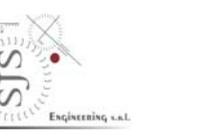


MATRICE DELLE REVISIONI			
REVISIONE	DATA	MOTIVAZIONE	PROPONENTE
00	Febbraio 2010	PRIMA EMISSIONE	S.J.S. Engineering s.r.l.
01	Maggio 2010	AGGIORNAMENTO IN RISCONTRO AL VOTO N°81 dell'adunanza del 16/04/2010	C.T.A.

Main job			
AUTORITA' PORTUALE DI BRINDISI PORTO DI BRINDISI			
Customer	Project level	Nr.	
 AUTORITÀ PORTUALE DI BRINDISI	PROGETTO ESECUTIVO		RT08
	Job title	Code	
Design by  S.J.S. Engineering s.r.l. Roma (00187) Via XX Settembre, n. 89 Civitavecchia RM (00053) Via Aurelia Nord, 8 Taranto (74100) Via Locaita, n. 29 	CONSOLIDAMENTO DELLA BANCHINA DEDICATA ALL'AMMIRAGLIO MILLO, DELLE BANCHINE DEL MONUMENTO AL MARINAIO E DEL CANALE PIGONATI LOTTO I: CONSOLIDAMENTO DELLA BANCHINA DEDICATA ALL'AMMIRAGLIO MILLO		113RT08BLML-01 Progettista Responsabile Dott. Ing. M. Lentini Designers Dott. Ing. D. Mancarella, Ph.D Dott. Ing. M. Filippone Dott. Ing. B. Lentini Dott. Ing. M. Mele Dott. Arch. A. Adamo Ing. M. Capita
	Subtitle	File name	
	RELAZIONE DI CALCOLO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI ED ILLUMINOTECNICI		RT08 - Relazione impianti elettrici- illuminotecnici REV01_04BL.docx
Drawn	Checked	Date	
Ing. B. Lentini	Ing. M. Lentini	Maggio 2010	

INDICE

1. OGGETTO DELLA RELAZIONE TECNICA	3
1.1 DATI GENERALI	3
2. IMPIANTO ELETTRICO	4
2.1 RETE ELETTRICA	4
2.2 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	5
2.2.1 TIPOLOGIA DI DISTRIBUZIONE	5
2.2.2 TIPOLOGIE DI POSA PRESENTI SULL'IMPIANTO	5
2.3 DESCRIZIONE DEI CARICHI ELETTRICI	5
2.3.1 COEFFICIENTI DI UTILIZZAZIONE E CONTEMPORANEITÀ	5
2.3.2 NATURA DEI CARICHI	6
2.4 CALCOLI ELETTRICI	6
2.4.1 CALCOLO DELLA CORRENTE DI IMPIEGO	6
2.4.2 CALCOLO DELLE SOVRACORRENTI	7
2.4.3 CALCOLO DELL'ENERGIA SPECIFICA PASSANTE	9
2.4.4 CALCOLO DELLA CADUTA DI TENSIONE	9
2.5 CRITERI DI SCELTA E DIMENSIONAMENTO	10
2.5.1 GENERALITÀ	10
2.5.2 QUADRO ELETTRICO	10
2.5.3 INTERRUTTORI AUTOMATICI	10
2.5.4 LINEE ELETTRICHE	11
2.5.5 CONDUTTORI DI PROTEZIONE	11
2.5.6 CAVIDOTTI	12
2.5.7 SISTEMI DI RIFASAMENTO	12
2.6 PROTEZIONE E SICUREZZA ELETTRICA	12
2.6.1 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	12
2.6.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	12
2.6.3 PROTEZIONE CONTRO IL RISCHIO DI INCENDIO	13
2.6.4 COORDINAMENTO CON L'IMPIANTO DI TERRA	13
2.7 IMPIANTO DI TERRA	14
2.7.1 TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO	14
2.7.2 COLLEGAMENTO EQUIPOTENZIALE PRINCIPALE	16
3. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	17

3.1	REQUISITI ILLUMINOTECNICI DELL'IMPIANTO	19
3.2	CRITERI DI SCELTA DELLE APPARECCHIATURE	19
4.	PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE	23
4.1	CONTROLLI SULL'IMPIANTO ELETTRICO	23
4.1.1	CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE	23
4.1.2	CONTROLLO DELLE DISPERSIONI ELETTRICHE	23
4.1.3	IMPERMEABILITÀ AI LIQUIDI	23
4.1.4	ISOLAMENTO ELETTRICO	23
4.1.5	LIMITAZIONE DEI RISCHI DI INTERVENTO.....	24
4.1.6	MONTABILITÀ E SMONTABILITÀ	24
4.1.7	RESISTENZA MECCANICA.....	24
4.2	ANOMALIE RISCONTRABILI	24
4.3	CONTROLLI SULL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	25
4.3.1	CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO	25
4.3.2	CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE	25
4.3.3	CONTROLLO DELLE DISPERSIONI ELETTRICHE	26
4.3.4	ACCESSIBILITÀ	26
4.3.5	COMODITÀ DI USO E MANOVRA.....	26
4.3.6	EFFICIENZA LUMINOSA	26
4.3.7	IDENTIFICABILITÀ	26
4.3.8	IMPERMEABILITÀ AI LIQUIDI	27
4.3.9	ISOLAMENTO ELETTRICO	27
4.3.10	LIMITAZIONE DEI RISCHI DI INTERVENTO.....	27
4.3.11	MONTABILITÀ E SMONTABILITÀ	28
4.3.12	REGOLABILITÀ	28
4.3.13	RESISTENZA MECCANICA.....	28
4.3.14	STABILITÀ CHIMICO REATTIVA.....	28
4.4	ANOMALIE RISCONTRABILI	29
5.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	30
6.	ALLEGATI	32

1. OGGETTO DELLA RELAZIONE TECNICA

1.1 DATI GENERALI

Il Progetto relativo alle strutture portuali del Seno di Ponente della banchina Ammiraglio Millo, all'interno del Porto di Brindisi, viene redatto prevalentemente in relazione agli evidenti segni di usura e danneggiamento che i rilievi e le indagini condotte hanno evidenziato; nella presente relazione si tratteranno in particolare i lavori di rifacimento degli impianti elettrico e di illuminazione.

Gli interventi riguardano, oltre il ripristino e la riparazione delle strutture di banchina, la fornitura e la posa in opera sia di arredi funzionali alla banchina, sia di arredi urbani quali sistemi di illuminazione, panchine e transenne anti-caduta.

Per quel che riguarda l'illuminazione, il sistema rilevato è costituito da comuni armature stradali. Se ne è, pertanto, prevista la completa dismissione con l'installazione di nuovi pali e lampioni, basati su tecnologia led, per conseguire un importante risparmio energetico, a parità di potere illuminante, integrato a terra da faretti segna passo, sempre a tecnologia led, che delimitano il percorso pedonale.

2. IMPIANTO ELETTRICO

Di seguito verranno descritte le caratteristiche tecniche ed i criteri di calcolo adottati nel dimensionamento delle reti elettrica e di illuminazione a servizio delle aree di cui si compone la banchina, in relazione a quelle che sono le destinazioni d'uso, così che possa tornare ad assolvere allo storico ruolo di approdo per i piccoli pescherecci e le imbarcazioni turistiche, nel rispetto della normativa vigente in materia.

E' stata poi dedicata una sezione alla descrizione dell'impianto di illuminazione e i relativi criteri seguiti nel calcolo illuminotecnico e nella verifica dei livelli di illuminamento.

Infine vengono elencate le principali norme CEI, nazionali e comunitarie, che regolamentano la progettazione e la realizzazione degli impianti elettrici, perfettamente rispettate nel corso del lavoro.

2.1 RETE ELETTRICA

L'alimentazione elettrica della banchina Millo viene attualmente garantita dal collegamento dal quadro elettrico, posto all'estremo ovest della banchina, con la Cabina Elettrica esistente, punto di consegna della distribuzione elettrica.



L'intervento non contempla alcuna variazione alla struttura di cabina, né ai collegamenti di questa con il quadro generale prossimo alla banchina, ma prevede che siano modificati: il quadro e i cavi di alimentazione alle linee, oltre all'installazione di nuovi interruttori, con caratteristiche tali che vengano garantite la selettività e la protezione dell'intero impianto.



2.2 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

2.2.1 Tipologia di distribuzione

La distribuzione elettrica avviene mediante consegna dell'energia in media tensione: il progetto non prevede la dismissione delle apparecchiature di cabina né la loro sostituzione.

L'alimentazione della banchina Ammiraglio Millo e del Villaggio Pescatori continua, quindi, ad essere derivata dalla rete esistente; solo i cavi elettrici in partenza dal quadro generale e il quadro stesso saranno sostituiti, interessando anche la sostituzione degli interruttori di protezione.

2.2.2 Tipologie di posa presenti sull'impianto

Per le linee elettriche dell'impianto vengono utilizzate tubazioni rigide interrate (codice riferimento 1 secondo la norma CEI 64-8.)

Tutti i cavi saranno posati nelle tubazioni dedicate al servizio di utilizzo del cavo stesso.

Per ciò che concerne i coefficienti di riduzione della portata per installazione in gruppi o in fasci, si considerano quelli riportati in letteratura tecnica e nelle norme CEI in base al tipo di installazione prescelta ed al numero di cavi elettrici presenti.

I pozzetti di derivazione e/o rompi tratta, sono sifonati in cls prefabbricato di dimensioni tali da permettere l'agevole manovrabilità. Le dimensioni minime sono di 40x40x40mm, mentre la profondità è quella della quota delle tubazioni in arrivo. La copertura è del tipo in ghisa, essendo le aree carrabili.

2.3 DESCRIZIONE DEI CARICHI ELETTRICI

2.3.1 Coefficienti di utilizzazione e contemporaneità

Il valore assegnato ai coefficienti di utilizzazione e contemporaneità dei carichi elettrici è stato scelto in base:

- Ai valori riportati in tabelle reperibili in letteratura tecnica;
- A considerazioni relative al tipo di attività ed al ciclo delle lavorazioni;
- A suggerimenti forniti dalle norme CEI.

Per ciò che concerne i carichi essenziali, si sono considerati coefficienti di utilizzazione e contemporaneità unitari, per favorire la sicurezza e la disponibilità dell'energia elettrica.

2.3.2 Natura dei carichi

Per tutti i carichi presenti, si è considerata una caduta di tensione massima pari al 2% così da garantire il perfetto funzionamento delle apparecchiature.

2.4 CALCOLI ELETTRICI

I calcoli elettrici che hanno condotto al dimensionamento dei componenti dell'impianto sono stati svolti in osservanza alle relazioni matematiche citate nella letteratura tecnica e alle indicazioni fornite dalle norme CEI.

Ogni tipo di approssimazione effettuata è stata risolta a favore di sicurezza.

2.4.1 Calcolo della corrente di impiego

La relazione utilizzata per determinare la corrente nominale assorbita dal generico carico è la seguente:

$$I_B = \frac{P_N \cdot 1000}{c \cdot V_N \cdot \cos \phi_n}$$

in cui:

- I_B è la corrente di impiego assorbita dal carico elettrico (espressa in A);
- V_n è la tensione nominale di funzionamento (espressa in V);
- $\cos \phi$ è il fattore di potenza a regime del carico elettrico in condizioni nominali;
- P_n è la potenza elettrica nominale del carico (espressa in kW);
- C è un fattore dipendente dal tipo di alimentazione (nel caso monofase vale 1, in quello trifase il suo valore è 1,73).

La suddetta relazione viene sfruttata per il dimensionamento e/o la verifica delle condutture elettriche terminali, cioè quelle che alimentano direttamente l'apparecchiatura.

Per il dimensionamento delle dorsali elettriche di alimentazione (e di conseguenza per il dimensionamento dei relativi dispositivi di protezione) si considera la relazione:

$$I_B = \frac{P_N \cdot 1000}{c \cdot V_N \cdot \cos \phi_n} \cdot K_U \cdot K_C$$

in cui, oltre ai simboli precedenti, compaiono:

- K_U = coefficiente di utilizzazione del carico, che tiene conto della potenza elettrica realmente assorbita;
- K_C = coefficiente di contemporaneità del gruppo di carichi allacciati alla stessa dorsale di alimentazione.

I due coefficienti utilizzati non assumono valori fissi ma derivano da considerazioni riguardanti il reale utilizzo dell'impianto, il ciclo di lavorazione e le attività svolte.

La corrente in base alla quale vengono scelti l'interruttore automatico (o il fusibile) e la conduttura elettrica con esso coordinata, è calcolata rispettando la condizione:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

dove:

- I_B è la corrente di impiego valutata secondo le relazioni precedenti (a seconda che si tratti di un'utenza finale o di una dorsale di distribuzione);
- I_N è la corrente nominale dell'interruttore automatico;
- I_Z è la portata massima della conduttura elettrica (nelle effettive condizioni di posa).

Il dimensionamento, oltre ai criteri espressi in precedenza, obbedisce anche a criteri dettati dall'esperienza e dall'utilizzo dell'impianto elettrico.

In particolare, si sono considerati opportuni margini per future espansioni dell'impianto e per aumenti di potenza installata.

2.4.2 Calcolo delle sovracorrenti

Il metodo seguito per il calcolo delle sovracorrenti è quello indicato nella norma tecnica CEI 11-28.

In particolare, un eventuale cortocircuito avviene lontano da qualsiasi tipo di generatore ed è alimentato da un solo punto, essendo la rete di alimentazione BT di tipo radiale puro.

Le condizioni nelle quali è stato sviluppato il calcolo sono quindi:

- Valore della tensione di alimentazione costante;
- Impedenza di guasto trascurabile;
- Capacità delle linee ed ammettenze dei componenti trascurabili;
- Contributo alla corrente di guasto di motori asincroni trascurabile;
- Riscaldamento dei conduttori nullo.

Le condizioni elencate sono *conservative* e conducono a risultati a favore di sicurezza.

Per individuare le condizioni più gravose cui sono sottoposti i circuiti protetti, si sono calcolate le minime e le massime correnti di cortocircuito che si possono riscontrare nei punti più significativi dell'impianto.

Gli scopi principali dello studio delle condizioni di guasto possono essere così riassunti:

- determinare il potere nominale di interruzione degli interruttori automatici;
- determinare gli sforzi elettrodinamici che si esercitano sulle sbarre, sugli isolatori porta-sbarre ed in generale sui componenti sollecitati;

- stabilire le caratteristiche ed i valori di soglia dei relè di protezione.

Il calcolo delle correnti di corto circuito viene effettuato con il metodo dei componenti simmetrici; i circuiti di sequenza diretta, inversa e omopolare di ciascun elemento della rete, collegati tra di loro secondo la configurazione della rete stessa, ne determinano le reti di sequenza.

La corrente di corto-circuito nel punto di guasto F è stata determinata ricorrendo ad una sorgente equivalente di tensione pari a:

$$V_F = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3}}$$

dove:

- c è un fattore denominato *fattore di tensione*;
- U_n è la tensione nominale del sistema.

Si suppone che la tensione V_F è l'unica tensione ad alimentare il guasto.

Date queste condizioni, la normativa suggerisce, per le correnti di corto-circuito, i seguenti valori:

- Corrente iniziale simmetrica di corto-circuito:

$$I_k'' = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k}$$

- Corrente di cresta di corto-circuito:

$$i_p = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_k''$$

- Corrente permanente di corto-circuito:

$$I_k = I_k''$$

- Corrente di corto-circuito monofase a terra:

$$I_{k1}'' = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n}{|2 \cdot Z_{(1)} + Z_{(0)}|}$$

dove:

- Z_k è l'impedenza di cortocircuito (valutata secondo la norma CEI 11-28);
- $Z(1)$ è l'impedenza di cortocircuito di sequenza diretta;
- $Z(0)$ è l'impedenza di cortocircuito di sequenza omopolare;
- U_n è la tensione nominale;
- k è un fattore, i cui valori sono tabellati, che considera la natura del circuito

La rappresentazione e i parametri tipici dei componenti elettrici del sistema sono state valutati rispettando le relazioni matematiche e di calcolo indicate nelle Norme CEI 11-28.

2.4.3 Calcolo dell'energia specifica passante

Tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenta in un punto qualsiasi del circuito elettrico devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.

Ciò equivale a limitare il valore dell'energia specifica passante in una data sezione dell'impianto; la relazione che quantifica l'energia specifica passante è:

$$I^2 \cdot t$$

in cui:

- I è la corrente di cortocircuito in valore efficace;
- T è il tempo di permanenza del guasto, in secondi.

Per ogni punto dell'impianto quindi i dispositivi di protezione sono stati scelti in modo tale che sussista la seguente disequaglianza:

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

in cui:

- K è un parametro dipendente dall'isolamento dei conduttori i cui valori sono riportati nella normativa CEI;
- S è la sezione del conduttore, in mmq.

La precedente relazione viene applicata ai casi in cui il corto-circuito permane per tempi maggiori di un decimo di secondo, per i corto-circuiti di durata più breve, si considera il valore dell'energia specifica passante fornito dal fabbricante del dispositivo di protezione.

2.4.4 Calcolo della caduta di tensione

La quantificazione della caduta di tensione, in valore percentuale, che si produce sulle linee è effettuata per mezzo della relazione seguente:

$$\Delta V\% = \frac{c \cdot L \cdot I_B \cdot (r \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi)}{V_N}$$

in cui:

- L è la lunghezza della conduttura (m);
- R è la resistenza per unità di lunghezza della conduttura (Ω/m);
- X è la reattanza per unità di lunghezza della conduttura (Ω/m);
- c è un coefficiente che vale 173 per l'alimentazione trifase e 200 per l'alimentazione monofase.

In ogni punto dell'impianto, non deve essere superata una caduta di tensione del 4%, a regime.

2.5 CRITERI DI SCELTA E DIMENSIONAMENTO

2.5.1 Generalità

La scelta ed il dimensionamento dei componenti dell'impianto elettrico sono stati condotti:

- In relazione al livello di tensione;
- In relazione alla corrente passante;
- Alla frequenza di funzionamento;
- Alle condizioni ambientali ed alle possibili influenze esterne cui i componenti potrebbero essere sottoposti.

2.5.2 Quadro elettrico

Il dimensionamento del quadro elettrico è stato effettuato considerando principalmente la corrente nominale che il quadro è chiamato ad erogare: quanto previsto in progetto rispetta pienamente i criteri termici stabiliti dalla normativa ed i conseguenti limiti sulla sovratemperatura interna.

Il quadro elettrico previsto è del tipo modulare; le dimensioni sono state stabilite in funzione delle apparecchiature che vi troveranno alloggio, tenendo in debito conto lo spazio interno occupato dai cavi, dalle sbarre di potenza e dalle morsettiere e considerando uno spazio libero, pari al 30% del totale, per eventuali espansioni future.

Negli ambienti in cui si prevede la presenza di polveri o in cui si raggiungono elevati tassi di umidità, il grado di protezione minima a portella chiusa è l' IP55.

I cablaggi interni saranno effettuati utilizzando cavi non propaganti l'incendio, secondo la Norma CEI 20-22; i cablaggi ausiliari soggetti a surriscaldamento in caso di guasto, come quelli dei circuiti di misura voltmetrici e amperometrici, saranno inoltre protetti contro il gocciolamento dell'isolante mediante calze in materiale siliconico.

Particolare cura è stata usata nella scelta del quadro e delle apparecchiature in esso contenute per ciò che concerne la manutenzione

Nel progetto, i cablaggi interni saranno realizzati con cavi di dimensioni diverse da quelle esistenti a causa dei maggiori carichi sull'impianto, dovute ai nuovi corpi illuminanti inseriti lungo la banchina.

2.5.3 Interruttori automatici

Gli interruttori automatici previsti sono stati scelti in base alla corrente nominale che essi sono chiamati a condurre in condizioni normali, calcolata secondo le precedenti relazioni ed alla corrente di corto-circuito che essi sono chiamati ad interrompere in condizioni di guasto.

In particolare, il valore del potere di interruzione considerato è quello di servizio, cioè quello che riduce al minimo gli interventi di manutenzione ed eleva l'affidabilità complessiva dell'impianto.

Gli interruttori posti a protezione delle dorsali di alimentazione sono stati scelti anche in base alla selettività rispetto ai dispositivi a valle; inoltre, l'interruttore è stato scelto considerando anche la corrente di breve durata che è capace di condurre in caso di guasto, legata al punto di installazione.

La taglia degli interruttori risulta, ovviamente, maggiore rispetto alle precedenti a vantaggio della protezione delle linee.

Si precisa che l'accensione e lo spegnimento di ogni linea di illuminazione saranno regolate da interruttori crepuscolari in ragione delle esigenze di illuminamento notturno delle varie aree, dettate sia da aspetti normativi che da aspetti operativi.

2.5.4 Linee elettriche

Le linee elettriche saranno realizzate con cavi di tipo non propagante l'incendio e a bassa emissione di gas tossici, secondo la norma CEI 20-38.

La scelta dei cavi è stata fatta sulla base dei valori di tensione nominale e massima del sistema elettrico e delle tensioni di isolamento dei cavi stabilite nelle norme di riferimento; in particolare i cavi avranno una tensione di isolamento tipica pari a 0,6/1kV.

I cavi elettrici utilizzati sono di tipo FG7OR – FG7/R (aventi doppio isolamento) e di tipo N07V-K in modo tale da rispettare le indicazioni fornite dalla norma CEI 64-8 e di assicurare la protezione contro eventuali guasti verso terra per difetto di isolamento.

Il dimensionamento dei cavi elettrici è stato svolto a partire dalla corrente nominale del dispositivo di protezione posto a monte del cavo stesso.

La verifica del cavo è stata condotta considerando la caduta di tensione che su di esso si riscontra al circolare della corrente nominale del carico e l'energia specifica passante nel cavo elettrico in ragione della corrente di cortocircuito, del tempo di intervento delle protezioni e del tipo di isolante.

2.5.5 Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione generale è stato dimensionato in base alla linea di maggiore sezione presente: esso si connette alla rete di terra generale tramite il collettore di terra principale presente all'interno del quadro generale.

I conduttori di protezione delle varie linee elettriche sono stati scelti in base alla sezione delle linee stesse, secondo le indicazioni della norma CEI 64/8.

2.5.6 Cavidotti

I cavidotti elettrici e le tubazioni di canalizzazione sono stati scelti in base al diametro esterno dei cavi elettrici in essi contenuti: la prescrizione normativa cui si è ottemperato prevede che il diametro interno del cavidotto o della tubazione sia pari ad 1,3 volte il diametro complessivo del fascio di cavi, pertanto sono state scelte di dimensioni maggiori rispetto a quelle previste nel progetto originario.

2.5.7 Sistemi di rifasamento

Il sistema di rifasamento automatico dei carichi elettrici previsto è quello installato nella cabina elettrica. Le utenze quali lampade, reattori e utenze fisse risultano tutte dotate di condensatori di rifasamento incorporati.

2.6 PROTEZIONE E SICUREZZA ELETTRICA

2.6.1 Protezione contro i contatti diretti

La protezione dai contatti diretti è garantita mediante l'isolamento delle parti attive in base al livello di tensione previsto; oltre a questo, si sono utilizzati:

- Isolamento doppio o rinforzato;
- involucri o barriere con opportuni gradi di protezione (norme CEI 70.1);
- ostacoli e distanziamenti;
- circuiti a bassissima tensione di sicurezza;
- interruttori differenziali su alcune derivazioni come mezzo di protezione aggiuntiva rispetto alle altre misure di sicurezza.

2.6.2 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti è stata prevista al fine di evitare, in caso di guasto, effetti fisiologici dannosi su un individuo, dovuti al valore e al tempo di permanenza della tensione di contatto.

In altre parole, l'impianto elettrico è stato progettato in modo tale che in caso di guasto su una parte dell'impianto o di un componente utilizzatore, non persista una tensione di contatto presunta superiore a 50V tra una parte attiva ed una massa, per un tempo sufficiente a causare effetti dannosi.

La protezione contro i contatti indiretti viene garantita collegando ogni massa presente sull'impianto a quello di terra mediante il conduttore di protezione; si è adottato inoltre il collegamento equipotenziale principale di tutte le masse entranti e, nei casi previsti, anche il collegamento equipotenziale supplementare dove richiesto.

In caso di guasto verso massa, la protezione contro i contatti indiretti è assicurata, come riportato nella norma CEI 64-8, se si verifica la seguente relazione:

$$Z_S \cdot I_a < U_0$$

dove:

- Z_S è l'impedenza dell'anello di guasto;
- U_0 è la tensione nominale efficace tra fase e terra;
- I_a è il valore della corrente che causa l'apertura del circuito nei tempi massimi previsti dalla norma.

I tempi massimi di interruzione del guasto sono riportati nel paragrafo della norma CEI 64/8 ad essi dedicata: nel caso in questione, per la tensione di 230 V insistente tra fase e terra i dispositivi automatici di protezione dovranno interrompere il guasto in un tempo minore di 0,4 s.

Nel caso in cui il dispositivo di protezione sia installato a monte di un circuito di distribuzione, si è fatto riferimento a tempi convenzionali di intervento maggiori, ma comunque inferiori al limite massimo di 5 s.

Per i dispositivi di interruzione equipaggiati con una protezione differenziale, la corrente utilizzata per la verifica è la soglia di intervento nominale $I_{\Delta n}$ del dispositivo differenziale, ossia:

$$I_a = I_{\Delta n}$$

intendendo con $I_{\Delta n}$ la più elevata tra le correnti differenziali nominali d'intervento (soglia d'intervento) degli interruttori differenziali installati.

2.6.3 Protezione contro il rischio di incendio

Il tipo e la sezione delle condutture elettriche, la dimensione del quadro ed in generale tutti i componenti dell'impianto elettrico sono stati scelti e dimensionati in modo da minimizzare il rischio di sovratemperature e surriscaldamenti locali ed in definitiva il pericolo che si sviluppino incendi.

2.6.4 Coordinamento con l'impianto di terra

Essendo l'impianto di tipo TN-S il valore della resistenza di terra non influenza l'entità della corrente di guasto e quindi la relazione prevista dalla norma CEI 64/8:

$$Z_S \cdot I_{\Delta n} < U_0$$

è certamente soddisfatta per qualunque valore di corrente differenziale nominale di intervento, pertanto i dispositivi di protezione sono perfettamente coordinati con l'impianto di terra.

2.7 IMPIANTO DI TERRA

I criteri per la progettazione dell'impianto di terra sono stati elaborati in riferimento alla Norma CEI 11-1, Norma CEI 64-8 e Norma CEI 64-12. L'impianto di terra deve essere progettato in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

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

L'impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza, comprende:

- il dispersore di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno, che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno, destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra;
- il conduttore di protezione, che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto ed è collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra), o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi i corpi illuminanti, con parti metalliche comunque accessibili.

In base alla norma CEI 64-8, poiché il sistema di distribuzione è di categoria I e di tipo TN-S, l'impianto deve avere un impianto di terra unico, cui saranno collegate sia le masse a terra di protezione che quelle di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori, nonché i limitatori di tensione dell'impianto.

2.7.1 Tipologia dell'impianto

Gli elementi che immettono la corrente nel terreno sono i dispersori. Si tratta di conduttori in intimo contatto con il terreno, che offrono alla corrente una resistenza complessiva dipendente dalla loro conformazione geometrica e dalla natura del terreno. Possono essere artificiali, cioè installati intenzionalmente (es. picchetti) o naturali, cioè naturalmente esistenti per esigenze diverse, ma perfettamente idonei a svolgere la funzione richiesta (es. ferri di fondazione). Il conduttore di terra collega i dispersori al collettore di terra, una piastra di ferro zincato, accessibile e facilmente ispezionabile. Al collettore di terra sono pure collegate le masse elettriche, cioè le parti metalliche dell'impianto elettrico che, per un difetto dell'isolamento principale, potrebbero assumere rispetto al terreno un potenziale pericoloso, e le masse estranee, cioè i corpi metallici che, essendo in intimo contatto con il terreno ne introducono il potenziale, convenzionalmente nullo, rendendo pericoloso

l'eventuale contatto dell'operatore tra esse e componenti in tensione dell'impianto elettrico. L'operatore si trova in tal caso sottoposto alla massima tensione. Il conduttore di protezione, collega le masse elettriche tra loro e al collettore di terra. Le masse estranee sono collegate al collettore mediante conduttori detti collegamenti equipotenziali principali (EQP). La loro funzione è di evitare che esistano in vicinanza di masse elettriche, altri corpi conduttori con potenziale diverso: equipotenziale è, si può dire, sinonimo di sicurezza.

Per il dimensionamento dei conduttori di terra, le norme precisano le sezioni minime: se in rame e protetti dalla corrosione 16mm^2 ; 25mm^2 se non protetti. Anche per i conduttori di protezione prevede sezioni minime: nel caso questo non faccia parte della condotta di alimentazione: per il rame $2,5\text{mm}^2$, se è prevista una protezione meccanica, 4mm^2 in caso contrario.

Si tratta, come detto, di sezioni minime, atte a prevenire danni per sollecitazioni meccaniche e corrosive. L'effettiva sezione è spesso scelta in base alla sezione dei conduttori di fase. Se il materiale che li costituisce è lo stesso, sempre rame ad esempio, e se la sezione di fase S è inferiore od uguale a 16mm^2 , la sezione dei conduttori di protezione pari a quella di fase. Per una sezione dei conduttori di fase maggiore di 35mm^2 , la sezione dei conduttori di protezione è la metà di quella di fase. Infine la sezione del conduttore di protezione è pari a 16mm^2 per una sezione di fase compresa tra i 16 ed i 35mm^2 .

Si tratta di un metodo semplificato. La sezione può essere determinata analiticamente con maggior precisione. Il calcolo, come per ogni altro conduttore, si basa sulla corrente prevista. La particolarità del conduttore di protezione è che, in condizioni di funzionamento regolare, non è percorso da alcuna corrente. Non lo si deve proteggere da un sovraccarico. Ma durante il guasto la corrente c'è e può essere anche molto elevata. Nei sistemi TN-S, in particolare, essa è, a tutti gli effetti, una corrente di cortocircuito: il conduttore di protezione deve soddisfare alle condizioni di protezione dal cortocircuito, quindi:

$$S_{PE} \geq \sqrt{\frac{I^2 \cdot t}{K_{PE}^2}}$$

- I che rappresenta la corrente di guasto lasciata fluire dal generico interruttore;
- T che rappresenta il tempo di intervento del generico interruttore;
- K_{pe} che porta in conto la resistenza dell'isolante alle sovratemperature.

L'adozione del metodo semplificato evita questo calcolo, fornendo sezioni accettabili che spesso però possono risultare eccessive.

In riferimento all'impianto di terra della banchina Ammiraglio Millo, questo sarà costituito da dispersori orizzontali e verticali.

I dispersori, essendo direttamente a contatto col terreno, devono essere costruiti con materiale in grado di sopportare la corrosione e devono resistere alle sollecitazioni meccaniche durante la loro installazione ed a quelle che si verificano durante il servizio ordinario.

L'impianto di terra, in questo caso, è composto da una corda di rame nuda posta in intimo contatto con il terreno, per tutta la lunghezza della banchina, di sezione pari a 35mm^2 e dispersori verticali di lunghezza pari a 1,5m.

Considerando che la corrente di guasto è spesso ripartita tra i diversi elementi dell'impianto di terra, la sezione risulta sovradimensionata rispetto a quella ottenuta rispettando i limiti termici.

Per quel che riguarda il conduttore di protezione, questo sarà realizzato mediante una corda di rame nuda posta a contatto col terreno di sezione pari a 6mm^2 .

2.7.2 Collegamento equipotenziale principale

Ogni massa estranea entrante deve essere collegata equipotenzialmente all'impianto di terra: detto collegamento dovrà essere effettuato utilizzando collari e morsettiere metalliche in intimo contatto con le masse estranee ed utilizzando un cavo in rame isolato in PVC in guaina giallo/verde della sezione minima di 6mm^2 .

Il collegamento del collettore equipotenziale all'impianto di terra globale verrà realizzato mediante cavo dello stesso tipo.

3. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione a servizio della banchina Ammiraglio Millo, occorre puntualizzare brevemente le basi teoriche che descrivono il compito visivo svolto nella zona.

Partendo dalla sua ubicazione e delle esigenze primarie che ne giustificano la realizzazione, l'impianto è stato progettato seguendo principi differenti in quanto differenti sono sia i compiti visivi che devono essere attuati dagli utenti, sia le aspettative di sicurezza ottenibili.

Nel caso specifico, si sono individuate due tipologie di impianto che richiedono caratteristiche illuminotecniche differenti:

- illuminazione stradale delle aree di transito veicolare ove i parametri più importanti da considerare nel definire le condizioni di progetto sono il tipo di strada, la velocità ed il numero dei veicoli;
- illuminazione di aree destinate al transito dei pedoni e di aree di lavoro.

Le suddette tipologie giustificano l'adozione di un impianto di illuminazione di superficie delle aree esterne stradali in corrispondenza dei cambi di direzione presenti lungo il tracciato, dimensionato in modo da soddisfare l'esigenza di percepire distintamente di notte, localizzandoli con certezza ed in tempo utile, i punti singolari della strada e gli ostacoli eventuali.

Analogamente si è dimensionato l'impianto di illuminazione delle aree destinate al transito dei pedoni in modo tale da raggiungere l'obiettivo funzionale di chi vi transita e di chi svolge le varie attività.

La percezione sicura e rapida dell'ambiente circostante è possibile grazie al contrasto degli oggetti sul fondo, esteso alla totalità del campo visivo del pedone o del conducente che comprende, in ordine di importanza:

- la strada ed i suoi bordi;
- le aree di sosta.

L'impianto di illuminazione soddisfa, inoltre, le esigenze visive in larga misura determinate dalla disposizione dei centri luminosi, dalla loro successione geometrica, dalla loro intensità luminosa e dal colore della luce emessa.

La possibilità di percepire questo contrasto è influenzata da:

- il livello medio di luminanza;
- l'uniformità di detta luminanza;
- l'illuminazione dei bordi e dei dintorni;
- la limitazione dell'abbagliamento determinato dall'installazione.

Il livello di Illuminamento, espresso in Lux (illuminamento prodotto su una superficie di un metro quadro dal flusso di 1 lumen incidente), è un'indicazione della quantità di luce ricevuta dalla strada: è un'informazione utile per l'apprezzamento delle qualità della visuale dell'impianto.

Ciò che conta è l'aspetto del percorso illuminato, percepito dall'utente: questo aspetto dipende dalla quantità di luce riflessa verso l'utente dalle diverse parti del percorso, ossia dalla Luminanza, espressa in cd/mq; esprime il flusso luminoso emesso non in tutto il semispazio ma nell'unità di angolo solido e nella direzione da esso individuata, e non più da un'area unitaria ma dalla proiezione su un piano normale alla direzione della luce.

Occorre tener presente che una frazione j del flusso che giunge sulla superficie illuminata viene inviata nuovamente verso l'alto.

Essa dipende dalle caratteristiche della superficie illuminata, dalla geometria dell'impianto, oltre che dalla disposizione dell'area e dai suoi rapporti con l'ambiente circostante.

3.1 Livello di Illuminamento

La determinazione del livello di illuminamento, come definito dalla norma UNI-EN 13201-2, passa per la classificazione delle aree d'intervento in funzione del tipo di traffico e dell'ambito territoriale; nello specifico, le strade in oggetto possono essere trattate come strade *di tipo C*, cioè *extraurbane secondarie* o *di tipo F*, *strade locali*.

Ad ogni tipologia stradale è associata una particolare categoria illuminotecnica; la categoria illuminotecnica di progetto per strade di categoria C e/o F deve essere ricondotta a seguito dell'analisi dei rischi, ove possibile, rispettivamente alle seguenti categorie: ME5, S3 o CE5, dove:

Classe ME: 6 classi da 1 a 6 che definiscono la luminanza per soddisfare esigenze di traffico motorizzato;

Classe CE: 6 classi da 0 a 5 che definiscono gli illuminamenti orizzontali di aree di conflitto come Strade commerciali, incroci principali, rotatorie, sottopassi pedonali ecc

Classe S: 6 classi da 1 a 7 che definiscono gli illuminamenti orizzontali per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi ecc.

Fra le classi elencate, si è scelta come classe di illuminazione la S3, essendo le aree destinate principalmente al traffico leggero e/o soprattutto pedonale, per le quali i livelli di illuminamento minimi e medi di soglia sono:

$$E_m(lx) \geq 7,5 \text{ (illuminamento medio)}$$

$$E_{\min}(lx) \geq 1,5 \text{ (illuminamento minimo)}$$

I suddetti valori, come illustrato nella "Grafica dei valori di Lux" riportata nelle pagine che seguono, sono stati rispettati in ogni punto del reticolo 10x7 definito all'interno del tratto di strada tipo, di dimensioni pari a 25x10m; in particolare i valori calcolati sono risultati pari a:

$$E_m(lx) = 14,6$$

$$E_{\min}(lx) = 2,7$$

3.2 Requisiti illuminotecnici dell'impianto

I criteri di base che hanno condizionato la progettazione dell'impianto di illuminazione sono i seguenti:

- Sicurezza degli operatori, degli utenti e degli impianti;
- Semplicità ed economia di manutenzione;
- Scelta di apparecchiature improntata a criteri di elevata qualità, semplicità e robustezza, per sostenere le condizioni di lavoro più gravose;
- Risparmio energetico;
- Affidabilità degli impianti e massima continuità di servizio;
- Cura dei vincoli ambientali e paesaggistici, con riduzione dell'inquinamento luminoso ambientale, in modo da non interferire negativamente con il contesto ambientale circostante.

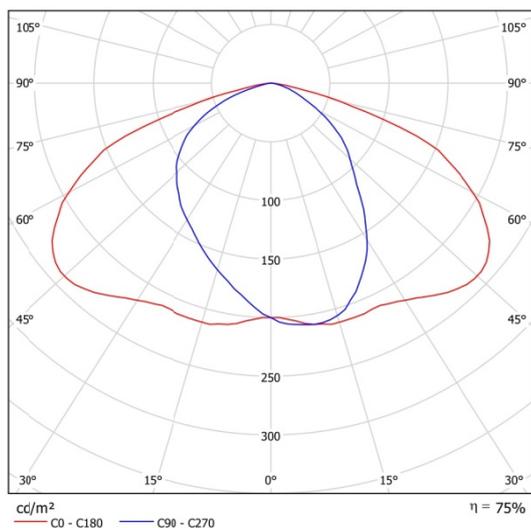
3.3 Criteri di scelta delle apparecchiature

Si è prestata estrema cura nella scelta degli apparecchi di illuminazione, sia sotto il profilo illuminotecnico sia sotto gli aspetti di resistenza meccanica e durabilità.

Dal punto di vista illuminotecnico si sono scelti gruppi ottici che modificano la distribuzione del flusso luminoso ottimizzandone il rendimento; gli apparecchi sono stati scelti anche in relazione alla loro resistenza contro gli agenti atmosferici (come polvere ed acqua) ed alla penetrazione dei liquidi.

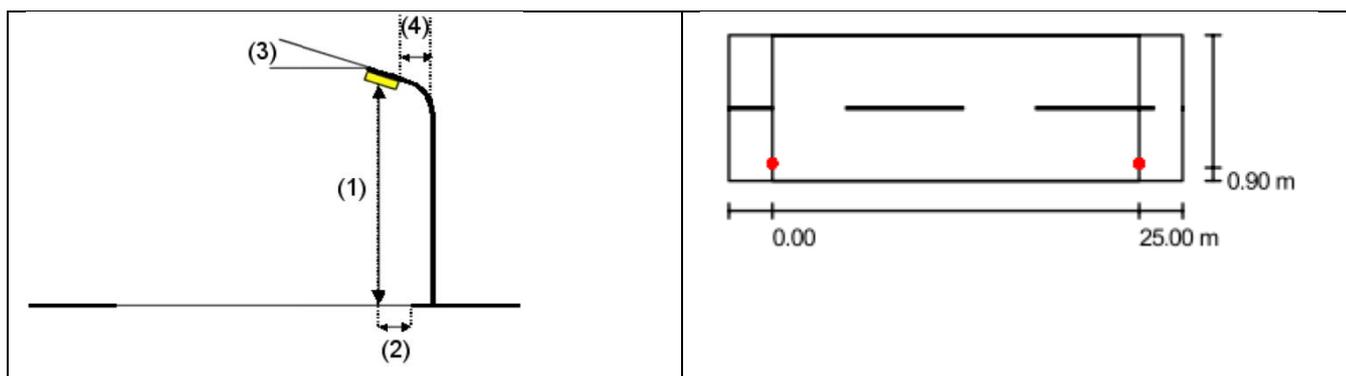
Il calcolo illuminotecnico è stato svolto considerando:

- Lampade Thorn Set 96187391 VICTORIA 100-150W HSE/HST + HST 100W;
- Flusso luminoso lampade 9000lm;
- Potenza lampade 100-150W;
- Classificazione lampade secondo CIE: 100 CIE Flux Code: 40 77 97 100 75;
- Dotazione: 1 x HST (Fattore di Correzione 1.000)

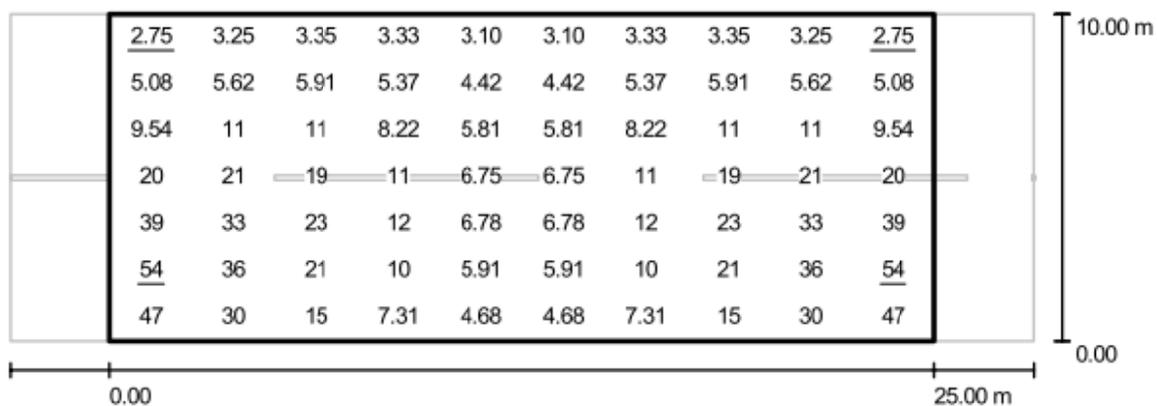
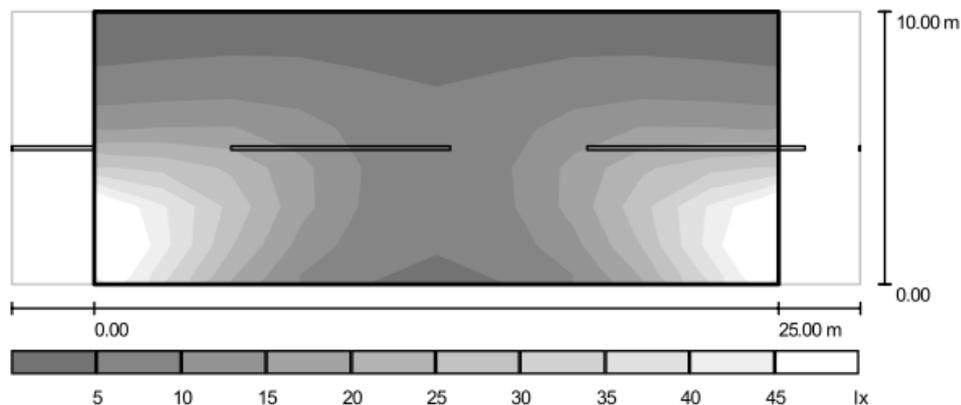


Lista Campo di Valutazione:

- Lunghezza/Distanza Pali: max25m
- Larghezza Carreggiata: max10m
- Altezza di montaggio: 5m
- Distanza bordo stradale: 1,2m
- Lunghezza braccio: 0,8m
- Classe di illuminazione selezionata: S3



Livelli di grigio del Campo di Valutazione e Grafica dei Valori in Lux:



Valori Calcolati:

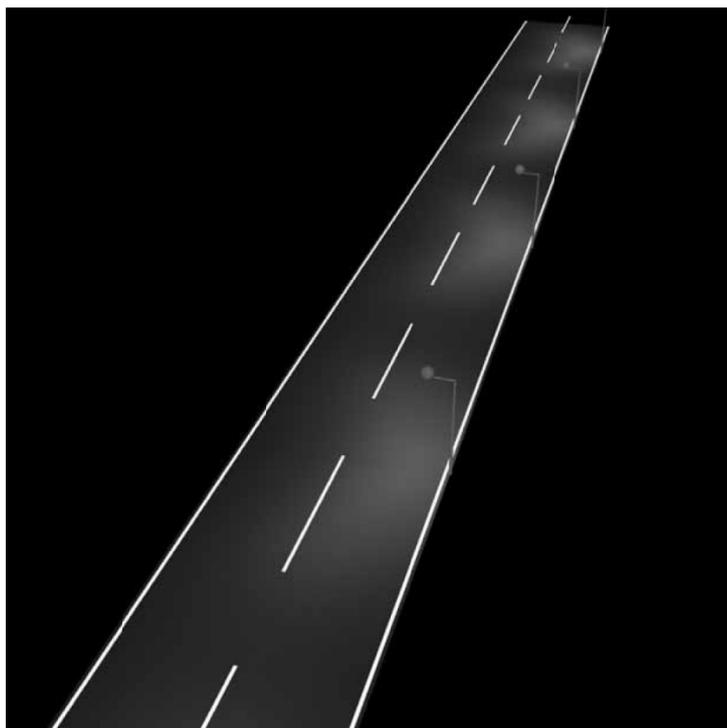
$$E_m(lx) = 14,6$$

$$E_{min} (lx) = 2,7$$

Valori nominali secondo la classe:

$$E_m(lx) \geq 7,5$$

$$E_{min} (lx) \geq 1,5$$



Per quel che riguarda l'illuminazione lungo la banchina, cioè il passaggio pedonale, sono stati scelti apparecchi da incasso per esterni, installati a pavimento, quindi carrabili, e cioè:

- Lampade tipo Bright 9.0, fonte illuminazione 3 led da 2/3W + Alimentatore – Protezione IP67:
- Luce radente non abbagliante;
- Alta resistenza meccanica;
- Fonte Illuminazione: 3 led da 2/3W

mentre per quel che attiene l'illuminazione nei pressi delle aree allestite con panchine disponibili agli utenti, sono state previste:

- Lampade tipo Cielo Led, fonte illuminazione 12 led da 1W – Protezione IP67:
- Luce Modulo BiancoCaldo ;
- Alta resistenza meccanica;
- Fonte Illuminazione: 12 led da 1W

4. PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE

4.1 Controlli sull'impianto elettrico

4.1.1 Controllo della condensazione interstiziale

I componenti degli impianti elettrici capaci di condurre elettricità devono essere in grado di evitare la formazione di acqua di condensa per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazioni per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8.

Prestazioni

Si possono controllare i componenti degli impianti elettrici procedendo ad un esame nonché a misure eseguite secondo le norme CEI vigenti.

4.1.2 Controllo delle dispersioni elettriche

Per evitare qualsiasi pericolo di folgorazione alle persone, causato da un contatto diretto, i componenti degli impianti elettrici devono essere dotati di collegamenti equipotenziali con l'impianto di terra.

Prestazioni

Le dispersioni elettriche possono essere verificate controllando i collegamenti equipotenziali e di messa a terra dei componenti degli impianti mediante misurazioni di resistenza a terra.

4.1.3 Impermeabilità ai liquidi

I componenti degli impianti elettrici devono essere in grado di evitare il passaggio di fluidi liquidi per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazione per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla normativa.

Prestazioni

E' opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

4.1.4 Isolamento elettrico

Gli elementi costituenti l'impianto elettrico devono essere in grado di resistere al passaggio di cariche elettriche senza perdere le proprie caratteristiche.

Prestazioni

E' opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

4.1.5 Limitazione dei rischi di intervento

Gli elementi costituenti l'impianto elettrico devono essere in grado di consentire ispezioni, manutenzioni e sostituzioni in modo agevole ed in ogni caso senza arrecare danno a persone o cose.

Prestazioni

E' opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

4.1.6 Montabilità e Smontabilità

Gli elementi costituenti l'impianto elettrico devono essere atti a consentire la collocazione in opera di altri elementi in caso di necessità.

Prestazioni

Gli elementi costituenti l'impianto elettrico devono essere montati in opera in modo da essere facilmente smontabili senza per questo smontare o disfare l'intero impianto.

4.1.7 Resistenza meccanica

Gli impianti elettrici devono essere realizzati con materiali in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.

Prestazioni

Gli elementi costituenti gli impianti elettrici devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza all'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da garantirne durata e funzionalità nel tempo garantendo allo stesso tempo la sicurezza degli utenti.

4.2 Anomalie riscontrabili

Corto Circuiti

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

Difetti di Taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

Disconnessione dell'alimentazione

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

4.3 Controllisull'impianto di illuminazione

4.3.1 Controllo del flusso luminoso

I componenti degli impianti di illuminazione devono essere montati in modo da controllare il flusso luminoso emesso al fine di evitare che i fasci luminosi possano colpire direttamente gli apparati visivi delle persone.

Prestazioni

E' opportuno che sia assicurata la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti con riferimento a quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

4.3.2 Controllo della condensazione interstiziale

I componenti degli impianti di illuminazione capaci di condurre elettricità devono essere in grado di evitare la formazione di acqua di condensa per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazioni per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8.

Prestazioni

Si possono controllare i componenti degli impianti di illuminazione procedendo ad un esame nonché a misure eseguite secondo le norme CEI vigenti.

4.3.3 Controllo delle dispersioni elettriche

Per evitare qualsiasi pericolo di folgorazione alle persone, causato da un contatto diretto, i componenti degli impianti di illuminazione devono essere dotati di collegamenti equipotenziali con l'impianto di terra.

Prestazioni

Le dispersioni elettriche possono essere verificate controllando i collegamenti equipotenziali e di messa a terra dei componenti degli impianti mediante misurazioni di resistenza a terra.

4.3.4 Accessibilità

Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere facilmente accessibili per consentire un facile utilizzo sia nel normale funzionamento sia in caso di guasti.

Prestazioni

E' opportuno che sia assicurata la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti con riferimento a quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

4.3.5 Comodità di uso e manovra

Gli impianti di illuminazione devono essere realizzati con materiali e componenti aventi caratteristiche di facilità di uso, di funzionalità e di manovrabilità.

Prestazioni

I componenti degli impianti di illuminazione devono essere disposti in posizione ed altezza dal piano di calpestio tali da rendere il loro utilizzo agevole e sicuro.

4.3.6 Efficienza luminosa

I componenti che sviluppano un flusso luminoso devono garantire una efficienza luminosa non inferiore a quella stabilita dai costruttori delle lampade.

Prestazioni

E' opportuno che sia assicurata la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti con riferimento a quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

4.3.7 Identificabilità

Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere facilmente identificabili per

consentire un facile utilizzo. Deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori nonché le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione.

Prestazioni

E' opportuno che gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

4.3.8 Impermeabilità ai liquidi

I componenti degli impianti di illuminazione devono essere in grado di evitare il passaggio di fluidi liquidi per evitare alle persone qualsiasi pericolo di folgorazione per contatto diretto secondo quanto prescritto dalla normativa.

Prestazioni

E' opportuno che gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

4.3.9 Isolamento elettrico

Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere in grado di resistere al passaggio di cariche elettriche senza perdere le proprie caratteristiche.

Prestazioni

E' opportuno che gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

4.3.10 Limitazione dei rischi di intervento

Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere in grado di consentire ispezioni, manutenzioni e sostituzioni in modo agevole ed in ogni caso senza arrecare danno a persone o cose.

Prestazioni

E' opportuno che gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

4.3.11 Montabilità e Smontabilità

Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere atti a consentire la collocazione in opera di altri elementi in caso di necessità.

Prestazioni

Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere montati in opera in modo da essere facilmente smontabili senza per questo smontare o disfare l'intero impianto.

4.3.12 Regolabilità

I componenti degli impianti di illuminazione devono essere in grado di consentire adeguamenti funzionali da parte di operatori specializzati.

Prestazioni

Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere facilmente modificati o regolati senza per questo smontare o disfare l'intero impianto.

4.3.13 Resistenza meccanica

Gli impianti di illuminazione devono essere realizzati con materiali in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.

Prestazioni

Gli elementi costituenti gli impianti di illuminazione devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza all'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da garantirne durata e funzionalità nel tempo garantendo allo stesso tempo la sicurezza degli utenti.

4.3.14 Stabilità chimico reattiva

L'impianto di illuminazione deve essere realizzato con materiali in grado di mantenere inalterate nel tempo le proprie caratteristiche chimico-fisiche.

Prestazioni

Per garantire la stabilità chimico reattiva i materiali e componenti degli impianti di illuminazione non devono presentare incompatibilità chimico-fisica.

4.4 Anomalie riscontrabili

Abbassamento livello di illuminazione

Abbassamento del livello di illuminazione dovuto ad usura, ossidazione e impolveramento delle lampadine.

Avarie

Possibili avarie dovute a corto circuiti degli apparecchi, usura degli accessori, apparecchi inadatti.

5. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Si richiamano di seguito le principali norme e leggi che regolamentano la realizzazione di apparecchiature e di impianti elettrici, puntualmente osservate nell'elaborazione del progetto:

- DPR 27.04.1955 n.547 : "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro"
- Legge 1.03.1968 n. 186 : "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici"
- Legge 8.10.1977 n.791 "Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità Europee (n.73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione"
- Legge 5.03.1990 n.46 : "Norme per la sicurezza degli impianti"
- DPR 6.12.1991 n. 447 : "Regolamento di attuazione della legge 46/90"
- D.Lgs 626/94 "Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro"
- Direttiva 89/68/CE, recepita con D.Lgs 476/92 "Direttiva del Consiglio d'Europa sulla compatibilità elettromagnetica"
- Direttiva 93/68/CEE, recepita con D.Lgs 626/96 e D.Lgs 277/97 "Direttiva Bassa Tensione"
- Norma CEI 11-1 "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Norme generali"
- Norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Linee in cavo"
- Norma CEI 11-25 "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata"
- Norma CEI 11-26 "Calcolo degli effetti delle correnti di cortocircuito"
- Norma CEI 11-28 "Guida di applicazione per il calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti radiali di bassa tensione"
- Norma CEI 12.13 "Apparecchi elettronici e loro accessori, collegati alla rete, per uso domestico o analogo uso generale. Norme di sicurezza"
- Norma CEI 17-5 "Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2 : Interruttori automatici."
- Norma CEI 17-11 "Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2 : Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate di fusibili"
- Norma CEI 17-13 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione"

- Norma CEI 20-11 "Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine dei cavi per energia"
- Norma CEI 20-19 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei cavi per energia isolati con gomma"
- Norma CEI 20-20 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei cavi per energia isolati con polivinilcloruro"
- Norma CEI 20-40 "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione"
- Norma CEI 23-3 " Interruttori automatici per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici e similari"
- Norma CEI 23-8 "Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro (PVC) ed accessori"
- Norma CEI 23-25 "Tubi per le installazioni elettriche"
- Norma CEI 23-31 "Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi"
- Norma CEI 23-32 "Sistemi di canale di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e pareti"
- Norma CEI EN 60947 "Apparecchiatura a bassa tensione"
- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V c.a. e a 1500 V c.c."
- Norma CEI 70-1 "Grado di protezione degli involucri"
- Norma CEI-UNEL 35024-1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria"
- Norma CEI 81-1 "Protezione delle strutture contro i fulmini"
- Norma CEI 81-4 "Valutazione del rischio dovuto al fulmine"
- Norma CEI 103.1 "Impianti telefonici interni"
- Le prescrizioni e indicazioni del locale comando Vigili del Fuoco e delle autorità locali
- Le prescrizioni e indicazioni dell'ENEL per quanto di loro competenza nei punti di consegna
- Le prescrizioni e specifiche del committente.

Roma, Febbraio 2010

Il Progettista Responsabile
Dott. Ing. Michelangelo Lentini

6. ALLEGATI

Tab. 1 DATI DEL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE			
LATO MT			
N. Fasi		3	
Tensione		20	kV
Frequenza		50	hZ
Stato del neutro			Isolato
LATO BT			
N. Fasi		3+N	
Tensione		0,4	kV
Frequenza		50	hZ
Stato del neutro			Atterrato in cabina

Tab. 2 CARICHI ELETTRICI				
<i>UTENZE</i>	<i>TENSIONE</i>	<i>POTENZA [kW]</i>	<i>Cos f</i>	<i>In [A]</i>
<i>Linea Villaggio Pescatori</i>				
Linea Illuminazione	400	6	0,9	9,6
<i>Linea Lampioni</i>				
Pali Illuminazione	400	3,3	0,9	5,3
<i>Linea Segnapasso LED</i>				
Segnapasso	230	0,4	0,9	1,0
<i>Linea Panchine LED</i>				
Panchine	230	0,2	0,9	0,5
<i>Linea Disponibile</i>				
	230	1	0,9	2,4
<i>Linea Disponibile</i>				
	230	1	0,9	2,4

Tab. 3
CALCOLI ELETTRICI

PARTENZA	ARRIVO	SIGLA	TENSIONE [V]	LUNGH. [m]	r	x	R W	x W	In	Iz	Ib	Ku	Kc	cos f	c.d.t %	TIPO	sez Cavo
Power Center	QG Millo	QGBT-N	400	400	0,12	0	0,0492	0,036									70
Linea Villaggio Pescatori																	
Da QGMillo	Illuminazione	LVP	400	150	2,24	0	0,00224	1E-04	9,6		9,623	1	1	0,9	1,292	N	10
Linea Lampioni Millo																	
Da QGMillo	Illuminazione	LLM	400	150	2,24	0	0,00224	1E-04	5,3		5,293	1	1	0,9	0,711	N	10
Linea Segnapasso LED																	
Da QGMillo	Illuminazione	LSL	230	150	3,71	0	0,00371	1E-04	1		0,966	1	1	0,9	0,37	N	6
Linea Panchine LED																	
Da QGMillo	Illuminazione	LPL	230	150	3,71	0	0,00371	1E-04	0,5		0,483	1	1	0,9	0,185	N	6
Linea Disponibile 1																	
Da QGMillo	Illuminazione	LD1	230	150	3,71	0	0,00371	1E-04	0		0	1	1	0,9	0	N	6
Linea Disponibile 1																	
Da QGMillo	Illuminazione	LD2	230	150	3,71	0	0,00371	1E-04	0		0	1	1	0,9	0	N	6

Tab. 4
ELENCO CAVI

PARTENZA	ARRIVO	SIGLA	TENSIONE [V]	CAVO	S [mmq]
Power Center	QGMillo	QGBT	400	FG7OR	70
QGMillo	Linea Villaggio Pescatori	LVP	400	FG7OR	10
QGMillo	Linea Lampioni Millo	LLM	400	FG7OR	10
QGMillo	Linea Segnapasso LED	LSL	230	FG7OR	6
QGMillo	Linea Panchine LED	LPL	230	FG7OR	6
QGMillo	Linea Disponibile 1	LD1	230	FG7OR	
QGMillo	Linea Disponibile 2	LD2	230	FG7OR	