



COMUNE DI GELA

PROVINCIA DI CALTANISSETTA

APPALTO INTEGRATO DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE
LAVORI PER LA DECARBONIZZAZIONE DEL SISTEMA PORTUALE SICILIANO -
ELETTRIFICAZIONE DELLE BANCHINE - PORTO DI GELA - PROGRAMMA DI
INTERVENTI INFRASTRUTTURALI IN AMBITO PORTUALE SINERGICI E
COMPLEMENTARI AL PIANO DI RIPRESA E RESILIENZA PNRR,
MISSIONE 3, COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.1

CUP G31B21004610001 - CIG:B0B2669A49

DECARBONIZZAZIONE DEL SISTEMA PORTUALE SICILIANO PORTO ISOLA DI GELA (CL)

IL R.U.P.
Ing. Marco Brandaleone

IL Responsabile della
progettazione esecutiva
Ing. Salvatore Garzia

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

IL C.S.P.
Ing. Michele Migliaccio

ELABORATO		<i>Relazione tecnica impianti elettrici e speciali</i>
REV	DATA	AGGIORNAMENTO
00	FEBB 2025	PRIMA EMISSIONE

Esperto EGE e CAM
Ing. Leopoldo D'Auria

CATEGORIA PROGETTO	MISSIONE E OBIETTIVO	CODICE PROGETTO	LIVELLO DI PROGETTAZ.	DISCIPLINA	TIPO	N. ELABORATO
PNRR	3 - C2-1.1	IMN-01	PE	IE	R	01



S.T.A.R. CONSULTINGS s.r.l.
Service Technical Advanced Research
Architectural & Engineering Design

SEDE LEGALE: Viale Antonio Ciamarra, 259 - 00173 Roma (RM)
SEDE OPERATIVA 1: Via Pietro Nenni, 25 - 80018 Mugnano di Napoli (NA)
SEDE OPERATIVA 2: Via Cisanello, 38 - 56124 Pisa (PI)

Tel. 081 18370040 - Cell. 3513120096
e-mail : info@starconsultingsrl.com
site: www.starconsultingsrls.com
P.IVA: 09054841219



IMPRESE AGGIUDICATARIE

Consorzio Stabile
San Pietro

INDICE

Oggetto del lavoro.....	2
Requisiti di progetto.....	2
Dati tecnici di progetto.....	3
<i>Alimentazione ed esercizio:</i>	3
<i>Classificazione dei luoghi:</i>	3
<i>Adempimenti legislativi e tecnici di riferimento:</i>	4
Interventi di progetto.....	6
<i>Trasformatori:</i>	6
<i>Celle di Media Tensione - Protezioni:</i>	7
<i>Quadri elettrici di Bassa Tensione:</i>	8
<i>Cavi e condutture elettriche:</i>	8
<i>Impianto di terra:</i>	10
<i>Impianto di illuminazione:</i>	11
Misure di protezione.....	11
<i>Misure di protezione contro i contatti diretti:</i>	11
<i>Misure di protezione contro i contatti indiretti:</i>	12
<i>Prescrizioni relative agli impianti:</i>	13
<i>Prevenzione degli incendi:</i>	14
Cenni sui criteri di dimensionamento degli impianti.....	15

Oggetto del lavoro

La presente relazione viene redatta allo scopo di illustrare le scelte funzionali, le metodologie di calcolo, gli interventi necessari e le modalità operative relativi alla realizzazione di un sistema di alimentazione a terra per imbarcazioni.

Gli interventi saranno effettuati all'interno di una area portuale e riguarderanno sia l'area di banchina, ove sarà presente l'allaccio alla rete MT a 20 kV, sia il pontile di attracco delle navi cisterna.

Requisiti di progetto

All'interno della porzione di area portuale oggetto di intervento non sono attualmente presenti cabine elettriche e componenti di protezione MT, trasformazione e distribuzione BT.

Gli impianti elettrici avranno origine dal punto di consegna MT all'interno dell'area portuale e provvederanno ad alimentare dei carichi di entità modesta in bassa tensione e una linea di media tensione 6,6 kV destinata al collegamento elettrico delle navi cisterna attraccate in banchina.

Trattandosi di alimentazioni che possono avvenire sia a 50 che a 60 Hz, sarà prevista l'installazione di un convertitore di frequenza in prossimità dell'allaccio, all'interno di cabina opportunamente predisposta, al quale sarà collegata l'imbarcazione mediante linea in cavo isolato al quadro di MT, come da schemi elettrici di progetto.

Dovrà pertanto essere prevista l'installazione di un trasformatore 20/6,6 kV, da posizionarsi all'esterno in prossimità della cabina "0" posta in banchina, dal quale si diramerà la linea di alimentazione del convertitore di frequenza previa interposizione di un quadro di protezione MT.

Saranno inoltre realizzati gli impianti elettrici di illuminazione, distribuzione forza motrice, impianti ausiliari, all'interno del locale cabina. Saranno infine posti in opera n. 2 quadri di bassa tensione di servizi ausiliari e di cabina, alimentati da due trasformatori 20/0,4 kV dedicati e posti all'interno delle cabine stesse.

Tutti gli impianti considerati sono soggetti ad obbligo di progetto da parte di un professionista per quanto previsto dal D.M. n. 37 del 22-01-2008, Art. 5. Sarà cura della Ditta Installatrice, al termine dei lavori di installazione dei nuovi impianti, rilasciare la dichiarazione di conformità dei lavori effettuati, previa verifica dell'efficienza e

funzionalità dell'impianto mediante l'esecuzione delle prove e verifiche iniziali.

Dati tecnici di progetto

Alimentazione ed esercizio:

- Il sistema elettrico in questione è di II categoria.
- Alimentazione trifase 20,0 kV L1-L2-L3, con prelievo da punto di consegna dell'Ente Distributore.
- Frequenza nominale di alimentazione 50 Hz.
- L'alimentazione dell'utenza principale (presa imbarcazioni) avviene con fornitura in media tensione fornita da cabina di trasformazione di proprietà privata. L'impianto di Media Tensione sarà trifase a neutro isolato.
- L'alimentazione delle altre utenze minori avviene con fornitura in bassa tensione fornita da cabina di trasformazione di proprietà privata. L'impianto di Bassa Tensione sarà trifase con neutro, derivato dal centro stella dei trasformatori collegato a terra, realizzando un sistema di distribuzione di tipo TN-S.
- La caduta di tensione massima ammissibile a carico nominale è fissata, come previsto dalle normative in materia, al limite del 4% della tensione nominale di esercizio, da valutare tra il punto di consegna e qualunque impianto utilizzatore.
- La potenza che sarà presumibilmente trasformata e distribuita dagli impianti oggetto del presente progetto sarà di circa 7,2 MW.

Classificazione dei luoghi:

In considerazione delle indicazioni ricevute dalla Committenza e dalla ditta incaricata della esecuzione delle opere, in relazione alla destinazione d'uso dagli stessi prevista per i locali in oggetto (Cabina elettrica di trasformazione), l'impianto elettrico sarà progettato al fine di garantire la massima sicurezza per persone e cose sia in condizioni ordinarie che particolari.

- In considerazione della precedente classificazione della struttura, delle dichiarazioni della committenza e delle situazioni oggettive di rischio presenti nel caso specifico, il locale di per sé può essere classificato come ordinario nei confronti dell'incendio. Gli impianti vengono comunque progettati seguendo le prescrizioni previ-

ste per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, in considerazione del fatto che la cabina in oggetto alimenta locali soggetti a tali tipologie di prescrizione e comunque per l'importanza "strategica" che gli impianti rivestono nell'ambito del traffico ferroviario.

- In considerazione della presenza di lavoratori dipendenti, o ad essi equiparati, all'interno dei locali in oggetto, gli stessi devono essere considerati "**ambienti di lavoro**" ed è pertanto richiesto il rispetto del D.M. n. 81/2008, che concerne la salute dei lavoratori nei luoghi di lavoro. Gli impianti saranno progettati conformemente a tale normativa, si raccomanda inoltre alla committenza il rispetto di quanto prescritto dal Decreto sopra menzionato anche per gli adempimenti che esulano dal presente progetto, ad esempio la denuncia dell'impianto di terra presso gli organi competenti, l'esecuzione di regolari verifiche e controlli sull'impianto elettrico, la valutazione dei rischi del lavoratore anche per quanto concerne il rischio elettrico e quanto altro prescritto dal menzionato Decreto.

Adempimenti legislativi e tecnici di riferimento

Tutta la documentazione di progetto viene redatta in conformità alla Guida CEI 0-2 – Definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.

La presente relazione individua inoltre le normative e le specifiche tecniche a cui l'impianto elettrico ottempererà in funzione della legislazione vigente in materia.

L'impianto provvederà all'alimentazione delle utenze previste e descritte negli elaborati grafici allegati ed in relazione alla situazione di progetto impostata.

Tutti i lavori saranno forniti completi in ogni loro parte, con tutte le apparecchiature ed accessori prescritti dalle norme vigenti o occorrenti per il corretto funzionamento.

L'esecuzione degli impianti è soggetta all'osservanza delle norme di seguito riportate:

- alle prescrizioni dei Vigili del Fuoco;
- alle prescrizioni ed indicazioni del Distributore dell'energia elettrica;
- alle delibere dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas (AEEG)
- alle norme per la prevenzioni degli infortuni sul lavoro;
- alle norme e raccomandazioni dell'ispettorato del Lavoro e dell'ISPESL;
- alle prescrizioni fornite dal committente;

- alle norme e disposizioni emanate dalla USL (Servizio di Igiene Pubblica e Territorio);
- alle prescrizioni delle autorità Comunali e/o Regionali.

Tra le principali leggi di riferimento si riportano nel seguito quelle di applicazione per il presente caso:

- D.M. n. 37/2008 – Disposizioni in materia di installazione degli impianti all'interno degli edifici
- D.Lgs n. 81/2008 – Testo unico per la sicurezza sui luoghi di lavoro
- Legge n. 186/1968 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici
- Legge 791/1977 – Garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
- D.P.R. n. 151/2011 - Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi

Tra le principali normative tecniche di riferimento si riportano nel seguito quelle applicabili per il presente caso:

- CEI 64-8 – Impianti elettrici utilizzatori a tensione inferiore a 1 kV c.a.
- CEI EN 61936-1 – Impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni
- CEI EN 50522 – Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV c.a.
- CEI 11-37 - Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV.
- CEI 64-14 – Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori
- CEI 0-16 V2 – Regola Tecnica per la connessione alle reti di Media Tensione
- CEI 23-51 – Quadri elettrici ad uso domestico e similare
- CEI EN 61439 – Quadri elettrici di bassa tensione
- CEI 20-40 – guida all'uso dei cavi di bassa tensione
- CEI 78-17 – Manutenzione delle cabine elettriche MT/BT di proprietà dell'utente finale
- CEI 0-15 – Manutenzione delle cabine elettriche MT/BT di proprietà dell'utente finale

- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 99-4 Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale
- UNI 12464 – Illuminazione di interni con luce artificiale

I materiali impiegati dovranno essere di buona qualità, intendendo con ciò che ogni componente dovrà presentare marcatura CE, e quelli per i quali è concesso l'uso del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) dovranno essere dotati di detto marchio, dovranno inoltre essere conformi alle prescrizioni del capitolato prestazionale che costituisce parte integrante del progetto.

Il rispetto delle norme sopra indicate è inteso nel senso più restrittivo, cioè non solo la realizzazione dell'impianto dovrà essere rispondente alle norme ma altresì ogni singolo componente dell'impianto stesso.

In relazione alla legge 1/3/1968 n. 186, che individua nelle norme CEI la regola dell'arte, ottemperando a tali norme si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, relativo alla situazione in oggetto.

Interventi di progetto

Gli interventi necessari consisteranno nella posa in opera di tutti gli impianti elettrici e speciali previsti dai documenti allegati e nel seguito descritti.

Trasformatori

Nell'ambito del presente progetto è prevista l'installazione di un trasformatore in olio 20/6,6 kV della potenza di 7,2 MVA, destinato all'abbassamento della media tensione al valore richiesto dalle specifiche di progetto.

Saranno inoltre installati due piccoli trasformatori MT/BT della potenza di 100 kVA ciascuno per l'alimentazione dei servizi delle due cabine.

Tutti i trasformatori saranno equipaggiati con centralina termometrica a tripla sonda e tripla soglia di intervento (preallarme-allarme-sgancio).

Celle di Media Tensione - Protezioni

Come è possibile dedurre dagli schemi unifilari della sezione di Media Tensione, il sistema di protezione di interfaccia sarà realizzato per mezzo di un relè elettronico a microprocessore a soglie programmabili (protezioni 50, 51, 51N1, 67N), mediante TA installati sulla linea in arrivo, ed agente sul dispositivo generale lato MT dell'impianto, rappresentato da un interruttore con contatti in gas SF6 di caratteristiche opportune.

Nello specifico, il progetto prevede l'installazione di tre quadri di MT nel seguito descritti.

- QMT1, destinato alla protezione generale in arrivo linea dallo stabilimento, alimentazione del trasformatore MT/MT e di quello MT/BT alla banchina
- QMT2, destinato alla protezione della linea MT 6,6 kV in uscita dal trasformatore e posto all'interno della cabina in banchina
- QMT3, posto nella cabina sul pontile e destinato alla protezione del convertitore di frequenza, del trasformatore servizi e di una eventuale connessione diretta dell'imbarcazione (50 Hz)

La scelta delle protezioni è stata effettuata inserendo a monte dell'impianto, come dispositivo generale (DG), un interruttore comandato da microcontrollore che fornisca una affidabilità maggiore relativamente ai tempi di intervento e alla gestione delle soglie, anche in conformità a quanto previsto dalla Norma CEI 0-16 relativa alle connessioni alla rete MT, mentre i singoli trasformatori sono stati protetti mediante IMS con fusibili in considerazione della semplicità costruttiva unita ad una estrema affidabilità di funzionamento che tale soluzione garantisce.

Il comando del DG da parte del relè a microprocessore avverrà in modalità “a lancio di corrente”.

La messa a terra e in cortocircuito sarà garantita per mezzo di sezionatori tripolari di tipo rotativo a commutazione rete/terra.

Tutte le celle dovranno essere equipaggiate con lampade spia di tipo capacitivo con la funzione di segnalazione presenza tensione.

Il sistema di protezioni di MT, nonché le protezioni generali di BT e gli accessi ai vani trasformatori, dovranno essere dotati di opportuni sistemi di interblocco a chiave che impediscano in ogni caso manovre errate, il tutto come da indicazioni degli schemi unifilari di progetto.

Nello specifico:

- l'accesso alla cella DG deve essere possibile solo con il sezionatore arrivo linea in

posizione “terra”

- il sezionatore di terra MT posto a valle di ciascun fusibile deve essere interbloccato con l'IMS del medesimo fusibile, che effettua anche la commutazione a terra (sezionatore a terra con IMS aperto).
- L'accesso alla cella del trasformatore deve essere interbloccato sia con il sezionatore di terra MT posto a valle del fusibile che con l'interruttore generale di Bassa Tensione posto a valle del trasformatore medesimo (accesso possibile con sezionatore a valle fusibile in posizione “terra” e interruttore BT aperto).

Quadri elettrici di Bassa Tensione

Come è possibile dedurre dagli schemi elettrici e dalla planimetria allegati, il sistema di bassa tensione sarà strutturato in modo da dipartirsi in maniera radiale dal quadro servizi di cabina. Sono previsti due quadri, uno per ciascuna cabina. Tali quadri sono alimentati a monte per mezzo della linea dorsale proveniente direttamente dai trasformatori MT/BT.

I quadri elettrici saranno realizzati come indicato nello schema elettrico unifilare allegato, in carpenteria metallica o plastica in esecuzione a vista o incassati, in funzione delle specifiche necessità e delle condizioni di installazione locali.

Cavi e condutture elettriche

Le condutture saranno realizzate prevalentemente in esecuzione a vista, dentro cuincoli oppure dentro canali/passarelle. Per gli impianti locali identificati come “servizi di cabina” saranno utilizzati cavi unipolari con passaggio all'interno di tubazione in PVC rigido pesante ancorata alle pareti o al soffitto. Tutte le linee di potenza, sia di MT che di BT, saranno principalmente messe in cunicoli a pavimento all'interno del quale sono posati cavi unipolari e multipolari con guaina isolati in EPR tipo FG16OR16.

Nel presente caso non è stato ritenuto necessario ricorrere all'utilizzo di cavi a bassissima emissione di fumi e gas tossici “LSZH” in considerazione del fatto che le linee oggetto del presente intervento si sviluppano esclusivamente all'interno di un locale tecnico chiuso e inaccessibile nelle normali condizioni di esercizio.

Le linee saranno principalmente realizzate con cavo unipolare isolato in gomma G16 non propagante l'incendio, tipo FG16R16 oppure cavo multipolare isolato in gomma G16 non propagante l'incendio, tipo FG16OR16, di sezione opportuna.

Per l'eventuale alimentazione dei servizi di sicurezza il cui funzionamento è essenziale anche nel corso di un incendio, come ad esempio sistemi di illuminazione di sicurezza o pulsante di sgancio generale dell'alimentazione elettrica, saranno all'occorrenza utilizzati cavi resistenti all'incendio.

Il dimensionamento delle condutture del sistema di distribuzione è stato eseguito nel rispetto delle norme CEI 11-17 e 64-8, relativamente alla protezione dalle correnti di sovraccarico e cortocircuito ed alla protezione contro i contatti indiretti. Le portate dei cavi elettrici sono state desunte dalle tabelle CEI-UNEL.

Gli interruttori posti a protezione delle linee in uscita saranno del tipo automatico magnetotermico con portata, taratura e potere d'interruzione adeguati ai parametri elettrici del punto di installazione e delle utenze da alimentare (come meglio specificato nello schema unifilare).

I raggi di curvatura dei cavi dovranno, se D è il diametro esterno del cavo, dovrà essere maggiore di $14D$ mentre il diametro del tubo protettivo, se di sezione circolare, deve essere maggiore di 1,3 volte il diametro del fascio di cavi che ospita altrimenti, se di sezione diversa da quella circolare, dovrà avere sezione almeno doppia dell'area della sezione retta del fascio di cavi posati al suo interno (in relazione vedere gli elaborati grafici allegati). Tutte le tubazioni dovranno essere staffate tramite fascette serratubo ad interdistanza minima di 1 m per le tubazioni metalliche e 0,6 m per le tubazioni plastiche; tutti i raccordi dovranno avvenire tramite bocchettoni o mediante l'interposizione di cassette rompitratta; in ogni caso tra due cassette o scatole di infilaggio non dovranno esservi più di due curve a 90° .

Per la protezione delle condutture dai sovraccarichi e dalle correnti di cortocircuito saranno adoperati interruttori automatici magnetotermici di caratteristiche idonee come indicato sugli schemi unifilari allegati.

La sezione dei conduttori sarà determinata per una temperatura ambiente di 30°C , tenuta debita considerazione dell'eventuale coefficiente di riduzione in funzione del tipo di posa, della temperatura ambiente e delle mutue reattanze con altri circuiti. La sezione minima impiegata non dovrà essere inferiore ad $1,5\text{ mm}^2$, fatta eccezione per i conduttori appartenenti a circuiti di comando, segnalazione e misura.

Le colorazioni dei cavi unipolari privi di guaina saranno rigorosamente come indicato dalla

norma CEI 64.8 e relative tabelle UNEL, ovvero:

Per i conduttori di neutro	<i>celeste o blu</i>
Per i conduttori di protezione, equipotenzialità e terra	<i>giallo/verde</i>
Per i conduttori di fase	<i>qualsiasi altro colore</i>

Le norme non richiedono un colore particolare per i conduttori di fase, purché non sia uno dei colori previsti per neutro e terra, ma è vivamente raccomandabile utilizzare tre colori differenti per le tre fasi, ed in particolare marrone per la fase L1, nero per la fase L2 e grigio per la fase L3.

Nel caso in cui vengano utilizzati dei cavi unipolari, tutte le terminazioni e le giunzioni dovranno essere nastrate dei relativi colori corrispondenti alle fasi per come sopra indicato.

Impianto di terra

Negli ambienti considerati non è presente un impianto di terra, che dovrà pertanto essere realizzato come da indicazioni degli elaborati di progetto.

Il collettore di terra principale che sarà realizzato in occasione dei presenti interventi all'interno della cabina elettrica si svilupperà per l'area della stessa interessata dagli impianti elettrici, sarà realizzato per mezzo di una bandella di rame fissata a parete come da specifiche del capitolato prestazionale, fissata su appositi supporti, alla quale faranno capo le corde provenienti dai dispersori in campo, le masse presenti nell'impianto, le masse estranee, eventuali dispersori di fatto, nonché il centro-stella dei trasformatori presenti.

I sottonodi equipotenziali all'interno dei quadri elettrici dovranno essere realizzati per mezzo di barra in rame alla quale andranno attestati tutti i conduttori di terra come precedentemente indicato. Il conduttore che collega il nodo equipotenziale del singolo ambiente al nodo equipotenziale generale della struttura non dovrà essere interrotto per nessun motivo per la sua completa lunghezza tra i due nodi, e dovrà essere di sezione almeno pari alla massima sezione dei conduttori in partenza dal nodo equipotenziale stesso. Nel presente caso tutti i nodi equipotenziali sono collegati al nodo generale mediante cavi di sezione non inferiore ai 6 mmq.

Impianto di illuminazione

Gli impianti di illuminazione avranno origine dai quadri generali asserviti ai vari ambienti e saranno distinti nei circuiti “LUCI” ed “EMERGENZA”. Tali circuiti saranno quindi collegati al quadro elettrico dei servizi di cabina.

L'impianto di illuminazione di sicurezza deve assicurare, in assenza dell'alimentazione principale, almeno l'illuminamento minimo necessario per individuare le vie di esodo e permettere l'agevole individuazione delle uscite, in relazione a quanto richiesto dal D.M. n. 81/2008 per la possibile presenza di lavoratori; dovrà essere in grado di garantire un'autonomia di un'ora, garantendo un illuminamento medio lungo la via di esodo (corridoio) di almeno 5 lux.

Sarà in generale costituito da apparecchi illuminanti autonomi, dotati di singola sorgente di alimentazione ricaricabile oppure integrando parte degli apparecchi destinati all'illuminazione normale con gruppi di alimentazione di soccorso. L'entrata in funzione dell'impianto di sicurezza, al mancare dell'alimentazione principale, avverrà entro 0,5 secondi e dovrà fornire in maniera rapida, sicura ed automatica un livello di illuminamento nei locali sufficiente a rendere agevole l'individuazione delle vie di esodo, al fine di prevenire fenomeni di panico e consentire la eventuale evacuazione degli ambienti in modo ordinato e sicuro.

L'individuazione delle vie di esodo, elemento essenziale per la sicurezza delle persone in caso di evacuazione dei locali, dovrà essere possibile in qualunque condizione, pertanto le segnalazioni con simbologia normalizzata saranno posizionate in luogo facilmente visibile ed in modo da essere illuminate dai dispositivi di illuminazione di emergenza.

Misure di protezione

Misure di protezione contro i contatti diretti

La protezione nei confronti dei contatti sia diretti che indiretti viene effettuata in accordo con quanto stabilito dalla norma CEI 64-8/4.

Le misure di protezione contro il rischio di contatti diretti riguarderanno l'isolamento delle parti attive dell'impianto elettrico, prevedendo l'utilizzo di barriere, involucri adeguati e un isolamento doppio o rinforzato nei casi in cui ciò si rendesse opportuno.

Il grado di protezione degli involucri di tutti i componenti è definito in base a quanto stabilito dalla normativa vigente, in relazione al tipo di locale, destinazione d'uso e quanto

altro.

Sarà inoltre garantita una protezione addizionale nei confronti dei contatti diretti per mezzo dei dispositivi differenziali dei circuiti terminali, con corrente $I_{dn} = 30\text{mA}$, data la presenza e l'utilizzo di tali dispositivi per la protezione nei confronti dei contatti indiretti.

Misure di protezione contro i contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti sarà effettuata mediante il coordinamento dell'impianto di terra con le tensioni di contatto massime ammissibili, determinate dalle protezioni implementate.

La protezione dai contatti indiretti sarà effettuata mediante la verifica di corretta installazione di un idoneo impianto di messa a terra.

Inoltre la protezione sarà coordinata con il dispositivo di interruzione differenziale. In considerazione che il sistema oggetto del presente progetto è di tipo TN-S, la Norma CEI 64/8 preve di attuare la protezione mediante dispositivi di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali. A tale fine è necessario che sia soddisfatta la relazione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_o$$

nella quale:

- U_o è la tensione nominale verso terra dell'impianto, in volt
- Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto, in ohm, per guasto franco a terra
- I_a è il valore, in ampere, della corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro 0,4 s (valore desunto dalla tabella di coordinamento dei tempi di interruzione per $U_o=230\text{V}$).

Essendo gli interruttori differenziali utilizzati per i circuiti terminali tutti di tipo istantaneo, sia quelli in classe A che AC, se ne desume dalla norma un tempo massimo di intervento pari a 0,5 secondi per correnti pari a quella nominale di intervento, è pertanto possibile verificare la relazione di cui sopra assumendo un valore di I_a pari alla corrente nominale più alta tra quelle degli interruttori differenziali presenti (0,03 A). In considerazione di ciò la relazione di cui sopra è verificata per impedenza dell'anello di guasto inferiore a 7666 ohm, condizione che può ritenersi ottemperata nel caso specifico in oggetto.

Il conduttore di terra farà capo al collettore di terra, costituito da apposita sbarra o morsetto metallico, al quale saranno collegati tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali.

Il conduttore di protezione in accordo al punto b) dell'art. 9.6.01 delle norme CEI 64-8 sarà in rame e di sezione S_p uguale alla sezione del conduttore di fase, per sezioni inferiori o uguali ai 16 mmq, dovrà essere pari ad almeno la metà del conduttore di fase per sezioni maggiori a quella precedentemente indicata.

Al conduttore di protezione saranno collegate tutte le masse metalliche degli apparecchi utilizzatori, mentre le masse estranee, quali condutture idriche, di gas, eventuali piastre di riscaldamento, eventuali infissi in materiale metallico, ed ogni altro corpo metallico non facente parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra, dovranno essere collegati ad un conduttore equipotenziale, distinto dal conduttore di terra e facente capo al nodo collettore di terra in rame di sezione $S_{eq} = \text{metà del } S_p$ massima con un minimo di 6 mm².

Prescrizioni relative agli impianti

- Non sarà impiegata una tensione di alimentazione superiore a 400 V
- I conduttori impiegati saranno di rame ed in ogni caso di sezione non inferiore a 1,5 mm² per uso generale e 0,5 mm² per circuiti di comando, segnalazione e simili
- I cavi avranno una tensione nominale non inferiore a 450/750V
- I cavi saranno tutti del tipo non propagante l'incendio e saranno installati all'interno di canalizzazioni metalliche, plastiche o in tubi protettivi; per i circuiti di comando e segnalazione i cavi saranno di tensione nominale 300/500V e saranno posati all'interno di canalette e scatole di derivazione separate
- Saranno usati cavi, tubi protettivi, canalizzazioni aventi caratteristiche di non propagazione della fiamma nelle condizioni di posa
- I cavi di collegamento con apparecchi mobili saranno non propaganti l'incendio e di lunghezza minima; le prese a spina saranno installate il più vicino possibile alla posizione in cui verrà utilizzato l'apparecchio.
- I dispositivi di protezione devono essere posti in quadri installati in posizione facilmente accessibile e protetti contro eventuali manomissioni. Quelli installati in locali accessibili al pubblico dovranno essere chiusi a chiave o accessibili esclusivamente per mezzo dell'utilizzo di attrezzo idoneo
- Le derivazioni dovranno essere realizzate in apposite scatole di derivazione o all'interno di pozzetti interrati, opportunamente protette

Prevenzione degli incendi

In relazione alla classificazione dei locali sopra menzionati, saranno presi tutti i provvedimenti atti a ridurre il rischio di innesco e propagazione degli incendi.

Gli impianti realizzati all'interno dell'immobile dovranno soddisfare le seguenti **prescrizioni:**

- I componenti elettrici non devono costituire pericolo di innesco o di propagazione di incendio per i materiali adiacenti, inoltre si devono osservare tutte le istruzioni di installazione fornite dal costruttore; inoltre gli apparecchi di illuminazione e i motori, devono essere posti entro involucri aventi grado di protezione non inferiore a IP4X
- Nel sistema di vie di uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili
- Gli apparecchi di illuminazione devono essere mantenuti ad una distanza adeguata dagli oggetti illuminati se questi sono combustibili; inoltre le lampade ed altre parti componenti gli apparecchi di illuminazione devono essere protette contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche
- Le condutture elettriche che attraversano le vie di uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non essere a portata di mano, devono essere poste entro involucri o dietro barriere che non creino intralci al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione
- Le condutture che attraversano i luoghi a maggior rischio in caso di incendio, ma che non sono destinate all'alimentazione elettrica al loro interno non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno di questi luoghi a meno che le connessioni siano poste all'interno di involucri che soddisfino la prova contro il fuoco come definita nelle relative norme di prodotto
- I cavi elettrici nell'attraversamento di compartimenti antincendio dovranno garantire la compartimentazione dei locali per mezzo di barriere tagliafiamma realizzate con materiale incombustibile disposto sul percorso dei cavi; potranno essere realizzate da ammassi di lana di roccia con impasti incombustibili, con adatti elementi prefabbricati, o con altri elementi adatti allo scopo
- sarà installato un sistema di sgancio generale dell'alimentazione elettrica, azionato da un comando installato in posizione facilmente accessibile dagli operatori di soc-

corso, a seguito dell'azionamento del quale viene tolta tensione all'intera struttura, con la sola eccezione dei servizi di sicurezza.

Cenni sui criteri di dimensionamento degli impianti

Il dimensionamento degli impianti è stato effettuato in relazione alle caratteristiche del sistema di fornitura dell'energia elettrica, ai dati forniti dal committente circa entità e dislocazione dei carichi, alle attività che saranno svolte nei singoli locali e nel rispetto della normativa vigente.

I carichi convenzionali di ogni unità di impianto sono stati valutati facendo riferimento alle potenze effettive degli utilizzatori fissi ed alle potenze corrispondenti alle correnti nominali delle prese a spina applicando degli opportuni coefficienti di riduzione per tener conto della contemporaneità di funzionamento e dell'effettiva utilizzazione dei carichi. A tal proposito si veda la scheda carichi allegata.

La sezione dei conduttori è stata fissata in modo che la portata I_Z della conduttura soddisfi la relazione:

$$I_B \leq I_Z \quad (1)$$

con I_B corrente di impiego valutata con i criteri sopra descritti.

Le portate dei cavi elettrici sono state ricavate dalle tabelle CEI-UNEL 35024 tenendo opportuna considerazione delle condizioni di posa degli stessi.

Nel punto di inizio dei circuiti, sia di distribuzione che terminali, è stata prevista l'installazione di interruttori automatici magnetotermici e differenziali per assicurare la protezione dei cavi dalle sovracorrenti e la protezione delle persone dai contatti di tipo indiretto.

Per la protezione dei cavi da sovraccarico sono stati scelti interruttori aventi correnti nominali I_N e correnti convenzionali di funzionamento I_F che soddisfino le seguenti condizioni:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (2)$$

$$I_F \leq 1.45 \cdot I_Z \quad (3)$$

in ottemperanza della Norma CEI 64-8.

Per la protezione dei cavi da corto circuito, gli interruttori magnetotermici sono stati scelti, come indicato dall'art. 434.3 della CEI 64-8, in modo che:

a) il loro potere di interruzione sia superiore alla corrente presunta di corto circuito nel

punto di installazione

b) l'integrale di Joule ($I^2 \cdot t$) dell'interruttore, per corto circuito all'inizio della condotta, sia inferiore all'energia specifica passante ($K^2 \cdot S^2$) tollerabile dal cavo:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2 \quad (4)$$

K coefficiente dipendente dal tipo di cavo.

t durata in secondi del tempo per raggiungere la temperatura massima ammissibile nei conduttori in caso di cortocircuito.

I corrente effettiva di cortocircuito in Ampere, espressa in valore efficace.

Avendo assicurato la protezione da sovraccarico tramite l'installazione di un interruttore magnetotermico avente potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione, la relazione (4) è senz'altro soddisfatta per corto circuito al termine della condotta indipendentemente dalla lunghezza della stessa.

Il dimensionamento dei cavi e la conoscenza delle loro caratteristiche elettriche ha consentito di verificare che le cadute di tensione, con correnti non superiori alle correnti di impiego, siano inferiori al 4% della tensione nominale del sistema.

Il calcolo delle cadute di tensione è stato effettuato con la relazione:

$$\Delta U\% = K \cdot \frac{r \cdot \cos\phi + x \cdot \sin\phi}{U_N} \cdot L \cdot I_b \quad (6)$$

K = 2 per linee monofasi

K = 3 per linee trifasi

r, x rispettivamente resistenza e reattanza per unità di lunghezza del cavo alla temperatura di regime [ohm/m]

L lunghezza linea [m]

I_b corrente d'impiego [A]

U_N tensione nominale del sistema [V]

cosφ Fattore di potenza della linea

I calcoli sono stati eseguiti assumendo pari a 70°C la temperatura a regime.

Tutti i dati necessari ad identificare sia le linee che gli interruttori di protezione, nonché i risultati dei calcoli effettuati, sono riportati nello schema elettrico unifilare dell'impianto e dallo schema condutture.

La determinazione del numero dei corpi illuminanti necessari al conseguimento del livello di illuminamento medio raccomandato, in relazione all'attività che sarà svolta nel locale, è stata effettuata con la relazione:

$$n = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot m \cdot \varphi_L \cdot n_1} \quad (7)$$

E	illuminamento medio (lux)
S	superficie del locale [m2]
φ_L	flusso luminoso emesso da una lampada [lm]
n_1	numero di lampade per plafoniera
m	coefficiente di manutenzione
η	coefficiente di utilizzazione

Il coefficiente di utilizzazione si ricava da tabelle in funzione dei coefficienti di riflessione del soffitto, delle pareti, del pavimento e dell'indice di locale dato da:

$$\eta = \frac{a \cdot b}{(a + b) \cdot h} \quad (8)$$

a	lunghezza del locale
b	larghezza del locale
$h = H - h_m$	altezza utile
H	altezza del locale
h_m	altezza del piano di lavoro.

Il rapporto fra i livelli di illuminamento minimo e medio, che si registrano nell'area di lavoro, non deve essere inferiore a 0,8 come richiesto dalla norma EN 12464-1, il rapporto tra il livello di illuminamento medio di una zona di lavoro e delle aree limitrofe di un locale non deve essere superiore a 3, il rapporto tra i livelli di illuminamento medio di due locali

adiacenti non deve essere superiore a 5.