

In **Concreto**

Calcestruzzo di Qualità

123 ● 2014



ISSN 2039-1218

Con il patrocinio di



PRIMO
PIANO

Norme Tecniche Costruzioni: il commento di ATECAP sulla recente revisione approvata

La tanto attesa approvazione della revisione delle Norme tecniche per le costruzioni ha suscitato reazioni controverse da parte degli addetti ai lavori. "E' indubbio che tutto e' migliorabile ma l'Aticap non puo' che esprimere soddisfazione per un testo che ha sostanzialmente recepito i suggerimenti della categoria, volti a rendere le Norme tecniche sempre piu' efficaci. Da tempo l'Associazione e' al fianco del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per la messa in campo di iniziative a supporto della qualificazione del settore. L'intenzione e' quella di proseguire in questa direzione. Come in passato, l'Aticap si rendera' disponibile per promuovere la massima diffusione e la rigorosa applicazione delle Norme". Il commento del Presidente Silvio Sarno, in riferimento alle disposizioni sul calcestruzzo, si inserisce nel generale contesto di collaborazione con le Istituzioni che ha trovato la sua massima espressione nell'Osservatorio sul calcestruzzo e sul calcestruzzo armato. Lo scorso 14 novembre, dopo un iter a dir poco sofferto, la revisione delle Norme tecniche per le costruzioni (d.m. 14/01/2008) e' stata approvata a maggioranza dall'Assemblea gene-



rale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il dibattito che ha preceduto l'approvazione e i commenti negativi che ne sono seguiti hanno riguardato aspetti che non rientrano nelle competenze della categoria dei produttori di calcestruzzo e per questo l'Associazione non ha ritenuto utile ne' opportuno esprimere un parere in tal senso. *...continua*

Norme Tecniche Costruzioni: il parere del Prof. Braga



Venerdi' 14 novembre, a quasi 7 anni dalla pubblicazione delle NTC 2008 dopo 4 anni di lavori è stato approvato dall'Assemblea del Consiglio Superiore dei LLPP il testo delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni. E l'Assemblea si è espressa a larga maggioranza a favore del documento, scegliendo per il punto più controverso, quello sugli edifici esistenti il testo A, il cosiddetto "testo Braga". Abbiamo voluto intervistare il prof. Braga per sapere qualcosa di più di questo documento A. *...continua*

Torna a crescere il mercato immobiliare italiano: +3,6% rispetto al III trim. 2013

+4,1 nel mercato residenziale, +9% per il settore commerciale.



Asancirlo è la Nota trimestrale dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare dell'Agenzia delle Entrate disponibile sul sito internet dell'Agenzia nelle pagine dedicate alle pubblicazioni OMI. Nella Nota si evidenzia che, nel III trimestre del 2014, c'è stato un aumento complessivo del 3,6% delle compravendite rispetto allo stesso periodo del 2013. Nel **mercato residenziale**, l'aumento complessivo del 4,1% è frutto di un rialzo che ha interessato

tutte le aree del Paese con il Centro (+4,5%) e il Nord (+4,3%) che hanno fatto segnare aumenti leggermente superiori a quello del Sud (+3,6%). Aumenti diffusi anche nel **settore commerciale** che fa segnare una crescita del 9%, il più sostanzioso tra i diversi settori; i rialzi registrati nel Sud (+12,2%) e nel Nord (+10%), però, sono decisamente superiori rispetto a quelli del Centro (+3%). In aumento anche il **settore produttivo**, che comprende capannoni e industrie, in aumento dell'1,6%. Conferme anche nelle differenze tra le diverse aree del paese con gli aumenti del Nord (+2,5%) e del Centro (+11,9%) che annullano il dato negativo del Sud (-8,8%) in cui il mercato non accenna a riprendersi. *...continua*

CALCESTRUZZO: i dati del terzo trimestre 2014, sostanziale stagnazione della produzione



Complessivamente, nel terzo trimestre dell'anno la produzione di calcestruzzo pronto per l'uso risulta pari a 7.421.384 mc, un ammontare essenzialmente uguale a quello riscontrato nel trimestre precedente pari a 7.417.683 mc. Questo e' quanto emerge dall'ottavo numero della nota economica trimestrale Atecap sull'andamento della produzione di calcestruzzo preconfezionato nelle quattro macro-aree nazionali nord, centro, sud e isole. Confrontando i risultati del terzo trimestre 2014 con quelli rilevati l'anno precedente, il ristagno produttivo, letto in termini di trimestri consecutivi, assume una connotazione negativa: infatti, nel terzo trimestre 2013 ci fu una variazione positiva rispetto al secondo trimestre dello stesso anno (+2,0%), anziché la contrazione come riscontrata quest'anno. *...continua*

ARCHITETTURA

Il Rolex Learning Center in Svizzera: come il calcestruzzo disegna il paesaggio

Arch. Pietro Mencagli, Ph.D., Università di Roma La Sapienza



Figura 1. Rolex Learning Center Educational and Research, Losanna, Svizzera, SANAA Architects – Vista generale dell'organismo architettonico. Il centro culturale e polifunzionale di Losanna ha come obiettivo quello di riconnettere il polo universitario EPFL con la città circostante attraverso percorsi fluidi e spazi aperti

Dati generali dell'intervento

Progettista	Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa / SANAA
Incarico	Educational and Research construction - Rolex Learning Center
Luogo	Losanna, Svizzera, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
Anno di realizzazione	2010
Tipo di intervento	Nuova realizzazione
Tipologia costruttiva	Calcestruzzo armato gettato in opera - Legno
Structural Engineering	B+G Ingenieure Bollinger und Grohmann GmbH
General contractor	Losinger Construction SA
Client	Private - Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

Il progetto caso studio

Realizzato nel Campus dell'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) in Svizzera, il Rolex Learning Center è un'opera architettonica con una duplice funzione: non solo ricopre il ruolo di biblioteca didattica per gli studenti dell'istituto, ma è anche un centro culturale ed Hub con la funzione di ospitare e connettere studenti e turisti. L'edificio realizzato dallo studio Giapponese Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa / SANAA, si sviluppa su una superficie di 20,000 mq, fluida e con

un'unica soluzione di continuità senza suddivisioni spaziali o interruzioni visive ma bensì inglobano servizi e funzioni al suo interno.

Il ricco programma funzionale che ospita è organizzato come un vero hub, un network di servizi continui che si relazionano l'un l'altro e dialogano con lo spazio esterno. Biblioteche pubbliche, librerie private, spazi di aggregazione sociale, spazi per lo studio, ristoranti, caffetterie, e i meravigliosi spazi esterni, sono collegati da percorsi fluidi che corrono lungo tutto

l'edificio. Il compito principale del Learning Center è di colmare il divario che disconnette il Politecnico di Losanna al resto della città residenziale. L'opera dovrebbe ristabilire le connessioni tra gli studenti e la città, è il ponte tra il mondo accademico e quello della società. L'edificio futuristico si presenta come un organismo architettonico unico nel suo genere, e il calcestruzzo è il materiale che ha permesso di realizzare uno spazio completamente permeabile. Si tratta di un'opera altamente innova-

tiva, con pendenze e dolci terrazze ondulate che si avvolgono attorno ad una serie di patii interni unici, con supporti quasi invisibili per la loro complessa copertura curva e che hanno richiesto particolari metodi di posa in opera del calcestruzzo.

Il Rolex Learning Center è un vero e proprio progetto di Landscape interno, dove gli sbalzi di quota sono progettati come delle colline naturali racchiuse in una pianta rettangolare. Il calcestruzzo rappresenta il suolo artificiale attraverso il quale è realizzata in opera un'architettura tanto audace quanto unica. La biblioteca principale, che contiene 500.000 opere, è una delle più grandi collezioni scientifiche in Europa; quattro aree di studio di grandi dimensioni in grado di ospitare 860 studenti con uffici per oltre 100 impiegati e altri dipendenti; una biblioteca multimediale dà accesso a 12.000 riviste on-line e oltre 20.000 e-book, con macchine e sistemi per la ricerca bibliografica avanzate; un centro studi per l'utilizzo da parte di ricercatori post-laurea consente l'accesso a un'importante collezione di archiviazione e di ricerca dell'università, e le aree di studio sono concepite come bolle vetrate che si aprono alla continuità materiale e visiva degli spazi interni ma che allo stesso tempo sono spazi privati.

Il Materiale

Il Rolex Learning Center è in realtà un ambiente open-space. L'aspetto più audace della nuova biblioteca è la mancanza di confini fisici, spaziali e visivi. Il grande spazio aperto è definito dalla sua geografia artificiale e il calcestruzzo è il materiale che ne ➤

disegna le sinuose curve. L'organismo architettonico raggruppa zone silenziose e tranquille lungo le sue colline e pendii, piuttosto che proporre camere di studio tradizionali chiuse al pubblico, all'edificio e agli spazi esterni.

Riconoscendo l'importanza d'interazione sociale per l'apprendimento, l'esperienza dello spazio aperto incoraggia lo studio e lo scambio d'informazioni, un flusso aperto di idee per migliorare gli sforzi di collaborazione. Il calcestruzzo in questa opera è utilizzato come un vero e proprio suolo artificiale, una naturale estensione del terreno che si piega e si avvolge realizzando un percorso continuo.

L'edificio a pianta rettangolare sembra trasformarsi in una forma completamente organica a causa del modo in cui la copertura ed il suolo artificiale ondulato l'uno parallelo all'altro.

La scelta del calcestruzzo gettato in opera di colore bianco, trasforma l'intera architettura in un'immagine semplice ed organica: l'edificio appare come due fogli di carta che si adagiano sul territorio con le loro dolci forme. I due fogli di carta sono realizzati in calcestruzzo e nonostante il carattere massivo di questo materiale l'intera opera architettonica è leggera e sembra quasi galleggiare sul territorio.

L'utilizzo del calcestruzzo ha inoltre permesso di realizzare lo spazio continuo interno e gli spettacolari atri che si definiscono alla base dell'edificio. Con pochi supporti visibili, l'edificio tocca il terreno in maniera leggera, lasciando uno spazio aperto e affascinante che attira la futura utenza da tutte le parti verso l'accesso principale al centro dell'architettura.



Figura 2. Rolex Learning Center Educational and Research, Losanna, Svizzera, SANAA Architects – Vista della copertura dell'edificio. La fluidità e le sinuosità delle curve definiscono gli spazi esterni ed interni

Il particolare utilizzo del calcestruzzo come materiale per realizzare il suolo artificiale identifica anche gli spazi interni. Le colline, e gli altipiani formati dalle ondulazioni fanno sparire i bordi dell'edificio che diventano invisibili. Le barriere visive tra una funzione e l'altra, tra interno ed esterno, e tra zona pubblica e privata scompaiono. La piattaforma diventa il podio di tutte le funzioni e di tutte le spazialità. Invece di gradini e scale, ci sono dolci pendii e terrazze. Senza pareti divisorie, un settore di attività lascia il posto ad un altro. I visitatori passeggiano le curve dolci e si muovono lungo l'edificio con ascensori appositamente progettati per percorrere la loro corsa orizzontalmente. I principali materiali sono il calcestruzzo

gettato in opera con cui è realizzato l'intero podio, il legno e l'acciaio.

Il suolo artificiale - podio - e la copertura corrono parallele l'una all'altra. Per seguire la geometria delle due onde sono state progettate 1400 casseformi diverse per la posa in opera del calcestruzzo.

Per ottenere il complesso suolo artificiale continuo e fluido in un unico piano-spazio, la posa in opera del calcestruzzo è stata realizzata senza interruzioni per un periodo di circa tre giorni. Il calcestruzzo trasferisce all'intera opera architettonica un senso di leggerezza e fluidità, di continuità spaziale tra artificio e natura.

...continua



Figura 3. Rolex Learning Center Educational and Research, Losanna, Svizzera, SANAA Architects – Vista dei percorsi spaziali dell'edificio. Il calcestruzzo si trasforma in suolo

A Un monolito votivo: la Cappella Bruder Klaus

Arch. Paolo Didoné, Arch. Devvy Comacchio



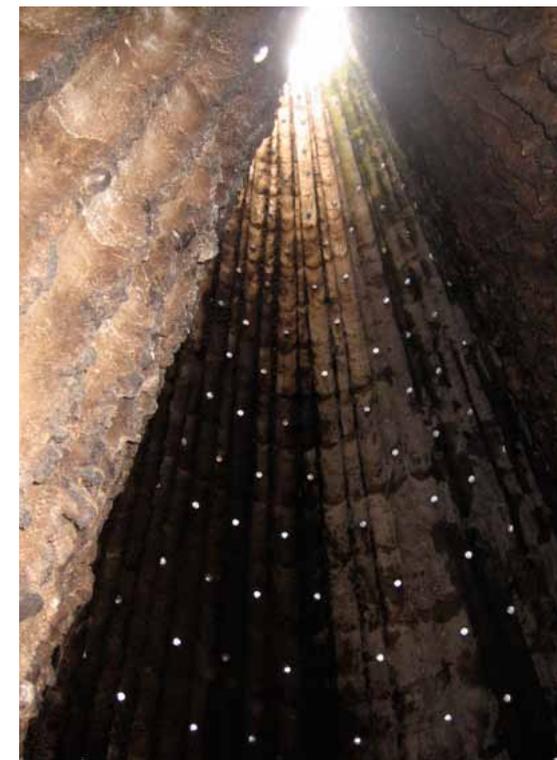
Cappella Bruder Klaus
 Sito Wachendorf, Germania
 Progettista Arch. Peter Zumthor
 Anno di costruzione 2001 - 2007

La cappella dedicata al patrono della Svizzera Bruder Klaus viene commissionata da Hermann-Josef e Trude Scheidtweiler, una coppia di agricoltori tedeschi, all'architetto Peter Zumthor nel 2001 come segno di riconoscenza a Dio per la lunga vita concessa loro. Il progetto è realizzato in un terreno di proprietà della coppia nel villaggio di Wachendorf, nella campagna dell'Eifel, regione nell'ovest della Germania. L'Eifel ha fama di regione modesta, abitata da agricoltori semplici e la cappella votiva si mantiene fortemente legata, nel suo linguaggio formale/materico e costruttivo, allo spi-

rito e agli abitanti del luogo. La costruzione è un'architettura verticale, composta di un singolo monolitico volume pentagonale, che "nasce dalla terra". Questa piccola torre è in grado, con la sua presenza, di mutare la percezione del paesaggio circostante creando un nuovo punto di contatto tra Natura e Architettura. La percezione dello spazio e dell'esistente muta poiché la nuova presenza cambia i nostri punti di riferimento e origina un ordine e gerarchie spaziali. Per Zumthor questo singolo elemento verticale è in grado di "...introdurre qualcosa che [questo luogo] non ha mai avuto."

Il processo di progettazione della cappella, afferma Zumthor, è stato lungo e caratterizzato da un'elaborazione continua che ha portato, con il passare del tempo, a una scarnificazione dell'oggetto architettonico concretizzandosi in un'architettura evocativa ed emozionale. L'idea progettuale iniziale, caratterizzata da un approccio più tecnologico in cui era previsto l'utilizzo di pannelli solari nella facciata sud e fibre ottiche come "capelli di un angelo", con il tempo è stata abbandonata per spostare la riflessione sugli "elementi fondamentali" (fuoco, aria, terra, acqua) e far sì che il progetto si sviluppasse sulle relazioni che tra essi incorrono e gli effetti generati dalla loro presenza (Luce-Ombra, Acqua-Fuoco, Materia-Trascendenza, Terra-Cielo).

...continua



Grace Construction Products

Qualità e durabilità con le fibre strutturali Grace

All'interno dell'ampia gamma di soluzioni e prodotti speciali per il mondo delle costruzioni, Grace offre fibre sintetiche in grado di aumentare gli indici di duttilità e tenacità, ovvero la resistenza a fatica e urto, del calcestruzzo. Strux® 90/40, le prime fibre sintetiche ad aver ottenuto la marcatura CE per il rinforzo strutturale del calcestruzzo, trovano applicazione dal calcestruzzo preconfezionato alla prefabbricazione industriale. Le fibre Strux® 90/40 sono disponibili in sacchetti "Concrete-Ready Bag" da 2,3 Kg che possono essere aggiunti al calcestruzzo nel miscelatore o direttamente in autobetoniera.

PERFORMANCE HAS A NAME

W.R. Grace Italiana S.p.A.
 Via Trento, 7
 20017 Passirana di Rho (Milano)

www.graceconstruction.com 02.93537.531



GRACE

A La diffusione e le applicazioni del calcestruzzo ai primi del '900 nei centri di provincia

Studi per la conservazione - Il caso di Legnano (MI)

Patrizia Dellavedova, Politecnico di Milano



Introduzione

La diffusione del calcestruzzo a partire dal XIX secolo¹ ha dato vita alle più svariate applicazioni e sperimentazioni, con un uso progressivamente generalizzato su larga scala tale da caratterizzare fortemente le architetture delle nostre città, ma che spesso è considerato non pregiato e facilmente sostituibile. Partendo da queste premesse il saggio è finalizzato ad analizzare la diffusione e le applicazioni del calcestruzzo all'inizio del XX secolo in un centro di provincia - Legnano - al fine di comprendere quanto è stato prodotto non solo nelle grandi città ed agevolare il riconoscimento del valore storico, materiale e tecnologico, creando al contempo uno strumento di conoscenza che possa indirizzare correttamente gli interventi trasformativi su di esso. Senza la pretesa di essere esaustivi si vuole far comprendere come, parten-

do dal costruito e dal progettato, sia possibile ricostruire una "micro-storia" dei materiali e delle tecniche, attraverso la documentazione emersa, anche in funzione dei progettisti, delle imprese esecutrici e del cantiere, utile a "far risaltare, proprio dalle realizzazioni meno appariscenti ed ordinarie, alcuni tratti significativi della realtà quotidiana di questo tipo di edilizia"², comprendendo l'importanza di quanto esiste o non esiste più, in funzione di una miglior tutela e conservazione.

Il caso di Legnano

Il caso analizzato è quello della città di Legnano, sita a nord-ovest di Milano. Essa, da borgo agricolo specializzato nella produzione di farina ed adagiato sul Fiume Olona e sull'asse del Sempione, fu caratterizzata, a partire dalla fine del XIX secolo, da un improvviso sviluppo industriale nel settore tessile e meccanico, che ne modificò profondamente il volto, trasformando i mulini in opifici industriali ed installando le fabbriche all'interno del tessuto storico. Questi cambiamenti economici portarono ad un'improvvisa espansione urbanistica ed edilizia, grazie all'intervento delle grandi aziende che qui trovavano sede, gestite da industriali locali o milanesi, i quali, spinti da una

continua volontà di innovazione e progresso in tutti gli ambiti, chiamarono progettisti ed imprese esecutrici di un certo rilievo, che importarono precocemente le nuove tecniche ed i nuovi materiali, tra cui il calcestruzzo, armato e non.

Da qui partì uno sviluppo edilizio caratterizzato, fino al secondo dopoguerra, dall'uso di un binomio di tecniche e materiali tradizionali ed innovativi e dove il cls ebbe un ruolo da protagonista.

L'avvento del calcestruzzo armato

La storia del calcestruzzo armato - o meglio conglomerato cementizio armato - che ha rivoluzionato l'arte del costruire a partire dalla metà del XIX secolo, è stata già ampiamente raccontata come storia di un progresso tecnico-scientifico caratterizzato da varie fasi, a partire dai precursori, che ne intuirono le qualità e le caratteristiche sfruttandole in modo empirico, per arrivare alle prime realizzazioni, a cavallo del '900, ed ai successivi sviluppi, anche grazie all'evoluzione delle teorie e dei modelli di calcolo³. All'interno di questa storia Legnano si inserisce precocemente, coerentemente con quanto accade a Milano, da cui essa fu sempre profondamente influenzata, non >

¹ La diffusione del cls moderno, a seguito di ricerche sui leganti iniziate nel XVIII sec., si ebbe dal 1824 con il brevetto del "cemento Portland" artificiale, che ne permise la diffusione industriale su larga scala, connessa allo sviluppo delle nuove tecnologie. In Italia l'industria del cemento ebbe caratteri peculiari, legata alla diffusione di leganti idraulici "naturali", che ne ritardarono l'avanzamento tecnologico (cfr. Calessi M., Gli "agglomeranti idraulici" tra Ottocento e Novecento. Calci, cementi naturali e Portland, in Di Biase C., Il degrado del calcestruzzo nell'architettura del Novecento, Maggioli, Santarcangelo di Romagna, 2009, pp.139-168).

² Della Torre S., La pratica di costruire col cemento armato nel territorio lariano: dagli inizi alla seconda guerra mondiale, in Vita e arte di cantiere, Como, Nodo libri, 1994, pp.187-215, p.188.

³ L'introduzione del c.a. fu merito soprattutto di nomi come Coignet, Monier e Hennebique, oltre ad altri ingegneri-imprenditori che ne svilupparono metodi di applicazione ed uso, promovendone la diffusione capillare ed una continua innovazione favorita anche dalla nascita della rivista "Il Cemento" nel 1904. Nel 1907 vi furono le prime norme, che permisero un uso del materiale più sistematico ed un'ulteriore diffusione, con la progressiva scomparsa di brevetti e improvvisazioni. La successiva ricerca teorica permise l'affinamento della tecnica, che conobbe evoluzioni continue, spinta anche dai progressi dell'analisi matematica e dall'avvento del cemento armato precompresso (Nelva R., Signorelli B., Avvento ed evoluzione del calcestruzzo armato in Italia: il Sistema Hennebique, AITEC, Milano, 1990; Nelva R., Impiego del calcestruzzo armato nell'edilizia industriale in Alta Italia nei primi anni di applicazione: esempi di realizzazioni in Sistema Hennebique, e Dotta >

solo per la vicinanza, ma anche per il reciproco scambio di progettisti ed imprese. All'inizio del '900 e fino al primo dopoguerra, infatti, la produzione di strutture in cemento era appannaggio di poche imprese specializzate, spesso dotate di un proprio ufficio di progettazione, che, attraverso una serie di brevetti, poterono avvalersi del diritto di commercializzazione del c.a.⁴, ma, a differenza di quanto avveniva a Torino o Genova, appannaggio quasi monopolistico del sistema Hennebique grazie alla ben nota Porcheddu, nel capoluogo la situazione era più complessa e diversificata, con l'utilizzo di una pluralità di soluzioni di area centroeuropea o frutto di studi e ricerche locali, che avevano ridotto la diffusione del brevetto Hennebique, seppur

presente in tutte le prime realizzazioni milanesi e rappresentato a Milano dall'ing. Daniele Donghi⁵.

Anche Legnano non fu da meno, soprattutto grazie agli industriali locali che, in base alla tipologie di opere da realizzare, chiamarono differenti imprese specializzate che alternarono l'uso dei brevetti tra i più in uso all'epoca (Matrai, Hennebique, Baroni Lüling, Monier)⁶ per applicazioni ingegneristiche o edilizie, talvolta citate sulle pagine della pubblicistica specializzata dell'epoca.

Tra le maggiori imprese che realizzano i primi interventi a Legnano si ha la *Odorico & C. di Milano*⁷, specialista in béton e "molto favorevolmente nota per le costruzioni in cemento"⁸: essa nel 1901 realizzò, per il Cotonificio

Cantoni, "un grande serbatoio capace di fornire l'acqua pura necessaria per una giornata di lavoro, ed elevato di tanto quanto bastasse a dare l'acqua in pressione in tutto lo stabilimento. [...] La costruzione presentava qualche difficoltà tanto più che mancava qualunque esempio, anche di minori proporzioni, su cui basare dei confronti"⁹. La Ditta Odorico "immaginò e tradusse in atto la soluzione"¹⁰ ed il bacino fu realizzato con "un reticolato Monier a maglia di 0,10x0,10 con tondini di 7 mm continuo su tutta la superficie del fondo e delle pareti", incorporandovi un intonaco di cemento liscio di 5 cm: "ai complicati e costosi sistemi inglesi e tedeschi ne venne preferito uno semplicissimo che diede già ottima prova in un ponte canale eseguito dalla ditta Odorico ad Onigo di Piave"¹¹.

Nello stesso anno la Ditta realizzò an-

che due ponti "carreggiabili" in c.a. su due derivazioni del Fiume Olona: l'uno sull'Olonella, "compreso fra il nuovo ponte in ferro da costruirsi dalla Società del tramway pel passaggio dei suoi treni ed il ponte pure in ferro che servirà per l'ingresso e regresso nello stabilimento del Cotonificio Cantoni"¹², ove fu "prescelto per vista d'economia il sistema del cemento armato; non dovendo questo sostenere pesi così gravi come quello per il tram, che deve quindi costruirsi in ferro"¹³, a dimostrazione dell'ancora scarsa fiducia nella resistenza e nelle potenzialità del sistema costruttivo; l'altro su una roggia molinara alla Gabinella, in sostituzione di un vecchio ponte ligneo, che si decise di realizzare in cemento armato invece che "in cotto o in ferro, abbandonando totalmente l'idea di ricostruirlo in legno"¹⁴.

...continua

Rosso M., *Calcestruzzo armato e innovazione tecnologica*, in Casciato M., Mornati S., Scavezzi P., *150 anni di costruzione edile in Italia*, Roma 1992, pp.281-293 e pp.155-170; Gori R., Siviero E., Simoncelli B., *Nascita del calcestruzzo armato, e i primi studi sul calcestruzzo armato*, e Nelva R., *Impiego di calcestruzzi armati e di pietre artificiali nei primi anni di applicazione del "beton armé" in Italia*, in Biscontin G., Mietto D., *Calcestruzzi antichi e moderni*, Padova, Libreria Progetto Editore, 1993, pp.51-58 e pp.103-110 e pp.158-169; Muratore G., *Cantieri romani del Novecento: maestranze, materiali, imprese, architetti nei primi anni del cemento armato*, Roma, Archivio Guido Izzi, 1995; Iori T., *Il ruolo dei brevetti d'invenzione nella storia del cemento armato*, in Casciato M., Mornati S., Poretti S. (a cura di), *Architettura moderna in Italia. Documentazione e conservazione*, Roma, 1999, pp.155-163; Iori T., *Il cemento armato in Italia, dalle origini alla seconda guerra mondiale*, EdilStampa, Roma, 2001; Iori T., *Marzo Magno A., 150 anni di storia del cemento in Italia: 1861-2011: le opere, gli uomini, le imprese*, Gangemi, Roma, 2011).

⁴ Fino alla fine del XIX sec. l'utilizzo del c.a. era monopolio di concessionarie di sistemi stranieri, seguite da applicazioni nazionali ed autonome, con il deposito di "brevetti d'invenzione" e corrispondenti "sistemi" commerciali di imprese di vasta diffusione nazionale o professionisti di minor fama. Le ditte venivano chiamate a costruire interi edifici o le sole strutture in c.a. in cantieri gestiti da altre imprese, "in un clima di libera concorrenza e di libera sperimentazione che prevedeva addirittura la compresenza di sistemi diversi nelle stesse realizzazioni" (Selvafolta O., *Ingegneri, cemento e imprese a Milano tra Ottocento e Novecento*, in *Rassegna*, n.49/1, marzo 1992, pp.26-35; p.26. Cfr. anche Critelli M., *La sperimentazione e l'uso del c.c.a. attraverso i brevetti*, in Muratore G., *Cantieri romani...*, cit., pp.119-120 e Iori T., *Il ruolo dei brevetti...*, cit.).

⁵ In genere si considera il 1894 come data decisiva per l'introduzione della nuova tecnologia in Italia, con l'avvio dell'organizzazione Hennebique in Italia: a Milano il primo edificio civile con solai in c.a. è la sede delle Assicurazioni Generali di Beltrami del 1899, mentre i primi edifici ad ossatura portante comparvero nel 1909.

⁶ "Si chiamano costruzioni in c.a. solai, piattabande, travi, colonne e pareti verticali formate da un solido di calcestruzzo nel quale fu annegata una armatura di ferro. Molte sono le opere costruite o che si stanno costruendo in Italia, alcune delle quali assai importanti" con i brevetti Hennebique, Walser Gérard, Matrai dell'ing. Odorico e Baroni-Lüling dell'ing. Bollinger. "In pochi anni questi sistemi hanno avuto larga applicazione in Italia ed accennano ora ad uno sviluppo eccezionale" (Baroni M., *Sulle costruzioni...*, cit., pp.409-410).

⁷ Derivata da un'impresa attiva dal 1827 si dedicò alle costruzioni in cls e in c.a. acquistando per l'Italia il brevetto Matrai e brevettando alcuni sistemi costruttivi in c.a. Ai primi del '900 aveva uno stabilimento a Mestre ed una propria cementeria a Modigliana presso Faenza (cfr. G. Vacchelli, *Le costruzioni in calcestruzzo...*, cit.; *Annuario Politecnico Italiano*, anno 1, n.1, 1916-1917, p.272; Critelli M., *La sperimentazione e l'uso del c.c.a...*, cit., p.119, 137-138 e Stefano Della Torre, *La pratica di costruire col cemento armato...*, cit., p.192).

⁸ Serbatoio in calcestruzzo..., cit., p.30.

⁹ *Ibid.*, pp.29-30.

¹⁰ *Ibid.*, p.30. La struttura era costituita da "una serie di pilastri a base quadrata equidistanti, circondati da altra serie di pilastri a base rettangolare funzionanti da speroni, [su cui] si impostano delle volte a crociera, e su questo piano si adagia il vero serbatoio o bacino in forma di tronco di piramide rovescia", con una palificazione di costipamento. Le volte a crociera "non lasciavano dubbi sulla loro esuberante resistenza, e ciò più per la pratica e per le numerose prove di carico già fatte che per un esatto calcolo molto difficile da istituire", a riprova dell'empiricità delle soluzioni utilizzate. Esse furono realizzate con una curva speciale ellittica ed una serie di tiranti per garantire la stabilità in funzione dell'azione delle spinte sugli speroni.

¹¹ *Ibid.*, p.31.

¹² Lettera di G. Odorico al sindaco, 01-06-1901 (ASCL, Del. C.C. 40 del 1901). Il ponte derivava da una convenzione tra la Cantoni, la Società Anonima de Tramway & Chemin de fer économiques e il Comune.

¹³ Il ponte in in c.a. non fu ammesso per i tram "perché il Regio Ispettorato delle Strade Ferrate non approva per massima la costruzione di ponti ferroviari in cemento armato come quello proposto" (29-03-1901, lettera del sindaco al Cotonificio Cantoni, ASCL, Del. C.C. 40 del 1901), e si preferì il ponte in ferro progettato dalla Ditta Carminati-Toselli e C., anche se poi il Comune scelse, per la parte carraia, quello in c.a.

¹⁴ ASCL, Del. C.C. n.23 del 03-03-1901.

A Il ripristino architettonico dei paramenti in calcestruzzo faccia a vista: lo UNITY TEMPLE di WRIGHT - Oak Park (Illinois)

Claudio Piferi, Università degli Studi di Firenze



Introduzione

Al fine di inquadrare il presente contributo è opportuno soffermarsi sul rapporto che ha strettamente legato gli architetti del movimento moderno e il calcestruzzo armato. Ogni nuovo “linguaggio”, nel muovere i suoi primi passi, come è accaduto in molti altri periodi della storia dell’architettura, utilizza quei materiali che meglio ne sottolineano gli aspetti formali ed espressivi. Il calcestruzzo lasciato a vista, con la sua apparenza materica e la sua scarna essenzialità, ben si adatta al nuovo linguaggio che ha tra i suoi obiettivi fondamentali quello di “abbattere le vuote decorazioni del passato”. Queste sue caratteristiche, accanto alle capacità strutturali, rendono il cal-

cestruzzo armato uno dei materiali privilegiati dagli architetti che si richiamano al movimento razionalista.

In Europa è Le Corbusier che nel Padiglione svizzero della Cité Universitaire di Parigi, utilizza per la prima volta, nei grandi pilastri del piano terra, il calcestruzzo lasciato a vista, così come uscito dalle casseforme di legno, sfruttando l’impronta delle tavole per rendere la superficie maggiormente vibrante. Successivamente utilizzerà spesso questa tecnologia tanto da farla diventare un aspetto originale del suo linguaggio (in particolare le Unità di Abitazione, il noviziato dei domenicani La Tourette e Chandigarh dove il *béton brut*, che darà il nome al movimento del Brutalismo, diviene anche

espressione formale di alta qualità). Molti altri grandi maestri del movimento moderno utilizzeranno, contemporaneamente e successivamente a Le Corbusier, l’espressività del calcestruzzo per connotare le proprie opere. In particolare vanno ricordati Saarinen (terminal della TWA all’aeroporto J. F. Kennedy, NY) e Louis Kahn (Salk Institute a la Jolla, California) che per la prima volta ricerca dal calcestruzzo a vista non più “la dignità di un volto con le rughe”, ma una perfezione geometrica e una superficie il più liscia possibile; inoltre i fori necessari all’irrigidimento delle casseforme vengono lasciati a vista e con l’introduzione di “bucature posticce” diventando l’unica decorazione geometrica delle facciate interne ed esterne.

In Italia Pier Luigi Nervi prima sperimenta le potenzialità strutturali del materiale e successivamente anche quelle estetiche, adoperando cementi bianchi mescolati con inerti di marmo di Carrara, casseforme sperimentali per ottenere superfici sempre più lisce e lavorazioni superficiali ideali per far risaltare la bellezza del materiale (ad esempio le colonne a fungo della Grande Sala delle Audizioni in Vaticano martellate con gli inerti bianchissimi in evidenza). Oltre a Nervi, in Italia vanno ricordati Vittoriano Viganò (l’Istituto Marchiondi a Milano è il primo edificio brutalista italiano), i fiorentini Giovanni Michelucci (Chiesa dell’Immacolata Concezione della Vergine a Longarone), Leonardo Ricci (complesso residenziale di Sorgane a Firenze) e Leonardo Savioli (edificio per abitazione in via Piagentina a Firenze), che sperimentano al limite le potenzialità

strutturali ed estetiche del conglomerato cementizio, e Carlo Scarpa che negli anni settanta utilizza il calcestruzzo faccia a vista come fosse realmente una pietra naturale accettandone incondizionatamente il processo di degrado provocato dal tempo (Tomba Brion a San Vito d’Altivole, TV).

Anche il movimento decostruttivista negli anni ottanta impiegherà largamente questa tecnica-linguaggio: l’assunto di abbandonare i tradizionali piani verticali ed orizzontali, realizzando finestre non orientate secondo l’andamento dei piani di calpestio e creando spazi non più costretti nella tradizionale scatola parallelepipedica, trova un essenziale contributo nel calcestruzzo, che può essere plasmato in forme libere, condizionate solo dalla possibilità di realizzare le casseforme (ad esempio la caserma dei Vigili del Fuoco a Weil Am Rhein progettata da Zaha M. Hadid). La chiesa Dives in Misericordia a Roma progettata da Richard Mayer nel 2000 è un’ulteriore dimostrazione delle potenzialità plastiche ed estetiche del calcestruzzo faccia a vista, abbinate ad una sperimentazione e innovazione dei materiali impiegati e delle tecnologie costruttive; l’utilizzo di un “cemento ecologico mangia smog” che permette al paramento di rimanere candido nel tempo rappresenta ad oggi soltanto un esempio di una sperimentazione sempre in evoluzione.

I fenomeni di decadimento dell’architettura contemporanea

L’architettura moderna è stata condizionata in maniera rilevante dal contesto sociale, politico ed economico ➤

nel quale è nata e maturata e del quale ha risentito profondamente in termini di qualità tecnologica in senso stretto ed architettonica nel senso più ampio del termine.

È proprio in quegli anni che la tecnologia costruttiva del calcestruzzo armato raggiunge l'apice del suo successo: le antiche costruzioni vengono sistematicamente abbandonate a favore di un modello abitativo e costruttivo più sicuro e più funzionale¹.

In questa rapida ascesa vanno però in parte rintracciate anche le ragioni della sua parziale sconfitta: una frenesia speculativa legata ad una eccessiva fiducia nella standardizzazione del processo costruttivo ha portato a disattendere la qualità e l'accuratezza dell'opera, riducendo drammaticamente le prestazioni e la durevolezza dei manufatti.

Gravi situazioni di decadimento edilizio, infatti, contraddistinguono, a pochi decenni dalla loro costruzione, molte tra le grandi opere architettoniche del movimento moderno, ponendone in crisi i valori formali dell'immagine architettonica e, talvolta, la consistenza edilizia stessa.

A rendere più complessa e grave la situazione è il fatto che molte di queste opere non sono opportunamente tutelate e, di conseguenza, al decadimento fisico si è affiancata, negli anni, la leggerezza con cui sono stati applicati

interventi di recupero, stravolgendone l'immagine originaria.

Buona parte dei difetti che caratterizzano parte dell'architettura del movimento moderno sono insiti proprio nel fatto di appartenere ad un periodo storico caratterizzato dall'irreversibile abbandono delle tecniche artigianali in favore dell'introduzione nel mondo della costruzione edile di materiali nuovi, dei processi industriali, e dalla espressa volontà di proporre innovazioni tecnologiche e modifiche strutturali con il preciso intento sperimentale di rifondare la tradizione costruttiva, in contrapposizione all'accademismo dell'architettura della fine del XIX secolo. Una discreta casistica di patologie ed alterazioni discende direttamente dalle stesse tecniche costruttive di questi edifici, che ne hanno radicalmente trasformato le logiche fondanti. I tetti a falde inclinate hanno lasciato il posto a coperture piane, molto spesso non realizzate a regola d'arte, e quindi causa frequente di infiltrazioni di acque meteoriche, che hanno comportato gravi conseguenze sia per i paramenti che per le strutture.

Le cornici, le gronde, i gocciolatoi, gli zoccoli, ossia tutto il repertorio di membrature aggettanti di eredità classica, sono stati aboliti dal linguaggio architettonico moderno, determinando degradanti colature e macchie sulle superfici di facciata. *...continua*

¹ È emblematica, al riguardo, la dichiarazione del Ministro dei Lavori pubblici francese M. C. Pineau alla cerimonia inaugurale de "le journées du Centenaire" a Parigi l'8 novembre 1949, "in questa opera di ricostruzione il cemento armato ha giocato un ruolo immenso! Noi non possiamo nemmeno immaginare cosa ci sarebbe stato senza di esso, di quanti anni o decenni ci sarebbe stato bisogno per compiere lo stesso lavoro di ricostruzione adoperando materiali e tecniche costruttive tradizionali". Cfr. Mezzina M. Uva G. "Degradazione e riabilitazione strutturale dell'architettura in cemento armato: la crisi della modernità.", d'Architettura, Milano, n. 20 (aprile 2003), pp. 176-181

MASTER® BUILDERS SOLUTIONS

ONE GLOBAL BRAND, THE SAME PASSION FOR SOLUTIONS

30 BRAND DIVENTANO UNO: MASTER BUILDERS SOLUTIONS

In un mondo sempre più in rapido movimento, l'affidabilità è la chiave del successo. Creando un unico brand globale per l'industria delle costruzioni uniamo l'esperienza del leader con la forza innovativa di 30 brand BASF e più di un secolo di esperienza sotto lo stesso tetto: Master Builders Solutions. Un unico marchio in cui trovare rapidamente soluzioni semplici ed affidabili per ogni esigenza locale.

Visita www.master-builders-solutions.basf.it

BASF
The Chemical Company

A Il calcestruzzo nella chiesa di Nostra Signora del Cadore di Edoardo Gellner e Carlo Scarpa (1956-1961)

Laura Greco, Università della Calabria

Introduzione

La chiesa di Nostra Signora del Cadore sorge nel villaggio vacanze per i dipendenti dell'Ente Nazionale Idrocarburi¹, realizzato tra il 1955 e il 1962 a Corte di Cadore nei pressi di Cortina d'Ampezzo nell'imponente paesaggio alpino delle Dolomiti.

Il complesso è progettato da Edoardo Gellner (1909-2004) su committenza di Enrico Mattei, presidente dell'ente in quegli anni.

Il progetto del villaggio di Corte di Cadore prevede la costruzione di 600 case unifamiliari, una colonia per 600 bambini, un campeggio per 200 ragazzi, la chiesa, alberghi, impianti sportivi, un centro servizi e un centro sociale². Il complesso si rivela un'occasione per sperimentare l'integrazione nella pratica costruttiva di montagna di tecniche evolute e di sistemi industrializzati³.

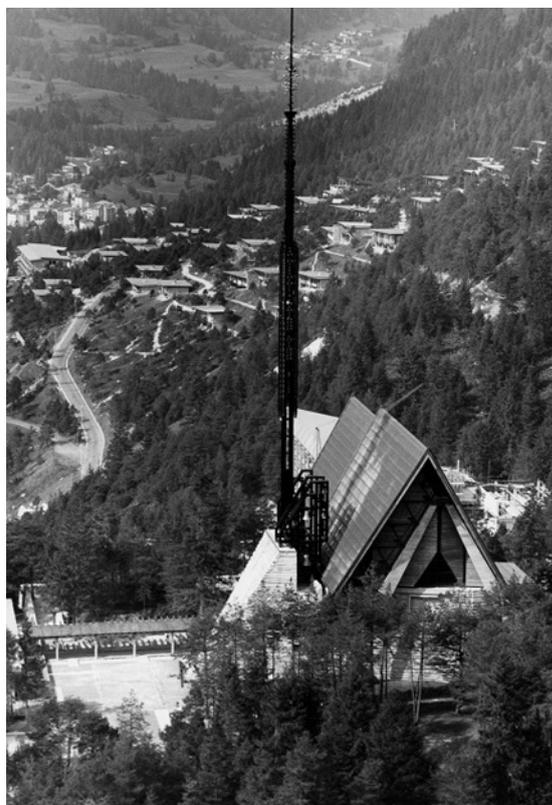


Figura 1. Una vista della chiesa (ASE)

Il cantiere del villaggio si apre nel maggio del 1955 con l'avvio dell'esecuzione delle infrastrutture viarie; nella stessa estate è completata la prima casa prototipo.

Da quel momento le realizzazioni si susseguono, mentre gli edifici terminati entrano progressivamente in funzione. L'improvvisa scomparsa del presidente dell'Eni, avvenuta nel 1962, incide in maniera determinante sull'intero programma edilizio della società petrolifera e quindi sul villaggio, il cui completamento è interrotto. Tra le opere realizzate c'è la chiesa di Nostra Signora del Cadore.

Il processo progettuale

La chiesa è un edificio a tre navate, a pianta poligonale, che può ospitare fino a 350 fedeli. La sua architettura è marcata dal meccanismo strutturale in calcestruzzo armato, le cui componenti sono figure primarie della trama compositiva, perfezionata dall'uso elegante degli altri materiali - acciaio, legno, vetro, pietra naturale - e dal trattamento delle superfici⁴.

La vicenda progettuale della chiesa di Corte ha inizio nell'estate del 1956, quando Gellner coinvolge Carlo Scarpa (1906-1978)⁵.

I due si sono incontrati a Venezia, negli anni della formazione universitaria di Gellner⁶.

Il progetto della chiesa è però l'occasione per una collaborazione professionale concreta.

Li accomuna la sensibilità verso la poetica di Frank Lloyd Wright, a quel tempo già manifesta nell'orizzonte culturale di entrambi. Scarpa si interessa alla lezione del maestro americano e suo sarà l'allestimento della mostra su Wright alla Triennale di Milano del 1960. Gellner aderisce all'APAO (Associazione per l'Architettura Organica), incontra Wright nel 1951 e matura progressivamente una personale inclinazione per l'architettura organica, che sperimenta in aree paesaggistiche di rilievo come quella di Corte, riconoscendo in quella visione punti di contatto con la sua concezione del rapporto tra architettura e contesto naturale. Il progetto della chiesa si ➤

¹ L'Ente Nazionale Idrocarburi (ENI) è fondato in Italia nel 1953 per promuovere l'estrazione, la raffinazione e la distribuzione di prodotti petroliferi sul territorio nazionale. L'ente è promotore tra gli anni '50 e '60 di una serie di realizzazioni architettoniche e urbanistiche riguardanti insediamenti residenziali per i dipendenti e complessi produttivi di supporto all'attività del gruppo. Tali interventi interessano diverse aree geografiche del Paese.

² Per un'analisi del villaggio si vedano F. Mancuso Edoardo Gellner. *Il mestiere di architetto*, Electa, Milano, 1996, pp. 179-208; F. Achleitner, P. Biadene, E. Gellner, M. Merlo, Edoardo Gellner Corte di Cadore, Milano, Skira, 2002; L. Greco, S. Mornati, *Il complesso Eni di Corte di Cadore. Un esempio di villaggio sociale e integrazione ambientale*, L'industria delle costruzioni, vol. 436, 2014, pp. 97-107; tra le cronache dell'epoca E. Gellner, *Il villaggio sociale dell'Eni*, Urbanistica, Vol. 32, 1960.

³ Per un'analisi delle scelte costruttive operate nel villaggio e in particolare nella serie delle residenze si veda S. Mornati, *The ENI Village at Corte di Cadore (Italy)*, in O. Ural, E. Pizzi, S. Croce (a cura di), *Atti del 39th IAHS The International Association for Housing Science*, PoliScript, Milano, Vol. 1, 2013, pp. 589-596.

⁴ Considerazioni preliminari e i primi esiti dell'analisi dei caratteri architettonici e costruttivi della chiesa sono stati pubblicati dall'autrice di questo saggio nel contributo presentato alla First Conference of the Construction History Society (11-12 April 2014, Queens' College, Cambridge, UK). Cfr. L. Greco, *The evolution of building techniques in the Italian Alpine context from the 1950s-1960s. The case of the Church in Corte di Cadore by Edoardo Gellner and Carlo Scarpa (1956-1961)*, in *Proceedings of the First Conference of the Construction History Society*, James W.P. Campbell et al. (eds.), Construction History Society, Cambridge (UK), 2014, pp. 191-200.

⁵ Il 23 agosto 1956 Gellner riceve dal Servizio Tecnico della Direzione Generale Agip di Roma la conferma dell'incarico per la progettazione della chiesa. Cfr. Gellner E., Mancuso F., Carlo Scarpa e Edoardo Gellner. *La chiesa di Corte di Cadore*, Electa, Milano, 2000, p. 147.

⁶ Edoardo Gellner, dopo la laurea in Architettura nel 1946 a Venezia, si stabilisce a Cortina d'Ampezzo, dove vive e lavora. Gli anni '50 segnano i suoi esordi più decisi nella progettazione architettonica e urbanistica. In questa fase la sua passione per i materiali e la tecnica artigianale della costruzione si combina con l'orizzonte progettuale aperto dagli studi veneziani. Le occasioni più importanti di questi anni provengono dal contesto ampezzano: albergo per bambini "La Meridiana" (1949-1952), il palazzo Telve e delle Poste (1952-1955), la casa Giavi (1954-1955), il residence Palace (1954-1956), il Motel Agip (1954-1956) cui si sommano numerosi progetti per case unifamiliari. In quello stesso periodo lavora al piano regolatore (1952-1955) e al piano particolareggiato per il centro di Cortina (1951-1953) in vista delle Olimpiadi invernali del 1956.

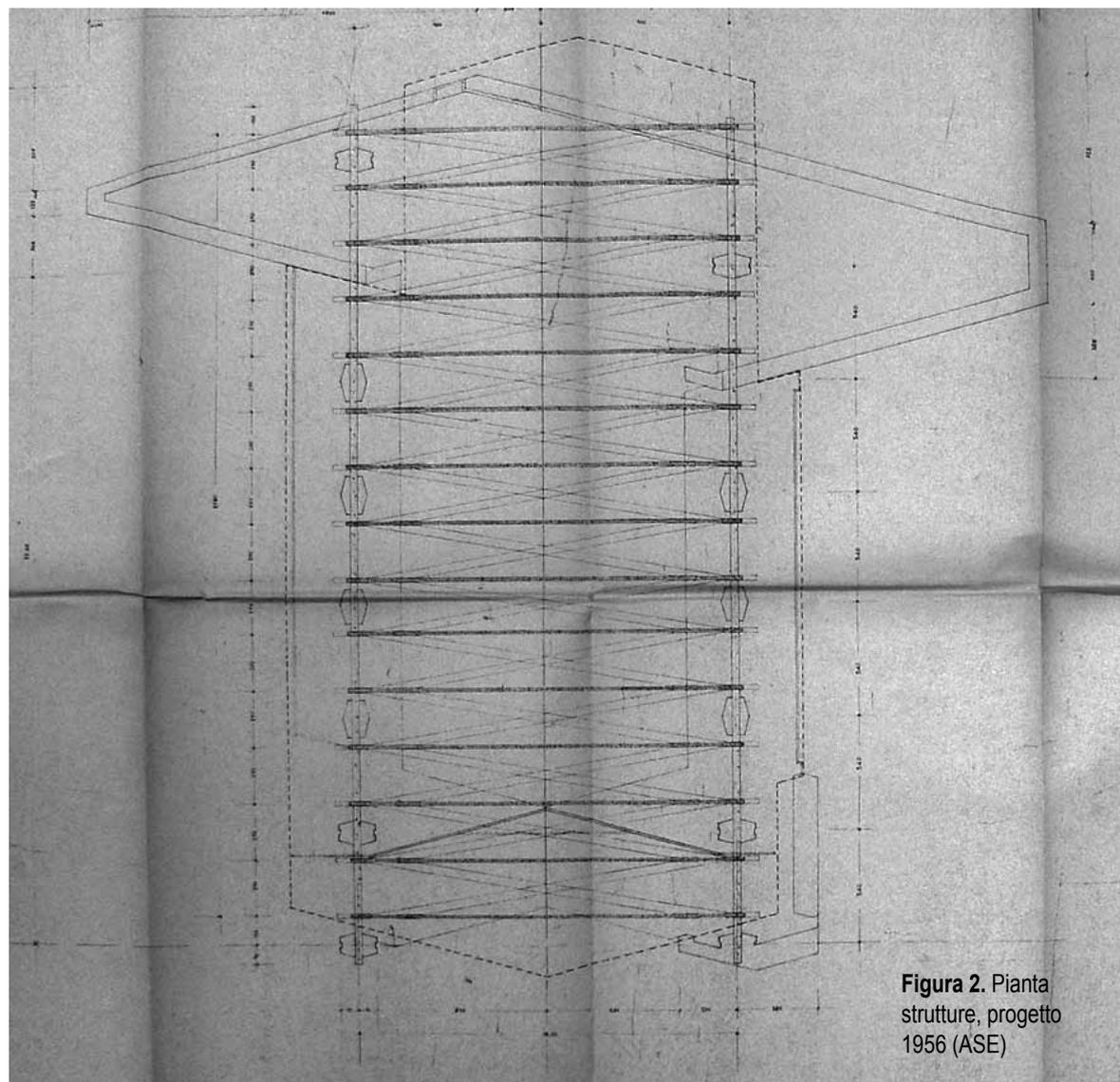


Figura 2. Pianta strutture, progetto 1956 (ASE)

sviluppa in questa cornice culturale. L'edificio si connota quale emergenza architettonica nel registro di piani e linee orizzontali che disegnano la trama delle case e delle altre costruzioni collettive.

Insieme alla colonia è l'unico volume che, in forza della copertura a due falde e al segno verticale del campanile, si distingue nel disegno complessivo del villaggio.

L'impianto planimetrico, su cui Gel-

lner dialoga con Scarpa nelle prime settimane di lavoro, parte da schizzi che segnalano l'iniziale considerazione per uno schema a pianta centrale. Nelle ipotesi di Gellner la chiesa è un'aula unica.

Pilastroni inclinati e ancorati a terra si succedono con regolarità a sostegno della copertura, secondo un modello già impiegato dall'architetto nel padiglione centrale della vicina colonia.

La successiva versione della chiesa

introduce la soluzione a tre navate su cui si consolida il progetto del 1956.

L'aggiornamento dello schema coincide con il ripensamento delle strutture di calcestruzzo armato, le cui figure emergono distintamente nei nuovi disegni. Coppie di grandi costole completate da un tirante orizzontale poggiano su travi longitudinali poste al di sopra di pilastri ordinati con interasse doppio rispetto ai costoloni.

Lo studio della pianta si perfeziona per approdare a un impianto allungato a tre navate, concluso su un lato dal transetto asimmetrico ruotato rispetto alla griglia primaria e, sul fronte opposto, dal narcece e dalla cappella laterale studiati da Scarpa.

A dicembre il progetto preliminare è concluso⁷ e approvato da Mattei nei primi mesi del 1957. Ne viene però disposta la revisione per ridurre la capienza della chiesa da 500 a 350 posti⁸. In primavera Gellner porta a termine l'adeguamento dimensionale, che lascia invariati l'impianto planimetrico e la sezione dell'edificio.

La griglia formale e costruttiva è definitivamente scandita dal modulo di 122x122 cm, assunto da Gellner anche negli altri edifici del villaggio.

Il canone detta l'interasse tra i pilastri e i costoloni, fissato rispettivamente a 488 cm (122x4) e a 244 cm (122x2).

In questo frangente, la nomina da parte della committenza di Carlo Cestelli Guidi a consulente per le strutture determina, come si evidenzierà di seguito, le modifiche più evidenti nell'impianto strutturale.

Il 31 marzo 1958 si apre la gara d'appalto a inviti per la costruzione della chiesa⁹. L'impresa Società Italiana Co-

struzioni Civili e Industriali (S.I.C.C.I.) di Merano vince la selezione. Il 10 giugno si procede alla sottoscrizione del contratto. *...continua*

⁷ Cronologia elaborata da Gellner Cfr. E. Gellner, F. Mancuso, op. cit., p. 147. In particolare, nella ricostruzione del progettista spiccano tre date del 1956: 23 agosto conferimento dell'incarico, 12 settembre chiusura dell'accordo di collaborazione con Scarpa, 30 dicembre ultimazione del primo progetto per la chiesa da 500 posti.

⁸ La circostanza è descritta ancora da Gellner. Cfr. E. Gellner, F. Mancuso, op. cit., pp. 75-76. Documenta ulteriormente la scelta della committenza un promemoria riguardante le caratteristiche generali della chiesa, senza data, sul quale un appunto in rosso datato 30 gennaio 1957 prescrive la riduzione della capienza a 400 posti (Archivio storico Eni, d'ora in poi ASE, faldone 221).

⁹ Partecipano tre imprese: Cav. G. Franchin di Carpenedo (Mestre), S.I.C.C.I. (Società Italiana Costruzioni Civili Industriali) di Merano, Domenico Moras & C. di Sacile (Udine). Cfr. Lettera di invito del 31 marzo 1958, prot. 61/140, Servizio IV, ufficio 5° (ASE, faldone 221).

BETOCARB®
I nostri minerali al vostro servizio

Soluzioni innovative a problemi complessi

Omya è un produttore globale di carbonato di calcio. Con oltre 120 anni di esperienza nell'estrazione di minerali e nella produzione, la competenza di Omya nel campo del carbonato di calcio ultrafine e del suo utilizzo in applicazioni pratiche non ha uguali. Il Servizio Tecnologia Applicata di Omya vi aiuterà a incrementare la vostra performance. Sappiamo capire le vostre esigenze. In tutto il mondo. www.omya.com

Omya Spa - Via A. Cechov, 48 - 20151 Milano
Tel. 02/380831 fax 02/38083701

Link alla prima parte.
Clicca **qui** per leggere i contenuti della prima parte dell'Articolo.

Edifici alti in calcestruzzo: nuove prospettive per le città

PARTE 2: La progettazione

Franco Mola, Ordinario di Costruzioni in Calcestruzzo Armato e Precompresso, Dip. ABC, Fac. di Ingegneria, Politecnico di Milano

La progettazione degli edifici alti con ossatura in calcestruzzo armato, aspetti generali

Gli aspetti di maggiore importanza nella progettazione di edifici alti, con specifico riguardo ai materiali impiegati, sono connessi al raggiungimento di tre obiettivi e precisamente: un equilibrato rapporto costi/benefici, una corretta allocazione delle risorse, il perseguimento di specifici risultati in termini di prestazioni. Questi obiettivi non sono fra loro disgiunti, bensì presentano alto grado di correlazione, e la progettazione ben orientata, associata alla scelta di idonei materiali, è in grado di soddisfare a tutte le prerogative da essi richieste. Precisamente, una corretta allocazione delle risorse pone al primo posto la necessità di ridurre drasticamente i tempi di costruzione, onde mettere rapidamente a profitto gli ingenti investimenti necessari alla costruzione di realtà complesse ed articolate quali sono gli edifici alti; un equilibrato rapporto costi/benefici richiede da un lato di contenere i costi dei materiali struttu-

rali, garantendo dall'altro elevate prestazioni durante tutto l'arco di vita della costruzione; infine, il perseguimento di specifici obiettivi richiede di operare con materiali capaci di fornire prestazioni che si estendono su uno spettro significativamente allargato rispetto a quelle di tipo strettamente strutturale. I livelli prestazionali che caratterizzano gli attuali calcestruzzi permettono di perseguire questi prerequisiti, che nelle moderne costruzioni hanno assunto aspetto sempre più stringente.

È pertanto possibile, e vantaggiosamente percorribile, l'alternativa di realizzare le strutture degli edifici alti integralmente in calcestruzzo armato, o ricorrendo a sistemi strutturali di tipo misto, formati da parti in acciaio ed altre in calcestruzzo fra loro collaboranti. Questo tipo particolare di organismi, definiti ibridi, sono oggi largamente impiegati, sia per incrementare la capacità portante di elementi a struttura in calcestruzzo armato, come avviene ad esempio nel caso delle colonne a sezione composta acciaio-calcestruzzo, oppure nel caso in cui particolari

esigenze architettoniche richiedano la presenza dell'acciaio per la costruzione di parti strutturali in vista, per le quali la forma, la complessità geometrica e gli spessori pongono l'acciaio quale materiale privilegiato per la loro costruzione. Mettendo a confronto le richieste poste dai tre obiettivi ora ricordati con le intrinseche potenzialità dei moderni calcestruzzi, le motivazioni che hanno portato al sempre più frequente utilizzo del calcestruzzo per la costruzione delle strutture di edifici alti, possono essere facilmente comprese. Innanzitutto, essendo ben noto essere il costo unitario del calcestruzzo ben inferiore a quello dell'acciaio strutturale, questo fatto pone il calcestruzzo in posizione virtuosa per limitare i costi di costruzione, cosicché il suo impiego può essere consigliato purché esso sia in grado di assicurare rapidità del processo costruttivo ed elevate prestazioni di varia natura.

A questi requisiti risponde attualmente il cosiddetto calcestruzzo prestazionale, la cui definizione può così sinteticamente compendiarsi: "calcestruzzo prodotto con appropriati materiali combinati secondo un determinato progetto e opportunamente mescolato, trasportato, messo in opera, compattato e maturato in modo tale da ottenere un'eccellente prestazione nella struttura in cui deve essere inserito, nell'ambiente in cui deve rimanere esposto ed in grado di sopportare i carichi cui deve essere soggetto per tutta la durata della sua vita utile". Sulla base di queste definizioni, le prerogative intrinseche di base di un moderno calcestruzzo riguardano essenzialmente la resistenza, la durabilità, la messa in

opera. A fianco di queste prerogative, ulteriore meditata attenzione deve essere posta in quello che può, con larga accezione, definirsi il maneggio del materiale, ovvero le operazioni di trasporto, messa in opera, compattazione e cura, che costituiscono premessa necessaria a far sì che il materiale possa compiutamente esplicare a breve e lungo termine le prestazioni per le quali è stato progettato.

Le prerogative intrinseche del materiale riguardano la resistenza, la durabilità, la lavorabilità nella fase di messa in opera. Riguardo la resistenza la ricerca tecnologica ha messo a punto i calcestruzzi ad alta resistenza, così definiti allorché la resistenza cilindrica caratteristica a compressione del materiale supera 55MPa. Attualmente sono stati prodotti in laboratorio, e i tests relativi hanno fornito risultati pienamente soddisfacenti, calcestruzzi con resistenza cilindrica superiore a 100MPa, /5/, e gli attuali documenti normativi fissano a 90 MPa il limite superiore della resistenza cilindrica caratteristica a compressione del calcestruzzo attualmente utilizzabile.

L'alta resistenza del calcestruzzo si ottiene attraverso l'utilizzo di cementi di elevata resistenza e qualità, l'utilizzo di polimeri superfluidificanti che permettono la riduzione del rapporto acqua-cemento, la attenta selezione degli aggregati e della curva granulometrica, l'utilizzo di materiali fini con caratteristiche pozzolaniche quali microsilicati, loppa d'altoforno, ceneri volanti, metacaolino o di tipo inerte quali calcari.

Questi materiali consentono di ridurre la porosità totale, migliorare la qualità dei prodotti di idratazione, modificare la ➤

zona di transizione pasta-aggregato. Questi miglioramenti della struttura interna del materiale danno luogo anche ad un incremento della sua durabilità, /6/, ovvero della capacità di garantire per prescritti periodi temporali le prestazioni di progetto.

Infine la facilità di messa in opera, assicurata da una elevata lavorabilità è stata conseguita con la messa a punto di calcestruzzi non necessitanti di operazioni di vibratura e capaci di fluire spontaneamente anche attraverso congestionate configurazioni di armature mantenendo inalterata la propria struttura, senza dare luogo a fenomeni segregativi, denominati calcestruzzi autocompattanti, /7/, /8/. Alle caratteristiche di base qui brevemente ricordate possono aggiungersene ulteriori quali ad esempio il rapido indurimento e il rapido sviluppo della resistenza, il contenimento del calore di idratazione del cemento, la riduzione della deformazione di ritiro, la capacità di controllare l'ampiezza dei fenomeni fessurativi e di incrementare la duttilità, la capacità di ridurre fino ad annullarli gli stati di autotensione generati dal ritiro impedito.

A ciascuna di queste necessità si può soddisfare rispettivamente ricorrendo ad additivi acceleranti, all'utilizzo di cementi di altoforno, ad additivi riduttori di ritiro, alla aggiunta di fibre metalliche oppure acriliche di vetro o poliviniliche, ad additivi espansivi. Si vengono così a configurare i calcestruzzi ad alte prestazioni, riguardanti la resistenza, la durabilità, la lavorabilità, delle quali le prime due interessano lo stato indurito del materiale e la terza lo stato fresco, ed i calcestruzzi

speciali, a basso ritiro, fibrorinforzati, espansivi.

Fra le prestazioni di base la durabilità e la lavorabilità, delle quali la prima è garanzia di corretto funzionamento durante la vita strutturale e la seconda è precondizione per una corretta posa in opera, sono fattori comuni a tutti i calcestruzzi, indipendentemente dal tipo di impianto strutturale che con essi viene realizzato.

La resistenza è invece caratteristica specifica per gli edifici alti poiché essa garantisce la possibilità di progettare elementi strutturali soggetti ad elevate sollecitazioni senza doverne aumentare in misura eccessiva le dimensioni sezionali.

Con specifico riguardo alla resistenza di elementi strutturali verticali un opportuno parametro atto alla misurazione della capacità resistente del materiale che li costituisce è l'efficienza statica teorica h_0 , espressa in km, e fornita dalla seguente relazione:

$$(1) \quad h_0 = \frac{f_{ck}}{p_c}$$

essendo f_{ck} la resistenza caratteristica del materiale e p_c il suo peso specifico. Come si osserva dalla Figura 1, il limite superiore dell'efficienza statica teorica per

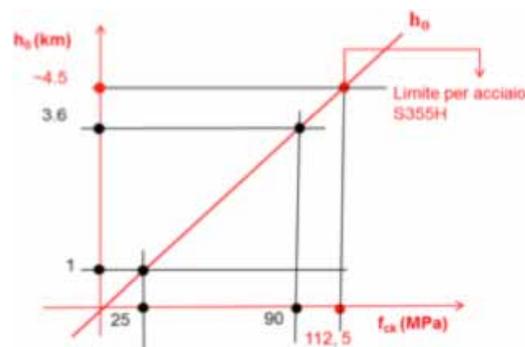


Figura 1. Efficienza statica teorica del calcestruzzo

il calcestruzzo è pari a 3.6km, con calcestruzzo avente $f_{ck} = 90$ MPa. Tale limite è assai vicino al valore 4.5 km, associato all'acciaio strutturale, che può essere raggiunto da un calcestruzzo con $f_{ck} = 112.5$ MPa, che pur superiore a quello consentito dalle prescrizioni normative, è comunque raggiungibile senza soverchie difficoltà in laboratorio.

È evidente che la totalità della efficienza statica non può essere sfruttata in quanto devono applicarsi convenienti fattori di sicurezza per il materiale e la azione assiale agente sulla colonna comprende, oltre al peso proprio, anche tutte le azioni che le altre parti dell'edificio scaricano su di essa. Per tenere conto di questi effetti, con riferimento allo stato limite ultimo per compressione centrata, si introducono i coefficienti correttivi k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 di seguito riportati:

$k_1 = 0.85/(\gamma_c = 1.5) = 0.567$, coefficiente riduttivo della resistenza del calcestruzzo;

$k_2 = (1 + \omega_s)$, s rapporto meccanico di armatura;

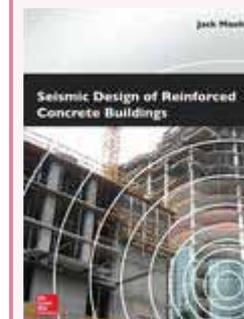
$k_3 = A_{col}/A_{col}^{(m)}$, rapporto fra la sezione massima e media della colonna;

$k_4 = q_d/p_c$, rapporto fra il peso specifico medio di progetto dell'edificio e il peso specifico del calcestruzzo;

$k_5 = A/A_{col}^{(m)}$, rapporto fra l'area di impalcato insistente sulla colonna e la sua sezione media.

Assumendo quale rapporto geometrico d'armatura il valore massimo $\rho_s = 4\%$ consentito dai documenti normativi, indicando rispettivamente con $f_{yd} = f_{yk}/(\gamma_s = 1.15) = 450/1.15 = 391$ MPa, la resistenza di snervamento di progetto dell'acciaio e con γ_g il coefficiente di

Publicato il volume SDRCB: Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings



Publicato da **McGraw-Hill Professional**
Autore: **Jack Moehle**

Il volume "Progettazione sismica di edifici in cemento armato" fornisce una trattazione completa del comportamento, progettazione e costruzione di edifici in cemento armato con requisiti antisismici. Questo libro vuole colmare una lacuna nella letteratura disponibile sulla progettazione sismica e sarà il testo di riferimento per gli studenti di ingegneria, laureati e ingegneri professionisti. Questo testo affronterà requisiti di progettazione, valutazione delle prestazioni, il comportamento dei materiali strutturali e la discussione di analisi, dettagli e applicazioni della costruzione. Il libro è concepito come un libro di testo per gli studenti post-laurea e comprenderà un set completo di fogli di lavoro. Il libro sarà anche utile per gli ingegneri che praticano e funzionerà come una guida di riferimento per gli ingegneri strutturali e geotecnici, sia negli Stati Uniti e all'estero.

...continua

amplificazione delle azioni permanenti, la (1) può risciversi nel modo seguente:

$$(2) \quad h = 0.567 \cdot k_3 \cdot h_0 \cdot \frac{(1+27.6/f_{ck})}{[\gamma_g + k_4 \cdot (k_5 - 1)]}$$

...continua

P & S La metropolitana collinare di Napoli Tra tradizione culturale ed avanguardia tecnologica

Parte 2: Le nuove stazioni

Camilla Sansone, Architetto, Università degli Studi del Molise

In relazione all'articolo pubblicato nel precedente numero del giornale, si riprende la descrizione della nuova metropolitana collinare di Napoli, trattando dettagliatamente della realizzazione delle nuove stazioni.

Link alla prima parte.

Clicca **qui** per leggere i contenuti della prima parte dell'Articolo.

Il progetto è stato esteso all'ambiente circostante per riqualificare parti di territorio da tempo bisognose di interventi: in particolare, Piazza Cavour è caratterizzata da forti correnti di traffico che ne fanno un nodo nel quale confluiscono quartieri di grande importanza storica. In questo modo la piazza diventa un punto di connessione che consente di superare l'isolamento nel quale si trovano alcune zone della città, slegate dal contesto urbano sia per la natura del territorio sia per motivi di ordine culturale e sociale.

Il progetto per la stazione, come accennato nella parte generale, si sviluppa secondo tre direttrici: la quota della banchina, il collegamento tra questa ed il mezzanino, il mezzanino stesso. Per quanto riguarda la sistemazione della banchina, la struttura si snoda lungo due allacciamenti che confluiscono in un ambiente comune; da quest'area parte lo sviluppo delle rampe di scale, mobili e fisse, che costituiscono il blocco del connettivo verticale. Il rivestimento delle pareti è realizzato

La stazione Museo - Cavour

Il progetto è stato redatto da Gae Aulenti, che ne ebbe incarico nel 1999. Come per le altre stazioni, lo studio



Foto 1. Particolare delle controsoffittature voltate



Foto 2. Particolare del corrimano

con pannelli vetrati, di colore chiaro, fissati al supporto per mezzo di grosse piastre di acciaio di forma circolare. Di particolare interesse risulta il disegno delle coperture degli ambienti, realizzate mediante un originale impianto di controsoffittatura messo in opera con lastre di acciaio porcellanato bianco: la struttura assume la conformazione di un sistema voltato che sembra anticipare al viaggiatore di passaggio lo stile classico degli edifici settecenteschi ed ottocenteschi che si affacciano sulla piazza (foto 1). Dalla quota della banchina si dipartono i connettivi verticali, strutturati con una doppia rampa di scale mobili ed una larga rampa centrale: il disegno del corrimano, semplice e al contempo originale, contribuisce a definire ed a caratterizzare il disegno pulito e lineare della scalinata fissa (foto 2). Le sezioni a questa quota descrivono ampiamente la situazione riferita; in particolare, le sezioni longitudinale e trasversale mostrano la centralità spaziale assegnata all'ambiente di raccordo (figura 5, figura 6). Dalla pianta alla quota +25,64 m la soluzione planimetrica risulta ancora più evidente, con i due tunnel simmetrici che collegano la banchina nelle due direzioni di marcia, poi convergenti nello spazio centrale. (figura n.7). L'organizzazione del mezzanino è determinata dalla distribuzione delle diverse funzioni di collegamento, per le quali esso funziona come punto d'accesso e di smistamento. Infatti, tramite questo ambiente è possibile sia l'uscita sulla Piazza Cavour che quella sull'area esterna del Museo Nazionale; ma, soprattutto l'accesso ad un percorso interrato che mette in collegamento sia con i locali del museo che con la stazione della linea 2 della metropolitana. Caratteristica del primo collegamento è l'apparato decorativo, realizzato mediante la collocazione di alcune copie di importanti reperti archeologici esposti nelle sale museali.



Figura 5. Sezione longitudinale che evidenzia i collegamenti

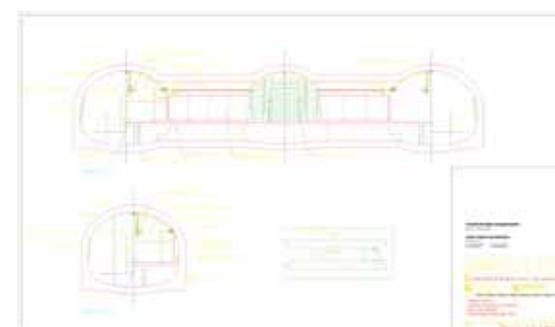


Figura 6. Sezione trasversale alla quota delle banchine

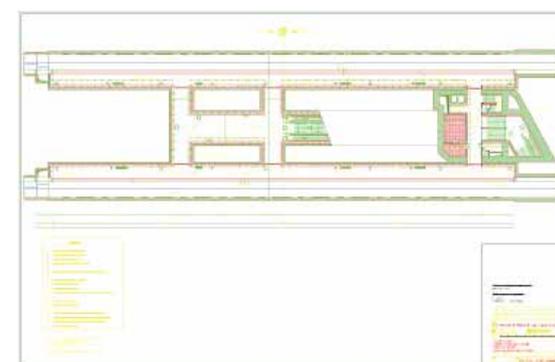


Figura 7. Pianta della banchina a quota +25,64



Foto 3. Copia dell'Ercole Farnese

Questa stessa soluzione è la stessa già adottata per alcuni ambienti del mezzanino dove sono esposte la copia in gesso dell'Ercole Farnese (foto n.3) e l'originale, quattrocentesco, Cavallo Carafa (foto n.4). Il mezzanino è architettonicamente caratterizzato da una copertura in ferro e vetro che richiama, per l'uso dei materiali, quella della contigua galleria Principe di Napoli; essa assicura inoltre l'illuminazione naturale delle sale sottostanti (foto 5, foto 6). All'esterno i prospetti sono in armonia con i caratteri del costruito esistente attraverso palesi richiami nei colori nell'uso e nell'assortimento dei materiali nonché nelle forme semplificate, alla classica linearità degli edifici circostanti (foto n.7).



Foto 4. Il Cavallo Carafa (XV sec.)



Foto 5. Copertura del mezzanino



Foto 6. Come foto 5

La stazione Cilea - Quattro Giornate

Il sistema progettuale elaborato da Orlacchio per la stazione Cilea tende a realizzare, dal punto di vista formale e distributivo, un prototipo che esprima, con chiarezza e semplicità lo schema del percorso in modo da condurre, senza soluzione di continuità, il viaggiatore dalla piazza alle banchine. Il legame tra la piazza e l'interno assume connotati fortemente caratterizzati da ogni singolo dettaglio, ma si esprime al meglio nelle scelte cromatiche e luministiche che legano questa architettura allo spazio esterno attraverso la mediazione delle opere d'arte che, pensate e realizzate in funzione del luogo, contribuiscono in maniera significativa a smorzare la sensazione di accedere nel ventre profondo della terra. Il mezzanino, come una piazza aperta sulla piazza, costituisce il fulcro vitale di quest'architettura, che non assolve solo la funzione complementare al sistema di trasporto, ma agisce da filtro spaziale, realizzando una mediazione tra l'interno e l'esterno. La risoluzione delle questioni di tipo tecnologico ha fornito lo spunto per stabilire un contatto tra tecnica ed arte. Il progetto ha dovuto affrontare problematiche diverse, legate prevalentemente alla natura del sottosuolo, ricco di cavità naturali ed artificiali; è stato dunque necessario realizzare un edificio interrato per una profondità di 44 metri, funzionale a stabilire il sistema di connessione

tra il mezzanino e le banchine, situate a profondità differenti (figura 9). Il sistema costruttivo, pur partendo da tecniche di tipo tradizionale, ha ampiamente sperimentato l'applicazione degli strumenti messi a disposizione dalla tecnologia innovativa relativa agli elementi prefabbricati, stabilendo anche in quest'ambito un legame profondo tra tradizione e sperimentazione. I progetti delle opere d'arte, affidati ad artisti di cultura e tradizione partenopea, si sono sviluppati in parallelo con l'andamento dei lavori di realizzazione della stazione, consentendo uno studio approfondito dell'ambientazione e una scelta mirata degli effetti desiderati da parte degli autori. *...continua*



Foto 7. Il prospetto della stazione inserito nel contesto della piazza



Figura 9. Sezione dello scavo che evidenzia il dislivello delle gallerie

tra il mezzanino e le banchine, situate a profondità differenti (figura 9).

Il sistema costruttivo, pur partendo da tecniche di tipo tradizionale, ha ampiamente sperimentato l'applicazione degli strumenti messi a disposizione dalla tecnologia innovativa relativa agli elementi prefabbricati, stabilendo anche in quest'ambito un legame profondo tra tradizione e sperimentazione.

I progetti delle opere d'arte, affidati ad artisti di cultura e tradizione partenopea, si sono sviluppati in parallelo con l'andamento dei lavori di realizzazione della stazione, consentendo uno studio approfondito dell'ambientazione e una scelta mirata degli effetti desiderati da parte degli autori. *...continua*



SISTEMI DI AUTOMAZIONE PROGETTATI PER OTTIMIZZARE LA GESTIONE DELLA TUA AZIENDA

...Simply Intelligent...

I nostri sistemi di automazione oltre a garantire un pieno controllo della produzione permettono l'integrazione con prodotti innovativi che completano la gestione globale dell'azienda.

COLLEGATI AL QR CODE
CON IL TUO SMARTPHONE
E SCOPRI COME RENDERE
PIU EFFICIENTE IL TUO
IMPIANTO



I PRODOTTI PER LA TUA AZIENDA

PROGEN CONCRETE
Gestione dei processi business, della copia di missione, al controllo di gestione, programmazione ed ottimizzazione delle consegne.

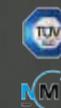
CONCENTER
Gestione centralizzata delle unità produttive, controllo remoto, gestione ordini.

ISM
Controllo sul trasporto del calcestruzzo.

TOP MIX
Creazione miscele e gestione di laboratorio.

BETONSAT
Logistica degli automezzi.

Elettrodata s.r.l.
Via del Lavoro, 1
41014 Solignano Nuovo (MO)
Tel. +39 059 757 7800
E-mail: info@elettronda.it



www.elettrodata.it

INNOVAZIONE

Fessurazione in getti massivi: una soluzione al problema con il calcestruzzo predepositato (PAC)

Antonella Ferraro, Ingegnere

Premessa

Nella realizzazione di manufatti massivi (come dighe, plinti...) i problemi di fessurazione da fenomeni termici possono essere rilevanti. Per contenere o eliminare il problema può essere richiesto l'impiego di un calcestruzzo a basso calore di idratazione.

Il calcestruzzo denominato Pre-Packed Aggregate Concrete (PAC) o Pre-Placed Aggregate Concrete (calcestruzzo con aggregato predepositato) o anche Two Stages Concrete (calcestruzzo in 2 fasi), consente di ridurre al minimo il calore d'idratazione utilizzando un dosaggio di cemento molto basso; al contempo le operazioni di produzione e di messa in opera sono più veloci rispetto al calcestruzzo convenzionale e ciò ne determina anche un costo più basso.

Questo tipo di calcestruzzo è costituito da aggregato predepositato preliminarmente nella cassaforma e dal successivo getto della malta fine (grout). Secondo le raccomandazioni ACI (304.1R-92) questa tecnologia è utilizzabile nei getti massivi e anche molto armati ed inoltre nel restauro del ce-

mento armato in considerazione del basso ritiro.

Si ritiene però che attualmente l'unica applicazione praticabile sia nel calcestruzzo di massa non armato o poco armato. Infatti negli altri casi citati trovano migliori applicazioni rispettivamente, i calcestruzzi fluidi e le malte da restauro prive di ritiro.

Proprietà del PrePacked Aggregate Concrete

La principale differenza del PAC con il calcestruzzo convenzionale è la maggiore percentuale di aggregato grosso. Infatti nel PAC, che è realizzato depositando direttamente l'aggregato nella cassaforma, ogni particella viene a contatto con le altre (si veda figura 1). Le particelle di aggregato non sono avvolte dalla matrice cementizia come avviene invece nel calcestruzzo convenzionale, per questo motivo le proprietà del PAC dipendono soprattutto dall'aggregato: il modulo elastico è più alto e il ritiro da essiccamento è circa la metà dei calcestruzzi normali (a pari contenuto di aggregato).

Inoltre questo calcestruzzo è caratterizzato

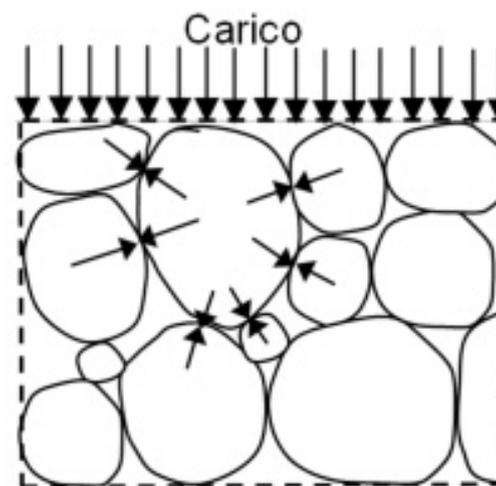


Figura 1. Nel PAC la sollecitazione viene trasferita allo scheletro di aggregato mediante i punti di contatto delle particelle

da una curva granulometrica discontinua (gap grading) del tipo di quella riportata di seguito: la componente di aggregato grosso viene immessa nella prima fase,

quella fine nella seconda fase con il pompaggio o il colaggio della malta.

Con questa tecnologia, si raggiungono resistenze non particolarmente alte a 28 giorni, fino a circa 40 MPa, ma a lungo termine le resistenze possono essere rilevanti specialmente con utilizzo di materiale ad attività pozzolanica (come la cenere volante), fino a circa 62 MPa a 90 giorni e fino a circa 90 MPa ad 1 anno.

Progettazione del Prepacked Aggregate Concrete

Si riportano le fasi di progettazione di un calcestruzzo predepositato utilizzato per la realizzazione di plinti di fondazione di grandi dimensioni, studio eseguito dalla Clinica del Calcestruzzo.

...continua

Qualità

Per un calcestruzzo autocompattante di






Filler Calcareo

NICEM s.r.l.

Nuova Industria Calcite e Marmi

PRODUZIONE DI CARBONATO DI CALCIO BIANCO E BIANCHISSIMO



NICEM Srl
Via Nazionale, 1
24060 Casazza - BG
Tel. 035 812 623
Fax 035 810 091
www.nicemsrl.it
e-mail info@nicemsrl.it

CONTROLLI

Protocollo FCA (Frequency Concrete Analysis) Metodologia NDT per la stima dello spessore di lastre in calcestruzzo ispezionabili da un solo lato

Fabrizio Davi, Stefano Bufarini, Vincenzo D'Aria, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura - Università Politecnica delle Marche
Francesco Pirani, Libero professionista

Introduzione

Nel campo di applicazione dell'ingegneria civile accade sempre più spesso di trovarsi di fronte a strutture o parti di esse con evidenti carenze prestazionali, le quali possono compromettere la durabilità e la sicurezza delle opere stesse. In virtù di questo aspetto fondamentale, si è reso sempre più necessario nel corso degli anni lo sviluppo di tecniche di indagine capaci di "leggere" lo stato di conservazione delle strutture in termini di proprietà fisiche e meccaniche. Tra le molteplici tecniche di indagine, particolare attenzione viene rivolta a quelle caratterizzate da una limitata invasività e per questo motivo definite non distruttive. All'interno di questo settore rientra la metodologia utilizzata per lo svolgimento della sperimentazione alla base del presente articolo. Lo studio sperimentale ha interessato l'applicazione della metodologia Pulse-Echo mediante strumentazione di misura ACT (Acoustic Concrete Tester). L'obiettivo principale delle indagini riguarda la stima dello spessore di elementi a lastra in calcestruzzo mediante una misurazione indiretta. Tale studio è stato condotto eseguendo delle prove di misura su lastre in calcestruzzo aventi diverso spessore utilizzando un'innovativa procedura per la determinazione della velocità di propagazione delle onde longitudinali (Onde-P, Primary waves), la quale rappresenta un parametro fondamentale dell'analisi.

Dal punto di vista normativo viene fatto riferimento alla ASTM C1383-04 "Standard Test Method for Measuring the P-Wave Speed and the Thickness of Concrete Plates Using The Impact-Echo Method".

Campi di applicazione

L'applicazione della strumentazione di misura è destinata alla stima dello spessore di elementi a lastra in calcestruzzo ispezionabili da un unico lato.

Le principali applicazioni interessano:

- pavimentazioni industriali;
- pareti controterra;
- serbatoi in calcestruzzo;
- calotte di gallerie.

Obiettivi

Lo studio sperimentale si pone come obiettivi i seguenti argomenti:

- valutare la precisione e l'affidabilità della metodologia Pulse-Echo applicata mediante strumentazione ACT seguendo la procedura illustrata nel manuale d'uso della strumentazione;
- sviluppare una procedura di prova sperimentale alternativa con lo scopo di migliorare la precisione e l'affidabilità della metodologia;
- confronto tra le due procedure al fine di evidenziarne la più efficace.

Strumentazione di misura

L'ACT (Acoustic Concrete Tester), sviluppata dalla Pile Dynamics Inc, è dotata dei seguenti componenti:

- unità centrale con display touchscreen;
- n. 2 cavi schermati per il collegamento delle sonde;
- n. 2 sonde (trasduttori piezoelettrici);
- memoria flash per il salvataggio dei dati;
- batteria incorporata;
- alimentatore.

L'Acoustic Concrete tester è uno strumento di misura basato sulla propagazione di onde acustiche, in grado di convertire direttamente il segnale di risposta registrato nel dominio del tempo (in termini di spostamenti ortogonali alla superficie nel tempo) nel dominio della frequenza.

L'impulso viene generato da un trasduttore piezoelettrico (*sonda emittente*), il quale attraversato da una differenza di potenziale è in grado di generare delle onde elastiche, queste ultime vengono trasferite all'elemento oggetto d'indagine accoppiando la sonda con la superficie di prova interponendo un opportuno materiale di accoppiamento tra i suddetti elementi al fine di garantire una buona trasmissione dell'impulso. Le onde elastiche propagano all'interno dell'elemento e vengono riflesse in prossimità delle soluzioni di continuità delineate dall'interfaccia tra due materiali con diversa impedenza acustica (calcestruzzo-aria; calcestruzzo-guaina; calcestruzzo-ghiaia).

Le riflessioni così generate vengono registrate dalla sonda ricevente in termini di spostamenti ortogonali alla superficie nel tempo, il segnale viene poi elaborato in modo automatico dal software per restituire la risposta nel dominio della frequenza mediante l'applicazione della trasformata di Fourier, individuando così ➤



la frequenza dominante o di spessore (FR) contenuta nello spettro. Applicando il principio dell'analisi in frequenza, il quale ci dice che esiste un'unica relazione tra la frequenza dominante e lo spessore, è quindi possibile, nota la velocità di propagazione delle onde P (V_p) caratteristica del mezzo indagato, determinare il valore dello spessore attraverso questi due parametri applicando la seguente relazione:

$$Spess = \frac{v_p \left[\frac{m}{s} \right]}{2FR [KHz]} = [mm] \quad (1.1)$$

Tale formulazione è valida se le due sonde (trasmittente e ricevente) vengono collocate in posizione sufficientemente vicine; per le normali applicazioni su elementi compresi tra 100-200mm si è potuto constatare che un interasse tra le stesse pari a 65mm risulta fornire risultati ottimali.

Di seguito vengono illustrate le procedure da applicare per il calcolo dei due parametri fondamentali.

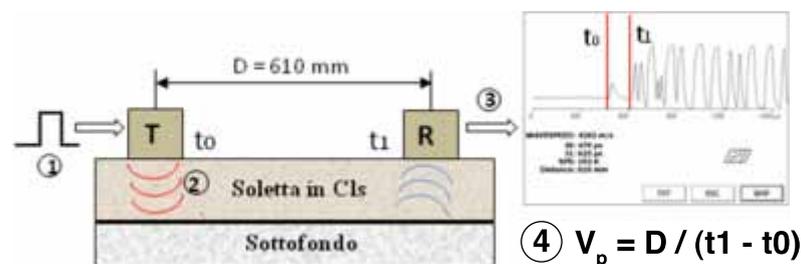
Procedura di prova

Al fine di rendere più chiare le procedure per la determinazione dei parametri fondamentali si illustrano le diverse fasi facendo riferimento ad un esempio schematico di una pavimentazione industriale.

Determinazione della velocità di propagazione (V_p)

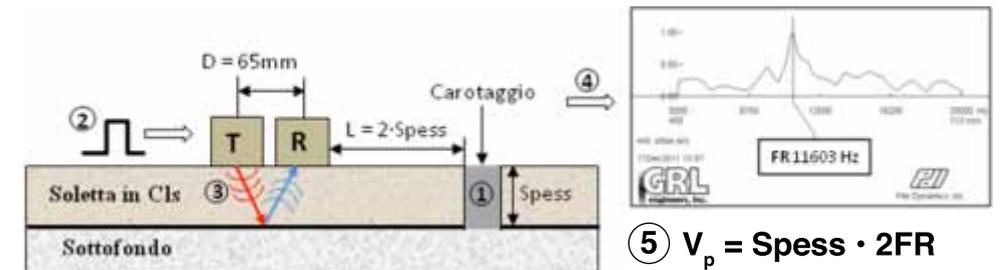
Per la determinazione di tale parametro sono state adottate due diverse procedure. La prima è rappresentata dalle linee guida fornite dal manuale d'uso della strumentazione (Procedura ACT), mentre la seconda è stata sviluppata caratterizzando la velocità di propagazione in funzione della frequenza dominante misurata in prossimità di un punto di spessore noto (Procedura FCA, Frequency Concrete Analysis).

Procedura ACT:



- generazione dell'impulso;
- propagazione dell'onda all'interno del mezzo solido;
- lettura del segnale di risposta nel dominio del tempo ed individuazione del tempo di transito;
- nota la distanza D tra le sonde e il tempo di transito ($t_1 - t_0$) si ricava la V_p caratteristica.

Procedura FCA:



- esecuzione di un foro di ispezione per la determinazione dello spessore in un determinato punto dell'elemento indagato;
- generazione dell'impulso;
- propagazione dell'onda all'interno del mezzo solido;
- determinazione della frequenza dominante in prossimità del punto di spessore noto;
- noto lo spessore e la frequenza dominante nel punto si ricava la V_p caratteristica.

...continua

RIVESTIMENTO POLIMERICO CONTINUO A CALDO AD ELEVATISSIME PRESTAZIONI

PRODOTTI SPECIALI PER L'EDILIZIA E LA BIOEDILIZIA

www.syntech-poliurea.it

MEMBRANA LIQUIDA, BICOMPONENTE, ELASTICA, IN POLIUREA PURA VAPORIZZATA A CALDO

AZICHEM SRL - Via G. Gentile 16/A Goito (MN) Italy - Tel: 0376.604185 - info@azichem.it - www.azichem.com

SOSTENIBILITÀ

Bosco Verticale è il grattacielo più bello e innovativo del mondo

Stefano Boeri, Docente di Urban Design al Politecnico di Milano, vince il l'International Highrise Award



BOSCO VERTICALE: il contributo di ARUP al suo successo
Clicca qui per approfondire

Il **Bosco Verticale** di Milano, progettato da **Stefano Boeri**, docente di Urban Design al **Politecnico di Milano**, ha vinto lo scorso 19 novembre 2014, l'International Highrise Award 2014. Tra i 5 finalisti del premio internazionale anche l'edificio "De Rotterdam" disegnato da Rem Koolhaas, "One Central Park" di Sydney e "Renaissance Barcelona Fiera Hotel" progettati da Jean Nouvel e il complesso cinese "Sliced Porosity Block" di Chengdu disegnato da Steven Holl.

"**Bosco Metropolitano**" è simbolo della simbiosi Natura-Architettura grazie alle sue due torri residenziali di 80 e 112 m di altezza (27 e 19 piani, 113

residenze totali) in grado di ospitare 800 alberi fra i 3 e i 9 metri di altezza, 11.000 fra perenni e tappezzanti, 5.000 arbusti, per un totale di oltre 100 specie diverse: un corrispettivo di 20.000 m² di bosco e sottobosco che densificano in altezza il verde nella Città. Stefano Boeri ha dichiarato: "Sono molto contento perché il premio che è stato assegnato al Bosco Verticale rappresenta un riconoscimento all'innovazione nell'ambito dell'architettura. È un invito a pensare all'architettura come un'anticipazione del futuro per ognuno di noi, non solo come l'affermazione di uno stile o di un linguaggio".

...continua

Sistema PENETRON ADMIX

www.madromed.it

✚ = Particolari costruttivi (elementi accessori)

(*) La capacità "attiva nel tempo" di autocicatizzazione veicolo umidità nelle strutture interrate o idrauliche

Penetron ADMIX affronta la sfida con l'acqua prima che diventi un problema, riducendo drasticamente la permeabilità del calcestruzzo e aumentando la sua durabilità "fin dal principio". Scegliere il "Sistema Penetron ADMIX" significa concepire la "vasca strutturale impermeabile" in calcestruzzo, senza ulteriori trattamenti esterni-superficiali, ottenendo così molteplici benefici nella flessibilità e programmazione di cantiere.

(*) Visione al microscopio elettronico della crescita cristallina all'interno di una fessurazione del calcestruzzo additivato con Penetron Admix

ISO 9001:2000

Distributore esclusivo del sistema Penetron®

Via Italia 2/b - 10093 Collegno (TO)
Tel. +39 011.7740744 - Fax +39 011.7504341
Info@penetron.it - www.penetron.it

Sistema PENETRON®

Link alla prima parte.
Clicca **qui** per leggere i contenuti della prima parte dell'Articolo.

Metodo analitico per lo studio della composizione ottimale di mix di aggregati secondo curve predefinite di progetto

Parte seconda: Applicazione del metodo ai calcestruzzi cementizi studio della "ricetta di impasto" o "mix design"

Ing. Antonino Pirrone, Ingegnere Civile, Consulente Libero Professionista

Introduzione

La "seconda parte" della memoria è volta all'analisi dettagliata di una particolare applicazione del metodo analitico generale, cercando di evidenziare ancora l'approccio tecnico-procedurale nella metodologia in rapporto agli sviluppi analitico-matematici della stessa: lo studio della miscela ottimale di inerti nel confezionamento dei conglomerati cementizi, e successivamente la determinazione della cosiddetta "ricetta" dell'impasto di calcestruzzo. È necessario sottolineare che argomento di questo "studio" non è la ricerca analitica della curva teorica di riferimento di progetto che, viceversa è invece un dato del problema in esame e che si assumerà come già nota e determinata con i criteri che saranno illustrati nel prosieguo ma la determinazione della curva della miscela ottimale che si può ricavare con le classi di aggregati disponibili. Dopo una breve disanima sui metodi attuali utilizzati nello studio delle miscele di inerti per i calcestruzzi cementizi, si illustra nel dettaglio il metodo analitico con riferimento alle curve teoriche di max addensamento maggiormente utilizzate nella prassi di cantiere, tenendo conto se necessario anche dell'influenza granulometrica del cemento, quindi si generalizza la procedura ed infine si perviene a determinare il c.d. "mix design" o "ricetta dell'impasto" del calcestruzzo. Anche questa seconda parte è corredata di un esempio esplicativo, riportato in appendice in tabelle e grafico, tratto dall'esperienza lavorativa.

Studio delle miscele per i calcestruzzi cementizi

Premessa: i metodi attuali e il metodo analitico

I metodi seguiti attualmente per il dosaggio degli aggregati-miscele destinati al confezionamento di calcestruzzi cementizi, di vario tipo e qualità, possono essere ricondotti ai quattro tipi seguenti:

1° tipo: metodo pratico - le aliquote di partecipazione delle classi vengono determinate su base soggettiva, ...

...continua

T & R BacillaFilla, e il calcestruzzo si ripara da solo

Come la biologia sintetica, disciplina nata nell'ultimo decennio come reciproca contaminazione tra biotecnologie ed ingegneria, può entrare nelle nostre città.

In futuro gli edifici potrebbero essere entità biologiche in grado di crescere, ripararsi autonomamente, riutilizzare i propri prodotti di scarto ed essere in grado di reagire al cambiamento dei fattori ambientali esterni. Da entità meccaniche ad organismi "viventi": questo è il sogno, l'obiettivo ideale a cui alcuni studiosi mirano. I primi passi verso questo obiettivo sono già stati fatti: è il caso, ad esempio, di **iGEM** (*International Genetically Engineered Machine*), un **concorso internazionale di biologia sintetica** rivolto a studenti universitari e promosso dal MIT di Boston. I partecipanti vengono invitati a sviluppare soluzioni biologiche a problemi attuali, incentivandoli alla multidisciplinarietà e all'utilizzo trasversale di altre forme del sapere. In questo modo, si sviluppano tecnologie innovative che trovano applicazioni in qualsiasi contesto, non da ultime l'architettura della città e del paesaggio.

...continua

CONCRETE QUALITY

Leader nella tecnologia della mescolazione. Rapido, omogeneo, affidabile, riconosciuto a livello mondiale

Mescolatore planetario fino a 4 m³ di calcestruzzo reso vibrato



Mescolatore a doppio asse fino a 8 m³ di calcestruzzo reso vibrato



Mescolatore a turbina fino a 3,5 m³ di calcestruzzo reso vibrato



Vasta gamma di accessori



Mescolatore laboratorio





SICOMA

S.I.CO.MA. s.r.l.
Via Brenta, 3 - 06135 Ponte Vallecceppi Perugia - Italy
Tel. +39 075 592.81.20 Fax +39 075 592.83.71
sicoma@sicoma.it
www.sicoma.it

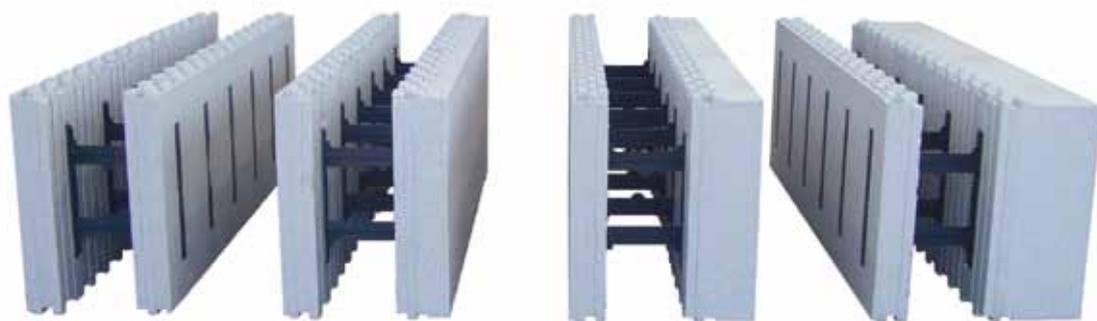



SISTEMI
COSTRUTTIVI

Costruire l'innovazione con l'EPS

SAAD – sistemi costruttivi in EPS ad armatura diffusa

Gabriele Sala - AIPE



Esempio di Sistema costruttivo SAAD

Nel panorama delle tecnologie costruttive stiamo assistendo allo sviluppo di materiali e sistemi sempre più evoluti che permettono di raggiungere risultati eccellenti in termini strutturali, prestazionali ed economici.

All'interno di AIPE – Associazione Italiana Polistirene Espanso (www.aipe.biz) - opera il "Gruppo SAAD" costituito da 9 aziende che realizzano innovativi sistemi costruttivi ad armatura diffusa come efficace risposta alle odierne esigenze progettuali e di cantiere.

Questi sistemi coniugano la resistenza meccanica del calcestruzzo con la capacità di isolamento termico e acustico del polistirene (EPS), allo scopo di creare elementi in cemento armato isolati.

Possono essere identificati come un'evoluzione della prefabbricazione in cui si ha un innalzamento della qualità del processo costruttivo allo scopo di realizzare una cassetta in polistirene "a rimanere" atta a ricevere il getto di calcestruzzo e a portarlo a maturazione.

Il sistema si basa su elementi in EPS sia verticali che orizzontali (per pareti e solai) di diverse dimensioni collegati tra loro da distanziali in lamiera o in polipropilene che assolvono anche alla funzione di supporto per il posizionamento dei ferri di armatura e di contrasto alla spinta del calcestruzzo durante il getto di completamento.

La parte superiore e inferiore delle lastre in EPS è caratterizzata dalla



Esempio di Sistema costruttivo SAAD

presenza di "spine" che permettono l'incastro con semplici e veloci operazioni a secco. Rimanendo in opera, il cassero garantisce un efficace e continuo isolamento termico e acustico mentre la gettata solidale offre elevate prestazioni di resistenza meccanica. In materia di sicurezza, uno dei temi più interessanti dell'ingegneria sismica è sviluppare tecnologie in grado di offrire garanzia di affidabilità strutturale in condizione limite di resistenza alle sollecitazioni improvvise e imprevedibili come quelle sismiche che sottopongono le strutture a sforzi di compressione e di trazione. In questo senso i sistemi SAAD in eps permettono di elevare strutture monolitiche altamente performanti grazie alla sinergia tra la resistenza a compressione del calcestruzzo e la flessibilità garantita dall'armatura.

Il comportamento al fuoco deve essere analizzato con una doppia valenza. La resistenza è garantita dalla struttura continua in calcestruzzo, la reazio-

ne dall'utilizzo di polistirene autoestinguente (EPS RF), non propagante la fiamma. La semplicità delle operazioni di montaggio, la leggerezza dei materiali e l'annullamento dei tempi morti delle fasi di maturazione del calcestruzzo contenuto nei casseri, portano all'ottimizzazione della manodopera e di conseguenza alla riduzione di costi e tempistiche rispetto ai sistemi costruttivi tradizionali, oltre ad assicurare elevati standard di sicurezza per i lavoratori.

L'utilizzo dell'EPS, in virtù delle sue eccellenti e riconosciute proprietà isolanti, consente inoltre di costruire edifici che garantiscono ridotti consumi di energia sia nel periodo estivo che nel periodo invernale.

Un ulteriore elemento di apprezzamento per l'impiego di elementi in polistirene è legato all'impatto ambientale ridotto che essi consentono di ottenere, comprovato da diversi studi sul ciclo di vita complessivo del materiale.

...continua

LEGGI & NORMATIVE

ISTRUZIONI CNR per la PROGETTAZIONE di PAVIMENTI INDUSTRIALI

Il Consiglio Nazionale delle ricerche (CNR), attraverso la Commissione di studio per la predisposizione e l'analisi di norme tecniche relative alle costruzioni, ha ritenuto maturi i tempi per la proposta di un documento unitario che possa costituire un utile riferimento non solo per i progettisti e gli appaltatori ma anche per la redazione dei capitoli tecnici per la realizzazione delle PAVIMENTAZIONI in CALCESTRUZZO.

Ha quindi dato mandato nel 2012 a una commissione composta da studiosi universitari, rappresentanti di CONPAVIPER e ATECAP e professionisti, come è d'uso per il CNR, per la predisposizione di un documento dal titolo:

Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Pavimentazioni di Calcestruzzo

Il documento CNR è stato recentemente completato e sottoposto ad inchiesta pubblica dal 24/10/2014 al 22/04/2015 ed è visibile al LINK:

<http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT211.html>

...continua

PAVIMENTAZIONI

Il calcestruzzo diventa protagonista delle gallerie del Quadrilatero

Il 7 novembre scorso il calcestruzzo è stato al centro di una giornata di approfondimento tecnico sulle pavimentazioni stradali.

Atecap, Aitec e Federbeton hanno partecipato ad una visita esclusiva alle gallerie del maxilotto 1 del Quadrilatero Marche-Umbria (SS 77 della Val di Chienti) insieme a rappresentanti del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, tecnici di Roma Capitale e Strada dei Parchi, docenti dell'Università di Roma "La Sapienza" e dell'Università Politecnica delle Marche. Si tratta di 40 km di strade in calcestruzzo all'interno delle gallerie, realizzate con il nuovo sistema Jpcp, già sperimentato nella galleria di Laives, operativa dal 21 dicembre 2013. Il maxilotto 1, metterà in comunicazione Foligno (Umbria) e Civitanova Marche (Marche) attraverso 13 viadotti e 13 gallerie, all'interno del progetto viario del Quadrilatero Marche-Umbria, importante opera infrastrutturale che, una volta terminata, permetterà il collegamento stradale rapido fra l'Umbria e le Marche.

«Stati Uniti, Canada, Germania, Austria, Belgio, Olanda e Regno Unito hanno da tempo adottato la pavimentazione in calcestruzzo come standard, non solo in galleria – spiegano da Atecap -

...continua

SICUREZZA

Più sicurezza nei cantieri: online i Quaderni tecnici realizzati dai ricercatori Inail

Sul portale dell'Istituto una collana degli esperti del Dit dedicata all'edilizia. Sette volumi su sette argomenti diversi. L'obiettivo: fornire indicazioni utili a migliorare le misure di prevenzione contro i rischi professionali. Destinatari delle pubblicazioni sono le piccole e medie imprese e le micro imprese del settore dell'edilizia.

Uno strumento utile per aumentare il livello di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili: è disponibile online sul portale dell'Inail una collana dedicata all'edilizia composta da sette *Quaderni tecnici* realizzati dai ricercatori del Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici (Dit). Ogni quaderno – scritto in modo sintetico e arricchito da figure esemplificative – è dedicato a un argomento diverso: ancoraggi, parapetti provvisori, ponteggi fissi, reti di sicurezza, scale portatili, sistemi di protezione degli scavi a cielo aperto, sistemi di protezione individuale dalle cadute.

Gli argomenti trattati sotto il profilo tecnico e normativo. La struttura della collana è semplice e di immediata fruibilità. In ogni quaderno il tema scelto è affrontato sotto il profilo tecnico e normativo e si individuano denominazione, destinazione d'uso, tipologia,

...continua



migliorare
le prestazioni
e ridurre i costi



IL NOSTRO SISTEMA

Michele Valente



Via delle Industrie, 14/16
31050 Ponzano Veneto (TV)
Tel. + 39 0422 966911
Fax + 39 0422 969740
info@gageneral.com
www.gageneral.com

Azienda certificata
per la gestione
dei Sistemi Qualità
ed Ambiente
secondo le
UNI EN ISO 9001 e 14001



SEMPLIFICAZIONE : Modelli e Regolamento Edilizio UNICO entro novembre 2015

Il Consiglio dei Ministri si è riunito lunedì 1 dicembre 2014 alle ore 21.40 e su proposta del Ministro per la Semplificazione e la Pubblica Amministrazione, Marianna Madia, ha approvato l'Agenda per la semplificazione per il triennio 2015-2017, che contiene le linee di indirizzo condivise tra Stato, Regioni ed Enti Locali ed il crono-programma delle relative attività ... *...continua*



DEBITI PA: Erogati 40 miliardi alle pubbliche amministrazioni per i debiti arretrati

Ai creditori pagati 32,5 miliardi

Con un comunicato emesso lo scorso 7 novembre il Ministero dell'Economia e delle Finanze ha riassunto quella che è la situazione sui debiti delle P.A. al 30 ottobre 2014. Secondo i dati del MEF il piano, nato nel 2013, per smaltire il debito commerciale accumulato fino a tutto il 2012, e poi esteso quest'anno al debito in essere a fine 2013, ... *...continua*

Pubblicato il MANUALE ANAC per lavori pubblici di importo superiore a 150.000 euro

Al fine di fornire agli operatori del mercato indicazioni aggiornate e puntuali in materia di attività di qualificazione, è stato pubblicato sul sito istituzionale dell'*Autorità Nazionale Anticorruzione* il Manuale sulla attività di qualificazione per l'esecuzione di lavori pubblici di importo superiore a 150.000 euro, che aggiorna, integra e razionalizza circa 300 atti tra Determinazioni, Comunicati e Deliberazioni - emanati negli ultimi 15 anni, dal 1999 ad oggi, dall'Autorità (e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 251, pagina 23, del 28/10/2014). *...continua*



Pier Luigi Nervi - Gli stadi per il calcio

14.11.2014 - 09.01.2015
Urban Center Bologna,
Sala Borsa Piazza del Nettuno 3,
Bologna

Venerdì 14 novembre 2014 apre al pubblico nello spazio dell'Urban Center Bologna la mostra **Pier Luigi Nervi. Gli stadi per il calcio**, prima di una serie di tappe dell'esposizione itinerante che proseguirà fino a settembre 2015.

Pier Luigi Nervi (1891-1979), straordinario progettista, teorico, docente, costruttore e imprenditore, è stato senza dubbio uno dei protagonisti dell'architettura e dell'ingegneria del Novecento. Proprio il suo essere riuscito a riassumere le due figure - ormai da tempo radicalmente distinte, nella formazione come nelle competenze professionali - dell'ingegnere e dell'architetto, è stato uno dei fattori-chiave del successo della sua opera, nella quale la capacità di inventare di nuove forme è intimamente connessa con la conoscenza dei loro aspetti statici e costruttivi. *...continua*

Con il patrocinio di ATECAP
Associazione Tecnico - Economica
del Calcestruzzo Preconfezionato



Via Giovanni Amendola, 46
00185 Roma
T. 06.42016103

F. 06.42020145
atecap@atecap.it
www.atecap.it

Casa Editrice
Imready Srl
Strada Cardio, 4
47891 Galazzano - RSM
T. 0549.909090
info@imready.it

Pubblicità
Idra.pro Srl
info@idra.pro

Grafica
Imready Srl

Autorizzazioni
Segreteria di Stato Affari Interni
Prot. n. 1459/75/2008 del 25/07/2008.
Copia depositata presso il Tribunale
della Rep. di San Marino

Segreteria di Stato Affari Interni
Prot. n. 72/75/2008 del 15/01/2008.
Copia depositata presso il Tribunale
della Rep. di San Marino

In Redazione

Presidente ATECAP
Silvio Sarno

Direttore Responsabile
Alberto de Vizio

Comitato Tecnico di Settore
Marco Borroni, Giuseppe Marchese,
Paolo Messini, Emiliano Pesciolini,
Sergio Vivaldi

Coordinamento Editoriale
Andrea Dari

Segreteria di Redazione
Stefania Alessandrini

Redazione Tecnico Associativa
Margherita Galli,
Massimiliano Pescosolido, Michela Pola

La responsabilità di quanto espresso negli articoli firmati rimane esclusivamente agli Autori. La Direzione del giornale si riserva di non pubblicare materiale non conforme alla propria linea editoriale. Tutti i diritti di riproduzione, anche parziale, sono riservati a norma di legge.