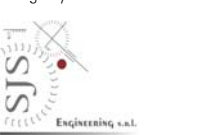


MATRICE DELLE REVISIONI			
REVISIONE	DATA	MOTIVAZIONE	PROPONENTE
00	Marzo 2010	PRIMA EMISSIONE	RUP

Main job			
AUTORITA' PORTUALE DI BRINDISI PORTO DI BRINDISI			
Customer	Project level		Nr.
 AUTORITÀ PORTUALE DI BRINDISI	PROGETTO ESECUTIVO		PM01
			Job title
	CONSOLIDAMENTO DELLA BANCHINA DEDICATA ALL'AMMIRAGLIO MILLO, DELLE BANCHINE DEL MONUMENTO AL MARINAIO E DEL CANALE PIGONATI LOTTO I: CONSOLIDAMENTO DELLA BANCHINA DEDICATA ALL'AMMIRAGLIO MILLO		Progettista Responsabile Dott. Ing. M. Lentini Designers Dott. Ing. D. Mancarella, Ph.D Dott. Ing. M. Filippone Dott. Ing. B. Lentini Dott. Ing. M. Mele Dott. Arch. A. Adamo Ing. M. Capita
	Subtitle PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA		File name PM01 Piano di Manutenzione Millo 03DM.doc
Design by	Drawn	Checked	Date
 S.J.S. Engineering s.r.l. Roma (00187) Via XX Settembre, n. 89 Civitavecchia RM (00053) Via Aurelia Nord, 8 Taranto (74100) Via Locaita, n. 29	Ing. D. Mancarella	Ing. M. Lentini	Marzo 2010

INDICE

1. ARREDI URBANI	3
2. IMPIANTI IDRAULICI	5
2.1 Impianto di smaltimento acque meteoriche	5
2.1.1 REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)	5
2.1.1.1 RESISTENZA ALLA CORROSIONE	5
2.2 Collettori di scarico	6
2.2.1 REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)	6
2.2.1.1 CONTROLLO DELLA TENUTA	6
2.2.1.2 ASSENZA DELLA EMISSIONE DI ODORI SGRADUVOLI	7
2.2.1.3 RESISTENZA ALLE TEMPERATURE E A SBALZI DI TEMPERATURA	7
2.2.2 ANOMALIE RISCONTRABILI	8
2.2.2.1 ACCUMULO DI GRASSO	8
2.2.2.2 CORROSIONE	8
2.2.2.3 DIFETTI AI RACCORDI O ALLE CONNESSIONI	8
2.2.2.4 EROSIONE	8
2.2.2.5 ODORI SGRADUVOLI	8
2.2.2.6 PENETRAZIONE DI RADICI	8
2.2.2.7 SEDIMENTAZIONE	8
2.2.3 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO	8
2.2.3.1 CONTROLLO GENERALE	8
2.2.4 MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO	9
2.2.4.1 PULIZIA COLLETTORE ACQUE NERE O MISTE	9
2.3 Pozzetti e caditoie	9
2.3.1 REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)	9
2.3.1.1 ASSENZA DELLA EMISSIONE DI ODORI SGRADUVOLI	9
2.3.1.2 CONTROLLO DELLA PORTATA	10
2.3.1.3 CONTROLLO DELLA TENUTA	10
2.3.1.4 PULIBILITÀ	11
2.3.1.5 RESISTENZA ALLE TEMPERATURE E A SBALZI DI TEMPERATURA	11
2.3.1.6 RESISTENZA MECCANICA	12
2.3.2 ANOMALIE RISCONTRABILI	12
2.3.2.1 DIFETTI AI RACCORDI O ALLE TUBAZIONI	12
2.3.2.2 DIFETTI DEI CHIUSINI	12
2.3.2.3 EROSIONE	13
2.3.2.4 INTASAMENTO	13
2.3.2.5 ODORI SGRADUVOLI	13
2.3.3 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO	13
2.3.3.1 CONTROLLO GENERALE	13
2.3.4 MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO	13
2.3.4.1 PULIZIA	13
2.4 Sottoprogramma dei controlli	14
2.5 Sottoprogramma degli interventi: Impianto di smaltimento acque meteoriche	14
2.6 Programma di Manutenzione Impianto di smaltimento acque meteoriche	15
3. ARREDI DI BANCHINA	16
3.1 Bitte, scalette e anelli di ormeggio	16
3.2 Parabordi	16
4. IMPIANTI ELETTRICI E ILLUMINOTECNICI	17
4.1 Controlli sull'impianto elettrico	17
4.1.1 CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE	17
4.1.2 CONTROLLO DELLE DISPERSIONI ELETTRICHE	17
4.1.3 IMPERMEABILITÀ AI LIQUIDI	17
4.1.4 ISOLAMENTO ELETTRICO	17
4.1.5 LIMITAZIONE DEI RISCHI DI INTERVENTO	18
4.1.6 MONTABILITÀ E SMONTABILITÀ	18
4.1.7 RESISTENZA MECCANICA	18
4.2 Anomalie riscontrabili	18

4.3	Controlli sull'impianto di illuminazione.....	19
4.3.1	CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO.....	19
4.3.2	CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE	19
4.3.3	CONTROLLO DELLE DISPERSIONI ELETTRICHE	19
4.3.4	ACCESSIBILITÀ	19
4.3.5	COMODITÀ DI USO E MANOVRA	20
4.3.6	EFFICIENZA LUMINOSA	20
4.3.7	IDENTIFICABILITÀ	20
4.3.8	IMPERMEABILITÀ AI LIQUIDI	20
4.3.9	ISOLAMENTO ELETTRICO	20
4.3.10	LIMITAZIONE DEI RISCHI DI INTERVENTO.....	21
4.3.11	MONTABILITÀ E SMONTABILITÀ	21
4.3.12	REGOLABILITÀ	21
4.3.13	RESISTENZA MECCANICA.....	21
4.3.14	STABILITÀ CHIMICO REATTIVA	21
4.4	Anomalie riscontrabili	22
5.	STRUTTURE PORTUALI.....	23
5.1	ISPEZIONE GENERALE OPERE IN MURATURA E CALCESTRUZZO	23
5.1.1	CONTROLLO GENERALE	23
5.1.2	CONTROLLO VISIVO.....	23
5.1.3	RILIEVI E MISURAZIONI	24
5.1.3.1	GENERALE.....	24
5.1.3.2	RILEVAZIONE ORIZZONTALE E VERTICALE	24
5.1.3.3	INCLINOMETRI.....	24
5.1.3.4	RILEVAMENTI GEOTECNICI	25
5.1.4	PROVE	25
5.1.4.1	GENERALITÀ	25
5.1.4.2	INDAGINI DI TIPO NON DISTRUTTIVO NON INVASIVE	25
5.1.4.3	INDAGINI INVASIVE.....	25
5.2	MANUTENZIONE DELLE OPERE IN PIETRA E MURATURA	25
5.3	MANUTENZIONE DELLE OPERE IN CALCESTRUZZO	26
5.3.1	PULITURA	26
5.3.2	PROTEZIONE	26
5.3.2.1	GENERALE.....	26
5.3.2.2	TRATTAMENTI DI SUPERFICIE.....	26
5.4	RIPARAZIONI DELLE OPERE IN PIETRA E MURATURA	28
5.4.1	PULIZIA.....	28
5.4.2	ANCORAGGIO	28
5.4.3	INIEZIONE.....	28
5.4.4	SACCHI IN MATERIALE CEMENTIZIO	28
5.4.5	DRENAGGIO.....	28
5.5	RIPARAZIONE DELLE OPERE IN CALCESTRUZZO	29
5.5.1	GENERALE.....	29
5.5.2	PREPARAZIONE	30
5.5.2.1	PULITURA	30
5.5.2.2	RIMOZIONE DEL CALCESTRUZZO DANNEGGIATO.....	30
5.5.2.3	IRRUVIMENTO.....	32
5.5.3	MATERIALI PER RIPARAZIONE E PROTEZIONE.....	32
5.5.3.1	SOSTITUZIONE DEL CALCESTRUZZO.....	32
5.5.3.2	RIEMPIMENTO DEGLI SGROTTAMENTI	32
5.5.3.3	INTERVENTI DI RIPRISTINO SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO	33
5.5.3.4	PROTEZIONE DEL CALCESTRUZZO	33
5.5.3.5	PROTEZIONE DELLE ARMATURE.....	33
5.5.3.6	METODI ELETTROCHIMICI	33
5.5.3.7	INCREMENTO, SOSTITUZIONE E INTEGRAZIONI DELLE ARMATURE.....	33
5.6	Manodopera	33

1. ARREDI URBANI

Per gli articoli in ACCIAIO - ALLUMINIO - GHISA: per ripristinare le scalfiture della superficie verniciata dovute all'uso, ad atti vandalici, a incidenti, o altro, bisognerà richiedere all'azienda fornitrice degli articoli, il colore da ritocco in bombolette spray da 400 ml nel RAL richiesto, oppure si potrà utilizzare una buona vernice reperibile in ogni colorificio con caratteristiche simili a quelle impiegate dall'azienda produttrice. Il colore andrà applicato sulla superficie precedentemente pulita da polvere e sporco, da una distanza di 10 - 20 cm circa. L'asciugatura avviene in 15 minuti. Si consiglia di effettuare il trattamento di manutenzione con cadenza annuale.

A tal fine si elencano i parametri di processo di verniciatura su Acciaio zincato, Alluminio, Ghisa*, impiegati dall'azienda produttrice:

Fase 0 PREPARAZIONE

- sabbiatura automatica secondo parametri dell'azienda
- smerigliatura manuale

Fase I SGRASSAGGIO ALCALINO

- prodotto: Unispray HLW
- pH: < 12
- temperatura: 60°C

Fase II RISCIAQUO

- prodotto: acqua di rete
- temperatura: ambiente

Fase III RISCIAQUO 2

- prodotto: acqua demineralizzata ricircolata
- conducibilità < 25 µs

Fase IV PASSIVAZIONE

- trattamento di passivazione filmogena no rinse

Fase V ASCIUGATURA

- prodotto: aria calda forzata
- tempo: 5 – 10 minuti
- temperatura: 160°C

Fase (*) APPLICAZIONE PRIMER ZINCANTE EPOSSIDICO

POLIMERIZZAZIONE (come fase VII)

RAFFREDDAMENTO

(solo a richiesta e su componenti in ghisa)

Fase VI APPLICAZIONE ELETTROSTATICA POLVERE

- prodotto: polvere poliestere pura

Fase VII POLIMERIZZAZIONE su forno

-prodotto: aria calda forzata

-tempo: 35 minuti

-temperatura: 185°C

Fase VIII

Fase IX COLLAUDO FINALE

Per quanto riguarda i prodotti in acciaio Inox trattandosi di zone con forte presenza di cloro (aree marine entro 5 Km dal mare) o zolfo (aree industriali o particolarmente inquinate) si consiglia una manutenzione periodica utilizzando semplicemente acqua e idropulitrice o, se necessario, prodotti dedicati reperibili nei negozi specializzati.

Per gli apparecchi di illuminazione a incasso, dato il grado di protezione impiegato (IP68) si ha la massima sicurezza sulla tenuta stagna e la sicurezza degli stessi; si consiglia però di effettuare un controllo periodico con cadenza semestrale/annuale così come per gli apparecchi dei lampioni.

Per quanto riguarda il muro di confine si consiglia di eseguire periodicamente, con cadenza annuale, il ripristino della pitturazione ammalorata e, per il rivestimento in pietra, il trattamento con prodotti speciali di protezione o rimozione di scritte vandaliche.

2. IMPIANTI IDRAULICI

2.1 Impianto di smaltimento acque meteoriche

Si intende per impianto di scarico acque meteoriche (da coperture o pavimentazioni all'aperto) l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno).

I vari profilati possono essere realizzati in PVC (plastificato e non), in lamiera metallica (in alluminio, in rame, in acciaio, in zinco, ecc.).

Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque usate ed industriali.

Gli impianti di smaltimento acque meteoriche sono costituiti da:

- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (le tubazioni verticali sono dette pluviali mentre quelle orizzontali sono dette collettori);
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc.).

I materiali ed i componenti devono rispettare le prescrizioni riportate dalla normativa quali:

- a) devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- b) gli elementi di convogliamento ed accessori realizzati in metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno;
- c) i collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato dalle norme relative allo scarico delle acque usate; inoltre i tubi di acciaio inossidabile devono rispondere alle norme UNI 6901 e UNI 8317;

2.1.1 REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

2.1.1.1 Resistenza alla corrosione

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Gli elementi dell'impianto smaltimento acque meteoriche devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

Prestazioni:

Gli elementi dell'impianto smaltimento acque meteoriche devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza ad eventuali fenomeni di corrosione.

Livello minimo della prestazione:

La resistenza alla corrosione dipende dalla qualità del materiale utilizzato per la fabbricazione e da eventuali strati di protezione superficiali (zincatura, vernici, ecc.).

Riferimenti Normativi:

- Legge 5 marzo 1990, n.46: "Norme per la sicurezza degli impianti"; -D.P.R. 6 dicembre 1991, n.447: "Regolamento di attuazione della Legge 5 marzo 1990, n.46, in materia di sicurezza degli impianti"; -UNI EN 607; -UNI EN 612; -UNI EN 638; -UNI EN 727;
- UNI EN 1462; -UNI EN 1253.

L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti Elementi Manutenibili:

- Collettori di scarico;
- Pozzetti e caditoie.

2.2 Collettori di scarico

I collettori fognari sono tubazioni o condotti di altro genere, normalmente interrati, funzionanti essenzialmente a gravità, che hanno la funzione di convogliare nella rete fognaria acque di scarico usate e/o meteoriche provenienti da più origini.

2.2.1 REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

2.2.1.1 Controllo della tenuta

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

I collettori fognari devono essere idonei ad impedire fughe dei fluidi assicurando così la durata e la funzionalità nel tempo.

Prestazioni:

Il controllo della tenuta deve essere garantito in condizioni di pressione e temperatura corrispondenti a quelle massime o minime di esercizio.

Livello minimo della prestazione:

La capacità di tenuta dei collettori fognari può essere verificata mediante prova da effettuarsi con le modalità ed i tempi previsti dalla norma UNI EN 752-4. In nessuna condizione di esercizio le pressioni devono superare il valore di 250 Pa che corrisponde a circa la metà dell'altezza dell'acqua contenuta dai sifoni normali.

Riferimenti normativi:

UNI EN 752-4.

2.2.1.2 Assenza della emissione di odori sgradevoli

Classe di Requisiti: Olfattivi

Classe di Esigenza: Benessere

I collettori fognari devono essere realizzati in modo da non emettere odori sgradevoli.

Prestazioni

I collettori fognari devono essere realizzati con materiali tali da non produrre o riemettere sostanze o odori sgradevoli rischiosi per la salute e la vita delle persone.

Livello minimo della prestazione

L'ermeticità di detti sistemi di scarico acque reflue può essere accertata effettuando la prova indicata dalla norma UNI EN 752-4.

La setticità all'interno dei collettori di fognatura può provocare la formazione di idrogeno solforato (H_2S). L'idrogeno solforato (tossico e potenzialmente letale), in base alla concentrazione in cui è presente, è nocivo, maleodorante e tende ad aggredire alcuni materiali dei condotti, degli impianti di trattamento e delle stazioni di pompaggio. I parametri da cui dipende la concentrazione di idrogeno solforato, dei quali è necessario tenere conto, sono:

- temperatura;
- domanda biochimica di ossigeno (BOD);
- presenza di solfati;
- tempo di permanenza dell'effluente nel sistema di collettori di fognatura;
- velocità e condizioni di turbolenza;
- pH;
- ventilazione dei collettori di fognatura;
- esistenza a monte del collettore di fognatura a gravità di condotti in pressione o di scarichi specifici di effluenti industriali.

La formazione di solfuri nei collettori di fognatura a pressione e a gravità può essere quantificata in via previsionale applicando alcune formule.

Riferimenti normativi

-UNI EN 752-4.

2.2.1.3 Resistenza alle temperature e a sbalzi di temperatura

Classe di Requisiti: Di Stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

I collettori fognari devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture se sottoposti all'azione di temperature elevate o a sbalzi delle stesse.

Prestazioni:

I collettori fognari devono resistere alle temperature ed agli sbalzi termici prodotti dalle condizioni di funzionamento senza per ciò deteriorarsi o perdere le proprie caratteristiche.

Livello minimo della prestazione:

La capacità di resistere alle temperature e/o agli sbalzi delle stesse dei pozzetti a pavimento e delle scatole sifonate viene verificata con la prova descritta dalla norma UNI EN 752-4.

Riferimenti normativi:

-UNI EN 752.

2.2.2 ANOMALIE RISCONTRABILI

2.2.2.1 Accumulo di grasso

Accumulo di grasso che si deposita sulle pareti dei condotti.

2.2.2.2 Corrosione

Corrosione delle tubazioni di adduzione con evidenti segni di decadimento delle stesse evidenziato con cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

2.2.2.3 Difetti ai raccordi o alle connessioni

Perdite del fluido in prossimità di raccordi dovute a errori o sconnessioni delle giunzioni.

2.2.2.4 Erosione

Erosione del suolo all'esterno dei tubi che è solitamente causata dall'infiltrazione di terra.

2.2.2.5 Odori sgradevoli

Setticità delle acque di scarico che può produrre odori sgradevoli accompagnati da gas letali o esplosivi e aggressioni chimiche rischiose per la salute delle persone.

2.2.2.6 Penetrazione di radici

Penetrazione all'interno dei condotti di radici vegetali che provocano intasamento del sistema.

2.2.2.7 Sedimentazione

Accumulo di depositi minerali sul fondo dei condotti che può causare l'intasamento.

2.2.3 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

2.2.3.1 Controllo generale

Cadenza: Ogni 12 mesi

Tipologia: Ispezione

Verificare lo stato generale e l'integrità con particolare attenzione allo stato della tenuta dei condotti orizzontali a vista.

Requisiti da verificare

- 1) Controllo della tenuta.

Anomalie riscontrabili

- 1) Accumulo di grasso;
- 2) Corrosione;
- 3) Erosione;
- 4) Odori sgradevoli;
- 5) Penetrazione di radici;
- 6) Sedimentazione.

Ditte specializzate

Specializzati vari.

2.2.4 MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

2.2.4.1 Pulizia collettore acque nere o miste

Cadenza: ogni 12 Mesi

Eeguire una pulizia del sistema orizzontale di convogliamento delle acque reflue mediante asponazione dei fanghi di deposito e lavaggio con acqua a pressione.

Ditte specializzate

Specializzati vari.

2.3 Pozzetti e caditoie

I pozzetti e le caditoie hanno la funzione di convogliare nella rete fognaria, per lo smaltimento, le acque di scarico usate e/o meteoriche provenienti da più origini (strade, pluviali, ecc.).

2.3.1 REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

2.3.1.1 Assenza della emissione di odori sgradevoli

Classe di Requisiti: Olfattivi

Classe di Esigenza: Benessere

I pozzetti dell'impianto fognario devono essere realizzati in modo da non emettere odori sgradevoli.

Prestazioni:

I pozzetti e le caditoie devono essere realizzati con materiali tali da non produrre o riemettere sostanze o odori sgradevoli.

Livello minimo della prestazione:

L'ermeticità degli elementi può essere accertata effettuando la prova indicata dalla norma UNI EN 1253-2.

Riferimenti normativi:

UNI EN 1253.

2.3.1.2 Controllo della portata

Classe di Requisiti: Funzionalità d'uso

Classe di Esigenza: Funzionalità

Le caditoie ed i pozzetti devono essere in grado di garantire in ogni momento la portata e la pressione richiesti dall'impianto.

Prestazioni:

La portata deve essere verificata in sede di collaudo (ed annotata sul certificato di collaudo) e successivamente con ispezioni volte alla verifica di detti valori. Anche i risultati delle ispezioni devono essere riportati su un apposito libretto.

Livello minimo della prestazione:

Il flusso d'acqua attraverso l'entrata laterale (q laterale) viene convogliato mediante una curva di $88 \pm 2^\circ$ e un tubo della lunghezza di almeno 200 mm, aventi entrambi il medesimo diametro dell'entrata laterale. L'acqua deve essere alimentata come una combinazione di passaggio attraverso la griglia e attraverso le altre entrate laterali. La portata massima d'acqua attraverso l'entrata laterale, q laterale, è determinata come la portata che provoca l'innalzamento dell'acqua appena sopra la griglia. La portata minima può essere immessa attraverso l'entrata laterale con posizione più sfavorevole. La portata deve essere misurata con una precisione del $\pm 2\%$.

Riferimenti normativi

UNI EN 1253.

2.3.1.3 Controllo della tenuta

Classe di Requisiti: Di Stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le caditoie ed i pozzetti devono essere idonei ad impedire fughe dei fluidi assicurando così la durata e la funzionalità nel tempo.

Prestazioni

Il controllo della tenuta deve essere garantito in condizioni di pressione e temperatura corrispondenti a quelle massime o minime di esercizio.

Livello minimo della prestazione

La capacità di tenuta delle caditoie e dei pozzetti può essere verificata mediante prova da effettuarsi con le modalità ed i tempi previsti dalla norma UNI EN 1253-2. L'insieme dei componenti della scatola sifonica, corpo della scatola con uscita chiusa e tutte le entrate laterali sigillate, deve essere sottoposto a

una pressione idrostatica a partire da 0 bar fino a 0,1 bar. La prova deve essere considerata superata con esito positivo quando, nell'arco di J5 min., non si verificano fuoriuscite d'acqua dalle pareti della scatola, dalle saldature o dai giunti.

Riferimenti normativi

UNI EN 1253.

2.3.1.4 Pulibilità

Classe di Requisiti: Di manutenibilità

Classe di Esigenza: Gestione

Le caditoie ed i pozzetti devono essere autopulibili per assicurare la funzionalità dell'impianto.

Prestazioni

Le caditoie ed i pozzetti devono essere realizzati con materiali e finiture tali da essere facilmente autopulibili in modo da evitare depositi di materiale che possa comprometterne il regolare funzionamento.

Livello minimo della prestazione

Per la verifica della facilità di pulizia si effettua una prova così come descritto dalla norma UNI EN 1253-2. Si monta il pozzetto completo della griglia e si versa nel contenitore per la prova acqua fredda a 15-10 °C alla portata di 0,2 l/s, 0,3 l/s, 0,4 l/s e 0,6 l/s. In corrispondenza di ognuna delle portate, immettere nel pozzetto, attraverso la griglia, 200 cm³ di perline di vetro del diametro di 5 +/-0,5 mm e della densità da 2,5 g/cm³ a 3,0 g/cm³, a una velocità costante e uniforme per 30 s. Continuare ad alimentare l'acqua per ulteriori 30 s. Misurare il volume in cm³ delle perline di vetro uscite dal pozzetto. Eseguire la prova per tre volte per ogni velocità di mandata. Deve essere considerata la media dei tre risultati.

Riferimenti normativi

UNI EN 1253.

2.3.1.5 Resistenza alle temperature e a sbalzi di temperatura

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le caditoie ed i pozzetti devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture se sottoposti all'azione di temperature elevate o a sbalzi delle stesse.

Prestazioni

Le caditoie ed i pozzetti devono resistere alle temperature ed agli sbalzi termici prodotti dalle condizioni di funzionamento senza per ciò deteriorarsi o perdere le proprie caratteristiche.

Livello minimo della prestazione

La capacità di resistere alle temperature e/o agli sbalzi delle stesse dei pozzetti a pavimento e delle scatole sifonate viene verificata con la prova descritta dalla norma UNI EN 1253-2. Secondo tale prova si fa entrare l'acqua attraverso la griglia o, nel caso ciò non fosse possibile, attraverso l'entrata laterale, o le entrate laterali, come segue:

- 1) 0,5 l/s di acqua calda alla temperatura di (93 ± 2) °C per 60 s.
- 2) Pausa di 60 s.
- 3) 0,5 l/s di acqua fredda alla temperatura di (15 ± 10) °C per 60 s.
- 4) Pausa di 60 s.

Si ripetere questo ciclo per 1500 volte (100 h). Alla fine della prova non si dovranno avere deformazioni o variazioni dall'aspetto della superficie dei componenti.

Riferimenti normativi:

UNI EN 1253.

2.3.1.6 Resistenza meccanica

Classe di Requisiti: di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Le caditoie ed i pozzetti devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.

Prestazioni

Le caditoie ed i pozzetti devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza all'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da garantirne durata e funzionalità nel tempo.

Livello minimo della prestazione

La resistenza meccanica delle caditoie e dei pozzetti può essere verificata mediante prova da effettuarsi con le modalità ed i tempi previsti dalla norma UNI EN 1253. Non devono prodursi alcuna incrinatura o frattura prima del raggiungimento del carico di prova. Inoltre, nel caso di pozzetti o di scatole sifoniche muniti di griglia o di coperchio in ghisa dolce, acciaio, metalli non ferrosi, plastica oppure in una combinazione di tali materiali con il calcestruzzo, la deformazione permanente non deve essere maggiore dei valori elencati dalla norma suddetta. Per le griglie deve essere applicato un carico di prova P di 0,25 kN e la deformazione permanente f ai 2/3 del carico di prova non deve essere maggiore di 2,0 mm.

Riferimenti normativi

UNI EN 1253.

2.3.2 ANOMALIE RISCONTRABILI

2.3.2.1 Difetti ai raccordi o alle tubazioni

Perdite del fluido in prossimità di raccordi dovute a errori o sconnessioni delle giunzioni.

2.3.2.2 Difetti dei chiusini

Rottura delle piastre di copertura dei pozzetti o chiusini difettosi, chiusini rotti, incrinati, mal posati o sporgenti.

2.3.2.3 Erosione

Erosione del suolo all'esterno dei tubi che è solitamente causata dall'infiltrazione di terra.

2.3.2.4 Intasamento

Incrostazioni o otturazioni delle griglie dei pozzetti dovute ad accumuli di materiale di risulta quali foglie, vegetazione ecc.

2.3.2.5 Odori sgradevoli

Setticità delle acque di scarico che può produrre odori sgradevoli accompagnati da gas letali o esplosivi e aggressioni chimiche rischiose per la salute delle persone.

2.3.3 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

2.3.3.1 Controllo generale

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Ispezione

Verificare lo stato generale e l'integrità della griglia e della piastra di copertura dei pozzetti, della base di appoggio e delle pareti laterali.

Requisiti da verificare

- 1) Assenza della emissione di odori sgradevoli;
- 2) Controllo della tenuta;
- 3) Pulibilità.

Anomalie riscontrabili

- 1) Difetti dei chiusini;
- 2) Intasamento.

Ditte specializzate

Specializzati vari.

2.3.4 MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

2.3.4.1 Pulizia

Cadenza: ogni 12 mesi

Eseguire una pulizia dei pozzetti mediante asportazione dei fanghi di deposito e lavaggio con acqua a pressione.

Ditte specializzate

Specializzati vari.

2.4 Sottoprogramma dei controlli

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
Collettore di scarico			
01.C01	Controllo: Controllo Generale <i>Verificare lo stato generale e l'integrità con particolare attenzione allo stato della tenuta dei condotti orizzontali a vista.</i> Requisiti da verificare: 1) Controllo della tenuta. Anomalie riscontrabili: 1) Accumulo di grasso 2) Corrosione 3) Erosione 4) Odori sgradevoli 5) Penetrazione di radici 6) Sedimentazione	Ispezione	Ogni 12 mesi
Pozzetti e caditoie			
02.C01	Controllo: Controllo Generale <i>Verificare lo stato generale e l'integrità della griglia e della piastra di copertura dei pozzetti, della base di appoggio e delle pareti laterali.</i> Requisiti da verificare: 1) Assenza della emissione di odori sgradevoli; 2) Controllo della tenuta; 3) Pilibilità. Anomalie riscontrabili: 1) Difetti dei chiusini; 2) Intasamento.	Ispezione	Ogni 12 mesi

2.5 Sottoprogramma degli interventi: Impianto di smaltimento acque meteoriche

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Frequenza
Collettore di scarico		
01.I01	Intervento: Pulizia collettore acque nere o miste <i>Eseguire una pulizia del sistema orizzontale di convogliamento delle acque reflue mediante asportazione dei fanghi di deposito e lavaggio con acqua a pressione.</i>	Ogni 12 mesi
Pozzetti		
02.I01	Intervento: Pulizia <i>Eseguire una pulizia del sistema dei pozzetti mediante asportazione dei fanghi di deposito e lavaggio con acqua a pressione.</i>	Ogni 12 mesi

2.6 Programma di Manutenzione Impianto di smaltimento acque meteoriche

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
Pozzetti			
01.R04	Requisito: Pulibilità <i>I pozzetti devono essere autopuliti per assicurare la funzionalità dell'impianto.</i> Livello minimo della prestazione: <i>Per la verifica della facilità di pulizia si effettua una prova così come descritto dalla norma UNI EN 1253-2. Si monta il pozzetto completo della griglia e si versa nel contenitore per la prova acqua fredda a 15-10 °C alla portata di 0,2 l/s, 0,3 l/s, 0,4 l/s e 0,6 l/s. In corrispondenza di ognuna delle portate, immettere nel pozzetto, attraverso la griglia, 200 cm³ di perline di vetro del diametro di 5 +/- 0,5 mm e della densità da 2,5 g/cm³ a 3,0 g/cm³, a una velocità costante e uniforme per 30 s. Continuare ad alimentare l'acqua per ulteriori 30 s. Misurare il volume in cm³ delle perline di vetro uscite dal pozzetto. Eseguire la prova per tre volte per ogni velocità di mandata. Deve essere considerata la media dei tre risultati.</i> Riferimenti normativi: UNI EN 1253.		
01.C01	Controllo: Controllo Generale <i>Verificare lo stato generale e l'integrità della griglia e della piastra di copertura dei pozzetti, della base di appoggio e delle pareti laterali.</i>	Ispezione	Ogni 12 mesi

3. ARREDI DI BANCHINA

3.1 Bitte, scalette e anelli di ormeggio

I sistemi di ancoraggio, esistenti e di nuova fornitura, nonché le scalette dovranno essere ispezionati, con cadenza annuale, al fine di verificare la persistenza del requisito di resistenza alla corrosione, ai raggi, UV, e all'acqua di mare. Qualora, nel corso dell'ispezione, dovesse emergere il venir meno di tali requisiti si dovrà procedere alla loro pulizia (compresa eventuale rimozione di prodotti di corrosione), e pittura eseguita a tre mani, di cui una a piombo e le altre ad olio di lino cotto e colore.

Nel corso delle ispezioni si dovrà verificare, ed eventualmente ripristinare, la perfetta sigillatura in corrispondenza dei tirafondi e bulloni di ancoraggio.

Per quanto riguarda le scalette, inoltre, dovranno essere ispezionate, ed eventualmente ripristinate, le saldature.

3.2 Parabordi

I parabordi dovranno essere ispezionati, con cadenza annuale, al fine di verificare la persistenza del requisito di resistenza alla corrosione, ai raggi, UV, e all'acqua di mare, nonché integrità delle parti in gomma. Qualora, nel corso dell'ispezione, dovesse emergere il venir meno di tali requisiti si dovrà procedere alla loro pulizia (compresa eventuale rimozione di prodotti di corrosione), e zincatura mediante pittura eseguita a più mani. Qualora dovesse emergere un deterioramento delle parti in gomma e dei pannelli in UHMW PE tale da compromettere la funzionalità degli stessi, si dovrà procedere alla loro sostituzione con elementi della stessa tipologia e prestazioni. Nel corso delle ispezioni si dovrà verificare, ed eventualmente ripristinare, la perfetta sigillatura in corrispondenza dei tirafondi e bulloni di ancoraggio.

4. IMPIANTI ELETTRICI E ILLUMINOTECNICI

4.1 Controlli sull'impianto elettrico

4.1.1 Controllo della condensazione interstiziale

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

Prestazioni

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

4.1.2 Controllo delle dispersioni elettriche

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

Prestazioni

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

4.1.3 Impermeabilità ai liquidi

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

Prestazioni

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

4.1.4 Isolamento elettrico

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

Prestazioni

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

4.1.5 Limitazione dei rischi di intervento

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

Prestazioni

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

4.1.6 Montabilità e Smontabilità

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

Prestazioni

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

4.1.7 Resistenza meccanica

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

Prestazioni

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

4.2 Anomalie riscontrabili

Corto Circuiti

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

Difetti agli interruttori

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

Difetti di Taratura

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

Disconnessione dell'alimentazione

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

Surriscaldamento

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

4.3 Controlli sull'impianto di illuminazione

4.3.1 Controllo del flusso luminoso

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

Prestazioni

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

4.3.2 Controllo della condensazione interstiziale

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

Prestazioni

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

4.3.3 Controllo delle dispersioni elettriche

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

Prestazioni

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

4.3.4 Accessibilità

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

Prestazioni

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

4.3.5 Comodità di uso e manovra

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

Prestazioni

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

4.3.6 Efficienza luminosa

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

Prestazioni

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

4.3.7 Identificabilità

Gli elementi costituenti l'impianto di illuminazione devono essere facilmente identificabili per consentire un facile utilizzo. Deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori nonché le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione.

Prestazioni

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

4.3.8 Impermeabilità ai liquidi

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

Prestazioni

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

4.3.9 Isolamento elettrico

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

Prestazioni

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

4.3.10 Limitazione dei rischi di intervento

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

Prestazioni

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

4.3.11 Montabilità e Smontabilità

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

Prestazioni

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

4.3.12 Regolabilità

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

Prestazioni

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

4.3.13 Resistenza meccanica

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

Prestazioni

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

4.3.14 Stabilità chimico reattiva

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

Prestazioni

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

4.4 Anomalie riscontrabili

Abbassamento livello di illuminazione

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

Avarie

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

5. STRUTTURE PORTUALI

La manutenzione delle opere deve avvenire con regolarità. E' necessario svolgere regolarmente ispezioni subacquee con una cadenza almeno biennale. Le ispezioni devono constatare lo stato dei vuoti sul muro di banchina, e dovranno essere opportunamente documentate.

L'ente gestore dovrà valutare sulla base della documentazione fornita dalle ispezioni se svolgere l'intervento di riparazione locale che deve consistere nella saturazione dei vuoti di dimensione rilevante con opportune malte cementizie. E' fondamentale mantenere lo stato del muro nel tempo per impedire ulteriori perdite di materiale lapideo murario o di sedimenti fini dai rinterri. L'ambiente marino, ricco di cloruri ed a causa dell'effetto di bagnasciuga, produce inevitabilmente degrado di qualsiasi materiale. Anche i rivestimenti del muro di banchina, sia calcarenitici che calcarei andranno pertanto visionati con cadenza almeno biennale ed eventualmente sostituiti. Questi ultimi possono altresì essere soggetti ad azioni accidentali dovuti all'urto di imbarcazioni che dovessero erroneamente urtare di prua la banchina nei tratti sprovvisti di parabordi. Per tale motivo, a seguito di tali eventi, si dovrà procedere ad una verifica delle condizioni del ciglio e dei rivestimenti.

In particolare la rottura del ciglio può comportare rischi maggiori di caduta accidentale di quanti dovessero trovarsi a camminare sul bordo della banchina.

L'opera di sostegno dell'area in frana deve essere ispezionata con regolarità. Allorquando il degrado abbia prodotto un eventuale distacco di copri ferro si dovrà procedere alla riparazione per pulizia, scarificazione e ripristino del copri ferro.

Il progetto prevede inoltre l'installazione di due inclinometri per il monitoraggio nel tempo del comportamento delle opere. E' necessario effettuare le letture con cadenza annuale al fine di verificare l'assenza di movimenti nel rinterro del retro banchina.

Con cadenza almeno triennale si deve effettuare un controllo manutentivo delle pavimentazioni, teso a verificare la pendenza dei pianali di banchina, e la mancanza di disconnessioni tra i diversi elementi di basolato, in modo da intervenire tempestivamente con riparazioni locali e la risigillare quei giunti che mostrassero degrado con eventuale crescita di vegetazione spontanea. Maggiori indicazioni sulle procedure operative sono riportate nei seguenti paragrafi, e nelle indicazioni delle direttive PIANC, "Ispezioni, manutenzione e riparazione delle opere marittime soggette a deterioramento causato dall'ambiente salino", aggiornate di recente.

5.1 ISPEZIONE GENERALE OPERE IN MURATURA E CALCESTRUZZO

5.1.1 Controllo generale

Le tecniche d'ispezione per le opere in pietra, in muratura, in calcestruzzo non armato e in blocchi di calcestruzzo sono solitamente di carattere generale.

5.1.2 Controllo visivo

La tipologia di base d'ispezione delle opere marittime in pietra, muratura e calcestruzzo è rappresentata da un'ispezione visiva della struttura, che inizia con una perlustrazione completa dell'opera. Viene

solitamente effettuata un'ispezione subacquea dai palombari, preferibilmente ingegneri con la qualifica di sub. E' consigliabile effettuare riprese video delle ispezioni subacquee, da integrare con le foto scattate alla parte in superficie dell'opera. Se effettuate periodicamente, tali riprese costituiscono la base delle ispezioni da effettuarsi in seguito.

In fase d'ispezione, occorre prestare attenzione ai segni di:

- (a) Spostamento del muro
- (b) Spostamento del blocco e apertura giunto
- (c) Ribaltamento
- (d) Spostamento differenziale della struttura
- (e) Infiltrazione
- (f) Insabbiamento al piede della diga
- (g) Erosione al piede
- (h) Depressioni e vuoti a monte struttura
- (i) Lesioni alla trave di appoggio?
- (j) Cedimento complessivo delle fondazioni

Tali ispezioni devono essere effettuate lungo l'intera struttura. L'ispettore deve visionare sia la facciata dell'opera che la struttura retrostante. In corrispondenza dei pianali di banchina (sovrastutture e pavimentazioni) , potrebbe rivelarsi necessario effettuare carotaggi o ispezioni con altre tecniche non invasive (ad esempio, il georadar) atte a verificare la presenza di eventuali assestamenti e la perdita (fuoriuscita dai giunti) di materiali di rinfiacco e le condizioni di stabilità

5.1.3 Rilievi e misurazioni

5.1.3.1 Generale

Periodicamente, devno effettuarsi indagini approfondite da operarsi sulle strutture partendo dal rilievo completo della struttura. Ad eccezione di alcune tecniche relativamente nuove e ancora in fase sperimentale come il rilevamento micro-sismico e il georadar, sono molto pochi gli strumenti d'indagine non invasivi.

5.1.3.2 Rilevazione orizzontale e verticale

Una rilevazione regolare sul piano orizzontale fornisce i dati maggiormente utili per l'analisi del deterioramento generale della struttura. Una volta stabiliti i punti fissi di controllo, è possibile rilevare gli spostamenti relativi ed effettivi delle strutture marittime ed effettuarne la rappresentazione su scala temporale. Ciò consente di individuare i movimenti permanenti (abbassamenti) del terreno a tergo della struttura ed eventuali accelerazioni degli stessi. Grazie alle livellazioni topografiche (sulle pendenze) si ottengono inoltre dati in tempo reale su movimenti dannosi in corso per le strutture del fronte banchina. Inoltre, tali indagini sono molto veloci e i dati possono essere elaborati direttamente sul posto. La livellazione consente di ottenere dati sui cedimenti e rotazioni generali della struttura. I capisaldi ed i punti di rilevamento devono essere selezionati accuratamente, in modo da escludere che fenomeni di spostamento della struttura ispezionata o altri movimenti accidentali e possibili danneggiamenti influenzino la livellazione stessa.

5.1.3.3 Inclinatori

Un inclinometro è un dispositivo atto a misurare i cambiamenti nell'allineamento verticale della struttura e delle sue componenti; per le strutture suscettibili di spostamento, l'installazione di inclinometri

sull'opera stessa permette di monitorare costantemente i fenomeni di spostamento del muro. Effettuando una serie di misurazioni lungo la linea verticale, è possibile calcolare l'inclinazione di un'opera a gravità

Questi dispositivi devono essere utilizzati con una certa cautela. Devono infatti essere installati sulla struttura in modo da rilevare eventuali fenomeni di rotazione o spostamento dalla verticale.

5.1.3.4 Rilevamenti geotecnici

I rilevamenti geotecnici dovrebbero essere effettuati per le strutture suscettibili di deterioramento o spostamento. Tali rilevamenti comprendono carotaggi, pozzetti esplorativi e test di laboratorio da effettuarsi sui campioni di suolo prelevati. Per ispezionare l'area immediatamente a monte dell'opera si possono invece utilizzare saggi e sondaggi, senza effettuare sbancamenti a monte della struttura.

5.1.4 Prove

5.1.4.1 Generalità

Sottoponendo l'opera ad alcune prove in situ è possibile valutare diversi parametri relativi alla qualità della struttura e dei materiali che la compongono, come la resistenza della struttura stessa e la presenza di fratture e vuoti al suo interno. Queste indagini possono essere di tipo non distruttivo (ispezioni) o invasivo (carotaggi).

5.1.4.2 Indagini di tipo non distruttivo non invasive

Possibili anomalie presenti all'interno della struttura possono essere rilevate tramite indagini effettuate con strumenti magnetici, acustici o di rilevamento sismico.

Questi metodi possono inoltre essere applicati per determinare la lunghezza dei pali in legno che sostengono vecchi muri di banchina in muratura tramite ultrasuoni.

5.1.4.3 Indagini invasive

I carotaggi diagratici accompagnano gli eventuali carotaggi. La registrazione dei parametri di perforazione (momento di torsione, penetrazione dello strumento di perforazione etc.) permette di valutare la qualità della struttura, così come del calcestruzzo o dei materiali di muratura, nonché di rilevare la possibile presenza di aperture e vuoti nella struttura.

I carotaggi possono essere effettuati a diverse profondità. I campioni prelevati presso la struttura devono poi essere successivamente sottoposti ai seguenti test di laboratorio:

- (a) Rilevamento di possibili aggressioni da parte di agenti chimici
- (b) Test di resistenza

5.2 MANUTENZIONE DELLE OPERE IN PIETRA E MURATURA

La manutenzione delle strutture in pietra e muratura si limita solitamente a interventi di sostituzione della malta o della miscela cementizia utilizzata per ristilare i giunti. Le miscele cementizie ammalorate dall'azione dell'acqua marina o di agenti chimici devono essere sostituite. Se la struttura è stata realizzata con lo scopo di non essere permeata dall'acqua, o è stata riempita con materiale granulare, la

nuova miscela cementizia deve essere posata usando tecniche a iniezione o all'interno di appositi sacchi in geotessile. Vi sono inoltre additivi speciali che consentono di iniettare la miscela cementizia direttamente sott'acqua. Nel caso sia presente un sistema di drenaggio dell'acqua accumulatasi a monte del muro, occorre accertarsi che i canali di drenaggio siano sgomberi. Nel caso fossero intasati, devono essere puliti, o in alternativa, devono esserne tracciati di nuovi, al fine di non inficiare le ipotesi progettuali per inefficacia e condurre a maggiori rischi di collasso.

Se si sono verificate fuoriuscite di materiale di riempimento a monte del muro, occorre mettere in atto la seguente procedura: rimuovere il rivestimento, chiudere l'eventuale foro di fuoriuscita del riempimento, versare il nuovo riempimento e, infine, posare nuovamente il rivestimento. Occorre inoltre accertarsi che eventuali strati filtro presenti nella struttura originale siano stati ripristinati.

Se la struttura era originariamente rivestita in materiale di protezione (ad esempio, il granito), tale rivestimento deve essere ripristinato.

5.3 MANUTENZIONE DELLE OPERE IN CALCESTRUZZO

5.3.1 Pulitura

Prima di effettuare interventi di manutenzione su elementi in calcestruzzo occorre effettuarne una pulitura accurata.

Se gli organismi marini, in particolare i molluschi, danneggiano la struttura, è necessario staccarli il prima possibile. In particolare, è importante rimuovere i molluschi incrostati sulle componenti in metallo della struttura, per agevolare gli interventi di manutenzione del rivestimento.

La maggior parte degli organismi marini tuttavia non danneggia il calcestruzzo, anzi, gli organismi marini spesso addirittura contribuiscono a mantenere umido il calcestruzzo, prevenendo in tal modo la penetrazione di ossigeno e anidride carbonica e l'azione di lisciviazione esercitata dalle soluzioni acquose.

5.3.2 Protezione

5.3.2.1 Generale

Il calcestruzzo può essere protetto in diversi modi:

- Trattamento della superficie
- Applicazione di un involucro rigido o flessibile
- Protezione catodica
- Utilizzo di inibitori
- Re-alkalizzazione e desalinizzazione
- Incremento del copriferro

5.3.2.2 Trattamenti di superficie

I trattamenti di superficie sono particolarmente utili a proteggere il calcestruzzo non armato e costituiscono un valido strumento di manutenzione per il calcestruzzo armato.

I trattamenti di superficie devono essere scelti in base alle proprietà che li caratterizzano, in modo da selezionare il trattamento maggiormente appropriato. I trattamenti possono essere classificati nel seguente modo:

- Agenti di riempimento parziale dei pori (penetranti idrorepellenti)
- Sigillanti per il riempimento totale dei pori
- Rivestimento delle superfici

Gli agenti di riempimento parziale dei pori comprendono gli idruri di silicio, le silossine, i siliconi, i siliconati, gli stereati e gli olii autoindurenti. Questi materiali sono idrorepellenti e bloccano la penetrazione delle soluzioni saline ma non costituiscono una valida barriera contro i gas come l'ossigeno, l'anidride carbonica o i vapori umidi.

I silani e i siloxani possono essere applicati sotto forma di liquido o gel e penetrano fino a una profondità di 4 mm in forma liquida, di 15 mm in forma di gel. I silani penetrano più immediatamente grazie alle ridotte dimensioni delle molecole che li compongono. Grazie alle loro proprietà repellenti, questi materiali resistono inoltre anche alla penetrazione del cloruro. La durata della vita utile dipende dalla profondità di penetrazione. Se l'agente è penetrato abbastanza in profondità la vita utile può prolungarsi fino a 1 anno.

I sigillanti che riempiono totalmente i pori sono di due tipi: quelli che reagiscono a contatto con il calcestruzzo e formano conseguentemente materiale ostruente e quelli utilizzati per riempire fisicamente i pori. La prima categoria include i silicati e i silicocloruri e viene utilizzata di rado ad eccezione dei trattamenti di indurimento e anti-polvere. La seconda categoria è invece costituita da acrilici, poliuretani e materiali epossidici. L'efficacia della prevenzione dell'eccessiva porosità (e quindi della penetrazione dell'umidità e di soluzioni saline aggressive) dipende dalla profondità di penetrazione dei sigillanti parziali o totali nei pori e nei capillari. A sua volta, tale profondità di penetrazione dipende dalla viscosità del materiale e dalla quantità di solidi applicati.

I rivestimenti della superficie possono essere in materiale organico o inorganico. I primi sono in cemento semplice o modificato con polimeri e sono utili nella prevenzione dei fenomeni di carbonatazione e di penetrazione di acqua e di sali aggressivi come il cloruro e i solfati. I rivestimenti organici invece sono a base di polimeri, come i materiali epossidici, il poliuretano, il bitume, il catrame e gli alchidi. Le proprietà di tali rivestimenti includono: resistenza alla penetrazione di acqua e di sali aggressivi, dell'anidride carbonica e di componenti chimici industriali.

I materiali epossidici possono essere applicati su superfici umide e sotto il livello del mare nonché nella zona intertidal. I bitumi sono poco dispendiosi e, in genere, durano a lungo. Nessuno di questi rivestimenti è però resistente ai raggi ultravioletti, ed è quindi necessario proteggerli da essi. Inoltre, hanno uno scarso livello di trasmissione del vapore, fattore che può contribuire a ridurre l'aderenza del rivestimento.

Esistono diversi metodi di applicare rivestimenti rigidi ai componenti in calcestruzzo. I rivestimenti flessibili possono consistere anche in un semplice nastro adesivo impermeabile, a patto che quest'ultimo sia totalmente integro. L'utilizzo di rivestimenti in plastica è una tecnica molto simile, ma può essere messa in atto soltanto sopra il livello del mare e in presenza di acque basse, poiché è necessario posizionare la plastica applicandovi calore.

5.4 RIPARAZIONI DELLE OPERE IN PIETRA E MURATURA

Per queste strutture possono essere utilizzate le tecniche illustrate in seguito:

5.4.1 Pulizia

- a) idropulizia ad alta pressione
- b) sabbiatura
- c) raschiatura manuale e spazzolatura

5.4.2 Ancoraggio

- (a) Ancoraggio interno della struttura (barre o tiranti in acciaio da utilizzarsi come rinforzo)
- (b) Ancoraggio del muro di banchina mediante tiranti d'ancoraggio (consolidamento della struttura).

Tali tecniche di ancoraggio possono essere utilizzate sia in superficie che sott'acqua (utilizzando una speciale camera di spinta per perforazioni subacquee o un batiscopio).

5.4.3 Iniezione

- (a) Iniezioni di cemento o materiali cementizi all'interno di giunti, vuoti e aperture;
- (b) Iniezione di prodotti chimici come il poliuretano o prodotti epossidici all'interno di giunti, vuoti e aperture di minori dimensioni.

5.4.4 Sacchi in materiale cementizio

Sporte o sacchi in geotessile possono essere riempiti di calce e inseriti nei vuoti o nei giunti di dimensioni maggiori, in alternativa all'iniezione di cemento. I sacchi possono essere riempiti precedentemente oppure essere piazzati all'interno dei giunti o delle aperture e riempiti di cemento in seguito. Possono essere usati come unico strumento di riempimento o come casseformi per le iniezioni di cemento da effettuarsi a monte.

5.4.5 Drenaggio

Questa tecnica è finalizzata a consolidare la struttura e a migliorarne la stabilità, nonché a ridurre il livello dell'acqua differenziale tra le due facce del muro, riducendo la pressione dell'acqua.

- (a) Sostituzione dei blocchi
- (a) Sostituzione del riempimento

5.5 RIPARAZIONE DELLE OPERE IN CALCESTRUZZO

5.5.1 Generale

La scelta del metodo ottimale per riparare il calcestruzzo lesionato o deteriorato e di proteggere la struttura da deterioramento dipende dal principio prescelto per la riparazione/protezione e dal metodo ritenuto maggiormente coerente con il suddetto principio. In base a quanto previsto dalla Normativa Europea 1504, parte 9, i principi e i metodi applicati per la riparazione e protezione delle strutture in calcestruzzo semplice, armato e pre-compresso, egualmente validi per le operazioni di manutenzione e riparazione, sono:

Tabella 6.3.1 (a) Calcestruzzo semplice e armato

Principio e definizione	Metodo basato sul principio
Barriera contro l'ingresso di agenti dannosi	- Trattamenti sulla superficie - Rivestimento - Impregnamento per l'otturazione dei pori - Applicazione di membrane - Impregnazione con idrorepellente - Sigillamento, riempimento degli sgrottamenti, riconversione degli sgrottamenti in giunti
Controllo dell'umidità	- Trattamenti sulla superficie - Rivestimento - Impregnazione con idrorepellente
Sostituzione del calcestruzzo	- Sostituzione di calcestruzzo lesionato o deteriorato con malta o con nuovo calcestruzzo - Sostituzione di singoli componenti
Rafforzamento strutturale	- Aggiunta di calcestruzzo - Aggiunta o sostituzione delle armature interne - Aggiunta di armature esterne - Piastre saldate di rinforzo - Iniezione di malte cementizie in sgrottamenti e vuoti
Resistenza chimica	- Trattamento della superficie mediante rivestimento - Aggiunta di calcestruzzo o malta
Resistenza fisica	- Trattamento della superficie mediante rivestimento o impregnazione - Aggiunta di calcestruzzo o malta

Tabella 6.3.1 (b) Calcestruzzo armato

Principio e definizione	Metodo basato sul principio
Mantenimento della passivazione dei ferri	1. Sostituzione del calcestruzzo contaminato (carbonatato e clorurato) 2. Re-alcizzazione con metodo elettrochimico o diffusivo 3. Estrazione del cloruro 4. Aumento della copriferro di calcestruzzo 5. Rivestimento della superficie
Aumento della resistenza	1. Controllo dell'umidità; ad esempio, il contenuto di umidità può essere ridotto applicando un rivestimento di superficie o una guaina d'impregnazione idrorepellente
Controllo anodico e catodico del rinforzo	1. Applicazione di una protezione chimica o meccanica al rinforzo
Controllo catodico del rinforzo	1. Ridurre la quantità di ossigeno sulle aree catodiche del rinforzo rivestendo la superficie o mediante saturazione
Protezione catodica	1. Applicazione di potenziale elettrico in modo da modificare le aree anodiche delle armature mediante sistemi impressi di corrente o sistemi anodici (vedi 5.3.2.4 e 5.4.2)

Questi metodi richiedono di preparare il calcestruzzo o le armature prima di procedere alla posa dei materiali utilizzati per gli interventi di riparazione e protezione. I metodi di preparazione e posa sono brevemente descritti in seguito:

5.5.2 Preparazione

5.5.2.1 Pulitura

La pulitura è necessaria per rimuovere materiale indesiderato come il rivestimento e altri strati di materiale disagregabile della struttura stessa. Tale operazione è necessaria al fine di garantire l'aderenza tra lo strato pre-esistente e il materiale da applicare per effettuare la riparazione.

La pulizia può essere effettuata manualmente, mediante spazzole o aghi meccanici azionati ad elettricità, tramite sabbiatura o getto idraulico azionato alla pressione di 18 Mpa, con aggiunta o meno di additivi abrasivi. Il metodo della sabbiatura a secco seguita dalla pulizia con idrogetto a pressione pari a 18 Mpa è consigliato per la pulizia dei rinforzi, mentre i prodotti corrosivi e i contaminanti come i cloruri non devono invece essere utilizzati nelle immediate vicinanze della barra di armatura.

5.5.2.2 Rimozione del calcestruzzo danneggiato

Il calcestruzzo lesionato, parzialmente distaccato, contaminato, e, in alcuni casi, anche il calcestruzzo sano, devono essere rimossi. La quantità del calcestruzzo da rimuovere dipende dal principio e dal metodo scelto, nonché dal carico statico che grava sulla struttura da sottoporsi a riparazione.

Il calcestruzzo da rimuovere o le sue parti difettose possono essere demoliti tramite martelli meccanici ad aria o ad azionamento elettrico, mediante idrogetto ad alta potenza, frazionamento idraulico o chimico, micro-esplosioni da effettuarsi tramite posa di piccole cariche esplosive, taglio con sega a punta di diamante e frantumazione meccanica.

Il calcestruzzo difettoso deve essere rimosso sino a una profondità tale da scoprire l'intera circonferenza dell'armatura e da consentire di applicare il materiale sostitutivo a monte di rinforzo tali armature; tale raccomandazione non è valida per i trattamenti elettrochimici e in caso considerazioni di carattere strutturale rendano sconsigliabile un intervento di questo tipo.

I rifiuti edilizi della demolizione devono essere conferiti ad una discarica autorizzata o, preferibilmente, essere recuperati e - destinati ad altri usi, possibilmente all'interno del porto stesso o nelle sue immediate vicinanze.

Nei casi in cui è necessario effettuare interventi di demolizione ingenti, il metodo da utilizzare deve essere scelto soltanto dopo un'approfondita analisi da realizzarsi in via preliminare. Prima dell'intervento è inoltre necessario effettuare alcune prove, in particolare quelle atte a stabilire quali sono gli effetti negativi sulla salute dei lavoratori e sull'ambiente, riconducibili a tale intervento di demolizione.

Oltre a quanto illustrato in 6.3.2.1., un altro metodo di rimuovere il calcestruzzo è l'idrodemolizione, effettuata solitamente a pressione compresa tra i 60 e i 110 MPa (vengono utilizzati maggiori volumi d'acqua a pressione inferiore). Il vantaggio del metodo consiste nel fatto che sul substrato finito non si accumulano polvere né contaminanti come il cloruro, inoltre, il substrato a fine lavori non presenta micro-fratture. Tuttavia, il metodo è più dispendioso della rimozione meccanica e sono necessarie misure di sicurezza maggiori perché il conglomerato da rimuovere tende a schizzare via dal calcestruzzo, costituendo un potenziale pericolo per l'operatore.

Per evitare questi problemi è possibile utilizzare macchinari telecomandati. L'utilizzo dei macchinari telecomandati inoltre permette di regolare la potenza specifica di funzionamento del macchinario a seconda del volume di calcestruzzo da rimuovere.

In alternativa, è spesso possibile utilizzare la tecnica della micro-esplosione, che presenta due principali vantaggi: necessita di una minore quantità di manodopera che può operare senza adottare particolari misure di sicurezza e genera inquinamento acustico soltanto per periodi di tempo molto ridotti.

In sintesi, la micro-esplosione consiste nell'uso controllato e in condizioni di sicurezza di esplosivi al fine di rimuovere il calcestruzzo nel corso di lavori di riparazione, demolizione parziale, modifiche o interventi di costruzione ex-novo, come il taglio e il disarmo delle estremità superiori dei pali. Piccole cariche di esplosivo vengono piazzate in fori appositamente effettuati nel calcestruzzo da rimuovere e detonati a brevi intervalli di tempo. Le strutture circostanti vengono ricoperte da appositi cuscinetti, in modo da proteggerle dalla polvere e dai detriti che schizzano via. Se tale metodo viene messo in atto correttamente, il rinforzo interno al calcestruzzo e le altre strutture adiacenti non risulteranno danneggiate dall'esplosione. Dopo l'esplosione, la superficie trattata deve essere ricoperta e riportata alla forma e posizione originaria mediante attrezzi manuali. Le operazioni di esplosione devono essere gestite da personale specializzato e munito di licenza; ciò può rappresentare una limitazione nell'uso di tale metodo.

Gli altri metodi di demolizione elencati in precedenza si considerano noti a grandi linee.

Se l'armatura è corrosa al punto tale da dovere essere sostituito, può essere rimosso con i normali metodi di taglio dell'acciaio, ma occorre prestare particolare attenzione, applicando il calore necessario al taglio, a non alterare le caratteristiche del rinforzo residuo che deve ancora essere utilizzato e a non danneggiare il calcestruzzo posato nelle parti adiacenti.

Per il calcestruzzo pre-compresso occorre prestare particolare attenzione nel rimuovere il calcestruzzo, per evitare di esercitare eccessiva pressione sul restante calcestruzzo e di danneggiare i cavi di pre-compressione, fatto che potrebbe mettere a repentaglio l'incolumità fisica del personale o provocare danni strutturali.

La rimozione del calcestruzzo sotto il livello del mare è resa più complessa dalle particolari condizioni in cui si trova la struttura; tuttavia vi sono molte tecniche da potersi utilizzare anche in questo caso.

5.5.2.3 Irruvidimento

Alcuni dei metodi di riparazione del calcestruzzo richiedono che le superfici di applicazione siano ben ruvide, al fine di aumentare l'aderenza. L'irruvidimento può essere effettuato a mano o utilizzando martelli ad azione meccanica, tramite sabbiatura o idrodemolizione.

L'idrodemolizione rappresenta l'opzione ottimale, poiché consente di evitare il formarsi di crepe nascoste o l'allentarsi del conglomerato all'interno dei substrati. Se si utilizza il metodo della frantumazione meccanica è consigliabile in seguito effettuare una pulizia approfondita con acqua.

5.5.3 Materiali per riparazione e protezione

5.5.3.1 Sostituzione del calcestruzzo

Il calcestruzzo rimosso può essere sostituito con nuovo calcestruzzo o con malta, versata nei casseri o applicata con spray. Inoltre, la malta da utilizzare per interventi di entità ridotta può venire applicata a mano.

La malta e il calcestruzzo possono essere a base totalmente cementizia o modificata con polimeri, vale a dire con additivi a base di resina che ne migliorano le caratteristiche in modo da aumentarne la coesione. Anche la malta può essere modificata in questo modo, aggiungendo leganti resinosi al conglomerato. Alle malte e ai calcestruzzi a base cementizia possono essere aggiunti additivi che ne aumentino la resistenza all'azione dell'acqua, ne aumentino o riducano il tempo di stabilizzazione o plastificanti che ne favoriscano il compattamento. Il calcestruzzo sostitutivo può venire compattato con i normali metodi a vibrazione oppure essere auto-compattante.

Il calcestruzzo presente negli elementi in calcestruzzo precompresso può essere sostituito utilizzando gli stessi metodi, ma occorre prestare particolare attenzione al fatto che l'aderenza tra il calcestruzzo e i cavi di pre-compressione sia effettivamente quella originaria. La compressione originaria non può essere ripristinata nell'area sottoposta ad intervento. Inoltre, occorre prestare particolare attenzione in fase di rimozione del calcestruzzo pre-compresso.

E' importante che il calcestruzzo da utilizzarsi per la sostituzione sia trattato adeguatamente in modo da evitare fenomeni di contrazione; il cls deve inoltre essere resistente e durevole. I metodi di trattamento includono l'uso di casseforme a perdere, l'applicazione di materiali bagnati sulla superficie, l'applicazione di acqua sotto forma di spray e l'applicazione di agenti trattanti sulla superficie.

Gli interventi di riparazione subacquee possono essere effettuati utilizzando calcestruzzo, malta semplice o modificata con polimeri. Il calcestruzzo o la malta possono essere posati utilizzando casseforme rigide o flessibili. E' importante che l'acqua che rimane nella fessura prima della posa del calcestruzzo sia immobile. E' inoltre consigliabile aggiungere degli additivi nella miscela in modo da aumentarne il livello di coesione. La malta a base di polimeri è molto utile per le riparazioni fino a 50 mm di spessore e può essere applicata a mano.

5.5.3.2 Riempimento degli sgrottamenti

Singoli sgrottamenti all'interno del calcestruzzo sano possono essere riempiti per prevenire l'entrata di agenti dannosi o per aumentare la coesione delle superfici in calcestruzzo a scopi strutturali. In entrambi i casi, occorre rimuovere le impurità accumulate all'interno delle crepe prima di iniettarvi il materiale; per le crepe formatesi sulla superficie della parte superiore di componenti orizzontali, invece del più diffuso metodo dell'iniezione è possibile utilizzare il metodo a gravità. Le crepe causate dalla corrosione delle armature non devono essere riempite: il calcestruzzo deve essere rimosso e sostituito.

5.5.3.3 Interventi di ripristino sulle strutture in calcestruzzo armato

Potrebbe rivelarsi necessario ingrandire i componenti stessi della struttura per aumentarne il copriferro di calcestruzzo o la resistenza. Altri ottimi metodi per mantenere o aumentare la resistenza della struttura è l'utilizzo di piastre di collegamento: le piastre, in acciaio o in materiale misto, vengono fissate e collegate ai lati esterni dei componenti, aggiungendovi delle armature o con post-tensionamento esterno.

5.5.3.4 Protezione del calcestruzzo

Le superfici in calcestruzzo possono essere protette in diversi modi, come descritto al paragrafo 5.3.2.

5.5.3.5 Protezione delle armature

Le armature applicate all'interno del calcestruzzo sono protette dalla componente alcalina del materiale utilizzato per l'intervento di riparazione. E' inoltre possibile proteggere la struttura ricostituendo il copriferro a seguito di spazzolatura ma c'è il rischio di corrosione alle estremità dell'area riparata. Occorre inoltre prestare particolare attenzione a ricoprire totalmente l'acciaio e ad evitare che il rivestimento venga applicato soltanto al substrato. I rivestimenti che contengono cemento o resine devono essere applicati in modo tale da consentire di posare il materiale con cui si intende effettuare l'intervento di riparazione prima di stendere lo strato di rivestimento; in caso contrario la coesione potrebbe risultare minore.

I rivestimenti disponibili sono: malte cementizie, malte modificate con resina, resine epossidiche, rivestimenti passivanti o anodici.

5.5.3.6 Metodi elettrochimici

Il calcestruzzo armato può essere protetto anche utilizzando metodi elettrochimici, come la protezione catodica, la realcalinizzazione ed i metodi di estrazione del cloruro.

5.5.3.7 Incremento, sostituzione e integrazioni delle armature

Potrebbe infine rendersi necessario sostituire o incrementare le armature esistenti. I metodi solitamente utilizzati sono la riparazione meccanica, la posa di barre sovrapposte, la saldatura o l'inserimento di armature in fori effettuati con il trapano all'interno del substrato e fissati con getti di sostanze chimiche ancoranti.

5.6 Manodopera

Occorre sottolineare che molti dei metodi illustrati contemplano l'utilizzo di materiali appositamente formulati; è quindi molto importante seguire le specifiche fornite dal produttore e ricorrere a esecutori che dispongono di personale esperto e specializzato nella messa in atto del metodo prescelto.

Roma, Marzo 2010

Il Progettista Responsabile
Dott. Ing. Michelangelo Lentini