



Isole Egadi
Comune di Favignana
Provincia Regionale di Trapani

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL PORTO DI FAVIGNANA



PROGETTO ESECUTIVO - 1° STRALCIO FUNZIONALE

Ufficio di progettazione:

Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili
Provveditorato Interregionale Opere Pubbliche
Sicilia - Calabria
Ufficio 3 Tecnico e Opere Marittime per la Sicilia

Responsabile Unico del Procedimento:

Ing. Salvatore Caruso

I PROGETTISTI:

Dott. Ing. Leonardo Tallo

Collaboratori:

Geom. Francesco Daidone

IL DIRIGENTE:

Dott. Ing. Giovanni Coppola

Dott. Ing. Gianluca Marvuglia

Geom. Mario Lanzo

Dott. Ing. Giuseppe Scorsone

Il Progettista delle strutture:

DUOMI S.r.l.

Ing. Guglielmo Migliorino



0	20 MAGGIO 2020	EMISSIONE	M.M.	M.M.	G.M.
Rev.	Data	Descrizione	Eseguito	Controllato	Approvato

Titolo elaborato :

Relazione sui materiali

DATA	DESCRIZIONE	N°/SIGLA	REV	SCALA
20/05/2020	EMISSIONE	P E - R M A T	0	-



SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
2	REQUISITI.....	3
3	CALCESTRUZZI.....	4
3.1	CEMENTI.....	4
3.2	ACQUA D'IMPASTO.....	4
3.3	AGGREGATI.....	4
3.4	ADDITIVI.....	5
3.5	CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	5
3.6	PROVE SUI MATERIALI.....	6
3.7	CARATTERISTICHE RESISTENTI DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	7
3.8	ACCIAI PER C.A.....	8
4	ACCIAI PER CARPENTERIA.....	11
5	MATERIALI PER I CASSONI TIPO A, B e C E PER I CASSONCINI TIPO G.....	12
5.1	Caratteristiche meccaniche.....	12
5.1.1	Calcestruzzo classe di resistenza C35/45 (Rck 45).....	12
5.1.2	Acciaio per cemento armato B450C.....	13
5.2	Pesi propri.....	13
5.2.1	Calcestruzzo strutturale e non strutturale.....	13
5.2.2	Scanno d'imbasamento e rinfianco.....	14
5.2.3	Materiale di riempimento delle celle dei cassoni tipo A, B e C.....	14
6	MATERIALI PER LA PARATIA DI SPONDA.....	15
6.1	Caratteristiche meccaniche.....	15
6.1.1	Calcestruzzo classe di resistenza C35/45 (Rck 45).....	15
6.1.2	Acciaio per cemento armato B450C.....	16
6.1.3	Acciaio camicia dei pali S275 JR.....	16
7	MATERIALE LAPIDEO.....	17



**Comune
di Favignana**

**PROGETTO ESECUTIVO I° STRALCIO FUNZIONALE
COMUNE DI FAVIGNANA - LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA
DEL PORTO DI FAVIGNANA**

- Relazione sui materiali -

1 PREMESSA

La presente relazione illustra le caratteristiche dei materiali ad uso strutturale relativi alle opere da realizzare nell'ambito del *"I Stralcio Funzionale dei lavori di messa in sicurezza del porto di Favignana"*.

Il progetto è stato redatto secondo le prescrizioni e le indicazioni delle "Norme Tecniche sulle Costruzioni" di cui al D.M.17.01.2018, avendo adottato la metodologia di verifica agli Stati Limite.



2 REQUISITI

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere in oggetto alla presente relazione, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere di cui al presente progetto proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati.

Quando la Direzione dei lavori avrà rifiutata qualche provvista perchè ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti, ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, come specificato di volta in volta nel seguito, devono generalmente essere effettuate da:

- laboratori di prova notificati ai sensi dell'art.18 della Direttiva n.89/106/CEE;
- laboratori di cui all'art.59 del DPR n. 380/2001;
- altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

Qualora si applichino specifiche tecniche europee armonizzate, ai fini della marcatura CE, le attività di certificazione, ispezione e prova dovranno essere eseguite dai soggetti previsti nel relativo sistema di attestazione della conformità.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN armonizzate, di cui alla Dir. 89/106/CEE ed al DPR 246/93, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato. Il richiamo alle specifiche tecniche volontarie EN, UNI e ISO deve intendersi riferito alla data di pubblicazione se indicata, ovvero, laddove non indicata, all'ultima versione aggiornata.



3 CALCESTRUZZI

3.1 CEMENTI

Tutti i manufatti in c.a. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1. Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN197-1.

3.2 ACQUA D'IMPASTO

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alle UNI EN 1008.

3.3 AGGREGATI

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m³. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purchè si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità descritti in fase di progetto. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m³.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SOS da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1: 1999 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0.2);

il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;

non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in



accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI8520 parte 2.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni di messa in opera dei calcestruzzi. L'Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

3.4 ADDITIVI

Gli additivi, ove previsti, per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposta dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. È onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto. Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri. Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come Prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

3.5 CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI ENV 13670-1 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206-1) e dei requisiti di durabilità delle opere.

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione ottimali. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli



aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di % della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interferro ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30%. L'impasto di materiali, se realizzato in cantiere, dovrà essere fatto a mezzo di macchine impastatrici. I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolate a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità d'acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il cemento e la consistenza degli impasti, saranno determinati in funzione della destinazione d'uso ed al procedimento di posa in opera calcestruzzo. Tutti i calcestruzzi messi in opera dovranno essere costipati mediante vibratore meccanico.

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possenga al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta.

Qualsiasi altra informazione sarà fornita direttamente dalla Direzione dei lavori.

3.6 PROVE SUI MATERIALI

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato.

La definizione del calcestruzzo viene effettuata mediante a classe di resistenza, contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica R_{ck} e cilindrica f_{ck} a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm. Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanta indicata nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2002.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 me di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare, la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;



la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNIEN ISO 377, UNI 552, EN 10002-1, UNI EN 10045-1.

3.7 CARATTERISTICHE RESISTENTI DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

I parametri relativi alle caratteristiche resistenti sono riportati di seguito, secondo la notazione in tabella.

Parametro	Descrizione simbolo	Parametro	Parametro
Resistenza caratteristica cubica a compressione	valore frattile 5% della distribuzione di resistenza determinata su provini cubici confezionati e conservati secondo la norma EN12390-2, e sottoposti a prova di compressione uniassiale dopo 28 giorni, secondo la norma EN12390-3.	R_{ck}	
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	valore frattile 5% della distribuzione di resistenza determinata su provini cilindrici, di diametro 150mm ed altezza 300mm.	f_{ck}	$f_{ck}=0,83 R_{ck}$
Resistenza di calcolo cilindrica a compressione		f_{cd}	f_{ck}/γ_c
Resistenza a trazione	Resistenza media a trazione semplice (assiale)	f_{ctm}	
Resistenza caratteristica		f_{ctk}	$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm}$
Resistenza a trazione per flessione		f_{ctfk}	$f_{ctfk} = 1,2 f_{ctk}$



Modulo elastico	Viene come funzione della resistenza a rottura media su provino cubico (R_{cm})	E_c	$E_c = 5700(R_{ck})^{0.5} \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson	viene adottato un valore maggiore di zero (calcestruzzo fessurato) e minore di 0.2 (non fessurato)	ν_c	$0 < \nu_c \leq 0,2$
Coefficiente di dilatazione termica	In fase di progettazione viene assunto il valore riportato nella presente tabella	α_c	

3.8 ACCIAI PER C.A.

Per opere in calcestruzzo armato si userà acciaio in barre del tipo:

B450C (ad aderenza migliorata) avente una tensione caratteristica di snervamento minima garantita di 450,00 N/mm² ed una tensione caratteristica a rottura minima garantita di 540,00 N/mm².

Non saranno poste in opera barre eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurre l'aderenza al conglomerato.

L'acciaio da calcestruzzo armato, in ogni sua forma commerciale, deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.17/01/2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD(89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Nei riguardi della saldabilità, la composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificate nel D.M. 17/01/2018.

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018):

Proprietà	Valore caratteristico
f_y [N/mm ²]	>450
f_t [N/mm ²]	>540



f_t / f	$>1,15$ $< 1,35$
Agt (%)	$>7,5$
$f_y/f_y, \text{nom}$	$<1,25$

Prova di piega e raddrizzamento In accordo con quanto specificate nel D.M. 17/01/2018, e richiesto rispetto dei limiti seguenti:

Diametro nominale (Φ) mm	Diametro massimo del mandrino
$\Phi < 12$	4 Φ
$12 < \Phi < 16$	5 Φ
$16 < \Phi < 25$	8 Φ
$25 < \Phi < 40$	10 Φ

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 17/01/2018:

Diametro nominale [mm]	Da 6 a < 8	Da >8 a <50
Tolleranza in % sulla sezione	± 6	$\pm 4,5$

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 17/01/2018. L'indice di aderenza I_r deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del D.M. 17/01/2018. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086).

Diametro nominale [mm]	I_r
$5 < \Phi < 6$	$> 0,048$
$6 < \Phi < 8$	$> 0,055$
$8 < \Phi < 12$	$> 0,060$
$\Phi > 12$	0,065

Valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura

- $f_{y \text{ nom}} = 450 \text{ MPa}$
- $f_{k \text{ nom}} = 540 \text{ MPa}$



**Comune
di Favignana**

**PROGETTO ESECUTIVO I° STRALCIO FUNZIONALE
COMUNE DI FAVIGNANA - LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA
DEL PORTO DI FAVIGNANA**

- Relazione sui materiali -

Resistenza di calcolo dell'acciaio

- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ MPa}$

Tensione massima dell'acciaio nelle condizioni di esercizio

- $\sigma_s = 0,80 \times f_{yk} = 360 \text{ MPa}$ per combinazione caratteristica

Valore massimo di apertura delle fessure

- $w_1 = 0,20 \text{ mm}$ per condizioni ambientali molto aggressive (classe di esposizione XS3).



4 ACCIAI PER CARPENTERIA

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1 delle NTC.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$ riportati nelle relative norme di prodotto.

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, si rimanda a quanto specificato al punto B del § 11.1 e si applica la procedura di cui al § 11.3.4.11 NTC 2018.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico	$E = 210.000$	[N/mm ²]
modulo di elasticità trasversale	$G = E / [2 (1 + \nu)]$	[N/mm ²]
coefficiente di <i>Poisson</i>	$\nu = 0,3$	
coefficiente di espansione termica lineare	$\alpha = 12 \times 10^{-6}$ per °C-1	
(per temperature fino a 100 °C)		
densità	$\rho = 7.850$	[kg/m ³]

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni indicate al § 11.3.4.1 delle NTC, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili.

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.



5 MATERIALI PER I CASSONI TIPO A, B e C E PER I CASSONCINI TIPO G

5.1 Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati sono riportate di seguito.

5.1.1 Calcestruzzo classe di resistenza C35/45 (Rck 45)

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo:

- $R_{ck} = 45 \text{ MPa}$
- $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 37,35 \text{ MPa}$
- $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 45,35 \text{ MPa}$
- $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 21,17 \text{ MPa}$

Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo

- $f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3} = 3,35 \text{ MPa}$
- $f_{ctk} = 0,7 \times f_{ctm} = 2,35 \text{ MPa}$
- $f_{ctm} = 1,2 \times f_{ctm} = 4,02 \text{ MPa}$
- $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1,56 \text{ MPa}$

Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo

- $f_{bk} = 2,25 \times \eta \times f_{ctk} = 5,29 \text{ MPa}$
- $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c = 3,53 \text{ Mpa}$

Modulo di elasticità, coeff. di Poisson, coeff. dilatazione termica

- $E_{cm} = 22000 \times [f_{cm}/10]^{0.3} = 34625 \text{ MPa}$
- $\nu_{clsfess.} = 0$
- $\nu_{cls \text{ non fess.}} = 0,2$
- $\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

- $\sigma_c = 0,60 \times f_{ck} = 22,41 \text{ MPa}$ per combinazione caratteristica
- $\sigma_c = 0,45 \times f_{ck} = 16,81 \text{ MPa}$ per combinazione quasi permanente

Altre caratteristiche cemento armato

- Classe di esposizione XS3
- Rapporto A/C >0,45



- Diametro massimo inerte 32 mm
- Copriferro solettone 5 cm
- Copriferro pareti esterne 5 cm
- Copriferro pareti interne 5 cm
- Copriferro sovrastruttura 5 cm
- Copriferro solette 5 cm

5.1.2 Acciaio per cemento armato B450C

Valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura

- $f_{y\text{nom}} = 450 \text{ MPa}$
- $f_{k\text{nom}} = 540 \text{ MPa}$

Resistenza di calcolo dell'acciaio

- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ MPa}$

Tensione massima dell'acciaio nelle condizioni di esercizio

- $\sigma_s = 0,80 \times f_{yk} = 360 \text{ MPa}$ per combinazione caratteristica

Valore massimo di apertura delle fessure

- $w_1 = 0,20 \text{ mm}$ per condizioni ambientali molto aggressive (classe di esposizione XS3)

5.2 Pesi propri

5.2.1 Calcestruzzo strutturale e non strutturale

Per il calcestruzzo dei cassoni e della sovrastruttura sono stati assunti i seguenti pesi per unità di volume:

- Peso per unità di volume asciutto: $\gamma_{c.a.} = 25,00 \text{ kN/m}^3$
- Pesoper unità di volume acqua di mare: $\gamma_w = 10,10 \text{ kN/m}^3$
- Peso per unità di volume immerso: $\gamma'_{c.a.} = 14,90 \text{ kN/m}^3$

Per il calcestruzzo utilizzato per il riempimento delle celle antiriflettenti dei cassoni tipo A, B e C e delle celle dei cassoncini tipo G sono stati assunti i seguenti pesi per unità di volume:

- Peso per unità di volume asciutto: $\gamma_c = 24,00 \text{ kN/m}^3$
- Peso per unità di volume immerso: $\gamma'_c = 13,90 \text{ kN/m}^3$



5.2.2 Scanno d'imbasamento e rinfienco

Le caratteristiche geo-meccaniche del pietrame impiegato per lo scanno d'imbasamento dei cassoni ed il rinfienco del cassone n°1 (muro di sponda) sono le seguenti:

- Peso per unità di volume asciutto: $\gamma_d = 17,50 \text{ kN/m}^3$
- Peso per unità di volume saturo: $\gamma_{\text{sat}} = 20,50 \text{ kN/m}^3$
- Peso per unità di volume immerso: $\gamma' = 10,40 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza a taglio: $\phi' = 40^\circ$
- Coesione intercetta: $c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$

5.2.3 Materiale di riempimento delle celle dei cassoni tipo A, B e C

Il materiale inerte previsto per il riempimento delle celle proviene dall'escavo o da cava e presenta le seguenti caratteristiche geo-meccaniche:

- Peso per unità di volume saturo: $\gamma_{\text{sat}} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
- Peso per unità di volume immerso: $\gamma' = 8,90 \text{ kN/m}^3$



6 MATERIALI PER LA PARATIA DI SPONDA

6.1 Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati sono riportate di seguito.

6.1.1 Calcestruzzo classe di resistenza C35/45 (Rck 45)

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

- $R_{ck} = 45 \text{ MPa}$
- $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 37,35 \text{ MPa}$
- $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 45,35 \text{ MPa}$
- $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 21,17 \text{ MPa}$

Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo

- $f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 3,35 \text{ MPa}$
- $f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2,35 \text{ MPa}$
- $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1,56 \text{ MPa}$

Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo

- $f_{bk} = 2.25 \times \eta \times f_{ctk} = 5,29 \text{ MPa}$
- $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c = 3,53 \text{ MPa}$

Modulo di elasticità medio del cls

- $E_{cm} = 22000 \times [f_{cm}/10]^{0.3} = 34625 \text{ MPa}$

Modulo di Poisson del cls

- $\nu_{cls \text{ fess.}} = 0$
- $\nu_{cls \text{ non fess.}} = 0,2$

Coeff. dilatazione termica del calcestruzzo

$$\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

- $\sigma_c = 0,60 \times f_{ck} = 22,41 \text{ MPa}$ per combinazione caratteristica
- $\sigma_c = 0,45 \times f_{ck} = 16,81 \text{ MPa}$ per combinazione quasi permanente

Pesi di volume



- $\gamma_{ca} = 25,00 \text{ kN/m}^3$ calcestruzzo armato
- $\gamma_{cls} = 24,00 \text{ kN/m}^3$ calcestruzzo non armato

Altre caratteristiche cemento armato

- Classe di esposizione XS3
- Rapporto A/C <0,45
- Diametro massimo inerte 25 mm
- Copriferro pali 6 cm
- Copriferro travi 5 cm

6.1.2 Acciaio per cemento armato B450C

Valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura

- $f_{y \text{ nom}} = 450 \text{ MPa}$
- $f_{k \text{ nom}} = 540 \text{ MPa}$

Resistenza di calcolo dell'acciaio

- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ MPa}$

Tensione massima dell'acciaio nelle condizioni di esercizio

- $\sigma_s = 0,80 \times f_{yk} = 360 \text{ MPa}$ per combinazione caratteristica

Valore massimo di apertura delle fessure

- $w_1 = 0,20 \text{ mm}$ per condizioni ambientali molto aggressive (classe di esposizione XS3)

6.1.3 Acciaio camicia dei pali S275 JR

Si possono assumere i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati nella tabella seguente.

Qualità degli acciai	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
S275	275	430



7 MATERIALE LAPIDEO

Il materiale lapideo deve essere proveniente da cave di prestito di roccia calcarea, accettate dalla D.L. di peso dell'unità di volume non inferiore a 25 kN/m^3 .

Le scogliere di massi naturali sono formate da materiale nelle seguenti categorie:

- a) tout venant;
- b) pietrame di cava;
- c) scogli (o massi).

Nei nuclei di scogliere, rinfianchi, riempimenti e simili il misto di cava deve essere di dimensioni comprese tra 0,02 cm e 50 cm, non solubile, privo di frazioni limose o argillose e di sostanze organiche.

Il pietrame di cava è costituito da materiale di cava con peso compreso tra 5-50 kg, distribuito secondo una curva granulometrica il più possibile continua compresa nel fuso che è indicato dagli elaborati di progetto. La percentuale in peso di materiale di diametro inferiore a 2 cm deve essere al massimo pari al 10%.

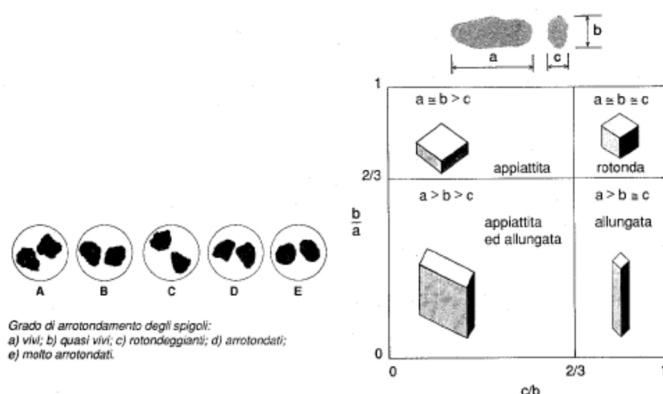
Gli scogli vengono impiegati per costituire strati-filtro e martellate di rivestimento: essi vengono suddivisi in categorie, definite dal peso minimo e massimo degli elementi ammessi in ogni singola categoria.

In linea generale, detto P il peso medio caratteristico di una categoria, il peso minimo e quello massimo devono essere pari a 0,5 e 1,5 P: ove la categoria di massi sia definita dai valori estremi del peso, s'intende per P la semisomma dei valori estremi. Nell'ambito di ogni categoria almeno il 50% in peso di materiale deve avere un peso superiore a P.

Gli scogli non devono presentare notevoli differenze tra le tre dimensioni e resta, pertanto, stabilito che la loro forma è definita dai rapporti di appiattimento b/a e di allungamento c/b (con a, b, c, i lati del prisma inviluppo e $a > b > c$), che devono sempre avere valori superiori a 2/3.

Il grado di arrotondamento degli spigoli viene definito qualitativamente come in figura e corrisponderà almeno alla classe "vivi" o "quasi vivi".

Gli scogli dovranno avere caratteristiche rispondenti alla Norma UNI 13383



Nei prezzi di elenco delle varie categorie di materiale lapideo sono comprese oltre le spese di estrazione, anche quelle di trasporto, pesatura, posa in opera nei siti designati e secondo le sagome stabilite, e ogni altra spesa o magistero occorrente per il compimento dell'opera a regola d'arte.

I materiali di cava per la formazione del nucleo e gli scogli fino a 1.000 kg potranno essere versati direttamente da automezzi o da bettoline. I massi di peso superiore dovranno essere posizionati individualmente con attrezzature opportune.