

## INDICE

1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA .....	2
2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3 – CARATTERISTICHE MATERIALI DI PROGETTO .....	5
3.1 – Conglomerato cementizio di classe C28/35 tipo XA1 .....	5
3.1.1 Qualità del calcestruzzo C 12/15 .....	7
3.1.2 Qualità del calcestruzzo C 28/35 .....	8
3.1.3 Modellazione del comportamento meccanico del calcestruzzo di progetto .....	9
3.2 Caratteristiche dell'acciaio in barre B450C di progetto .....	10
3.3 Caratteristiche dell'acciaio da carpenteria S235 di progetto .....	12
4 – CONCLUSIONI .....	13

# 1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

L'impianto di sollevamento Marinella è costituito da una zona interrata di forma in pianta pressoché rettangolare allungata di profondità massima rispetto al piano campagna pari a circa 10 m, all'interno della quale vi sono le vasche di carico e, in opportuni locali, le tubazioni di ingresso e di uscita con i relativi organi di comando e le pompe. Al di sopra della zona interrata è previsto un piccolo edificio fuori terra ad un solo livello che occupa solo una parte della superficie in pianta, in detto edificio sono alloggiati la griglia con i corrispondenti macchinari, la cabina elettrica con il locale trasformatori ed altri locali di servizio.

La vasca e tutti gli spazi interrati sono coperti da una soletta piena in c.a. di copertura, il cui estradosso è solo di poco sopraelevato rispetto al piano campagna (circa 30 cm) e costituisce il calpestio dei locali disposti nella parte in elevazione, la cui copertura è prevista con un solaio alleggerito laterocementizio a quota 6,60 dal piano campagna.

La struttura portante della parte in elevazione è costituita da un telaio ad un piano con pilastri 30x30 e travi 30x50 disposti su entrambe le direzioni ortogonali.

I pilastri poggiano direttamente sui diaframmi perimetrali o sulle pareti verticali interne che costituiscono la struttura della zona interrata.

L'intera zona interessata dallo scavo per la realizzazione della vasca è delimitata da una paratia di diaframmi dello spessore di 80 cm, di lunghezza circa 12 m su quasi tutto il contorno.

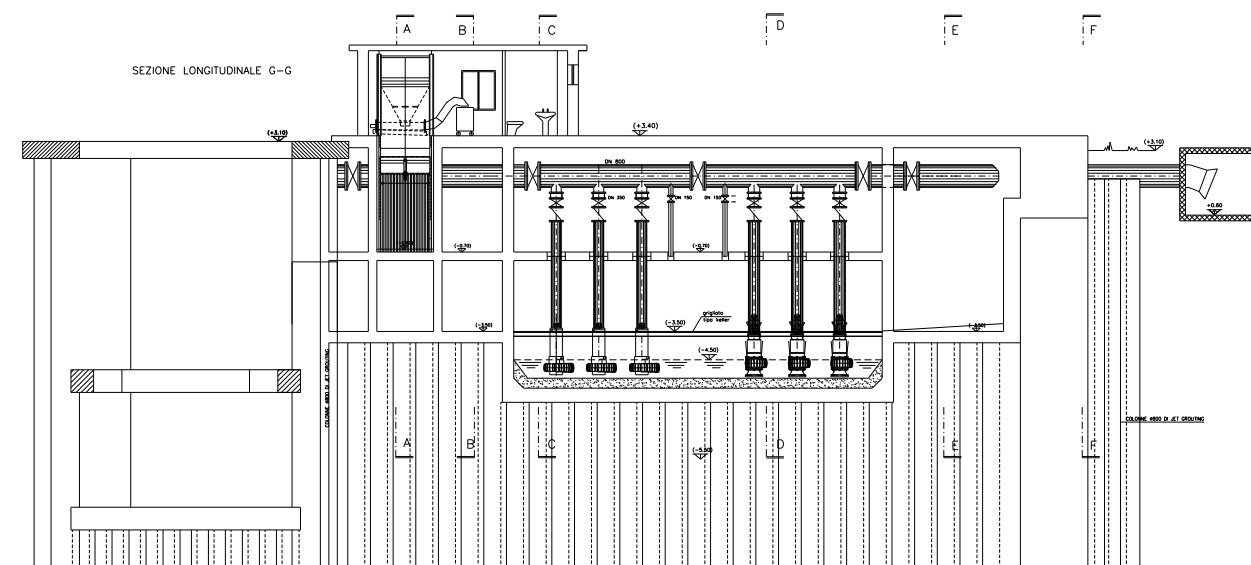
Su uno dei lati corti la vasca risulta addossata ad un pozzo di spinta già esistente per cui su quel lato di provvederà a realizzare un opportuno giunto sismico con tenuta idrica.

I diaframmi saranno realizzati previa esecuzione di un prescavo di circa un metro e saranno sormontati da un cordolo continuo che ne garantirà la solidarizzazione, fungendo anche da sostegno alla soletta in conglomerato cementizio armato.

In esercizio la suddetta soletta di copertura posta a quota +3,40 m e quella di fondo posta a quota - 3,50 m e -5,50 m insieme alle pareti verticali trasversali di separazione dei vari ambienti svolgeranno la funzione di puntoni ai diaframmi perimetrali.

Tutte le opere sono realizzate in conglomerato cementizio armato gettato in opera dimensionato in funzione delle necessità statiche e sismiche.

## Impianto sollevamento Marinella



Al Molosiglio è prevista la costruzione di un manufatto interrato in cemento armato che costituisce la vasca di accumulo dei liquami e l'alloggio delle pompe, al piano campagna posto a circa 5,0 m dal piano strada di via Acton è prevista la realizzazione di un locale di manovra.

Per la costruzione del corpo interrato è prevista la realizzazione dei pali da 50 costituenti la

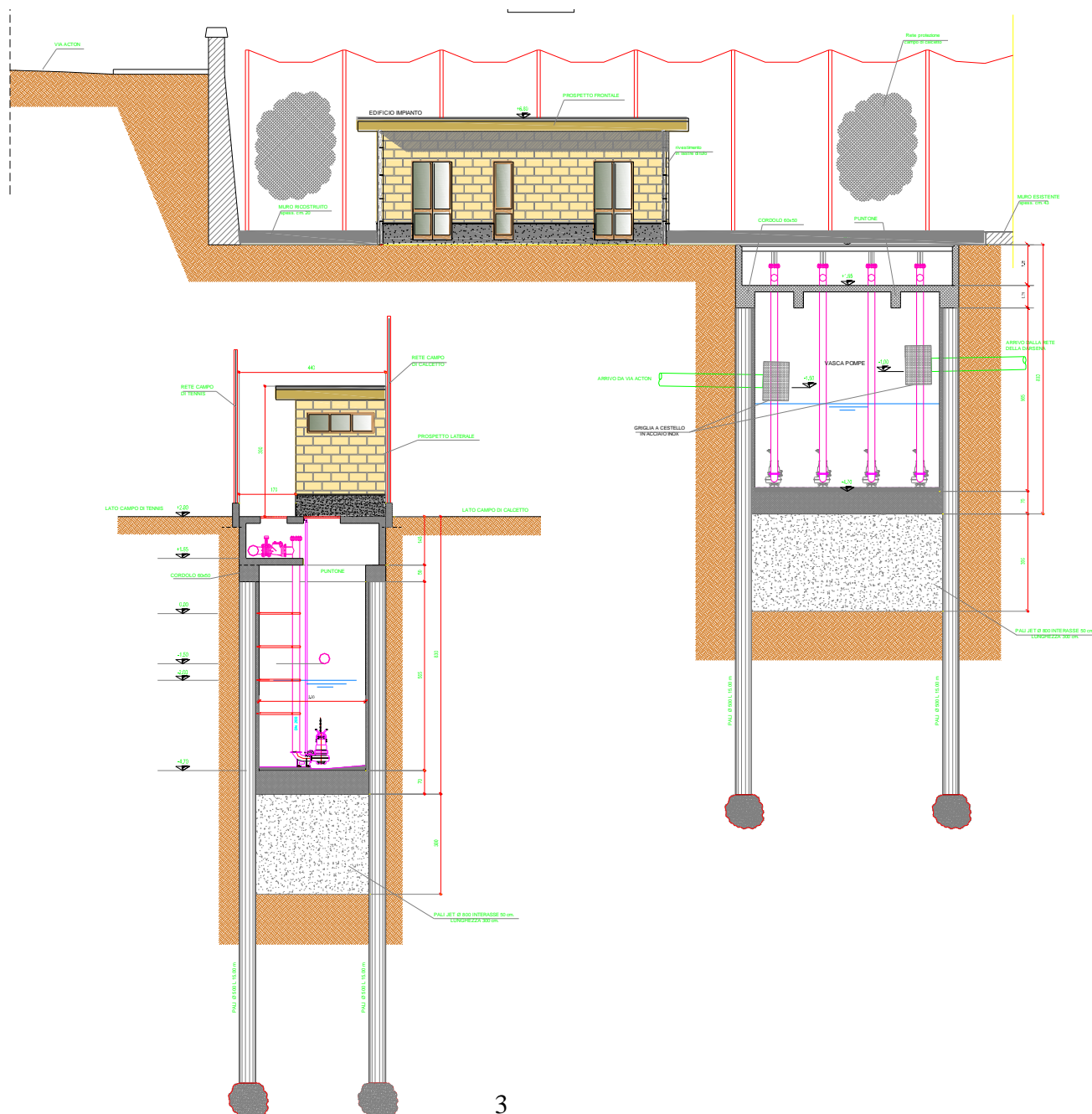
paratia, la realizzazione del cordolo di sommità e dei puntoni interni, il consolidamento del fondo con jet grouting per un'altezza di circa 3 m, lo scavo della vasca e la realizzazione della soletta intermedia e di copertura

Per la costruzione del locale tecnico a servizio del locale pompe si prevede la realizzazione di una platea di fondazione in c.a. da 25 cm di spessore, delle pareti perimetrali sempre in c.a. da 20 cm di spessore, una copertura latero cementizia da 20 cm di spessore.

Le azioni previste sulla struttura sono legate alla destinazione d'uso e sono rappresentate da:

- carichi accidentali per *ambienti ad uso industriale* che nel caso in esame considerando il peso massimo della strumentazione necessaria si assume  
(Cat. E2 – Tab. 3.1.II - DM 14.01.2008) pari a carichi distribuiti da  $6,0 \text{ kN/m}^2$ ; e concentrati da  $6,0 \text{ kN}$
- azione della neve;
- azione del vento;
- sisma.

### Impianto sollevamento Molosiglio



## **2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

**Legge 5 novembre 1971 n. 1086** (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"

**Legge 2 febbraio 1974 n. 64** (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

**D. M. Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008** (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - Suppl. Ord.)

"Norme tecniche per le Costruzioni"

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

**Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**  
(G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.)

"Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

**C.N.R. – UNI 10011**

"Istruzioni per il calcolo l'esecuzione e il montaggio"

**UNI ENV 1993-1-1**

"Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio Parte 1-1 regole generali e regole per gli edifici"

**UNI 11104:2004**

**UNI EN 206-1:2006**

**UNI EN 197**

### 3 – CARATTERISTICHE MATERIALI DI PROGETTO

Il consolidamento del fabbricato esistente sarà eseguito mediante setti e travi in conglomerato cementizio di classe di resistenza C25/30 e classe di esposizione XC2 armato con barre di acciaio ad adherenza migliorata di classe B450C; l'attuale copertura sarà sostituita da una copertura in acciaio da carpenteria del tipo S275 con bulloni di classe 8.8

Pertanto i materiali di progetto adottati sono i seguenti:

- a) **Conglomerato cementizio di resistenza caratteristica cubica, a 28 giorni di maturazione, non inferiore a 150 Kg/cm<sup>2</sup> [C12/15] per gli strati di magrone;**
- b) **Conglomerato cementizio di resistenza caratteristica cubica, a 28 giorni di maturazione, non inferiore a 350 Kg/cm<sup>2</sup> [C28/35] per le strutture;**
- c) **Acciaio ad adherenza migliorata B450C controllato in stabilimento e legature eseguite con filo di ferro ricotto per opere in cemento armato;**
- d) **Acciaio da carpenteria S235 per le strutture in acciaio in elevazione;**

#### 3.1 – Conglomerato cementizio di classe C28/35 tipo XA1

Ai sensi della disciplina per le opere in conglomerato cementizio armato (Legge 05/10/71 n°1086 pubblicata sulla G.U. n°321 art.4 capo B), si riportano di seguito le caratteristiche, la qualità e le dosature dei materiali che verranno impiegati per le strutture del progetto in questione, determinati in conformità al D.M. 14/01/2008. In particolare, per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale si è fatto riferimento a quanto indicato nelle norme UNI EN 206-1:2006 ("Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità") e UNI 11104:2004 ("Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1"). Le indicazioni di tali norme sono sintetizzate in Tab.1.

Tab. 1 Prospetto classi di esposizione e composizione uni en 206-1 (uni 11104 marzo 2004)

Denom. della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	UNI 9858	A/C MAX	R'ck min.	Dos. Min. Cem. KG.
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	1	---	15	---

**2 Corrosione indotta da carbonatazione**

Nota – Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro e 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. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.

XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	2a	0,60	30	300
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	2a	0,60	30	300
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	5a	0,55	35	320
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto e umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2.	4a, 5b	0,50	40	340

**3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare**

XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	5a	0,55	35	320
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (piscine).	4a, 5b	0,50	40	340
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	5c	0,45	45	360

**4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare**

XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	4a, 5b	0,50	40	340
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	5c	0,45	45	360
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	5c	0,45	45	360

**5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti \*(NB XF2 – XF3 – XF4 contenuto minimo aria 3%)**

XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	4a, 5b	0,50	40	320
XF2*	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	3, 4b	0,50	30	340
XF3*	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	2b, 4b	0,50	30	340
XF4*	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	3, 4b	0,45	35	360

6 Attacco chimico **)						
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	5a	0,55	35	320
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	5b	0,50	40	340
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.	5c	0,45	45	360

\*) il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:  
 -moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione;  
 -elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.  
 \*\*) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.

La particolare destinazione d'uso della struttura rende necessario l'utilizzo di un calcestruzzo con classe di esposizione **XA1** (Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1..

Sulla base di tale classificazione si rilevano le prescrizioni per il confezionamento del calcestruzzo strutturale ai fini della durabilità riferite all'esposizione ambientale.

- a) **Conglomerato cementizio di resistenza caratteristica cubica, a 28 giorni di maturazione, non inferiore a 150 Kg/cm<sup>2</sup> [C12/15] per gli strati di magrone;**
- b) **Conglomerato cementizio di resistenza caratteristica cubica, a 28 giorni di maturazione, non inferiore a 300 Kg/cm<sup>2</sup> [C28/35] per le strutture;**

### 3.1.1 Qualità del calcestruzzo C 12/15

#### Dosaggio dei materiali

Il dosaggio dei materiali per ottenere le classi di resistenza C12/15 è descritta in Tab. 2:

**Tab. 2 Dosaggio dei materiali per ottenere le classi di resistenza C 28/35**

<b>Materiali</b>	<b>Quantità (per la confezione di 1 m<sup>3</sup> d'impasto) [C25/30]</b>
sabbia	0.4 m <sup>3</sup>
ghiaia	0.8 m <sup>3</sup>
acqua	120 litri
cemento tipo 325	200 kg

La qualità dei componenti e le prescrizioni sugli inerti sono riportati nel paragrafo seguente a cui si rimanda.

L'utilizzo di tale classe di calcestruzzo a soli scopi di magrone non richiede la messa in opera di casserature e di lunghi tempi di maturazione pertanto non si danno prescrizioni su disarmi.

Il tempo di maturazione del calcestruzzo rimane quello classico di 28 giorni ma si riduce a 3 giorni il tempo necessario all'inizio delle operazioni di costruzione della struttura sovrastante il magrone.



### 3.1.2 Qualità del calcestruzzo C 28/35

#### **Dosaggio dei materiali**

Il dosaggio dei materiali per ottenere le classi di resistenza C28/35 è descritta in Tab. 2:

**Tab. 2 Dosaggio dei materiali per ottenere le classi di resistenza C 28/35**

<b>Materiali</b>	<b>Quantità (per la confezione di 1 m<sup>3</sup> d'impasto) [C25/30]</b>
sabbia	0.4 m <sup>3</sup>
ghiaia	0.8 m <sup>3</sup>
acqua	175 litri
cemento tipo 425	350 kg

#### **Qualità dei componenti**

- Devono impiegarsi i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197, ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo, nonché conformi alle prescrizioni di cui alla legge n°595 del 26 maggio 1965. È escluso l'impiego di cementi alluminosi.
- Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.
- È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, che devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1.
- Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria. Essi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.
- L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere limpida, priva di sali (cloruri e solfuri) in percentuali dannose e non deve essere aggressiva. L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, deve essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003.

#### **Prescrizione per gli inerti (o aggregati)**

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 7 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 30 mm, per cementi armati comuni, fino a 70 mm, per grossi getti (es. fondazioni). Tali elementi devono essere resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate.

Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità o di elementi in decomposizione. La ghiaia deve avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature.

Importante è la composizione granulometrica degli aggregati, che influisce sulla quantità di pasta (acqua + cemento) necessaria ad ottenere il voluto grado di consistenza e di lavorabilità del calcestruzzo. Si suole pertanto richiedere una composizione tale che la relativa curva granulometrica sia compresa fra le due curve limite, confermate come favorevoli dall'esperienza.

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88÷60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78÷36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62÷21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49÷12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%



### **Prescrizione per il disarmo**

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi ed archi 24-25 giorni; mensole 28 giorni. Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

**Tab. 3 Controlli di accettazione in cantiere del calcestruzzo**

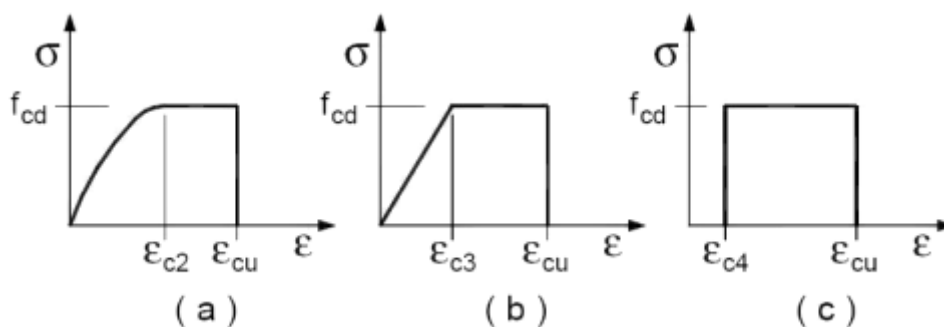
<b>Controllo di tipo A</b>	<b>Controllo di tipo B o di tipo statistico</b>
È riferito ad un quantitativo di miscela omogenea $\leq 300\text{m}^3$	È obbligatorio nella realizzazione di opere che richiedano l'impiego di più di $1500\text{m}^3$ di miscela omogenea
n°3 prelievi, da eseguire su un massimo di $100\text{m}^3$ di getto	n° prelievi $\geq 15$ da eseguire su ogni $1500\text{m}^3$ di getto
n° prelievi per ogni giorno di getto $\geq 1$	n° prelievi per ogni giorno di getto $\geq 1$
$R_{\min} \geq R_{ck} - 3.5[=] N/mm^2$	$R_{\min} \geq R_{ck} - 3.5[=] N/mm^2$
$R_m \geq R_{ck} + 3.5[=] N/mm^2$	$R_m \geq R_{ck} + 1.4 \cdot s[=] N/mm^2$

con:

- $R_{\min}$  minore valore di resistenza dei prelievi;
- $R_m$  resistenza media dei prelievi;
- $s$  scarto quadratico medio.

### **3.1.3 Modellazione del comportamento meccanico del calcestruzzo di progetto**

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008; in particolare per le verifiche effettuate a pressoflessione retta e pressoflessione deviata è adottato il modello riportato in fig. (a).



**Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.**

La deformazione massima  $\varepsilon_{c \max}$  è assunta pari a 0.0035.

### **Valori delle caratteristiche meccaniche del Calcestruzzo C12/15 con riferimento al D.M. 14.01.2008:**

- Modulo di elasticità:  $E = 27085 \text{ MPa}$
- Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0.2$
- Modulo di elasticità tangenziale  $G = 11285 \text{ MPa}$
- Peso specifico:  $\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficiente di dilatazione termica  $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Resistenza caratteristica cubica, determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cubi di 150 mm di lato  $R_{ck} = 15 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica cilindrica a compressione a 28 giorni  $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 12 \text{ MPa}$
- Resistenza media a trazione semplice (assiale) per una classe di resistenza  $\leq C50/60$   
 $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 1,57 \text{ MPa}$
- Valore caratteristico della resistenza a trazione  $f_{ctk} = 0.70 \cdot f_{ctm} = 1,10 \text{ MPa}$
- Resistenza di calcolo a compressione  $f_{cd} = 0.57 \cdot f_{ck} = 6,80 \text{ MPa}$
- Resistenza di calcolo a trazione  $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{1,5} = 0,73 \text{ MPa}$

### **Valori delle caratteristiche meccaniche del Calcestruzzo C25/30 con riferimento al D.M. 14.01.2008:**

- Modulo di elasticità:  $E = 32588 \text{ MPa}$
- Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0.2$
- Modulo di elasticità tangenziale  $G = 13035 \text{ MPa}$
- Peso specifico:  $\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficiente di dilatazione termica  $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Resistenza caratteristica cubica, determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cubi di 150 mm di lato  $R_{ck} = 35 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica cilindrica a compressione a 28 giorni  $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 28 \text{ MPa}$
- Resistenza media a trazione semplice (assiale) per una classe di resistenza  $\leq C50/60$   
 $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2,70 \text{ MPa}$
- Valore caratteristico della resistenza a trazione  $f_{ctk} = 0.70 \cdot f_{ctm} = 1,89 \text{ MPa}$
- Resistenza di calcolo a compressione  $f_{cd} = 0.57 \cdot f_{ck} = 15,96 \text{ MPa}$
- Resistenza di calcolo a trazione  $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{1,5} = 1,26 \text{ MPa}$

## **3.2 Caratteristiche dell'acciaio in barre B450C di progetto**

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la normativa ha introdotto l'utilizzo di una sola tipologia di acciaio nervato, l'acciaio del tipo B450, di cui si riportano le principali caratteristiche in Tab.8.

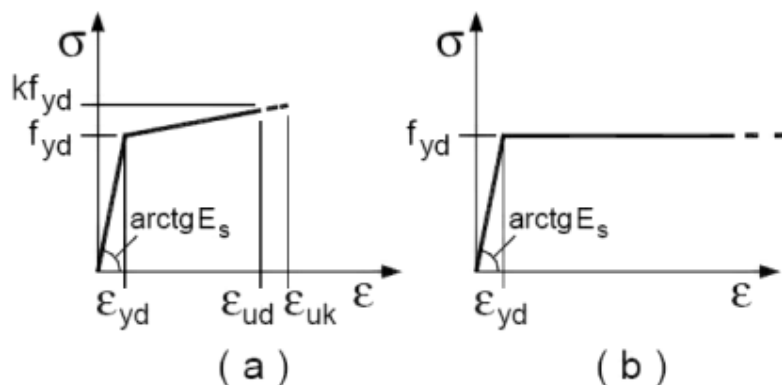
In particolare, le barre sono caratterizzate dal diametro  $\phi$  della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a  $7.85 \text{ kg dm}^3$ .

Gli acciai B450C (profilati a caldo) possono essere impiegati in barre di diametro  $\phi$  compreso tra 6 e 40 mm. Per gli acciai B450A (profilati a freddo) il diametro  $\phi$  delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm.

### Controlli di accettazione in cantiere delle barre d'armatura

Essi devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in ragione di 3 spezzoni marchiati di uno stesso diametro. I valori di accettazione sono riportati in normativa.

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.3 del D.M. 14 gennaio 2008; in particolare è adottato il modello elastico perfettamente plastico rappresentato in fig. (b).



La resistenza di calcolo è data da  $f_{yk} / \gamma_f$ . Il coefficiente di sicurezza  $\gamma_f$  si assume pari a 1.15.

**Tab. 4 Caratteristiche dell'acciaio per cemento armato B450**

B 450	
CARATTERISTICHE	REQUISITI
$f_{yk}$ : tensione caratteristica di snervamento	$\geq f_{y,nom} = 450 \text{ N/mm}^2 (4589 \text{ kg/cm}^2)$
$f_{tk}$ : tensione caratteristica di rottura	$\geq f_{t,nom} = 540 \text{ N/mm}^2 (5506 \text{ kg/cm}^2)$
$f_{yd}$ : resistenza di calcolo	$= \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{f_{yk}}{1.15} = 391 \text{ N/mm}^2 (3990 \text{ kg/cm}^2)$
$(f_t/f_y)_k$ [B450C]	$\begin{cases} \geq 1.15 \\ < 1.35 \end{cases}$
$(f_t/f_y)_k$ [B450A]	$\geq 1.05$
$(f_y/f_{y,nom})_k$	$\leq 1.25$
$(A_{gt})_k$ : allungamento di rottura [B450C]	$\geq 7.5\%$
$(A_{gt})_k$ : allungamento di rottura [B450A]	$\geq 2.5\%$

### 3.3 Caratteristiche dell'acciaio da carpenteria S235 di progetto

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).

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

modulo elastico	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
modulo di elasticità trasversale	$G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$
coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$
coefficiente di espansione termica lineare	$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ (per temperature fino a $100 \text{ }^\circ\text{C}$ )
densità	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  riportati in Tab.5.

I diagrammi costitutivi considerati sono quelli classici per gli acciai del tipo elastico perfettamente plastico, il comportamento plastico viene comunque escluso considerando l'insorgere dei fenomeni di instabilità prima dell'escursione in campo plastico.

Tab.5 Tensioni caratteristiche di snervamento e di rottura per laminati a caldo, profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

## **4 – CONCLUSIONI**

La definizione delle caratteristiche meccaniche dei materiali adottati per la realizzazione dell'opera scaturiscono dalla particolare destinazione d'uso della struttura.

I materiali scelti sono conformi alle indicazioni riportate nel D.M. del 14 gennaio 2008, alle norme UNI EN 206-1:2006 ("Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità") e UNI 11104:2004 ("Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1"); particolare attenzione è stata posta alla durabilità strutturale ed alla conservazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali.

In definitiva i materiali di progetto sono stati definiti tenendo conto dei livelli prestazionali richiesti in particolare in termini di resistenze, duttilità e durabilità.

Si rilascia per gli usi consentiti dalla legge.