

UNIONE EUROPEA
REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana

ASSESSORATO REGIONALE DELLE ATTIVITA' PRODUTTIVE
DIPARTIMENTO REGIONALE DELLE ATTIVITA' PRODUTTIVE

UNIONE EUROPEA
REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana

ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E MOBILITA'
DIPARTIMENTO DELLE INFRASTRUTTURE E MOBILITA'
SERVIZIO UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI PALERMO

CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO PRESTAZIONALE

- SERVIZIO -

PER LA RISTRUTTURAZIONE DEL BACINO DI CARENAGGIO GALLEGGIANTE
SITO NEL PORTO DI PALERMO.

PROGETTO BACINO DA 19000 TONNELLATE

PARTE II NORME GENERALI

MACCHINARI E MEZZI D'OPERA

35.0. GENERALITÀ

Tutte le opere provvisorie occorrenti per l'esecuzione delle prestazioni, quali ponteggi, impalcature, armature, centinature, casseri, puntellature, ecc. dovranno essere progettate e realizzate in modo da garantire le migliori condizioni di stabilità, sia delle stesse, che delle opere ad esse relative. Inoltre, ove dette opere dovessero risultare particolarmente impegnative, l'Esecutore dovrà predisporre apposito progetto esecutivo, accompagnato da calcoli statici, da sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Esecutiva del Servizio.

Tutte le aree di lavoro, dovranno essere attrezzate con impianti provvisori, che prevedano, impianti elettrici d'illuminazione, impianti di aspirazione, impianti di ventilazione, impianti gas tecnici, per il taglio e la saldatura (manichette di distribuzione acetilene, ossigeno, CO₂ per saldatrici semiautomatiche), impianti distribuzione aria compressa, impianti elettrici per la saldatura ad arco con relative masse.

In corso d'opera gli impianti provvisori dovranno essere modificati mantenuti e adattati alle esigenze operative ed ai lavori in corso.

Dovranno essere previste le necessarie assistenze in termini di mezzi e di uomini, per le necessarie movimentazioni di materiali pesanti (aut-gru, gru, autocarri ecc.).

Le aree di lavoro, dovranno essere presidiate dai guardia fuochi e dovranno essere dotate di impianti idrici antincendio ed estintori e le operazioni di taglio e saldatura, dovranno essere presidiate da particolari squadre di Vigili del Fuoco (guardia fuochi).

Le operazioni di disormeggio e immissione in bacino, nonché quelle di uscita bacino e riormeggio, dovranno essere eseguite, con l'assistenza degli ormeggiatori e dei piloti del porto e dei rimorchiatori del porto pari in numero a quanto disposto dall'autorità marittima.

Le operazioni e le lavorazioni di bacino, dovranno richiedere la preparazione di apposito **piano taccate** atto a sostenere a secco il bacino e durante la sua permanenza sarà necessario fornire assistenza in termini di collegamento impianti provvisori, fornitura di energia elettrica, di gas tecnici, di acqua dolce industriale per le lavorazioni di lavaggio ad alta pressione, movimentazione ed imbarco materiali a mezzo gru, nonché dovrà essere previsto un servizio di sommozzatori, sia in fase di alaggio che di varo, per il corretto corretto posizionamento sul piano taccate e l'assenza di interferenze.

Resta stabilito comunque che l'Appaltatore rimane unico responsabile degli eventuali danni ai lavori, alle cose, alle proprietà ed alle persone che potessero derivare dalla mancanza o dalla non idonea esecuzione di dette opere. Tali considerazioni si ritengono estese anche ai macchinari e mezzi d'opera. Per i relativi oneri si rimanda All'art. 20 del presente Capitolato Prestazionale.

Art. 36

INDAGINI, RILIEVI E VERIFICHE

36.0. GENERALITÀ

L'Esecutore sarà tenuto ad eseguire, a propria cura e spese, tutte le indagini ed i rilievi che la Direzione Esecutiva riterrà necessari od opportuni al fine di determinare con la dovuta approssimazione la natura e le caratteristiche delle strutture metalliche rinnovate del bacino, le opere di trattamento delle lamiere di preparazione alle differenti tipologie di cicli di pitturazione, le verifiche e i controlli degli impianti di allagamento-esaurimenti, antincendio, zavorra, industriale, impianti elettrici, manutenzione gru, impianti di protezione catodica e degli anodi sacrificali.

Le indagini ed i rilievi saranno sviluppati con ampiezza diversa a seconda delle caratteristiche strutturali di parti del bacino (opera viva, morta, casse zavorra, coperta e sottocoperta) e delle dimensioni delle apparecchiature e degli impianti in genere. Dovranno in ogni caso essere rispettate la sorveglianza, le verifiche e collaudi del Registro Navale Italiano (RINA).

In particolare, dovranno essere rispettate le seguenti procedure ed adempimenti:

- Visite iniziali eseguite dai tecnici del RINA, preventivamente concordate con l'Esecutore e con la Direzione Esecutiva, atte a definire i contorni degli interventi sullo scafo e sugli impianti;
- I materiali utilizzati, le lamiere ed i profilati, i tubi in acciaio od altro materiale, i cavi elettrici, i quadri elettrici ed i relativi componenti ed accessori, i trasformatori, le pompe rinnovate e/o revisionate, il gruppo elettrogeno e quanta altra apparecchiatura, anche di nuova tecnologia, saranno concordate e visionate e concordate con gli Ispettori del RINA;
- I lavori di rinnovo strutture acciaio scafo, di installazione ed allestimento, sostituzione tubi, nuovi quadri elettrici o macchinari ed altro dovranno essere eseguiti sotto sorveglianza RINA, concordando soluzione e consegne;
- I saldatori ed i procedimenti di saldatura impiegati dovranno essere brevettati dagli Ispettori del RINA;
- Gli impianti e le prove di funzionamento finale dovranno essere eseguite e certificate dagli Ispettori del RINA;
- Il RINA dovrà emettere a fine lavori una Dichiarazione per il rinnovo della navigabilità e permettere all'Autorità Marittima il successivo rilascio del certificato di navigabilità.

Al fine di definire i contorni degli interventi di riparazione, in ottemperanza a quanto richiesto dai regolamenti RINA ed a buon esito dei rinnovi si prevede l'esecuzione di controlli non distruttivi, ultrasuoni, radiografie, liquidi penetranti e magnaflux come previsto dal piano controllo qualità, che dovranno essere eseguiti da personale specializzato e qualificato RINA.

Tutti i lavori che richiedono l'uso di fiamma o saldatura in particolare quelli che si svolgono in locali chiusi, devono essere eseguiti solo dopo accertamenti del chimico del porto e dietro rilascio di **certificati gas free**, che vengono rinnovati periodicamente durante tutte le fasi di lavorazione.

Art. 37

STRUTTURE, OPERE ED IMPIANTI IN GENERALE MODALITÀ DI STUDIO, PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE

37.0. GENERALITÀ

All'atto della consegna dei lavori l'Esecutore dovrà prendere visione del progetto delle opere e delle strutture in particolare, nonché degli eventuali esecutivi di dettaglio e dovrà esaminare e valutare in tutti gli aspetti, i metodi ed i procedimenti costruttivi prescritti in progetto. Quanto ai metodi ed ai procedimenti non prescritti la scelta spetterà all'Esecutore, salvo l'approvazione della Direzione Esecutiva, che deciderà in via definitiva dopo aver esaminato la proposta e la documentazione presentategli.

L'Esecutore sarà tenuto a verificare la stabilità, l'efficienza ed il dimensionamento di tutte le opere e strutture, dei procedimenti provvisori, delle opere d'arte, degli impianti ecc., ecc., e ciò anche nei riguardi delle geometrie e dei contorni dello scafo e dello stato di fatto delle opere esistenti da ristrutturare. In ogni caso, qualsiasi variante proposta dall'Appaltatore stesso alle caratteristiche costruttive ed ai metodi esecutivi, che rientrano nell'ambito della discrezionalità della Direzione Esecutiva, dovrà essere giustificata e documentata tecnicamente mediante uno specifico studio.

Qualunque sia la tipologia di struttura da realizzarsi, la determinazione dei parametri di sollecitazione sulle varie membrature sarà effettuata con i metodi della scienza delle costruzioni basati sull'ipotesi dell'elasticità lineare dei materiali.

I calcoli ed i disegni esecutivi dovranno essere di facile interpretazione e controllo e dovranno definire, in ogni possibile particolare, tutte le strutture da portare in esecuzione. I disegni specificatamente dovranno contenere tutte le quote necessarie per definire le dimensioni geometriche degli elementi, di modo che sia possibile procedere allo sviluppo delle misure stesse senza l'impiego di ulteriori dimensioni (o verifiche in sede contabile).

Ai sensi e per gli effetti dell'art. 2 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086, tutti gli elaborati di progetto, come pure le successive modifiche, dovranno essere firmati da un ingegnere od\q Architetto, o Geometra o Perito edile, con iscrizione nel relativo albo professionale, nei limiti delle rispettive competenze. Detti elaborati dovranno essere firmati anche dall'Esecutore. Con riguardo agli oneri ed alle responsabilità, si intende richiamato quanto specificato al punto all'art. 27.36 ed all'art. 34 del presente Capitolato Prestazionale.

Art. 38 RINNOVO STRUTTURE SCAFO

38.0. GENERALITÀ

Le opere di rinnovo delle strutture dello scafo dovranno essere realizzate nel rispetto delle previsioni progettuali e delle prescrizioni particolari che la Direzione Esecutiva potrà fornire all'atto esecutivo. Sarà dato comunque carico della Ditta di definire, facendone oggetto di precisa proposta, tutti quegli elementi caratteristici che non risultassero dal progetto o che nello stesso non si trovassero sufficientemente sviluppati od evidenziati, il tutto evidentemente nel rispetto della normativa vigente e, in particolare, dalle indicazioni che gli Ispettori del RINA, durante le visite periodiche, daranno all'Esecutore ed alla Direzione Esecutiva.

Le strutture fortemente corrose e deteriorate dello scafo saranno da sostituire, in particolare, sia gli elementi individuate a seguito dei rapporti di visite effettuate congiuntamente al RINA che quelle definite dalle analisi dei rapporti preliminari dei controlli non distruttivi di rilievo degli spessori U.T. (Ultrasonic Test) che presentano una riduzione di spessore maggiore o uguale al 10% del nominale previsto al piano dei ferri sulla sezione maestra.

L'Esecutore è tenuto ad elaborare la documentazione esecutiva di dettaglio dei nuovi costruttivi dello scafo necessari al rinnovo degli elementi strutturali interessati (platea, fiancate, paratie stagne e di sciacquo delle casse di zavorra, i copertini dei locali tecnici, il fasciame lato interno e lato esterno delle murate). In questo caso saranno tenute presenti le prescrizioni generali e particolari di cui ai punti che seguono.

384.0.1 Definizioni

Ai fini del presente articolo i termini che riguardano gli elementi compositivi del bacino di carenaggio sono: le n. 7 sezioni, in cui ognuna è composta da n. 4 casse: n. 2 centrali e n. 2 laterali, platea, fasciame interno, fasciame di fondo, copertine interne e ponte di coperta.

38.0.2 Demolizioni e Rinnovi

I lavori di ripristino dell'opera morta (platea, parte emersa, coperte e ponti) dovranno essere eseguiti, per quanto possibile, a unità galleggiante, mentre i lavori che riguardano l'opera viva (parte immersa) e le murate parti esterne, verranno eseguiti con unità a secco ed in adeguato bacino di carenaggio. Le casse di zavorra dovranno essere preventivamente aperte e ripulite dai detriti accumulati, che saranno depositati in idonei cassoni ed avviati al recupero o smaltimento secondo quanto previsto dalle norme vigenti alla data di esecuzione.

Le casse di zavorra e le fiancate, al fine dell'esecuzione dei lavori di carpenteria e saldatura, verranno dotate di ponteggi di sicurezza a norma, di impianti provvisori di illuminazione ventilazione ed estrazione.

Per l'introduzione dei materiali e per facilitare l'accesso del personale, dovranno essere realizzate aperture provvisorie sul fasciame di platea secondo quanto indicato dal piano omonimo.

Le parti rinnovate dovranno essere costruite utilizzando lamiera e profili d'acciaio di qualità uguale o superiore a quella originale e provvista di certificazione di collaudo RINA.

Nello specifico si utilizzerà per le lamiere ed i profili d'acciaio lamiera e profili di Acciaio Navale di grado "A", la cui idoneità dovrà essere certificata e collaudata dal Registro Navale Italiano (RINA).

Le saldature di collegamento dovranno essere eseguite secondo procedure approvate dal RINA con l'impiego di saldatori qualificati dal RINA, avendo cura di porre particolare attenzione nei casi di sovrapposizione di giunzioni chiodate con le nuove giunzioni saldate.

Le lavorazioni sullo scafo metallico ed i controlli non distruttivi sulle saldature dovranno essere effettuate sotto sorveglianza RINA, che ne rilascerà il parere di competenza.

All'atto dell'esecuzione dei rinnovi, l'estensione degli interventi di demolizione e ricostruzione per ogni item dovrà essere confermato o esteso, a seguito nuova ispezione visiva e nuovi rilievi di spessori, e concordato con l'ispettore RINA incaricato della sorveglianza lavori.

38.0.3 Verifiche (Pressatura e controlli non distruttivi)

I compartimenti zavorra, ad ultimazione delle opere, dovranno collaudati a mezzo di pressatura secondo quanto previsto dai regolamenti RINA e secondo quanto concordato con l'ispettore RINA incaricato della sorveglianza lavori.

A seguito del buon esito dei lavori si prevede eseguire i controlli non distruttivi, ultrasuoni, radiografie, liquidi penetranti e magnaflux, come di sotto elencati.:

ZONA	CONTROLLO	TIPO ACCOPPIAM.	NOTE
Platea	RX e MT	Giunti Testa-testa	I controlli RX interessano gli incroci di saldatura
Copertino	RX e MT	Giunti Testa-testa	I controlli RX interessano gli incroci di saldatura
Fasciame fondo	RX e MT	Giunti Testa-testa	I controlli RX interessano gli incroci di saldatura
Fasciame esterno	RX e MT	Giunti Testa-testa	I controlli RX interessano gli incroci di saldatura
Fasciame interno.	RX e MT	Giunti Testa-testa	I controlli RX interessano gli incroci di saldatura
Paratia longitud..	RX e MT	Giunti Testa-testa	I controlli RX interessano gli incroci di saldatura
Paratia trasvers..	RX e MT	Giunti Testa-testa	I controlli RX interessano gli incroci di saldatura
Paratia longitud..	MT/LP	Giunti T Angolo	Accoppiamento con platea-fondo- copertino
Paratia trasvers.	MT/LP	Giunti T Angolo	Accoppiamento con platea-fondo- copertino

(note) – significato abbreviato : Rx = Ray Test ; UT = Ultrasonic Test ; MP = Magnetic test

Art. 39

TRATTAMENTI PROTETTIVI

39.0. GENERALITÀ

Le opere di riparazione dello scafo dovranno essere trattate con primer, smalti e pitture appropriate ed idonei per applicazioni marine, con metodologie d'esecuzione realizzate nel rispetto delle previsioni progettuali e delle prescrizioni particolari che la Direzione Esecutiva potrà fornire all'atto esecutivo. Sarà dato comunque carico all'Appaltatore di definire, facendone oggetto di precisa proposta, tutti quegli elementi caratteristici che non risultassero dal progetto o che nello stesso non si trovassero sufficientemente sviluppati od evidenziati, il tutto evidentemente nel rispetto della normativa vigente e, in particolare, dalle indicazioni che gli Ispettori del RINA, durante le visite periodiche, daranno all'Esecutore ed alla Direzione Esecutiva.

A tal fine i trattamenti protettivi avranno tipologie e caratteristiche chimiche le cui composizioni ed applicazioni saranno differenti a seconda della zona di intervento.

In questo caso saranno tenute presenti le prescrizioni generali e particolari di cui ai punti che seguono.

39.0.1 Definizioni

Si intendono superfici immerse dello scafo od **opera viva** : la **carena** ed il **bagnasciuga** le cui superfici per la particolare esposizione, posizione e difficoltà di accessibilità gli interventi potranno essere espletati successivamente alla messa a secco del bacino; le superfici esterne od **opera morta** sono: le **fiancate esterne ed interne** e la **platea**; le superfici sotto al disotto della platea e comprese tra il fondo e le fiancate laterali rappresentano le **casce zavorra** ed infine le superfici di **sopraisolazione** sono rappresentate : da superfici di **coperta**, **vie di corsa** e **locali interni**. Gli interventi nelle zone denominate : opera morta, casce zavorra, coperta e sopraisolazione potranno essere espletate indifferentemente se l'assetto del bacino venga messo a secco o meno.

Tutti i manufatti in ferro sono pitturati perché il loro funzionamento ed il loro valore siano salvaguardati nel tempo. Quindi tutti i lavori sia quelli iniziali sia quelli successivi hanno lo scopo di prevenire il decadimento dovuto alla corrosione e contemporaneamente hanno valore estetico. Il risultato di una buona pitturazione dipende da questi tre parametri :

- qualità del pretrattamento ;
- qualità dell'esecuzione
- qualità dei prodotti vernicianti.

39.0.2 Pretrattamento

E' necessario per ottenere la migliore protezione da parte dei prodotti vernicianti rimuovere qualsiasi impurità dalla superficie metallica sia essa ruggine propriamente detta, acqua oppure residui di vecchia pittura. I vari tipi di pretrattamento consistono :

- sgrassaggio con solvente** : questo trattamento è efficace quando ci troviamo in presenza di sostanze estranee quali oli e grassi. Si usa generalmente un solvente nitro passandolo mediante un pennello;
- pulizia manuale** : le croste di ruggine che non possono essere raggiunte con attrezzi meccanici vanno prima battute con apposito martelletto, poi asportate con un raschietto adeguato ed infine spazzolate con una spazzola metallica;
- spruzzo di acqua dolce pressurizzata** : è usato soprattutto dove ci sono ragioni ambientali ma la qualità del lavoro è inferiore a quella che si ottiene con la sabbiatura a secco. I parametri che definiscono questo lavoro sono la pressione a cui si effettua il trattamento e la qualità della superficie ottenuta;
- Fiamma** : soprattutto in presenza di ferro con vecchie verniciature;
- Sabbiatura a secco** : consiste nello spruzzare sulla superficie da pretrattare dei materiali abrasivi con una sabbiatrice ad alta velocità. I fattori che determinano la qualità del lavoro sono il tipo di abrasivo, la pressione dell'aria ed il diametro dell'ugello. Le norme Svedesi SIS 055900 determinano quattro possibili situazioni : - superficie completamente ricoperta da calamina; - superficie ricoperta al 60% da calamina ed al 40% da ruggine; - superficie quasi interamente arrugginita; - superficie con ruggine profonda e presenza di vaiolature. Per ciascuna di queste situazioni vengono definite 4 gradi di sabbiatura (Sa) e 2 gradi di spazzolatura (St) e precisamente:
Sa 1 : si rimuovono solo la calamina e la ruggine libera;
Sa 2 : si rimuovono la calamina e la ruggine libera;
Sa 2 1/2 : si rimuove la ruggine in maniera completa e la calamina fino al 95%;
Sa 3 : si rimuove completamente (100%) sia la ruggine sia la calamina fino ad ottenere per il manufatto una colorazione grigia uniforme;
St 2 ed St 3 : diversi gradi di pulizia delle superfici mediante mezzi meccanici quali spazzole e smerigliatori.

Per la tipologia di lavorazioni e di interventi mirati a rinnovare strutture immerse su acqua marina, le relative superfici delle lamiere e delle altre parti metalliche prima di ricevere i rivestimenti protettivi, devono subire diversi processi di pulitura al fine di eliminare sia le preesistenti pitture quanto le incrostazioni ed impurità. L'appaltatore dovrà seguire le seguenti procedure :

- per le superfici denominate **opera viva, opera morta e casce zavorra** saranno osservate le seguenti procedure:
 - palettatura per la eliminazione delle concrezioni marine, ruggine, calamina e vernici preesistenti;
 - picchettatura e mazzatura;
 - lavaggio/pulizia con acqua dolce mediante idropulitrice ad alta pressione;
 - sabbiatura di grado SA2;
 - eventuale carteggiatura delle superfici;
 - primer epossidico bicomponente ad alta prestazione contenente additivi.
- per le superfici denominate **locali interni di sopraisolazione e sottoisolazione** saranno osservate le seguenti procedure:
 - sgrassaggio con diluenti;
 - lavaggio/pulizia con acqua dolce mediante idropulitrice ad alta pressione;
 - scartavetratura e discatura ST3.

39.0.3 Esecuzione dei lavori

E' indispensabile, affinché un lavoro abbia una buona riuscita, concordare le seguenti specifiche:

grado di preparazione delle superfici, metodo di applicazione, tipi di pittura, gli spessori degli strati di vernice, i tempi tra le varie fasi ed i diluenti.

Gli attrezzi principali per le applicazioni dei prodotti vernicianti per materiali metallici sono :

pennelli : per le superfici ferrosi pennelli si adottano pennelli tondi od ovalini;

rulli : hanno pelo sintetico molto corto e molto facile da pulire con solvente;

Negli interventi mirati a rinnovare strutture immerse su acqua marina, le relative superfici delle lamiere e delle altre parti metalliche prima di ricevere i rivestimenti protettivi, devono subire diversi processi di pulitura al fine di eliminare sia le preesistenti pitture quanto le incrostazioni ed impurità. L'appaltatore dovrà seguire le seguenti procedure:

spruzzo convenzionale e spruzzo airless : sono apparecchiature che non miscelano il materiale con aria ma sfruttano solo il passaggio della vernice spinta attraverso un ugello di dimensioni appropriate ad una pressione compresa tra 100 e 200 atmosfere.

39.0.4 Qualità dei prodotti vernicianti

Si classificano in due categorie secondo la loro funzione specifica e secondo il loro contenuto e più specificatamente:

- In base al loro impiego : pitture antiruggine, primer ricchi in zinco e shop premier, wash- primer e pitture antivegetative;
- In base al tipo di resina contenuta nel prodotto che ne determina le caratteristiche : epossidiche, acriliche, alchidiche, clorocaucciù, viniliche, siliconiche, in emulsione, poliuretaniche e poliuretaniche igroindurenti.

39.0.5 Cicli di pitturazioni

I cicli di pitturazione per le diverse superfici di scafo dovranno rispettare la seguente tabella :

N.	ZONA D'INTERVENTO	TIPO DI PRODOTTO	SPESS. IN MY
A	CARENA E BAGNASCIUGA	FONDO EPOSSIDICO	200
		FONDO EPOSSIDICO	200
		FINITURA EPOSSIDICO	200
B	OPERA MORTA – COPERTA ED ACCESSORI	FONDO EPOSSIDICO	200
		FONDO EPOSSIDICO	200
		SMALTO EPOSSIDICO	70
C	CASSE ZAVORRA	PITTURA BITUMINOSA	200
		PITTURA BITUMINOSA	200
D	LOCALI INTERNI (MANOVRA – POMPE)	ANTIRUGGINE ALCHIDICA	80
E	LOCALI INTERNI (SOPRA ISOLAZIONE)	IDROPITTURA	30
		IDROPITTURA	30
F	LOCALI INTERNI SOGGETTI A CONDENZA	ANTIRUG. -ALCHIDICA	80
		ANTICONDENZA	200
		IDROPITTURA	30

G	POSIZIONI VARIE	SMALTO EPOSSIDICO	40
----------	------------------------	--------------------------	-----------

Art. 40
IMPIANTO DI PROTEZIONE CATODICA

40.0. GENERALITÀ

L'opera di protezione catodica è una tecnica che trova largo impiego nella prevenzione della corrosione delle strutture marine con lo scopo di prolungare la vita utile delle strutture e di aumentare il grado di affidabilità e dare di conseguenza un contributo della riduzione dei consumi delle materie prime, del risparmio energetico e della sicurezza degli impianti.

Essa è una tecnica elettrochimica di prevenzione della corrosione, che si può applicare ai materiali metallici posti a contatto con ambienti aggressivi aventi un' apprezzabile conducibilità elettrica. Tale tecnica si attua facendo circolare una corrente continua fra un elettrodo posto nell'ambiente e la superficie della struttura da proteggere: la corrente, provocando l'abbassamento del potenziale del materiale metallico, riduce la velocità di corrosione, fino al suo arresto.

40.0.1 Definizione

Il principio di funzionamento dell'impianto è quello di alterare il potenziale che assume l'acciaio della struttura rispetto all'acqua mare, mantenendolo in condizione di protezione catodica. In condizioni normali, e quindi senza protezione, il potenziale assume valori compresi tra 400mV e 600mV se misurati con una cella di riferimento di zinco puro.

L'effetto della corrente impressa dell'impianto di protezione catodica modifica, quindi, tale potenziale mantenendolo a 200mV, valore universalmente accettato come tipico di un'ottima protezione catodica.

Il circuito protettivo è costituito dal polo positivo del raddrizzatore ed è collegato agli anodi in titanio platinato che verranno disposti in mare in prossimità della linea di costruzione del bacino e sul lato esterno delle fiancate.

La corrente protettiva fluisce dagli anodi, attraverso l'elettrolita (in questo caso l'acqua del mare) e raggiunge il polo negativo del raddrizzatore che è connesso saldamente allo scafo.

Per principio, le celle di riferimento in zinco e lo scafo d'acciaio costituiscono gli elettrodi di una pila, trovandosi entrambi immersi in un elettrolita.

Il valore della differenza di potenziale assunta tra i due metalli permette, quindi, di stabilire se lo scafo risulti adeguatamente protetto.

40.0.2 Materiali ed apparecchiature

Ogni impianto di protezione catodica a correnti impresses è progettato nel rispetto del sistema qualità aziendale certificato secondo le norme ISO 9001:2000 ed è calibrato in funzione delle singole esigenze operative.

L'impianto è fornito completo di tutti gli elementi ed è essenzialmente composto da:

- 1.** centralina automatica di erogazione di corrente con potenze da 20 A a 500 A;



- 2.** anodi in titanio attivato (normalmente da 2 a 4) da posizionare a scomparsa in carena completi di compartimento stagno;



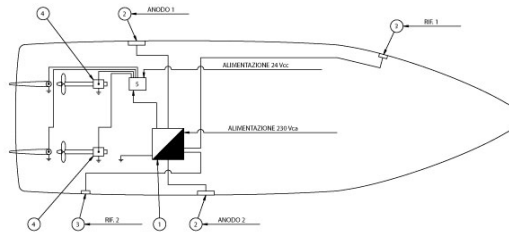
- 3.** elettrodi di riferimento (in Zn 99,99 % o in Ag/AgCl);



- 4.** sistema di messa a massa degli assi

- 5.** sistema di messa a massa dei timoni.

- 6.** anodi di zinco sacrificali da porre all'interno delle casse zavorra..



POS.	DESCRIZIONE
1	ALIMENTATORE CONTROLLATO
2	ANODO IN TITANIO ATTIVATO TIPO FT15/1
3	ELETTRODO DI RIFITO IN ZINCO PURO (99,99%) TIPO F-2/RE
4	ANELLI DI STRASCIMENTO + PORTASPAZZOLE + SPAZZOLE
5	SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLA PROTEZIONE CATHODICA

40.0.3 Esecuzione dei lavori

L'impianto di protezione catodica all'interno di un bacino galleggiante è costituito da alimentatori capaci di generare una corrente max cad. di 400A a 24V in corrente continua e da elettrodi al titanio platinato attivato (catodi) e celle di riferimento di zinco purissimo per le misure e regolazioni dei parametri di funzionamento.

Il gruppo alimentatore, che contiene il trasformatore ed il raddrizzatore di corrente, utilizza il riferimento della d.d.p. misurata dalla cella di zinco e modula di conseguenza l'uscita in corrente verso gli anodi per mantenere protetto lo scafo.

L'impianto risulta deve essere dimensionato per contrastare i suddetti fenomeni elettrochimici, consentendo di modulare i valori di corrente necessari per protezione catodica dello scafo nelle varie configurazioni di assetto e d'esercizio, ovvero con platea emersa o in fase di manovra ingresso navi e quindi con platea e fiancate in immersione massima.

Il funzionamento, completamente automatico, non richiede particolari interventi da parte di operatori.

Un gruppo misure e spie di sistema, installati sul fronte quadro dell'alimentatore, consentirà di controllare il corretto funzionamento dell'impianto.

L'alimentatore dovrà essere corredato di scheda elettronica di interfaccia con trasduttori 4-20mA per il monitoraggio a distanza dei parametri di regolazione e di protezione tramite il sistema SCADA in cabina di manovra bacino.

Gli anodi e le celle di riferimento devono essere installati per immersione con ancoraggio di trattenuta sulle fiancate esterne del bacino.

L'installazione comprende anche la fornitura e posa in opera di cassette di connessione e derivazione stagne, cavi elettrici e collegamenti equipotenziali, nonché passaggi a paratia.

Art. 41

IMPIANTI ELETTRICI E DI ILLUMINAZIONE

41.0. GENERALITÀ

41.0.1. Osservanza delle disposizioni e norme ufficiali - Norme CEI

Nella progettazione e nella realizzazione degli impianti elettrici l'Appaltatore dovrà attenersi a tutte le disposizioni e norme emanate e vigenti all'atto dell'esecuzione, quali leggi, decreti, regolamenti, circolari, ecc. ed in generale a tutte le disposizioni riportate in Appendice.

In particolare dovranno essere osservate le disposizioni di cui al D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 (Titolo VII) alla Legge 1 marzo 1968, n. 186, alla Legge n. 46/90 e relativo Regolamento, nonché le norme emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) e dal Comitato Elettronico Italiano (C.E.I.) e le Tabelle pubblicate dall'Ente di Unificazione Dimensionale Elettrica (UNEL),

Dovranno ancora essere rispettate tutte le prescrizioni dettate dai competenti Comandi dei VV .FF ., dall'I.S.P.E.S.L. e dagli Enti distributori (Enel od altri Enti, Società o Aziende), per le rispettive competenze.

.Saranno a carico dell'Appaltatore tutti gli adempimenti, gli oneri e le spese derivanti dai rapporti con detti Enti od Autorità (per l'espletamento di qualsiasi pratica, per la richiesta di autorizzazioni, ecc., nonché per le visite ed i controlli eventualmente disposti) come pure sarà a carico dello stesso l'assunzione di tutte le informazioni relative a detti adempimenti.

Di conseguenza nessuna variazione potrà essere apportata al prezzo dell'appalto qualora, in difetto, l'Appaltatore fosse costretto ad eseguire modifiche o maggiori lavori. Tale precisazione varrà comunque per le opere valutate a forfait, restando obbligato l'Appaltatore ad eseguire lavori, se prescritti, anche non espressamente previsti in contratto o diversamente previsti.

Oltre alle Leggi ed alle Disposizioni di cui al presente articolo vige il rispetto degli accertamenti e le verifiche obbligatorie previste dal **RINA (Registro Navale Italiano)**.

41.0.2. Materiali ed apparecchi - Marchio di Qualità

I materiali e gli apparecchi da impiegare negli impianti in argomento dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio. Dovranno inoltre essere rispondenti alle relative norme CEI e Tabelle di unificazione CEI —UNEL ove queste, per detti materiali ed apparecchi, risultassero pubblicate e vigenti..

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi alle prescrizioni di tali norme e tabelle dovrà essere attestata, per i materiali e per gli apparecchi per i quali è prevista la concessione del marchio, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità, nonché omologati e testati secondo la normativa prevista dal **RINA (Registro Navale Italiano)**.

La presenza della marcatura CE e della omologazione **RINA** rappresenterà inoltre l'osservanza delle disposizioni del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 (come modificato dal D.P.R. n. 499/97) che attua la direttiva 89.106. CEE.

41.0.3. Campionatura

Unitamente alla presentazione del progetto di cui ai paragrafi precedenti, l'Esecutore sarà tenuto a produrre ed a depositare, negli appositi locali all'uopo designati, la campionatura completa dei materiali e degli apparecchi componenti l'impianto e da installare, compresi i relativi accessori, per la preventiva accettazione da parte della Direzione Esecutiva e per i controlli che dalla stessa saranno ritenuti opportuni.

Resta stabilito comunque che l'accettazione dei campioni non pregiudica in alcun modo i diritti che il Committente si riserva in sede di collaudo, restando obbligato in ogni caso l'Esecutore a sostituire, anche integralmente, tutti i materiali e le apparecchiature che, ancorché in opera, risultassero difettosi o comunque non idonei o non corrispondenti ai campioni.

41.0.4. Verifica provvisoria e consegna degli impianti

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato da parte del Committente, questa avrà la facoltà di prendere in consegna gli impianti anche se il collaudo definitivo non avesse ancora avuto luogo. In tal caso però la presa in consegna degli impianti dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi, effettuata con esito favorevole, che verrà opportunamente verbalizzata.

L'Amministrazione appaltante, e per essa la Direzione Esecutiva, potrà in ogni caso procedere a verifiche provvisorie, prima e dopo l'ultimazione dei lavori, e ciò ancor quando non fosse richiesta la consegna anticipata. La verifica o le verifiche provvisorie accerteranno la corrispondenza dei materiali e degli apparecchi impiegati ai campioni regolarmente accettati e depositati, le condizioni di posa e di funzionamento, il rispetto delle vigenti norme di legge per la prevenzione infortuni ed in particolare:

- la scelta dei conduttori con riferimento alla portata ed alla caduta di tensione;
- la scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione;
- l'identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- lo stato di isolamento dei circuiti;
- il grado di isolamento e la sezione dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni di massimo carico previsto;
- l'efficienza delle prese di terra.

41.0.5. Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti alle condizioni del progetto approvato, alle specifiche del presente Capitolato Prestazionale ed alle disposizioni, anche in variante, eventualmente impartite dalla Direzione Esecutiva. Nel collaudo definitivo dovranno ripetersi gli accertamenti di cui ai paragrafi precedenti. ed inoltre dovrà procedersi alle seguenti verifiche:

- verifica della sfilabilità dei cavi;
- verifica della continuità dei conduttori di protezione e di quelli equipotenziali;
- misura della resistenza di isolamento dell'impianto;
- verifica della corretta esecuzione dei circuiti di protezione contro le tensioni di contatto;
- prove di funzionamento e verifica delle cadute di tensione.

Per le prove di funzionamento e rendimento delle apparecchiature e degli impianti il collaudatore dovrà previamente verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna, (tensione, frequenza e potenza disponibile), siano conformi a quelle di previsione ed in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti.

Qualora le dette caratteristiche della corrente di alimentazione (se non prodotta da centrale facente parte dell'appalto) all'atto delle verifiche o del collaudo non fossero conformi a quelle contrattualmente previste, le prove dovranno essere rinviate, per un periodo comunque non superiore a 15 giorni.

41.0.6. Garanzia degli impianti

L'Appaltatore avrà l'obbligo di garantire gli impianti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia ancora per il regolare funzionamento, fino a quando il Certificato di collaudo non avrà assunto valore definitivo.

Pertanto, fino alla scadenza di tale periodo, l'Esecutore dovrà riparare, tempestivamente ed a proprie spese, tutti i guasti e le imperfezioni che dovessero verificarsi negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio o di funzionamento, esclusa solamente la riparazione dei danni attribuibili all'ordinario esercizio.

41.01. PROGETTO DEGLI IMPIANTI

41.1.0. Obblighi generali di progettazione

Nei termini di tempo prescritti dalla Direzione Esecutiva e comunque non oltre 60 gg. dalla consegna dei lavori e non meno di 30 gg. prima dell'esecuzione degli impianti, a norma di quanto stabilito ai punti precedenti, l'Esecutore dovrà produrre, a propria cura e spese, il progetto esecutivo degli impianti elettrici, accompagnato dai relativi calcoli.

I calcoli ed i disegni dovranno essere di facile interpretazione e controllo e dovranno definire, in ogni possibile particolare, tutti gli elementi e le caratteristiche degli impianti da eseguire. Per la simbologia, i segni, gli schemi e le unità di misura sarà fatto riferimento alle norme CEI in vigore.

Il progetto sarà firmato da un ingegnere o da un perito industriale elettrotecnico (nei limiti di competenza), abilitati secondo le disposizioni in vigore e regolarmente iscritti ai rispettivi Albi professionali, e dovrà essere controfirmato dall'Esecutore.

41.1.1. Classificazione dei sistemi

In relazione alla loro tensione nominale, i sistemi elettrici saranno divisi in:

- Sistemi di *categoria ZERO*, quelli a tensione nominale minore od uguale a 50 V se a corrente alternata od a 120 V se a corrente continua (non ondulata).
- Sistemi di *1ª categoria*, quelli a tensione nominale da oltre 50 V se a corrente alternata o da oltre 120 V se a corrente continua, fino a 1000 V compreso (se a corrente alternata) od a 1500 V (se a corrente continua).
- Sistemi di *2ª categoria*, quelli a tensione nominale da oltre 1000 V (o 1500 se a corrente continua) a 30.000 V compreso.

41.1.2. Specificazioni per la presentazione del progetto

L'Appaltatore dovrà presentare il progetto degli impianti, nei termini prescritti ai punti precedenti, corredato dei seguenti elaborati:

- Relazione particolareggiata, illustrativa del tipo, della consistenza e delle caratteristiche degli impianti da eseguire.
- Calcoli elettrici di dimensionamento dei vari circuiti e, occorrendo, anche meccanici od elettro-meccanici.
- Schemi elettrici dei vari circuiti (ordinari, di montaggio, topografici e funzionali, secondo i casi e le prescrizioni), con l'indicazione del tipo e delle sezioni dei conduttori adoperati e delle cadute di tensione a pieno carico per i vari tratti.
- Disegni, in scala appropriata, con una chiara rappresentazione grafica dei vari utilizzatori, dei comandi, dei quadri, ecc.
- Prospetti illustranti le caratteristiche costruttive e di funzionamento di tutti i macchinari, apparecchiature ed apparecchi, con tutti gli elementi atti ad individuarne la potenzialità e/o i dati caratteristici, i livelli di prestazione, le protezioni, ecc.

Resta comunque stabilito che ove il progetto allegato al contratto non fosse corredato di tutti gli allegati ed elementi sopra richiesti, quand'anche non fosse da considerare semplicemente di massima, l'Appaltatore dovrà comunque provvedere alle necessarie integrazioni, acquisendo se del caso le necessarie informazioni, così da presentare il progetto degli impianti completo e particolareggiato in ogni sua parte, come da prescrizione.

Il Committente, e per essa la Direzione Esecutiva, avrà la facoltà di disporre anche in variante, l'ubicazione di qualunque elemento degli impianti (quadri, comandi, punti luce, prese, ecc.) ferma restando, per le opere a forfait, la relativa consistenza.

41.2. CAVI ELETTRICI

41.2.1. Cavi di bordo

La distribuzione dell'energia elettrica a bordo viene effettuata esclusivamente per mezzo di cavi, cioè di conduttori ricoperti da guaine isolanti e rivestimenti protettivi. È ammesso l'uso di conduttori nudi solo come sbarre all'interno di quadri elettrici.

41.2.2. Scelta dei cavi

La tensione per la quale il cavo è stato progettato non deve essere minore della tensione nominale del circuito, nel quale il cavo stesso è inserito e l'isolante deve essere scelto in modo che la sua temperatura di funzionamento sia al minimo del 10 % più alta della massima temperatura ambiente che si presume esista, o sia prodotta nel luogo dove il cavo è installato. In base quindi alla tensione nominale e alla temperatura di funzionamento, viene determinato il tipo di isolamento necessario.

Per quanto riguarda la copertura protettiva, questa dipende dalla collocazione del cavo. Le norme ritengono necessario dotare di guaina impermeabile tutti i cavi installati sui ponti ed esposti alle condizioni atmosferiche, quelli situati in ambienti umidi o bagnati, in luoghi refrigerati o in sala macchine e in generale devono essere provvisti di tale guaina tutti i cavi situati in luoghi dove sono presenti condense o vapori pericolosi.

41.2.3. Dimensionamento

Il proporzionamento dei cavi consiste nelle seguenti fasi:

- determinare la corrente in servizio continuativo che il cavo deve trasportare nelle più gravose condizioni di esercizio, dove con *servizio continuativo* si intende un tempo di durata superiore a tre volte la costante di tempo termica del cavo;
- determinare la sezione di rame corrispondente;
- verifica della caduta di tensione lungo la linea, che non deve essere superiore a quella prevista dalle norme per il tipo di circuito.

La sezione del conduttore si ricava generalmente da diagrammi che mostrano come varia la corrente nominale in funzione della sezione del rame. Solitamente si hanno quattro curve, che corrispondono ai diversi tipi d'isolamento, e precisamente partendo da quelle più basse alle più alte si ha:

- 1) PVC (60°C);
- 2) PVC resistente al calore (75°C);
- 3) Gomma butilica (80°C);
- 4) Gomma al silicone e isolante minerale (95°C).

Tali diagrammi sono validi sia in corrente continua sia in corrente alternata, per cavi unipolari e per temperature ambiente di 45°C che è considerato un valore standard generalmente applicabile per ciascun tipo di nave e per la navigazione in ogni clima.

Quando comunque è noto che la temperatura ambiente rimane permanentemente al di sotto dei 45°C la corrente nel grafico può essere aumentata, ma in nessun caso la temperatura deve essere considerata al di sotto dei 35 °C.

Quando d'altra parte ci si aspetta una temperatura superiore ai 45 °C la corrente del grafico deve essere diminuita.

I fattori di correzione per i due casi ora citati sono raccolti nella seguente tabella :

Max temp. del cond.	Fattore di correzione per temperatura ambiente di										
	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C	65 °C	70 °C	75 °C	80 °C	85 °C
60	1,29	1,15	1,00	0,82	–	–	–	–	–	–	–
75	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	–	–	–	–
80	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,65	0,53	–	–	–
95	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55	0,45

Se invece i cavi sono a più conduttori occorre moltiplicare per i seguenti fattori di correzione approssimati:

- 0,85 per i cavi a due conduttori;
- 0,70 per i cavi a tre o quattro conduttori.

Tutte le portate così ricavate sono valide se lungo il loro percorso i cavi sono riuniti in gruppi di non più di sei e se questi giacciono tutti sullo stesso piano, oppure se, in caso di raggruppamenti a più strati, tra uno strato e l'altro viene lasciato uno spazio sufficiente a consentire la libera circolazione dell'aria.

Nel caso che tali condizioni non siano rispettate si deve applicare alle portate un coefficiente di riduzione pari a 0,85. Si valuta ora la caduta di tensione misurata tra le sbarre di alimentazione principali o d'emergenza e un punto qualsiasi della rete quando la linea trasporta il massimo carico sotto normali condizioni di esercizio.

Essa rappresenta una verifica della corretta scelta della sezione del cavo, in quanto una scelta errata può portare ad un eccessivo abbassamento di tensione sugli utilizzatori che si ripercuote negativamente su apparecchi elettrici come motori asincroni, lampade a scarica, o sistemi di controllo elettronici. Per questo le norme CEI 60092-352 impongono che il ΔV massimo non debba superare il 6% della tensione nominale per circuiti di forza motrice, o riscaldamento, non debba invece essere superiore al 5% per i circuiti di illuminazione.

Per alimentazione da batterie non superiore ai 50 V questo valore può aumentare fino al 10%. Sotto speciali condizioni di breve durata come ad esempio l'avviamento di motori, si può accettare una caduta di tensione maggiore ammesso che l'installazione sia in grado sopportarla. I cavi e i loro conduttori isolati devono infine resistere agli effetti termici e meccanici dovuti al massimo valore della corrente di corto circuito prendendo in considerazione, non solo la caratteristica tempo/corrente dell'apparecchio di protezione del circuito, ma anche il valore di picco durante il primo mezzo ciclo della corrente di corto calcolata.

41.2.4. Densità massima di corrente (sezione dei cavi)

Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle massime cadute di tensione di cui al punto precedente, per i conduttori di tutti gli impianti alimentati a piena tensione normale della rete a B.T., la massima densità di corrente ammessa non dovrà superare il 90% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL o CENELEC in vigore. In ogni caso la densità di corrente dovrà essere limitata a valori tali che la temperatura raggiunta dai conduttori, quando la temperatura ambiente fosse quella massima prevista, non comprometta l'isolamento delle parti stesse e non danneggi gli oggetti posti nelle vicinanze.

La densità di corrente in ciascuna parte dei circuiti dovrà essere valutata in base alla corrente assorbita da tutti gli apparecchi utilizzatori alimentati dai circuiti stessi e suscettibili di funzionare contemporaneamente o, in mancanza di precise indicazioni, con riferimento al carico convenzionale. Per quanto riguarda il fattore di potenza dei carichi induttivi esso, in mancanza di diversa specificazione, verrà assunto al valore convenzionale di 0,8. Dovrà sempre essere verificata la seguente relazione:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Per le portate dei cavi elettrici in regime permanente si farà riferimento alle norme CEI ed alle tabelle di unificazione CEI - UNEL e CENELEC.

TAB. IV - 5 – Portata I_b dei cavi (unipolari o multipolari) in rame isolati in pvc (1^a tab.) od in gomma G5 o G7 (2^a tab.) posati in tubo o canale e massima corrente nominale I_n dell'interruttore di protezione contro il sovraccarico (IEC 364-5-523; CENELEC R 64.001)

NUMERO DEI CONDUTTORI (*)	SEZIONE DEL CAVO (mm ²)								
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	
2	I _b	16,5 A	23 A	30 A	38 A	52 A	69 A	90 A	111 A
	I _n	16 A	20 A	25 A	32 A	50 A	63 A	80 A	100 A
3	I _b	15 A	20 A	27 A	34 A	46 A	62 A	80 A	99 A
	I _n	10 A	20 A	25 A	32 A	40 A	50 A	80 A	80 A
4	I _b	13 A	18 A	24 A	30 A	41,6 A	55 A	72 A	89 A
	I _n	10 A	16 A	20 A	25 A	40 A	50 A	63 A	80 A
6	I _b	12 A	16 A	21 A	27 A	36 A	49 A	63 A	78 A
	I _n	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	40 A	63 A	63 A
8	I _b	11 A	15 A	19,5 A	25 A	34 A	45 A	58,5 A	72 A
	I _n	10 A	10 A	16 A	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A
9	I _b	10,5 A	14 A	19 A	24 A	32 A	43,5 A	56 A	69 A
	I _n	10 A	10 A	16 A	20 A	32 A	40 A	50 A	63 A
12	I _b	9,5 A	13 A	17 A	21 A	29 A	40 A	51,5 A	63,5 A
	I _n	6 A	10 A	16 A	20 A	25 A	40 A	50 A	63 A
15	I _b	9 A	12 A	16 A	20 A	28 A	37 A	48 A	59 A
	I _n	6 A	10 A	16 A	20 A	25 A	40 A	50 A	63 A
18	I _b	8,5 A	11,5 A	15 A	19 A	26 A	35 A	45 A	56 A
	I _n	6 A	10 A	10 A	16 A	25 A	32 A	40 A	50 A
21	I _b	8 A	11 A	14,5 A	18 A	24,5 A	33,5 A	43 A	53,5 A
	I _n	6 A	10 A	10 A	16 A	20 A	32 A	40 A	50 A
27	I _b	7,5 A	10 A	13,5 A	17 A	23 A	31 A	40 A	49,5 A
	I _n	6 A	10 A	10 A	16 A	20 A	25 A	40 A	40 A
32	I _b	6,5 A	9,5 A	12 A	15,5 A	21 A	28 A	37 A	45,5 A
	I _n	6 A	6 A	10 A	10 A	20 A	25 A	32 A	40 A

(*) Numero dei conduttori (cavi unipolari o anime dei cavi multipolari) posati entro lo stesso tubo o canale. Non vanno considerati nel numero:
 - il conduttore di protezione,
 - il conduttore di neutro, dei circuiti quadripolari sostanzialmente equilibrati

- 70 °C per la gomma di qualità G1 e per il materiale termoplastico di qualità R;
- 90 °C per le mescole di gomme etilenpropileniche di qualità G5 e G7.

Pertanto, qualora la temperatura ambiente fosse diversa da 40 °C le portate indicate nella precedente Tab. IV-5 e comunque nelle tabelle UNEL dovranno essere corrette applicando i coefficienti di cui alla Tab. IV-6.

TAB. IV - 6 – Coefficienti di correzione della portata dei cavi per varie temperature ambiente

TEMPERATURA AMBIENTE °C	35	40	45	50
Isolante G o R	1,12	1,00	0,87	0,70
Isolante G ₁ o R ₁	1,08	1,00	0,91	0,81

La temperatura massima permanente dei conduttori non dovrà superare:

- 60 °C per la gomma di qualità G e per il materiale termoplastico di qualità R;

41.2.5. Portata dei cavi

Sarà funzione della sezione dei conduttori, del tipo di isolante, della temperatura ambiente e delle condizioni di posa. Per ogni cavo, la portata (I_z) dovrà essere superiore alla massima corrente nominale (I_n) dell'interruttore automatico preposto a proteggere il circuito contro il sovraccarico (v. Tab. IV-5 e IV-6 riferite ad interruttori conformi alla norma CEI 23-3).

41.2.6. Installazione

I Registri stabiliscono precise norme per l'installazione dei cavi, relativamente al percorso, alla protezione meccanica, al fissaggio dei medesimi, in modo che siano assicurate all'impianto le migliori caratteristiche di funzionalità e sicurezza.

Le condutture ed i cavi devono seguire percorsi il più possibile rettilinei ed accessibili, essere fissati in posto per mezzo di graffette e simili supporti e devono essere rispettati i valori dei raggi di curvatura interni che variano a seconda del tipo di cavo come mostrato nella seguente Tabella ;

tipo di cavo		diametro esterno del cavo (D)	minimo raggio interno di curvatura
isolante	rivestimento esterno		
termoplastico ed elastomerico	guaine metalliche intrecciate	tutti	6 D
	altre finiture	≤ 25 mm > 25 mm	4 D 6 D
minerale	guaine metalliche rigide	tutti	6 D

Per motivi di sicurezza e accessibilità si consiglia di limitare al minimo la posa di cavi entro condotte metalliche (tubi e simili). In caso d'applicazione in condotta, queste devono essere internamente lisce e protette contro la corrosione, e devono inoltre essere sagomate in modo tale da evitare il danneggiamento dei cavi e avere dimensioni e raggio interno tali da permettere un facile accesso e una facile uscita degli stessi. Il raggio di curvatura interno deve comunque essere maggiore di quello permesso dal cavo.

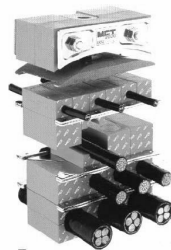
Le condotte devono inoltre essere disposte in modo tale da non permettere l'accumulo di acqua nel loro interno (anche per condensazione), devono essere collegate a massa e la continuità elettrica delle stesse deve essere assicurata in special modo nelle giunzioni.

Negli impianti in corrente alternata, per evitare riscaldamento dovuti alle correnti indotte, si prescrive che le condutture siano realizzate per quanto possibile con cavi multipolari (a due conduttori nelle linee monofasi, a tre nelle trifasi, a quattro nelle trifasi con neutro). Nel caso che sia necessario impiegare cavi unipolari devono essere usati i seguenti accorgimenti

- i cavi devono essere non armati oppure armati in materiale diamagnetico;
- i cavi appartenenti allo stesso circuito devono essere posti nella stessa condotta o i collari che li fissano devono abbracciare tutte le fasi;
- quando un cavo unipolare ha una corrente nominale maggiore di 250 A e deve passare attraverso una paratia di acciaio, lo spazio tra i cavi e la paratia deve almeno essere di 50 mm a meno che i cavi appartenenti allo stesso circuito siano disposti a triangolo;
- per simmetrizzare la linea in circuiti trifasi formati da cavi unipolari e di lunghezza superiore a 30 m occorre effettuare una trasposizione al massimo ogni 15 m per cavi di sezione maggiore ai 185 mm²;
- in circuiti formati da più cavi unipolari in parallelo per fase tutti i cavi devono seguire lo stesso percorso e avere la stessa area, inoltre i cavi che riguardano la stessa fase dovrebbero per quanto possibile essere alternati con le altre fasi in modo da evitare la disuniforme distribuzione di corrente.

È possibile l'utilizzo di tubi o condotte non metalliche a patto di utilizzare materiale ritardante alla fiamma sia per i cavi che per le condotte stesse. Bisogna porre poi particolare attenzione alla posa dei cavi con diverse guaine protettive e diversa temperatura di funzionamento, le norme impongono infatti di evitare in questi casi di porre nella medesima condotta o tubo cavi con materiale isolante con diverse temperature massime di funzionamento e con guaine protettive differenti e tali che l'una può causare il danneggiamento dell'altra.

Particolare cura deve essere posta nella realizzazione d'attraversamenti di ponti e paratie stagne, per evitare il passaggio d'acqua e simili da un locale all'altro lungo i cavi stessi. Per questo motivo si devono usare passaponti e passaparatie stagne. Questi ultimi sono costituiti da speciali mattoncini in gomma ignifuga, prelubrificata (per facilitarne il montaggio) e presagomata in funzione della dimensione del cavo. Una volta inseriti i cavi vengono strette le due viti poste in alto (Figura 5.3) che provvedono tramite la piastra in metallo a pressare tutti i mattoncini e a rendere pertanto stagno tutto il blocco.



L'installazione dei cavi deve tener conto anche della sicurezza contro gli incendi a bordo, quindi i cavi stessi devono essere disposti in maniera opportuna per avere il minimo dei danni possibili. Le norme impongono che:

- siano separati, in ogni zona di fuoco, i cavi principali e quelli di emergenza sia verticalmente che orizzontalmente, in modo da evitare che il fuoco interferisca con i servizi essenziali e quindi che lo sviluppo di un incendio in un punto non danneggi contemporaneamente l'alimentazione principale e quella di emergenza;

- i cavi che alimentano i servizi essenziali o di emergenza, luci, comunicazioni interne, devono passare lontano da lavanderie, sala macchine, cambusa, e altri locali con alto rischio di incendio. Dove possibile devono essere disposti in maniera tale da precludere ogni possibile danno derivante da riscaldamento delle paratie dovuto ad incendi nei locali adiacenti;

- quando è essenziale che un circuito funzioni per un certo tempo anche durante un incendio e non è possibile portare il cavo lontano da zone di alto rischio, occorre proteggerlo contro l'esposizione diretta al fuoco;

- la penetrazione dei cavi nei vari locali deve essere tale da mantenere l'integrità al fuoco dei vari componenti;

- i gruppi di cavi devono essere installati in modo tale da non modificare le proprietà ritardanti la fiamma del singolo cavo. Non si può, infatti, assumere che se un singolo cavo sia a norma un gruppo di cavi si comporti allo stesso modo, questo perché la propagazione della fiamma in un gruppo di cavi dipende da numerosi parametri quali il volume del materiale combustibile, la configurazione geometrica, il volume d'aria che passa attraverso i cavi ecc...;

- in percorsi verticali chiusi o semichiusi occorre sistemare barriere ignifughe almeno a livello dei ponti ad una distanza massima di 6 m, ad ogni quadro principale e di emergenza, nei punti in cui i cavi entrano nella sala di controllo, ai pannelli di controllo per la propulsione. In percorsi orizzontali valgono le stesse regole tranne per il fatto che la massima distanza può crescere fino a 14 m.

41.2.7 Impiego di cavi atossici nelle applicazioni navali

Da un po' d'anni a questa parte lo studio dei cavi si è orientato, oltre che sulla ricerca di materiali che fossero autoestinguenti, anche sulla ricerca di particolari mescole atossiche. In caso d'incendio a bordo, infatti, non solo è necessario l'autoestinzione delle fiamme, ma deve essere garantita (o sarebbe meglio anche garantire) l'assoluta atossicità dei fumi derivanti dalla combustione di guaine, isolanti e riempitivi vari.

Nello sviluppo di tali cavi, è stata posta particolare attenzione alle caratteristiche di comportamento al fuoco, come le proprietà di autoestinzione e di non propagazione della fiamma, la quantità e qualità dei fumi emessi in caso d'incendio con riferimento alla loro tossicità e proprietà corrosive. Era necessario combinare in un unico cavo, tutta una serie di caratteristiche per alcuni aspetti tra loro contrastanti. Occorrevano in pratica cavi con caratteristiche di non propagazione dell'incendio allo scopo di circoscrivere il più possibile le fiamme e limitare al massimo le sovratemperature, con ridotta emissione di fumi allo scopo di consentire alle persone in caso d'incendio una facile identificazione delle protezioni e delle vie d'uscita ed infine con limitate emissioni di gas tossici e corrosivi sempre per motivi di sicurezza alle persone.

Il modo più semplice per ottenere buone qualità autoestinguenti, consiste nell'utilizzare mescole nelle quali siano presenti additivi alogenati (normalmente a base di cloro o bromo). Questo tipo di scelta produttiva è però in contrasto con le prescrizioni relative alla tossicità e corrosività dei fumi, infatti, i prodotti alogenati esplicano le loro funzioni di ritardanti la fiamma sviluppando una gran quantità di gas e fumi che limitano l'apporto d'ossigeno al materiale in combustione. Tali emissioni sono però ricche di composti alogenidrici ed in particolare nel caso del PVC, di acido cloridrico, che presenta lo svantaggio di essere tossico e corrosivo. Il problema richiede quindi un approccio globale in cui vengono presi in considerazione tutti gli aspetti del comportamento al fuoco e non solamente le proprietà di non propagazione della fiamma.

Una delle principali difficoltà nella progettazione consiste nell'impossibilità di basarsi solamente sulle proprietà dei materiali per prevedere il comportamento del cavo finito. È necessario quindi in una prima fase effettuare una selezione delle mescole e valutare l'effetto dei vari componenti al fine di minimizzare le rilevanti spese relative alle prove sul cavo finito. Gli elementi che ci consentono di effettuare tale selezione sono essenzialmente l'indice d'ossigeno e l'indice di temperatura. Il primo fornisce la massima concentrazione d'ossigeno presente nel campione, il secondo ci dice fino a che temperatura lo stesso campione è in grado di superare la prova e quindi di essere a norma. Elevati valori di questi due parametri consentono di ottenere migliori proprietà d'autoestinguenza e di non propagazione della fiamma. Per quanto riguarda invece i componenti organici della mescola escludendo il PVC per i motivi prima enunciati, le scelte più frequenti per i cavi atossici riguardano l'EVA e l'EPDM da soli o opportunamente miscelati.

Il primo è un polimero che consente di avere elevati indici di temperatura vantaggiosi sia per la vita termica, sia per le proprietà di non propagazione dell'incendio, anche se trattandosi di un dielettrico polare presenta perdite e costante dielettrica particolarmente elevate tale da renderlo utilizzabile solo in bassa tensione.

Il secondo fa parte della famiglia degli EPR (Ethylene Propylene Rubber) che rappresenta il materiale più frequentemente usato. È utilizzato nei cavi di media tensione poiché presenta buone caratteristiche dielettriche, anche se in realtà tende a peggiorare le proprietà antifiama e di vita termica della mescola.

Un confronto tra le caratteristiche dei cavi atossici e quelle dei cavi in polivinilcloruro è riassunto nella Tabella 5.3, in cui si riportano i risultati ottenuti dalle prove su cavi dei due tipi valutando rispettivamente il comportamento dell'isolante propriamente detto, della guaina e dell'eventuale riempitivo.

PROPRIETA'	MESCOLE ATOSSICHE	MESCOLE IN PVC
Gas alogenidrici (isolante)	Assenti	> 10 %
Gas alogenidrici (riempitivo)	Assenti	> 0.5 %
Gas alogenidrici (guaina)	Assenti	> 5 %
Indice di tossicità (isolante)	< 2	> 10
Indice di tossicità (riempitivo)	< 2	> 2
Indice di tossicità (guaina)	< 2	> 10
Corrosività (isolante)	PH > 5.5	PH < 4
Corrosività (riempitivo)	PH > 5.5	PH > 5
Corrosività (guaina)	PH > 5.5	PH > 4

I risultati mostrano nelle tre situazioni, sia pure in maniera diversa, una presenza costante di gas alogenidrici nei fumi prodotti da mescole a base di PVC, gas che sono totalmente assenti nei cavi atossici.

Tale diversità di comportamento si ripete per la tossicità e per il livello di corrosività.

Per quanto riguarda invece la caratteristica di non propagazione dell'incendio, i due cavi si comportano all'incirca nello stesso modo.

A conclusione di queste brevi note sui cavi atossici, si può affermare che è possibile produrre cavi con caratteristiche di non propagazione dell'incendio non inferiori a quelle dei cavi con additivi alogenati, ma senza le ricadute negative dovute all'aggressività ed alla tossicità dei fumi prodotti.

La caratterizzazione di vita termica del cavo, pur con i limiti dettati dai ridotti tempi di invecchiamento dei cavi atossici, consente di effettuare delle previsioni di esercizio con possibilità di manutenzione predittiva per parti di impianto particolarmente importanti.

Tutto quanto detto finora dimostra in modo inequivocabile che i vantaggi dei cavi atossici, già rilevati in ambito terrestre, diventano fondamentale negli impianti navali, dove anche un modesto aumento di costo diventa irrilevante a fronte dell'aumento dei livelli di affidabilità e sicurezza che ne conseguono.

41.3. SISTEMI DI PROTEZIONE

Gli impianti di bordo differiscono da quelli di terra per le condizioni particolari in cui sono chiamati a funzionare. Sulle navi l'importanza di alcuni servizi è vitale, perciò le protezioni devono essere in grado di eliminare il guasto nel più breve tempo possibile.

Tra i servizi vitali si devono considerare quelli necessari per navigare, governare, manovrare e tutti quei servizi connessi con la sicurezza delle persone.

La continuità di servizio è connessa con la scelta degli schemi di distribuzione, con le protezioni delle varie parti dell'impianto e con la costruzione e la sistemazione a bordo di motori primi, generatori, trasformatori, motori, quadri, cavi con particolare riferimento alle condizioni ambientali come urti, vibrazioni, ambiente umido, caldo e salino

41.3.1. Generalità

Le protezioni contro corto circuiti e sovraccarichi dell'impianto rivestono grande importanza per la conservazione dei conduttori e delle apparecchiature ad essi collegati, ma ancora di più per la limitazione del pericolo di incendio che può manifestarsi a seguito dei fenomeni termici connessi col passaggio di correnti di valore molto superiore a quelle sopportabili dall'impianto.

Un sistema di protezione per essere pienamente efficiente deve rispondere ai seguenti requisiti :

- rapidità di eliminazione del guasto col minor disturbo possibile del servizio;
- intervento selettivo per ridurre al minimo la parte del sistema che viene esclusa dalla alimentazione;
- semplicità di costruzione degli apparecchi;
- semplicità di manutenzione.

Le caratteristiche d'intervento degli apparecchi di protezione devono essere adeguate alle possibilità di sovraccarico dei vari elementi posti in serie al sistema. Oltre a rispondere ai vari requisiti elettrici comuni agli impianti terrestri, gli apparecchi di protezione devono essere in grado di superare le prove di resistenza agli urti e alla vibrazioni, di comportamento in ambiente caldo, umido e salino.

41.3.2 Interruttori

Per la protezione contro le sovracorrenti s'impiegano normalmente interruttori, interruttori combinati con fusibili o soli fusibili; si deve però tenere presente che l'uso degli interruttori è consigliato in quanto evita la sostituzione delle parti fuse.

Nei sistemi in media tensione degli impianti navali vengono solitamente utilizzati interruttori ad esafluoruro di zolfo, più efficaci, compatti e meno bisognosi di manutenzione rispetto a quelli a bagno d'olio o ad aria precedentemente usati.

Per la bassa tensione si utilizzano invece interruttori in aria con largo impiego dei limitatori, con i quali si sono potute fronteggiare le elevate correnti di corto circuito. Questi interruttori sono caratterizzati da:

- tempi totali d'interruzione molto ridotti (qualche ms);
- valori bassi dell'integrale di joule;
- poteri di interruzione assai elevati.

41.3.3. Interruttore generale

All'inizio di ogni unità d'impianto dovrà essere installato un interruttore generale onnipolare (con l'interruzione anche del conduttore neutro).

41.3.4. Protezione contro i corto-circuiti ed i sovraccarichi

All'inizio di ogni unità d'impianto dovranno essere previsti adeguati dispositivi di protezione contro i corto-circuiti ed i sovraccarichi (interruttori di massima corrente, ai quali potrà essere affidato anche il compito di interruttore generale, o fusibili, che dovranno venire installati immediatamente a valle dell'interruttore generale) nel rispetto delle norme di cui al Cap. 4.3 della CEI 64-8.

TAB. IV - 7 – Lunghezza minima di linea ai fini della riduzione del potere di interruzione

Sezione cavo mm ²	Linea monofase m	Linea trifase m
2,5	2,0	2,2
4	3,2	3,5
6	4,7	5,2
10	8,0	8,6
16	12,5	13,5
25	19,0	21,0
35	26,0	28,5

Il dispositivo adottato dovrà essere in grado di interrompere la massima corrente di corto-circuito che potrà verificarsi nel punto di installazione. Tale potere di interruzione non dovrà essere inferiore a:

- 4.500 A, nel caso di circuiti alimentati in monofase;
- 6.000 A, nel caso di circuiti alimentati in trifase.

La protezione dovrà essere estesa a tutti i poli del circuito, salvo il neutro. Dovranno essere comunque singolarmente protetti contro i sovraccarichi:

- le derivazioni all'esterno;
- le derivazioni installate negli "impianti speciali" (con eccezione per gli ambienti umidi);
- i motori di potenza superiore a 0,5;

Di norma saranno utilizzati interruttori automatici CEI 23-3 con caratteristica di tipo C. Per gli interruttori installati in quadri secondari il potere di interruzione potrà essere ridotto rispettivamente a 3.000 e 4.500 A in relazione alla lunghezza della linea di collegamento al quadro generale ed alla sezione dei cavi, come da tabella IV-7.

Per la protezione delle condutture contro i sovraccarichi gli interruttori dovranno avere caratteristiche di funzionamento tali che la corrente nominale sia non inferiore alla portata del circuito protetto; inoltre che la corrente di intervento I_f sia inferiore od uguale alla portata del cavo, in formule:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

41.3.5. Interruttori differenziali

Potranno essere di tipo generale e di tipo S (selettivo) (3). Per installazione in serie il tipo selettivo, a monte, dovrà avere una corrente nominale di intervento "I_{dn}" non inferiore a 3 volte la corrispondente corrente dell'interruttore a valle; l'ultimo interruttore della serie, per le normali applicazioni, avrà una corrente di intervento non superiore a 30 mA.

Si richiama il comma 6. dell'art. 5 del D.P.R. n. 447/91.

41.3.6. Sezione minima dei conduttori neutri

la sezione dei conduttori neutri non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase, fatta eccezione per i circuiti polifasi od a corrente continua con più di due fili con conduttori di fase di sezione superiore a 16 mm²; in tal caso la sezione dei conduttori neutri potrà essere ridotta sino alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm².

41.3.7. Divieto di interruzione dei conduttori di terra e dei conduttori neutri

Salvo quanto specificato per l'interruttore generale sarà tassativamente vietato inserire interruttori o fusibili sia sui conduttori di terra, che sui neutri.

41.3.8. Protezione delle linee partenti

Per la scelta più appropriata dell'apparecchiatura dei circuiti partenti, oltre alle correnti di corto circuito, si deve conoscere:

- la corrente di esercizio;
- la corrente di breve durata, dovuta ai transitori di manovra.

La corrente di esercizio si determina facendo il bilancio elettrico, ossia tenendo conto del massimo numero di utenti che possono funzionare contemporaneamente nel caso di servizio più gravoso. Con lo stesso criterio si può stabilire la massima corrente durante gli avviamenti e la sovracorrente di breve durata. Su tale valore deve essere effettuata la taratura dei relè, stabilita in modo da evitare scatti intempestivi ed assicurare nello stesso tempo le protezioni degli elementi in serie sul circuito, compresi i cavi.

Le tarature dei relè di massima corrente sono molto elevate, circa 5 - 10 volte la corrente nominale, mentre per i relè di sovraccarico questo valore scende fino a 1.2 - 1.5. Per quest'ultimo tipo di protezione si preferisce usare relè a ritardo meccanico sui circuiti di elevata portata, i quali hanno il vantaggio di essere indipendenti dalla temperatura ambiente e di non richiedere un tempo di attesa per la rimessa in esercizio dopo l'intervento. Sulla nave, infatti, il forte raggruppamento dei cavi, il limitato spazio, la ventilazione ridotta e l'elevata temperatura dei diversi ambienti determinano condizioni d'impiego particolarmente sfavorevoli e soprattutto temperature ambiente elevate.

Sugli interruttori di piccola e media portata è preferito il relè termico a bimetallo, il cui intervento si verifica dopo 1 - 3 minuti con correnti di 1.5 volte quella nominale massima, a regime termico e in ambiente a 45°C. Col relè a bimetallo si ha il vantaggio del funzionamento a tempo inverso, vale a dire tanto più elevata è la corrente, tanto minore è il ritardo. Però per ripristinare il servizio dopo lo scatto occorre lasciar passare il tempo necessario al raffreddamento del bimetallo.

Quando non è possibile ottenere una caratteristica tempo - corrente adeguata alle necessità di avviamento, è consentito cortocircuitare il dispositivo di sovraccarico durante il tempo strettamente necessario, purché però i dispositivi di protezione contro i corto circuiti rimangano sempre operanti.

È bene ricordare che, indipendentemente dalla marcia in monofase, non è opportuno realizzare con fusibili la protezione contro i sovraccarichi, poiché essi fondono normalmente con sovraccarichi del 60% e in pratica di valore troppo elevato, che può essere ancora più alto in quei casi in cui i fusibili devono essere sovradimensionati per evitare la fusione intempestiva a causa delle forti correnti di spunto provocate dai motori.

41.3.9. Selettività

Le esigenze di una sempre maggiore continuità di servizio, e quindi della necessità di creare il minimo disturbo alla rete a seguito di un corto circuito, sono alla base degli studi sulla selettività delle protezioni.

Per definizione si dice che un impianto è dotato di protezioni selettive se, in caso di guasto, le caratteristiche costruttive e d'intervento dei vari apparecchi di protezione sono tali da causare soltanto l'intervento dell'apparecchio più vicino al guasto, con la conseguenza di porre fuori servizio un settore limitato dell'impianto.

La scelta degli interruttori per effettuare tale tipo di protezione viene fatta in base a:

- *corrente nominale*;
- *potere di interruzione*, che viene espresso dalla più alta corrente presunta che l'interruttore è in grado di interrompere sotto una data tensione e sotto determinate condizioni del circuito e d'uso;
- *potere di chiusura* sotto corto circuito rappresentato dalla più alta corrente di picco presunta che l'interruttore è in grado di stabilire sotto una data tensione e sotto una determinata condizione del circuito e d'uso.

Il loro intervento si realizza in un tempo totale costituito dalla somma dei seguenti tempi elementari:

- T1: *tempo d'intervento* del relè ovvero ritardo che intercorre tra l'istante in cui si manifesta il guasto e quello in cui il relè è in condizioni di inviare il comando d'intervento all'interruttore;
- T2: *tempo di ritardo* applicato al relè;
- T3: *tempo proprio d'intervento meccanico* dell'interruttore (legato a caratteristiche costruttive e all'inerzia delle masse);
- T4: *tempo d'arco* tra i contatti.

Pertanto dall'istante in cui la corrente si manifesta a quello in cui è estinta intercorre il tempo $T = T1 + T2 + T3 + T4$. Tale tempo non può in ogni modo essere inferiore a $T1 + T3 + T4$, variando il tempo T2. È proprio quest'ultimo elemento che consente di dosare gli interventi di più interruttori tutti sistemati in serie su una linea interessata da guasto, in modo tale che l'interruttore più a valle intervenga sempre prima dell'interruttore a monte. Il tempo di ritardo all'intervento può essere essenzialmente di due tipi: dipendente o indipendente

41.3.10. Coordinamento della protezione

Il coordinamento delle protezioni può essere realizzato in dipendenza dalle caratteristiche dell'impianto e delle relative correnti di guasto secondo due criteri fondamentali:

- selettività in grandezza;
- selettività in tempo.

La selettività in grandezza è adottata quando le impedenze in gioco nell'impianto sono sufficientemente elevate per permettere una differenziazione netta dei valori di corrente di guasto nei diversi gradini dell'impianto stesso.

Spesso però questa situazione non si verifica, pertanto se si vuole utilizzare questo sistema per il coordinamento bisogna intervenire aumentando l'impedenza della linea mediante l'inserimento di reattanze in serie che possono essere installate direttamente sulle linee partenti o sulle sbarre. L'impiego di reattori modifica la tensione di rete a valle provocando una caduta di tensione che aumenta al crescere della corrente e raggiunge il massimo durante il corto circuito. Si deve perciò verificare sempre che tale caduta reattiva non superi il limite ammissibile sia in esercizio normale sia nei periodi transitori come nel caso di avviamento dei motori.

La selettività in tempo è invece il sistema più completo che consente una protezione selettiva totale sull'intero impianto anche nel caso che le impedenze di collegamento e dei diversi componenti non siano tali da differenziare a sufficienza le correnti di corto.

Gli apparecchi per la protezione possono essere interruttori automatici o fusibili. A questi si ricorre solamente per motivi economici nei casi in cui si preferisce sottodimensionare gli interruttori poiché i fusibili sono scelti non in base alla massima corrente teorica ma in base alla più probabile, che è minore della precedente.

I tempi d'intervento devono essere via crescenti dalla periferia verso il centro dell'impianto essendo la periferia la zona ove è più probabile che accada un guasto. In tal modo si è sicuri che gli interruttori sistemati nel centro dell'impianto scattino solamente quando il loro intervento è indispensabile.

Occorre notare che gli apparecchi sistemati all'estrema periferia condizionano con il loro tempo di intervento i tempi di tutti gli altri apparecchi, pertanto il loro intervento deve avvenire nel minor tempo possibile per non provocare eccessivi ritardi degli apparecchi a monte. Per analoghe ragioni è opportuno limitare a tre gli stadi di uno schema elettrico, corrispondenti ai gradini di protezione.

Bisogna tenere anche sotto controllo l'effetto termico delle correnti di guasto, durante il quale l'impianto è percorso dall'intera corrente di corto, che può raggiungere valori anche di dieci volte la corrente nominale, è quindi rilevante e assolutamente non trascurabile l'effetto termico legato al quadrato della corrente.

Effetto dannoso analogo al precedente può verificarsi quando le sollecitazioni elettrodinamiche connesse con le correnti di corto si prolungano a causa di ritardi di intervento. Sbarre, connessioni e interruttori stessi possono essere enormemente danneggiati.

Negli impianti dove gli apparecchi prescelti non hanno un potere d'interruzione sufficiente si può ricorrere alla protezione in serie che è realizzata quando l'apparecchio posto a monte (detto di *back up*), dimensionato per la piena potenza di corto circuito che può manifestarsi nel punto di installazione, provvede a proteggere l'altro sottodimensionato situato a valle. Spesso questo tipo di protezione è realizzato sull'ultimo gradino dell'impianto tra fusibili e contattori, dato il basso potere d'interruzione di questi ultimi e l'elevato potere d'interruzione e la rapidità d'intervento dei fusibili. Per effettuare la protezione in serie devono essere rispettate le seguenti condizioni:

- l'apparato a monte deve essere in grado di stabilire, sopportare, interrompere almeno la massima corrente di corto circuito nel punto di installazione, mentre quello a valle può essere notevolmente sottodimensionato;
- non devono essere previsti in serie più di due apparecchi;
- gli apparecchi protettori sono normalmente interruttori o fusibili e quelli protetti interruttori o contattori;
- gli apparecchi a monte devono essere predisposti in modo che il loro intervento si verifichi per una corrente al massimo pari al 90% di quella effettiva, corrispondente al potere di interruzione dell'apparecchio, protetto il quale deve essere in grado di sopportare il passaggio della corrente per tutto il tempo di intervento dell'apparecchio protettore;
- per ragioni di sicurezza è bene che gli apparecchi protetti siano comandati a distanza sia in apertura, sia in chiusura.

41.3.11. Morsetterie

Le morsetterie dovranno avere i morsetti per i conduttori neutri e per i conduttori di terra chiaramente contraddistinti. I morsetti dovranno essere montati su elementi isolanti di materiale ceramico oppure di materiale con caratteristiche equivalenti al materiale ceramico.

Le cassette dovranno essere costruite in modo che nelle condizioni normali di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei; dovrà inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotto. Il coperchio delle cassette dovrà offrire buone garanzie di fissaggio, essere apribile solo con attrezzo e dovrà coprire il giunto cassetta-muratura.

41.3.12 Comandi

Avranno le parti in tensione montate su materiali ceramici o materiali aventi analoghe caratteristiche dielettriche. I comandi stagni dovranno essere del tipo normale in scatola metallica di fusione od in custodia di materiali plastici antiurto, con imbocco a pressacavo e contatti sempre su materiali ceramici o materiali aventi analoghe caratteristiche dielettriche.

41.4. IMPIANTO DI TERRA

41.4.1 Protezione con impianto di terra

Ogni struttura contenente impianti elettrici dovrà avere un proprio impianto di terra realizzato a mezzo di appositi conduttori. L'impianto dovrà soddisfare le seguenti norme e prescrizioni:

CEI 11-8 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia (con var. V1).

CEI 64-13 - Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.

L'impianto sarà realizzato a mezzo di dispersori, di conduttori di terra, di collettori di terra e, a monte, di conduttori di protezione (PE) ed equipotenziali.

I dispersori potranno essere costituiti da piastre, nastri, corde, picchetti, ecc. secondo prescrizione. Il conduttore di terra dovrà avere sezione almeno uguale a quella del conduttore di fase di sezione più elevata, con un minimo di 16 mm^2 (se posato senza tubo protettivo).

Il collettore di terra sarà costituito da una piastra di rame od acciaio zincato di sezione non inferiore a $3 \times 30 \text{ mm}$ e di lunghezza adeguata. I conduttori equipotenziali principali dovranno avere sezione non inferiore alla metà del conduttore di protezione di sezione più elevato dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2 .

I conduttori di protezione (PE) dovranno essere distinti da ogni altro conduttore dell'impianto; la loro sezione dovrà essere non inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori di fase di sezione maggiore di 16 mm^2 la sezione dei conduttori di protezione potrà essere ridotta fino alla metà dei conduttori di fase, con il minimo di 16 mm^2 . In ogni caso la sezione dei conduttori di protezione non dovrà essere inferiore a:

- 2,5 mm², per conduttori installati in tubi protettivi o comunque meccanicamente protetti;
- 4 mm², per conduttori non protetti meccanicamente.

41.4.2 Protezione contro le tensioni di contatto (contatti indiretti)

Tutte le parti metalliche comunque accessibili dell'impianto elettrico, delle macchine e degli apparecchi utilizzatori alimentati da sistemi di I° categoria, ordinariamente non in tensione ma che per difetto di isolamento o per altre cause accidentali potrebbero trovarsi in tensione, dovranno essere protette contro le tensioni di contatto. Tale protezione potrà essere realizzata:

- mediante messa a terra delle parti metalliche da proteggere e coordinamento con dispositivi atti ad interrompere l'alimentazione in caso di guasto pericoloso;
- mediante l'uso di macchine, apparecchi e materiali con isolamento speciale (classificati di classe II nelle rispettive Norme).

Per attuare il primo tipo di protezione ogni impianto elettrico utilizzatore od aggruppamento di impianti contenuti nella stessa struttura o nelle sue dipendenze dovrà avere un proprio impianto di terra come disposto al punto precedente. A tale impianto dovranno essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche comunque accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore.

Le protezioni coordinate con l'impianto di terra saranno di norma costituite da dispositivi di massima corrente o più efficacemente da interruttori con relè differenziale soddisfacenti la condizione:

$$R^t \leq 50/I \quad \text{ovvero} \quad R^t \leq 50/I_{dn} \quad \text{dove:}$$

- R^t è la resistenza, in ohm, dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli;
- I è il valore, in ampère, della corrente di intervento, in tempo non superiore a 5 secondi, del dispositivo (interruttore) di protezione (1);
- I_{dn} è la più elevata tra le correnti differenziali nominali d'intervento (soglia) degli interruttori differenziali installati (in ampère).

41.5. PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

41.5.1. Norme CEI

Nell'esecuzione degli impianti elettrici previsti in contratto dovranno essere osservate le norme CEI di cui ai fascicoli sottoelencati o comunque riportati nel presente Capitolato, con relativi supplementi, varianti, correzioni ed appendici editi all'atto dell'esecuzione:

- CEI 11- 1** - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia - Norme generali
- CEI 11- 4** - Esecuzione delle linee elettriche esterne aeree (con var. V1, V2, V3)
- CEI 11- 8** - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia - Impianti di terra (con var. V1)
- CEI 11- 17** - Idem - Linee in cavo
- CEI 64- 2** - Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione (con var.V1)
- CEI 64- 8** - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua (Parti da 1 a 7)

Art. 42

IMPIANTO DI ALLAGAMENTO/ZAVORRA ED ESAURIMENTO

42.1 Generalità

L'impianto allagamento ed esaurimento zavorra deve garantire l'esecuzione delle manovre di sollevamento, bilanciamento ed affondamento del bacino in piena sicurezza.

Tutto l'impianto, e quindi le esecuzioni delle due accennate operazioni, deve essere strutturato in modo da poter funzionare con un solo operatore, il quale avrà a disposizione, in camera di manovra, una apposita consolle e relativa strumentazione.

Dalla consolle, l'operatore dovrà essere in grado di eseguire tutte le operazioni per l'allagamento, il bilanciamento, il sollevamento e il controllo dell'assetto. Un quadro sinottico visualizzerà lo stato dell'intero impianto. L'impianto sarà realizzato per:

- allagare le casse aprendo le valvole delle relative tubolature e, pertanto, immettendo acqua senza l'ausilio delle pompe;
- prosciugare le casse e quindi permettere al bacino di "sollevarsi" a mezzo delle elettropompe.

Il servizio sarà disimpegnato da elettropompe con circuiti indipendenti, una per sezione delle casse zavorra (zona/pontone).

Le relative prese a mare saranno sistemate in casse fango ricavate strutturalmente sul fondo. Il fasciame esterno, in corrispondenza di ogni cassa fango, sarà opportunamente rinforzato. Ogni cassa fango dovrà essere munita di due o più zinchi (anodi sacrificali) per la protezione galvanica ed equipaggiata con valvole comandate idraulicamente, e in emergenza a mano dal ponte di sicurezza.

Entro le casse saranno utilizzati tubi in vetroresina omologati Rina.

Completano l'impianto:

- la componente oleodinamica per l'apertura e chiusura delle valvole servocomandate, ubicate in apposito locale denominato centrale oleodinamica;
- la componente elettronica per il calcolo e la visualizzazione su schermo dell'assetto longitudinale/trasversale, le eventuali flessioni, allarmi qualora tali funzioni non rispettino i parametri previsti.

Il sistema dovrà prevedere procedure di emergenza che consistono, in caso di avaria alla consolle di manovra, in:

- manovra di apertura/chiusura valvole direttamente da quadretti di comando ubicati nella centrale oleodinamica, nella quale sarà installato una ripetitore semplificato, del quadro sinottico.

- manovra delle valvole a mezzo pompa a mano. L'impianto dovrà prevedere la possibilità di comandare l'apertura e chiusura delle valvole manualmente a mezzo pompa a mano fissa.

Un ulteriore sistema di emergenza consisterà nell'agire direttamente sull'attuatore delle valvole mediante chiave o in alternativa rinvio meccanico sul ponte di sicurezza.

42.2 Filtri

In ciascuna tubazione di zavorramento sarà inserito un filtro in acciaio zincato a caldo con interposta griglia sfilabile.

42.3 Pompe

Ciascuna zona trasversale sarà servita da una pompa centrifuga accoppiata ad un motore elettrico.

Le pompe ed i relativi motori elettrici saranno sistemati entro i locali pompe. In tal modo, essendo le pompe al di fuori delle casse sarà sempre possibile intervenire in caso di avaria o manutenzione.

In totale tutto il servizio esaurimento sarà disimpegnato da e/pompe aventi le caratteristiche come descritto nelle apposite voci di computo metrico estimativo e di elenco prezzi.

42.4 Collettori di aspirazione per esaurimento

Ciascuna cassa sarà dotata di un tronchetto di aspirazione facente capo, a mezzo valvola a farfalla, al collettore di aspirazione della pompa.

Ogni tronchetto aspirerà dal fondo della rispettiva cassa da esaurire. L'afflusso dell'acqua verso il tronchetto, quando il livello scende al di sotto dell'altezza dei ferri strutturali, avverrà attraverso opportune asole.

Attraverso gli stessi tronchetti avverrà in senso inverso, a mezzo di opportuni smistamenti del circuito, anche l'allagamento naturale ovvero forzato a mezzo pompe.

L'impianto dovrà garantire la massima affidabilità e sicurezza. Sarà possibile esercire il bacino anche con una soltanto delle pompe disponibili.

42.5 Valvole

Tutte le valvole relative alla manovrabilità del bacino dovranno essere comandate a distanza da un motoriduttore oleodinamico montato sulla valvola con possibilità di manovra di emergenza tramite una pompa a mano ubicata sul ponte di sicurezza.

Inoltre, per assicurare il continuo controllo dello stato delle valvola dalla camera di manovra, ogni valvola sarà dotata di due microinterruttori di fine corsa sia per la posizione di aperto che per quella di chiuso.

42.6 Sonde e sfoghi d'aria

Ciascuna cassa zavorra sarà dotata di tubi sonda ubicati a prora e poppa, terminanti con rubinetto per sonda in bronzo a chiusura automatica (contrappeso) e tappo filettato.

I tubi sonda delle casse centrali saranno comunicanti con le stesse tramite cabalette stagne ricavate sul fondo del bacino.

Tutti i tubi sonda avranno andamento rettilineo e termineranno ad un'altezza di 400 mm sul ponte di sicurezza.

Ciascuna cassa zavorra sarà dotata di sfoghi d'aria (circa DN 150) ed una sezione complessiva pari al doppio di quella del tubo di allagamento DN 150.

42.7 Camera di manovra, sistema centralizzato di comando e valvole motorizzate

L'impianto sarà realizzato in modo che un operatore dalla camera di manovra potrà effettuare tutte le operazioni di allagamento e esaurimento. In camera di manovra sarà realizzato una consolle di comando e controllo con le seguenti indicazioni e/o comandi:

- segnalazione e comando della marcia-arresto delle pompe;
- segnalazione e comando della apertura-chiusura delle valvole;
- indicazione dei livelli delle casse;
- indicazione delle flessioni del bacino;
- indicazione degli angoli di inclinazioni trasversali e longitudinali del bacino;
- quant'altro necessario all'esercizio del bacino.

I comandi delle valvole saranno posizionati secondo lo schema dell'impianto di zavorra riportato sulla consolle. Nella sala manovra sarà contenuto anche il quadro degli impianti antincendio ed il quadro dei fanali di navigazione. Sul ponte di sicurezza saranno installati i raccordi per effettuare la manovra delle valvole mediante pompa a mano in caso di avaria delle centraline; inoltre saranno installate le indicazioni di chiusura-apertura sui relativi tubi.

Le valvole saranno dotate di volantino per manovra manuale sul posto ed i motori idraulici saranno dotati di dispositivo di by-pass. Tutte le valvole saranno ubicate entro i locali pompe o nel tunnel trasversale per cui saranno prontamente accessibili per interventi di manovra manuale, manutenzione o riparazione.

42.8 Sistemi di misura e di allarme

Dalla consolle della camera di manovra dovrà essere possibile sorvegliare costantemente ed in sicurezza la manovra del bacino, e leggere tutti i parametri dell'immersione, dello zavorramento, dell'esaurimento delle casse e dell'assetto trasversale e longitudinale.

In particolare:

- ciascuna cassa zavorra dovrà avere misuratori di livello in corrispondenza dei tubi sonda e lontanlivelli con indicazione in camera di manovra;
 - l'immersione del bacino dovrà essere rilevata dalle marche d'immersione sistemate all'esterno delle torri lato dr-sn e av-ad-cn. Negli stessi punti dovranno essere posizionate delle sonde con ripetitore in camera di manovra.
- La lettura delle immersioni deve essere effettuata dalla linea di costruzione al galleggiamento;
- le flessioni longitudinali del bacino devono essere rilevate da idonei sensori con ripetitore in camera di manovra atto a fornire, con nave sulle tacche, il valore delle deformazioni strutturali e le variazioni di assetto (bacino inarcato od insellato, carico appoppato od appruato, torsione della unità in bacino). Tali valori saranno riportati in percentuale del massimo ammissibile, indicando i valori limite ed i campi di tolleranza stabiliti in accordo con il RINA e la Direzione dei Lavori;
 - in camera di manovra dovranno essere sistemati inclinometri a bolla, uno con scala massima di +/- 5° e l'altro con scala massima +/- 10° entrambi per la lettura diretta dell'assetto trasversale e longitudinale;
 - il quadro allarmi sarà dotato delle seguenti segnalazioni: "mancato funzionamento motore idraulico valvola" ed "eccessiva inclinazione".

Art. 43
GRU MANUTENZIONE E REVISIONE.

43.0. GENERALITA'

Le gru del bacino hanno i portata max utile pari a 8T e sono installate sulle vie di corsa che si sviluppano longitudinalmente sulle fiancate di destra e di sinistra. Sono state costruite dalla Ceretti & Tanfani negli anni '50 ed occorre eseguire i seguenti lavori di manutenzione e revisione :

cabina operatore

- Fornitura e sostituzione della cabina operatore completa di:
- Poltrona regolabile in altezza, avanti-indietro.
- Sistema di comando e controllo degli azionamenti e funzioni della gru, posta ai due lati della poltrona operatore, costituito da manipolatori controller corredati di comando sicurezza tipo uomo morto, pulsanti chiusura-apertura linea e segnalazioni sulla consolle.
- Strumento per l'indicazione del carico sollevato.
- Radio VHF marino con azionamento TX da pulsante posto su uno dei due manipolatori controller.
- Anemometro con tre soglie d'allarme reimpostate e regolabili, 60km/h, 65km/h, 80km/h, fondo scala 150km/h, interfacciato con al PLC master per visualizzazione su display in cabina delle soglie già citate.
- Climatizzatore ambientale.
- Luci cabina diurna e notturna.
- Presa di servizio 230V a.c. 50Hz - 10 A.
- Tergicristallo con vaschetta per pulizia vetro.
- Comando avvisatore acustico da pedale e da pulsante su almeno un manipolatore del controller.
- Pompa idraulica per azionamento freno della rotazione completo di blocco a leva per lo stazionamento.

Nuovo impianto traslazione

- Fornitura e montaggio di nuovo impianto per lo scorrimento della gru, costituito da N°2 nuovi motoriduttori completi di organi meccanici d'accoppiamento, comandati elettronicamente da un sistema ad inverter di adeguata potenza, completo di sistema elettronico di inseguimento parallelo antisbandamento dei due motori.
- Fornitura e montaggio di un nuovo sistema frenante di tipo elettro-idraulico per rallentamento e stazionamento, da installarsi direttamente sulle carrelliere motrici in sostituzione del precedente in opera sul portale con alberi di rinvio.

Quadri elettrici gru

- Fornitura e montaggio in opera N°1 quadro elettrico interamente cablato per la gestione degli azionamenti di velocità dei motori elettrici traslazione, rotazione, sollevamento e braccio.

Motori elettrici ed apparecchiature di regolazione di velocità

Fornitura e posa in opera di nuovi motori con rotore in c.c. per gli azionamenti sopraccitati, dimensionati onde permettere l'installazione all'interno della sala argani senza ulteriori ingombri riferiti a quelle attualmente in opera e per essere alimentati con sistema di regolazione di velocità ad inverter.

Freno rotazione

Le gru verranno adeguate con un nuovo impianto per l'azionamento del freno di rotazione parte girevole della gru avente caratteristiche come di seguito descritto.

- Sistema idraulico con rinvio dell'azionamento collegato ai levismi del freno a ceppi attualmente in opera.
- Circuito idraulico completo collegato alla pompa freni installata nella nuova cabina operatore.
- Corsa del levismo e coppia resa proporzionata per la frenatura necessaria.
- Ancoraggio del sistema alla struttura della sala argani.

Nuovi sistemi di sicurezza antinfortunistica

Per l'adeguamento delle gru alle vigenti norme antinfortunistica sono state previste le seguenti opere:

- Fornitura e montaggio di idoneo sistema di controllo centrifugo direttamente collegato all'asse del riduttore braccio.
- Fornitura e montaggio di idoneo sistema di controllo centrifugo direttamente collegato all'asse del riduttore sollevamento gancio.
- Fornitura ed installazione di un fincorsa d'emergenza supplementare sull'azionamento del braccio.
- Fornitura ed installazione di pulsanti d'emergenza con azionamento a fungo, completi di scatola stagna a parete in sala argani, in prossimità del quadro elettrico generale, riduttore braccio e riduttore sollevamento.

Limitatore del carico

Sostituzione di N°1 cella di carico tipo BCS a compressione da 15 Ton nominali, 2mV/V, avente dimensioni come da campione in opera, completa di cavo elettrico d'alimentazione e segnale schermato.

La suddetta sarà installata in sostituzione di quella in opera sulla punta del braccio.

I cavi di alimentazione e segnale saranno collegati allo strumento installato nella nuova cabina operatore ed interfacciati al PLC.

Verranno eseguiti opportuni test e prove di carico, con taratura strumentale utilizzando pesi campione già noti.

Illuminazione e prese energia

E' previsto il rinnovo degli impianti di illuminazione della gru nelle varie sezioni e locali, ovvero:

- Illuminazione portale
- Illuminazione scorrimento
- Illuminazione parte girevole
- Illuminazione zona lavoro
- Illuminazione cabina operatore
- Illuminazione sala argani

Cavi elettrici

I cavi elettrici per le alimentazioni di potenza ed ausiliari verranno interamente sostituiti.

Questi dovranno essere del tipo armati resistenti al fuoco e con guaine isolanti esenti da alogenuri, idonei per installazioni navali approvati RINA, tipo RPHF secondo IEC 60228, class 2, IEC 60092-351, IEC 60092-359.

Vie di corsa

Le vie di corsa delle gru sono realizzate con rotaie tipo "Bourbach", posate su piattabande in acciaio strutturate con sottostante cuscino in legno.

Esse hanno sviluppo longitudinale su ogni singola fiancata ed una lunghezza di 170mt circa.

Si prevedono i seguenti interventi:

- Rinnovo totale dei cuscini in rovere.
- Verifica strumentale delle vie di corsa con controllo altimetrico delle quote, interferenze e parallelismo delle rotaie.
- Interventi di riallineamento dei binari a quote di tolleranza.
- Ricondizionamento delle piattabande in acciaio nelle zone maggiormente usurate.

- Fornitura e sostituzione dei morsetti e clips d'ancoraggio rotaie alle piattabande.
- Ripristino delle saldature delle rotaie nelle zone di giunzione testa-testa.
- Trattamento di sabbiatura e verniciatura delle piattabande in corrispondenza dei rinforzi e dei sottostanti copertini.
- Eliminazione dei punti di ristagno d'acqua sulle vie di corsa in corrispondenza dell'ancoraggio delle piattabande, con applicazioni di resine epossidiche.

43.1. QUALITA' E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI – MODALITA' D'ESECUZIONE LAVORAZIONI,

Caratteristiche generali degli elementi di carpenteria strutturale

Tutti gli acciai costituenti le carpenterie delle gru e le rotaie devono essere corredati di certificati di origine, in copia originale o autenticata, attestanti le caratteristiche chimiche e quelle meccaniche.

Gli acciai saranno scelti fra i tipi previsti dalla Tabella UNI EN 10025 con grado minimo "B".

E' responsabilità dell'impresa appaltatrice garantire la rispondenza e l'integrità del materiale contro possibili difetti (es. sfogliature, inclusioni, ecc.), in accordo alle normative vigenti ed applicabili. L'Amministrazione appaltante si riserva di far eseguire ulteriori controlli, in particolare ultrasonori, sulla qualità dei materiali, se ritenuti necessari e senza oneri da parte dell'Amministrazione.

Prima delle verifiche di accettazione e collaudo finale, l'impresa appaltatrice deve consegnare all'Amministrazione appaltante la documentazione completa relativamente ai controlli non distruttivi, collaudi, prove eseguiti sui materiali e sulle saldature nonché i certificati relativi.

Le eventuali lastre radiografiche delle saldature devono essere conservate dal Costruttore per almeno dieci anni.

L'ossitaglio sarà eseguito preferibilmente con macchine automatiche. Tutti i pezzi ossitagliati dovranno presentare un'adeguata finitura degli spigoli per evitare il distacco della vernice in corrispondenza di questi, rischi di infortunio, ecc..

La superficie ossitagliata dovrà essere priva di intagli che possano innescare cricche nel materiale.

Prima della verniciatura, le superfici devono essere pulite accuratamente, con eliminazione di ogni traccia di grasso, oli, calamina, ecc. come indicato nella specifica di verniciatura. La prima mano di vernice di protezione dovrà essere eseguita entro un tempo ristretto dopo la sabbiatura al fine di evitare la formazione di ossidazione.

Le parti lavorate di macchina dovranno essere protette con vernici a strappo o con adeguate vernici adatte al tipo di accoppiamento.

43.1.1 Manutenibilità

I pezzi che eventualmente necessitassero di essere movimentati a mezzo di gru devono essere provvisti di idonei golfari o maniglioni per poter venire imbragati nelle migliori condizioni di equilibrio. Le "orecchie" di imbracatura utilizzate per il montaggio in opera devono essere rimosse, salvo autorizzazione del progettista.

L'esecuzione delle rimozioni deve essere fatta con cura onde evitare intagli; il procedimento di saldatura deve essere qualificato, il possibile effetto di "intaglio" a fatica deve essere valutato.

Il posizionamento di tali golfari od orecchioni di sollevamento sarà definito dal costruttore sulla base delle sue esigenze di movimentazione.

43.1.2 Unioni saldate

Tutte le saldature dovranno essere continue e chiuse sul contorno, tranne nelle zone interne a tenuta stagna. Si dovranno limitare, per quanto possibile, le saldature in opera in quota.

La posizione dell'unione saldata dovrà essere tale da agevolare l'esecuzione e permettere il relativo controllo non distruttivo.

La realizzazione di saldature di parti in fase di montaggio in cantiere dovrà essere preceduta da un pre-assiemaggio con spine di centratura che permettano di riposizionare i pezzi nella corretta posizione.

Le saldature dovranno essere eseguite da saldatori muniti di patentino ed i procedimenti di saldatura devono essere qualificati: L'Amministrazione appaltante si riserva di richiedere e verificare in qualsiasi momento l'ottemperanza a quanto richiesto.

La realizzazione e l'esecuzione delle diverse tipologie di unione saldata seguono le direttive e prescrizioni delle norme UNI (altre norme possono essere usate, fermo restando l'approvazione della stazione appaltante, che comunque non solleva l'impresa appaltatrice dalle sue piene responsabilità).

43.1.3 Controlli non distruttivi

I controlli non distruttivi sulle saldature delle strutture principali, oltre a quanto eventualmente indicato negli elaborati di progetto, seguiranno i criteri minimi seguenti:

- per tutte le saldature: 100% controllo visivo (VT) - criteri di accettabilità secondo AWS 1.1.84 - 9.25.1, o equivalente;
- per le saldature a piena penetrazione, in trazione sotto le condizioni di carico normale (di servizio): 100% controllo ultrasuono (UT) o radiografico (RT); criteri di accettabilità secondo AWS - 1.1.84 - 9.25.3, o equivalente;
- per le saldature a piena penetrazione, in compressione sotto le condizioni di carico normale (di servizio): 25% controllo (UT) o (RT) - criteri di accettabilità secondo AWS 1.12.84 - tab. 8.15.3 o equivalente.

43.1.4 Saldatura delle rotaie

Gli spezzoni delle rotaie del carrello e delle vie di corsa andranno saldati tra loro, salvo nei punti di dilatazione dei moduli, in modo da creare una continuità per ciascun modulo. Il procedimento di saldatura dovrà essere quello adeguato per la qualità della rotaia (es. procedimento alluminotermico).

Al termine della saldatura si dovrà procedere al raccordo delle parti saldate in modo da garantire il passaggio delle ruote senza urti.

43.1.5 Unioni bullonate

I pezzi destinati ad essere bullonati in opera devono venire convenientemente marcati in modo da riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni reciproche che questi avevano in officina all'atto dell'alesatura dei fori e del pre-assiemaggio. l'impiego di spine di centratura in acciaio in corso di montaggio è ammesso esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione.

Si dovrà impiegare (salvo che per bulloneria ad alta resistenza e quanto indicato negli elaborati di progetto) bulloneria zincata a caldo

43.1.6 Serraggio dei bulloni

Il serraggio dei bulloni deve essere fatto in accordo a quanto disposto dalla CNR 10011/85 e successivi. La coppia di serraggio è quella indicata in corrispondenza del diametro e della Classe della vite dalla Norma richiamata.

43.1.7 Verniciatura

La verniciatura delle carpenterie sarà eseguita in accordo alla specifica tecnica sulle modalità d'esecuzione riportata negli elaborati di progetto. L'appaltatore può sottoporre all'approvazione della Stazione appaltante cicli di verniciatura aventi caratteristiche e garanzie non inferiori a quelle indicate nella suddetta specifica. Le rotaie non saranno verniciate ed i sistemi di fissaggio non saranno verniciati. La ditta indicherà in offerta il ciclo proposto nonché il nominativo o i nominativi delle Società delle vernici e la garanzia (grado RE) che non dovrà essere comunque inferiore a cinque anni. I colori finali saranno definiti all'esecuzione dalla stazione appaltante.

Per quanto riguarda gli armadi, i quadri elettrici, i componenti elettrici da mercato, ecc. essi saranno verniciati con ciclo e colore standard, ma comunque adatto all'impiego in ambiente marino corrosivo.

43.1.8 Targhe

Targhe e segnali cartelli d'istruzioni sistemati sull'impianto devono rispondere alle prescrizioni normative ed essere sottoposti preventivamente all'approvazione dal Funzionario responsabile dell'appalto. Le targhe di segnalazione esterna devono essere facilmente leggibili dal suolo.

43.1.9 Attrezzi speciali

Ove siano necessari per la manutenzione di apparecchiature e componenti attrezzi speciali non reperibili in commercio (ad esempio estrattori e martinetti particolari) questi si intendono compresi nell'offerta.

Ciò vale, in particolare, anche per strutture ausiliarie necessarie per sollevare parti delle macchine in caso di manutenzione.

43.1.10 Cabina dell'operatore

La cabina operatore dovrà essere realizzata secondo concetti ergonomici, la sua posizione dovrà consentire all'operatore una buona visibilità del punto di scarico e carico del materiale. La cabina sarà costruita in solida struttura in acciaio rivestita esternamente in acciaio Inox AISI 304 L, a doppia parete, con intercapedine di materiale termoisolante non igroscopico, incombustibile, imputrescibile e olio repellente. Il collegamento tra la cabina ed il carrello dovrà prevedere l'interposizione di giunti antivibranti in gomma di facile manutenzione e sostituzione.

Il materiale impiegato per la della cabina sarà lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm per le parti esterne e a 1,5 mm per quelle interne e profili in Fe430 saldati tra loro.

Tutte le parti scatolate dovranno essere a tenuta per prevenire la condensa interna.

Lo spessore della coibentazione sarà di 50 mm al minimo in ogni punto del tetto e pareti, con l'esclusione del fondo che sarà un doppio fondo utilizzato per il passaggio e smistamento dei cavi con pavimento a pannelli asportabili per accedervi. Il piano di calpestio dovrà essere ricoperto con neoprene a botte.

La cabina sarà munita di doppio tetto e sarà completamente verniciata con vernici adatte all'impiego su acciaio inox con ciclo approvato dalla stazione appaltante.

Tutte le guarnizioni adottate per rendere stagna la cabina saranno di tipo non invecchiante ed adatte a clima tropicale.

Le finestre saranno del tipo apribile per una facile pulizia eseguibile dall'interno. I cristalli saranno di tipo temperato, antiriflesso, bronzati, antiabbaglianti, tipo Securit, spessore minimo 6 mm, montati su apposite guarnizioni smontabili dall'interno per facilitarne la sostituzione. Il vetro frontale dovrà essere dotato di pompa lava vetri con serbatoio di liquido detergente e tergicristallo motorizzato.

I vetri a pavimento saranno bianchi del tipo di sicurezza spessore 3+3 montati su telai smontabili dall'interno e protetti nella parte superiore da un grigliato asportabile che permetta la più ampia visuale della sottostante zona di lavoro.

Dovrà essere prevista una porta di accesso in lamiera, con vetro nella parte superiore, maniglia con serratura e chiave, guarnizioni di tenuta. La cabina sarà corredata di estintore (CO2) non inferiore a 5 kg, condizionatore, posto di comando, pannello segnalazioni, accessori.

43.1.11 Meccanismi – Generalità

Tutti i meccanismi di nuova fornitura devono assicurare una durata pari almeno a quella del progetto di costruzione, sotto i carichi previsti, e i sovraccarichi temporanei che si possono verificare durante il funzionamento dell'apparecchio. Ampia cura deve essere prestata per assicurare sufficienti spazi per l'accesso al personale di manutenzione, per verifiche e smontaggi dei componenti.

Allo scopo, lo spazio minimo attorno ai meccanismi, per ispezione e manutenzione, non può essere inferiore a 600 mm, salvo specifica approvazione dell'Ente appaltante.

I gruppi meccanici devono essere costruiti in modo da non dover procedere a riparazioni in sito, ma sostituendo parti o sottoassiemi con i relativi ricambi. Tutti i giunti veloci ed i dischi o pulegge freno devono essere muniti di protezioni di sicurezza. I meccanismi fissati a basamenti devono avere, oltre ai bulloni di fissaggio, adeguati mezzi di tenuta e ripresa (in caso di smontaggio) dell'allineamento (piastrine saldate, spine coniche).

43.1.12 Riduttori e trasmissioni a ingranaggi

Devono essere impiegati di regola riduttori a ingranaggi a bagno d'olio, in luogo di coppie di ruote dentate "esterne". Tutte le altre trasmissioni con ingranaggi esterni sono vietate. I riduttori a ingranaggi devono essere calcolati, sotto i carichi nominali e le ore di servizio di progetto dell'apparecchio, secondo la normativa adottata nel progetto di calcolo. La potenza nominale e il fattore di servizio minimo utilizzato nel calcolo deve essere quello del progetto di costruzione per i riduttori dei movimenti principali dell'apparecchio.

Particolare attenzione deve essere prestata alla temperatura minima ambientale e qualora questa non fosse compatibile con le caratteristiche dell'olio usato saranno previste candele elettriche sistemate nel serbatoio; tenere presente che ognuna non dovrà superare la potenza di 2 W/cm² e la potenza massima di ognuna non più di 1 kW; il loro comando dovrà avvenire attraverso un termostato che le inserirà quando la temperatura dell'olio scenderà sotto il valore fissato e le disinserirà al di sopra della soglia prefissata.

Tutti i cavi di alimentazione elettrica dovranno essere flessibili, resistenti all'olio e adeguatamente identificati; le cassette di giunzione dovranno essere localizzate all'interno dell'unità. Le elettrovalvole saranno equipaggiate con connettori secondo DIN 43650 e di sblocco manuale protetto da cappuccio in gomma.

43.1.13 Circuiti idraulici

a) Cilindri

I cilindri idraulici saranno del tipo a doppio effetto dimensionati per servizio pesante con facilità di manutenzione a basso coefficiente di attrito, steli con nichelatura e successiva cromatura minimo 70 micrometri (tipo Nicrom 350) oppure in acciaio inossidabile cromato e dovranno avere buone caratteristiche di efficienza.

Gli attacchi dovranno essere dotati di snodi sferici;

nel caso di cilindri con testata imbullonata i bulloni dovranno essere passanti. Sarà sistemato sul cilindro un blocchetto cui faranno capo i tubi rigidi provenienti dalle due camere ed i flessibili provenienti dalla centralina (cioè allo scopo di avere flessibili di eguale lunghezza). Il sistema di controllo dovrà mantenere il cilindro e il sistema in sicurezza anche nel caso di fermate di emergenza, di rottura di flessibili, di malfunzionamento delle elettrovalvole e dei componenti.

b) Tubazioni

I tubi dovranno essere in acciaio trafilati a freddo senza saldatura, dovranno subire le opportune operazioni di decapaggio e pulitura prima del montaggio.

I raccordi fra tubi nonché fra tubi ed apparecchiature saranno per servizio industriale adatti per le pressioni di esercizio incrementate di un fattore minimo 1,25.

Durante la posa in opera i tubi dovranno essere opportunamente vincolati da un congruo numero di supporti in materiale plastico; le tubazioni dovranno essere sottoposte a flussaggio. I tubi flessibili dovranno essere adatti per le alte pressioni. La distribuzione interna dell'unità idraulica avverrà su blocchi forati.

c) - Pressioni di prova

Tutti i componenti devono essere provati a 1,5 volte la pressione massima effettivamente raggiunta nell'impianto durante l'esercizio dello stesso. Tutti i cilindri devono essere accompagnati da verbale di prova.

43.1.14 Impianti elettrici

Tutti i componenti elettrici devono essere scelti tenendo conto della corrente che li percorre nell'esercizio ordinario e devono essere tali da non causare effetti nocivi sugli altri componenti di impianto e sulla rete di alimentazione. I conduttori degli impianti con tensione sino ad 750 V devono essere di tipo antifiamma N07 V - K per la quasi totalità dell'opera e N1 VV- K o FG7OR per i tratti interrati, con l'adozione dei seguenti colori distintivi della guaina esterna: blu chiaro per il conduttore di neutro, bicolore giallo verde solo ed esclusivamente per i conduttori di terra di protezione ed equipotenziali, tutti gli altri colori per i conduttori di fase. In assenza del conduttore di neutro, l'anima di colore blu chiaro dei conduttori multipolari può essere utilizzata come conduttore di fase. Su tutte le linee montanti si devono utilizzare conduttori in unica pezzatura senza legature.

I cavi con tensione di esercizio di 10 kV dovranno essere installati con apposite "testine" ai terminali, tutti i conduttori a M/T, ove possibile per le parti non in cunicolo, dovranno essere posti in canalina metallica, per tutte le linee M/T si devono utilizzare conduttori in unica pezzatura senza legature.

Le derivazioni dai conduttori di protezione, anch'essi in unica pezzatura, devono essere effettuate a mezzo di morsetti a martello evitando l'interruzione del conduttore stesso. Tutti i fili di comando e servizio devono essere identificati da opportune targhette alfanumeriche e riportati negli schemi

Tutte le masse metalliche della cabina devono essere collegate con l'impianto di terra.

Il valore finale della resistenza dell'impianto di terra R_t dovrà essere tale da soddisfare la seguente formula: $R_t \leq 50 / I_{dn}$ dove I_{dn} è il più alto valore della corrente nominale di intervento tra gli interruttori dei quadri. Nel corso di esecuzione, in funzione dei valori ottenuti con l'impianto di progetto si procederà alle necessaria esecuzione delle eventuali opere aggiuntive necessarie all'ottenimento del sopraindicato valore.

Tutte le legature e le connessioni saranno effettuate con morsetti e capocorda. La sezione minima dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quelle indicate agli artt. 547.1.1 - 547.1.2 e 547.1.3 delle norme C.E.I. 64/8.:

Art. 44

OPERAZIONI DI RIMORCHIO E BACINAGGIO

44.0. GENERALITA'

Il presente articolo contiene tutte le operazioni e gli adempimenti atti alla preparazione del bacino alla navigazione a rimorchio, dalla sua posizione di stazionamento al bacino idoneo al carenaggio.

44.0.1 Preparazione del bacino e verifiche al rimorchio

Preventivamente deve essere verificata l'idoneità strutturale del bacino in oggetto ad essere sottoposto alla eventuale navigazione necessaria a coprire il tratto di mare aperto a rimorchio dalla sua posizione di stazionamento al bacino di carenaggio fisso da 400.000 t. P.L. sito nel Porto di Palermo.

Devono pertanto essere informati, richiedendo parere ed autorizzazione alle operazioni di rimorchio, l'autorità marittima, la Capitaneria di Porto e l'ufficio R.I.N.A. competente.

In particolare dovranno essere sottoposti al registro sia le verifiche strutturali che di stabilità del bacino nelle condizioni di zavorra previste per il viaggio di trasferimento a rimorchio.

Inoltre occorre verificare le sistemazioni e l'idoneità delle bitte poppiere e prodriere alle operazioni di rimorchio, in caso contrario sarà necessario dotare, anche temporaneamente, le estremità del bacino degli accessori necessari ad effettuare il rimorchio in sicurezza.

La platea dovrà essere resa accessibile dal mare per mezzo di scalette disposte a prora ed a poppa, per consentire anche in navigazione l'ispezione a bordo del personale addetto alle ronde ed all'accensione delle luci di navigazione.

44.0.2 Scollegamento impianti idrici ed elettrici e rampe di collegamento

Per preparare il bacino alla navigazione dovranno essere intercettate con flange cieche e scollegati gli impianti idrici come l'impianto antincendio, acque nere, gli impianti di distribuzione gas tecnici, aria compressa, ossigeno, acetilene, CO₂, i cavi elettrici di alimentazione della cabina elettrica di bordo.

E' inoltre necessario rimuovere la rampa di accesso e lo scalandrone di collegamento a terra rispettivamente della platea e del ponte coperta.

Per il trasferimento verrà comunque imbarcato un gruppo elettrogeno containerizzato, dotato di regolare certificazione Marpol ai fini della ritenzione delle acque oleose di sentina ed emissioni atmosferiche e comunque idoneo al servizio su galleggianti.

Il gruppo elettrogeno sarà di potenza sufficiente ad alimentare gli impianti elettrici di illuminazione e alcune delle pompe dell'impianto di zavorra, nonché ad alimentare i verricelli di manovra a poppa ed a prora del bacino.

Il bacino, dotato di cavi di ormeggio ai posti di manovra di prora e poppa, verrà ormeggiato a mezzo cavi alle bitte in banchina e successivamente si procederà alla rimozione, ossia allo scollegamento dai due bracci di ormeggio in banchina.

In particolare verranno rimossi i perni di collegamento dei bracci agli occhi strutturali sistemati sul fianco del bacino.

I bracci verranno adagiati su zattere interposte preventivamente tra banchina e bacino.

Le zattere disposte sotto i bracci permetteranno un più agevole smontaggio degli organi di collegamento.

44.0.3 Rimorchio ed immissione in bacino

Il piano dell'eventuale rimorchio dovrà essere preventivamente predisposto.

Dovrà essere previsto un cavo di rimorchio d'emergenza e dovrà essere sottoposto ad approvazione da parte del RINA.

Devono essere predisposti a bordo i fanali di navigazione elettrici o a gas collaudati RINA e segnali, sia per la navigazione notturna che diurna.

Le operazioni di rimorchio dovranno avvenire sotto copertura assicurativa.

L'operazione di immissione in bacino avverrà utilizzando per il tonnage ed il posizionamento del bacino i verricelli dei posti di manovra ed i cavi d'ormeggio di prora e poppa.

Il bacino sarà messo a secco su idoneo piano di taccate, in particolare dovranno essere in numero sufficiente a sopportare il peso del bacino e di altezza tale da consentire agevolmente le lavorazioni sul fondo.

Inoltre dovrà essere possibile lo smontaggio e il riposizionamento di alcune taccate in altra area del fondo, al fine di consentire lavori di ripristino anche estesi sulle strutture del fondo.

Le taccate nel loro posizionamento non dovranno interferire con le strutture sporgenti dal fondo.

Al fine di eseguire un completo trattamento protettivo del fondo dovrà essere previsto il riposizionamento, dopo temporaneo galleggiamento, sulle taccate in modo da estendere il trattamento protettivo anche alle impronte delle taccate del primo posizionamento.

Durante la fase di messa a secco del bacino e in quella successiva di riposizionamento è richiesta l'assistenza dei sommozzatori.

44.0.4. Riposizionamento e ricollegamento servizi, rampe e bracci

Al termine del carenaggio il bacino verrà nuovamente rimorchiato e riposizionato in banchina seguendo le procedure e quanto previsto al punto precedente..

Verranno riposizionati mediante autogru mobili lo scalandrone e la rampa di accesso e verranno rimosse le flangie cieche dagli impianti idrici e quindi ripristinati i collegamenti, nonché verrà ripristinato il collegamento dell'impianto elettrico di bordo con quello a terra e verrà sbarcato il generatore ausiliario.

Art. 45

PROTEZIONE DELLE OPERE -

45.0. PROTEZIONE DELLE OPERE

Tutte le strutture, le rifiniture, le installazioni e gli impianti dovranno essere adeguatamente protetti (sia in fase di esecuzione, che a costruzione ultimata) dall'azione degli agenti atmosferici, in particolare pioggia, vento e temperature eccessivamente basse od alte.

Le protezioni saranno rapportate alle strutture da proteggere, all'elemento agente, ai tempi di azione ed alla durata degli effetti protettivi (provvisori o definitivi); potranno essere di tipo attivo o diretto (additivi, anticorrosivi, antievaporanti, ecc.) o di tipo passivo od indiretto (coperture impermeabili, schermature, ecc.).

Resta perciò inteso che nessun compenso potrà richiedere l'Esecutore per danni conseguenti alla mancanza od insufficienza delle protezioni in argomento, risultando anzi lo stesso obbligato al rifacimento od alla sostituzione di quanto deteriorato, salvo il risarcimento al Committente od a terzi degli eventuali danni dipendenti.