



### INDICE

1. Premessa.....	4
2. Generalità.....	5
2.1 Scuola.....	5
2.2 Classificazione dell'alimentazione.....	5
3. Descrizione degli impianti di illuminazione e forza motrice.....	6
3.1 Distribuzione, Forza Motrice e Quadri Elettrici.....	6
3.1.1 Quadri elettrici e sezionamenti.....	6
3.1.2 Distribuzione e linea dorsale principale.....	7
3.1.3 Forza motrice.....	7
3.1.4 Sezioni minime e colorazioni dei conduttori da utilizzare.....	9
3.1.5 Scatole e cassette di derivazione.....	9
3.1.6 Impianto fotovoltaico.....	10
3.1.7 Cavi elettrici e canalizzazioni.....	32
3.1.8 Sgancio di emergenza.....	33
3.2 Illuminazione ordinaria e di sicurezza.....	33
3.2.1 Illuminazione ordinaria interna.....	33
3.2.2 Illuminazione esterna (OPERE ESCLUSE DAL PRESENTE APPALTO).....	34
3.2.3 Illuminazione di emergenza e di sicurezza.....	35
3.3 Impianto di terra ed equipotenzialità.....	36
4. Descrizione degli impianti speciali.....	37
4.1 Impianto di allarme/INCENDIO – chiamata bagni- chiamata bidelli.....	37

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

4.2	Impianto trasmissione dati/telefonia .....	37
4.3	Impianto antintrusione.....	38
4.4	Impianto citofonico .....	38
4.5	Impianto televisione TV DTT e SAT.....	38
4.6	Impianto protezioni contro le scariche atmosferiche .....	39
5.	Prescrizioni Normative .....	40
5.1.	Caratteristiche dei componenti.....	40
5.2.	Criteri normativi per la realizzazione degli impianti elettrici .....	42
5.2.1.	Protezione contro i contatti diretti .....	42
5.2.2.	Protezione contro i contatti indiretti .....	43
5.2.3.	Protezione dei circuiti a bassissima tensione.....	44
5.2.4.	Protezione contro gli effetti termici .....	45
5.2.5.	Portata delle condutture .....	45
5.2.6.	Tipologie di cavi utilizzati .....	64
5.2.7.	Protezione contro le sovratensioni e gli abbassamenti di tensione.....	65
5.2.8.	Sezionamento e comando .....	65
5.2.9.	Coordinamento tra diversi dispositivi di protezione.....	66
5.2.10.	Cadute di tensione massime.....	66
5.2.11.	Densità massima di corrente .....	66
5.2.12.	Separazione dei circuiti.....	66
5.2.13.	Messa a terra e conduttori di protezione.....	66
6.	CONCLUSIONI.....	69

### 1. PREMESSA

La presente **relazione tecnica** ha per oggetto l'illustrazione delle caratteristiche e aspetti tecnici e consistenza degli impianti elettrici previsti nel progetto Definitivo relativo alla costruzione di un edificio adibito a scuola Materna e Primaria di Brisighella (RA).

Gli aspetti tecnici previsti nell'ambito della presente attività di progettazione sono volti a dotare gli impianti elettrici come prescritto dalle destinazioni d'uso assegnate e come specifiche del capitolato del bando di gara, e saranno conformi alla Normativa vigente. Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, per quanto non esplicitamente indicato si rimanda alle norme CEI vigenti. Gli impianti a servizio delle due scuole saranno funzionalmente separati ed indipendenti.

Si rimanda al capitolato speciale d'appalto per la descrizione degli impianti e dei materiali.

L'intervento prevede per ogni scuola:

- ❑ L'installazione dell'impianto elettrico di forza motrice a servizio della scuola.
- ❑ L'installazione dell'impianto di illuminazione delle aule, degli uffici della scuola, della mensa e dei locali tecnici, ripostigli e corridoi. In tutti i locali l'illuminazione sarà ordinaria comandata da relativo interruttore. Nei servizi l'illuminazione sarà automatica da sensori di presenza.
- ❑ L'installazione dell'impianto di forza motrice nelle aule, nei corridoi e nei locali tecnici e di servizio.
- ❑ E' previsto a progetto l'impianto di illuminazione esterna sul perimetro dell'edificio nel giardino e illuminazione dei viali di ingresso carrabile e pedonabile, realizzato in conformità alle vigenti leggi in materia di risparmio energetico e lotta all'inquinamento luminoso (LR 19/03). I suddetti impianti sono però esclusi dal presente appalto. (OPERE ESCLUSE DAL PRESENTE APPALTO).
- ❑ L'installazione di un impianto di illuminazione esterna solo in prossimità delle uscite del fabbricato sotto comando crepuscolare;
- ❑ L'installazione di una rete dati a cablaggio strutturato;
- ❑ L'installazione di impianto citofonico;
- ❑ L'installazione dell'impianto di inizio e fine lezioni.
- ❑ L'installazione di un impianto di chiamata allarmi nei bagni per disabili con segnalazione fuori porta.
- ❑ L'installazione di un impianto di chiamata collaboratori scolastici dalle singole aule centralizzato.
- ❑ L'installazione di un impianto per le utenze tecnologiche di climatizzazione e raffrescamento.
- ❑ L'installazione di un impianto di illuminazione di sicurezza delle vie di esodo, e di emergenza.
- ❑ L'installazione di un impianto TV e satellitare.

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

- L'installazione sul tetto di un campo fotovoltaico connesso alla fornitura della scuola di potenza 12kWp (minimo di legge DGR 1366 2011), però escluso dal presente appalto. (OPERE ESCLUSE DAL PRESENTE APPALTO).

Il progetto è stato redatto conformemente alla Norma CEI 0-2 (2° edizione - settembre 2002) "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici".

La presente relazione tecnica unitamente agli allegati elaborati grafici costituisce documentazione riferita al **Progetto Definitivo** e sarà suddivisa in due parti principali:

- *parte prima* di descrizione dell'intervento (cap. 2, 3 e 4); in tale sezione la descrizione e la consistenza delle apparecchiature installate e le sezioni delle linee utilizzate saranno rimandate, laddove non specificate, agli elaborati grafici di progetto;
- *parte seconda* di descrizione dei criteri normativi di progetto e di installazione (cap.5).

## 2. GENERALITÀ

### 2.1 SCUOLA

L'edificio è a base rettangolare circa 640mq , con copertura a falda che raggiunge la massima altezza di 5 metri circa. Al suo interno sarà suddiviso in varie zone adibite a diverse attività, di seguito elencate:

- ❖ Aule, di altezza massima 3,28 m ;
- ❖ Zona ingresso e corridoio;
- ❖ Aule speciali ;
- ❖ Locali servizi igienici ad uso pubblico e per disabili con relativi antibagni;
- ❖ Locali ripostiglio;
- ❖ Mensa;
- ❖ Porzionamento pasti;
- ❖ Deposito;
- ❖ Ufficio.

### 2.2 CLASSIFICAZIONE DELL'ALIMENTAZIONE

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

L'alimentazione dell'impianto elettrico sarà fornita dall'ente erogatore in bassa tensione, 400V c.a., con una corrente di corto circuito presunta al punto di consegna pari a 15kA (CEI0-21). I sistemi con tale alimentazione, in relazione allo stato del conduttore di neutro e del conduttore di protezione, sono classificati di tipo TT (conduttore di neutro posto a terra entro cabina, masse e masse estranee a terra nell'impianto utente CEI64-8/2 art. 312.2.2), di prima categoria, in quanto la tensione nominale dell'impianto non supera i 1000V in c.a. .

### 3. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE

#### 3.1 DISTRIBUZIONE, FORZA MOTRICE E QUADRI ELETTRICI

##### 3.1.1 QUADRI ELETTRICI E SEZIONAMENTI

Le forniture saranno trifase con potenza impegnata di circa 45kW da richiedere all'Ente di distribuzione energia. La nuova fornitura sarà con arrivo linea interrata entro percorso da predisporre con i tecnici Enel. Il nuovo contatore sarà da installarsi comunque entro manufatto dedicato o in armadio in vetroresina all'esterno in prossimità dell'ingresso alla scuola. All'interno del medesimo manufatto sarà da installare il Quadro di Fornitura per la protezione generale, contenente l'interruttore automatico magnetotermico differenziale selettivo di protezione generale della linea di alimentazione entro 3 metri dal contatore di energia (CEI0-21). Il quadro di fornitura avrà un grado di protezione IP55 in armadio resina. Le tubazioni per il passaggio dei cavi interrati sono costituite in materiale plastico flessibile doppio strato resistenti allo schiacciamento; i pozzetti di derivazione saranno in cls minimo 800x800 mm interno, con fondo, e coperti con adeguati coperchi in ghisa carrabili ove se ne richiede l'esigenza.

Il quadro elettrico generale QEG a valle del quadro di fornitura, verrà collocato in apposito locale tecnico all'interno della scuola. Le tubazioni corrugate dall'esterno saranno collegate direttamente a valle dei quadri elettrici. Le linee di alimentazione saranno realizzate con condutture in cavo unipolare con isolamento in EPR tipo FG7OR 0.6/1kV. Il quadro generale sarà a servizio di ogni utenza elettrica sia di illuminazione che di forza motrice e ausiliaria della scuola. Esso avrà grado di protezione minimo IP54 e sarà realizzato in lamiera. Per ogni locale aula o ufficio o aula speciale verranno realizzati quadri elettrici locali ad incasso in PVC IP40 con portella trasparente e serratura a chiave. I Quadri Aula saranno derivati dal QEG quadro elettrico generale della scuola. Sarà realizzato anche un Quadro Porzionamento QPQR per alimentare i locali deposito, mensa e sala porzionamento, sempre in armadio pvc a parete IP55. Tutti i quadri saranno provvisti di protezione magnetotermiche differenziali ed assicureranno:

- protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica con interruttori differenziali, coordinati in cascata e selettivi sia cronometricamente che ampermetricamente.
- protezione contro le sovracorrenti (sia di sovraccarico che di cortocircuito) mediante coordinamento delle protezioni con le sezioni di linea adottate; sulle protezioni di massima corrente verrà garantita la selettività di intervento fra i vari dispositivi posti in cascata.

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

I quadri saranno realizzati in conformità alle norme CEI in vigore e contenenti le apparecchiature come da elaborati di progetto. Le utenze e le caratteristiche dei dispositivi di protezione e delle linee elettriche di alimentazione sono indicate negli schemi elettrici relativi.

Il quadro sarà corredato di targhette indicatrici sulle piastre in corrispondenza degli interruttori, morsetteria numerata, canaline plastiche autoestinguenti, schema elettrico e tasca porta schema, certificato di collaudo in conformità alla norma CEI 17-13 o 23-51 in base alle caratteristiche e targhetta indicante i dati della ditta costruttrice del quadro e le caratteristiche principali del quadro ( $U_n$ ,  $U_i$ ,  $I_n$ ,  $I_{cc}$ ,  $f$ ,  $P_n$ ). I quadri devono essere inoltre corredati di chiave di apertura portello frontale ovvero con attrezzo apposito, ed all'interno le apparecchiature elettriche devono avere un grado minimo di protezione di IP20, pertanto dove non è possibile raggiungere questo grado di protezione gli apparecchi devono essere protetti mediante schermo in materiale isolante, asportabile con apposito attrezzo. Sarà predisposta all'interno di ogni quadro elettrico una barretta equipotenziale di rame di sezione adeguata sulla quale collegare tutti i conduttori di protezione. All'interno dei quadri deve essere previsto uno spazio libero pari al 30% delle apparecchiature installate per futuri ampliamenti. Tutti i conduttori dovranno essere attestati ai morsetti delle apparecchiature o delle barre di distribuzione mediante adatti capicorda di adeguata sezione. I quadri elettrici devono avere un grado di protezione congruo al luogo in cui sono posti. Le apparecchiature di sezionamento, protezione e comando devono essere adeguate in portata e caratteristiche allo scopo a cui sono destinate. Tutti i circuiti dovranno essere identificati da un numero, sia all'origine, sia all'arrivo, la numerazione dovrà corrispondere a quella riportata nello schema elettrico del quadro. Viene lasciata alla discrezione dell'installatore la scelta della numerazione dei circuiti ausiliari all'interno dei quadri.

---

### 3.1.2 DISTRIBUZIONE E LINEA DORSALE PRINCIPALE

Le linee con sezione di fase/neutro superiori o uguale a 35 mmq dovranno essere di tipo unipolare, multipolare per sezioni inferiori salvo dove già previsti unipolari e per eventuali osservazioni della DL. Dal quadro generale ai quadri secondari le linee dorsali saranno realizzate con cavi doppio isolamento del tipo "non propagante l'incendio" e a basso sviluppo di fumi opachi con isolamento in gomma HEPR tipo FG7OM1 0.6/1kV. Nei tratti comuni di percorso delle linee ciascuna linea dovrà essere identificata con apposite fascette circa ogni 5 m, apportando la sigla del circuito riportata sul quadro elettrico di partenza. La dorsale principale sarà posata in canale metallica forata (o passerella a filo zincata) sviluppata in orizzontale e verticale all'interno del controsoffitto ed in appositi cavedi predisposti riservati al transito delle linee elettriche di energia e di segnalazione; la distribuzione principale avverrà orizzontalmente attraverso canale metallica forata in acciaio zincata con procedura Sendzimir, fissata alle pareti/soffitto con apposite staffe circa ogni 1,5 m. Tutte le connessioni tra i singoli componenti delle canaline dovranno garantire la continuità elettrica secondo le specifiche del costruttore. Tutti gli attraversamenti di compartimento antincendio dovranno essere dotati di appositi sacchetti tagliafiama tali da preservare lo stesso livello di compartimentazione nel punto di attraversamento.

---

### 3.1.3 FORZA MOTRICE

Dai quadri di distribuzione vengono derivate tutte le alimentazioni alle utenze di FM.

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

I tratti comuni delle linee di alimentazione alle utenze saranno posati all'interno di un sistema di canale metallica liscia in lamiera di acciaio zincato con procedura Sendzimir, dotata di setto di separazione (FM-luce/impianti speciali SELV) e coperchio. Non è ammessa la posa di conduttori a tensioni diverse nelle medesime tubazioni. La posa dovrà rispettare le indicazioni fornite dal costruttore del cavo perciò che riguarda le temperature di posa, i raggi di curvatura e lo sforzo di tiro applicabile. Ogni cavo dovrà essere segnalato nelle scatole di derivazione e lungo i percorsi in canale per individuare il circuito di appartenenza. La sigla apposta dovrà essere riportata sullo schema del quadro ed all'ingresso della linea in morsettiera. Dovrà essere segnato un riferimento in rosso, all'esterno del canale, indicante la posizione nella quale sono riportate le targhette indelebili ed inamovibili con la sigla della linea.

Nelle aule normali nelle aule speciali, nei corridoi, in ufficio, le prese a spina fisse a portata di mano dovranno avere gli schermi di protezione degli alveoli attivi con protezione contro le sovracorrenti poste sul centralino del locale di appartenenza. Le prese dovranno essere installate rispettando le quote riportate sul progetto; inoltre si dovrà prevedere di sfalsare i punti presa su una stessa parete di separazione locali ma contrapposti sui due lati di essa, di non meno 20 cm per preservare l'insonorizzazione acustica delle pareti. La dove è possibile è raccomandata di mantenere una distanza di suddetti punti presa ad almeno 30cm. Stessa cosa dicasi per le cassette di derivazione, i centralini, i pulsanti di comando, e qualsiasi altro apparecchio elettrico venga incassato. Tutti gli incassi delle condutture nelle pareti di separazione delle aule dovranno essere eseguiti rispettando la stessa filosofia, in modo da mantenere un sufficiente isolamento acustico tra aule adiacenti.

La disposizione delle prese rispetterà le seguenti richieste minime :

Aule didattiche , speciali :

- n°1 prese shucko 2x10/16 A;
- n°2 prese bipasso 2x10/16 A;
- n°1 presa alta per predisposizione lavagna touchscreen nelle sole aule multimediali;
- n°1 presa RJ45 per rete dati/telefonia;
- n°1 presa TV;

Aule normali :

- n°1 prese shucko 2x10/16 A;
- n°2 prese bipasso 2x10/16 A;
- n°1 presa RJ45 per rete dati/telefonia;

Ufficio:

- n°1 prese shucko 2x10/16 A ;
- n°2 prese bipasso 2x10/16 A;
- n°2 prese RJ45 per rete dati ;

Atrio ingresso e corridoio:

- minimo in totale di n°3 prese sbipasso 2x10/16 A ;

Le condutture installate sono di tipo a1 ) b1)c1) e c3), ( CEI 64-8/7 sez. 751.04.2.6 ).

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

La protezione delle condutture sarà realizzata con interruttori differenziali avente corrente differenziale pari a 30 mA installati all'origine dei circuiti. Al fine di evitare la propagazione dell'incendio sono rispettati i requisiti richiesti all' art. 751.04.2.8 tipo b) con l'utilizzo di cavi multipolari "non propaganti l'incendio" ( CEI 20-22). Le linee saranno realizzate con cavi a doppio isolamento,CEI 20-22 e CEI 20-35, a bassissima emissione di fumi e gas tossici , multipolari di tipo FG7OMI 0.6/1kV per i tratti comuni in canalina coincidenti con le dorsali fino al collegamento ai sottoquadri elettrici. Le condutture incassate nei tratti terminali delle distribuzioni saranno realizzate con cavi tipo N07G9-K a ridotta emissione di gas corrosivi all'interno di tubi PVC rigidi o flessibili protettivi atti a garantire una protezione almeno IP40, ed IP54 nei tratti a vista. Le derivazioni da canale o canaline alle singole utenze contenute in tubi PVC saranno complete di raccordi, scatole di derivazione, curve, e le derivazioni elettriche dovranno essere effettuate in apposite cassette di derivazione esterne alla conduttura principale. Gli impianti meccanici predisposti in copertura e nei controsoffitti, verranno alimentati dalle linee in partenza dal quadro QGEN. Le protezioni delle linee saranno quindi predisposte sul quadro generale; il quadro avrà la porta frontale apribile con chiave in custodia al personale addetto alle operazioni di manovra. Per l'emergenza sarà predisposto un pulsante di sgancio all'esterno del fabbricato in posizione facilmente accessibile che aprirà il circuito di alimentazione generale intervenendo sull'interruttore generale presente sul quadro di fornitura. Tutte le macchine presenti in copertura saranno predisposte con sezionatore in loco, prima del collegamento al proprio quadro bordo macchina.

### 3.1.4 SEZIONI MINIME E COLORAZIONI DEI CONDUTTORI DA UTILIZZARE

La sezione minima dei conduttori attivi in rame per sistemi di I categoria deve essere di 1,5 mmq. La sezione minima dei conduttori di protezione in rame deve essere di 1,5 mmq se contenuti nella stessa conduttura del circuito di alimentazione, di 2,5 mmq se indipendente, mai inferiore alla sezione dei conduttori di fase fino a 16 mmq, oltre pari alla la metà. Le colorazioni dei conduttori di neutro deve essere azzurro-celeste, quella dei conduttori di protezione ed equipotenziali, giallo-verde. I conduttori di neutro devono avere la stessa sezione dei conduttori di fase; nei circuiti con conduttori di sezione superiore a 16 mmq è ammesso il neutro di sezione ridotta (comunque non inferiore a 16 mmq) purchè il neutro assicuri le portate ordinarie e sia protetto contro le sovracorrenti secondo le regole contenute nella norma CEI 64-8.

### 3.1.5 SCATOLE E CASSETTE DI DERIVAZIONE

Le scatole e cassette di derivazione, di cui si prevede l'impiego per la realizzazione degli impianti, dovranno essere dei tipi come di seguito:

- scatola di derivazione in esecuzione per posa incassata sotto intonaco;
- scatole di contenimento apparecchi per posa incassata sotto intonaco
- cassette di derivazione in esecuzione per posa in vista.

Scatole di derivazione in esecuzione per posa sotto intonaco

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Le scatole per posa sotto intonaco (da incasso), in materiale isolante, saranno installate a filo muro e saranno tutte fornite di coperchio con viti. Al fine di ottenere il perfetto allineamento del coperchio, dovranno essere usate scatole del tipo con coperchio orientabile. Le dimensioni saranno compatibili con il numero dei conduttori in transito e delle derivazioni da eseguire all'interno.

Scatole di contenimento apparecchi in esecuzione per posa sotto intonaco

Le scatole per posa sotto intonaco (da incasso), per contenimento apparecchi di comando e prese, in materiale isolante, potranno essere del tipo a tre (o quattro) posti con telai di supporto in plastica e placca in polimero di copertura. Particolare cura dovrà essere posta durante la posa per ottenere il perfetto allineamento con le strutture. Le scatole di contenimento apparecchi non potranno in alcun caso essere usate come scatole di derivazione.

Cassette in esecuzione per posa in vista

Le cassette, da impiegarsi per la posa in vista, saranno in: PVC autoestinguente (650°C), complete dei raccordi specifici e saranno installate in modo da garantire un grado di protezione minimo IP56 e comunque non inferiore a quello prescritto per le tubazioni o canalizzazioni ad esse collegate.

La dimensione delle cassette di derivazione principali deve essere quella riportata sul progetto o una dimensione tale da lasciare almeno il 50% dello spazio libero.

---

### 3.1.6 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

#### 3.1.6.1 CARATTERISTICHE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Sarà installato, sulla copertura dell'edificio un'impianto fotovoltaico a servizio della scuola del tipo in parallelo alla rete, con un unico punto di connessione alla rete elettrica sul quadro di rete che collega tutti i gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata.

I moduli saranno installati in copertura, mentre il quadro di campo, l'inverter, il quadro di parallelo saranno posizionati nel locale tecnico; il contatore fiscale (o contatore bidirezionale), sarà installato all'interno dell'armadio contatore (in muratura o vetroresina) presente all'ingresso del lotto. Il locale tecnico deve garantire una adeguata ventilazione al fine di salvaguardare le prestazioni dell'inverter. E' importante per questo valutare la temperatura prevista all'interno del locale rispetto alla temperatura massima alla quale può essere erogata la potenza estratta dal generatore FV (ricavata dalla documentazione tecnica del costruttore dell'inverter).

Le discese delle condutture dal tetto fotovoltaico al locale tecnico devono essere realizzate entro tubazioni PVC con cavi FG21M21 (o similari tipo SOLARKABEL-600TC per circuiti c.c.) sezione minima 6 mmq, adatti a circuiti in c.c. lato generatore fotovoltaico completando l'opera alla regola dell'arte utilizzando raccordi e giunti di innesto adeguati alla sezione dei tubi mantenendo una protezione almeno di IP4X rinforzando la protezione delle condutture contro le influenze esterne quali formazione di ghiaccio, temperatura, radiazione solare e/o il rischio di schiacciamento. Nel caso di utilizzo di cavi anti roditori a treccia di fili di acciaio può essere omesso l'uso di tubazione metallica. (tipo FG21M21AM21). La delibera AEEG 260/06 e la DK5940 prescrivono che i terminali del cavo in c.a. in uscita dal convertitore/generatore siano dotati di dispositivi anti-

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

frode. Verrà installato un pulsante di sgancio per il sezionamento del lato in corrente continua a valle dei moduli, che agisce sulla bobina a lancio dell'interruttore di manovra generale di ciascun Quadro di Campo o parallelo stringhe.

### 3.1.6.2 STRUTTURA PORTANTE E COLLEGAMENTO DI TERRA

La struttura di supporto dei moduli sarà collegata a terra mediante conduttore di protezione minimo 16mmq, collegandola direttamente ad un collettore secondario di terra mediante barra in rame e scatola IP55 in materiale termoplastico autoestinguente; i cavi verranno posizionati all'interno di un tubo flessibile per posa pesante di adeguata sezione risultando così protetti da eventuali azioni meccaniche di schiacciamento; il collettore secondario di terra sarà opportunamente collegato ad un dispersore a croce sulla maglia "unica" di terra. Prima di effettuare il collegamento di terra è comunque necessario accertarsi che il circuito di terra non sia in grado di introdurre potenziali pericolosi sulla struttura.

Secondo quanto prescritto dalla CEI 64-8 le masse di tutte le apparecchiature elettriche devono essere collegate a terra mediante conduttore di protezione. Sul lato c.a in bassa tensione, il sistema deve essere protetto mediante un dispositivo di interruzione differenziale di valore adeguato ad evitare l'insorgenza di potenziali pericolosi sulle masse. Si precisa che nel caso di generatori FV costituenti sistemi elettrici in bassa tensione con moduli dotati di solo isolamento principale, è necessario mettere a terra le cornici metalliche dei moduli fotovoltaici, le quali in questo caso sono considerate masse. Nel caso invece in cui i moduli fotovoltaici siano dotati di isolamento supplementare o rinforzato (classe II), la norma CEI 64-8 prevede che le cornici, se metalliche, non vengano messe a terra. Si consiglia comunque di rendere in equipotenzialità le cornice dei moduli con la struttura garantendo al sicurezza contro i contatti indiretti nel corso della vita utile dell'impianto FV. Inoltre nel caso in cui l'inverter non sia dotato di trasformatore interno di separazione galvanica si applica quanto prescritto dalla CEI 64-8/7 sezione 712 art. 712.413.1.1.1.2, cioè occorre che sia presente sull'uscita lato c.a. dell'inverter un interruttore differenziale di tipo B (IEC 60755/A2).

### 3.1.6.3 DISPOSITIVO DI INTERFACCIA

Il dispositivo di protezione di interfaccia sarà installato nel punto di collegamento della rete in isola alla restante parte della rete del cliente produttore sul quale agiscono le protezioni di interfaccia generale. L'apertura del dispositivo di interfaccia deve assicurare la separazione totale di tutti i gruppi di produzione dalle rete pubblica. Il dispositivo di interfaccia sarà a sicurezza intrinseca cioè essere dotato di bobina di apertura a mancanza di tensione. Tale bobina alimentata in serie ai contatti di scatto delle protezioni, deve provocare l'apertura dello stesso dispositivo, sia in caso di corretto intervento sia in caso di guasto interno alle protezioni, sia in caso di mancanza di alimentazione ausiliaria. Le protezioni di interfaccia dalla DK5940 ed.2.2, saranno costituite da relè di frequenza e di tensione, a tutela degli impianti ENEL e del cliente produttore, in occasione di

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

guasti e malfunzionamenti della rete durante il regime di parallelo. Le funzioni previste dalla CEI 11-20 sono:

- protezione di minima tensione
- protezione di massima tensione
- protezione di minima frequenza
- protezione di massima frequenza

Tenendo conto dei valori di taratura e dei tempi di intervento indicati per tutti i tipi di guasto sulla rete ENEL si ha di regola l'intervento del relè di frequenza, mentre i relè di tensione assolvono una funzione prevalentemente di ricalzo. La protezione di interfaccia sarà conforme alle disposizioni dell'allegato A.70 di Terna, alla CEI 0-21 12/2012.

Tutti i componenti dell'impianto fotovoltaico dovranno essere posti in aree non accessibili alle persone, ovvero debitamente recintati e dovranno inoltre essere segnalati con cartelli conformi al DLgs. 81/2008 indicanti la frase di pericolo " attenzione impianto fotovoltaico in tensione durante le ore diurne (...Volt) ", accompagnata dal simbolo pericolo di folgorazione (circ.MI 5158 del 26/03/2010). La predetta segnaletica dovrà essere installata ogni 5 metri per i tratti di condotta.

### 3.1.6.4 RELAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO (OPERE ESCLUSE DAL PRESENTE APPALTO)

## **PROGETTO DEFINITIVO**

PER LA REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 12 kWp  
DENOMINATO  
Generatore fotovoltaico Scuola Brisighella - loc. Marzeno (RA)

SITO NEL COMUNE DI  
BRISIGHELLA

- RAVENNA

### **COMMITTENTE:**

Comune di Brisighella

-

Allegati:

- *Schema unifilare dell'impianto;*
- *Schema Planimetrico.*

**DATA**

24/10/2013

**IL TECNICO**

### 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 pari a 12 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	Comune di Brisighella
Indirizzo:	
Codice fiscale/Partita IVA:	
Telefono:	
Fax:	
E-mail:	

### SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto Generatore fotovoltaico Scuola Brisighella - loc. Marzeno (RA) presenta le seguenti caratteristiche: .

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Brisighella
Latitudine:	044°13'29"
Longitudine:	011°46'18"
Altitudine:	115 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	0 %

### 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° 48 moduli fotovoltaici e da n° 1 inverter con tipo di realizzazione Su edificio.

La potenza nominale complessiva è di 12 kWp per una produzione di 14.045,8 kWh annui distribuiti su una superficie di 78,24 m<sup>2</sup>.

Modalità di connessione alla rete Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

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

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO <sub>2</sub> )	9,84 kg
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	12,39 kg
Polveri	0,44 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	7,33 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H <sub>2</sub> S) (fluido geotermico)	0,43 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	0,08 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP)	3,51 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 Brisighella.

#### TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [MJ/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	4,78	148,18
Febbraio	7,87	220,36
Marzo	12,6	390,6
Aprile	17,7	531
Maggio	22,15	686,65
Giugno	25,24	757,2
Luglio	26,55	823,05
Agosto	22,15	686,65
Settembre	16,56	496,8
Ottobre	10,27	318,37
Novembre	5,49	164,7
Dicembre	4,08	126,48

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

### TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	12,174	377,398
Febbraio	20,163	564,571
Marzo	32,603	1010,694
Aprile	46,442	1393,259
Maggio	58,857	1824,581
Giugno	67,501	2025,034
Luglio	70,785	2194,332
Agosto	58,357	1809,052
Settembre	42,981	1289,425
Ottobre	26,316	815,81
Novembre	14,006	420,173
Dicembre	10,37	321,469

### ESPOSIZIONI

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

Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Omr.
Esposizione 1	Su edificio	Inclinazione fissa	-106°	8°	0 %

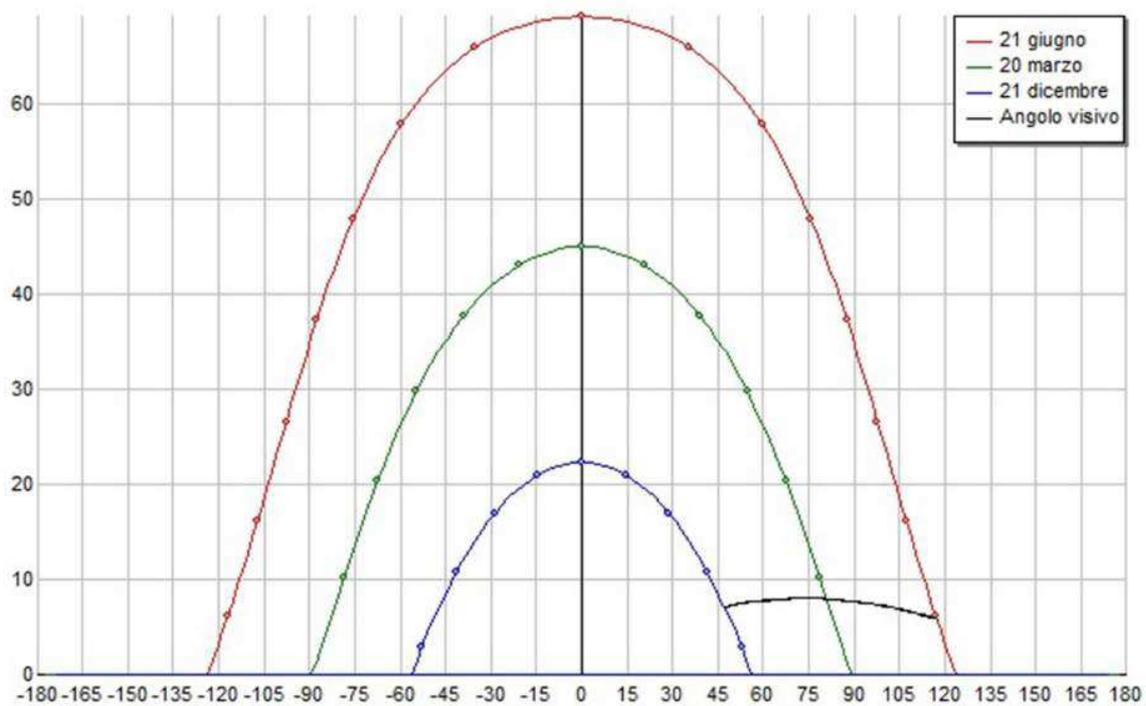
#### Esposizione 1

Esposizione 1 sarà esposta con un orientamento di -106,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 8,00° (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 %.

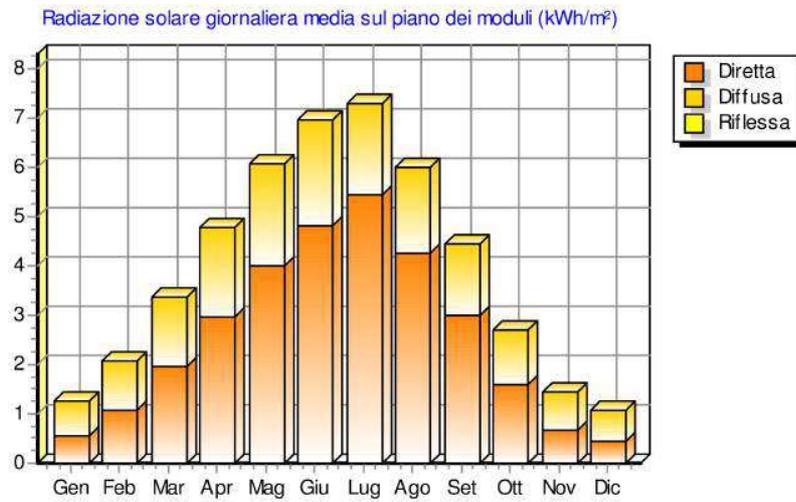
### DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici



## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

### DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



### TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	0,566	0,691	0	1,257	38,966
Febbraio	1,087	0,995	0	2,082	58,291
Marzo	1,956	1,41	0	3,366	104,353
Aprile	2,971	1,824	0	4,795	143,853
Maggio	4,001	2,076	0	6,077	188,386
Giugno	4,838	2,131	0	6,969	209,083
Luglio	5,451	1,858	0	7,308	226,563
Agosto	4,281	1,744	0	6,025	186,783
Settembre	2,998	1,44	0	4,438	133,132
Ottobre	1,611	1,106	0	2,717	84,232
Novembre	0,672	0,774	0	1,446	43,382
Dicembre	0,463	0,608	0	1,071	33,191

### STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 8°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

### Generatore Fotovoltaico Scuola Brisighella 12kW

Il generatore è composto da n° 48 moduli del tipo Silicio policristallino 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:	Su edificio
Numero di moduli:	48
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	12000 W
Grado di efficienza:	103,3 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SUNERG SOLAR
Sigla:	I PLUS I PLUS XP60/156-250
Tecnologia costruttiva:	Silicio policristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	250 W
Rendimento:	15,4 %
Tensione nominale:	30,1 V
Tensione a vuoto:	38,7 V
Corrente nominale:	8,3 A
Corrente di corto circuito:	8,8 A
Dimensioni	
Dimensioni:	990 mm x 1645 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

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

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 11-20 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 11-20 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	DIEHL AKO
Sigla	Platinum 13000 TL Platinum TL
Inseguitori	3
Ingressi per inseguitore	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	11,3 kW
Potenza massima	11,6 kW
Potenza massima per inseguitore	3,9 kW
Tensione nominale	710 V
Tensione massima	880 V
Tensione minima per inseguitore	351 V
Tensione massima per inseguitore	710 V
Tensione nominale di uscita	400 Vac
Corrente nominale	39 A
Corrente massima	39 A
Corrente massima per inseguitore	13 A
Rendimento	0,97

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2	MPPT 3
------------	--------	--------	--------

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Moduli in serie	16	16	16
Stringhe in parallelo	1	1	1
Esposizioni	Esposizione 1	Esposizione 1	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC)	481,6 V	481,6 V	481,6 V
Numero di moduli	16	16	16

### DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 250 \text{ W} * 48 = 12000 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energia [kWh]
Esposizione 1	48	1.450,21	17.402,58

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 14045,8 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura	6,5 %
Perdite di mismatching	5,0 %
Perdite in corrente continua	1,2 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...)	5,0 %
Perdite per conversione	3,2 %
<b>Perdite totali</b>	<b>19,3 %</b>

### TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	377,4	377,4	0,0 %
Febbraio	564,6	564,6	0,0 %
Marzo	1010,7	1010,7	0,0 %
Aprile	1393,3	1393,3	0,0 %
Maggio	1824,6	1824,6	0,0 %

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Giugno	2025,0	2025,0	0,0 %
Luglio	2194,3	2194,3	0,0 %
Agosto	1809,1	1809,1	0,0 %
Settembre	1289,4	1289,4	0,0 %
Ottobre	815,8	815,8	0,0 %
Novembre	420,2	420,2	0,0 %
Dicembre	321,5	321,5	0,0 %
Anno	14045,8	14045,8	0,0 %

### CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG7 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco. Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cablaggio: **Cavo di stringa**

Descrizione	Valore
Identificazione:	S1ZZ-F 1x4 0.6/1kV rosso S1ZZ-F 1x4 0.6/1kV nero
Lunghezza complessiva:	60 m
Lunghezza di dimensionamento:	18 m
Circuiti in prossimità:	3
Temperatura ambiente:	40°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	17 - cavi unipolari con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	S1ZZ-F 0.6/1 kV

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	2x(1x4)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	482 V
Corrente d'impiego:	8,3 A
Corrente di c.c. moduli	8,8 A

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	S1ZZ-F 1x4 0.6/1kV rosso S1ZZ-F 1x4 0.6/1kV nero
Lunghezza complessiva:	180 m
Lunghezza di dimensionamento:	30 m
Circuiti in prossimità:	3
Temperatura ambiente:	40°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	S1ZZ-F 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	2x(1x4)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	482 V
Corrente d'impiego:	8,3 A
Corrente di c.c. moduli	8,8 A

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG7M2 0.6/1kV 1x6 rosso FG7M2 0.6/1kV 1x6 neutro

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Lunghezza complessiva:	90 m
Lunghezza di dimensionamento:	15 m
Circuiti in prossimità:	3
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG7M2 (PV1500V cc)
Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	2x(1x6)+1G6
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	6 mm <sup>2</sup>
Tensione nominale:	482 V
Corrente d'impiego:	8,3 A
Corrente di c.c. moduli	8,8 A

### Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Parallelo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG7OM1 0.6/1 kV - 5G4
Lunghezza complessiva:	10 m
Lunghezza di dimensionamento:	10 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG7OM1 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	5G4
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	1

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Sez. PE:	4 mm <sup>2</sup>
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	16,2 A

Cablaggio: **Q. Parallelo - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG7OM1 0.6/1 kV - 5G4
Lunghezza complessiva:	10 m
Lunghezza di dimensionamento:	10 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG7OM1 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	5G4
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	4 mm <sup>2</sup>
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	16,2 A

Cablaggio: **Q. Misura - Rete**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG7OM1 0.6/1 kV - 5G4
Lunghezza complessiva:	10 m
Lunghezza di dimensionamento:	10 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG7OM1 0.6/1 kV

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	5G4
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	4 mm <sup>2</sup>
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	4 mm <sup>2</sup>
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	16,2 A

Tabella di riepilogo cavi					
Codice	Costruttore	Form.	Des.	Descrizione	Lc
CVPRY009	PIRELLI CAVI e SISTEMI SPA	2x(1x4)	S1ZZ-F 0.6/1 kV	S1ZZ-F 1x4 0.6/1kV rosso	240 m
CVPRY007	PIRELLI CAVI e SISTEMI SPA	2x(1x4)	S1ZZ-F 0.6/1 kV	S1ZZ-F 1x4 0.6/1kV nero	240 m
CVGCA104	GENERAL CAVI SPA	2x(1x6)+1G 6	FG7M2 (PV1500V cc)	FG7M2 0.6/1kV 1x6 rosso	90 m
CVGCA102	GENERAL CAVI SPA	2x(1x6)+1G 6	FG7M2 (PV1500V cc)	FG7M2 0.6/1kV 1x6 neutro	90 m
Q. Campo - Q. Inverter		2x(1x6)+1G 6	FG7M2 (PV1500V cc)		90 m
CVPIR287-5	PIRELLI CAVI e SISTEMI SPA	5G4	FG7OM1 0.6/1 kV	FG7OM1 0.6/1 kV - 5G4	30 m

## QUADRI ELETTRICI

### □ Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

### □ Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

## SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

### **SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)**

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

### 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 Fotovoltaico Scuola Brisighella 12kW soddisfa le seguenti condizioni:

#### **Limiti in tensione**

Tensione minima  $V_n$  a 70,00 °C (384,1 V) maggiore di  $V_{mpp\ min.}$  (351,0 V)

Tensione massima  $V_n$  a -10,00 °C (557,5 V) inferiore a  $V_{mpp\ max.}$  (710,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (695,1 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (880,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (695,1 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

#### **Limiti in corrente**

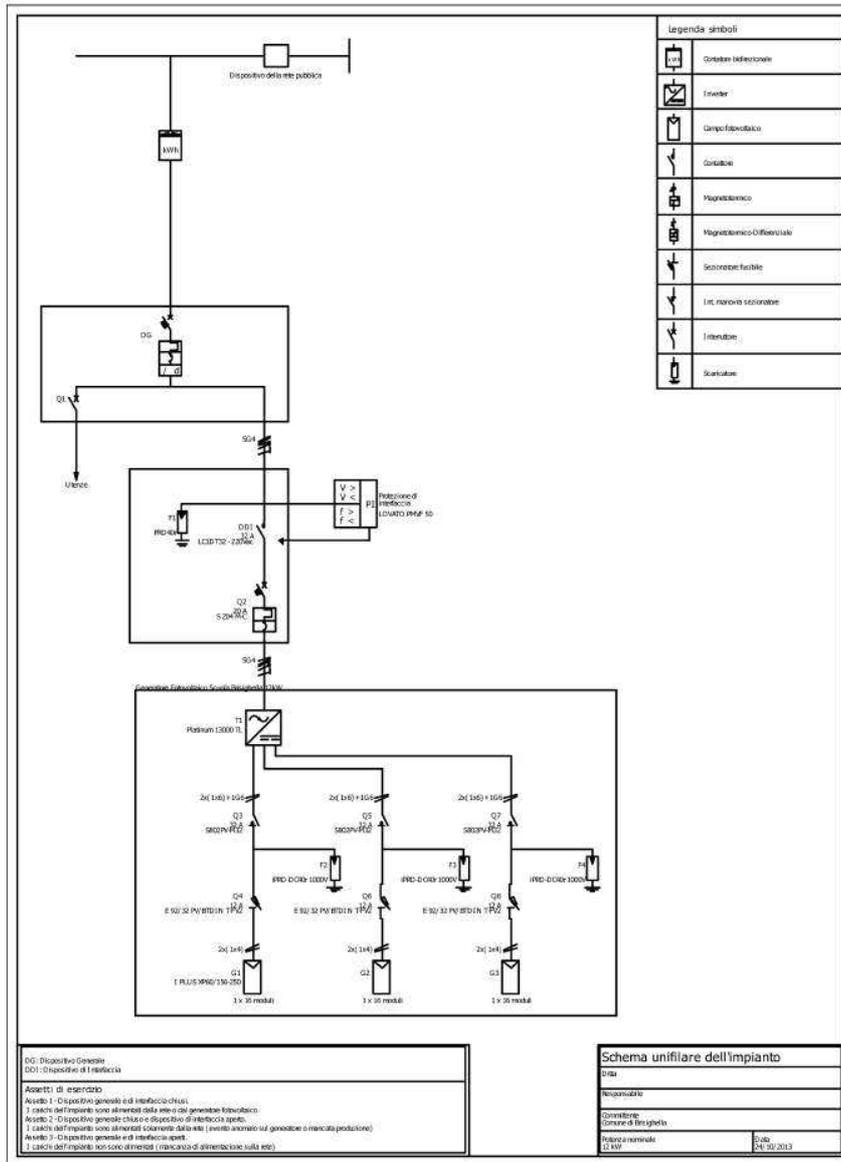
Corrente massima di ingresso riferita a  $I_{sc}$  (8,8 A) inferiore alla corrente massima inverter (13,0 A)

#### **Limiti in potenza**

Dimensionamento in potenza (103,4%) compreso tra 75,0% e il 120,0% [MPPT 1]

# Relazione Tecnica Impianti Elettrici

## 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: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- UNI/TR 11328-1:2009 "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".
- 

#### 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;

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

- 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  $\leq 16$  A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparecchi 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): Apparecchi 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) Apparecchi per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparecchi 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 e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- ❑ 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.  
Il presente impianto è escluso dal presente appalto.

---

#### 3.1.7 CAVI ELETTRICI E CANALIZZAZIONI

La distribuzione sarà interrata entro cavidotti corrugati in PVC a doppia parete all'esterno dell'edificio, per la linea di alimentazione principale da quadro contatori a quadro generale e linee di illuminazione esterna parcheggio; all'interno dell'edificio la distribuzione principale verrà realizzata con canale metallica liscia in controsoffitto e parte in vista con n. 1 setto di separazione, dove alloggeranno in ogni scomparto (n.2 in totale) ricavato rispettivamente: linee FM/luce ordinaria e di emergenza/sicurezza, impianti speciali a 220V chiamata bagni disabili; impianto chiamata collaboratore scolastico, e linea a bassissima tensione (impianto TV, rete dati, impianti citofono, telefono/citofono, eventuale allarme antintrusione, impianto allarme incendio e generale scuola). Le derivazioni terminali dai centralini e/o quadri locali devono essere ad incasso a parete con tubi PVC rigidi e flessibili di adeguate dimensioni.

Le linee avranno formazione e sezione come indicato sugli schemi elettrici di progetto e saranno realizzate mediante:

1. cavi multipolari non propaganti l'incendio FG7OM1 0,6/1KV (CEI 20-22) per i tratti di distribuzione, in canale metallica, ed entro tubi PVC fino al quadro o derivazione principale, o allacciamento alle macchine termiche.
2. cavi unipolari senza guaina non propaganti l'incendio N07G9-K 450/750V (CEI 20-22) per i tratti alle utenze terminali a partire dai centralini e/o quadri locali fino alle singole prese e utilizzatori.
3. cavi multipolari non propaganti l'incendio FG7OR 0,6/1KV (CEI 20-22) per i tratti di distribuzione interrata entro tubazione doppio strato.

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

4. cavi multipolari non propaganti l'incendio senza alogeni resistente al fuoco secondo IEC 331 CEI 20-36 FTG10(O)M1 0,6/1KV (CEI 20-45) per i tratti di distribuzione che interessano gli impianti di allarme in canale metallica ed entro tubazioni PVC incassate.

### 3.1.8 SGANCIO DI EMERGENZA

E' previsto lo sgancio di emergenza nei seguenti impianti:

Impianto elettrico generale: lo sgancio generale degli impianti elettrici avviene tramite pulsante posto in zona facilmente accessibile e ben segnalato in prossimità dell'ingresso principale sulla parete esterna al fabbricato. Tale pulsante agisce a lancio di corrente con segnalazione che indichi permanentemente la funzionalità del circuito di comando, sganciando l' interruttore generale posto all'interno del quadro elettrico di fornitura a valle del contatore di energia. In progetto il pulsante è previsto in prossimità dell'armadio contatore.

Impianto fotovoltaico: lo sgancio avviene tramite pulsante posto in zona facilmente accessibile e ben segnalato in prossimità dell'ingresso principale sulla parete esterna al fabbricato. Esso sarà facilmente accessibile agli operatori per il servizio antincendio e comunque in prossimità dell'altro pulsante di sgancio generale. Tale pulsante agisce a lancio di corrente con segnalazione che indichi permanentemente la funzionalità del circuito di comando, sganciando l'interruttore di manovra sezionatore su ogni quadro di campo per il sezionamento lato continua del fotovoltaico. In progetto il pulsante è previsto in prossimità dell'armadio contatore.

I dispositivi di sgancio sono installati in luogo facilmente raggiungibile in prossimità dell'ingresso della struttura o in posizione possibilmente presidiata debitamente segnalati così come richiesto dalla CEI 64-52 (cartellonistica). Il ripristino del dispositivo di emergenza può avvenire solo manualmente.

## 3.2 ILLUMINAZIONE ORDINARIA E DI SICUREZZA

### 3.2.1 ILLUMINAZIONE ORDINARIA INTERNA

L'impianto di illuminazione artificiale sarà conforme a quanto indicato dalla norma EN12464-1, ed UNI 10840 in particolare sono rispettate le indicazioni relative all'illuminamento medio mantenuto  $E_m$ :

TIPO DI AMBIENTE	ILLUMINAMENTO MEDIO MANTENUTO (lx)	INDICE DI RESA CROMATICA Ra	VALORE LIMITE UGR <sub>L</sub>
Aule scolastiche	300	80 (1B )	19

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Lavagna	500	80(1B)	19
Uffici	300	80 (1B )	19
Mensa/Sala porzionamento	200	80 (1B )	19
Atrio ingresso	200	80 (2°)	22
Corridoi - Bagni	100	80 (2°)	25

L'illuminazione delle aule, e dell' uffici sarà realizzata con apparecchi a sospensione equipaggiati con lampade di tipo fluorescenti o fluorescenti compatte a luce diretta/indiretta. Questa scelta assicura il risparmio energetico ed un elevato indice di resa del colore. L'accensione degli apparecchi sarà comandata da interruttori posizionati ad incasso a parete. Le lampade utilizzate saranno tipo 2x35W fluorescenti nelle aule e 2x26W fluorescenti compatte nei corridoi. Nei corridoio le lampade saranno ad incasso in controsoffitto. Per le lavagne dovranno essere utilizzate lampade 2x58W wall washer che saranno comandate tramite un interruttore unipolare incassato disposto nei pressi della cattedra/lavagna. Nei servizi il sistema di illuminazione sarà automatico con sensori di luce/ presenza, che accenderanno le luci solo se l'apporto di illuminazione naturale è insufficiente e viene rilevata la presenza di persone in prossimità. I rilevatori dovranno avere le caratteristiche riportate sugli elaborati di progetto, garantendo un area di rilevazione per ciascun rilevatore minima di 85mq. Nei locali servizi igienici e relativi antibagni, vengono utilizzati corpi illuminanti circolari nel soffitto a fluorescenza compatta, aventi grado di protezione IP44; le luci saranno gestite dai sensori di presenza disposti nell' antibagno e nei bagni, mentre il bagno dei disabili avrà un sensore indipendente.

Si riportano nel seguito le tipologie dei corpi illuminanti:

-Corridoi

Corpi ad incasso lampade fluorescenti 2x26W tipo 3F Filippi Dodeca CD HF 2MG VS

-Aule/ufficio

Corpi a sospensione lampade fluorescenti a bassa luminanza tipo 3F Filippi Filigare 220 2x35W T5 HF 2M

-Lavagne

Corpi a sospensione lampade fluorescenti a bassa luminanza tipo 3F Filippi Filigare 220 2x58W T5 RFMG WW

-Bagni

Corpi a plafone lampade fluorescenti compatte tipo Prisma Chip Tondo/Bonus25 1x26W IP55

### 3.2.2 ILLUMINAZIONE ESTERNA (OPERE ESCLUSE DAL PRESENTE APPALTO)

La gestione delle accensioni per l'illuminazione esterna sarà possibile in modalità automatico e/o manuale tramite commutatore disposto sul Quadro Fornitura Generale Scuola. Nella funzione automatico l'impianto sarà gestito da un interruttore crepuscolare .

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

L'illuminazione esterna sul parcheggio esterno e relativamente alla zona ingresso carrabile sarà realizzata con l'installazione di corpi illuminanti su palo H 5,5 m f.t.; i corpi illuminanti saranno dotati di lampada SAP da 70-150W con armature di tipo stradale; l'illuminamento previsto in queste aree sarà minimo di 20lx al suolo. Per l'illuminazione esterna dei viali interni al lotto e nel giardino invece i utilizzeranno paline a arredo urbano con lampade fluorscenti 23W. I pali saranno in acciaio zincato a caldo, i corpi illuminanti avranno un grado di protezione minimo IP55. Tutti i pali sono previsti contro l'inquinamento luminoso (legge regionale n.19/2003). L'illuminamento medio garantito al suolo è di 20lx. Tutto l'impianto previsto per questa illuminazione è dotato di due linee separate e distinte che partono dal quadro generale. Le linee sono comandate da un interruttore crepuscolare (eventualmente da un orologio) che attiveranno le linee e lasceranno in funzione sono una linea per le ore notturne. La distribuzione avverrà con cavo tipo multipolare FG7OR di adeguata sezione adatta a garantire la  $\Delta v\%$  entro il 4% come indicato dalla CEI 64-8/5, posato entro tubazioni corrugate doppio strato interrate. I cavi saranno del tipo a doppio isolamento multipolare tipo FG7OR 0,6/1kV con sezione dorsale minimo di 4 mmq. Per le sezioni previste vedere tavole schemi elettrici allegati. Saranno previsti pozzetti PVC rompitratta per ogni palo in PVC con coperchio, per l'allacciamento dei singoli corpi illuminanti alla rete di alimentazione. Il collegamento elettrico sarà effettuato con entra/esci direttamente sulla morsettiera del palo.

Sul perimetro del fabbricato (previste nel presente appalto) saranno installati corpi illuminanti a plafone dotati di lampade fluorescenti compatte 18W adeguate all'installazione all'esterno IP55. Le condutture di collegamento ai corpi a parete transiteranno internamente nell'edificio per uscire in prossimità del corpo illuminante. La dorsale principale è prevista nella canale metallica; gli stacchi verranno realizzati in cassetta PVC a vista in controsoffitto fino verso l'esterno del fabbricato attraversando il controsoffitto nella zone aule. I cavi utilizzati saranno tutti del tipo multipolare FG7OM1 0,6/1kV, e saranno posati entro tubazioni PVC rigide/flessibili serie pesante, fissate al soffitto e parete. La sezione della dorsale per ogni linea, notturna e serale, sarà almeno di 2,5mmq.

L'impianto sarà quindi dotato di comando automatico di accensione con interruttore crepuscolare che attiverà la linea notturna.

La distribuzione principale avverrà in cavo FG7OM1 entro canale metallica e tubazioni PVC rigide/flessibili partendo dal quadro elettrico di alimentazione costituirà una rete di alimentazione per l'illuminazione esterna al fabbricato tipo ad "anello" con l'utilizzo di cassette di derivazione rompitratta. Le cassette di derivazioni saranno installate all'interno delle varie stanze in controsoffittatura a parete; le giunzioni all'interno di queste cassette dovranno essere eseguite con morsetti tipo cappello o simili di adeguata sezione. La posa sarà a vista a parete/soffitto all'interno della controsoffittatura e incassata nei tratti terminali in prossimità delle lampade. In qualche punto che può ritenersi "critico" dal punto di vista della messa in opera, per un massimo di due lampade consecutive, sarà permesso, se possibile, effettuare l'entra/esci dalla morsettiera dell'apparecchio.

---

### 3.2.3 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA E DI SICUREZZA

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Tutti i locali e nei corridoi saranno installati corpi autoalimentati con batterie al Ni-Mh con minimo 1h di autonomia, ricarica completa entro 12h (in grado di fornire l'autonomia necessaria), a realizzare l'illuminazione di emergenza rispettando l'illuminamento minimo di 5 lx previsto dalla norma UNI EN 1838 (CEI 64-52 2007-06) ad un metro di altezza dal piano di calpestio lungo le vie di uscita e non inferiore a 2 lx negli altri ambienti accessibili al pubblico; le lampade in emergenza tipo SE, saranno alimentate da apposito circuito protetto da fusibile localmente nei centralini o da interruttore MTD sul quadro generale, ed il loro funzionamento è previsto solo in caso di assenza di rete; i corpi illuminanti per illuminazione di sicurezza delle vie di esodo nei corridoi dell'edificio saranno di tipo SA (sempre accesi) dotati di pittogramma disposti nel rispetto della normativa UNI EN 1838, in prossimità di ogni uscita di sicurezza, in ogni intersezione nei corridoi e comunque ad una distanza minima tra due corpi consecutivi da garantire la visibilità minima riportata dalle schede tecniche del corpo illuminante. Per l'illuminamento delle vie di sicurezza il numero e la potenza delle lampade sono stati calcolati per garantire in caso di mancanza di illuminazione da rete ordinaria, il livello di illuminamento minimo richiesto di 5 lux ad un metro di altezza dal piano di calpestio per le vie di fuga e minimo di 0.5 lx per illuminamento orizzontale antipánico al suolo sull'intera area non coperta con esclusione di una fascia di 0,5 m sul perimetro dell'area stessa(UNI EN 1838).

Sul perimetro esterno del fabbricato saranno previste lampade autoalimentate di sicurezza in prossimità delle uscite di sicurezza. Gli accumulatori di tutte le lampade in emergenza prevedono la ricarica completa in 12h.

### 3.3 IMPIANTO DI TERRA ED EQUIPOTENZIALITÀ

Il sistema di distribuzione è di tipo TT con neutro a terra all'interno della cabina dell'ente distributore, mentre l'impianto di terra utente fa capo ad una rete di terra realizzata mediante corda di rame nudo da 35 mmq, connessa a ai ferri dei plinti delle fondazioni e ad alcuni dispersori di terra impiantati perimetralmente ad anello intorno all'edificio all'interno di pozzetti ispezionabili e con apposito cartello segnalatore; nei collegamenti del conduttore di terra ai dispersori ed ai plinti saranno utilizzati appositi morsetti tipo "C" in rame di adeguate sezioni; la corda di terra sarà collegata con corda isolata o nuda di adeguata sezione almeno 35 mmq, al collettore principale di terra ubicato all'interno del quadro generale; l'impianto fotovoltaico sarà collegato direttamente ad un dispersore di tipo a croce, il più vicino in corrispondenza del generatore, presente nell'impianto di terra generale. Le utenze tecnologiche saranno collegate tramite conduttore di protezione al quadro generale.

Ogni quadro elettrico di zona sarà collegato al rispettivo nodo di terra principale posto sul Q.G. tramite il conduttore di protezione facente parte del cavo di alimentazione.

Tutte le masse degli utilizzatori dovranno essere collegate con il conduttore di protezione al nodo di terra presente sul quadro di alimentazione.

Le masse estranee dovranno essere collegate con conduttore equipotenziale; per i conduttori equipotenziali principali si intendono quelli che collegano il collettore principale di terra alle principali masse estranee alla base dell'edificio, in particolare alle tubazioni metalliche; la sezione di questi conduttori deve essere almeno di 16 mmq; per conduttori equipotenziali supplementari si intendono quelli collegati localmente in alcuni ambienti (es. bagno); nei bagni saranno realizzati due distinti nodi EQS supplementari per le tubazioni metalliche presenti con cavi tipo N07G9-K di sezione minima 4 mmq. I nodi EQS saranno poi singolarmente collegati al nodo principale di terra presente nel QEG con cavo avente minimo la sezione più grande dei vari PE ad esso collegato. Il

cavo per il collegamento degli EQS sarà del tipo N07G9-K. I cavi dei PE saranno posati in tubazione corrugata se incassati a pavimento parete, e in tubazione PVC rigida nei percorsi a soffitto. Un conduttore equipotenziale supplementare che colleghi due masse deve avere una sezione non inferiore a quella del più piccolo conduttore di protezione collegate a queste masse, mentre un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa ad una massa estranea deve avere una sezione non inferiore alla metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione. La funzione dei collegamenti equipotenziali è quella di evitare che in caso di guasto si possano manifestare differenze di potenziale pericolose fra le parti metalliche che possono essere toccate contemporaneamente da una persona.

### 4. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI SPECIALI

#### 4.1 IMPIANTO DI ALLARME/INCENDIO – CHIAMATA BAGNI- CHIAMATA BIDELLI

In ogni aula saranno previsti dei pulsanti di chiamata bidelli, direttamente collegati con un display luminoso numerico a 2 cifre posto in corrispondenza dell'ufficio. Il display potrà eventualmente essere anche posizionato nel corridoio a discrezione della DL. Da questo quadro luminoso si potrà vedere l'aula da dove è pervenuta la chiamata, ed un pulsante di annullo posto nelle vicinanze cancellerà la chiamata stessa una volta recepita dall'interessato.

In ogni bagno disabili sarà installato un pulsante di allarme a tirante con suoneria acustica-luminosa posta all'esterno dell'antibagno stesso. All'interno dell'antibagno, sarà previsto il pulsante di annullo chiamata.

All'interno dell'edificio sarà realizzato un impianto allarme/antincendio UNI9795 di rivelazione fumi. Nei corridoi saranno installati pulsanti di emergenza per l'allarme scuola. I pulsanti saranno collegati ad un centrale antincendio autoalimentata per 72h, posta in locale presidiato (ufficio) e protetto con rivelatore di fumo locale. La centrale gestirà in caso di attivazione del pulsante, l'allarme generale della scuola attivando targhe ottiche luminose predisposte nei corridoi; i punti di segnalazione saranno ubicati in modo da garantire la diffusione sonora in tutti i locali della scuola.

L'impianto di rivelazione fumi oltre a funzionare come impianto di allarme generale permetterà il sorveglianza dei locali depositi, ripostigli, porzionamento, mensa e locale tecnico. Inoltre sarà sorvegliato anche l'intero controsoffitto. Saranno previste targhe ottiche acustiche di allarme in posizione che permetta di udire il segnale sufficientemente in ogni punto del fabbricato. Tutti i componenti dovranno essere conformi EN54 come richiesto dalla normativa UNI9795 2011. I cavi di collegamento del loop saranno resistenti al fuoco per almeno 30 minuti. Essi saranno posati all'interno di tubazioni dedicate nei tratti terminali e dentro apposito scomparto nella canale metallica.

#### 4.2 IMPIANTO TRASMISSIONE DATI/TELEFONIA

E' prevista la realizzazione di un cablaggio strutturato in categoria 6e, non schermato. Il sistema farà capo ad un armadio dati di permutazione posto nel locale principale della scuola (ufficio) costituito da apparecchiature standard ISO/IEC :

sarà realizzato un armadio dati per alloggiamento delle seguenti apparecchiature:

- Cavo per reti locali - Cat. 6 - U/UTP - 4 coppie -

armadio rack per n.15 postazioni dati:

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

AM5979C6 Btnet - matix RJ45 toolless UTP cat6 15  
C9024CSTA Btnet - patch panel 24p STP componibile 1  
C9079PB Btnet - blocco otturatore per pannello 1  
C9079PC6 Btnet - 6RJ45 toolless UTP cat 6 pannello 3  
C9101U1Q Btnet - pannello passacavi 1U quick fix 1  
C9110P2 Btnet - mensola fissa a sbalzo p 250 20  
C9152L Btnet - blocco alimentazione 6 x 2P+T con interrutt... 1  
C9204U/6 Btnet - cordone UTP categoria 6 l=0,5m 15  
C9230U/6 Btnet - cordone UTP categoria 6 l=3m 15  
C9312P4 Btnet - quadro 12U prof 400 1.

barra di alimentazione con n. 2 prese SHUKO protette da interruttore automatico magnetotermico In = 16 A e con scaricatori cl.III.

Dall' armadio si dipartiranno con linee in cavo di rame non schermato (UTP), per cablare le prese dati e fonia delle aule , aule speciali ed insegnanti e uffici. Tale quadro di permutazione sarà successivamente collegato alla rete pubblica. Si prevede di portare la tubazione corrugato doppia parete Telecom fino all'interno della scuola, anche per l'eventuale del futuro servizio ADSL.

L'ingresso della rete Telecom avverrà in prossimità del locale tecnico della scuola su cassetta tipo "C" conforme Telecom.

### 4.3 IMPIANTO ANTINTRUSIONE

Sarà predisposto l'impianto antintrusione in tutti i locali, installando tubazione vuota per predisporre la futura installazione dei rivelatori e dispositivi per l'impianto. Sarà predisposta il posizionamento della centrale antintrusione e dei dispositivi di inserimento in prossimità degli ingressi alla scuola. La predisposizione verrà realizzata posando tubazione PVC rigida/flessibile tale da garantire la copertura di ogni punto di controllo locale con il futuro rivelatore volumetrico. La tubazione avrà minimo 20mm di diametro.

### 4.4 IMPIANTO CITOFONICO

E' prevista l'installazione di un punto citofonico esterno sul cancello pedonabile di ingresso e di un punto citofonico interno in ufficio; sarà previsto il comando e l'apertura dell'elettroserratura del cancello pedonabile esterno. Inoltre è previsto il comando (pulsante) per apertura portone principale di ingresso , e dell'apertura del cancello carrabile. Il citofono esterno avrà un frontale antivandalo monoblocco con tastiera non igroscopica con minimo 3 pulsanti. Il sistema citofonico previsto sarà un 2 fili. All'esterno le condutture per l'impianto citofonico saranno realizzate con tubazione corrugata doppia parete d.40mm e cavo interrabile twistato.

### 4.5 IMPIANTO TELEVISIONE TV DTT E SAT

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Verrà installato un impianto televisione composto da un antenna TV e Sat con amplificatore atto a ricevere tutti i canali digitali terrestri presenti nella zona, nella banda I°-III°-IV°-V° (VHF e UHF).

Le prese TV di tipo terminali saranno installate in ogni aula, aula multimediale, ufficio, e nell'aule speciali. Il centralino televisivo verrà installato in cassetta PVC a vista stagna presente nel controsoffitto in prossimità della discesa del montante del cavo di segnale TV. Il sistema TV sarà completo di tutte le apparecchiature necessarie per rendere il sistema funzionante (antenna, ricevitore, miscelatore, filtri, amplificatori, limitatore di sovratensione ect.). I cavi coassiali di distribuzione del segnale saranno posati in tubazioni dedicate fino alle prese terminali. Potranno essere posati anche nei tratti di canale nel debito scomparto per i cavi di segnale. La normativa stabilisce che l'impedenza di ingresso e di uscita di tutti gli elementi attivi e passivi sia di  $75 \Omega$  per cavi coassiali. Nell'installare l'antenna sarà necessario tenere conto che:

- non deve essere ancorata ad eventuali camini, ma posizionata ad almeno 2m da essi e in posizione controvento, onde evitare che i fumi di scarico del camino corrodano le funi di fissaggio o che si depositano dei residui sugli elementi alterandone le proprietà
- deve essere posizionata lontano da linee elettriche
- collocarla sul versante del tetto più lontano alla strada per evitare danni a cose o persone provocati da un eventuale caduta
- il palo di sostegno deve essere ben assicurato con zanche e apposite mensole
- circa 1/8 della lunghezza del sostegno (comunque minimo 40cm) deve essere riservata per l'ancoraggio dello stesso

Sarà realizzato un' impianto satellitare centralizzato. L'antenna parabolica verrà installata in copertura sullo stesso palo dove sono posizionate le antenne digitali terrestri ; i dispositivi di alimentazione, filtraggio, derivazione verranno collocati in posizione baricentrica dell'edificio, in prossimità dell'uscita dell'illuminatore della parabola, in corrispondenza della discesa del cavo di segnale nel controsoffitto. Il multiswitch per le partenze dei segnali TV/sat sarà collocato sempre all'interno della stessa cassetta PVC a vista in controsoffitto, degli alimentatori e convertitori. Le prese satellitari saranno integrate all'interno delle prese TV. L'impianto satellitare sarà collegato con lo stesso cavo coassiale dell'impianto TV, con impedenza adeguata alle tipologie dei dispositivi utilizzati. Le prese TV/sat saranno previste in sala mensa e nelle aule speciali.

### 4.6 IMPIANTO PROTEZIONI CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

E' stata effettuata la valutazione della protezione, secondo la Norma CEI 81-10;V1 per l'intero edificio scolastico. Da essa risulta che tale edificio non necessita della realizzazione di impianto LPS esterno e nemmeno della protezione dalle fulminazioni indirette **risultando autoprotetto dal rischio di fulminazione diretta ed indiretta**. La relazione di calcolo viene allegata al seguente progetto, vedere Relazione di Calcolo Scariche Atmosferiche. Vengono comunque inserite delle protezioni di tipo I per sovratensione di origine atmosferica per le linee di energia in ingresso in

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

prossimità del punto di consegna ENEL nel quadro di fornitura (SDP cl.I); ulteriore protezione verrà inserita nel QEG in ingresso linea dall'armadio contatori, di tipo II. Per l'ingresso delle rete telefonica sarà previsto un SPD tipo II conforme ai segnali telefonici, da inserire all'interno della cassetta di ingresso linee telefoniche.

### 5. PRESCRIZIONI NORMATIVE

#### 5.1. CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

Tutti i componenti devono essere dotati di marchio IMQ per gli apparecchi ammessi al regime del marchio, in alternativa di marchio CEI o comunque corredati di certificazione del costruttore per la rispondenza alle norme relative. Devono rispondere alle caratteristiche nominali del circuito in cui verranno installati in termini di potenza, tensione, corrente massima assorbita e frequenza nominali. Inoltre tutti i componenti dell'impianto dovranno essere dotati di relativo marchio CE apposto dal costruttore secondo quanto previsto dalla direttiva CEE 93/68 recepita in Italia dal D.Lgs 9 aprile 2008 n. 81 e successive integrazioni e modificazioni.

I componenti elettrici devono essere scelti in modo da non causare effetti nocivi sugli altri componenti elettrici, facendo particolare attenzione alle seguenti caratteristiche:

- sovratensioni transitorie;
- carichi fluttuanti rapidamente;
- correnti di spunto;
- correnti armoniche;
- componenti continue;
- oscillazioni ad alta frequenza;
- correnti di dispersione verso terra;
- necessità di collegamenti addizionali verso terra.

Per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti, anche ove non specificato, si deve fare riferimento specifico a tutta la normativa di legge ed alle prescrizioni degli Enti preposti in vigore alla data di presentazione dell'offerta. In particolare, a scopo esemplificativo, si elencano:

- Legge 186, 1 marzo 1968: Disposizioni concernenti la produzione dei materiali e l'installazione degli impianti elettrici;
- Legge 791, 18 ottobre 1977: Garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- Disposizioni legislative in materia di abbattimento delle barriere architettoniche ed in particolare DPR 24 luglio 1996 n. 503;
- D.M. 22 gennaio 2008, n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- disposizioni della locale azienda distributrice dell'energia elettrica (ENEL);
- disposizioni particolari dei Vigili del Fuoco in materia di impianti elettrici.

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

nonché le seguenti Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano:

- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua”;
- Norma CEI 64-12 “Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”;
- Norma CEI 64-14 “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori”;
- Norma CEI 64-50 “Edilizia residenziale - Guida per l’integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari ,telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri generali”;
- Norma CEI 11-1 “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali”;
- Norma CEI 11-8 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra”;
- Norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”;
- Norma CEI 11-18 “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni”;
- Norma CEI 11-25 “Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifase a corrente alternata”;
- Norma CEI 11-28 “Guida d’applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione”;
- Norma CEI 82-25 “ Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione” ed. 09/2010;
- Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) “Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas - Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi”
- Norme CEI del CT 14 “Trasformatori”;
- Norme CEI del CT 15/98 “Materiali isolanti - sistemi di isolamento”;
- Norme CEI del CT 16 “Contrassegni dei terminali ed altre identificazioni”;
- Norme CEI del CT 17 “Grossa apparecchiatura”;
- Norme CEI del CT 20 “Cavi per energia”;
- Norme CEI del CT 21/35 “Accumulatori e pile”;
- Norme CEI del CT 23 “Apparecchiatura a bassa tensione”;
- Norme CEI del CT 32 “Fusibili”;
- Norme CEI del CT 33 “Condensatori”;
- Norme CEI del CT 34 “Lampade e relative apparecchiature”;
- Norme CEI del CT 36 “Isolatori”;
- Norme CEI del CT 38 “Trasformatori di misura”;
- Norme CEI del CT 70 “Involucri di protezione”;
- Norme CEI del CT 75 “Classificazione delle condizioni ambientali”;

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

- Norme CEI del CT 81 “Protezione contro i fulmini”;
- Norme CEI del CT 85 “Strumenti di misura delle grandezze elettromagnetiche”;
- Norme CEI del CT 95 “Relé di misura e dispositivi di protezione”;
- Norme CEI del CT 96 “Trasformatori di sicurezza ed isolamento”;
- Norme CEI del CT 210 “Compatibilità elettromagnetica”.

nonché le Norme di unificazione UNI.

### 5.2. CRITERI NORMATIVI PER LA REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

L'impianto, ai fini della classificazione della norma CEI 64-8 - Sezione 312, viene identificato come sistema TT cat II, alimentato a 400 Volt alla frequenza convenzionale di 50 Hz alimentato dalla rete dell'Ente distributore.

Il sistema di distribuzione BT a valle del punto di consegna sarà costituito da 5 conduttori. Il conduttore di protezione, distribuito separatamente dal conduttore di neutro, farà capo al collettore collegato alla rete di terra di proprietà dell'utente stesso.

Per la determinazione dei parametri di dimensionamento principali dell'impianto sono stati considerati:

- ai fini della determinazione delle **potenze** dei vari quadri nonché della potenza complessiva di impianto, i parametri noti o presunti delle utenze con riferimento ai relativi coefficienti di contemporaneità e di utilizzazione, il cui prodotto determina il dimensionamento in termini di potenza dell'impianto nel rispetto delle limitazioni termiche e di cadute di tensione; il valore delle correnti reali calcolate tiene conto dei **fattori di potenza** delle utenze considerate, in relazione ai centri di rifasamento installati;
- ai fini della **suddivisione dei circuiti dell'impianto**, i vincoli legati ai pericoli o inconvenienti derivanti da eventuali guasti, alle operazioni di manutenzione e verifica da eseguire in condizioni di sicurezza; in particolare agli effetti della manutenzione futura dell'impianto si è curato che tutte le operazioni di manutenzione possano essere eseguite facilmente ed in sicurezza e l'efficienza dell'impianto risulta sempre garantita ai massimi standard con utilizzo di componenti aventi basso tasso di degrado temporale;
- ai fini della corretta scelta dei **componenti da installare**, le condizioni di influenza esterne definite dalle condizioni ambientali del luogo di installazione;
- ai fini della **compatibilità** dei componenti si è verificato che i componenti installati non ricevano dannose influenze dai parametri propri dell'impianto utilizzatore nonché siano tali da non introdurre in rete disturbi con particolare riferimento a:

- \* sovratensioni transitorie;
- \* correnti armoniche;
- \* oscillazioni in alta frequenza;
- \* correnti di dispersione verso terra;
- \* correnti con componenti continue;

#### 5.2.1. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

La protezione è prevalentemente realizzata mediante isolamento delle parti attive.

Le parti di impianto non dotate di isolamento rimovibile solo mediante distruzione, sono state poste dietro barriere od entro involucri.

Le parti attive sono state installate dietro involucri che rispondono ampiamente ai gradi minimi previsti da norma (Norma CEI 64-8/4 Capitolo 412):

- IPXXB;
- IPXXD per le superfici orizzontali superiori degli involucri a portata di mano;

Le barriere ed involucri sono saldamente fissati ed hanno sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione ed una conveniente separazione delle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali considerate convenzionalmente per la tipologia di installazione in essere.

Tutti gli involucri o le barriere possono essere rimossi solamente con l'utilizzo di una chiave od attrezzo oppure se, dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive contro le quali le barriere o gli involucri offrono protezione, il ripristino dell'alimentazione sia possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri stessi.

L'utilizzo di interruttori differenziali a sensibilità 30 mA per la quasi totalità delle utenze servite, costituisce sui circuiti utilizzatori una *protezione addizionale* contro i contatti diretti.

Si precisa in ogni caso che la protezione solo mediante involucri o barriere non è stata realizzata in nessun caso.

Non si è fatto ricorso in alcun modo a protezione mediante ostacoli o distanziamento e pertanto le protezioni contro i contatti diretti sono del tipo *a protezione totale* secondo quanto fissato alla Sezione 512 della Norma CEI 64-8.

---

### 5.2.2. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione dai contatti indiretti avviene mediante interruzione automatica dell'alimentazione realizzata mediante interruttori differenziali.

Tutte le masse dell'impianto sono collegate alla rete di terra attraverso conduttori di protezione facenti capo al collettore di terra situato nel quadro generale. Tale collettore è poi direttamente collegato all'impianto disperdente costituito da una rete di terra condominiale con dispersori infissi nel terreno.

La protezione dai contatti indiretti (Norma CEI 64-8/4 Capitolo 413) è assicurata se le caratteristiche di intervento dei dispositivi di protezione (differenziali o di massima corrente) e le impedenze dei circuiti sono tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione od una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avviene entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

$$R_A \cdot I_a \leq 50$$

$R_A$  è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;

$I_a$  è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampère, se il dispositivo è a corrente differenziale,  $I_a$  è la corrente nominale differenziale  $I_{dn}$  per intervento istantaneo;

E' ammesso, per ottenere caratteristiche di selettività un tempo di interruzione non superiore ad un secondo, nei circuiti di distribuzione.

Nel caso in cui siano utilizzati dispositivi di protezione contro le sovracorrenti, esso deve essere:

- un dispositivo avente una caratteristica di funzionamento a tempo inverso, ed in questo caso  $I_a$  deve essere la corrente che ne provoca l'intervento automatico entro 5s, oppure
- un dispositivo avente una caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo, ed in questo caso  $I_a$  deve essere la corrente minima che ne provoca l'intervento istantaneo.

La condizione da verificare sopra esposta è quella che scaturisce dalla curva di sicurezza corrente (tensione)-tempo che fissa le condizioni di massima esposizione del corpo umano nei confronti dei pericoli di elettrocuzione.

Nel caso dell'impianto in oggetto la totale adozione di dispositivi differenziali e le tarature eseguite sui medesimi dispositivi sono tali da assicurare l'interruzione del circuito entro 0,4 s per tutti i circuiti compresi quelli di distribuzione e la relazione di cui sopra risulta rispettata per ogni circuito con ridondanza.

Per alcuni componenti la protezione contro i contatti indiretti è stata realizzata mediante impiego di componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente ai sensi dell'Art. 413.2 della Norma CEI 64-8: in tali casi non si prevede il collegamento a terra in funzione della minor probabilità di guasto derivante dalle maggiorazioni dell'isolamento funzionale.

Non si è fatto ricorso a protezione per mezzo di luoghi conduttori ristretti, né a collegamento equipotenziale locale non connesso a terra, né a separazione elettrica dell'impianto o di parti di impianto.

---

### 5.2.3. PROTEZIONE DEI CIRCUITI A BASSISSIMA TENSIONE

Dove per ragioni funzionali si è utilizzata una tensione inferiore a 50 Volt si è generalmente utilizzata la protezione propria dei circuiti FELV, attuata mediante:

- isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario del trasformatore oppure barriere o involucri conformi a quanto precedentemente esposto ai fini della protezione contro i contatti diretti;
- collegamento delle masse dei componenti elettrici del circuito FELV al PE del circuito primario;
- protezione mediante interruzione automatica del circuito di alimentazione primario.

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Ove invece negli impianti ausiliari sono stati installati alimentatori a sicurezza per circuiti SELV (conformi alle relative norme ed in particolare alla Norma CEI 14-6 per i trasformatori di sicurezza) non si è ricorso alla messa a terra dei componenti elettrici alimentati. In tal caso le condizioni di installazione dei circuiti sono conformi a quanto fissato in 411.1.3 con particolare riferimento in particolare alla separazione delle linee da quelle di sistemi a piena tensione o di circuiti FELV (utilizzo di condutture separate o di cavi a doppio isolamento).

### 5.2.4. PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI TERMICI

Si è accuratamente verificato che i componenti elettrici da installare e previsti in progetto risultino sufficientemente distanziati da persone e cose in modo da non ingenerare pericoli di:

- combustione di materiali infiammabili;
- deterioramento di superfici sensibili al calore;
- ustioni;
- riduzione della sicurezza dei componenti per deterioramento termico degli isolamenti.

Agli effetti della protezione contro gli incendi, qualora si sia ricorso a componenti che non possiedano prove normalizzate agli effetti del presente rischio, sono state assunte come significative le temperature di prova al filo incandescente fissate nella Tabella della Sezione 422 Norma CEI 64-8/4 Variante V1 - fascicolo 2404V.

Agli effetti della protezione contro le ustioni, le parti accessibili dei componenti elettrici non soggetti a normativa specifica CEI e posti a portata di mano, sono tali da non determinare il superamento dei limiti di cui alla Tabella 42A della Norma. In caso di superamento anche per brevi periodi in funzionamento ordinario dei suddetti limiti, essi sono protetti con involucri IPXXB.

### 5.2.5. PORTATA DELLE CONDUTTURE

La temperatura raggiunta dall'isolante dei cavi in servizio ordinario deve essere inferiore alla massima temperatura ammissibile (70°C per cavi in PVC, 90°C per cavi in polietilene reticolato e in gomma etilenpropilenica).

Pertanto al fine di proteggere le condutture da fenomeni di surriscaldamento vengono installate le apparecchiature di protezione dalle sovracorrenti. Tale protezione si distingue in prima analisi in protezione dai sovraccarichi (CEI 64-8/4 Capitolo 433) e protezione dai cortocircuiti (Capitolo 434).

Per assicurare le protezioni contro i **sovraccarichi** delle condutture sopra descritte le norme prescrivono che siano contemporaneamente verificate le due condizioni seguenti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

essendo:

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

- Ib corrente di impiego dell'impianto e quindi del conduttore;
- Iz portata del conduttore in regime permanente;
- In (It) corrente nominale (di intervento termico) del dispositivo di protezione;
- If corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

Le portate Iz assunte per le verifiche delle sezioni dei cavi sono quelle desunte dalla Norma CEI-UNEL 35024/1 per le pose in aria, quelle desunte dalla tabella CEI-UNEL 35026 sulla portata dei cavi interrati in bassa tensione, in funzione di:

- tipo di posa;
- tipo di materiale isolante;
- numero di conduttori attivi (che in condizioni ordinarie di funzionamento portano la corrente nominale);
- sezione del conduttore;

I valori di portata I0 riportati nelle tabelle B1, B2 e B3 sono da considerarsi nelle seguenti condizioni standard e in funzionamento a regime permanente:

- conduttori in rame, per alluminio è necessario moltiplicare per  $K_0 = 0,62$
- temperatura ambiente  $T_a$  30°C (aria) e 20°C (terra);

Nella scelta delle caratteristiche di tali apparecchiature di protezione dovranno essere tenute in considerazione le portate massime dei conduttori.

Allegato calcolo di alcune linee principali con relative protezioni.

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Tabella B1 - Cavi unipolari - Posa in aria

Installazioni	Pose (64-8)	Isolante	Conduttori	Portata (A)									
				Sezioni (mmq)									
				1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
Cavi in tubo incassato in parete isolante	1-51-71-73-74	PVC	2	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151
		PVC	3	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136
		EPR	2	13,5	18	26	31	40	54	73	95	117	148
		EPR	3	19	23	31	40	54	73	95	117	148	179
Cavi in tubo in aria	3-4-5-22-23-24-31-32-33-34-41-42-72	PVC	2	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192
		PVC	3	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171
		EPR	2	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171
		EPR	3	23	28	37	48	66	88	117	144	178	223

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Installazioni	Pose (64-8)	Isolante	Condotto ri	Portata (A)									
				Sezioni (mmq)									
				1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
Cavi in aria libera in posizione non accessibile	18	PVC	2	19,5	26	35	46	63	85	112	138	168	213
		PVC	3	15,5	21	28	36	57	76	101	128	158	198
		EPR	2	15,5	33	45	58	80	107	141	175	219	272
		EPR	3	24	28	37	48	71	96	127	162	201	250
Cavi in aria libera a trifoglio	11-12-21-25-43-52-53	PVC	3	19,5	26	35	46	63	85	110	137	167	216
		EPR	3	24	33	45	58	80	107	141	175	219	272
Cavi in aria libera in piano a contatto	13-14-15-16-17	PVC	2	22	30	40	52	71	96	131	168	208	261
		PVC	3	19,5	26	35	46	63	85	111	144	181	222
		EPR	2	27	37	50	64	88	119	164	211	261	315
		EPR	3	24	33	45	58	80	107	141	175	219	272
Cavi in aria libera distanziati su piano orizzontale	14-15-16	PVC	2	-	-	-	-	-	-	14	18	21	28
		PVC	3	-	-	-	-	-	-	6	1	9	1
		EPR	2	-	-	-	-	-	-	14	18	21	28
		EPR	3	-	-	-	-	-	-	6	1	9	1

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Installazioni	Pose (64-8)	Isolante	Conduttori	Portata (A)										
				Sezioni (mmq)										
				1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	
											2	6	5	3
											18	22	27	35
											2	6	5	3
Cavi in aria libera distanziati su piano verticale	14-15-16	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	13	16	19	25
		PVC	3	-	-	-	-	-	-	-	0	2	7	4
		EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	13	16	19	25
		EPR	3	-	-	-	-	-	-	-	0	2	7	4
											16	20	24	31
											1	1	6	8
											16	20	24	31
											1	1	6	8

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Installazioni	Pose (64-8)	Isolante	Conduttori	Portata (A)								
				Sezioni (mmq)								
				95	120	150	185	240	300	400	500	630
Cavi in tubo incassato in parete isolante	1-51-71-73-74	PVC	2	182	210	240	273	320	-	-	-	-
		PVC	3	164	188	216	245	286	-	-	-	-
		EPR	2	241	278	318	362	424	-	-	-	-
		EPR	3	216	249	285	324	380	-	-	-	-
Cavi in tubo in aria	3-4-5-22-23-24-31-32-33-34-41-42-72	PVC	2	232	269	309	353	415	-	-	-	-
		PVC	3	207	239	275	314	369	-	-	-	-
		EPR	2	306	354	402	472	555	-	-	-	-
		EPR	3	269	312	355	417	490	-	-	-	-
Cavi in aria libera in posizione non accessibile	18	PVC	2	258	299	344	392	461	-	-	-	-
		PVC	3	232	269	309	353	415	-	-	-	-
		EPR	2	327	-	-	-	-	-	-	-	-
		EPR	3	293	-	-	-	-	-	-	-	-
Cavi in aria libera a trifoglio	11-12-21-25-43-52-53	PVC	3	264	308	356	409	485	561	656	749	855
		EPR	3	328	383	444	510	607	703	823	946	1088
Cavi in aria libera in piano a contatto	13-14-15-16-17	PVC	2	304	352	406	463	546	629	754	868	1005
		PVC	3	275	321	372	427	507	587	689	789	905
		EPR	2	377	437	504	575	679	783	940	1083	1254
		EPR	3	342	400	464	533	634	736	868	998	

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Installazioni	Pose (64-8)	Isolante	Condotto ri	Portata (A)								
				Sezioni (mmq)								
				95	120	150	185	240	300	400	500	630
												115 1
Cavi in aria libera distanziati su un piano orizzontale	14-15-16	PVC	2	341	396	456	521	615	709	852	982	113 8
		PVC	3	341	396	456	521	615	709	852	982	113 8
		EPR	2	430	500	577	661	781	902	108 5	125 3	145 4
		EPR	3	430	500	577	661	781	902	108 5	125 3	145 4
Cavi in aria libera distanziati su piano verticale	14-15-16	PVC	2	311	362	419	480	569	659	795	920	107 0
		PVC	3	311	362	419	480	569	659	795	920	107 0
		EPR	2	389	454	527	605	719	833	100 8	116 9	136 2
		EPR	3	389	454	527	605	719	833	100 8	116 9	136 2

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Tabella B2 - Cavi multipolari - posa in aria

Installazioni	Pose (64-8)	Isolante	Conduttori	Portata (A)									
				Sezioni (mmq)									
				1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
Cavi in tubo incassato in parete isolante	2-51-73-74	PVC	2	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139
		PVC	3	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125
		EPR	2	18,5	25	33	42	57	76	99	12	145	183
		EPR	3	16,5	22	30	38	51	68	89	1	130	164
										10			
										9			
Cavi in tubo in aria	3A-4A-5A-21-21A-22A-25-31-32-33A-34A-43	PVC	2	16,5	23	30	38	52	69	90	11	133	168
		PVC	3	15	20	27	34	46	62	80	1	118	149
		EPR	2	22	30	40	51	69	91	11	99	175	221
		EPR	3	19,5	26	35	44	60	80	9	14	154	194
										6			
										10			
										5			
										12			
										8			
Cavi in aria libera distanziato da parete o su passerella	13-14-15-16-17	PVC	2	22	30	40	51	70	94	11	14	180	232
		PVC	3	18,5	25	34	43	60	80	9	8	153	196
		EPR	2	26	36	49	63	86	11	10	12	225	289
		EPR	3	23	32	42	54	75	5	1	6	192	246
										14			
										18			
										5			
										12			
										7			
										8			
Cavi in aria libera	11-11A-	PVC	2	19,5	27	36	46	63	85	11	13	168	213

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Installazione	Pose (64-8)	Isolante	Condotto ri	Portata (A)									
				Sezioni (mmq)									
				1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
fissato alla parete/soffitto	52-53	PVC	3	17,5	24	32	41	57	76	2	8	144	184
		EPR	2	24	33	45	58	80	10	96	11	209	269
		EPR	3	22	30	40	52	71	7	13	9	179	229
									96	8	17		
										11	1		
										9	14		
											7		

Installazione	Pose (64-8)	Isolante	Condotto ri	Portata (A)									
				Sezioni (mmq)									
				95	120	150	185	240	300				
Cavi in tubo incassato in parete isolante	2-51-73-74	PVC	2	167	192	219	248	291	334				
		PVC	3	150	172	196	223	261	298				
		EPR	2	220	253	290	329	386	442				
		EPR	3	197	227	259	295	346	396				
Cavi in tubo in aria	3A-4A-5A-21-21A-22A-25-31-32-33A-34A-43	PVC	2	201	232	258	294	344	394				
		PVC	3	179	206	225	255	297	339				
		EPR	2	265	305	334	384	459	532				
		EPR	3	233	268	300	340	398	455				
Cavi in aria	13-14-15-	PVC	2	282	328	379	434	514	593				

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Installazione	Pose (64-8)	Isolante	Condotto ri	Portata (A)							
				Sezioni (mmq)							
				95	120	150	185	240	300		
libera distanziato da parete o su passerella.	16-17	PVC	3	238	276	319	364	430	497		
		EPR	2	352	410	473	542	641	741		
		EPR	3	298	346	399	456	538	621		
Cavi in aria libera fissato alla parete/soffit to	11-11A- 52-53	PVC	2	258	299	344	392	461	530		
		PVC	3	223	259	299	341	403	464		
		EPR	2	328	382	441	506	599	693		
		EPR	3	278	322	371	424	500	576		

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Tabella B3 - Posa interrata

Isolante	Numero Conduttori	Portata (A)															
		Sezioni (mmq)															
		1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	
PVC	2	18	24	31	39	52	67	86	103	122	151	179	203	230	257	297	
PVC	3	22	29	38	47	63	81	104	125	148	183	216	246	278	312	360	
EPR	2	26	34	44	56	73	95	121	146	173	213	252	287	324	363	419	
EPR	3	22	29	37	46	61	79	101	122	144	178	211	240	271	304	351	

Per considerare le reali condizioni di posa rispetto a quelle standard sopra fissate nelle tabelle sopracitate, è necessario considerare dei coefficienti di riduzione delle portate, in particolare per il raggruppamento di più conduttori e per le differenti condizioni ambientali (temperatura di esercizio). La portata effettiva  $I_z$  risulta quindi dalle seguenti espressioni:

- $I_z = I_0 \times K_1 \times K_2$  per posa in aria,
- $I_z = I_0 \times K_3 \times K_4$  per posa interrata,

Tabella B4 - Fattori di correzione  $K_1$  per temperature ambiente diverse da 30°C

Temperatura ambiente (°C)	PVC	EPR
10	1,22	1,15

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

<b>Temperatura ambiente (°C)</b>	<b>PVC</b>	<b>EPR</b>
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Tabella B5 - Fattori di correzione  $K_2$  per circuiti realizzati con cavi installati in fascio o strato

Tipo di posa	Numero di circuiti o cavi multipolari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Raggruppati a fascio, annegati	1,00	0,80	0,70	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
Singolo strato su muro, pavimento o passerelle non perforate	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70
Strato a soffitto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61
Strato su passerelle perforate orizzontali o verticali (perforate o non perforate)	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

- Questi fattori sono applicabili a fascio o strato di cavi simili, uniformemente caricati. Un gruppo di cavi è considerato costituito da cavi simili quando il calcolo della portata per tutti i cavi è basato sulla stessa temperatura massima di esercizio e quando la variazione della sezione dei conduttori risulta compresa entro tre sezioni adiacenti unificate. Il fattore di correzione, a favore della sicurezza, per un fascio contenente cavi di diversa sezione è dato da:

$$F = 1/\sqrt{n}$$

dove:

F = fattore di correzione (sostituisce  $K_2$ )

n = numero di circuiti del fascio

- Dove le spaziature orizzontali fra cavi adiacenti, appartenenti a circuiti diversi, superano di due volte il diametro esterno del cavo di sezione maggiore, non è necessario applicare il fattore di correzione.

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Tabella B6 - Fattori di correzione  $K_2$  per circuiti realizzati con cavi multipolari installati in strato su più supporti (es. passerelle)

Metodo di installazione	Numero di passerelle	Numero di cavi					
		1	2	3	4	6	9
Passerelle perforate orizzontali con cavi a contatto <sup>(1)</sup>	2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
	3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66
Passerelle perforate orizzontali con cavi distanziati <sup>(1)</sup>	2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	-
	3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	-
Passerelle perforate verticali con cavi a contatto <sup>(2)</sup>	2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
Passerelle perforate verticali con cavi distanziati <sup>(2)</sup>	2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	-
Scala posa cavi o elemento di sostegno con cavi a contatto <sup>(1)</sup>	2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73
	3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70
Scala posa cavi o elemento di sostegno con cavi distanziati <sup>(1)</sup>	2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	-
	3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	-

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Tabella B7 - Fattori di correzione  $K_2$  per circuiti realizzati con cavi unipolari installati in strato su più supporti (es. passerelle)

Metodo di installazione	Numero di passerelle	Numero di cavi			Utilizzato per
		1	2	3	
Passerelle perforate orizzontali <sup>(1)</sup>	2	0,96	0,87	0,81	3 cavi in formazione orizzontale
	3	0,95	0,85	0,78	
Passerelle perforate verticali <sup>(2)</sup>	2	0,95	0,84	-	3 cavi in formazione verticale
Scala posa cavi o elemento di sostegno <sup>(1)</sup>	2	0,98	0,93	0,89	3 cavi in formazione orizzontale
	3	0,97	0,90	0,86	
Passerelle perforate orizzontali <sup>(1)</sup>	2	0,97	0,93	0,89	3 cavi in formazione a trefolo
	3	0,96	0,92	0,86	
Passerelle perforate verticali <sup>(2)</sup>	2	1,00	0,90	0,86	3 cavi in formazione a trefolo
Scala posa cavi o elemento di sostegno <sup>(1)</sup>	2	0,97	0,95	0,93	3 cavi in formazione a trefolo
	3	0,96	0,94	0,90	

(1) I valori sono relativi a distanze verticali tra le passerelle di 300mm. Per distanze verticali minori i fattori dovrebbero essere ridotti.

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

(2) I valori sono relativi a distanze orizzontali tra le passerelle di 225mm, con passerelle montate dorso a dorso. Per distanze minori i fattori dovrebbero essere ridotti.

Questi fattori sono applicabili a cavi simili uniformemente caricati.

*Tabella B8 - Fattori di correzione  $K_3$  per posa ravvicinata in tubi interrati.*

Numero di cavi multipolari	Distanza tra i cavi (m)			
	Nulla	0,25	0,5	1,0
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

Numero di circuiti di cavi unipolari	Distanza tra i cavi (m)			
	Nulla	0,25	0,5	1,0
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Numero di circuiti di cavi unipolari	Distanza tra i cavi (m)			
	Nulla	0,25	0,5	1,0
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90

Tabella B9 - Fattori di correzione  $K_3$  per pose ravvicinate in terra

Numero dei circuiti	Distanza tra i cavi (m)				
	Nulla	$\Phi$ cavo	0,125	0,25	0,5
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Tabella B10 - Fattori di correzione  $K_4$  per temperature del terreno diverse da 20°C

Temperatura ambiente (°C)	PVC	XLPE e EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65		0,60

Ove il dispositivo protegga diversi conduttori in parallelo, la taglia dell'interruttore sarà scelta per la protezione della singola linea. Non è pertanto permesso utilizzare il criterio di effettuare la somma delle portate dei vari conduttori. Ciò permette di accettare circuiti derivati dallo stesso interruttore con sezione diversa purché la minima sezione risulti protetta dal calibro dell'interruttore scelto.

Le condutture debbono essere protette inoltre da **cortocircuito** mediante opportuni dispositivi. In ogni caso a questi dispositivi vengono richieste essenzialmente le due caratteristiche seguenti:

1. possedere un potere di interruzione superiore alla massima corrente di cortocircuito che si possa produrre nel determinato punto d'impianto in cui è collocato il dispositivo di protezione;
2. proteggere termicamente il conduttore: l'energia specifica passante  $I^2 t$  dell'interruttore deve essere

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

minore del valore di energia specifica sopportabile dal conduttore.

A tal proposito le già citate norme CEI 64-8 richiedono la verifica della seguente disuguaglianza:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

dove K dipende dalle caratteristiche del conduttore (sezione e tipo di conduttore nonché isolamento) ed S è la sezione del conduttore.

In ogni caso la protezione del conduttore dovrà essere garantita sia per la massima corrente di cortocircuito possibile, calcolata sui morsetti dell'interruttore, sia per la minima corrente che si produce alla più lontana estremità della linea.

La protezione dei conduttori attivi degli impianti progettati è stata realizzata mediante dispositivi in grado di proteggere contemporaneamente sia dai sovraccarichi sia dai cortocircuiti; poiché l'ambiente considerato è stato classificato come luogo a maggior rischio in caso di incendio, in nessun caso è consentito effettuare la protezione da sovraccarico a valle della linea protetta.

In caso ogni singolo dispositivo di protezione automatico non sia autoprotetto alla massima corrente di cortocircuito, ossia non possenga un potere di interruzione almeno pari alla massima corrente di cortocircuito producibile nel suo punto di installazione, si è reso necessario attuare la protezione in back-up contro i cortocircuiti.

Le taglie coordinate delle sezioni di linea e degli sganciatori degli apparecchi di protezione, sono state scelte e determinate per soddisfare le condizioni di protezione delle linee per i sovraccarichi ed i cortocircuiti.

---

### 5.2.6. TIPOLOGIE DI CAVI UTILIZZATI

I cavi previsti hanno caratteristiche di non propagazione dell'incendio ed in particolare:

- cavi unipolari e multipolari tipo **FG7OM1**, a marchio IMQ, aventi le seguenti caratteristiche:
  - tensione nominale 0,6/1 kV
  - temperatura massima di esercizio 90°C
  - conduttori in rame rosso ricotto a corda flessibile spiralata
  - isolamento principale in EPR qualità G7
  - guaina esterna in PVC speciale di qualità Rz di colore grigio RAL 7035 realizzata con mescola antiabrasiva.

Essi risultano conformi alle norme CEI 20-22 II (caratteristiche di non propagazione dell'incendio) e CEI 20-37 (caratteristiche di non propagazione della fiamma), tabella CEI UNEL 35752.

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

- cavi unipolari tipo **N0G9-K**, a marchio IMQ, aventi le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale 450/750 V
- temperatura massima di esercizio 70°C
- conduttori in rame rosso ricotto a corda flessibile spiralata
- isolamento in PVC di colori vari.

Conformi alle norme CEI 20-22 II (caratteristiche di non propagazione dell'incendio) e CEI 20-35 (caratteristiche di non propagazione della fiamma).

- cavi unipolari tipo **FG21M21**, a marchio IMQ, aventi le seguenti caratteristiche:

- tensione massima in ca 1200 V, in cc 1800V
- temperatura massima di esercizio +120°C
- conduttori a corda flessibile classe 5 di rame stagnato ricotto
- isolamento in gomma speciale HEPR G21 di colori vari.

Conformi alle norme CEI 20-91+V1 (Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma per applicazioni in impianti fotovoltaici) CEI 20-35 (caratteristiche di non propagazione della fiamma).

---

### 5.2.7. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI E GLI ABBASSAMENTI DI TENSIONE

L'impianto elettrico esistente a servizio della scuola materna è già dotato di scaricatori di sovratensione installati nel quadro elettrico generale a protezione dell'intero impianto contro le sovratensioni. Non sono previste ulteriori protezioni specifiche nell'impianto.

---

### 5.2.8. SEZIONAMENTO E COMANDO

Tutti i circuiti saranno sezionabili al fine di effettuare la manutenzione elettrica. A tal scopo l'elevato sezionamento dei circuiti utilizzatori garantisce la possibilità di operare senza produrre eccessivi disservizi all'impianto.

Il sezionamento viene effettuato sui conduttori attivi (quindi neutro compreso), mentre non è installato alcun sezionamento sul conduttore di protezione.

Non sono stati installati fusibili sul neutro.

L'interruzione per manutenzione non elettrica è assicurata dai medesimi dispositivi per l'interruzione per manutenzione elettrica.

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

I comandi funzionali sono realizzati mediante contattori sulla linea sulla linea di alimentazione, i quali agiscono su tutti i conduttori attivi; in ogni caso i dispositivi di comando unipolare diretto sulla linea di alimentazione, utilizzati per i punti luce, sono in sovrapposizione, a solo scopo funzionale, agli interruttori bipolari di sezionamento del circuito su quadro.

### 5.2.9. COORDINAMENTO TRA DIVERSI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

E' stato verificato, per rendere minime le cause di disservizio sulle utenze, che sussistano le condizioni di selettività tra differenti dispositivi di protezione.

In particolare:

- sussiste selettività ampermetrica fra le apparecchiature magnetotermiche automatiche istantanee in cascata: il primo interruttore a dover intervenire è pertanto quello immediatamente a monte del sovraccarico o del cortocircuito;
- sussiste selettività ampermetrica e cronometrica fra i diversi dispositivi differenziali in cascata.

### 5.2.10. CADUTE DI TENSIONE MASSIME

La differenza fra tensione all'origine dell'impianto e la tensione che si riscontra in qualsiasi punto degli impianti, quando sono inseriti tutti gli utilizzatori ammessi a funzionare contemporaneamente e quando la tensione all'origine dell'impianto sotto misura rimanga costante, non deve superare il 4% a norma di quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8 Art. 525.

Cadute di tensione più elevate possono essere ammesse per i motori durante i periodi di avviamento, o per altri componenti elettrici che richiedano assorbimenti di corrente più elevati.

In ogni caso eventuali difformità rispetto ai valori elencati sopra dovranno essere comunicate alla D.L. che potrà esprimere parere favorevole o contrario all'idoneità dell'installazione.

### 5.2.11. DENSITÀ MASSIMA DI CORRENTE

Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle anzidette massime cadute di tensione ammesse nei circuiti, per i conduttori di tutti gli impianti alimentati a piena tensione normale della rete B.T., la massima densità di corrente ammessa non deve superare il 70% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL in vigore. Per le linee principali di alimentazione, la massima densità di corrente ammessa non deve superare l'80% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL in vigore.

### 5.2.12. SEPARAZIONE DEI CIRCUITI

Dovrà essere garantita la separazione dei conduttori a differenti livelli di tensione (la separazione si intende garantita anche in presenza di cavi a doppio isolamento) all'interno dei quadri ed ad eventuali organi di comando o misura esterni.

### 5.2.13. MESSA A TERRA E CONDUTTORI DI PROTEZIONE

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

L'impianto di terra sarà realizzato mediante dispersori a picchetto interconnessi mediante corda di rame nudo da 35 mm<sup>2</sup>. Il conduttore di terra sarà poi collegato al collettore principale installato nel quadro elettrico generale.

Sul *collettore principale di terra* i terminali imbullonati sono ispezionabili e possono essere disconnessi permettendo di eseguire una misura della resistenza globale di terra.

La sezione del *conduttore di protezione* (PE) deve risultare conforme a quanto prescritto nella sezione 543 della Norma CEI 64-8 come indicato di seguito:

- la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:
  - 2,5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica;
  - 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica.

La sezione del conduttore deve rispettare inoltre i valori riportati in Tabella B11:

*Tabella B11 - Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase corrispondente*

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto $S$ (mm <sup>2</sup> )	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

I valori della Tabella sono validi soltanto se i conduttori di protezione sono costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase.

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

Quando il conduttore di protezione risulta comune a più circuiti, la sua sezione deve essere calcolata in funzione del conduttore di fase avente sezione maggiore.

- Nel caso in cui le sezioni dei conduttori di protezione risultino inferiori ai valori riportati nella Tabella è necessario effettuare la verifica all'impulso termico utilizzando la seguente formula:

$$S_p = \sqrt{(I^2 \cdot t)/K}$$

dove:

$S_p$ : sezione del conduttore di protezione ( $\text{mm}^2$ );

$I$ : valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);

$t$ : Tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);

$K$ : fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali.

Nell'impianto in oggetto sono stati adottati i sopracitati criteri per il dimensionamento dei conduttori di protezione, adottando quando possibile il dimensionamento standard nel rispetto dei limiti fissati per la minima sezione agli effetti meccanici, ricorrendo invece al calcolo dell'impulso termico unicamente per le situazioni in cui le maggiori dimensioni dei PE o particolari condizioni di installazione consigliassero valori di sezione del PE inferiori a quanto determinato dalla precedente tabella.

Agli effetti del calcolo di cui sopra, i valori da assumere per il coefficiente  $K$  in funzione del tipo di isolamento del conduttore di protezione e della costituzione del PE stesso, con riferimento alle condizioni di smaltimento termico, sono quelli fissati dalle tabelle 54B, 54C, 54D e 54E della Norma CEI 64-8.

Come conduttori di protezione sono stati utilizzati esclusivamente cavi esplicitamente dedicati e contrassegnati con colorazione giallo-verde con fascettatura terminale per i tratti in rame nudo. Tutte le connessioni verranno eseguite in cassette di ispezione in modo che possano essere verificabili in qualunque momento

Il dimensionamento dei **conduttori equipotenziali** è stato effettuato conformemente a quanto individuato nella sezione 547 ed in particolare:

1. i **conduttori equipotenziali principali** destinati a connettere al collettore principale di terra le masse estranee in ingresso all'unità servita dagli impianti di cui si tratta (tubazioni metalliche collegate nel punto di uscita dal terreno) presentano sezione pari ad almeno la metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata, con un minimo di 6  $\text{mm}^2$  e sono costituiti da conduttori in rame isolati giallo-verde;

## Relazione Tecnica Impianti Elettrici

2. i **conduttori equipotenziali supplementari** (eventualmente presenti) di collegamento delle masse estranee presentano sezione non inferiore al 50% di quella del maggiore conduttore di PE di collegamento delle masse.

Tutti i materiali dell'impianto di terra sono tali da assicurare una efficienza duratura nel tempo in relazione alle azioni di deperimento legate alle condizioni ambientali dei vari componenti, sono stati dimensionati in modo tale che l'impulso termico provocato dalle eventuali correnti di guasto sia limitato al di sotto dei valori tollerabili in modo da non arrecare danno ai componenti ed alle giunzioni in modo particolare.

### 6. CONCLUSIONI

Il progetto è stato realizzato conformemente alle dispersive legislative e normative richiamate nella presente relazione tecnica in vigore alla data di stesura della presente relazione tecnica di progetto.

Reggio Emilia , 25 Ottobre 2013

Il progettista

### ALLEGATI

RELAZIONE DI CALCOLO LINEE E CAVI

CALCOLO ILLUMINOTECNICO

RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE