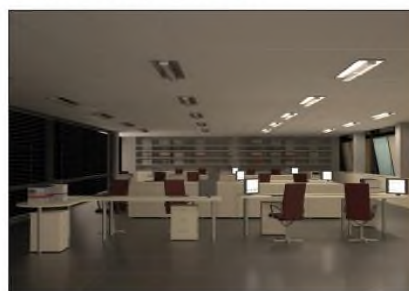


fig. 4 Accensioni parzializzate e modificate da software per l'ottimizzazione del risparmio energetico, attraverso sensori di presenza o semplici interruttori

Saranno installati ed inseriti nel sistema di gestione :

- **Sensori di stato della finestra**, riportati al quadro di zona, in modo da attivare logiche volte al contenimento dei consumi energetici (ad ex, spegni il ventilconvettore se apri la finestra);
- **Sensori di stato della porta di ingresso all'ufficio**, riportati al quadro di zona, in modo da attivare logiche volte al contenimento dei consumi energetici (ad ex, spegni il ventilconvettore se apri la porta);
- **Sensori di presenza ed illuminamento**, su bus KNX, in modo da attivare logiche volte al contenimento dei consumi energetici (ad ex, spegni il ventilconvettore e le luci se non vi è

nessuno per più di 1 h, piuttosto invia l'informazione della quantità di illuminamento per il successivo comando di dimmerazione in proporzione);

- **Sensore temperatura/umidità/CO2 ambiente**, su bus KNX, in modo da attivare logiche volte al contenimento dei consumi energetici (ad ex, spegni il ventilconvettore se raggiungi un preset);
- **Titolo di accesso al locale**, su bus KNX, in modo da attivare l'incontro elettrico sulla serratura della porta di ingresso al locale;
- **Comando oscuranti motorizzati finestre**, su bus KNX, in modo da aprire/chudere le persiane oscuranti alle finestre in caso di necessità o comunque secondo una logica loace e/o di impianto;
- **Comando apparecchi di illuminazione**, su bus KNX, del tipo on-off con predisposizione per la dimmerazione automatica mediante protocollo DALI;

I componenti in campo saranno programmati e gestiti mediante software open-source tipo ETS Professional (<https://www.knx.org/knx-it/software/panoramica/indice.php>). Saranno inclusi strumenti software open-source di testing delle connessione KNX, tipo EITT - KNX Interworking Test Tool.

Nella fornitura è compresa la creazione delle pagine grafiche dinamiche per l'interazione tecnica con gli operatori e per la gestione degli stati e della energia, utilizzando la piattaforma software già in esercizio presso l'amministrazione.

Compreso la configurazione, la messa in servizio della supervisione da parte di un tecnico qualificato, e la formazione tecnica on-site del personale preposto all'utilizzo del sistema.

ILLUMINAZIONE INTERNA

Studi effettuati a livello internazionale condotti esclusivamente sulle sorgenti luminose di vecchia e nuova generazione, hanno avuto come risultato che, rispetto a sorgenti di tipo tradizionale, il risparmio ottenuto con la tecnologia LED risulta essere :

- *circa il **93%** rispetto alle lampade ad Incandescenza*
- *circa il **90%** rispetto alle lampade Alogene*
- *circa il **70%** rispetto alle lampade a Ioduri metallici*
- *circa il **66%** rispetto alle lampade Fluorescenti*
- *circa il **60%** rispetto alle lampade a vapori sodio in alta pressione*

Resta ovvio che oltre all'indubbio vantaggio energetico nell'adottare sorgenti luminose di nuova generazione, resta da valutare l'impatto dell'adozione delle stesse nella totalità dell'impianto, che evidentemente dovrà subire una ricalcolazione delle prestazioni illuminotecniche.

Comunque nell'esercizio dell'intero complesso impiantistico sarà evidente la notevole riduzione dei costi di esercizio e gestione.

In tal senso c'è da aggiungere che i LED mantengono il 70% dell'emissione luminosa iniziale ancora dopo **50.000** ore, tenuto conto dei recenti standard comunitari EN50107.

Confrontando la durata dei led rispetto alle lampade tradizionali notiamo che la vita media di una sorgente :

- *a filamento è di circa **1000/1500** ore*
- *a scarica è di **4.000** ore circa*
- *fluorescente è di **6.000** ore.*

E' inutile dire che la differenza è abissale, considerando 8 ore di funzionamento medio giornaliero per tutto l'anno, una lampada a led durerà circa 17 anni, con tutte le evidenti riduzioni dei costi di manutenzione programmata.

Quanto detto si riflette anche nella accresciuta **efficienza luminosa** della sorgente led, calcolata come il rapporto tra il flusso luminoso e la potenza in ingresso, espressa in lumen/watt.

Attualmente i led hanno un efficienza luminosa fino a **120 lm/W**, rispetto ai :

- 13 lm/W delle lampade ad incandescenza
- 16 lm/W per le alogene
- 50 lm/W per le fluorescenti.

L'indice di resa cromatica generale *Ra*, o *Color Rendering Index (CRI)*, ci dice in che modo una sorgente è in grado di riprodurre il colore di un oggetto da essa illuminato. In genere i LED bianchi hanno un indice di resa del colore di 60-70, sia a 3200K che a 5500K. I *Warm White* hanno un indice di resa del colore di **90+**, simile a quello delle lampade a incandescenza, con un rendering colorimetrico eccellente.

Come però già accennato, per massimizzare il risparmio energetico è però necessario ottimizzare tutte le componenti che costituiscono un impianto d'illuminazione. Oltre alle nuove sorgenti luminose LED l'intervento interesserà anche gli ausiliari elettrici che forniscono loro la corretta alimentazione, che permettono la regolazione dell'intensità luminosa (detta spesso "dimmerazione"), tramite segnali digitali aderenti al protocollo di comunicazione **KNX**, e possono quindi essere gestiti da sistemi di controllo dell'illuminazione. Queste soluzioni di Building Automation permettono il controllo automatico dell'accensione, dello spegnimento e della regolazione in base alla rilevazione di movimento ed al contributo di luce naturale all'interno dei locali illuminati.

Ai fini della quantificazione del risparmio energetico conseguito nell'adottare sistema proposto, la norma Europea **EN15193** permette di valutare il consumo energetico di un impianto considerando anche eventuali sistemi di gestione automatica della luce e quindi fornisce uno strumento di calcolo utile alla definizione del risparmio energetico di soluzioni progettuali differenti, ognuna composta da diverse scelte di apparecchi e modalità di gestione. Grazie a questa norma si possono poi definire i costi totali di possesso (TCO) ed i tempi di ritorno dell'investimento (Payback Time) delle varie soluzioni considerate.

Il presente lavoro progettuale si propone di adottare la sorgente luminosa a fotodiodo led per tutti gli apparecchi di illuminazione da installare nel nuovo edificio C3.

I calcoli illuminotecnici di verifica condotti hanno posato i loro fondamenti sulla Norma **UNI EN 12464/1** Illuminazione di interni con luce artificiale, nella sua ultima variante.

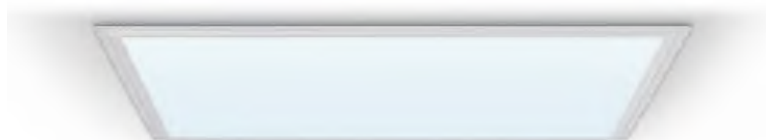
I locali presi a riferimento sono di vario tipo ed in tale ambito, il livello *Em* di illuminamento medio mantenuto richiesto varia da un minimo di 100 Lux per arrivare ad un massimo 500 Lux.

Particolari prescrizioni sono impartite sulla sorgente luminosa la quale dovrà avere una tonalità di colore *WARM* (calda), con un *Ra* di almeno classe *1B*. In quest'ottica, la sorgente luminosa led dovrà essere del tipo "*Warm White*".

L'alimentazione elettrica agli apparecchi di illuminazione sarà derivata dall sorgente privilegiata da gruppo elettrogeno, presente in tutti i quadri di alimentazione, e sarà dotata di relativa protezione automatico-differenziale del tipo SI (immunizzato da transienti impulsivi).

Tutti gli apparecchi di illuminazione saranno equipaggiati con alimentatore elettronico di tipo ad alta efficienza del tipo predisposto per la tecnologia di dimmerazione mediante protocollo DALI.

Gli apparecchi di illuminazione interna saranno esclusivamente di tipo da incasso in controsoffitto, tranne alcuni casi specifici come quelli da installare nei locali tecnici e/o cavedi verticali :



Saranno dotati di sorgente luminosa del tipo LED ad emissione diretta e saranno equipaggiati per la installazione in controsoffitto modulare ad appoggio. Saranno caratterizzati da una curva di emissione con una curva fotometrica a luminanza controllata ($UGR < 19$), tipica delle applicazioni al videoterminale.

L'illuminazione a LED è classificata secondo la nuova norma "*IEC/EN 62471 - Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems*" che classifica le sorgenti luminose led in gruppi, in merito al rischio fotobiologico.

Le sorgenti di emissione led, e quindi la tipologia degli apparecchi di illuminazione scelti nel presente lavoro progettuale che le utilizzano, dovranno appartenere al gruppo "*0 - Exempt Group*" (assenza di pericoli legati all'infrarosso, alla luce blu e alla radiazione UV) della succitata norma, garantendo il rispetto dei requisiti di sicurezza imposti dalla norma stessa.

IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI

Il presente progetto si riferisce addendum normativo rispetto a quello già riportato in un paragrafo precedente :

- *Norme CEI 20.22, 20.36 e 20.105 per i cavi elettrici*
- *Norme CEI EN 50200 per la resistenza al fuoco di piccoli cavi non protetti per l'uso in circuiti di emergenza*
- *Norme CN VVF UNI 9795/2013 per gli impianti di rivelazione incendi*
- *Norme UNI ISO 7240 – 19 per i sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza*
- *Legge 37/08 per la sicurezza degli impianti;*
- *Norme EN 2 – classificazione dei fuochi*
- *Norme EN 60068.2.30 – test ciclico delle condizioni ambientali*
- *Norme EN 60068.2.6 – test di vibrazioni – approvazione Ulc*
- *Norme EN 60022 – test scientifico internazionale di corrosione dei materiali*
- *Norme ISO 209.1 – composizione chimica e forma dei prodotti*
- *Norme ISO 5660.1 – certificato d'ispezione e test scientifici internazionali di reazione al fuoco*
- *Standard UL2127 – test ciclico delle condizioni ambientali*
- *Standard UL2127 – test di vibrazioni*
- *Manuale ASHRAE 2007*

Il lavoro progettuale si riferisce ad un sistema di rivelazione automatica d'incendio, di segnalazione manuale, di allarme e di messaggistica audio di evacuazione, da installare presso il nuovo edificio C3, con attività principale identificata in quella didattica in aula e in laboratorio.

La presente relazione, quindi, descrive i criteri progettuali per la successiva installazione di un impianto di rivelazione ed allarme incendio. La rivelazione incendi è un mezzo per rilevare tempestivamente l'insorgere di un incendio, per evitare il conseguente danno, eventualmente utilizzando i sistemi di spegnimento per evitare la distruzione o il danneggiamento di zone o funzioni dell'edificio di valore o di vitale importanza.

L'impianto di rivelazione incendi sarà controllato e gestito da una centrale di rivelazione incendi, la quale sarà equipaggiata dell'hardware necessario al collegamento in rete ethernet TCP/IP.

Il sistema di rivelazione sarà esteso a tutti i locali ai vari livelli, secondo le indicazioni delle tavole progettuali. La finalità del sistema di rivelazione è di segnalare tempestivamente l'insorgere di un principio di incendio, evitando falsi allarmi nelle aree controllate, in modo che si possano attivare in tempo utile tutte le misure necessarie per la difesa antincendio a protezione delle vite umane ed alla salvaguardia dei beni. Gli obiettivi della rivelazione incendi dovranno essere:

- *rilevare il principio di incendio, analizzando i fenomeni fisici della combustione;*
- *azionare le apparecchiature di intervento degli impianti;*
- *segnalare lo stato di allarme all'interno delle zone protette e sulla centrale di rivelazione;*
- *gestire tutte le apparecchiature in termini di efficienza e manutenzione, segnalando eventuali anomalie o disservizi;*
- *visualizzare automaticamente le informazioni, onde permetterne l'utilizzo operativo per la gestione.*

La progettazione dell'impianto di rivelazione incendi ha tenuto conto degli obiettivi già descritti, delle peculiarità degli edifici da proteggere, mentre ai fini del dimensionamento sono state applicate le prescrizioni di cui alle normative vigenti, con particolare riferimento alla citata norma UNI 9795. In quanto segue, si descriveranno le tipologie di elementi di rivelazione e di attuazione prescelti, nonché i criteri di dimensionamento che, come evidenziato, rispettano le prescrizioni normative vigenti. In paragrafo successivo si dettaglieranno maggiormente le caratteristiche costruttive dei materiali nonché le modalità di installazione, laddove ritenuto utile o necessario.

Nella generalità dei casi sono stati previsti rivelatori puntiformi installati sotto il controsoffitto. Al fini del dimensionamento si è sempre garantito che l'area specifica protetta fosse inferiore a 40 mq e che la distanza massima tra rivelatori e punto protetto più distante fosse inferiore a 5 m.

Si è altresì prevista l'installazione di pulsanti manuali di allarme incendio, variamente dislocati negli ambienti, per consentire la segnalazione di anomalie da parte delle persone in evacuazione dagli ambienti stessi.

Quali apparecchiature di attuazione, si è prevista l'installazione di:

- *elettromagneti per la chiusura automatica di porte atte a delimitare compartimenti antincendio e che, in condizioni ordinarie, vengono lasciate normalmente aperte;*
- *pannelli ottico acustici di segnalazione allarme incendio variamente dislocati in ambiente per la segnalazione dell'evento pericoloso;*

Per quanto attiene le centrali di rivelazione incendio dei vari edifici nonché le caratteristiche del sistema di supervisione si rimanda alla descrizione di dettaglio di cui in seguito.

Con riferimento, peraltro, ad alcune specifiche funzionali che questa dovrà avere e che esulano dai meccanismi standard previsti per centrali di tale tipologia, si è previsto quanto segue.

In caso di allarme, la centrale di rivelazione incendi comunicherà, attraverso apposite schede di uscita ausiliarie a relais, l'avvenuto allarme alla centralina dell'impianto di diffusione sonora, il quale provvederà automaticamente all'invio di messaggi preregistrati. Ulteriori segnalazioni di allarme, facenti uso delle medesime schede di cui sopra potranno attivare lo sgancio dell'energia elettrica ai vari settori del piano.

Menzione particolare merita invece il funzionamento dell'impianto di ventilazione :

- *In condizioni ordinarie l'impianto di ventilazione prevede l'immissione di aria esterna in ambiente tramite apposite canalizzazioni e bocchette mentre la ripresa avviene tramite griglie, e relative canalizzazioni, situate generalmente nei corridoi o in ambiente.*
- *In condizioni di emergenza, invece, il funzionamento prevede che l'estrazione avverrà alla massima velocità consentita dai motori della macchine di estrazione aria (ai fini di un efficace smaltimento dei fumi), utilizzando le medesime canalizzazioni, mentre la mandata si arresterà prevedendo comunque di lasciare i canali aperti per garantire il necessario afflusso di aria atta a rendere possibile l'estrazione.*

La commutazione dal funzionamento automatico a quello di emergenza prevede l'attivazione da parte della centralina di rivelazione incendi, tramite apposite segnalazioni (facenti nuovamente uso delle predette schede di uscita a relè), che comanderanno l'arresto dei ventilatori principali di mandata, nonché l'incremento di velocità del ventilatore di estrazione.

Saranno installati sensori di fumo ad effetto Tyndall di tipo ANALOGICO INTELLIGENTE del tipo in grado di discriminare le segnalazioni di rivelatore sporco da quelle di allarme, provvisto di microprocessore per la trasmissione dei dati analogici alla centrale principale di segnalazione.

Questi rivelatori avranno una risposta di sensibilità praticamente equivalente a tutti i tipi di fuoco campione previsti dalle norme EN 54-P7.

Questi sensori saranno indirizzati con un apposito apparecchio portatile, con il quale sarà possibile anche leggere l'indirizzo del rivelatore. L'indirizzo dovrà essere scritto su EEPROM e non dovrà cancellarsi nel tempo; è da escludere l'impiego di rivelatori con dispositivo di indirizzamento meccanico (dip switch).

Base con doppio led di segnalazione intervento visibile a 360°, e di ogni altro elemento necessario per l'installazione ed avente le seguenti caratteristiche:

- *Tensione di alimentazione : 18 / 27 Vcc*
- *Temperatura di funzionamento : - 10° + 50° C*
- *Umidità relativa operativa : 95%*
- *Assorbimento in allarme : non superiore a 10,5 mA*
- *Trasmissione segnali : digitale*
- *Ripetizione allarme ottico : con LED*
- *Densità test di fumo : 4,5% /m.*
- *Definizione indirizzo : programmatore portatile da campo*
- *Corpo sensore : policarbonato bianco*
- *Diametro : 100 mm*
- *Altezza : con base 46mm*
- *Rispondenza alle normative : EN-54*
- *Marcatura CE*
- *Certificazione da Ministero dell'Interno e da laboratori europei*

Saranno installati rivelatori di temperatura provvisto di microprocessore per la trasmissione dei dati analogici alla centrale principale di segnalazione, completo di base con doppio led di segnalazione intervento visibile a 360°, e di ogni altro elemento necessario per l'installazione ed avente le seguenti caratteristiche:

- *Tensione di alimentazione : 18 / 27 Vcc*
- *Temperatura di funzionamento : - 10° + 50° C*
- *Umidità relativa operativa : 95%*
- *Assorbimento in allarme : non superiore a 10,5 mA*
- *Trasmissione segnali : digitale*
- *Ripetizione allarme ottico : con LED*
- *Densità test di fumo : 4,5% /m.*
- *Definizione indirizzo : programmatore portatile da campo*
- *Corpo sensore : policarbonato bianco*
- *Diametro : 100 mm*
- *Altezza : con base 46mm*
- *Rispondenza alle normative : EN-54*

- *Marcatura CE*
- *Certificazione da Ministero dell'Interno e da laboratori europei*

I pulsanti di allarme, saranno del tipo indirizzato e a rottura di vetro, e dovendo produrre una segnalazione sulla centrale entro 10 secondi dall'azionamento opereranno su interrupt.

Questi pulsanti saranno di colore rosso, il vetrino del pulsante, sarà rivestito da una pellicola protettiva per impedire che l'operatore si tagli.

Il comando a doppia manovra eviterà falsi allarmi, provvisto esternamente di un contenitore trasparente con sigillo per il controllo in caso di manomissione

- *scatola pulsante : colore rosso*
- *contatti : NA o NC*
- *portata dei contatti : 3A a 250 Vca.*
- *Indirizzamento a microprocessore*
- *Rispondenza alle normative : EN-54*
- *Marcatura CE*
- *Certificazione da Ministero dell'Interno e da laboratori europei*

Saranno installati pulsanti elettromagnetici di sgancio per mantenere aperte le porte tagliafuoco di passaggio e rilasciarle automaticamente in caso di incendio, secondo le indicazioni planimetriche progettuali. In questo modo, le porte assolveranno alla funzione di compartimentazione solo nei luoghi interessati dalle fiamme, lasciando libere le vie di fuga nelle aree non direttamente interessate dall'incendio. Le caratteristiche saranno le seguenti:

- *Tensione di alimentazione : 24Vdc*
- *Assorbimento : 55 mA*
- *Forza di tenuta : 50 Kg*
- *Peso (c / controplacca) : 550 gr*
- *Colore base : nero*

Saranno installati cassonetti luminosi interamente costruiti con materiali non combustibili (ABS V0) o non propagatori di fiamma, secondo le indicazioni planimetriche progettuali. Schermi e diciture in PMMA (Polimetilmetacrilato) infiammabilità lenta.

Le diciture, su sfondo rosso, sono messe in risalto a cassonetto attivo. E' disponibile anche in versione IP54. DICITURE DISPONIBILI Allarme Incendio (Standard), in dotazione Evacuare il Locale (Standard), in dotazione Vietato Entrare (Opzionale)

Le caratteristiche saranno le seguenti:

- *Lampada allo xeno lampeggiante con frequenza del lampeggio regolabile da 90 a 180 Flash al minuto.*
- *Corredato da un avvisatore acustico piezoelettrico*
- *Alimentazione: 12/24 Vcc*
- *Assorbimento: - 95 mA a 24 Vcc - 135 mA a 12 Vcc*
- *Dimensioni: PAN-1= 300 x 120 x 50 mm PAN-1SN= 320 x 250 x 120 mm*
- *Peso: 400 gr.*

La centrale sarà del tipo modulare, composta da rack 19 pollici o da contenitore metallico monoblocco, in cui potranno essere inserite le varie schede di espansione. Le schede saranno ad inserimento frontale per una rapida sostituzione in caso di guasto; sarà quindi possibile sostituire le schede senza dover operare sulle morsettiere di collegamento. La centrale disporrà di schede specializzate per controllare sensori di tipo analogico/indirizzato e di schede di gestione ingressi e uscite analogiche e digitali.

Il sistema di acquisizione dei segnali dei rivelatori sarà di tipo ad indirizzamento individuale: saranno visualizzate l'indicazione e le condizioni del singolo elemento in campo. Le caratteristiche generali della centrale garantiranno:

- *possibilità di invio di allarmi ed anomalie verso unità di supervisione generale, esterna agli edifici;*
- *possibilità di includere o escludere sensori e/o zone, anche a seguito di correlazioni tra gli stessi;*
- *gestione dei sistemi di comando in fasce orarie e con temporizzazione;*
- *possibilità di leggere lo stato dei valori analogici dei singoli sensori;*
- *rappresentazione dei dati rilevati tramite stampante locale;*
- *gestione dell'intero impianto tramite consolle locale o da un centro remoto.*

L'alimentazione sarà assicurata da due diverse fonti di energia elettrica indipendenti:

- *Dalla sezione privilegiata dell'impianto elettrico 230 V - 50 Hz,*
- *da batterie di accumulatori ricaricabili in tampone.*

Il passaggio fra le due fonti di alimentazione avverrà automaticamente, senza alcuna interruzione della funzionalità e delle attività della centrale. L'autonomia delle batterie risulterà di 72 ore con allarme in riposo. La mancata alimentazione di uno dei due sistemi sarà indicata sulla consolle. I guasti e le anomalie dell'alimentazione saranno rilevati dalla centrale; in particolare la centrale effettuerà periodicamente il test dell'alimentazione di emergenza, procedendo al distacco della rete primaria e verificando il corretto funzionamento del sistema di emergenza.

Logica a microprocessore del tipo almeno a 24 bit; Sarà alloggiata in armadio metallico, in esecuzione IP 44 con portina anteriore provvista di vetro e composta da una serie di apparecchiature modulari. L'hardware della centrale risponderà ai seguenti requisiti:

- *bus tipo VME rispondente alle specifiche ANSI/IEEE STD 1014-1987 ed IEC 821 e 297;*
- *eventuali ampliamenti saranno effettuati con semplice aggiunta di moduli sul bus della centrale;*
- *memoria centrale stabile (EPROM o stabilizzata) pari a almeno 1 Mbyte ed espandibile per successivi ampliamenti prestazionali;*
- *il circuito delle schede addette allo spegnimento segnalerà il guasto, il corto circuito e l'interruzione di linea;*
- *il circuito delle schede addette alla rilevazione segnalerà il guasto, il corto circuito, l'interruzione di linee e la rimozione dei sensori;*
- *schede di interfaccia per pannello frontale con display a cristalli liquidi da 48 caratteri, tastiera a 18 tasti, lampade di segnalazione, orologio con calendario;*
- *interfacce seriali per la gestione di comunicazioni remote del tipo a commutazione di pacchetto (X25), previa aggiunta del solo modem di rete.*
- *Sarà prevista l'autodiagnostica dell'unità centrale, delle schede d'interfaccia, delle linee di collegamento, dei sensori di rilevazione.*
- *La comunicazione col campo avverrà attraverso schede aventi le seguenti caratteristiche:*
 - *possibilità di collegare rivelatori analogici intelligenti e rivelatori di tipo indirizzato;*
 - *possibilità di collegare, tramite idonei moduli di interfaccia, dispositivi quali pulsanti di allarme, pannelli di segnalazione, sirene, etc.. ;*
 - *possibilità di collegare moduli di indirizzamento per il comando di contattori, di lampade spia, ecc...;*
 - *possibilità di alloggiare schede per il comando ed il controllo di sistemi di spegnimento automatico;*
- *dotazione di proprio microprocessore ad 8 bit e relativa EPROM contenente il firmware per la gestione e la diagnostica;*
- *temperatura di funzionamento -10°C ÷ +50°C;*
- *collegamento col campo con cavo bipolare schermato ad anello (loop) di tipo FG10;*

- *alimentazione dei dispositivi e/o dei moduli di indirizzamento che la richiedono con cavi bipolari di sezione adeguata a garantire i livelli di tensione necessari (24 Vcc).*

Nello schema della centrale saranno indicati tutti i collegamenti dei rivelatori, dei dispositivi di segnalazione ottica ed acustica, nonché dei segnali di comando verso lampade spia e circuiti ausiliari dei contattori. Sono inoltre riportate le schede di comando per gli impianti di spegnimento.

I pannelli di allarme incendio saranno previsti del tipo con custodia in vetro, stagni e con protezione di tipo meccanico.

Il collegamento di segnale dei dispositivi in campo sarà eseguito con linee in cavo bipolare ad anello del tipo intrecciato e schermato, conformi alle norme CEI 20-22 II, CEI 20-36, CEI 20-37 del tipo FG10.

L'alimentazione di particolari dispositivi e dei moduli di indirizzamento avverrà invece con cavo bipolare di tipo FG16 di sezione adeguata a garantire la tensione di alimentazione (24 Vcc).

Tutti i cavi saranno installati in passerelle metalliche oppure in tubazioni in PVC di diametro minimo pari a 25 mm. Le derivazioni saranno realizzate tramite opportune cassette di derivazione di dimensione adeguata alla corretta posa in opera del sistema di distribuzione. I percorsi delle canalizzazioni sono stati previsti in modo da ridurre al minimo le lunghezze dell'anello di collegamento tra i rivelatori. In ogni caso, le specifiche per l'impianto di distribuzione sono le medesime dell'impianto elettrico.

Sintesi caratteristiche della centrale :

- *CPU con microprocessore a 24 bit con architettura a 32 bit.*
- *bus tipo VME rispondente a specifiche ANSI/IEEE STD 1014-1987 ed IEC 821 e 297.*
- *memoria centrale stabile (EPROM o stabilizzata) pari a almeno 1 Mbyte espandibile.*
- *CPU ridondata per realizzare il backup caldo.*
- *1 porta seriale per connessione ad un modem di telesorveglianza/telegestione.*
- *1 porta seriale per connettere una stampante a 40 colonne.*
- *1 porta seriale RS 485 per collegare sino ad 8 tastiere remote per funzioni antintrusione.*
- *Gestione automatica di linea modem (rete normale o ISDN) sia in ricezione sia in chiamata.*
- *Display ad ampio angolo di visualizzazione.*
- *Segnalazioni a led ad elevata luminescenza.*
- *4 livelli di password operatore.*
- *Funzioni di diagnostica e test accessibili all'operatore.*
- *Possibilità di collegamento a sistema di supervisione.*
- *Schede ad inserimento frontale su rack 19".*
- *Capacità di gestire sino a 5 rack con 14 posti scheda ciascuno.*

- *Impiego contemporaneo di schede a indirizzo collettivo su linea bilanciata che per dispositivi indirizzati ed analogici.*
- *Inserimento di schede di comando con linee controllate contro cortocircuito e taglio.*
- *Inserimento di schede intelligenti per la gestione degli spegnimenti.*
- *Capacità di indirizzare e gestire sino a 32 loop analogici e indirizzati da 127 indirizzi ciascuno.*
- *Scheda dedicata per il controllo di tastiere poste su bus.*
- *Inserimento di schede con bus per 256 indirizzi di moduli I/O tecnologici.*
- *Sostituzione di schede guaste senza interventi sulle morsettiere.*
- *Ampliabilità possibile anche in tempi successivi.*
- *Gruppo di alimentazione secondo le norme EN 54-4.*
- *Il circuito delle schede addette allo spegnimento segnalerà il guasto, il corto circuito e l'interruzione di linea.*
- *Il circuito delle schede addette alla rilevazione segnalerà il guasto, il corto circuito, l'interruzione di linee e la rimozione dei sensori.*
- *Schede di interfaccia per pannello frontale con display a cristalli liquidi da 48 caratteri, tastiera a 18 tasti, lampade di segnalazione, orologio con calendario.*
- *Interfacce seriali per la gestione di comunicazioni remote del tipo a commutazione di pacchetto (X25), previa aggiunta del solo modem di rete.*
- *Autodiagnostica dell'unità centrale, delle schede d'interfaccia, delle linee di collegamento, dei sensori di rilevazione.*

C.A.M. – CRITERI MINIMI AMBIENTALI

Il presente paragrafo illustra di seguito le scelte progettuali, relative all'intervento di realizzazione del sistema elettrico a servizio del nuovo edificio C3, in merito al rispetto dei Criteri Ambientali Minimi per l'edilizia di cui al DM 11/10/2017 e relativi allegati e chiarimenti.

Si riportano, di seguito, l'applicazione delle mere specifiche pertinenti per gli interventi previsti. Al fine di un'agevole verifica, i criteri riportano la stessa numerazione del decreto ministeriale.

2.3.3 – Approvvigionamento energetico

Criterio : I progetti degli interventi di nuova costruzione e degli interventi di ristrutturazione rilevante, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.), devono garantire che il fabbisogno energetico complessivo dell'edificio sia soddisfatto da impianti a fonti rinnovabili o con sistemi alternativi ad alta efficienza (cogenerazione o trigenerazione ad alto rendimento, pompe di calore centralizzate etc.) che producono energia all'interno del sito stesso dell'edificio per un valore pari ad un ulteriore 10% rispetto ai valori indicati dal decreto legislativo 28/2011, allegato 3, secondo le scadenze temporali ivi previste.

Verifica: per dimostrare la conformità al presente criterio, il progettista deve presentare una relazione tecnica contenente la relazione sul fabbisogno energetico e il progetto dell'impianto a fonti rinnovabili da installarsi con il calcolo della percentuale di fabbisogno coperta, con allegati degli elaborati grafici, nei quali siano evidenziati lo stato ante operam, gli interventi previsti, i conseguenti risultati raggiungibili e lo stato post operam. Qualora il progetto sia sottoposto ad una fase di verifica valida per la successiva certificazione dell'edificio secondo uno dei protocolli di sostenibilità energetico-ambientale degli edifici (rating systems) di livello nazionale o internazionale, la conformità al presente criterio può essere dimostrata se nella certificazione risultano soddisfatti tutti i requisiti riferibili alle prestazioni ambientali richiamate dal presente criterio. In tali casi il progettista è esonerato dalla presentazione della documentazione sopra indicata, ma è richiesta la presentazione degli elaborati e/o dei documenti previsti dallo specifico protocollo di certificazione di edilizia sostenibile perseguita.

Il progetto prevede la installazione di un generatore fotovoltaico di circa 50 kWp che, unitamente alla energia rinnovabile erogata dal parco fotovoltaico di ateneo e quella erogata dai gruppi di cogenerazione/trigenerazione in esercizio, tenuto conto della connessione elettrica in anello di Media Tensione, garantisce che il fabbisogno energetico elettrico del nuovo edificio sia interamente soddisfatto da fonti rinnovabili e/o da sistemi ad alta efficienza.

2.3.5.4 - Inquinamento elettromagnetico indoor

Criterio : Al fine di ridurre il più possibile l'esposizione indoor a campi magnetici a bassa frequenza (ELF) indotti da quadri elettrici, montanti, dorsali di conduttori etc., la progettazione degli impianti deve prevedere che: il quadro generale, i contatori e le colonne montanti siano collocati all'esterno e non in adiacenza a locali con permanenza prolungata di persone; la posa degli impianti elettrici sia effettuata secondo lo schema a «stella» o ad «albero» o a «liscia di pesce», mantenendo i conduttori di un circuito il più possibile vicini l'uno all'altro. Effettuare la posa razionale dei cavi elettrici in modo che i conduttori di ritorno siano affiancati alle fasi di andata e alla minima distanza possibile. Al fine di ridurre il più possibile l'esposizione indoor a campi magnetici ad alta frequenza (RF) dotare i locali di sistemi di trasferimento dati alternativi al wi-fi, es. la connessione via cavo o la tecnologia Powerline Communication (PLC).

Verifica : per dimostrare la conformità al presente criterio il progettista deve presentare una relazione tecnica, con relativi elaborati grafici, nella quale sia evidenziato lo stato ante operam, gli interventi previsti, i conseguenti risultati raggiungibili e lo stato post operam. Qualora il progetto sia sottoposto ad una fase di verifica valida per la successiva certificazione dell'edificio secondo uno dei protocolli di sostenibilità energetico-ambientale degli edifici di livello nazionale o internazionale, la conformità al presente criterio può essere dimostrata se nella certificazione risultano soddisfatti tutti i requisiti riferibili alle prestazioni ambientali richiamate dal presente criterio. In tali casi il progettista è esonerato dalla presentazione della documentazione sopra indicata, ma è richiesta la presentazione degli elaborati e/o dei documenti previsti dallo specifico protocollo di certificazione di edilizia sostenibile perseguita.

Il progetto prevede la installazione di un sistema elettrico articolato su un quadro generale, su quadri di piano e su quadri di zona. Il quadro generale ed i quadri di piano sono ubicati in alloggiamenti separati dagli ambienti con persone e sono connessi fra di loro con dorsali in cavo adagiate in cavidotti verticali segregati. Lo sviluppo orizzontale avverrà in un sistema di passerelle chiuse e connesse all'impianto di dispersione verso terra dell'edificio. Non sono previste vie cavi di andata/ritorno dei conduttori che non siano le passerelle previste negli elaborati progettuali.

2.4.2.12 Impianti di illuminazione per interni ed esterni

Criterio : lampade di emergenza, quadro elettrico, linee, prese, comandi, sistema di controllo degli accessi. Disassemblabilità delle lampade, domotica con sensori di presenza.

Verifica: schede tecniche delle lampade L'intervento riguarda solo apparecchi illuminanti destinati all'illuminazione di emergenza, per i quali si applica una normativa tecnica specifica, pertanto si deroga dai requisiti di efficienza luminosa ($\geq 80 \text{ lm/W}$) e indice di resa cromatica ($\text{IRC} \geq 90$) indicati dal decreto. Permane la prescrizione di adottare apparecchio d'illuminazione che consentano di separare le diverse parti al fine di consentirne lo smaltimento completo a fine vita.

Il progetto prevede la installazione di apparecchi di illuminazione con sorgente luminosa a fotodiodo led ad alta efficienza. Sarà installato in sistema di automazione di edificio che, tra l'altro,

implementa un algoritmo di gestione del flusso luminoso mediante protocollo DALI e sensori di presenza.

2.6.3 Sistema di monitoraggio dei consumi energetici

Criterio : Al fine di ottimizzare l'uso dell'energia negli edifici, , viene attribuito un punteggio premiante al progetto di interventi di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e degli interventi di ristrutturazione importante di primo livello, riguardanti edifici e strutture non residenziali, che prevedono l'installazione e messa in servizio di un sistema di monitoraggio dei consumi energetici connesso al sistema per l'automazione il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS - Building Automation and Control System) e corrispondente alla classe A come definita nella tabella 1 della norma UNI EN 15232 e successive modifiche o norma equivalente. Questo sistema deve essere in grado di fornire informazioni agli occupanti e agli «energy manager» addetti alla gestione degli edifici, sull'uso dell'energia nell'edificio con dati in tempo reale ottenuti da sensori combinati aventi una frequenza di misurazione di almeno trenta minuti. Il sistema di monitoraggio deve essere in grado di memorizzare il dato acquisito e deve essere in grado di monitorare, in modo distinto, i principali usi energetici presenti nell'edificio e, ove questo sia utile, effettuare una suddivisione dei consumi per zona. I dati devono poter essere scaricati e analizzabili. Inoltre il sistema deve fornire informazioni tali da consentire agli occupanti, ai manutentori e all'energy manager dell'edificio, di ottimizzare il riscaldamento, il raffreddamento, la produzione di acqua calda sanitaria l'illuminazione e gli altri usi elettrici per ogni zona dell'edificio. Il sistema deve inoltre consentire l'analisi e il controllo degli usi energetici, per zona, all'interno dell'edificio (riscaldamento, raffrescamento, produzione di acqua calda sanitaria, illuminazione, altri usi elettrici), l'ottimizzazione di tutti i parametri in base alle condizioni esterne e l'individuazione di possibili deviazioni dalle prestazioni previste dal progetto. Il sistema deve essere accompagnato da un piano di Misure e Verifiche, che individui tutte le grandezze da misurare in funzione della loro significatività e illustri la metodologia di analisi e correzione dei dati al fine di fornire informazioni a utenti e/o energy manager tali da consentire l'ottimizzazione della gestione energetica dell'edificio.

Verifica: *il progettista deve compiere scelte tecniche che consentano di soddisfare il criterio e deve prescrivere che in fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la documentazione nel seguito indicata : specifiche per il sistema di monitoraggio dei consumi energetici, comprese le informazioni sull'interfaccia utente; piano di Misure e Verifiche in conformità con lo standard IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol) ossia il protocollo internazionale di misura e verifica delle prestazioni. Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato. Qualora, il committente non abbia richiesto un building energy management system-BEMS, tale requisito s'intende parimenti soddisfatto qualora sia stato comunque previsto e contrattualizzato un servizio per la gestione energetica efficiente dell'edificio.*

Il progetto prevede la installazione di tutto l'hardware necessario per la integrazione dell'edificio nel sistema di monitoraggio e controllo delle grandezze elettriche già in esercizio presso

l'amministrazione universitaria. Il sistema sarà conforme a quanto previsto dalla normativa internazionale UNI EN 15232, in merito al monitoraggio dei consumi energetici connesso al sistema per l'automazione il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio (BACS - Building Automation and Control System).

PROGETTO DEFINITIVO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
DI POTENZA NOMINALE PARI A **46.41 kW**
DENOMINATO :

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile - Edificio C3

SITO NEL COMUNE DI
Fisciano (SA)
Via Giovanni Paolo II, 132
84084 - Salerno

DATA

08/13/2023

IL TECNICO

Ing. CAMPAGNA ROBERTO
Università degli Studi di Salerno

Sommario

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO.....	3
SITO DI INSTALLAZIONE	3
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	3
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	5
EMISSIONI	5
RADIAZIONE SOLARE	6
ESPOSIZIONI	7
Generatore.....	10
GRUPPO DI CONVERSIONE	11
DIMENSIONAMENTO	13
VERIFICHE.....	14
PLANIMETRIA DEL GENERATORE.....	15
SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO	16
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	17
CONCLUSIONI	19

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco di **46,41 kWp**.

COMMITTENTE	
Committente:	Università degli Studi di Salerno
Indirizzo:	Fisciano 84084 Via Giovanni Paolo II, 132
Codice fiscale/Partita IVA:	089/968715
Telefono:	089/966188
Fax:	089/968715
E-mail:	ufsisele@unisa.it

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto Impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile - Edificio C3 presenta le seguenti caratteristiche: Impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile a servizio dell'edificio "C3" - Campus Universitario di Fisciano (SA).

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Fisciano 84084 Via Giovanni Paolo II, 132
Latitudine:	040°46'15"N
Longitudine:	014°47'54"E
Altitudine:	320 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	20 %

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (*da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento*):

- In fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.*

- *Non sarà 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.*
- *Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.*

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatori fotovoltaici composti da n° **91 moduli fotovoltaici** e da n° **1 inverter**.

La potenza di picco è di **46,41 kWp** per una produzione di **68.413,2 kWh annui** distribuiti su una superficie di **217,49 m²**.

Modalità di connessione alla rete Trifase in Media tensione dell'anello MT del Campus di Fisciano, mediante allaccio al QGBT dell'edificio, a sua volta alimentato dalla cabina elettrica MT/Bt "Invariante 7E", in esercizio con tensione di 20.000 V.

EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	47,95 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	60,36 kg
Polveri:	2,14 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	35,68 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	2,10 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	0,40 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	15,74 TEP

RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Fisciano.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	6,71	208,01
Febbraio	9,51	275,79
Marzo	11,92	369,52
Aprile	18,22	546,6
Maggio	23,09	715,79
Giugno	24,23	726,9
Luglio	23,82	738,42
Agosto	21,83	676,73
Settembre	17,57	527,1
Ottobre	11,72	363,32
Novembre	6,78	203,4
Dicembre	4,87	150,97

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	91,033	2822,029
Febbraio	123,623	3585,078
Marzo	149,693	4640,485
Aprile	223,559	6706,776
Maggio	279,96	8678,772
Giugno	292,772	8783,162
Luglio	288,775	8952,035
Agosto	266,311	8255,656
Settembre	219,023	6570,695
Ottobre	151,162	4686,029
Novembre	90,081	2702,418
Dicembre	65,485	2030,046

ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatori distribuiti su 1 esposizioni come di seguito definite:

Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Ombr.
Esposizione 1	Incentivo 1	Inclinazione fissa	-27°	5°	0 %

Esposizione 1

Esposizione 1 sarà esposta con un orientamento di **-27,00° (azimut) rispetto al sud** ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di **5,00° (tilt)**.

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 1 è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

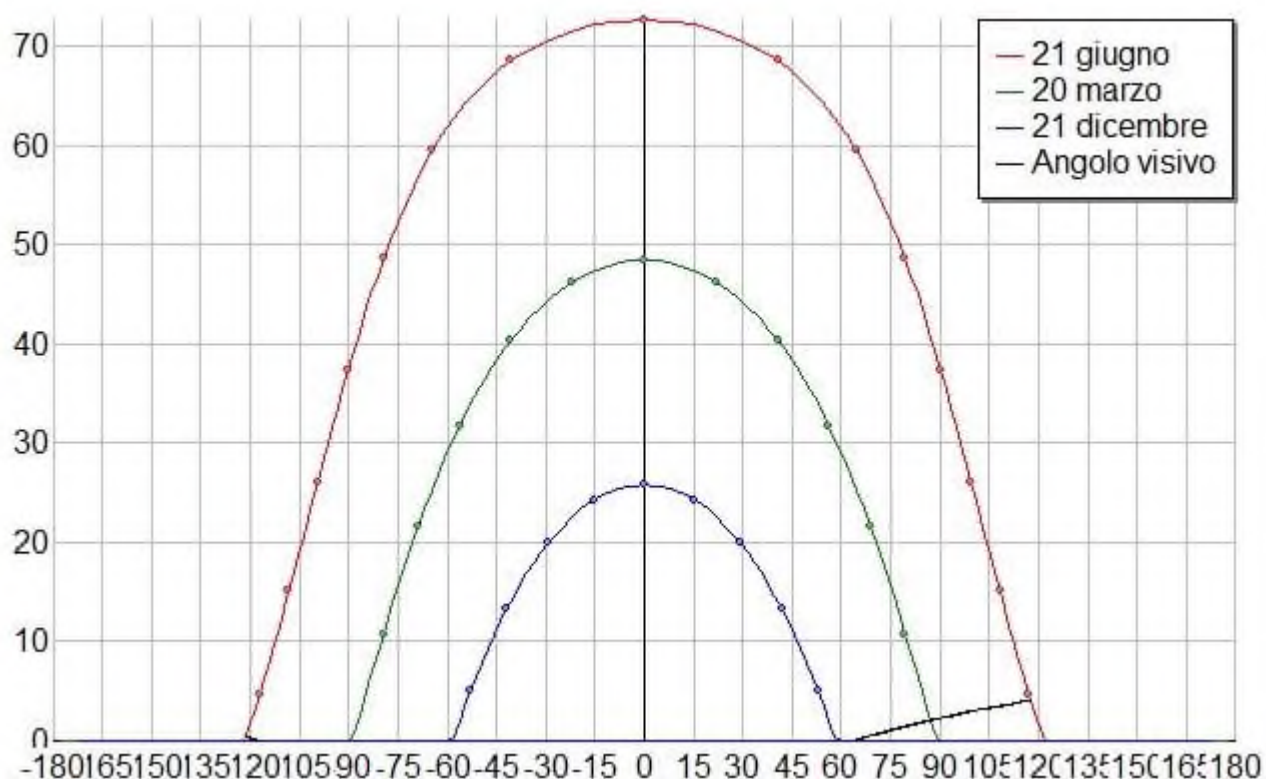


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

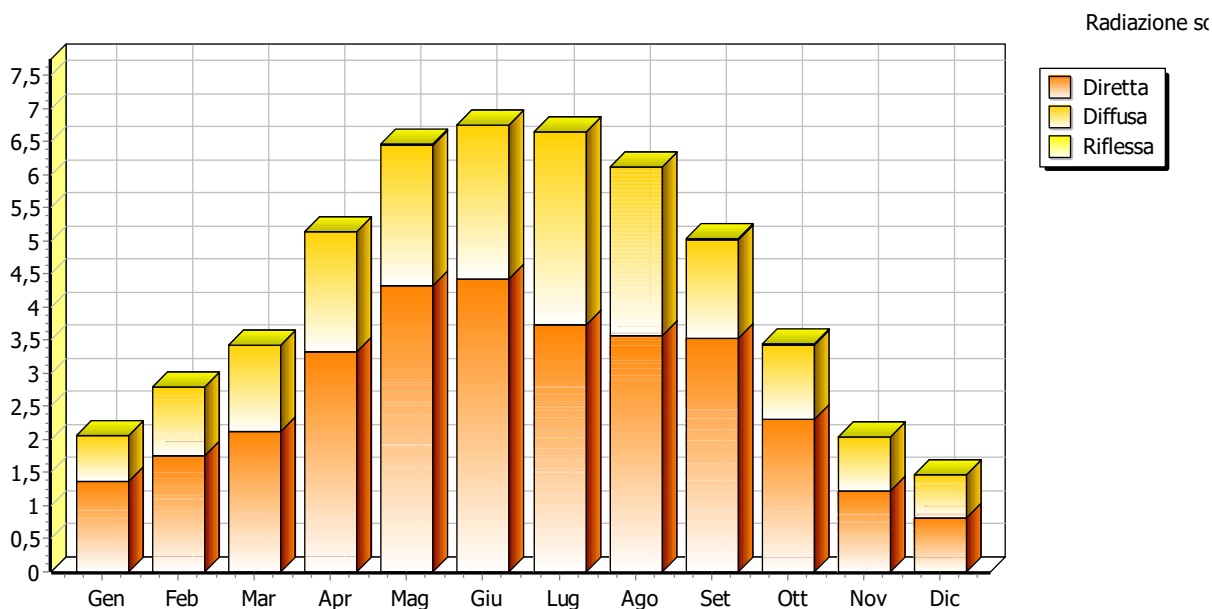


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	1,361	0,69	0,001	2,052	63,627
Febbraio	1,763	1,04	0,001	2,804	81,317
Marzo	2,116	1,306	0,001	3,423	106,101
Aprile	3,322	1,822	0,002	5,145	154,355
Maggio	4,321	2,135	0,002	6,458	200,2
Giugno	4,423	2,326	0,003	6,752	202,546
Luglio	3,743	2,9	0,003	6,646	206,011
Agosto	3,568	2,556	0,002	6,127	189,935
Settembre	3,522	1,505	0,002	5,029	150,869
Ottobre	2,309	1,128	0,001	3,438	106,588
Novembre	1,227	0,807	0,001	2,035	61,039
Dicembre	0,819	0,657	0,001	1,476	45,764

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 5°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 150 km/h.

Generatore

Il generatore è composto da n° 91 moduli del tipo Silicio monocristallino bifacciale con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	91
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	46,41 kW
Potenza di picco:	46,41 kWp
Performance ratio:	87,9 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SUNPOWER
Serie / Sigla:	PERFORMANCE 6 SPR-P6-510-COM-S-BF
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino bifacciale
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	510 Wp + 8%
Rendimento:	21,4 %
Tensione nominale:	36,7 V
Tensione a vuoto:	43,4 V
Corrente nominale:	13,9 A
Corrente di corto circuito:	14,8 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1092 mm x 2185 mm
Peso:	22 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

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.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	FRONIUS INTERNATIONAL
Serie / Sigla:	TAURO TAURO ECO 50-3-D
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	7
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	50 kW
Potenza massima:	50 kW
Potenza massima per inseguitore:	50 kW
Tensione nominale:	650 V
Tensione massima:	1000 V
Tensione minima per inseguitore:	400 V
Tensione massima per inseguitore:	870 V
Tensione nominale di uscita:	380 Vac
Corrente nominale:	150 A
Corrente massima:	170 A

Corrente massima per inseguitore:	170 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	13	13
Stringhe in parallelo:	4	3
Esposizioni:	Esposizione 1	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	477,1 V	477,1 V
Numero di moduli:	52	39

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 510 \text{ Wp} + 8\% * 91 = 46,41 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Esposizione 1	91	1.676,37	77.800,17

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 68413,2 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	-0,8 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,9 %
Perdite totali:	12,1 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	2822,0	2822,0	0,0 %
Febbraio	3585,1	3585,1	0,0 %
Marzo	4640,5	4640,5	0,0 %
Aprile	6706,8	6706,8	0,0 %
Maggio	8678,8	8678,8	0,0 %
Giugno	8783,2	8783,2	0,0 %
Luglio	8952,0	8952,0	0,0 %
Agosto	8255,7	8255,7	0,0 %
Settembre	6570,7	6570,7	0,0 %
Ottobre	4686,0	4686,0	0,0 %
Novembre	2702,4	2702,4	0,0 %
Dicembre	2030,0	2030,0	0,0 %
Anno	68413,2	68413,2	0,0 %

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Generatore soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (411,1 V) maggiore di V_{mpp} min. (400,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (528,4 V) inferiore a V_{mpp} max. (870,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (615,5 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (615,5 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

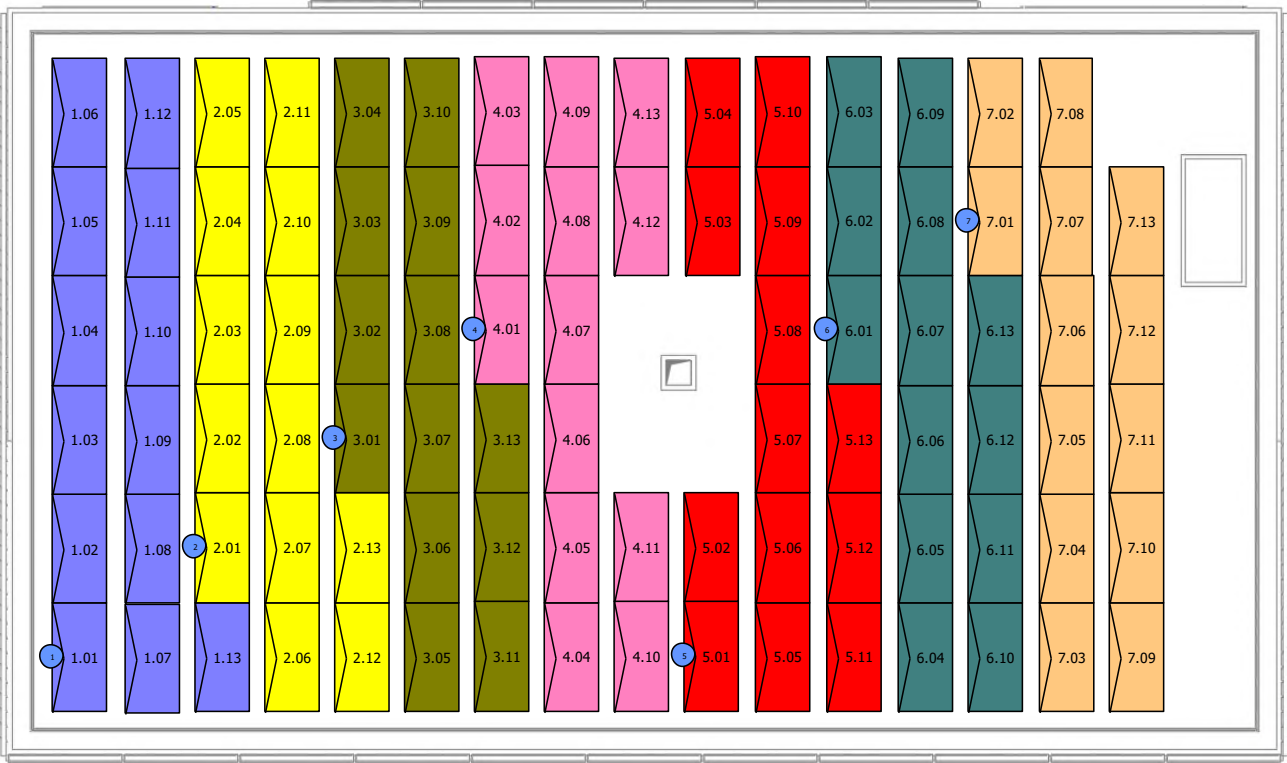
Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (64,3 A) inferiore alla corrente massima inverter (170,0 A)

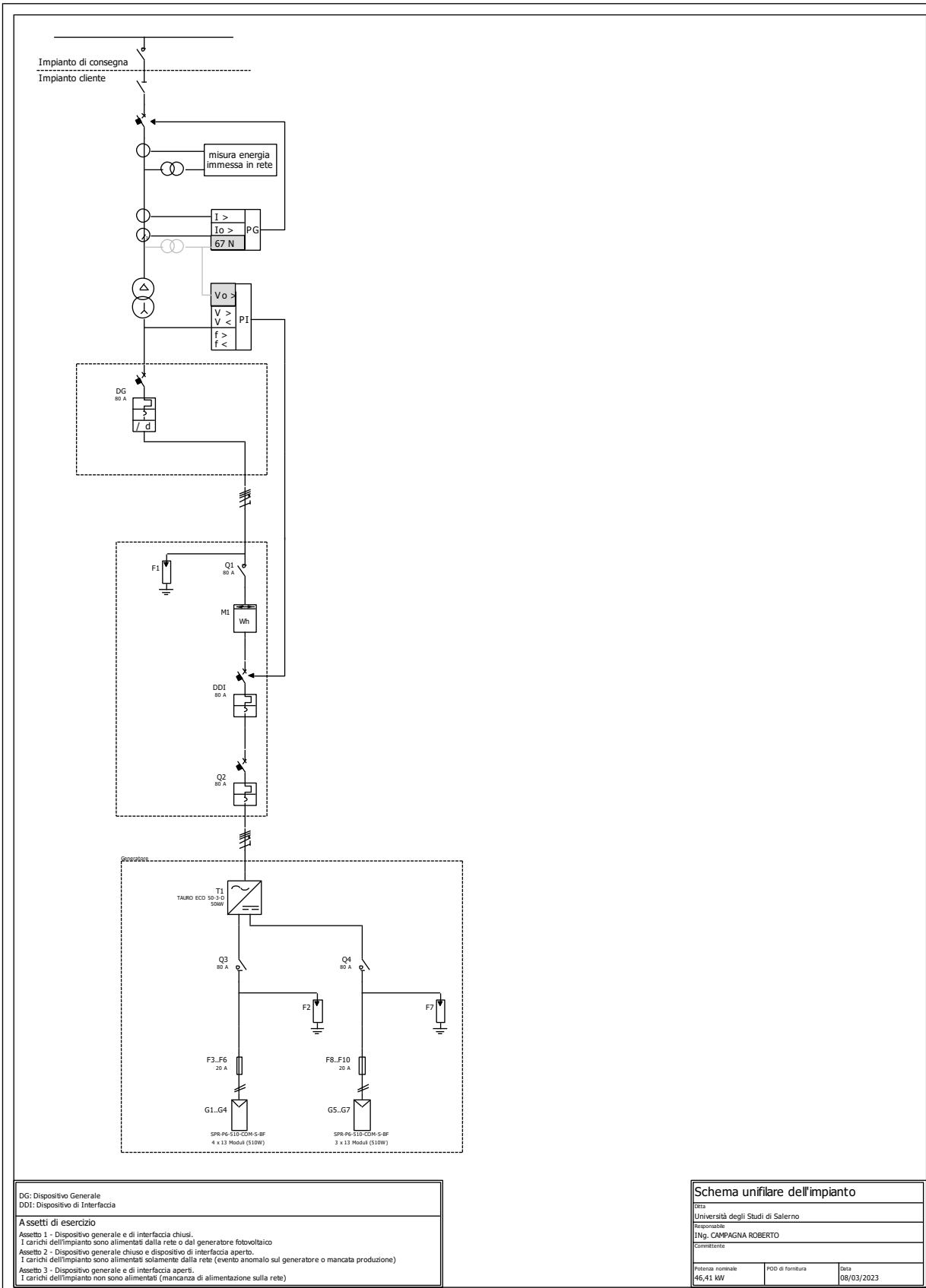
Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (100,6%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

PLANIMETRIA DEL GENERATORE



SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO



RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
-

4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;

- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrati delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

CONCLUSIONI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- ❑ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- ❑ progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- ❑ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- ❑ dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti;
- ❑ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- ❑ garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.