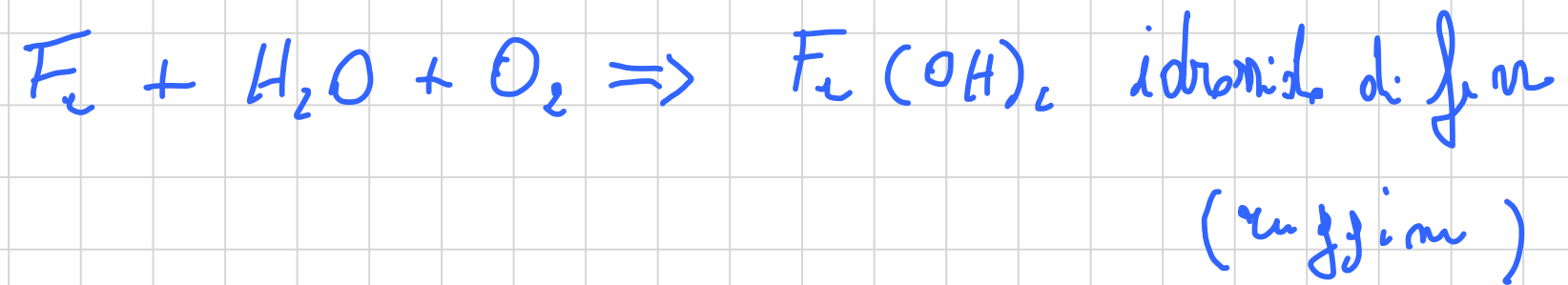


DURABILITA' E DEGRADO

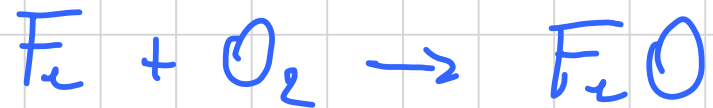
Titolo nota

18/03/2015

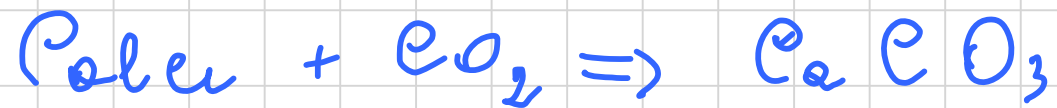


$\text{Co}(\text{OH})_2$ calc ml ELS $\text{pH} \approx 13$

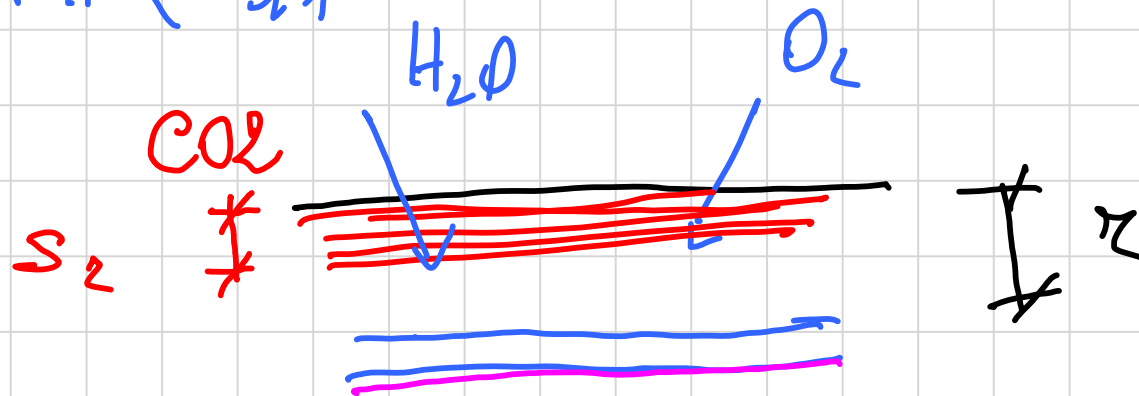
$\approx \text{pH} > 11$



CARBONATAZIONE



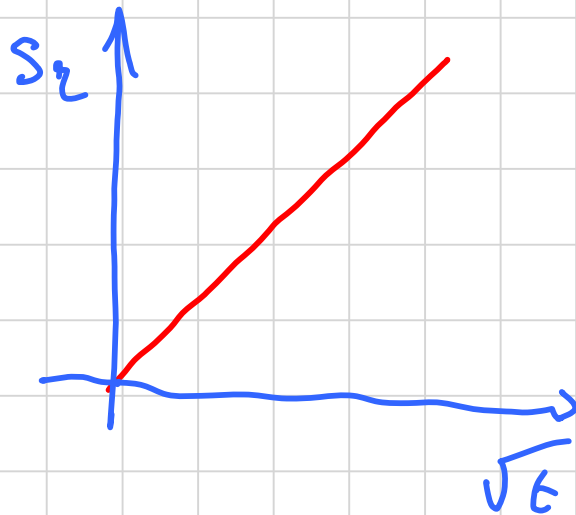
PH < 11



S_2 = spessore del ricoprimento con betonato

$$S_z = K \sqrt{t}$$

K im $\frac{\text{mm}}{\text{cm}^2 \cdot \text{h}^{0.5}}$



K depends on $\frac{a}{c}$

$$1) \quad z = 20 \text{ mm} \quad a/e = 0.8$$

$$t_c = \frac{z^2}{k^2} = \left(\frac{20}{15.1} \right)^2 = 1.75 \text{ anni}$$

$$2) \quad z = 20 \text{ mm} \quad a/e = 0.4$$

$$t_c = \left(\frac{20}{3.8} \right)^2 = 27.2 \text{ anni}$$

$$3) \quad z = 30 \text{ mm} \quad a/e = 0.4$$

$$t_c = \left(\frac{30}{3.8} \right)^2 = 62 \text{ anni}$$

a/c	k (mm anno ^{-1/2})
0.4	3.8
0.5	7.0
0.6	10.1
0.7	12.3
0.8	15.1

Tratta da "Il nuovo calcestruzzo", M. Collepardi.

CORROSIONE INDOTTA DALLA IONE Cl^-



DANNI AL CALCESTRUZZO CAUSATI DA SO_4^{2-}

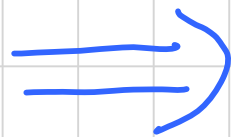
SO_4^{2-} ione solfato

SO_4^{2-}

+
Alluminat-

+
Celer

+
 H_2O



gesso
ettringite

DANNI AL CALCESTRUZZO CAUSATI DA SO_4^{2-}

$$\approx \begin{cases} T \leq 10^\circ \text{C} \\ \text{CO}_2 \\ \text{U.R.} \geq 95\% \end{cases}$$

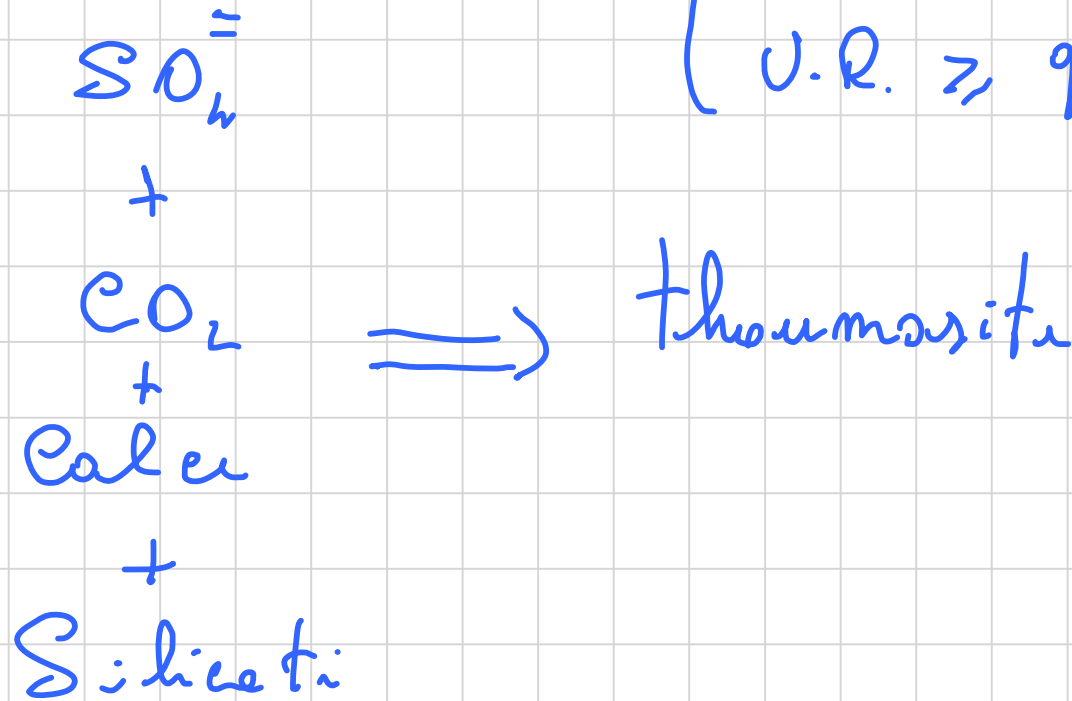




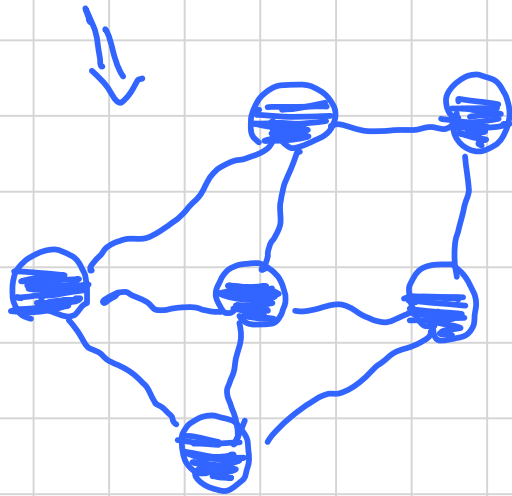
Fig. 3 - Distruzione progressiva (da sinistra a destra) di un provino di conglomerato cementizio immerso in un ambiente solfatico: nel centro il provino si è deformato e fessurato per formazione di ettringite; a destra il provino si è "disintegrato" per formazione di thaumasite.

DANNI AL CALCESTRUZZO PER CICLI GELO-DISGELO

se grado di saturazione $> 91.7\%$

$0.1 \mu m < d_p < 10 \mu m$

orientati



AMBIENTE E CLASSI DI ESPOSIZIONE

UNI 206 UNI 1104

Classe di esp.	Ambiente	Struttura	Sottoclassi
XO	Nessun rischio di corrosione (interni di edifici asciutti)	Tutte	1
XC	Corrosione delle armatura promossa da carbonatazione	Armata	4
XD	Corrosione delle armatura promossa da cloruri esclusi quelli presenti in acqua di mare	Armata	3
XS	Corrosione delle armatura promossa dai cloruri dell'acqua di mare	Armata	3
XF	Degrado del calcestruzzo per cicli di gelo e disgelo	Tutte	4
XA	Attacco chimico	Tutte	3

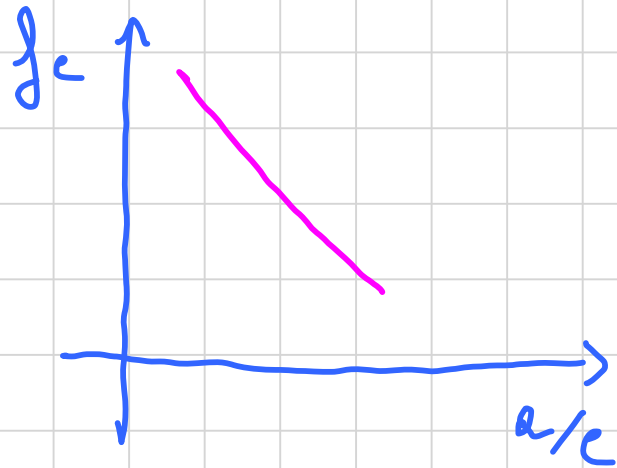
Classe di esp.	Ambiente	Esempi
XC1	Asciutto	Interni di edifici con U.R. bassa
XC2	Bagnato raramente asciutto	Strutture idrauliche Strutture interrato
XC3	Moderatamente umido	Interni di edifici con U.R. alta Strutture esterne protette dal contatto con la pioggia
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Strutture esterne esposte all'acqua piovana

Classe di esp.	Ambiente	Esempi
XD1	Moderatamente umido	• Strutture raramente a contatto superficiale di spruzzi d'acqua
XD2	Bagnato raramente asciutto	• Piscine • Vasche di trattamento di acque contenenti cloruro • Parti di ponte
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato	• Pavimenti esterni esposti occasionalmente ad acque salate • Pavimenti e solai di parcheggi coperti

Classe di esp.	Ambiente	Esempi
XS1	Moderatamente umido	Strutture in prossimità delle coste
XS2	Bagnato	Strutture permanentemente e completamente sotto acqua di mare
XS3	Ciclicamente asciutto e bagnato	Strutture esposte discontinuamente all'acqua marina (alta-bassa marea)

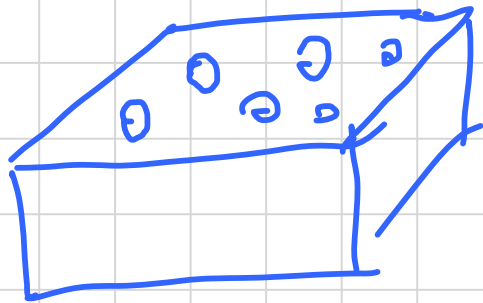
Classe di esp.	Ambiente	Esempi
XF1	Moderata saturazione con acqua, no sali disgelanti	Superfici verticali esposte alla pioggia ed al gelo
XF2	Moderata saturazione con acqua con sali disgelanti	Superfici verticali di strutture stradali esposte al gelo e spruzzi contenenti Sali disgelanti
XF3	Elevata saturazione con acqua, no sali disgelanti	Superfici orizzontali esposte alla pioggia ed al gelo
XF4	Elevata saturazione con acqua con sali disgelanti	Superfici orizzontali e strutture verticali stradali esposte a sali disgelanti

Classe di esp.	Terreno	
	Acidità (Bauman Gully)	Ione SO_4 (mg/kg)
XA1	> 200	> 2000 < 3000
XA2	--	> 3000 < 12000
XA3	--	> 12000 < 24000



Legge di Abrams

riducendo il rapporto a/c il calcestruzzo diventa più compatto e più resistente



Ambiente (secondo NTC 08)

Ordinamento

$X_0, X_{C1}, X_{C2}, X_{C3}, X_{F1}$

Aggregazioni

$X_{C4}, X_{D1}, X_{S1}, X_{F2}, X_{F3}, X_{A1}, X_{A2}$

Altri aggregati

$X_{D2}, X_{D3}, X_{S2}, X_{S3}, X_{F4}, X_{A3}$

DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI RESISTENZA

Corrosione indotta da:							
	Carbonatazione				Ioni cloro		
	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1 e XS1	XD2 e XS2	XD3 e XS3
Classe di resistenza	C25/30			C28/35	C28/35	C35/45	
Danni al calcestruzzo indotti da:							
	Nessun rischio	<u>Gelo-disgelo</u>			Attacco chimico		
	X0	XF1	XF2	XF3	XA1	XA2	XA3
Classe di resistenza	C25/30	C25/30	C28/35		C28/35		C35/45

NTC08, punto 4.1.2.2.4.3 e Circolare n. 617, punto 4.1.6.1.3

Solai, travi e piloni

Valori per vita nominale di 50 anni

Ambiente	Classe calcestruzzo	Ricopr.
Ordinario	$\geq C25/30$ (C_{min})	20
	$\geq C35/45$	15
Aggressivo	$\geq C28/35$ (C_{min})	30
	$\geq C40/50$	25
Molto aggressivo	$\geq C35/45$ (C_{min})	40
	$\geq C45/55$	35

- Per vita nominale di 100 anni +10 mm
- Per classi di resistenza minore di C_{min} +5 mm
- r_{min} deve essere $\geq \phi$ (diametro barre)

Circolare n. 617, punto 4.1.6.1.3



Travi emergenti, pilastri

Valori per vita nominale di 50 anni

Ambiente	Classe calcestruzzo	Ricopr.
Ordinario	$\geq C25/30$ (C_{min})	25
	$\geq C35/45$	20
Aggressivo	$\geq C28/35$ (C_{min})	35
	$\geq C40/50$	30
Molto aggressivo	$\geq C35/45$ (C_{min})	45
	$\geq C45/55$	40

- Per vita nominale di 100 anni +10 mm
- Per classi di resistenza minore di C_{min} +5 mm
- r_{min} deve essere $\geq \phi$ (diametro barre)

Circolare n. 617, punto 4.1.6.1.3

XC

XC1



C25/30

$$r_{\min} = 20 \text{ mm}$$

Solai $\phi 14$

La distanza tra: $\Delta r = 5 \text{ mm}$

$$r = 20 + 5 = 25 \text{ mm}$$

Solai (interni edifici)

Classe di esp.	Ambiente	Esempi
XC1	Asciutto	Interni di edifici con U.R. bassa
XC2	Bagnato raramente asciutto	Strutture idrauliche Strutture interrato
XC3	Moderatamente umido	Interni di edifici con U.R. alta Strutture esterne protette dal contatto con la pioggia
XC4	Cicli asciutti	

Valori per vita nominale di 50 anni

Ambiente	Classe calcestruzzo	Ricopr.
Ordinario	$\geq C25/30 (C_{\min})$	20
	$\geq C35/45$	15
Aggressivo	$\geq C28/35 (C_{\min})$	30
	$\geq C40/50$	25
Molto aggressivo	$\geq C35/45 (C_{\min})$	40
	$\geq C45/55$	35

- Per vita nominale di 100 anni +10 mm
- Per classi di resistenza minore di $C_{\min} + 5 \text{ mm}$
- r_{\min} deve essere $\geq \phi$ (diametro barre)

Circolare n. 617, punto 4.1.6.1.3

Xc

Xc3



C25/30

$$z_{min} = 25 \text{ mm}$$

$$z = z_{min} + \Delta z$$

con distanzieri

$$z = 30 \text{ mm}$$

Travi emergenti e pilastri (Centro edificio)

Valori per vita nominale di 50 anni

Ambiente	Classe calcestruzzo	Ricopr.
Ordinario	$\geq C25/30$ (C_{min})	25
	$\geq C35/45$	20
Aggressivo	$\geq C28/35$ (C_{min})	35
	$\geq C40/50$	30
Molto aggressivo	$\geq C35/45$ (C_{min})	45
	$\geq C45/55$	40

- Per vita nominale di 100 anni +10 mm
- Per classi di resistenza minore di C_{min} +5 mm
- r_{min} deve essere $\geq \phi$ (diametro barre)

Circolare n. 617, punto 4.1.6.1.3

