

Organizzato da



Associazione
Italiana
Donne
Ingegneri ed
Architetti
Sezione di Bari



ORDINE DEGLI ARCHITETTI, PIANIFICATORI, PAESAGGISTI
E CONSERVATORI - PROVINCIA DI BARI



ordine degli ingegneri
della provincia di Bari

In collaborazione con



SEMINARIO

LA SICUREZZA DELLE STRUTTURE:

DAL PROGETTO AL CANTIERE - D.M. 14 GENNAIO 2008

26 giugno 2015 | Astoria Palace Hotel | via Castel del Monte, 172 | Corato

PROVE DI LABORATORIO

Macchine per compressione

Macchine universali

Macchine speciali

Materiali per uso strutturale

IDENTIFICATI

dal produttore

Descrizione :

- Materiali
- Componenti

CERTIFICATI

dal produttore

Fornisce i documenti di:

- Marcatura CE
- Attestazione di conformità alle specifiche tecniche del S.T.C. del Consiglio Superiore dei LL.PP.

ACCETTATI

dal D.L.

- Esegue i controlli delle attestazione di conformità
- Fa eseguire controlli sperimentali di verifica.

Oggetto del seminario

- Obblighi e responsabilità della Direzione Lavori durante la fase di esecuzione di un opera in calcestruzzo armato.
- Modalità dei controlli di accettazione
 - calcestruzzo
 - acciaio.

Il produttore deve rilasciare il certificato di conformità CE

CERTIFICATO DI CONFORMITÀ - CE

0970-CPD-0397/CE/0203

In conformità alla Direttiva 89/106/CEE del Consiglio delle Comunità Europee del 21 Dicembre 1988 sull'armonizzazione delle leggi, delle regole e dei provvedimenti amministrativi degli Stati Membri inerenti i prodotti da costruzione (Direttiva Prodotti da Costruzione - CPD), emendata dalla Direttiva 93/88/CEE del Consiglio delle Comunità Europee del 22 Luglio 1993, si certifica che il cemento comune

CEM IV/B-P 32,5 R

immeso sul mercato da
Cementeria di Costantinopoli srl
Strada Statale 93, km. 76 - 85022 Barile (PZ) - Italia

e prodotto nella Fabbrica di
Barile

è sottoposto dal Produttore al controllo della produzione di fabbrica ed alle ulteriori prove di campioni prelevati in fabbrica in conformità ad un prescritto programma di prove e che ITIC (*) ha effettuato le prove iniziali di tipo per le pertinenti caratteristiche del cemento comune, l'ispezione iniziale della fabbrica e del controllo della produzione di fabbrica ed esegue la sorveglianza continua, la valutazione e l'approvazione del controllo della produzione di fabbrica e le prove di verifica di campioni prelevati in fabbrica.

Questo certificato attesta che tutti i provvedimenti concernenti l'attestazione di conformità alle prestazioni descritte nell'Allegato ZA della norma

EN 197-1:2000+A1:2004+A3:2007

sono stati applicati e che il cemento comune sopraindicato ottempererà a tutti i requisiti prescritti.

Questo certificato è stato rilasciato la prima volta il 14 Luglio 2003 e rimane valido fino a quando non siano significativamente modificate le condizioni stabilite nelle specificazioni tecniche armonizzate richiamate o le condizioni di produzione nella fabbrica od il controllo della produzione di fabbrica stesso.

San Giuliano Milanese, 2009-05-25

Arch. Roberto Vinea
Direttore ITIC

Pezzature tipiche di aggregati per calcestruzzo dopo frantumazione



Sabbia 0/4



pietrischetto 5/12



pietriscio 16/31

Pezzature tipiche di aggregati naturali per calcestruzzo



Sabbia naturale 0/4




ghiaia 16/31



ghiaietto 4/16

Il produttore deve dichiarare le caratteristiche essenziali del prodotto (UNI EN 12620)

		NOME AZIENDA	
04		Via XXX, XX - XX (XX) Cavo XXXXXX, XXXXXXXX (XX)	
PRODOTTO (denominazione commerciale):		PIETRISCHETTO	
CARATTERISTICHE ESSENZIALI		EN 12620 Aggregato per calcestruzzo	
Designazione granulometrica		GROSSO 11.222.4 0,8520	
Serie setacci utilizzata		BASE 41	
Descrizione petrografica semplificata		Aggregato naturale frantumato con litologia calcarea (CaCO ₃) prevalente e dolomitica (CaMg (CO ₃))	
Indice di forma [cat.]		SI ₁₀	
Indice di appiattimento [cat.]		FI ₁₀	
Massa volumica dei granuli [kg/m ³]		ρ _s =2,73; ρ _{st} =2,71; ρ _{st} =2,72	
Assorbimento di acqua [%]		0,3	
Contenuto di fini [cat.]		F _{0,075}	
Equivalente in sabbia [%]		NR	
Btu di Metilene [g/kg]		NR	
Contenuto di conchiglie [cat.]		NPD	
Cloruri [%]		0,0008	
Solfati solubili in acido [cat.]		AS _{0,2}	
Zolfo totale [%]		0,008	
Resistenza alla frammentazione (LOS ANGELES) [cat.]		LA ₁₀	
Resistenza all'usura [cat.]		U ₁₀ 15	
Resistenza alla levigabilità [cat.]		VL ₁₀	
Resistenza all'abrasione superficiale [cat.]		AAIV ₁₀	
Resistenza all'abrasione da pneumatici chiodati [cat.]		AN ₁₀	
Resistenza al gelo/degelo [cat.]		F ₁	
Resistenza al solfato di magnesio [cat.]		MS ₁₀ (0,0%)	
Reattività alcali-silice [%]		0,002	
Condizioni che alterano la stabilità di massa e di intonaco del CUS		Impurezze organiche leggere [%] Sostanza umida	
Contenuto di carbonato [%]		0,05 Contenuto inferiore al limite tollerato	
Stabilità di volume/ritiro per essiccamento		NR	
Costituenti che influenzano la stabilità di volume della sabbia d'altalena raffreddata in aria		NPD	
Emissione di radioattività (D.L. 16/1/2000)		Analisi attività Radon: < 300 Bq/Kg	
Metalli pesanti (D.L. 152/2006, art. 186)		ASSENTI	
Idrocarburi policiclici aromatici (D.L. 152/2006, art. 186)		ASSENTI	
Altre sostanze pericolose		ASSENTI	

Non dimentichiamoci dell'acqua !!!

L'acqua gioca un ruolo importante e potrebbe essere causa di ritardo o accelerazione dei tempi di presa e indurimento o causare un precoce degrado del calcestruzzo.

Deve essere priva di inquinanti di natura organica, tensioattivi, oli grassi e sostanze organiche.

CONFORME ALLA NORMA UNI EN 1008
Acquisire copia dell'analisi eseguita.

Non dimentichiamoci dell'acqua !!!

Valori massimi consentiti di alcune sostanze nelle acque destinate al confezionamento del conglomerato cementizio.

SOSTANZE	CONTENUTO MASSIMO AMMISSIBILE
Cloruri	1000 (500 mg/l per strutture in c.a.p.)
Solfati	2000
Alcali	1500
Zuccheri	100
Fosfati	100
Nitrati	500
Piombo	100
Zinco	100

Il D.M. del 14.01.2008

Individua il calcestruzzo strutturale attraverso i seguenti parametri prestazionali :

- Classe di resistenza del calcestruzzo indurito
- Classe di consistenza del calcestruzzo fresco
- Classe di esposizione ambientale
- Diametro massimo dell'aggregato

Il D.M. del 14.01.2008

Individua il calcestruzzo strutturale attraverso i seguenti parametri prestazionali :

- **Classe di resistenza del calcestruzzo indurito**
- Classe di consistenza del calcestruzzo fresco
- Classe di esposizione ambientale
- Diametro massimo dell'aggregato

Il D.M. del 14.01.2008

CLASSE DI RESISTENZA
C 8/10
C 12/15
C 16/20
C 20/25
C 25/30
C 28/35
C 32/40
C 35/45
C 40/50
C 45/55
C 50/60
C 60/75
C 70/85
C 80/95
C 90/105

CLASSE DI RESISTENZA

C 25/30

RESISTENZA CARATTERISTICA
CILINDRICA

f_{ck}

RESISTENZA CARATTERISTICA
CUBICA

R_{ck}

Il D.M. del 14.01.2008

Campioni cilindrici
D=150 mm H = 300 mm



f_{ck}

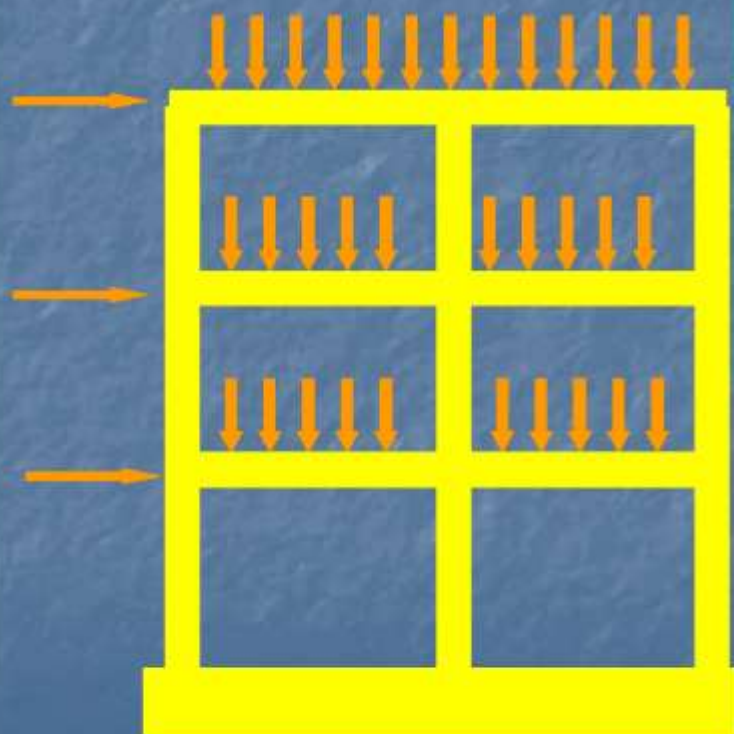
Campioni cubici di spigolo 150 mm



R_{ck}

$$f_{ck} = 0,83 R_{ck}$$

Il D.M. del 14.01.2008



Le NTC, in zona sismica,
prevedono come valore
minimo della classe di
resistenza a compressione
del calcestruzzo la
classe **C 20/25**

Il D.M. del 14.01.2008

Individua il calcestruzzo strutturale attraverso i seguenti parametri prestazionali :

- Classe di resistenza del calcestruzzo indurito
- **Classe di consistenza del calcestruzzo fresco**
- Classe di esposizione ambientale
- Diametro massimo dell'aggregato

Classe di consistenza del calcestruzzo fresco (UNI EN 12350-2)

La classe di consistenza rappresenta la **lavorabilità**, cioè la capacità del calcestruzzo ad essere gettato e costipato dentro le casseforme .

Il metodo più comune per determinare la lavorabilità quello basato sulla determinazione dello **slump test** con il cono di Abrams.

La prescrizione della consistenza deve essere fatta dal progettista in base alla tipologia strutturale.



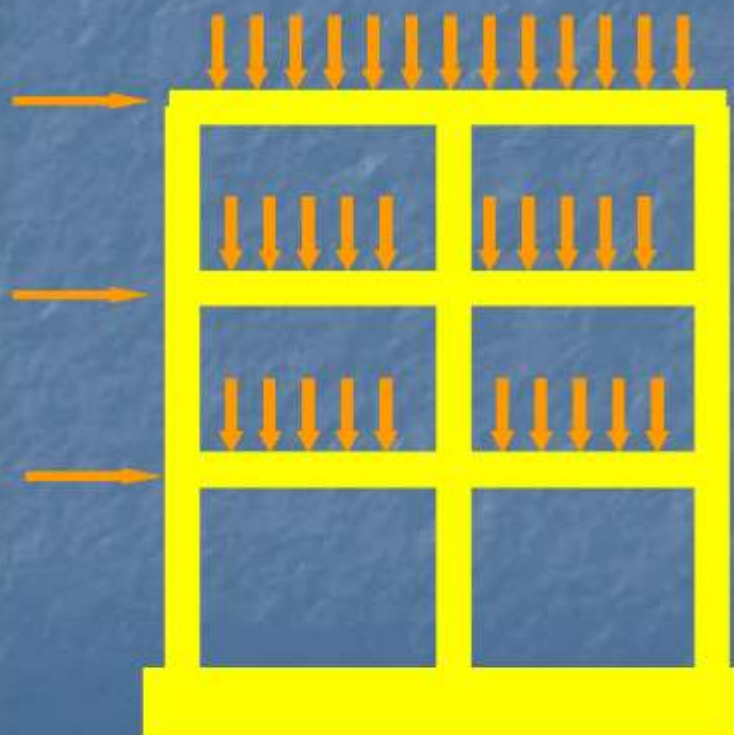
Il D.M. del 14.01.2008

Individua il calcestruzzo strutturale attraverso i seguenti parametri prestazionali :

- Classe di resistenza del calcestruzzo indurito
- Classe di consistenza del calcestruzzo fresco
- **Classe di esposizione ambientale**
- Diametro massimo dell'aggregato

Il D.M. del 14.01.2008 PREVEDE L'ANALISI AMBIENTALE

La struttura oltre alle sollecitazioni indotte dai carichi permanenti, carichi accidentali e dal sisma è aggredita da agenti esogeni presenti nell'aria, nel terreno e nell'acqua.



ARIA

$\text{CO}_2, \text{SO}_2, \text{NO}_x$

LIQUIDI

$\text{Cl}^-, \text{SO}_4^{2-}, \text{NH}_4^+, \text{CO}_2, \text{acidi}$

TERRENO

$\text{SO}_4^{2-}, \text{acidità}$

ACQUA DI
MARE

$\text{Cl}^-, \text{SO}_4^{2-}, \text{Mg}^{++}$

Gelo/disgelo e sali
disgelanti

Novità sulle norme tecniche per le costruzioni DM 14.1.2008

Tali agenti esterni, se non correttamente valutati e se non si adottano gli opportuni provvedimenti in fase di definizione della qualità del calcestruzzo sono causa:
di corrosione delle armature metalliche e di degrado del calcestruzzo superficiale (espulsione del copriferro) e quindi



PERDITA DI SICUREZZA DELLA STRUTTURA

Le NTC 2008 per l'individuazione della classe di esposizione ambientale prevedono di far riferimento alla norma UNI EN 11104 o alla EN 206

Il D.M. del 14.01.2008 **obbliga il progettista** a preservare la struttura dalla perdita di sicurezza per tutta la durata della " **Vita nominale** " di progetto .



- Valutare i rischi connessi all'ambiente prescrivendo calcestruzzi idonei alla classe di esposizione ambientale.
- Prescrivere copriferri sufficientemente spessi
- Prescrivere una corretta messa in opera del calcestruzzo
- Prescrivere la corretta maturazione dei getti

Il predetto D.M., al fine di individuare l'aggressività dell'ambiente e quindi le cause di degrado indotte, consiglia di fare riferimento alle indicazioni contenute nelle :

- UNI EN 206-1 : 2006
- UNI 11104 : 2004
- "Linee Guida sul calcestruzzo strutturale"
edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio
Superiore dei LL.PP.

Requisiti minimi del calcestruzzo in funzione della classe di esposizione ambientale Prospetto 4 UNI 11104

prospetto 4 Valori limiti 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/sgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto <i>a/c</i>	-	0,60		0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30		C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30		28/35	28,35	32/40	35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300		320	340	340	360	320	340	360	320	340		360	320	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)												3,0 ^{ab}						
Altri requisiti											Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/sgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{b)}			

*) Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottfondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aereo per il quale è provata la resistenza al gelo/sgelo, da determinarsi secondo UNI 7037, per la relativa classe di esposizione.

b) Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9153.

Classe di esposizione ambientale XC - Corrosione indotta da carbonatazione

Classe di esposizione	Descrizione dell'ambiente	Esempi
XC1	Strutture in ambienti asciutti U. R. < 70%	Interni di edifici : Scale, solai pilastri, travi
XC2	Strutture idrauliche o di fondazione permanentemente bagnate	Fondazioni dirette, pali, strutture idrauliche, muri contro terra
XC3	Strutture esterne protette dalla pioggia	Strutture esterne protette dalla pioggia o interne con umidità relativa molto alta
XC4	Strutture ciclicamente asciutte e bagnate	Strutture esterne con alternanza asciutto e bagnato : <ul style="list-style-type: none"> - Pavimentazioni esterne in cls - Muri – pilastri – terrazze non coperte - Pensiline – pile da ponte ecc.

Classi di esposizione ambientale Esempio per differenti elementi strutturali di un edificio

XC4 Strutture
ciclicamente asciutte
e bagnate

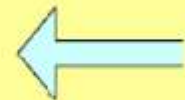
XC4
copertura



XC1

Strutture in ambienti
asciutti U. R. < 70%

XC4
facciata



XC4

XC3 Strutture
esterne protette
dalla pioggia

PT aperto

XC3



falda freatica

← XC2;
imp.

XC2; imp.



XC2 Strutture di
fondazione

ELEMENTO	Classe di esposiz.	a/c _{max}	Classe di resistenza min	Dosaggio di cemento min (Kg/m ³)	Coprif. (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

OTTIMIZZAZIONE MISCELE



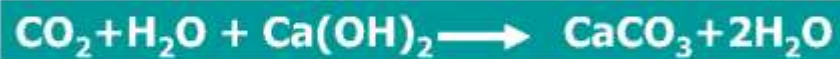
FONDAZIONI	XC2	0.60	C25/30	300	30
ELEVAZIONI	XC4	0.50	C32/40	340	35

Meccanismo corrosivo indotto da carbonatazione



H₂O
CO₂

XC4



Il calcestruzzo

pH 13-13,5



film passivo



corrosione trascurabile

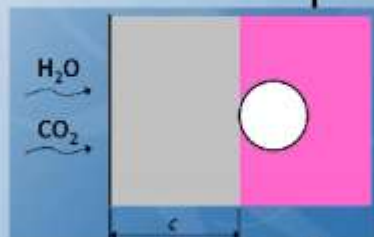
La carbonatazione

- riduce il pH da 13 a 9
- distrugge il film passivo e
- in presenza di O₂ e H₂O dà luogo a corrosione generalizzata



Spessore di cls carbonatato

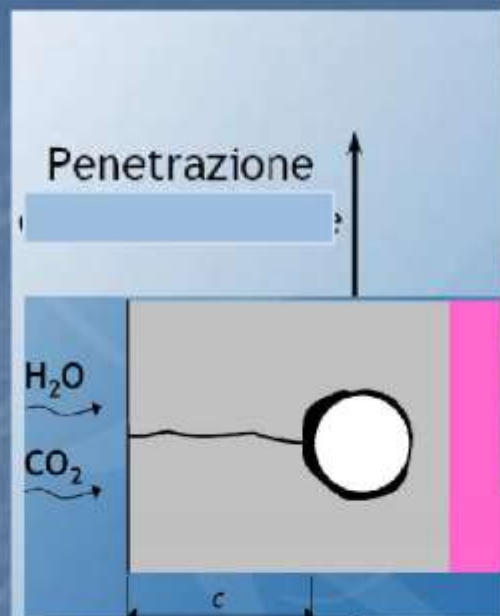
Penetrazione



Innesco della
corrosione

Fessurazione
del calcestruzzo

Tempo



Penetrazione



Collasso della
struttura

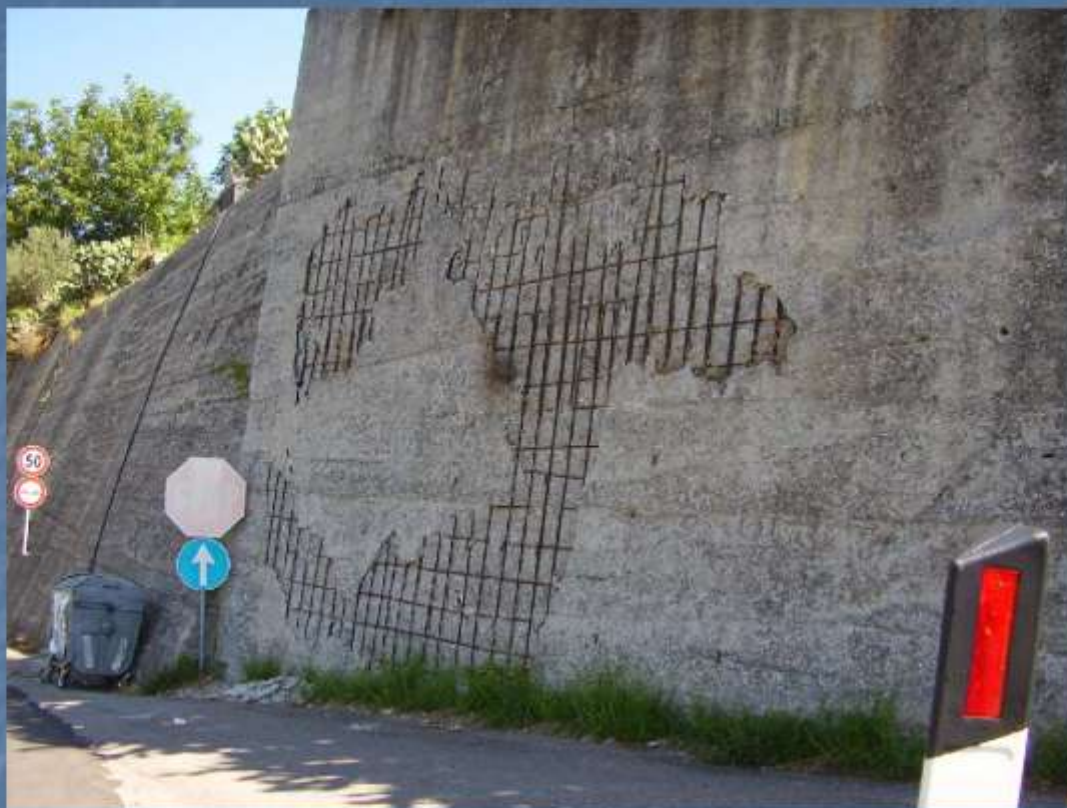
Distacco del
calcestruzzo

Innesco della
corrosione

Fessurazione
del calcestruzzo

Tempo

Corrosione dell'armatura metallica e degrado del calcestruzzo indotto dalla carbonatazione



S.P. Lago - Amantea

Classe di esposizione ambientale **XS**
Corrosione indotta da cloruri provenienti dall'acqua del mare

Classe di esposizione	Descrizione dell'ambiente	Esempi
XS1	Strutture esposte alla salsedine marina ma non a diretto contatto con le acque del mare	Edifici e infrastrutture fronte mare
XS2	Strutture totalmente immerse nel mare	Fondazioni in acqua di mare
XS3	Strutture esposte agli spruzzi, alle maree e alle onde	- Banchine portuali - Moli

Meccanismo corrosivo dell'attacco dei cloruri non proveniente dall'acqua del mare



I cloruri

- ☞ rompono il film passivo e
- ☞ danno luogo (in presenza di O_2
- ☞ e H_2O) a corrosione
 - ☞ in genere localizzata
 - ☞ ma volte anche generalizzata

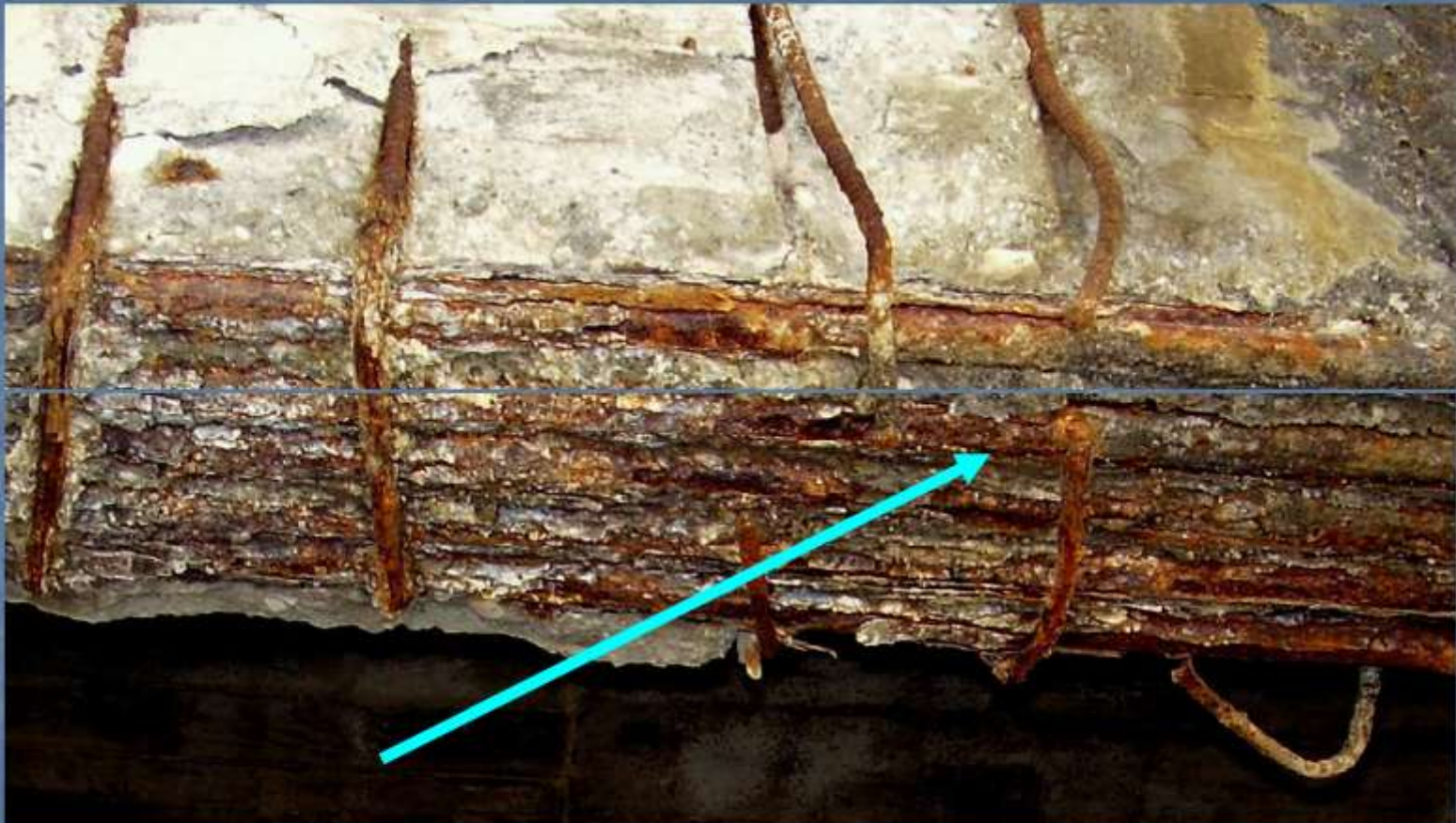
L'acciaio d'armatura subisce una corrosione localizzata (pitting)

Degrado del calcestruzzo e corrosione indotta da carbonatazione e dalla salsedine marina (Classe di esposizione XS1+XC4)



Viadotto ferroviario in prossimità del mare – litorale tirrenico cosentino

staffe spezzate



Viadotto ferroviario in prossimità del mare – litorale tirrenico cosentino

Classe di esposizione ambientale XS - Corrosione indotta da cloruri provenienti dall'acqua del mare



XS3 - Zona soggetta agli spruzzi, alle maree e al moto ondoso

XS2 - Zona totalmente immersa

Classe di esposizione ambientale XS - Corrosione indotta da cloruri provenienti dall'acqua del mare

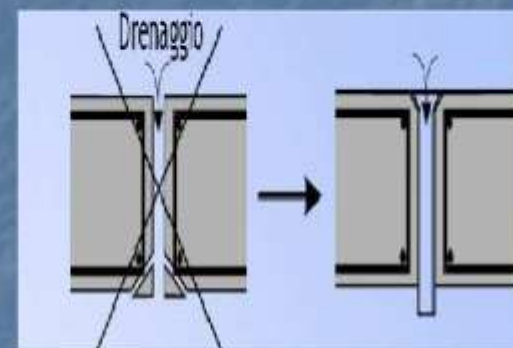
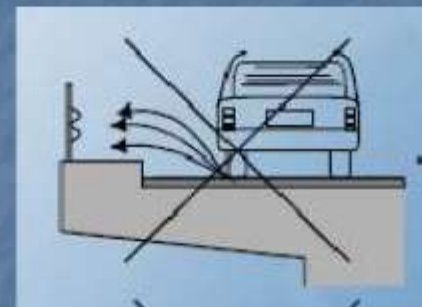


XS3 - Zona soggetta agli spruzzi, alle maree e al moto ondoso

Classe di esposizione ambientale **XD** - Corrosione indotta da cloruri
esclusi quelli provenienti dall'acqua del mare

Classe di esposizione	Descrizione dell'ambiente	Esempi
XD1	Strutture esposte a spruzzi di acqua contenenti cloruri	Parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenete cloruri
XD2	Strutture immerse in acque anche industriali contenenti cloruro	Vasche di contenimento di liquidi industriali contenenti cloruro. Piscine
XD3	Strutture direttamente soggetti agli agenti disgelanti. Elementi con una superficie immersa in acqua contenenti cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponte - Parcheggi – Pavimentazioni in calcestruzzo	Strutture direttamente esposte a agenti disgelanti. Elementi con una superficie immersa in acqua contenenti cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponte - Parcheggi – Pavimentazioni in calcestruzzo

Degrado di una soletta da ponte per effetto dei cicli di gelo e disgelo in presenza di sali disgelanti (fonte : Concretum – L. Coppola)



Classe di esposizione ambientale XF - Attacco dei cicli di gelo e disgelo

Classe di esposizione	Descrizione dell'ambiente	Esempi
XF1	Moderata saturazione. Strutture verticali esposte alla pioggia e al gelo non in contatto con sali disgelanti	Muri di sostegno – Pilastri esterni e cordoli
XF2	Moderata saturazione Strutture verticali soggetti agli schizzi di soluzioni contenenti sali disgelanti	Elementi di ponti – Muri di sostegno
XF3	Elevata saturazione. Strutture orizzontali in assenza di sali disgelanti	Superfici orizzontali dove l'acqua si può accumulare e possono essere soggetti a fenomeni di gelo
XF4	Elevata saturazione. Strutture orizzontali in presenza di sali disgelanti	Strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti

Muro di sostegno in montagna soggetto ai cicli di gelo e disgelo e agli schizzi di soluzioni contenenti sali disgelanti (XF2)





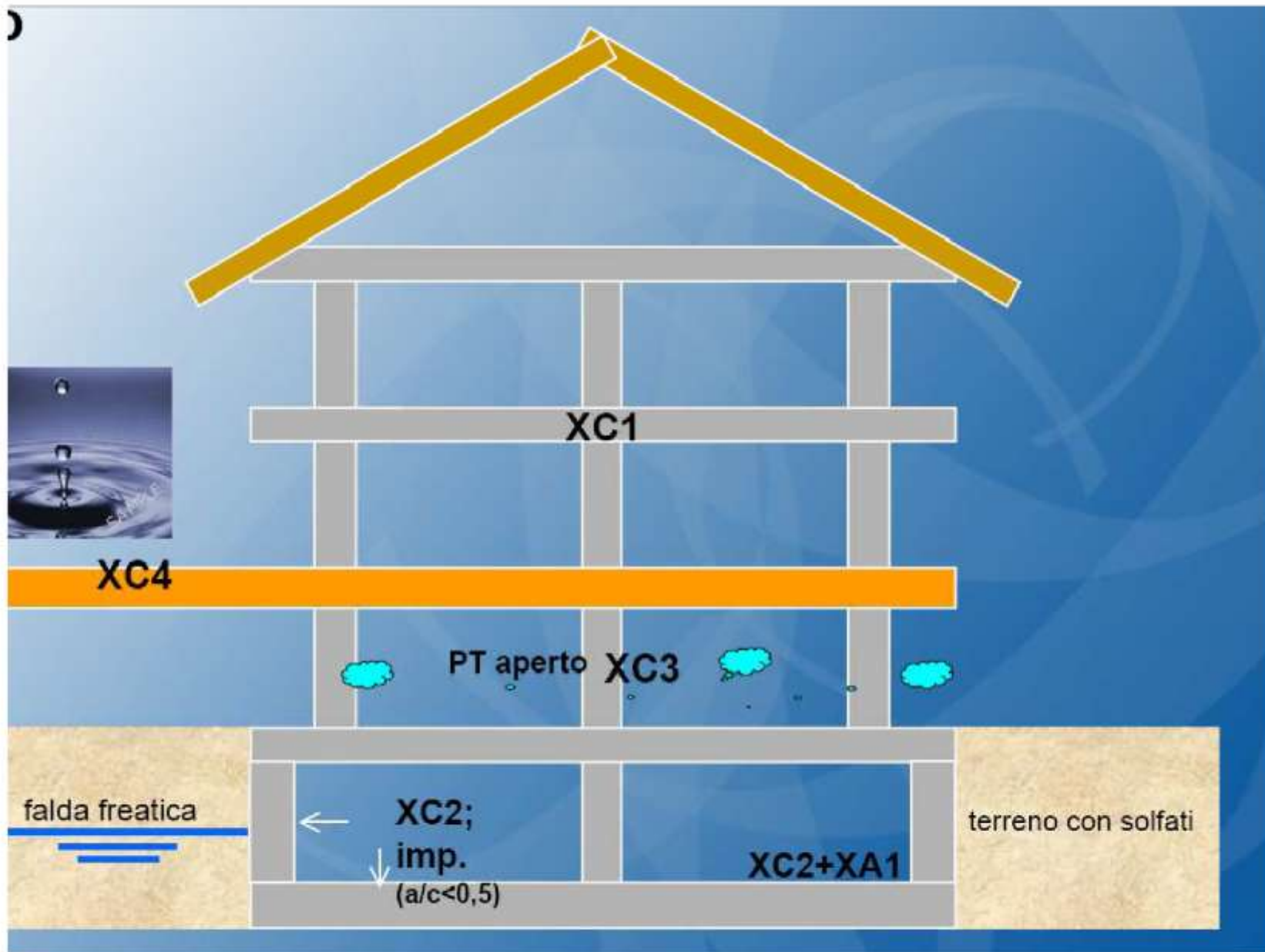
Esempi di danni prodotti dall'azione combinata di gelo-disgelo e utilizzo di sali disgelanti (XF4)

Classe di esposizione ambientale XA - Attacco chimico

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
6 Attacco chimico ^{*)}		
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.
^{*)} Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: - moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione. ^{**) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.}		

prospetto 2 Valori limite per le classi di esposizione all'attacco chimico nel suolo naturale e nell'acqua del terreno

CLASSE	DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE						
	TERRENO		ACQUA				
	Acidità Bauman Gully	SO ₄ ⁼ (mg/Kg)	SO ₄ ⁼ (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
XA2	-	>3000 ≤12000	>600 ≤3000	<5.0 ≥4.5	>40 ≤100	>30 ≤60	>1000 ≤3000
XA3	-	>12000 ≤24000	>3000 ≤6000	<4.5 ≥4.0	>100	>60 ≤100	>3000



Novità sulle norme tecniche per le costruzioni DM 14.1.2008

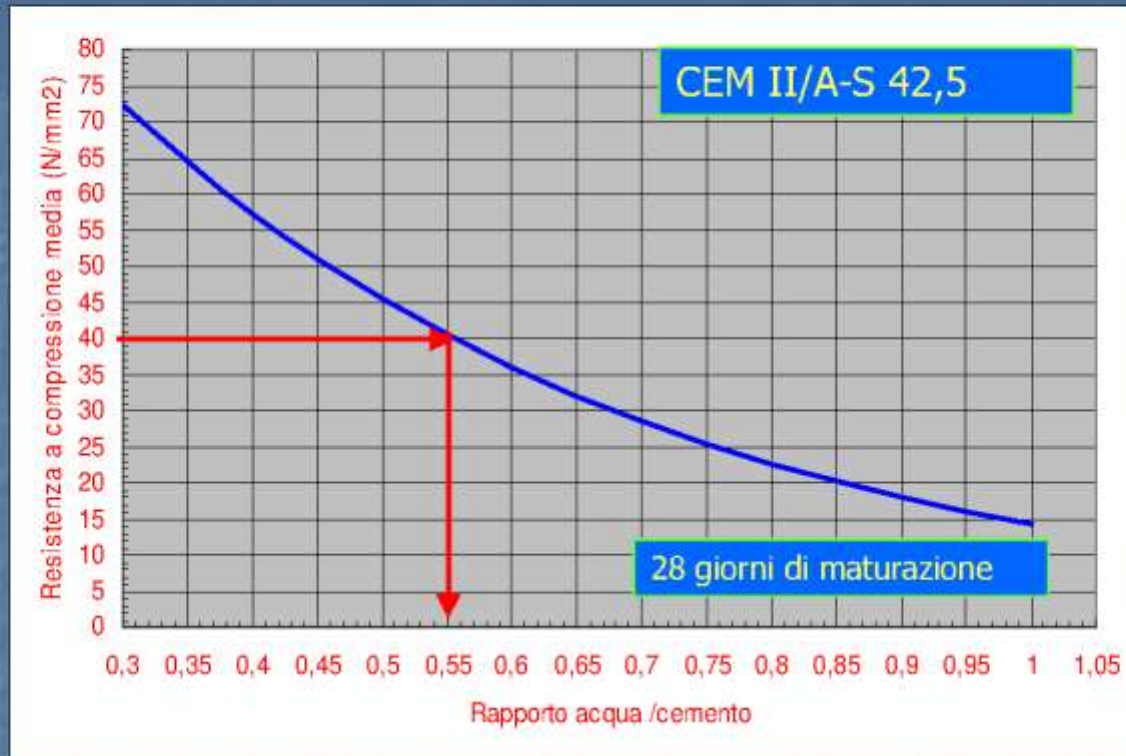
Il calcestruzzo deve essere quindi progettato e richiesto sia in riferimento alla resistenza che alla classe di esposizione ambientale individuata in cui è inserita l'opera

ESEMPIO

Supponiamo di aver progettato una pila di un viadotto e che dal dimensionamento strutturale risulta una R_{ck} del calcestruzzo pari a 30 N/mm^2 .

Supponiamo che per il confezionamento del calcestruzzo si prevede di utilizzare cemento CEM II/A-S 42.5

Requisiti strutturali



- R_{cm} di progetto = $R_{ck} + 9.6 = 30 + 9.6 \approx 40 \text{ N/mm}^2$
- (A/C) strutturale = 0.55

Degrado del calcestruzzo e corrosione indotta da carbonatazione



Dall'analisi ambientale
individuiamo la classe di
esposizione ambientale XC4

Requisiti minimi del calcestruzzo in funzione della classe di esposizione ambientale Prospetto 4 UNI 11104

prospetto 4 Valori limiti 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		
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
Massimo rapporto <i>a/c</i>	-	0,60		0,55	0,50	0,50	0,45		0,55	0,50	0,45	0,50	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30		C28/35	C32/40	C32/40	C35/45		C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30		28/35	28,35	32/40	35/45
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300		320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 ⁴⁾					
Altri requisiti												Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ⁵⁾		

*) Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, 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 7087, per la relativa classe di esposizione.

b) Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

La struttura si trova in un ambiente assimilabile alla classe di esposizione XC4.
Dal prospetto 4 della UNI 11104 si evince :

Requisiti di durabilità	Massimo rapporto A/C	Minima classe di resistenza	Minimo contenuto di cemento (kg/m ³)
XC4	0.50	C 32/40	340

Requisiti strutturali	Massimo rapporto A/C	Minima classe di resistenza	Minimo contenuto di cemento (kg/m ³)
	0.55	C 25/30	

Dal confronto si evince che diventano cogenti i requisiti di durabilità in quanto più restrittivi rispetto a quelli strutturali.



La struttura va ridimensionata con il nuovo valore di $R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$.

Il D.M. del 14.01.2008

Individua il calcestruzzo strutturale attraverso i seguenti parametri prestazionali :

- Classe di resistenza del calcestruzzo indurito
- Classe di consistenza del calcestruzzo fresco
- Classe di esposizione ambientale
- **Diametro massimo dell'aggregato**

Scelta del diametro massimo dell'aggregato

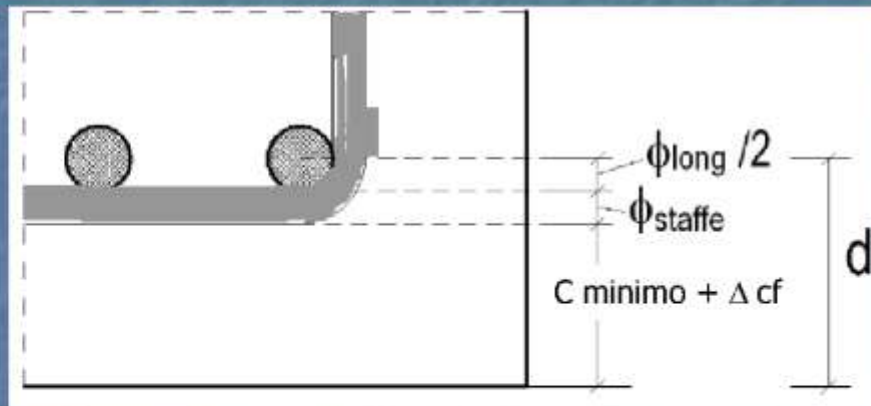
Il valore del D_{max} deve soddisfare le seguenti condizioni

- $D_{max} \leq \frac{1}{4}$ dello spessore minimo della sezione strutturale.
- $D_{max} \leq \text{interferro (in mm)} - 5 \text{ mm}$
- $D_{max} \leq 1,3 \text{ copriferro nominale}$

N.B. Commercialmente è difficile reperire aggregati con $D_{max} > 32 \text{ mm}$

COPRIFERRO

Il copriferro viene inteso come il ricoprimento minimo delle armature metalliche



E' da considerarsi, ai fini della durabilità, un vero scudo di protezione agli agenti esterni che sono causa della corrosione delle armature metalliche

L'adozione di un copriferro sufficientemente spesso consente, di allungare il cammino che le sostanze depassivanti devono percorrere per raggiungere l'armatura.

Lo spessore minimo del copriferro deve rispettare quanto riportato nella tabella C4.1.IV della Circolare

Tabella 4.1.III – *Descrizione delle condizioni ambientali*

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
	, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella C4.1.IV *Copriferri minimi in mm*

			barre da c.a.				cavi da c.a.p.		cavi da c.a.p.	
			elementi a piastra				elementi a piastra		altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30		35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori minimi del copriferro riportati nella tabella C4.1.IV della Circolare sono riferiti a costruzioni con vita nominale 50 anni.

A tali valori va aggiunta la tolleranza di posa

$$\Delta cf = 10 \text{ mm}$$

- Se si prevede una **vita nominale di 100 anni** i valori della tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm

Compiti del progettista : Capitolato del calcestruzzo

PRESCRIZIONI STRUTTURE IN C.A. :

CALCESTRUZZO

- | | |
|---|---|
| - CALCESTRUZZO A PRESTAZIONE GARANTITA | (UNI EN 206-1) |
| - CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE: | XC4 (UNI 11104) |
| - RESISTENZA MINIMA: | CLASSE C32/40 ($R_{ck} 40 \text{ N/mm}^2$) |
| - RAPPORTO ACQUA/CEMENTO MAX: | 0.50 |
| - CONTENUTO MINIMO DI CEMENTO: | 340 Kg/m^3 |
| - COPRIFERRO MINIMO
(Ricoprimento armature più esterne): | $c = 40 \text{ mm}$ |
| - CLASSE DI CONSISTENZA:
Slump 160 ÷ 210 mm | S4 |
| - DIAMETRO MASSIMO DEGLI AGGREGATI | 32 mm |
-
- | | |
|--|--|
| - PROCEDURA DI MESSA IN OPERA: | |
| - Tempo di attesa massimo
del cls in betoniera: | 60 minuti dall' arrivo in cantiere
90 minuti dalla preparazione dell' impasto all' impianto |
| - Altezza massima di caduta del getto | 60 cm |
-
- | | |
|---|-----------------|
| - REGOLE DI MATURAZIONE UMIDA: | |
| - Durata minima della maturazione umida : | 7 gg dal getto |
| - Tempo minimo di disarmo strutture: | 28 gg dal getto |



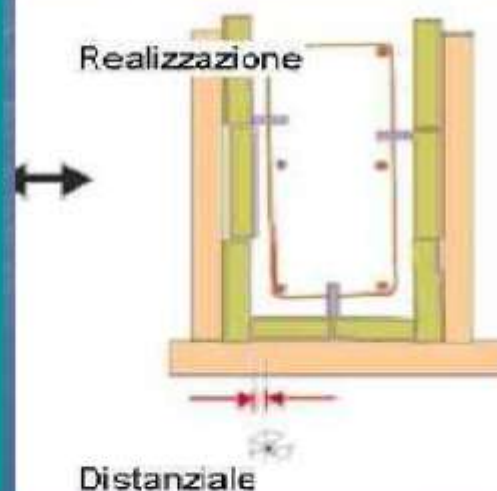
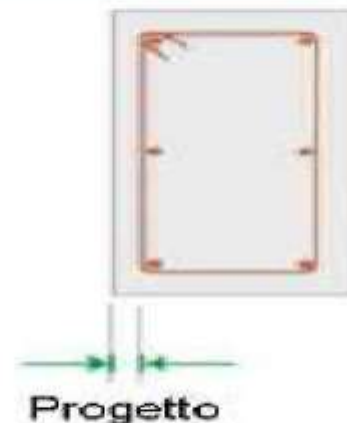
Posa in opera e maturazione umida del calcestruzzo

- Aver progettato un ottimo calcestruzzo e un copriferro coerente con le norme di riferimento, non ci garantisce la durabilità della struttura per la vita nominale richiesta, se durante in getto non si osserva :
 - La corretta messa in opera del calcestruzzo
 - La corretta maturazione umida nei casseri

Posa in opera e maturazione umida del calcestruzzo

Prima di eseguire il getto di calcestruzzo controllare:

- La pulizia del sottofondo dei casseri di contenimento.
- L'allineamento dei pannelli e che si siano usati distanziatori efficaci.
- La posizione e la corrispondenza al progetto delle armature metalliche e del copriferro.
- Di aver bagnato i casseri facendo in modo di saturarli e che non sottraggono acqua quindi all'impasto. In alternativa si può utilizzare un disarmante.
- Verificare la presenza in cantiere di vibratori funzionanti e di un numero sufficiente di cubettiere per il prelievo dei campioni di calcestruzzo da sottoporre alla prova di rottura a compressione.

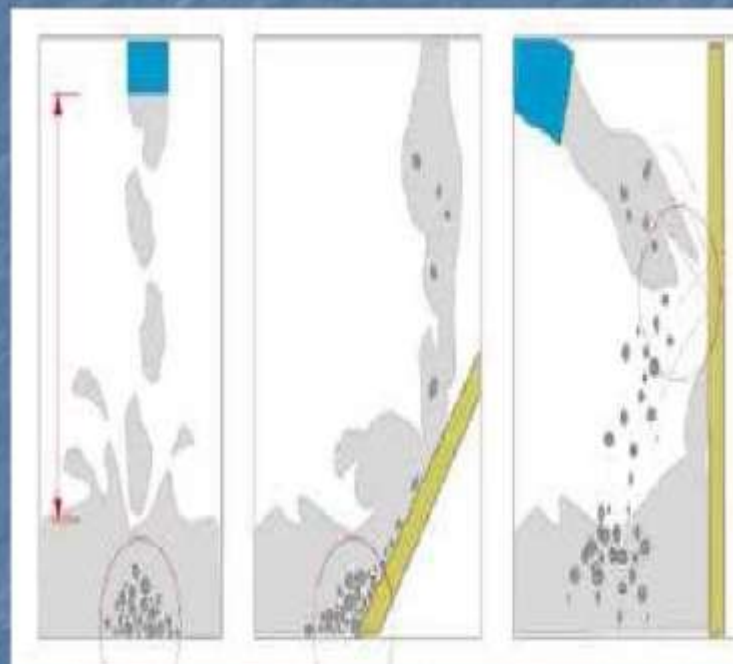


Usare distanziatori per una corretta realizzazione dei copriferri



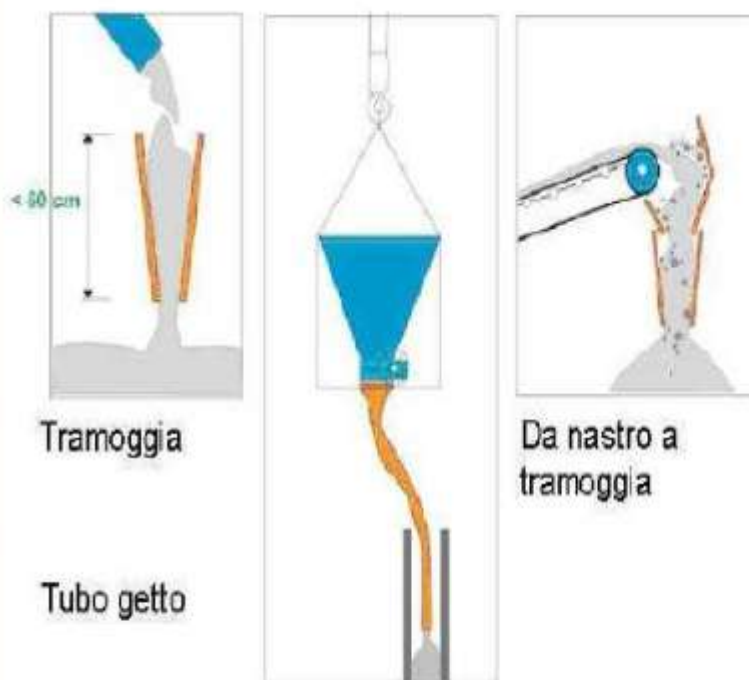
Posa in opera e maturazione umida del calcestruzzo

- Durante le operazioni di getto evitare la segregazione del calcestruzzo
 1. Eccessiva caduta
 2. Getto su superfici inclinate o verticali



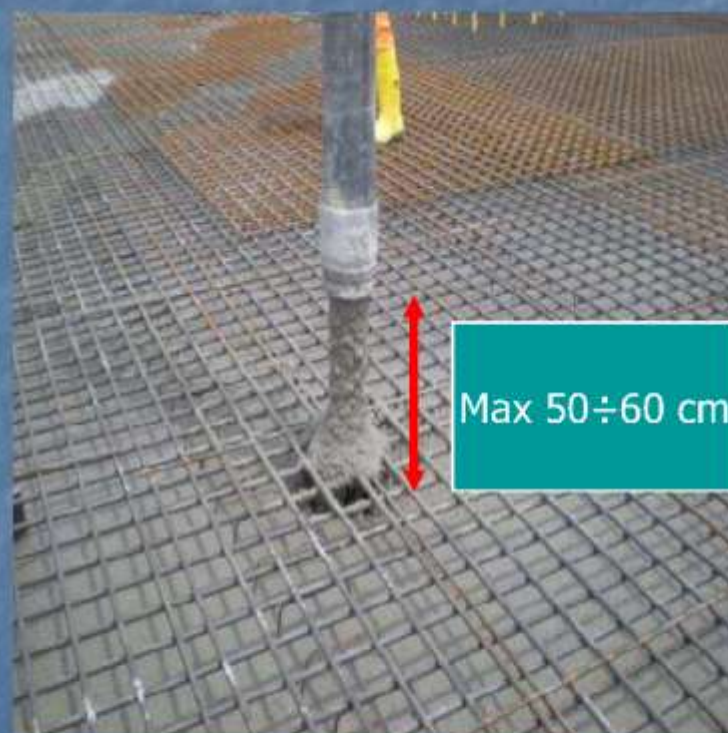
Posa in opera e maturazione umida del calcestruzzo

- Corretta messa in opera del calcestruzzo finalizzata all'eliminazione della segregazione



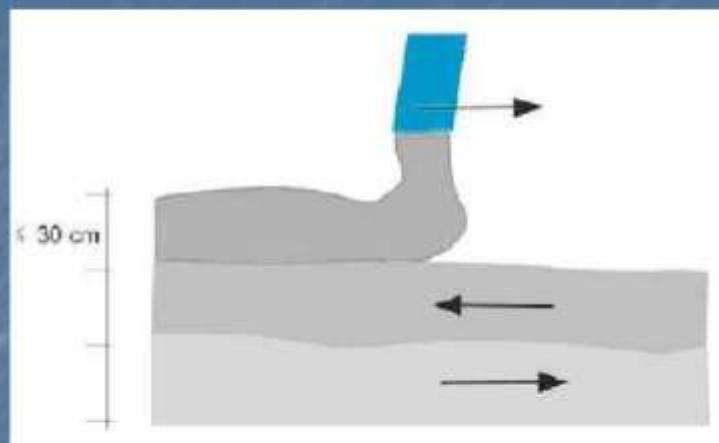
Posa in opera e maturazione umida del calcestruzzo

- Corretta messa in opera del calcestruzzo finalizzata all'eliminazione della segregazione.
- Altezza di caduta massima $50 \div 60$ cm

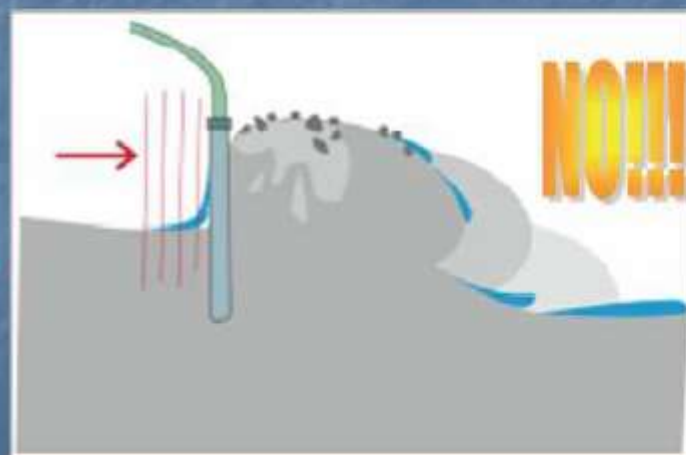


Posa in opera e maturazione umida del calcestruzzo

- Corretta messa in opera a strati del calcestruzzo

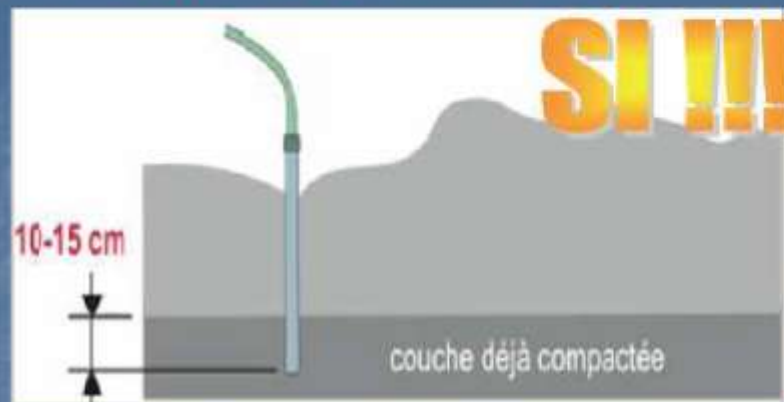


Scorretto modo di vibrare :
ago non completamente immerso
(segregazione del calcestruzzo)

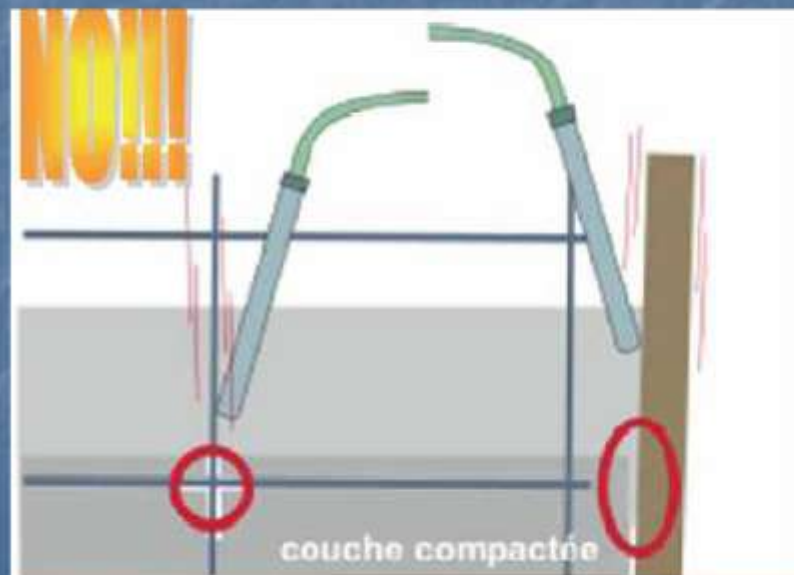


Posa in opera e maturazione umida del calcestruzzo

Corretto modo di vibrare :
ago vibrante a 90° interessando
anche lo strato già compattato

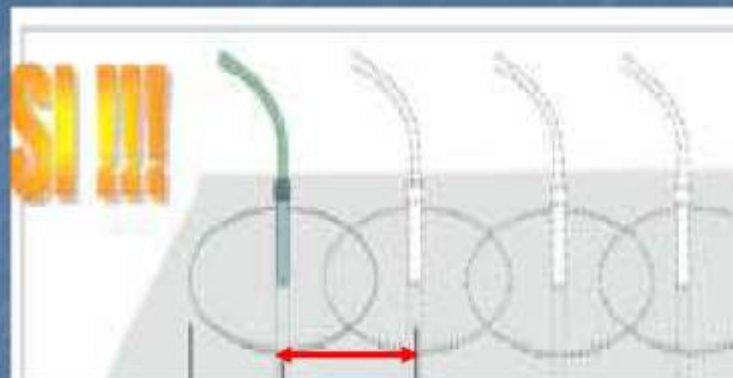


- Scorretto modo di vibrare :
il vibratore non deve essere
posizionato a contatto con il
cassero e con le armature
(consentirebbe un accumulo
d'acqua sulle armature)



Posa in opera e maturazione umida del calcestruzzo

- Corretto modo di vibrare : immersione dell'ago verticale e a distanza proporzionale al diametro del vibratore



$L = 7.5$ diametro vibratore

Classe di consistenza	Tempo minimo di permanenza dell'ago vibrante nel getto
S1	25-30 s
S2	20-25 s
S3	15-20 s
S4	10-15 s
S5	5-10 s

ATTENZIONE !!!!!!!

La non corretta vibrazione durante le operazioni di posa in opera si traduce in:

- Eccesso d'aria
- Diminuzione della massa volumica
- Perdita di resistenza del conglomerato

La perdita di resistenza percentuale del calcestruzzo non vibrato, rispetto al calcestruzzo vibrato fino a rifiuto, si può stimare secondo la relazione

$$\Delta R \% = \left\{ 1 - \frac{Mv \text{ opera}}{Mv \text{ potenziale}} \right\} 500$$

(7) M. Collepari, "L.... come Lavorabilità", Enco Journal N°10, 1998.

Esempio :

$Mv \text{ potenziale} = 2400 \text{ kg/m}^3$

$Mv \text{ opera} = 2300 \text{ kg/m}^3$

Grado di compattazione = 0,958

$\Delta R \% = 20 \%$

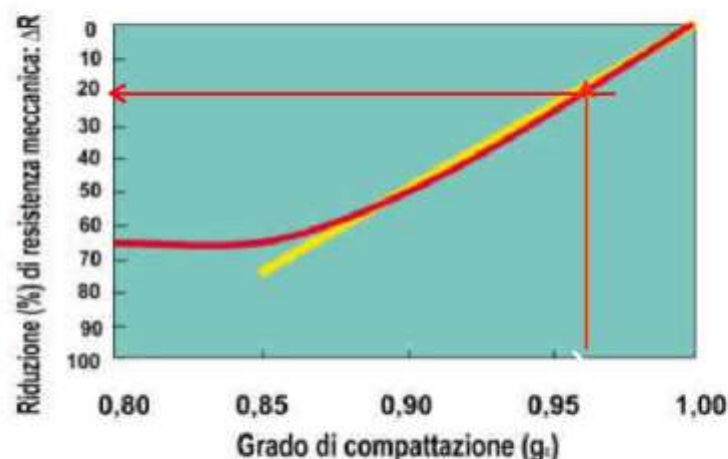


Fig. 1 – Influenza del grado di compattazione del calcestruzzo sulla riduzione di resistenza meccanica.

CORRETTA MATURAZIONE UMIDA DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

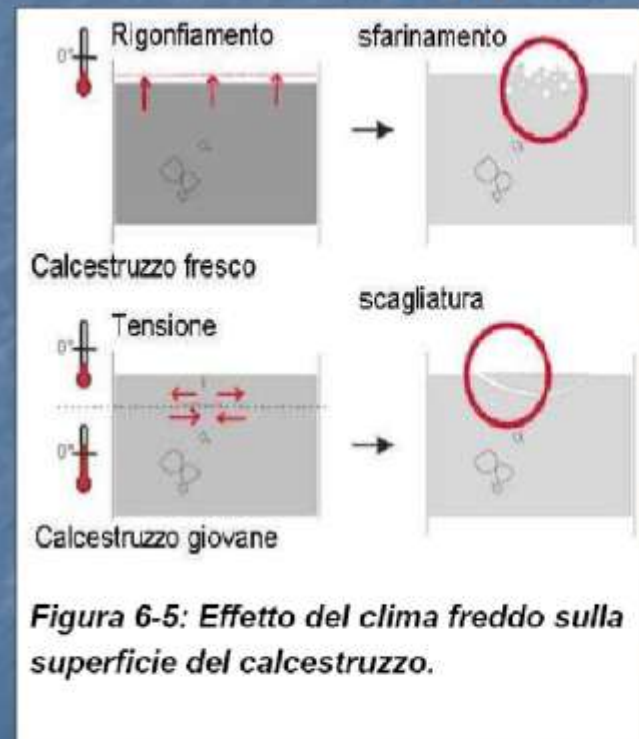
La maturazione umida dei getti in calcestruzzo e la sua durata sono requisiti fondamentali per il conseguimento dei requisiti strutturali e di durabilità

Getti in clima freddo



Controllare la temperatura del calcestruzzo fresco: non deve scendere mai sotto i 5°C.

Evitare l'esecuzione dei getti quando la temperatura dell'aria è $\leq 0^{\circ}\text{C}$.



Getti in clima freddo



Utilizzare cementi ad alta resistenza e rapido indurimento

Utilizzare additivi acceleranti di presa e di indurimento.

Coibentare le superfici non casserate del getto con fogli di plastica e materiale isolante (polistirolo)



Getti in clima freddi – Solaio protetto con fogli di politene e pannelli termo isolanti di polistirolo espanso estruso di spessore pari 50 mm



Getti in clima freddo



Lasciare il calcestruzzo nel cassero di legno il più a lungo possibile (almeno 7 giorni).

Evitare il cassero in acciaio



Getti in clima caldo



La temperatura dell'impasto non deve mai superare i 35 °C, nel caso **sostituire** parte dell'acqua d'impasto con acqua molto fredda.

Utilizzare additivi superfluidificanti ritardanti di presa del tipo acrilico .

Eseguire i getti nelle ore serali per evitare l'insolazione e quindi la perdita d'acqua per evaporazione e il conseguente ritiro plastico.

Utilizzare cementi del tipo CEM 32,5

Maturazione umida del calcestruzzo in clima caldo



Subito dopo la fase di presa del calcestruzzo e per tutta la durata dell'indurimento bagnare con frequenza le superfici orizzontali non casserate con continui getti di acqua.



All'aumentare della temperatura la maturazione subisce un'accelerazione che comporta una repentina evaporazione dell'acqua di impasto e la successiva formazione di fessure (veicolo di infiltrazione per la CO_2 e l'acqua)

Posa in opera e maturazione umida del calcestruzzo in climi caldi

In alternativa applicare a spruzzo un agente antievaporante o predisporre fogli di geotessile o sacchi di iuta bagnati ad intermittenza con acqua



Suggerimenti per la durata minima di protezione umida (Croncretum – L. Coppola)

Classe di resistenza della struttura	$\leq C25/30$		$> C25/30$	
Esposizione della struttura	Interna	Esterna	Interna	Esterna
Periodo di esecuzione dei getti	Aprile - Settembre		Aprile - Settembre	
Giorni di maturazione	3	7	3	5
Periodo di esecuzione dei getti	Ottobre - Marzo		Ottobre - Marzo	
Giorni di maturazione	7	10	5	7

- Tutte queste prescrizioni vanno inserite in un apposito Capitolato generale per la fornitura, la messa in opera e la maturazione del calcestruzzo che farà parte integrante del progetto.
- Ovviamente, la corretta maturazione è un onere aggiuntivo rispetto alla messa in opera tradizionale del calcestruzzo e quindi va giustamente computata e pagata all'impresa per essere sicuri che venga eseguita.

FASE DI REALIZZAZIONE DELL' OPERA

IL CALCESTRUZZO
PUO' ESSERE FORNITO DA UN QUALSIASI
IMPIANTO ?

NO !!

Compiti del costruttore prima dell'inizio lavori sotto la sorveglianza del D.L.

L'impresa, **prima dell'inizio dei lavori**, è tenuta ad accertare che il fornitore individuato sia in grado di produrre il calcestruzzo rispondente alle specifiche di capitolato definite in fase progettuale (Valutazione preliminare della resistenza D.M. 14.01.2008 punto 11.2.3).



Esempio di ricetta per una classe di esposizione XC3:

- Cemento CEM II/A-L 42,5	: 330 kg
Acqua	: 175 litri
Additivo	: 3,3 litri
Pietrisco	: 500 kg
Pietrischetto	: 450 kg
Sabbia	: 940 kg

	2398 kg/m ³

Dmax = 25 mm

Slump S4

Compiti del costruttore prima dell'inizio lavori sotto la sorveglianza del D.L.

La Circolare al punto 11.2.8 precisa che la fornitura del calcestruzzo può avvenire :

da impianti che operano con un



➤ ■ IMPIANTI FISSI **ESTERNI** AL CANTIERE
(es. PRECONFEZ., STABILIMENTI DI PREFABBRICAZ.)

➤ ■ IMPIANTI DI CANTIERE (VOLUMI CLS > **1500 m³**)

Oppure provenire da

➤ ■ IMPIANTI DI CANTIERE TEMPORANEI
(VOLUMI CLS < **1500 m³**)

Compiti del costruttore prima dell'inizio lavori sotto la sorveglianza del D.L.

Nel caso di impianto con

**PROCESSO
INDUSTRIALIZZATO**

ACCERTARSI ANCORA CHE :

- a) L'impianto sia dotato di un sistema di controllo permanente
(FPC – Factory Production Control)
in accordo con le
" Linee guida del calcestruzzo preconfezionato"
e certificato da un organismo terzo indipendente accreditato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL. PP.



Compiti del costruttore prima dell'inizio lavori sotto la sorveglianza del D.L.

Acquisisce una copia della certificazione FPC e verifica, in seguito, che i documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo in cantiere riportino gli stessi estremi della certificazione.

Esamina il listino commerciale per verificare la conformità con le norme UNI EN 206-1 e UNI 11104.

ISTITUTO GIORDANO S.p.A.
Via Rossini, 2 - 47814 Bellaria-Igea Marina (RN) - Italia

**CERTIFICATO DI CONFORMITÀ
DEL CONTROLLO DEL PROCESSO DI PRODUZIONE**

Certificato n. **146PC/CL5/0**

Si certifica che
IL CONTROLLO DEL PROCESSO DI PRODUZIONE DI
CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

Prodotto da
EUROCALCESTRUZZI S.r.l.
Via San Remo, 3 - 70022 ALTAMURA (BA) - Italia

unità operativa
Via Dei Fioralisi Km. 0,800 - 70126 MODUGNO (BA) - Italia

è stato sottoposto, con esito positivo, alle verifiche previste dal Regolamento interno dell'Istituto, finalizzate in conformità alle seguenti disposizioni:

- Paragrafo 11.3.8 dell'Allegato 1 del DM del 14.01.2000 recante *Disposizioni tecniche per la costruzione*
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale edito dal STC ed. Dicembre 1998
- Linee guida sul calcestruzzo precompresso edito dal STC ed. febbraio 2000
- UNI EN 206-1:2000 "Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazioni, produzione e conformità"
- UNI 11104:2004 "Calcestruzzo - Specificazione, prestazioni, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1"

Lavoro e data di emissione:
Bellaria-Igea Marina - Italia, 24/04/2006

Il Direttore Tecnico
della società CPD
Dott. Ing. **Giuseppe Romano Adriano**

Il Direttore della Certificazione
Dott. Arch. **Vittorio Giurgenti**

L'Amministratore Delegato
Dott. Ing. **Vincenzo Ianni**

La validità del presente certificato è subordinata a una verifica annuale e a una verifica di controllo del processo di produzione con particolari normative.

Il presente certificato è soggetto al rispetto dei regolamenti dell'Istituto Italiano per la Qualità e delle norme tecniche applicabili.

La validità degli atti emessi con questo certificato è subordinata alla certificazione di cui al Decreto 219 del 29/12/2007
emesso dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ai sensi del Regolamento del Consiglio Superiore dei LL.PP. - Circolare 22/08/2007.

Compiti del costruttore prima dell'inizio lavori sotto la sorveglianza del D.L.

- Nel caso di impianto con



- costruttore e D.L. devono accertarsi che la miscela richiesta presso l'impianto sia in **produzione iniziale o continua** (UNI EN 206-1)

Bisogna accertarsi che il fornitore sia in grado di documentare la frequenza dei prelievi e dei risultati delle prove eseguite

Frequenza minima di campionamento per la valutazione della conformità

Produzione	Frequenza minima di campionamento		
	Primi 50 m ³ di produzione	Metri cubi successivi ai primi 50 m ³ di produzione ^{a)}	
		Calcestruzzo con certificazione del processo di produzione	Calcestruzzo senza certificazione del processo di produzione
Iniziale (fino al raggiungimento di almeno 35 risultati di prelievo)	3 campioni	1 ogni 200 m ³ o 2 ogni settimana di produzione	1 ogni 150 m ³ o 1 per giorno di produzione
Continua ^{b)} (quando sono disponibili almeno 35 risultati di prelievo)		1 ogni 400 m ³ o 1 per settimana di produzione	
<p>a) Il campionamento deve essere distribuito nel corso della produzione e non si dovrebbe effettuare più di un prelievo ogni 25 m³.</p> <p>b) Quando lo scarto tipo degli ultimi 15 risultati di prelievo supera 1,37 σ, per i successivi 35 risultati di prelievo la frequenza di prelievo deve essere aumentata a quella richiesta per la produzione iniziale.</p>			

Compiti del costruttore prima dell'inizio lavori sotto la sorveglianza del D.L.

Il controllo di produzione avviene verificando i limiti imposti dalla **UNI EN 206** cap.8.2.1.

Criteri di conformità per la resistenza a compressione

Produzione	Numero "n" di risultati di prelievo per la resistenza a compressione del gruppo	Criterio 1	Criterio 2
		Media di "n" risultati (f_{cm}) N/mm ²	Ogni risultato singolo (f_{ci}) N/mm ²
Iniziale	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Continua	≥ 15	$\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$	$\geq f_{ck} - 4$

Compiti del costruttore prima dell'inizio lavori sotto la sorveglianza del D.L.

■ **VERIFICA CHE :**

b) Che ogni singolo componente del calcestruzzo sia dotato di

MARCATURA CE :

- Cemento (UNI EN 197-1)
- Aggregati (UNI EN 12620 e UNI 8520-2)
- Additivi per calcestruzzo (UNI EN 934-2)
- Eventuali aggiunte (ceneri volanti EN 450)

c) Verificare che sono state eseguite le analisi sull'acqua di impasto (UNI 1008)

Acquisire copie della documentazione

Compiti del costruttore prima dell'inizio lavori sotto la sorveglianza del D.L.

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
Istituto per la Tecnologia della Costruzione
ITC

CERTIFICATO DI CONFORMITÀ - CE

0970-CE-0397/CE/0203

Le conformi alla Direttiva 90/269/CE del Consiglio delle Comunità Europee del 21 Dicembre 1988, sull'armonizzazione delle leggi, delle regolazioni e dei provvedimenti amministrativi degli Stati Membri inerenti i prodotti da costruzione (Direttiva Prodotti da Costruzione - CPT), emanata dalla Direttiva 93/37/CEE del Consiglio delle Comunità Europee del 22 Luglio 1993, si certifica che il cemento comune

CEM IV/B-P 32,5 R

admisso al mercato da
Cementeria di Castaninova srl
Strada Statale 93, km. 76 - 85022 Barile (PZ) - Italia

e prodotto nella Fabbrica di
Barile

è sottoposto dal Produttore al controllo della produzione di fabbrica ed alle ulteriori prove di campioni prelevati in fabbrica in conformità ad un programma predefinito di prove e che ITC (*) ha effettuato le prove iniziali di tipo per le proprietà caratteristiche del cemento comune; l'approvazione iniziale della fabbrica e del controllo della produzione di fabbrica ed anche la sorveglianza continua, la validazione e l'approvazione del controllo della produzione di fabbrica e le prove di verifica di campioni prelevati in fabbrica.

Questo certificato attesta che tutti i provvedimenti concernenti l'attuazione di conformità alle prescrizioni descritte nell'Allegato ZA della norma

EN 197-1:2000+A1:2004+A3:2007

saranno applicati e che il cemento comune sopraddetto otterrà a tutti i requisiti previsti.

Questo certificato è stato rilasciato la prima volta il 14 Luglio 2003 e rimane valido fino a quando non siano significativamente modificate le condizioni stabilite nelle specificazioni tecniche approvate pertinenti e le condizioni di produzione nella fabbrica ed il controllo della produzione di fabbrica stesso.

Sin Giuliano Milanesi, 2009-05-21

Arch. Enrico Pini
Cementi ITC

(*) ITC è un'ente
Istituto Centrale per l'Industria Costruttiva e la Tecnologia Edilizia

<div style="display: inline-block; width: 100px; height: 100px; border: 2px solid black; border-radius: 50%; display: flex; align-items: center; justify-content: center; font-size: 80px; margin-bottom: 10px;">CE</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <p style="font-size: 24px; margin: 0;">NOME AZIENDA</p> <p style="font-size: 12px; margin: 5px 0 0 0;">Via XXX, XXX - XXX (XXX)</p> <p style="font-size: 12px; margin: 0 0 0 0;">Cave XXXXXXX, XXXXXXXXXX (XXX)</p> </div>	
<p style="font-size: 18px; margin: 0;">04</p>	
PRODOTTO (denominazione commerciale)	PIETRISCHETTO
CARATTERISTICHE ESSENZIALI	EN 12620 <i>Aggregato per calcestruzzo</i>
Designazione granulometrica	GROSSO 11.222.4
Sette relacci utilizzate	0,85/20
Descrizione petrografica semplificata	RAAF-H
Indice di forma [cat.]	SA ₀
Indice di appiattimento [cat.]	PA ₀
Massa volumica dei granuli [Mg/m³]	$\rho_s=2,73; \rho_{s1}=2,71; \rho_{s2}=2,72$
Absorbimento di acqua [%]	0,3
Contenuto di fini [cat.]	FC
Equivalente in sabbia [%]	NR
Stu di Mettlen [g/g]	NR
Contenuto di conchiglie [cat.]	NPD
Cloruri [%]	0,000
Solfati solubili in acido [cat.]	AS ₀
Zolfo totale [%]	0,000
Resistenza alla trascinazione (LOS 00/01,5%) [cat.]	LA ₀
Resistenza all'usura [cat.]	M ₀ 15
Resistenza alla levigabilità [cat.]	VL ₀
Resistenza all'abrasione superficiale [cat.]	AAV ₀
Resistenza all'abrasione da pneumatici chiodati [cat.]	AN ₀
Resistenza al gelo/degelo [cat.]	F ₀
Resistenza al sulfate di magnesio [cat.]	MS ₀ (0,0%)
Reattività alcali-silice [%]	0,002
Contenuto che interferisce in reattività di prova e di assorbimento nel G.L.	Impurezze organiche leggere [%]
	Sostanza unica
Contenuto di carbonio [%]	Contenuto inferiore al limite tollerato
Stabilità di volume (litro per m³) per invecchiamento	NR
Costituenti che influenzano la stabilità di volume dello scoria di altoforno raffreddata in aria	NPD
Emissione di radioattività (D.L. 191/2000)	Analisi attività Radon: < 30Bq/Kg
Metalli pesanti (D.L. 152/2006, art. 185)	ASSENTI
Idrocarburi poliaromatici (D.L. 152/2006, art. 185)	ASSENTI
Altre sostanze pericolose	ASSENTI

Compiti della D.L.

“Il costruttore resta comunque responsabile della qualità calcestruzzo” che sarà controllata dal Direttore dei lavori con i

**CONTROLLI DI
ACCETTAZIONE IN CORSO
D'OPERA SULLE FORNITURE
(§ 11.2.5 N.T.)**

Ove opportuno, per esempio nel caso in cui la produzione della miscela non è in fase di produzione iniziale né in fase di produzione continua, il Direttore dei Lavori dovrà richiedere la relazione preliminare di qualifica.

Compiti della D.L.

- Nel caso di calcestruzzi prodotti

➤ IN IMPIANTI DI CANTIERE TEMPORANEI
(VOLUMI CLS < 1500 m³)

- La produzione avviene sotto la diretta responsabilità del costruttore.

Compiti della D.L.

Il D.L. per ciascuna delle miscele che verranno utilizzate durante la costruzione dell'opera :

- Deve richiedere il mix design con relativa composizione e degli ingredienti che saranno impiegati (marcatura CE).
- Fa eseguire, da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n° 380/2001, le prove di verifica sul calcestruzzo fresco e confezionare i campioni da sottoporre alle prove di resistenza a compressione.
- Acquisisce i certificati dei risultati riscontrati delle caratteristiche del calcestruzzo sia allo stato fresco (lavorabilità e massa volumica) che allo stato indurito (resistenza a compressione a 3, 7 e 28 giorni di maturazione), rilasciati dal laboratorio (art. 59 del DPR n° 380/2001) .

Compiti della D.L.

- Sorveglia direttamente la costanza del processo produttivo.
- Esegue i

**CONTROLLI DI
ACCETTAZIONE IN CORSO
D'OPERA SULLE FORNITURE
(§ 11.2.5 N.T.)**

In sintesi



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

- All'arrivo in cantiere del calcestruzzo fresco, la D.L. e l'impresa devono assolvere a degli obblighi di verifica e sorveglianza ben precisi.

Innanzitutto va controllato il documento di trasporto del calcestruzzo (DDT).



DESCRIZIONE DEL PRODOTTO CONSEGNATO

CALCESTRUZZO A PRESTAZIONE	CLASSE DI CONSISTENZA	DIAMETRO MASSIMO (D _{MAX})	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Rck 30 N/mm²	S 4	32 mm	XC2

QUANTITÀ CONSEGNATA

8.0 METRI CUBI

CLASSE CONTENUTO DI CLORURI

Cl 0.4

CERTIFICAZIONE IMPIANTO (N° FPC)

ENTE CERTIFICATORE
N° DEL CERTIFICATO

ORARI DI TRASPORTO

DATA E ORA INIZIO TRASPORTO	ORA DI ARRIVO IN CANTIERE	ORA DI INIZIO SCARICO	ORA DI FINE SCARICO
28/06/2009 15:30	16:05	16:15	16:40

Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

Controlla i tempi di viaggio e di attesa dell'autobetoniera .

Allo scopo di evitare che il cemento inizi a fare presa, è necessario che il tempo di attesa fra la miscelazione dei componenti del calcestruzzo e lo scarico in cantiere non superi i **90 minuti**.

Per temperature superiori a 27-30° il tempo di attesa non deve superare i **60 minuti**.

L'impresa deve fare quindi attenzione a pianificare l'arrivo in cantiere delle autobetoniere per evitare dannosi tempi di attesa che portano problemi tecnologici al calcestruzzo.

Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

Dopo l'entrata nel cantiere il costruttore e il D.L. devono evitare tassativamente aggiunte d'acqua nel calcestruzzo



L'eventuale aggiunta d'acqua si traduce :

- in perdita di resistenza
- in perdita delle caratteristiche di durabilità
- in riduzione della vita utile della struttura
- in maggiori costi di manutenzione

Supponiamo :

- di essere nella fase di realizzazione di una opera inserita in un contesto ambientale con classe di esposizione **XC3** ;
- che il fornitore di calcestruzzo ci propone la seguente miscela inserita nel suo listino commerciale :

Cemento CEM II/A-S 42,5 : 330 kg

Acqua : 175 litri

Additivo : 3,3 litri

Pietrisco : 500 kg

Pietrischetto : 450 kg

Sabbia : 940 kg

2398 kg/m³

Dal controllo della documentazione si
evidenzia una classe di resistenza C 28/35
Contenuto di cemento : 330 kg
Acqua : 175 litri
 $A/C = 0,53$

Miscela conforme
alle prescrizioni
minime della norma
UNI 11104

prospetto 4 Valori limiti 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/sgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
					Acque di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto <i>a/c</i>	-	0,60		0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30		C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	C28/35	25/30		28/35	28/35	32/40	35/45
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300		320	340	340	360	320	340	360	320	340		360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)												3,0 ^{a)}					
Altri requisiti											Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/sgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{b)}		

^{a)} Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C35/45 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sollecitazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbe essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aereo per il quale è provata la resistenza al gelo/sgelo, da determinarsi secondo UNI 7037, per le relative classi di esposizione.

b) Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9152.

Supponiamo che per fattori legati :

- alla temperatura (stagione estiva)
- ai tempi di percorrenza del trasporto
- agli eventuali tempi di attesa in cantiere

il calcestruzzo perde la lavorabilità necessaria per una facile posa in opera e, per ovviare a tale inconveniente, si aggiungono

15 litri di acqua per m³

Di conseguenza :

Contenuto di cemento : 330 kg/m³
 Contenuto d'acqua : 190 kg/m³
 A/C = 0,58



La miscela non è più conforme ai requisiti minimi prescritti alla classe di esposizione XC3

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione	Classi di esposizione												Attacco da cicli di gelo/sgelo				Ambienti aggressivi per attacco chimico		
			Corrosione delle armature indotta da cloruri				Acque di mare				Cloruri provenienti da altre fonti										
			X0	X01	X02	XC3	XC4	XB1	XB2	XB3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
M Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,56	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,45			
Mi Minima classe di resistenza ¹	C 20/25	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C32/40	C35/45	C38/45	C32/40	C35/45	C35/45	32/40	25/30	28/35	28/35	32/40	35/45	35/45			
Mi Minimo contenuto in cemento (q (kg/m³))	-	300	320	340	340	340	360	320	340	350	320	340	350	320	340	350	320	340			
Ci Contenuto minimo in aria (%)														3,0 ²							
Ai Altri requisiti														Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza ai gel e allo sgelo	È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ³⁾						

- 1) 1) Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe XC3/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati ad applicazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovranno essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acqua e terreni aggressivi.
- 2) 2) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni dovranno essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerea per il quale è prevista la resistenza ai gelo/sgelo, da determinarsi secondo UNI 70 87, per la relativa classe di esposizione.
- 3) 3) Quando la presenza di solfati comporta la classe di esposizione XA2 o XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Riduzione della vita utile della struttura

$A/C = 0.53$

$R_{media} = 43.0 \text{ N/mm}^2$

$R_{ck} = R_{media} - 3.5 = 39.5 \text{ N/mm}^2$

C 28/35

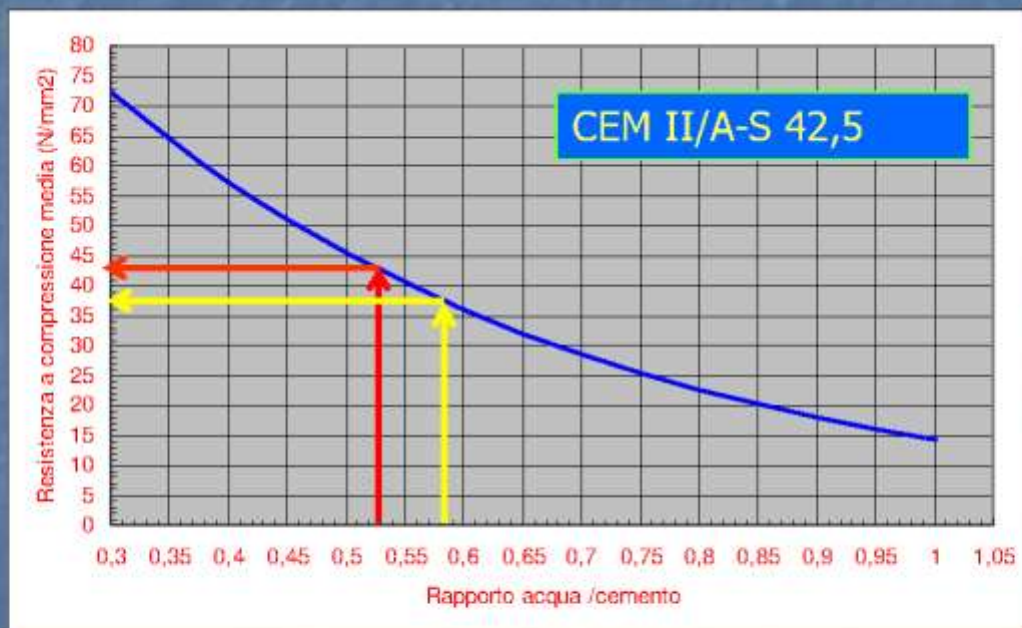
$A/C = 0.58$

$R_{media} = 37.0 \text{ N/mm}^2$

$R_{ck} = R_{media} - 3.5 = 33.5 \text{ N/mm}^2$

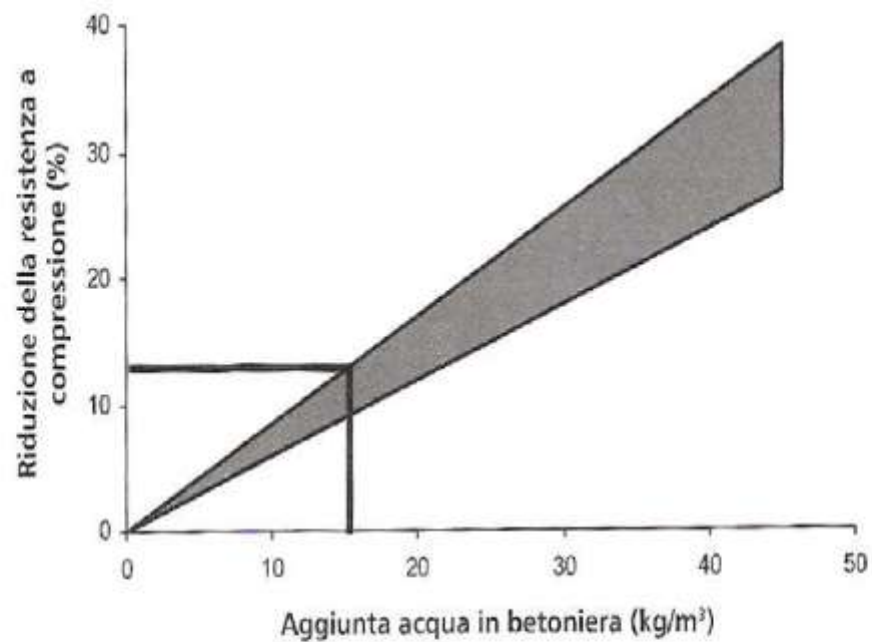
C 25/30

Perdita di R_{ck} = 15 %



Perdita di sicurezza – Struttura non collaudabile

S3 ——— + 15 l/m³ ———> S5



➔ **PERDITA R_{CK} ~ 14%**

- Allo scopo di mantenere la lavorabilità e quindi di evitare le aggiunte d'acqua si consiglia di inserire nei capitolati :
 - l'uso di cemento di classe di resistenza 32,5 durante la stagione estiva;
 - l'uso di **additivi superfluidificanti di nuova generazione a base di copolimeri di esteri acrilici**, i quali hanno come effetto collaterale (positivo) il ritardo di presa e non dell'indurimento del calcestruzzo.

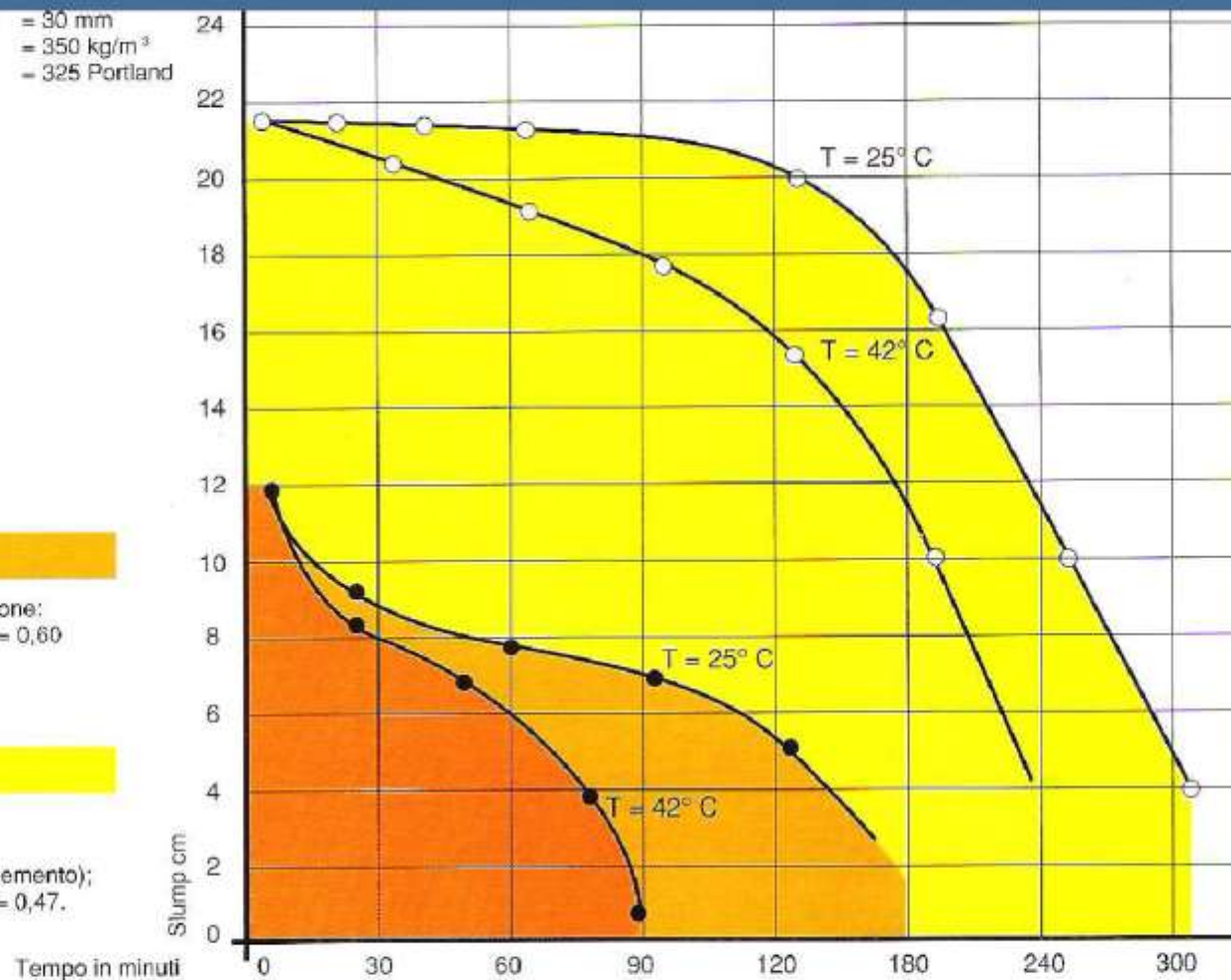
Diametro max inerti = 30 mm
 Dosaggio cemento = 350 kg/m³
 Tipo di cemento = 325 Portland



Calcestruzzo testimone:
 slump = 12 cm; a/c = 0,60

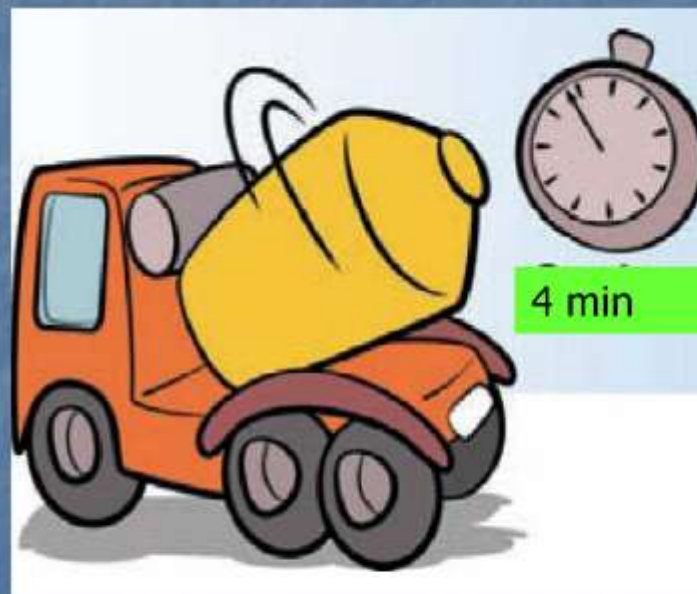


Calcestruzzo con
 (0,85 litri/100 kg di cemento);
 slump = 22 cm; a/c = 0,47.



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

Controlla che prima dello scarico, allo scopo di omogeneizzare il calcestruzzo, l'autista faccia girare la botte per almeno 3-4 minuti alla massima velocità.



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

Verifica le caratteristiche del calcestruzzo fresco:

- **Temperatura del calcestruzzo** con termometro digitale munito di sonda.

Se la temperatura è inferiore a **5°C**, il calcestruzzo non deve essere posto in opera.



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

Controlla :

- **La consistenza del calcestruzzo** (UNI EN 12350-2) con il cono di Abrams.

Se la consistenza del calcestruzzo è diversa da quella richiesta la Direzione Lavori a sua discrezione può respingere la fornitura.

CLASSE DI CONSISTENZA	ABBASSAMENTO AL CONO DI ABRAMS (SLUMP) in mm
S1	10 - 40
S2	50 - 90
S3	100 - 150
S4	160 - 210
S5	> 210

Prova di consistenza UNI EN 12350-2 (slump test)

- Abbassamento al cono di Abrams 160 mm
- Calcestruzzo classe di consistenza S4



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

Controlla :

- **La massa volumica** (UNI EN 12350-6)
Confronta il valore della massa volumica riscontrata allo scarico con la massa volumica dichiarata dal produttore.



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

- Eseguite le verifiche di accettazione sul calcestruzzo fresco si procede al prelievo dei campioni da sottoporre successivamente alla prova di resistenza a compressione.
- Il prelievo dei campioni deve essere eseguito con cubiere di dimensioni e tolleranze rispondenti alla norma UNI EN 12390-1



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

- I prelievi di calcestruzzo si eseguono dopo aver scaricato non meno di $0,3 \text{ m}^3$.
- Il conglomerato sarà versato tramite la canala in una carriola in quantità circa 1,5 volte quella necessaria per il confezionamento di almeno 2 provini.
- Il materiale sarà omogeneizzato con 1 sessola .



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

- Si riempiono gli stampi e si compatta a "rifiuto" il calcestruzzo introdotto in modo da espellere l'aria ed ottenere quindi la massima densità.
- Tale operazione può essere eseguita con pestelli metallici, con tavoli vibranti oppure con vibratore ad ago.
- Si raso la superficie esterna procedendo dal centro verso i bordi esterni.



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera



Diagramma di un'etichetta identificativa calcestruzzo (octagonale).

VERB PREL _____	N° DDT _____
TIPO CLS _____	DATA _____
CANTIERE _____	FIRME _____
CLIENTE _____	_____

CARTELLINO IDENTIFICAZIONE CALCESTRUZZO

Etichetta Marcatura Calcestruzzo

- Sulla faccia superficiale, dopo opportuna rasatura con righello, va applicata un'etichetta di plastica sulla quale, con inchiostro indelebile, viene riportata l'identificazione del provino.

ATTENZIONE !!!!!

- L'etichetta deve essere siglata dal D.L. o da un suo collaboratore

Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

ATTENZIONE !!!!!

- Per evitare che si formino microfessurazioni nel calcestruzzo per effetto degli urti dovuti al trasporto su strade accidentate, i provini rimarranno in cantiere per non meno di 16 h dal confezionamento.

- I campioni vanno rimossi dai casseri non oltre il terzo giorno dal prelievo.



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

La conservazione degli stessi, per il resto del periodo di maturazione (28 giorni), va fatto in ambienti a temperatura ed umidità controllata ($T = 20 \pm 2^\circ\text{C}$; $UR \geq 95\%$ oppure in acqua in accordo alla UNI EN 12390-2).



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

NON

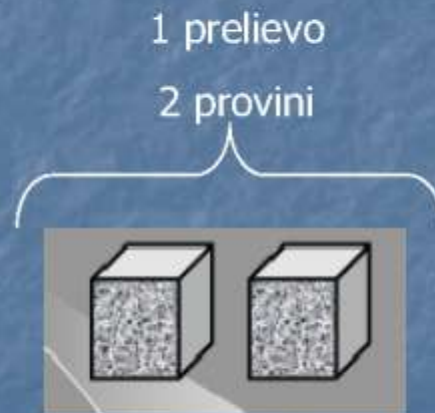
conservare il provino in cantiere nelle casseforme né sotto cumuli di sabbia, o in altre situazioni difformi da quelle descritte in precedenza che ne pregiudicherebbero la prestazione e renderebbero contestabili i risultati

Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

- Quanti provini prelevare ?

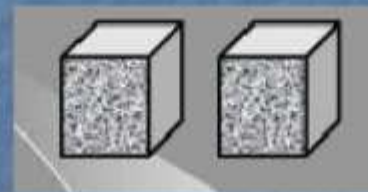
Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

- La norma definisce prelievo il quantitativo necessario di calcestruzzo per la confezione di n°2 provini.
- Va eseguito al momento della posa in opera e alla presenza del D.L. o persona di sua fiducia,



“Resistenza di prelievo”

Il valor medio della resistenza a compressione dei
2 provini costituisce la resistenza di prelievo



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

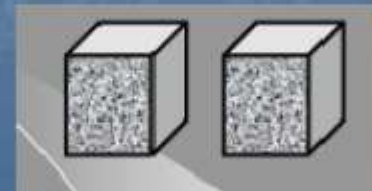
Quanti prelievi vanno effettuati ?

Almeno 1 prelievo ogni 100 m³ di miscela

Almeno 1 prelievo per ogni giorno di getto
se non si superano i 100 m³ di miscela

SI RICORDA !!!!!!!!!!!

che il D.L. può prescrivere ulteriori prelievi
rispetto al numero minimo tutte le volte
che lo ritiene opportuno.



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

- Si consiglia, al fine di rendere stringenti i controlli, anche se non espressamente richiesto dalle Norme, di effettuare almeno 1 prelievo (due cubetti) per ogni autobetoniera arrivata in cantiere.
- Ciò, rappresenta un deterrente psicologico per il fornitore del calcestruzzo il quale non riterrà più che le operazioni di controllo si siano esaurite con il primo prelievo dei cubetti.

Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

- Di tutte le operazioni di controllo eseguite in cantiere allo scarico del calcestruzzo, come prescritto dalla Norma, va redatto apposito verbale di prelievo.

VERBALE DI PRELIEVO CALCESTRUZZO (in accordo al D.M. 14.01.2008)					
DATI GENERALI					
Cantiere di:		VERBALE N°:			
Impresa Esecutrice:		GIORNO:			
Direzione Lavori:					
Direzione di cantiere:					
DATI CONTENUTI SUL DOCUMENTO DI TRASPORTO					
Fornitore:		Impianto:		EPG - n° certificato:	
Bolla n°:		Classe di resistenza (Rck):			
Autobetoniera:		Classe di esposizione:			
Pompa:		Classe di consistenza:			
m³:		Dmax aggregato:			
Ora di Carico:		Contenuto in ceneri:			
Ora di Arrivo in cantiere:		Contenuto di aria % (se necessaria):			
Ora di inizio Scarico:		Classe tipo di cemento:			
Ora di Fine Scarico:		(Se prescritto in cap.)			
DATI PRELIEVO					
Ora prelievo:		Cubi e seguri da:		Tipo di cassero:	
Temperatura ambiente:		Direzione Lavori		PVC	
Temperatura CLS:		Impresa Esecutrice		Polistirolo	
		Fornitore		Acciaio	
		Laboratorio materiali			
Slump-Flow (solo per SCC):		mm	UNI 11042	Tipo di assetto:	
V-Flow (solo per SCC):		s	UNI 11042		Vibrazione interna (120Hz)
Allungamento al caso di Alkali:		mm	UNI EN 12350-2		Tavola vibrante (40Hz)
Massa volumica:		kg/m³	UNI EN 12390-7		Pestello di acciaio (R300mm)
Acqua escluduta (opzionale):		cm³ / cm³	UNI 7122		VCC: Auto compatto
Contenuto di aria (Classi XF2-XF3-XF4):		%	UNI EN 12350-7	Condizioni di maturazione del cubetto in cantiere:	
Note:					All'aria 10±2°C
					In Acqua 20±2°C
					conditi relativi a 10%
Resoconto Prelievo:	Struttura (Pond, Salino, Pilastri, etc):	Cons. Piano:	m³ prelievo (contingenza per m³):	m³ in sito:	
Il calcestruzzo prelevato viene utilizzato per la costruzione di:				m³ Cubetti:	
				m³ Cubetti:	
				m³ Cubetti:	Al laboratorio
				veicolo:	Al fornitore
					in cantiere
Il presente verbale viene redatto in triplice copia.					Letto, firmato e sottoscritto:
Per la Direzione Lavori:		Nome e Cognome:		Firma:	
Per il Conditore:					
Per l'Impresa Esecutrice:					
Per il Fornitore:					
Per il Laboratorio:					

Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

E' auspicabile che la Direzione Lavori, in particolar modo per le opere pubbliche e per le opere strategiche, faccia eseguire anche se in modo informale, le prove di resistenza a compressione anche alla scadenza dei 7 giorni di maturazione. I risultati vanno confrontati con quelli sperimentali , deducibili dalla prova di qualificazione preliminare della miscela o dichiarati dal produttore del calcestruzzo, alla stessa scadenza.

Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DI TIPO A

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DI TIPO B

Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

- **Il Direttore dei Lavori**, alla scadenza dei 28 giorni di maturazione, deve provvedere a consegnare personalmente (o per persona di sua fiducia) i provini a un laboratorio prove di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 (art. 20 legge 1086/71).

Il D.L. dovrà sottoscrivere la richiesta di prova che oltre alle informazioni di carattere generale (committente, opera, impresa ecc.) dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo .

Oltre alla data del prelievo va menzionato il numero del verbale di prelievo.

I risultati delle prove non richieste dalla D.L. non possono essere utilizzati per il controllo di accettazione.

Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

Il Laboratorio, incaricato dalla D.L., esegue le prove di resistenza a compressione (UNI EN 12390- 3) ed emette il relativo certificato.

Il D.L. una volta i possesso dei risultati forniti da laboratorio ha l'obbligo di eseguire, per ogni miscela omogenea, il controllo di accettazione di tipo A o tipo B.



Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

Il controllo di tipo A è riferito a un quantitativo di miscela omogenea $\leq 300 \text{ m}^3$.

Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da 3 prelievi ciascuno dei quali eseguiti su un massimo di 100 m^3 di miscela omogenea.

Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m^3 massimo di getto

Controllo di accettazione di tipo A

- Il controllo di accettazione è positivo e il quantitativo di calcestruzzo si considera accettato se risultano soddisfatte entrambe le disequazioni:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_m \geq R_{ck} + 3,5 \quad (\text{N/mm}^2) \\ R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \quad (\text{N/mm}^2) \end{array} \right.$$

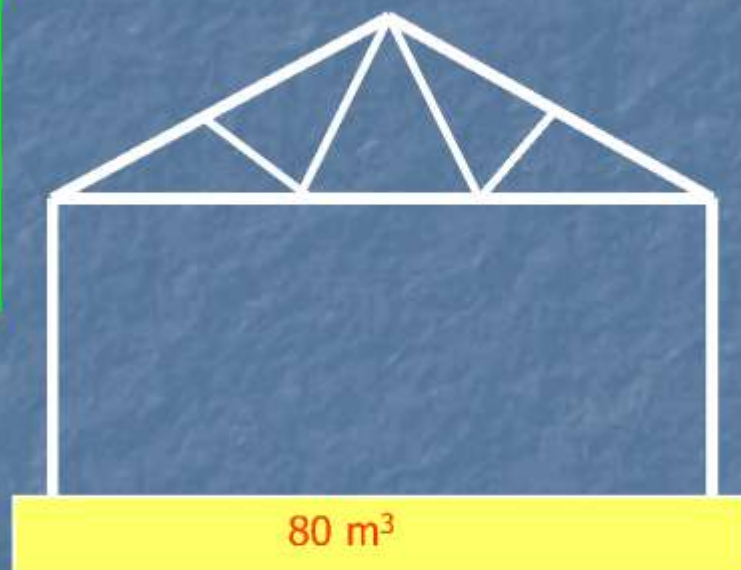
- R_1 è il valore minore della resistenza dei prelievi.
- R_m è la resistenza media dei 3 prelievi

Esempio : struttura in elevazione in acciaio con fondazione in c.a.

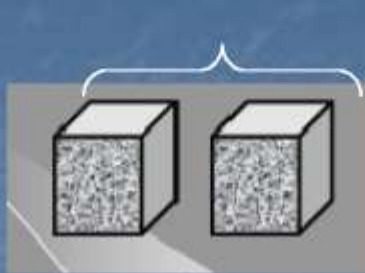
Elemento	Rck N/mm ²	Quantità m ³	Giorno di getto
fondazione	30	80	12.01.2009

1 CONTROLLO TIPO A
3 PRELIEVI
6 cubetti
TUTTI LO STESSO GIORNO

Ovviamente i 3 prelievi si eseguono
da autobetoniere diverse



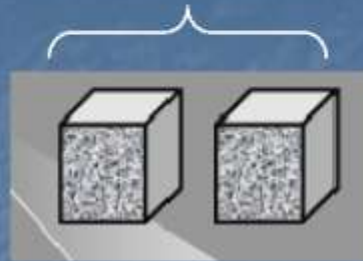
Controllo di accettazione tipo A : R_{ck} 30 N/mm²



34 N/mm² 36 N/mm²



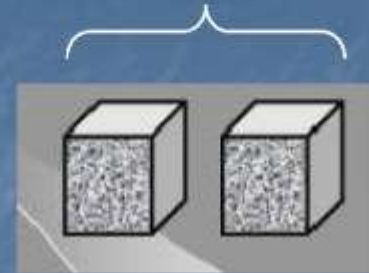
$R_{prelievo} = 35 \text{ N/mm}^2$



35 N/mm² 37 N/mm²



$R_{prelievo} = 36 \text{ N/mm}^2$



31 N/mm² 33 N/mm²

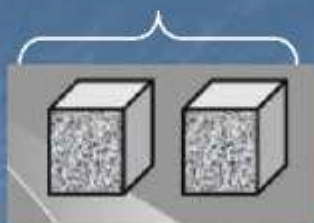


$R_{prelievo} = 32 \text{ N/mm}^2$

{	$R_1 = 32 \text{ N/mm}^2$	\longrightarrow	$R_1 > (R_{ck} - 3.5) = 26.5 \text{ N/mm}^2$
	$R_m = 34.3 \text{ N/mm}^2$	\longrightarrow	$R_m > (R_{ck} + 3.5) = 33.5 \text{ N/mm}^2$

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE VERIFICATO – STRUTTURA COLLAUDABILE

Controllo di accettazione tipo A : R_{ck} 30 N/mm²



42 N/mm² 40 N/mm²

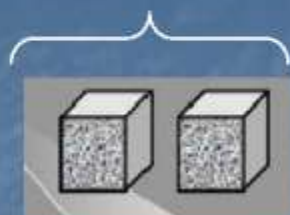


$R_{prelievo} = 41 \text{ N/mm}^2$



$R1 = 25 \text{ N/mm}^2$

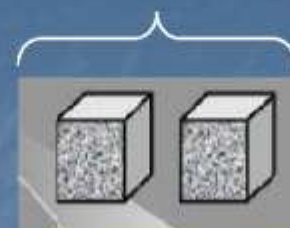
$Rm = 36 \text{ N/mm}^2$



40 N/mm² 44 N/mm²



$R_{prelievo} = 42 \text{ N/mm}^2$



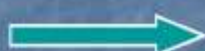
26 N/mm² 24 N/mm²



$R_{prelievo} = 25 \text{ N/mm}^2$



$R1 < (R_{ck} - 3.5) = 26.5 \text{ N/mm}^2$



$Rm > (R_{ck} + 3.5) = 33.5 \text{ N/mm}^2$

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE NON VERIFICATO – **STRUTTURA NON COLLAUDABILE**

$R_{ck \text{ eff}} = R1 + 3.5 = 28.5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck} \text{ di progetto}$

Si procede ad una nuova verifica strutturale con il nuovo valore della resistenza in opera

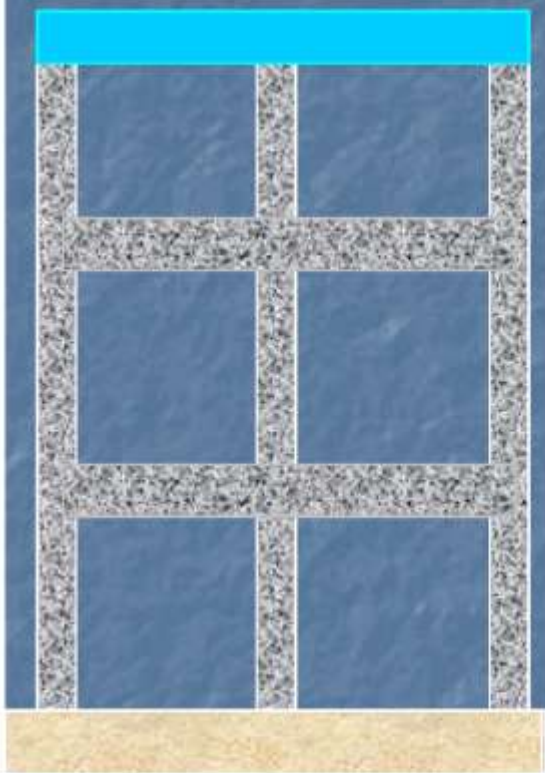
$R_{ck \text{ effettiva}} = 28.5 \text{ N/mm}^2$

Esempio con classi di resistenza diversa



Elemento	Rck N/mm ²	Classe esposizione	Quantità m ³	Giorno di getto
fondazione	40	XA2	80	1/8/ 2012
Pilastri I	30	XC2	40	1/9/ 2012
I solaio	30	XC2	60	28/9/ 2012
Pilastri II	30	XC2	40	09/10/2012
II solaio	30	XC2	70	15 /10/2012
Pilastri III	30	XC2	40	7 /11/ 2012
Solaio copertura	35	XC3	60	1/12/ 2012

Quanti provini prelevare ? Quanti controlli di accettazione ?



La struttura viene realizzata con 3 classi di resistenza diverse, ognuna delle quali, di volume complessivo inferiore a 1500 m^3 .

Si adotta pertanto il controllo di accettazione di tipo A.

1. **Primo controllo di accettazione (Rck40).**
Si effettuano 3 prelievi (6 provini) da 3 autobetoniere diverse (1/8/2012)
2. **Secondo controllo di accettazione (Rck30) :**
 - 1 prelievo l'1 Settembre 2012
 - 1 prelievo il 28 settembre 2012
 - 1 prelievo 9 Ottobre 2012
3. **Terzo controllo di accettazione (Rck30) :**
 - 1 prelievo il 15 Ottobre 2012
 - 2 prelievi il 7 Novembre 2012
4. **Quarto controllo di accettazione (Rck35).**
Si effettuano 3 prelievi (6 provini) da 3 autobetoniere diverse (1/12/2012)

Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DI TIPO B

Il controllo di tipo B è obbligatorio per un quantitativo di miscela omogenea $\geq 1500 \text{ m}^3$.

Il controllo di accettazione va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m^3 di miscela omogenea.

Per ogni giorno di getto va effettuato almeno un prelievo e complessivamente almeno 15 prelievi su 1500 m^3 .

Controllo di accettazione di tipo B

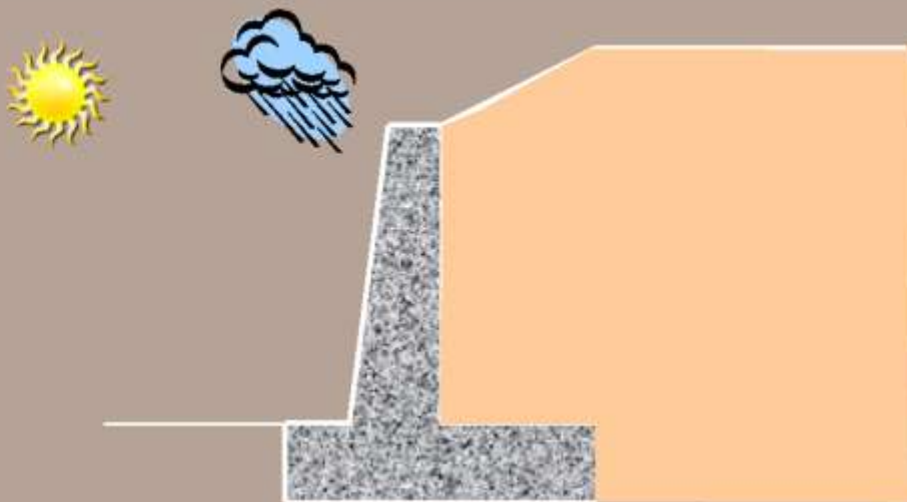
- Il controllo di accettazione è positivo e il quantitativo di calcestruzzo si considera accettato se risultano soddisfatte entrambe le disequazioni:

$$\begin{cases} R_m \geq R_{ck} + 1.4 s & (\text{N/mm}^2) \\ R_1 \geq R_{ck} - 3,5 & (\text{N/mm}^2) \end{cases}$$

- R_1 è il valore minore della resistenza dei prelievi.
- R_m è la resistenza media dei 15 prelievi
- S è lo scarto quadratico medio
- Non sono accettati calcestruzzi con coefficiente di variazione $C_v = (s / R_m) > 0,3$
- Se $C_v > 0,15$ occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari (11.2.6)

Esempio controllo di accettazione di tipo B

- Si devono realizzare muri di sostegno in calcestruzzo (classe di esposizione XC4) con classe di resistenza R_{ck} 40 N/mm² per un volume complessivo di 2200 m³. L'opera verrà realizzata in 8 giorni



Miscela omogenea di calcestruzzo 2200 m³ > di 1500 m³
E' obbligatorio il controllo di tipo B

Pianificazione del controllo di accettazione di tipo B

Quanti controlli effettuare ?



ALMENO 2 CONTROLLI DI TIPO B

(Esempio : Il primo su 1100 m³ – Il secondo sui restanti 1100 m³)

(Esempio : Il primo su 1500 m³ – Il secondo sui restanti 700 m³)



30 PRELIEVI (60 CUBETTI)

Pianificazione del controllo di accettazione di tipo B

30 PRELIEVI in 8 giorni di getto



per 6 giorni 4 prelievi al giorno = 24 prelievi

per 2 giorni 3 prelievi al giorno = 6 prelievi

1° Controllo di accettazione Tipo B

Prelievo N°	Resistenza media del prelievo N/mm²
1	45
2	43
3	41
4	34
5	44
6	47
7	44
8	43
9	51
10	47
11	44
12	43
13	48
14	51
15	47

R min

■ $R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$

Il controllo di accettazione è positivo se :

$$R_m \geq R_{ck} + 1.4 s \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$R_{\text{media}} < R_{ck} + 1.4 s = 45,9 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{\text{minima}} < R_{ck} - 3,5 = 36,5 \text{ N/mm}^2$$

$$C_v < 0,15$$

NO
NO
OK

La prima e seconda disequazione non sono soddisfatte

Controllo di accettazione negativo



$$R_{ck \text{ eff}} = R_1 + 3.5 = 37,5 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{ck \text{ eff}} = R_m - 1.4 s = 39,0 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{ck \text{ eff}} = \left\{ \text{minore tra } 37,5 \text{ e } 39,0 \right\} = 37,5 \text{ N/mm}^2$$

158

R media	44,8
S.q. m	4,18
C v	0,093

*CHE FARE QUANDO IL CONTROLLO DI
ACCETTAZIONE RISULTA NEGATIVO ?*



Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera
Prove in situ e controlli di accettazione
Paragrafo 11.2.6 D. M. 14.01.2008

In genere si ricorre alla
valutazione della resistenza
a compressione del cls
in situ :

```
graph TD; A["In genere si ricorre alla valutazione della resistenza a compressione del cls in situ :"] --> B["Quando il controllo di accettazione (tipo A o B) sui cubi standard non è stato soddisfacente."]; A --> C["Quando sorgono dubbi al D.L. o Collaudatore sulla qualità e la messa in opera del calcestruzzo"];
```

Quando il controllo di
accettazione (tipo A o B)
sui cubi standard non è
stato soddisfacente.

Quando sorgono dubbi al
D.L. o Collaudatore sulla
qualità e la messa in opera
del calcestruzzo

Le prove previste dalle NTC
(D.M. del 14.01.2008) per il
controllo della resistenza
strutturale sono :

Metodi distruttivi :
Carotaggi

Metodi non distruttivi

- Sclerometro
- Ultrasuoni
- Pull - out

PROVE DISTRUTTIVE :

II CAROTAGGIO

Normativa di riferimento : NTC D.M. del 14.01.2009

La Norma di riferimento è la
UNI EN 12504-1

Fornisce un metodo per :

- Il prelievo delle carote.
- La preparazione dei campioni .
- La determinazione della resistenza a compressione(UNI EN 12390-3)

Non dà una guida :

- Sul numero dei prelievi
- La posizione del carotaggio
- L'interpretazione dei risultati

CAROTAGGIO: Piano di indagine

Spetta allora al progettista predisporre un adatto piano di indagine

Si privilegiano in genere gli elementi strutturali meno impegnati sia staticamente che sotto sisma

La Circolare esplicativa delle N.T.C. per ogni area di prova richiede almeno 3 carote

Per i pilastri :
carotare nella mezzeria ($M = 0$)

Per le travi:
Carotare a $1/4 \div 1/5$ della luce

CAROTAGGIO

1. Si individuano tramite un pacometro le armature metalliche presenti nell'elemento strutturale

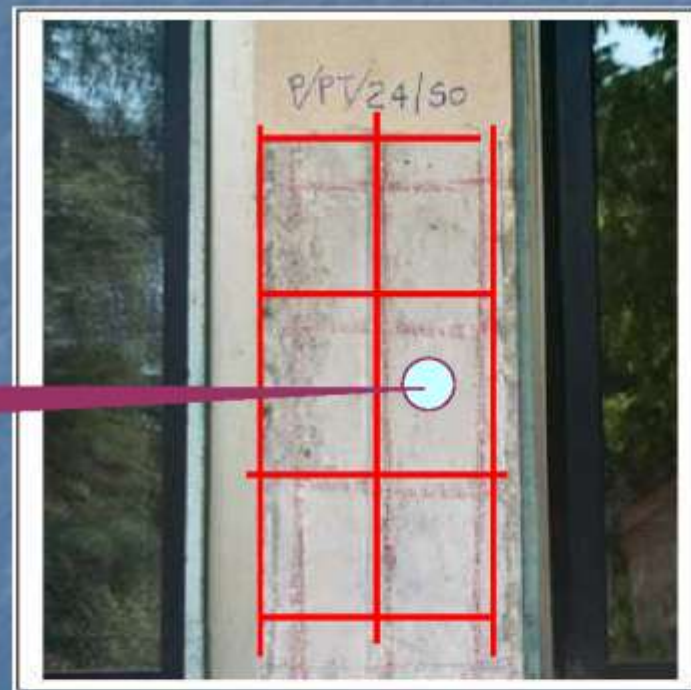
Il pacometro permette di individuare e localizzare le barre di armatura all'interno dei getti di calcestruzzo evitando il ricorso a sondaggi distruttivi .



CAROTAGGIO

2. Si segna sulla superficie dell'elemento strutturale la posizione delle staffe e dell'armatura longitudinale

Area di prelievo zona
priva di armature



CAROTAGGIO

3. Si stabilisce il diametro D della carota in base al diametro massimo degli inerti presenti nel cls secondo la relazione:

$$D_{\text{carota}} > 3 D_{\text{max inerti}}$$



4. Si stabilisce la lunghezza massima L della carota da prelevare in base al tipo di confronto da effettuare :
- $L > 2 D$ per resistenza cilindrica
 - $L > D$ per resistenza cubica

CAROTAGGIO

Estrazione della carota



Carotiere ben fissato e munito di corona diamantata raffreddata continuamente con acqua



carota estratta

CAROTAGGIO

Se richiesto si esegue la prova di carbonatazione (UNI 9944).
Sulla carota viene spruzzata la fenoftaleina.

- se vira al rosso al contatto con il materiale il pH è $\geq 9,2$
- se rimane incolore il pH è $< 9,2$ (zona carbonatata).



Spessore di calcestruzzo
carbonatato

Effetti della
carbonatazione



CAROTAGGIO

Se richiesto si esegue la prova di penetrazione dei cloruri

Sulla carota viene spruzzata una soluzione di floresceina e nitrato di argento .

- **vira al nero il calcestruzzo non penetrato dai cloruri**
- **rimane di colore chiaro il calcestruzzo penetrato dai cloruri**



**Zona penetrata
dai cloruri**

Prova di resistenza compressione

Solo dopo opportuna preparazione dei campioni (planarità e ortogonalità delle superfici di appoggio) si esegue la prova di rottura a compressione secondo la UNI EN 12390-3



Molatura e controllo della planarità



Prova di resistenza a compressione



Controllo di accettazione del calcestruzzo in situ
secondo il D.M. del 14.01.2008

Le Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14.01.2008), al paragrafo 11.2.6, stabiliscono il limite di accettazione della resistenza del calcestruzzo in opera, affermando che :

“ 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 “

$f_{cil\ media, in\ opera} \geq 0,85 (f_{ck} + 8)$ Carote H/D = 2

$R_{cubica\ media, in\ opera} \geq 0,85 (R_{ck} + 9.6)$ Carote H/D = 1

Controllo di accettazione del calcestruzzo in opera metodo statistico

In alternativa la **Circolare** al paragrafo **C11.2.6**, al fine di stimare la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera , per un numero di carote maggiore o uguale a 15, prevede di usare il metodo statistico.

Controllo di accettazione del calcestruzzo in opera metodo statistico

Valutazione della $f_{ck,opera}$:

La resistenza caratteristica in situ $f_{ck,opera}$ stimata di una regione di prova è definita come

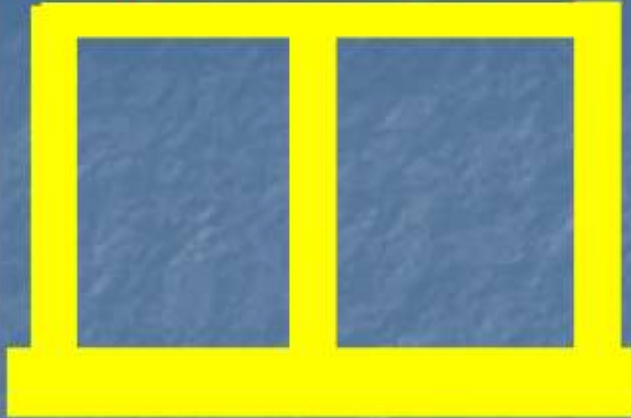
$$f_{ck, opera} = f_{m(n), is} - 1,48 s$$

Dove : s è lo scarto quadratico medio ≥ 2

Il controllo di accettazione risulta positivo se
 $f_{ck, opera} \geq 0,85 f_{ck, progetto}$

ESEMPIO

Rck progetto = 35 N/mm²



Durante la realizzazione dei pilastri (60 m³) sono stati prelevati 3 serie di cubetti.

Prelievo N°	Resistenza di prelievo N/mm ²
1	29
2	46
3	42

Si esegue il controllo di accettazione di tipo A

$$R_1 = 29 \text{ N/mm}^2$$

$$R_1 < (R_{ck} - 3.5) = 31.5 \text{ N/mm}^2$$

$$R_m = 39 \text{ N/mm}^2$$

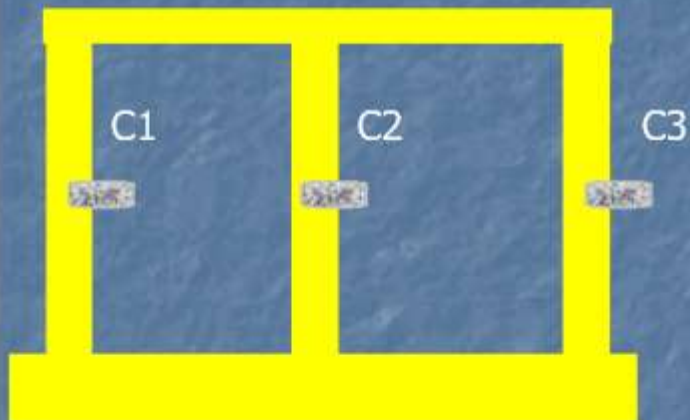
$$R_m > (R_{ck} + 3.5) = 38.5 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{ck \text{ eff}} = R_1 + 3.5 = 32.5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck} \text{ di progetto}$$

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DI TIPO A NON VERIFICATO
CONTROLLO DEL CALCESTRUZZO IN OPERA



La Direzione Lavori richiede il prelievo di N°3 carote (H/D =1)
ed esegue il controllo secondo quanto disposto dal D.M. 14.01.2008



Carota N°	R carota N/mm ²
C1	36
C2	34
C3	35

$$R_{cm,opera} = 35 \text{ N/mm}^2$$

VERIFICA DA ESEGUIRE

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

$$R_{cm,progetto} = (R_{ck} + 9,6) = 44,6 \text{ N/mm}^2$$

$$35 < 0,85 \times 44,6 = 37,9 \text{ N/mm}^2$$



CONTROLLO DI ACCETTAZIONE IN OPERA NON VERIFICATO
STRUTTURA NON COLLAUDABILE

RESPONSABILITA'

- Il fornitore del fornitore del calcestruzzo è sicuramente responsabile in quanto :

$R_{ck} \text{ effettiva} < R_{ck} \text{ di progetto.}$

- Verifichiamo l'operato dell'impresa

$$R_{cm,opera} \geq 0,85 (R_{cm, progetto})$$

$$R_{cm,opera} \geq 0,85 (R_{ck} + 9,6)$$

$$\text{ma } R_{ck} = R_{ck} \text{ effettivo} = 32,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Quindi : } R_{cm,opera} \geq 0,85 (R_{ck} \text{ effettivo} + 9,6)$$

$$R_{cm,opera} \geq 0,85 (32,5 + 9,6) = 35,8 \text{ N/mm}^2$$

$35 < 35,8$ NON VERIFICATA

L'impresa è corresponsabile della non conformità.

**Errori nella posa in opera (segregazione o compattazione inefficace),
assenza di maturazione umida o di breve durata.**

RIVERIFICA STRUTTURALE

- In questo caso si dovrà procedere a un controllo teorico della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo:

$$R_{ck} = \frac{R_{cm,opera}}{0,85} - 9,6 = 31,6 \text{ N/mm}^2$$

Se i risultati della verifica non risultano soddisfacenti il D.L. può:

- Dequalificare l'opera
- Eseguire l'avori di consolidamento.
- Demolire l'opera

pr EN 13791 (Giugno 2006)

La norma, come detto, prevede anche la valutazione della resistenza caratteristica in opera con **metodi indiretti** :

non distruttivi

sclerometro

ultrasuoni

semidistruttivi

pull-out

Prove non distruttive

Le Norme di riferimento sono
UNI EN 12504-2 del 2001
UNI EN 12504-3 del 2005
UNI EN 12504-4 del 2005

Tali metodi, da soli, possono essere utilizzati per la valutazione dell'omogeneità del calcestruzzo in opera.

Utilizzati in combinazione con i risultati forniti dalle carote è possibile stimare la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera (pr EN 13791)

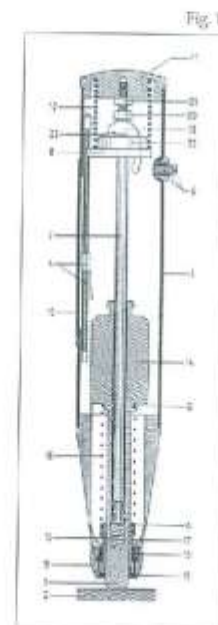
Prove non distruttive : sclerometro (UNI EN 12504 - 2)

- Lo sclerometro consiste in una massa battente caricata da una molla che colpisce un pistone d'acciaio a contatto con la superficie del calcestruzzo.



Sezione longitudinale dello sclerometro Schmidt e relativa posizione al momento della percussione sulla struttura in c.a.

- 1 asta di percussione
- 3 carcassa
- 4 indice con antina
- 6 rotellino d'arresto
- 7 asta di scorrimento
- 8 disco di guida
- 9 calotta
- 10 segmenti di blocco
- 11 coperchio
- 12 molla di pressione
- 13 gancio
- 14 martello
- 15 molla ammortizzatore
- 16 molla di percussione
- 17 ancoraggio molla
- 18 rondella di feltro
- 19 finestra
- 20 vite
- 21 contro-elade
- 22 perno
- 23 molla del gancio



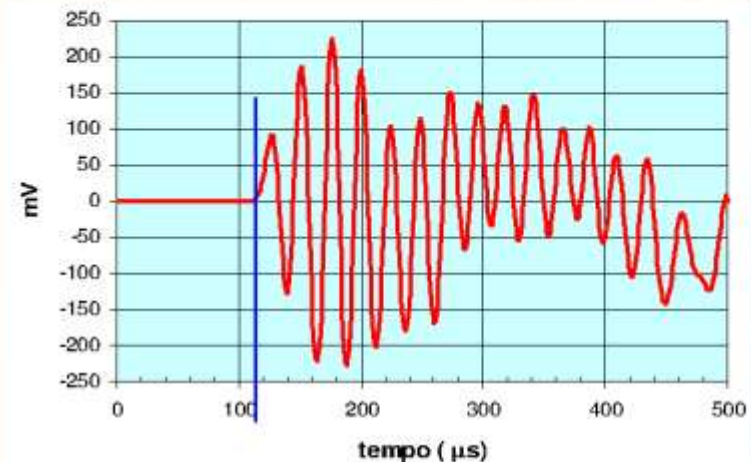
10

- Il risultato della prova è il rimbalzo della massa battente e viene detto "Indice di rimbalzo sclerometrico".

Prove non distruttive : ultrasuoni (UNI EN 12504 - 4)

L'apparecchiatura consiste :

- di una sonda emittente di impulsi meccanici;
- di una sonda che riceve il segnale emesso dopo aver attraversato il calcestruzzo;
- di un oscilloscopio che visualizza sullo schermo il fronte d'onda ricevuto dopo aver attraversato il calcestruzzo

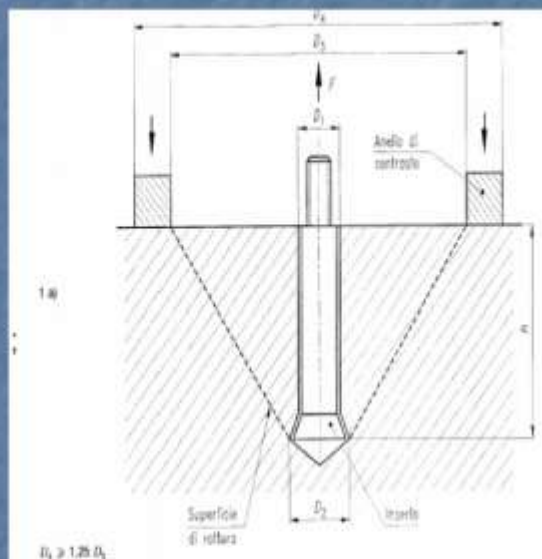


- Il risultato della prova è il tempo che impiega l'impulso meccanico per attraversare il calcestruzzo "tempo di percorrenza".

Prove non distruttive : pull -out (UNI EN 12504 - 3)

L'apparecchiatura consiste :

- tasselli ad espansione che vengono inseriti nel calcestruzzo;
- di un martinetto cavo e di una pompa sulla quale è montato un manometro;



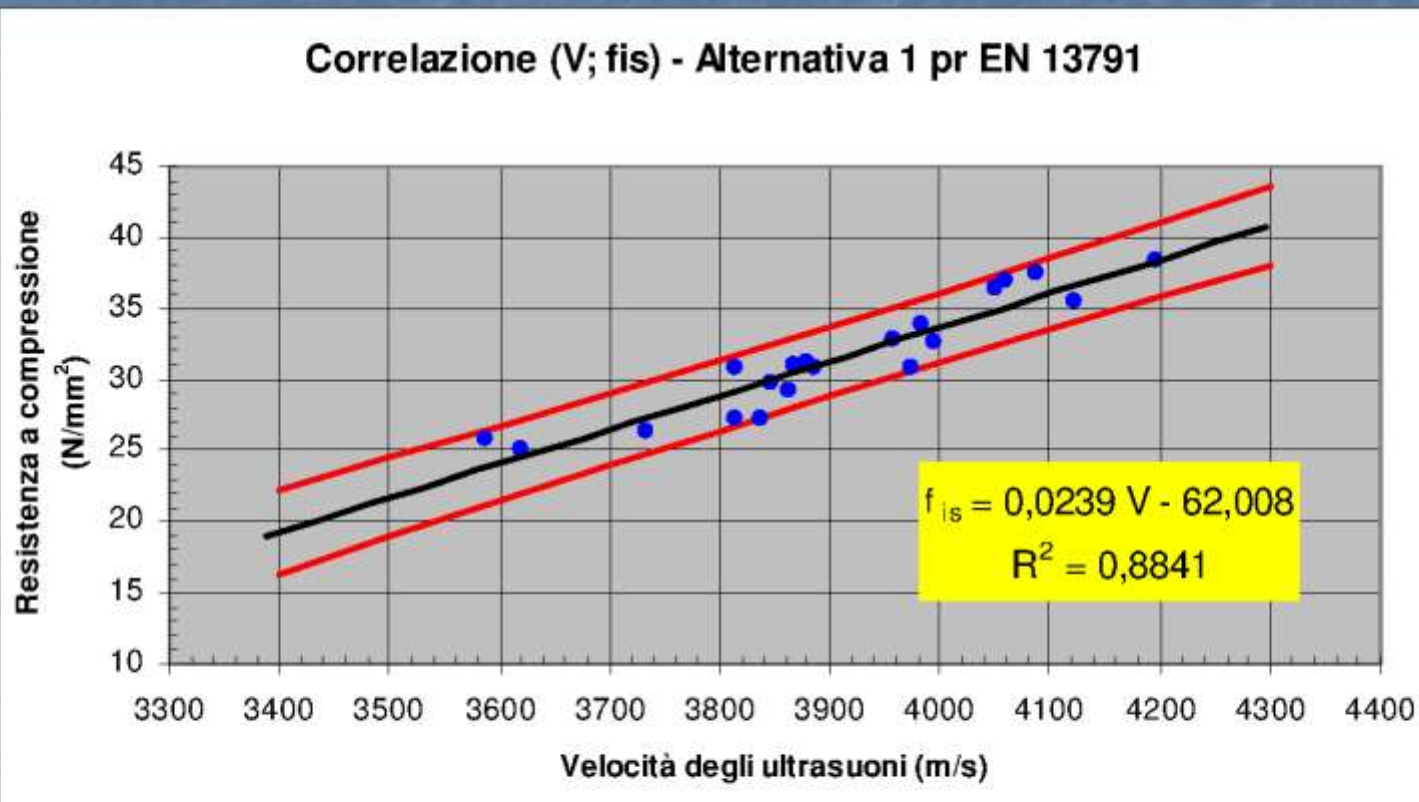
- Il risultato della prova è " La forza di estrazione del tassello inserito".

Correlazione fra prove distruttive e prove non distruttive

- Nelle stesse aree dove sono state eseguite le prove indirette, si prelevano altrettanto carote di calcestruzzo.
- La EN 13791 e le Linee Guida del STC forniscono i metodi per eseguire le correlazioni fra il parametro non distruttivo (I , V , F) e la resistenza a compressione delle carote estratte



La curva sperimentale ricavata può essere utilizzata per la valutazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera.



“Un cattivo calcestruzzo viene confezionato mescolando semplicemente cemento, inerti e acqua, gli stessi ingredienti che servono per confezionare un buon calcestruzzo.

L'unica differenza è il Know-how del procedimento”

Adam Neville

COME SI CARATTERIZZA L'ACCIAIO PER C.A. (D.M. 14.01.2008)



D.M. 14.01.2008

```
graph TD; A[D.M. 14.01.2008] --> B[B450 C laminato a caldo<br/>4mm ≤ Φ ≤ 40 mm<br/>Può essere fornito in rotoli per Φ ≤ 16 mm]; A --> C[B450 A trafilato a freddo<br/>5 mm ≤ Φ ≤ 10 mm<br/>Può essere fornito in rotoli per Φ ≤ 10 mm]; A --> D[Prevede esclusivamente l'impiego di acciai nervati e saldabili.<br/>Sono soppressi gli acciai : FeB22K - FeB32K – FeB38K – FeB44K];
```

B450 C laminato a caldo
 $4\text{mm} \leq \Phi \leq 40\text{ mm}$
Può essere fornito in rotoli per $\Phi \leq 16\text{ mm}$

B450 A trafilato a freddo
 $5\text{ mm} \leq \Phi \leq 10\text{ mm}$
Può essere fornito in rotoli per $\Phi \leq 10\text{ mm}$

Prevede esclusivamente l'impiego di acciai nervati e saldabili.

Sono soppressi gli acciai : FeB22K - FeB32K – FeB38K – FeB44K

Come distinguere in cantiere un acciaio B450C da un acciaio B450 A ?

Laminato a caldo (due facce)

B450C



Laminato a caldo (quattro facce)

B450C



Come distinguere in cantiere un acciaio B450C
da un acciaio B450 A ?

Trafilato a freddo (tre facce)

B450A

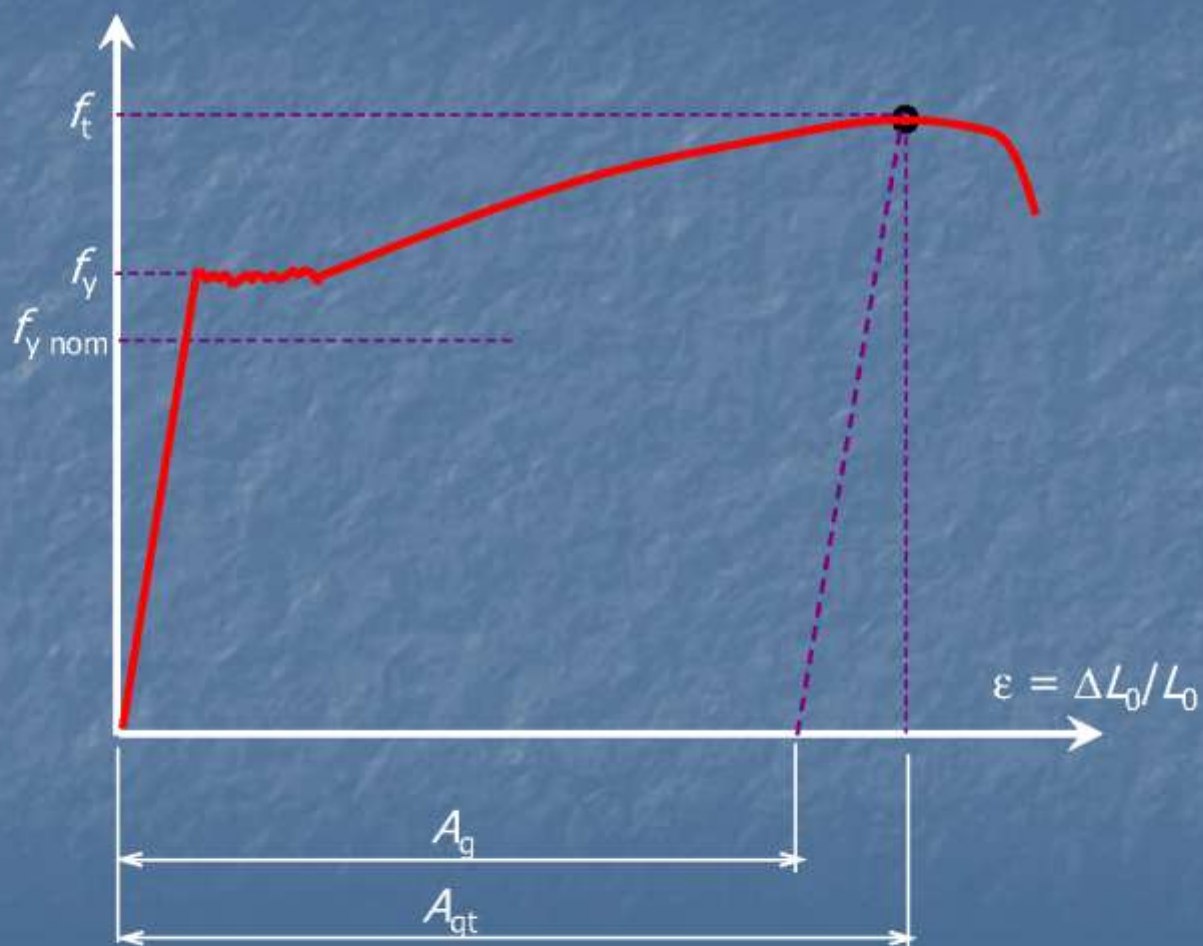


Caratteristiche meccaniche dell'acciaio B450C

CARATTERISTICHE MECCANICHE

	D.M. 14/01/2008 BARRE-ROTOLI-RETI B450 C	D.M. 14/09/2005 BARRE-ROTOLI-RETI- TRALICCI B450 C	D.M. 09/01/1996 BARRE-ROTOLI FeB44 K
f_y	≥ 450	≥ 450	≥ 430
f_t	≥ 540	≥ 540	≥ 540
f_t / f_y	$\geq 1,15$ $\leq 1,35$	$\geq 1,13$ $\leq 1,35$	-
$f_y / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$	$\leq 1,25$	-
A5 %	-	-	≥ 12
Agt %	$\geq 7,5$	≥ 7	-

Diagramma tensione-deformazioni per un acciaio laminato a caldo (B450 C)

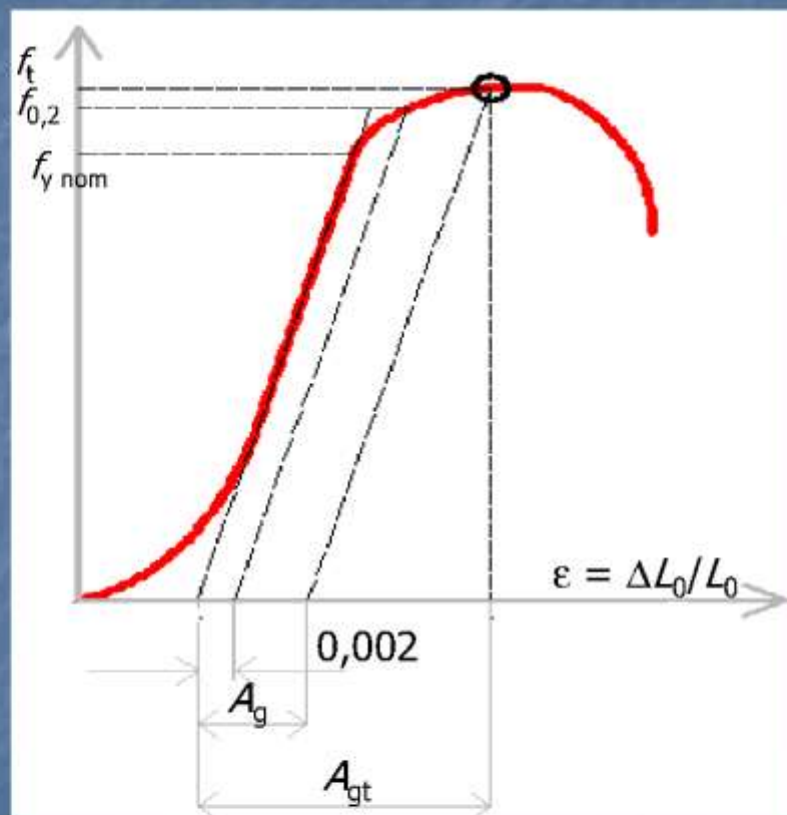


Caratteristiche meccaniche dell'acciaio B450A

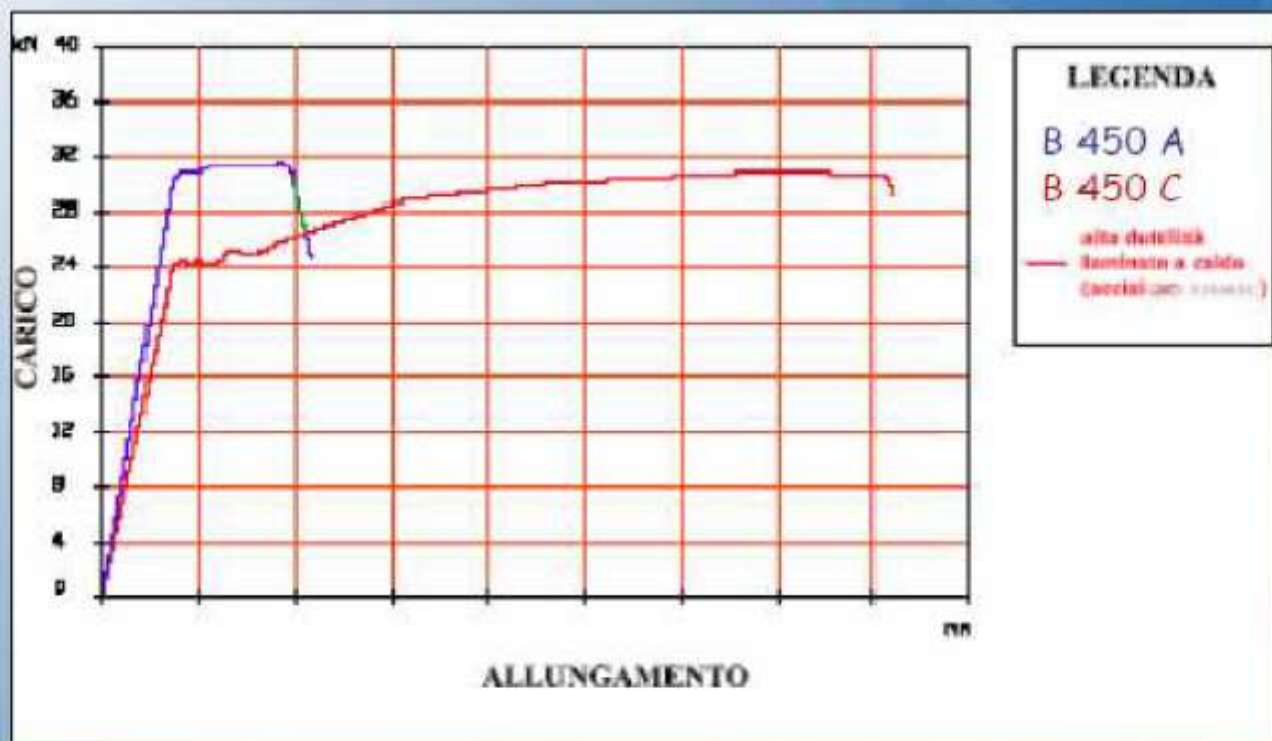
CARATTERISTICHE MECCANICHE

	D.M. 14/01/2008 RETI-TRALICCI B450 A	D.M. 14/09/2005 TRAFILATO-RETI- TRALICCI B450 A	D.M. 09/01/1996 TRAFILATO-RETI- TRALICCI
f_y	≥ 450	≥ 450	≥ 390
f_t	≥ 540	≥ 540	≥ 440
f_t / f_y	$\geq 1,05$	$\geq 1,05$	$\geq 1,10$ SOLO RETI E TRALICCI
$f_y / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$	$\leq 1,25$	-
A10 %	-	-	≥ 8
Agt %	≥ 2.5	≥ 3	-

Diagramma tensione-deformazioni per un acciaio trafilato a freddo (B450 A)



CONFRONTO TRA ACCIAIO B 450C E ACCIAIO B 450A



LA DUTTILITA'

I PARAMETRI CHE DEFINISCONO LA DUTTILITA'

Allungamento al carico massimo (A_{gt})

È la deformazione uniforme corrispondente al carico massimo che ha luogo nell'acciaio sottoposto ad una tensione di trazione. Quanto maggiore è l'allungamento quanto più duttile sarà l'acciaio.



LA DUTTILITA'

I PARAMETRI CHE DEFINISCONO LA DUTTILITA'

Rapporto f_t/f_y

È la relazione tra la tensione massima unitaria dell'acciaio ed il limite di snervamento dello stesso.

È un indice della riserva di resistenza che ha l'acciaio, dopo avere superato il limite elastico.

La sua influenza nella duttilità è legata ad un migliore comportamento delle cerniere plastiche



LA DUTTILITA'

I PARAMETRI CHE DEFINISCONO LA DUTTILITA'

Rapporto $f_{y_{eff}}/f_{y_{nom}}$

Rappresenta l'indicazione per cui gli acciai effettivamente utilizzati possiedono valori di snervamento non troppo elevati rispetto al valore della tensione nominale e quindi non vengano vanificati i valori di resistenza posti alla base delle verifiche in fase di progetto.

**COMPITI DELLA D.L.
ALL'ARRIVO IN CANTIERE
DELL'ACCIAIO PER C.A.**

L'acciaio in cantiere può pervenire

- Direttamente dal produttore (acciaieria)
- Da un centro di trasformazione
- Da un commerciante intermedio

Controllo della documentazione

Se l'acciaio proviene direttamente dal produttore la fornitura deve essere accompagnata da :

- Documento di trasporto (DDT) nel quale deve essere riportato il numero dell'Attestato di Qualificazione.
- Copia dell'Attestato (validità 5 anni)

Il D.M. del 14.01.2008 non prevede la consegna del certificato di verifica periodica della qualità rilasciato dal Laboratorio Ufficiale.

Controllo della documentazione

 UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA - FACOLTÀ DI INGEGNERIA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA MECCANICA
LABORATORIO PROVE MATERIALI «PIETRO PISA»
VIA SARDINI, 36 - 56124 PISA
Tel. 050/57164000 - Fax 050/5716400
e-mail: ap@ap.ing.unipi.it

Certificato n° _____ Data: 10/03/2008
Domanda n° _____

Richiedente: _____

PROVA DI VERIFICA DELLA QUALITÀ
secondo il D.M. 14/05/99 di cui alla 140/99 del 05/11/91

Verifica del tipo: **PROVA 2008**

L'incaricato di questa prova è: _____ ed è posto in cura
L'incaricato presso lo stabilimento del produttore che ha prodotto i campioni del
materiale da sottoporre al controllo qualità è: _____

*Materiale: **6550C**, leghe d'alluminio, vendibile in barre, lamine e
altri con trattamento termico, spessore: _____, diametri da 6 a 30 mm

Il materiale è identificato con il marchio:



Accordo di Qualificazione del Servizio Tecnico Omologato
del 26/07/2005, valido dal 26/07/2005 al 25/07/2011.

L'incaricato ha provveduto al prelievo casuale dei pezzi ed ha effettuato le
prove presso lo stabilimento del produttore. L'incaricato dichiara di aver
verificato l'identità delle attrezzature utilizzate e di aver provveduto ad
eseguire gli esami di routine.

Nella pagina seguente sono riportati:

- le date di prelievo e di esecuzione delle prove;
- i numeri delle etichette dei campioni;
- i risultati delle prove effettuate;
- le risultati delle prove predefinite necessari per ottenere i valori
verificativi di resistenza, rottura e A_{50} ;
- i risultati della classificazione statistica e i parametri di conformità
secondo la prescrizione del Decreto Ministeriale 14/05/99.

Il presente certificato consta di n° 3 pagine.

Il Direttore del Laboratorio _____ Il Direttore del Dipartimento _____



Il presente certificato può essere consultato gratuitamente nella biblioteca dell'Università.

**CERTIFICATO
LABORATORIO
UFFICIALE**

NO

Controllo della documentazione

ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE

SI



ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE
00 /06-CA

In conformità al D.M. 14.09.2005 "Norme tecniche per le costruzioni", si attesta che il prodotto da costruzione:

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO LAMINATO A CALDO
*B450C, impiegabile anche come FeB44k;
saldabile in barre laminato a caldo nei diam. 8-30,
processo di laminazione tempore*

Marchio di laminazione



prodotto da:

nello stabilimento di:

è stato sottoposto da parte del Produttore alle prove di qualificazione del prodotto effettuate a cura del Laboratorio Ufficiale e il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha effettuato l'ispezione iniziale dello stabilimento e del controllo di produzione in fabbrica.

Il presente certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la procedura di qualificazione definite nella norma

D.M. 14.09.2005: "Norme tecniche per le costruzioni"

sono state applicate.

Il presente certificato è stato emesso per la prima volta in data 26.07.2006 ed ha validità 5 anni a meno che le condizioni di produzione in fabbrica o il controllo di produzione in fabbrica non subiscano modifiche significative.

Roma, 26.07.2006



PRET. SEGRETARIO GENERALE DEL
SERVIZIO TECNICO CENTRALE
Dott. Ing. Antonio Luciani



Organismo di Certificazione del Prodotto per le Opere di Costruzione ed Arredo
della C.A.S. S.p.A. (P.R. 2407) (C.A.S. S.p.A. - Contratti e Servizi)
Indirizzo: via Dante 100 - 00187 Roma (RM) - Tel. 06/44521111
E-mail: info@cas.it - Web: www.cas.it

Il presente certificato è valido solo se è presente il logo del C.S.L.P. (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici)

Controllo della documentazione

Se l'acciaio proviene da un centro di trasformazione la fornitura deve essere accompagnata dal documento di trasporto (DDT) nel quale si evidenziano :

- Gli estremi dell'attestato di dichiarazione di attività, rilasciata dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione.
- Attestato di esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione.

Il Direttore dei Lavori deve :

- chiedere copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.
- recarsi direttamente presso questi centri ed effettuare direttamente i prelievi per le prove obbligatorie di cantiere .

Controllo della documentazione

Se l'acciaio proviene da un commerciante intermedio la fornitura deve essere accompagnata dalla documentazione fornita dall'acciaiera:

- Attestato di Qualificazione del Servizio Centrale
 - Documento di trasporto DDT
- Ambedue devono essere completati con il riferimento del DDT del commerciante stesso.
- Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi

Controllo del marchio

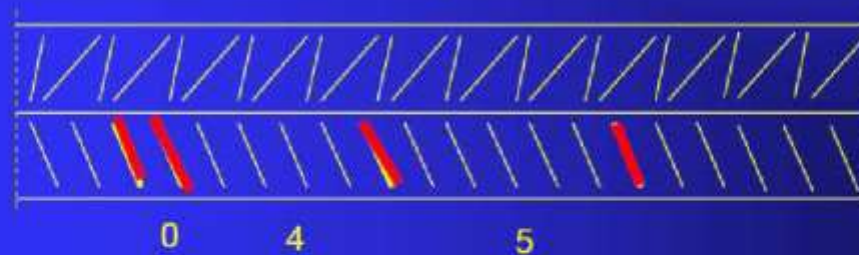
Il Direttore dei Lavori, oltre al controllo della documentazione di accompagnamento, è tenuto a verificare che il marchio sulle barre di acciaio corrisponda al marchio riportato sull'Attestato di Qualificazione.

Come si legge il marchio ?

Controllo del marchio

RICONOSCIMENTO DEGLI ACCIAI

Come leggere il marchio



FERALPI

Controllo del marchio

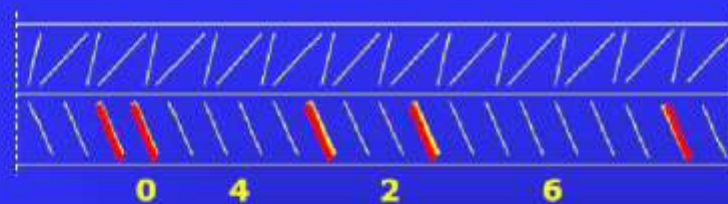
RICONOSCIMENTO DEGLI ACCIAI

IDENTIFICAZIONE DEL PAESE DI ORIGINE

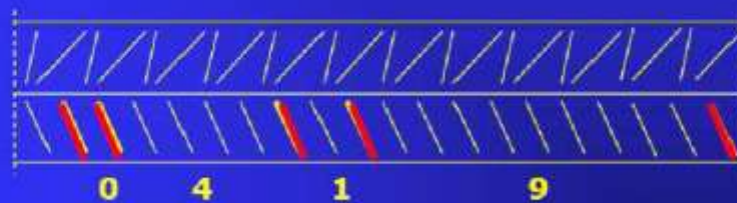
Paese	Numero Paese
Austria, Repubblica Ceca, Germania, Polonia, Repubblica Slovacca	1
Belgio, Olanda, Lussemburgo, Svizzera	2
Francia, Ungheria	3
Italia, Malta, Slovenia	4
Inghilterra, Irlanda, Islanda	5
Danimarca, Estonia, Finlandia, Lettonia, Lituania, Norvegia, Svezia	6
Portogallo, Spagna	7
Cipro, Grecia	8
Altri paesi	9

Controllo del marchio

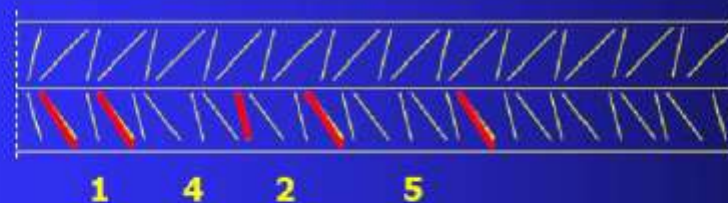
Come leggere il marchio



ALFA ROMEO



VALSABBIA



Acciaierie di
Sicilia

Immediata identificazione

La fornitura di acciaio in cantiere deve essere facilmente identificata tramite apposite targhette metalliche.



Identificazione

Fascio d'acciaio senza la
targhetta di
identificazione.
Assolutamente da
evitare !!!!



Controllo del marchio

***ELENCO PRODUTTORI QUALIFICATI
DISPONIBILE SUL SITO:***

<http://www.infrastrutture.gov.it/consuplp/>

Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare la fornitura se :

- La documentazione di accompagnamento è incompleta.
- Se il marchio riscontrato sulle barre pervenute in cantiere è difforme dal marchio dichiarato nell'Attestato di Qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico centrale.

Deposito e conservazione in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

Durabilità - Acciaio in cantiere non protetto dagli agenti atmosferici



Durabilità - Acciaio in cantiere non protetto dalla salsedine marina



Controlli di accettazione

- I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e comunque prima della messa in opera delle armature.
- Se lo stabilimento di provenienza è unico si devono prelevare 3 spezzoni marchiati, dello stesso diametro, da sottoporre alle prove di resistenza a trazione e duttilità.

In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I campioni prelevati, alla presenza del D.L. che redige apposito verbale di prelievo, vanno spediti a un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n.380/2001 per essere sottoposti alle prove di resistenza a trazione e duttilità.

Il D.L., come nel caso dei calcestruzzi deve sottoscrivere la richiesta di prova. Tale richiesta dovrà contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

Compiti della D.L. in fase di esecuzione dell'opera

Verbale di prelievo acciaio

VERBALE DI PRELIEVO ACCIAIO in accordo al D.M. 14.01.2008							
DATI GENERALI							
Cantiere di:		Impresa Costruttrice:		VERBALE N°:		GIORNO:	
Direttore Lavori:		Direttore di cantiere:					
DATI CONTENUTI NEL DOCUMENTO DI TRASPORTO							
Fornitura:		Produttore:		Bolla n°:			
Stabilimento:		n° Attestato di Qualificazione:		Tipo di acciaio:			
Centro Trasformazione:		Stabilimento o Direzione Tecnica:		Lotto di spedizione (Quantità):			
n° Attestato di Deposito:		STC - n° certificato:		n° colata (n° lotto):			
				Barra diametro:			
				Reti:			
				Retroli:			
				Tralici:			
DATI PRELIEVO							
Acciaio consegnato in data:				Giorno del prelievo:		Ora prelievo:	
Prelievo	Ø nominale	N° barra/altro	Segna / identificazione campione (a cura D.L.)	Struttura interessata da ciascun prelievo	Produttore	Tipo di Acciaio	Identificazione campioni (a cura I.T.M.)
1		1					
		2					
		3					
2		4					
		5					
		6					
3		7					
		8					
		9					
PROVE RICHIESTE							
BARRE C.A.							
TIRAZIONE secondo norme UNI EN 12510-1:2004				PIGILAMENTO secondo UNI EN 15630-1:2004			
RETI E TRALICCI ELETTRICISALDATI							
TIRAZIONE E DISTACCO SECONDO ELETTRICISALDATI secondo norme UNI EN 15630-2:2004							
ULTERIORI PROVE (DA SPECIFICARE)							
* trattamento di invecchiamento artificiale							
Il presente verbale viene redatto in triplice copia. Letto, firmato e sottoscritto:							
Per la Direzione Lavori:		Nome e Cognome:			Firma		
Per il Convolante:							
Per l'Impresa Esecutrice:							
Per il Fornitore:							
Per il Laboratorio:							

Il laboratorio esegue gli accertamenti delle proprietà meccaniche degli acciai per c.a. mediante:

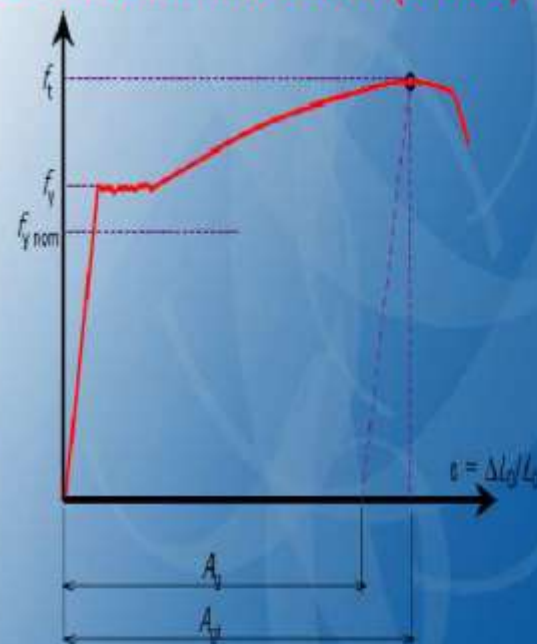
- la prova di trazione
- la prova di duttilità (piegamento e raddrizzamento)



Dalla prova di trazione (UNI EN ISO 15630-1) si ricavano i seguenti parametri :

- La tensione di snervamento f_y
- La tensione massima f_t
- Il modulo elastico E
- L'allungamento totale al carico massimo A_{gt}

Diagramma tensioni-deformazioni per un acciaio laminato a caldo (B450 C)



Prova di duttilità - fase di piegamento

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue a temperatura ambiente :

- Utilizzando, in base al diametro, i mandrini previsti dalla norma
- piegando la provetta d'acciaio a 90°
- mantenendola poi per 60 min alla temperatura di $100 \pm 10^{\circ}\text{C}$
- procedendo dopo raffreddamento in aria al parziale raddrizzamento per almeno 20°.



Controllo di accettazione

Il Laboratorio, incaricato dal D.L., esegue le prove ed emette il relativo certificato.

La D.L., una volta in possesso dei risultati forniti da laboratorio ha l'obbligo di eseguire il controllo di accettazione facendo riferimento alla tabella 11.3.VI del D.M. 14.01.2008

Valori di accettazione

	D.M. 14/01/2008	NOTE
f_y minimo	425 N/mm ²	(450-25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450x(1.25+0.02)] N/mm ²
Agt minimo	≥ 6,0 %	Per acciai B450 C
Agt minimo	≥ 2,0 %	Per acciai B450 A
Rottura/snervamento ft/fy	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	Per acciai B450 C
Rottura/snervamento ft/fy	$f_t/f_y \geq 1,03$	Per acciai B450 A
Piegamento Raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

Controllo di accettazione

- Se i 3 risultati sono maggiori o uguali al prescritto valore di accettazione (Tab. 11.3VI) il lotto consegnato può essere considerato conforme.
- **Altrimenti si prelevano 10 ulteriori spezzoni** in presenza del produttore che potrà assistere anche all'esecuzione delle prove.
- Il lotto può considerarsi conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo riportati nella tabella 11.3.VI.
- **Altrimenti il lotto viene respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.**

Riferimenti normativi e bibliografici

D.M. 14.01.2008

Circolare del 2 febbraio 2009 n° 617 - Istruzione per l'applicazione delle "Norme Tecniche".

UNI EN 12620

UNI EN 197-1

UNI EN 206-1

UNI 11104

UNI 8520-1

UNI 8520-2

UNI EN 12504-1-2-3-4-5

UNI EN 12390-1-2-3

UNI ENV 13670-1

pr EN 13791

UNI EN 15630-1

Linee guida calcestruzzo preconfezionato - Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive - Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Concretum – Luigi Coppola

Concrete Tender – Luigi Coppola