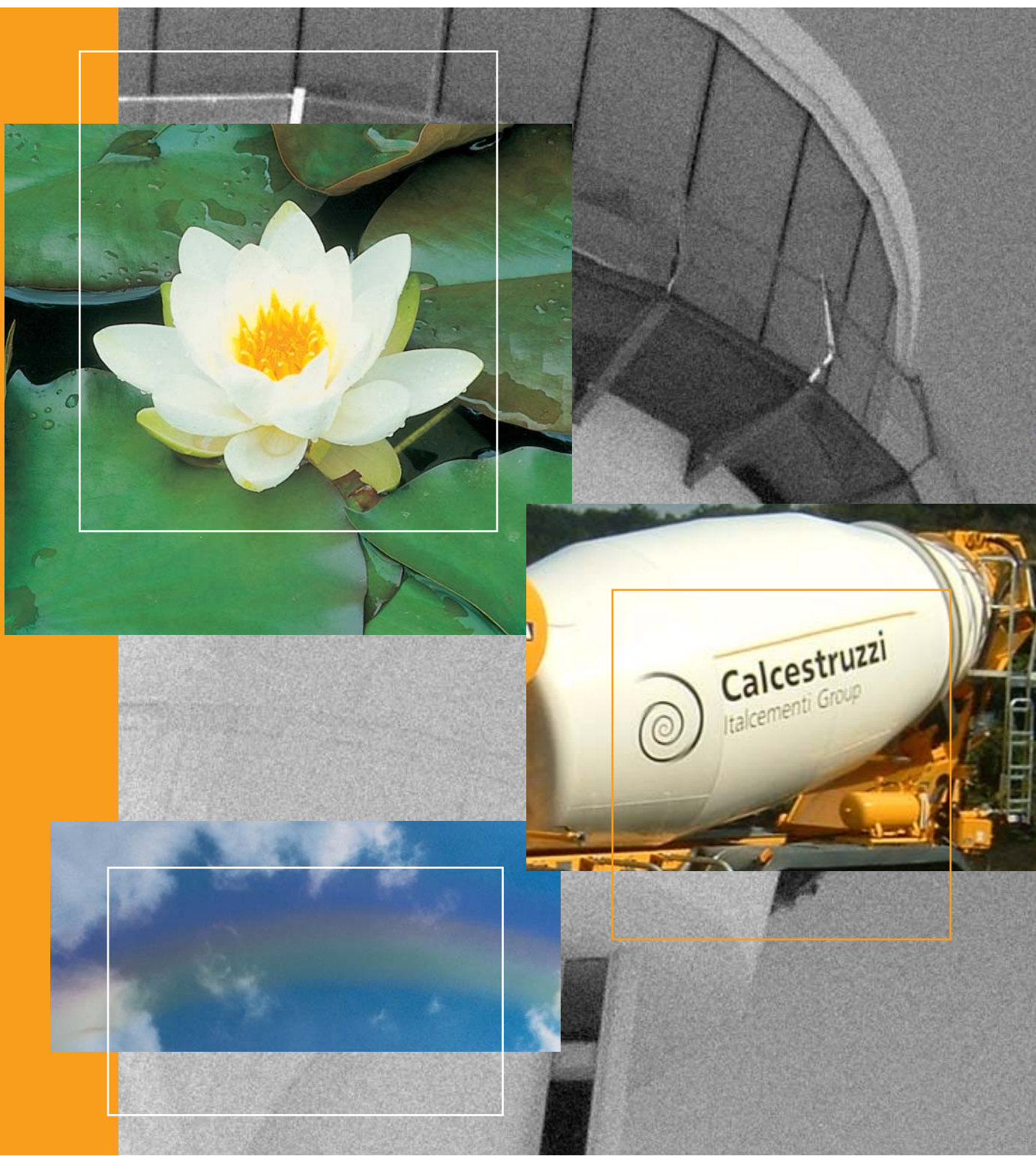




Calcestruzzi
Italcementi Group

Guida ai prodotti



I protagonisti della durabilità

La durabilità di una struttura in calcestruzzo è il risultato dell'azione dei quattro attori che intervengono nella sua realizzazione.

Il **Progettista**, che valuta i rischi connessi con le condizioni ambientali che caratterizzano l'ambito in cui l'opera svolgerà il suo servizio e le sollecitazioni meccaniche a cui sarà sottoposta, ne stabilisce i requisiti in rapporto alle normative vigenti ed alle buone regole della professione (Legge 1086 del '71 e relativi Decreti, Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, norma UNI 11104 Marzo 2004).

Il **Direttore Lavori e l'Impresa**, che devono realizzare la struttura rispettando le prescrizioni di progetto, **garantendo la qualità e la coerenza dei materiali** impiegati.

Il **Produttore di calcestruzzo**, che deve studiare adeguatamente la composizione della miscela, rispettando le scelte del Progettista, integrandole con la sua esperienza per assicurare all'utilizzatore (Impresa e Committente) un conglomerato con una qualità appropriata, che gli consenta, non solo di soddisfare al suo obbligo di rispettare le indicazioni di progetto, ma di assicurare la qualità dei materiali impiegati nella realizzazione della struttura; questo al fine di prevenire eventuali criticità presenti in cantiere al momento del getto (professionalità della manodopera disponibile, posizionamento/caratteristiche dell'armatura, pianificazione dei lavori, ecc.).

La qualità del calcestruzzo ha come premessa una corretta formulazione della miscela sia in relazione alla resistenza meccanica che deve caratterizzarla, che all'ambiente in cui si troverà ad operare la struttura, per prevenirne i rischi di degrado connessi e garantirne quindi la durata per la vita utile prevista per l'opera che si sta realizzando.

Ciò però non è sufficiente, perché durante la fase di getto e nella successiva fase di stagionatura, devono essere rispettate alcune regole, in assenza delle quali la qualità di base del prodotto potrebbe essere compromessa. Si deve, in particolare, evitare che avvengano fenomeni di segregazione, creazione di "cavità alveolari" ed una precoce esposizione della struttura fresca all'aria, che possono compromettere la permeabilità della struttura stessa agli agenti aggressivi presenti nell'ambiente che la circonda.

È partendo da queste considerazioni che **Calcestruzzi** ha definito la formulazione delle miscele dei suoi calcestruzzi, con l'obiettivo, non solo di svolgere con la dovuta professionalità il suo ruolo di produttore, ma di favorire anche le scelte dei Progettisti e supportare le Imprese e il Direttore Lavori nell'assolvere le loro responsabilità connesse con il rispetto del progetto e la **garanzia della qualità dei materiali impiegati**.

I grafici e le immagini nel presente documento sono tratte da:

M. Collepari, "Il nuovo calcestruzzo", Terza Edizione, Editore Tintoretto, ottobre 2003;

L. Bertolini, "Corrosione delle armature in c.a. e prevenzione";

M. Collepari, "Proprietà del calcestruzzo fresco e indurito e durabilità delle opere in c.a. (norma europea EN 206)";

6ª Scuola AIMAT - Materiali cementizi - Ischia Porto, 21-25 ottobre 2002.

Corrosione delle armature indotta da carbonatazione

DCK FLUICAL XC

Ambiente	Tipologia struttura	Riferimenti normativi *			Prodotto
		Rapporto max A/C	Contenuto min. cemento (Kg/Mc)	Resistenza caratteristica min. Rck (N/mm ²)	
Secco	Interni di edifici con umidità relativa bassa (45-65%)	0,60	280	30	DCK FLUICAL XC1
Bagnato Raramente secco	Parti di struttura di contenimento liquidi; fondazioni	0,60	280	30	DCK FLUICAL XC2
Umidità moderata	Interni di edifici con umidità da moderata ad alta (65-80%); calcestruzzo all'esterno riparato dalla pioggia	0,55	300	37	DCK FLUICAL XC3
Ciclicamente secco e bagnato	Superfici soggette a contatto con acqua non comprese nelle classi XC2	0,50	320	37-40	DCK FLUICAL XC4

* Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I calcestruzzi DCK FLUICAL della serie **XC**, sono caratterizzati da una miscela formulata avendo come riferimento, oltre la prestazione che deve essere garantita (Rck), i rischi connessi con l'impiego in ambienti in cui la criticità prevalente, ai fini della durata nel tempo della struttura che si vuole realizzare, è individuata nei fenomeni di carbonatazione. Un processo, più o meno lento, che porta alla progressiva depassivazione dei ferri d'armatura innescando la corrosione degli stessi fino alla completa distruzione del calcestruzzo.

La scelta delle caratteristiche delle materie prime impiegate, la loro composizione e dosaggio, oltre a rispettare le indicazioni fornite dalle Linee Guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, tiene in evidenza anche le esigenze dell'Impresa nella fase di realizzazione delle strutture in cantiere ed il diverso grado di rischio di carbonatazione presente negli ambienti a cui si fa riferimento.

Come per tutte le altre famiglie di prodotti, Calcestruzzi ritiene fondamentale proporre miscele con **Slump S4, S5**.

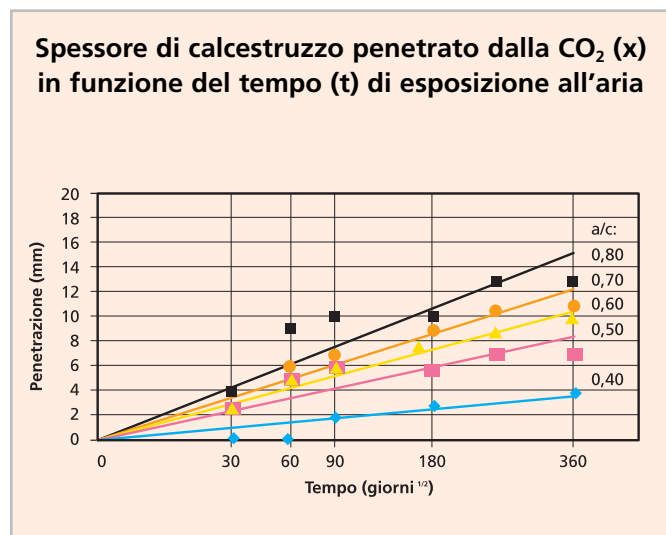


Grafico 3 - Il grafico evidenzia come la riduzione del rapporto a/c porti a significative riduzioni di spessore del calcestruzzo carbonatato.

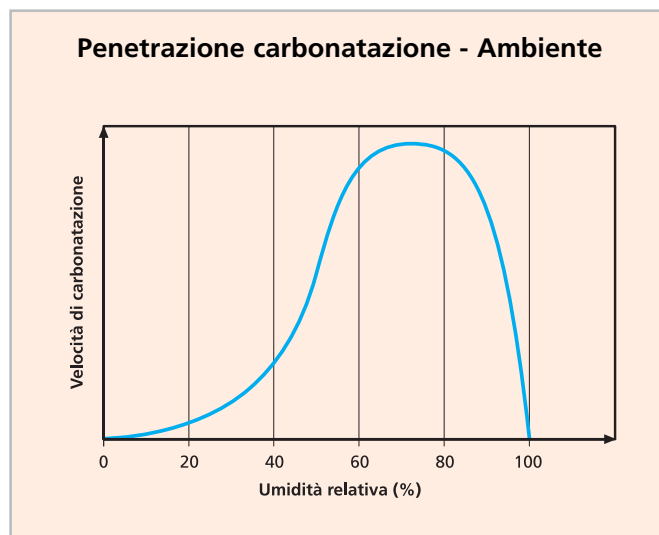


Grafico 4 - Il grafico evidenzia l'aumento della velocità di carbonatazione con il crescere dell'umidità relativa.

Ciclo di gelo e disgelo

DCK FLUICAL XF

Ambiente	Tipologia struttura	Riferimenti normativi *			Prodotto
		Rapporto max A/C **	Contenuto min. cemento (Kg/Mc) **	Resistenza caratteristica min. Rck (N/mm ²) **	Calcestruzzi
Grado moderato di saturazione, in assenza di agenti disgelanti	Superfici verticali esposte alla pioggia ed al gelo	0,55 (0,50)	300-(320)	37-(40)	DCK FLUICAL XF1
Grado moderato di saturazione, in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali di opere stradali esposte al gelo ed ad agenti disgelanti nebulizzati nell'aria	0,50	320-(340)	37-40-(30)	DCK FLUICAL XF2
Grado elevato di saturazione, in assenza di sali disgelanti	Superfici orizzontali dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggette a fenomeni di gelo	0,50	320-(340)	37-40-(30)	DCK FLUICAL XF3
Grado elevato di saturazione, in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali ed orizzontali esposte a spruzzi d'acqua contenenti sali disgelanti	0,45	350-(360)	45-(35)	DCK FLUICAL XF4

* Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

** Fra parentesi sono indicate le prescrizioni secondo la UNI 11104 - Marzo 2004.

L'azione dei cicli di gelo e disgelo è uno dei fenomeni maggiormente sottovalutati nella realizzazione di strutture che per loro destinazione d'uso (ponti, pavimentazioni, autoparcheggi) o localizzazione, sono soggetti a questa sollecitazione di tipo fisico.

Se la struttura è sottoposta a ripetuti **cicli di gelo e disgelo** l'aumento di volume dell'acqua esercita una forte azione meccanica sulla pasta cementizia e, di conseguenza, provoca un progressivo deterioramento che si evidenzia con uno sbriciolamento del calcestruzzo in superficie.

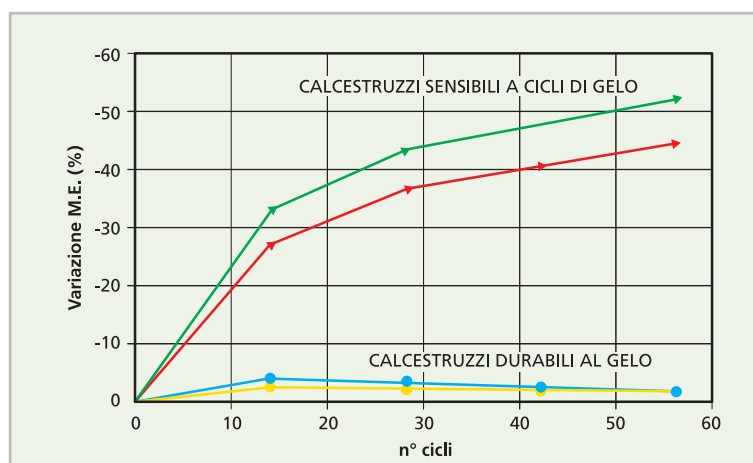
Un'adeguata formulazione del calcestruzzo che prevede bassi rapporti acqua/cemento, un'attenta selezione degli aggregati e la presenza di agenti aeranti, consente di contrastare il degrado che può essere indotto da questo tipo di sollecitazione, assicurando una durabilità delle strutture coerente con la loro destinazione d'uso.

Le miscele della serie **XF** sono state formulate sulla base delle considerazioni sopra esposte, integrando le indicazioni delle Linee Guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con l'esperienza Calcestruzzi.

Anche per queste miscele la scelta della classe di consistenza assume particolare importanza soprattutto per le strutture a grado elevato di saturazione d'acqua.

Si consiglia di impiegare, quindi, calcestruzzi con **Slump S5**.

Grafico 1. Il degrado di un calcestruzzo soggetto ai cicli di gelo e disgelo viene misurato attraverso l'abbattimento del Modulo Elastico nel corso delle prove. I calcestruzzi soggetti al gelo, raggiungono anche dopo alcuni cicli, abbattimenti del 50÷60%. Come si vede dal diagramma i calcestruzzi durabili al gelo non subiscono abbattimento del Modulo Elastico per la presenza di agenti aeranti nella loro composizione.



Attacco chimico

DCK FLUICAL XA

Ambiente	Tipologia struttura	Riferimenti normativi *			Prodotto
		Rapporto max A/C	Contenuto min. cemento (Kg/Mc)	Resistenza caratteristica min. Rck (N/mm ²)	
Aggressività debole	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	300	37	DCK FLUICAL XA1
Aggressività moderata	Elementi strutturali o pareti a contatto con terreni aggressivi	0,50	320	37-40	DCK FLUICAL XA2
Aggressività forte ⁽¹⁾	Elementi strutturali o pareti a contatto con acque industriali fortemente aggressive.	0,45	350	45	DCK FLUICAL XA3
⁽¹⁾ Per condizioni particolarmente aggressive (fonte Tab. 9 LL.GG.)		0,40	370	45	XA3

* Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le miscele di calcestruzzo della serie **XA** sono state formulate per prevenire gli **attacchi da parte di agenti chimici "aggressivi"**, quali solfati, acidi inorganici, ecc. derivanti quasi sempre da scarichi industriali.

La formulazione standard, in conformità a quanto raccomandato dalle Linee Guida del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici, fa riferimento a tre diversi livelli di "aggressività" come meglio specificato nella Tabella 9 (LL.GG.) qui di seguito richiamata.

Agente aggressivo nelle acque	Grado di attacco		
	Debole	Moderato	Forte
pH	6,5-5,5	5,5-4,5	4,5-4,0
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	300-1.500	1.500-3.000
Ioni solfato (mg SO ₄ ²⁻ /l)	200-600	600-3.000	3.000-6.000
Agente aggressivo nel terreno	Debole	Moderato	Forte
Ioni solfato (mg SO ₄ ²⁻ /kg di terreno seccato all'aria)	2.000-6.000	6.000-12.000	> 12.000

Data la disomogeneità delle condizioni reali, che possono essere presenti nel sito dove dovrà essere realizzata la struttura, è opportuno procedere ad un esame preliminare delle sostanze presenti nei terreni e/o liquidi con cui sarà a contatto la struttura, in modo da integrare, in base all'esperienza Calcestruzzi, le formulazioni base con una più mirata scelta dei componenti la miscela.

Per non pregiudicare durante la fase di getto le prestazioni potenziali delle miscele progettate, si raccomanda una formulazione con **Slump S5**.

Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare

DCK FLUICAL XS

Ambiente	Tipologia struttura	Riferimenti normativi *			Prodotto
		Rapporto max A/C	Contenuto min. cemento (Kg/Mc)	Resistenza caratteristica min. Rck (N/mm ²)	
Esposizione alla salsedine marina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture sulla costa o in prossimità	0,50	320	37-40	DCK FLUICAL XS1
Sommerse	Parti di strutture marine completamente sommerse in acqua	0,45	350	45	DCK FLUICAL XS2
Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea ⁽¹⁾	Parti di strutture marine esposte alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed alle onde del mare	0,45	350	45	DCK FLUICAL XS3
⁽¹⁾ Per condizioni di bagnasciuga (fonte Tab. 9 LL.GG.)		0,40	370	45	XS3

* Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

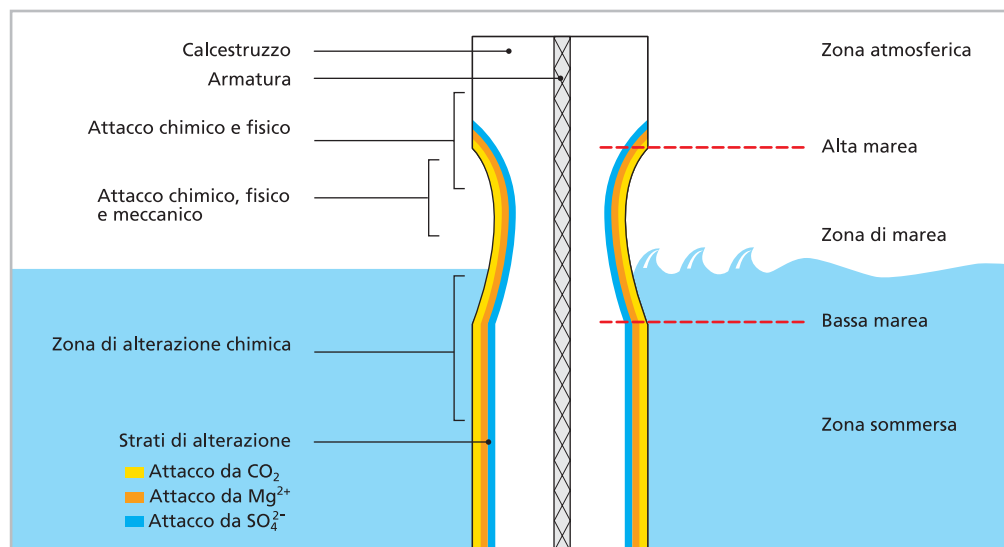
La corrosione delle armature indotte dai cloruri dell'acqua di mare è un fenomeno largamente diffuso in un paese come l'Italia, dove la maggior parte delle costruzioni sono in prossimità delle coste e quindi esposte alla salsedine. Opere significative sono soggette a spruzzi d'acqua di mare e, di conseguenza, sono esposte ad attacchi particolarmente critici per l'alternarsi di cicli umido-asciutto.

Per assicurare alle strutture, che si trovano ad operare in simili condizioni, una corretta durabilità, in rapporto alle funzioni che devono svolgere, le Linee Guida del Consiglio Superiore del Ministero dei Lavori Pubblici prescrivono che le miscele siano formulate con un basso rapporto acqua/cemento ed una resistenza caratteristica non inferiore a 40 N/mm².

Calcestruzzi, in aggiunta a queste prescrizioni minime, ha formulato le sue miscele facendo particolare attenzione alla scelta dei leganti, nonché degli aggregati, in modo da minimizzare gli effetti degradanti che possono essere connessi con l'attacco da parte di sali contenuti nell'acqua di mare, sia sulle armature che sulla pasta cementizia.

Per questo tipo di miscele si ritiene indispensabile l'utilizzo di formulazione con **Slump S5**.

Disegno 1. La figura mette in evidenza le criticità di una struttura parzialmente immersa in acqua di mare: attacco chimico-fisico operato dalla CO₂ e dai sali presenti nell'acqua di mare, attacco chimico-fisico-meccanico operato dall'urto delle onde sulla struttura e dagli strati di alterazione chimica nel calcestruzzo.



Corrosione indotta da cloruri

DCK FLUICAL XD

Ambiente	Tipologia struttura	Riferimenti normativi *			Prodotto
		Rapporto max A/C	Contenuto min. cemento (Kg/Mc)	Resistenza caratteristica min. Rck (N/mm ²)	
Umidità moderata	Superfici esposte a spruzzi diretti d'acqua contenente cloruri	0,55	300	37	DCK FLUICAL XD1
Bagnato raramente secco	Parti di struttura di contenimento liquidi, fondazioni	0,50	320	37-40	DCK FLUICAL XD2
Ciclicamente secco e bagnato ⁽¹⁾	Elementi strutturali soggetti direttamente agli agenti disgelanti	0,45	350	45	DCK FLUICAL XD3

* Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le miscele dei calcestruzzi DCK FLUICAL della serie **XD** sono state formulate per fornire, oltre alla prestazione meccanica indicata dal Progettista, anche una protezione delle armature contro i rischi connessi con il possibile **attacco** da parte dei **cloruri** (calcio e sodio).

Le materie prime impiegate, il dosaggio, e la loro composizione è stata definita tenendo presente non solo le indicazioni fornite dalle Linee Guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ma anche la particolare criticità di questo tipo di aggressione chimica ed il diverso grado di protezione che è possibile ottenere attraverso un'adeguata scelta dei leganti cementizi.

In relazione alla particolare aggressività degli ambienti, per i quali sono state studiate queste miscele, si ritiene indispensabile un utilizzo di formulazioni con **Slump S4**, preferibilmente **S5**, per evitare che problemi collegati con la realizzazione dei getti possano compromettere la validità delle scelte progettuali.

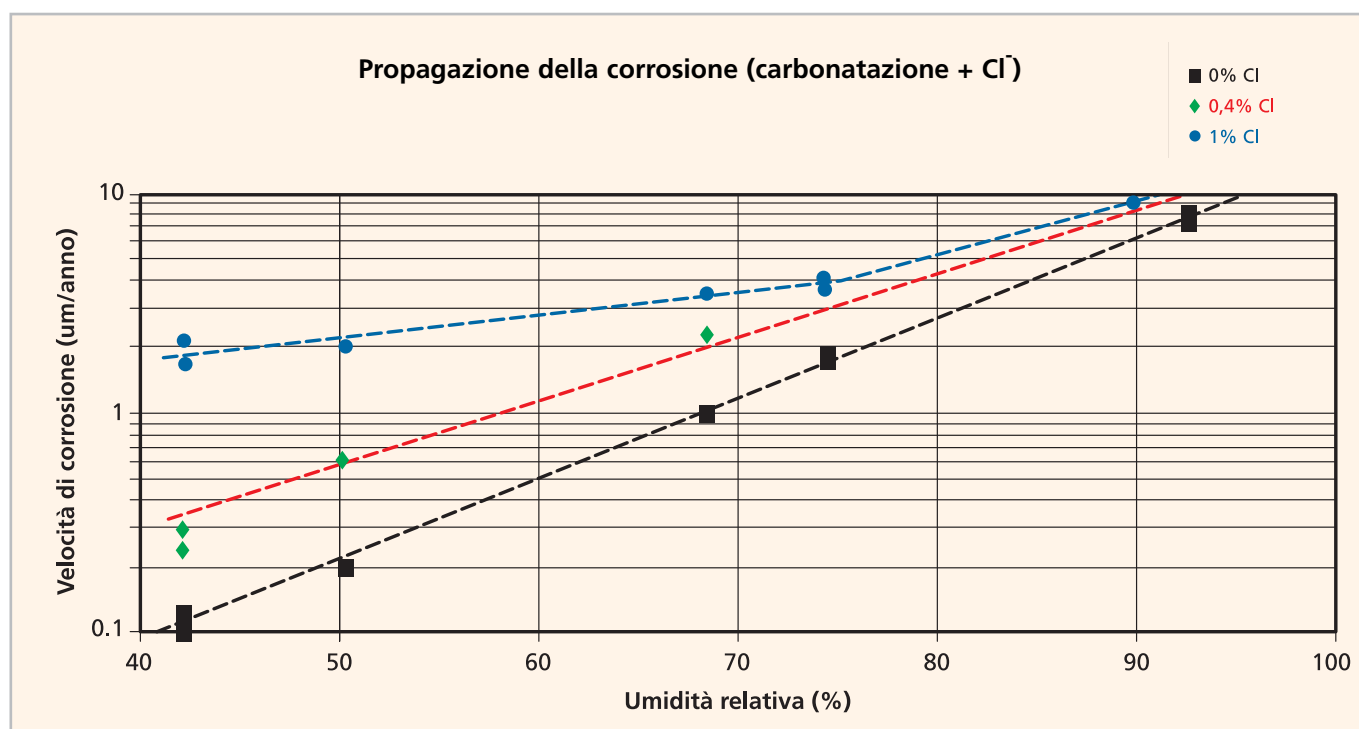
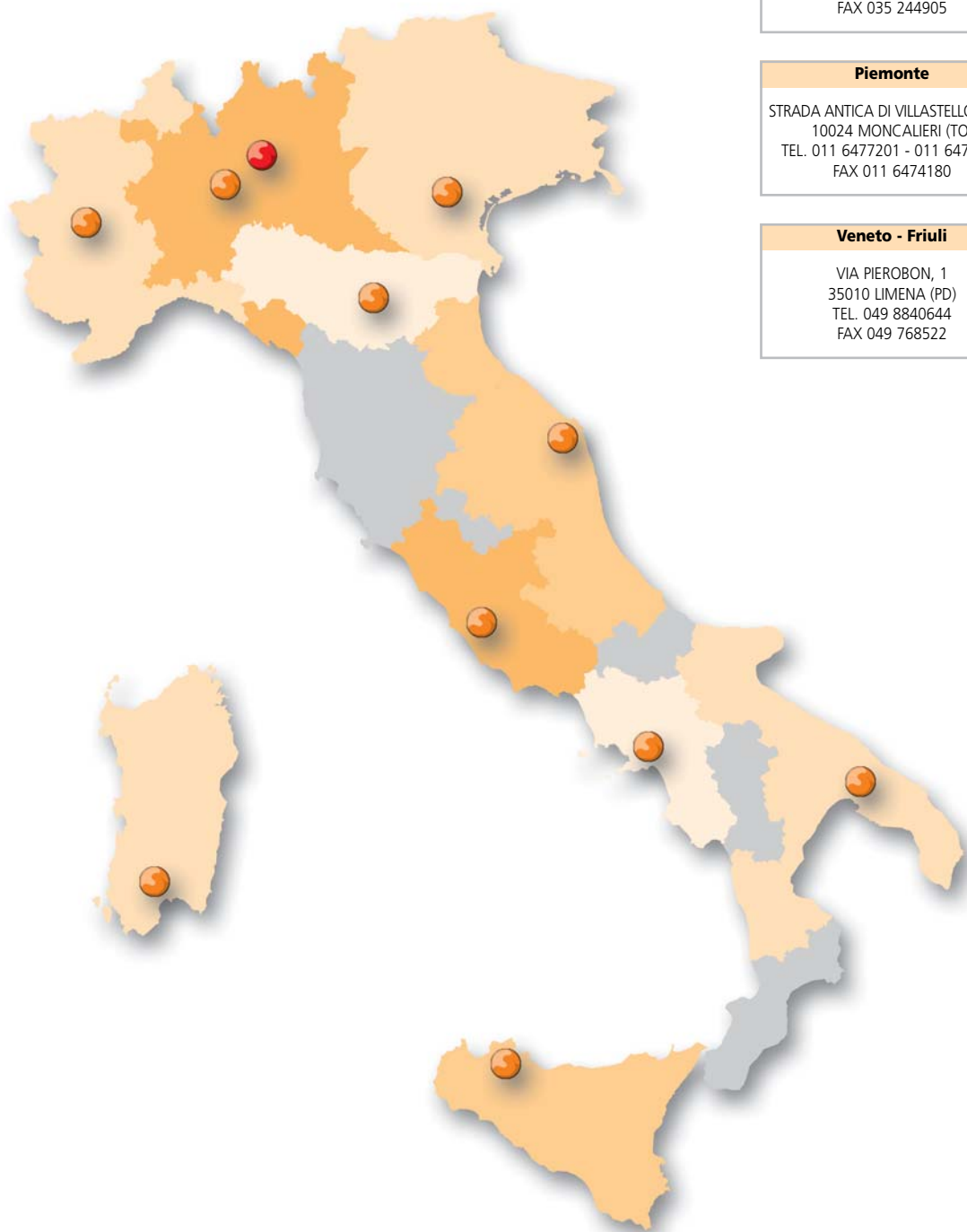


Grafico 2. Il processo di corrosione delle armature è tanto più accentuato quanto maggiore è la percentuale di umidità presente nell'ambiente nonché di cloruri (espressi come percentuale sul peso di cemento).

Rete operativa



Sede Legale

VIA CAMOZZI, 124
24121 BERGAMO
TEL. 035 396111
FAX 035 244905

Direzione

VIA S. BERNARDINO, 149/A
24126 BERGAMO
TEL. 035 4167111
FAX 035 4167046

Piemonte

STRADA ANTICA DI VILLASTELLONE, 28
10024 MONCALIERI (TO)
TEL. 011 6477201 - 011 6477200
FAX 011 6474180

Lombardia-Piemonte Est

VIA MARCONI, 2/4
20020 ARESE (MI)
TEL. 02 9384053 - 02 9384054
02 9384055
FAX 02 93581160 - 02 93589201

Veneto - Friuli

VIA PIEROBON, 1
35010 LIMENA (PD)
TEL. 049 8840644
FAX 049 768522

Emilia

VIA CAVE MONTORSI, 27
41010 SAN DAMASO (MO)
TEL. 059 469643
FAX 059 469708

Romagna-Marche-Abruzzo-Umbria

VIA GIOLITTI, 27
60022 CASTELFIDARDO (AN)
TEL. 071 7819200 - 071 7819907
FAX 071 7819696

Lazio

VIALE OCEANO ATLANTICO, 198
EUR 00144 ROMA
TEL. 06 5422851 - FAX 06 5923235
TEL. 06 5919201 - FAX 06 5913833

Campania

VIA NAZIONALE DELLE PUGLIE, 10
LOCALITÀ SALICE
80013 CASALNUOVO DI NAPOLI (NA)
TEL. 081 5224532 / 195 - 081 5225435
FAX 081 5224531

Puglia

VIA PIERO DELLA FRANCESCA, 13
74100 TARANTO
TEL. 099 4716114 - 099 4716134
099 4716187
FAX 099 4760106

Sicilia

VIA V. DUCROT, 17
ZONA INDUSTRIALE BRANCACCIO
90124 PALERMO
TEL. 091 6213888 / 942 / 998 / 379
FAX 091 391762

Sardegna

VIALE MARCONI, 742
09045 QUARTU S. ELENA (CA)
TEL. 070 811478 - 070 825964
FAX 070 825963

www.calcestruzzi.it

Società Controllate o Partecipate

Cemencal

VIA S. BERNARDINO, 149/A
24126 BERGAMO
TEL. 035 4167111
FAX 035 4167046

Speedybeton

VIA PADOVA, 8/A
00040 POMEZIA (RM)
TEL. 06 9122505 - 06 9122508
06 9122507 - 06 9122508
FAX 06 9105740

E.I.C.A.

LOCALITÀ VOCABOLO MISCIANO
06046 NORCIA (PG)
TEL. 0743 816134
FAX 0743 816134

Monviso

REGIONE FALE'
12030 CASALGRASSO (CN)
TEL. 011 975133 - 011 975134
FAX 011 975108