

# Il settore delle costruzioni ha un obiettivo dichiarato: rispondere alle crescenti richieste di un mercato in evoluzione

Franco Cianfrone

segue da pag. 1

Il progetto P.R.I.S.M.A. segue cinque direttrici principali:

- progettazione innovativa di edifici sostenibili che favoriscano l'uso d'energia rinnovabile con l'utilizzo di componenti tecnologicamente avanzati;
- domotica (dal latino "domus" casa + informatica);
- prefabbricazione e realizzazione di componenti di qualità con macchine a controllo numerico, per diminuire le operazioni pericolose e garantire più sicurezza nel settore;
- sostenibilità e sviluppo urbano, con la realizzazione e distribuzione di "linee guida" e servizi a vantaggio delle P.A. per la valutazione di impatto ecologico;
- recupero dei centri storici, valorizzazione dell'energia "incorporata" e compatibilità con le tecnologie.

Attorno a questo tema si sono ritrovate, Servitec, l'Università e la Provincia di Bergamo, l'ACEB (Associazione Costruttori Edili di Bergamo), la Scuola Edile e l'Unione Industriali di Bergamo.

Tra le nuove tecnologie applicate all'edilizia, un posto preminente spetta alle applicazioni del calcestruzzo ad alta resistenza, i cui primi impieghi apparvero a Chicago negli anni '70. Ne hanno parlato, a Bergamo, i professori Alberto Meda e Giovanni Pizzani, discutendo di materiali innovativi per nuove strutture.

E' noto che, aumentando la resistenza si ottiene contemporaneamente il miglioramento di altre prestazioni, quali la durata e il modulo elastico. Si inizia a introdurre così il concetto di calcestruzzo ad alte prestazioni, ottenuto con l'introduzione di fibre nell'impasto, per aumentare la tenacità a trazione.

"Le fibre per il calcestruzzo costituiscono - ha detto uno dei due oratori - un elemento di rinforzo caratterizzato geometricamente da una dimensione prevalente rispetto alle altre, avente superficie liscia o ruvida, di forma rettilinea o sagomata, in grado di essere disperso omogeneamente nell'impasto."

Con questo metodo si evitano le fessurazioni del calcestruzzo. Il sistema di immettere fibre nell'impasto ha trovato ampia applicazione nelle pavimentazioni autostradali e industriali, nella costruzione di parcheggi, nelle piste aeroportuali e in tutti i rivestimenti sottoposti a continue sollecitazioni.

"I vantaggi che si ottengono - ha spie-



Esempi d'applicazioni di calcestruzzo ad alte prestazioni

gato il professor Meda - consistono nella riduzione degli spessori, nella necessità di avere minori copriferri, nella possibilità di ottenere forme nuove, oltre alla riduzione delle complicazioni dovute al posizionamento dell'armatura e all'ottimizzazione del processo produttivo, contenendo, nel contempo, i costi della manodopera.

In tal caso il materiale da impiegare sarebbe più oneroso e si renderebbero necessarie maggiori attenzioni nella produzione dei componenti e regole di progettazione più complesse.

Le fibre, a detta dei relatori, possono sostituire la rete di armatura.

La tecnica è applicabile alla prefabbricazione di travi precomprese e ai tegoli di copertura che possono essere in tre tipi: NG-PL, Placet e Tecnoplan.

Un'altra importante applicazione di questa tecnica è la fabbricazione di anelli prefabbricati per il rivestimento delle gallerie. Ogni anello di rivestimento è composto da 7 conci, più uno con funzione di chiave. Ognuno di questi conci è lungo 4565 mm ed è largo 1789 mm. I sette conci di ogni anello sono costituiti da due conci trapezoidali di controchiave e cinque conci rettangolari. Ovviamente, si assume che l'appoggio dietro al concio sia uniforme.

Nelle sperimentazioni condotte all'Università di Bergamo sono state poste molle monolaterali a compressione che simulano la deformabilità assiale degli anelli retrostanti. Per modellare la spinta di pressione uniforme, si è fatto ricorso a quattro martinetti idraulici, agenti su piastre d'acciaio.

I calcestruzzi ad alte prestazioni consentono di realizzare strutture più leg-

gere, più durevoli e di migliore qualità, raggiungendo, dopo 24 ore, valori di E<sub>cm</sub> pari 43.000 N/mm<sup>2</sup> e di R<sub>cm</sub> sino a 80 N/mm<sup>2</sup>.

"I calcestruzzi ad alte prestazioni - hanno concluso gli oratori - consentono l'utilizzo di un rinforzo fibroso che permette di sostituire totalmente o in parte l'armatura tradizionale, con evidenti vantaggi dal punto di vista dell'ottimizzazione del processo produttivo. Il progettista dev'essere quindi in grado di ideare nuove strutture, mediante metodi di calcolo che sfruttino appieno le caratteristiche dei nuovi materiali."

Nella Provincia di Bergamo dove sono presenti importanti imprese edili ed industrie di prefabbricazione, l'Università locale ha risposto alle esigenze del territorio completando il percorso formativo in Ingegneria Edile con l'attivazione della laurea specialistica. Alla Facoltà di Ingegneria, da diversi anni, si svolgono ricerche nel campo dell'edilizia, è stato affidato il compito di:

- progettare moduli e modelli formativi che recepiscano le richieste di formazione di risorse umane emergenti dal mondo del lavoro nell'ambito della Ricerca e Sviluppo;
- stimolare la nascita di collaborazioni tra il sistema formativo e quello produttivo;
- aprire orizzonti di formazione orientata all'occupazione e allo sviluppo di carriera per le donne (in un settore dove storicamente sono sottorappresentate);
- progettare percorsi formativi con una specifica attenzione alla crescita della cultura della sicurezza del lavoro.

Il convegno si è rivolto non solo ai ricercatori del settore, ma anche alle realtà produttive, per illustrare e dimostrare i principali sviluppi tecnologici e le prospettive future nel campo dell'edilizia al fine di mettere queste competenze al servizio della comunità.

In una relazione del Professor Luigi Colombo - della facoltà d'Ingegneria dell'Università di Bergamo - dal titolo "Geotecnologia per analisi metriche e il monitoraggio del costruito", sono state esaminate le tecnologie per gestire la sicurezza delle costruzioni edili e documentare le varie fasi del monitoraggio. Il relatore ha illustrato le tecniche di analisi delle opere edili nel contesto territoriale, al fine di ottenere la documentazione e il rilievo e la rappresentazione al fine del monitoraggio periodico dell'edificio e della prevenzione. La determinazione della sicurezza comporta l'analisi della vulnerabilità e della pericolosità, nonché la determinazione dello stato di rischio. Questo agli effetti della gestione degli interventi manutentivi ordinari e straordinari.

Le tecnologie d'indagine illustrate sono le analisi metriche senza contatto, eseguite con metodi più sofisticati, quali la fotogrammetria off-line, la scansione con il laser e la fotogrammetria on-line.

In alcuni casi si utilizzano ricevitori satellitari per misure di posizionamento.

"I sistemi Laser applicati alla misura di distanze - ha detto il docente - hanno un lungo raggio d'azione e rapidità nell'acquisizione della misura. Per contro, a volte, a seconda del sistema utilizzato, ci sono difficoltà nel realizzare misure di precisione, per i limiti imposti dallo strumen-

to. Una misura d'alta precisione si può ottenere, con la differenza di fase, tecnica con la quale la sorgente luminosa è modulata su frequenze diverse che corrispondono a lunghezze d'onda con rapporti noti."

I profili verticali degli edifici si ottengono mediante rilievi con stazione totale monitorizzata. Lo strumento è dotato di un software di supporto per l'acquisizione automatica dei profili, basato sulla definizione di uno step angolare o lineare. Consente una precisione centimetrica.

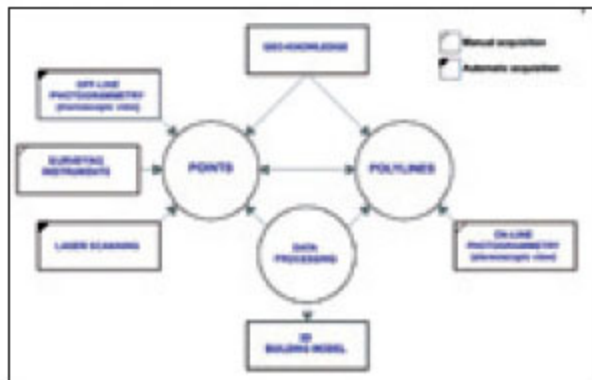
Il profilo verticale è generabile per sovrapposizione delle acquisizioni parziali effettuate da un set di vertici allineati nel piano della sezione. A volte, però, l'unione di più acquisizioni parziali non garantisce la definizione del profilo verticale.

"Per determinare i profili verticali - ha suggerito il professor Colombo - è opportuna la ricostruzione di un modello "a fili" dell'edificio. I profili verticali, riferiti a un unico sistema di coordinate spaziali, se aggregati, determinano un modello "wireframe" dell'edificio, in grado di descriverne la morfologia d'insieme."

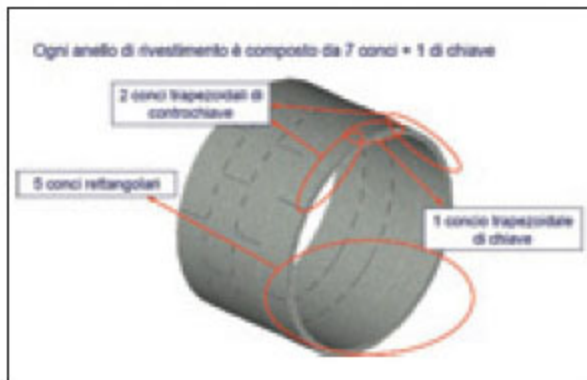
Infine, i modelli spaziali degli edifici storici si possono ottenere con la scansione laser. Il metodo è stato sperimentato con successo per la rilevazione degli edifici storici nella Piazza Vecchia a Bergamo e per la Basilica di Santa Maria Maggiore a Bergamo Alta, ottenendo misure d'ogni tipo e l'estrazione di sezioni e viste.



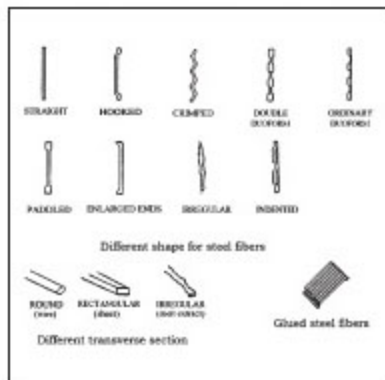
Prefabbricazione di tegoli di copertura



Tecnologia d'indagine metrica senza contatto



Montaggio di conci prefabbricati per gallerie



Vari tipi di fibre per il rinforzo del calcestruzzo

**CAODURO®**  
 Dal 1951 Lucernari per qualsiasi tipo di copertura  
 LUCERNARI, EVACUATORI DI FUMO E CALORE  
 A NORMA UNI 9494 / UNI EN 12101-2  
 SISTEMI DI VENTILAZIONE NATURALE  
**APPLICABILI SU TUTTE LE TIPOLOGIE DI COPERTURA**  
 con guaine impermeabili, lastre in fibrocemento piane e curve  
 lastre grecate metalliche, pannelli sandwich grecati piani e curvi

