

GENERAL **G.A** ADMIXTURES

SUSTAINABLE CONCRETE APPROACH S.C.A.





INTRODUZIONE

In ogni settore dell'attività umana, requisito essenziale e ormai imprescindibile è lo sviluppo sostenibile, ovvero

«lo sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere l'abilità delle generazioni future di poter soddisfare i propri»

L'aumento di sensibilità verso questo aspetto nell'ambito del settore delle Costruzioni è testimoniato dalle nuove impostazioni normative, nonché dalla nascita di innumerevoli Regolamenti, Procedure e Protocolli di Valutazione Ambientale, a livello sia nazionale che internazionale.

Obiettivo di General Admixtures è da sempre quello di sostenere ed incentivare lo sviluppo di Tecnologie che consentano di produrre, riducendo i Costi, conglomerati cementizi dalle Alte Prestazioni e con elevato contenuto di Sostenibilità.

Tutta l'attività svolta in tal senso da General Admixtures si concretizza nel **Sustainable Concrete Approach (SCA)**, che si propone di **favorire la Sostenibilità Ambientale del Settore del Calcestruzzo e nel contempo soddisfare i seguenti cinque obiettivi essenziali:**

- Aumentare le Prestazioni del materiale
- Ottimizzare i contenuti di cemento
- Limitare l'impiego di Risorse Naturali e utilizzare Prodotti Tecnologicamente Avanzati e non pericolosi o nocivi
- Aumentare la Durabilità delle Strutture
- Ridurre i Costi Globali delle Strutture

L'approccio **SCA** utilizza una serie di indicatori utili per valutare l'efficienza di ogni miscela di calcestruzzo sotto diversi punti di vista. La possibilità di "quantificare" tali indicatori fornisce una misura della Eco-Sostenibilità del calcestruzzo prodotto.



*Aumento
Prestazioni*



*Riduzione
consumo
risorse naturali*



*Impiego di
sottoprodotti
selezionati e
controllati*



*Riduzione
emissioni*



*Riduzione
consumo
di acqua*



*Riduzione
consumo di
energia*



*Prodotti
eco-compatibili
e non nocivi*



*Calcestruzzo
riciclabile*



*Aumento della
Durabilità*



*Riduzione dei
Costi LCC*

AUMENTO PRESTAZIONI

L'approccio **SCA** ha come primo obiettivo quello di migliorare, attraverso l'impiego delle **Tecnologie General Admixtures**, le Prestazioni di tutte le tipologie di conglomerati cementizi:

- Calcestruzzi Ordinari
- Calcestruzzi ad Alta Resistenza
- Calcestruzzi ad Alte Prestazioni
- Calcestruzzi ad Alta Durabilità
- HVFC (High Volume Fly ash Concrete)
- Self Compacting Concrete (SCC)
- Green Concrete
- No Slump Concrete
- Calcestruzzi a Ritiro Ridotto / Compensato

“Aumento Prestazioni” è un indicatore di tipo *relativo* che misura l'**Incremento di Prestazione** ottenibile con l'approccio **SCA** rispetto ad un approccio Tradizionale

$$I = (P_{SCA} - P_{TA})/P_{TA} * 100$$

dove:

P_{SCA} è la Prestazione della miscela **SCA**

P_{TA} è la Prestazione della miscela **Tradizionale**

La Prestazione può essere riferita alla resistenza a compressione ad una determinata stagionatura (es. 28 giorni), ma anche una qualsiasi altra Prestazione di specifico interesse, di tipo meccanico (resistenza a flessione, trazione indiretta, modulo elastico,...) di durabilità (penetrazione acqua in pressione, resistenza ai cloruri,...) o di natura fisica (es. ritiro igrometrico, calore di idratazione,...).

Foto 1

L'approccio SCA migliora le Prestazioni dei calcestruzzi e delle malte



RISORSE NATURALI

Il calcestruzzo è costituito da diversi ingredienti, utilizzati in proporzioni differenti a seconda della tipologia di conglomerato da realizzare. In generale la composizione tradizionale prevede Cemento, Aggregati di prima estrazione nelle diverse classi granulometriche (Ghiaie e Sabbie), Additivi ed Acqua.



Foto 2
L'approccio SCA riduce il consumo di risorse naturali necessarie per produrre calcestruzzi

Oltre all'impiego di aggregati grossi, sabbie ed acqua, devono essere considerate tutte le materie prime necessarie alla produzione del **cemento**, come ad esempio marne, calcare ed argilla.

"*Risorse Naturali*" è un indicatore di tipo *relativo* che misura la **riduzione del consumo di Cemento e Aggregati di prima estrazione** ottenibile con l'approccio **SCA** rispetto ad un approccio Tradizionale.

$$I = (Q_{SCA} - Q_{TA})/Q_{TA} * 100$$

dove:

Q_{SCA} è la quantità (in kg/m^3) di cemento e aggregati di prima estrazione impiegati della miscela **SCA**

Q_{TA} è la quantità (in kg/m^3) di cemento e aggregati di prima estrazione impiegati della miscela **Tradizionale**

Relativamente all'acqua, oltre al quantitativo utilizzato direttamente nell'impasto, va considerata l'acqua impiegata durante i processi di estrazione/lavorazione/produzione degli altri componenti.

Per questo motivo la valutazione del quantitativo di acqua impiegato viene considerata separatamente nell'indicatore "*Consumo di acqua*".

SOTTOPRODOTTI SELEZIONATI E CONTROLLATI

Oltre ai costituenti cosiddetti di “prima produzione” o “vergini”, nel confezionamento del calcestruzzo possono essere impiegati anche componenti che derivano da altre produzioni o riciclati da calcestruzzi demoliti.

I due costituenti a cui ci si riferisce in questo contesto sono:

- La **MICRO-POZZ PFA**, cenere volante selezionata e controllata ottenuta dalla produzione di energia presso le centrali termoelettriche alimentate a carbone.
- Aggregati riciclati da strutture demolite in calcestruzzo, selezionati e classificati in opportune classi granulometriche.

L'impiego di questi prodotti è consentito dalle norme con un importante contributo alla Sostenibilità Ambientale delle miscele di calcestruzzo, grazie alla riduzione del consumo di materie prime quali il cemento e gli aggregati vergini. Il **D.M. 17/01/2018** (§11.2.9.3) prevede infatti l'utilizzo di aggiunte minerali pozzolaniche, quali la **MICRO-POZZ PFA**, secondo le procedure di impiego descritte dalla UNI EN 206-1.

MICRO-POZZ PFA: VANTAGGI TECNOLOGICI

Reologia del Calcestruzzo Fresco

- Incremento di Lavorabilità
- Migliore mantenimento di Lavorabilità
- Migliore Coesione e Robustezza
- Migliore Pompabilità
- Regolazione dei tempi di presa (estate)
- Riduzione / Eliminazione del bleeding
- Migliore finitura dei getti

Prestazioni del Calcestruzzo Indurito

- Incremento delle Prestazioni Meccaniche
- Aumento aderenza delle armature
- Riduzione del ritiro e fessurazioni
- Riduzione dei gradienti termici e fessurazioni

Durabilità

- Riduzione di Porosità e Permeabilità
- Maggiore resistenza agli agenti aggressivi
- Incremento della Vita Utile in tutte le classi di esposizione
- Maggiore protezione delle barre di armatura

SOTTOPRODOTTI SELEZIONATI E CONTROLLATI

In ottica di Sostenibilità Ambientale, rispetto ad un calcestruzzo tradizionale, un calcestruzzo ottimizzato con **MICRO-POZZ PFA** è in genere caratterizzato da:

- Un contenuto di cemento ridotto, in conformità a quanto prescritto dalle UNI EN 206-1 e UNI 11104;
- Un contenuto di acqua di impasto ridotto, grazie alla capacità di **MICRO-POZZ PFA** di limitare la richiesta d'acqua necessaria al conseguimento di una determinata lavorabilità;
- Un contenuto di sabbia generalmente inferiore, quando parte della cenere introdotta viene impiegata come componente fillerizzante;
- Una riduzione del volume degli aggregati, con l'aumento della cenere introdotta.

Sempre il D.M. 17/01/2018 (§11.2.9.2), prevede la possibilità di impiegare, nel confezionamento di nuovi calcestruzzi, una certa quantità di aggregato grosso derivante da demolizione di calcestruzzo esistente. Un calcestruzzo ottimizzato, oltre che con **MICRO-POZZ PFA** anche con **aggregato grosso riciclato**, è caratterizzato ovviamente da un ulteriore risparmio di aggregato grosso vergine.

In caso di impiego di aggregato riciclato, l'utilizzo di **MICRO-POZZ PFA** diventa essenziale per ripristinare le eventuali minori performances meccaniche che questo tipo di aggregato può offrire.

L'indicatore "Sottoprodotti Selezionati e Controllati" tiene conto esclusivamente dell'impiego della cenere volante **MICRO-POZZ PFA**.

Questo è un indicatore di tipo *assoluto*, ovvero viene definito direttamente sulla miscela **SCA** senza tener conto della miscela Tradizionale, dato che quest'ultima non prevede l'impiego di cenere volante. Nello specifico, l'indicatore fornisce la misura dell'utilizzo di cenere volante come percentuale sulla quantità di cemento.

Esso sarà pari a:

$$I = (Q_{PFA}) / Q_{CEM} * 100$$

dove:

Q_{PFA} è la quantità (in kg/m³) di **MICRO-POZZ PFA** impiegata nella miscela **SCA**

Q_{CEM} è la quantità (in kg/m³) totale di cemento impiegato sempre nella miscela **SCA**



Foto 3

L'impiego di aggregati riciclati contribuisce alla Sostenibilità Ambientale del calcestruzzo

RIDUZIONE EMISSIONI IN ATMOSFERA

Tutti i principali costituenti solidi impiegati per confezionare un calcestruzzo sono caratterizzati dal parametro “Embodied CO₂” (CO₂E), che rappresenta la quantità di CO₂ immessa in atmosfera a seguito della loro produzione. Normalmente il parametro è riferito alla produzione di una tonnellata di costituente (Tabella1). Nota la composizione di un calcestruzzo, la quantità totale di CO₂ rilasciata in atmosfera per produrne 1 m³ sarà pari alla somma dei singoli CO₂E dei singoli costituenti.

COSTITUENTE	Kg CO ₂ / ton
CEM I ⁽¹⁾	913
CEM II/A-LL ⁽¹⁾	805
CEM III/A ⁽¹⁾	452
CEM IV/A ⁽¹⁾	703
Genere volante MICRO-POZZ PFA	4
Fumo di silice	14
Filler Calcareo	32
Aggregati ⁽²⁾	10
Acqua	0

Tabella 1
Emissioni di CO₂
associate alla
produzione dei
costituenti principali
del calcestruzzo

Valori tratti da MPA (Mineral Product Association) – The Concrete Center www.concretecenter.com

⁽¹⁾: Il valore di CO₂E per i cementi CEM II/A-LL, CEM III/A e CEM IV/A è stato valutato con riferimento al loro contenuto medio di clinker.

⁽²⁾: Considerato un trasporto su strada di circa 60 km.

È evidente che il cemento rappresenta il costituente che determina le maggiori emissioni in atmosfera.

Foto 4

La produzione del clinker comporta l'emissione di CO₂ in atmosfera. Ottimizzare i contenuti di cemento nelle miscele di calcestruzzo significa contribuire in maniera rilevante alla Sostenibilità Ambientale del Settore



SOTTOPRODOTTI SELEZIONATI E CONTROLLATI

Per questo la priorità principale dell'approccio **SCA** è quella di ottimizzare il contenuto di tale componente nelle miscele di calcestruzzo. Tale obiettivo può essere raggiunto attraverso:

- L'impiego di Additivi Superfluidificanti di Ultima Generazione **PRIMIUM**, con elevata capacità di riduzione dell'acqua di impasto. Potendo ridurre il quantitativo di acqua, sarà possibile ottimizzare i contenuti di cemento per ottenere le Prestazioni desiderate;
- L'impiego dell'Aggiunta minerale pozzolanica **MICRO-POZZ PFA** che, utilizzata **in parziale sostituzione del cemento** secondo le procedure di Norma (UNI EN 206-1), permette di ottenere prestazioni meccaniche uguali o superiori rispetto alle miscele con solo cemento.

"Riduzione Emissioni in atmosfera" è un indicatore di tipo *relativo* che misura la riduzione delle emissioni in atmosfera ottenibile con l'approccio **SCA** rispetto ad un approccio Tradizionale

$$I = (Q_{SCA} - Q_{TA})/Q_{TA} * 100$$

dove:

Q_{SCA} è il quantitativo (in kg/m³) di anidride carbonica rilasciato in atmosfera associato alla miscela **SCA**

Q_{TA} è il quantitativo (in kg/m³) di anidride carbonica rilasciato in atmosfera associato alla miscela **Tradizionale**



RIDUZIONE CONSUMO DI ACQUA

In maniera analoga a quanto avviene per l'anidride carbonica, tutti i principali costituenti solidi impiegati per confezionare un calcestruzzo sono caratterizzati dalla cosiddetta "Embodied Water" (EW) che rappresenta la quantità di acqua utilizzata nel loro ciclo produttivo.

COSTITUENTE	Litri / ton
CEM I ⁽¹⁾	45
CEM II/A-LL ⁽¹⁾	40
CEM III/A ⁽¹⁾	22
CEM IV/A ⁽¹⁾	35
Genere volante MICRO-POZZ PFA	0
Fumo di silice	0
Filler Calcareo	48
Aggregati	48
Additivo	0,65 (Litri/kg)

Tabella 2
Consumo di acqua associato alla produzione dei costituenti principali del calcestruzzo

Valori tratti da MPA (Mineral Product Association) – The Concrete Industry Sustainability Performance Report. 1st report, The Concrete Center 2009, p.24.

⁽¹⁾: Il valore di EW per i cementi CEM II/A-LL, CEM III/A e CEM IV/A è stato valutato con riferimento al loro contenuto medio di clinker.

Nota la composizione di un calcestruzzo, la quantità totale di Acqua impiegata per produrne 1 m³ sarà pari alla somma dei singoli EW dei singoli costituenti. Ai valori di acqua così calcolati andranno ovviamente aggiunti l'acqua di assorbimento degli aggregati e l'acqua efficace utilizzata nell'impasto.

"Riduzione Consumo di Acqua" è un indicatore di tipo *relativo* che misura la riduzione del consumo di acqua necessario a produrre la miscela **SCA** rispetto a quello associato ad una miscela Tradizionale

$$I = (Q_{SCA} - Q_{TA}) / Q_{TA} * 100$$

dove:

Q_{SCA} è la quantità (in kg/m³) di acqua utilizzata per produrre la miscela **SCA**

Q_{TA} è la quantità (in kg/m³) di acqua utilizzata per produrre la miscela **Tradizionale**

Foto 5

L'approccio SCA consente di realizzare miscele di calcestruzzo ottimizzando la quantità totale di acqua impiegata



RIDUZIONE CONSUMO DI ENERGIA

In maniera analoga a quanto avviene per l'anidride carbonica e l'acqua, tutti i principali costituenti solidi impiegati per confezionare un calcestruzzo sono caratterizzati dalla cosiddetta "Embodied Energy" (EE) che rappresenta la quantità di energia utilizzata nel loro ciclo produttivo.

COSTITUENTE	kWh / ton
CEM I ⁽¹⁾	1195
CEM II/A-LL ⁽¹⁾	1054
CEM III/A ⁽¹⁾	592
CEM IV/A ⁽¹⁾	920
Genere volante MICRO-POZZ PFA	9
Fumo di silice	10
Filler Calcareo	13
Aggregati	13
Additivo	2,5 (kWh/kg)

Tabella 3
Consumo di energia associato alla produzione dei costituenti principali del calcestruzzo

Valori tratti da MPA (Mineral Product Association) – The Concrete Industry Sustainability Performance Report. 1st report, The Concrete Center 2009, p.24.

⁽¹⁾: Il valore di EE per i cementi CEM II/A-LL, CEM III/A e CEM IV/A è stato valutato con riferimento al loro contenuto medio di clinker.

Nota la composizione di un calcestruzzo, la quantità totale di Acqua impiegata per produrne 1 m³ sarà pari alla somma dei singoli EE dei singoli costituenti.

"Riduzione Consumo di Energia" è un indicatore di tipo *relativo* che misura la riduzione del consumo di energia necessario a produrre la miscela **SCA** rispetto a quello associato ad una miscela Tradizionale

$$I = (Q_{SCA} - Q_{TA}) / Q_{TA} * 100$$

dove:

Q_{SCA} è la quantità (in kWh) di energia utilizzata per produrre la miscela **SCA**

Q_{TA} è la quantità (in kWh) di energia utilizzata per produrre la miscela **Tradizionale**



PRODOTTI NON PERICOLOSI

A partire dal **1 Giugno 2015 il Regolamento (CE) 1272/2008** relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio (CLP) è la sola normativa vigente per la classificazione e l'etichettatura delle sostanze chimiche e delle miscele.

È così terminata la fase transitoria, che dal 20 Gennaio 2009, ha consentito alle imprese di avvalersi ancora delle disposizioni della precedente legislazione, in particolare della direttiva 67/548/CEE sulle sostanze pericolose e della direttiva 1999/45/CE sui preparati pericolosi.

Grazie a questo Regolamento, il sistema europeo relativo alla classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze chimiche (e delle loro miscele) è stato allineato al sistema mondiale armonizzato di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche (GHS).

L'obiettivo del regolamento è facilitare la libera circolazione, all'interno dell'Unione Europea, delle sostanze, delle miscele e degli articoli nonché garantire un **elevato livello di protezione della salute dell'uomo e dell'ambiente**.

Il CLP armonizza i criteri per la classificazione delle sostanze e delle miscele e le norme relative all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele pericolose, incorporando le regole stabilite a livello ONU, attraverso il GSH.

In particolare introduce nuovi criteri di classificazione, che individuano precisamente le sostanze e i pericoli connessi, da comunicare attraverso indicazioni e pittogrammi standard riportati nelle etichette e nelle schede di dati di sicurezza.

Il regolamento stabilisce un elenco di sostanze con le rispettive classificazioni armonizzate e i corrispondenti elementi di etichettatura armonizzati a livello comunitario e istituisce il relativo inventario delle classificazioni e delle etichettature delle sostanze.

Foto 6
Tutti gli additivi e prodotti per calcestruzzo proposti da General Admixtures sono oggetto di controlli di qualità stringenti e continui che ne assicurano la non pericolosità per le persone e per l'ambiente



PRODOTTI NON PERICOLOSI

Le finalità del CLP sono sommariamente:

- Determinare quali proprietà di una sostanza o di una miscela portino a classificarla come pericolosa (classificazione);
- Comunicare i pericoli delle sostanze e delle miscele a tutta la catena di approvvigionamento, dal fabbricante al consumatore (etichettatura, schede di sicurezza).

In relazione ai pericoli individuati nella classificazione, sono previsti 9 tipologie di pittogrammi.

Le soluzioni proposte dal **Sustainable Concrete Approach** sono caratterizzate dalla presenza di questo indicatore, che incentiva l'impiego di **additivi e prodotti per il calcestruzzo non pericolosi per le persone e per l'ambiente.**



Foto 7
La produzione degli additivi e dei prodotti per calcestruzzo proposti da General Admixtures è alla continua ricerca della ottimizzazione dei Processi Produttivi in favore della Sostenibilità Ambientale

CALCESTRUZZO RICICLABILE

Questo indicatore evidenzia la possibilità di poter riutilizzare il calcestruzzo alla fine della sua vita utile, in accordo con la vigente Normativa.

Al § 11.2.9.2, il D.M. 17/01/2018 riporta:

«È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio.»

In merito all'impiego di aggregati riciclati nel confezionamento di calcestruzzi, numerosi studi sperimentali hanno evidenziato quanto segue:

- Rispetto ad un aggregato naturale, quello riciclato, derivante da demolizioni, presenta una porosità maggiore, evidenziata da valori di massa volumica inferiori e valori di assorbimento di acqua superiori;
- A causa della loro maggiore porosità, gli aggregati riciclati sono caratterizzati da una resistenza inferiore rispetto a quella degli aggregati naturali. A parità di rapporto acqua/cemento, una miscela confezionata con aggregato riciclato normalmente presenta, rispetto ad una confezionata con solo aggregato naturale, piccole riduzioni di resistenza;
- A causa dell'elevato valore di assorbimento, gli aggregati riciclati tendono ad incrementare la richiesta di acqua da parte del conglomerato cementizio, per raggiungere una determinata lavorabilità.

Foto 8

L'impiego di cenere volante MICRO-POZZ PFA in calcestruzzi confezionati con aggregati riciclati evita le piccole riduzioni di resistenza che normalmente tali aggregati possono favorire



CALCESTRUZZO RICICLABILE

Grazie alla sua capacità fillerizzante e alla sua spiccata pozzolanicità, la cenere volante **MICRO-POZZ PFA** incrementa notevolmente le prestazioni dei calcestruzzi. La cenere volante può essere impiegata:

- In parziale sostituzione del cemento
- In aggiunta al cemento
- Come fillerizzante apportatore di fini
- Come fillerizzante in sostituzione di aggregato fine

In tutti i casi, il risultato che si ottiene è un conglomerato più resistente e meno permeabile. La ridotta permeabilità, dovuta alla minore porosità della matrice cementizia, conferisce al materiale una caratteristica molto interessante per la possibilità di riciclare il calcestruzzo al termine della sua Vita Utile.

In definitiva, al momento della demolizione, il calcestruzzo confezionato con cenere volante **MICRO-POZZ PFA** fornirà, rispetto ad un calcestruzzo di pari resistenza (a 28 giorni) confezionato con solo cemento, aggregati riciclati di maggiore qualità, ovvero **più resistenti e meno porosi**.

Tutte le soluzioni derivanti dal **Sustainable Concrete Approach** sono caratterizzate dalla presenza di questo indicatore che quantifica la qualità degli aggregati che si possono ottenere dal recupero del calcestruzzo al termine della vita utile della struttura.



Foto 9
I calcestruzzi contenenti cenere volante MICRO-POZZ PFA risultano più compatti e meno porosi. Dalla loro demolizione potranno ricavarci aggregati da riciclo di elevata qualità

AUMENTO DI DURABILITÀ

Definita al punto § 2.1 del D.M. 17/01/2018 come:

«...capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione...»

la durabilità rappresenta una proprietà essenziale affinché i livelli di sicurezza di qualsiasi struttura vengano conservati durante tutta la vita dell'opera.

Quando si progetta e si realizza una struttura, si impiegano una serie di risorse, in termini di materiali, di energia e di impegno economico.

È fondamentale che la struttura possa essere utilizzata, allo scopo per il quale è stata realizzata, per tutto il periodo di esercizio previsto (definito dal D.M. 17/01/2018 come Vita Nominale di Progetto).

Ovviamente, l'utilizzo deve avvenire in maniera economicamente sostenibile, ovvero riducendo al minimo gli interventi di manutenzione straordinaria per mantenere la struttura in funzione.

Per ottenere ciò, occorrerà utilizzare un **materiale durabile**, ovvero capace di resistere per tutto il tempo richiesto, all'azione degli agenti aggressivi di natura ambientale.

Con riferimento alle strutture in calcestruzzo armato, normale e precompresso, possono essere applicate diverse tecnologie in combinazione tra loro con rilevanti incrementi di durabilità (Tabella 4), negli ambienti aggressivi descritti dalle classi di esposizione (UNI EN 206-1, Linee Guida Ministeriali, D.M. 17/01/2018).

“Aumento di Durabilità” è un indicatore di tipo *relativo* che misura l'Incremento di Vita Utile ottenibile con l'approccio **SCA** rispetto ad un approccio Tradizionale

$$I = (D_{SCA} - D_{TA})/D_{TA} * 100$$

dove:

D_{SCA} e **D_{TA}** rappresentano la Durabilità espressa in anni di una struttura realizzata, rispettivamente, con la miscela **SCA** e con la miscela **Tradizionale**

La stima della Vita Utile viene eseguita sulla base di una serie di modelli disponibili in letteratura.

Foto 10
La Durabilità Strutturale è divenuto un requisito essenziale con l'avvento delle Nuove Norme Tecniche (DM 17/01/2018). General Admixtures fornisce una serie di Tecnologie utili al suo conseguimento.



Tipologia di degrado	UNI 11104				TECNOLOGIE								
	Tipologia di ambiente	Classe di Esposizione	Parametri limite		Superfluidificanti PRIMIUM	Aggiunta Minerale MICRO-POZZ PFA	Inibitore di Corrosione INHIBITOR C10	Idrofobizzante AQUA FOBIC	Riduttore di Ritratto GINIUS SRA1	Additivo Aerante AIR VOID 31	Agente Espansivo EXPANCOLL	Fibre FIBERCOLL	Agente Stagionante CURING
			(a/c) max	Classe di resistenza minima Cfck/Rck									
Nulla	Umidità molto bassa. CLS non armato	X0	-	C12/15	○	○			●		●	●	○
Corrosione indotta da carbonatazione	Asciutto o permanentemente bagnato	XC1	0,60	C25/30	○	○		●			●	●	○
	Bagnato raramente asciutto	XC2	0,60	C25/30	○	○	●	○	●		●	●	○
	Umidità moderata	XC3	0,55	C28/35	○	○	●	●	●		●	●	○
	Ciclicamente Asciutto/Bagnato	XC4	0,50	C32/40	○	○	○	○	●		●	●	○
Corrosione indotta da cloruri (origine non marina)	Umidità moderata	XS1	0,50	C32/40	○	○	●	●	●		●	●	○
	Bagnato raramente asciutto	XS2	0,45	C35/45	○	○	●	●	●		●	●	○
	Ciclicamente Asciutto/Bagnato	XS3	0,45	C35/45	○	○	○	○	●		●	●	○
Corrosione indotta da Cloruri (Origine marina)	Esposto alla salsedine marina, ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare	XD1	0,55	C28/35	○	○	●	●	●		●	●	○
	Permanentemente sommerso	XD2	0,50	C32/40	○	○	●	●	●		●	●	○
	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	XD3	0,45	C35/45	○	○	○	○	●		●	●	○
Degrado della matrice cementizia per cicli di Gelo/Disgelo	Moderata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	XF1	0,50	C32/40	○	○		○	●		●	●	○
	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante	XF2	0,50	C25/30	○	○		○	●	○	●	●	○
	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante	XF3	0,50	C25/30	○	○		○	●	○	●	●	○
	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	XF4	0,45	C28/35	○	○		○	●	○	●	●	○
Degrado della matrice cementizia per Attacco Chimico	Ambiente chimico debolmente aggressivo	XA1	0,55	C28/35	○	○		●	●		●	●	○
	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	XA2	0,50	C32/40	○	○		●	●		●	●	○
	Ambiente chimico fortemente aggressivo	XA3	0,45	C35/45	○	○		○	●		●	●	○

○ : Tecnologia essenziale in tutte le applicazioni ordinarie

● : Tecnologia consigliata per applicazioni Specifiche

Tabella 4

Tecnologie General Admixtures utili al conseguimento di elevate Durabilità

TECNOLOGIE

SUPERFLUIDIFICANTI PRIMIMUM

- Consentono di ottenere facilmente ridotti valori di rapporto acqua/cemento, con conseguente notevole riduzione della porosità del calcestruzzo.
- Consentono di ottimizzare il contenuto di cemento nelle miscele, in modo da ridurre/eliminare gli inconvenienti tecnici correlati agli elevati dosaggi (ritiro, fessurazioni termiche, ASR, deformazioni viscosse, ecc...).

SUPERFLUIDIFICANTI PRIMIMUM ERA PER CALCESTRUZZI A RIDOTTA IMPRONTA CARBONICA

- Formulazioni basate su molecole acriliche di ultima generazione, sviluppate per rispondere alle nuove esigenze di mercato;
- Rilascio graduale della lavorabilità senza ritardi di presa e raggiungimento di prestazioni meccaniche elevate;
- Compatibilità con cementi a ridotto contenuto di clinker (CEM III, CEM IV e CEM V secondo UNI EN 197-1) e nuovi cementi compositi (CEM II/C-M e CEM VI secondo UNI EN 197-5), ideali per lavori con stringenti prescrizioni ambientali (criteri CAM).

GENERE VOLANTE MICRO-POZZ PFA

- Consente di incrementare il quantitativo di fibre C – S – H all'interno della matrice cementizia riducendone la porosità.
- Consente di ottimizzare i contenuti di cemento nelle miscele, grazie al suo spiccato comportamento pozzolanico. Analogamente a quanto visto per i superfluidificanti **PRIMUM**, questo comporta rilevanti benefici tecnici ed economici.
- Consente di aumentare considerevolmente la resistenza del conglomerato all'aggressione da **cloruri** e dagli agenti **chimici**.
- Riduce la permeabilità all'acqua del calcestruzzo, aumentando così il tempo di propagazione della corrosione (Classi di esposizione XC, XD, XS) .
- Riduce le aggressioni connesse all'ingresso di acqua nel calcestruzzo (Classi di esposizione XF, XA).
- Consente di compensare/integrare i fini nelle miscele, favorendone la coesione e la successiva compattazione.

INIBITORI DI CORROSIONE INHIBITOR

- Proteggono le armature dalla corrosione, mantenendole in uno stato di passivazione.
- Rallentano l'ingresso dei cloruri, aumentando il tempo di innesco della corrosione.
- Aumentano il tenore critico dei cloruri tollerabile dalle armature, ovvero le rendono più "resistenti" all'aggressione.

TECNOLOGIE

IDROFOBIZZANTI AQUA FOBIC

- Rendono “idrofoba” la superficie del calcestruzzo e non consentono quindi all’acqua esterna di essere assorbita per capillarità.
- Riducono drasticamente il tempo di propagazione della corrosione delle barre d’armatura, limitando la permeabilità all’acqua (a pressione atmosferica) delle strutture (Classi di esposizione XC, XD, XS)
- Riducono le aggressioni connesse all’ingresso di acqua nel calcestruzzo (Classi di esposizione XF, XA), gelo e disgelo e attacco chimico (degrado del conglomerato).

STAGIONANTI CURING

- Consentono una adeguata stagionatura del copriferro, evitandone premature fessurazioni.
- Per le classi di esposizione XC, XD ed XS un copriferro più compatto e non fessurato favorisce una notevole durabilità per la maggiore resistenza del conglomerato all’ingresso dell’anidride carbonica, dei cloruri, dell’acqua e dell’ossigeno.
- Per le classi di esposizione XF e XA, l’ottenimento di un copriferro più compatto e non fessurato produce un aumento della durabilità per la ridotta permeabilità del conglomerato all’ingresso di acqua, e quindi anche delle sostanze aggressive da essa trasportate.

AGENTI RIDUTTORI DI RITIRO GINIUS SRA

- Consentono di ridurre il ritiro igrometrico del calcestruzzo fino al 50%.
- Limitano fortemente la formazione di fessure superficiali, con notevoli benefici sull’integrità strutturale (ridotto ingresso di sostanze aggressive).
- Contrastano la prematura evaporazione dell’acqua dai getti posti in opera, con benefici meccanici, di durabilità ed estetici.

AGENTI ESPANSIVI EXPANCOLL

- Favoriscono la nascita di una coazione interna al materiale che contrasta il fenomeno del ritiro igrometrico.
- Limitano l’ingresso di agenti esterni per la rilevante riduzione di fessurazioni.
- In combinazione con gli additivi **GINIUS**, consentono di ridurre al minimo il rischio di fessurazione di un elemento strutturale (ad esempio le pavimentazioni industriali).

FIBRE FIBERCOLL

- Intercettano la generica fessurazione al momento della comparsa, limitando la sua propagazione.
- Limitano gli effetti della fessurazione aumentando la durabilità strutturale.
- Conferiscono duttilità al calcestruzzo.
- In particolari elementi strutturali, quali le pavimentazioni, consentono di sostituire l’armatura metallica nel compito di intercettare eventuali microfessurazioni da ritiro igrometrico.
- Evitano le microcavillature da ritiro plastico.

RIDUZIONE DEI COSTI - LCC

Il concetto di “Costo” di una struttura è un aspetto molto complesso. Sarebbe più opportuno parlare di “Costi”, perché in effetti, per qualsiasi struttura, dalla progettazione alla realizzazione e alla successiva gestione in esercizio, diversi sono i costi da considerare, e non tutti di tipo “finanziario”.

Esempi di “costi” che andrebbero sempre considerati in qualsiasi procedura di analisi economica sono:

- Costi di Progettazione, Esecuzione, Collaudo
- Costo dei materiali
- Costi di ispezione periodica
- Costi di manutenzione ordinaria
- Costi di manutenzione straordinaria o di riabilitazione
- Costi di dismissione
- Costo ambientale

Molto spesso vengono considerati solo i costi di cui ai punti 1 e 2 (Costo Iniziale della struttura) tralasciando le altre voci. Questo approccio porta a commettere rilevanti errori di valutazione dei quali ci si accorge successivamente, durante l'utilizzo della Struttura, quando si presentano quelli che comunemente vengono chiamati i “costi di gestione”.

In una analisi economica vanno considerati oltre ai “Costi” anche i Ricavi, ovvero gli utili che la gestione dell'opera consente di ottenere.

In Figura 1 è riportata una schematizzazione qualitativa del concetto di Costo Attuale di una Struttura, ovvero della somma, attualizzata al tempo iniziale (momento di realizzazione della struttura e quindi della valutazione economica), di tutti i Costi ed i Ricavi che presumibilmente si risconteranno durante l'intera Vita Utile della struttura.

Una corretta analisi economica dei costi di una struttura (Life Cycle Cost Analysis) si baserà quindi sul **Costo Attuale** piuttosto che sul suo Costo Iniziale.

È facile dimostrare come il **Costo Attuale di una struttura sia influenzato molto dalla sua Durabilità**.

Una struttura estremamente durabile nel tempo, magari anche a fronte di un costo iniziale leggermente superiore (migliore qualità dei materiali, migliore progettazione e realizzazione, ...), consentirà, rispetto ad una più “economica” (nel senso di minor Costo Iniziale), di:

- Limitare le ispezioni periodiche della struttura
- Limitare gli interventi di manutenzione ordinaria
- Eliminare i costi di manutenzione straordinaria
- Godere dei Ricavi per un periodo di tempo più lungo

in definitiva di avere un Costo Attuale della struttura inferiore.

RIDUZIONE DEI COSTI - LCC

L'approccio **SCA**, non si limita ad ottimizzare il Costo Attuale delle strutture, favorendone la Durabilità, ma è volto ad ottimizzare anche i Costi Iniziali, almeno per quanto attiene al costo del materiale (calcestruzzo).

"*Riduzione dei Costi*" è un indicatore di tipo *relativo* che misura la riduzione del Costo Attuale di una struttura ottenibile con l'approccio **SCA** rispetto ad un approccio Tradizionale

$$I = (LCC_{SCA} - LCC_{TA}) / LCC_{TA} * 100$$

Dove:

LCC_{SCA} è il costo attuale unitario di una Struttura realizzata con la miscela **SCA**, **LCC_{TA}** è il costo attuale unitario di una Struttura realizzata con la miscela **Tradizionale**.

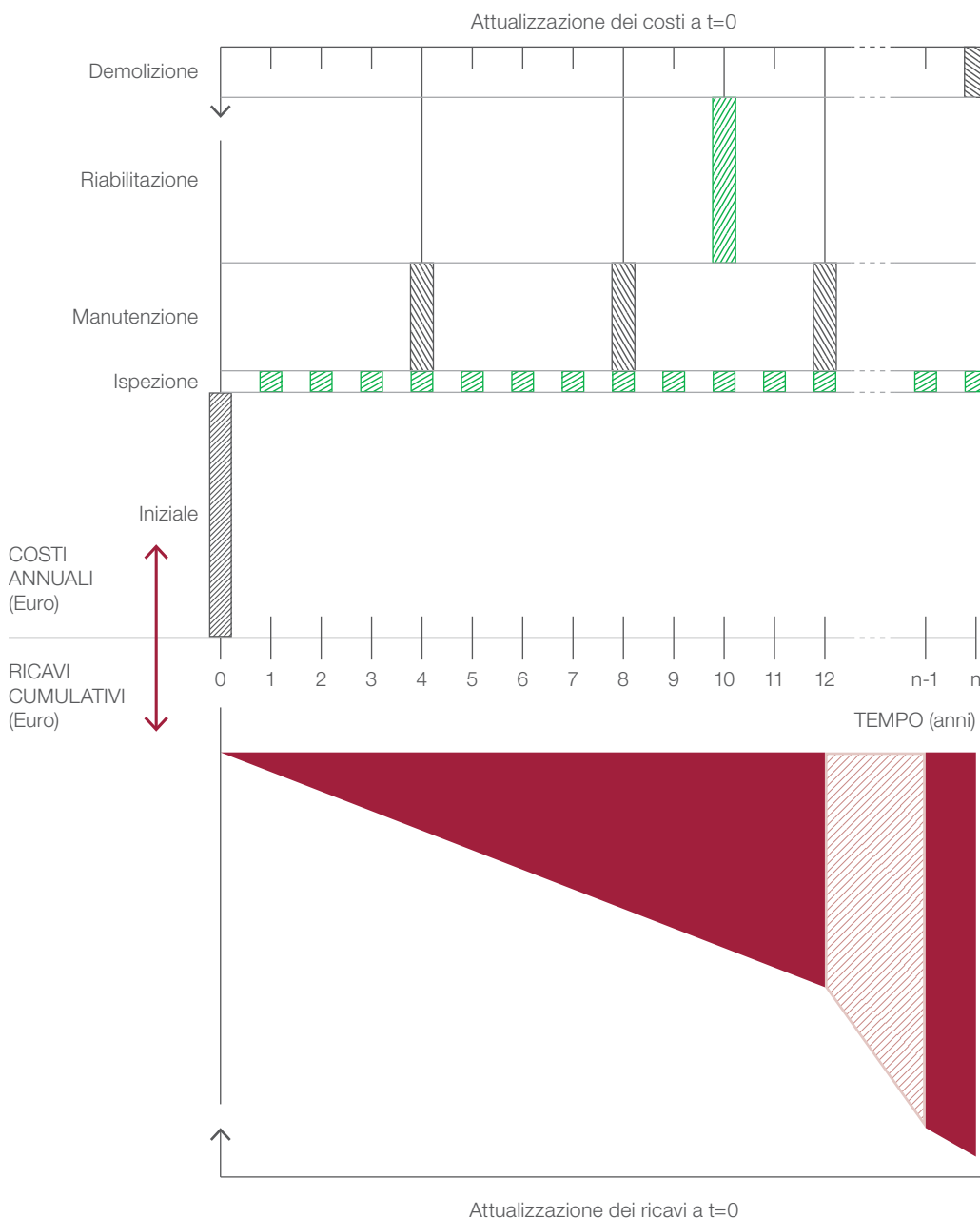


Figura 1
Schematizzazione di una procedura di analisi LCCA. Il Costo Attuale di una struttura è dato dalla somma (attualizzata al momento dell'analisi) di tutti i costi sostenuti per la sua realizzazione e gestione

ESEMPI APPLICATIVI

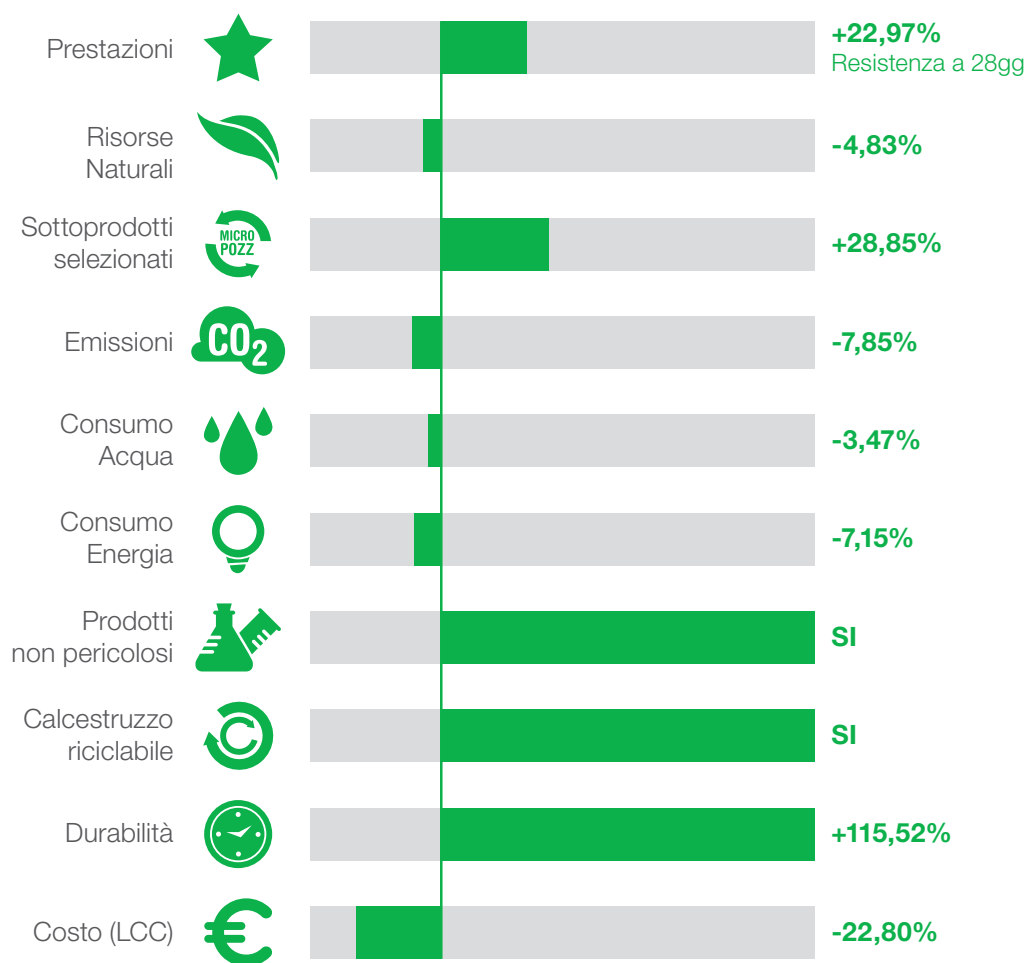
CALCESTRUZZO C32/40 – XC4 – S5 – D_{max}=32 mm

Tabella 5
Composizione
delle miscele

Miscela	CEM II/A-LL 42.5R (Kg/m ³)	MICRO- POZZ PFA (Kg/m ³)	PRIMIUM (% su legante)	Additivo tradizionale (% su legante)	Acqua (l/m ³)	Slump (t=0 s) cm
SCA	312	90	1,00	-	165	23
Tradizionale	340	-	-	1,00	170	22

Tabella 6
Principali prestazioni
delle miscele

Miscela	Resistenza a compressione (MPa)		Penetrazione acqua in pressione a 28 giorni (mm)	Coefficiente di Carbonatazione (mm/anni ^{1/2})	Vita Utile (anni)
	28 giorni	90 giorni			
SCA	56,85	65,11	12	2,68	125
Tradizionale	46,23	51,72	32	3,94	58



ESEMPI APPLICATIVI

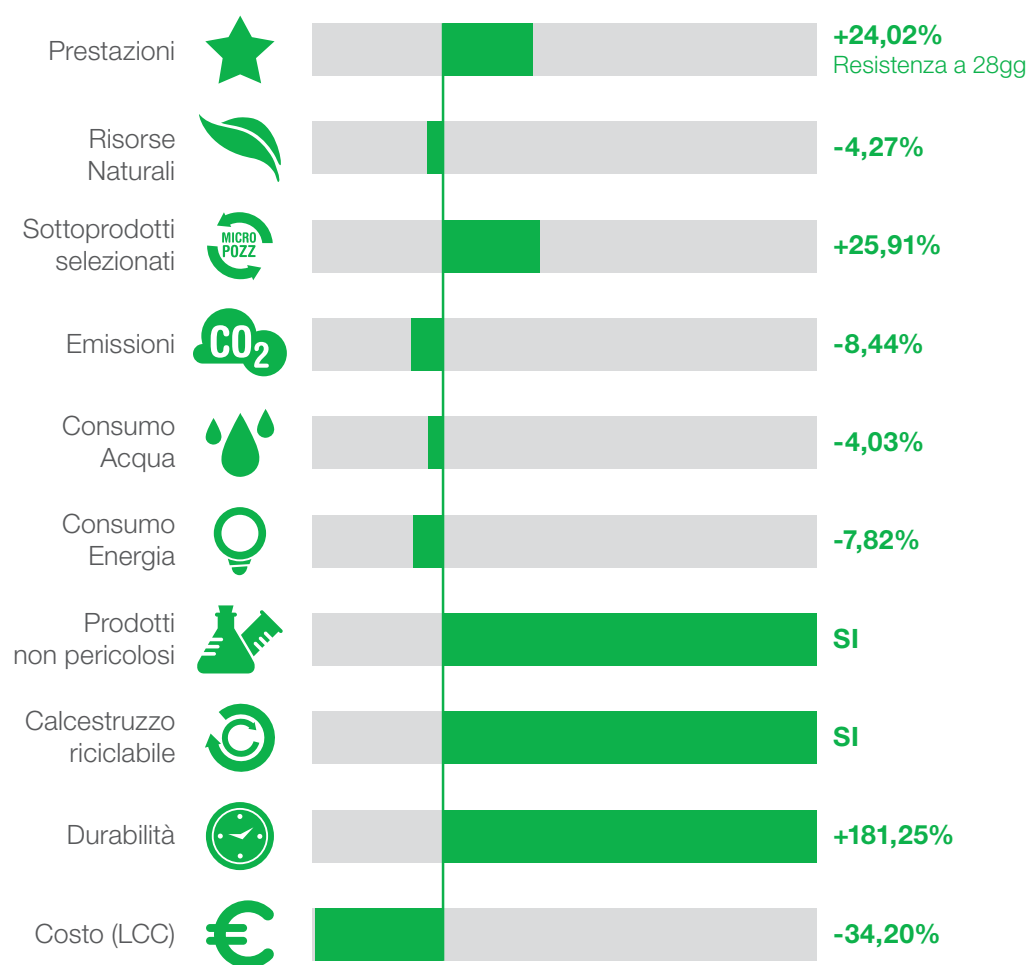
CALCESTRUZZO C35/45 – XD3 – S5 – D_{max}=32 mm

Miscela	CEM II/A-LL 42.5R (Kg/m ³)	MICRO- POZZ PFA (Kg/m ³)	PRiMIUM (% su legante)	Additivo tradizionale (% su legante)	Acqua (l/m ³)	Slump (t=0 s) cm
SCA	328	85	1,20	-	155	23
Tradizionale	360	-	-	1,20	162	23

Tabella 7
Composizione
delle miscele

Miscela	Resistenza a compressione (MPa)		Penetrazione acqua in pressione a 28 giorni (mm)	Coefficiente di Diffusione (m ² /s)	Vita Utile (anni)
	28 giorni	90 giorni			
SCA	65,26	73,41	8	1,75x10 ⁻¹²	90
Tradizionale	52,62	58,08	23	4,09x10 ⁻¹²	32

Tabella 8
Principali prestazioni
delle miscele



ESEMPI APPLICATIVI

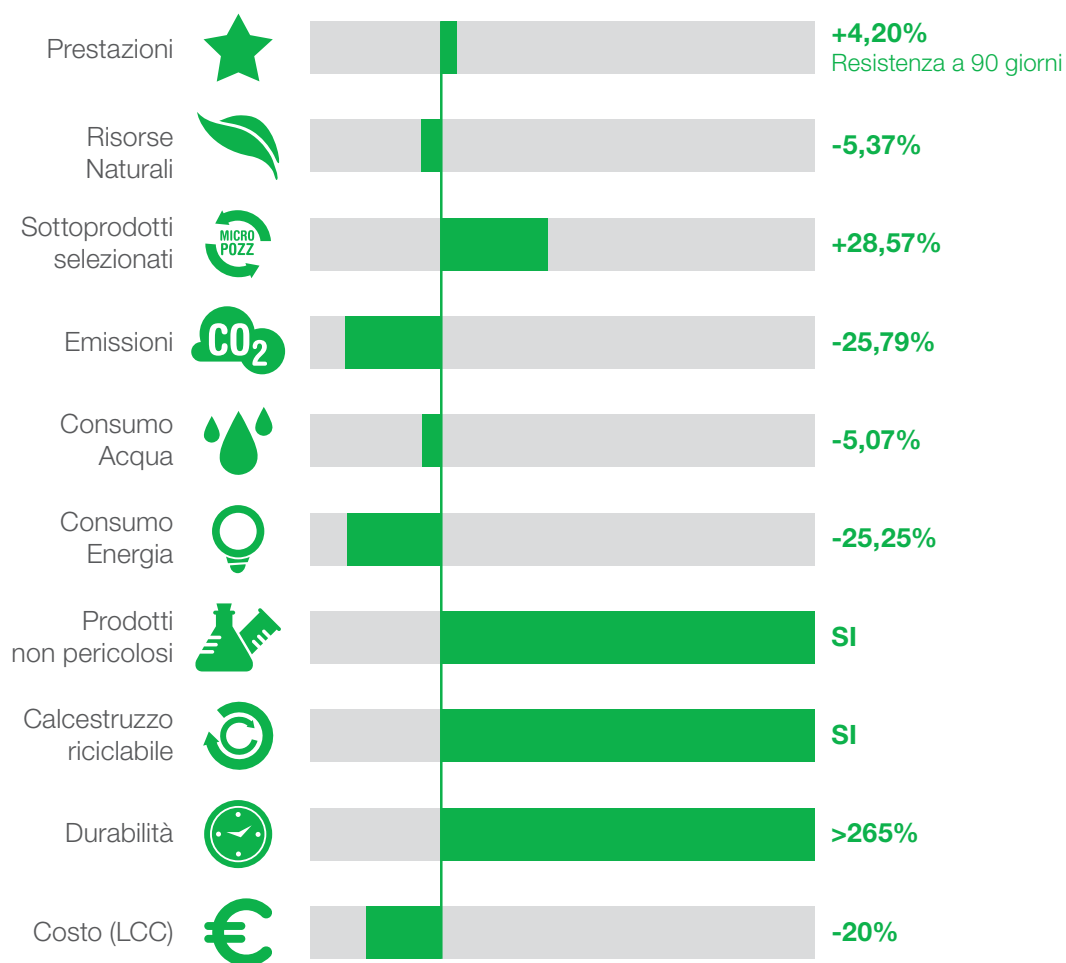
CALCESTRUZZO AD ALTA RESISTENZA C55/67–XD3–S5–D_{max}=32 mm

Tabella 9
Composizione
delle miscele

Miscela	CEM I 42.5R (Kg/m ³)	MICRO- POZZ PFA (Kg/m ³)	PRIMIUM (% su legante)	Additivo tradizionale (% su legante)	Acqua (l/m ³)	Slump (t=0 s) cm
SCA	350	100	1,00	-	160	23
Tradizionale	480	-	-	1,00	170	22

Tabella 10
Principali prestazioni
delle miscele

Miscela	Resistenza a compressione (MPa)		Penetrazione acqua in pressione a 28 giorni (mm)	Coefficiente di Diffusione (m ² /s)	Vita Utile (anni)
	28 giorni	90 giorni			
SCA	71,62	82,10	7	0,40x10 ⁻¹²	>300
Tradizionale	71,03	78,79	10	1,37x10 ⁻¹²	82



ESEMPI APPLICATIVI

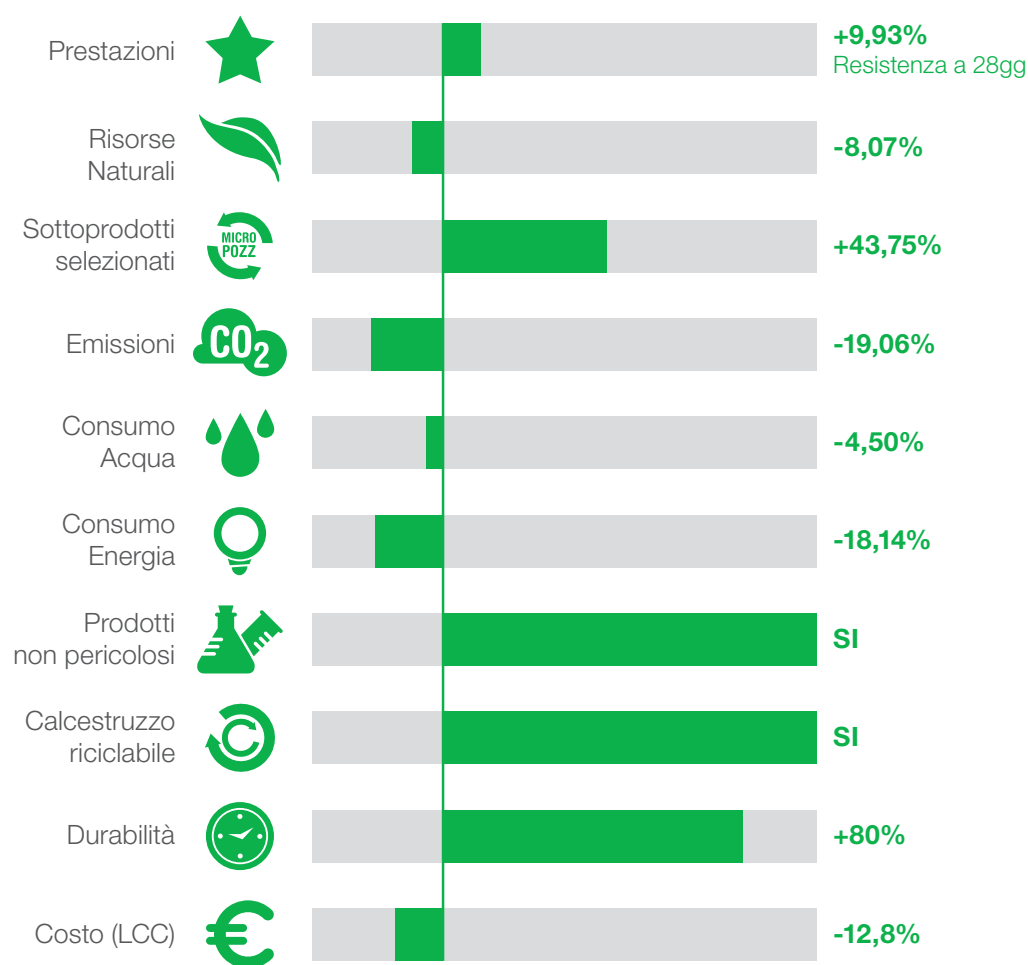
CALCESTRUZZO SCC C40/50 – XC4 – D_{max}=16 mm

Miscela	CEM I 42.5R (Kg/m ³)	MICRO- POZZ PFA (Kg/m ³)	Filler Calcareo (% su legante)	PRIMIUM (% su legante)	Additivo tradizionale (% su legante)	Acqua (l/m ³)	Flow (t=0 s) mm
SCA	320	140	-	1,20	-	170	660
Tradizionale	400	-	100	-	1,20	175	630

Miscela	Resistenza a compressione (MPa)		Penetrazione acqua in pressione a 28 giorni (mm)	Coefficiente di Carbonatazione (mm/anni ^{1/2})	Vita Utile (anni)
	28 giorni	90 giorni			
SCA	59,88	68,09	10	2,24	180
Tradizionale	54,47	59,91	21	3,00	100

Tabella 11
Composizione
delle miscele

Tabella 12
Principali prestazioni
delle miscele





LA NOSTRA MISSIONE

FORNIRE TECNOLOGIA E VALORE ALL'INDUSTRIA DELLE COSTRUZIONI,
ATTRAVERSO L'INNOVAZIONE ED UN APPROCCIO DI SISTEMA.

INNOVAZIONE

Puntare sulla qualità e innovazione dei propri prodotti, tecnologie e servizi per distinguersi e consolidare la propria immagine.

Garantire attraverso comportamenti consapevoli la sostenibilità ambientale dei propri prodotti.

SISTEMA

Comprendere e soddisfare le esigenze del cliente attraverso l'ottimizzazione dei propri processi elevando così il livello di competitività ed espandendo le opportunità.

Adottare la cultura della prevenzione riducendo qualunque forma di rischio riferita alla qualità del prodotto o dell'inquinamento dell'ambiente.



Created by: Marketing - General Admixtures S.p.A. | Graphic design: Paolo Celotto | Photo: Archivio General Admixtures S.p.A.

REV.04 09/03/2026



Azienda certificata per la Gestione dei Sistemi Qualità e Ambiente conformi alle norme UNI EN ISO 9001 e 14001

Certified company for Quality and Environmental System Management according to standards UNI EN ISO 9001 and 14001



General Admixtures S.p.A.

Via delle Industrie n. 14/16
31050 Ponzano Veneto (TV) | ITALY
T. + 39 0422 966911 | info@gageneral.com

Unità produttiva: Via dell'Industria n. 33
26016 Spino d'Adda (CR) | ITALY
T. + 39 0373 980391 | antebiago@gageneral.com

www.gageneral.com | www.antebiago.it

