

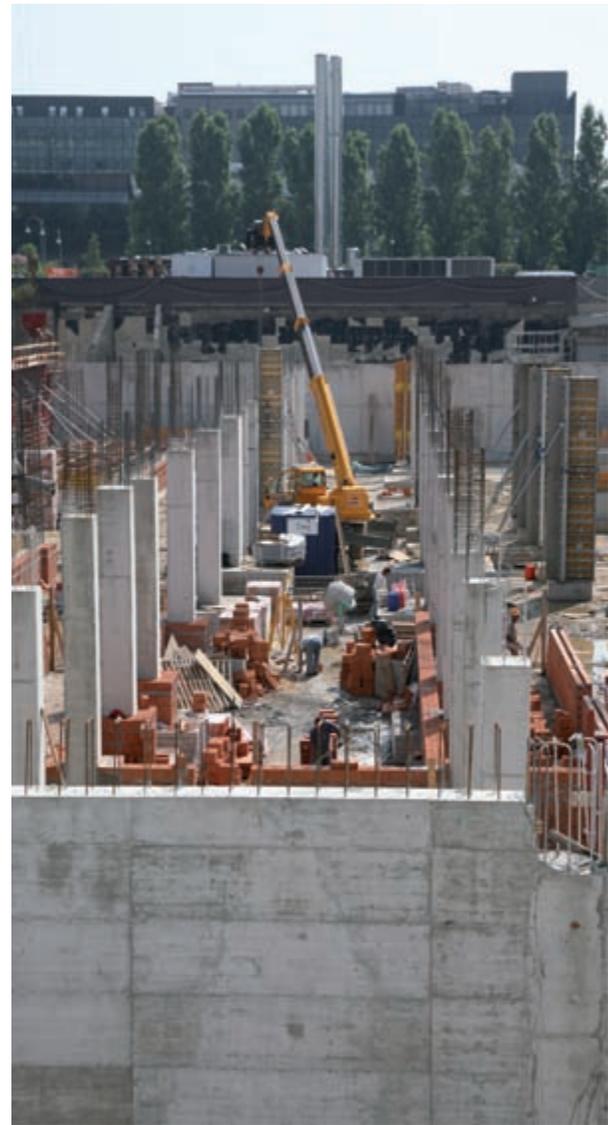
Optimio®
*Calcestruzzi durabili
a prestazione garantita della serie X0*

X0

Classe di esposizione X0

Assenza di rischio di corrosione o di attacco

I calcestruzzi della serie X0 sono formulati per utilizzi in ambienti non aggressivi poiché, essendo materiali molto porosi, non forniscono elevata protezione dagli agenti esterni che possono intaccare le armature.





Optìmio[®]
*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione X0 (norma UNI 11104)*

X0

Ambienti indicati

- Per calcestruzzi privi di armatura o inserti metallici: tutti gli ambienti, eccetto in presenza di gelo - disgelo o attacco chimico.
- Per calcestruzzi con armatura o inserti metallici: tutti gli ambienti che risultano molto asciutti e/o secchi.

Esempi:

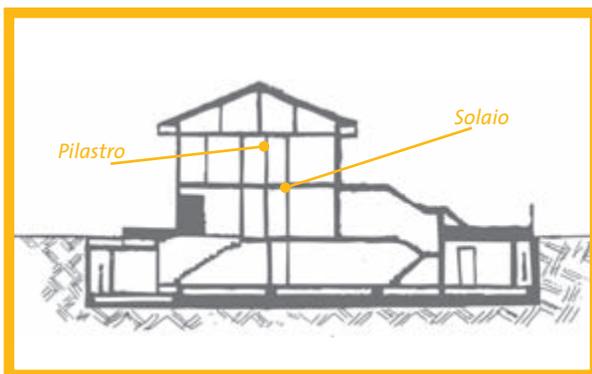
- calcestruzzi armati all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa
- calcestruzzi non armati immersi in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva
- calcestruzzi non armati soggetti a cicli bagnato/asciutto ma non soggetti a fenomeni di abrasione, gelo o attacchi chimici

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} 15 \text{ N/mm}^2$, e non danno alcuna prescrizione relativamente al massimo rapporto acqua/cemento ed al dosaggio minimo di cemento.

Massimo rapporto a/c	-
Minima classe di resistenza (N/mm ²)	C12/15 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m ³)	-

* 12 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$);
15 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture orizzontali e verticali interne, in ambienti protetti, asciutti, privi di umidità relativa e non aggressivi.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione X0 non hanno specifiche caratteristiche di durabilità e sono consigliati per la realizzazione di sottofondazioni, riempimenti, zavorramenti, "magroni" e strutture che non necessitano alte prestazioni di resistenza e comunque non soggetti ad esposizioni pericolose.



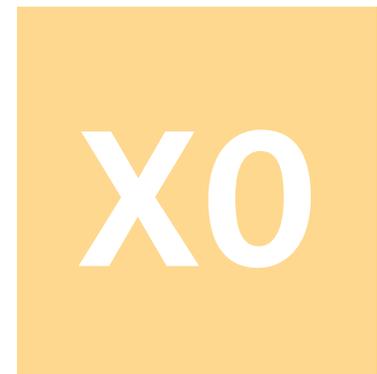
La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} 15 \div 20 \text{ N/mm}^2$

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S3 - S4



Optimio®
*Calcestruzzi durabili
a prestazione garantita della serie XC*

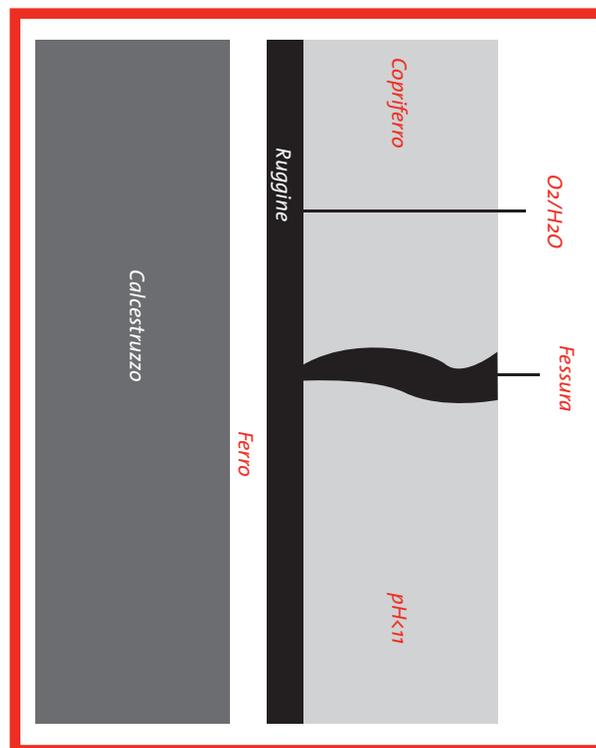
XC

Classe di esposizione XC

Corrosione indotta da carbonatazione

I calcestruzzi della serie XC sono formulati con l'obiettivo di ottenere la prestazione garantita (f_{ck}) e di superare i rischi connessi con il loro impiego in ambienti in cui la criticità prevalente, per la durabilità della struttura da realizzare, è dovuta a fenomeni di carbonatazione.

Questo processo, più o meno lento, porta alla progressiva depassivazione dei ferri d'armatura innescando la corrosione degli stessi fino alla completa distruzione del calcestruzzo di copriferro.



Ferri nel calcestruzzo: perdita di passività per carbonatazione del copriferro





Optìmio[®]
*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XC1 (norma UNI 11104)*

XC1

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano completamente asciutti o permanentemente bagnati.

Esempi:

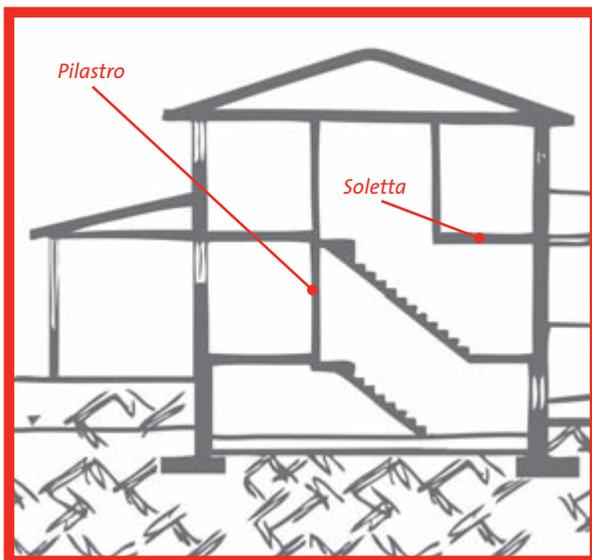
- calcestruzzi ordinari o precompressi all'interno di edifici con bassa umidità relativa (45%-65%)
- calcestruzzi con le superfici all'interno di strutture, escluse le situazioni in cui parti delle stesse sono esposte a condensa o immerse in acqua

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} 30\text{N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo di 0,60 ed un quantitativo minimo di cemento pari a 300 Kg/m^3 .

Massimo rapporto a/c	0,60
Minima classe di resistenza (N/mm^2)	C25/30 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m^3)	300

* 25 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$);
30 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture orizzontali e verticali interne protette, in ambienti con bassa umidità relativa e privi di agenti aggressivi.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XC1 sono consigliati per la realizzazione di muri, pilastri, travi e strutture interne e/o in ambiente con bassa umidità relativa.



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} 30\text{N/mm}^2$

Rapporto a/c max: 0,60

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4





Optìmio[®]
*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XC2 (norma UNI 11104)*

XC2

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano quasi sempre bagnati, raramente asciutti.

Esempi:

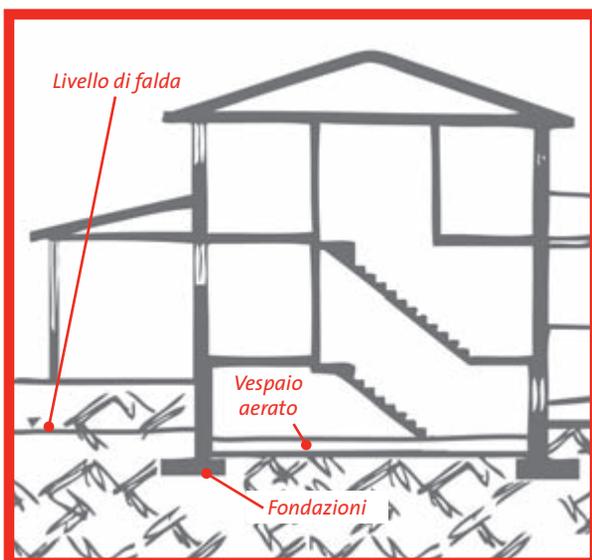
- calcestruzzi ordinari o precompressi a contatto con acqua o terreni non aggressivi per la maggior parte del tempo

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} \geq 30 \text{ N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo di 0,60 ed un quantitativo minimo di cemento pari a 300 Kg/m^3 .

Massimo rapporto a/c	0,60
Minima classe di resistenza (N/mm^2)	C25/30 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m^3)	300

* 25 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$);
30 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture di fondazione ed in generale strutture interrate in presenza di falda acquifera non aggressiva.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XC2 sono consigliati per la realizzazione di fondazioni, elevazioni, strutture interrate in presenza quasi costante di falda acquifera non aggressiva e per strutture per il contenimento dell'acqua.



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} \geq 30 \text{ N/mm}^2$

Rapporto a/c max: 0,60

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4





Optìmio[®]

*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XC3 (norma UNI 11104)*

XC3

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano caratterizzati da umidità moderata.

Esempi:

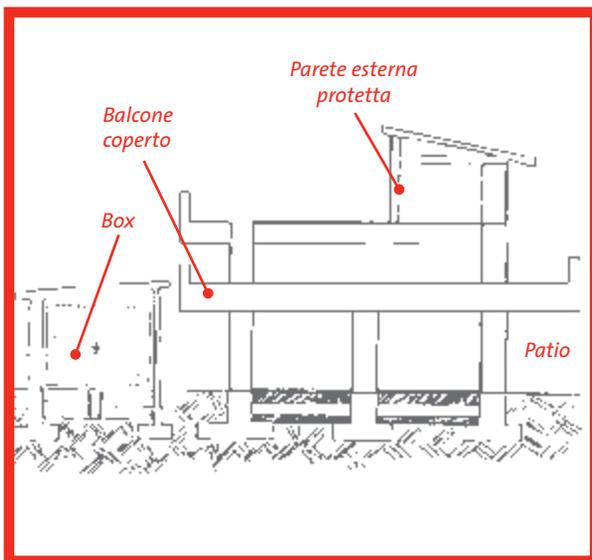
- calcestruzzi ordinari o precompressi all'interno di edifici con umidità relativa da moderata ad alta
- calcestruzzi esterni purchè protetti dalla pioggia

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} 35\text{N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo di 0,55 ed un quantitativo minimo di cemento pari a 320 Kg/m³.

Massimo rapporto a/c	0,55
Minima classe di resistenza (N/mm ²)	C28/35 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m ³)	320

* 28 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$);
35 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture orizzontali e verticali interne soggette ad umidità relativa medio-alta, o esterne ma protette.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XC3 sono consigliati per la realizzazione di elementi strutturali di elevata resistenza tra cui travi, pilastri, solette, vani scala sia all'interno di edifici con umidità relativa medio alta (65%-80%) sia all'esterno purchè protetti dal contatto diretto con la pioggia.



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} 35\text{N/mm}^2$

Rapporto a/c max: 0,55

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4





Optìmio[®]

*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XC4 (norma UNI 11104)*

XC4

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano caratterizzati da cicli bagnato - asciutto.

Esempi:

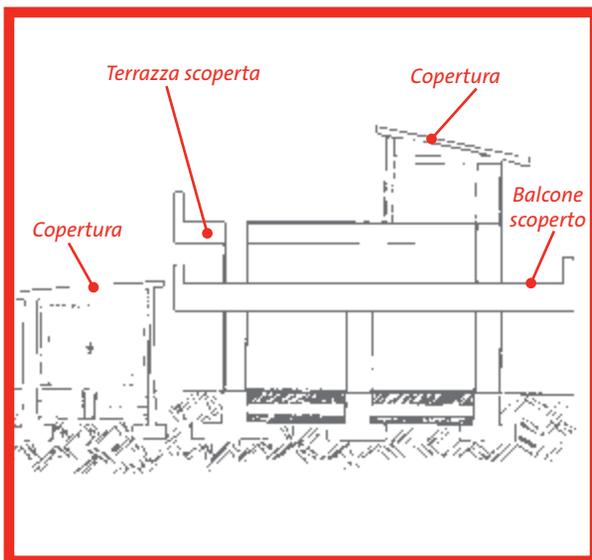
- calcestruzzi armati ordinari o precompressi a contatto con acqua, che non appartengono alla classe di esposizione XC2
- calcestruzzi esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto e umido
- calcestruzzi a vista in ambienti urbani

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} 40\text{N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo di 0,50 ed un quantitativo minimo di cemento pari a 340 Kg/m³.

Massimo rapporto a/c	0,50
Minima classe di resistenza (N/mm ²)	C32/40 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m ³)	340

* 32 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$);
40 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture orizzontali e verticali esterne non protette e soggette a cicli di bagnato - asciutto: condizioni che necessitano calcestruzzi con rapporto a/c basso.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XC4 sono consigliati per la realizzazione di elementi strutturali quali fondazioni, muri, pilastri e strutture che necessitano di alte prestazioni e compattezza per resistere a cicli bagnato - asciutto e per elementi faccia a vista in ambienti urbani esposti all'acqua piovana.



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} 40\text{N/mm}^2$

Rapporto a/c max: 0,50

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4



Optìmio[®]
Calcestruzzi durabili
a prestazione garantita della serie XD



Classe di esposizione XD

Corrosione indotta da cloruri, esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare

I calcestruzzi della serie XD sono formulati per fornire prestazioni di resistenza meccanica e anche la protezione delle armature dai rischi connessi al possibile attacco da parte dei cloruri.

Le materie prime impiegate, il loro dosaggio e la loro composizione sono specificamente definiti per ogni applicazione, tenendo presente la particolare criticità di questo tipo di aggressione chimica.

Essa infatti provoca aumenti di volume e l'insorgere di crepe e rotture del copriferro dovute all'azione combinata di umidità, aria e sali che, attraverso le porosità del calcestruzzo, raggiungono i ferri di armatura.





Optìmio[®]
*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XD1 (norma UNI 11104)*

XD1

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano caratterizzati da umidità moderata.

Esempi:

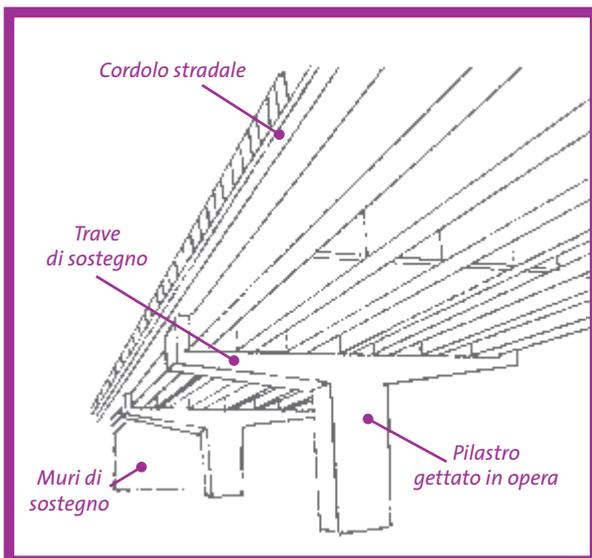
- calcestruzzi ordinari o precompressi esterni, le cui superfici risultano esposte ad acqua contenente cloruri

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} \geq 35 \text{ N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo di 0,55 ed un quantitativo minimo di cemento pari a 320 Kg/m^3 .

Massimo rapporto a/c	0,55
Minima classe di resistenza (N/mm^2)	C28/35 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m^3)	320

* 28 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$);
35 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture orizzontali e verticali esterne caratterizzate da calcestruzzi con alte resistenze e rapporto a/c contenuto tali da resistere sia ai carichi di progetto sia ai possibili attacchi da cloruri.

N.B. Condizioni climatiche prive di cicli gelo e disgelo.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XD1 sono consigliati per la realizzazione di elementi strutturali esterni orizzontali e verticali, quali superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua, che necessitano di buona compattezza e durabilità per resistere, ad esempio, a nebbia salina o a spruzzi diretti d'acqua contenente cloruri.



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} \geq 35 \text{ N/mm}^2$

Rapporto a/c max: 0,55

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4





Optìmio[®]
*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XD2 (norma UNI 11104)*

XD2

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano bagnati, raramente asciutti.

Esempi:

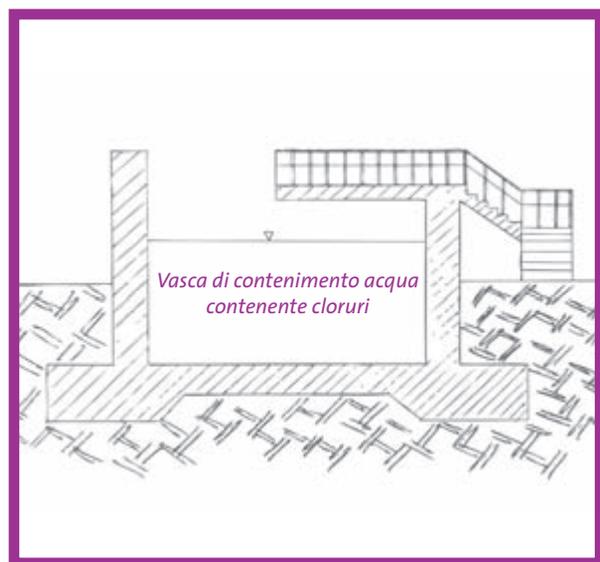
- calcestruzzi ordinari o precompressi di elementi strutturali totalmente immersi in acqua, anche industriale, contenente cloruri

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} 40\text{N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo di 0,50 ed un quantitativo minimo di cemento pari a 340 Kg/m³.

Massimo rapporto a/c	0,50
Minima classe di resistenza (N/mm ²)	C32/40 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m ³)	340

* 32 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$);
40 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture orizzontali e verticali per il contenimento dei liquidi contenenti cloruri. Si noti come le varie parti strutturali siano a diretto contatto con i liquidi. Il calcestruzzo utilizzato deve essere compatto, con a/c basso e resistenze meccaniche medio alte. N.B. Condizioni climatiche prive di cicli gelo e disgelo.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XD2 sono consigliati per la realizzazione di elementi strutturali orizzontali e verticali di contenimento di liquidi, tra cui fondazioni, parti di ponte e piscine e vasche di raccolta acque industriali contenenti cloruri.



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} 40\text{N/mm}^2$

Rapporto a/c max: 0,50

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4





Optìmio[®]
*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XD3 (norma UNI 11104)*

XD3

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano caratterizzati da cicli bagnato - asciutto.

Esempi:

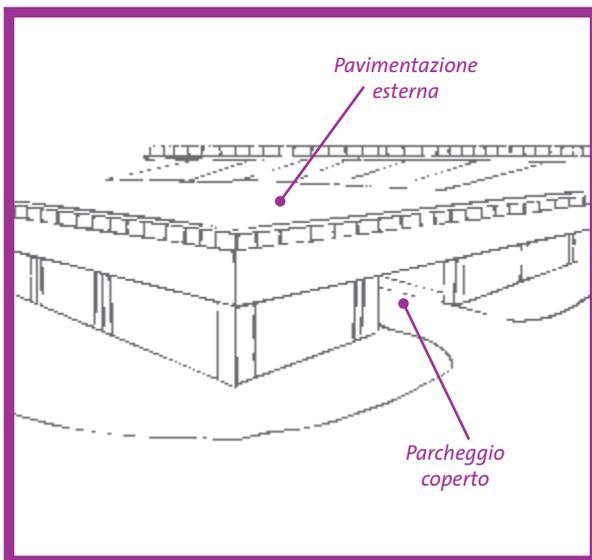
- calcestruzzi ordinari o precompressi di elementi strutturali direttamente a contatto con agenti disgelanti o esposti a spruzzi contenenti agenti disgelanti
- calcestruzzi parzialmente immersi in acqua contenente cloruri

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} 45 \text{ N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo di 0,45 ed un quantitativo minimo di cemento pari a 360 Kg/m^3 .

Massimo rapporto a/c	0,45
Minima classe di resistenza (N/mm^2)	C35/45 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m^3)	360

* 35 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$);
45 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture orizzontali e verticali, esposte a spruzzi d'acqua contenente cloruri. Il calcestruzzo utilizzato deve essere ad alta resistenza e molto compatto, quindi con un rapporto a/c molto basso.

N.B. Condizioni climatiche prive di cicli gelo e disgelo.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XD3 sono consigliati per la realizzazione di elementi strutturali di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenente cloruri, pavimentazioni esterne, solette e solai per parcheggi auto (scoperti e coperti), e tutte le strutture soggette direttamente agli agenti disgelanti.



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} 45 \text{ N/mm}^2$

Rapporto a/c max: 0,45

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4



Optìmio[®]
Calcestruzzi durabili
a prestazione garantita della serie XF

XF

Classe di esposizione XF

Attacco dei cicli gelo - disgelo con o senza sali disgelanti

I calcestruzzi della serie XF sono caratterizzati da una formulazione che prevede bassi rapporti acqua/cemento, un'attenta selezione degli aggregati e l'uso di agenti aeranti per superare i rischi connessi con il loro impiego in ambienti in cui la criticità prevalente, per la durabilità della struttura da realizzare, è dovuta alle aggressioni fisiche derivanti da cicli di gelo e disgelo.

Questi cicli, infatti, provocano un progressivo deterioramento che si evidenzia con lo sbriciolamento del calcestruzzo in superficie, dovuto all'aumento di volume dell'acqua penetrata nelle strutture, che comporta una forte azione meccanica all'interno delle porosità strutturali.





Optìmio[®]

*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XF1 (norma UNI 11104)*

XF1

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano caratterizzati da moderata saturazione d'acqua, in assenza di sali disgelanti.

Esempi:

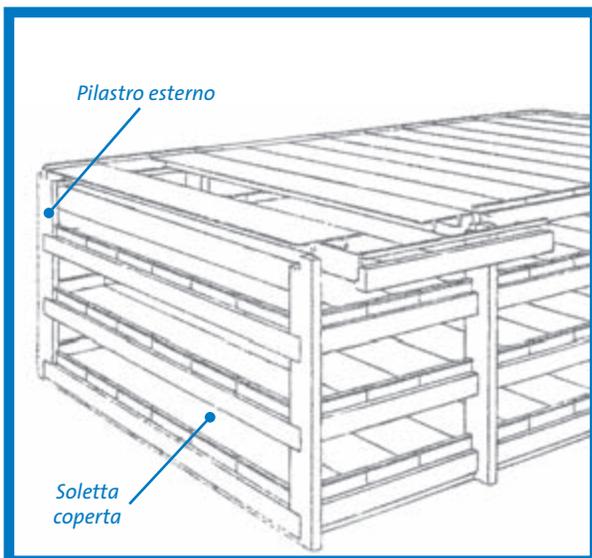
- calcestruzzi con superfici verticali esposte a pioggia e gelo
- calcestruzzi con superfici non verticali e non soggette a completa saturazione, ma esposte a gelo, alla pioggia o all'acqua

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub}$ 40N/mm², con rapporto acqua/cemento massimo di 0,50 ed un quantitativo minimo di cemento pari a 320 Kg/m³.

Massimo rapporto a/c	0,50
Minima classe di resistenza (N/mm ²)	C32/40 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m ³)	320
Altri requisiti	Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo e disgelo

* 32 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$);
40 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture verticali esterne esposte a pioggia e gelo e strutture orizzontali protette non soggette a completa saturazione, che necessitano calcestruzzi compatti, con rapporti a/c bassi e con elevate resistenze meccaniche.

N.B. Condizioni in cui non sono presenti agenti antigelo.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XF1 sono consigliati per la realizzazione di elementi strutturali verticali esterni quali muri, facciate, pilastri e pile di ponti e viadotti e, inoltre, per superfici non verticali tra cui solette, scivoli e parcheggi protetti o coperti.



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub}$ 40N/mm²

Rapporto a/c max: 0,50

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4





Optìmio[®]

*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XF2 (norma UNI 11104)*

XF2

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano caratterizzati da moderata saturazione d'acqua congiuntamente alla presenza di sali disgelanti. Esempi:

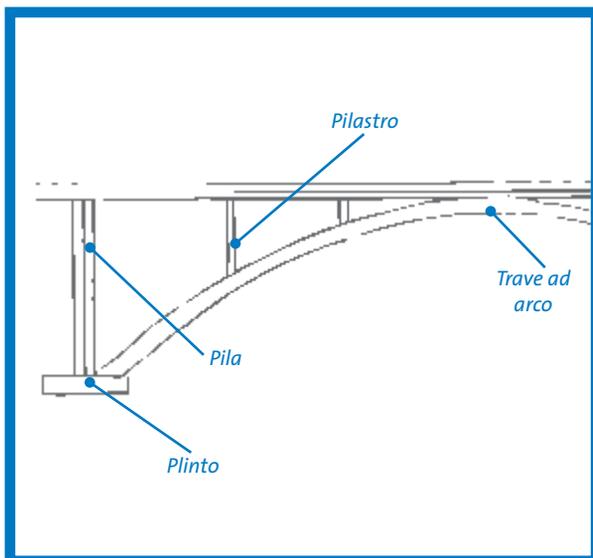
- calcestruzzi con superfici verticali esposte a pioggia e gelo e alla nebbia di sali disgelanti;
- calcestruzzi con superfici non verticali e non soggette a completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua, e alla nebbia di sali disgelanti

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} \geq 30 \text{ N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo di 0,50, un quantitativo minimo di cemento pari a 340 Kg/m^3 e contenuto minimo d'aria 3%.

Massimo rapporto a/c	0,50
Minima classe di resistenza (N/mm ²)	C25/30 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m ³)	340
Contenuto minimo d'aria (%)	3
Altri requisiti	Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo e disgelo

* 25 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$);
30 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture verticali esterne esposte a pioggia e gelo e strutture orizzontali protette non soggette a completa saturazione che necessitano calcestruzzi compatti con rapporti a/c bassi e con elevate resistenze meccaniche.

N.B. Condizioni in cui sono presenti agenti antigelo.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XF2 sono consigliati per la realizzazione di elementi strutturali verticali esterni quali muri, pilastri e pile di ponti e, anche, di elementi orizzontali quali parcheggi e pavimentazioni in genere.



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} \geq 30 \text{ N/mm}^2$

Rapporto a/c max: 0,50

Contenuto d'aria: $\geq 3\%$

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4





Optìmio[®]

*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XF3 (norma UNI 11104)*

XF3

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano caratterizzate da elevata saturazione d'acqua, senza sali disgelanti.

Esempi:

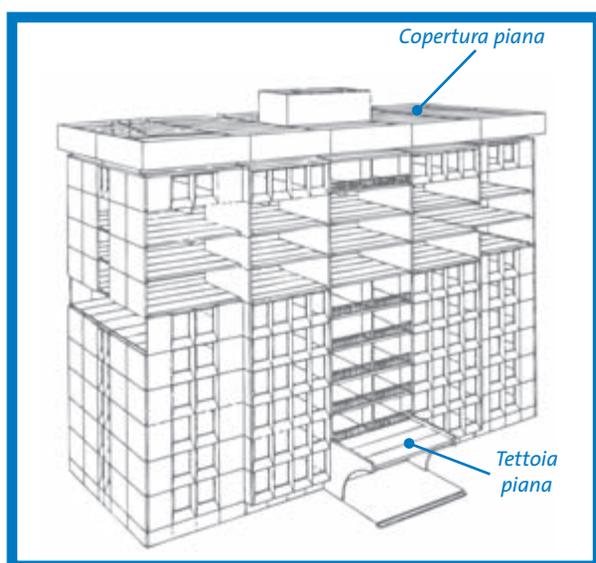
- calcestruzzi di elementi strutturali con superfici orizzontali esposte alla pioggia ed al gelo e soggette all'accumulo di acqua

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} 30\text{N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo di 0,50, un quantitativo minimo di cemento pari a 340Kg/m^3 e contenuto minimo d'aria 3%.

Massimo rapporto a/c	0,50
Minima classe di resistenza (N/mm ²)	C25/30 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m ³)	340
Contenuto minimo d'aria (%)	3
Altri requisiti	Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo e disgelo

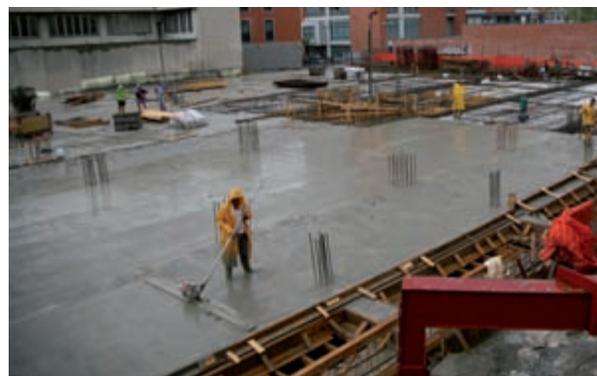
* 25 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$); 30 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture orizzontali esterne esposte al gelo ed alla pioggia: in queste condizioni l'acqua può accumularsi, saturare il calcestruzzo ed essere quindi pericolosa ghiacciando.
N.B. Condizioni in cui non sono presenti agenti antigelo.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XF3 sono consigliati per la realizzazione di elementi strutturali orizzontali soggetti ad accumulo d'acqua quali solette, pavimentazioni stradali e parcheggi esposti alla pioggia ed al gelo, oppure muri, pilastri e pile soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} 30\text{N/mm}^2$

Rapporto a/c max: 0,50

Contenuto d'aria: $\geq 3\%$

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4





Optìmio[®]

*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XF4 (norma UNI 11104)*

XF4

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano caratterizzati da elevata saturazione d'acqua, congiuntamente alla presenza di sali disgelanti, oppure di acqua marina.

Esempi:

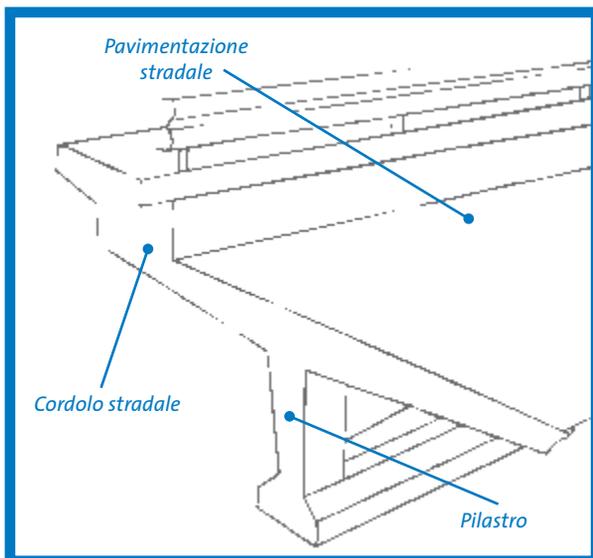
- calcestruzzi con superfici orizzontali esposte direttamente al gelo e a sali disgelanti oppure superfici soggette a frequenti bagnature in presenza di sali disgelanti o di acqua di mare

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} \geq 35 \text{ N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo di 0,45, un quantitativo minimo di cemento pari a 340 Kg/m^3 e contenuto minimo d'aria 3%.

Massimo rapporto a/c	0,45
Minima classe di resistenza (N/mm ²)	C28/35 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m ³)	360
Contenuto minimo d'aria (%)	3
Altri requisiti	Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo e disgelo

* 28 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$); 35 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture orizzontali esterne esposte al gelo ed alla pioggia. È necessario un calcestruzzo che pur inglobando una percentuale di aria, abbia molta compattezza, rapporto a/c basso e maggiori resistenze meccaniche.

N.B. Condizioni in cui sono presenti agenti antigelo.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XF4 sono consigliati per la realizzazione di elementi strutturali orizzontali (solette, pavimentazioni stradali, impalcati da ponte) esposti, direttamente o indirettamente, a nebbia contenente sali disgelanti, al gelo o a spruzzi d'acqua contenenti sali disgelanti o acqua di mare.



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} \geq 35 \text{ N/mm}^2$

Rapporto a/c max: 0,45

Contenuto d'aria: $\geq 3\%$

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4



Optìmio[®]
Calcestruzzi durabili
a prestazione garantita della serie XA



Optìmio[®] - XA

Classe di esposizione XA

Attacco chimico

I calcestruzzi della serie XA sono formulati con cementi resistenti ai solfati, secondo la Norma UNI 9156, e sono stati studiati per prevenire gli attacchi da parte di agenti chimici aggressivi, quali solfati e acidi inorganici derivanti quasi sempre da scarichi industriali.

Il processo di attacco chimico, che può essere più o meno lento, provoca aumenti di volume all'interno del calcestruzzo, che si manifestano con fenomeni di rigonfiamento, delaminazione, fessurazioni e distacchi di parti di copriferro.

La formulazione standard fa riferimento a tre diversi livelli di aggressività come specificato nella seguente tabella delle Linee Guida del Ministero dei LL.PP., le quali risultano più restrittive della Norma UNI EN 206-1.

Grado di attacco chimico			
Agente aggressivo nelle acque (secondo le Linee Guida del Ministero LL.PP.)	Debole	Moderato	Forte
pH	5.5÷6.5	4.5÷5.5	4÷4.5
CO ₂ aggressiva (mg CO ₂ /l)	15÷30	30÷60	60÷100
Ioni ammonio (mg NH ₄ ⁺ /l)	15÷30	30÷60	60÷100
Ioni magnesio (mg Mg ²⁺ /l)	100÷300	300÷1500	1500÷3000
Ioni solfato (mg SO ₄ ²⁻ /l)	200÷600	600÷3000	3000÷6000
Agente aggressivo nelle acque (secondo le Linee Guida del Ministero LL.PP.)	Debole	Moderato	Forte
Ioni solfato (mg SO ₄ ²⁻ /kg di terreno seccato all'aria)	2000-6000	6000-12000	> 12000





Optìmio[®]

*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XA1 (norma UNI 11104)*

XA1

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano caratterizzati da possibili attacchi chimici debolmente aggressivi.

Esempi:

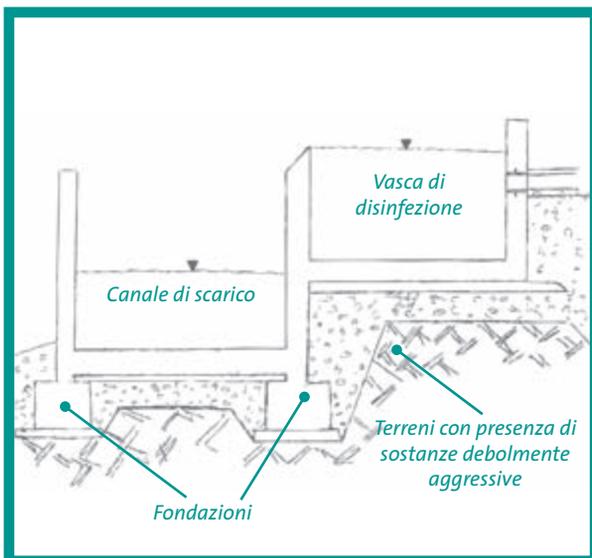
- calcestruzzi sottoposti ad attacco chimico nel terreno naturale o ad acqua a pH $6,5 \div 5,5$ presente nel terreno

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} \geq 35 \text{ N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo di 0,55 ed un quantitativo minimo di cemento pari a 320 Kg/m^3 .

Massimo rapporto a/c	0,55
Minima classe di resistenza (N/mm^2)	C28/35 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m^3)	320
Altri requisiti	È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati

* 28 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$);
35 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture di fondazione ed elevazione a contatto con terreni contenenti sostanze debolmente aggressive e/o contenitori di liquidi con agenti chimici. È necessario un calcestruzzo compatto con discrete resistenze meccaniche e confezionato con cementi resistenti ai solfati.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XA1 sono consigliati per la realizzazione di elementi strutturali di fondazione a contatto diretto con agenti chimici del terreno, di contenitori di fanghi e vasche di decantazione, di vasche e canali per acque reflue (solette e muri).



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} \geq 35 \div 40 \text{ N/mm}^2$

Rapporto a/c max: 0,55

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4





Optìmio[®]

*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XA2 (norma UNI 11104)*

XA2

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano caratterizzati da possibili attacchi chimici moderatamente aggressivi.

Esempi:

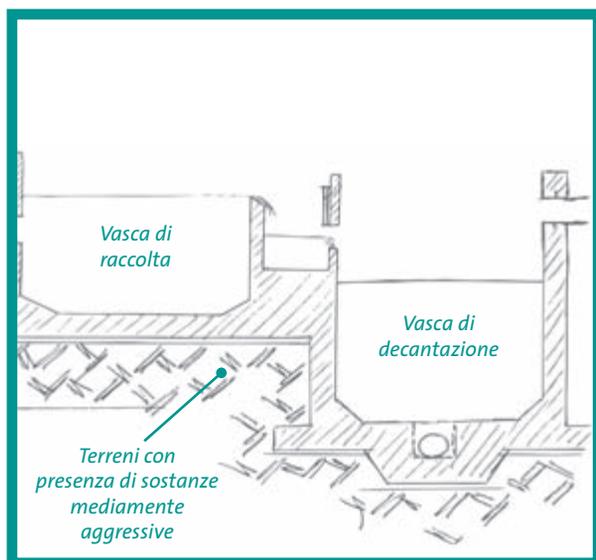
- calcestruzzi sottoposti ad attacco chimico nel terreno naturale o ad acqua a pH 5,5 ÷ 4,5 presente nel terreno

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} 40\text{N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo di 0,50 ed un quantitativo minimo di cemento pari a 340 Kg/m³.

Massimo rapporto a/c	0,50
Minima classe di resistenza (N/mm ²)	C32/40 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m ³)	340
Altri requisiti	È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati

* 32 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$); 40 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture sia di fondazione che in elevazione realizzate con calcestruzzi molto compatti, privi di porosità, rapporti a/c bassi, alta resistenza e confezionati con cementi resistenti ai solfati. Condizioni con ambienti mediamente aggressivi.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XA2 sono consigliati per la realizzazione di elementi strutturali di fondazione ed elevazione a contatto diretto con agenti chimici del terreno e/o con acque mediamente aggressive, o per strutture di impianti industriali quali vasche e canali.



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} 40\text{N/mm}^2$

Rapporto a/c max: 0,50

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4





Optìmio[®]

*Calcestruzzo durabile
per prestazione garantita
in classe di esposizione XA3 (norma UNI 11104)*

XA3

Ambienti indicati

Tutti gli ambienti che risultano caratterizzati da possibili attacchi chimici fortemente aggressivi.

Esempi:

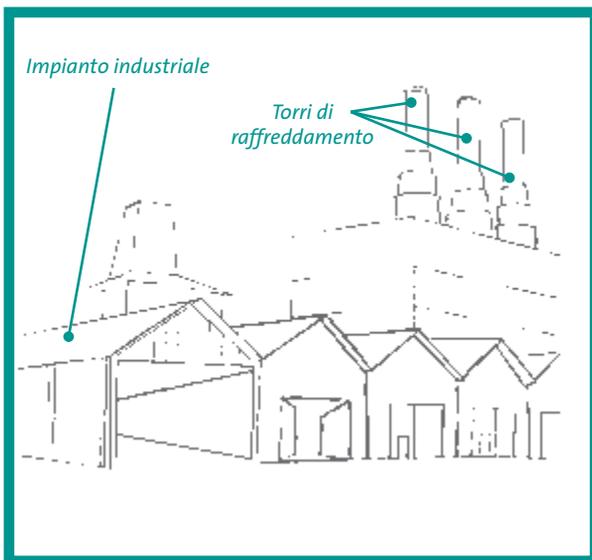
- calcestruzzi sottoposti ad attacco chimico nel terreno naturale o ad acqua a pH $4 \div 4,5$ presente nel terreno

Caratteristiche fisiche

Le norme impongono che vengano utilizzati calcestruzzi dalla resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $f_{ck,cub} 45 \text{ N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo di 0,45 ed un quantitativo minimo di cemento pari a 360 Kg/m^3 .

Massimo rapporto a/c	0,45
Minima classe di resistenza (N/mm^2)	C35/45 *
Minimo contenuto di cemento (kg/m^3)	360
Altri requisiti	È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati

* 35 indica la resistenza caratteristica cilindrica minima ($f_{ck,cyl}$);
45 indica la resistenza caratteristica cubica minima ($f_{ck,cub}$)



Esempio di strutture a contatto con sostanze chimicamente molto aggressive. Si utilizzano calcestruzzi con alti quantitativi di cementi resistenti ai solfati ed una notevole compattezza per ottenere elevate resistenze meccaniche.

Applicazioni

Per le loro proprietà fisiche i calcestruzzi confezionati in classe di esposizione XA3 sono consigliati per la realizzazione di elementi strutturali di fondazione ed elevazione a contatto diretto con agenti chimici del terreno e/o di acque fortemente aggressive, o per strutture di impianti industriali: contenitori di foraggi (silos), mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale, torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.



La classe di resistenza, il diametro massimo dell'aggregato e la classe di consistenza possono essere modificate a seconda delle esigenze tecniche del cliente e/o delle necessità del cantiere.

Holcim consiglia

Classe di resistenza: $f_{ck,cub} 45 \text{ N/mm}^2$

Rapporto a/c max: 0,45

D_{max} dell'aggregato: 30 mm

Classe di consistenza: S4

