



VISTI E APPROVAZIONI:



**Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico Meridionale**

PORTO DI BRINDISI

PROGETTO DEFINITIVO

**POTENZIAMENTO DEGLI ORMEGGI NAVI RO - RO A COSTA MORENA OVEST
REALIZZAZIONE DI UN PONTILE CON BRICCOLE**

IL PRESIDENTE:

IL SEGRETARIO GENERALE:

IL DIRIGENTE AREA TECNICA:

IL PROGETTISTA:

Prof. Ing. Alessandro TOGNA

IL COORD.RE SICUREZZA PROG.:

Prof. Ing. Alessandro TOGNA

IL RESP.LE DEL PROCEDIMENTO:

IL DIRETTORE DEI LAVORI:

IL COORD.RE SICUREZZA ESEC.:

ELABORATO N.:

ELABORATO:

**RELAZIONE TECNICA
CALCOLO IMPIANTO ELETTRICO**

R04A

DATA :

NOVEMBRE 2018

AGGIORNAMENTO NORMATIVO

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - PORTO DI BRINDISI

POTENZIAMENTO DEGLI ORMEGGI NAVI RO-RO A COSTA MORENA OVEST - REALIZZAZIONE DI UN PONTILE CON BRICCOLE

PROGETTO DEFINITIVO

CALCOLI IMPIANTO ELETTRICO

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. PREMESSA..... | 2 |
| 2. ALIMENTAZIONE ELETTRICA E QUADRI | 2 |
| 3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO..... | 2 |
| 4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO | 4 |
| 4.1 GENERALITÀ..... | 4 |
| 5. SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI..... | 5 |
| 6. REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI..... | 5 |
| 7. PROGETTAZIONE..... | 6 |
| 8. LINEE PRINCIPALI | 6 |
| 9. CIRCUITI | 6 |
| 9.1 Potenza elettrica dell'impianto | 8 |
| 10. QUADRI DI DISTRIBUZIONE E SCHEMA ELETTRICO..... | 9 |
| 10.1 GENERALITÀ..... | 9 |
| 10.2 QUADRI ELETTRICI DI DISTRIBUZIONE | 9 |
| 10.3 QUADRO DI DISTRIBUZIONE GENERALE | 9 |
| 11. LINEE PRINCIPALI DI DISTRIBUZIONE | 10 |
| 12. IMPIANTO DI MESSA A TERRA | 11 |
| 13. SISTEMI DI PROTEZIONE..... | 12 |
| 13.1 - Protezione contro le sovracorrenti..... | 12 |
| 13.2 Protezione contro i sovraccarichi..... | 12 |
| 13.3 Protezione contro i corto circuiti | 13 |
| L'ottemperanza a questa richiesta normativa è evidenziata dal confronto tra i valori delle correnti massime di cortocircuito ed i poteri di interruzione dei dispositivi installati, che sono riportati sulle tabelle allegate agli schemi dei quadri elettrici..... | |
| 13.4 Protezione contro i contatti diretti | 13 |
| 13.5 Protezione contro i contatti indiretti | 15 |
| 14. CORPI ILLUMINANTI | 15 |
| 14.1 Illuminazione esterna..... | 15 |
| 15. ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA | 15 |
| 16. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI | 16 |

| | | |
|--|---|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con bricole</i> | Progetto Definitivo |
|--|---|---------------------|

1. PREMESSA

La presente relazione concerne la progettazione degli impianti elettrici e di messa a terra del pontile amovibile da realizzarsi in Brindisi Località Costa Morena Ovest per il potenziamento degli ormeggi delle navi Ro-Ro.

Il progetto dell'impianto elettrico concerne la realizzazione dell'impianto di illuminazione del pontile e del segnalamento luminoso posto in testa allo stesso.

2. ALIMENTAZIONE ELETTRICA E QUADRI

L'alimentazione elettrica degli impianti è realizzata a 50 Hz, alla tensione di esercizio di 220 V monofase, con sistema TT.

L'alimentazione avviene attraverso una scatola di derivazione della rete principale della banchina. Da detta scatola si alimenta il quadro elettrico costituito da una centralina in resina a 8 moduli con grado di protezione IP 65. Detto quadro sarà a sua volta montato all'interno di una armadio stradale in resina tipo "Conchiglia" di dimensioni idonee a contenere sia il quadro che la morsettiera del nodo equipotenziale.

3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nella progettazione si è fatto riferimento alle vigenti disposizioni di legge, e normative, che di seguito sono elencate:

- Legge 186 del 01.3.1968 *"Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici"*
- Legge n. 46 del 05.3.1990 *"Norme per la sicurezza degli impianti"* così come modificata dal Decreto 22.01.2008, n. 37 *"Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"* pubblicato sulla G.U. n. 61 del 12.03.2008
- D.P.R. n. 447 del 06.12.1991 *"Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990 n. 46 in materia di sicurezza sugli impianti"* e s.m.i.
- Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 *"Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"* e sue modifiche ed integrazioni

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

- D.P.R. 547/1955 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
- D.P.R. 303/1956 Norme generali per l'igiene sul lavoro
- CEI 11.1 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Norme generali
- CEI 11.1 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Impianti di terra
- CEI 11-16.1 Individuazione dei conduttori isolati
- CEI 11-16.2 Individuazione dei morsetti degli apparecchi delle estremità di conduttori designati e regole generali per il sistema alfanumerico
- CEI 11-16.4 Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori
- CEI 11-16.7 Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. Linee in cavo (variante alla CEI 11.1)
- CEI 11-18 Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. - Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni
- CEI 17.13.1 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.) - parte 1^a
- CEI 17.13.3 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.) - parte 3^a
- CEI 17.13.1 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.) - parte 4^a
- CEI 81-10 – parte 1 – 2 – 3 e 4 - Protezione contro i fulmini.

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO

4.1 GENERALITÀ

L'impianto elettrico è stato progettato in conformità alle normative vigenti, in particolare alle Norme CEI 64-2, 64-4 e CEI 64-8, la cui ultima pubblicazione del 1998, come aggiornata dalla variante 1 (CEI 64-8; V1) e dalla variante alla Parte 7 (CEI 64-8/7; V2) (che si cita in quanto produce un aggiornamento della norma, ma non riguarda gli impianti in argomento atteso che essa è specifica per impianti elettrici nei locali adibiti ad uso medico), definisce i requisiti per:

- la protezione delle persone e dei beni (ed in tal senso sono state previste tutte le “protezioni” necessarie);
- il corretto funzionamento dell'impianto per l'uso previsto.

Nella prima fase della progettazione sono state raccolte le seguenti informazioni:

- caratteristiche dell'alimentazione;
- natura dei carichi;
- alimentazione dei servizi di sicurezza o di riserva;
- condizioni ambientali.

Nella seconda fase si è proceduto alla scelta di:

- tipi di condutture e sezioni dei conduttori;
- dispositivi di protezione;
- dispositivi di comando di emergenza;
- dispositivi di sezionamento;
- modalità di indipendenza dell'impianto elettrico;
- accessibilità dei componenti elettrici.

| | | |
|--|---|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con bricole</i> | Progetto Definitivo |
|--|---|---------------------|

5. SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI

Tutti i componenti elettrici previsti sono conformi alle prescrizioni di sicurezza delle Norme CEI che sono loro applicabili. La loro scelta è stata eseguita tenendo conto di:

⇒ caratteristiche adatte all'impianto, quali tensione, corrente, frequenza, potenza e condizioni di installazione;

⇒ protezione da effetti dannosi, quali fattore di potenza, corrente di spunto, carichi asimmetrici, armoniche.

6. REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

E' stata prevista una installazione secondo la buona tecnica, da parte di personale idoneo ed esperto nella realizzazione di detta tipologia di impianti, addestrato e dotato delle necessarie attrezzature.

Si prevede altresì che nella esecuzione degli impianti:

- non saranno compromesse le caratteristiche dei componenti elettrici;
- i conduttori siano identificabili in accordo con la Norma CEI 64-2 e che le connessioni presentino un alto grado di affidabilità;
- i tubi di protezione siano resistenti al calore anormale ed al fuoco secondo le relative norme e siano protetti contro le ossidazioni e le corrosioni;
- i rivestimenti protettivi non metallici siano resistenti al calore anormale e fiamma, secondo le relative norme;
- le alimentazioni elettriche siano predisposte in modo che sia possibile togliere rapidamente la tensione agli impianti elettrici, nel caso in cui la permanenza in tensione all'interno del locale possa esaltare il pericolo in situazioni di emergenza (incendi);
- le lampade siano protette, ove necessario, da una griglia di diffusione, vetri, ecc. ,e comprendano anche il porta lampade e le relative connessioni con i conduttori d'alimentazione;
- gli interruttori per il comando delle lampade siano del tipo IP 65, come previsto dalle norme CEI 64-2;
- le lampade, costituenti gli impianti esterni di illuminazione, siano adeguatamente collegate allo impianto di messa a terra e se dovesse risultare necessario (in fase di progettazione esecutiva) dovranno essere previsti i sistemi di protezione dalle scariche atmosferiche.

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

7. PROGETTAZIONE

La progettazione dell'impianto, e di conseguenza il suo proporzionamento, è stata effettuata tenendo conto del carico elettrico derivante dalle utenze da servire, della contemporaneità di funzionamento e del coefficiente di utilizzo.

8. LINEE PRINCIPALI

L'impianto è stato progettato secondo il seguente schema:

- alimentazione da contatore in corrispondenza del punto di consegna dell'Ente erogatore;
- alimentazione delle linee di distribuzione da quadro elettrico generale, con rifasamento delle linee elettriche delle macchine operatrici.

9. CIRCUITI

L'impianto è stato suddiviso in circuiti definiti in funzione delle utenze riportate nel dettaglio negli schemi unifilari e sulla base del calcolo dei carichi, oltre che in conformità alle indicazioni generali di buona tecnica di seguito elencate:

- è preferibile predisporre circuiti separati per diversi tipi di apparecchi utilizzatori (illuminazione generale - utilizzatori fissi - utilizzatori non fissi);
- se il circuito è previsto per l'illuminazione generale e supplementare, è opportuno che il carico relativo alla illuminazione generale non superi il 50% del carico del massimo circuito;
- se il circuito è dedicato ad alimentare un solo utilizzatore, tutti i relativi componenti devono avere la stessa potenzialità;
- sui circuiti che alimentano più utilizzatori non possono essere inseriti carichi contemporanei la cui somma sia superiore alle relative potenzialità;
- prevedere utilizzatori singoli per utilizzatori con corrente nominale superiore a 16 A (3520 VA), verificando che la sezione del cavo sia adeguato al carico, alle protezioni e C.D.T..

Gli interruttori automatici installati consentiranno una portata pari al 100% della corrente nominale solo se sezionati per le proprie condizioni di funzionamento e, cioè, per la temperatura interna al quadro ed eventuale fattore di raggruppamento.

Le portate sono state progettualmente utilizzate sino all'80% del valore nominale.

| | |
|----------------------------|---------|
| Calcoli Impianto elettrico | 6 di 17 |
|----------------------------|---------|

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

Con tale condizione la somma delle correnti relative agli utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente, la corrente del singolo utilizzatore, per singolo circuito, non deve essere superiore ai valori di seguito elencati:

| Corrente nominale Interruttori autom. (A) | Coefficiente riduzione % | Corrente di impiego circuito (A) | Potenza max 220 V (F+N) (VA) | Potenza max 380 V (3F+N) (VA) |
|--|---------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 10 | 80 | 8 | 1760 | 3040 |
| 16 | 80 | 12.8 | 2815 | 4864 |
| 20 | 80 | 16 | 3520 | 6080 |
| 25 | 80 | 20 | 4400 | 7600 |
| 32 | 80 | 25.5 | 5630 | 9690 |
| 40 | 80 | 32 | 7040 | 12160 |
| 50 | 80 | 40 | 8800 | 15200 |
| 63 | 80 | 50.4 | 11088 | 19152 |
| 80 | 80 | 64 | 14080 | 24320 |
| 100 | 80 | 80 | 17600 | 30400 |
| 160 | 80 | 128 | 28160 | 48640 |

In connessione alle correnti nominali degli interruttori automatici, le sezioni minime dei conduttori che verranno installati saranno le seguenti:

| Corrente nominale interruttori automatici (A) | Sezione minima Per circuito monofase (mmq) | Sezione minima per circuito trifase (mmq) |
|--|---|--|
| 10 | 1,5 | 2,5 |
| 16 | 2,5 | 4 |
| 20 | 4 | - |
| 25 | 4 | 6 |
| 32 | 6 | 10 |
| 40 | 10 | 10 |
| 50 | 10 | - |
| 63 | 16 | - |
| 80 | 25 | - |
| 100 | 35 | - |
| 160 | 70 | - |

La caduta di tensione, in conformità alla vigente norma CEI 64-8 art. 525, in qualsiasi punto dell'impianto utilizzatore e del relativo carico di progetto, non supererà il 4% rispetto alla tensione nominale dell'impianto ($U < 4\%$).

Le portate degli apparecchi di comando ed eventualmente delle prese utilizzati saranno i seguenti:

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

- interruttori, deviatori, ecc. da 10 e 16 A;
- prese a spina da 10 - 16 A.

Il dimensionamento delle varie linee con i rispettivi dati è meglio evidenziato nelle tabelle di calcolo relative ai quadri elettrici.(vedi schemi unifilari quadri).

Dette portate devono essere coordinate con quelle delle protezioni:

| Corrente nominale interruttori automatici (A) | Apparecchi di comando (A) | Prese (A) |
|--|--|--|
| 10 | 10 | 10 |
| 16 | 16 | 16 minimo 2 prese sul circuito se di tipo bipasso 10/16 A |
| 20 | -- | 16 minimo 2 prese 16 A sul circuito |
| -- | -- | 20 occorre dispositivo di comando funzionale |
| 25/50 | -- | -- circuiti singoli |

9.1 Potenza elettrica dell'impianto

Dallo schema unifilare del quadro di distribuzione generale si rilevano le rispettive potenze elettriche necessarie che, complessivamente al 100%, sono pari a 2,2 Kw.

| | |
|--|----------------------------|
| Potenza minima complessiva da mettere a disposizione | = 3 Kw |
| Cavo di alimentazione principale | = 2x16 mmq |
| Interruttore generale quadro di distribuzione | = 20 A magnetotermico |
| C.D.T. | = 3% illuminazione e 4% FM |

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

10. QUADRI DI DISTRIBUZIONE E SCHEMA ELETTRICO

10.1 GENERALITA'

Essendo la fornitura di energia elettrica monofase, i carichi saranno, distribuiti sull'unica fase disponibile

10.2 QUADRI ELETTRICI DI DISTRIBUZIONE

Ogni quadro elettrico sarà costituito da centralino da parete con i gradi di protezione "IP" 65 nella zona del a sua volta contenuto in un armadio in resina di tipo stradale, come meglio riportati rispettivamente nei grafici relativi alla carpenteria dei quadri elettrici medesimi.

Il centralino sarà munito di portello a vetro/resina trasparente e sarà dotato di più scomparti (moduli), contenenti gli interruttori, di dimensioni adeguate, in funzione del numero di interruttori e componenti da alloggiare (cfr. carpenteria quadri).

Gli interruttori, come ogni altro comando, sono previsti azionabili a portello aperto, senza che sia necessario l'accesso all'interno dei quadri, cioè oltre il pannello interno.

I quadri dovranno essere dotati sul portello anteriore di una targa di identificazione; all'interno tutte le apparecchiature di potenza ed ausiliarie, tanto sul fronte quanto all'interno, dovranno essere munite di idonee targhette indicatrici, per evidenziare chiaramente ed indelebilmente la funzione di tutti gli elementi; tutte le diciture riportate sulle targhette dovranno coincidere con i simboli e con le rappresentazioni riportate sugli schemi.

Il quadro dovrà essere, infine, provvisto di barra colletttrice di terra in rame, anche esterna, ampiamente dimensionata e vincolata ad opportuni elementi di sostegno, predisposta per la distribuzione del conduttore di protezione (giallo - verde) a tutte le utenze e per il collegamento alla rete di terra generale. Il cavo che va dal nodo alla puntazza deve essere di sezione non inferiore a 16 mmq.

10.3 QUADRO DI DISTRIBUZIONE GENERALE

L'interruttore di distribuzione generale, sarà alloggiato nel quadro di distribuzione generale che come già anticipato all'interno di un armadio stradale in resina tipo "Chiocciola". Da detto quadro si andranno ad alimentare le varie linee elettriche.

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

I quadri elettrici e le protezioni delle linee di alimentazione comandate dai medesimi quadri sono dettagliatamente indicate negli schemi unifilari relativi riportati nella tavola dedicata unita al progetto.

11. LINEE PRINCIPALI DI DISTRIBUZIONE

I conduttori uscenti dal quadro saranno in fili o corde di rame elettrolitico tipo FG7 (O) M1 o corrispettivo, multipolari e/o unipolari rigidi o flessibili isolati con PVC, non propagante lo incendio, conforme alle norme CEI 20-20 e 20-22, da posarsi entro tubazione in PVC, serie pesante, cavidotti, ecc, con marchio IMQ, a vista o sottotraccia, interrati o in canalina, e con isolamento minimo di grado 3.

La sezione dei cavi che alimentano le varie linee all'interno di ogni fabbricato sono evidenziate nelle allegate piante e relativi elaborati tecnici.

Indipendentemente dalle sezione dei cavi sopraindicate, la massima densità di corrente non sarà mai superiore al 70% di quelle ricavabili dalle tabelle UNEL in vigore.

La caduta di tensione massima non supererà mai il 4% per le utenze F.M. ed il 3% per l'impianto di illuminazione.

Tutte le tubazioni e canaline avranno un diametro interno non inferiore a 1,3 volte quello del cerchio che inserisce il fascio dei cavi contenuti mentre le canaline, se utilizzate, saranno di dimensioni adeguate al numero e sezione dei cavi passanti.

In ogni tratto di infilaggio non vi saranno più di due curve e, dovunque l'infilaggio risulti difficoltoso, saranno disposte cassette intermedie.

La norme EN 60446, nota anche come CEI 16-4, (Individuazione dei conduttori tramite colori o codici numerici) stabilisce per i conduttori elettrici un preciso codice colore, a dipendenza del suo specifico impiego. L'utilizzo di tale codifica facilita l'individuazione dei diversi conduttori presenti nell'impianto elettrico.

Si ricorda tuttavia di utilizzare sempre gli appositi strumenti (tester, cercafase) per determinare l'assenza di tensione dai conduttori e non fidarsi semplicemente della colorazione degli stessi.

| | | |
|---|---|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|---|---|---------------------|

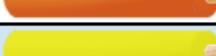
| | | |
|--|--|------------------|
| Conduttore di Fase (consigliato) |  | Marrone |
| Conduttore di Fase (consigliato) |  | Nero |
| Conduttore di neutro |  | Blu chiaro |
| Conduttore di protezione (PE) |  | Giallo-verde |
| Conduttore PEN |  | Blu-Giallo verde |
| Per uso generico (ritorno lampade, deviatori, invertitori ecc) |  | Rosso |
| Per uso generico (ritorno lampade, deviatori, invertitori ecc) |  | Arancio |
| Per uso generico (se non confondibile con conduttore PE-PEN) |  | Giallo |
| Per uso generico (se non confondibile con conduttore PE-PEN) |  | Verde |
| Per uso generico (ritorno lampade, deviatori, invertitori ecc) |  | Turchese |
| Per uso generico (ritorno lampade, deviatori, invertitori ecc) |  | Viola |
| Per uso generico (ritorno lampade, deviatori, invertitori ecc) |  | Grigio |
| Per uso generico (ritorno lampade, deviatori, invertitori ecc) |  | Rosa |
| Per uso generico (ritorno lampade, deviatori, invertitori ecc) |  | Bianco |

Tabella 1 - Colori e impieghi consentiti

12. IMPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto di terra sarà realizzato con cavi elettrici con sezioni pari a quelle indicate negli allegati disegni e consisterà di conduttori del tipo FG7 (O) M1 o corrispettivo, isolati PPR, con colore giallo-verde. Tutte le linee di terra confluiranno verso l'impianto di messa a terra realizzato con puntazza a croce in pozzetto.

La sezione del cavo che va dal nodo equipotenziale all'impianto di terra non dovrà essere inferiore alla sezione di fase e comunque non inferiore a 16 mmq.

Il pozzetto di terra sarà realizzato con puntazza a croce in rame piuttosto che in acciaio zincato, al fine di scongiurare ogni possibile corrosione per effetto dell'invasione dell'acqua marina, lunghezza minima 1,50 mt.

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

13. SISTEMI DI PROTEZIONE

13.1 - Protezione contro le sovracorrenti

In relazione alle diverse tipologie impiantistiche, si sono adottati i seguenti criteri:

- linee di distribuzione principali, saranno corredate di dispositivi di protezione sia contro il sovraccarico che il cortocircuito;
- linee di alimentazione secondaria, saranno singolarmente protette sia contro il cortocircuito che contro il sovraccarico;
- linee di alimentazione derivate da blindosbarre, saranno corredate di dispositivi di protezione contro il cortocircuito ed il sovraccarico installati nel punto di derivazione.

13.2 Protezione contro i sovraccarichi

La protezione deve essere realizzata mediante coordinamento tra ciascuna conduttura ed il rispettivo dispositivo di protezione in modo da soddisfare le condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

Dove:

- I_b è la corrente di impiego del circuito;
- I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione.
- I_z è la portata della conduttura.
- I_f è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Qualora la protezione dal sovraccarico sia espletata da un fusibile, questi dovrà avere una I_n tale da soddisfare le seguenti relazioni:

$$I_n \leq 0,75 I_z \quad \text{per } I_n \leq 10A$$

$$I_n \leq 0,80 I_z \quad \text{per } I_n \leq 25A$$

$$I_n \leq 0,85 I_z \quad \text{per } I_n > 25A$$

Dalle tabelle che si allegheranno agli schemi dei quadri elettrici (in fase esecutiva), il confronto tra i parametri sopracitati deve risultare sempre soddisfatto per tutte le linee in partenza dai quadri.

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

13.3 Protezione contro i corto circuiti

La normativa prescrive che la verifica della protezione debba essere effettuata in relazione ai seguenti punti:

- potere di interruzione: la protezione deve essere assicurata con l'impiego di dispositivi aventi potere d'interruzione almeno uguale ai valori delle I_{cc} massime presunte sui quadri.
- sollecitazione termica delle linee: tutte le correnti provocate da un corto circuito in un punto qualsiasi delle linee elettriche, devono essere interrotte in un tempo inferiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.

Le prescrizioni normative sono state soddisfatte, con le seguenti modalità:

potere di interruzione per tutte le linee in partenza dai quadri deve sempre essere verificata la relazione:

$$I_{cc} \leq p.d.i.$$

L'ottemperanza a questa richiesta normativa é evidenziata dal confronto tra i valori delle correnti massime di cortocircuito ed i poteri di interruzione dei dispositivi installati, che sono riportati sulle tabelle allegate agli schemi dei quadri elettrici.

Sollecitazione termica delle linee: alla richiesta normativa si è ottemperato:

calcolando le I_{cc} minime al termine di ogni conduttura secondo la norma CEI 64-8/5, art. 534.3;

verificando le condizioni $I^2t < K^2S^2$ per i valori delle correnti di guasto calcolate e tali da far intervenire il dispositivo di protezione in tempo minore di 5 sec;

verificando la condizione $I_b \leq I_n \leq I_z$.

Il risultato positivo di queste prescrizioni sarà sintetizzato nelle tabelle degli schemi dei quadri dalla seguente simbologia:

A = Il **p.d.i.** dell'interruttore è > della $I_{cc \max}$ nel punto d'installazione;

B = E' soddisfatta la condizione $I_b \leq I_n \leq I_z$;

C = La corrente guasto minima è \geq della taratura magnetica;

D = La presenza della protezione differenziale garantisce sia la protezione termica del conduttore di protezione, che la protezione contro i contatti indiretti nel caso di guasto verso terra.

13.4 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti **deve essere realizzata mediante isolamento delle parti attive** dalle seguenti caratteristiche:

- essere rimovibile solo mediante distruzione;

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

- essere resistente a tutte le influenze meccaniche, elettriche e termiche presenti nel luogo d'installazione.

In alternativa, qualora in alcune parti dell'impianto non si possa realizzare la misura sopracitata, **la protezione deve essere attuata:**

mediante involucri e barriere, aventi:

- idonea resistenza meccanica;
- la possibilità di essere rimosse solo mediante l'impiego di un attrezzo;
- un grado di protezione non inferiore a **IP2x** o **IPxxB**, nella generalità dei casi;
- un grado di protezione non inferiore a **IP4x** o **IpxxD**, per le superfici orizzontali a portata di mano.

mediante ostacoli, tali da impedire:

- l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive,
- il contatto non intenzionale con parti attive durante i lavori sotto tensione in funzionamento ordinario;
- la loro rimozione accidentale anche senza l'uso di chiave o attrezzo idoneo.

mediante distanziamento, tale da impedire il contatto non intenzionale con parti attive anche simultaneamente accessibili a tensione diversa.

Inoltre, a vantaggio della sicurezza, l'installazione di interruttori differenziali con corrente nominale d'intervento non superiore a 30 mA, rappresenta una protezione addizionale in caso d'insuccesso delle misure di protezione adottate o di incuria da parte dell'utenza.

In caso di utilizzo di apparecchiature elettriche, utensili, ecc, in cui non è certificato il doppio isolamento le linee di alimentazione dovranno necessariamente essere protette con differenziali con corrente nominale d'intervento non superiore a 3 mA.

gradi di protezione IP (International Protection)

| 1° cifra | 2° cifra | lettera aggiunta | lettera supplementare |
|----------|----------|------------------|-----------------------|
| 0...1 | 0...8 | A...D | H...W |

1° CIFRA

protezione contro il contatto di corpi solidi esterni e contro l'accesso a parti pericolose

| cifra | protezione del materiale | protezione delle persone |
|-------|---|---|
| 0 | non protetto | - |
| 1 | protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 50 mm. | protetto contro l'accesso con il dorso della mano |
| 2 | protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 12 mm | protetto contro l'accesso con un dito |
| 3 | protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 2.5 mm | protetto contro l'accesso con un attrezzo |
| 4 | protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 1 mm | protetto contro l'accesso con un filo |
| 5 | protetto contro la polvere | protetto contro l'accesso con un filo |
| 6 | totalmente protetto contro la polvere | protetto contro l'accesso con un filo |

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

2° CIFRA
 protezione contro la penetrazione dei liquidi

| cifra | protezione del materiale |
|-------|--|
| 0 | non protetto |
| 1 | protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua |
| 2 | protetto contro la caduta di gocce d'acqua con inclinazione max di 15° |
| 3 | protetto contro la pioggia |
| 4 | protetto contro gli spruzzi d'acqua |
| 5 | protetto contro i getti d'acqua |
| 6 | protetto contro le ondate |
| 7 | protetto contro gli effetti dell'immersione |
| 8 | protetto contro gli effetti della sommersione |

lettera aggiunta
(opzionale) (a)

| lett. | protezione delle persone |
|-------|---|
| A | protetto contro l'accesso con il dorso della mano |
| B | protetto contro l'accesso con un dito |
| C | protetto contro l'accesso con un attrezzo |
| D | protetto contro l'accesso con un filo |

lettera supplementare
(opzionale)

| lett. | protezione del materiale |
|-------|---|
| H | apparecchiature ad alta tensione |
| M | provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso dell'acqua con apparecchiatura in moto |
| S | provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso dell'acqua con apparecchiatura non in moto |
| W | adatto all'uso in condizioni atmosferiche specificate |

(a) utilizzata solo se:

la protezione effettiva contro l'accesso a parti pericolose è superiore a quella indicata dalla prima cifra;
 è indicata solo la protezione contro l'accesso a parti pericolose e la prima cifra viene quindi sostituita da una
 x;

13.5 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione attraverso appunto gli interruttori differenziali di tipo automatico.

14. CORPI ILLUMINANTI

14.1 Illuminazione esterna

L'illuminazione esterna sarà realizzata con corpi illuminanti costituiti da fari, proiettori montati sulla struttura del pontile con grado di protezione IP 67

15. ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

Per la tipologia di impianto oggetto del presente progetto, non è prevista la realizzazione di una illuminazione di emergenza.

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

16. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Per il dimensionamento dei cavi si sono applicate scrupolosamente le tabelle 1 e 2.

| Conduttore | Sezione nominale mm ² | Resistenza a 20° C in c.c. Ohm/Km | Portata di corrente (A) con temperatura ambiente di | | | | | |
|------------|-------------------------------------|--|---|-----------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----|-----|
| | | | 30° C in aria | 30°C in tubo | 20°C interrato in tubo "p" = 1 | 20°C interrato "p" = 1,5 | | |
| | 1.5 | 13.7 | 25 | 20 | 22 | 21 | 30 | 27 |
| | 2.5 | 8.21 | 33 | 28 | 29 | 27 | 39 | 34 |
| | 4 | 5.09 | 43 | 37 | 37 | 35 | 50 | 44 |
| | 6 | 3.39 | 55 | 48 | 47 | 44 | 63 | 55 |
| | 10 | 1.95 | 76 | 66 | 64 | 60 | 83 | 73 |
| | 16 | 1.24 | 100 | 88 | 83 | 78 | 106 | 93 |
| | 25 | 0.795 | 135 | 117 | 110 | 102 | 136 | 120 |
| 1 x | 35 | 0.565 | 169 | 144 | 134 | 123 | 162 | 143 |
| | 50 | 0.393 | 207 | 175 | 160 | 145 | 191 | 168 |
| | 70 | 0.277 | 268 | 222 | 202 | 182 | 233 | 205 |
| | 95 | 0.210 | 328 | 269 | 244 | 219 | 278 | 245 |
| | 120 | 0.164 | 383 | 312 | 282 | 258 | 316 | 278 |

Tabella 1 – cavi unipolari

Per i cavi interrati saranno usati solo i tipi FG7OR od FG7OM1.

| Conduttore | Sezione nominale mm ² | Diametro indicativo conduttore mm | Spessore medio isolante mm | Diametro esterno massimo mm | Peso indicativo del cavo Kg/Km |
|------------|-------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| | 1.5 | 1.5 | 0.7 | 13.2 | 210 |
| | 2.5 | 1.9 | 0.7 | 14.2 | 270 |
| | 4 | 2.4 | 0.7 | 16.1 | 360 |
| 4 x | 6 | 3 | 0.7 | 18.1 | 460 |
| 4 G | 10 | 4.1 | 0.7 | 21 | 690 |
| | 16 | 5.2 | 0.7 | 25.6 | 970 |
| | 25 | 6.3 | 0.9 | 29.6 | 1500 |
| | 3x35 + 1x25 | 7.7 | 0.9 | 31.8 | 1800 |
| | 3x50 + 1x25 | 9.4 | 1 | 35.9 | 2300 |
| | 3x70 + 1x35 | 10.9 | 1.1 | 40.9 | 3200 |
| | 3x95 + 1x50 | 12.7 | 1.1 | 44.6 | 4200 |
| | 3x120 + 1x70 | 14.5 | 1.2 | 50.9 | 5300 |
| | 3x150 + 1x95 | 15.6 | 1.4 | 56.3 | 6700 |

Tabella 2 – cavi multipolari

| | | |
|--|--|---------------------|
| Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale - Porto di Brindisi | <i>Potenziamento degli ormeggi navi Ro-Ro a Costa Morena Ovest - Realizzazione di un pontile con briccole</i> | Progetto Definitivo |
|--|--|---------------------|

Il calcolo di verifica dei conduttori è stato eseguito applicando la seguente formula:

$$\mathbf{DV = K Ib L (R \cos\theta + X \sen\theta)}$$

dove:

K = costante pari a 2 (circuiti monofase) o 1,73 (circuiti trifase);

Ib(A) = corrente d'impiego della conduttura;

L(Km) = lunghezza chilometrica del conduttore;

R(Ohm/Km) = resistenza chilometrica di fase;

X(Ohm/Km) = reattanza chilometrica di fase;

cosθ = fattore di potenza (0.90).