



MERCOLEDÌ 16 MAGGIO 2018 ORE 14.30
SALA CONFERENZE HOTEL SERAPO
GAETA VIA FIRENZE 11

SEMINARIO

DALLE NORME AL CANTIERE

PRESCRIZIONE, CONTROLLI E RESPONSABILITÀ
NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO

DOSSIER PRESENTAZIONI

*Evento realizzato con il
contributo incondizionato di*



CALCESTRUZZI
LA GARIGLIANO s.r.l.

*Con la
partecipazione di*



*Con il patrocinio del
Comune di Gaeta*





MERCOLEDÌ 16 MAGGIO 2018 ORE 14.30
SALA CONFERENZE HOTEL SERAPO
GAETA VIA FIRENZE 11

SEMINARIO

DALLE NORME AL CANTIERE

PRESCRIZIONE, CONTROLLI E RESPONSABILITÀ
NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO

Evento realizzato con il
contributo incondizionato di



Con il patrocinio del
Comune di Gaeta



Con la
partecipazione di



INFO E ISCRIZIONI

La partecipazione al seminario
è a titolo gratuito

Per i beneficiari di CFP
www.ordineingegneri.latina.it
posta@ordineingegnerilatina.it

Per altre categorie professionali
ATECAP - 06 42016103
atecap@atecap.it

*Agli iscritti all'Ordine degli Ingegneri
Partecipanti al seminario saranno
riconosciuti n° 3 CFP ai sensi delle
Linee di indirizzo CNI per l'aggiornamento
della competenza professionale
Testo Unico 2018*

La vita nominale delle strutture in calcestruzzo armato, il requisito di durabilità, alla base della progettazione ed esecuzione delle opere, e i migliori risultati in termini di sicurezza e sostenibilità, impongono una maggiore consapevolezza sulla scelta, impiego e controllo in cantiere del materiale. Il calcestruzzo è un materiale da costruzione innovativo e tecnologico e va prescritto correttamente valutando una serie di circostanze, che vanno dalle condizioni ambientali di utilizzo, il tipo di applicazione, le indicazioni sulle modalità di getto e di maturazione e le dovute specifiche sui componenti. L'incontro verte sulle principali criticità riscontrate nell'iter progettuale ed esecutivo delle strutture in calcestruzzo armato.

Programma

- 14.30 Registrazione dei partecipanti**
- 15.00 Interventi introduttivi**
Dott. Cosmo Mitrano Sindaco Comune di Gaeta
Ing. Fabrizio Ferracci Ordine Ingegneri Latina
Dott. Salvatore Forte Pres. Consorzio Sviluppo Industriale Sud Pontino
- 16.00 Il contesto normativo**
Il Testo unico per l'edilizia e le Norme tecniche per le costruzioni
Prof. Francesco Biasioli Docente Politecnico di Torino
- 17.00 Coffee break**
- 17.15 La prescrizione e il controllo del processo**
Le caratteristiche del prodotto e la corretta prescrizione, il controllo dei processi industriali e il trasporto e la consegna del calcestruzzo in cantiere
Dott.ssa Antonella Rosato La Garigliano Srl
- 17.45 Il sistema di controllo delle forniture**
La documentazione relativa alle forniture e i controlli di conformità e di accettazione in cantiere
Prof. Francesco Biasioli Docente Politecnico di Torino
- 18.30 L'esecuzione delle prove di controllo in cantiere: dalla teoria alla pratica**
Dimostrazioni pratiche di esecuzione dei controlli di accettazione eseguiti nel contesto dei cantieri edili
Ing. Antonello Conforto Ediltest Srl
- 19.00 Dibattito conclusivo**
- 19.30 Termine dei lavori e apericena**

Modera *Dott. Massimiliano Pescosolido Segretario Generale Atecap*



Il contesto normativo

Prof. Francesco Biasoli

ERMCO

European Ready Mixed Concrete Organization

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018



Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale

Spedito: abb. post. - art. 1, comma 1
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA

Roma - Martedì, 20 febbraio 2018

SI PUBBLICA TUTTI I
GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA, 70 - 00106 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - VIA SALARIA, 611 - 00138 ROMA - CENTRALINO 06-85001 - LIBRERIA DELLO STATO
PIAZZA G. VERDI, 1 - 00198 ROMA

Dieci
anni
dopo...

N. 8

in
vigore
dal 22
Marzo

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI

DECRETO 17 gennaio 2018.

**Aggiornamento delle «Norme tecniche per
le costruzioni».**

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

La legislazione per le costruzioni

- DPR 380/2001 Testo Unico edilizia
- Regolamento (UE) n. 305/2011 sui prodotti da costruzione (marcatura CE)
- DM 14/01/2008 (**DM 17/01/2018**)
Norme tecniche per le costruzioni e relative istruzioni

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

DPR 380/2011 – Testo Unico

- **Contiene i principi fondamentali e generali e le disposizioni per la disciplina dell'attività edilizia**
(Art. 1)
- Definisce le responsabilità degli attori del processo di costruzione
- Nello specifico, identifica nel **Direttore dei Lavori** e nel **Costruttore**, i **responsabili della «qualità» dei materiali** impiegati in cantiere
(Art. 64 – comma 5)

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Regolamento (UE) n. 305/2011

- Disciplina la **marcatatura CE dei prodotti da costruzione**
- Riguarda tutti i prodotti realizzati per essere integrati **permanentemente** nelle opere di costruzione
- **Non tratta il prodotto calcestruzzo ma tutti i suoi costituenti (cemento, aggregati, additivi, aggiunte)**

DM 17/01/2008 – Norme Tecniche

- Riguardano le **opere strutturali**
- Disciplinano, fra le altre cose, il **controllo** e l'**impiego** dei materiali e prodotti da costruzione, fra cui il **calcestruzzo** e i suoi costituenti
- Individuano le figure responsabili in relazione alle fasi di **controllo** e **messa in opera**
- Emesse in forza del DPR 380 e della **legge 1086, hanno valore cogente**

DM 17/01/2018 - NTC

I prodotti ed i componenti utilizzati per le opere strutturali devono essere chiaramente **identificati** in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche e **dotati di idonea qualificazione**

(Cap. 2)

I materiali e prodotti devono essere sottoposti a procedure e prove sperimentali di **accettazione**

(Cap. 11)

DM 17/01/2018 (NTC) - materiali

identificati →

qualificati →

accettati →

PRODUTTORE

DIRETTORE LAVORI

(Cap.11 - Materiali e prodotti per uso strutturale)

DM 17/01/2018 – NTC identificazione e qualificazione

- A) Marcatura CE **PRODUTTORE**
(**Costituenti del calcestruzzo**)
- B) Qualificazione secondo le NTC
(**FPC calcestruzzo**)
- C) Benestare Tecnici Europei (ETA) /
CVT Certificati di ~~Idoneità~~ Valutazione Tecnica
all'Impiego (STC)
(Materiali **innovativi** per cui non esistono
norme europee armonizzate)

(Cap.11 - Materiali e prodotti per uso strutturale)

DM 17/01/2018 - accettazione

- A) Marcatura CE **DIRETTORE LAVORI**
- B) Qualificazione secondo le NTC
- C) ETA) /Certificato ~~Idoneità~~ Valutazione
Tecnica

Il **DIRETTORE LAVORI**:
verifica il possesso delle certificazioni
richiede i relativi certificati ad ogni
fornitura

(Cap.11 - Materiali e prodotti per uso strutturale)

DM 17/01/2018 – calcestruzzo

“I produttori devono dotarsi di un **SISTEMA DI CONTROLLO DEL PROCESSO PRODUTTIVO (FPC)** che dovrà essere **certificato da un ente esterno** per assicurare il mantenimento delle caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei calcestruzzi oggetto della fornitura.

Il controllo di produzione deve essere predisposto facendo utile riferimento alle **LINEE GUIDA SUL CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO** del Servizio Tecnico Centrale del Cons. Superiore dei Lavori Pubblici.”

(Par. 11.2.8 - Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato)

Linee Guida dell' STC

Le Linee Guida del STC sono richiamate quale **riferimento obbligatorio per il**

- **confezionamento**
- **trasporto**
- messa in opera
- controllo resistenza in opera

del calcestruzzo preconfezionato.

Sono il riferimento per la certificazione FPC



Scaricabili da www.atecap.it

Linee Guida dell' STC



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale

LINEE GUIDA PER LA MESSA IN OPERA DEL
CALCESTRUZZO STRUTTURALE

LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE
CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

Settembre 2017

Settembre 2017

FPC del calcestruzzo – cos'è?

**Factory Production Control =
Controllo del Processo Produttivo in
Fabbrica (in stabilimento)**

- controllo interno permanente della produzione
- documentato sistematicamente con modalità e secondo procedure scritte
- verificata da un ente esterno qualificato

(Par. 11.2.8 - Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato)

FPC del calcestruzzo – chi lo deve possedere?

Tutti gli impianti di produzione con processo industrializzato

Fanno eccezione solo gli impianti di proprietà di un costruttore, con produzione non industrializzata e temporanea, che, all'interno di un cantiere, producono **meno di 1500 m³ di miscela omogenea**.

(Par. 11.2.8 - Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato)

FPC del calcestruzzo – chi lo certifica?

Gli **organismi di certificazione autorizzati** ai sensi del DM con Decreto del Presidente del CSLP
L'elenco è sul portale sicurnet2.cslp.it

SICURNET.2

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Ministero Regionale del Territorio Pubblico
Servizio Tecnico Centrale

Ricerca

Home Ricerche

Ricerca Autorizzazioni

Torna indietro

Azienda:

Tipo azienda:

Organismi Cert. FPC CLS

Numero prima autorizzazione:

Stato di validità:

Seleziona...

Cerca

Cancela

FPC del calcestruzzo – chi controlla che il produttore lo abbia?

Il **Direttore dei Lavori**, prima dell'inizio della fornitura, **DEVE** acquisire **copia delle certificazioni FPC** e verificare che i **documenti che accompagnano ogni fornitura** di calcestruzzo in cantiere riportino gli **estremi della certificazione**.

(Par. 11.2.8 - Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato)

La Normativa tecnica e le Linee Guida

Il dm 17/01/2018, per il **calcestruzzo**, richiama:

- Norme armonizzate sui costituenti
- UNI EN 206 + UNI 11104
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale (STC) del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Norme UNI EN sui metodi di prova

Norme armonizzate sui componenti del calcestruzzo

Definiscono le regole tecniche alla base della marcatura CE dei materiali da costruzione e, in quanto norme armonizzate, sono **obbligatorie**:

- UNI EN 197 (serie) – cemento
- UNI EN 12620 – aggregati
- UNI EN 13055-1 – aggregati leggeri
- UNI EN 450-1 – ceneri volanti
- UNI EN 934-2 – additivi

(dm 14/01/2008 – Par. 11.2.9)

UNI EN 206:2014 + UNI 11104

È il riferimento tecnico europeo per la prescrizione e la produzione del calcestruzzo.

Viene richiamata dal DM 17/01/2018 come **utile riferimento** in relazione a:

- prescrizione del calcestruzzo
- utilizzo dei costituenti
- durabilità delle opere

E' coordinata con l'Eurocodice 2



Grazie per l'attenzione

Prof. Francesco Biasoli

ERMCO

European Ready Mixed Concrete Organization



La prescrizione e il controllo del processo

Dott.ssa Antonella Rosato
La Garigliano Srl

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018



La Garigliano Srl

L'azienda nasce negli anni '80 quando i F.lli Rosato, imprenditori già presenti da tempo sul mercato nel settore del trasporto di materiali edili, intuirono il ruolo predominante che avrebbe svolto il calcestruzzo nello sviluppo dell'edilizia, settore trainante dell'economia nazionale.

Nel 1983 decisero di diversificare la loro attività collocando il loro primo impianto di calcestruzzo, a Castelforte, "La Garigliano s.r.l."

L'azienda con la sua attività produttiva copre tutta l'area del Sud Pontino con ramificazioni nella zona di Cassino e nella provincia di Caserta.



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

La Garigliano Srl

Grazie ad un ciclo produttivo moderno e automatizzato, al suo personale altamente qualificato, al suo cospicuo parco macchine e alle attrezzature in dotazione è in grado di ottenere un prodotto qualitativamente elevato e di caratteristiche omogenee anche per grossi volumi di fornitura, coprendo l'intera gamma delle classi di esposizione e di calcestruzzi speciali, consentendo così di assecondare qualsiasi richiesta della clientela.

La Garigliano Srl ha acquisito e mantenuto nel corso degli anni sia la certificazione di QUALITÀ ISO 9001:2015 che quella sul processo produttivo di fabbrica del calcestruzzo (FPC), così come previsto dal d.m. 17/01/2018 aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni.



La Garigliano Srl: i prodotti

La tradizione di un'impresa affiancata a continui investimenti nella ricerca, rendono possibile l'offerta di molte varietà di miscele, sfruttando il know-how acquisito per soddisfare le esigenze dei clienti, con prodotti sempre innovativi.

- Calcestruzzi a composizione richiesta;
- Calcestruzzo a resistenza per impieghi strutturali e non strutturali;
- Calcestruzzi speciali: alleggerito, autocompattante SCC, colorati, drenanti, per pavimentazioni...

La Garigliano Srl: i lavori



Messa in sicurezza
Centrale Nucleare
del Garigliano SOGIN
SESSA AURUNCA
(CE)



Parcheggio
Multipiano
FORMIA (LT)

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Atecap



Atecap rappresenta e tutela gli interessi dei produttori di calcestruzzo preconfezionato.

Grazie alla competenza dei suoi professionisti presta assistenza alle aziende in campo tecnico, economico e normativo.

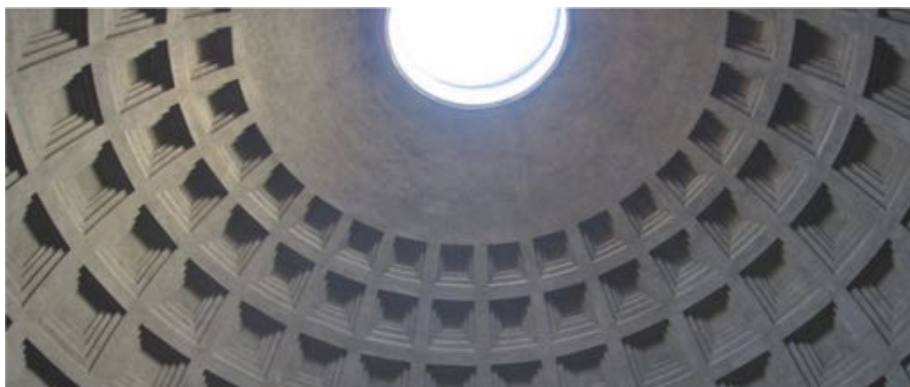
Riunisce le principali imprese del settore e si distingue per la sua attività in prima linea a favore della promozione e della diffusione della cultura del costruire in calcestruzzo, sensibilizzando i committenti e tutelando gli imprenditori che operano correttamente.

Fa parte di Federbeton, la Federazione di settore di Confindustria per le Associazioni della Filiera del cemento, del calcestruzzo e dei materiali di base per le costruzioni nonché delle applicazioni e delle tecnologie ad esse connesse.

È inoltre componente di Ermco, l'Associazione europea dei produttori di calcestruzzo preconfezionato.

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Il calcestruzzo è nella nostra cultura



I Romani definivano calcis structio le strutture realizzate con quel composto di calce, sabbie pozzolaniche, mattoni macinati, pietre macinate e acqua che si è evoluto nei secoli nel calcestruzzo



*“Un cattivo calcestruzzo viene confezionato mescolando semplicemente cemento, inerti e acqua, gli stessi ingredienti che si usano per confezionare un buon calcestruzzo. L'unica differenza è il **know-how** del procedimento”*

Adam M. Neville



Il calcestruzzo



Le caratteristiche del “Calcis structio”:

- ✓ mix-design
- ✓ cemento, aggregati, acqua, aria, eventuali additivi e/o aggiunte
- ✓ reazione di idratazione del cemento a contatto con l’acqua

I componenti del calcestruzzo

Norme di riferimento previste dalle Norme tecniche per le costruzioni

| | |
|------------------|---|
| Leganti | UNI EN 197-1 |
| Aggregati | UNI EN 12620 UNI EN 13055-1 UNI 8520-1 UNI 8520-2 |
| Aggiunte | UNI EN 450-1 UNI EN 206:2016 UNI 11104:2016 |
| Additivi | UNI EN 934-2 |
| Acqua di impasto | UNI EN 1008:2003 |



Gli impianti di produzione del calcestruzzo con processo industrializzato devono essere dotati di certificato FPC (Factory Production Control)



- *d.m. 17 gennaio 2018 – aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni (NTC)*
- *Le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato*



Caratteristiche allo stato fresco

- ✓ Lavorabilità
- ✓ Contenuto di cemento
- ✓ Rapporto a/c
- ✓ Contenuto d'aria
- ✓ Contenuto di fibre
- ✓ Capacità di attraversamento (calcestruzzo SCC)
- ✓ Resistenza alla segregazione (calcestruzzo SCC)
- ✓ Viscosità (calcestruzzo SCC)

Lavorabilità

Capacità del calcestruzzo di essere facilmente trasportato o gettato e costipato nelle casseforme. Viene misurata attraverso la determinazione dello slump definito come l'abbassamento del calcestruzzo, appena sformato dal cono di Abrams, rispetto alla altezza iniziale di 300 mm.



➔UNI EN 206:2016

Contenuto d'aria

Il contenuto d'aria (intrappolata o aggiunta nei conglomerati confezionati con additivi aeranti) dovrà risultare conforme ai valori prescritti. Potrà essere determinato in occasione dei controlli di accettazione o su richiesta del Direttore lavori con la procedura descritta nella norma UNI 12350-7.



➔UNI EN 206:2016

➔UNI EN 12350



Rapporto a/c

Per il calcolo del rapporto a/c equivalente necessario per soddisfare sia i requisiti di durabilità che di resistenza meccanica a compressione, si farà riferimento alla sola acqua efficace intesa come l'acqua che dopo il mescolamento degli ingredienti si trova all'esterno dei granuli dell'aggregato lapideo.

→ *UNI EN 206:2016*

→ *UNI 11104:2016*



Contenuto di fibre

Il contenuto di fibre nel calcestruzzo fresco deve essere ricavato dalla copia stampata delle quantità registrate in fase di dosaggio o qualora non si utilizzi un sistema di registrazione automatico, dal tabulato di produzione abbinato all'elenco di composizione degli impasti.

→ *UNI EN 206:2016*



Calcestruzzo fibrorinforzato

Calcestruzzo caratterizzato dalla presenza di fibre discontinue nella matrice cementizia. Le nuove Norme tecniche per le costruzioni prevedono il calcestruzzo fibrorinforzato (FRC) tra i materiali per la realizzazione delle infrastrutture. Ciò implica che tale materiale venga fornito sotto la responsabilità del produttore di calcestruzzo che deve qualificarlo in accordo a quanto previsto nel paragrafo 11.1. Nel testo si afferma che le fibre, che possono essere realizzate in acciaio o materiale polimerico, devono essere marcate CE in accordo alle norme europee armonizzate quali la UNI EN 14889-1 e la UNI EN 14889-2.

Per la qualificazione del calcestruzzo fibrorinforzato e la progettazione delle strutture realizzate con tale calcestruzzo nel decreto si afferma che si dovrà fare esclusivo riferimento a specifiche disposizioni, che verranno emanate a breve dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.



Caratteristiche allo stato indurito

Resistenza caratteristica (R_{ck}): la resistenza per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori. Nelle NTC la resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini come descritti nella norma stessa, confezionati e stagionati come specificato al § 11.2.4, eseguite a 28 giorni di maturazione.

Durabilità: conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche, proprietà essenziale affinché i livelli di sicurezza vengano mantenuti durante tutta la vita dell'opera.

➔ *UNI EN 206:2016 – d.m. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"*

Il trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo, dal sito di confezione al luogo d'impiego, deve essere effettuato con mezzi adeguati a garantire il mantenimento delle prestazioni previste nel progetto. Il mezzo di trasporto più diffuso, l'autobetoniera, mantiene in agitazione il calcestruzzo con rotazione a bassi giri del tamburo.



Il trasporto del calcestruzzo

Per ogni carico di calcestruzzo si predispone il documento di trasporto (DDT) che deve contenere:

- a) gli estremi fiscali del fornitore e l'ubicazione dell'impianto di produzione;
- b) gli estremi del destinatario ed il cantiere di destinazione;
- c) il vettore;
- d) la targa del mezzo;
- e) il numero del Certificato FPC (univoco);
- f) l'indicazione della quantità da consegnare, espressa in metri cubi;
- g) le informazioni relative agli orari, e in particolare:
 - data e ora di carico, ovvero ora del primo contatto tra acqua e cemento;
 - ora di arrivo del mezzo in cantiere;
 - ora di inizio dello scarico ed ora entro la quale deve essere completato;
- h) la descrizione del prodotto, oltre all'eventuale denominazione commerciale propria di ciascuna azienda.

➔ *Linee guida sulla posa in opera del calcestruzzo del CSLPP*



La prescrizione

Vita nominale (V_N): numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, mantiene specifici livelli prestazionali.

| Vita nominale (V_N) | Tipo di costruzione |
|-------------------------|---|
| 10 anni | Costruzioni temporanee e provvisorie |
| 50 anni | Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari |
| 100 anni | Costruzioni con livelli di prestazioni elevati |

d.m. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"

La prescrizione

Cause di degrado:

- ✓ corrosione indotta da carbonatazione
- ✓ corrosione indotta da cloruri non provenienti da acqua di mare
- ✓ corrosione indotta da cloruri provenienti da acqua di mare
- ✓ attacco chimico alla pasta cementizia da parte di alcuni agenti aggressivi
- ✓ degrado dovuto ad azioni di cicli di gelo-disgelo

Classi di esposizione ambientale

→ UNI EN 206:2016

→ UNI 11104:2016

| Classe | Agente/ambienti di degrado |
|--------|--|
| X0 | Assenza di rischio di corrosione delle armature o di attacco del calcestruzzo |
| 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 | Attacco del calcestruzzo provocato da cicli di gelo/disgelo con o senza sali disgelanti |
| XA | Attacco chimico del calcestruzzo |

La prescrizione

Requisiti di base:

- ✓ richiesta di conformità alla UNI EN 206:2016
- ✓ classe di esposizione ambientale
- ✓ classe di resistenza caratteristica minima a compressione
- ✓ classe di consistenza
- ✓ classe di contenuto in cloruri (prospetto 15 - UNI EN 206:2016)
- ✓ dimensione massima nominale dell'aggregato

Requisiti di base: classi di esposizione e di resistenza UNI 11104



prospetto 5 Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

| | Classi di esposizione | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--------|--------|--------|--|--------|------------------------------------|--------|--------|--------|--|-------------------|-------|--|---|------|-----|
| | Nessun rischio di corrosione dell'armatura | Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione | | | | Corrosione delle armature indotta da cloruri | | | | | | Attacco da cicli di gelo/disgelo | | | | Ambiente aggressivo per attacco chimico | | |
| | | XC1 | XC2 | XC3 | XC4 | Acqua di mare | | Cloruri provenienti da altre fonti | | | | XF1 | XF2 | XF3 | XF4 | XA1 | XA2 | XA3 |
| Massimo rapporto a/c | - | 0,60 | 0,55 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | 0,50 | 0,45 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | |
| Minima classe di resistenza | C12/15 | C25/30 | C30/37 | C32/40 | C32/40 | C35/45 | C30/37 | C32/40 | C35/45 | C32/40 | C25/30 | C30/37 | C30/37 | 32/40 | 35/45 | | | |
| Minimo contenuto in cemento (kg/m ³) ^{a)} | - | 300 | 320 | 340 | 340 | 360 | 320 | 340 | 360 | 320 | 340 | 360 | 320 | 340 | 360 | | | |
| Contenuto minimo in aria (%) | | | | | | | | | | | | | 4,0 ^{b)} | | | | | |
| Altri requisiti | | | | | | E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare secondo UNI 9156 | | | | | | E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo | | | In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfati nei limiti del prospetto 2 della UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{c)} | | | |

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CEN/TS 12390-9, UNI CEN/TR 15177 o UNI 7087 per la relativa classe di esposizione. Il valore minimo di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con $D_{max} > 20$ mm; per D_{max} inferiori il limite minimo andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per D_{max} tra 12 mm e 16 mm).

b) Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.

c) Cementi resistenti ai solfati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI 9156 classifica i cementi resistenti ai solfati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza solfatica. La classe di resistenza solfatica del cemento deve essere prescelta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.

d) Quando si applica il concetto di valore k il rapporto massimo a/c e il contenuto minimo di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Requisiti di base: classi di consistenza - prospetti 3, 4, 5, 6 UNI EN 206:2016



| Class | Slump tested in accordance with EN 12350-2 mm |
|------------------|---|
| S1 | 10 to 40 |
| S2 | 50 to 90 |
| S3 | 100 to 150 |
| S4 | 160 to 210 |
| S5 ^{a)} | ≥ 220 |

^{a)} See Note 1 to 5.4.1.

| Class | Degree of compactability tested in accordance with EN 12350-4 |
|------------------|---|
| C0 ^{a)} | ≥ 1,46 |
| C1 | 1,45 to 1,26 |
| C2 | 1,25 to 1,11 |
| C3 | 1,10 to 1,04 |
| C4 ^{b)} | < 1,04 |

^{a)} See Note 1 to 5.4.1.
^{b)} C4 applies only to lightweight concrete.

| Class | Flow diameter tested in accordance with EN 12350-5 mm |
|------------------|---|
| F1 ^{a)} | ≤ 340 |
| F2 | 350 to 410 |
| F3 | 420 to 480 |
| F4 | 490 to 550 |
| F5 | 560 to 620 |
| F6 ^{a)} | ≥ 630 |

^{a)} See Note 1 to 5.4.1.

| Class | Slump-flow ^{a)} tested in accordance with EN 12350-8 mm |
|-------|--|
| SF1 | 550 to 650 |
| SF2 | 660 to 750 |
| SF3 | 760 to 850 |

^{a)} The classification is not applicable to concrete with D_{max} exceeding 40 mm.

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Requisiti di base: classe di contenuto in cloruri - prospetto 15 UNI EN 206:2016

| Concrete use | Chloride content class ^a | Maximum Cl ⁻ content by mass of cement ^b % |
|--|-------------------------------------|--|
| Not containing steel reinforcement or other embedded metal with the exception of corrosion-resisting lifting devices | CI 1,00 | 1,00 |
| Containing steel reinforcement or other embedded metal | CI 0,20 | 0,20 |
| | CI 0,40 ^c | 0,40 |
| Containing prestressing steel reinforcement in direct contact with concrete | CI 0,10 | 0,10 |
| | CI 0,20 | 0,20 |

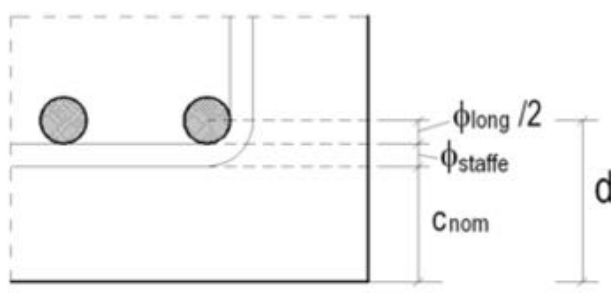
^a For a specific concrete use, the class to be applied depends upon the provisions valid in the place of use of the concrete.

^b Where additions are used and are taken into account for the cement content, the chloride content is expressed as the percentage chloride ion by mass of cement plus total mass of additions that are taken into account.

^c Different chloride content classes may be permitted for concrete containing CEM III-cements according to provisions valid in the place of use.

Le NTC non prevedono l'obbligatorietà del rispetto dei valori previsti dalla UNI EN 206:2016

La prescrizione



COPRIFERRO NOMINALE (c_{nom}): distanza tra la superficie dell'armatura più esterna e la faccia del calcestruzzo più prossima. Tale valore non va confuso con il parametro (d') utilizzato nei calcoli per la definizione dell'altezza utile della sezione (d).

→ Eurocodice 2

La prescrizione: alcuni esempi

VILLETTA UNIFAMILIARE

SITUATA A PIU' DI 3 KM DAL MARE E A QUOTA INFERIORE A 800 MT



VILLETTA UNIFAMILIARE

SITUATA A MENO DI 3 KM DAL MARE



VILLETTA UNIFAMILIARE

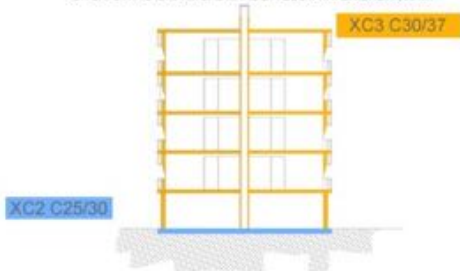
SITUATA A QUOTA SUPERIORE A 800 MT



La prescrizione: alcuni esempi

EDIFICIO DI CIVILE ABITAZIONE

SITUATO A PIU' DI 3 KM DAL MARE E A QUOTA INFERIORE A 800 MT



EDIFICIO DI CIVILE ABITAZIONE

SITUATO A MENO DI 3 KM DAL MARE



EDIFICIO DI CIVILE ABITAZIONE

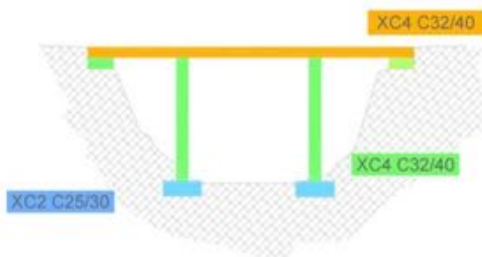
SITUATO A QUOTA SUPERIORE A 800 MT



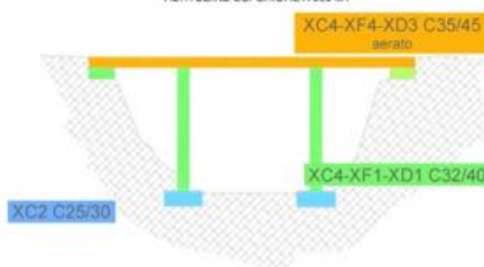
La prescrizione: alcuni esempi



PONTE STRADALE
ALTITUDINE INFERIORE A 800 MT



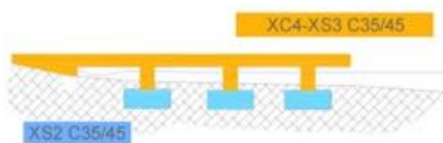
PONTE STRADALE
ALTITUDINE SUPERIORE A 800 MT



La prescrizione: alcuni esempi



BANCHINA PORTUALE/MOLO



SERBATOIO INTERRATO



COLLETTORE FOGNARIO





Il calcestruzzo è il materiale più utilizzato al mondo dopo l'acqua.

In Italia la quasi totalità delle strutture sono realizzate in calcestruzzo armato.

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Il calcestruzzo per i grattacieli

“I più semplici elementi statici acquistano, con il cemento armato, un interesse architettonico altrettanto nuovo quanto espressivo”

Pier Luigi Nervi

Il calcestruzzo in galleria

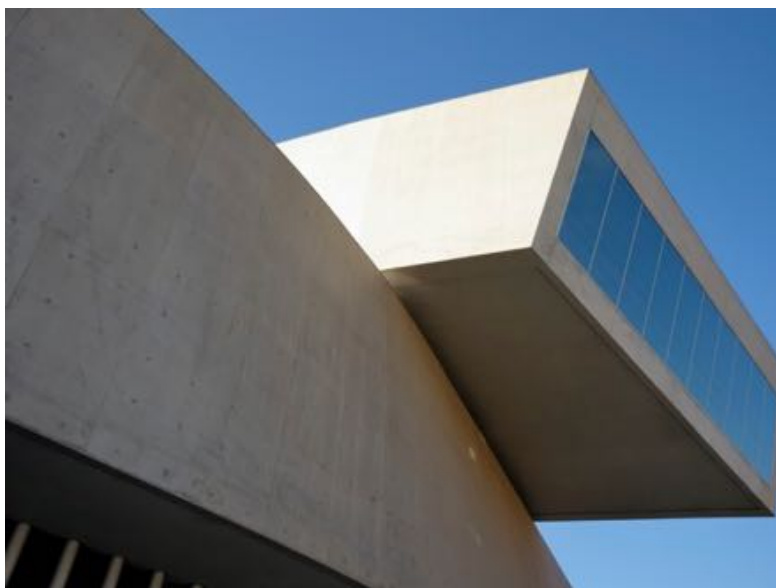
Il concetto di progettazione di una galleria si è modificato in termini di “progettazione dell'emergenza”. In questa chiave gioca un ruolo fondamentale la scelta appropriata del materiale giusto



Il calcestruzzo e l'architettura

“Il fatto di poter creare pietre fuse, di qualunque forma, superiori alle naturali poiché capaci di resistere a tensione ha qualche cosa di magico”

Pier Luigi Nervi



Le potenzialità costruttive

IL CALCESTRUZZO COME MATERIALE PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO...

- ✓ materiale idoneo: versatile prestazionalmente, resistente e durabile, semplice, di rapido utilizzo, si adatta a molteplici esigenze
- ✓ materiale sano, non rilascia inquinanti a contatto con l'acqua



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Self Compacting Concrete (SCC)

calcestruzzo così fluido da poter essere messo in opera senza alcuno sforzo di compattazione. I calcestruzzi SCC devono essere privi di segregazione e confezionati con un basso a/c grazie agli additivi superfluidificanti.



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Le potenzialità costruttive



Il calcestruzzo lavato



Il calcestruzzo colorato




Il calcestruzzo trasparente



Il calcestruzzo stampato



Il calcestruzzo drenante



“Applicazioni sempre più vaste sono ipotizzabili per il calcestruzzo, a condizione che esso venga confezionato come un materiale nobile”

Silvano Zorzi



Grazie per l'attenzione

Dott.ssa Antonella Rosato
La Garigliano Srl



Prescrizione e controllo delle forniture di calcestruzzo

Prof. Francesco Biasioli
ERMCO European Ready Mixed Concrete Organization

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018



Perché occorrono i controlli?



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Perché occorrono i controlli?



Perché occorrono i controlli?



Perché occorrono i controlli?



© M. Pettinaro
wordpress.com

Perché occorrono i controlli?



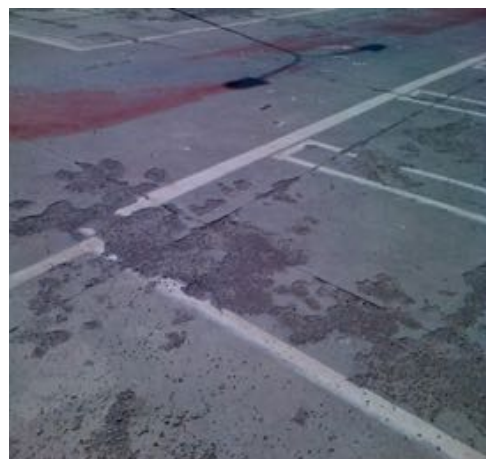
Staffa completamente
aperta e raddrizzata

L'esperienza degli altri



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Il degrado del calcestruzzo



2005 † 2007
XF - cicli gelo-
disgelo

2004 † 2008
XD - cloruri da sali
disgelanti

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Corrosione da cloruri Piemonte, 1975 - 2009



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

XC - corrosione da carbonatazione Piemonte, 1959 - 1971



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Durabilità e materiali - Torino, 1959



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

1920 - 2017: 76 anni al servizio dei "bisogni" dei cittadini



SETTORE URBANISTICA COMMERCIALE
SETTORE ARREDO ED IMMAGINE URBANA
SETTORE INFRASTRUTTURE PER IL COMMERCIO

Piano dei Servizi
Igienici della Città

Nome Sassari

Tipologia vespasiano Renzi

Ubicazione PIAZZA SASSARI

Circ. 7

Numero 94

Utilizzato

Gestione Amlat

Stato di conservazione Buono

Area parco/area verde

Note UNICO ESEMPIO DA
VALORIZZARE, BEN TENUTO

Azione da valorizzare come elemento
storico



DALLE NORME AL CANTIERE

La prescrizione del calcestruzzo NTC 2018 par. 11.2.1



1. Classe di resistenza
2. Classe di esposizione ambientale UNI EN 206: 2016
3. Classe di consistenza al getto
4. Diametro massimo aggregato
5. Classe di contenuto in cloruri, nel caso di di armature di pre o post-tensione permanentemente incorporate nei getti

La durabilità del calcestruzzo NTC 2018 par. 11.2.11



...Adottare provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e quelli derivanti dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

A tal fine, valutate opportunamente le **condizioni ambientali** del sito ove sorgerà la costruzione o quelle di impiego, conformemente alle indicazioni della **tabella 4.1.III**, **in fase di progetto** dovranno essere indicate le caratteristiche del calcestruzzo da impiegare in accordo alle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del CSLPP, facendo anche, in assenza di analisi specifiche, utile riferimento alle norme UNI EN 206 ed UNI11104....

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

| 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 |

La durabilità del calcestruzzo secondo le NTC 2018 par. 11.2.11

Devono essere rispettati i valori del **copriferro nominale** di cui al punto 4.1.6.1.3, nonché le modalità e la durata della maturazione umida in accordo alla UNI EN 13670:2010, alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale ed alle Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera pubblicate dall'STC del CSLPP dei Lavori Pubblici.

Ai fini della valutazione della durabilità, nella formulazione delle prescrizioni sul calcestruzzo, si potranno prescrivere anche **prove per la verifica della resistenza alla penetrazione degli agenti aggressivi**, quali ad esempio anidride carbonica e cloruri.

Si può, inoltre, tener conto del **grado di impermeabilità** del calcestruzzo, determinando il valore della profondità di penetrazione dell'acqua in pressione. Per la prova di determinazione della profondità della penetrazione dell'acqua in pressione nel calcestruzzo indurito potrà farsi utile riferimento alla norma UNI EN 12390-8.



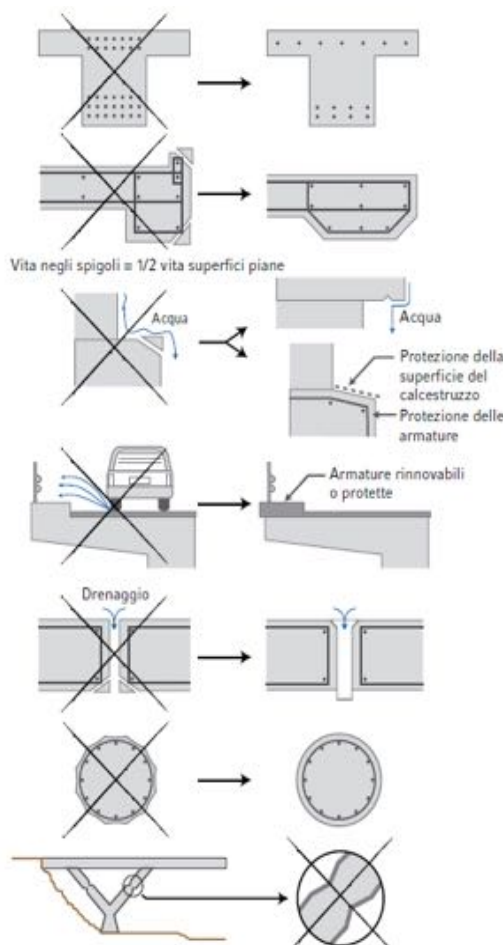
Durabilità: forme e dettagli

In genere, cercare di utilizzare sezioni COMPATTE = che massimizzano lo spessore fittizio

$$h_0 = A_c / (u/2)$$

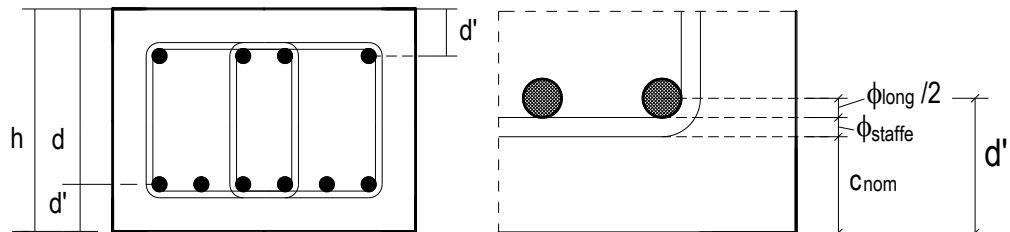
u = perimetro a contatto con l'aria della sezione di area A_c

(NT 11.2.10.6 – 10.7 Ritiro e viscosità)



Durabilità =

- Classe di esposizione ambientale
- + corretta specifica del calcestruzzo
- + corretti dettagli costruttivi
- + corrette modalità di messa in opera e stagionatura



$$C_{nom} = \max (C_{min,b}, C_{min,dur}) + 10 \text{ (mm)} \geq 20 \text{ mm}$$

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

| Classe di esposizione ambientale | Copriferro $c_{min,dur}$ [mm] | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|----|----|----|-------------------|-------------------|-------------------|----|
| | 15 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| XC1 | | | | | C25/30, 0.60, 300 | | | |
| XC2 | | | | | | C25/30, 0.60, 300 | | |
| XC3 | | | | | | C28/35, 0.55, 320 | | |
| XC4 | | | | | | C32/40, 0.50, 340 | | |
| XD1 | | | | | | | C28/35, 0.55, 320 | |
| XD2 | | | | | | | C35/45, 0.45, 360 | |
| XD3 | | | | | | | C35/45, 0.45, 360 | |
| XS1 | | | | | | | C28/35, 0.55, 320 | |
| XS2 | | | | | | | C35/45, 0.45, 360 | |
| XS3 | | | | | | | C35/45, 0.45, 360 | |
| XF1 | | | | | C28/35, 0.50, 320 | | | |
| XF2 – XF3 | | | | | C25/30, 0.50, 340 | | | |
| XF4 | | | | | C28/35, 0.45, 360 | | | |
| XA1 | | | | | C28/35, 0.55, 320 | | | |
| XA2 | | | | | C32/40, 0.50, 340 | | | |
| XA3 | | | | | C35/45, 0.45, 360 | | | |

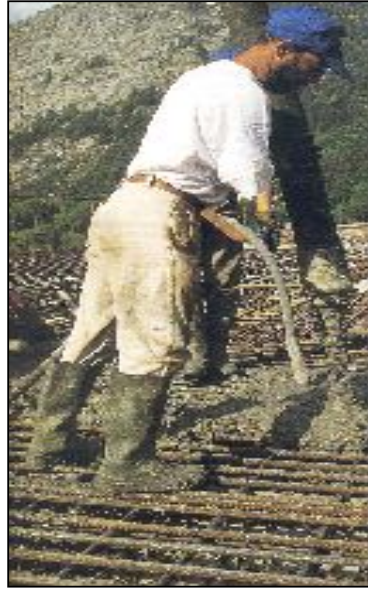
Tab. 23.01 - Copriferro c_{min} e caratteristiche di composizione del calcestruzzo (EN206-1 ed EC2)

$$C_{nom} = \max (C_{min,b}, C_{min,dur}) + 10 \text{ (mm)} \geq 20 \text{ mm}$$

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

LAVORABILITA' DEL CALCESTRUZZO

Attitudine del calcestruzzo ad essere trasportato e posato in opera.



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Coesione - lavorabilità



Troppo umido,
separazione

+ legante

Troppo secco,
poco lavorabile,
nidi di ghiaia

+ acqua

Plastico,
lavorabile

OK

Rapporto a/c: tra 0,40-0,45 (ottime prestazioni)
e 0,60



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018



Tipico aspetto di un impasto normale



Tipico aspetto di un impasto sabbioso: è troppo «liscio!»



LISTINO PREZZI OTTOBRE 2007

Normative di riferimento:
 UNI EN 206-1 Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità
 UNI 11104 Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

I prezzi si riferiscono a calcestruzzi con aggregato D_{max} 31,5 mm e classe di consistenza S3

| Descrizione dell'ambiente di esposizione | Classe di esp. | a/c _{max} | CALCESTRUZZO DURABILE A PRESTAZIONE GARANTITA PER IMPIEGHI STRUTTURALI | | | | |
|--|----------------|--------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | R _{ck} 45 | R _{ck} 40 | R _{ck} 37 | R _{ck} 35 | R _{ck} 30 |
| | | | €/m ³ | | | | |

CORROSIONE INDOTTA DA CARBONATAZIONE

| | | | | | | | |
|------------------------------------|-----|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Asciutto o permanentemente bagnato | XC1 | 0,80 | 119,00 | 114,00 | 110,00 | 106,00 | 102,00 |
| Bagnato, raramente asciutto | XC2 | 0,80 | 119,00 | 114,00 | 110,00 | 106,00 | 102,00 |
| Umidità moderata | XC3 | 0,55 | 121,00 | 116,00 | 112,00 | 108,00 | |
| Ciclicamente asciutto e bagnato | XC4 | 0,50 | 125,00 | 118,00 | | | |

CORROSIONE INDOTTA DAI CLORURI ESCLUSI QUELLI PROVENIENTI DALL'ACQUA DI MARE

| | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|------|--------|--------|--------|--------|--|
| Umidità moderata | XD1 | 0,55 | 122,00 | 117,00 | 113,00 | 109,00 | |
| Bagnato, raramente asciutto | XD2 | 0,50 | 124,00 | 119,00 | | | |
| Ciclicamente asciutto e bagnato | XD3 | 0,45 | 127,00 | | | | |

CORROSIONE INDOTTA DAI CLORURI PRESENTI NELL'ACQUA DI MARE

| | | | | | | | |
|---|-----|------|--|--|--|--|--|
| Esposizione alla salinità ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare | XS1 | 0,50 | | | | | |
| Permanentemente sommerso | XS2 | 0,45 | | | | | |
| Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea | XS3 | 0,45 | | | | | |

ATTACCO DEI CICLI GELO/DISGELO CON O SENZA SALI DISGELANTI

| | | | | | | | |
|--|-----|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante | XF1 | 0,50 | 125,00 | 118,00 | | | |
| Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante | XF2 | 0,50 | 126,00 | 122,00 | 116,00 | 115,00 | 111,00 |
| Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante | XF3 | 0,50 | 127,00 | 124,00 | 119,00 | 116,00 | 112,00 |
| Elevata saturazione d'acqua, in presenza di agente antigelo oppure acqua di mare | XF4 | 0,45 | 130,00 | 126,00 | 121,00 | 117,00 | |

ATTACCO CHIMICO

| | | | | | | | |
|------------------------|-----|------|--------|--------|--------|--------|--|
| Aggressività debole | XA1 | 0,55 | 125,00 | 120,00 | 119,00 | 115,00 | |
| Aggressività moderata* | XA2 | 0,50 | 125,00 | 122,00 | | | |
| Aggressività forte* | XA3 | 0,45 | 126,00 | | | | |

* Calcestruzzi che soddisfino i requisiti di durabilità previsti dalla UNI 11104 ma non dalla Linea Guida del Consiglio Superiore dei LL.PP. (Dicembre 1999).
 * Nel caso in cui l'aggressione sia dovuta alla presenza di acidi è necessario l'utilizzo di cementi resistenti ai acidi e quindi il prezzo è da concordare.

CALCESTRUZZO A PRESTAZIONE GARANTITA PER IMPIEGHI STRUTTURALI

| | | |
|------------------|-------|-------|
| R _{ck} | 25 | 20 |
| €/m ³ | 97,00 | 94,00 |

CALCESTRUZZO A PRESTAZIONE GARANTITA PER IMPIEGHI NON STRUTTURALI

| | | | |
|------------------|-------|-------|-------|
| R _{ck} | 15 | 10 | 5 |
| €/m ³ | 91,00 | 88,00 | 84,00 |

non si esclude alcuna responsabilità nel caso siano utilizzati calcestruzzi per impieghi non strutturali in strutture erette in difformità a quanto previsto dalla Legge 1089 del 05.11.1971 e dalla relativa Norma Tecnica vigente.

ALTRE CARATTERISTICHE

| | | | |
|-------------|----|-------------------|-------------------------|
| Consistenza | S4 | (netto da scorte) | + 2,60 €/m ³ |
| | S5 | (netto da scorte) | + 5,20 €/m ³ |

Ci giochiamo la vita (nostra e degli altri!) per un pezzo di pane



© M. Pettinaro
wordpress.com

40 pilastri (0,30 x 0,30) x 3,10 m x 7 piani = 78 m³

Aumento di due classi di resistenza = 12 €/ m³

78 x 12 = 936 €

Il rapporto **prezzo-prestazioni:**

È il «normale» criterio di scelta in tutte le decisioni d'acquisto (razionali)

Se si progetta «correttamente» utilizzando un calcestruzzo più performante non si aumenta, anzi si **RIDUCE il costo di costruzione**

- come ben sanno i prefabbricatori,
- come non hanno ancora capito quasi tutte le imprese, **che vanno «educate» dai loro professionisti...**



Ottimizzare il progetto

$$N_{Rd} = N_{Rd,cls} + N_{Rd,s} = 0,85 f_{cd} A_c + A_s f_{yd}$$

$$0,85 f_{cd} = 0,85 \times (0,83 R_{ck}/1,5) = 0,47 R_{ck}$$

$$N_{Rd} = 0,47 R_{ck} A_c + A_s f_{yd}$$

Deve essere $N_{Rd} \geq N_{Ed}$ (in progetto si pone $N_{Rd} = N_{Ed}$).
In zona sismica si progetta «correttamente» la sezione di calcestruzzo A_c imponendo :

- per elementi «secondari» (M_{Ed} trascurabile)
 - $(N_{Ed} - A_s f_{yd}) = N_{Rd,cls} = 0,47 R_{ck} A_c$
- - per elementi «primari» (M_{Ed} significativo)
 - $(N_{Ed} - A_s f_{yd}) = (0,40-0,50) 0,47 R_{ck} A_c$
 - $(N_{Ed} - A_s f_{yd}) = N_{Rd,cls} = 0,20 R_{ck} A_c$

Si può operare su R_{ck} o su A_c : un calcestruzzo più «performante» (R_{ck} maggiore) permette di ridurre, entro certi limiti, la sezione d'area A_c e di conseguenza il volume dunque il costo del pilastro.

Il rapporto **prezzo-prestazioni**:
«normale» criterio di scelta in tutte
le decisioni d'acquisto (razionali!)

| Variabile | u.d.m. | Classe | | |
|-----------------------------|-------------------|------------|-------------|-------------|
| | | C20/25 | C25/30 | C28/35 |
| Classe di esposizione | | - | XC1 | XC3 |
| R_{ck} | N/mm ² | 25 | 30 | 35 |
| Prezzo | €/m ³ | 97 | 102 | 108 |
| Prezzo relativo | % | 100 | 105,2 | 111,3 |
| Prestazione relativa | % | 100 | 120 | 140 |
| Rapporto prezzo/prestazioni | | 1 | 0,88 | 0,80 |

Passando a R_{ck} 35 aumentano sia il costo del calcestruzzo (+11%) che la R_{ck} (+40%). Rispetto a R_{ck} 25 l'area di calcestruzzo si riduce di 1,40 e il costo del pilastro, in teoria, si riduce all':

$$[(A_c/1,40) \times 1,11] \times 100 = 80\%$$

CONCLUSIONI

- ✓ La classe del calcestruzzo va individuata **DOPO** aver definito la classe di esposizione ambientale.
- ✓ La prescrizione del calcestruzzo deve essere fatta seguendo le indicazioni della norma, altrimenti **il materiale non è individuato in modo completo**, dunque non sono possibili confronti di prezzo tra fornitori.
- ✓ La scelta del copriferro minimo per la durabilità dipende dalla classe di esposizione e definisce le sagome delle staffe.
- ✓ Materiali con prestazioni più elevate, anche se costano più di materiali meno performanti, **riducono il costo di costruzione e resistono meglio alle sollecitazioni e alle aggressioni ambientali.**

I controlli del calcestruzzo

Vari livelli, con attori e finalità diverse:

- autocontrollo della produzione (IM)
- valutazione preliminare della resistenza (IM)
- controlli di accettazione (CA)
- controlli di conformità (-)
- controlli su opera finita (CA)

IM = impianto CA = cantiere

Norme: Legge 380, DM 14/01/2008 NTC, UNI EN 206

I controlli

| COSA | CHI | QUANDO | DOVE |
|--|--|-----------------------------------|---|
| Autocontrollo | Produttore | Durante la fornitura | Impianto |
| Valutazione preliminare della resistenza | Costruttore e Direttore Lavori | Prima dell'inizio della fornitura | Impianto/ Laboratorio aut. |
| Controllo di accettazione | Direttore Lavori | Durante la fornitura | Prelievo a piè d'opera, prove in Laboratorio aut. |
| Controllo di conformità | Dir Lavori e Collaudatore | Dopo la fornitura | Elaborazione risultati prove di Laboratorio |
| Controllo della resistenza in opera del calcestruzzo | Collaudatore / Direttore Lavori e Costruttore | A strutture ultimate | Prove in situ |

Autocontrollo

Controlli che il **produttore** di calcestruzzo effettua per verificare la sua produzione e a cui si fa riferimento nella certificazione FPC.

(UNI EN 206:2014 – Linee Guida del STC)



Valutazione preliminare della resistenza

Per determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la composizione di una miscela in grado di dare un calcestruzzo che abbia la resistenza di progetto.

Per calcestruzzo prodotto con processo industrializzato il **Direttore Lavori** acquisisce dal produttore un **dossier prestazionale** che descrive in dettaglio le miscele di cui è previsto l'impiego durante la costruzione.

(Par. 11.2.2 dm 14/01/2008)

I controlli

| COSA | CHI | QUANDO | DOVE |
|--|--|-----------------------------------|---|
| Autocontrollo | Produttore | Durante la fornitura | Impianto |
| Valutazione preliminare della resistenza | Costruttore e Direttore Lavori | Prima dell'inizio della fornitura | Impianto/ Laboratorio aut. |
| Controllo di accettazione | Direttore Lavori | Durante la fornitura | Prelievo a piè d'opera, prove in Laboratorio aut. |
| Controllo di conformità | Dir Lavori e Collaudatore | Dopo la fornitura | Elaborazione risultati prove di Laboratorio |
| Controllo della resistenza in opera del calcestruzzo | Collaudatore / Direttore Lavori e Costruttore | A strutture ultimate | Prove in situ |

Controllo di accettazione: i compiti di Direttore Lavori e Collaudatore

Il **Direttore Lavori** ha
l'**obbligo**

di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la **conformità delle caratteristiche del calcestruzzo posto in opera rispetto a quelle stabilite dal progetto** e sperimentalmente verificate in sede di valutazione preliminare.

Il **Collaudatore** ha
l'**obbligo**

di verificare che tali controlli siano stati effettuati e di esaminarne i risultati.

(Par. 11.2.5 dm 14/01/2008)

Controllo di accettazione

Eseguito dal **Direttore dei Lavori** durante l'esecuzione dell'opera, in base ai risultati di prova di provini prelevati durante la **messa in opera** del calcestruzzo.

(Par. 11.2.2 dm 14/01/2008 NTC)



Il controllo di accettazione: la documentazione

Prima dell'inizio delle forniture il **Direttore Lavori** ha l'obbligo di verificare che esista la certificazione FPC relativa a ciascun impianto coinvolto nella fornitura.

Per ciascuna fornitura il Direttore Lavori ha l'obbligo di verificare la rispondenza delle informazioni contenute nel documento di trasporto (DDT) con le specifiche, nonché la rispondenza del numero di certificato indicato sul DDT con quello dell'impianto.

(Par. 11.2.8 dm 14/01/2008)

II DDT (1/3)

Oltre alle informazioni anagrafiche e fiscali contiene **informazioni sulla fornitura**:

- il **numero del Certificato FPC** (univoco) che deve corrispondere con la copia conforme in possesso dell'impresa e/o della Direzione dei Lavori
- l'indicazione della **quantità consegnata** in metri cubi (m^3 - mc);
- informazioni relative agli **orari** (data e ora di carico, ora di arrivo del mezzo in cantiere)

II DDT (2/3)

- la **descrizione del prodotto** contenente almeno:
 - la CLASSE DI RESISTENZA (esempio “C32/40”, esprimibile anche come “Rck 40”)
 - la CLASSE DI CONSISTENZA (esempio “S4”) ovvero, in alternativa, un valore numerico (esempio 210 mm).
 - la CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE (esempio “XC4”)
 - il DIAMETRO MASSIMO DELL’AGGREGATO (“Dmax” o semplicemente “D” seguito da un numero (mm) - per esempio “D16”, “D20” o “D32”)

II DDT (3/3)

La **descrizione del prodotto** contenente almeno:

- il TIPO, la CLASSE e il CONTENUTO di cemento (espresso in kg/mc);
- il CONTENUTO e il TIPO dell’eventuale additivo e/o aggiunta;
- il RAPPORTO ACQUA/CEMENTO in peso (espresso in decimali, per esempio “0,55”) oppure, in alternativa, la CLASSE DI CONSISTENZA;
- Il DIAMETRO MASSIMO dell’aggregato
- la COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA della miscela di aggregati.

Se previsto a contratto, tali dati possono essere riportati anche sul DDT di un calcestruzzo a prestazione.



Controllo di accettazione: il DDT

IMPIANTO BRESCIA S. POLO certificato secondo DM 14/09/05
 Cert.n. 0025/TP/CL5/06 r.l.l. il 28/06/06 da
 Ind.: Loc. S. Polo-F. Bettola Tel: 030,23000
 25100 BRESCIA (BG) Fax:

| | | | | | | | | | |
|---|---|--------------|---------------|-----------------|--|---------------|---|------------|----------------|
| COD. CIVILTÀ | COD. IMPianto | COD. CLIENTE | COD. CANTIERE | GR | DATA D.D.T. | NUMERO D.D.T. | DOCUMENTO DI TRASPORTO (D.M. 14/09/05 del 14/09/05) integrato dai settori di vettura | | |
| 110000 | 2278 | 19964 | 5679823 | | 11/12/2008 | 108828 | 1234189 | | |
| DESTINATARIO/CESSIONARIO | | | | | DATI VEITORE | | | | |
| Ditta _____ | | | | | Ditta _____ | | | | |
| Via _____ | | | | | Via _____ | | | | |
| Città _____ | | | | | Città _____ | | | | |
| DESTINATARIO MATERIALE E/O PRESTAZIONE (compilare solo se diretto da cessionario) | | | | | AUTOMEZZO: _____ ALTRIA _____ | | | | |
| Ditta _____ | | | | | TRASPORTO A CURA DEL: _____ ASPETTO ESTERNO DEI BENI: SPUSO | | | | |
| Indirizzo _____ | | | | | <input type="checkbox"/> DESSINIVO <input type="checkbox"/> METICRE <input type="checkbox"/> ISBRATINO <input type="checkbox"/> METICRE | | | | |
| DESTINAZIONE: PREALPINO | | | | | CONSEGNA FRANCO: 11 F. DESTINO: VENDITA CLS | | | | |
| CODICE | QUANTITÀ | UNITÀ | CLASSE | PREZZO UNITARIO | PREZZO TOTALE | CL. CONDIZ. | CL. MAX | CL. DEPOS. | TOT. CREDITIVA |
| 45L FLODOKXCI 54 RC | 42,5 | LI/A | 11 | 10,00 | 425,00 | 30 | 54 | 32 | PLATTA |
| DESCRIZIONE | NATURA E TIPOLOGIA DEI BENI DA CONSERVARE | UNITÀ | QUANTITÀ | PREZZO UNITARIO | PREZZO TOTALE | NOTE | | | |

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018



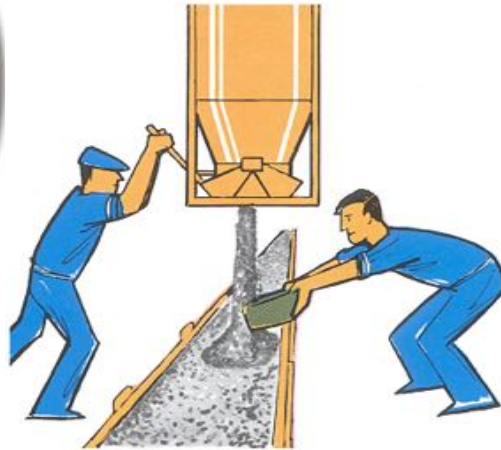
Controllo di accettazione: il DDT

| | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|------------------|-----------|----------------------|--------------|--|------------|---|------------|--------|
| Colore/numero di marcatura con pompa | DETTO | CODICE POMPA | UM | ORA DI SCARICA | DATA SCARICA | INIZIO DETTO | FINE DETTO | SOSTA UM | FIRMA | |
| 1 | | LTD489 13 769 | M3 | 10.00 | | | | | 09.53 | |
| DATI CONTO LAVORAZIONE | | | | | | ORA INIZIO TRASPORTO | | | | |
| Calcestruzzo con lavorazione di: cemento <input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaia <input type="checkbox"/> | | | | | | MANCAIA CONSEGNA <input type="checkbox"/> RITIRO PARZIALE <input type="checkbox"/> MC <input type="checkbox"/> | | | | |
| Materiali di proprietà della Calcestruzzi SpA | | | | | | CAUSALE | | | | |
| Aggiunte nelle lavorazioni: cemento <input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaia <input type="checkbox"/> | | | | | | RITIRO NUOVO TRASPORTO | | | | |
| VARIAZIONE CANTIERE | | | | | | RESTITUIRI AL MITTENTE: MC <input type="checkbox"/> Cass <input type="checkbox"/> Cna <input type="checkbox"/> | | | | |
| Località | | | | | | Firma vettore e autista | | | | |
| VARIAZIONE DESTINATARIO | | | | | | Firma destinatario | | | | |
| Ditta | | | | | | | | | | |
| Via | | | | | | | | | | |
| Città | | | | | | | | | | |
| 974 | Nome Prodotto | UM | FORMULA | TEORICO 0,104 U.sac. | CONCRETO | DOGATO TP | Carote | Err. % H2O | In. X07-De | |
| TR2 | SABBIOMCINO 0/4 BG | 112.000 | 1120.000 | 7,61 | 0,61 | 1201.000 | 1186.000 | Aut. | -21,000 | -1,7 % |
| TR3 | INERTE MITGE 0/4 BG | 1548.000 | 15480.000 | 6,73 | 0,61 | 16400.000 | 16340.000 | Aut. | -80.000 | -0,4 % |
| TR5 | GHIAIA MONTICHI 8/16 | 249.000 | 2490.000 | 0,94 | 0,64 | 2475.000 | 2420.000 | Aut. | -55.000 | -2,2 % |
| ee2 | REZZATO 41.58 I BG | 300.000 | 3000.000 | | | 3000.000 | 2940.000 | Aut. | -60.000 | -2,0 % |
| ad2 | CREACTIVE AGI LT | 2.400 | 25.920 | | | 25.920 | 25.898 | Aut. | -0,222 | -0,1 % |
| 106 | ACQUA | Et | 1700.000 | | | 705.000 | 709.000 | Aut. | 4.000 | 0,6 % |
| | TOTALE | | 23615.920 | | | 23905.920 | 23614.898 | | | 974 |
| | DOGATO 1 mc | | 23615.920 | | | 23905.920 | 23614.898 | | | |
| H2O: Inerti 974 +dosata 709 +sap. 0 - 1683 ; A/C: Teor. 0,567 Reale 0,572 Temp.: min 5°C max 2°C max 6°C | | | | | | | | | | |
| Err. % Inerz.: -0,5%; F.L.C.:; Proc. materie: TR2-CREMONA; TR3-MONTICHIARI; TR5-MONTICHIARI; ee2-REZZATO | | | | | | | | | | |
| Le informazioni presentate nel documento sono valide solo in caso di assenza di contestazioni. DO: 8156097/0 | | | | | | INIZIO TRASPORTO | | Firma aggiuntiva richiesta dal cliente e del suo rappresentante | | |
| per una presente lista globale autimprete al DDT si dichiara che le sono trasportate come: | | | | | | Data | | Data | | |
| da una <input type="checkbox"/> se il peso è superiore a 20 kg e il volume è superiore a 1 m³ | | | | | | 11/12/08 | | 11/12/08 | | |
| o da una <input type="checkbox"/> se il peso è inferiore a 20 kg e il volume è inferiore a 1 m³ | | | | | | Cna | | Cna | | |
| o da una <input type="checkbox"/> se il peso è superiore a 20 kg e il volume è superiore a 1 m³ e il peso è superiore a 20 kg e il volume è superiore a 1 m³ | | | | | | 09.53 | | 09.53 | | |
| o da una <input type="checkbox"/> se il peso è superiore a 20 kg e il volume è superiore a 1 m³ e il peso è superiore a 20 kg e il volume è superiore a 1 m³ | | | | | | | | | | |
| Firma _____ | | | | | | Firma vettore e autista | | Firma destinatario | | |

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

IL CAMPIONAMENTO DEL CALCESTRUZZO

Il campione deve essere prelevato in modo tale da essere il più rappresentativo possibile del calcestruzzo in fase di messa in opera.

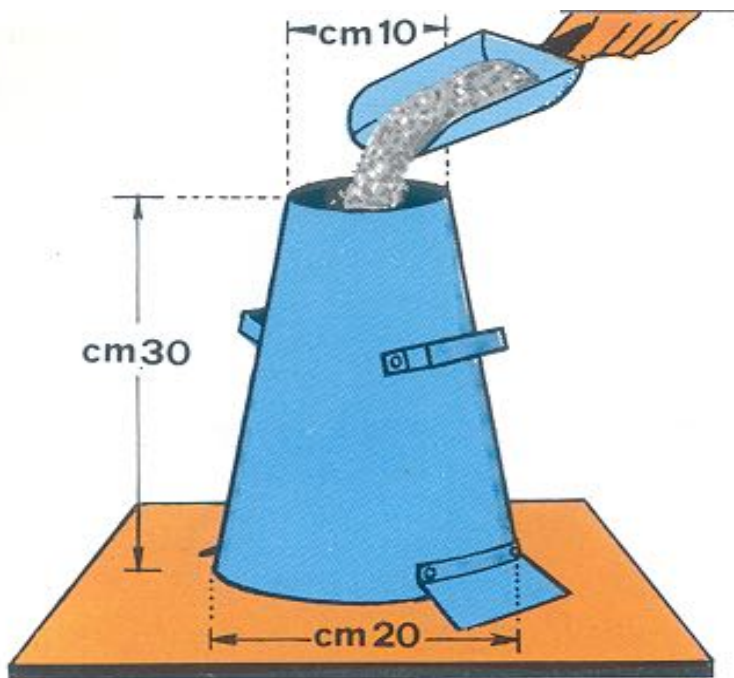


LA MISURA DELLA LAVORABILITA'



LA MISURA DELLA LAVORABILITA'

La prova del cono di Abrams ("Slump Test")



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

LA MISURA DELLA LAVORABILITA': IL CONO DI ABRAMS



Consistenza S1:
0 - 40 mm



Consistenza S2:
50 - 90 mm



Consistenza S3:
100 - 150 mm



Consistenza S4:
160 - 200 mm



Consistenza S5:
> 210 mm

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Misura dell'aria inglobata: il porosimetro



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Massa volumica del calcestruzzo fresco



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NE

Contenuto d'acqua del calcestruzzo fresco



DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ

Controllo di accettazione: le fasi

Un prelievo consiste nel prelevare al momento della posa in opera e **alla presenza del Direttore Lavori o di suo incaricato**, il calcestruzzo necessario per la confezione di **due** provini cubici.

Resistenza di **prelievo** = MEDIA delle due resistenze di prova



(Par. 11.2.3 dm 14/01/2008)

Prelievo dei provini cubici



Controllo di accettazione: i provini

Ciascun provino deve essere **chiaramente identificato** e firmato dal Direttore Lavori



(Par. 11.2.5 dm 14/01/2008)

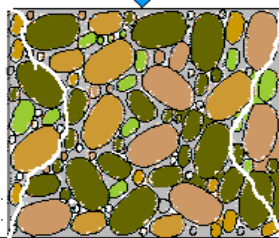
Controllo di accettazione: stagionatura

Prima di essere sottoposti a prova, i provini di calcestruzzo vanno stagionati a umidità (90%) e temperatura (20 °C) controllate per un periodo di $(4 \times 7) = 28$ giorni.



LA RESISTENZA A COMPRESSIONE

La resistenza a compressione, misurata su provini cubici o cilindrici, si esprime in N/mm^2 : $C_{cil/cu}$ es C 20/25

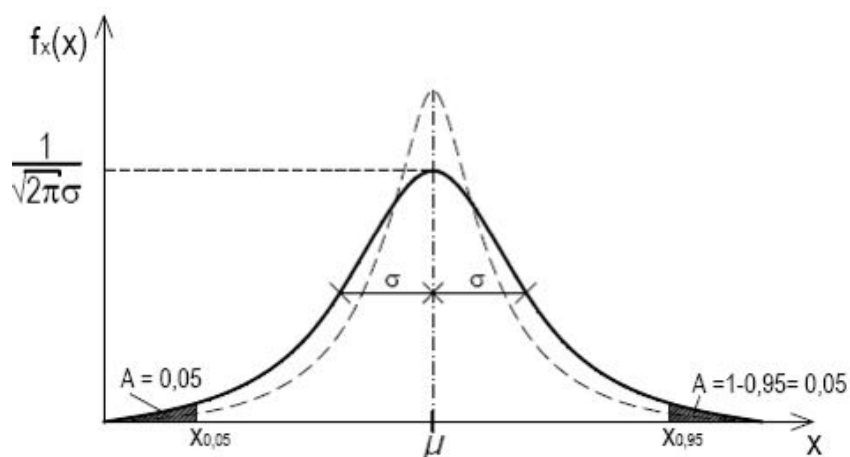


I controlli

| COSA | CHI | QUANDO | DOVE |
|--|--|-----------------------------------|---|
| Autocontrollo | Produttore | Durante la fornitura | Impianto |
| Valutazione preliminare della resistenza | Costruttore e Direttore Lavori | Prima dell'inizio della fornitura | Impianto/ Laboratorio aut. |
| Controllo di accettazione | Direttore Lavori | Durante la fornitura | Prelievo a piè d'opera, prove in Laboratorio aut. |
| Controllo di conformità | Dir Lavori e Collaudatore | Dopo la fornitura | Elaborazione risultati prove di Laboratorio |
| Controllo della resistenza in opera del calcestruzzo | Collaudatore / Direttore Lavori e Costruttore | A strutture ultimate | Prove in situ |

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

La resistenza caratteristica R_c



Res. caratteristica C30/35 $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza media $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38 \text{ N/mm}^2$
 s.q.m. limite $s = 0,15 \times 38 = 6 \text{ N/mm}^2$
 s.q.m. massimo $s = 0,30 \times 38 = 11 \text{ N/mm}^2$

DALLE NORME AL CANTIERE • PRESCRIZIONE CONTROLLI E RESPONSABILITÀ NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO • GAETA 16 MAGGIO 2018

Controllo di conformità: la verifica dei risultati

| CONTROLLO DI TIPO A | CONTROLLO DI TIPO B |
|--|--|
| (volume cls $\leq 1500 \text{ m}^3$) 1 controllo ogni 300 m^3 | (volume cls $\geq 1500 \text{ m}^3$) 1 controllo ogni 1500 m^3 |
| 1 controllo è rappresentato da 3 prelievi (6 provini) almeno 3 prelievi/ 300 m^3 <i>1 prelievo giornaliero</i> | almeno 15 prelievi/ 1500 m^3 1 prelievo giornaliero |
| $R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ [N/mm}^2]$ $R_m \geq R_{ck} + 3,5 \text{ [N/mm}^2]$ | $R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ [N/mm}^2]$ $R_m \geq R_{ck} + 1,4 * s \text{ [N/mm}^2]$ |

$$(s/R_m) \leq 0,15 \text{ (15\%)}$$

ove:

- R_m valore medio delle resistenze di prelievo;
- R_1 resistenza di prelievo avente valore minore;
- s scarto quadratico medio di tutte le resistenze di prelievo.

Stima della resistenza caratteristica

- 1) Si mettono in ordine crescente i risultati dei prelievi (media dei 2 risultati)
- 2) Si trova il valore minimo della serie R_{\min}
$$R_{ck,1} = R_{\min} + 3,5 \text{ (N/mm}^2)$$
- 3) Si calcola il valore medio R_m della serie (3 dati – controllo tipo A; n dati – controllo tipo B)
- 4) Per il solo controllo di tipo B, si calcola lo scarto quadratico medio campionario s
- 5) A: $R_{ck,2} = R_m - 3,5$ B: $R_{ck,2} = R_m - 1,4 s$

$$R_{ck,1} = \min (R_{ck,1} , R_{ck,2})$$

I controlli

| COSA | CHI | QUANDO | DOVE |
|--|--|-----------------------------------|---|
| Autocontrollo | Produttore | Durante la fornitura | Impianto |
| Valutazione preliminare della resistenza | Costruttore e Direttore Lavori | Prima dell'inizio della fornitura | Impianto/ Laboratorio aut. |
| Controllo di accettazione | Direttore Lavori | Durante la fornitura | Prelievo a piè d'opera, prove in Laboratorio aut. |
| Controllo di conformità | Dir Lavori e Collaudatore | Dopo la fornitura | Elaborazione risultati prove di Laboratorio |
| Controllo della resistenza in opera del calcestruzzo | Collaudatore / Direttore Lavori e Costruttore | A strutture ultimate | Prove in situ |

Controllo della resistenza in opera

Non obbligatorio, può essere richiesto dal **Direttore Lavori** e/o dal **Collaudatore** nei casi in cui:

- i controlli di accettazione non siano soddisfatti
- sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo alle prestazioni richieste
- sorgano dubbi sulla messa in opera e maturazione del calcestruzzo
- occorra valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera.

Controllo della resistenza in opera

Il valore della **resistenza in opera** (strutturale) è generalmente **inferiore** al valore della **resistenza dei prelievi** di accettazione maturati in condizioni di laboratorio (resistenza potenziale) a causa della **modalità di getto, posa in opera e stagionatura del materiale**. Per le NTC:

$$R_{ck,opera} \geq 0,85 R_{ck,progetto}$$

Per l'interpretazione dei risultati di prelievo e il calcolo di $R_{ck,opera}$ si utilizzano i criteri della norma **EN13791:2008**

(Par 11.2.6 dm 17/01/2018 - Linee guida del STC)

Le «liste di controllo»

ISTRUZIONI OPERATIVE
PER I CONTROLLI SULLE FORNITURE
DI CALCESTRUZZO STRUTTURALE



Strumento per rendere efficace e immediato il controllo nelle diverse fasi della fornitura di un calcestruzzo.





Prescrizione e controllo delle forniture di calcestruzzo

Grazie per l'attenzione!

Prof. Francesco Biasioli
ERMCO European Ready Mixed Concrete Organization