



CLASSE DI ESPOSIZIONE **XS3**

Normativa
UNI EN 206:2014
UNI 11104:2016

DESCRIZIONE DELLA CLASSE AMBIENTALE:

- **CORROSIONE INDOTTA DA CLORURI PRESENTI NELL'ACQUA DI MARE. AMBIENTE MARINO ESPOSTO AGLI SPRUZZI OPPURE ALLA MAREA.**

Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battaglia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.

ESEMPI INFORMATIVI DI APPLICAZIONE

- Parti di strutture marine .

VALORI LIMITE PER LA COMPOSIZIONE E LE PROPRIETA' DEL CALCESTRUZZO

- Massimo rapporto A/C **0.45**
- Minima classe di resistenza **C 35 fck'cyl / C 45 fck'cube**
- Minimo contenuto in cemento (kg/mc) **360**
- Contenuto minimo in aria (%) **—**
- Altri requisiti **Richiesto utilizzo CEM resistenti all'acqua di mare Secondo UNI 9156**

NOTA IMPORTANTE: Le linee guida del Consiglio Superiore del Ministero dei Lavori Pubblici indica per i cloruri un livello critico di 0,4 % sul peso del cemento; Da utilizzare preferibilmente CEM IV 42.5 R Pozzolatico o CEM III 42,5R Altoforno.

SPECIFICHE DA INSERIRE IN CAPITOLATO :

Classe di Resistenza (fck'cube)	45 N/mm²	
Dmax aggregato	31,5 mm	(valore suggerito)
Classe di Esposizione	XS3	
Classe di consistenza	S5	(valore suggerito)
Copriferro (UNI EN 1992-1-1)	45 mm	(valore minimo)
Valore ΔC_{dev} da sommare al copriferro	10 mm	(valore consigliato)



CORROSIONE INDOTTA DA CLORURI DELL'ACQUA DI MARE

Il fenomeno interessa le strutture in prossimità della costa esposte alla salsedine oltre a tutte quelle opere significative che sono soggette a spruzzi dell'acqua di mare e di conseguenza esposte ad attacchi particolarmente critici per l'alternanza di cicli umido asciutto. Per rendere il tempo di percorso del cloruro (dalla superficie della struttura fino alle armature metalliche) superiore alla vita di servizio della struttura (50 anni), è necessario rispettare due condizioni:

- **Basso rapporto A/C** confezionando un calcestruzzo poco poroso e quindi difficilmente penetrabile dal cloruro.
- **Copriferro** di spessore adeguato (45 mm per le opere in c.a. e 55 mm per le opere in c.a.p.) per allungare il cammino che deve percorrere il cloruro per arrivare ai ferri.

La penetrazione del cloruro dall'ambiente attraverso il copriferro può avvenire con due distinti meccanismi:

- ❑ **Assorbimento per suzione capillare** dell'acqua che funge da veicolo per i sali cloruro in essa disciolti; questo avviene per contatto dell'acqua con il calcestruzzo asciutto o comunque insaturo di umidità. La suzione capillare può essere impedita grazie l'impiego di additivi idrofobizzanti a base di prodotti silanici.
- ❑ **Diffusione** del cloruro attraverso il calcestruzzo nei pori capillari saturi d'acqua dove ristagna ed il cloruro si muove lungo una direttrice ortogonale alla superficie del calcestruzzo, secondo il **coefficiente di diffusione** (seconda legge di Fick) il cui valore dipende dal rapporto A/C, dal tempo di stagionatura del getto e dal tipo di cemento utilizzato.

Cemento tipo	Grado di compattazione	Temperatura ° C	D mm ² /anno
CEM I PTL	1,00	25°	50
CEM IV POZZ	1,00	25°	30
CEM III ALT	1,00	25°	30

I valori di **D** in **mm²/anno** riportati in tabella indicano che a parità di temperatura la diffusione del cloruro è molto minore se si impiegano cementi pozzolanici o d'altoforno.

