



Provincia di MASSA CARRARA
COMUNE DI CARRARA

Lavoro:

Progetto esecutivo relativo ai lavori di riqualificazione dell'ex Capannone C.A.T., sito a Carrara (MS) in via Giovan Pietro, località Avenza, sulla proprietà individuata catastalmente al Foglio 81, Mappale 314.

CUP: F81B17000260001 – CIG: Z07215E44A

Determinazione Dirigenziale n. 332 del 29 Dicembre 2017

Committente:

Comune di Carrara

Piazza 2 Giugno n. 1 - 54033 Carrara (MS)

Oggetto:

Ex Capannone C.A.T.

PROGETTO ESECUTIVO

ALLEGATO 01E I.E.

Relazione impianto elettrico

(D.P.R. 05 ottobre 2010, n. 207)

Il Progettista:		Firma:
Pier Luigi Pucci	Ingegnere Albo della Provincia di MS n. 337	
Via Marina Vecchia n. 175 – 54100 Massa (MS) – Tel/Fax 0585-858224 – E-mail: pierluigi.pucci@email.it		
Collaboratore: Luciano Sella – Architetto - Albo della Provincia di SP n. 262		
		Data: Agosto 2018

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. IMPIANTI ESISTENTI	3
3. DESCRIZIONE GENERALE IMPIANTI.....	3
Classificazione in base alla tensione di alimentazione	4
4. APPARECCHIATURE DI COMANDO E MISURE DI PROTEZIONE	4
Prescrizioni tecniche	4
Caratteristiche tecniche degli impianti.....	4
Quadri secondari elettrici di distribuzione	5
Protezione contro sovraccarico e cortocircuito	5
Protezione contro i contatti diretti.....	6
Protezione contro i contatti indiretti	6
5. CANALIZZAZIONI.....	6
Condutture-caratteristiche principali.....	6
Linee di distribuzione primaria e derivazioni all'interno.....	7
Tubi protettivi, percorso tubazioni, cassette di derivazione.....	7
Numero massimo di cavi unipolari da introdurre in tubi protettivi	8
6. CONDUTTORI.....	8
7. MATERIALI ED APPARECCHI.....	9
Impianto di illuminazione-Prescrizioni comuni.....	9
Impianti di illuminazione esterni	9
Illuminazione di sicurezza	9
Prese di servizio	10
8. LOCALI CONTENENTI BAGNI O DOCCE	10
9. IMPIANTO DI TERRA	12
10. CADUTA DI TENSIONE	14
11. VARIANTI IN CORSO D'OPERA.....	14
12. VERIFICA FINALE DELL'IMPIANTO.....	14
13. PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE	14
ELENCO ALLEGATI.....	16

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica ha per oggetto l'esecuzione dell'impianto elettrico relativo alla riqualificazione dei locali destinati alle attività di protezione civile all'interno del complesso denominato Ex Capannone CAT in Avenza.

Fanno parte del progetto:

-lo schema topografico con la disposizione in pianta dei principali dispositivi elettrici e dell'impianto di terra.

-lo schema unifilare dei quadri di distribuzione con i dispositivi di comando e di protezione, la valutazione dei carichi e la sezione delle linee di alimentazione.

L'impianto è a servizio dalla porzione di immobile individuata in planimetria costituita da uffici, sala riunioni e zona ristoro con fornitura di energia da parte dell'Enel, con potenza installata di 35 Kw a 400 V e frequenza di 50 Hz, il valore presunto della corrente di corto circuito in tale punto è di 10 KA.

Essendo la fornitura in bassa tensione e sviluppando un impianto di terra ad uso esclusivo il sistema di distribuzione è classificato TT di prima categoria.

I contatori Enel sono installati con modalità ed in luogo approvati da parte dell'Ente.

La progettazione dell'impianto elettrico viene eseguita in conformità delle Norme CEI 64-8, CEI 81-3 e del DLgs 81/2008.

2. IMPIANTI ESISTENTI

Gli impianti elettrici esistenti saranno disalimentati e rimossi per consentire la posa dei nuovi cavidotti, delle nuove linee, dei quadri e degli organi comando

3. DESCRIZIONE GENERALE IMPIANTI

La potenza richiesta per la singola fornitura per l'esercizio sarà 35,0 kW; la fornitura, considerata la disponibilità dell'ENEL, sarà in B.T.

La distribuzione generale dell'impianto elettrico avverrà dal quadro di distribuzione posto a valle del punto di consegna ENEL nei locali oggetto di intervento

Gli impianti saranno sezionabili in modo da facilitare l'individuazione dei guasti e rendere più agevole l'intervento.

Per quanto riguarda la selettività saranno rispettate le seguenti condizioni:

- di tipo differenziale almeno su due livelli; differenziali selettivi e differenziali istantanei;
- di corto circuito almeno su due livelli;

Classificazione in base alla tensione di alimentazione

Sistema di prima categoria a tensione nominale non superiore a 1.000 V 50Hz

Tensione di esercizio 400V potenza utilizzata 35,0 kW in B.T. sistema trifase TT.

4. APPARECCHIATURE DI COMANDO E MISURE DI PROTEZIONE

Prescrizioni tecniche

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte, conformemente alle prescrizioni della legge 1° marzo 1968, n. 186, del D.M. 37/2008 e successive modifiche e integrazioni.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto e in particolare essere conformi:

- Alle prescrizioni delle Autorità Locali (A.S.L., VV.F. ecc.);
- Alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda distributrice dell'energia elettrica;
- Alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda che effettua il servizio telefonico;
- Alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- Norme di prevenzione incendi di cui al DM 16/2/82;
- Legge del 01-03-1968 n° 186;
- DM 37/2008: Norme per la sicurezza degli impianti;
- Decreto Legislativo 81/2008 sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- Norma CEI 64-8 VII Ed.: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI 64-8/7 VII Ed.: Impianti elettrici in ambienti e applicazioni particolari;
- Norma CEI 3-23: Segni grafici per schemi - Schemi e piani d'installazione architettonici e topografici;
- Norma CEI UNEL 35024: Portata di corrente in regime permanente dei cavi;
- Norma CEI 17-13/1: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT);
- Norma CEI 23-51: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT).

Al fine dell'eliminazione delle barriere architettoniche, nella realizzazione degli impianti relativi alle zone accessibili ai disabili, le apparecchiature di comando, prese, segnalazioni ecc. dovranno essere installate nel pieno rispetto delle direttive di cui alla Legge 09-01-1989 n.13, D.M. 14-06-1989 n.236 e successive.

Caratteristiche tecniche degli impianti

Le caratteristiche della fornitura saranno le seguenti:

- a) Sistema di distribuzione adottato secondo il modo di collegamento a terra: tipo **TT**
- b) Alimentazione dell'impianto da rete ENEL: **$V_n = 400V$**

c) Potenza contrattuale: **35,0 kW Trifase**

d) Corrente I_{cc} presunta nel punto di consegna dell'energia: **$I_{cc} \leq 10$ kA**

Quadri secondari elettrici di distribuzione

All'interno del fabbricato sono installati i quadri generale di distribuzione per i singoli ambienti. Tutte le apparecchiature di comando e di protezione delle linee elettriche in partenza saranno del tipo a frutti modulari fissati a scatto su barre di supporto ed inseriti in quadri di PVC autoestinguente conformi alla Norma CEI 23-49.

I quadri dovranno essere conformi a quanto specificato dalla Norma CEI 23-51 e risponderanno inoltre ai seguenti requisiti:

- a) dimensioni di massima (HxLxP) adeguate a garantire una disposizione logica ed ordinata delle apparecchiature. Dovrà essere disponibile uno spazio non inferiore al 30% di quello occupato per un possibile ampliamento;
- b) strutture in pvc;
- c) porta frontale munita di apposito congegno di chiusura;
- d) involucro esterno con grado di protezione min. IP44;
- e) cablaggio del quadro realizzato nel modo seguente:
 - le apparecchiature installate saranno di tipo modulare fissate su guida DIN;
 - le stesse saranno accessibili per mezzo di feritoie sulle pannellature interne atte a garantire un grado di protezione IP30;
 - le pannellature interne potranno essere rimosse solo con attrezzo;
 - le apparecchiature saranno identificabili per mezzo di targhette segnaletiche inalterabili nel tempo poste nel pannello frontale che sul retro quadro.
Le indicazioni sul retro quadro potranno essere costituite dai numeri che identificano gli interruttori sui rispettivi schemi elettrici;
 - i cablaggi interni dovranno essere eseguiti con conduttori non propaganti l'incendio conformi alle Norme CEI 20-22 II;
 - all'interno del quadro o nelle sue immediate vicinanze sarà previsto un nodo collettore al quale verranno collegati il conduttore di terra, i conduttori protezione e gli eventuali conduttori equipotenziali.

Protezione contro sovraccarico e cortocircuito

La protezione dei cavi sarà assicurata dal coordinamento con interruttore magnetotermico, le tarature sono indicate negli schemi allegati. Il calcolo della protezione è stato condotto in conformità alla Norma CEI 64-8 VII edizione capitolo 43 nonché alla Norma NFC 15-100 per cui le tarature delle protezioni sono coordinate con le lunghezze massime dei cavi affinché un guasto in qualsiasi punto della conduttura sia in grado di far intervenire l'interruttore evitando che l'energia del guasto superi quella ammessa per il cavo in relazione alle condizioni di posa ed al tipo di isolamento .

La protezione dei circuiti contro il sovraccarico ed il corto circuito sarà assicurata da interruttori automatici magnetotermici di tipo modulare posti nei quadri elettrici a monte delle linee in partenza.

Per ogni linea verranno verificate le seguenti relazioni:

$$I_b < I_n < I_z \quad ; \quad I_f \leq 1,45 I_z \quad ; \quad I^2 t < K^2 S^2$$

con I_b corrente normalmente assorbita dal carico alimentato dalla linea

I_n corrente di intervento nominale del dispositivo magnetotermico

I_z corrente massima sopportabile dal cavo in funzione della temperatura ambiente, del tipo di isolante e del tipo di posa secondo le tabelle CEI-UNEL.

I_f corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione

$I^2 t$ energia specifica passante dall'interruttore magnetotermico durante il transitorio di apertura

$K^2 S^2$ energia massima sopportabile dal cavo

Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti ed indiretti verrà realizzata con la segregazione in appositi contenitori delle parti in tensione e con la messa a terra delle macchine elettriche e delle parti metalliche che per difetto di isolamento possono andare in tensione e con l'impiego di interruttori automatici differenziali ad alta sensibilità.

La protezione dai contatti diretti non sarà in nessun caso affidata alla sola interruzione automatica dell'alimentazione tramite interruttori automatici differenziali.

Non dovranno essere presenti a vista cavi dotati di isolamento che non sia doppio.

In ogni caso i cavi saranno posati in zone non soggette ad urti.

Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione.

La protezione sarà assicurata mediante involucri o barriere con grado di protezione minimo **IPXXB** (il dito di prova non deve toccare le parti attive).

Per superfici superiori orizzontali di involucri o barriere poste a portata di mano, il grado di protezione minimo dovrà essere **IPXXD** (il filo di prova del diametro di 1 mm non deve toccare parti in tensione).

La rimozione e/o l'apertura di parti di involucri o barriere richiederà l'uso di chiavi o attrezzi.

Dovranno essere accertate le distanze di sicurezza previste dalla norma ed il grado di protezione degli involucri atti ad evitare i contatti diretti con le parti attive degli impianti. Le custodie, ove necessario sono apribili mediante l'uso di attrezzi. Il grado di protezione minimo sarà IP4X.

Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata da interruttori automatici magnetotermici differenziali che coordinati con l'impianto di terra garantiscono una tensione di contatto non superiore a 50 V in c.a.

5. CANALIZZAZIONI

Condutture-caratteristiche principali

Le linee da installare dovranno essere rispondenti alle caratteristiche sotto elencate:

- a) i conduttori saranno di tipo non propagante l'incendio conformi alle Norme CEI 20-22 II;

- b) i cavi multipolari se posati a vista fino ad un'altezza di metri 2,5 dal piano di calpestio dovranno essere protetti da urti e sollecitazioni meccaniche tramite canale in metallo e/o tubi di PVC, tipo autoestinguente, serie pesante marchiati IMQ (o certificazione del costruttore);
- c) i cavi per posa interrata dovranno avere un rapporto $U_0/U = 0,6/1$ kV tipo FG16(O)R16 secondo regolamento CPR posati in tubazione di adeguato diametro ed adeguato grado di resistenza meccanica, in funzione al tipo di sollecitazioni cui possono essere sottoposti, posati in conformità della norma CEI 11-17;
- d) saranno rispettate le colorazioni giallo-verde per il conduttore di terra, blu chiaro per il neutro ed i restanti colori per i conduttori di fase (CEI 64-8 art. 514.3.1 art. 514.3.2 e tabelle UNEL 00722-87);
- e) tutte le linee saranno protette all'origine da sovraccarichi e cortocircuiti;
- f) le giunzioni e/o derivazioni dei conduttori saranno effettuate mediante appositi morsetti, senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti attive scoperte; le giunzioni e/o derivazioni dovranno essere effettuate entro cassette o scatole di derivazione con grado di protezione minimo come previsto nei vari locali e/o ambienti.
È consigliabile che i conduttori e le giunzioni, posti all'interno delle cassette, non occupino più del 50% del volume interno alle cassette stesse.
La conducibilità, l'isolamento e la sicurezza dell'impianto non saranno alterate da tali giunzioni.

Linee di distribuzione primaria e derivazioni all'interno

Le linee per l'adduzione elettrica ai quadri di zona (dorsali) e le linee di derivazione (circuiti terminali) potranno essere realizzate nei seguenti modi:

posa interrata

- ◆ cavo unipolare/multipolare in rame, isolamento *classe II* FG16(O)R16 secondo regolamento CPR posato in cavidotti in PVC corrugato a doppia parete serie pesante avente resistenza allo schiacciamento pari almeno a 750 Newton, conformemente alla Norma CEI 23-14 ($h = -0,5$ m);

posa non interrata

- ◆ cavo in rame, doppio isolamento, tipo FG16(O)R16 secondo regolamento CPR se posate a vista o in cavidotti senza particolari requisiti purché sia mantenuto il grado di protezione minimo richiesto in ingresso e uscita dalle scatole di derivazione, quadri, apparecchiature ecc. (vedasi requisiti particolari circa il grado di protezione per installazioni nei vari ambienti);
- ◆ cavi unipolari in rame, isolamento PVC, tipo FS17 secondo regolamento CPR, posati in cavidotti con grado di protezione idoneo al tipo di installazione (vedasi requisiti particolari circa il grado di protezione per installazioni nei vari ambienti)

Tubi protettivi, percorso tubazioni, cassette di derivazione

La distribuzione negli ambienti sarà realizzata mediante cavidotto sottotraccia

- il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti.
- il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi o il tubo. Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 10 mm;
- il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere

effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e pregiudichino la sfilabilità dei cavi;

- a ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, a ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione;
- le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsetterie. Dette cassette devono essere costruite in modo tale che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;
- qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate.

Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non per mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella A.

Tabella A

Numero massimo di cavi unipolari da introdurre in tubi protettivi
(i numeri fra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

diametro esterno / diametro interno [mm]	sezione dei conduttori [mm ²]								
	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
12/8,5	(4)	(4)	(2)						
14/10	(7)	(4)	(3)	2					
16/11,7			(4)	4	2				
20/15,5			(9)	7	4	4	2		
25/19,8			(12)	9	7	7	4	2	
32/26,4					12	9	7	5	3

6. CONDUTTORI

I conduttori saranno in rame con classe di prestazione CPR C_{ca} –s3, d1, a3. Il tipo FS17 (U/U_o pari a 450/750 V) verrà utilizzato per l'intera installazione. Per la posa interrata in esterni si userà il tipo FG16O-R16 (U/U_o pari a 600/1000 V).

I conduttori a diversa tensione raggruppati in una sola canalizzazione dovranno avere un isolamento adeguato alla tensione di esercizio più elevata.

La linea citofonica SELV avrà canalizzazioni e scatole proprie.

La sezione minima dei conduttori di potenza sarà di 1,5 mm².

I conduttori avranno le seguenti colorazioni:

fase colore nero-marrone-grigio (consigliato il colore nero);
neutro colore blu chiaro;
protezione giallo-verde;
gli eventuali circuiti ausiliari colore rosso (CEI 64-8 art. 514.3.1 art. 514.3.2 e tabelle UNEL 00722-87) .

7. MATERIALI ED APPARECCHI

Il materiale elettrico impiegato sarà preferibilmente del tipo approvato dal Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e comunque recante la marcatura CE.

Le macchine rotanti dovranno rispondere alla vigente norma CEI 2-3 e le custodie delle morsettiere avranno un grado di protezione adatto all'ambiente di installazione.

Impianto di illuminazione-Prescrizioni comuni

L'illuminazione dei vari locali sarà realizzata con apparecchi di illuminazione adatti al tipo e luogo di installazione.

Gli apparecchi saranno dotati di schermi con il compito di protezione e/o chiusura e saranno di tipo a flusso luminoso diretto per un migliore sfruttamento della luce emessa dalle lampade.

Il comando funzionale dei vari punti luce sarà realizzato per mezzo di interruttori, interruttori a pulsante, deviatori ecc. ubicati a portata di mano nelle immediate vicinanze degli impianti comandati.

I requisiti dei comandi funzionali dovranno essere conformi alla Norma CEI 64-8/4 sez. 465.

L'illuminazione dei locali potrà essere realizzata con plafoniere vista installate a soffitto e/o parete, disposte in modo da garantire l'uniformità di illuminamento su tutta la superficie.

Ogni locale dovrà essere illuminato in base alle esigenze di utilizzo mediante corpi illuminanti adatti allo scopo.

Per la tipologia e la posizione degli apparecchi di illuminazione e per i circuiti di alimentazione, sarà fatto riferimento alle planimetrie ed agli schemi quadro in allegato.

Impianti di illuminazione esterni

I componenti impiegati nella realizzazione, destinati a servire le aree esterne, nonché le lampade e gli accessori necessari dovranno essere protetti contro la pioggia, l'umidità e la polvere. Tali componenti avranno almeno grado di protezione IP55 min.

Per la tipologia e la posizione degli apparecchi di illuminazione e per i circuiti di alimentazione , sarà fatto riferimento alle planimetrie ed agli schemi quadro in allegato.

Illuminazione di sicurezza

In prossimità del quadro generale e delle uscite di emergenza sarà installata una plafoniera autoalimentata equipaggiata con LED ad alta efficienza (900 Lm) di autonomia minima di ore 2 (due) e dispositivo di carica degli accumulatori tale da consentirne la ricarica entro 12 ore.

L'intervento dell'illuminazione di sicurezza dovrà essere automatico ad interruzione breve $t_i \leq 0,5$ secondi.

Gli apparecchi di illuminazione autonomi saranno posti in modo tale da garantire l'illuminamento minimo necessario ad individuare eventuali ostacoli e/o pericoli posti lungo le vie.

Per la tipologia e la posizione degli apparecchi di illuminazione e per i circuiti di alimentazione, sarà fatto riferimento alle planimetrie ed agli schemi quadro in allegato.

Prese di servizio

Nei locali "ordinari" saranno installate delle prese 10/16A (tipo civile o similare).

Tali prese saranno protette da specifici interruttori magnetotermico differenziale ubicati nei quadri di distribuzione.

Dovrà essere usata una serie componibile costruita secondo le norme CEI 23-5 23-9 23-16 ed in possesso del marchio IMQ.

Detta serie dovrà consentire l'installazione di almeno tre frutti nella scatola rettangolare normalizzata e permettere il fissaggio rapido dei frutti medesimi, rimozione con l'attrezzo, fissaggio alle scatole per mezzo di viti e fissaggio delle placche a pressione o con viti.

La serie dovrà prevedere interruttori unipolari e bipolari, deviatori invertitori, pulsanti prese a spina 10A, prese a spina 16A, prese a spina 10 16 UNEL (47158-64), interruttori automatici fino 16A (CEI 23-3), prese TV, segnalazioni ottiche e acustiche. Le prese a spina dovranno avere una protezione contro i contatti diretti.

8. LOCALI CONTENENTI BAGNI O DOCCE

All'interno dei servizi igienici l'impianto elettrico verrà realizzato in conformità alle norme CEI 64/8 e tutti i componenti elettrici verranno ubicati alle prescritte distanze di sicurezza dalla doccia o dalla vasca.

Le seguenti prescrizioni saranno applicate alle vasche da bagno, ai piatti doccia e alle loro zone circostanti dove il rischio relativo ai contatti elettrici è aumentato dalla riduzione della resistenza del corpo e dal contatto del corpo con il potenziale di terra.

Le norme CEI 64-8/7 dividono in quattro zone il locale contenente i bagni o docce.

La zona zero è il volume interno alla vasca o al piatto doccia.

La zona 1 è delimitata dalle superficie circoscritte alla vasca o al piatto doccia o, in assenza del piatto doccia, dalla superficie verticale posta a 1,2 m dal soffione della doccia; dal pavimento; e dal piano orizzontale situato a 2,25 m al di sopra del pavimento.

La zona 2 è il volume delimitato dalla superficie verticale della zona 1; dalla superficie verticale situata a 1,2 m dalla superficie precedente e parallela ad essa; dal pavimento; e dal piano situato a 2,25 m sopra il pavimento.

Infine la zona 3 che è delimitata dalla superficie verticale esterna della zona 2; dalla superficie verticale situata a 2,40 m dalla superficie precedente e parallela ad essa; dal pavimento; e dal piano situato a 2,25 m sopra il pavimento.

Nella zona 0 non dovranno essere installati dispositivi e apparecchi elettrici.

Nella zona 1 potranno essere installati scaldi acqua.

Nella zona 2 non dovranno essere installati dispositivi di protezione, sezionamento e comando; tranne apparecchi di illuminazione di classe 1 o 2 e apparecchi di riscaldamento di classe 1 o 2.

Nella zona tre prese a spina, interruttore ed altri apparecchi di comando sono ammessi solo se la protezione è ottenuta mediante interruzione automatica dell'alimentazione, usando un interruttore differenziale da 0,03A.

Nelle zone 1,2 e 3 saranno ammessi tiranti isolanti per azionare interruttori, pulsanti, del tipo con azionamento a mezzo di tiranti, a condizione che tali interruttori soddisfino le prescrizioni della NORME CEI 23-9.

I componenti elettrici dovranno inoltre avere almeno i seguenti gradi di protezione:

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Grado di protezione	IPX4	IPX4	IPX1
Dispositivi di comando, protezione, etc.	-Ammessi interruttori di circuiti SELV	-Ammessi interruttori di circuiti SELV	Ammessi purché protetti con interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$
Apparecchi utilizzatori	Ammessi: -Apparecchi fissi SELV -Scaldacqua	Ammessi oltre a quelli della zona 1: -Apparecchi illuminanti, di riscaldamento, unità per idromas-saggio di classe II o di classe I, con interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$	
Prese a spina	Vietate	Ammesse prese per rasoi elettrici con proprio trasformatore di isolamento classe II incorporato	Ammesse purché protette con interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$
Condutture elettriche (eccetto quelle incassate a profondità superiore a 5 cm.)	Limitatamente a quelle che alimentano apparecchi posti nelle zone 1 e 2. Isolamento corrispondente alla classe II e senza tubazioni metalliche.		Nessuna limitazione (regole generali)
Collegamento equipotenziale supplementare	Richiesto	Richiesto	Richiesto

9. IMPIANTO DI TERRA

Per quanto riguarda l'impianto di terra, esso verrà realizzato tramite dispersori di acciaio zincato, del tipo a croce, completi di morsetto, di lunghezza 1,50 m collocati in appositi pozzetti ispezionabili e collegati tra di loro da un conduttore di terra in corda di rame rivestita in PVC giallo-verde da 16 mm². Tale impianto sarà ricollegato all'esistente impianto di terra dell'immobile in modo da realizzare l'equipotenzialità dell'intera struttura

L'impianto comprenderà:

- il collettore generale (o nodo)
- i conduttori di protezione
- gli eventuali conduttori equipotenziali

Il collettore generale di terra sarà realizzato mediante barra in rame, ubicata all'interno dei quadri di distribuzione, o nelle immediate vicinanze, alla quale faranno capo i conduttori di protezione e gli eventuali conduttori equipotenziali.

Il conduttore di protezione di colore giallo verde dovrà avere sezione uguale a quella del conduttore di fase per sezioni fino a 16 mm².

Il conduttore di protezione di colore giallo verde verrà fatto correre negli stessi tubi del rispettivo conduttore di fase. Con tale conduttore di sezione uguale al rispettivo conduttore di fase verranno collegati i poli di terra delle prese, dei corpi illuminanti, delle macchine ecc.

Nel caso in cui il conduttore di protezione non faccia parte della conduttura di alimentazione la rispettiva sezione non dovrà essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm² se prevista una protezione meccanica
- 4 mm² se non è prevista alcuna protezione meccanica

In ogni caso la sezione dei conduttori sopra citati dovrà essere conforme alla tabella **54.F** della Norma CEI 64-8/5 art. 543.1.2 di seguito riportata:

TABELLA 54.F - Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto S (mm ²)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione S_p (mm ²)
$S \leq 16$ $16 < S < 35$ $S > 35$	$S_p = S$ 16 $S_p = \frac{1}{2} S$

In presenza di masse estranee (tubazioni conduttrici per H₂O, GAS ecc.) le stesse dovranno essere collegate, almeno in ingresso al fabbricato, al conduttore equipotenziale.

I conduttori "EQP" dovranno essere conformi a quanto prescritto all'articolo 547 della Norma CEI 64-8/5.

Le strutture metalliche che presentino una resistenza verso terra superiore a 1000 Ohm non saranno da considerarsi masse estranee.

Il valore della resistenza di terra dovrà essere tale da soddisfare la relazione $U_0 \leq R_A \times I_{dn}$ (Norme CEI 64-8/5 art. 413.1.4) dove U_0 è la tensione massima di contatto per guasto a terra, R_A è la somma delle resistenze dell'impianto di dispersione e dei conduttori di protezione, I_{dn} è la corrente nominale differenziale dell'interruttore meno sensibile ($I_{dn} \text{ max.} = 0.3 \text{ A}$).

Il valore di R_A è stimato inferiore a 166 Ω in modo che sia sempre soddisfatta la seguente relazione:

$$R_A \times I_a \leq 50$$

dove:

R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse

I_a è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione

Il valore della resistenza totale sarà il risultato del contributo dei diversi elementi del dispersore quali i picchetti verticali e le fondazioni, in particolare i contributi sono stati valutati considerando la resistività media del terreno di posa pari a 500 ohm x metro.

Da calcoli effettuati in base alla tipologia dell'impianto il valore di terra presunto R_t risulta essere di 10 ohm.

NB. Al termine dei lavori, prima della messa in tensione dell'impianto elettrico, dovrà essere testato il valore della resistenza dell'impianto di terra al fine di verificarne il coordinamento con le protezioni di tipo differenziale DPR 462/01.

In presenza di lavoratori subordinati (DPR 27-04-1955 n. 547 Art. 3 e s.m.i.) sarà cura del responsabile inoltrare domanda di omologazione del suddetto impianto alle autorità competenti per territorio.

10. CADUTA DI TENSIONE

La caduta di tensione in qualsiasi punto dell'impianto utilizzatore, con il carico ipotizzato in fase di progetto, sarà contenuta entro il 4% rispetto alla tensione nominale di consegna ENEL.

11. VARIANTI IN CORSO D'OPERA

Non saranno ammesse varianti al progetto se non preventivamente concordate con il progettista.

12. VERIFICA FINALE DELL'IMPIANTO

Dovranno essere eseguite, da parte della ditta installatrice, l'esame a vista e le varie prove previste dalle Norme CEI 64-8 parte 6 necessarie al rilascio della dichiarazione di conformità.

Al termine dei lavori la ditta installatrice dovrà rilasciare la "Dichiarazione di conformità" prevista all'art. 7 del D.M. 37/2008.

13. PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305 - 1 "Protezione contro il fulmine - Parte 1: Principi generali". Febbraio 2013;
- CEI EN 62305 - 2 "Protezione contro il fulmine - Parte 2: Valutazione del rischio". Febbraio 2013;
- CEI EN 62305 - 3 "Protezione contro il fulmine - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone". Febbraio 2013;
- CEI EN 62305 - 4 "Protezione contro il fulmine - Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture". Febbraio 2013.

I calcoli per la valutazione del rischio sono stati elaborati con il programma FLASH 4.1 edito dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)

1) Individuazione e ubicazione della struttura

L'edificio è composto da un blocco a pianta regolare di dimensioni 80 X 30 metri alto 12 metri

L'area di raccolta dei fulmini A_d e l'area di raccolta dei fulmini in prossimità calcolata per la struttura:

$$\begin{aligned}A_d &= 2130 \text{ m}^2 \\A_m &= 832398 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Il fattore di posizione C_d è determinato in relazione alla topografia della zona e degli oggetti circostanti alla struttura; Secondo la tabella A.2 della norma CEI 81-10/2 la struttura circondata da oggetti di altezza più elevata:

$$C_d = 0,25$$

Il valore di densità di fulmini al suolo per la ubicazione della struttura è:

$$N_g = 3,15 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

2) Calcolo del numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura N_d

la frequenza media N_d di fulmini che colpiscono direttamente la struttura viene valutata con la seguente formula :

$$N_d = N_g \times C_d \times A_d \times 10^{-6} \text{ [fulmini/anno]}$$

$$N_d = 0,011 \text{ [fulmini/anno]}$$

3) Valutazione del rischio di perdita di vite umane

I tipici valori di rischio tollerabile R_{t1} riguardanti la perdita di vite umane o danni permanenti sono riportati nella tabella 7 della norma CEI 81-10/2

$$R_{t1} = 0,00001 \text{ [1/anno]}$$

Confrontiamo il valore di rischio totale R elaborato con il programma FLASH Ver. 2.0 con il valore di rischio tollerabile R_{t1}

$$R_{t1} = 1 \times 10^{-5} > R = 6 \times 10^{-6}$$

Poiché, per il rischio considerato, il rischio dovuto al fulmine non è superiore al valore di rischio tollerato, la protezione contro il fulmine della struttura non è necessaria. In definitiva, non è necessario realizzare alcun sistema di protezioni contro i fulmini per la struttura in questione in quanto il rischio dovuto al fulmine è già al di sotto del limite tollerato.

In altre parole, la struttura è da considerarsi AUTOPROTETTA.

Si prevede comunque l'adozione di un sistema di scaricatori di sovratensioni sulle linee elettriche entranti nell'edificio.

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

ELENCO ALLEGATI

- Elaborato grafico: Tav. 01E I.E. - Schemi impianto elettrico
- Elaborato grafico: Tav. 02E I.E. - Tavola unifilare quadri impianto elettrico