

Nuove frontiere tecnologiche

Fabrizio Parati

Qualità per **durabilità**

Un convegno, organizzato dall'Istituto Italiano per il Calcestruzzo negli spazi fieristici di Piacenza Expo, durante le Giornate Italiane del Calcestruzzo, ha saputo dare conto, pur nella limitatezza di un pomeriggio di lavoro, di molti aspetti del mondo del calcestruzzo, ma, soprattutto, ha saputo raccontare un'esperienza di Tekna Chem che ha portato ai massimi livelli lo sviluppo di un'idea: qualità per durabilità



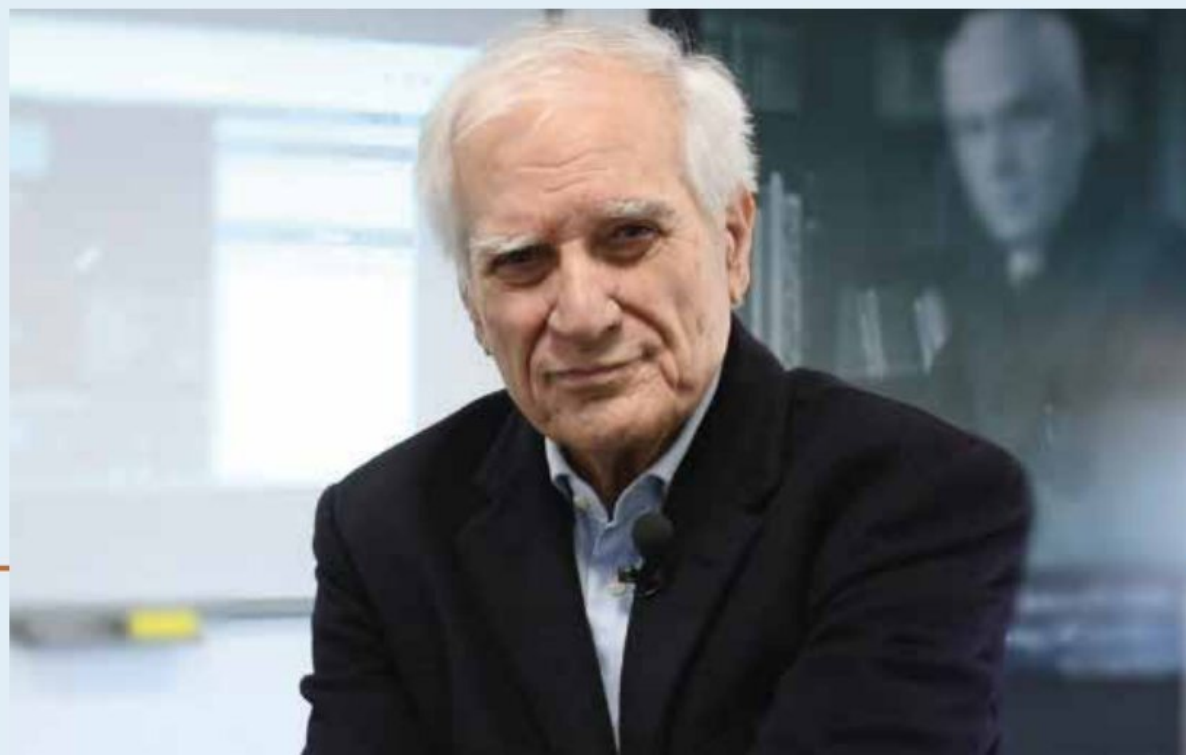
Un fedele e costante impegno per la ricerca della qualità che vagheggia l'ideale: un mondo del calcestruzzo perfetto. Non astrazione, tuttavia, ma propositiva e inesausta ricerca che intensifica l'ingegno e il coraggio di chi la porta avanti da anni, stimola il processo di formazione (sin dai banchi di scuola) e promuove il civile consorzio degli addetti ai lavori (dal progettista sino a chi in cantiere del calcestruzzo se ne serve). Trasparente sintesi di questo inesausto impegno si è avuta lo scorso aprile, nel quartiere fieristico di Piacenza Expo, all'interno delle Giornate Italiane del Calcestruzzo (GIC), cioè la mostra-convegno dedicata alle tecnologie, agli impianti, alle attrezzature e ai materiali per la produzione, la messa in opera e il ripristino del calcestruzzo, ma anche alla prefabbricazione, alla demolizione delle strutture in cemento armato, al riciclaggio e al trasporto degli inerti. In quella specifica cornice si è tenuto il convegno "Nuove frontiere per calcestruzzi speciali", organizzato da Tekna Chem Spa, con un qualificatissimo parterre di relatori: a partire da chi con lucida, acuta, ferma volontà si occupa «da sempre (da 63 anni) di calcestruzzi di qualità», vale a dire il Geom. Silvio Cocco, Presidente Fondazione IIC (Istituto Italiano per il Calcestruzzo), per proseguire con la dot.ssa Valeria Campioni, Responsabile tecnico dell'Istituto Italiano per il Calcestruzzo, il Dott. Ing. Giovanni Cardinale, Principal, founder, Ceo Gpa srl e Vicepresidente del CNI (Consiglio Nazionale Ingegneri), l'Ing. Gianni Massa, Amministratore Officine 18 Società di Ingegneria e Vicepresidente Vicario Consiglio Nazionale degli Ingegneri, l'Ing. Rocco Antonio Gravinese, Progettista e Sviluppatore software della Di Sciascio srl, di Napoli, l'Ing. Giovanni Di Sciascio, Amministratore dello Studio Tecnico Ing. Di Sciascio Giovanni. Ad arricchire ulteriormente il tavolo dei relatori anche la presenza del Prof. Ing Paolo Mannella, Direzione Operation e Coordinamento Territoriale Pon-



ti, Viadotti e Gallerie, di Anas Spa, per fornire un dettagliato quadro di quanto ci troviamo di fronte, anche alla luce della considerazione che oltre il 35% dei fondi dell'agognato PNRR si prevede sia destinato alla sistemazione delle nostre strade e autostrade. Al tavolo dei relatori, per finire, anche la testimonianza di chi ha più immediata, diretta incidenza sull'esperienza di cantiere: il Geom. Gianluigi Pesenti, Direttore Commerciale delle Imprese Pesenti, di Covo (BG). L'insieme di queste qualificate voci ha inteso es-

sere espressione, innanzitutto, di cosa c'è che non va, ma anche essere manifestazione di un'energica testimonianza degli impegni di ciascuno degli attori che gravitano intorno al mondo del calcestruzzo e, più in generale, al mondo delle costruzioni, per tentare di indicare efficaci percorsi correttivi di quanto, per l'appunto, non va. L'occasione del convegno è stata anche per presentare l'ultimo nato in casa Tekna Chem Spa, vale a dire il microcalcestruzzo Aeternum HTE: un prodotto, concordemente considerato tra le prove più originali, più valide e più tipiche di quell'arte della ricerca della qualità dell'azienda Tekna Chem, di Renate (MB), nato da una fervida collaborazione con l'Istituto Italiano del Calcestruzzo, per rispondere, come ha sottolineato il Geom. Cocco, «a una richiesta impellente del mercato». Oggi, la richiesta è anche quella di poter disporre di una soluzione per il progetto degli interventi sugli edifici esistenti in c.a. e Tekna Chem, anche in questo caso sensibile alle punte di eccellenza del mercato, ha risposto a tale richiesta presentando, nella stessa occasione del convegno, "Tekna Struct": un software pensato per il progetto di rinforzo di travi e pilastri in c.a. mediante incamicatura con il microcalcestruzzo Aeternum HTE.

Nella necessaria economia di spazio di un articolo non ci è consentito di calarci nelle pieghe di un convegno ricchissimo di riflessioni, la cui cronaca dettagliata richiederebbe un articolo per ogni singolo intervento di ogni singolo relatore. Basterà ricordare, qui, l'impulso corale dei relatori: fare qualità nell'ambito del mondo del calcestruzzo armato significa intervenire su tutta la filiera. Significa, innanzitutto, disporre della conoscenza del materiale calcestruzzo nella sua interezza (e ciò implica studio e formazione), ma anche riuscire a controllare il complesso delle circostanze che vanno dal progetto alla posa del materiale in cantiere.



**Il Geom. Silvio Cocco,
Presidente Fondazione ICC
(Istituto Italiano
per il Calcestruzzo).**

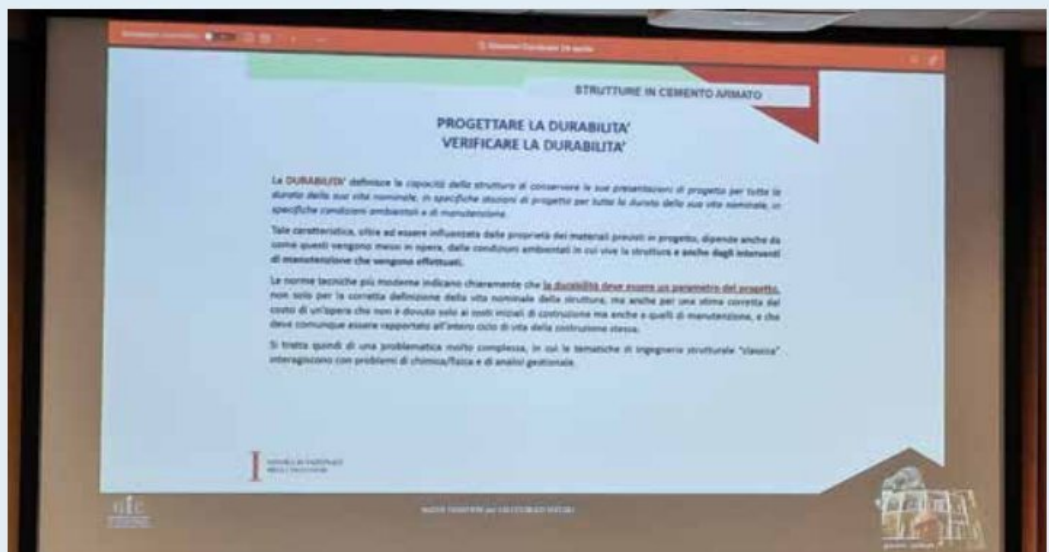
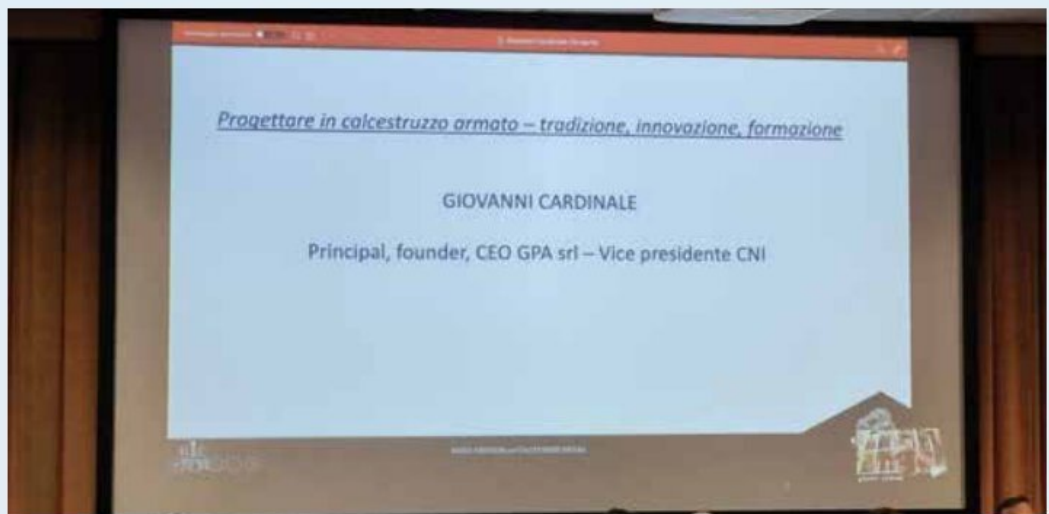
La somma di tante qualità

Con l'intervento "Progettare in calcestruzzo armato. Tradizione, innovazione, formazione", il Dott. Ing. Giovanni Cardinale, non presente al convegno ma collegato in video, ha esattamente sottolineato, in modo esemplare, quanto noi, ben più prosaicamente, abbiamo detto sopra, e cioè il fatto che «l'esito finale della costruzione è la somma di tante qualità. Tra di esse ci sono sicuramente la qualità della concezione, della costruzione, la qualità del progetto, la qualità dei dettagli e la qualità della capacità di armonizzare tutto quello che attiene alla realizzazione dell'opera in calcestruzzo». E ha proseguito il proprio intervento perorando la causa della formazione e della possibilità di progettare la durabilità: «Oggi, contrariamente a quanto avveniva una volta, i fattori su cui intervenire per eliminare il degrado delle opere in calcestruzzo impongono che la produzione di un calcestruzzo dipenda da un progetto. Ci vogliono, pertanto, gli specialisti. Ci vogliono persone che questa materia la conoscono. La presenza di queste persone è, oggi, ancora più necessaria. Nei corsi universitari, per esempio, la tecnologia del calcestruzzo non si insegna più. I giovani ingegneri, che pur si laureano acquisendo una formazione molto qualificata, conoscono il calcestruzzo unicamente attraverso la sua sigla. E quindi conoscono del calcestruzzo solo un aspetto.

Oggi fare una progettazione basata sul ciclo di vita significa partire dalla progettazione della miscela. In questo, la ricerca che alcuni conducono (e quella del Geom. Cocco è paradigmatica) di-



Il Dott. Ing. Giovanni Cardinale, Principal, founder, Ceo Gpa srl e Vicepresidente del CNI (Consiglio Nazionale Ingegneri).



venta partner fondamentale di chi sviluppa il progetto, perché nell'approccio progettuale basato sul ciclo di vita ci sono degli aspetti, di cui è indispensabile tener conto, che fanno parte dei capitoli, cioè fanno parte dei contratti in maniera più cogente di quanto succedeva una volta. È oggi possibile misurare la durabilità e basare la progettazione sul ciclo di vita.

L'uso di calcestruzzi speciali, l'uso di sviluppo di resistenze altissime con le opere in calcestruzzo, da un lato è un'opportunità, perché il calcestruzzo continui ad essere un materiale competitivo con altri, e, dall'altro, è una sfida che richiama la complessità e le capacità della progettazione e che fa del produttore di calcestruzzo e dei costruttori delle figure fondamentali per ottenere costruzioni solide, resistenti e anche durature».

Abbattimento delle frontiere e formazione

Per introdurre il proprio intervento, "Professione e Qualità", l'Ing. Gianni Massa è ricorso alla parola "frontiere" (presente anche nel titolo del

convegno "Nuove frontiere per calcestruzzi speciali"). L'ing. Massa ha voluto fare avvertire il rischio, per chiunque e in tutte le attività, derivante dalle «frontiere culturali che tutti in questi anni abbiamo costruito. Esse sono entrate nell'amministrazione, nelle istituzioni, nella scuola. Limitare le competenze e le responsabilità, ricorrendo alla costruzione di mondi separati, appare più semplice, ma, abbiamo poi scoperto, che non è possibile gestire la complessità della nostra società riducendola a frontiere culturali e a competenze separate».

La separatezza denunciata dall'Ing. Massa ha inevitabilmente coinvolto anche il mondo delle costruzioni. Oggi, tuttavia, «il digitale ha avvicinato i momenti del progetto, che sono sostanzialmente tre: la percezione del mondo, la cognizione (quindi l'elaborazione di ciò che percepiamo) e l'azione. Nel mondo analogico essi erano distanti nel tempo e nello spazio, mentre oggi sono ravvicinati. Cosa significa l'avvicinamento di questi tre pezzi del progetto e della costruzione? Significa che queste frontiere abbattute devono vede-



te interessante dedicata al tema degli incrementi prestazionali (in parte impensabili) che il calcestruzzo ha registrato nel corso degli anni, a partire dai bassi valori del dopoguerra («per tutto il dopoguerra, in Italia si utilizzavano calcestruzzi con resistenze intorno ai 200/250 Kg/cm²»), Gravinese ha proseguito esponendo nel dettaglio le caratteristiche del microcalcestruzzo e evidenziando gli «enormi vantaggi offerti dal suo impiego».

È necessaria una premessa, per arrivare a comprendere il ruolo centrale che l'Aeternum HTE potrebbe avere. La maggior parte delle opere in c.a. realizzate in Italia dal primo dopoguerra fino ai primi anni Ottanta si compone di strutture che non sono sismo-resistenti, che presentano fre-



re un nuovo approccio di tutte le figure che intervengono dal momento dell'ideazione del progetto sino al momento della gestione di un'opera: l'ideazione, la programmazione, il progetto, il controllo del progetto, l'esecuzione e la gestione. Vanno abbattute le frontiere tra progettista, fornitore, impresa, committente. E quindi bisogna lavorare sulla formazione trasversale delle figure della filiera. Non a caso, il Consiglio Nazionale degli Ingegneri ha creduto e crede molto nel progetto dell'Istituto Italiano del Calcestruzzo, perché è una fondazione che lavora con lo sguardo orientato alla formazione, a partire dai banchi di scuola per arrivare a tutti i protagonisti della filiera (sino al trasportatore).

Infine, direi di più: va progettato anche il monitoraggio delle infrastrutture. È necessario che anch'esso sia un tassello del progetto».

Alcuni vantaggi del microcalcestruzzo microarmato

L'Ing. Rocco Antonio Gravinese ha aperto il proprio intervento ricordando la genesi del progetto



microcalcestruzzo: «È un'iniziativa nata con l'amico Silvio Coco qualche anno addietro, quando si iniziava a parlare della possibilità di utilizzare calcestruzzi che potessero surrogare il calcestruzzo armato». Dopo una parentesi decisamen-

quenti difetti costruttivi e, soprattutto, che sono state realizzate con l'impiego di un calcestruzzo poco performante, poco compatto e, dunque, parzialmente permeabile all'acqua e all'aria. Sono opere, pertanto, che denunciano un alto tasso di

Alcuni passaggi dell'intervento dell'Ing. Rocco Antonio Gravinese, Amministratore dello Studio Tecnico Gravinese, di Napoli.

degrado: hanno armature ossidate e la perdita del cosiddetto copriferro. Ma c'è di più: pilastri e piloni realizzati in quel periodo storico, poiché sono stati pensati per resistere alle sole sollecitazioni gravitazionali, sono poco resistenti alle sollecitazioni di tipo flessotagliante. Nel caso di sollecitazioni di origine sismica si avrebbero serie conseguenze. Alla luce di tutte queste considerazioni, precisa l'Ing. Gravinese, «è evidente che le tecniche di rinforzo e di recupero materico, soprattutto dei pilastri e dei piloni di c.a., sono di centrale importanza (...). Una soluzione efficace, offerta dalla tecnica attuale, per risolvere queste problematiche può essere considerata il microcalcestruzzo microarmato Aeternum HTE».

Il denso intervento tecnico di Gravinese ha fornito dati dettagliatissimi. Ci bastino alcuni passaggi:



«Per quanto riguarda il microcalcestruzzo armato, in questo caso stiamo parlando dell'Aeternum HTE, viene caratterizzato a livello di scheda tecnica oppure in prove ministeriali con una resistenza a compressione che risulta essere la massima attualmente disponibile e utilizzabile per normativa: stiamo parlando di 100/115 MPa, ovvero di una resistenza caratteristica cilindrica di 1.000 kg/cm², o equivalentemente di una resistenza caratteristica cubica di 1.150 kg/cm². Le prove condotte da Teckna Chem dicono che il materiale arriva a 1500 kg/cm² di resistenza. Diciamo che riesce a prendere la massima premialità normativa, ma oltre i 115 MPa non è possibile utilizzarlo da un punto di vista progettuale. Poi abbiamo una resistenza a trazione pura che normalmente non trovate nei calcestruzzi ordinari». L'Aeternum HTE, ha precisato Gravinese, «assicura grandi performance in diversi ambiti applicativi: nella prefabbricazione, dove le tensioni richieste sono enormi, o dove si possono eliminare o ridurre le armature e quindi si ha la possibilità di produr-

re traversine per i binari ferroviari, ricoprimenti a guscio di gallerie, cioè un'infinità di prodotti che possono essere prodotti dall'industria tramite stampaggio. Terreno d'impiego ideale dell'Aeternum HTE è nell'ambito dell'ingegneria sismica, in quanto può essere utilizzato per lavorare in campo plastico e quindi per smaltire energia sismica in ingresso».

Ciclopico impegno

Con il proprio intervento, dal titolo "Vigilanza e monitoraggio dei ponti in gestione Anas", l'Ing. Paolo Mannella, della Direzione Operation e Coordinamento Territoriale Ponti, Viadotti e Gallerie di Anas, ha illustrato l'avventura vissuta da Anas negli corso degli ultimi dieci anni: «Un decennio che ci ha visti particolarmente impegnati nella manutenzione dei ponti in gestione, per garantire la sicurezza di un patrimonio vastissimo e bisognoso di molti interventi, di moltissimi fondi e sicuramente di prodotti come quello presentato oggi in questo convegno, capaci di assicurare maggiore durabi-

Alcuni passaggi dell'intervento dell'Ing Paolo Mannella, della Direzione Operation e Coordinamento Territoriale Ponti, Viadotti e Gallerie, di Anas.

lità alle nostre opere».

Alcuni dati possono rendere l'idea del ciclopico impegno che Anas si trova a dover sostenere: «L'azienda gestisce un patrimonio di oltre 36 mila chilometri di strade, tale rete - già di per sé molto estesa - continua ad espandersi in quanto le Province e le Regioni seguitano a trasferire ad Anas ulteriori strade da gestire. Negli anni più recenti anche il Piemonte, la Lombardia e l'Emilia Romagna hanno trasferito ad Anas la gestione di migliaia di chilometri di strade ricche di ponti, viadotti e gallerie. Sulla nostra rete si muove l'economia del Paese, che vede 400.000 veicoli merci al giorno e otto milioni di passeggeri. Ci troviamo ormai a gestire quasi 19.000 ponti, viadotti e sovrappassi (un numero destinato inesorabilmente a crescere), e più di 2.000 gallerie, il numero più alto di gallerie gestite da una singola azienda in Europa.

In merito agli interventi di manutenzione straordinaria di ponti e viadotti, oltre agli interventi locali, eseguiamo sempre più spesso interventi di miglioramento sismico e, più raramente, di adeguamento sismico. In merito all'adeguamento sismico dei ponti esistenti, devo dire che molte volte si tratta di interventi estremamente costosi, come dimostrano i lavori in corso sull'importante Viadotto "Molise II" lungo la S.S. n. 647 "Fondo Valle Biferno". In questo quadro, l'introduzione da parte del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici delle "Linee Guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti" pone delle difficoltà - a mio giudizio - insuperabili per gli enti gestori più piccoli e, forse, anche per alcune regioni; con la conseguenza che sia gli enti locali minori sia le regioni, saranno costretti a trasferire ulteriori strade alla gestione di Anas che dovrà farsi trovare pronta».

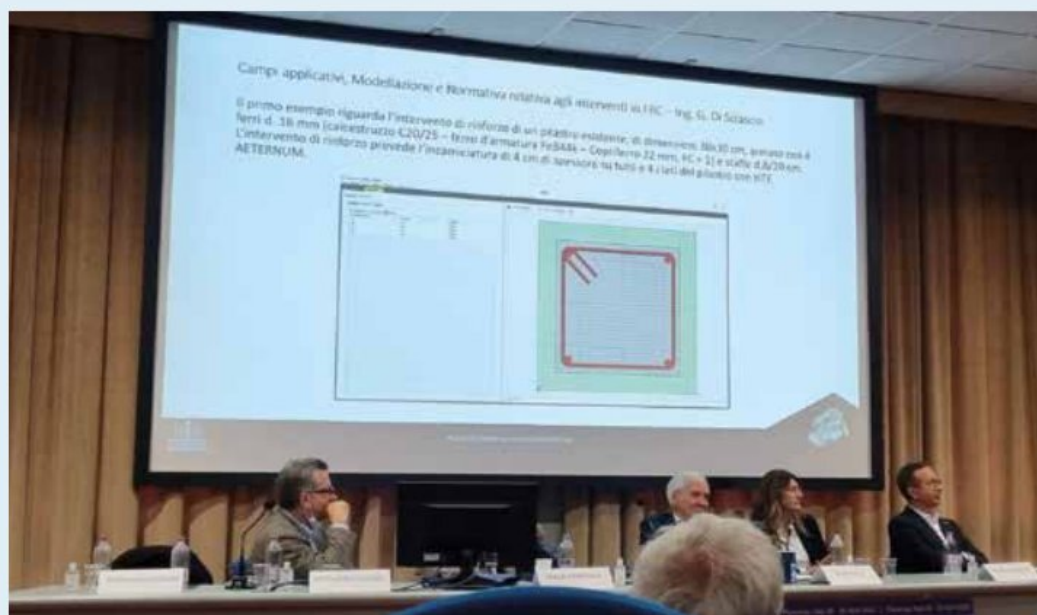
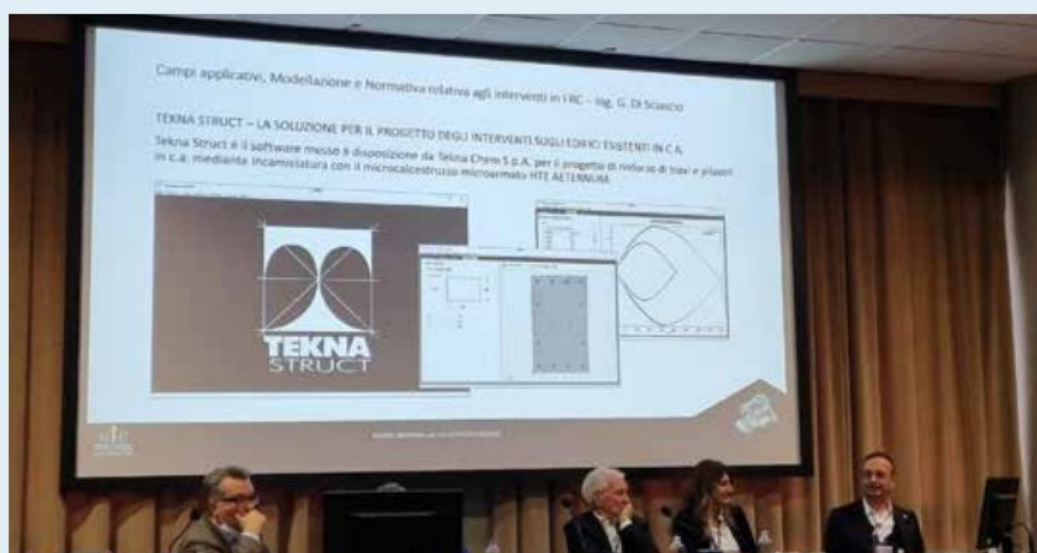
Il software Tekna Struct

L'Ing. Giovanni Di Sciascio ha illustrato Tekna Struct, il nuovo software, messo a disposizione da Tekna Chem, per il progetto di rinforzo di travi e pilastri in c.a. mediante incamiciatura con il microcalcestruzzo microarmato Aeternum HTE. Tekna Struct è in grado di eseguire le verifiche alle sollecitazioni di pressoflessione (N, M) e taglio (V) previste dal DM 17/01/2018 per le sezioni in c.a. Rettangolari, a T, ad L e circolari degli edifici esistenti, nelle condizioni ante-intervento e post-intervento. Il programma elabora domini di resistenza, diagrammi momento-curvatura, consentendo l'esportazione dei tabulati ottenuti e la generazione della relazione di calcolo. Tekna Struct integra procedure innovative, in grado di gestire l'analisi per fasi, vale a dire l'applicazione del rinforzo su una sezione esistente precaricata), e di controllare le tensioni tangenziali di aderenza tra il microcalcestruzzo Aeternum HTE e il substrato esistente.

Di Sciascio ha poi illustrato, con profusione di dottrina, tre esempi applicativi in cui sono emersi i vantaggi derivanti dall'impiego del microcalcestruzzo Aeternum HTE negli interventi di ripristino/rinforzo: notevoli incrementi di resistenza e duttilità degli elementi in c.a., pur con spessori applicati contenuti e armature integrative ridotte o assenti, grazie alla elevata resistenza a trazione dell'Aeternum HTE.

Dura secoli e costa il giusto

La cosa fondamentale da capire, oggi, secondo il Geom. Gianluigi Pesenti, Direttore Commerciale delle Imprese Pesenti, è che per produrre certi calcestruzzi antiritiro, quasi totalmente impermeabili o ad alta resistenza si deve sostene-



Alcuni passaggi dell'intervento dell'Ing. Giovanni Di Sciascio, Progettista e Sviluppatore Software della Di Sciascio srl, in cui è illustrato il nuovo software Tekna Struct proposto da Tekna Chem.

re un costo che ha un'incidenza a m³ di prodotto di circa novanta euro in più rispetto al costo per produrre un calcestruzzo standard. «E qui apro una piccola parentesi», dice Pesenti: «I progettisti possono fare la differenza sull'opera finale. Se essi mettessero a capitolato che si debba utilizzare l'AeternumCAL, di Tekna Chem, o un altro prodotto di qualità (pur considerando che, ad oggi, non esiste un calcestruzzo di qualità superiore all'AeternumCAL) anche le imprese nei propri preventivi lo indicherebbero, evitando sorprese all'utilizzatore finale».

Ma quali sono i tangibili vantaggi offerti dall'impiego dell'AeternumCAL, la tecnologia pienamente consolidata messa a punto da Tekna Chem, a

cui fa riferimento il Geom. Pesenti? Il prodotto, nato nel 2004 da un lungo, rigoroso e avanzato percorso di ricerca, e realizzato con il compound Aeternum (Aeternum è un compound, non è un additivo, e dal "concetto" Aeternum nasce anche Aeternum HTE), assicura la totale impermeabilità, il doppio delle resistenze (rispetto a un calcestruzzo ordinario) ed è ecosostenibile, perché ha una durata plurisecolare. Un manufatto realizzato con Aeternum garantisce, infatti, una vita utile che può andare anche ben oltre i 250 anni! «Il tutto a un costo di venti euro in più al m³ (non di novanta) rispetto a un tradizionale calcestruzzo», precisa opportunamente il Geom. Pesenti. «Noi, come Imprese Pesenti, lo stiamo usando su

larga scala. In due anni abbiamo fornito e realizzato oltre 700 mila m² di strutture per la logistica. Se l'avessimo utilizzato anche in precedenza, avremmo certamente ottenuto una maggiore durabilità nel tempo delle pavimentazioni soggette ad usure elevate, ma, soprattutto, avremmo contribuito a ridurre notevolmente le future emissioni di CO₂ in atmosfera derivanti dalle attività di demolizione e di rifacimento (considerando la durata media di vita del calcestruzzo di 60 anni)». ■■

Un passaggio dell'intervento del Geom. Gianluigi Pesenti, Direttore Commerciale delle Imprese Pesenti.



L'ultimo nato dalla fucina Tekna Chem: l'**Aeternum HTE**

Aeternum HTE è uno speciale micro-calcestruzzo fibrorinforzato costituito da aggregati quarziferi (con diametro massimo di 6 millimetri) di elevata purezza e un compound di additivi che permettono un'ottima reologia in assenza di ritiro e di permeabilità. Con l'aggiunta dell'acqua assume le caratteristiche di un micro-calcestruzzo autolivellante – colabile, a ritiro compensato, non segregabile, privo di bleeding, con alte resistenze meccaniche iniziali e finali, impermeabile, durevole, con elevata adesione ai ferri d'armatura, alle parti metalliche ed al calcestruzzo.

La tecnologia Aeternum® HTE UHPFRCC (Ultra High Performance Fiber Reinforced Cementitious Composites) rappresenta un'evoluzione formulativa degli HPFRC (High Performance Fiber Reinforced Concretes); i prodotti appartenenti a questa tecnologia uniscono elevati valori di resistenze meccaniche (resistenza caratteristica cilindrica a compres-

sione pari a 100 MPa) con ottimali valori di duttilità (Classe di tenacità 14d ed Energia di Frattura 15.000-35.000 N/m) e di resistenza a trazione pura ≥ 9 MPa.

Grazie alla propria elevata resistenza a compressione, associata ad una non trascurabile resistenza a trazione, il microcalcestruzzo microarmato Aeternum HTE, ultimo nato dalla fervida ricerca Tekna Chem, costituisce una vera e propria innovazione nel settore dei materiali cementizi, perché permette di aumentare notevolmente le prestazioni di travi e pilastri in condizioni statiche e sismiche con spessori applicati contenuti.

L'Aeternum HTE, microcalcestruzzo microarmato ad alta duttilità/tenacità (classe 14D), che consente l'utilizzo di calcestruzzo fibrorinforzato senza armatura tradizionale, si candida come principale soluzione per gli interventi sulle strutture e sulle infrastrutture esistenti, in Italia e nel mondo.