

NORMA ITALIANA	Calcestruzzo Specificazione, prestazione, produzione e conformità Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1	UNI 11104
		MARZO 2004
	Concrete Specification, performance, production and conformity Additional provisions for the application of EN 206-1	
CLASSIFICAZIONE ICS	91.100.30	
SOMMARIO	La norma contiene le istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della EN 206-1.	
RELAZIONI NAZIONALI		
RELAZIONI INTERNAZIONALI		
ORGANO COMPETENTE	UNICEMENTO - Ente di Normazione dei Leganti Idraulici, Malte, Calcestruzzi e Cemento Armato	
RATIFICA	Presidente dell'UNI, delibera del 17 febbraio 2004	

PREMESSA

La presente norma è stata elaborata dall'UNICEMENTO, ente federato all'UNI.

La Commissione Centrale Tecnica dell'UNI ha dato la sua approvazione il 20 novembre 2003.

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione di nuove edizioni o di aggiornamenti.

È importante pertanto che gli utilizzatori delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione e degli eventuali aggiornamenti.

Si invitano inoltre gli utilizzatori a verificare l'esistenza di norme UNI corrispondenti alle norme EN o ISO ove citate nei riferimenti normativi.

Le norme UNI sono elaborate cercando di tenere conto dei punti di vista di tutte le parti interessate e di conciliare ogni aspetto conflittuale, per rappresentare il reale stato dell'arte della materia ed il necessario grado di consenso.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione di questa norma, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento o per un suo adeguamento ad uno stato dell'arte in evoluzione è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione, per l'eventuale revisione della norma stessa.

INDICE

0		INTRODUZIONE	1
1		SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	1
2		RIFERIMENTI NORMATIVI	1
3		CLASSIFICAZIONE	2
3.1		Classi di esposizione riferite alle azioni dell'ambiente.....	2
	prospetto 1	Classi di esposizione.....	3
3.2		Classi di consistenza del calcestruzzo fresco.....	4
3.3		Classi di resistenza a compressione del calcestruzzo indurito.....	4
	prospetto 2	Classi di resistenza a compressione.....	4
4		REQUISITI DI BASE PER I MATERIALI COMPONENTI	4
4.1		Cemento.....	4
4.2		Aggiunte.....	5
	prospetto 3	Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450.....	5
4.3		Aggregati.....	5
5		REQUISITI DI BASE PER LE CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO	5
	prospetto 4	Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo.....	7
APPENDICE (informativa)	A	RIFERIMENTI LEGISLATIVI	9
APPENDICE (informativa)	B	BIBLIOGRAFIA	10

INTRODUZIONE

La EN 206-1 è stata elaborata dal Comitato Tecnico CEN/TC 104 “Calcestruzzo e relativi prodotti” tenendo conto delle esigenze, delle condizioni ambientali e la pratica d’uso dei diversi Paesi europei. La norma non esclude che alcune sue parti possano essere adattate a livello nazionale tenendo conto della pratica d’uso consolidata e valida ove il calcestruzzo viene messo in opera.

In Italia il calcestruzzo, quale materiale da costruzione destinato a realizzare strutture, è soggetto ad un regolamento legislativo [1], [2], [3] che tutela gli utilizzatori nel riguardo della sicurezza delle opere; tale regolamento è cogente a priori per tutti i requisiti da esso richiamati.

Nella produzione di calcestruzzo in sistema di qualità, si deve tenere conto dei documenti attuativi a partire dalle Linee Guida [4], [5] e [6] prodotte dalla Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

La presente norma è complementare alla UNI EN 206-1 e ne è parte integrante per la sua applicazione in Italia.

Nota In appendice A si riportano i riferimenti legislativi richiamati nel testo fra parentesi.

AVVERTENZA: Si deve tenere presente che il calcestruzzo fresco, data la sua elevata alcalinità, può provocare sui soggetti sensibili irritazione alla pelle messa a contatto con esso. Gli aggregati e la sabbia contenuti nel calcestruzzo possono accentuare, per effetto abrasivo, il problema. Si deve porre attenzione ad evitare che la polvere di cemento venga a contatto con gli occhi; è opportuno che gli operatori che lavorano nei luoghi dove vengono confezionati calcestruzzi proteggano la bocca ed il naso. Si deve prevenire che il calcestruzzo fresco si introduca nelle calzature; gli operatori che devono lavorare in prossimità dei getti devono essere debitamente protetti.

Se il cemento o il calcestruzzo fresco vanno a contatto con gli occhi si deve procedere immediatamente con un lavaggio con acqua pulita e quindi ricorrere immediatamente a trattamento medico.

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma riguarda le istruzioni necessarie per l’applicazione in Italia della EN 206-1. La presente norma si applica al calcestruzzo per strutture gettate in situ, strutture prefabbricate e componenti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile. Il calcestruzzo può essere confezionato in cantiere, preconfezionato o prodotto in un impianto per componenti di calcestruzzo prefabbricato.

Fino a quando non saranno disponibili le norme europee riguardanti: il calcestruzzo proiettato, il calcestruzzo fibrorinforzato, il calcestruzzo autocompattante (SCC), il calcestruzzo leggero con argilla o scisti espansi ed altri calcestruzzi particolari, si deve fare riferimento alle corrispondenti norme UNI (vedere bibliografia in appendice B).

RIFERIMENTI NORMATIVI

UNI 7087	Calcestruzzo - Determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo
UNI 8520-2	Aggregati per confezione di calcestruzzi - Requisiti
UNI 8520-22	Aggregati per confezione di calcestruzzi - Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali
UNI 8981-1	Durabilità delle opere e dei manufatti di calcestruzzo - Definizioni ed elenco delle azioni aggressive
UNI 8981-2	Durabilità delle opere e dei manufatti di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza ai solfati
UNI 8981-3	Durabilità delle opere e dei manufatti di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza alle acque dilavanti

UNI 8981-4	Durabilità delle opere e dei manufatti di calcestruzzo - Istruzioni per migliorare la resistenza al gelo e disgelo
UNI 8981-5	Durabilità delle opere e dei manufatti di calcestruzzo - Istruzioni per prevenire la corrosione delle armature
UNI 8981-6	Durabilità delle opere e dei manufatti di calcestruzzo - Istruzioni per migliorare la resistenza all'acqua di mare
UNI 8981-7	Durabilità delle opere e dei manufatti di calcestruzzo - Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo
UNI 8981-8	Durabilità delle opere e dei manufatti in calcestruzzo - Raccomandazioni per prevenire la reazione alcali silice
UNI 9156	Cementi resistenti ai solfati - Classificazione e composizione
UNI 9606	Cementi resistenti al dilavamento della calce - Classificazione e composizione
UNI 11013	Aggregati leggeri - Argilla e scisto espanso - Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale
UNI EN 197-1	Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
UNI EN 206-1	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
UNI EN 450	Ceneri volanti per calcestruzzo - Definizioni, requisiti e controllo di qualità
UNI EN 12390-1	Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e casseforme
UNI EN 12620	Aggregati per calcestruzzo
UNI EN 13055-1	Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione
UNI ENV 1992-1-1	Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

3

CLASSIFICAZIONE

3.1

Classi di esposizione riferite alle azioni dell'ambiente

[Riferimento UNI EN 206-1 punto 4.1]

Il punto 4.1 della UNI EN 206-1, è in accordo con le Linee Guida [4] elaborate dalla Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Maggiori dettagli sulle classi di esposizione riguardanti l'aggressione chimica, indotta dalle acque dilavanti e solfatiche, sono riportati nelle parti della UNI 8981.

Nota In caso di contrasto fra le istruzioni delle parti della UNI 8981 e le prescrizioni della UNI EN 206-1, questa ultima deve essere presa come riferimento.

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.
2 Corrosione indotta da carbonatazione Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel coprifermo o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.
XC4	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 compresa nella classe XC2.
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (piscine).
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.
5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti¹⁾		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.
XF3	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.
XF4	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.

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.		

3.2 **Classi di consistenza del calcestruzzo fresco**

[Riferimento UNI EN 206-1 punto 4.2.1]

Generalmente in Italia la consistenza del calcestruzzo è espressa in termini di classi di abbassamento al cono (S, slump) o di classi di spandimento (F, tavola a scosse).

3.3 **Classi di resistenza a compressione del calcestruzzo indurito**

[Riferimento UNI EN 206-1 punto 4.3.1]

Oltre alle classi di resistenza a compressione riportate nel prospetto 7 della UNI EN 206-1, per il calcestruzzo normale e pesante si possono prendere in considerazione le seguenti classi già in uso riportate nel prospetto 2.

Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck,cyl}$ N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck,cub}$ N/mm ²
C28/35	28	35
C32/40	32	40

È ammesso, fatta eccezione per i controlli di accettazione, l'uso di provini cubici aventi lato di 100 mm tenendo in considerazione le prescrizioni della UNI EN 12390-1 per quanto riguarda il diametro massimo degli aggregati. Il produttore deve fornire una idonea documentazione circa la correlazione tra le resistenze valutate su provini cubici aventi lato di 100 mm e di 150 mm.

Nota Il calcestruzzo a composizione normalizzata non risulta essere impiegato in Italia.

4 **REQUISITI DI BASE PER I MATERIALI COMPONENTI**

4.1 **Cemento**

[Riferimento UNI EN 206-1 punto 5.1.2]

In aggiunta ai cementi definiti nella UNI EN 197-1 possono essere impiegati, limitatamente alle opere massive idrauliche, i cementi per sbarramenti di ritenuta definiti dalla legislazione vigente [7].

I cementi rispondenti alla UNI EN 197-1 possono anche essere qualificati secondo le UNI 9156 e UNI 9606 come cementi rispettivamente resistenti ai solfati e alle acque dilavanti.

Aggiunte

[Riferimento UNI EN 206-1 punto 5.1.6]

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 e con perdita a fuoco minore del 10% possono essere utilizzate nel calcestruzzo esclusivamente come aggiunte di tipo I ($k=0$), secondo la UNI EN 206-1, con un limite di 45 kg/m³.

Ceneri non conformi alla UNI EN 450 non possono essere impiegate in calcestruzzi destinati alle classi di esposizione XF1, XF2, XF3 e XF4.

L'applicazione del concetto del coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI EN 206-1, è ammessa per i tipi di cemento conformi alla UNI EN 197-1 per i quali sono disponibili dati sperimentali riportati nel prospetto 3. Questo prospetto riporta per ciascun tipo di cemento il valore di k da utilizzare per calcolare il rapporto acqua/(cemento + k cenere) e il contenuto minimo di cemento per ciascuna classe di esposizione.

I tipi di cementi ammessi ed i relativi valori del coefficiente k da utilizzare secondo quanto specificato nella EN 206-1 sono riportati nel prospetto 3.

prospetto 3

Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450

Tipo di cemento	Classi di resistenza	Valori di k
CEM I	32.5 N, R	0,2
CEM I	42.5 N, R 52.5 N, R	0,4
CEM II A	32.5 N, R 42.5 N, R	0,2
CEM III A	32.5 N, R 42.5 N, R	0,2
CEM IV A	32.5 N, R 42.5 N, R	0,2
CEM V A	32.5 N, R 42.5 N, R	0,2

Aggregati

[Riferimento UNI EN 206-1 punto 5.1.3]

L'idoneità degli aggregati normali conformi alla UNI EN 12620 è definita nella UNI 8520-2 e UNI 8520-22, mentre gli aggregati leggeri sono definiti dalla UNI EN 13055-1 e UNI 11013.

Per gli aggregati da riciclo in attesa di una regolamentazione europea:

- è permesso l'utilizzo parziale o totale di aggregati di riciclo provenienti da demolizione di edifici (macerie) solo per calcestruzzi aventi classi di resistenza \leq C12/15;
- è permesso l'utilizzo parziale o totale degli aggregati provenienti da frantumazione di solo calcestruzzo per calcestruzzi aventi classi di resistenza \leq C20/25.

REQUISITI DI BASE PER LE CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

[Riferimento UNI EN 206-1 punto 5.3.2]

Il prospetto 4 fornisce i valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo in relazione alle classi di esposizione definite in 3.1.

I valori riportati nel prospetto 4 sono idonei per i cementi di classe 32.5 e 42.5 conformi alla UNI EN 197-1 e ad un aggregato avente dimensione massima del granulo compresa fra 20 mm e 32 mm.

Per il cemento di classe 52.5 devono essere rispettati i limiti del prospetto 4 relativi al rapporto acqua/cemento e al dosaggio minimo di cemento, mentre i valori di resistenza minima devono essere opportunamente elevati.

Nel caso di calcestruzzi destinati ad opere massive o di calcestruzzi speciali i requisiti prestazionali e di composizione devono essere verificati e riconsiderati nei riguardi delle classi di esposizione.

I valori per il rapporto massimo acqua/cemento, il contenuto minimo in cemento e la classe minima di resistenza si applicano a tutte le classi di esposizione; tali valori non devono essere considerati come un progetto di miscela, ma limiti che devono essere soddisfatti contemporaneamente ed indipendentemente gli uni dagli altri.

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri			Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico					
		XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto a/c																		
Minima classe di resistenza ¹⁾																		
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)																		
Contenuto minimo in aria (%)																		
Altri requisiti																		
*) 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 durabilità delle strutture è vincolata anche al rispetto dei valori di copriferro previsti nella UNI ENV 1992-1-1 per le corrispondenti classi di esposizione.

Il limite superiore del contenuto d'aria deve essere il 4% in più rispetto al valore minimo.

Nel caso si usino delle ceneri volanti il loro contenuto in carbone può influire in modo non prevedibile sul contenuto d'aria inglobata.

Per quanto concerne la prevenzione della reazione alcali-silice è opportuno far riferimento alla UNI 8981-8 e alla UNI 8520-22.

Ulteriori dettagli sul progetto di miscela, per soddisfare i requisiti di durabilità nei riguardi delle condizioni ambientali, sono riportati nelle diverse parti della UNI 8981.

Alla data di pubblicazione della presente norma sono in vigore i seguenti regolamenti legislativi.

- [1] Legge n° 1086 del 5/11/71: Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato
- [2] D.M. del 9/1/96: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- [3] Circolare Ministero LL.PP. (15 ottobre 1996): Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- [4] Linee guida sul calcestruzzo strutturale (dicembre 1996) - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale
- [5] Linee guida per la produzione, il trasporto ed il controllo del calcestruzzo preconfezionato (marzo 2003) - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale
- [6] Linee guida su calcestruzzi strutturali ad alta resistenza ($75 \text{ N/mm}^2 < R_{ck} \leq 115 \text{ N/mm}^2$) (luglio 2001) - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale
- [7] Decreto ministeriale 3 Giugno 1968 Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi - Gazzetta Ufficiale n° 180 del 17 luglio 1968 e successivi aggiornamenti

APPENDICE B BIBLIOGRAFIA
(informativa)

UNI 7548-1	Calcestruzzo leggero con argilla o scisti espansi - Definizione e classificazione
UNI 10834	Calcestruzzo proiettato
UNI 11039-1	Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio - Definizioni, classificazione e designazione
UNI 11040	Calcestruzzo autocompattante - Specifiche, caratteristiche e controlli
