

Norme Tecniche per le Costruzioni

D.M.14/01/ 2008

Parte 4/4 - Materiali

Ordine ingegneri Bologna 29-maggio-2009

Ing. Angelo De Cocinis

Ing. Sara Ferrari

Prescrizioni sui materiali

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata mediante la

CLASSE DI RESISTENZA, la **CLASSE DI CONSISTENZA** ed il **DIAMETRO MASSIMO DELL'AGGREGATO**

CLASSE DI RESISTENZA: è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica R_{ck} e cilindrica f_{ck} a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati, rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm.

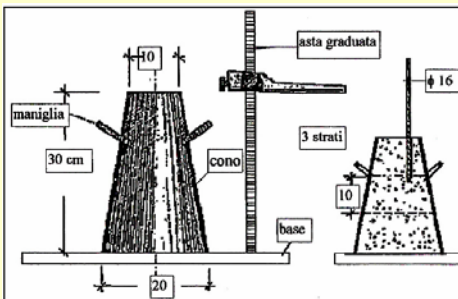
Inoltre la resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini come sopra descritti, confezionati e stagionati, eseguite a 28 giorni di maturazione. Si dovrà tener conto degli effetti prodotti da eventuali processi accelerati di maturazione.

• 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 13670-1:2001 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: 2006) e del requisito di durabilità delle opere. (Paragrafo 11.2.1 D.M. 2008)



CLASSE DI CONSISTENZA: la consistenza di un impasto fresco, definita come la resistenza che la massa oppone al cambiamento di forma, diviene sinonimo di lavorabilità e quindi tutti i metodi per la sua valutazione sono basati sulla deformazione che l'impasto subisce quando è soggetto ad una certa sollecitazione.

Tra i metodi per la determinazione della consistenza vi è la prova di **ABBASSAMENTO AL CONO DI ABRAMS** o **SLUMP TEST** (EN 12350-2)



Prescrizioni sui materiali

La norma UNI EN 206-1 raggruppa in cinque classi di consistenza gli abbassamenti al cono, si riporta di seguito tale classificazione affiancata dalla corrente denominazione italiana.

| Classe di consistenza | Abbassamento al cono in mm | Denominazione corrente |
|-----------------------|----------------------------|------------------------|
| S1 | da 10 a 40 | terra umida |
| S2 | da 50 a 90 | plastica |
| S3 | da 100 a 150 | semi-fluida |
| S4 | da 160 a 210 | fluida |
| S5 | > 220 | super-fluida |

Classi di consistenza richieste per alcune tipologie strutturali

| Classe di consistenza | Slump [mm] | Tipologia di struttura |
|-----------------------|------------|---|
| S1 – terra umida | 10 – 40 | Pavimenti messi in opera con vibrofinitrice |
| S2 – plastica | 50 – 90 | Strutture circolari (silos, ciminiera) messe in opera con casseri rampanti |
| S3 – semifluida | 100 – 150 | Strutture non armate o poco armate |
| S4 – fluida | 160 – 210 | Strutture mediamente armate |
| S5 –superfluida | ≥ 220 | Strutture densamente armate, di ridotta sezione e/o complessa geometria |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

• Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo viene titolato ed identificato mediante la **CLASSE DI RESISTENZA** contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica e cubica a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici (o prismatici) e cubici, espressa in MPa (§ 11.2).

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale si può fare utile riferimento a quanto indicato nelle norme UNI EN 206-1:2006 e nella UNI 11104:2004.

• I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella Tabella a lato, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità

(Paragrafo 4.1)

| STRUTTURE DI DESTINAZIONE | CLASSE DI RESISTENZA MINIMA |
|---|-----------------------------|
| Str. non armate o a bassa % di armatura | C8/10 |
| Str. Semplicemente armate | C16/20 |
| Str. precomprese | C28/35 |

| CLASSE DI RESISTENZA | | |
|----------------------|---------|-----------|
| CLS NON STRUTTURALE | C8/10 | |
| | C12/15 | |
| CLS STRUTTURALE | C16/20 | |
| | C20/25 | |
| DURABILITA' (XC) | C25/30 | UNI 11104 |
| | C28/35 | |
| | C32/40 | |
| | C35/45 | |
| | C40/50 | |
| | C45/55 | |
| | C50/60 | |
| PREQUALIFICA + FPC | C55/67 | |
| | C60/75 | |
| | C70/85 | |
| | C80/95 | |
| BENESTARE STC | C90/105 | |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

CLASSI DI ESPOSIZIONE

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato in Tab. 4.1.III D.M. 2008, con riferimento alle Classi Di Esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

(Paragrafo 4.1.2.2.4.3)

CLASSE XC: CORROSIONE DA CARBONATAZIONE

- **XC1:** Ambienti caratterizzati da bassa U.R. ovvero permanentemente bagnati. (es. interni di edifici o strutture *TOTALMENTE immerse*)
- **XC2:** Ambienti bagnati, raramente asciutti come strutture idrauliche, muri contro terra, *fondazioni* e strutture interrato;
- **XC3:** Ambienti moderatamente umidi. Ad es. calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia o interni con percentuali di U.R. da moderate ad alte.
- **XC4:** Ambienti ciclicamente bagnati ed asciutti. (es. *pavimentazioni esterne, balconi e terrazze non coperti, superfici faccia a vista in ambienti urbani ed extraurbani*).

| CONDIZIONI AMBIENTALI | | CLASSE DI ESPOSIZIONE |
|-----------------------|--|-----------------------------------|
| Ordinarie | | X0, XC1, XC2, XC3, XF1 |
| Aggressive | | XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3 |
| Molto aggressive | | XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4 |
| classe | ambiente/agenti di degrado | |
| X0 | assenza di rischio di corrosione delle armature o di attacco del cls. | |
| XC | corrosione delle armature indotta da carbonatazione | |
| XD | corrosione delle armature indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare | |
| XS | corrosione da cloruri presenti nell'acqua di mare | |
| XF | degrado del cls. provocato da cicli di gelo/disgelo con o senza sali disgelanti | |
| XA | attacco chimico del calcestruzzo | |



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

CLASSE XD: CORROSIONE DA CLORURI

Ambienti soggetti a corrosione delle armature per contaminazione da cloruri **non** provenienti dall'acqua di mare (es. sali antigelo).

- **XD1:** Ambienti caratterizzati da umidità moderata (es. pavimentazioni esterne soggette occasionalmente a spruzzi di salamoia o a nebbie saline);
- **XD2:** Ambienti bagnati, raramente asciutti come piscine, vasche di trattamento acque contenenti cloruri;
- **XD3:** Ambienti ciclicamente asciutti e bagnati (es. parti di ponti esposte direttamente a spruzzi contenenti cloruri, pavimentazioni di parcheggi, imbocchi di gallerie)

CLASSE XS: CORROSIONE DA CLORURI

Ambienti soggetti a corrosione delle armature per contaminazione da cloruri provenienti dall'acqua di mare.

- **XS1:** Ambienti esposti alla salsedine marina, con trasporto di cloruri per via eolica (es. strutture sulla costa o comunque site a distanze di 2-3 km dal mare);
- **XS2:** Strutture permanentemente immerse in acqua marina;
- **XS3:** Strutture esposte alla battigia o agli spruzzi di acqua marina e all'azione meccanica del moto ondoso, quindi ciclicamente asciutti e bagnati (es. banchine e piazzali portuali di movimentazione merci, moli, bacini di carenaggio, ecc.)



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

CLASSE XF – DEGRADO PER CICLI DI GELO-DISGELO

- **XF1:** Moderata saturazione d'acqua, in **ASSENZA** di agente disgelante (superfici verticali in c.a. come facciate, muri di sostegno, travi a vista e colonne esposte alla pioggia e al gelo)
- **XF2:** Moderata saturazione d'acqua in **PRESENZA** di agente disgelante (parti verticali di ponti e viadotti o imbocchi di gallerie che rientrerebbero in XF1, MA sono esposti direttamente o indirettamente all'azione dei sali)
- **XF3:** Elevata saturazione d'acqua in **ASSENZA** di agente disgelante (superfici orizzontali esterne di edifici dove può accumularsi l'acqua, balconi, terrazze, pensiline, etc.)
- **XF4:** Elevata saturazione d'acqua in **PRESENZA** di agente disgelante o acqua di mare (superfici orizzontali come strade o pavimentazioni esterne, parcheggi interni ed esterni e piazzali)



CLASSE XA – ATTACCO CHIMICO DEL CLS

- **XA1:** Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prosp. 2 della UNI EN 206-1
- **XA2:** Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prosp. 2 della UNI EN 206-1
- **XA3:** Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prosp. 2 della UNI EN 206-1



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

*Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si potrà fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme **UNI EN 206-1:2006** ed **UNI 11104:2004**. (D.M.2008 Par. 11.2.11)*

| Caratteristiche dell'ambiente | | | Caratteristiche delle miscele | | | | | | | |
|--|------------------------------|---|---|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| | | | Linee Guida Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico centrale | | | | UNI 11104 - marzo 2004 | | | |
| Nessun rischio di corrosione delle armature o di attacco chimico | | | Classi di espos. | Max rapp. a/c | Minima classe di resistenza N/mm² | Contenuto minimo di cemento (Kg/m³) | Classi di espos. | Max rapp. a/c | Minima classe di resistenza N/mm² | Contenuto minimo di cemento (Kg/m³) |
| XO | Molto secco | Edifici con interni a umidità relativa molto bassa (< 45%) | XO | - | - | - | XO | - | 15 | - |
| Corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo | | | | | | | | | | |
| XC | Secco | Interni di edifici a bassa umidità relativa | XC1 | 0,60 | 30 | 280 | XC1 | 0,60 | 30 | 300 |
| | Bagnato, raramente secco | Parti di struttura di contenimento liquide, fondazioni | XC2 | 0,60 | 30 | 280 | XC2 | 0,60 | 30 | 300 |
| | Umidità moderata | Edifici con interni a umidità relativa da moderata ad alta; calcestruzzo esterno ripulito dalla pioggia | XC3 | 0,55 | 37 | 300 | XC3 | 0,55 | 35 | 320 |
| | Ciclicamente secco e bagnato | Superfici a contatto con acqua non composte nella classe XC2 | XC4 | 0,50 | 37-40 | 320 | XC4 | 0,50 | 40 | 340 |
| Corrosione delle armature indotta dai cloruri | | | | | | | | | | |
| XD | Umidità moderata | Superfici esposte a spruzzi diretti d'acqua contenente cloruri | XD1 | 0,55 | 37 | 300 | XD1 | 0,55 | 35 | 320 |
| | Bagnato, raramente secco | Piscine; calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri | XD2 | 0,50 | 37-40 | 320 | XD2 | 0,50 | 40 | 340 |
| | Ciclicamente secco e bagnato | Parti di ponti, pavimentazioni, parcheggi per auto | XD3 | 0,45 | 45 | 350 | XD3 | 0,45 | 45 | 360 |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

| Caratteristiche dell'ambiente | | | Caratteristiche delle miscele | | | | | | | |
|--|--|---|---|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Nessun rischio di corrosione delle armature o di attacco chimico | | | Linee Guida Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico centrale | | | | UNI 11104 - marzo 2004 | | | |
| | | | Classi di espos. | Max rapp. a/c | Minima classe di resistenza N/mm² | Contenuto minimo di cemento (Kg/mc) | Classi di espos. | Max rapp. a/c | Minima classe di resistenza N/mm² | Contenuto minimo di cemento (Kg/mc) |
| Corrosione delle armature indotta dai cloruri dell'acqua di mare | | | | | | | | | | |
| XS | Esposizione ad atmosfera salina ma non in contatto diretto con acqua di mare | Strutture sulla costa o in prossimità di essa | XS1 | 0,50 | 37-40 | 320 | XS1 | 0,50 | 40 | 340 |
| | Sommerso | Parti di strutture marine | XS2 | 0,45 | 45 | 350 | XS2 | 0,45 | 45 | 360 |
| | Nelle zone delle mure, nelle zone soggette a spruzzi | Parti di strutture marine | XS3 | 0,45** | 45 | 350** | XS3 | 0,45 | 45 | 360 |
| Attacco chimico | | | | | | | | | | |
| XA | Aggressività debole (vedi Tab.9 Linee Guida) | Contenitori di fanghi e vasche di decantazione, contenitori e vasche per acque reflue | XA1 | 0,55 | 37 | 300* | XA1 | 0,55 | 35 | 320 |
| | Aggressività moderata (vedi Tab.9 Linee Guida) | Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi | XA2 | 0,50 | 37-40 | 320* | XA2 | 0,50 | 40 | 340* |
| | Aggressività forte (vedi Tab.9 Linee Guida) | Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive | XA3 | 0,45** | 45 | 350** | XA3 | 0,45 | 45 | 360* |
| Attacco dei cicli gelo/disgelo | | | | | | | | | | |
| XF | Grado moderato di saturazione in assenza di sali disgelanti | Superfici verticali esposte alla pioggia ed al gelo | XF1 | 0,55 | 37 | 300 | XF1 | 0,50 | 40 | 320 |
| | Grado moderato di saturazione in presenza di sali disgelanti | Superfici verticali di strutture stradali esposte a nebbie contenenti agenti disgelanti | XF2 | 0,50 | 37-40 | 320 | XF2 | 0,50 | 30 | 340 |
| | Grado elevato di saturazione in assenza di sali disgelanti | Superfici orizzontali esposte alla pioggia ed al gelo | XF3 | 0,50 | 37-40 | 320 | XF3 | 0,50 | 30 | 340 |
| | Grado elevato di saturazione in presenza di sali disgelanti | Superfici verticali e orizzontali esposte a spruzzi di acqua contenente sali disgelanti | XF4 | 0,45 | 45 | 350 | XF4 | 0,45 | 35 | 360 |
| * In presenza di solfati impiegare cemento resistente ai solfati; ** Le Linee Guida raccomandano rapp. A/C 0,40 e un contenuto minimo di cemento kg/mc 370; | | | | | | | | | | |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

**Precedente classificazione delle Classi d'esposizione
ora sostituita dalle prescrizioni contenute nelle UNI 11140:2004**

| Ambiente | | Classi di esposizione | | Prescrizioni minime | |
|--------------------------|--|-----------------------|------------------------|---------------------|---|
| | | UNI 9858 | Linee Guida (EN 206) | A/C max | Rck minima |
| Secco | | 1 | x0 | 0,65 | Rck 25 |
| Umido senza gelo | | 2a | xC1 - xC2 | 0,60 | Rck 30 |
| Gelo | ATTACCO MODERATO senza Sali disgelanti | 2b | xF1 | 0,55 | Rck 35 e aggregati resistenti al gelo |
| | ATTACCO INTENSO senza Sali disgelanti | 2b | xF3 | 0,50 | Rck 35 con aria e aggregati resistenti al gelo |
| | ATTACCO MODERATO con Sali disgelanti | 3 - 4b | xF2 | 0,50 | Rck 35 con aria e aggregati resistenti al gelo |
| | ATTACCO INTENSO con Sali disgelanti | 3 - 4b | xF4 | 0,45 | Rck 45 con aria e aggregati resistenti al gelo |
| Debolmente aggressivo | | 5a | xC3 - xA1 xD1 | 0,55 | Rck 35 |
| Moderatamente aggressivo | | 4a - 5b | xC4 - xA2 xD2 - xS1 | 0,50 | Rck 40 |
| Fortemente aggressivo | | 5c | xA3 - xD3 xS2 - xS3 | 0,45 | Rck 45 |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

CONTENUTO DI CLORURI

La norma UNI EN 206-1 (assieme alla UNI 11104) definisce il limite del 0,40% di cloruri rispetto al peso del cemento impiegato. Tale limite si riduce a 0,20% per il cemento armato precompresso.

| Calcestruzzo | Massimo contenuto di Cl ⁻ rispetto al peso del cemento impiegato |
|------------------------------------|---|
| Conglomerato cementizio non armato | 1% |
| Cemento armato | 0,4% |
| Cemento armato precompresso | 0,2% |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

VITA NOMINALE V_N di un'opera strutturale: numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Tale valore deve essere precisato nei documenti di progetto.

| TIPI DI COSTRUZIONE | | Vita Nominale V_N (in anni) |
|---------------------|--|----------------------------------|
| 1 | Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹ | ≤ 10 |
| 2 | Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale | ≥ 50 |
| 3 | Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica | ≥ 100 |

DURABILITÀ

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario o precompresso, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti **DALL'ATTACCO CHIMICO, FISICO** e derivante dalla **CORROSIONE** delle armature e dai cicli di **GELO E DISGELO**.

A tal fine in fase di progetto la **PRESCRIZIONE**, valutate opportunamente le condizioni ambientali del sito ove sorgerà la costruzione o quelle di impiego, **DEVE FISSARE LE CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO DA IMPIEGARE** (composizione e resistenza meccanica), i valori del **COPRIFERRO** e le regole di maturazione.

Ai fini della valutazione della durabilità, nella formulazione delle prescrizioni sul calcestruzzo, si potranno prescrivere anche prove per la verifica della resistenza alla penetrazione agli agenti aggressivi, ad esempio si può tener conto del grado di impermeabilità del calcestruzzo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si potrà fare riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004. (Paragrafo 11.2.11 D.M. 2008)

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

Prescrizione sull'acciaio per c.a.

Prescrizione sul calcestruzzo

| CALCESTRUZZI PER GETTI A PRESTAZIONE | | |
|--|------------------------|---|
| CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI | Classe di esposizione | XC2 (UNI 11104) |
| | Classe di consistenza | S4/S5 o slump di riferimento 230mm ± 30mm |
| | Classe di resistenza | Rck=35 N/mm² |
| | Diametro max aggregati | 32 mm |
| CALCESTRUZZO PER STRUTTURE IN ELEVAZIONE | Classe di esposizione | XC3 (UNI 11104) |
| | Classe di consistenza | S4/S5 o slump di riferimento 230mm ± 30mm |
| | Classe di resistenza | Rck=35 N/mm² |
| | Diametro max aggregati | 32 mm |
| setti, scale, rampe solette c.a. in opera | Classe di esposizione | XC2 (UNI 11104) |
| | Classe di consistenza | S4/S5 o slump di riferimento 230mm ± 30mm |
| | Classe di resistenza | Rck=35 N/mm² |
| | Diametro max aggregati | 32 mm |
| N.B. | | |
| Effettuare la Prequalifica per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da impiegare. | | |
| La fornitura del CLS deve essere accompagnata da FPC del produttore: | | |
| -Prima dell'inizio della fornitura, consegna alla D.L. copia della certificazione FPC; | | |
| -I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere dovranno riportare gli estremi della certificazione FPC; | | |
| -Le eventuali forniture non conformi verranno rifiutate. | | |
| N.B. | | |
| Tutte le caratteristiche sopra riportate dovranno essere indicate nelle bolle di consegna; è vietata qualunque aggiunta di acqua durante i getti se non autorizzata dalla D.L. | | |

ACCIAIO PER c.a.

Acciaio B450C controllato in stabilimento con le caratteristiche:
 tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
 tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
 allungamento $A \geq 7\%$

La lunghezza delle parti di barre (espressa in cm) è "FUORI TUTTO" (Norme ISO/DIS 4066)



Sovrapposizione delle barre dove non indicato min. 50 diametri
 sfalsare tutte le sovrapposizioni delle barre correnti e sagomate

Il copriferro degli elementi verticali (setti, pilastri)

deve essere di dimensioni:

A= distanza staffa - esterno = 2 cm

B= distanza armatura- esterno = 2,8 cm



Il copriferro degli elementi orizzontali (travi di fondazione)

deve essere di dimensioni:

A= distanza staffa - esterno = 3 cm

B= distanza armatura- esterno = 3,8 cm

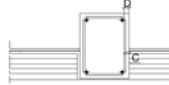


Il copriferro degli elementi orizzontali (travi calate)

deve essere di dimensioni:

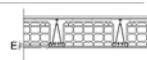
C= distanza staffa - esterno = 2,0 cm

D= distanza armatura- esterno = 2,8 cm



Il copriferro degli elementi orizzontali (solai) deve essere di dimensioni:

E= distanza armatura- intradosso solaio grez. = 2 cm



| SQUADRE | GANCI | CURVE | PIEGATURA FERRI |
|---------|-------|-------|---|
| | | | 1 $\emptyset Fe < 20 > Dm > 4\emptyset$ |
| | | | 2 $\emptyset Fe > 20 > Dm > 7\emptyset$ |
| | | | 3 $Dm > 15\emptyset$ |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

Il COPRIFERRO è la distanza tra la superficie esterna della armatura (inclusi collegamenti e staffe) e la superficie di calcestruzzo più vicina

La protezione dell'armatura contro la corrosione si basa sulla presenza continua di un ambiente alcalino ottenuto con un adeguato spessore di calcestruzzo di buona qualità, maturato correttamente. Lo spessore del ricoprimento richiesto dipende sia dalle condizioni di esposizione che dalla qualità del calcestruzzo.

In primo luogo deve essere definito il copriferro minimo richiesto secondo il criterio formulato precedentemente. Questo copriferro deve poi essere aumentato, per tener conto della tolleranza, di una quantità che dipende dal tipo e dalla dimensione dell'elemento strutturale, dal tipo di costruzione, dal livello di preparazione professionale in cantiere e di controlli di qualità e dalla disposizione delle armature. Il risultato ottenuto rappresenta il copriferro nominale richiesto, che deve essere specificato sui disegni.

(UNI ENV 1992-1-1 EC2 Paragrafo 4.1.3.3.)

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; c_{min,fioco}) + \Delta c$$

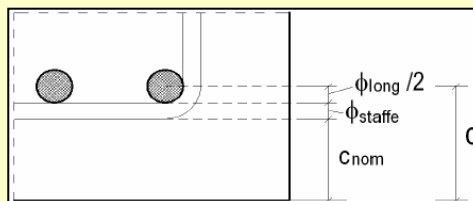
dove:

$c_{min,b}$ garantisce l'aderenza = $\phi_{barra \text{ long}}$ (se $D_{max} > 32 \text{ mm} \Rightarrow$ aggiungere 5 mm)

$c_{min,dur}$ garantisce la durabilità ed è in funzione delle classi di esposizione ambientale (cfr. UNI 11104:2004)

$c_{min,fioco}$ garantisce la resistenza all'incendio (cfr. D.M. 2007)

Δc tolleranza di posizionamento delle armature = 10 mm



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

DURABILITA' DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO UNI EN 206-1 - UNI 11104
- LINEE GUIDA SUL CALCESTRUZZO STRUTTURALE

DEGRADO DA CARBONATAZIONE

| Classe di esposizione | Rapporto a/c max | Classe di resistenza min | Dosaggio di cemento min (kg/m³) | Copriferro (mm) |
|-----------------------|------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------|
| XC1 | 0,60 | C25/30 | 300 | 20/30 |
| XC2 | 0,60 | C25/30 | 300 | 30/40 |
| XC3 | 0,55 | C28/35 | 320 | 30/40 |
| XC4 | 0,50 | C32/40 | 340 | 35/45 |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

DURABILITA' DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO
UNI EN 206-1 - UNI 11104 - LINEE GUIDA sul calcestruzzo strutturale

DEGRADO DA CICLI DI GELO/DISGELO

| Classe di esposizione | Descrizione | (a/c) max | Classe di resistenza min | Dosaggio di cemento min (kg/m³) | Aria inglobata (%) | Aggregati non gelivi |
|-----------------------|---|-----------|--------------------------|---------------------------------|--------------------|--|
| XF1 | Strutture verticali non in contatto con Sali disgelanti | 0,5 | C32/40 | 320 | - | CONFORMI ALLA UNI EN 12620 E 8520/2 |
| XF2 | Strutture verticali sottoposte agli schizzi di soluzioni acquose contenenti sali disgelanti | 0,5 | C25/30 | 340 | 3 | |
| XF3 | Strutture orizzontali in assenza di Sali disgelanti | 0,5 | C25/30 | 340 | 3 | |
| XF4 | Strutture orizzontali in contatto con Sali disgelanti | 0,45 | C28/35 | 360 | 3 | |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

DURABILITA' DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

UNI EN 206-1 - UNI 11104 - LINEE GUIDA sul calcestruzzo strutturale

DEGRADO DA CLORURI

| Classe di esposizione | Descrizione | (a/c) max | Classe di resistenza minima | Dosaggio cemento min (kg/m ³) | Copriferro minimo (mm) |
|-----------------------|---|-----------|-----------------------------|---|------------------------|
| XD1 | Strutture esposte a spruzzi di acque contenenti cloruro | 0,50 | C28/35 | 320 | 40/50 |
| XD2 | Strutture totalmente immerse in acque anche industriali contenenti cloruro | 0,45 | C32/40 | 340 | 45/55 |
| XD3 | Strutture soggette a Sali disgelanti ed elementi esposti in parte ai cloruri ed in parte all'aria | 0,50 | C35/45 | 360 | 50/60 |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali

DURABILITA' DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

UNI EN 206-1 - UNI 11104 - LINEE GUIDA sul calcestruzzo strutturale

DEGRADO DA CLORURI MARINI

| Classe di esposizione | Descrizione | (a/c) max | Classe di resistenza minima | Dosaggio cemento min (kg/m ³) | Copriferro minimo (mm) |
|-----------------------|--|-----------|-----------------------------|---|------------------------|
| XS1 | Strutture esposte alla salsedine marina ma non in contatto con l'acqua di mare | 0,50 | C32/40 | 340 | 40/50 |
| XS2 | Strutture totalmente immerse | 0,45 | C35/45 | 360 | 45/55 |
| XS3 | Strutture esposte agli spruzzi, alle maree e alle onde | 0,45 | C35/45 | 360 | 50/60 |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Copriferro

DURABILITA' DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO
UNI EN 206-1 - UNI 11104 - LINEE GUIDA sul calcestruzzo strutturale

| DEGRADO DA SOSTANZE CHIMICHE | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------------------------|--|---|----------------|---------------------------|--|----------------------------|--------------|---------------|-----------------------------|
| CLASSE | DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE | | | | | | | (a/c) max | C(X/Y) min | C _{min} (kg/m³) |
| | TERRENO | | ACQUA | | | | | | | |
| | Acidità Bauman Gully | SO ₄ ²⁻ (mg/kg) | SO ₄ ²⁻ (mg/l) | pH | CO ₂ (mg/l) | NH ₄ ⁺ (mg/l) | Mg ⁺⁺ (mg/l) | | | |
| XA1 | > 200 | ≥ 2000 ≤ 3000 | ≥ 200 ≤ 600 | ≤ 6,5 ≥ 5,5 | ≥ 15 ≤ 40 | ≥ 15 ≤ 30 | ≥ 300 ≤ 1000 | 0,55 | C28/35 | 320 |
| XA2 | - | ≥ 3000 ≤ 12000 | ≥ 600 ≤ 3000 | ≤ 5,5 ≥ 4,5 | > 40 ≤ 100 | ≥ 30 ≤ 60 | > 1000 ≤ 3000 | 0,50 | C32/40 | 340 |
| XA3 | - | > 12000 ≤ 24000 | > 3000 ≤ 6000 | ≤ 4,5 ≥ 4,0 | > 100 | > 60 ≤ 100 | > 3000 | 0,45 | C35/45 | 360 |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Copriferro

DURABILITA' DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO
UNI EN 206-1 - UNI 11104 - LINEE GUIDA sul calcestruzzo strutturale

| ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|---------|--------------------------|--|-----------------|
| ELEMENTO | Classe di esposizione | a/c max | Classe di resistenza min | Dosaggio di cemento min (kg/m ³) | Copriferro (mm) |
| INTERNO | XC1 | 0,60 | C25/30 | 300 | 20 |
| FONDAZIONI | XC2 | 0,60 | C25/30 | 300 | 30 |
| ESTERNO NON ESPOSTO A PIOGGIA | XC3 | 0,55 | C28/35 | 320 | 30 |
| ESTERNO ESPOSTO A PIOGGIA | XC4 | 0,50 | C32/40 | 340 | 35 |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Copriferro

PRESCRIZIONE DI CAPITOLATO

REALIZZAZIONE DI STRUTTURE IN C.A. DI FONDAZIONE - UNI 11104



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Copriferro

Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di fondazione e muri interrati a contatto con terreni aggressivi contenenti solfati (Linee Guida per la prescrizione delle opere in c.a.)

PRESCRIZIONI DI CAPITOLATO

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme al prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme al prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934.2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934.2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con 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 UNI 8520 parte 2

A5) Tipo di cemento conforme alla norma UNI EN 197-1:

| Concentrazione di solfato (SO ₄ ²⁻) nel terreno (mg/kg) | Tipo di cemento (UNI 9156) |
|--|----------------------------|
| 2000-3000 | MRS |
| 3000-12.000 | ARS |
| 12.000-24.000 | AARS |

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2-B5) Classi di esposizione ambientale, rapporto a/c massimo, classe di resistenza a compressione minima e dosaggio minimo di cemento in accordo alla seguente tabella in funzione della concentrazione di solfato nel terreno:

| Classe di esposizione | Concentrazione di solfato (SO ₄ ²⁻) nel terreno (mg/kg) | a/c max | C (x/y) minima | Dosaggio minimo di cemento (kg/m ³) |
|-----------------------|--|---------|----------------|---|
| XC2 + XA1 | 2000-3000 | 0,55 | C28/35 | 320 |
| XC2 + XA2 | 3000-12.000 | 0,50 | C32/40 | 340 |
| XC2 + XA3 | 12.000-24.000 | 0,45 | C35/45 | 360 |

B6) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m³)

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferi inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/55 o slump di riferimento 230 ± 30 mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 30 mm (40 mm per le opere in c.a.p.). Per getti controterra su terreno preparato: copriferro minimo 40 mm. Per getti controterra su terreno non preparato: copriferro minimo 70 mm

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera (R_{yk} minima in opera valutata su carote h/d = 1) in accordo alla seguente tabella in funzione della concentrazione di solfato nel terreno:

| Classe di esposizione | Concentrazione di solfato (SO ₄ ²⁻) nel terreno (mg/kg) | R _{yk} in opera minima (N/mm ²) |
|-----------------------|--|--|
| XC2 + XA1 | 2000-3000 | 30 |
| XC2 + XA2 | 3000-12.000 | 34 |
| XC2 + XA3 | 12.000-24.000 | 38 |

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C zincato conforme al punto 11.2.2.9.2 del D.M. 14.9.2005 e alla normativa europea applicabile:

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Copriferro

| Classe di esposizione ambientale | Copriferro $C_{min,dur}$ [mm] | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 15 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| XC1 | | | | | | | | |
| XC2 | | | | | | | | |
| XC3 | | | | | | | | |
| XC4 | | | | | | | | |
| XD1 | | | | | | | | |
| XD2 | | | | | | | | |
| XD3 | | | | | | | | |
| XS1 | | | | | | | | |
| XS2 | | | | | | | | |
| XS3 | | | | | | | | |
| XF1 | | | | | | | | |
| XF2 – XF3 | | | | | | | | |
| XF4 | | | | | | | | |
| XA1 | | | | | | | | |
| XA2 | | | | | | | | |
| XA3 | | | | | | | | |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Resistenza al fuoco

| SOLETTE PIENE E SOLAI ALLEGGERITI | Classe | 30 | 60 | 90 | 120 | 180 | 240 |
|--|---|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Solette piene con armatura monodirezionale | $H = 80/a = 10$ | 120/20 | 120/30 | 160/40 | 200/55 | 240/65 |
| Valori minimi (mm) dello spessore totale H di solette e solai e la distanza a dall'asse delle armature alla superficie esposta sufficienti a garantire il requisito R per le classi indicate. Tabella D.5.1 D.M. 2007 | Solai misti di lamiera di acciaio con riempimento di calcestruzzo (1) | $H = 80/a = 10$ | 120/20 | 120/30 | 160/40 | 200/55 | 240/65 |
| | Solai a travetti con alleggerimento (2) | $H = 160/a = 15$ | 200/30 | 240/35 | 240/45 | 300/60 | 300/75 |
| | Solai a lastra con alleggerimento (3) | $H = 160/a = 15$ | 200/30 | 240/35 | 240/45 | 300/60 | 300/75 |
| | (1) In caso di lamiera grecata H rappresenta lo spessore medio della soletta. Il valore di a non comprende lo spessore della lamiera. La lamiera ha unicamente funzione di cassero. In caso contrario la lamiera va protetta secondo quanto indicato in D.7.1 (2) Deve essere sempre presente uno strato di intonaco normale di spessore non inferiore a 20 mm ovvero uno strato di intonaco isolante di spessore non inferiore a 10 mm. (3) In caso di alleggerimento in polistirene o materiali affini prevedere opportuni sfoghi delle sovrappressioni | | | | | | |

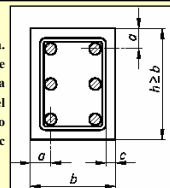
• I valori di a non devono essere inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p.

• In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm.

• In presenza di intonaco i valori di H e di a ne devono tenere conto: 10 mm di intonaco normale (definizione in D.4.1) equivale ad 10 mm di calcestruzzo; 10 mm di intonaco protettivo antincendio (definizione in D.4.1) equivale a 20 mm di calcestruzzo

• Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

Sezione in c.a. con l'indicazione della distanza nominale a e del copriferro nominale c



Valori minimi (cm) spessore h strato materiale isolante e parte d di c.a. suff. a garantire i requisiti EI per le classi indicate

| Classe | 30 | 60 | 90 | 120 | 180 | 240 |
|--|-------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Tutte le tipologie | $h = 60 / d = 40$ | 60/40 | 100/50 | 100/50 | 150/60 | 150/60 |
| In presenza di intonaco i valori di h e di a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella D.5.1. In ogni caso a non deve mai essere inferiore a 40 mm. In presenza di strati superiori di materiali di finitura incombustibile (massetto, malta di allettamento, pavimentazione, etc.) i valori di h ne possono tener conto | | | | | | |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Resistenza al fuoco

TRAVI, PILASTRI E PARETI IN C.A. ORDINARIO E PRECOMPRESSO

| Valori minimi (mm) della larghezza b della sezione, della distanza a dall'asse delle armature alla superficie esposta e della larghezza d'anima b_w di travi con sezione a larghezza variabile sufficienti a garantire il requisito R per le classi indicate di travi semplicemente appoggiate. Per travi con sezione a larghezza variabile b è la larghezza in corrispondenza della linea media delle armature tese. | Classe | Combinazioni possibili di b e a | | | | b_w |
|---|--------|-------------------------------------|---------|--------|--------|-------|
| | 30 | $b = 80 / a = 25$ | 120/20 | 160/15 | 200/15 | 80 |
| | 60 | $b = 120 / a = 40$ | 160/35 | 200/30 | 300/25 | 100 |
| | 90 | $b = 150 / a = 55$ | 200/45 | 300/40 | 400/35 | 100 |
| | 120 | $b = 200 / a = 65$ | 240/60 | 300/55 | 500/50 | 120 |
| | 180 | $b = 240 / a = 60$ | 300/70 | 400/65 | 600/60 | 140 |
| | 240 | $b = 260 / a = 90$ | 350/160 | 500/75 | 700/70 | 160 |

| Valori minimi (mm) del lato più piccolo b di pilastri a sezione rettangolare ovvero del diametro di pilastri a sezione circolare e della distanza a sufficienti a garantire il requisito R per le classi indicate di pilastri esposti su uno o più lati che rispettano le seguenti limitazioni: - lunghezza effettiva del pilastro (da nodo a nodo) ≤ 6 m (per pilastri di piani intermedi) ovvero $\leq 4,5$ m (per pilastri dell'ultimo piano); - area complessiva di armatura $A_s \leq 0,04 A_c$ area efficace della sezione trasversale del pilastro. | Classe | Esposto su più lati | | Esposto su un lato |
|---|--------|---------------------|--------|--------------------|
| | 30 | $B=200 / a = 30$ | 300/25 | 160/25 |
| | 60 | $B=250 / a = 45$ | 350/40 | 160/25 |
| | 90 | $B=350 / a = 50$ | 450/40 | 160/25 |
| | 120 | $B=350 / a = 60$ | 450/50 | 180/35 |
| | 180 | $B=450 / a = 70$ | | 230/55 |
| | 240 | | | 300/70 |

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella D.5.1. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Resistenza al fuoco

Valori minimi (mm) dello spessore s e della distanza a dall'asse delle armature alla superficie esposta sufficienti a garantire il requisito REI per le classi indicate di pareti portanti esposte su uno o due lati che rispettano le seguenti limitazioni; altezza effettiva della parete (da nodo a nodo) ≤ 6 m (per pareti di piani intermedi) ovvero $\leq 4,5$ m (per pareti dell'ultimo piano);

| Classe | Esposto su un lato | Esposto su due lati |
|--------|--------------------|---------------------|
| 30 | $s=120 / a=10$ | 120/10 |
| 60 | $s=130 / a=10$ | 140/10 |
| 90 | $s=140 / a=25$ | 170/25 |
| 120 | $s=160 / a=35$ | 220/35 |
| 180 | $s=210 / a=50$ | 270/55 |
| 240 | $s=270 / a=60$ | 350/60 |

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella D.5.1. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

Valori minimi (mm) dello spessore s sufficiente a garantire il requisito EI per le classi indicate di pareti non portanti esposte su un lato che rispettano le seguenti limitazioni; altezza effettiva della parete (da nodo a nodo) ≤ 6 m (per pareti di piani intermedi) ovvero $\leq 4,5$ m (per pareti dell'ultimo piano); rapporto tra altezza di libera inflessione e spessore inferiore a 40

| Classe | Esposto su un lato |
|--------|--------------------|
| 30 | $s = 60$ |
| 60 | $s = 80$ |
| 90 | $s = 100$ |
| 120 | $s = 120$ |
| 180 | $s = 150$ |
| 240 | $s = 180$ |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Calcestruzzo

Calcestruzzo (D.M. 2008 Capitolo 11)

I **MATERIALI** ed i **PRODOTTI** per **USO STRUTTURALE** devono essere:

- **IDENTIFICATI** univocamente a cura del **PRODUTTORE**;
- **QUALIFICATI** sotto la responsabilità del **PRODUTTORE**;
- **ACCETTATI** dal **DIRETTORE DEI LAVORI** mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione. (Paragrafo 11.1)

Per i materiali e prodotti recanti la **MARCATURA CE** sarà onere del **DIRETTORE DEI LAVORI**, in **FASE DI ACCETTAZIONE**, accertarsi del possesso della marcatura stessa e **RICHIEDERE AD OGNI FORNITORE**, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero **DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ** alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile. Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

(D.M. 2008 Paragrafo 11.1)

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Calcestruzzo

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati nella presente norma devono dotarsi di adeguate procedure di **CONTROLLO DI PRODUZIONE IN FABBRICA**. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto od ente di controllo che ne abbia titolo. (Paragrafo 11.1)

CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto. Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

Valutazione preliminare della resistenza: serve a determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto.

Controllo di produzione: riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso.

Controllo di accettazione: riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo prodotto durante l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali.

Prove complementari: sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione. Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. (D.M. 2008 Paragrafo 11.2.2)

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Calcestruzzo

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE – OBBLIGHI DEL DIRETTORE DEI LAVORI (Paragrafo 11.2.5)

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- **CONTROLLO DI TIPO A** di cui al § 11.2.5.1

- **CONTROLLO DI TIPO B** di cui al § 11.2.5.2

- Per un quantitativo di miscela omogenea $\leq 300 \text{ m}^3$
- Per ogni controllo \rightarrow 3 prelievi eseguiti ogni su un max di 100 m^3 di getto di miscela omogenea
- Per ogni giorno di getto va effettuato comunque un prelievo; solo nelle costruzioni con meno di 100 m^3 di getto di miscela omogenea, fermo restando quanto detto precedentemente, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

- Per un quantitativo di miscela omogenea $> 1500 \text{ m}^3$
- Va eseguito con frequenza non minore di 1 controllo ogni 1500 m^3 di calcestruzzo
- Per ogni giorno di getto va effettuato almeno un prelievo e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m^3

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze in Tab.11.2.1:

| Controllo di tipo A | Controllo di tipo B |
|---|---|
| $R_f \geq R_{ck} - 3,5$ | |
| $R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (N° prelievi: 3) | $R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ (N° prelievi ≥ 15) |
| dove: R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm^2) R_f = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm^2) s = scarto quadratico medio | |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Calcestruzzo

PRESCRIZIONI COMUNI per entrambi i criteri di controllo (A e B)

(Paragrafo 11.2.5.3)

PRELIEVO DEI PROVINI per il controllo di accettazione va eseguito alla **PRESENZA DEL DIRETTORE DEI LAVORI** o di un tecnico di sua fiducia che **PROVEDE ALLA REDAZIONE DI APPOSITO VERBALE DI PRELIEVO** e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.;
(la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale)

La **DOMANDA DI PROVE** al laboratorio deve essere sottoscritta dal **DIRETTORE DEI LAVORI** e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le **PROVE NON RICHIESTE DAL DIRETTORE DEI LAVORI** non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.
Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2003.

Per gli **ELEMENTI PREFABBRICATI** di serie, realizzati con **PROCESSO INDUSTRIALIZZATO**, sono valide le specifiche indicazioni di cui al § 11.8.3.1

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Calcestruzzo

PRESCRIZIONI COMUNI per entrambi i criteri di controllo (A e B) (Paragrafo 11.2.5.3)

**L'OPERA O LA PARTE DI OPERA NON CONFORME AI CONTROLLI DI ACCETTAZIONE
NON PUÒ ESSERE ACCETTATA**

finché la non conformità non è stata definitivamente rimossa dal costruttore, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di

ALTRI MEZZI D'INDAGINE, SECONDO QUANTO PRESCRITTO DAL

DIRETTORE DEI LAVORI.

Se i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti si può
dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero
DEMOLIRE L'OPERA STESSA.

I “controlli di accettazione” sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a controllarne la validità,
qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le
caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti
fissati dai “controlli di accettazione”.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: FPC

**FPC:
Factory
Production
Control**

**CERTIFICATO DEL CONTROLLO
DELLA PRODUZIONE IN FABBRICA**

ICMQ-FPC-008

di certifica che la

**Produzione e distribuzione di
calcestruzzo preconfezionato**

operata da

PRODUTTORE DI CALCESTRUZZO

nell'ambito di

IMPIANTO

nell'ambito del sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008
(certificato n° 80464)

rispetta le prescrizioni della

Guida Applicativa ICMQ GA - CLS 25.09.06

a cura di

**NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI
(D.M. 14/09/2005)**

Questo certificato è stato rilasciato la prima volta il 24/07/2000 e rimane valido fino a quando non
siano significativamente modificate le condizioni stabilite nelle specifiche tecniche richiamate o le
condizioni di produzione nella fabbrica ed il controllo della produzione e fabbrica stessa.

Emissione corrente 04/11/2006

Il Direttore

ICMQ S.p.A. - Via G. Galilei, 10 - 20139 Milano
Tel. 02 87461000 - Fax 02 87461001
www.icmq.it - e-mail: info@icmq.it

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Calcestruzzo

CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA (Paragrafo 11.2.6)

Nel caso in cui le **RESISTENZE A COMPRESSIONE** dei provini prelevati durante il getto **NON SODDISFINO I CRITERI DI ACCETTAZIONE** della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di **PROVE SIA DISTRUTTIVE CHE NON DISTRUTTIVE. TALI PROVE NON DEVONO, IN OGNI CASO, INTENDERSI SOSTITUTIVE DEI CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.**

Il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come **RESISTENZA STRUTTURALE**) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in condizioni di laboratorio (definita come **RESISTENZA POTENZIALE**). È accettabile un valore medio della resistenza strutturale, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore medio definito in fase di progetto.

Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si potrà fare utile riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504-4:2005 nonché 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.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Calcestruzzo

PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

(calcestruzzo prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere
che in uno stabilimento esterno al cantiere) (Paragrafo 11.2.8)

Gli **IMPIANTI** per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo devono essere **IDONEI AD UNA PRODUZIONE COSTANTE**, disporre di **APPARECCHIATURE ADEGUATE PER IL CONFEZIONAMENTO**, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto. Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dalle presenti norme e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego.

IL SISTEMA DI CONTROLLO DELLA PRODUZIONE DI CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle

LINEE GUIDA SUL CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO ELABORATO DAL SERVIZIO TECNICO CENTRALE DEL CONSIGLIO SUPERIORE DEI LL.PP.

Detto sistema di controllo deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. sulla base dei criteri di cui al DM 9/5/2003 n. 156. I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Calcestruzzo

PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

(calcestruzzo prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere
che in uno stabilimento esterno al cantiere) (Paragrafo 11.2.8)

Se **L'IMPIANTO DI PRODUZIONE INDUSTRIALIZZATA APPARTIENE AL COSTRUTTORE** nell'ambito di uno specifico cantiere, il sistema di gestione della qualità del costruttore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, certificato da un organismo accreditato, deve comprendere l'esistenza e l'applicazione di un **SISTEMA DI CONTROLLO DELLA PRODUZIONE DELL'IMPIANTO**, conformemente alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Il **Direttore dei Lavori**, che è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; **DOVRÀ COMUNQUE EFFETTUARE LE PROVE DI ACCETTAZIONE** previste al § 11.2.5 e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per **PRODUZIONI DI CALCESTRUZZO INFERIORI A 1500 m³ DI MISCELA OMOGENEA**, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore.

Il Direttore dei Lavori deve avere, prima dell'inizio delle forniture, evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al § 11.2.3.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Acciaio

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al precedente § 11.3.1.2 e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.2.11.

PER LE STRUTTURE SI DEVE UTILIZZARE ACCIAIO B450C
di cui al § 11.3.2.1.

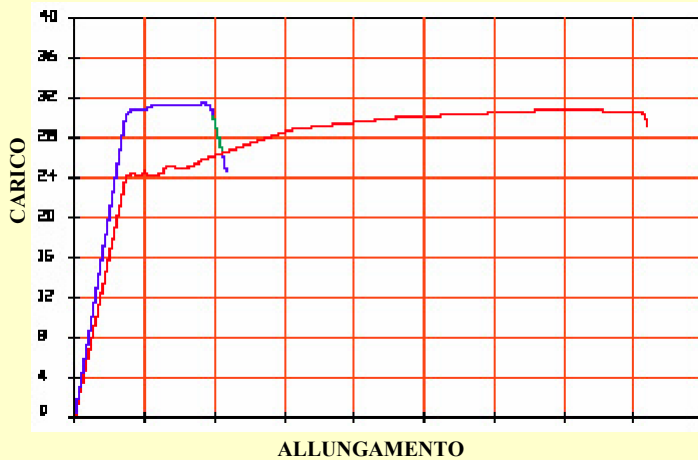
Si consente l'utilizzo di acciai di tipo **B450A**, con diametri compresi tra 5 e 10 mm, per le **RETI** e i **TRALICCI**; se ne consente inoltre l'uso per l'armatura trasversale unicamente se è rispettata almeno una delle seguenti condizioni: elementi in cui è impedita la plasticizzazione mediante il rispetto del criterio di gerarchia delle resistenze, elementi secondari di cui al § 7.2.3, strutture poco dissipative con fattore di struttura $q \leq 1,5$. (Paragrafo 7.4.2.2)

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO secondo il D.M. 2008

| Valori caratteristici | D. M. 1996 | | D. M. 2008 | |
|-------------------------|------------|------------------|----------------------------|---------------------------|
| | FeB44k | Reti Tralicci | B450C $\phi 6 - 40$ mm | B450A $\phi 5 - 10$ mm |
| f_y N/mm ² | ≥ 430 | ≥ 390 | ≥ 450 | ≥ 450 |
| f_t N/mm ² | ≥ 540 | ≥ 440 | ≥ 540 | ≥ 540 |
| $(f_t / f_y)_k$ | - | $\geq 1,10$ | $\geq 1,15$ $\leq 1,35$ | $\geq 1,05$ |
| $(f_t / f_{y\ nom})_k$ | - | - | $\leq 1,25$ | $\leq 1,25$ |
| Agt (allung.%) | - | - | $\geq 7,5$ % | $\geq 2,5$ % |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Acciaio



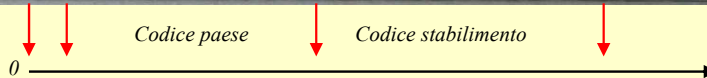
B450A
Trafilato a freddo

B450C
Trafilato a caldo

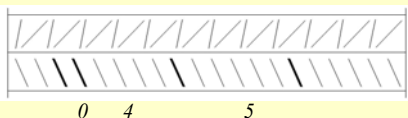
Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Acciaio

Riconoscimento degli acciai EN 10080



Numero di nervature trasversali normali tra l'inizio della marcatura e la nervatura rinforzata successiva (Italia)



| Paese | Numero di nervature trasversali normali tra l'inizio della marcatura e la nervatura rinforzata successiva |
|--|---|
| Austria, Germania | 1 |
| Belgio, Lussemburgo, Paesi Bassi, Svizzera | 2 |
| Francia | 3 |
| Italia | 4 |
| Irlanda, Islanda, Regno Unito | 5 |
| Danimarca, Finlandia, Norvegia, Svezia | 6 |
| Portogallo, Spagna | 7 |
| Grecia | 8 |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Acciaio

Laminato a caldo (2 facce)



Trafilato a freddo (3 facce)



S.G.S. Società Geotecnica S.r.l.
LABORATORIO AUTORIZZATO
per le prove sui materiali da costruzione (con D.M. N° 21469 del 30/11/1983 e successivi decreti)

CERTIFICATO DI PROVE DI TRAZIONE E FREGAMENTO (UNI EN 1002 - UNI EN ISO 7408) Pag. 1/1

Certificato N° 37862005 Cagliari, 8/12/10/2005

SEZIONE: ACCIAI Protocollo N° 12281412 del 05/10/2005
Verbale d'accettazione N° 12281412 del 05/10/2005

Richiedente: **Veritas Hydrò s.r.l.**
Provenienza: **Acciai laminati prodotti da Cantieri Diga Cavigli - Sinalunga**
Lavori di adeguamento alle norme di sicurezza della 2° e 3° Diga di Cavigli - 1° stralcio.
Caratteristiche: **Cantieri Diga Cavigli**
Impresa esecutrice: **Veritas Hydrò s.r.l. - Fossulè (PF)**
Direttore dei Lavori: **Dott. Ing. Salvatore Cantone**
Data prova: **05/10/2005** Data prova: 05/10/2005

| N° | Posizione in spina | Diam. eff. (mm) | Sezione (mm²) | Incurvamento (°) | Ritorno (°) | Allung. A2 (%) | Fregamento (N/mm²) | Ritiro (%) | Griglia |
|----|--------------------|-----------------|---------------|------------------|-------------|----------------|--------------------|------------|---------|
| 1 | Placca pile | 8,0 | 50,3 | 129 | 451 | 25,3 | 32 | Positivo* | 1,21 |
| 2 | " | 8,0 | 50,3 | 122 | 450 | 25,2 | 32 | Positivo* | 1,21 |
| 3 | " | 8,0 | 50,3 | 124 | 451 | 25,2 | 32 | Positivo* | 1,24 |
| 4 | Placca pile | 10,0 | 78,5 | 153 | 455 | 26,2 | 40 | Positivo* | 1,23 |
| 5 | " | 10,0 | 78,5 | 158 | 442 | 26,4 | 40 | Positivo* | 1,21 |
| 6 | " | 10,0 | 78,5 | 151 | 439 | 26,4 | 40 | Positivo* | 1,24 |

Tipi di acciaio dichiarati:
Note: La richiesta prova è stata sottoscritta dal Direttore dei Lavori, Cantieri e dist. Sinalunga del richiedente.
Il marchio riportato nel campione corrisponde a quello pubblicato nel catalogo degli acciai per C.A. e C.A.P. del Ministero del L.L. 39 - edizione Aprile 2003.
SCHEDA N° 72 - PRODUTTORE: RIVA ACCIAIO - VERONA - ITALIA.

Marcia ricostruita:

*Fregamento e radice di saldatura senza cricche.

LO SPEDIENTE:
IL RESPONSABILE DEL LABORATORIO:

Il presente certificato è coperto da polizza assicurativa per responsabilità civile verso terzi della S.G.S. Società Geotecnica S.r.l.
S.G.S. SOCIETÀ GEOTECNICA S.R.L. - Via S. Luigi 100, 2° Ed. Ed. C.A. - 09122 CAGLIARI - Tel. 070.2118860 - Fax 070.2128150
Cap. Soc. Euro 10.000.000 - 10.000.000 di capitale - Registro Imprese di Cagliari - C.F. 01544510927 - Codice Fiscale 07015440927
Indirizzo: Via S. Luigi 100 - 09122 CAGLIARI - Tel. 070.2118860 - Fax 070.2128150 - E-mail: info@sgs.it

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Acciaio

Le presenti norme prevedono tre forme di **CONTROLLO** obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee. (Paragrafo 11.3.1.1)

Tutti gli acciai oggetto delle presenti norme devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione. (Paragrafo 11.3.1.2)

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Acciaio

I **CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE** sono obbligatori, devono essere effettuati entro **30 GIORNI** dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2, in ragione di **3 SPEZZONI**, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti. *(Paragrafo 11.3.2.10.4)*

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente: *(Paragrafo 11.3.2.10.4)*

| Caratteristica | Valore limite | NOTE |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| f_y minimo | 425 N/mm ² | (450 – 25) N/mm ² |
| f_y massimo | 572 N/mm ² | [450 x (1,25+0,02)] N/mm ² |
| A_{gt} minimo | $\geq 6,0\%$ | per acciai B450C |
| A_{gt} minimo | $\geq 2,0\%$ | per acciai B450A |
| Rottura/snervamento | $1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$ | per acciai B450C |
| Rottura/snervamento | $f_t / f_y \geq 1,03$ | per acciai B450A |
| Piegamento/raddrizzamento | assenza di cricche | per tutti |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Verifiche di accettazione

Un metodo rapido per la valutazione dello slump

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Verifiche di accettazione

Valutazione della consistenza, espressa in termini di abbassamento al cono, in funzione della pressione del circuito idraulico che movimentava il tamburo dell'autobetoniera.

La pressione del circuito idraulico è influenzata dalla quantità di materiale introdotto nella botte, infatti essa aumenta all'aumentare delle quantità caricate.

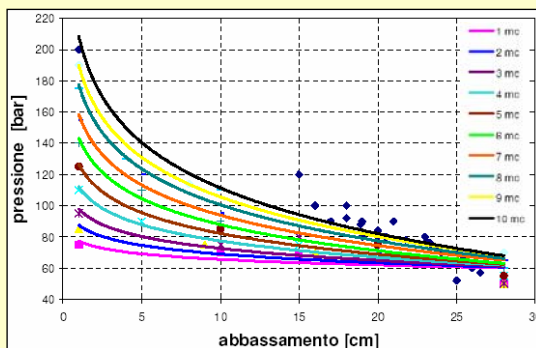
Si è stabilito quindi di correlare la misura dell'abbassamento al cono con il valore di pressione riscontrabile alla massima velocità, raggiunta durante le fasi di premiscelazione e di omogeneizzazione.

I parametri presi in conto per effettuare la correlazione sono:

- pressione corrispondente alla velocità di 12 giri al minuto circa;
- slump relativo alla pressione di cui prima;
- quantità di calcestruzzo presente in botte.

Differenziando inoltre i dati in funzione dell'autobetoniera si possono ottenere delle curve di regressione caratterizzate da coefficienti di determinazione prossimi all'unità.

Pressione del circuito oleodinamico e abbassamento al cono

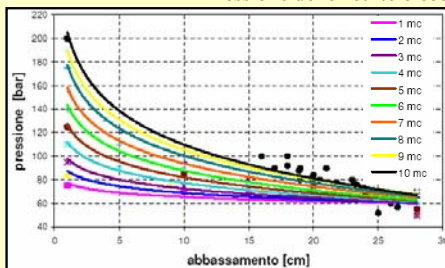


Correlazione slump-pressure circuito oleodinamico in funzione delle quantità caricate relative all'AUTOBETONIERA 1

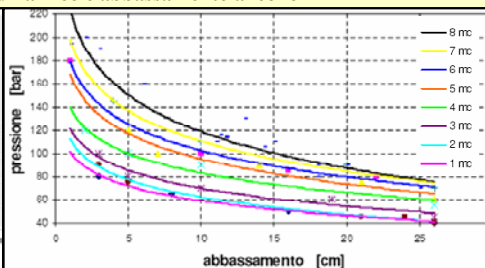
Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Verifiche di accettazione

Pressione del circuito oleodinamico e abbassamento al cono



Correlazione slump-pressure circuito oleodinamico in funzione delle quantità caricate relative all'AUTOBETONIERA 2



Correlazione slump-pressure circuito oleodinamico in funzione delle quantità caricate relative all'AUTOBETONIERA 3

L'andamento delle curve segue una stessa legge di variazione logaritmica, però mentre quelle relative alle AUTOBETONIERE 1 e 2 sono interscambiabili tra loro, le curve relative all' AUTOBETONIERA 3 si discostano dalle precedenti, in quanto:

AUTOBETONIERA 1 e 2

| | |
|---|--|
| Tamburo: volume geometrico | 18,6 m ³ |
| capacità nominale di carico | 12 m ³ |
| inclinazione dell'asse rispetto all'orizzontale | 11,6° |
| gruppo idrostatico: | 90 cm ³ di cilindrata della pompa |
| | 90 cm ³ di cilindrata del motore |

AUTOBETONIERA 3

| | |
|---|--|
| Tamburo: volume geometrico | 14,6 m ³ |
| capacità nominale di carico | 10 m ³ |
| inclinazione dell'asse rispetto all'orizzontale | 13,25° |
| gruppo idrostatico: | 90 cm ³ di cilindrata della pompa |
| | 63 cm ³ di cilindrata del motore |

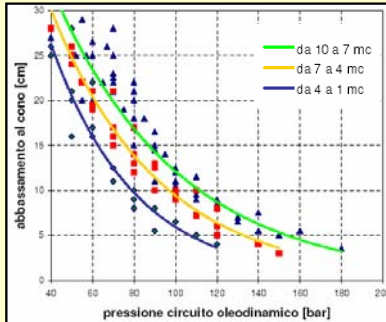
Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Prescrizioni sui materiali: Verifiche di accettazione

2 TIPI DI AUTOBETONIERE che costituiscono il parco macchine delle aziende preconfezionatrici di calcestruzzo

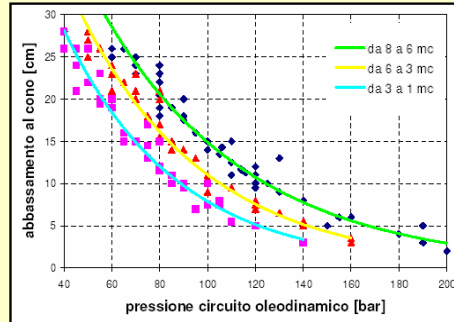
Correlazione autobetoniera TIPO A

Caratteristiche betoniera 1



Correlazione autobetoniera TIPO B

Caratteristiche betoniera 2



Tipo di betoniera e quantità di calcestruzzo caricata → **MODELLO** che consente di correlare il valore di pressione del circuito oleodinamico, corrispondente alla massima velocità di rotazione del tamburo, con la misura della consistenza, in termini di abbassamento al cono.

Tale modello è costituito dalla seguente

equazione esponenziale: $S = A \cdot e^{B \cdot P}$

S = slump [cm]

P = pressione del circuito oleodinamico [bar]

A, B = parametri variabili a seconda della quantità caricata e del tipo di betoniera

| Autobetoniera tipo A | | | Autobetoniera tipo B | | |
|----------------------|--------|-------------|----------------------|--------|-------------|
| $1 \leq m^3 \leq 3$ | A = 66 | B = -0.0212 | $1 \leq m^3 \leq 4$ | A = 71 | B = -0.0248 |
| $3 < m^3 \leq 6$ | A = 74 | B = -0.019 | $4 < m^3 \leq 7$ | A = 65 | B = -0.0193 |
| $6 < m^3 \leq 8$ | A = 76 | B = -0.0163 | $7 < m^3 \leq 10$ | A = 63 | B = -0.0165 |

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

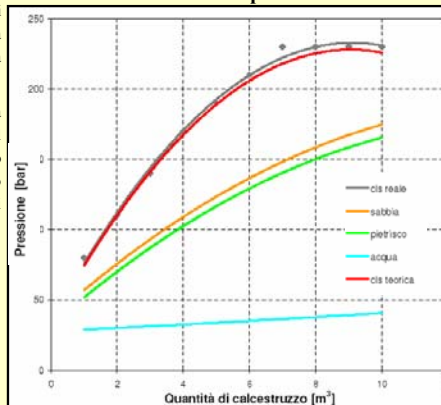
Prescrizioni sui materiali: Verifiche di accettazione

La legge di variazione della pressione del circuito oleodinamico della miscela di calcestruzzo, in funzione delle singole quantità dei suoi costituenti, è stata determinata riempiendo la botte fino alla massima capacità con ciascun componente e rilevandone di volta in volta la pressione in corrispondenza della massima velocità.

Note quindi le equazioni con cui ciascun componente influenza la pressione del circuito ed individuato il legame con quella relativa al calcestruzzo, tramite una regressione lineare a più variabili, si è definito il modello della curva di autoapprendimento. Esso consente, conoscendo le quantità di ciascun costituente dell'impasto, di prevedere il valore di pressione relativo al calcestruzzo così composto.



Modello di previsione



Modello di previsione della pressione del circuito oleodinamico del calcestruzzo in funzione delle quantità dei suoi costituenti

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Bibliografia

- D.M. 14-01-2008 - *Norme tecniche per le Costruzioni*
- Circolare 2-02-2009, n.617 - *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14-01-2008*
- Tesi di Laurea "Automazione della produzione di calcestruzzo: mescolazione, trasporto e scarico" di Michele De Bonis
- Linee Guida progetto Concrete
- "Raccolta di Linee Guida su Calcestruzzo preconfezionato, strutturale ad alta resistenza, strutturale" a cura di ATECAP, Casa Editrice LA Fiaccola srl
- "Linee guida per la prescrizione delle opere in cemento armato", Progetto Concrete