

I vantaggi della sostenibilità delle strutture in calcestruzzo



Federbeton

Federazione delle associazioni della filiera del cemento e del calcestruzzo armato

COPYRIGHT:

Traduzione e pubblicazione: FEDERBETON, Novembre 2009

Editore: PUBBLICAMENTO S.r.l.

Tutti i diritti sono riservati.

La riproduzione e la trasmissione in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo, elettronico o meccanico, comprese fotocopie, registrazioni o altro tipo di sistema di memorizzazione o consultazione dei dati sono assolutamente vietate senza previo consenso scritto di FEDERBETON.

Pubblicazione originale:

European Concrete Platform ASBL a cura di: Jean-Pierre Jacobs 1050 Brussels, Belgio

Grafica a cura di: Geert Joostens bvba JO-OP

Stampato da: The European Concrete Platform ASBL

La European Concrete Platform dichiara che tutte le informazioni contenute nel presente testo sono corrette e aggiornate al momento della sua pubblicazione e sono riportate in buona fede.

La loro divulgazione non comporta alcuna responsabilità per i soci dell'associazione. Nonostante gli sforzi compiuti in tal senso la European Concrete Platform non garantisce l'esattezza e l'eshaustività delle informazioni. Eventuali errori, se segnalati, saranno tempestivamente corretti.

Il presente testo riflette le opinioni degli autori, e la European Concrete Platform non si assume la responsabilità di quanto riportato. Tutte le indicazioni e le informazioni fornite dalla European Concrete Platform sono destinate a coloro che sono in grado di valutare il significato e i limiti del contenuto dell'opera, e di assumersi la responsabilità della loro applicazione pratica. Non si assume, pertanto, alcuna responsabilità (neppure per casi di negligenza) per eventuali danni derivanti da tali indicazioni o informazioni.

I lettori devono essere consapevoli del fatto che tutte le pubblicazioni edite dalla European Concrete Platform sono soggette a revisione periodica e, pertanto, sono tenuti ad accertare che la versione in loro possesso sia la più recente.

PREFAZIONE:

La sostenibilità rappresenta il cuore del costruire e del progettare. Utilizzare un approccio sostenibile nel costruire apporta una serie di benefici ambientali, sociali ed economici permanenti ad un progetto di costruzione. Secondo questa prospettiva, il calcestruzzo raggiunge come materiale da costruzione proprietà facilmente valutabili che limitano l'impatto di un edificio o di un'infrastruttura nei confronti di ciò che li circonda.

INDICE:

RINGRAZIAMENTI	1
PREFAZIONE	2
1. Il calcestruzzo nelle costruzioni	3
1.1. Conseguire un'edilizia sostenibile con il calcestruzzo	3
1.1.1. I benefici del calcestruzzo nell'edilizia sostenibile	3
1.1.2. Le strutture in calcestruzzo eco-efficienti	4
1.1.3. EPD le dichiarazioni ambientali di prodotto	7
1.2. Estetica e architettura	7
2. Processo di produzione del calcestruzzo e dei prodotti in calcestruzzo	9
2.1. Estrazione e produzione delle principali materie prime	9
2.1.1. Cemento	9
2.1.2. Aggregati	12
2.1.3. Additivi	14
2.1.4. L'acciaio per l'armatura	16
2.2. L'utilizzo di materie prime secondarie	17
2.2.1. Le aggiunte nel calcestruzzo	17
2.2.2. Aggregati riciclati	18
2.3. Il processo di produzione	18
2.3.1. Esempi	20
2.3.2. Il trasporto	21
2.4. Gli aspetti sociali della produzione del calcestruzzo	22
2.4.1. Il governo della sicurezza attraverso la responsabilità sociale aziendale	22
3. Il valore di una struttura in calcestruzzo sicura, salubre e confortevole	24
3.1. La scelta migliore per un benessere termico	24
3.2. Un'elevata qualità dell'aria negli ambienti chiusi	26
3.2.1. Il calcestruzzo come barriera per l'aria	26
3.3. Il calcestruzzo per un edificio resistente, solido e sicuro	27
3.3.1. La resistenza del calcestruzzo e la stabilità strutturale	27
3.3.2. Fornisce in modo naturale una protezione e una sicurezza contro gli incendi	27
3.3.3. Resiste ad eventi estremi esterni	28
3.4. Utilizzato per isolare dal rumore e proteggere dalle vibrazioni	28
4. Le proprietà ambientali delle infrastrutture di calcestruzzo durante l'uso	30
4.1. I benefici di un ciclo di vita completo per un edificio in calcestruzzo	30
4.2. Gli edifici energeticamente efficienti	31
4.2.1. La direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia (EPBD)	31
4.2.2. I risparmi energetici nel riscaldamento e nel raffrescamento	32
4.3. Un materiale da costruzione non inquinante	33
4.3.1. Emissioni nel suolo e nell'acqua	33
4.3.2. Emissioni nell'aria degli ambienti chiusi	34
5. Gli aspetti economici delle strutture in calcestruzzo	35
5.1. La vita di servizio delle strutture in calcestruzzo o degli edifici	35
5.2. Il calcestruzzo una soluzione per un'edilizia abitativa alla portata di tutti	36
5.3. Adattabilità degli edifici	37
5.4. Costi limitati di riparazione e manutenzione	38
6. Il fine vita	39
6.1. Demolizione, riuso e riciclaggio	39
Allegati	41
Glossario dei termini	42
Bibliografia	44
Siti web	45
Breve storia del calcestruzzo	46

RINGRAZIAMENTI:

Questa pubblicazione è stata scritta e pubblicata originariamente nel 2007 dall'Environmental Working Group di Betonikeskus ry in Finlandia, con il titolo "Le proprietà ambientali delle strutture in calcestruzzo" (Environmental properties of concrete structures).

Si ringraziano Laetitia Dévant per il lavoro svolto nell'europizzare la pubblicazione, l'English Centre per la traduzione in lingua inglese, la British Precast (in particolare Martin Clarke e Chrissie Walton), Gillian Bond e Brian O'Murchu per la loro revisione, e Geert Joostens per l'ispirazione e la perspicacia del progetto. Vogliamo inoltre ringraziare tutte le persone della European Concrete Platform ASBL che hanno reso possibile la realizzazione di questo progetto grazie al loro contributo.

FEDERBETON ringrazia inoltre l'ingegner Fabio Miseri e l'AI TEC (l'Associazione Italiana Tecnico Economica del Cemento) per il contributo fornito alla realizzazione della versione in lingua italiana.

Prefazione

Un materiale da costruzione affidabile, universale, durevole e versatile come il calcestruzzo, che può durare per secoli, può contribuire a creare un ambiente più sicuro per le generazioni presenti e future.

Il calcestruzzo può offrire molto. Come materiale da costruzione, può emulare l'idea della pietra tradizionale o alternativamente può essere utilizzato per creare edifici moderni e contemporanei.

Possono essere realizzati progetti complessi e innovativi ad un costo accessibile, senza gravare eccessivamente sull'ambiente.

Una combinazione unica di proprietà funzionali ed estetiche fa sì che il calcestruzzo sia il materiale da costruzione più utilizzato al mondo. Il calcestruzzo è ormai ampiamente radicato nella nostra vita quotidiana.

L'impegno sociale del settore verso la "Responsabilità di Prodotto" fa sì che la filiera del calcestruzzo promuova attivamente quegli obiettivi che permettono di sviluppare un modo di costruire più sostenibile, orientato a sviluppare una presa di coscienza pubblica.

Utilizzare i materiali in modo responsabile è una delle maggiori sfide dei nostri giorni.

Attraverso la ricerca in corso e la collaborazione con le autorità competenti, l'industria del calcestruzzo sta migliorando le sue performance, particolarmente in termini di produzione più pulita e di specifiche di prodotto nuove e perfezionate.

L'edilizia sostenibile è stata identificata come uno dei mercati di riferimento dall'Unione Europea (UE). Pertanto il settore dell'edilizia è stato coinvolto per realizzare costruzioni di elevata qualità per i cittadini europei e in egual misura per le imprese, che siano in grado di accrescere la qualità della vita, le condizioni di lavoro e ridurre l'impatto sull'ambiente.

L'industria del calcestruzzo si mostra particolarmente sensibile alle preoccupazioni relative ai cambiamenti climatici e all'efficienza energetica.

Secondo quanto evidenziato dalla Direttiva sul Rendimento Energetico nell'Edilizia (2002/91/EC) "il settore residenziale e il terziario, che è costituito per la maggior parte da edifici, pesano per oltre il 40% sul consumo di energia finale dell'Unione Europea che è in crescita, con un trend legato all'aumento dei consumi, determinando un conseguente aumento di emissioni di anidride carbonica".

Grazie alle proprietà della massa termica, un edificio in calcestruzzo è in grado di consumare dal 5 al 15% in meno di energia per il riscaldamento rispetto ad un edificio equivalente realizzato con materiali leggeri.

La lunga vita di servizio di un edificio in calcestruzzo accresce ulteriormente la sua eco-efficienza.

Valutare la sostenibilità di un progetto è un lavoro complesso. La chiave del successo è sviluppare un "approccio olistico" che tenga in opportuna considerazione ogni singolo aspetto delle performance dell'infrastruttura.

Nell'edilizia, per esempio, grazie all'elevata vita di servizio delle strutture in calcestruzzo, la loro fase di utilizzo è molto più importante rispetto alle fasi di costruzione e smaltimento.

Tuttavia, senza dimenticare questi ultimi due aspetti (capitoli 2 e 6), questa pubblicazione si focalizza sui "tre pilastri" dell'edilizia sostenibile, ovvero gli aspetti sociali (capitolo 3), ambientali (capitolo 4) ed economici (capitolo 5) della fase di utilizzo di un edificio.

Questa pubblicazione si rivolge a un pubblico esteso che va dai professionisti delle costruzioni agli utilizzatori finali e si pone l'obiettivo di informare e di divulgare i vantaggi dell'utilizzo del calcestruzzo e l'enorme contributo che il settore sta fornendo per vincere la sfida globale di uno sviluppo sostenibile.

1 IL CALCESTRUZZO NELLE COSTRUZIONI

1.1. Conseguire un'edilizia sostenibile con il calcestruzzo

Il calcestruzzo è un materiale essenziale per l'umanità con un consumo mondiale stimato tra i 21 e 31 miliardi di tonnellate nel 2006¹, e risulta essere la seconda sostanza più utilizzata al mondo dopo l'acqua².

Difficile immaginare oggi un mondo senza il calcestruzzo!

Il calcestruzzo è fabbricato utilizzando aggregati grezzi (ghiaia o rocce frantumate), aggregati fini (sabbia), acqua, cemento e sostanze aggiunte nella miscela.

Questi materiali sono generalmente disponibili localmente, in grandi quantità e possono essere sostituiti utilizzando aggregati prodotti da calcestruzzo riciclato.

Materiali di scarto derivanti dalle lavorazioni del ciclo industriale di altri settori possono essere utilizzati nelle miscele come additivi, come ad esempio loppa, ceneri volanti e fumi di silice.

Il calcestruzzo è uno dei materiali da costruzione più sostenibili se si considera sia l'energia utilizzata durante la fase di produzione che le proprietà insite nella fase di utilizzo.

Il settore del cemento e del calcestruzzo hanno unito le forze per ridurre l'impatto ambientale, migliorando le tecniche di produzione, puntando all'innovazione e all'ottimizzazione delle specifiche di prodotto.

1.1.1. I benefici del calcestruzzo nell'edilizia sostenibile

La Commissione Europea ha identificato l'edilizia sostenibile come uno dei mercati di riferimento per il futuro.

Recenti studi hanno dimostrato che gli edifici utilizzano gran parte dell'energia consumata in tutta l'Unione Europea, producendo di conseguenza quasi il 40% delle emissioni di gas serra durante il loro ciclo di vita.

Il settore delle costruzioni può e deve migliorare questo fenomeno puntando sull'innovazione e sulla tecnologia.

Lo sviluppo sostenibile viene comunemente definito come “lo sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere l'abilità delle generazioni future di poter soddisfare i propri”³, ed è un concetto che raggruppa valori ambientali, economici e sociali spesso definiti i “tre pilastri della sostenibilità”.

Nella conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo (UNCED) che si è svolta a Rio de Janeiro dal 3 al 14 giugno del 1992, ai “tre pilastri” è stata assegnata la stessa importanza ed è proprio la considerazione dell'unione di questi tre pilastri che ci spinge ad avere una visione più olistica sulle valutazioni.

Questo aspetto è stato preso in considerazione, a livello europeo, dal comitato tecnico del CEN, il TC350, che ha incluso i fattori economici e sociali nella definizione di edilizia sostenibile.

La salvaguardia dell'ambiente è fondamentale per creare una “società sostenibile” così come le costruzioni, che richiedono l'utilizzo di risorse naturali. La conoscenza e la consapevolezza durante la fase di costruzione e un'attenta gestione dell'energia utilizzata durante il ciclo di vita di un edificio, permettono di ottenere dei risparmi significativi di energia e una riduzione delle emissioni di CO₂, garantendo nel contempo la qualità dell'edificio, la sicurezza ed il comfort dei suoi occupanti.

Lo scopo dell'edilizia sostenibile è infatti la “creazione e gestione responsabile di una sana considerazione dell'ambiente basata su risorse efficienti e principi ecologici”⁴.

Il settore europeo delle costruzioni, sta sviluppando le migliori strategie per mitigare l'impatto sull'ambiente chiedendo l'applicazione diretta di principi concordati quali:

- Il miglioramento delle proprietà ambientali dei propri prodotti riducendo i rischi ambientali.

¹ WORLD BUSINESS COUNCIL ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT, Concrete Recycling - A Contribution to Sustainability, Draft version, 2008

² ISO, ISO/TC 71, Business Plan, Concrete, Reinforced concrete and pre-stressed concrete, 08/07/2005

³ BRUNDTLAND G., Our Common Future: The World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford, 1987

⁴ KIBERT C., First International Conference

1 IL CALCESTRUZZO NELLE COSTRUZIONI

- La creazione di benefici per la società.
- Il miglioramento della sicurezza delle persone.
- L'essere preparati a recepire le imminenti legislazioni previste nell'area ambientale, economica e sociale.
- Una maggiore responsabilità nei confronti della società.
- Un'effettiva riduzione dei costi.
- Un miglioramento dell'immagine del settore.

Il settore del calcestruzzo ha pienamente colto la sfida: ha adottato il pensiero del ciclo di vita e si è prefissato numerosi obiettivi sostenibili per migliorare la durabilità, la sicurezza e gli aspetti delle costruzioni in calcestruzzo. Ma non solo. Ha concordato di utilizzare le materie prime in modo efficiente, conservando l'energia negli edifici e nei processi, promuovendo la riciclabilità e tutelando la sicurezza occupazionale del personale.

Alcune associazioni, come ad esempio la British Precast Concrete Federation⁵, hanno pubblicato uno statuto sulla sostenibilità che incoraggia le parti contraenti a migliorare le proprie performance, integrando progressivamente il "pensiero sostenibile" all'interno di ogni aspetto del processo produttivo.

1.1.2. Le strutture in calcestruzzo eco-efficienti

Una struttura in calcestruzzo eco-efficiente è quella dove:

- L'impatto ambientale totale è stato minimizzato durante l'intero ciclo di vita.
- La struttura è stata progettata e costruita correttamente per soddisfare l'utilizzo per cui è stata ideata.

E dove

- I materiali sono fabbricati con un impatto ambientale ridotto.
- Il cemento è prodotto utilizzando le moderne tecniche produttive, riciclando materie prime e utilizzando energia prodotta da fonti alternative.
- Il calcestruzzo usa il minor quantitativo di cemento per ottenere i requisiti richiesti di resistenza e durabilità.

L'approccio basato sul ciclo di vita è il metodo standardizzato per identificare e valutare gli effetti ambientali dei prodotti da costruzione (estrazione, lavorazione, trasporto, utilizzo, manutenzione e smaltimento).

Esistono vari modi per ottimizzare l'efficienza ecologica e l'economia del ciclo di vita di un progetto in calcestruzzo, come ad esempio il riciclare o l'utilizzare sottoprodotti di scarto derivanti da altri processi industriali durante la fabbricazione, o l'impiegare strategie di progettazione adeguate, che sfruttino le proprietà termiche del calcestruzzo.

Gli edifici dovrebbero inoltre essere progettati anche in modo tale che possa essere facilmente effettuata sia la manutenzione che la ristrutturazione.

A) EDIFICI

Il calcestruzzo è un materiale da costruzione consolidato che è utilizzato per realizzare edifici in tutta Europa, un'area geografica dove si stima che le persone trascorrono circa il 90% del proprio tempo al loro interno⁶.

Questo sottolinea la rilevanza degli edifici nella vita di ogni giorno e l'importanza dell'attenzione che deve essere posta sui materiali da costruzione quando si deve operare una scelta di lungo termine, con conseguenze di vasta portata.

Sul mercato è disponibile un'ampia gamma di prodotti di calcestruzzo che oltre ad essere economici possono essere utilizzati per rendere la vita di ogni giorno più salubre, sicura e confortevole.

⁵ <http://www.britishprecast.org>

⁶ FRANCHI M., Towards Healthy Air Dwellings in Europe, The THADE report, EFA Project 2002-2004, 2004.

1 IL CALCESTRUZZO NELLE COSTRUZIONI

Generalmente il calcestruzzo viene utilizzato negli edifici per:

- I solai.
- Le strutture (ad esempio travi, pilastri, solai).
- Pareti interne ed esterne, inclusi pannelli, blocchi o elementi decorativi con un'ampia gamma di colori e finiture.
- Tegole per tetti.
- Pavimentazioni per giardini (lastre o masselli che possono essere considerati virtualmente eterni per questo tipo di applicazione).

Il “calcestruzzo normale” è utilizzato costantemente nella costruzione di edifici industriali, commerciali e nei progetti infrastrutturali.

Questo tipo di calcestruzzo è forte e durevole, resiste al fuoco, presenta buone caratteristiche di isolamento acustico, di assorbimento delle vibrazioni e di capacità termica, grazie alla sua “massa termica”.

Il “calcestruzzo leggero”, come i muri realizzati con blocchi di calcestruzzo, è principalmente utilizzato nella costruzione di case e appartamenti.

Grazie alle loro specifiche proprietà, i blocchi di calcestruzzo utilizzati per la realizzazione di pareti divisorie, non richiedono l'applicazione di ulteriori sistemi per la protezione dal rumore o dal fuoco.

Per gentile concessione di TORHO S.A. (Barcellona, Spagna)



Gli edifici costruiti in calcestruzzo possono essere progettati con una molteplicità di soluzioni che si armonizzano con l'ambiente.



Foto: Fin Serck-Hanssen.

B) INFRASTRUTTURE

Il calcestruzzo è un materiale idoneo per la realizzazione di infrastrutture di ingegneria civile perché resiste all'umidità e alla variazione delle condizioni meteorologiche, all'usura meccanica, alla rottura e alle temperature elevate.

Il calcestruzzo è inoltre in grado di assorbire il rumore, di ridurre la fluttuazione della temperatura interna degli edifici, di fornire protezione nei confronti di differenti tipologie di radiazioni e dalla crescita del livello dei mari.

A seguito dei cambiamenti climatici, in Europa, si sono verificati diversi tipi di eventi catastrofici.

La maggior frequenza con cui si verificano condizioni climatiche estreme come inondazioni, tempeste, condizioni esasperate di caldo e siccità, dipende in gran parte dalle attività dell'uomo. Le recenti inondazioni nel Regno Unito sono state causate dalla combinazione di diversi fattori come ad esempio la saturazione del suolo, la pavimentazione di aree e lo sviluppo urbano in aree non adatte. In futuro potrebbe essere necessario dover intervenire sulle infrastrutture per poter contrastare le nuove condizioni ambientali.

Il calcestruzzo è il materiale ideale per difendersi dalle inondazioni e dalla crescita del livello dei mari.

La durabilità e la resistenza insita nel calcestruzzo, possono proteggere gli edifici dagli effetti più disastrosi dovuti ai cambiamenti climatici. La costruzione e il puntellamento delle dighe di New Orleans negli USA è un tipico esempio di come l'utilizzo del calcestruzzo possa difenderci da eventi climatici estremi.

La capacità di recupero del calcestruzzo nel confronto degli effetti delle inonda-

7 THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, Evidence of Human-caused Global Warming “Unequivocal” <http://unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=499&ArticleID=5506&l=en#>

1 IL CALCESTRUZZO NELLE COSTRUZIONI

zioni, rappresenta il suo vantaggio principale quando si costruisce in territori a rischio.

I sistemi di drenaggio sostenibili, come ad esempio le pavimentazioni in calcestruzzo permeabili all'acqua, riducono i potenziali effetti di allagamento nei nuovi insediamenti urbani e in quelli esistenti, contribuendo a proteggere e ad accrescere la qualità delle falde freatiche.

Le barriere di sicurezza in calcestruzzo vengono oggi utilizzate in tutte le autostrade del Regno Unito. Sono progettate per cercare di raggiungere un livello di efficienza tale da evitare la manutenzione durante tutto il ciclo di vita, pari a circa 50 anni. Per gentile concessione di Britpave.



Altre applicazioni infrastrutturali del calcestruzzo sono:

- Strade, ponti, barriere di sicurezza stradale, tunnel e barriere fonoassorbenti. La costruzione di pavimentazioni stradali in calcestruzzo offre numerosi vantaggi, specialmente all'interno dei tunnel, dove in caso di incendio si possono raggiungere temperature molto elevate (maggiori di 1.000°C) e l'incendio stesso può potenzialmente protrarsi per ore. Un esempio è l'incendio della galleria del Monte Bianco nel 1999 in Francia: la combustione è durata per 53 ore con temperature di 1.000°C, un disastro che ha causato la morte di 39 persone e danneggiato molti veicoli. Il calcestruzzo è il materiale d'elezione per le pavimentazioni stradali in galleria perché è incombustibile, non rilascia emissioni nocive durante l'incendio e garantisce la massima sicurezza alle persone, alle attrezzature e ai dintorni.
- Centrali elettriche, molte delle quali utilizzano e immagazzinano combustibili nucleari potenzialmente dannosi, sono costruite quasi interamente in calcestruzzo per motivi di incolumità e sicurezza.
- Altre applicazioni industriali comuni come silos, serbatoi di stoccaggio e per il trattamento delle acque e sistemi per la cattura dei fluidi.
- In agricoltura dove il calcestruzzo è stato molto utilizzato per costruire gli enormi serbatoi per la raccolta della melma degli scarichi degli animali, grazie alle politiche di sostegno messe in campo dal Parlamento Europeo sotto il controllo del "Farmyard Pollution Scheme".



L'esempio della Sillogue Water Tower di Dublino. Per gentile concessione di P.H.Mc Carthy Engineers, Dublino, Irlanda.

Il calcestruzzo prefabbricato è spesso utilizzato per le turbine eoliche. Le sue elevate caratteristiche di resistenza alle condizioni meteorologiche e la sua rigidità intrinseca aiutano a realizzare una struttura stabile e resiliente che genera elettricità, che è una risorsa rinnovabile. Per gentile concessione di British Precast.



8 THE EUROPEAN CONCRETE PLATFORM, Migliorare la sicurezza antincendio in galleria: la soluzione delle pavimentazioni in calcestruzzo, aprile 2004. (www.federbeton.it)

1 IL CALCESTRUZZO NELLE COSTRUZIONI

1.1.3. EPD le dichiarazioni ambientali di prodotto,

Alla fine degli anni '90, i professionisti del settore delle costruzioni e gli utilizzatori finali, hanno iniziato a richiedere maggiori informazioni ambientali sui prodotti da costruzione, come ad esempio quali tipi di materie prime utilizzavano, il consumo energetico e le relative emissioni.

L'industria ha risposto a questa esigenza attraverso le dichiarazioni ambientali di prodotto (EPDs: Environmental Product Declarations), che permettono di comunicare le performance del prodotto in un modo credibile e comprensibile.

Come già menzionato precedentemente, i "tre pilastri" dell'edilizia sostenibile devono essere tenuti in opportuna considerazione quando si effettua una valutazione integrata delle performance di un edificio.

Insieme con l'aspetto ambientale, devono essere considerate anche la responsabilità sociale (salute, confort e sicurezza) e gli aspetti di crescita economica (la disponibilità, la stabilità di valore nel tempo).

1.2. Estetica e architettura

Oggi giorno molte istituzioni governative e società multinazionali vogliono avere degli edifici di riferimento che rappresentino l'immagine dell'istituzione o della società.

Molto spesso il materiale richiesto per la loro costruzione è il calcestruzzo perché è in grado di combinare funzionalità e praticità con la modernità e con la capacità di esprimere forme complesse e dinamiche.

Il calcestruzzo è l'essenza della stabilità e delle prestazioni, un materiale con illimitate possibilità.

Il calcestruzzo è un materiale simile alla pietra che in pratica può assumere ogni forma o fattezze.

L'Academic Biomedical Cluster, dell'Università di Utrecht, in Olanda tende ad essere un edificio modesto, intelligente e sostenibile che utilizza al massimo le caratteristiche di larghezza della facciata esposta a sud. La struttura bubbledeck le facciate a vetri (approssimativamente 430 pannelli) permettono alla luce indiretta del sole di penetrare nell'edificio. La struttura è visibile attraverso l'edificio e connette gli spazi pubblici dei due piani inferiori con i servizi didattici posizionati nei tre piani superiori. Per gentile concessione di Photography© Christian Richters, Architetto: EEA architecten, Erick van Egeraat



La capacità del calcestruzzo di realizzare travi molto lunghe, può essere utilizzata per realizzare ampi spazi aperti, ideali per la sistemazione di uffici o negozi. Alle travi e ai pilastri può poi essere conferita elevata snellezza grazie al pre-tensionamento dell'acciaio d'armatura.

Possono essere realizzate anche superfici colorate e particolari tessiture a costi molto competitivi.

Dal punto di vista dei progettisti il calcestruzzo può essere utilizzato per creare innumerevoli forme. Edifici con ampie curvature come ad esempio la Sidney Opera House, la chiesa Dives in Misericordia di Roma, la Sagrada Familia di Barcellona e la chiesa di Le Corbusier a Ronchamp mostrano l'aspetto gradevole e la flessibilità del calcestruzzo.

Il linguaggio del calcestruzzo può essere sia lirico che concreto e la sua plasticità può essere utilizzata come punto di partenza per temi grafici o scultorei. Il caleidoscopio di soluzioni è pressoché infinito.

Come materiale funzionale ed economico, il calcestruzzo è stato utilizzato per anni per essere nascosto dalle finiture o semplicemente come fondamenta per supportare un intero edificio.

Tuttavia, recentemente, il calcestruzzo ha trovato una propria forma creativa, un proprio linguaggio, una propria identità e una propria capacità di espressione.

1 IL CALCESTRUZZO NELLE COSTRUZIONI

E' negli anni '80 che sono iniziati i primi studi che hanno permesso lo sviluppo della maggior parte dei nuovi utilizzi del calcestruzzo.

Grazie alla collaborazione tra architetti ed esperti delle tecnologie del calcestruzzo, sono state migliorate, in modo molto rapido, le tecniche per la costruzione e la finitura del calcestruzzo.

Grazie ai grandi progressi conseguiti e al continuo successo nello sviluppo del calcestruzzo come materiale architettonico espressivo, questo ha fatto sì che oggi l'enfasi sia fortemente focalizzata sul miglioramento dei costi del ciclo di vita e sulla riduzione dell'impatto ambientale.

Oggi, il calcestruzzo non è più solo limitato alla costruzione di edifici e infrastrutture.

In combinazione con arte, tecnologia, progettazione e capacità produttiva, il calcestruzzo è attualmente in voga anche come materiale di arredamento per cucine, bagni, ecc., grazie alla sua capacità di essere facilmente preparato, colorato, conformato e levigato.

La ricerca e lo sviluppo sono attualmente focalizzati sull'isolamento acustico, sulla tecnologia dell'umido, sull'impatto ambientale, sulla flessibilità delle soluzioni strutturali e sull'aspetto e le finiture.

Sono stati realizzati sviluppi anche nell'area del calcestruzzo colorato, mettendo a disposizione un'elevata libertà di progettazione basata sulla tecnologia e sui software.

Sono state fatte indagini su vari tipi di facciate ventilate come possibili soluzioni che permettono una progettazione senza limitazioni di giunti con ampie superfici.



La Grande Arche, Parigi. Architetto: Johann Otto von Spreckelsen; Sistema di costruzione: rivestimento in marmo; Completato da Paul Andreau. Per gentile concessione del Concrete Centre.



Gli interni di un negozio con scale e colonne in cemento. Per gentile concessione del Concrete Centre.



Edificio residenziale, vincitore di un premio per la facciata. Finlandia.



La chiesa Dives in Misericordia di Roma dell'architetto Richard Meier, per gentile concessione di Italcementi.

Le tecniche grafiche del calcestruzzo offrono maggiore potenzialità per la realizzazione di una facciata. Muro di facciata in Germania. Copyright: Betonmarketing Süd, 2004 (Foto: Guido Erbring)



2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

2.1. Estrazione e produzione delle principali materie prime

2.1.1. Cemento

Il cemento è un legante idraulico che si presenta sotto forma di polvere finissima inorganica e non metallica.

È un legante in quanto ha la capacità di legare degli elementi solidi inerti (es. sabbia, ghiaia); è idraulico in quanto indurisce (fa presa) combinandosi con l'acqua.

L'impiego principale del cemento è nella produzione del calcestruzzo, con la funzione di legante, che unisce insieme gli altri ingredienti del calcestruzzo.

Generalmente rappresenta il 12% in peso sul totale della miscela del calcestruzzo.

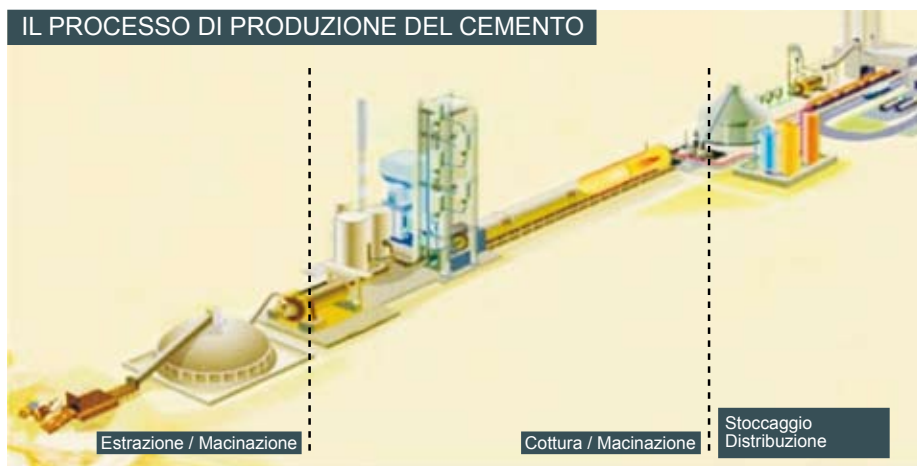
Esistono 27 tipi diversi di cementi comuni che possono essere raggruppati in cinque categorie generali e in tre classi di resistenza: ordinaria, elevata e molto elevata.

Esistono anche alcuni cementi speciali come ad esempio i cementi resistenti ai solfati, i cementi a bassa emissione di calore e i cementi calcio alluminosi.

L'industria del cemento dei 27 paesi dell'Unione Europea produce attualmente circa 270 milioni di tonnellate di cemento all'anno.

Gli stabilimenti per la produzione di cemento (i cementifici) si trovano generalmente in prossimità di cave che sono in grado di produrre sufficienti quantitativi di materie prime da cui sono estratti i costituenti di base del cemento (calcare e argilla).

Il processo di produzione del cemento è generalmente realizzato attraverso 2 fasi.



La prima permette di produrre del clinker dalle materie prime attraverso l'utilizzo dei seguenti processi: a secco, a umido, a semisecco o a semiumido, definiti così in funzione dello stato in cui si trovano le materie prime utilizzate.

Durante la seconda fase il cemento viene prodotto dal clinker.

Durante la prima fase del processo produttivo, le materie prime sono fornite grezze, macinate e omogeneizzate in un miscelatore che alimenta un forno a rotazione, un tubo di lunghezza variabile tra i 60 e i 90 metri e con un diametro che può giungere fino a 6 metri.

Il forno è riscaldato, attraverso un bruciatore interno, con una fiamma che raggiunge i 2000°C di temperatura.

Il forno è leggermente inclinato per permettere al materiale di muoversi lentamente fino all'altra estremità, dove viene raffreddato rapidamente fino a 100-200°C.

La presenza di quattro ossidi di base nelle giuste proporzioni rende possibile la formazione del clinker: ossido di calcio (65%), ossido di silice (20%), ossido di alluminio (10%) e ossido di ferro (5%).

Quando vengono miscelati per formare la "farina cruda" o un "impasto semiliquido", questi si combinano quando raggiungono una temperatura di circa 1450°C.

La presa idraulica del cemento è determinata dall'idratazione di questi composti. Il prodotto finale di questa fase è chiamato "clinker" ed è immagazzinato all'interno di enormi silos.

La seconda fase è gestita all'interno di un mulino per la macinazione del cemento. Vengono aggiunti al clinker il gesso (solfato di calcio) e eventualmente altri materiali cementizi (come ad esempio la loppa d'alto forno, le ceneri volanti, la pozzolana naturale, ecc.) o aggiunte.

2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

Tutti i costituenti vengono macinati per produrre una polvere fine e omogenea di cemento che è immagazzinata nei silos prima di essere inviata come prodotto sfuso o confezionato in sacchetti.

L'industria del cemento sta continuando ad ottimizzare il quantitativo di clinker utilizzato nel cemento a favore di altri materiali (il rapporto medio tra clinker e altri materiali nei paesi dell'UE è attualmente pari a 0,8).

Sostituire al clinker materiali secondari o prodotti di scarto provenienti da altri cicli industriali, come ad esempio la loppa d'alto forno proveniente dal settore dell'acciaio, le ceneri volanti provenienti dalla combustione del carbone nelle centrali termoelettriche e la pozzolana naturale o il calcare proveniente dalle cave, permette di ridurre le emissioni di CO₂ in funzione della proporzione con cui vengono utilizzati questi materiali.



Stabilimento della Heidelberg Cement di Ketton, Rutland, UK, uno dei cementifici più efficienti in Europa e che produce circa 0,5 milioni di tonnellate di cemento all'anno. Per gentile concessione di Heidelberg.

PROFILO AMBIENTALE DEL CEMENTO

Le emissioni rilasciate da un forno da cemento sono determinate dalle reazioni fisiche e chimiche che avvengono nelle materie prime e dalla combustione. I principali componenti dei gas rilasciati da un forno da cemento sono CO₂ (anidride carbonica), NO_x (ossidi di azoto) e SO₂ (ossido di zolfo).

I gas prodotti contengono anche piccole quantità di cloruri, polveri, fluoruri, ossidi di carbonio e anche piccole quantità di composti organici e metalli pesanti.

La polvere di cemento presente nei gas di uscita dai forni è rimossa mediante l'utilizzo di filtri (normalmente precipitatori elettrostatici o filtri a maniche) e la polvere è immessa nuovamente nel processo.

L'emissione di CO₂ è correlata sia alle materie prime che all'energia immesse nel processo.

La quota parte rilasciata dalle materie prime è prodotta durante la decarbonazione del calcare (CaCO₃) e incide per un 60% sul totale delle emissioni di CO₂.

Quella rilasciata dall'energia è generata direttamente dal combustibile utilizzato ed indirettamente tramite l'energia elettrica utilizzata durante il processo.

Il consumo energetico dell'industria del cemento è stato significativamente ridotto durante gli ultimi 50 anni, grazie al miglioramento delle tecnologie e dei processi utilizzati nei cementifici.

Per alcuni anni il consumo specifico di energia per il clinker è rimasto stabile intorno ai 3.500-3.700 MJ/t clinker.

Ogni tonnellata di cemento che viene prodotta richiede l'utilizzo di 60-130 kg di olio combustibile o di una quantità equivalente di combustibile, in funzione del tipo di cemento e del processo utilizzato.

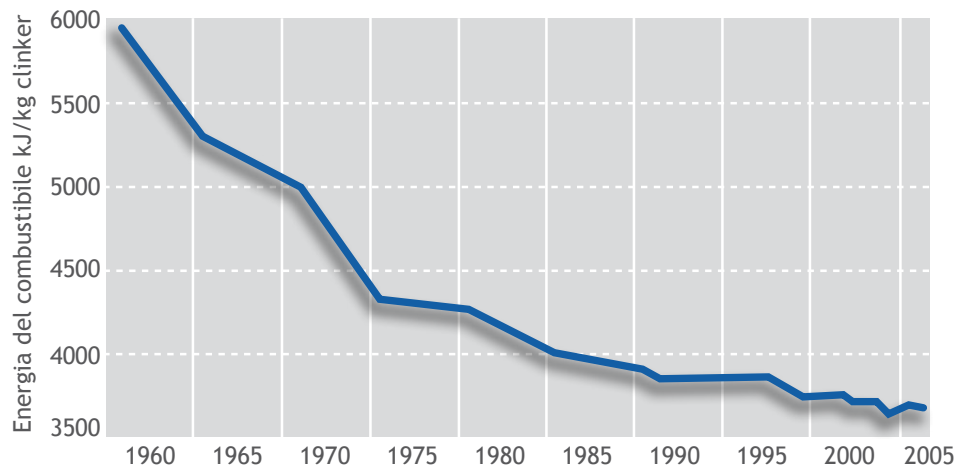
Ogni tonnellata richiede inoltre un consumo medio di 110 kWh di elettricità. La bolletta energetica rappresenta oltre il 25% dei costi di produzione nell'industria del cemento ed è fortemente soggetta alle possibili fluttuazioni dei prezzi dell'energia.

E' per questo che l'industria europea del cemento ha investito molto negli ultimi 40 anni per cercare di ridurre i bisogni energetici del ciclo produttivo (ovvero l'energia richiesta per produrre una tonnellata di cemento).

Attraverso l'adozione dei miglioramenti tecnologici e della razionalizzazione del processo produttivo l'industria del cemento si è ormai avvicinata al limite massimo ottenibile.

2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

Media dell'industria del cemento nella UE



Cembureau dicembre 2007

Produzione di cemento: il grafico rappresenta la riduzione del consumo energetico di combustibile dal 1960 al 2005 (CEMBUREAU).

Nel 1993, uno studio indipendente commissionato dalla Commissione Europea, ha valutato il potenziale per il raggiungimento di miglioramenti al 2,2%.

Informazioni più recenti pubblicate dalla "Cement Sustainability Initiative" (CSI)¹⁰, confermano che le tecnologie attualmente esistenti per la produzione del clinker¹¹, non sono in grado apportare significativi miglioramenti in termini di efficienza energetica. Ulteriori dettagli su questo rapporto possono essere trovati nel sito WEB della "World Business Council for Sustainable Development" (www.wbcsd.org).

E' per questa ragione che l'industria del cemento è fortemente impegnata nello sviluppo dell'utilizzo dei combustibili alternativi.

Infatti l'utilizzo dei combustibili alternativi nella produzione del cemento giova all'ambiente perché preserva l'utilizzo di combustibili fossili non rinnovabili, come ad esempio carbone e olio combustibile.

I combustibili alternativi contribuiscono poi ad abbassare le emissioni globali di CO₂ prevenendo le emissioni di gas serra e il relativo impatto ambientale correlato con la combustione o la messa a discarica dei rifiuti.

L'utilizzo dei combustibili alternativi è una tecnologia ormai ben collaudata e consolidata nella maggior parte dell'industria europea del cemento, con applicazioni che risalgono a più di 20 anni fa.

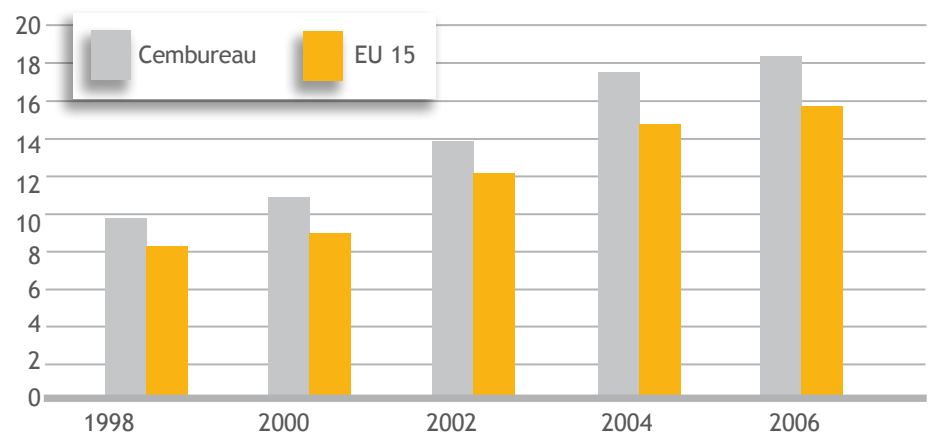
Nel 2006 il volume di rifiuti utilizzati come combustibili alternativi è stato pari a circa 7 milioni di tonnellate. I materiali di scarto utilizzati come combustibili alternativi dall'industria del cemento, includono pneumatici, gomma, farina animale, oli di scarto e combustibile derivato dai rifiuti (CDR)¹².

¹⁰ La "Cement Sustainability Initiative" ha lanciato il suo progetto "Getting the Numbers Right" (GNR) per ottenere dati attuali e abbondanti sulla CO₂ e le performance energetiche del clinker e della produzione del settore a livello regionale e globale, attraverso le società del settore con una presenza a livello mondiale.

¹¹ Clinker, il principale costituente del cemento, è prodotto da materie prime (principalmente calcare e argilla) che sono riscaldate da una fiamma a 2.000 °C in un forno rotante

¹² Per ulteriori informazioni fare riferimento alla pubblicazione CEMBUREAU: Sustainable cement production. CO-processing of alternative fuels and raw materials in the European cement industry scaricabile dal sito www.cembureau.eu o alla versione italiana "Produzione sostenibile del cemento, utilizzo di materie e combustibili alternativi nell'industria europea del cemento", scaricabile dal sito dell'AITEC: <http://www.aitec-ambiente.org/it/ProduzioneSostenibileDelCementoHomePage/tabid/112/Default.aspx>

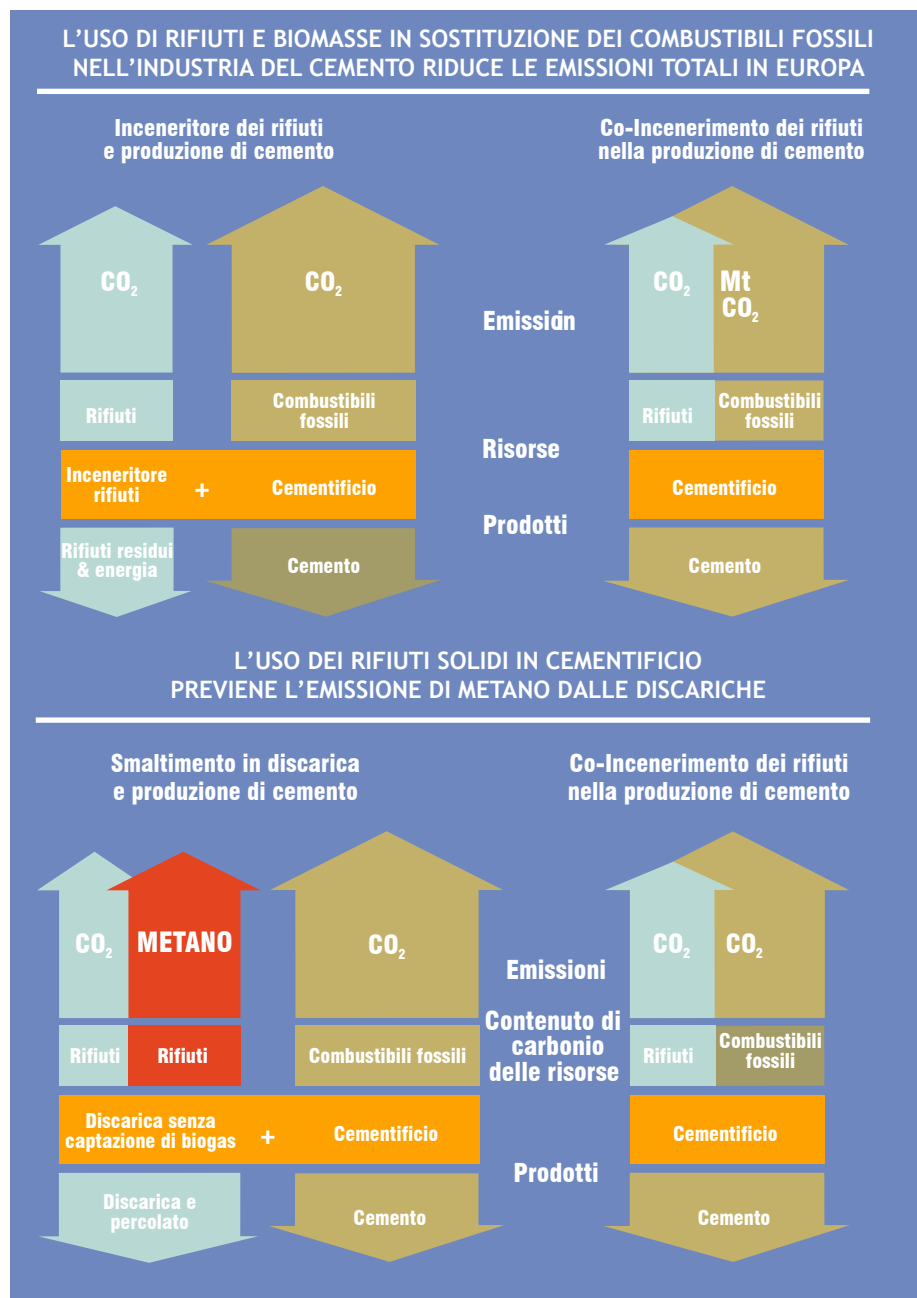
% di combustibili alternativi utilizzati nell'industria del cemento (1998-2006)



Cembureau marzo 2008

L'incremento in 8 anni dell'utilizzo di combustibili alternativi da parte dell'industria del cemento (CEMBUREAU)

2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO



2.1.2. Aggregati

Il settore degli aggregati è rappresentato in Europa da circa 13.500 aziende con 28.000 siti di produzione e 3 miliardi di tonnellate di produzione all'anno. L'Europa fornisce più del 23% della produzione mondiale di sabbia, ghiaia e roccia frantumata.

Come per il settore del calcestruzzo, anche la maggior parte dei siti per la produzione degli aggregati si trovano nelle regioni rurali dove non è facile trovare un impiego.

Quindi il settore degli aggregati sostiene la società europea non solo attraverso l'utilizzo del suo prodotto finale ma anche attraverso il supporto alle comunità locali in cui opera, contribuendo allo sviluppo del benessere in queste aree.

Gli aggregati e i materiali di riciclo ricavati dagli scarti delle costruzioni e dalle demolizioni sono prodotti a costi relativamente bassi e la distanza media di trasporto è pari a meno di 39 km.

Da punto di vista ambientale ed economico, i siti interagiscono solo sui mercati locali. Tra tutti i minerali, gli aggregati sono quelli maggiormente presenti, ad eccezione degli aggregati speciali, come ad esempio quelli che possiedono un elevato valore di resistenza alla levigatura, che però sono essenziali per garantire

2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

un'ottima resistenza allo slittamento delle superfici stradali, riuscendo così a salvare molte vite umane e a ridurre gli incidenti.

Il criterio di selezione principale resta comunque quello dell'origine locale visto che mediamente il prezzo raddoppia se il raggio di spedizione supera i 40 km.

Gli aggregati sono utilizzati principalmente dall'industria delle costruzioni nel modo seguente:

- 400 tonnellate di aggregati per una casa di medie dimensioni
- 3.000 tonnellate di aggregati per una scuola
- 30.000 tonnellate di aggregati per un chilometro di autostrada
- 90.000 tonnellate di aggregati per un chilometro di ferrovia per treni ad alta velocità.

E' evidente che oggi non è possibile costruire senza utilizzare gli aggregati.

L'industria delle costruzioni rappresenta circa 11% del prodotto interno lordo della UE e l'industria degli aggregati è un fornitore importante del settore delle costruzioni dato che questi vengono utilizzati nelle case, negli uffici, nelle scuole, negli ospedali, nelle infrastrutture per i trasporti così come nella desolfurazione delle centrali elettriche, nella difesa dalle inondazioni e per far fronte a particolari esigenze in geologia.

E' chiaro quindi che per far sì che un approvvigionamento sia sostenibile, deve essere garantito l'accesso alle potenziali risorse locali. Questo non deve quindi essere negato attraverso inutili limitazioni artificiali, come ad esempio da prescrizioni ambientali, dove il vantaggio apparente di non estrarre è superato in importanza dall'esigenza economica e sociale di un approvvigionamento di minerali.

Tanto più che queste limitazioni possono determinare un impatto ambientale negativo, legato all'aumento della distanza del trasporto. E' per questo che è sempre richiesto l'utilizzo di un approccio olistico per la pianificazione di una politica sostenibile per l'estrazione dei minerali.

A) CONTRIBUTO ALLA BIODIVERSITA' E A NATURA 2000

Dal punto di vista dell'interazione sull'ambiente, l'industria degli aggregati è consapevole del proprio ruolo di gestore del territorio nell'adattare la morfologia del terreno dei siti estrattivi per un utilizzo ambientale, agricolo, ricreativo o per qualsiasi altro uso, durante e dopo la conduzione, ed è per questo che lavora a stretto contatto con la comunità locale.

Con oltre 28.000 siti in Europa, l'industria degli aggregati europea è concentrata unicamente per contribuire, in modo significativo, alla promozione della biodiversità, sia durante che dopo la gestione, a ripristinare i siti di estrazione che risultano poi essere un ambiente ideale per lo sviluppo di piante rare o l'attecchimento di altra flora.

L'estrazione dei minerali, a differenza delle altre forme di sviluppo industriale, richiede l'utilizzo temporaneo del territorio ed è responsabilità degli operatori di lavorare in maniera professionale e sostenibile.

Ciò richiede il rispetto del territorio, una conservazione appropriata degli habitat e delle aree protette e l'impegno a riabilitare il sito di estrazione per un uso commerciale o ricreativo.

L'obiettivo della gestione e delle pratiche di chiusura di un sito estrattivo deve sempre essere concentrato sulla promozione della biodiversità.

Gli aggregati non possono essere estratti senza determinare impatti sull'ambiente. Negli anni, le aziende hanno sviluppato una consapevolezza e una comprensione ambientale, che ha permesso di monitorare e mitigare l'impatto ambientale. Questo processo non è stato ottenuto solo grazie al contributo delle aziende ma anche grazie alla collaborazione e al contributo di organizzazioni non governative (ONG).

Queste collaborazioni e partnership con le ONG hanno fornito l'opportunità di identificare, creare e accrescere gli habitat e gli ecosistemi attraverso i quali molte società operano.

2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

Le ONG possono contribuire ad accrescere la conoscenza e l'esperienza nel creare habitat appropriati ed ecosistemi che meglio si adattano alla loro localizzazione, mentre l'industria estrattiva può fornire la tecnologia, la competenza e l'impegno a riabilitare tali siti.

Con l'incremento della consapevolezza dell'importanza della riabilitazione e della biodiversità, l'associazione europea dei produttori di aggregati (UEPG) ha collezionato numerosi casi di studio, che evidenziano i risultati ottenuti in quest'area.¹³

L'industria sta sviluppando anche una guida sulla biodiversità per assistere e incoraggiare le aziende ad incrementare ulteriormente la loro collaborazione e il loro supporto in questo campo.

L'industria degli aggregati sostiene gli obiettivi di natura 2000,¹⁴ ed è impegnata a contribuire per la conservazione della natura e della biodiversità.

Tuttavia il modo in cui Natura 2000 è stato implementato in alcuni stati membri della UE, talvolta pecca di chiarezza perché erroneamente considera le aree di Natura 2000 non utilizzabili, nonostante il fatto che siano permesse le attività dell'industria estrattiva non energetica purché vengano rispettate determinate modalità operative.

Questo si ripercuote sulla distribuzione delle risorse degli aggregati, che sono essenziali per la realizzazione di edifici e infrastrutture.

B) RICICLAGGIO

L'industria degli aggregati, attraverso uno studio sul riciclaggio dei materiali di scarto dalle costruzioni e dalle demolizioni, ha evidenziato i vantaggi e le sfide che il settore dovrà affrontare.

Di seguito vengono elencati i fattori che possono impattare sulla profittabilità del riciclaggio:

- L'insufficiente presenza di depositi di materiali naturali sul mercato.
- L'esistenza di un'attività significativa e costante nel settore dell'edilizia e dei lavori civili.
- Le implicazioni dirette sugli attori della filiera a monte e a valle.
- Il supporto da parte delle autorità pubbliche ad acquistare prodotti di elevata qualità.
- Uno schema di tassazione adattato alle condizioni locali.

Gli aggregati riciclati migliorano l'impatto ambientale dato che contribuiscono a salvaguardare le risorse naturali non rinnovabili, riducendo l'utilizzo di discariche e le emissioni di gas serra dovuti al trasporto.

Tuttavia sono ancora scarsamente adoperati a seguito della riluttanza da parte dei progettisti di edifici e dei manager di prevederne il loro utilizzo, anche perché non sempre esistono le disponibilità di approvvigionamento necessarie.

Complessivamente, il settore degli aggregati ha realizzato dei significativi progressi negli anni per quanto riguarda le performance economiche, ambientali e sociali, acquisendo così maggiore consapevolezza sulla sostenibilità delle proprie attività.

Il settore può così trarre beneficio dal successo delle sue iniziative come ad esempio dalla collaborazione con IUCN/Countdown 2010,¹⁵ per bloccare il declino della biodiversità e il contributo del settore all'iniziativa della UE sullo sviluppo degli indicatori sostenibili (SDI).¹⁶

2.1.3. Additivi

Il calcestruzzo moderno contiene, oltre a cemento, ghiaia, sabbia, aggiunte e aria anche uno o più additivi.

Gli additivi sono prodotti chimici che vengono aggiunti in piccole quantità al calcestruzzo e servono a modificare le proprietà della miscela nello stato plastico e/o in quello indurito.

Vengono generalmente forniti in soluzione acquosa per facilitarne l'aggiunta at-

¹³ Il database contenente questi casi di studio sulla biodiversità sarà caricato su sito WEB della UEPG: www.uepg.eu

¹⁴ www.natura.org

¹⁵ <http://www.countdown2010.net>

¹⁶ http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1998_66119021_1998_66292168&_dad=portal&_schema=PORTAL

2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

traverso un dosatore.

Oggi giorno circa 80% della produzione del calcestruzzo preconfezionato o prefabbricato viene modificata con l'aggiunta di additivi.

La quantità di additivi aggiunta è di solito basata sul contenuto di cemento e per la maggior parte degli additivi il quantitativo aggiunto varia tra lo 0,2 e il 2 % in massa del contenuto di cemento.

In termini di efficacia chimica questo ammonta a meno dello 0,15% di una comune miscela di calcestruzzo.

Anche se presenti in piccole quantità, gli additivi sono in grado di generare importanti effetti, modificando il fabbisogno d'acqua, le proprietà reologiche, la facilità di pompaggio, le proprietà di presa allo stato plastico e le caratteristiche specifiche del calcestruzzo indurito, come ad esempio la resistenza meccanica, la resistenza ai cicli di gelo e disgelo e ai sali disgelanti, la resistenza ai solfati ed altri parametri della durabilità.

I principali benefici per la sostenibilità dell'utilizzo degli additivi sono:

- L'ottimizzazione del "mix design" - riduce l'anidride carbonica incorporata, il contenuto d'acqua e l'energia, attraverso l'esaltazione dell'efficienza dei componenti del cemento.
- L'incremento di fluidità - riduce il rumore causato dalle vibrazioni e l'energia richiesta durante la fase di messa in opera.
- La riduzione della permeabilità - aumenta la durata della vita del calcestruzzo.
- La riduzione dei danni causati dalla criticità dell'ambiente - includendo quello marino, il gelo e disgelo e le temperature rigide.
- Il miglioramento della qualità - migliore finitura e riduzione delle riparazioni durante la vita di esercizio.

In ottemperanza alla norma EN934-02, gli additivi per il calcestruzzo sono classificati nelle seguenti categorie:

- Riduttori d'acqua - fluidificanti.
- Riduttori d'acqua ad alta efficienza - superfluidificanti.
- Ritenitori d'acqua.
- Aeranti.
- Acceleranti di presa.
- Acceleranti di indurimento.
- Ritardanti di presa.
- Resistenti all'acqua.

Tutte le altre tipologie di additivi rientrano all'interno delle categorie speciali; le loro funzioni includono l'inibizione della corrosione, la riduzione del ritiro, la riduzione della reattività alcali-silice, il miglioramento della lavorabilità, l'aderenza, l'impermeabilità al vapore e la possibilità di ottenere diverse colorazioni.

Tra i differenti additivi per calcestruzzo descritti sopra i fluidificanti e i superfluidificanti sono quelli maggiormente utilizzati e rappresentano circa 80% del consumo europeo di additivi.

L'impatto ambientale degli additivi è generalmente determinato dai processi organici e chimici a cui vengono sottoposti.

Il processo di produzione degli additivi è stato oggetto di una valutazione di impatto ambientale che ha permesso di produrre una dichiarazione ambientale di prodotto (EPD) in grado di coprire 80% della produzione realizzata nell'Unione Europea.

Dato che la dose di additivi utilizzata è piccola, il loro apporto sul totale dell'impatto ambientale del calcestruzzo è molto contenuto (meno dell'1%), tale da poter comunque essere trascurato, secondo le indicazioni riportate nella serie di normative ISO 14000.

Tuttavia, utilizzando gli additivi per ottimizzare il mix dei materiali costituenti la miscela di calcestruzzo, si ottiene un netto miglioramento, tra il 10-20%, nell'utilizzo dell'acqua e nel potenziale del riscaldamento globale del calcestruzzo.

In aggiunta, alcuni additivi derivano da materie prime prodotte da fonti rinnovabili, come ad esempio dalle granaglie o dal legno. Infine i prodotti chimici sono fabbricati

2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

dal residuo della pasta del legno utilizzata per produrre la carta, ed essendo questo un rifiuto di lavorazione dovrebbe comunque essere messo a discarica.

Sebbene tutti gli additivi siano a base di prodotti chimici, sono generalmente innocui e sicuri da maneggiare e non richiedono di essere etichettati come prodotti pericolosi. Nonostante ciò sono provvisti della scheda delle informazioni di sicurezza che dettagliano cosa si deve fare in caso di contatto, spargimento o altri incidenti.

Gli additivi contribuiscono allo sviluppo degli aspetti socio economici dell'edilizia sostenibile in quanto vengono generalmente prodotti localmente in prossimità del luogo di utilizzo, senza generare impatti ambientali dovuti al loro trasporto e contribuendo allo sviluppo locale dell'occupazione.

La produzione è realizzata in fabbrica in recipienti di miscelazione e in condizioni controllate. Il consumo di energia per la loro produzione è basso perché in molti casi non è richiesto il loro riscaldamento.

Dato che le materie prime vengono acquistate sfuse, i rifiuti da imballaggio sono ridotti al minimo e anche l'acqua per il lavaggio della miscela può essere riciclata, rendendo praticamente nulli gli scarti di processo.

Riformando gli impianti di stoccaggio fissi dei produttori di cemento tramite autobotti, anche gli imballaggi per la spedizione sono ridotti al minimo.

Molte spedizioni sono ottimizzate anche tramite un sistema di rabbocco con "giro di visita pianificato in funzione dei consumi potenziali".

Rigorosi controlli hanno dimostrato che gli additivi vengono legati nel calcestruzzo e non si dissolvono nell'ambiente, in quantità significative, durante il ciclo di vita del calcestruzzo.

Grazie alle prove che hanno dimostrato come gli additivi non producano né contaminazione né effetti nocivi sull'acqua, è stato autorizzato il loro utilizzo nel calcestruzzo che viene a contatto con l'acqua potabile.

Prove eseguite sugli additivi hanno dimostrato che anche alla fine della vita del calcestruzzo, quando questo è frantumato e stoccato, la loro velocità di dispersione nell'ambiente è così lenta che non vengono mai raggiunte delle concentrazioni significative di additivo nella zona sottostante lo stoccaggio, grazie anche alla loro elevata biodegradabilità. Gli additivi sono essenziali per produrre un calcestruzzo durevole. Una miscela di calcestruzzo che è stata ottimizzata con l'aggiunta di additivi generalmente funziona meglio di altri materiali da costruzione per quanto riguarda l'impatto ambientale, la durabilità, la resistenza al fuoco e alle inondazioni, l'attenuazione delle vibrazioni e del rumore, il controllo delle oscillazioni della temperatura operato dalla massa termica e per molti altri aspetti.

2.1.4. L'acciaio per l'armatura

Il calcestruzzo armato è un materiale composto che include il calcestruzzo e l'acciaio. Mentre il calcestruzzo provvede alla resistenza a compressione del materiale, l'acciaio provvede alla resistenza a trazione attraverso le barre e le reti di rinforzo immerse nel getto del materiale.

L'acciaio gioca un ruolo chiave nel rinforzare la struttura del calcestruzzo dato che assicura l'elasticità del comportamento della struttura durante i terremoti (può essere facilmente piegato senza rompersi).

Le barre di armatura sono generalmente realizzate con acciaio al carbonio con superficie nervata che fornisce l'attrito di aderenza al calcestruzzo.

La quantità di acciaio utilizzata nei prodotti armati è relativamente piccola.

Varia da un 1% nelle piccole travi e nelle lastre al 6% per alcuni pilastri, in funzione dello scopo e delle specifiche di progetto.

L'acciaio dell'armatura del calcestruzzo utilizza come materia prima il 100% degli scarti riciclati dall'acciaio.

Alla fine del ciclo di vita, tutto l'acciaio utilizzato per l'armatura può essere recuperato, riciclato e riutilizzato nuovamente.

I valori dell'energia inglobata nell'acciaio da armatura provengono dall'energia utilizzata per fonderlo e formarlo a differenza dell'acciaio strutturale che è per la maggior parte convertito dal ferro in un processo con elevato consumo energetico.

L'energia consumata per tonnellata di acciaio da armatura è pari a meno della metà di quella emessa per quello utilizzato nelle strutture di acciaio.

2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

L'acciaio del calcestruzzo armato può essere utilizzato in ogni tipo di struttura (ponti, autostrade, piste aeroportuali) e edifici.

Ma è generalmente utilizzato per applicazioni che sopportano carichi pesanti come ad esempio plinti, pareti di fondazione e pilastri. Il "corpo" della struttura in calcestruzzo e la "muscolatura" delle barre di armatura, lavorano insieme per creare uno dei materiali compositi più durevoli ed economici.

Le seguenti caratteristiche fanno sì che l'acciaio e il calcestruzzo lavorino bene insieme:

- Hanno un coefficiente di dilatazione termica simile. Pertanto una struttura di calcestruzzo armato manifesta tensioni interne trascurabili come risultato della differente espansione o contrazione dei due materiali interconnessi, causati dai cambiamenti di temperatura.
- Quando la pasta di cemento indurisce all'interno del calcestruzzo, si adatta perfettamente alla superficie dell'acciaio, permettendo la trasmissione di ogni tipo di sforzo tra i due diversi materiali.
- L'ambiente chimico alcalino fornito dal carbonato di calcio (calce) determina la formazione di un film passivante sulla superficie dell'acciaio, rendendolo molto più resistente alla corrosione rispetto ad una condizione neutra o acida.

Un'interessante alternativa all'acciaio d'armatura è l'utilizzo di fibre per il rinforzo. Questa opzione appare abbastanza sostenibile dato che vengono prodotte da vetro, aramide e carbonio, materiali compositi con fibre di polimeri rinforzati che risultano sei volte più resistenti dell'acciaio, con un peso pari a un quinto, non essere corrosivi e non essere magnetici.

Vengono utilizzati per rinforzare la sezione delle infrastrutture, come ad esempio ponti in calcestruzzo, che si corrodono e si deteriorano nel tempo e generalmente richiedono una manutenzione precoce.

2.2. L'utilizzo di materie prime secondarie

2.2.1. Le aggiunte nel calcestruzzo

Prodotti di scarto derivati da altri processi industriali o dalla produzione di energia elettrica possono essere utilizzati come aggiunte nella produzione del calcestruzzo. Le ceneri volanti, la loppa d'alto forno e altri additivi minerali possono sostituire il cemento nella miscela di calcestruzzo.

Offrono il vantaggio di far risparmiare energia, migliorare la qualità della miscela di calcestruzzo e ridurre il costo.

Forniscono anche l'opportunità all'industria del calcestruzzo di contribuire attivamente al processo di gestione dei rifiuti.

La cenere volante è una polvere sottile vetrosa ottenuta dalla filtrazione mediante precipitatori elettrostatici dei gas di combustione del carbone bruciato nelle centrali termoelettriche.

La cenere volante polverizzata può agire come un aggregato sottile o come un sostituto del cemento dato che permette il controllo delle proprietà del calcestruzzo sia fresco che indurito.

La loppa d'altoforno è prodotta quando il ferro viene fuso. La loppa d'altoforno macinata possiede proprietà idrauliche latenti.

Questa può, in una certa misura, sostituire il cemento Portland dato che, quando è miscelata con il cemento, la loppa si attiva e agisce come legante del calcestruzzo.

A differenza del cemento Portland, la loppa d'altoforno non deve essere riscaldata separatamente.

È anche adatta per gettare grandi strutture dato che riduce l'incremento della temperatura rispetto all'utilizzo del solo cemento.

La silice è una pozzolana finemente granulata.

È un prodotto di scarto della produzione dei metalli di silicio o leghe ferro siliciche. Grazie alle sue proprietà chimiche e fisiche, è una pozzolana molto reattiva.

Sostanzialmente incrementa la resistenza e la durabilità del calcestruzzo, insieme con la sua densità, la resistenza chimica e la resistenza all'umidità.

Le norme del calcestruzzo limitano la quantità totale delle aggiunte che possono essere utilizzate.

2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

Negli ultimi dieci anni sono stati condotti alcuni studi per determinare fino a che punto fosse possibile incrementare i quantitativi di aggiunte rispetto ai valori prefissati dalle norme del calcestruzzo, senza influire sulla sua qualità. I vantaggi di poter utilizzare grandi quantità di aggiunte nel calcestruzzo sono ovvi: l'ulteriore riduzione dei quantitativi di energia e di materie prime utilizzate nella fabbricazione del calcestruzzo.

Se è pur vero che questi aspetti determinano un impatto positivo del calcestruzzo sull'ambiente, non dobbiamo però trascurare i loro effetti sulla sua resistenza e sulla sua durabilità. Infatti l'utilizzo di elevati quantitativi di aggiunte, possono determinare che la resistenza del calcestruzzo si sviluppi più lentamente e/o che la sua durabilità si riduca.

2.2.2. Aggregati riciclati

Il calcestruzzo può essere fabbricato utilizzando anche altri materiali oltre ai comuni aggregati naturali che si utilizzano. Un esempio tipico è quello dell'utilizzo del calcestruzzo riciclato. Però prima di poter essere utilizzato, devono essere rimossi sia l'armatura d'acciaio che le impurità, come i materiali per l'isolamento, e deve essere accuratamente frantumato.

Come per gli aggregati naturali utilizzati, anche il calcestruzzo frantumato deve essere classificato.

Circa il 20-30% del totale degli aggregati può essere rimpiazzato da calcestruzzo frantumato di buona qualità.

Nel calcestruzzo possono essere utilizzati anche vetro e mattoni frantumati, ma viste le loro scarse caratteristiche di resistenza e durabilità, questo tipo di calcestruzzo è molto più adatto per un uso in ambienti chiusi.

Anche le rocce di scarto dell'estrazione mineraria possono essere utilizzate come aggregati.

2.3. Il processo di produzione

I passi successivi da seguire per la produzione del calcestruzzo sono quelli di ricevere e immagazzinare le materie prime, riscaldare gli aggregati e l'acqua se necessario, dosare gli ingredienti, miscelare cemento e acqua insieme, aggiustare la consistenza della miscela e controllarne la qualità.

Oggigiorno queste attività vengono svolte mediante un processo completamente automatizzato.

Il calcestruzzo è prodotto rispettando predeterminate proporzioni (kg/m³ di calcestruzzo) o "miscela".

Le proprietà del calcestruzzo fresco o indurito dipendono dai volumi dei relativi materiali costituenti.

Gli ingredienti (acqua, aggregati, cemento e aggiunte) sono pesati prima di essere immessi nel miscelatore, dove vengono mescolati per circa 60-90 secondi.

Gli impianti di calcestruzzo, i loro macchinari e le procedure variano in funzione del prodotto per cui vengono impostati.

Tutti gli impianti dovrebbero essere dotati di un miscelatore di calcestruzzo e di un silo per le materie prime.

La qualità e la quantità del materiale di riciclo varia considerevolmente in funzione del processo realizzato in ogni impianto.

Di seguito vengono descritti alcuni esempi di differenti processi produttivi.



Gli elementi di calcestruzzo prefabbricati sono realizzati sotto stretto controllo. La fabbricazione di elementi strutturali è per la maggior parte automatizzata. Per gentile concessione della British Precast e Bond Van Fabrikanten van Betonproducten in Olanda.

2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

PROCESSI DI RICICLAGGIO DURANTE LA PRODUZIONE

I maggiori quantitativi di calcestruzzo fresco derivanti dalle fasi di produzione vengono separati tramite un lavaggio in aggregati grezzi e una fanghiglia cementizia. La fanghiglia viene poi ulteriormente trattata in vasche di decantazione per separarla dal materiale solido. L'acqua viene infine riciclata nel processo produttivo.

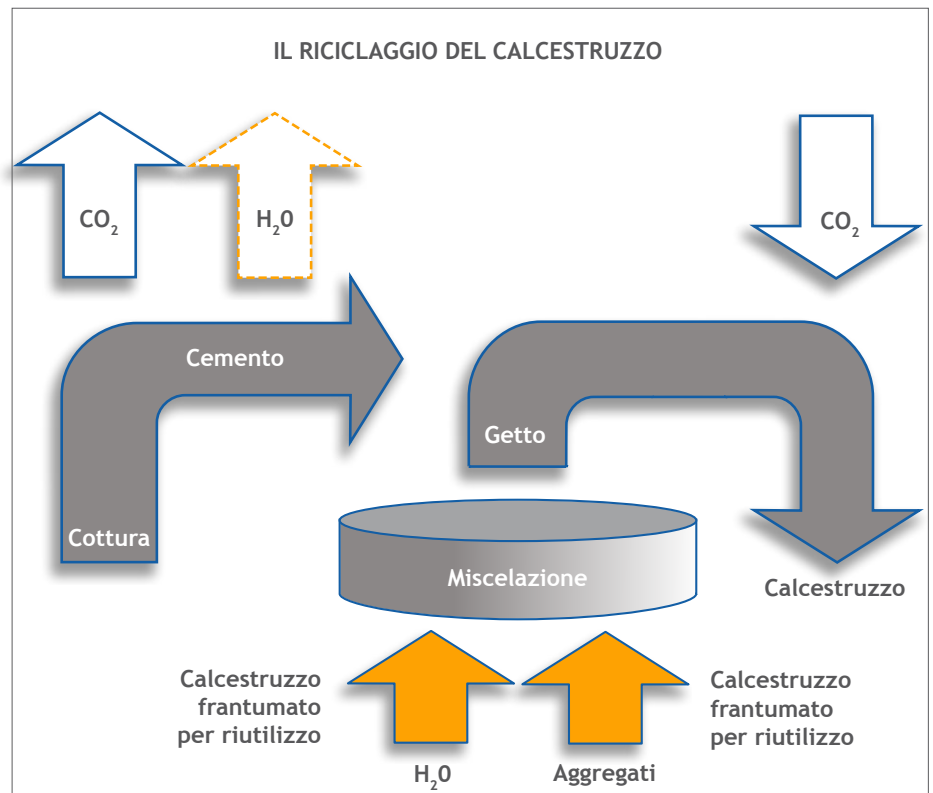
L'acqua viene recuperata in vari modi: dal lavaggio del miscelatore di calcestruzzo, dei nastri trasportatori e dalle betoniere, dalla separazione del calcestruzzo in eccesso, dal taglio, dalla macinazione e dal lavaggio del calcestruzzo indurito. Contiene differenti quantitativi di particelle molto fini, generalmente più piccole di 0,25 mm.

Prima di poterla riutilizzare è necessario determinare il quantitativo dei materiali solidi contenuti, per assicurarsi che non sia troppo elevato.

L'acqua proveniente dagli impianti di calcestruzzo non è pericolosa per l'ambiente.



Nell'industria del calcestruzzo i materiali solidi contenuti nell'acqua di processo vengono estratti in modo tale che l'acqua possa essere riciclata per la produzione di calcestruzzo. Per gentile concessione di Precompressi Centro Nord, Verona.



2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

Gli aggregati recuperati dall'acqua di lavaggio, sono utilizzabili, come quelli provenienti dai lavori di sterramento, per la costruzione di una strada.

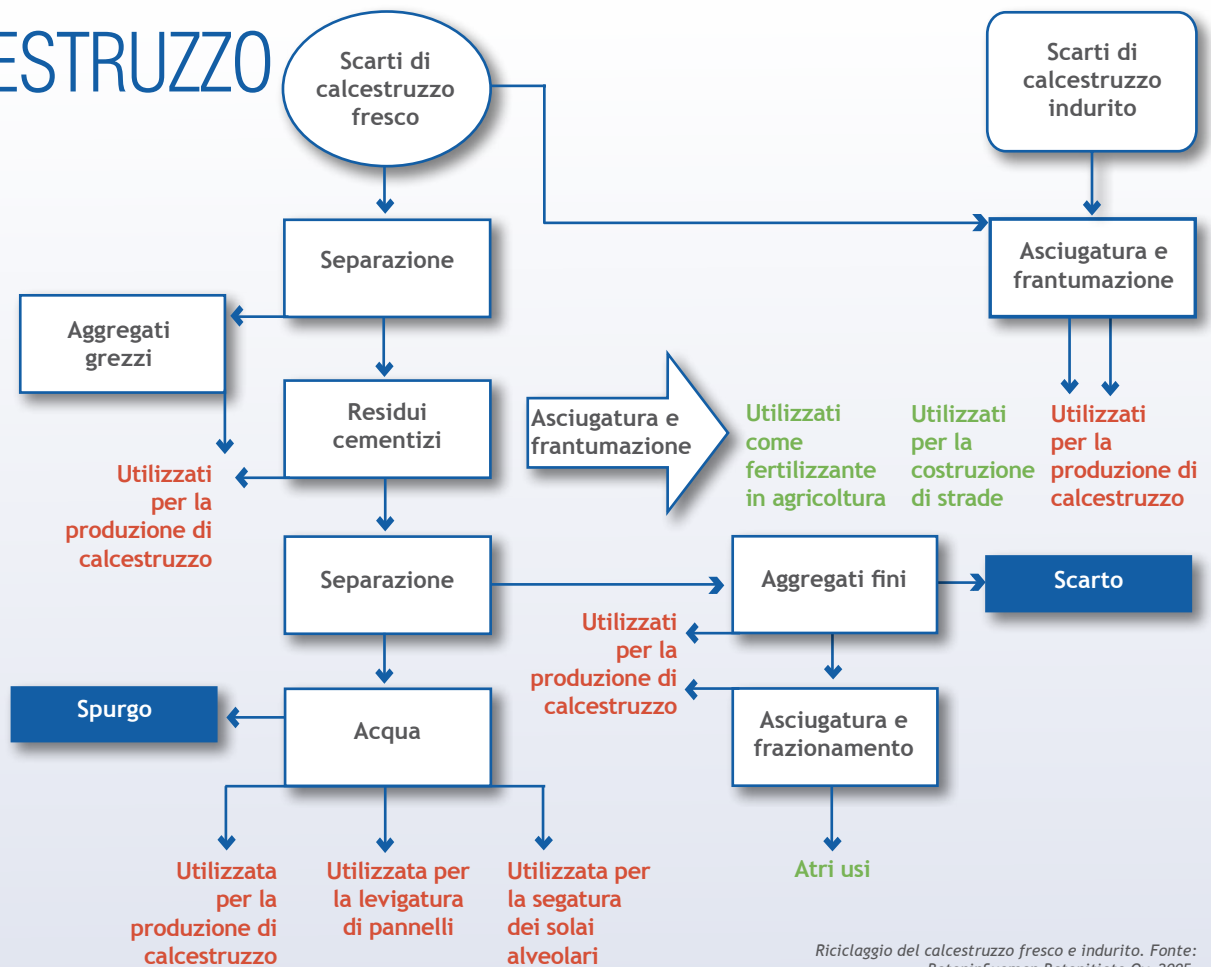
Gli aggregati lavati possono essere utilizzati per la produzione del calcestruzzo. I materiali cementizi fini prodotti dallo scarto del riciclaggio, sia liquidi che solidi, possono essere utilizzati, entro certi limiti, come agenti in agricoltura.

Secondo la legislazione vigente, i materiali cementizi fini prodotti dallo scarto del riciclaggio sono usati come agenti per la calcinazione quando il loro potere neutralizzante è garantito da almeno un 10% di calcio.

I residui del taglio e della frantumazione del calcestruzzo, la frantumazione dei solai alveolari e degli altri prodotti del calcestruzzo, risultano particolarmente indicati per innalzare il pH del suolo.

Una piccola quantità di calcestruzzo in eccesso è sempre lasciata cadere durante la fabbricazione del calcestruzzo e il calcestruzzo frantumato è lasciato come base quando gli edifici vengono demoliti.

Il calcestruzzo indurito non finisce come materiale di scarto nelle discariche ma viene riciclato per differenti utilizzi.



Riciclaggio del calcestruzzo fresco e indurito. Fonte: BetoninSuomen Betonitieto Oy, 2005.

2.3.1. Esempi

PRODUZIONE DI SOLAI ALVEOLARI

I solai alveolari prefabbricati sono gettati su una pista lunga circa 100-150 metri utilizzando calcestruzzo a basso slump e un processo di estrusione senza casseforme separate.

Nei solai alveolari vengono pretesi i trefoli utilizzati come armatura, prima che i solai siano gettati.

Il prodotto è compattato dall'estrusore. Le aperture e le rientranze sono realizzate, nel calcestruzzo fresco, dopo il getto e il calcestruzzo rimosso è utilizzato nuovamente nel processo.

2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

PRODUZIONE DI BLOCCHI IN CALCESTRUZZO CON AGGREGATI LEGGERI

Le materie prime per i blocchi leggeri in calcestruzzo includono varie tipologie di aggregati leggeri, sabbia, ceneri da combustione polverizzate, cemento e acqua.

Nella produzione di blocchi isolanti, l'isolamento in poliuretano è inserito tra i componenti del blocco.

I materiali sono miscelati e la miscela secca è posta negli stampi dei blocchi.

Gli stampi sono vibrati in modo continuo per fornire al prodotto un'adeguata compattazione.

Le lastre sono trasportate su una pista per essere maturate a 40°C circa o sono lasciate al chiuso per 24 ore ad una temperatura di circa 20°C.



I blocchi leggeri di calcestruzzo sono ampiamente utilizzati nelle fondazioni e nei muri esterni delle piccole case perché sono facili da posizionare e lavorare.
Per gentile concessione di BFBN

2.3.2. Il trasporto

Uno dei principi chiave della sostenibilità è quello che un prodotto deve essere utilizzato il più vicino possibile al suo sito di produzione.

Questo non solo per minimizzare la necessità di trasporto e i relativi impatti ambientali, economici e sociali, ma anche per supportare l'economia e la società locale e per prevenire l'esportazione degli impatti ambientali legati alla produzione in un'altra area, dove la legislazione per la protezione ambientale e sociale risulta essere meno stringente.

Il trasporto è una fase essenziale per la produzione del calcestruzzo ed è anche una fase cruciale in quanto, durante il trasporto, può perdere alcune delle sue proprietà.

Per ottenere ottimi risultati è essenziale che l'attenzione speciale che viene riservata all'ottenimento dell'omogeneità, quando si miscela il calcestruzzo, sia mantenuta anche durante il trasporto fino alla destinazione finale, dove il calcestruzzo viene gettato.

La betoniera conserva le condizioni fluide del calcestruzzo attraverso l'agita-

2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

zione o la rotazione del tamburo fino alla consegna.

Il calcestruzzo pronto per il getto è un prodotto fresco che deve essere gettato entro 30 minuti dall'arrivo sul sito in costruzione.

Il tempo di trasporto è anche estremamente limitato: al massimo un'ora e 30 minuti.

L'industria del calcestruzzo è consapevole che il trasporto su strada sia l'opzione più inquinante.

Quando il viaggio è più lungo, vengono utilizzati anche metodi di trasporto alternativi come la ferrovia e le navi.

2.4. Gli aspetti sociali della produzione del calcestruzzo

2.4.1. Il governo della sicurezza attraverso la responsabilità sociale aziendale

In anni recenti, quando l'attenzione si è concentrata sulla sostenibilità delle costruzioni, ci si è focalizzati solo sugli aspetti ambientali.

Anche in questo caso gli strumenti utilizzati per valutare le prestazioni ambientali sono stati spesso carenti di rigore scientifico.

Ad esempio, sono state utilizzate, per un edificio in calcestruzzo, valutazioni con un ciclo di vita di soli 60 anni, a discapito della durabilità delle strutture in calcestruzzo che possono durare anche 150 anni e, in alcuni casi, addirittura indefinitamente. Sono stati poi pressoché ignorati anche gli aspetti sociali e economici della sostenibilità, determinando così una visione distorta della definizione di lavoro di sostenibilità.

Per avere successo nel business, un'azienda deve considerare l'intero contesto in cui opera; i clienti, i dipendenti, gli azionisti, le comunità locali e gli altri stakeholder.

I benefici globali delle attività commerciali sono altamente correlate con il benessere dei dipendenti e, in particolare, la loro salute e sicurezza sul posto di lavoro.

Quando si verifica un incidente è ormai troppo tardi per intraprendere delle contromisure.

L'industria del calcestruzzo ha sempre posto particolare attenzione al benessere dei propri dipendenti.

Recentemente sono stati ulteriormente aumentati gli sforzi per migliorare le performance per la salute e le prestazioni di sicurezza degli impianti. In Europa, negli impianti moderni per la produzione del cemento e del calcestruzzo, sono stati ampiamente ridotti i rischi sia per i dipendenti che per l'operatività dei siti di produzione.

Per esempio, alcuni partner della European Concrete Platform (BIBM, CEMBUREAU e UEPG) partecipano alla piattaforma di dialogo multisettoriale sulla respirazione della silice cristallina (SiO_2), promossa dalla Commissione Europea.

I settori interessati hanno raggiunto un accordo nel 2006 per una riduzione dell'esposizione dei lavoratori alla polvere di silice cristallina respirabile durante il processo produttivo (NEPSI)¹⁸.

Questo accordo mira a proteggere la salute degli individui quando sono esposti alla respirazione di silice cristallina sul posto di lavoro, prevenendo e minimizzando l'esposizione attraverso l'applicazione di adeguate procedure.

La proattività dell'industria europea del calcestruzzo su questi argomenti, è confermata dal fatto che ha realizzato un pratico bollettino sulla sicurezza per gli utilizzatori del calcestruzzo. In questo bollettino vengono, ad esempio, specificati i rischi per la salute, per chi maneggia il calcestruzzo fresco, dovuti alla sua alcalinità. Viene raccomandato l'utilizzo di speciali indumenti protettivi per prevenire che la pelle venga continuamente a contatto con il calcestruzzo fresco e umido.

L'industria sta lavorando attivamente anche per ridurre la produzione di rumore determinata dalla propria attività e mitigarne l'effetto sui lavoratori.

Nella maggior parte dei nuovi stabilimenti sono state installate macchine più silenziose.

Per esempio i più moderni macchinari per produrre i solai alveolari utilizzano

¹⁸ <http://www.nepsi.eu>

2 PROCESSO DI PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO E DEI PRODOTTI IN CALCESTRUZZO

la compattazione per formatura invece della compattazione per vibrazione, in quanto producono meno rumore e incrementano la qualità del manufatto.

Ci sono ancora situazioni in cui la produzione di calcestruzzo può produrre rumore con un livello maggiore di 85dB e in alcuni posti di lavoro il rumore eccede il livello di 100dB.

Quindi è indispensabile adoperare i sistemi di protezione per l'udito all'interno degli stabilimenti e i datori di lavoro assicurano che tutti i lavoratori li abbiano a disposizione e siano informati su come utilizzarli.

Quando il calcestruzzo è stato gettato, generalmente viene compattato tramite vibrazione.

L'utilizzo di sistemi di vibrazione meccanizzati riduce gli effetti dannosi delle vibrazioni sulle mani. Anche attraverso lo sviluppo dell'innovazione, come ad esempio il calcestruzzo autocompattante (SCC), l'industria del calcestruzzo è stata in grado di limitare i rischi per la salute.

Il calcestruzzo autocompattante è gettato senza la necessità di dover essere compattato attraverso l'utilizzo di punte metalliche vibranti, che possono causare una patologia nota con il nome di sindrome del "dito bianco"¹⁹.

Il calcestruzzo autocompattante è prodotto utilizzando i "superfluidificanti" e incrementando il quantitativo di aggregati fini nel calcestruzzo.

Un'ulteriore innovazione nell'evoluzione del calcestruzzo è stata quella dell'utilizzo degli oli vegetali disarmanti.

Essendo biodegradabili e non tossici, questi oli sono molto più sicuri e più sostenibili degli oli minerali utilizzati normalmente, che non sono biodegradabili e possono contenere componenti tossici che sono potenzialmente dannosi per la salute umana (in particolare possono causare danni ai polmoni e irritazione della pelle) e per l'ambiente.

Il calcestruzzo autocompattante è estremamente fluido.

Non richiede di essere vibrato per essere compattato ed è facile da gettare, migliora la salute e la sicurezza dei lavoratori e fa risparmiare tempo.

Per gentile concessione di BFBN



¹⁹ La sindrome del dito bianco da vibrazione: lesione provocata dall'utilizzo continuo di macchinari vibranti sostenuti manualmente che possono nuocere a nervi, giunzioni, muscoli, vasi sanguigni o tessuti connettivi della mano e dell'avambraccio.

3 IL VALORE DI UNA STRUTTURA IN CALCESTRUZZO SICURA, SALUBRE E CONFORTEVOLE

3.1. La scelta migliore per un benessere termico²⁰

Un buona parte dell'energia consumata in Europa (circa il 40%), viene utilizzata negli edifici.

Molto più di quella utilizzata nel settore industriale e in quello dei trasporti, che risultano, rispettivamente, il secondo e il terzo consumatore di energia.

“Due terzi dell'energia consumata negli edifici europei è utilizzata dalle famiglie; i consumi crescono ogni anno a seguito della crescita degli standard di vita che hanno determinato un forte incremento nell'utilizzo dell'aria condizionata e dei sistemi di riscaldamento”²¹.

La massa termica del calcestruzzo può essere utilizzata per evitare o ridurre le oscillazioni della temperatura all'interno di un edificio e eliminare la necessità di sprecare energia utilizzando un climatizzatore.

Le pareti e i pavimenti sono depositi efficaci per il calore, assorbendo il calore prodotto dal sole durante la giornata e rilasciandolo poi durante la notte.

Il calcestruzzo accumula calore durante l'inverno e raffredda gli edifici durante l'estate, rendendo la vita delle persone che occupano gli edifici molto più confortevole.

Il calcestruzzo denso e pesante garantisce una maggior quantità di massa termica.

I risultati di una ricerca hanno dimostrato che gli edifici con valori elevati di massa termica, con sistemi solari passivi e con un controllo efficace della ventilazione, funzionano molto bene per quanto riguarda l'efficienza energetica²².

Gli effetti della massa termica del calcestruzzo²³:

- Ottimizza i vantaggi offerti dall'accumulo termico, abbattendo in tal modo il consumo di combustibile per il riscaldamento.
- Riduce il consumo energetico per il riscaldamento del 2-15%.
- Contiene le oscillazioni della temperatura interna.
- Differisce il raggiungimento dei picchi di temperatura all'interno di uffici e di altri edifici adibiti ad uso non residenziale fino all'abbandono dei locali da parte degli occupanti.
- Riducendo i picchi di temperatura può rendere inutile l'installazione di impianti di condizionamento.
- Tramite l'uso della ventilazione notturna permette di eliminare la necessità di un raffrescamento durante le ore diurne.
- Se abbinato ad impianti di condizionamento, può ridurre anche del 50% il fabbisogno energetico per il raffrescamento.
- Può abbattere i costi energetici degli edifici.
- Consente un utilizzo migliore delle fonti di calore a bassa temperatura, quali, ad esempio, le pompe di calore geotermiche.
- Stante i minori consumi energetici per gli impianti di riscaldamento e raffrescamento, contribuisce ad abbattere le emissioni di CO₂.
- Contribuirà con la realizzazione degli edifici futuri a contrastare i cambiamenti climatici.

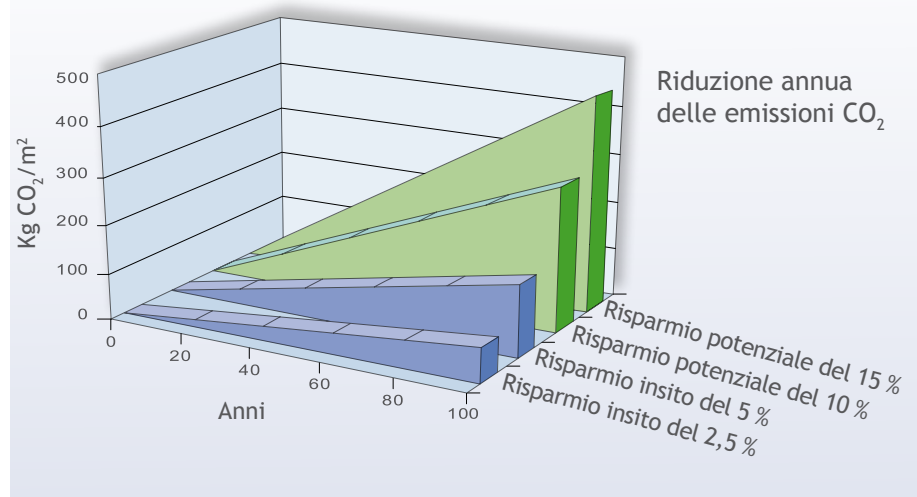
²⁰ Per maggiori dettagli fare riferimento alla pubblicazione della European Concrete Platform, tradotte da FEDERBETON: Il calcestruzzo per l'efficienza energetica degli edifici. I vantaggi della massa termica, ottobre 2009.

²¹ http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/leaflet_better_buildings_en.pdf

²² HACKER J.N. ET AL., Embodied and operational carbon dioxide emissions from housing: A case study on the effects of thermal mass and climate change, ARUP Report, Energy and Buildings 40, pp. 375-384, 2008.

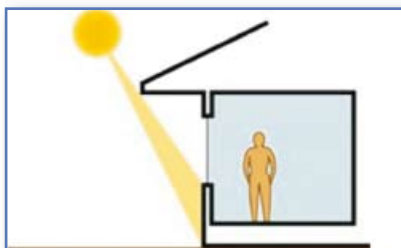
²³ TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Thermal mass of buildings - Summary of research reports and results, Report 174, 2003. To go further: KALEMA T. ET AL., Nordic Thermal mass - Effect on Energy and Indoor Climate, Report 184, Tampere University of Technology, Tampere, 2006

Conseguenze a lungo termine dei piccoli incrementi annui in termini di risparmio energetico. Nota: Il risparmio insito è automatico con un edificio costruito con materiali pesanti. Il risparmio potenziale si ottiene allorché l'edificio e gli impianti sono progettati appositamente per ottenere il massimo rendimento energetico.



3 IL VALORE DI UNA STRUTTURA IN CALCESTRUZZO SICURA, SALUBRE E CONFORTEVOLE

LA MASSA TERMICA D'ESTATE



NELLE ORE DIURNE

Nelle giornate calde, le finestre si tengono chiuse per non far entrare l'aria calda, avendo cura di regolare la schermatura per minimizzare l'accumulo termico. Il raffrescamento è fornito dalla massa termica.

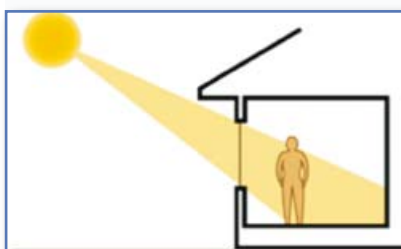
Quando le temperature sono meno rigide, è possibile aprire le finestre per garantire la ventilazione.



NELLE ORE NOTTURNE

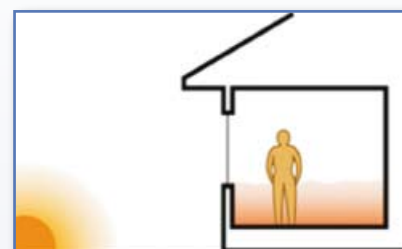
Se la giornata è stata afosa, la sera gli occupanti aprono le finestre in modo da rinfrescare la massa termica.

LA MASSA TERMICA D'INVERNO



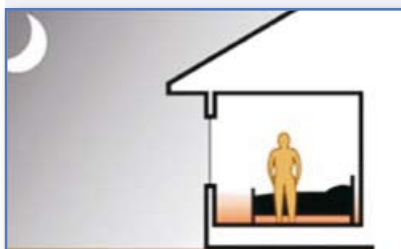
10.00 - 17.00

Il sole penetra attraverso le finestre esposte a sud ed irradia la massa termica che in tal modo si riscalda insieme all'aria. Nelle belle giornate, il calore del sole rende l'ambiente confortevole da metà mattina fino al tardo pomeriggio.



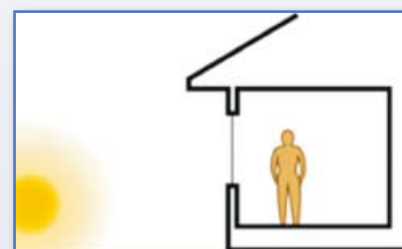
17.00 - 23.00

Dopo il tramonto, la massa termica ha ormai assorbito una notevole quantità di calore, che viene lentamente liberata e ceduta all'ambiente, garantendo così condizioni confortevoli di notte.



23.00 - 7.00

Gli occupanti cedono calore all'ambiente, contribuendo in tal modo a riscaldarlo, per cui occorre solo una minima quantità di riscaldamento supplementare. Inoltre, buona ermeticità e isolamento minimizzano la dispersione di calore.



7.00 - 10.00

Le prime ore del mattino sono quelle in cui i sistemi di riscaldamento solare passivo hanno più difficoltà a mantenere il comfort termico.

La massa termica ha di solito ceduto ormai la maggior parte del suo calore, e gli occupanti devono ricorrere al riscaldamento supplementare. Tuttavia, buona ermeticità e isolamento contribuiscono a minimizzare tale esigenza.

Raffrescamento passivo d'estate, assorbimento e cessione del calore accumulato durante il periodo invernale (per gentile concessione di The Concrete Centre, GB).

3 IL VALORE DI UNA STRUTTURA IN CALCESTRUZZO SICURA, SALUBRE E CONFORTEVOLE

3.2. Un'elevata qualità dell'aria negli ambienti chiusi

Il problema della qualità dell'aria negli ambienti chiusi è una delle principali preoccupazioni per la maggior parte dei cittadini europei e può determinare seri problemi di salute, come ad esempio i problemi respiratori legati all'asma o i tumori ai polmoni.

Considerando che i cittadini europei trascorrono la maggior parte del loro tempo in ambienti chiusi, i legislatori hanno posto come priorità la valutazione delle differenti modalità attraverso le quali è possibile migliorare la qualità dell'aria degli ambienti chiusi.

Una quantità indeterminata di fattori possono contribuire ad impoverire la qualità dell'aria negli ambienti chiusi: il fumo del tabacco, elevati livelli di componenti organici volatili, odori derivanti dai prodotti utilizzati per la pulizia, la cura personale e gli hobby, e la combustione di oli, gas, cherosene, carbone, legno, ecc.

Il calcestruzzo contiene livelli minimi o trascurabili di composti organici volatili, che sono in grado di degradare la qualità dell'aria degli ambienti chiusi.

Questi composti volatili vengono generalmente rilasciati (sotto forma di gas) dai nuovi materiali da costruzione.

I pavimenti di calcestruzzo levigati sono particolarmente inerti e più igienici, rispetto ad altri tipi di finiture per pavimenti.

I pavimenti di calcestruzzo creano un ambiente sfavorevole agli allergeni prodotti dagli acari della polvere, non sviluppano la muffa e non emanano composti organici volatili dannosi.

Le pareti di calcestruzzo a vista non richiedono l'utilizzo di prodotti di finitura.

Un'ulteriore misura per ridurre il livello dei composti organici volatili nelle costruzioni in calcestruzzo, è quella di cercare di utilizzare materiali a basso contenuto di composti organici volatili per gli agenti disarmanti, i composti di curing, i materiali d'isolamento dall'umidità, i rivestimenti e i prodotti di base per le pareti e i pavimenti, le membrane sigillanti e i repellenti per l'acqua.

Il calcestruzzo garantisce una qualità dell'aria più salutare negli ambienti chiusi dato che è un materiale inerte che non richiede l'applicazione di prodotti di protezione volatili a base organica.

È naturalmente resistente all'acqua e al fuoco e non richiede l'utilizzo di speciali rivestimenti o sigillanti.

3.2.1. Il calcestruzzo come barriera per l'aria

Il calcestruzzo agisce come un'efficace barriera per l'aria.

Assorbe piccoli quantitativi di umidità in modo molto lento e non si degrada o marcisce a seguito di questo assorbimento.

Il calcestruzzo non solo mantiene intatta la propria stabilità strutturale quando viene esposto all'umidità ma può mantenere intatte le innate proprietà di elevata resistenza anche quando viene immerso per lungo tempo nell'acqua.

La resistenza del calcestruzzo all'umidità, limita i quantitativi di umidità che possono penetrare all'interno di un edificio o in una parete attraverso le infiltrazioni e assicura le migliori condizioni per il riscaldamento, la ventilazione e i sistemi di condizionamento dell'aria, migliorando con ciò la qualità dell'aria degli ambienti chiusi.

In caso di un'improvviso aumento dell'umidità, come ad esempio nel caso di un'inondazione, è sufficiente far asciugare l'edificio senza doverlo demolire e ricostruire.

Materiali alternativi come ad esempio il rivestimento di legname o altri componenti di legno che si bagnano devono sempre essere rimpiazzati.

I danni dell'umidità e della muffa sono abbastanza comuni negli edifici.

L'incidenza dei danni causati dall'umidità aumenta molto a seguito dell'umidità dell'aria degli ambienti chiusi, conseguenza tipica di una quantità indeterminata di fattori correlati alle attività ed alle abitudini degli utilizzatori.

Elettrodomestici che utilizzano gas e una carenza di manutenzione sono alcune delle cause dei danni causati dall'umidità.

3 IL VALORE DI UNA STRUTTURA IN CALCESTRUZZO SICURA, SALUBRE E CONFORTEVOLE

3.3. Il calcestruzzo per un edificio resistente, solido e sicuro

3.3.1. La resistenza del calcestruzzo e la stabilità strutturale

Una particolare caratteristica del calcestruzzo è l'elevata resistenza al carico di rottura.

La resistenza è determinata in funzione dell'utilizzo e può variare attraverso l'aggiustamento della miscela, agendo particolarmente sul rapporto acqua/cemento.

Con lo sviluppo della conoscenza e della tecnologia dei materiali, è stato possibile incrementare la resistenza a compressione del calcestruzzo.

La resistenza media a trazione, nel caso di bassa resistenza, è circa il 10% della resistenza a compressione e, nel caso di resistenze elevate, è circa il 6%.

Utilizzando calcestruzzo ad elevata resistenza (oltre i 60 MPa), è possibile ridurre la dimensione della struttura.

Come risultato dello "sviluppo di un progetto di calcestruzzo ad elevata resistenza" è stato stimato che il raddoppio della resistenza dei pilastri riduce di circa il 25% il rapporto costi/capacità di carico.

Un importante risultato ottenuto grazie all'utilizzo del calcestruzzo ad elevata resistenza è stato quello della riduzione dei materiali necessari per la costruzione della struttura, ottenendo così una consistente riduzione dell'impatto ambientale e riuscendo a incrementare anche la vita di servizio della struttura.

3.3.2. Fornisce in modo naturale una protezione e una sicurezza contro gli incendi²⁴

Il fuoco è una reazione chimica rapida e progressiva che rilascia calore e luce.

Una volta che sono fornite una scintilla o una fonte di calore, le sostanze combustibili possono bruciare in presenza di ossigeno.

È stato dimostrato che in caso d'incendio le straordinarie proprietà di resistenza al fuoco del calcestruzzo rappresentano una sicurezza per le persone, per le cose e anche per l'ambiente.

Questo materiale soddisfa tutti i requisiti previsti dalla legislazione europea in materia di protezione antincendio, a vantaggio di tutti i soggetti coinvolti: utenti e proprietari di edifici, aziende, compagnie di assicurazione, organi di vigilanza e, non da ultimo, vigili del fuoco.

Nelle diverse situazioni - edifici residenziali, magazzini, edifici industriali o gallerie stradali - il calcestruzzo può essere adattato alle singole specifiche progettuali in modo da resistere al fuoco anche nelle condizioni più difficili.

Le proprietà ignifughe del calcestruzzo emergono prepotentemente dall'analisi della cronaca quotidiana e dalle statistiche internazionali.

Per tale motivo questo materiale si sta imponendo sempre di più, rispetto ad altri materiali edili, nelle scelte dei proprietari immobiliari, degli assicuratori e degli organi di vigilanza, dato che rispetto ad altri materiali da costruzione, il calcestruzzo assicura il massimo rendimento dal punto di vista di tutti i criteri di protezione contro gli incendi, in modo semplice ed efficace.

Utilizzare il calcestruzzo negli edifici e nelle strutture offre livelli di protezione eccezionali in caso di incendio:

- Il calcestruzzo non brucia e non accresce il carico d'incendio;
- Il calcestruzzo è molto resistente al fuoco e ne impedisce la propagazione;
- Il calcestruzzo rappresenta un'efficace barriera tagliafuoco garantendo, in tal modo, una via di fuga sicura agli utilizzatori dell'immobile e al tempo stesso una protezione all'intervento dei vigili del fuoco;
- Il calcestruzzo non produce fumo né gas tossici, con conseguenti minori rischi per gli utilizzatori dell'immobile;
- Il calcestruzzo non fonde al contatto con il calore; di conseguenza non determina l'emissione di particelle che potrebbero propagarsi con le fiamme;
- Il calcestruzzo contiene le fiamme riducendo, quindi, il rischio di inquinamento ambientale;

²⁴ Per ulteriori dettagli far riferimento alle pubblicazioni della European Concrete Platform tradotte da FEDERBETON: "Il calcestruzzo per la sicurezza e la protezione antincendio" e "Migliorare la sicurezza antincendio in galleria: la soluzione delle pavimentazioni in calcestruzzo".

3 IL VALORE DI UNA STRUTTURA IN CALCESTRUZZO SICURA, SALUBRE E CONFORTEVOLE

- Il calcestruzzo fornisce intrinsecamente un sistema di protezione antincendio e normalmente non richiede altre precauzioni;
- Il calcestruzzo è in grado di resistere a condizioni estreme di temperatura e pressione, pertanto è il materiale ideale per la costruzione di magazzini con un elevato carico d'incendio;
- La resistenza del calcestruzzo in caso d'incendio agevola lo spegnimento delle fiamme e riduce il rischio di crolli strutturali;
- Il calcestruzzo si ripara facilmente dopo l'incendio rendendo più rapido il ritorno alla normalità e la ripresa dell'attività;
- Il calcestruzzo non è danneggiato dall'acqua necessaria per spegnere le fiamme;
- Le pavimentazioni stradali di calcestruzzo sono in grado di resistere alle condizioni estreme di temperatura e pressione che si sviluppano all'interno delle gallerie in caso d'incendio, agevolando l'intervento delle squadre di soccorso.

3.3.3. Resiste ad eventi estremi esterni

Il calcestruzzo ha la capacità di assorbire l'energia prodotta dalle onde d'urto. La sicurezza è la seconda caratteristica naturale del calcestruzzo.

Copre ampiamente i requisiti di progettazione dettati dai codici come l'EUROCODICE 2²⁵, che definisce le disposizioni per gli edifici e le opere di ingegneria civile realizzati in calcestruzzo.

Evidenze di questa elasticità sono state confermate dal fatto che il calcestruzzo può resistere a urti, esplosioni e impatti massivi, perfino causati da un aereo.

Le barriere di sicurezza in calcestruzzo per la separazione del traffico, che possono essere realizzate mediante estrusione o tramite casseforme, assorbono l'impatto dei veicoli e li rallentano.

Le barriere in calcestruzzo sono in grado di garantire i seguenti benefici determinanti per la loro sostenibilità²⁶:

- 80% in meno di CO₂ incorporata rispetto ai sistemi concorrenti.
- Minimo utilizzo di materiale e scarti
- Non inquinanti in servizio
- Totalmente riciclabili
- Virtualmente esenti da manutenzione per i 50 anni di vita di servizio prevista.
- Riduzione della congestione del traffico e delle emissioni associate.
- Aumento della sicurezza per gli utilizzatori della strada e per i lavoratori.

Quando gli edifici o le infrastrutture sono minacciate da uno spostamento d'aria determinato da esplosioni chimiche, la costruzione in calcestruzzo rappresenta la soluzione migliore e più vantaggiosa.

3.4. Utilizzato per isolare dal rumore e proteggere dalle vibrazioni

Un altro vantaggio del calcestruzzo "massiccio" è la sua abilità di smorzare le vibrazioni e di ridurre la trasmissione del rumore.

Il livello di quiete che oggi i proprietari di abitazione richiedono, può essere realizzato grazie al calcestruzzo, anche quando un edificio è situato in prossimità di sorgenti di rumore come strade, ferrovie o aeroporti.

Esistono norme in tutta Europa che regolano i requisiti di isolamento dai rumori trasmessi (ad esempio dal modo di parlare ad alta voce) e dai rumori d'impatto (ad esempio i passi), in particolare per gli edifici residenziali.

L'isolamento dal rumore trasmesso dipende dalla massa e dalla rigidità della struttura, così la costruzione in calcestruzzo rappresenta il modo migliore per garantire un buon isolamento dal suono.

Per isolare effettivamente dai rumori trasmessi è importante che la costruzione sia chiusa ermeticamente e che i rumori non possano passare attraverso

²⁵ http://www.europeanconcrete.eu/index.php?option=com_docman&task=catview&gid=25&Itemid=30

²⁶ BRITPAVE, Sustainability Benefits of Concrete Step Barriers, <http://www.concretebarrier.org.uk/>

3 IL VALORE DI UNA STRUTTURA IN CALCESTRUZZO SICURA, SALUBRE E CONFORTEVOLE

so condotti, interstizi della costruzione o giunti.

La presenza di piccoli interstizi nella costruzione possono gravemente compromettere l'isolamento dal rumore.

A tal riguardo, una costruzione massiccia edificata correttamente è molto più affidabile di una costruzione leggera, che non possiede in modo intrinseco proprietà di abbattimento del rumore e che per caratteristiche naturali tende ad introdurre interstizi nella costruzione.

Una soletta con uno spessore di 250-300 mm e pareti con uno spessore di 180 mm, garantiscono un isolamento sufficiente nella maggior parte dei casi.

Le finiture del pavimento incidono pesantemente sulla struttura e impattano sulla resistenza al rumore.

Un solaio di tipo standard, gettato in sito con uno spessore pari a 250 mm, soddisfa la maggior parte dei regolamenti europei, che generalmente richiedono un abbattimento del livello del rumore di 53dB. Analogamente i solai alveolari prefabbricati del peso minimo di 500 kg/m² con un rivestimento leggero o con la posa di blocchetti di legno a struttura mista, rispettano i requisiti europei.

Dal punto di vista acustico e della soddisfazione dei residenti, l'alternativa migliore è data dall'utilizzo di pavimenti di calcestruzzo galleggianti.

I solai in calcestruzzo sono una soluzione efficace per smorzare il rumore dei tacchi.

Per esempio, con l'utilizzo di solai intermedi realizzati con materiali da costruzione leggeri, i rumori a bassa frequenza generati dai passi possono disturbare i residenti, anche quando vengono rispettate le prescrizioni previste per i rumori da impatto.

Le pareti di calcestruzzo sono utilizzate per realizzare una barriera efficace contro i rumori, particolarmente contro il rumore del traffico.

Essendo il calcestruzzo un materiale facilmente adattabile, può essere prodotto con caratteristiche tali da realizzare il miglior livello richiesto per l'attenuazione del rumore.

Per la stessa ragione la superficie può essere rifinita ed intagliata in modo tale da riflettere i rumori nel caso sia necessario ridurre la loro riflessione.

4 LE PROPRIETA' AMBIENTALI DELLE INFRASTRUTTURE DI CALCESTRUZZO DURANTE L'USO

4.1. I benefici di un ciclo di vita completo per un edificio in calcestruzzo

L'analisi del ciclo di vita (Lyfe-Cycle Analysis (LCA)) valuta l'impatto ambientale di una struttura dalla realizzazione alla sua demolizione: estrazione, produzione, costruzione, utilizzo, manutenzione, demolizione e riciclaggio.

Quando si valuta l'impatto ambientale di una struttura si deve adottare questo tipo di approccio olistico.

Quando viene effettuata una comparazione accurata ed olistica con altri materiali da costruzione, il calcestruzzo ottiene degli ottimi risultati.

Nel campo dell'efficienza energetica, per esempio, il risparmio energetico derivante dall'utilizzo di strutture in calcestruzzo (5-15%) nella fase di esercizio, compensa facilmente il valore di energia consumata per la loro costruzione e installazione (4-5%).

Di solito circa 80-90% dell'energia utilizzata durante il ciclo di vita di un edificio è consumata durante la fase di utilizzo.

Quindi è proprio questa la fase nella quale è possibile ottenere il maggior risparmio di energia.

Se venissero applicati standard più ambiziosi ai nuovi edifici o a quelli ristrutturati, si potrebbero risparmiare, a partire dal 2010, fino a 30-45 milioni di tonnellate di CO₂ per anno²⁷.

Pertanto, per risparmiare energia e emissioni di CO₂, bisogna concentrarsi principalmente sulla fase di utilizzo.

Circa il 10-20% dell'energia è consumata nella fase di costruzione.

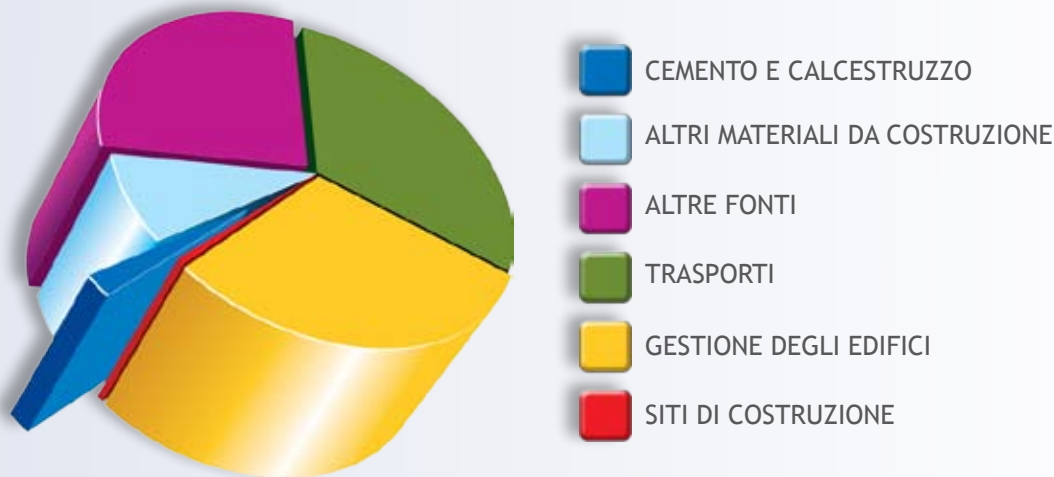
Negli stadi di estrazione e demolizione è consumata pochissima energia al massimo qualche punto percentuale.

Il rapporto tra l'energia consumata durante fase di costruzione e quella di utilizzo dipende dalla durata del periodo preso in considerazione (di solito 50-100 anni).

Dato che le strutture di calcestruzzo risultano estremamente durevoli, queste hanno una vita di servizio molto lunga.

L'impatto ambientale del calcestruzzo nel Regno Unito (UK).
Per gentile concessione del CONCRETE CENTRE.

L'IMPATTO AMBIENTALE DEL CALCESTRUZZO IN PROSPETTIVA



Impatto ambientale in UK - % dei totali UK mediati su 10 indicatori

Sono già stati fatti molti sforzi per ridurre il consumo di energia per il riscaldamento durante l'utilizzo degli edifici.

Alcuni stati membri della UE stanno implementando, ad intervalli regolari, regolamentazioni progressivamente sempre più restrittive sull'isolamento termico degli edifici, e questi sforzi hanno cominciato a produrre i primi risultati.

Per esempio, nel Regno Unito, una casa costruita nel 2007 è il 40% più efficiente, dal punto di vista energetico, rispetto a una costruita nel 2002²⁸. Tuttavia questi cambiamenti vengono di solito applicati solo ai nuovi edifici. Per di più il parco di edifici della UE ammonta a circa 21 miliardi di m²²⁹ ed è in continua espansione dato che la velocità di crescita delle nuove costruzioni è del 1% mentre quella delle demolizioni è dello 0,5%.

²⁷ http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/buildings_en.htm

²⁸ <http://www.leonardo-energy.org/drupal/taxonomy/term/54>

²⁹ <http://www.eeb.blog/org>

4 LE PROPRIETÀ AMBIENTALI DELLE INFRASTRUTTURE DI CALCESTRUZZO DURANTE L'USO

Nonostante le nuove misure sul risparmio energetico messe in campo dai vari stati, il consumo di energia dell'intero parco di edifici continua a crescere e con una velocità tale che potrebbe essere necessario molto tempo prima di ottenere un miglioramento globale dell'efficienza energetica.

Pertanto è necessario uno sforzo maggiore da parte dei governi per far sì di ridurre, in modo più rapido, i consumi energetici degli edifici.

Il taglio del consumo di energia nel settore edilizio diventerà ancora più importante con la crescita dei prezzi dell'energia.

Naturalmente le soluzioni per l'edilizia sostenibile devono essere investigate come parte integrante del progetto di un edificio e in particolare quegli aspetti che contribuiscono a ridurre il consumo energetico durante l'utilizzo.

Una visione miope limitata a minimizzare il carico ambientale nella fase costruttiva può facilmente portare a incrementare il consumo di energia nella fase di utilizzo o a una vita di servizio più breve dell'edificio.

4.2. Gli edifici energeticamente efficienti

Il bisogno di preservare energia negli edifici europei si presenta come una sfida impegnativa.

In particolare esiste la necessità di investire nel rinnovamento dei vecchi edifici per fargli raggiungere gli standard moderni di efficienza termica.

In Europa oggi solo 1.000 nuove abitazioni all'anno³⁰ sono costruite con uno standard di "case passive", sebbene un certo numero di governi europei si siano posti come obiettivo quello di raggiungere il 100% di "zero emissioni di carbonio", per le nuove abitazioni, entro il 2016.

Molti governi europei stanno concentrando il loro interesse verso il settore dell'edilizia per cercare di raggiungere gli obiettivi fissati dal trattato di Kyoto.

4.2.1. La direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia (EPBD)

La UE stima che circa il 41% dell'utilizzo finale dell'energia abbia luogo nel settore residenziale e commerciale. Attraverso la corretta applicazione della EPBD si potrebbe realizzare un risparmio stimato di energia nel settore delle costruzioni del 28%, riducendo così il consumo totale di energia nella UE del 11%³¹.

La scarsità dell'efficienza energetica degli edifici costa all'Europa una cifra stimata di 270 miliardi di Euro ogni anno³².

Per le economie nazionali gli investimenti nel risparmio energetico degli edifici dovrebbero determinare una riduzione annuale dei costi netti, rendendo così tali misure attraenti anche da un punto di vista economico.

Tuttavia, per raggiungere questo obiettivo, è decisivo che tutti gli stakeholder siano coinvolti, dal governo, all'industria, ai consumatori finali.

La Direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia è entrata in vigore nel 2006.

E' lo strumento legislativo principale per influire sull'uso dell'energia nel settore edilizio della UE e impegna gli Stati Membri nell'applicare le seguenti misure³³:

- Introdurre una base comune metodologica per il calcolo del rendimento energetico integrato degli edifici.
- Fornire le prescrizioni minime riguardo al rendimento energetico degli edifici di nuova costruzione e degli edifici esistenti di grande dimensione (oltre 1.000 m²) soggetti ad un'importante ristrutturazione (dell'intero edificio o di una sua parte).
- Richiedere la certificazione energetica degli edifici quando vengono commissionati, affittati o venduti.
- Imporre un'ispezione regolare dei sistemi di ventilazione.
- Considerare l'introduzione di sistemi di energia alternativi nei nuovi edifici con superficie maggiore di 1.000 m².

Questa direttiva è stata rimaneggiata dalle istituzioni europee, per rivedere alcuni punti ed ampliare i propri scopi attraverso:

- Il miglioramento della qualità degli edifici rafforzando gli schemi di certifica-

³⁰ <http://www.europeanpassivehouses.org/> and <http://www.passive-on.org/en>

³¹ EUROPEAN COMMISSION, Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential, 2006.

³² BOERMANS T., PETERSDORFF C., U-Values - For Better Energy Performance of Buildings, Report established by ECOFYS for EURIMA, 2007. <http://www.eurima.org/europeandU>

³³ <http://www.buildingsplatform.org/>

4 LE PROPRIETA' AMBIENTALI DELLE INFRASTRUTTURE DI CALCESTRUZZO DURANTE L'USO

- zione e le modalità d'ispezione.
- L'espansione del ruolo del settore pubblico nell'applicazione delle nuove tecnologie e dei metodi.
- L'ampliamento dell'applicazione della direttiva non solo agli edifici oltre i 1.000 m² allargando così il numero degli edifici coinvolti.
- La proposta di requisiti minimi delle prestazioni (kWh/m²) per gli edifici nuovi e per quelli ristrutturati o per alcuni componenti, fissando un target per i nuovi edifici al fine di poter raggiungere il livello previsto di realizzazione delle "case passive" entro il 2015.
- La promozione dell'uso di sistemi di riscaldamento e raffrescamento passivi.
- La proposta di misure da applicare da parte degli Stati Membri per i finanziamenti correlati a investimenti ad elevato effetto sui costi e la promozione del concetto di abitazioni ad elevato rendimento energetico³⁴.

4.2.2. I risparmi energetici nel riscaldamento e nel raffrescamento

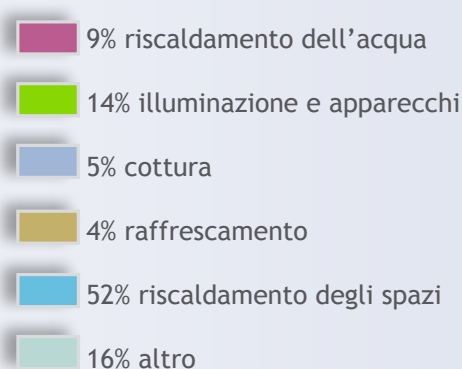
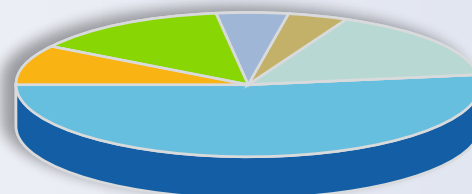
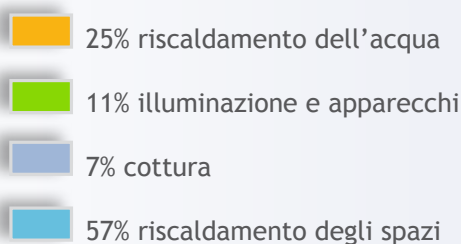
Il consumo energetico di un edificio durante la vita di servizio può essere diviso in energia consumata per il riscaldamento e consumo di elettricità, che incidono per il 42% e producono circa il 35% del totale delle emissioni europee di gas serra³⁵. Questa energia si somma a quella consumata per la manutenzione e le riparazioni. L'energia utilizzata per il riscaldamento rappresenta la maggior parte del consumo energetico.

Negli edifici adibiti ad uffici, questo consumo, può raggiungere livelli considerevoli che si vanno a sommare alla necessità di fornire energia elettrica per i computer, le macchine fotocopiatrici, ecc. oltre alla necessità di raffrescamento dell'edificio.

Il consumo energetico di un edificio è direttamente influenzato dalla sua struttura; grandi facciate provviste di vetri, per esempio, di solito incrementano la necessità di riscaldamento in inverno e raffrescamento in estate.

Il consumo energetico per il riscaldamento di un edificio è influenzato dall'isolamento termico dell'involucro esterno, dalla massa dell'edificio, dalla ventilazione e dalla sua ermeticità.

Il consumo energetico degli edifici europei residenziali e commerciali.
Fonte: www.intuser.net



E' importante aumentare la tenuta di un edificio quando si migliora l'isolamento termico dell'involucro esterno e quando viene potenziato il recupero di calore tramite la ventilazione.

Un'ottima tenuta in una casa costruita interamente in calcestruzzo può far risparmiare, mediamente, il 10% dell'energia utilizzata per il riscaldamento se confrontata con una casa costruita con il legno.

Il risparmio energetico può essere incrementato ulteriormente passando da una ventilazione passiva ad una attiva (o meccanicamente assistita).

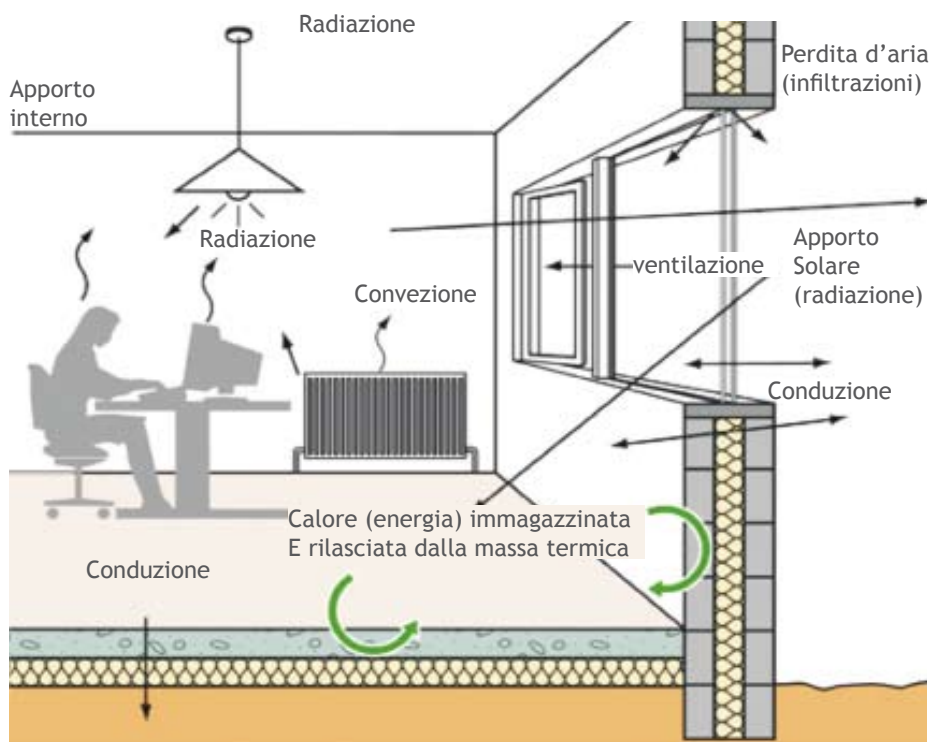
Per esempio, i solai alveolari possono agire come condotti ventilati e possono

³⁴ <http://www.cepi.eu/>

³⁵ EUROPEAN COMMISSION, Accelerating the Development of the Sustainable Construction Market in Europe, Report della Task force sul riordino dell'edilizia sostenibile in preparazione della comunicazione "A Lead Market Initiative for Europe", 2007.

4 LE PROPRIETA' AMBIENTALI DELLE INFRASTRUTTURE DI CALCESTRUZZO DURANTE L'USO

immagazzinare un maggior quantitativo di calore o di fresco. In questo caso si abbassano le temperature massime raggiunte nell'edificio in estate e si riduce la necessità di raffreddamento. Si riduce così la potenza richiesta per il raffreddamento e il consumo energetico e in alcuni casi il raffreddamento meccanico può essere completamente evitato utilizzando la massa termica dei solai alveolari. Questo permette di risparmiare sui costi sia nella fase di costruzione che in quella di funzionamento. Lo sviluppo di questo sistema negli edifici adibiti ad uffici, può determinare un risparmio energetico del 7-10% in confronto a quello di un sistema convenzionale a volume d'aria variabile o la soluzione delle travi raffreddate.



Flussi di calore (energia) all'interno di un edificio.

- Il calore viene fornito dall'irraggiamento solare, e internamente dalla luce, dal riscaldamento, dagli occupanti e dalle attrezzature.
- Il calore viene disperso a causa di dispersioni d'aria, ventilazione, irraggiamento attraverso i vetri delle finestre e per conduzione attraverso pareti, finestre e pavimenti.
- Il calore viene assorbito e ceduto dalla massa termica dell'edificio.

4.3. Un materiale da costruzione non inquinante

Gli aspetti dei prodotti per l'edilizia riguardanti la salute e l'ambiente, e in modo particolare la qualità dell'aria degli ambienti chiusi, sono in testa alla graduatoria dei vari programmi di azione della UE.

Diversi Stati Membri e i loro uffici responsabili hanno a disposizione regolamentazioni e procedure di valutazione su queste materie; la Commissione le sta armonizzando attraverso l'introduzione di nuove legislazioni.

Il terzo requisito essenziale della Direttiva sui Prodotti da Costruzione (allo stato corrente sotto revisione per essere trasformata in un regolamento) tratta di "igiene, salute e ambiente"³⁶.

Garantisce che le valutazioni sulle emissioni di sostanze pericolose ed il loro monitoraggio vengano eseguiti direttamente dove vengono utilizzati i materiali da costruzione.

L'unità che si occupa delle costruzioni nella Commissione Europea³⁷, ha stilato un mandato per lanciare l'armonizzazione degli standard previsti per la misurazione, le prove e la valutazione delle procedure.

Su questa base sarà armonizzato il maggior numero possibile di procedure, per adattare i prodotti ed i gruppi di prodotti all'uso nello stesso ambiente.

Per i prodotti dell'edilizia, sono al momento sotto esame anche gli aspetti che riguardano le emissioni rilasciate nell'aria degli ambienti chiusi e il rilascio di sostanze nel terreno, sulla superficie e nelle falde freatiche.

4.3.1. Emissioni nel suolo e nell'acqua

Nel caso del calcestruzzo, sono stati condotti alcuni studi in differenti paesi europei che hanno dimostrato come il rilascio di sostanze nelle falde freatiche sia basso.

³⁶ http://ec.europa.eu/enterprise/construction/internal/cpd/cpd_en.htm#a1

³⁷ http://ec.europa.eu/enterprise/construction/index_en.htm

4 LE PROPRIETA' AMBIENTALI DELLE INFRASTRUTTURE DI CALCESTRUZZO DURANTE L'USO

L'analisi chimica di centinaia di campioni, con decine di ricette contenenti differenti tipologie di cemento e di materiali granulari, inclusi quelli di riciclo, mostrano quantitativi di sostanze disciolte a livelli molto più bassi dei limiti particolarmente restrittivi imposti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) per l'acqua potabile³⁸.

Soltanto gli ioni di solfato (SO_4^-) sono stati regolarmente trovati con una concentrazione più elevata, ma comunque più bassa rispetto ai livelli riscontrati nella maggior parte dei marchi più popolari di acque minerali.

4.3.2. Emissioni nell'aria degli ambienti chiusi

Le emissioni nell'aria sono prodotte da sostanze che possono diventare gassose alle temperature e le condizioni esistenti negli edifici.

I componenti dei prodotti del calcestruzzo sono materiali inerti.

Piccole quantità di prodotti chimici organici possono essere utilizzate per migliorare la produzione di calcestruzzo, ma vengono intrappolate nella matrice del calcestruzzo e non possono migrare verso la superficie.

Tracce di agenti disarmanti, ricavati da oli vegetali non tossici, possono essere presenti per un breve periodo sulla superficie dei prodotti, ma scompaiono pochi giorni dopo essere stati utilizzati.

A) RADIAZIONI E RADON

La fonte principale delle radiazioni ionizzanti a cui gli uomini sono esposti è il gas radon.

Normalmente ciò che influenza in modo prevalente la presenza del radon e dei livelli di radioattività negli edifici è la geologia locale e il rilascio naturale del radon dal terreno.

In Europa i livelli di radon presenti nei vari paesi sono molto diversi ed è per questa ragione che l'importanza e l'attenzione posta nei confronti del radon cambia da paese a paese. I normali materiali da costruzione realizzati in calcestruzzo possono essere tranquillamente utilizzati anche dove sono state redatte delle linee guida specifiche per definire il livello di radon ammesso negli ambienti chiusi.

Al contrario, il radon assorbito dalle emissioni del terreno può essere sostanzialmente ridotto utilizzando il calcestruzzo e una progettazione adeguata per la costruzione dell'edificio.

B) LE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO CONTRO IL RADON

Il contenuto di radon nell'aria degli ambienti chiusi può essere influenzato dal tipo di fondazioni scelte.

Nelle aree dove vengono rilevate concentrazioni di radon eccezionalmente elevate, la scelta delle fondazioni è la chiave del successo per realizzare misure antiradon.

Di seguito vengono evidenziate le pratiche di base per garantire un ambiente sicuro nei confronti del radon:

- Realizzare una ventilazione al di sotto della lastra più bassa (intercapedine).
- Realizzare una soletta di fondazione continua senza giunture.
- Quando la lastra è gettata separatamente all'interno dei plinti/pareti di fondazione, bisogna porre una speciale attenzione per garantire che la giunzione tra la lastra e il plinto sia a tenuta d'aria.

L'approccio fondamentale per la progettazione delle fondazioni e la scelta dei materiali possono influire sul numero delle soluzioni tecniche che devono essere impiegate per far fronte ai potenziali problemi derivanti dal radon e questo può incidere sui costi.

Per strutture costruite direttamente sul terreno, la soluzione migliore è quella di far sì che la lastra di base e le fondazioni siano il più possibile compatte, a tenuta d'aria e omogenee, con il minor numero possibile di punti da sigillare. Negli edifici dove è presente un'intercapedine al di sotto del pavimento, lo spazio deve essere ventilato in modo tale che il radon possa uscire verso esterno. Anche questo tipo di lastra deve essere realizzata a tenuta d'aria.

³⁸ WORLD HEALTH ORGANIZATION, Guidelines for Drinking Water Quality, First Addendum to Third Edition, Volume 1, Recommendation, 2006. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf

5 GLI ASPETTI ECONOMICI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

5.1. La vita di servizio delle strutture in calcestruzzo o degli edifici

Per “vita di servizio” si intende il periodo di tempo previsto in cui un’infrastruttura possa resistere in condizioni normali, se opportunamente mantenuta. La vita di servizio prevista per un edificio è di solito abbastanza lunga, dato che molti edifici con più di 100 anni sono ancora completamente operativi.

Ci sono all’incirca 150 milioni di abitazioni nella UE.

Di queste il 32% è stato costruito prima del 1945, il 40% tra il 1945 e il 1975 e il rimanente 28% è stato costruito successivamente³⁹.

Dal punto di vista della sostenibilità, è auspicabile che la struttura posseda una vista di servizio molto lunga, non solo per gli aspetti ecologici ed economici, ma anche per ragioni culturali.

Durante gli ultimi decenni sono stati sviluppati modelli di calcolo affidabili per valutare la durabilità delle costruzioni in calcestruzzo.

Essere in grado di effettuare una valutazione accurata sulla durabilità di una struttura è la chiave per stabilire un modo affidabile per assicurare una vita di servizio adeguata e per poterla definire anche da un punto di vista normativo.



Il ‘Rion-Antirion’ un ponte sospeso in Grecia è una struttura garantita per una vita di servizio lunga. Il ponte è lungo 3 km e la campata centrale è lunga 560 m.

Lastre di pavimentazione in calcestruzzo possono essere utilizzate per costruire aree pedonali in ambiente urbano particolarmente durevoli e attraenti. Per gentile concessione di Fédération de l’Industrie du Béton (FEBE), Belgio.



³⁹ <http://www.eurima.org>

5 GLI ASPETTI ECONOMICI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

La vita di servizio nella progettazione di strutture di calcestruzzo viene stabilita da un minimo di 50 anni a un massimo di 200 anni.

C'è il 95% di probabilità che la vita di servizio progettata sia raggiunta. In pratica questo significa che, in funzione dei parametri di progettazione, la vita di servizio media effettiva è sostanzialmente maggiore della vita di servizio progettata, spesso più del doppio.

Per quanto riguarda la vita di servizio i progettisti puntano su un pacchetto di condizioni ideali globali, assicurando poi che vi sia armonia tra le differenti opzioni di progetto e i componenti.

Di conseguenza nel progettare e nel costruire strutture in calcestruzzo, la vita di servizio può essere influenzata dalle seguenti scelte:

- Classe di resistenza e rapporto acqua/cemento.
- Quantità e qualità del cemento.
- Spessore del copriferro sull'armatura.
- Aria inglobata e porosità.
- Forma della struttura e metodo di costruzione.
- Densità del calcestruzzo e manutenzione.

Le strutture interne in calcestruzzo possono essere considerate eterne dato che, in condizioni normali, non esistono meccanismi tali che possano danneggiare il calcestruzzo presente in ambienti chiusi.

La loro vita di servizio è assicurata per 200 anni.



Edificio realizzato in Olanda con unità di calcestruzzo prefabbricate. Le tegole di calcestruzzo utilizzate per le rifiniture del tetto, assicurano una lunga vita di servizio all'edificio. Per gentile concessione di BFBN.

5.2. Il calcestruzzo una soluzione per un'edilizia abitativa alla portata di tutti

Il costo dell'intera vita di un edificio è stato definito nella bozza di norma internazionale ISO 15686 parte 5 come: "La valutazione economica che prende in considerazione, in un periodo di analisi definito, tutti i flussi di costo concordati previsti, significativi e rilevanti, espressi in valore monetario. I costi previsti sono quelli necessari per raggiungere livelli di prestazione definiti, includendo l'affidabilità, la sicurezza e l'accessibilità".

I costi comprendono quelli per la costruzione, per il funzionamento e la manutenzione (inclusi il consumo energetico, i premi assicurativi e i costi dovuti alla inagibilità nel caso che l'edificio non possa essere utilizzato durante le fasi di riparazione a seguito di inondazioni o danneggiamenti da incendio), il ripristino, la ristrutturazione e la demolizione, oltre a quelli correlati con il finanziamento.

Gli edifici in calcestruzzo risultano essere più efficienti in fatto di costi rispetto ad altre alternative, specialmente per quanto riguarda i costi di funzionamento e ri-

5 GLI ASPETTI ECONOMICI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

pristino, grazie all'elevata vita di servizio che viene garantita dalle strutture in calcestruzzo rispetto a quella offerta da altri materiali da costruzione.

Migliorare l'efficienza energetica di un edificio non riduce solo le emissioni di anidride carbonica e di altre sostanze pericolose, ma riduce anche i costi per il riscaldamento e il raffrescamento.

Il consumo energetico di una casa monofamiliare standard può essere pari a circa 100-120 kWh/m² anno.

Una casa con elevato rendimento usa meno della metà dell'energia utilizzata per il riscaldamento rispetto ad una casa convenzionale.

Riscaldare una casa con un elevato rendimento richiede un consumo tra i 30-70 kWh/m² anno secondo quanto prescritto dai requisiti nazionali.

In Austria l'indice prescritto dall'attuale legislazione è di 65 kWh/m² anno, mentre in Francia la nuova legislazione propone un target di 50 kWh/m² anno per i nuovi edifici a partire dal 2012.

Grazie alle attuali tecnologie e in particolare alle soluzioni standard, possono essere facilmente raggiunti, livelli di consumi energetici più bassi.

Secondo quanto evidenziato da alcuni studi effettuati, una casa costruita con blocchi di calcestruzzo leggero ben sigillati ed isolati può far risparmiare da € 75.000 a € 130.000 sul conto energetico, in un periodo pari a 50 anni, se confrontata con una casa di tipo comune costruita con materiali da costruzione leggeri⁴⁰.

Poiché i costi dell'energia rappresentano la porzione maggiore dei costi vivi (10% delle spese per la casa⁴¹), questo ha un impatto significativo sul budget di spesa di una famiglia.

Sono state sviluppate anche costruzioni in calcestruzzo ad elevato rendimento energetico. Per esempio un valore U di 0,15 può essere ottenuto nella costruzione di pareti utilizzando prodotti standard.

Un requisito base per ottenere una costruzione ad elevato rendimento è quello di utilizzare una sigillatura corretta delle costruzioni in calcestruzzo.

In molti Paesi europei sono state testate e costruite sia case di tipo monofamiliare che abitazioni residenziali multipiano, utilizzando le tecnologie a basso consumo energetico o a zero impatto energetico.

Molte di queste abitazioni sono state costruite in calcestruzzo.

Un altro interessante aspetto del calcestruzzo è la sua efficienza illuminotecnica. Le pareti ed i pavimenti in calcestruzzo possiedono proprietà di riflessione che possono ridurre i costi associati all'illuminazione sia interna che esterna.

Questa caratteristica può essere incrementata attraverso l'utilizzo del cemento bianco che possiede una maggiore riflettanza (0,75) comparata a quella del calcestruzzo ordinario⁴² (circa 0,35).

5.3. Adattabilità degli edifici

Per realizzare una progettazione sostenibile è indispensabile progettare una struttura flessibile che possa essere facilmente adattata, ampliata o suddivisa.

Per essere sostenibile un edificio deve essere capace di adattarsi ai cambiamenti durante la sua vita di servizio.

Queste considerazioni dovrebbero essere tenute in conto durante lo stadio iniziale di progettazione.

Il costo associato alla verifica dell'adattabilità nello stadio di costruzione dell'edificio rappresenta solo una frazione dei costi sostenuti quando i cambiamenti vengono implementati in uno stadio successivo.

La flessibilità dell'edificio può essere migliorata a costi relativamente contenuti prevedendo sin dall'inizio la possibilità di installare servizi aggiuntivi.

La struttura portante deve fornire ampi spazi aperti che possono essere poi suddivisi in caso di necessità.

I progettisti devono essere capaci di anticipare ogni possibile necessità di adeguamento e decidere, per esempio, dove potrebbero essere richieste aperture aggiuntive e se sia necessario, nel lungo termine, adeguare la resistenza al fuoco o migliorare l'isolamento termico.

La capacità di anticipare i cambiamenti richiede la conoscenza di un maggior

⁴⁰ TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND (VTT), Low Energy concrete block house - Comparison calculations on Energy consumption of single family houses, Report RTE627/05, Espoo 2005

⁴¹ EUROPEAN COMMISSION, Facing the challenge of higher oil prices, COM (2008)384, 13/07/2008.

⁴² <http://www.concretethinker.com/solutions/Lighting-Efficiency.aspx>

5 GLI ASPETTI ECONOMICI DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

numero di informazioni da parte del progettista, perché un semplice sovradimensionamento non rappresenta una scelta sostenibile.

Un principio efficace è quello di pensare ai possibili usi alternativi dell'edificio nello stadio di progettazione.

Per quanto riguarda la flessibilità, i vantaggi del calcestruzzo sono rappresentati dalla sua elevata resistenza combinata con la capacità di realizzare lunghe campate.

La resistenza al fuoco e l'isolamento acustico sono altre importanti proprietà intrinseche del calcestruzzo.



Questa casa è stata costruita in Germania interamente in calcestruzzo dall'industria tedesca del cemento e del calcestruzzo. Questo piacevole edificio è stato progettato specificatamente per poter fornire una buona flessibilità di spazi da vivere per soddisfare i bisogni futuri degli occupanti. Fotografia fornita dalla tedesca Home for life (copyright: Betonmarketing Nord, 2006)

5.4. Costi limitati di riparazione e manutenzione

Le strutture di calcestruzzo richiedono pochissima manutenzione.

Tuttavia le strutture devono essere ispezionate regolarmente secondo quanto prescritto dalle buone pratiche di manutenzione degli edifici.

Spesso è sufficiente un regolare lavaggio a fondo della struttura con sostanze non tossiche come ad esempio acqua saponata. Il calcestruzzo utilizzato in ambienti

chiusi può durare in eterno. All'esterno invece deve resistere all'azione del gelo e degli atti vandalici (es. graffiti).

La superficie del calcestruzzo può essere parzialmente protetta da questa pratica attraverso l'utilizzo di prodotti anti graffiti.

Le pareti di calcestruzzo possono essere lasciate a vista ma se vengono verniciate richiedono di essere riverniciate regolarmente. I giunti elastici presenti tra le unità prefabbricate di calcestruzzo di solito richiedono di essere revisionati e sostituiti ogni 20 anni.

Se la superficie del calcestruzzo si deteriora, può essere applicata della malta per il ripristino.

Se l'armatura si sta corrodendo, la riparazione consiste nel rimuovere il calcestruzzo deteriorato, trattare la superficie dell'acciaio e ripristinare il calcestruzzo. Anche l'alcalinità del calcestruzzo può essere ripristinata per garantire la protezione dell'acciaio.



6 IL FINE VITA

6.1. Demolizione, riuso e riciclaggio

In Europa vengono prodotte ogni anno quasi 200 milioni di tonnellate di rifiuti da costruzione e demolizione (C&DW).

Il calcestruzzo è un materiale da costruzione eccellente per edifici che durano nel tempo e che hanno un'elevata efficienza energetica, ma deve essere in grado di potersi adattare anche ai cambiamenti richiesti dalla società moderna come ad esempio la riduzione della produzione di rifiuti.

Fortunatamente alla fine del suo ciclo di vita il calcestruzzo può essere riciclato per ridurre l'impatto ambientale.

Il traguardo di "zero messa a discarica" del calcestruzzo può essere raggiunto se la struttura è stata pianificata e progettata attentamente e se l'edificio è stato sottoposto a riparazione e demolizione.

Il calcestruzzo recuperato dai rifiuti da costruzione e da demolizione può essere frantumato e utilizzato come aggregato.

E' utilizzato principalmente per la costruzione del sottofondo e delle fondazioni delle strade, ma una certa percentuale di materiale di scarto recuperato può essere utilizzato anche per produrre nuovo calcestruzzo.



Scarti di calcestruzzo frantumati, possono essere utilizzati nella costruzione di strade.
Per gentile concessione di: Photothèque CERIB.

Il calcestruzzo può essere riutilizzato in vari modi e su larga scala e, in determinate occasioni, nella sua forma originale.

Un esempio recente è stato quello di lasciare intatta la struttura, modernizzando lo spazio interno e la facciata dell'edificio.

Tale approccio conserva le risorse naturali e evita l'impatto ambientale determinato dallo smaltimento dei rifiuti e dall'estrazione, produzione e trasporto di nuovi materiali.

Un esempio di riutilizzo di materiale coronato da successo è stato realizzato nella Mehrow Residence vicino a Berlino.

Questo nuovo edificio abitativo ha riutilizzato completamente le pareti, i pavimenti e i soffitti derivati dalla demolizione di un edificio a torre di 11 piani.

Gli unici costi significativi sostenuti, sono stati determinati dal trasporto delle cinque tonnellate di pannelli e dall'utilizzo di una gru portatile per installare i pannelli.

Il riutilizzo di pannelli prefabbricati, senza costi aggiuntivi, evita l'impatto ambientale associato allo smaltimento e fa risparmiare sui costi dei materiali.⁴³

Una casa realizzata con pannelli di calcestruzzo riciclato può risultare tre volte più efficiente, dal punto di vista energetico, e approssimativamente del 30-40% meno costosa rispetto a un edificio a struttura armata realizzato con nuovi materiali.⁴⁴

Un'altra modalità di riciclo può essere applicata quando le strutture di calcestruzzo sono costruite in unità prefabbricate collegate fra loro da bulloni o

⁴³ Per ulteriori dettagli visitare il sito: <http://www.architectmagazine.com/industry-newsprint.asp?sectionID=0&articleID=384249>

⁴⁴ <http://www.sustainableconcrete.org.uk/>

6 IL FINE VITA

giunti saldati, progettate per essere smontate; le unità possono essere disassemblate riportando piccoli danni o senza alcun danno.

In Olanda, dove la demolizione delle costruzioni è ben organizzata e i livelli di recupero sono estremamente elevati, sono stati sviluppati sistemi di costruzione in modo tale che l'intero edificio possa essere smontato e spostato in un altro sito.



Lo scheletro di un edificio smontabile in Olanda.
Per gentile concessione di BFBN.

Un altro esempio è quello di costruzioni prefabbricate nelle quali alcune unità possono essere riusate e il resto della struttura viene frantumata. Il calcestruzzo frantumato può essere riutilizzato sia come massiccata per la costruzione di strade che come aggregato nella produzione di nuovo calcestruzzo.

Quando per produrre del nuovo calcestruzzo viene utilizzato al massimo il 20% di aggregati riciclati sul totale degli aggregati, le proprietà saranno paragonabili a quelle di un calcestruzzo realizzato solo con aggregati standard.

Il calcestruzzo frantumato viene per la maggior parte utilizzato per realizzare infrastrutture stradali, strade, piazzali e aree di parcheggio, ma può anche essere utilizzato come materiale di riempimento negli scavi di condotte, fondazioni per edifici, ecc.

Per questi tipi di applicazioni il calcestruzzo di recupero è particolarmente utile come aggregato riciclato e spesso permette di ottenere migliori proprietà di compattazione e densità. E' generalmente più conveniente dei nuovi materiali.⁴⁵

Per verificare la presenza di sostanze pericolose e la possibile dispersione di sostanze chimiche nell'ambiente, è stato sviluppato un apposito sistema per il controllo della qualità del calcestruzzo riciclato.

La possibilità di essere riciclato dona al calcestruzzo nuova vita.

Il calcestruzzo fresco prodotto in eccesso può essere riciclato; può essere utilizzato così com'è o sotto forma di aggregati di recupero. Nella maggior parte dei processi l'acqua può essere riciclata e i fanghi cementizi possono essere utilizzati per il trattamento del terreno, quando vengono frantumati, perché contengono un elevato quantitativo di calce.

La tecnica sopra descritta riduce lo sfruttamento delle risorse ed i costi di trasporto dato che il calcestruzzo può essere riciclato direttamente nei siti di demolizione, costruzione o in prossimità delle aree urbane.

Il materiale può essere recuperato dalle discariche e reimpiegato secondo le richieste.

⁴⁵ WORLD BUSINESS COUNCIL ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT, op. cit.

Allegati

GLOSSARIO DEI TERMINI

CALCESTRUZZO AERATO:

calcestruzzo contenente piccole bolle o pori aggiunti durante la fase di fabbricazione per proteggere il calcestruzzo dal gelo e disgelo.

I pori migliorano la resistenza al gelo permettendo all'acqua, contenuta all'interno degli spazi del calcestruzzo, di espandersi.

BAT:

Best Available Technique (migliore tecnica disponibile).

DURABILITA':

“capacità di una costruzione o di una parte di essa di adempiere alla funzione richiesta, per un determinato periodo di tempo, sotto l'influenza degli agenti previsti durante la fase di servizio”⁴⁶

ECO-EFFICIENZA:

“l'eco-efficienza è conseguita attraverso l'erogazione di servizi e merci a prezzi competitivi che soddisfino i bisogni umani e siano in grado di produrre qualità della vita, mentre riducono progressivamente e durante tutto il ciclo di vita, gli impatti ecologici e l'intensità del consumo delle risorse ad un livello almeno in linea con quanto può essere sopportato dalla Terra”⁴⁷

EMISSIONI:

Le emissioni emanate dai materiali da costruzione e dalle finiture interne negli ambienti chiusi. Esistono due tipi di emissioni:

1. EMISSIONI PRIMARIE:

l'evaporazione naturale di impurità dai nuovi materiali da costruzione e dalle finiture interne che sono facilmente riconoscibili dal loro odore caratteristico.

Evaporazioni significative possono continuare per alcune settimane e fino a 6 mesi al massimo.

2. EMISSIONI SECONDARIE:

sono innescate attraverso degli agenti esterni, di solito l'umidità, e causano il deterioramento del prodotto.

COSTRUZIONI PESANTI:

quando l'involucro di una costruzione è realizzato con materiali ad elevata densità come ad esempio calcestruzzo o laterizio, per i quali i pesi propri sono predominanti sui carichi totali che agiscono sulla struttura.

CALCESTRUZZO AD ELEVATA RESISTENZA:

è la massima resistenza di un campione di calcestruzzo a cui viene applicata una pressione. I limiti si sono largamente evoluti negli ultimi anni, grazie al progresso raggiunto dalla tecnologia dei materiali e da una maggiore richiesta.

Negli anni '50 un valore di 34 N era considerato una resistenza elevata e negli anni '60 una resistenza a compressione fino a 52 N era utilizzata correntemente. Resistenze a compressione prossime a 138 N sono state utilizzate nelle costruzioni in opera.

INERTE:

chimicamente non reattivo, permanente.

CICLO DI VITA:

“fasi consequenziali e collegate tra loro di un prodotto o di un sistema di servizio, dall'estrazione delle risorse naturali fino alla distruzione finale”⁴⁸

⁴⁶ Definizione data nella ISO 6707-1 & ISO 15686-1.

⁴⁷ Definizione data da World Business Council on Sustainable Development <http://www.wbcsd.org/>

⁴⁸ Definizione data nella ISO 14040.2 Draft: Life Cycle Assessment - Principles and Guidelines.

VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA (LCA):

*“un insieme di procedure sistematiche per la compilazione e l’esame degli input e degli output provenienti dai materiali, dall’energia e dagli impatti ambientali associati, direttamente attribuibili al funzionamento di un prodotto o di un sistema di servizio, durante tutto il loro ciclo di vita”*⁴⁹.

COSTRUZIONI LEGGERE:

quando l’involucro di una costruzione è realizzato con materiali a densità ridotta, come ad esempio legno o acciaio, per i quali i carichi accidentali sono predominanti sui carichi totali che agiscono sulla struttura.

GLI STANDARD DELLA “CASA PASSIVA”:

un sistema di progettazione per l’edilizia a bassissimo consumo di energia, che utilizza la costruzione di involucri efficienti per ridurre il consumo energetico proprio attraverso la struttura.

Lo standard è volontario ma implica il raggiungimento di un insieme di requisiti estremamente rigorosi per poter essere classificato come Casa Passiva.

ELEMENTI A SANDWICH:

unità prefabbricata di calcestruzzo multistrato utilizzata per realizzare i muri esterni di un edificio. Un elemento a sandwich è realizzato utilizzando tre differenti componenti:

- *Un pannello esterno di calcestruzzo prefabbricato.*
- *Uno strato di isolamento.*
- *Un pannello interno di calcestruzzo prefabbricato.*

VITA DI SERVIZIO:

*“il periodo di tempo misurato dopo l’installazione durante il quale una costruzione o una sua parte soddisfa o supera i requisiti di prestazione richiesti”*⁵⁰.

VALORE U:

“la quantità di calore dispersa attraverso un elemento da costruzione, come ad esempio una parete o una finestra (espressa in W/m^2K°).

*Più basso è il valore U minore è l’energia dispersa e migliore è la sua caratteristica di isolamento”*⁵¹.

COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (VOCs):

“sono componenti chimici organici che in normali condizioni si trovano allo stato gassoso o possono vaporizzarsi e disperdersi nell’atmosfera.

*Questi comprendono composti come metano, benzene, xilene, propano e butano. Il metano è emesso principalmente in agricoltura (dai ruminanti e dalle coltivazioni), mentre gli altri composti sono emessi principalmente dai mezzi di trasporto, dai processi industriali e dai solventi organici*⁵².

*Sono stati identificati più di 900 composti organici volatili*⁵³.

⁴⁹ Ibid.

⁵⁰ Definizione data nella ISO 6707-1 & ISO 15686-1 & ISO/CD 15392.

⁵¹ Definizione data da EURIMA in BOERMANS T., PETERSDORFF C., op.cit.

⁵² Definition given by the European Environment Agency <http://www.eea.europa.eu/>

⁵³ ENVIRONMENTAL HEALTH PROTECTION AGENCY (EPA). Report to Congress on Indoor Air Quality. vol. II, Assessment and control of indoor air pollution. Report N. EPA/400/1-89-001C, 1989.

PUBBLICAZIONI:

BOERMANS T., PETERSDORFF C., U-Values - For Better Energy Performance of Buildings, Report established by ECOFYS for EURIMA, 2007.

BRUNDTLAND G., Our Common Future: The World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford, 1987.

CEMBUREAU, Sustainable cement production. CO-processing of alternative fuels and raw materials in the European cement industry.

ENVIRONMENTAL HEALTH PROTECTION AGENCY (EPA), Report to Congress on Indoor Air Quality. vol. II, Assessment and control of indoor air pollution, Report N. EPA/400/1-89-001C, 1989.

EUROPEAN COMMISSION, Accelerating the Development of the Sustainable Construction Market in Europe, Report of the Taskforce on Sustainable Construction Composed in preparation of the Communication "A Lead Market Initiative for Europe", COM (2007) 860.

EUROPEAN COMMISSION, Action Plan for Energy Efficiency: Realizing the Potential, 2006.

EUROPEAN COMMISSION, Facing the challenge of higher oil prices, COM (2008)384, 13/07/2008.

EUROPEAN CONCRETE PLATFORM, Comprehensive fire protection and safety with concrete, April 2007.

EUROPEAN CONCRETE PLATFORM, Concrete for energy-efficient buildings. The benefits of thermal mass, April 2007.

EUROPEAN CONCRETE PLATFORM, Improving fire safety in tunnels. The concrete pavement solution, April 2004.

FRANCHI M., Towards Healthy Air Dwellings in Europe, The THADE report, EFA Project 2002-2004, 2004.

HACKER J. ET AL., Embodied and operational carbon dioxide emissions from housing: A case study on the effects of thermal mass and climate change, ARUP Report, Energy and Buildings 40, pp. 375-384, 2008.

ISO, ISO/TC 71, Business Plan, Concrete, Reinforced concrete and Prestressed concrete, 08/07/2005.

ISO 14040.2, Draft: Life Cycle Assessment - Principles and Guidelines. KALEMA T. ET AL., Nordic Thermal mass - Effect on Energy and Indoor Climate, Report 184, Tampere University of Technology, Tampere, 2006.

KIBERT C., First International Conference on Sustainable Construction, Tampa, 1994. TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND (VTT), Low energy concrete block house - Comparison calculations on energy consumption of single family houses, Report RTE627/05, Espoo 2005.

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Thermal mass of buildings - Summary about research reports and results, Report 174, Tampere, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, Guidelines for Drinking Water Quality, First Addendum to Third Edition, Volume 1, Recommendation, 2006.

WORLD BUSINESS COUNCIL ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT, Concrete Recycling - A contribution to sustainability, Draft Version, May 2008.

SITI WEB:

<http://www.architectmagazine.com/industry-news-print.asp?sectionID=0&articleID=384249>

http://www.assurre.eu/uploads/documents/pub-32_en-efd92a8a-a387-435a-9fb5-f9d3f743d513.pdf

<http://www.cembureau.eu>

http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/leaflet_better_buildings_en.pdf

http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/buildings_en.htm

http://ec.europa.eu/enterprise/construction/internal/cpd/cpd_en.htm#a1

http://ec.europa.eu/enterprise/construction/index_en.htm

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pgeid=1998,66119021,1998_66292168&_dad=portal&_schema=PORTAL

<http://www.aitec-ambiente.org/it/ProduzioneSostenibiledelCementoHomePage/tabid/112/Default.aspx>

<http://www.concretebarrier.org.uk/>

<http://www.bibm.eu/>

<http://www.britishprecast.org/>

<http://www.buildingsplatform.org/>

<http://www.cembureau.be/>

<http://www.cepi.eu/>

<http://www.concretecentre.com/>

<http://www.concretethinker.com/solutions/Lighting-Efficiency.aspx>

<http://www.countdown2010.net/>

<http://www.eea.europa.eu/>

<http://www.eeb.blog/org>

<http://www.efca.info/>

<http://www.environdec.com/pageld.asp>

<http://www.ermco.eu/>

<http://www.eurima.org/europeandU>

<http://www.europeanconcrete.eu/>

<http://www.europeanpassivehouses.org/>

<http://www.federbeton.it/>

<http://www.itn.is/ncr/publications/doc-21-10.pdf>

<http://www.leonardo-energy.org/drupal/taxonomy/term/54>

<http://www.natura.org/>

<http://www.nepsi.eu/>

<http://www.nordicinnovation.net/>

<http://www.passive-on.org/en>

<http://www.sustainableconcrete.org.uk/>

<http://www.uepg.eu/>

<http://unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=499&ArticleID=5506&l=en>

<http://www.wbcds.org/>

Breve storia del calcestruzzo⁵⁴

7000 a.C. Israele

Costruzione di un pavimento in calcestruzzo scoperto nel 1985.

3000 a.C. Egiziani

Piramidi costruite utilizzando limo miscelato con paglia per legare i mattoni essiccati. Hanno utilizzato anche gesso e malta di calce.

Cinesi

Materiali cementizi utilizzati per costruire la Grande Muraglia.

Dal 300 a.C al 476 d.C. Romani

Primo esempio di cemento pozzolanico ottenuto macinando calce e ceneri vulcaniche insieme con acqua per creare un agente legante in grado di unire fra loro le pietre.

Hanno utilizzato additivi come ad esempio grasso animale, latte e sangue per incrementare le proprietà del cemento.

L'edificio del Panteon ancora esiste!

Medio Evo

L'utilizzo del calcestruzzo scompare con la caduta dell'Impero Romano.

1759

La pietra miliare nella storia del calcestruzzo:

il faro di Eddystone (Corn wall, Regno Unito). John Smeaton inventò un calcestruzzo resistente all'acqua quando individuò che la calcinazione di calcare contenente argilla produceva una calce che induriva a contatto con l'acqua. Il faro fu in grado di resistere agli attacchi salmastri.

1817

Luis Vicat (Francia) introduce il primo cemento artificiale (calcinando una miscela sintetica di calcare e argilla).

1824

Joseph Aspidin (Regno Unito) ottenne il brevetto del cemento Portland (bruciò una miscela finemente macinata di argilla e calcare in un forno da calce fino al momento dell'estrazione dell'anidride carbonica). Il processo di cottura cambia le proprietà chimiche dei materiali, creando un cemento più potente di quello ottenuto usando calcare puro macinato. Il cemento Portland è quello più comunemente utilizzato oggi.

1836

Primo utilizzo di prove a trazione e compressione (Germania).

1867

J. Monier (Francia) rinforzò i vasi dei fiori con fili metallici.

L'introduzione del calcestruzzo armato, combinando la resistenza a trazione del metallo con quella a compressione del calcestruzzo, ha permesso di resistere a carichi elevati. Così il calcestruzzo fu in grado di agire come supporto nella costruzione della struttura di un edificio, capace di resistere non solo alla compressione, ma anche alla trazione. Poteva così essere utilizzato non solo negli edifici ma anche nei lavori pubblici e nelle infrastrutture.

Nel XX secolo

Introduzione del calcestruzzo prefabbricato.

Anni '70

Introduzione del calcestruzzo fibrorinforzato.

Anni '80

Introduzione dei superfluidificanti come additivi.

1985

Introduzione delle ceneri di silice come additivo pozzolanico.

1988

Introduzione del calcestruzzo autocompattante (Giappone) per ridurre il lavoro di posa del calcestruzzo, eliminando o riducendo la necessità di vibrazioni per raggiungere la compattazione.

Fine anni '80

Introduzione del calcestruzzo ad elevate prestazioni.

1997

Introduzione del calcestruzzo fibrorinforzato ad elevatissime performance (UHPFRC) che include una matrice contenente una fibra cementizia. La resistenza a compressione di questo calcestruzzo è generalmente maggiore di 150 MPa e può raggiungere i 250 MPa. Le fibre sono metalliche, organiche o una loro miscela.

⁵⁴ <http://www.sustainableconcrete.org.uk/main.asp?page=36>

