



COMUNE DI VIGGIANELLO

Provincia di Potenza



C.so Sen. De Filipo, 26 - C.A.P. 85040
Tel. 0973/664311 - Fax 0973/664313
P.I. 00266470764 - C.F. 84002150765

UFFICIO TECNICO COMUNALE

www.comune.viggianello.pz.it
E-mail: protocollo@comune.viggianello.pz.it
Pec: comune.viggianello.pz@pec.it

PROGETTO: REALIZZAZIONE DEL MANTO ERBOSO ARTIFICIALE SUL TERRENO DI GIOCO DEL CAMPO SPORTIVO "ALDO MORO" NEL COMUNE DI VIGGIANELLO (PZ)

REVISIONE 0		Prima stesura - Progetto Esecutivo
REVISIONE 0		Prima stesura - Progetto Definitivo
PROGETTO	DATA	DESCRIZIONE
ELABORATO N.		OGGETTO DELL'ELABORATO
19	DATA:	MURETTO STRADINA: RELAZIONE SUI MATERIALI
	SCALA	
☐ PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA		UFFICIO TECNICO COMUNALE (Ing. Giancarlo GENTILE) 
☐ PROGETTO DEFINITIVO		
☒ PROGETTO ESECUTIVO		
PROGETTAZIONE INTERNA UFFICIO TECNICO COMUNALE		
PRO N.	EL. N.	ANNO

1.0 RIFERIMENTI NORMATIVI

- **D.M. 17.01.2018:** “Norme tecniche per le costruzioni – Capitolo 11 – *Materiali e prodotti per uso strutturale*”.

2.0 PREMESSA

Nella presente relazione parte integrante della relazione di calcolo vengono descritte i materiali utilizzati per la realizzazione delle strutture in oggetto in relazione a:

MATERIALE /COMPONENTE	CARATTERISTICHE
<u>Calcestruzzo</u>	• Qualità e dosatura dei componenti; • Classi di resistenza e campi di applicazione; • Principali caratteristiche meccaniche
<u>Acciaio da c.a</u>	• Tipologia e classe dell'acciaio; • Principali caratteristiche meccaniche;
<u>c.a.</u>	• Classe di esposizione dell'elemento;
<u>acciaio da carpenteria</u>	• Tipologia e Principali caratteristiche meccaniche;

3.0 MATERIALI UTILIZZATI

3.1 Calcestruzzo

3.1.1 Qualità e dosatura dei componenti del calcestruzzo

CALCESTRUZZI: Per i vari elementi componenti le strutture dovrà usarsi un conglomerato cementizio dosato come riportato in Tab. 1, con un quantitativo di cemento espresso in Kg per mc di impasto, avente un rapporto massimo di acqua/cemento pari a 0,5.

CEMENTO: Nelle opere oggetto delle presenti calcolazioni, devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia (L.26.05.1965 n°595), con esclusione del cemento alluminoso. Il cemento da utilizzare sarà l' R325 (cemento normale), distribuito in commercio. Con confezionamento che avviene in cantiere, occorrerà accertarsi delle condizioni del cemento in riferimento in particolar modo ad eventuali iniziali fenomeni di presa e di deterioramento causati da umidità. Per la confezione di un conglomerato di caratteristiche volute occorre fissare il minimo quantitativo di cemento necessario onde ottenere il risultato desiderato.

Tale quantitativo dipende essenzialmente dagli inerti a disposizione e dalle caratteristiche della struttura da eseguire. Fissare il quantitativo di cemento empiricamente, può risultare un criterio pratico per normali conglomerati, ma non è più sufficiente quando si approfondisca lo studio della composizione poichè, il necessario quantitativo di cemento a metro cubo di getto, può risultare sensibilmente diverso dal previsto. Il dosaggio di 300 Kg per mc effettivo è da ritenersi l'ottimo per ottenere un conglomerato di qualità, quando gli inerti siano ben selezionati. Con inerti non selezionati, può conseguirsi un miglioramento della resistenza aumentando la percentuale di cemento ma, tale beneficio, si risente sempre meno al crescere del quantitativo di cemento. Il cemento rappresenta l'elemento collante della miscela di inerti, per cui la sua quantità deve essere maggiore quanto maggiori sono le superfici da incollare, ossia più piccoli sono gli inerti. Per tale motivo per il dosaggio del cemento può adottarsi la relazione: $C \geq 550 \cdot (D)^{-1/5}$ [Kg/mc] in cui D, che rappresenta la massima dimensione dell'inerte, è espresso in mm. Da tale relazione si possono dedurre gli aggregati compatibili con vari dosaggi di cemento a mc, a seconda del tipo di getto, dosaggi riportati nella seguente tabella:

VALORI DI D	$D > 85$	$35 \leq D \leq 85$	$16 \leq D \leq 35$	$8 \leq D \leq 16$
DOSAGGIO RACCOMANDATO	250 kg/mc	300 kg/mc	350 kg/mc	400 kg/mc
CONDIZIONI DI IMPIEGO	I	II	III	IV
RESISTENZE PREVEDIBILI	150 kg/cm ²	200 kg/cm ²	250 kg/cm ²	300 kg/cm ²

Dove, per condizioni di impiego si ha:

I getti di conglomerato in grosse masse con inerti grossi e modeste percentuali di armatura;

II conglomerato corrente controllato e non esposto alle intemperie o alle influenze aggressive;

III conglomerato poco controllato o per elementi non protetti;

IV opere in atmosfera aggressiva.

ACQUA: L'acqua di impasto deve essere priva di sostanze nocive e queste vanno considerate come tali in relazione alla natura del cemento, senza però esagerare nell'esigere una purezza assoluta. Si richiede che i solfati non superino l'1% in concentrazione SO_4 e va considerato che i cloruri provocano sempre una riduzione di resistenza del conglomerato che raggiunge circa il 30% per una concentrazione del 5% mentre per una concentrazione dello 0,5% la riduzione è di circa il 4%. E' da evitare l'impiego di acque eccessivamente alcaline e quelle che sgorgano da rocce granitiche o serpentinose, sono da scartare le acque di rifiuto che provengono da fabbriche chimiche o alimentari o da altre aziende industriali; particolarmente dannosa è la presenza nell'acqua di residui oleosi e zuccherini, perchè queste sostanze possono disturbare la presa e l'indurimento del conglomerato. L'acqua d'impasto deve essere limpida, la più sicura è quella potabile ed ove non si disponesse di questa è sempre prudente fare analizzare l'acqua che si intende usare e accertarne l'idoneità.

Tutte le formule di resistenza del conglomerato hanno il quantitativo di acqua al denominatore e quindi essa deve essere la minima compatibilmente con le esigenze del getto. Non può non pensarsi che sia sufficiente quella strettamente necessaria alla reazione chimica (circa lo 0,27 del cemento) in quanto l'acqua deve avvolgere la totale superficie degli inerti e fornire una scorrevolezza sufficiente a rendere lavorabile il getto. E' preferibile però migliorare la lavorabilità con un energico mezzo di costipamento o con l'aggiunta di additivi anziché con un aumento di acqua. Prescrivere in base a considerazioni teoriche il quantitativo di acqua non basta, bisogna richiamare l'attenzione sulla influenza che ha l'umidità degli inerti, variabile a seconda delle condizioni atmosferiche e che può portare a scarti superiori del 10%. Non va trascurato neppure il tipo di casseforme, mentre quelle metalliche trattengono quasi tutta l'acqua, quelle in legname ne assorbono e ne lasciano sfuggire fra le commessure. Va poi considerato che è persa anche l'acqua che rifluisce alla superficie nelle operazioni di costipamento. Le esigenze, comunque, teoriche devono adattarsi a quelle pratiche del cantiere tenendo sempre presente che è preferibile avere una minore resistenza per eccesso d'acqua che per mancanza di acqua di presa o per cattiva lavorabilità.

La figura in basso mostra come varia la resistenza di un conglomerato al variare del rapporto acqua/cemento.

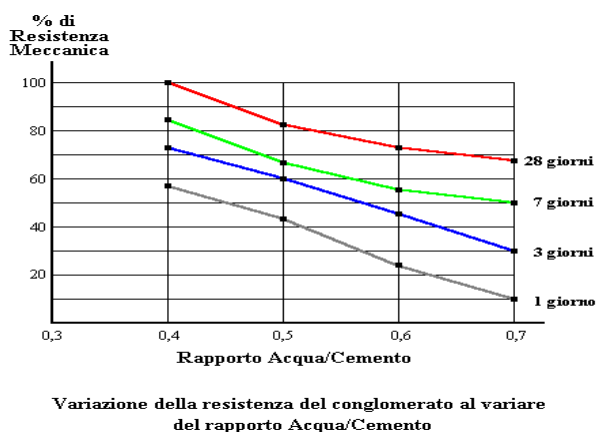


Fig. 1 – DAGRAMMA DI VARIAZIONE DELLA RESISTENZA MECCANICA CON IL RAPPORTO ACQUA/CEMENTO

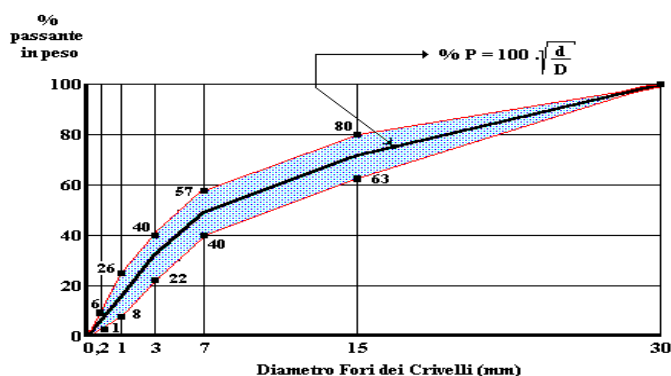
Il quantitativo di acqua deve essere il minimo compatibilmente con una buona lavorabilità e tale che il rapporto acqua/cemento sia compreso fra lo 0,38 e lo 0,42, inclusa l'acqua apportata dagli inerti. In nessun caso deve superare lo 0,5. E' poi sempre consigliabile il controllo in cantiere della fluidità dell'impasto con il cono di Abrams, ovvero con il tavolo vibrante.

INERTI: Gli inerti naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

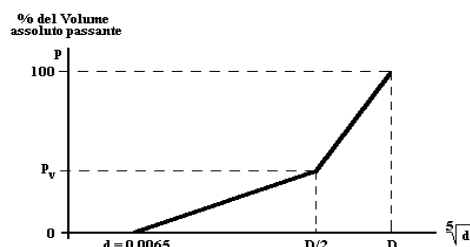
Per la composizione di una buona miscela di inerti a granulometria continua, sono note varie formule di curve granulometriche. La più nota è quella di Füller definita dalla relazione:

$$p = (d/D)^{0,5}$$

dove **p** è la percentuale in peso d'inerte di grani e passanti attraverso un vaglio con maglie di dimensione **d** e **D** la dimensione dell'inerte più grosso. La miscela granulometrica ottima è quella la cui curva granulometrica cade nel "Fuso Granulometrico", (figura in basso a sinistra), essa si ottiene mescolando in opportune proporzioni gli inerti forniti generalmente in due, tre, quattro pezzature separate. Il diametro massimo viene stabilito in funzione degli spessori del getto e della densità delle armature metalliche. La formula del Füller non tiene conto però dell'effetto di parete. Avviene infatti che gli inerti del conglomerato, durante il getto, aderiscono alle pareti delle casseforme, lasciando in prossimità di questa delle cavità, a scapito della compattezza del conglomerato. Tale fenomeno si riscontra anche nell'intorno delle armature. L'effetto di parete è tanto più sentito quanto più la struttura è esile ed armata, quanto maggiore è la percentuale del grosso, quanto minori sono la quantità d'acqua e l'effetto di costipamento ed infine più sentito con il pietrisco che non con la ghiaia.



DISTRIBUZIONE TEORICA DEL FÜLLER



CURVA GRANULOMETRICA SECONDO LA RAPPRESENTAZIONE DI FAURY.

Fig. 2 – DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DEGLI INERTI – CURVA TEORICA DI FULLER

Tutti questi fattori vanno valutati nello stabilire la granulometria adatta per un determinato tipo di struttura. Il metodo di Faury, per il proporzionamento degli inerti, ha il pregio di tenere conto dell'effetto di parete. Egli indica come curva base di riferimento una spezzata, nella quale le ascisse sono i diametri nella scala delle radici quinte del diametro medio dei grani, (figura in alto a destra). Lo studio di un conglomerato senza la garanzia di avere una costanza nella fornitura diventa inutile. Nell'incertezza, è consigliabile dosare con un eccesso di fino, ad evitare che per variazione di fornitura il conglomerato risulti insufficientemente lavorabile. Appare evidente l'intento di Faury di dare maggiore risalto con la rappresentazione delle radici quinte dei diametri, alle parti più piccole della miscela che sono le più importanti ai fini della resistenza.

Gli inerti debbono inoltre essere privi di impurezze organiche, sali gessosi, sostanze chimiche di origine industriale, argilla o altro che possa compromettere il processo di presa. Si potranno usare

inerti fluviali, di frantoio o di cava ed inoltre risulta opportuno un lavaggio con acqua dolce e pura. Come già detto ai fini di una buona resistenza del calcestruzzo riveste fondamentale importanza sia la natura del materiale che costituisce l'inerte sia l'assortimento granulometrico al fine di ridurre i vuoti all'interno della massa dell'impasto che comporta una elevata compattezza della miscela cui si associa un aumento della resistenza. Sono pertanto da utilizzarsi inerti omogenei di natura silicea o calcarea e, se provenienti da cava o da frantoio che le rocce originarie non siano gelive. Orientativamente le quantità per metro cubo di impasto sono le seguenti:

- 0,4 mc di sabbia (da 1 a 7 mm);
- 0,4 mc di ghiaietto (da 8 a 15mm)
- 0,4 mc di ghiaia (da 15 a 30 mm).

POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO: Tale operazione, comunemente detta getto, deve essere eseguita subito dopo la confezione e sempre prima che abbia inizio la presa del cemento. Deve in ogni caso evitarsi la separazione dei componenti della miscela nelle fasi di trasporto e di travaso, ciò perchè gli inerti più grossi tendono a spostarsi in basso mentre l'acqua e la sabbia rimontano in superficie. Per evitare tale problema è necessario che il calcestruzzo non sia sottoposto a scotimenti eccessivi e non sia lasciato cadere da altezze notevoli, né fatto scorrere in scivoli troppo larghi e lunghi. Il getto deve sempre avvenire a tratti orizzontali a strati di spessore massimo pari a 20 cm se costipato a mano e di massimo 50 cm se costipato mediante vibratori. Durante il getto debbono evitarsi aggiunte di acqua, mentre è opportuno bagnare le casseforme se sono fatte di tavole di legno. Il costipamento del calcestruzzo deve essere accuratissimo in modo da ottenere:

- La massima compattezza;
- La eliminazione di tutti i vuoti nella massa della struttura;
- La migliore aderenza del calcestruzzo alla armatura metallica.

Inoltre, gli evidenti vantaggi della vibrazione risultano innegabili, i più importanti risultano:

- maggiore densità ed omogeneità della miscela;
- migliore legame con l'armatura in ferro;
- maggiore durata;
- minore ritiro.

Difatti la vibrazione agisce *"vincendo la frizione interna fra le particelle nella miscela del calcestruzzo fresco, permettendo alla gravità di dar luogo ad un riassetamento ed al costipamento. Le particelle singole cercano le posizioni in cui lasciano il minore spazio libero possibile. La massa scorrevole del calcestruzzo circonda da vicino l'armatura di ferro e penetra completamente nelle pareti strette e riposte delle casseforme"*.

Particolare perizia ed accuratezza è richiesta nell'uso dei vibratori.

RIPRESA DEL GETTO: Per quanto concerne eventuali riprese del getto, questi deve essere eseguito previa accurata pulizia e bagnatura con acqua del getto già eseguito, il primo strato di calcestruzzo da realizzare dovrà essere più ricco di sabbia e di cemento.

PROTEZIONE DEL CALCESTRUZZO: A getto ultimato questi dovrà essere protetto dai raggi diretti del sole e dal vento, mediante copertura con teli di iuta, di carta, stuoie, in modo da evitare una troppo rapida evaporazione dell'acqua in eccesso. Nella stagione estiva il calcestruzzo deve essere mantenuto bagnato con continue aspersioni di acqua, i getti di grandi superfici è opportuno che siano coperti da un sottile strato di acqua. Il calcestruzzo dovrà essere protetto anche da una eventuale pioggia torrenziale, per evitare il dilavamento del cemento (specialmente per strutture di piccole dimensioni), disponendo grandi teli di plastica a copertura.

INFLUENZA DELLA TEMPERATURA: Il processo di indurimento del calcestruzzo avviene per l'idratazione del cemento. Le condizioni ambientali che maggiormente influiscono sono:

- Lo stato igrometrico;
- La temperatura dell'aria;
- La presenza del vento.

L'assorbimento dell'acqua da parte dell'aria a parità di altre condizioni è tanto maggiore quanto più:

- L'umidità relativa è bassa;

- La temperatura è alta;
- La velocità del vento è alta;
- La differenza di temperatura tra il calcestruzzo e l'ambiente è alta.

Il calore non è dannoso all'indurimento, anzi lo favorisce se la temperatura non supera gli 80°C e se si evita l'essiccamento del getto. Per temperature comprese fra lo 0°C ed i 10°C non si hanno grossi inconvenienti, il calcestruzzo raggiunge la massima resistenza, seppure procede molto più lentamente, sia nella presa, sia nell'indurimento. Pericoloso può essere un disarmo troppo affrettato, eseguito cioè prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una adeguata resistenza. Se la temperatura scende al disotto di 0°C gli inconvenienti che si manifestano sono più gravi, si può arrivare al congelamento dell'acqua di impasto e quindi alla mancanza di presa. Considerato che la temperatura critica dell'acqua di impasto è di -3°C, al disotto di tale temperatura se non si prendono precauzioni particolari (uso di antigeli, riscaldamento dell'acqua e degli aggregati, protezione del calcestruzzo confezionato) è necessario sospendere i lavori.

DISARMO: Se la temperatura dell'ambiente si mantiene entro valori normali cioè tra i 15°C ed i 25°C con un tasso elevato di umidità, l'indurimento è quasi completo dopo 28 giorni.

Il disarmo dovrà avvenire in maniera graduale, evitando azioni dinamiche e non prima comunque che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori.

In condizioni climatiche ideali, come esplicitato sopra, è opportuno osservare i seguenti tempi minimi di disarmo per getti eseguiti con conglomerato di cemento normale:

- Sponde dei casseri di travi e pilastri: 3 giorni;
- Armature di solai di luce modesta: 10 giorni;
- Puntelli e centine di travi, archi, volte, ecc.: 24 giorni;
- Strutture a sbalzo: 28 giorni.

3.1.2 Classe di resistenza e principali caratteristiche meccaniche

Le norme in oggetto fanno riferimento a:

- conglomerato cementizio armato normale (cemento armato);
- conglomerato cementizio armato precompresso (cemento armato precompresso);
- conglomerato cementizio a bassa percentuale di armatura o non armato.

Il conglomerato cementizio è un materiale artificiale ottenuto miscelando acqua, cemento ed inerti. Gli inerti possono essere naturali od artificiali. La miscela base può essere integrata, con diverse finalità, dai cosiddetti "additivi".

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in conglomerato cementizio, questo viene titolato ed identificato mediante la resistenza convenzionale a compressione uniassiale caratteristica, misurata su provini cubici (Paragrafo 11.1).

Sulla base della titolazione convenzionale del conglomerato mediante la resistenza cubica R_{ck} vengono definite le seguenti classi di resistenza:

CLASSE DI RESISTENZA	$R_{ck} [N/mm^2]$
molto bassa	$5 \leq R_{ck} \leq 15$
bassa	$15 \leq R_{ck} \leq 30$
media	$30 \leq R_{ck} \leq 55$
alta	$55 \leq R_{ck} \leq 85$

I conglomerati delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CLASSE DI IMPIEGO	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE	CLASSE DI RESISTENZA
A)	Per strutture in conglomerato cementizio non armato o a bassa percentuale di armatura (punto 5.1.11)	molto bassa
B)	Per strutture semplicemente armate	bassa
C)	Per strutture precomprese o semplicemente armate	media
D)	Per strutture semplicemente armate e/o precomprese	alta

Per le classi di resistenza molto bassa, bassa e media, la resistenza caratteristica R_{ck} deve essere controllata durante la costruzione con le modalità indicate nel capitolo 11 delle presenti norme.

Per la classe di resistenza alta, la resistenza caratteristica R_{ck} e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato, vanno accertate prima dell'inizio dei lavori e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

L'Eurocodice2 introduce una classificazione diversa dalle NTC, definendo i campi dei valori numerici della resistenza caratteristica a compressione R_{ck} a 28 giorni secondo la seguente tabella:

CLASSI DI RESISTENZA DEL CLS	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/45	C45/55	C50/60
$f_{ck} [kg/cm^2]$	200	250	300	350	400	450	500
$R_{ck} [kg/cm^2]$	250	300	370	450	450	550	600
$f_{cd} [kg/cm^2]$	125	156	187	218	250	281	312

dove:

- R_{ck} resistenza caratteristica cubica;
- f_{ck} resistenza caratteristica cilindrica;
- $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$ resistenza di calcolo a compressione del cls ($\gamma_c=1,6$);

Per le altre caratteristiche meccaniche e i valori assunti si rimanda alla relazione sulle verifiche delle prestazioni nei vari stati limite.

3.2 Acciaio

3.2.1 Classe di resistenza e principali caratteristiche meccaniche

Le armature metalliche da utilizzare, saranno del tipo ad aderenza migliorata, con diametro ϕ della barra tonda equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7850 daN/m^3 . Esse avranno diametro compreso fra i valori: $8 \text{ mm} \leq \phi \leq 32 \text{ mm}$ ed aventi le seguenti caratteristiche meccaniche:

CLASSE E TIPO DELL'ACCIAIO	RESISTENZA CARATTERISTICA A TRAZIONE $f_{yk} [kg/cm^2]$	RESISTENZA DI CALCOLO A TRAZIONE $f_{yd} [kg/cm^2] = \frac{f_{yk}}{\gamma_s = 1.15}$
FeB38K	3800	3304
FeB44K	4400	3826
B 450 C	4500	3913
S400	4000	3478
S500	5000	3826

3.3 Cemento armato normale

3.3.1 Classi di esposizione

Per la verifica delle prestazioni in esercizio delle strutture in c.a vanno definite le classi di esposizione degli elementi strutturali. Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armatura o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata secondo l'Eurocodice 2 nel modo seguente riportato in tabella:

XC -Corrosione indotta da carbonatazione						
Classe esposizione norma UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	rapporto a/c	Contenuto minimo di aria in %	Classe di resistenza minima	Spessore copriferro mm.*
XC1/XC0	Asciutto o permanentemente bagnato.	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua.	0,65		C25	15
XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni.	0,60		C30	25
XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia.	0,55		C37	25
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto.	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2.	0,50		C37	30
XS -Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
Classe esposizione norma UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	rapporto a/c	Contenuto minimo di aria in %	Classe di resistenza minima	Spessore di copriferro mm.*
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare.	Strutture prossime oppure sulla costa.	0,50		C37	45
XS2	Permanentemente sommerso.	Parti di strutture marine.	0,45		C45	45
XS3	Zone esposte alle onde oppure alla marea.	Parti di strutture marine.	0,45		C45	45
Nota : - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. * - L'Eurocodice 2 stabilisce lo spessore dei copriferri in c.a. in relazione alle classi di esposizione definite dalla precedente norma UNI EN 206-1. I valori sono adattati in accordo alla ENV 1992-1						

4.0 CARATTERIZZAZIONE DELL' OPERA IN PROGETTO

Per le opere in oggetto, così come evidenziato nei paragrafi precedenti, i materiali utilizzati e le relative classi di resistenza sono riportate nella seguente tabella:

CEMENTO ARMATO		
elemento strutturale	classe di resistenza cls	acciaio
Muri a mensola	C25/30	B450C

Il progettista delle strutture

Il direttore dei Lavori
