

**OSSERVATORIO NAZIONALE AMIANTO**

**COMITATO PROVINCIALE DI COSENZA**



**ONA**  
OSSERVATORIO NAZIONALE AMIANTO



GIAMBATTISTA FALCONE  
**ITCGI** ACRI

**ALTERNANZA SCUOLA LAVORO**  
**(Legge 53/2003)**

**CONOSCERE IL CALCESTRUZZO**

**ING. GIUSEPPE INFUSINI**  
Coordinatore Provinciale ONA Cosenza

**Acri, 9 Maggio 2018**

# IL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo è un **materiale artificiale** formato da **inerti** (o aggregati), da un **legante** o agglomerante (cemento) e dall'**acqua**, opportunamente dosati e preparati. Possono essere aggiunti, secondo le necessità, di additivi e/o minerali (filler) che influenzano le caratteristiche fisiche o chimiche del conglomerato sia fresco che sia indurito.

Il calcestruzzo rinforzato con armature in acciaio prende il nome di **calcestruzzo armato** o, più comunemente, di **cemento armato**.

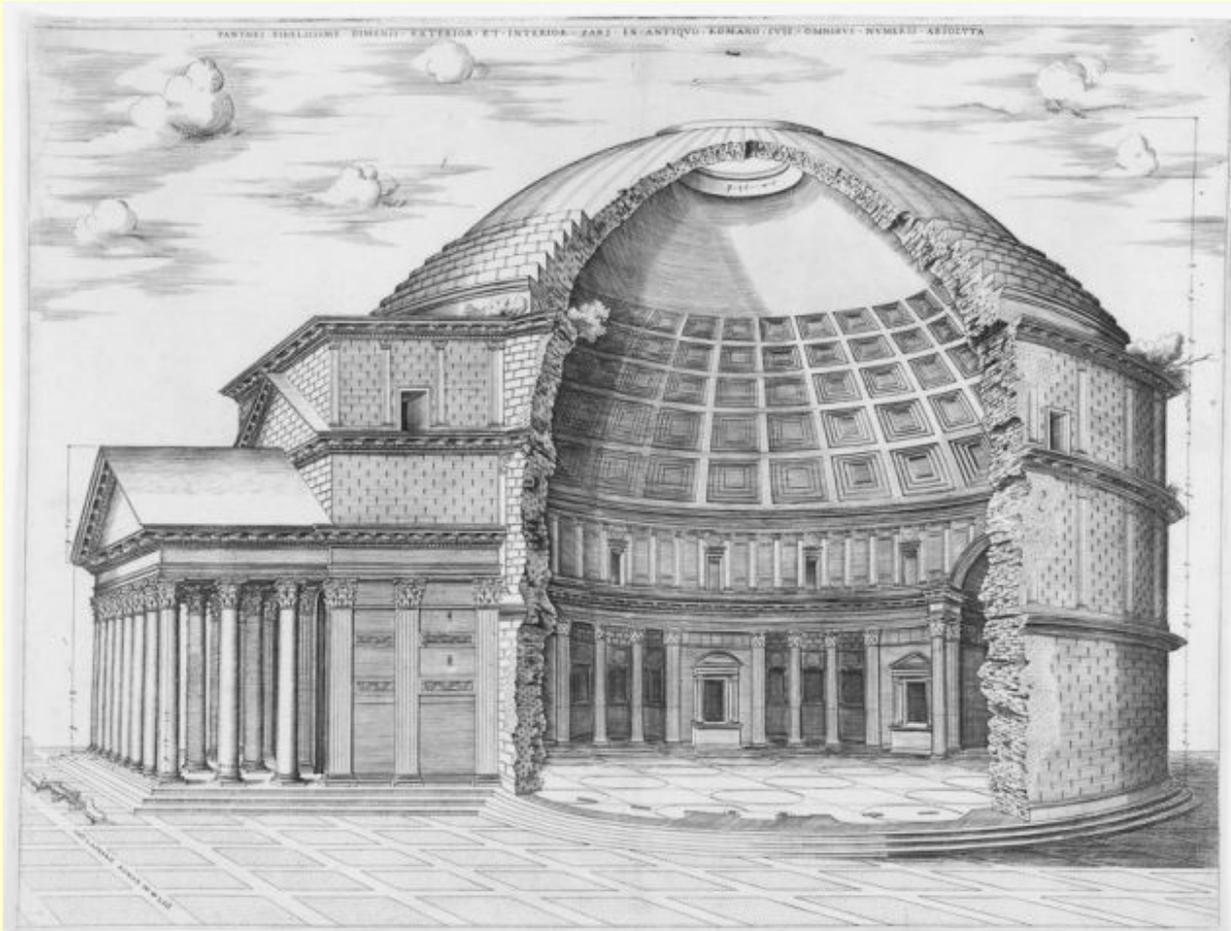
Quando i ferri dell'armatura sono pretesi si parla di **calcestruzzo armato precompresso**.

# ORIGINE DEL CALCESTRUZZO

Un primo tipo di calcestruzzo, avente per legante la pozzolana mista a calce, fu impiegato dai romani (**calce e pozzolana**) con il nome di "*betunium*" (I<sup>a</sup> sec. a. C. - Pantheon, Colosseo, ecc.); dal nome latino deriva quello di "beton" usato oggi da francesi e tedeschi.

Fu adoperato dai Romani per getti di fondazioni e come materiale di riempimento di cinture e di ossature murarie di opere in elevazione.

Grazie alla sua facilità di posa in opera ed alla sua economicità, il calcestruzzo è diventato il **materiale da costruzione più diffuso nei paesi industrializzati**, essendo il suo impiego destinato alla realizzazione di strutture sia con tipologia e dimensioni tradizionali, che per grandi e complesse opere di ingegneria sia civile che infrastrutturale.



La cupola del Pantheon  
esempio di impiego del  
“betunium”

# LA POZZOLANA

**Consiste in una roccia vulcanica**, prevalentemente cavata nella zona di Pozzuoli, con proprieta' leganti, ricca di silicati di alluminio, frantumata o ridotta a sabbia e mescolata con acqua, anche con l'aggiunta di calce.

una cava



## LA NASCITA DEL CEMENTO PORTLAND

Nel **1824** Joseph ASPDIN realizza il primo legante idraulico in modo industriale, brevettando il **CEMENTO PORTLAND** (dall'isola di Portland, in Inghilterra).

Le materie prime per la produzione del Portland sono minerali contenenti:

- ossido di calcio  $\text{CaO}$  (44%),
- ossido di silicio  $\text{SiO}_2$  (14,5%),
- ossido di alluminio  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (3,5%),
- ossido di ferro  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (2 %)
- ossido di magnesio  $\text{MgO}$  (1,6%).

L'estrazione avviene in miniere, ed in alcuni casi si aggiungeva argilla ( $\text{Al}_2 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) o calcare ( $\text{CaCO}_3$ ), oppure minerale di ferro, bauxite o altri materiali residui di fonderia.

## LE PRIME OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO

Verso la metà dell'800 si iniziò ad utilizzare insieme calcestruzzo e ferro.

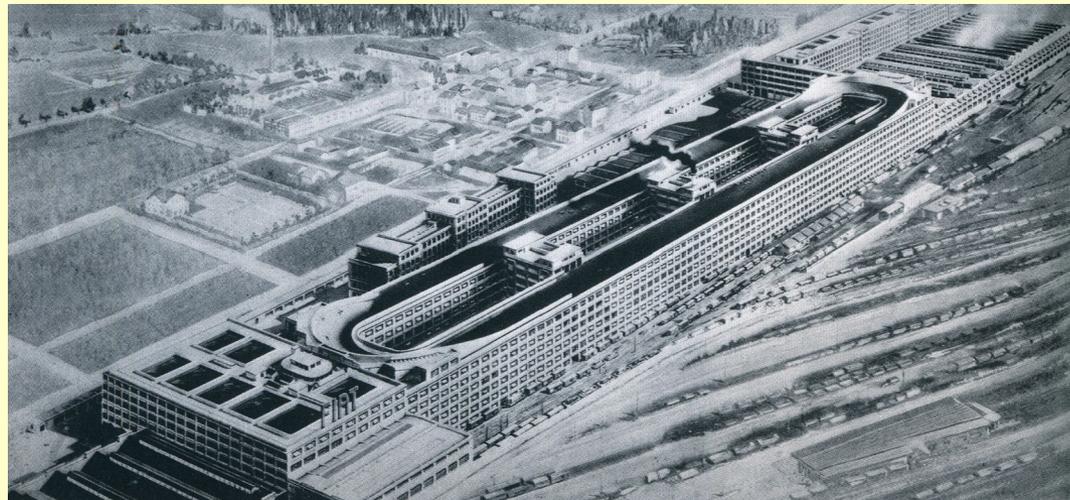
Fronçois Hennebique (1842-1921, ingegnere francese) costruì nel **1888** un **soffitto** in cemento armato e **inventò la staffa**.

Joseph Monier (1823-1906), giardiniere francese, **riconosciuto come il primo ideatore del cemento armato**, realizzò strutture (scale, travi, coperture) usando calcestruzzo e rete metallica (brevetto Monier 1870);

Iniziarono importanti realizzazioni ad opera di progettisti quali: Perret (Francia), Wright (Svizzera), Le Corbusier (Francia), ecc.

In Italia i primi più importanti furono Michelucci e Nervi.

In Italia 1916 Giacomo Matté Trucco realizza **la fabbrica Fiat del Lingotto a Torino**.



# LE AGGIUNTE MINERALI

Le **aggiunte minerali** sono materiali finemente suddivisi utilizzati nel calcestruzzo allo scopo di migliorare certe **proprietà** o di ottenere proprietà speciali.

## SU CHE COSA AGISCONO

In generale le aggiunte agiscono sulla **lavorabilità**, sul **tempo di presa**, sullo sviluppo della **resistenza meccanica** e sulla resistenza all'attacco chimico

### **Tipo I: filler e pigmenti**

Materiali che, grazie alla loro granulometria, vengono utilizzati come **inerti** finissimi i quali vanno ad occupare gli spazi lasciati liberi dai granuli di cemento **rendendo la matrice cementizia molto compatta** (es. calcare finemente macinato).

### **Tipo II: pozzolana**

Fanno parte quelle aggiunte che prendono parte alla reazione di idratazione del cemento e pertanto apportano particolari caratteristiche della pasta cementizia, quali il **miglioramento delle caratteristiche di resistenza meccanica oppure per migliorare la durabilità.**

# ADDITIVI

Gli **additivi** veri e propri sono prodotti generalmente di origine organica, naturali o sintetici, sia liquidi che in polvere, che, introdotti in piccole quantità nell'impasto del calcestruzzo, tramite un'azione chimica o fisica, **inducono particolari modifiche nelle proprietà** del calcestruzzo fresco e indurito

I principali additivi usati sono:

- Fluidificanti**
- Plastificanti**
- Acceleranti**
- Ritardanti**
- Antiritiro**
- Antigelo**

# UNO SGUARDO AI COMPONENTI: QUALITA' E DOSATURA

## GLI INERTI (naturali, artificiali)

Devono essere privi di sostanze capaci di ostacolare la presa e l'indurimento del getto. Essi formano lo **scheletro solido** del calcestruzzo e ne costituiscono la percentuale prevalente in peso e volume: la loro **qualità** è determinante per la buona riuscita del calcestruzzo. Per ottenere un prodotto compatto, gli inerti devono essere ben assortiti in grossezza in modo da occupare al massimo i vuoti dell'impasto. **La miscela migliore è quella a cui corrisponde una densità apparente più elevata.**

In base al loro diametro si usa suddividerli in

- **Inerti a grana grossa** (ghiaia o pietrisco)
- **Inerti a grana fine** (sabbia)

Il pietrisco è preferibile alla ghiaia, la ghiaia di cava a quella di fiume.

## REQUISITI ESSENZIALI

- a) assenza di sostanze organiche → rallentano il processo di idratazione;
- b) Assenza di sostanze argillose → impediscono una buona adesione tra gli aggregati ed il cemento;
- c) gli inerti grossi non devono essere costituiti da rocce tenere di bassa resistenza;
- d) le sabbie devono essere di tipo siliceo piuttosto che calcareo.

# LA SCELTA DEGLI INERTI



Per ottenere un buon calcestruzzo, quindi, occorre che la miscela di inerti abbia una **corretta granulometria**, ottenuta mescolando in proporzioni opportune inerti di tipo diverso.

## LA COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA DEGLI INERTI

Le prime ricerche sulla composizione granulometrica hanno stabilito che i **calcestruzzi più compatti** sono anche i **più resistenti** e che, a **parità di contenuto di cemento, la resistenza cresce con l'aumentare del diametro dei costituenti di maggior grossezza**

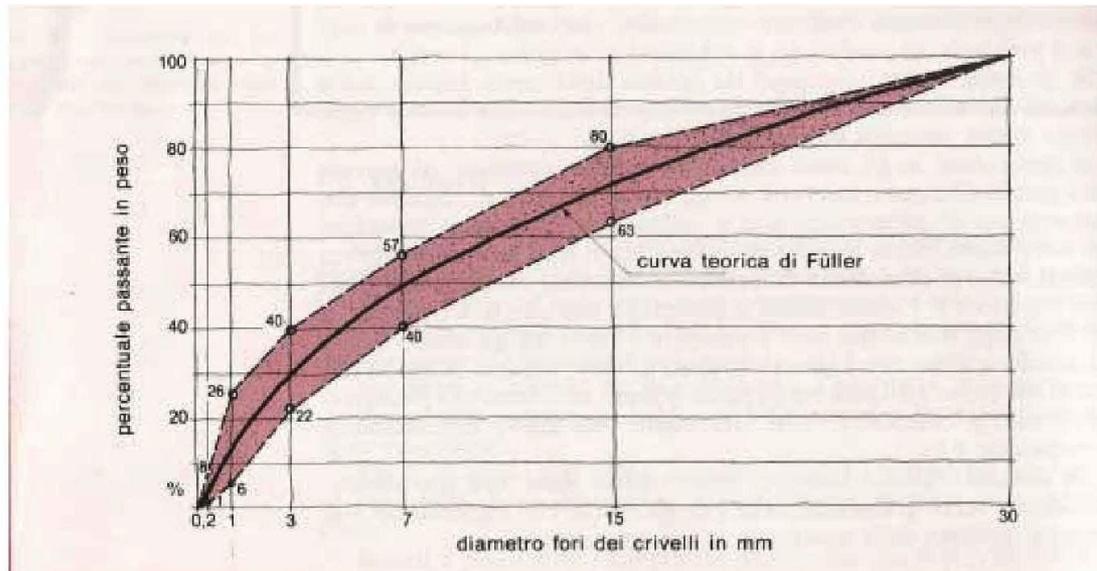
Teoricamente la composizione sarebbe perfetta quando i vuoti degli elementi di una data classe risultassero esattamente riempiti dal materiale compreso nelle classi precedenti, cioè del materiale più minuto.

Per realizzare un conglomerato con la **massima densità** possibile, cioè con il minor contenuto di vuoti interstiziali tra i singoli granuli, si fa riferimento alla **curva di Fuller** che per una data miscela, fornisce in funzione del diametro, la percentuale in peso degli inerti passanti nei setacci con fori di diametro crescente

(UNI EN 932:2001 e UNI EN 933:1999; peso specifico variabile tra 1400 e 2000 Kg/mc).

# LA CURVA DI FULLER

## La curva di Fuller



$p$  = percentuale di inerte passante al setaccio con fori di  $\varnothing d$   
 $D$  = diametro massimo dell'inerte.

L'arco compreso fra le due curve di costituisce il così detto "**fuso granulometrico**", entro il quale deve essere compresa la curva granulometrica degli inerti disponibili in cantiere e destinati alla realizzazione del calcestruzzo.

Se in uno o più punti la curva granulometrica del materiale disponibile si discosta dal fuso, occorre ridurre od aumentare per tentativi la quantità dell'inerte causa della irregolarità.

$$PC_i(\%) = 100 \cdot \sqrt{\frac{d}{D_{\max}}}$$

Nell'equazione **PCi** è la percentuale di materiale passante al setaccio con apertura **d**; **Dmax** è la massima dimensione ("diametro massimo") dell'elemento lapideo più grosso.

## GRUPPO MOBILE DI VAGLIATURA



Gruppo mobile di vagliatura per selezione pesante con equipaggiamento da sgrossatore, o per selezione finale con piani in rete. Ampia tramoggia con alimentatore a piastre. Ideale per il trattamento di materiale di riciclaggio o naturale di scavo.

## PROBLEMI CON LA LAVORABILITA'

(facilità di lavorazione e di posa in opera; consistenza e fluidità)

In ogni caso, un calcestruzzo che soddisfa granulometricamente l'equazione di Fuller e quindi presenta il massimo **impacchettamento** possibile per i suoi granuli solidi (cemento + aggregato), non coincide con un sistema che, miscelato con acqua, possa essere facilmente messo in opera.

In pratica, un calcestruzzo che granulometricamente soddisfa l'equazione, proprio per il denso impacchettamento dei suoi granuli, si presenta **scarsamente lavorabile** e richiede, pertanto, **mezzi di compattazione** molto sofisticati per essere messo in opera.

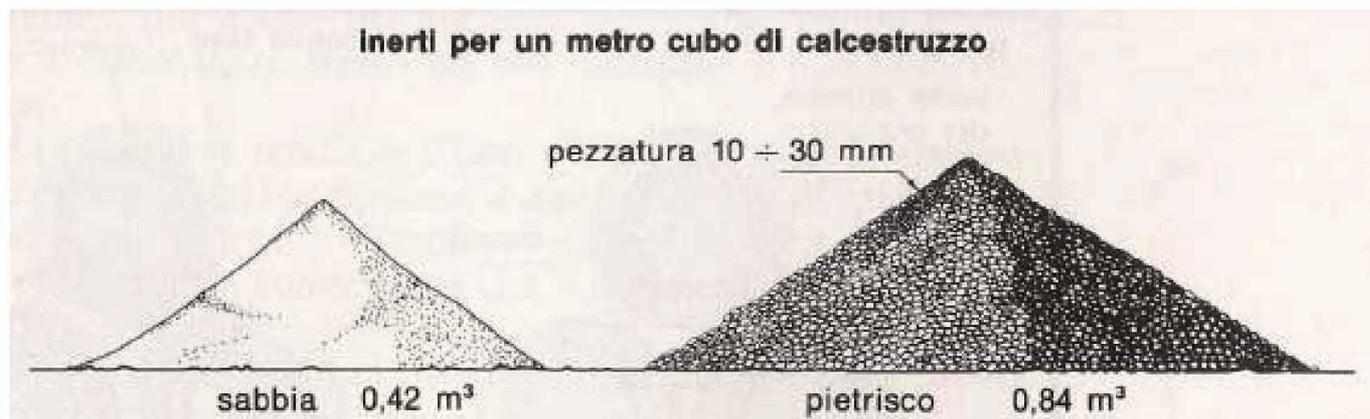
Per questo motivo, Bolomey ha suggerito di modificare leggermente la curva granulometrica ottimale introducendo un parametro "A" che tenga conto anche della lavorabilità richiesta e del tipo di aggregato disponibile (alluvionale o frantumato).

**UN CALCESTRUZZO MOLTO CONSISTENTE, POCO FLUIDO, SARÀ POCO LAVORABILE E VICEVERSA**

## LE DOSATURE DEGLI INERTI



**Dosatura classica degli inerti per un metro cubo di calcestruzzo.**



**Dosatura degli inerti per calcestruzzo comunemente usato per un piccolo cantiere.**

# UN ESEMPIO DI COMPOSIZIONE DEL CALCESTRUZZO

## ESEMPIO DI CONFEZIONAMENTO

Peso specifico del calcestruzzo in opera: 2400 Kg/mc

Cemento: 300 Kg per mc di cls

Rapporto acqua/cemento: 0,50 (150 litri)

Peso totale degli inerti: 1950 Kg

Questo aggregato dovrà contenere i diversi tipi di inerte nelle giuste proporzioni, scelte in base alla curva granulometrica.

Per es. pietrisco n° 3 (20%) = Kg 390  
pietrisco n° 2 (20%) = Kg 390  
pietrisco n°1 (30%) = Kg 585  
sabbia (30%) = Kg 585  
peso complessivo Kg 1950

## ALTRO ESEMPIO DI COMPOSIZIONE PER MC D'IMPASTO

### DOSAGGIO MEDIO PER 1 MC DI IMPASTO

- sabbia 0,400 mc
- pietrisco 0,800 mc
- cemento 300 Kg
- acqua 120 litri (di cui 90 per la presa e 30 per la lavorabilità)

**Rapporto Acqua cemento di  $120/300 = 0,4$**

### ECCESSO DI ACQUA NELL'IMPASTO

Problema costante nella preparazione del calcestruzzo è l'eccessivo quantitativo di acqua: capita spesso che per semplificare le fasi del getto, le maestranze tendano ad aumentare in maniera spesso eccessiva la quantità di acqua nell'impasto.

Tale situazione risulta dannosa in quanto ciò provoca:

- diminuzione della resistenza del calcestruzzo;
- aumento del fenomeno di ritiro;
- rischio di separazione degli inerti.

# L'ACQUA NEL CALCESTRUZZO

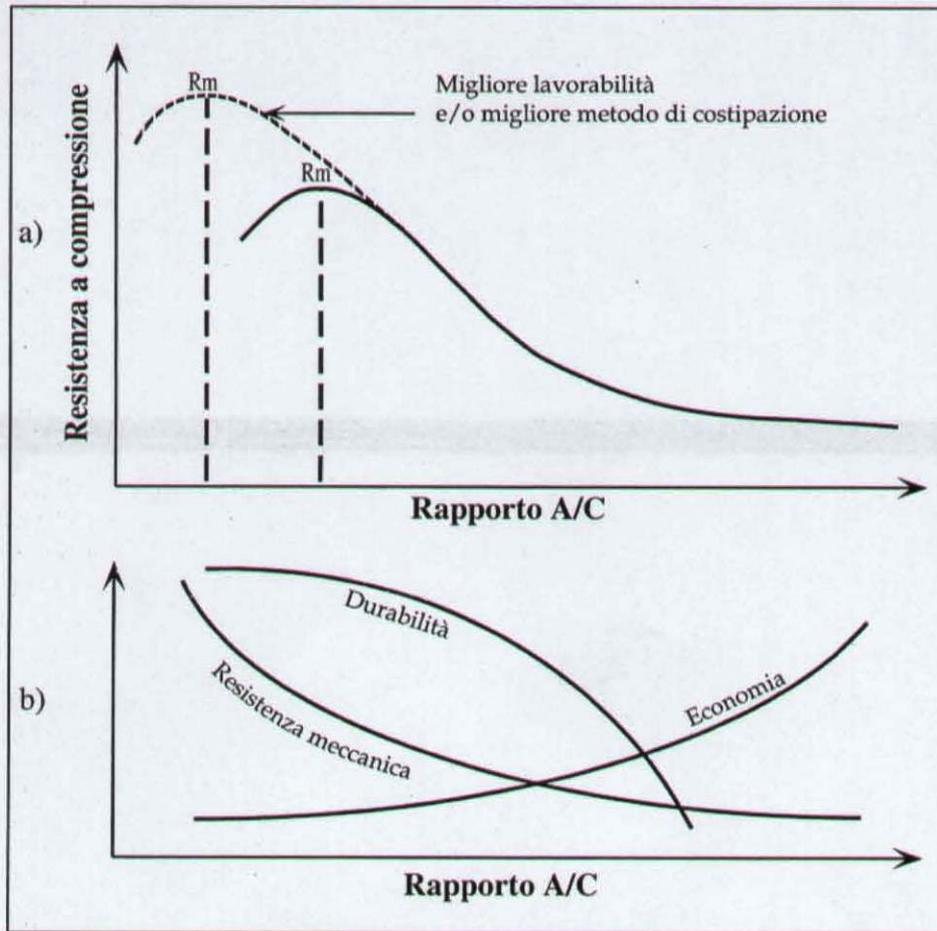
L'acqua per l'impasto deve essere limpida, non contenere sali (solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva. Sono da escludersi le acque degli scarichi industriali e civili (DM 30.05.1972).

**Il rapporto A/C è il fattore principale che regola la resistenza del calcestruzzo.** A parità di contenuto di cemento risulta maggiormente resistente una miscela con un minore contenuto di acqua. **Più alto è il peso specifico del cls, minore è il rapporto A/C.**

Nell'intervallo di valori di A/C da 0,45 a 0,60 al diminuire del rapporto A/C si ha un aumento della **durabilità** dei manufatti, a discapito però della **lavorabilità** in fase di posa in opera.

La quantità d'acqua contenuta nell'impasto influisce anche sulla **maturazione** del conglomerato cementizio: un rapporto molto elevato, superiore a 0,60 può indurre un'evaporazione intensa nella fase di presa del legante, generando delle micro lesioni all'interno del manufatto che ne possono pregiudicare il comportamento futuro.

## IL RAPPORTO ACQUA CEMENTO



a) La resistenza a compressione aumenta al diminuire del rapporto A/C fino a un valore massimo,  $R_m$  oltre il quale la bassa lavorabilità non consente una buona costipazione e la resistenza diminuisce. Migliore lavorabilità e migliori mezzi di costipazione consentono di raggiungere risultati migliori. b) Un aumento del rapporto A/C comporta un aumento della quantità di acqua e/o una diminuzione della quantità di cemento, ambedue elementi che riducono il costo del getto. Requisiti meccanici e durabilità vanno però in direzione opposta.

Per migliorare la qualità del calcestruzzo, non a scapito della resistenza, occorre mantenere **costante il rapporto A/C ed aumentare il dosaggio del cemento**. Quest'ultimo, però, oltre ad un limite economico presenta un limite tecnico: un eccessivo aumento di cemento **comporta un aumento del ritiro del cls**. In questi casi bisogna ricorrere all'aggiunta di opportuni additivi fluidificanti.

# IL LEGANTE

**Leganti aerei:** possono indurire soltanto in aria (gesso, calce)

**Leganti idraulici:** possono indurire anche in acqua (calce idraulica, cemento)

**Cementi:** Sono quei leganti di natura idraulica capaci di raggiungere, dopo la **presa** ed il conseguente **indurimento**, resistenze meccaniche molto elevate. I tempi di presa, relativi alle varie qualità dei cementi, sono fissati dalle norme:

**Tabella II – Tempi di presa**

	<b>Tipo del cemento</b>	<b>Inizio presa</b>	<b>Termine presa</b>
A	normale e ad alta resistenza	dopo 45 minuti	entro 12 ore
B	alluminoso	dopo 30 minuti	entro 10 ore
C	per sbarramenti	dopo 45 minuti	entro 12 ore

# IL CEMENTO PORTLAND

Il cemento (di tipo Portland) si ottiene cuocendo ad alta temperatura (1400 — 1500 °C) una miscela di **calcare ed argilla** (nella proporzione di circa 1:3) e quindi macinando finemente il prodotto di cottura (**clinker**).

Diversi tipi di cemento (artificiali) si ottengono modificandone la composizione: aggiungendo pozzolana si ottiene il **cemento pozzolanico**, con l'aggiunta di loppa d'alto forno si ottiene il cemento d'alto forno, ecc.

**Dal punto di vista chimico, quindi, il cemento è una miscela di silicati ed alluminati di calcio che, anche in virtù della finissima macinazione, sono in grado di reagire rapidamente con l'acqua formando una massa dura, simile alla pietra.**

Composizione tipica della miscela di partenza

**CALCARE 76-78%**

**ARGILLA 22-24**

Composizione del clinker:

CaO 64-68%; SiO<sub>2</sub> 20-23%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3-8%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,5.-5% oltre che ad una piccola percentuale di ossido di magnesio e di gesso da aggiungere durante la macinazione.

# PRESA, INDURIMENTO, RITIRO

Il meccanismo della presa e dell'indurimento del cemento si può suddividere in due fasi:

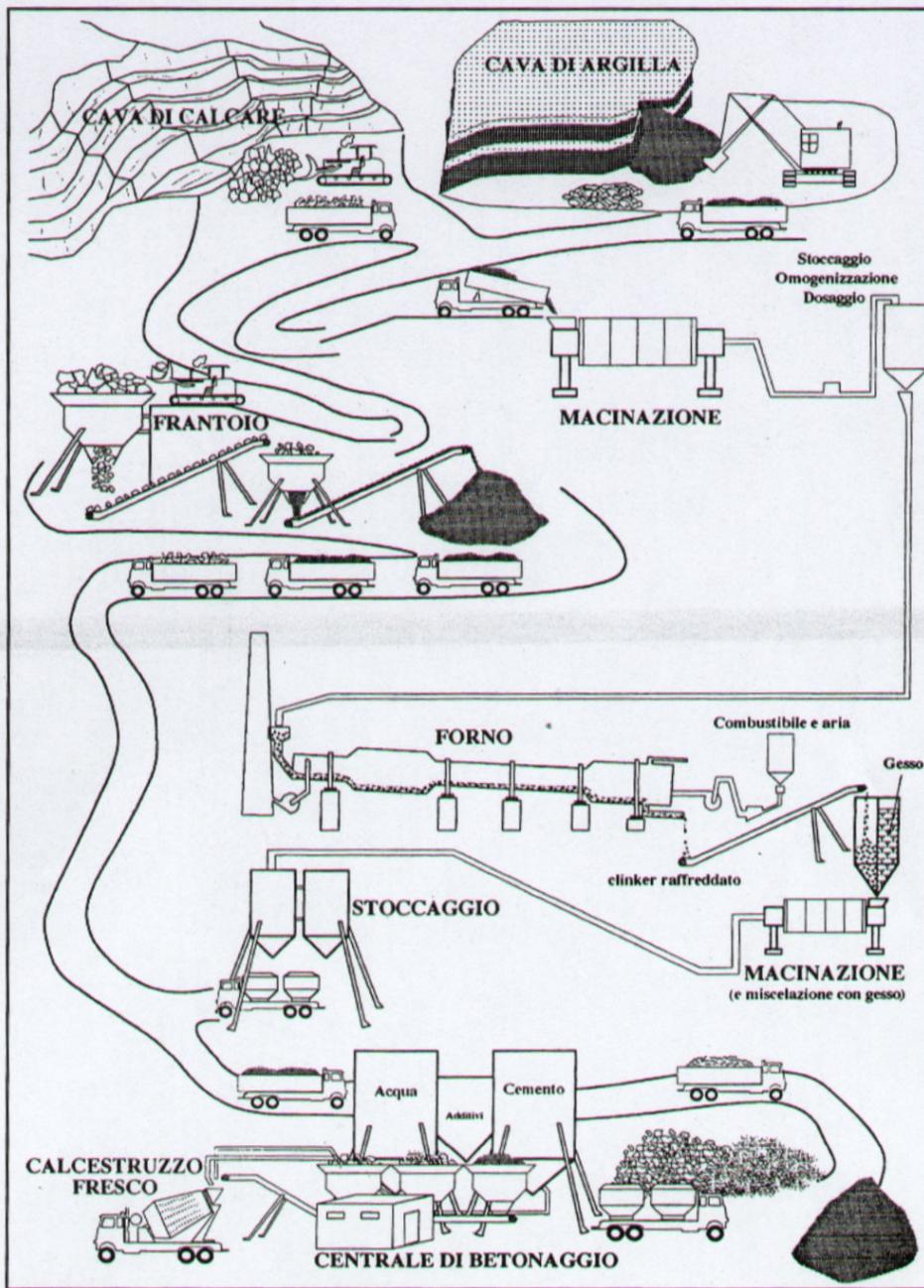
1. L'acqua di impasto venendo a contatto con i granuli di cemento, forma una sostanza gelatinosa che riveste i granuli stessi e li salda. Durante tale periodo, solo la parte superficiale dei granuli viene idratata, poiché la massa gelatinosa ostacola il passaggio in profondità dell'acqua di impasto. Tale fenomeno fa aumentare i tempi di indurimento dell'impasto, e per tale motivo è importante che il cemento sia macinato il più fine possibile,
2. All'interno della massa gelatinosa si formano dei cristalli di silicati e idrato di calcio, cristalli che concorrono a collegare ancora più intimamente i granuli. Per tale fenomeno il calcestruzzo aumenta la sua resistenza con il passare del tempo.

**IL RITIRO IGROMETRICO:** è volumico e lineare. Le variazioni aumentano nel primo periodo di stagionatura (dal completamento della presa fino a 3-6 mesi) Cresce con alte dosature di acqua e di cemento, al peggiorare della granulazione e col grado di porosità degli inerti. In condizioni medie il ritiro massimo lineare, cui si perviene dopo parecchi mesi, è pari a a 0,5 mm/metro

# LA PLASTICITA' DEL CALCESTRUZZO

**E' L'ASSENZA DI SCOMPOSIZIONI ED UNIFORMITA'  
IN TUTTE LE PARTI DEL CALCESTRUZZO.**

Aumenta con il contenuto di sabbia fine oppure per aggiunta di additivi plastificanti, i quali aumentano la viscosità e la coesione tra le varie parti del calcestruzzo



# RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEL CICLO COMPLETO DELLA PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO

Un ciclo completo di produzione del calcestruzzo.

# LE PRIME NORME SUI LEGANTI IDRAULICI

## PARTE SECONDA: NORMATIVA

R.D. 16 novembre 1939, n. 2230. — <b>Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico</b> .....	45
R.D. 16 novembre 1939, n. 2231. — <b>Norme per l'accettazione delle calci</b> .....	51
L. 26 maggio 1965, n. 595 — <b>Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici</b> .....	58
D.M. 3 giugno 1968 — <b>Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi.</b> (Con le modifiche introdotte dal D.M. 24-11-1984) .....	61
D.M. 31 agosto 1972 — <b>Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche</b> .....	83
D. Min. Ind. Comm. Art. 9 marzo 1988, n. 126 — <b>Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi</b> .....	88
D.M. 20 novembre 1987 — <b>Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura</b> (Breve stralcio riguardante le prescrizioni sulle malte) .....	95
D.M. 14 febbraio 1992 — <b>Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e c.a.p. e per le strutture metalliche.</b> (Breve stralcio riguardante i leganti) .....	96

GAZZETTA  UFFICIALE  
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA

Roma - Lunedì, 4 febbraio 2008

SI PUBBLICA TUTTI  
I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00186 ROMA  
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00198 ROMA - CENTRALINO 06 85081

AVVISO AGLI ABBONATI

Si rammenta che la campagna per il rinnovo degli abbonamenti, che ha inizio il 26 gennaio e che la sospensione degli invii agli abbonati, corrisposto i relativi canoni, avrà effetto nelle prossime settimane.

11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE .....	»	350
11.1 GENERALITÀ.....	»	350
11.2 CALCESTRUZZO. ....	»	352
11.2.1 Specifiche per il calcestruzzo. ....	»	352
11.2.2 Controlli di qualità del calcestruzzo. ....	»	352
11.2.3 Valutazione preliminare della resistenza. ....	»	353
11.2.4 Prelievo dei campioni. ....	»	353
11.2.5 Controllo di accettazione. ....	»	353
11.2.6 Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera .....	»	355
11.2.7 Prove complementari .....	»	356
11.2.8 Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato .....	»	356
11.2.9 Componenti del calcestruzzo .....	»	357
11.2.10 Caratteristiche del calcestruzzo .....	»	359
11.2.11 Durabilità.....	»	361

MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE

DECRETO 14 gennaio 2008.

**Approvazione delle nuove norme tecniche per  
le costruzioni.**

Per la realizzazione del fabbricato  
definiti come cementi normali al p  
**NORME TECNICHE PER LE CO**  
e Trasporti del 02.02.2009, n°617/  
**TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**  
cementizio in opera avrà le caratter

**A) CLASSE DI RESISTENZA I**

- Resistenza: **Rck 350 Kg/cm<sup>2</sup>**, a
- EN 206-2001 (rev. 2006) integ
- Copriferro: min. 25 mm
- Classe di consistenza al getto: S
- Diametro massimi dell'aggrega
- Min. contenuto di cemento: 320
- rapporto A/C:  $\leq 0.55$

Classe di consistenza S4: consisten:

**B) ACCIAIO PER C.A.**

- Si adotterà armatura classificat
- $f_{ynom}$  450 N
- $f_{tnom}$  440 N

sollecitazioni ammissibili:

**C) CEMENTO:** cemento tipo R 32

**D) SABBIA.** Sabbia lavata con gr

**E) GHIAIETTO:** ghiaietto vaglia  
ghiaietto) dovranno essere del  
resistenza meccanica propria  
essere non gelivi. Dovranno in  
pressocchè assenti il limo e l'a

La ghiaia avrà dimensioni mass  
getto ed all'ingombro delle arm

**F) ACQUA DI IMPASTO:** acqua  
norma UNI EN 1008:2003, con

# CALCESTRUZZO NON STRUTTURALE

Per **calcestruzzo non strutturale** si intende un calcestruzzo che non è soggetto a particolari situazioni di degrado e fanno parte della classe di esposizione **X0** non avendo caratteristiche di **durabilità**. Anche in questo caso, come tutti i calcestruzzi, è possibile fornire il calcestruzzo di diverse resistenze e consistenza.

Questa gamma di calcestruzzi sono utilizzati comunemente per la realizzazione di opere accessorie come muri di recinzione, cordoli, riempimenti, ecc.

Questi conglomerati **non ricadono** nelle norme UNI e nelle relative linee guida del Consiglio Superiore dei LL.PP

## Dati sintetici dei calcestruzzi per impieghi non strutturali

Nome prodotto	Classe di consistenza	D. max aggregato in mm.	Ambiente di esposizione	Massimo rapporto a/c	Minima classe di resistenza
<b>C10</b>	S3 S4	25	n.d.	n.d.	Rck 10
<b>C15</b>	S3 S4	25	n.d.	n.d.	Rck 15

# CALCESTRUZZO STRUTTURALE

E' QUELLO DESCRITTO DALLA NTC 2008 – punto 11  
(armato, non armato, normale e precompresso)



I materiali ed i **prodotti per uso strutturale**, utilizzati nelle opere soggette alle presenti norme, devono essere:

**-accettati** dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

# SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO (11.2.1)

## IL CALCESTRUZZO ALL'ATTO DEL PROGETTO



deve essere **CARATTERIZZATO** in funzione della **classe di resistenza** ( $R_{ck}$ ), della **classe di consistenza** (slump) e della **dimensione nominale massima dell'aggregato**, nonché della **classe di esposizione** (UNI EN 206 – UNI 11104)

Tali parametri che costituiscono le prescrizioni del **CALCESTRUZZO A PRESTAZIONE GARANTITA** devono essere indicati negli elaborati grafici del progetto strutturale. Possono essere previsti requisiti aggiuntivi (resistenza alla penetrazione dell'acqua, contenuto d'aria, ecc.)

# LE CLASSI DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO

La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle **resistenze cubica  $R_{ck}$**  e cilindrica  $f_{ck}$  a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm.

Norme richiamate per ottenere le prestazioni richieste:

- UNI ENV 13670-1:2001

- Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

- UNI EN 206-1: 2006

- requisito di DURABILITA' delle opere**

# LE NUOVE CLASSI PREVISTE DALLE NTC 2008

Le norme che sono state recepite dal D.M. 14 gennaio 2008, attualmente in vigore e pertanto divenute cogenti anche dal punto di vista legale per tutte le opere in c.a., e c.a.p. regolamentate dalla Legge n° 1086/1971, individuano per i calcestruzzi normale e pesante le seguenti classi:

**C8/10; C12/15; C16/20; C20/25; C25/30; C28/35 ...ecc**

Per ogni classe di resistenza, il primo dei valori rappresenta  $f_{ck}$  e il secondo  $R_{ck}$ , ambedue espressi  $N/mm^2$ .

In base ai valori della resistenza caratteristica a compressione, i calcestruzzi sono suddivisi nei seguenti campi:

calcestruzzo non strutturale: C8/10 – C12/15

calcestruzzo ordinario (NSC – Normal Strength Concrete): C16/20 C45/55

calcestruzzo ad alte prestazioni (HPC): C50/60 – C60/75

calcestruzzo ad alta resistenza (HSC): C70/85 – C100/120.

**NOTA: la resistenza caratteristica determina le sollecitazioni ammissibili nel calcestruzzo**

## **NOVITÀ SULLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI DM 14.1.2008**

**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 (*numero di anni nel quale la struttura deve poter essere utilizzata per lo scopo al quale è destinata*).**

### **IL PROGETTISTA DEVE:**

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

FPC



CERTIFICATO DEL CONTROLLO  
DELLA PRODUZIONE IN FABBRICA

FPC-008

Si certifica che la

Produzione e distribuzione di  
calcestruzzo preconfezionato

operata da

CHE BEL CALCESTRUZZO S.p.A.  
Via delle cave di estrazione - 12345 Vatelapesca (VP)

nell'impianto di  
Località Valfresca, 89 - 12345 - Inerte (VP)

nell'ambito del sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2000  
(certificato n° 30404)

rispetta le prescrizioni della

Guida Applicativa - CLS 29.09.06

e delle

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

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

Emissione corrente 06/11/2006

  
Il Direttore  
(Ing. Lorenzo Orsenigo)

FPC

RILASCIATO DA ENTI  
ACCREDITATI PRESSO IL  
SERVIZIO TECNICO  
CENTRALE DEL  
CONSIGLIO SUPERIORE  
DEI LL.PP.

Controllo del Processo  
di Fabbrica (in Inglese,  
*Factory Production  
Control*, in sigla FPC) il  
controllo interno  
permanente del  
processo di produzione  
esercitato dal produttore

## **COPRIFERRO**

**L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo. Gli elementi strutturali devono essere verificati allo stato limite di fessurazione secondo il § 4.1.2.2.4.**

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, **lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione**, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, **il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.**

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il Calcestruzzo.

# Classi di esposizione ambientale (EN 206-1, prospetto 1)

<b>classe</b>	<b>Ambiente/agenti di degrado</b>
<b>X0</b>	assenza di rischio di corrosione delle armature o di attacco del cls.
<b>XC</b>	corrosione delle armature indotta da <b>carbonatazione</b>
<b>XD</b>	corrosione delle armature indotta da <b>cloruri</b> esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare
<b>XS</b>	corrosione da cloruri presenti <b>nell'acqua di mare</b>
<b>XF</b>	degrado del cls. provocato da <b>cicli di gelo/disgelo con o senza sali disgelanti</b>
<b>XA</b>	attacco <b>chimico</b> del calcestruzzo

# CLASSI DI ESPOSIZIONE E DURABILITA'

*La durabilità del calcestruzzo è la capacità di durare nel tempo, resistendo alle azioni aggressive dell'ambiente, agli attacchi chimici, all'abrasione o ad ogni altro processo di degrado che coinvolga oltre alla pasta cementizia anche le eventuali armature metalliche.*

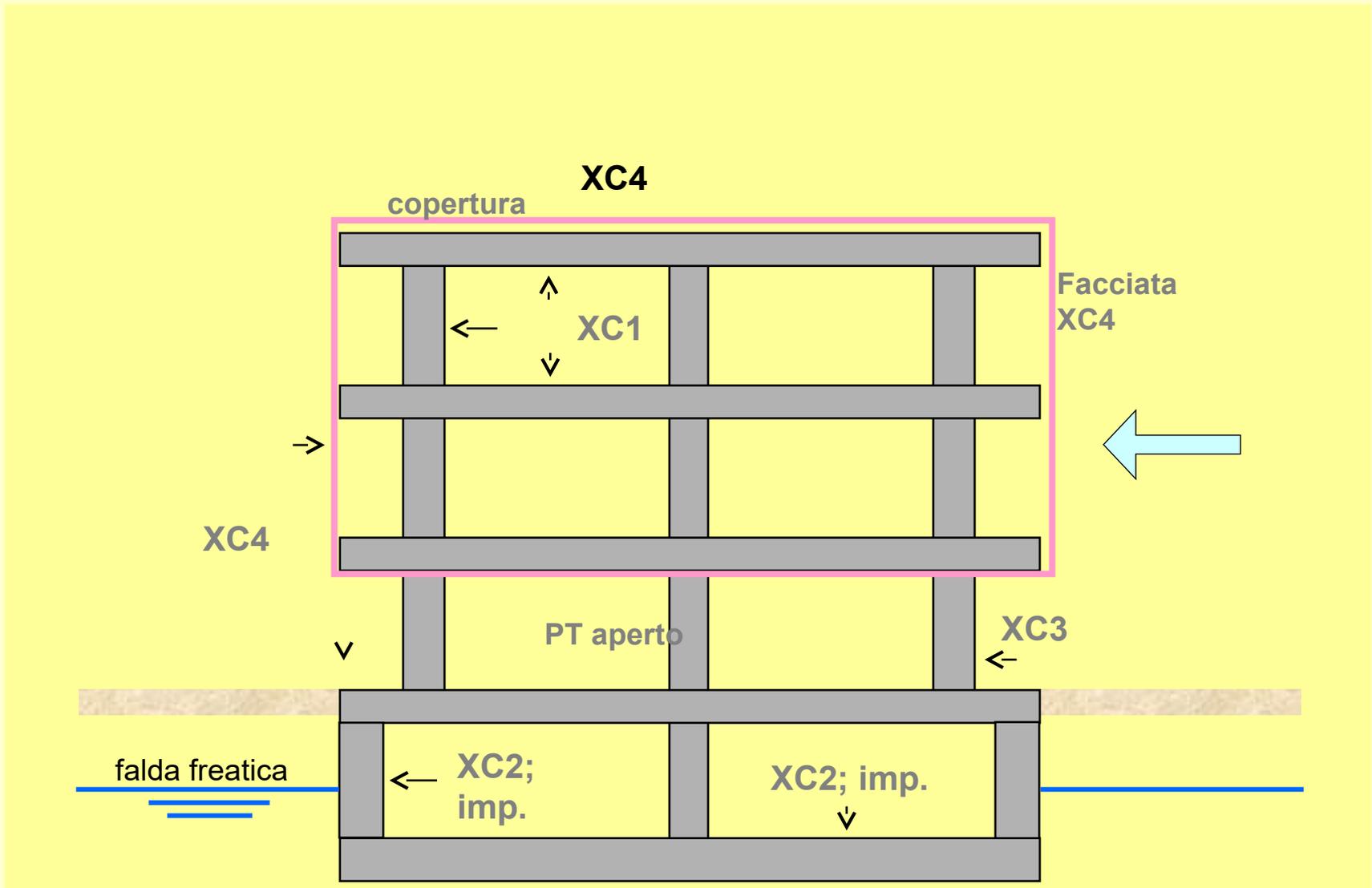
Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali secondo norma UNI 11104:2004 e UNI EN 206-1:2006

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	<b>X0</b>	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi su può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	<b>XC1</b>	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	<b>XC2</b>	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	<b>XC3</b>	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	<b>XC4</b>	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	

**Le norme introducono 6 classi di esposizione per il calcestruzzo strutturale e 17 sottoclassi in funzione dell'entità del degrado (dove oltre al massimo rapporto A/C e al minimo contenuti di cemento viene indicata anche la minima classe di resistenza tutto per garantire la durabilità del materiale).**

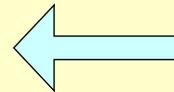
# CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE

## ESEMPIO DI UTILIZZO PER DIFFERENTI ELEMENTI STRUTTURALI



# LA CARBONATAZIONE

Il fenomeno della “carbonatazione” consiste in una reazione chimica che trasforma l'idrossido di calcio ( $\text{CaOH}_2$ ) della pasta cementizia in carbonato di calcio attraverso l'azione dell'anidride carbonica dell'aria, determinando un abbassamento del pH. Di per sé il fenomeno non pregiudica la qualità del calcestruzzo, ma il suo verificarsi, specialmente in malte porose, quando porta alla formazione di strati basici, si verificano le condizioni chimico-fisiche che consentono all'ossigeno contenuto nell'aria a raggiungere il ferro di armatura con la sua conseguente ossidazione, che continua nel tempo. Il ferro corrosivo, possedendo un maggiore volume rispetto allo stato originario provoca fessurazione e distacco del copriferro. Il fenomeno di corrosione, in tal caso, proseguirà nel tempo e può compromettere seriamente la resistenza delle strutture



## LA CARBONATAZIONE ESEGUITA IN LABORATORIO



calcestruzzo  
carbonatato

## CLASSI DI CONSISTENZA DEL CALCESTRUZZO

La **lavorabilità** del calcestruzzo fresco, designata con il termine consistenza dalla normativa vigente, è un indice delle **proprietà e del comportamento** del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto in situ nella cassaforma.

Secondo le norme la consistenza deve essere determinata mediante le seguenti prove dai cui risultati vengono definite le classe di consistenza del calcestruzzo.

La misura della lavorabilità deve essere condotta dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0,3 m<sup>3</sup> di calcestruzzo.

Classi di consistenza mediante abbassamento al cono di Abrams:

**S1 – consistenza umida: abbassamento (slump) da 10 a 40 mm**

**S2 – consistenza plastica: abbassamento (slump) da 50 a 90 mm**

**S3 – consistenza semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm**

**S4 – consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm**

**S5 – consistenza superfluida: abbassamento (slump)  $\geq$  220 mm.**

## UNO DEI TANTI COMPITI IMPORTANTI DEL D.L.

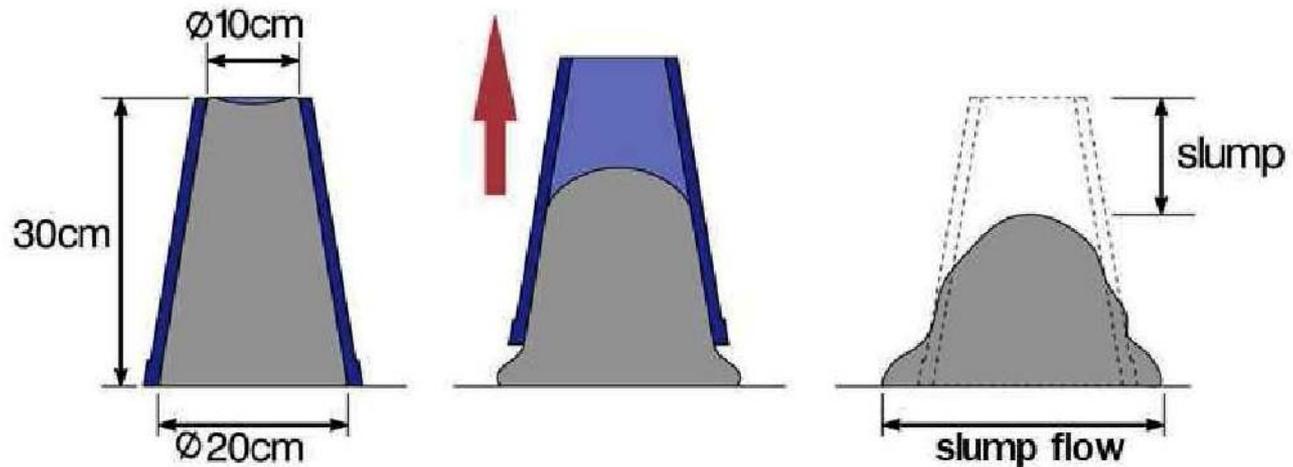
Controllo :

- 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.

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

**Tutti i materiali e i prodotti da utilizzarsi ai fini strutturali, compreso il calcestruzzo preconfezionato, devono essere identificati, certificati e accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni e mediante le prove sperimentali previste.**



### 5. Espressione dei risultati

La prova è valida solo se dà luogo ad un abbassamento vero, in cui il calcestruzzo rimane sostanzialmente intatto e simmetrico come mostrato nella figura 1 a). Se il provino cede per taglio, come mostrato nella figura 1 b), deve essere preso un altro campione e ripetere la prova.

Se due prove consecutive mostrano un cedimento per taglio di una porzione di calcestruzzo rispetto alla massa del campione di prova, il calcestruzzo manca della plasticità e coesione necessarie affinché possa essere ritenuta idonea la prova di cedimento al cono.

Registrare l'abbassamento vero (h), come mostrato nella figura 2,

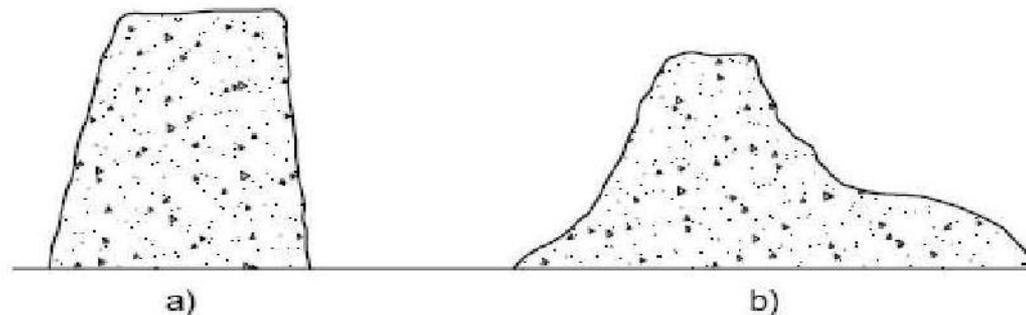
Tipi di abbassamento al cono:

Legenda

a) Abbassamento vero

b) Abbassamento con scorrimento

fig.1



<b>CLASSE DI CONSISTENZA</b>	<b>ABBASSAMENTO AL CONO DI ABRAMS (mm)</b>	<b>DENOMINAZIONE DI CONSISTENZA</b>	<b>CAMPO DI APPLICAZIONE</b>
S 1	Da 10 a 40	Umida	Cordoli marciapiedi
S 2	Da 50 a 90	Plastica	Cordoli, Forti pendenze, fognature
S 3	Da 100 a 150	Semifluida	Scale, coperture inclinate, rampe
S 4	Da 160 a 210	Fluida	Muri, solai, travi, fondazioni, pilastri
S 5	Oltre 220	Superfluida	Travi con basso livello di interferro, strutture sottili

**Il campo di applicazione è indicativo**

## I CONTROLLI DI ACCETTAZIONE (A – B)

**Il controllo di tipo A** (11.2.5.1) è riferito a un quantitativo di miscela omogenea minore o uguale a 300 m<sup>3</sup>. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da **3 prelievi** ciascuno dei quali eseguiti su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto

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

$$R1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$R_m \geq R_{ck} + 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

R1 è il valore minore della resistenza dei prelievi.

Rm è la resistenza media dei 3 prelievi

## QUANTI PROVINI PRELEVARE?

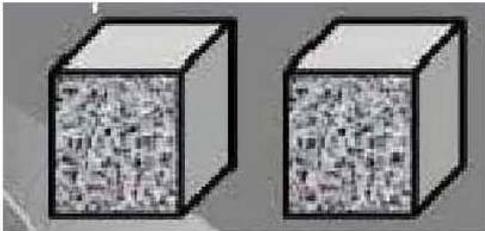
La norma definisce prelievo il quantitativo necessario di calcestruzzo per la confezione di n°2 provini.

Va eseguito al momento della posa in opera e alla presenza del D.L. o persona di sua fiducia

### **“RESISTENZA DI “PRELIEVO”:**

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

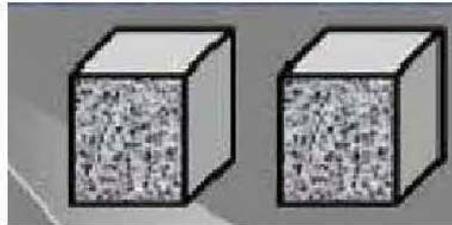
## CONTROLLO DI ACCETTAZIONE TIPO A: $R_{ck}=30 \text{ N/mm}^2$



$32 \text{ N/mm}^2$     $36 \text{ N/mm}^2$



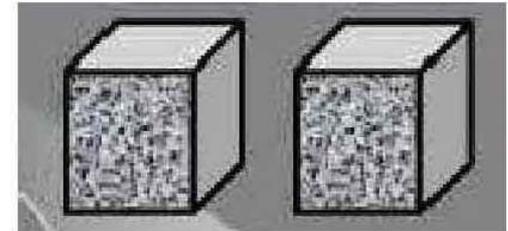
$R_{\text{prelievo}} = 34 \text{ N/mm}^2$



$34 \text{ N/mm}^2$     $38 \text{ N/mm}^2$



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



$31 \text{ N/mm}^2$     $33 \text{ N/mm}^2$



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

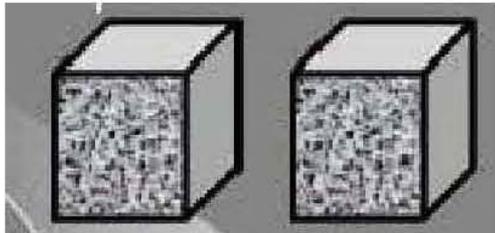
**condizioni da verificare:** 1)  $R_{ck} - 3,5 = 26,5 \text{ N/mm}^2$    2)  $R_{ck} + 3,5 = 33,5 \text{ N/mm}^2$

1)  $R_1 = 32 \text{ N/mm}^2$     $\rightarrow$     $R_1 > 26,5 \text{ N/mm}^2$    (condizione verificata)

2)  $R_m = 34 \text{ N/mm}^2$     $\rightarrow$     $R_m > 33,5 \text{ N/mm}^2$    (condizione verificata)

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE VERIFICATO

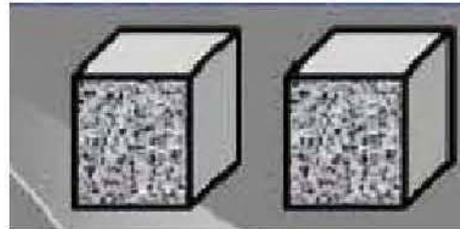
## CONTROLLO DI ACCETTAZIONE TIPO A: $R_{ck}=30 \text{ N/mm}^2$



39  $\text{N/mm}^2$  43  $\text{N/mm}^2$



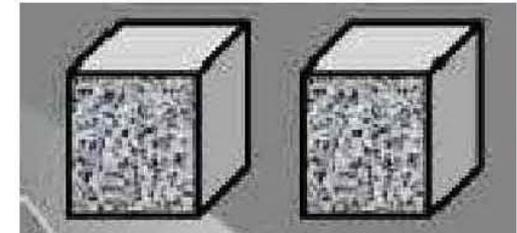
$R_{\text{prelievo}} = 41 \text{ N/mm}^2$



41  $\text{N/mm}^2$  43  $\text{N/mm}^2$



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



26  $\text{N/mm}^2$  24  $\text{N/mm}^2$



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

**condizioni da verificare:** 1)  $R_{ck} - 3,5 = 26,5 \text{ N/mm}^2$       2)  $R_{ck} + 3,5 = 33,5 \text{ N/mm}^2$

1)  $R_1 = 25 \text{ N/mm}^2 \rightarrow R_1 < 26,5 \text{ N/mm}^2$  (condizione non verificata)

2)  $R_m = 36 \text{ N/mm}^2 \rightarrow R_m > 33,5 \text{ N/mm}^2$  (condizione verificata)

### CONTROLLO DI ACCETTAZIONE NON VERIFICATO

$R_{ck} \text{ effettiva} = (R_1 + 3,5) = 28,5 \text{ N/mm}^2$  minore della  $R_{ck}$  di progetto

Cantiere Impresa	<b>VE</b> n.  <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
---------------------	-----------------------------------------------------------------------------

## VERBALI

Il sottoscritto \_\_\_\_\_

- Direttore dei Lavori**  
 **Tecnico incaricato dal Direttore**

- **dichiara** che in data odierna ha prov

Il Documento Di Trasporto (DDT) n. \_\_\_\_\_  
della ditta \_\_\_\_\_

- E' stata preliminarmente tras  
Organismo terzo  
 sono indicati gli estremi della

**Classe di resistenza:**  C 20/25

**Classe di consistenza (laborabilità)**

**Diametro massimo dell'Aggregato:**

**Tipo di additivo:** \_\_\_\_\_; C

**Sigla identificativa cls:** \_\_\_\_\_

**destinazione:** (indicare la parte strutt

- **elementi di fondazione;**
- **travi del solaio n. \_\_\_\_\_;**
- \_\_\_\_\_

- **Ha verificato** che le caratteristiche  
progetto strutturale;

- **Ha verificato** che la compattazione

- **Ha verificato** che il confezionament

- **Ha disposto** la verifica delle seguenti

- **dispone** che il prelievo venga identi

Pennarello indelebile;  Targh

- **dispone altresì che il Sig.** \_\_\_\_\_

**custodisca i provini secondo qua**

*Il prelievo è stato eseguito in data* \_\_\_\_\_

*Il Direttore dei Lavori (o suo tecnic*

## IL VERBALE DI PRELIEVO DEL D.L.



T LABORATORIO GEO.CAL COSENZA	<b>VERBALE DI CONFORMITA'</b> Del materiale consegnato rispetto alla richiesta di prova	Riferimento normativo Procedura interna
V.A.		del

Il giorno \_\_\_\_\_ il sottoscritto \_\_\_\_\_ presa visione del materiale consegnato in laboratorio dal signor \_\_\_\_\_, dichiara che predetti campioni di calcestruzzo nel numero di \_\_\_\_\_, di acciaio nel numero di \_\_\_\_\_ di \_\_\_\_\_

**ESTRAZIONE POLISTIROLO** : n. \_\_\_\_\_

sono  non sono  conformi alle quantità e alle etichettature riportate dal committente nella sua richiesta di prova.

Gli stessi sono stati contraddistinti col numero del verbale di accettazione della pratica lavoro in modo da essere facilmente reperibili e identificabili.

*Solo per i campioni di calcestruzzo: gli stessi sono accettati con la riserva di controllo della verifica di planarità (UNI 12390-3).*

Firma del committente

L'incaricato del laboratorio

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tel. \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_ campioni di calcestruzzo rettificati

Data \_\_\_\_\_

Firma dell'operatore

\_\_\_\_\_

**Il presente verbale va allegato alla documentazione prodotta: richiesta di prova e verbale di accettazione.**

# IL VERBALE DI CONFORMITA' DEL LABORATORIO



**GEO.CAL. s.r.l.**  
Laboratorio di ricerca e di analisi su materiali da costruzione, strutture e terre  
Concessione Min. LL.PP. - Decreto n. 15653/77 e succ. (legge 1086/71)  
Riconoscimento Min. Ric. Scient. e Tec. Decreto 3-1-1997 - S.Q. ISO 9000  
Sede Legale, Amministrazione e Lab.: Via A. Danoli snc - C/da Lecco - Z. I. - 87036 Rende (CS)  
Tel. 0984.401121 - Fax 0984.404456 - Partita IVA 00333110781  
www.geocal.srl.it • e-mail: geo.cal@libero.it • pec: geo.cal@legal.email.it

## VERBALE DI ACCETTAZIONE N. 258/2016

Cosenza 01/04/2016 Pagina 1/1

Committente >  
Impresa >  
Proprietario >  
Cantiere >

Direttore Lavori > NON DICHIARATO  
- ( )

Categoria Prova > CONGLOMERATI CEMENTIZI

Serie Presentate 1

Esperienze Rich.>

SIGLA LAB.	PROVINI	CARATTERISTICHE DICHIARATE	DIMENSIONI mm			DATA PRELIEVO	POSIZIONE IN OPERA
			LUN.	LAR.	ALT.		
691	1		100,00	100,00	100,00		PROVA DI FLUIDITA' - MASSA VOLUMICA - PROVA DI ESSUD

Richiesta non sottoscritta dal Direttore dei Lavori

Intestazione Fattura ROGU COSTRUZIONI S.R.L.

VIA FRANCESCO CRISPI, 88 - 88100 Catanzaro (CZ)

Partita Iva

Codice Fiscale

Prestazione a Privato

Per Accettazione dei dati

Norme : 1) Tutti i dati di questo verbale sono forniti dal firmatario.

2) Sui certificati verra' annotata l'eventuale assenza della sottoscrizione della domanda da parte del D.L.

3) La firma del presente verbale o della richiesta allegata costituisce accettazione delle norme e tariffe del laboratorio da parte del committente o firmatario della richiesta.

4) Il laboratorio procedera' all'emissione della fattura entro 15 gg. dalla certificazione e, in caso di mancato ritiro all'invio in contrassegno di certificati e fattura.

5) Ai sensi della legge 675/96 i dati anagrafici sono conservati nei nostri archivi. In relazione ad essi potete esercitare i diritti previsti dall'art. 13 (trattamento dati).

6) In caso di controversia foro competente sara' quello di Cosenza.

L'Incaricato del Laboratorio

Per Accettazione delle Norme

## IL VERBALE DI ACCETTAZIONE DEL LABORATORIO



# GEO.CAL. s.r.l.

Laboratorio di ricerca e di analisi su materiali da costruzione e strutture  
Ministero LL.PP.- L. 1086/71 - Decreto N. 15653/77 e successivi  
Ministero Ricerca Scientifica e Tecnologica - Decreto 03-01-1997 - S.Q. ISO 9000  
Sede Legale: Via Reggio Calabria, 12 - 87100 Cosenza - Tel. e Fax 0984 22363  
Sede Amm.e Lab.: C.da Lecco - Zona Ind. - 87036 Rende (CS) Tel. e Fax 0984.401121 - 404456  
E-mail: geo.cal@libero.it · info@geocalcs.it · www.geocalcs.it



## SETTORE CALCESTRUZZI

Emendato il 06/04/2016

Certificato N° 249

del 07/03/2016

Verbale Accettazione N°. 152 Del 29/02/2016

Committente>

Proprietario>

Impresa>

Direttore dei

Provenienza d

# IL CERTIFICATO FINALE DEL LABORATORIO

Richiesta sottoscritta dal Direttore dei Lavori

Tutti i dati sono forniti dal committente

**RISULTATI DELLE PROVE : DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESIONE (UNI EN 12390-3)**

SIGLA LAB.	POSIZIONE IN OPERA	DATA dichiarata del prelievo	CLASSE dichiarata (N/mm <sup>2</sup> )	DATA PROVA	DIMENSIONI			MASSA VOLUMICA (Kg/m <sup>3</sup> )	RESIST. A COMPRESS. (N/mm <sup>2</sup> )	TIPO DI ROTT.	RETT.
					L	B	H				
409	FONDAZIONE	10/05/1995	Rck 25	01/03/2016	150,6	151,0	150,3	2.358	45,0	1	No
409	FONDAZIONE	10/05/1995	Rck 25	01/03/2016	150,9	150,0	150,0	2.362	41,6	1	No
410	PRIMO ORDINE PILASTRI	13/05/1995	Rck 25	01/03/2016	150,4	150,2	150,0	2.358	38,1	1	No
410	PRIMO ORDINE PILASTRI	13/05/1995	Rck 25	01/03/2016	151,0	150,0	150,0	2.355	40,9	1	No
411	PRIMO SOLAIO	10/06/1995	Rck 25	01/03/2016	151,0	151,0	150,0	2.365	41,3	1	No
411	PRIMO SOLAIO	10/06/1995	Rck 25	01/03/2016	150,8	150,9	150,0	2.364	45,8	1	No

Tipo di rottura : 1 = Soddisfacente

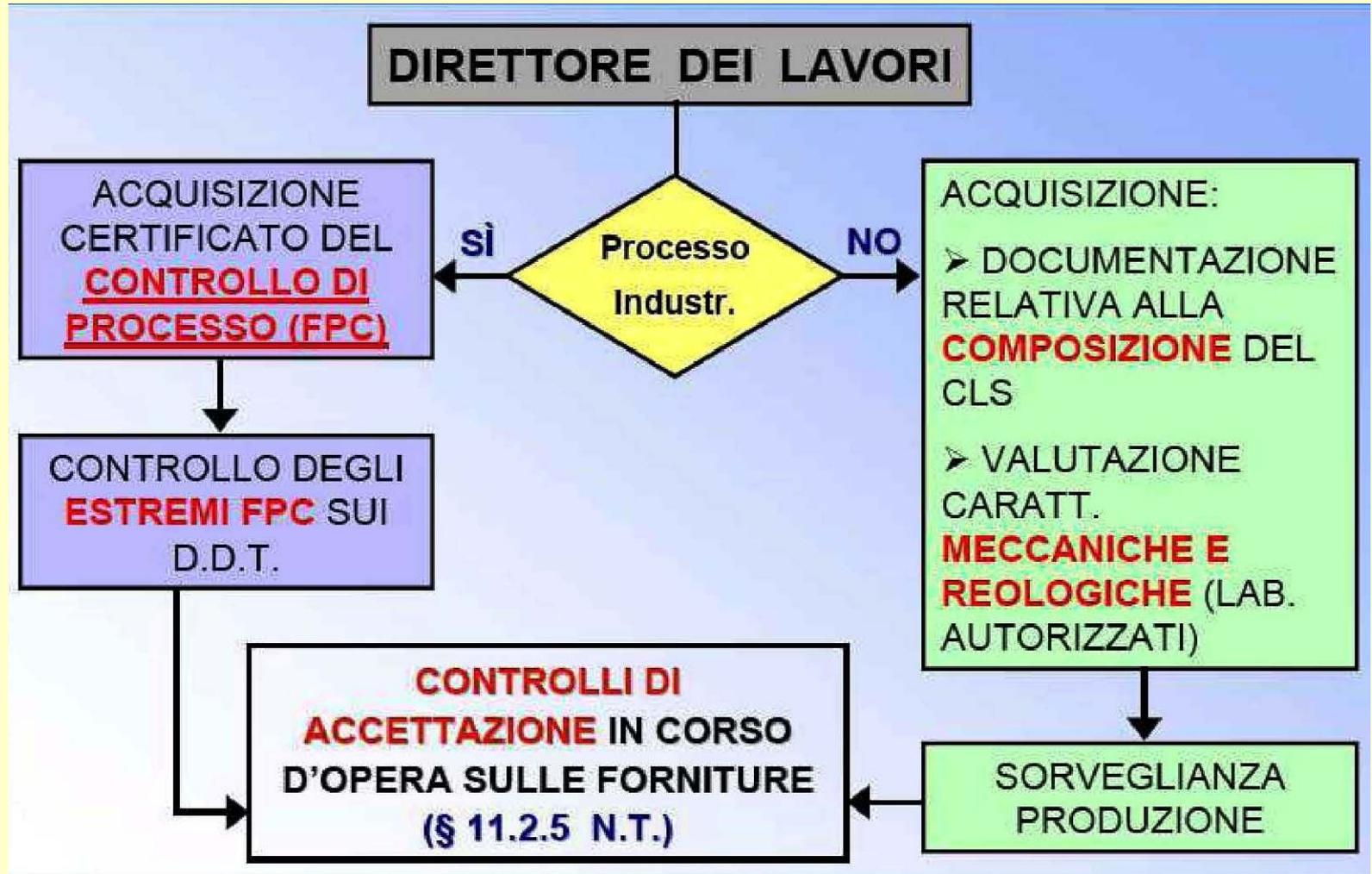
2 = Non Soddisfacente

Note

Lo Sperimentatore  
Geom. PASQUALE PONZANO

Direttore di Laboratorio  
ING. GIUSEPPE MORRONE

# IN SINTESI



## 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.

# CONCLUSIONI

Nelle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con D.M. del 14.01.2008 ci sono molte e significative novità circa le responsabilità attribuite ai vari attori nel campo delle costruzioni in calcestruzzo.

Le più importanti e le più innovative riguardano gli obblighi del Progettista che, oltre al calcolo strutturale degli elementi, deve dare indicazioni sulla posa in opera, sulla stagionatura e sulle caratteristiche del calcestruzzo; in particolare, **deve indicare il valore della R<sub>ck</sub>** che tenga conto anche della **durabilità della struttura in relazione all'ambiente** dove sorge l'opera e la vita di servizio precisata nel progetto.

Accanto a questi **obblighi** le Norme Tecniche per le Costruzioni lasciano al Progettista la responsabilità di scegliere se far riferimento anche ad altra letteratura tecnica consolidata o ad altre normative internazionali. Insomma le nuove NTC dichiarano **chi deve fare che cosa**, ma lasciano aperta la scelta sul **come fare**, ovvero sostituiscono una impostazione essenzialmente **prestazionale** a quella prevalentemente **prescrittiva** delle precedenti normative.

# IL CEMENTIFICIO DI CASTROVILLARI



LA CAVA DI CALCARE

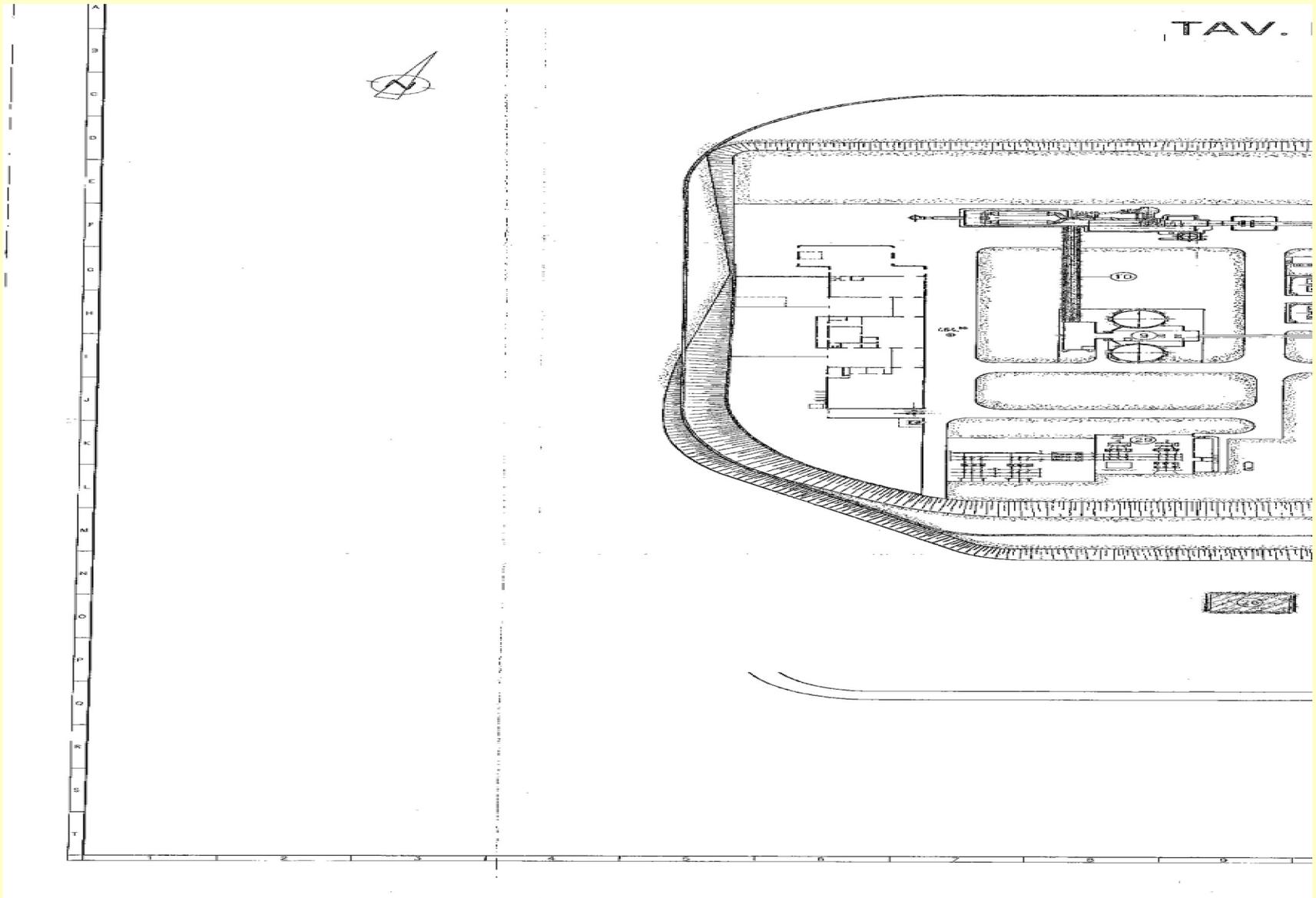
IL FORNO ROTATIVO



# IL CEMENTIFICIO ITALCEMENTI DI CASTROVILLARI (vista panoramica)



# IL CEMENTIFICIO ITALCEMENTI DI CASTROVILLARI (la planimetria dello stabilimento)



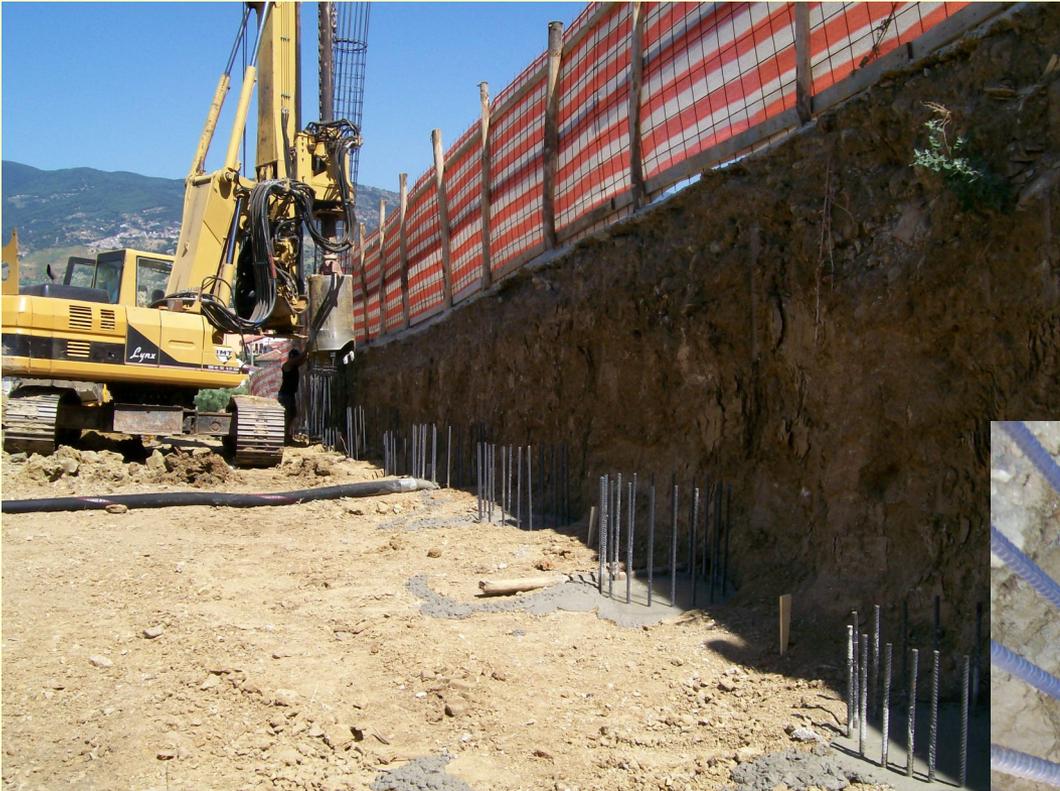
**ESEMPI DIMOSTRATIVI DI OPERE  
STRUTTURALI IN CEMENTO ARMATO**

(altre opere sul sito [www.infusini.it](http://www.infusini.it))

# MICROPALI PER RINFORZARE UNA FONDAZIONE ESISTENTE



# PARATIA DI PALI



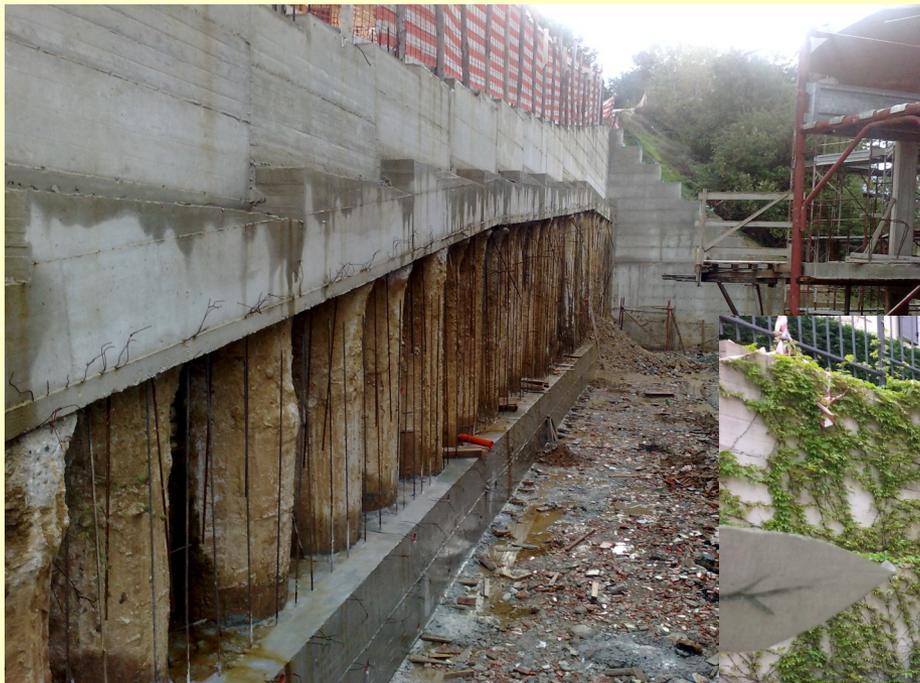
# LA PARATIA CON IN TESTA UN MURO



# VISTA DELLA SOMMITA' DELLA PARATIA



# RAFFRONTO CON LO STATO ATTUALE



# L'EDIFICIO POSTO A VALLE DELLA PARATIA



## IL SOLAIO DI COPERTURA (carpenteria ed armatura)



# LA VIBRAZIONE DEL CALCESTRUZZO DURANTE IL GETTO





**UN SOLAIO PRONTO PER IL GETTO**

**VISTA DEL RUSTICO DELL'EDIFICIO**





**EDIFICIO IN CORSO DI COSTRUZIONE**

**EDIFICIO ULTIMATO**



**IL DEGRADO STRUTTURALE:  
IL CASO TRATTATO IN UNA CONSULENZA TECNICA D'UFFICIO**

**(la Relazione è scaricabile dal sito [www.infusini.it](http://www.infusini.it))**

# UNA PARATIA DI PALI IN C.A. DI CATTIVA CONSISTENZA



## I MURI REALIZZATI PER IL RINFORZO DELLA PARATIA



## ESTREMITÀ SUPERIORE DI ALCUNI PALI



**Si nota la disomogeneità del calcestruzzo, l'irregolarità strutturale del palo, l'avanzata corrosione dei ferri di armatura privi del copriferro ed l'insufficiente interferro**

## L'ENTITÀ DEL DEGRADO



**Si riscontra scarsa resistenza alla penetrazione operando con scalpello e mazzetta per almeno per 7-8 cm. Il calcestruzzo, in questo strato, si distacca e si sgretola senza particolare difficoltà. Il particolare colore assunto dal calcestruzzo è ascrivibile al suo probabile mescolamento con acqua e materiale terroso durante la fase del getto. Si conferma l'ossidazione generalizzata delle armature prive del copriferro.**



## **PARTICOLARE DEL DEGRADO**

**Il calcestruzzo dello strato superiore, rimosso con la sola azione del martello, rimane legato ad esso per la presenza di umidità nel materiale stesso. Infatti la parte rimossa è umida al tatto, circostanza questa che conferma quanto sostenuto dal geologo a riguardo della circolazione idrica superficiale.**

**PALI COMPLETAMENTE “SVESTITI”  
DEL COPRIFERRO E CON  
PRESENZA DI VUOTI**





**LA FONDAZIONE  
DELL'EDIFICIO**

**L'EDIFICIO OGGI**



**GLI EFFETTI DEL SISMA SULLE OPERE STRUTTURALI**  
**(terremoto in Umbria dic. 2009)**

## **GLI EFFETTI DI UN TERREMOTO SULLE STRUTTURE**



**Collasso strutturale con espulsione esterna dei pilastri in c.a. e schiacciamento del piano primo da parte dei piani sovrastanti per il cedimento del nodo pilastro-trave non adeguatamente armato.**



**Collasso strutturale con espulsione esterna dei pilastri in c.a. e schiacciamento del piano terra per il cedimento del nodo pilastro-trave non adeguatamente armato.**



**L'Aquila: un edificio in collasso strutturale**

# **GLI EFFETTI DEL TERREMOTO AD AMATRICE (Rieti) 24 agosto 2016**



**La freccia rossa di destra indica l'assenza di staffe. Il cemento si sbriciola e non tiene più niente, come nella freccia a sinistra. La freccia verde, le tamponature lesionate, che hanno ruolo non strutturale, ma che se collassano come in questo caso, purtroppo sono pericolose**

## **GLI EFFETTI DEL TERREMOTO A PESCARA DEL TRONTO (Ascoli Piceno)**



**Copertura pesante e rigida, con murature in pietrame, le quali sono completamente collassate.**

## **ESEMPIO DI BONIFICA DELL'AMIANTO**

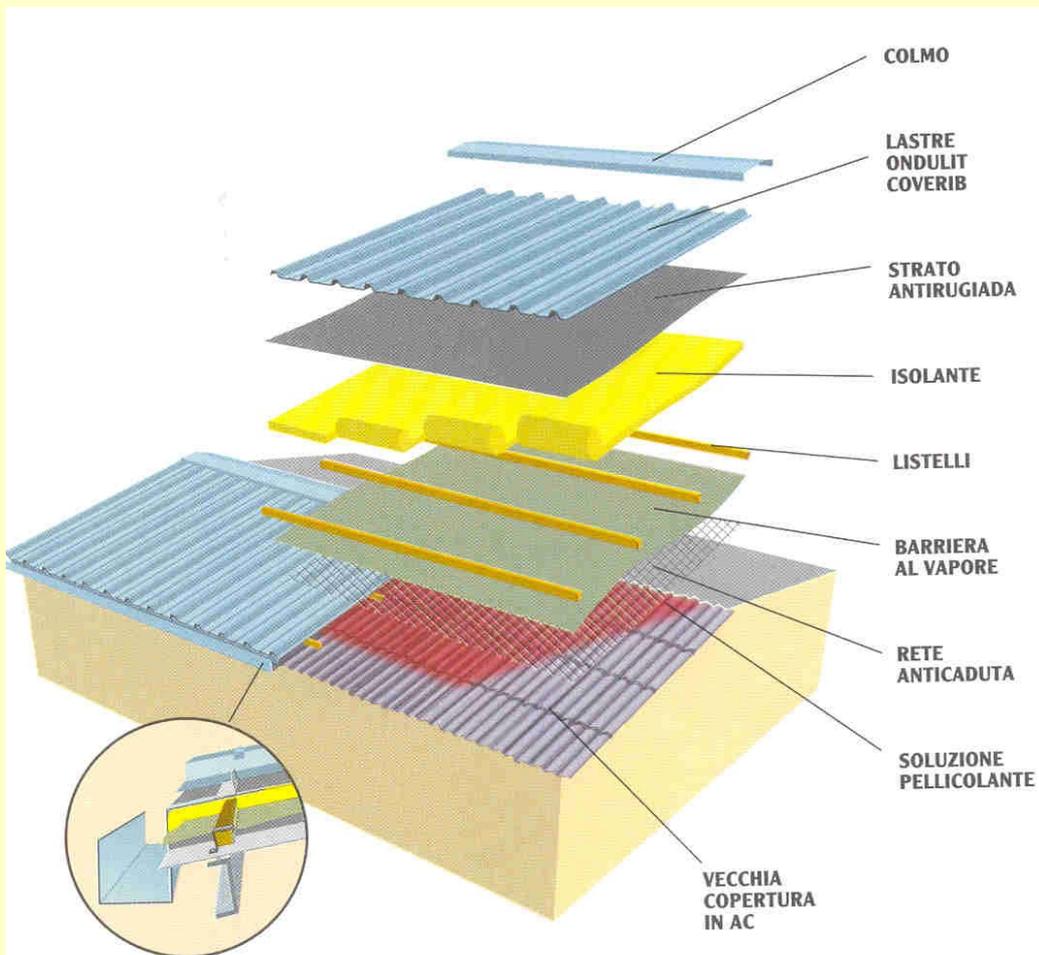
## INCAPSULAMENTO

Consiste nel **trattare il materiale con prodotti penetranti per inglobare le fibre e ripristinare l'aderenza al supporto** oppure ricoprenti per costituire una pellicola di protezione sulla superficie. È il trattamento consigliato dalla normativa per i materiali poco friabili di tipo cementizio. I tempi dell'intervento risultano contenuti. Non richiede l'applicazione di materiale sostitutivo e non produce rifiuti. Occorre verificare periodicamente l'efficacia dell'incapsulamento che, se danneggiato o deteriorato, va ripetuto. L'eventuale rimozione di materiale incapsulato è più difficoltosa. Prima di decidere l'attuazione di un intervento di incapsulamento, occorre valutare l'idoneità del materiale a supportare il peso dell'incapsulante.



## CONFINAMENTO e/o RIVESTIMENTO

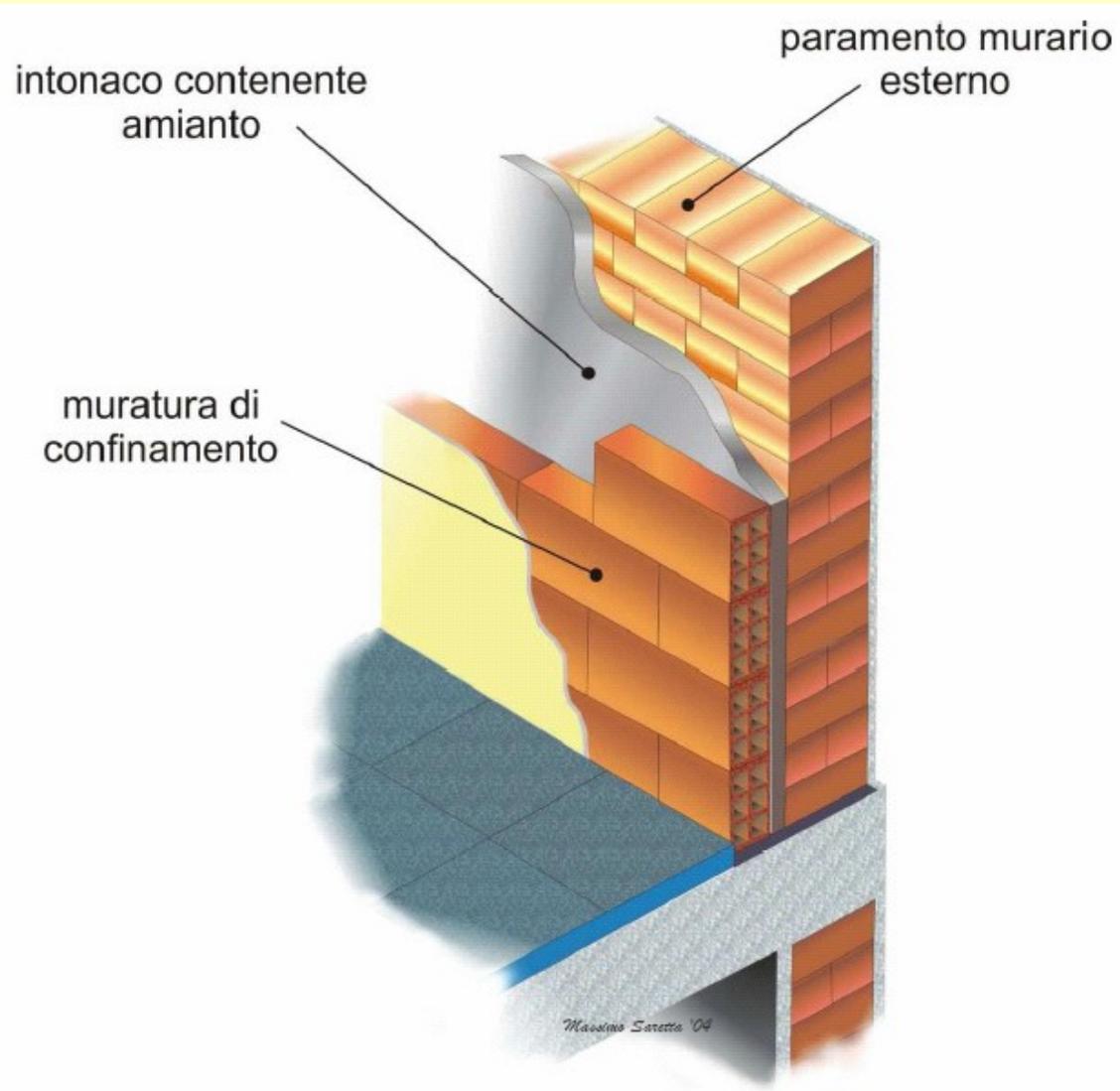
Consiste nella installazione di una **barriera a tenuta** che isola il materiale contenente amianto dal resto dell'ambiente. Le tubazioni, le caldaie, ecc.. possono essere rivestite con guaine plastiche e metalliche, nastri telati.



**GRONDA:** una delle possibili soluzioni per il confinamento lungo la linea di gronda

## INCONVENIENTI

Il principale inconveniente di questi ultimi due tipi di bonifica è rappresentato dalla **permanenza** nell'edificio del materiale di amianto e della conseguente necessità di mantenere un **programma di controllo e manutenzione da parte del proprietario** dell'immobile.



Confinamento intonaco contaminato

# RIMOZIONE

Consiste nella eliminazione del materiale contenente amianto mediante asportazione completa e smaltimento. E' necessaria in caso di demolizione di strutture e/o impianti con presenza di amianto



**Rimozione lastre in eternit**

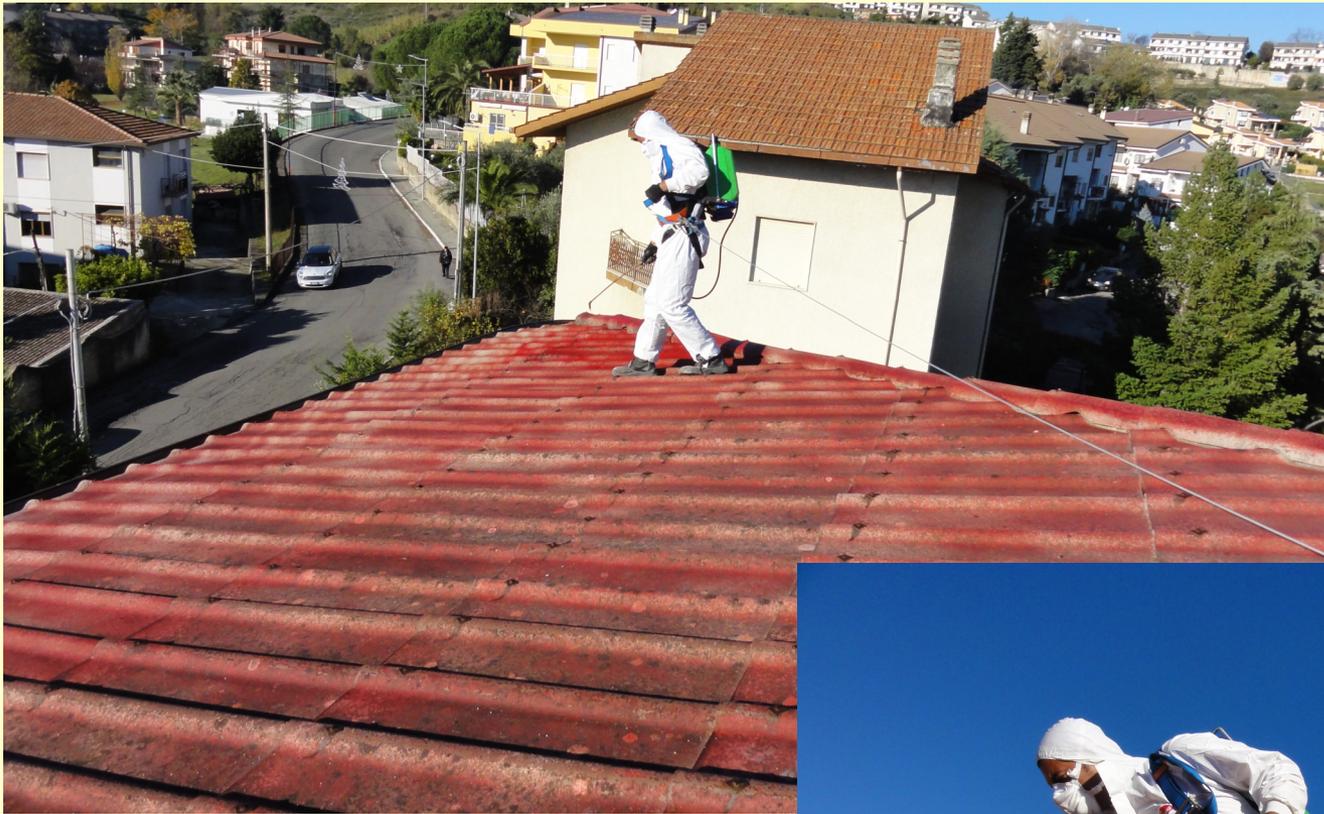


## **UN RECENTE INTERVENTO DI RIMOZIONE DI COPERTURA IN ETERNIT**

**Situazione ante bonifica di un edificio nel comune di Castrolibero**



## Fasi bonifica





**Fasi bonifica**





**Situazione dopo  
la ricopertura**



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

# **OSSERVATORIO NAZIONALE AMIANTO**



**ON A**  
ONLUS

## **COMITATO PROVINCIALE DI COSENZA**

**Sede Provinciale O.N.A Onlus Cosenza:**

**Via Trieste, pal. Piacentini - 87040 Montalto Uff. (Cs) tel/fax 0984 934570  
E-mail: [onacosenza@gmail.com](mailto:onacosenza@gmail.com)**

# IL CICLO PRODUTTIVO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

