

Giornate aicap 2009 - Pisa, 14-16 maggio

LA PROGETTAZIONE E L'ESECUZIONE DELLE OPERE STRUTTURALI NELL'OTTICA DELLA SOSTENIBILITA'

Relazione generale:

L'INFLUENZA DELL'AMBIENTE, DELL'ECONOMIA
E DELLA SICUREZZA NELLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE

Franco Angotti

1

Relazione generale:

IL RECUPERO ED IL RIUSO DEI MATERIALI E DELLE STRUTTURE

Marco Menegotto

8

Relazione su invito:

RESPONSABILITÀ E INNOVAZIONI SUL CALCESTRUZZO
SECONDO LE NTC 2008

Mario Collepari

17

Assemblea dei Soci aicap - Pisa, 15 maggio 2009

19

Piero Pozzati, Socio Onorario aicap

26

Premi di laurea Ing. Brunello Sarno

28

Premi aicap 2009 Realizzazioni in calcestruzzo strutturale

29

Giornate aicap 2009

Pisa, 14-16 maggio 2009

L'influenza dell'ambiente, dell'economia e della sicurezza nella realizzazione delle opere

Relazione Generale: Prof. Ing. Franco Angotti*

Carissimi amici e colleghi, desidero innanzi tutto ringraziare il nostro Presidente, Luca Sanpaulesi, ed il Consiglio Direttivo dell'AICAP per avermi affidato il compito di introdurre i lavori di questa prima sessione delle giornate AICAP 2009, dedicata al tema "Ambiente, economia e sicurezza nella progettazione delle opere".

La sessione comprende 46 memorie, di cui:

- 16 memorie riguardano ricerche teoriche e/o sperimentali sul calcestruzzo e su elementi strutturali in calcestruzzo
- 2 memorie sulle azioni sulle costruzioni
- 1 memoria relativa allo studio di sostenibilità ambientale di scavi profondi in ambiente urbano
- 7 memorie relative a elementi e/o strutture prefabbricate in c.a. o c.a.p. (tra cui 1 memoria relativa al progetto e realizzazione di un modulo prefabbricato ad alto isolamento termo-acustico)
- 6 memorie su strutture in c.a. in condizioni sismiche (di cui 2 memorie relative a strutture isolate alla base)
- 13 memorie su strutture da ponte
- 1 memoria sul progetto di una struttura a pareti in S.C.C. (Centro di Arte Contemporanea)

Queste memorie verranno presentate dagli autori in sessioni parallele e perciò, diversamente a quanto fatto nei precedenti convegni AICAP, il Relatore è esonerato dalla loro presentazione.

Il tema che mi è stato affidato può apparire generico perché è evidente che poco o nulla resta nel progetto delle opere, oltre ambiente, economia e sicurezza, se non la maestria, la perizia e la preparazione del progettista oggi sempre più carico di responsabilità come cercherò di sottolineare nel corso di questa relazione. L'economia è sempre alla base di tutte le scelte e strategie di sviluppo e gli aspetti economici sono tradizionalmente presenti nella testa dell'ingegnere il quale è tuttavia ben consapevole che egli deve comunque fare i conti, e con molta attenzione, con gli imprescindibili requisiti di sicurezza che da un po' di tempo ha anche imparato ad estendere alla durata di vita dell'opera ossia agli aspetti della durabilità.

Il tema dell'influenza dell'ambiente nella progettazione delle strutture può apparire una novità, anche se sotto l'aspetto strettamente tecnico è da molto tempo che nell'ingegneria strutturale si parla di interazione ambiente-struttura. Aspetto questo che è da intendersi in senso unidirezionale ossia l'effetto dell'ambiente sulla struttura ed in questa accezione l'interazione vuol dire valutare le azioni, tipicamente vento, variazioni termiche, sisma, degrado, ecc., alle quali la struttura è chiamata a resistere con adeguata sicurezza.

Ma non è di questo che si intende parlare, né della valutazione dell'impatto ambientale di un'opera, la cosiddetta VIA, ma piuttosto delle conseguenze sull'ambiente che l'opera da costruire può produrre e nella valutazione della sostenibilità di queste conseguenze.

Ma cerchiamo di mettere ordine e di precisare meglio.

Intanto osserviamo che il tema è di grande attualità, si registrano molte iniziative, intere riviste sono dedicate alla questione ambientale, i congressi si susseguono con una notevole intensità. Nel settore delle costruzioni l'argomento ha acquistato una certa urgenza e cercheremo di spiegarne i motivi. Proprio in questi giorni si sta svolgendo a Milano una conferenza CEN, presso UNI, sulle nuove sfide che l'uso sostenibile delle risorse naturali pone alla normazione nel settore delle costruzioni in relazione anche al futuro Regolamento comunitario. È abbastanza evidente inoltre che i 3 aspetti, ambiente, economia e sicurezza sono strettamente collegati, non facilmente separabili e tuttavia uno solo di essi costituisce la vera novità di questi ultimi anni e che ancora fa fatica a conquistare, nella mentalità del progettista e ancor di più del Committente, il ruolo preminente oggi reso urgente. Tradizionalmente la parola d'ordine del progettista è stata "sicurezza" a questa si è aggiunta, da non molti anni, la parola d'ordine

"durabilità", oggi la parola d'ordine deve essere "ambiente", tenendo presente però che già da qualche decennio, esattamente dalla fine del 1987 (rapporto Brundtland) l'attenzione si è spostata dalla protezione dell'ambiente allo sviluppo sostenibile, ossia a nuovi modelli di sviluppo economico. Infatti il termine sviluppo sostenibile coniuga le aspettative di benessere e di crescita economica con rispetto dell'ambiente e la tutela delle risorse naturali.

Ma vediamo quali sono stati i passaggi fondamentali di questa evoluzione. Diceva Theodor Von Karman: "Gli scienziati scoprono il mondo che esiste, gli ingegneri creano il mondo che non c'è mai stato". Egli focalizzava così l'attenzione su un aspetto rilevante dell'attività dell'ingegnere che storicamente lo ha messo al centro dello sviluppo.

Su questo ruolo centrale del Tecnico (ingegnere) penso ci possa essere un'ampia condivisione, senza la necessità di richiamare i grandiosi contributi dati dalla Tecnica in favore del genere umano. Ad un certo punto di questa storia però è successo qualcosa che ne ha messo in discussione il ruolo. Hanno cominciato ad affacciarsi ed a farsi strada più cruciali considerazioni che piano piano hanno finito col prendere il sopravvento. Ad un certo punto della storia si è capito che lo sviluppo non era più un valore di per sé positivo, ma ha cominciato a trovare restrizioni a causa di una vera e propria esplosione di quella che possiamo definire la potenza della tecnica.

Ma come mai siamo giunti a questa svolta?

LO SVILUPPO SOSTENIBILE

Pozzati e Palmeri nel libro "Verso la cultura della responsabilità, ambientale, tecnica, etica" [1] conducono un'interessante analisi di questa evoluzione. Osservano che "con l'irrompere a metà del 900 della potenza della tecnica e con il successivo verificarsi di imprese arrischiate sino all'estremo (ne offrono chiari esempi le vicende della fisica nucleare, dell'ingegneria genetica e di alcuni incidenti ambientali) si è via via consolidata la coscienza dei pericoli e delle necessarie tutele". Questo processo ha determinato una evoluzione dei rapporti dell'uomo con l'ambiente, contrassegnata da alcune svolte fondamentali, l'ultima delle quali, quella dei grandi rischi e dei rischi ambientali ha fatto dire al sociologo tedesco Ulrich Beck [2] che, a partire dagli anni 70, "i conflitti sociali di una società distributrice di ricchezza iniziano ad intersecarsi con quelli di una società distributrice di rischi".

I passaggi fondamentali che hanno segnato l'avvio dell'attenzione alla questione ambientale ed al parallelo sviluppo delle strategie per la sostenibilità sono stati molteplici, sintetizzati in questa figura, tratta dal documento "The Eurocodes and

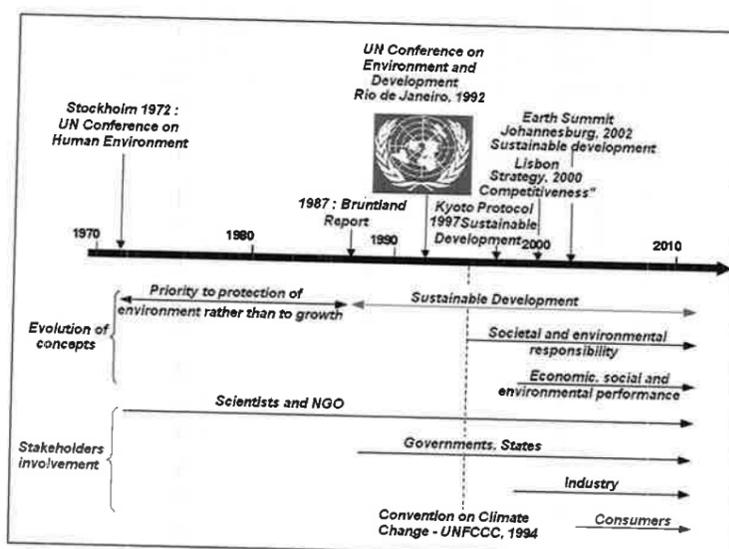


fig. 1 - Eventi internazionali - strategie politiche e decisioni sulla sostenibilità

* Università degli Studi di Firenze.

the Construction industry - Medium-term strategy - 2008-2013", gennaio 2009, elaborato dal TC250 (Jean-Armand Calgaro) [3] sono mostrati gli eventi chiave internazionali che hanno determinato le strategie politiche e le decisioni per la sostenibilità, l'evoluzione di concetti ed idee ed il graduale coinvolgimento dei vari portatori di interessi.

Fra gli eventi riportati nella Fig. 1 il più importante è certamente il Protocollo di Kyoto. In base a questo protocollo 24 paesi industrializzati e 14 paesi ad economia in transizione si impegnano a conseguire gradualmente, nel periodo 2008-2012, una riduzione di almeno il 5,2% rispetto al livello emesso nel 1990, delle loro emissioni complessive di CO₂. L'impegno è diverso per i diversi paesi. Come è noto la ratifica definitiva del protocollo è avvenuta il 16 febbraio 2005 con la firma della Federazione Russa del novembre 2004. L'impegno per l'Italia è quello di ridurre, rispetto al 1990, del 6,7% le emissioni di gas serra entro il 2010. Nel frattempo però le emissioni nel periodo 1990-2003 sono aumentate dell'11%. Per tutta l'Europa gli impegni sono molto stringenti ed è urgente prendere provvedimenti. Da qui nasce la crescente attenzione al tema.

Il TC 250 è interessato ad elaborare una strategia, resa ormai impellente proprio dalle imminenti scadenze, per ottenere i relativi mandati dalla Commissione

UE. È quindi evidente che il mondo degli eurocodici si sta muovendo in senso operativo verso una generazione di eurocodici, su specifici argomenti, legati alla evoluzione della questione ambientale. Ricordiamo subito che il nuovo draft della Direttiva sui Prodotti da Costruzione ai 6 ben noti requisiti essenziali

1. Resistenza meccanica e stabilità (TC250)
2. Sicurezza in caso di incendio (TC250)
3. Igiene, salute ed ambiente
4. Sicurezza nell'uso (TC250)
5. Protezione contro il rumore
6. Risparmio energetico e isolamento termico ne ha aggiunto un 7°:
- 7. Uso sostenibile delle risorse naturali (TC250)**

Kumar Metha [4] sostiene che il danno ambientale subito dal nostro pianeta è strettamente legato a tre fattori: popolazione, industrializzazione ed urbanizzazione e sfruttamento delle risorse naturali. Su crescita della popolazione e sul processo di urbanizzazione che la accompagna le previsioni sono piuttosto pessimistiche come si vede dai dati riportati nelle seguenti Figg. 2-a e 2-b.

Dal 1950 a oggi gli abitanti delle città sono cresciuti di quattro volte e nel 2030 raggiungeranno i 5 miliardi. L'aumento maggiore avverrà in Asia e Africa. L'urbanizzazione più forte sta avvenendo in Cina, dove ogni anno 18 milioni di persone si stabiliscono in città. Pertanto per rendere minimo il danno ambientale provocato dallo sviluppo socio-economico non resta che agire sullo sfruttamento delle risorse naturali, attraverso il loro massimo risparmio.

Come conseguenza di tutto ciò cominciamo tutti a renderci conto, l'industria delle costruzioni per prima, che il problema della limitazione nell'uso delle risorse è divenuto un problema strategico di sviluppo. Si inizia così a parlare di **sostenibilità** e di **costruzione sostenibile**. Assistiamo all'ingresso dell'ambiente nell'industria delle costruzioni e ciò si porta dietro inevitabilmente economia e sicurezza.

Anticipando un po' la conclusione, vedremo che questa attenzione all'ambiente porta, come risvolto positivo, a rivolgere l'attenzione verso l'innovazione delle tecniche e della tecnologia nella produzione ad iniziare da quella del calcestruzzo.

ASPETTI AMBIENTALI LEGATI AI MATERIALI

Trattando di costruzioni in calcestruzzo il primo aspetto da esaminare è quello ambientale legato ai materiali componenti il calcestruzzo: cemento, acqua ed aggregati. La domanda da farsi è se e quanto inquina l'industria delle costruzioni in calcestruzzo ad iniziare dalla produzione di cemento. Inoltre occorre chiedersi se abbia senso porsi il problema della riduzione dell'inquinamento in questo settore. La risposta è nella Prefazione di Koji Sakai al Bollettino n. 47 della fib "Environmental design of concrete structures - general principles" (agosto 2008) [5] dove si legge: "Sebbene sia uno dei più importanti materiali nel settore delle costruzioni, il calcestruzzo produce un impatto ambientale negativo". Tuttavia, prosegue la prefazione, poiché il calcestruzzo non può essere rimpiazzato da altri materiali è necessario continuare a produrlo ed utilizzarlo. È pertanto necessario sfruttare ogni mezzo per ridurre questo impatto. Questa affermazione, in perfetto stile giapponese come il suo autore, è il segnale che il problema va affrontato e che l'industria delle costruzioni deve farsene carico, come del resto ha già da tempo iniziato a fare. Anche la fib, a partire dal 2002, ha dedicato al tema ben 5 bollettini tutti strettamente legati alla questione ambientale. Il problema è quindi all'attenzione e se osserviamo alcuni dati ci rendiamo facilmente conto della sua portata.

Cemento

Il primo dato da esaminare è la produzione di cemento. Nella Fig. 3 è riportata la crescita nella produzione mondiale di cemento con una previsione fino al 2050 e nella Tab. I la crescita fino al 2020 distribuita fra le varie parti del mondo.

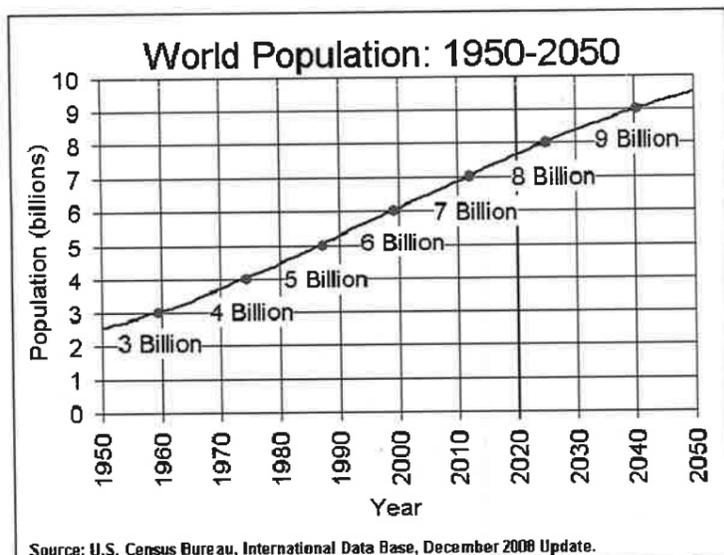


Fig. 2a - Previsioni di crescita della popolazione

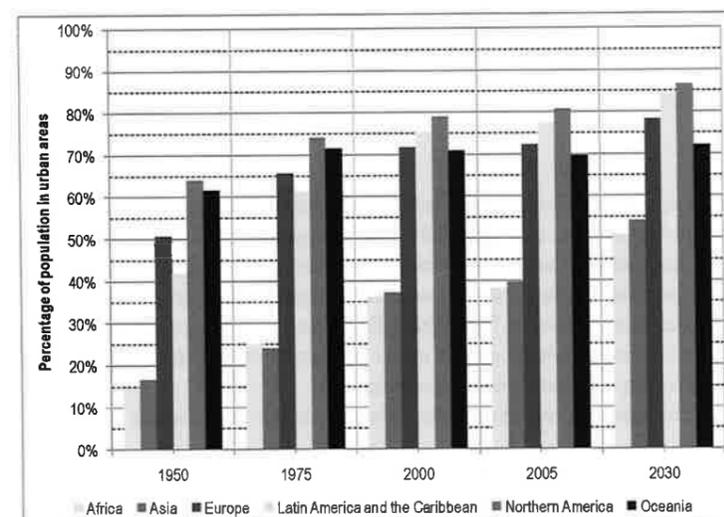


Fig. 2b - Processo di urbanizzazione
Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, World Urbanization Prospects: The 2005 Revision.

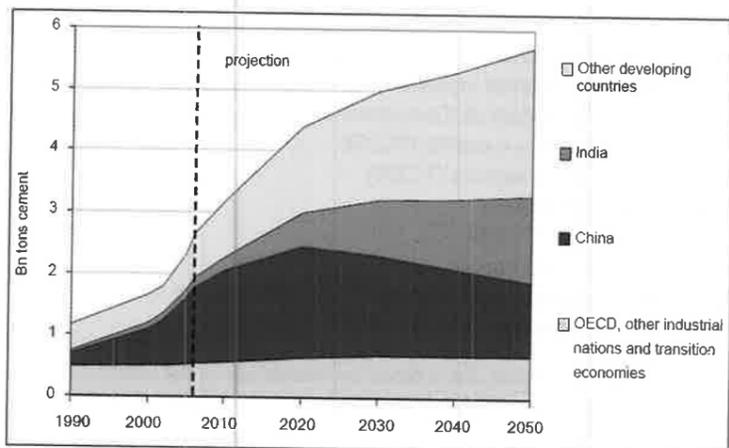


Fig. 3 - Richiesta di cemento nei vari paesi. The European Cement Association (May 2006). Activity report 2006, dal sito Cembureau.

Tabella 1 - Consumo di cemento nel 2002 e stima nel 2020, in milioni di tonnellate (da: Japan Cement Association 2003)

	Asia	Oceania	Europa	Ex URSS	America	Africa	Totale
2002	1.060	11	270	65	215	75	1.696
2020	1.317	13	290	154	259	99	2.132

Secondo questa stima l'aumento più significativo si avrà in Asia e nella Russia con incrementi valutati nel 24% e nel 137%, mentre la produzione totale stimata per il 2020 è di 2,132 10⁹ di tonnellate di cemento.

Questo dato è importante da tener presente perché alla produzione di cemento si associa una rilevante emissione di CO₂. Secondo K. Humphreys and M. Mahasen [8] le emissioni variano da 1 kg di CO₂ per kg di cemento degli USA a 0,77 kg di CO₂ per kg di cemento del Giappone. L'Europa si colloca a 0,83 kg di CO₂ per kg di cemento. Oggi il World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) valuta che l'industria del cemento emetta il 5% della quantità di anidride carbonica prodotta dall'uomo a livello mondiale. In UK, che è un modesto consumatore di calcestruzzo rispetto alla popolazione ed alla sua economia (vedi Tab. 2), si stima che la produzione di calcestruzzo contribuisca per il 2,5% nell'emissione totale di CO₂. In Italia questo contributo supera il 5,8%.

Tabella 2 - Consumo di cemento in kg pro capite nel 2007 (dati Cembureau - maggio 2008)

Germania	Italia	Spagna	Gran Bretagna
331	782	1268	239

L'emissione di CO₂ è dovuta a due fattori, il primo, diretto, discende dalla reazione chimica che porta alla formazione di ossido di calcio (CaO) dal carbonato di calcio (CaCO₃), il secondo, indiretto, è conseguente al consumo di energia per raggiungere la temperatura (circa 1.400 °C) necessaria alla produzione del clinker. Come sostiene M. Collepardi [6], in prospettiva futura, una riduzione di CO₂ dovuta alle emissioni dirette può essere realizzata producendo un clinker "belitico", ovvero più ricco di C₂S e quasi privo di C₃S con il duplice vantaggio di essere cotto ad una temperatura più bassa, con una percentuale minore di calcare nelle materie prime e pertanto minore emissione di CO₂.

Mentre va osservato che l'uso di prodotti riciclati quali farine animali, rifiuti solidi, rottami di copertoni per autovetture, ecc. come combustibili, in luogo di combustibili fossili porta certamente ad un ciclo industriale integrato, virtuoso, nel quale i sottoprodotti o gli scarti di un'industria diventano un prezioso input per un'altra, ma non ha alcuna influenza sul carico di CO₂ emessa con i fumi della combustione. Occorre poi riconoscere che nel processo produttivo del calcestruzzo, dalla cava alla centrale di betonaggio, la fase in cui si sono fatti gli interventi più importanti ed efficaci in favore di uno sviluppo sostenibile è stata la

macinazione del clinker con l'aggiunta di altri materiali quali ad esempio la **cenere volante**, sottoprodotto della combustione di carbone polverizzato nelle centrali termoelettriche, la **loppa d'altoforno** proveniente dal raffreddamento rapido in acqua della scoria d'alto forno per la produzione d'acciaio ed il **fumo di silice**, scarto nella produzione del silicio e di leghe metalliche di ferro-silicio. Questi materiali hanno un comportamento pozzolanico e pertanto prendono parte alla reazione di idratazione del cemento. In questo modo si ottiene un vantaggio multiplo, infatti non solo si riduce la quantità di CO₂ emessa durante la cottura di argilla e calcare e si riduce il consumo di materie prime, ma vengono riutilizzati materiali di scarto di altri processi industriali altrimenti destinati ad aumentare l'inquinamento ambientale.

Naturalmente, con queste varianti, il calcestruzzo, da unico materiale, si trasforma in una famiglia di materiali. Vi è infatti un gran numero di permutazioni che possono essere giocate fra i vari componenti e questo significa che il calcestruzzo può e deve essere progettato a seconda delle applicazioni previste. Quindi non solo progetto della struttura come tradizionalmente siamo abituati a fare

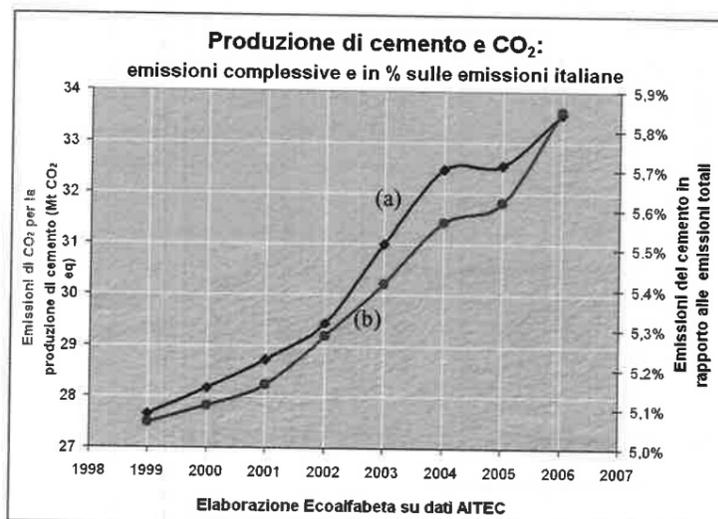


Fig. 4 - Produzione di cemento ed emissioni di CO₂.
(a) Emissioni di CO₂ per la produzione di cemento (10⁶ tonnellate)
(b) Emissioni nella produzione di cemento in rapporto alle emissioni totali

ma, in un tutt'uno, progetto del materiale per quella specifica struttura. Allargando ulteriormente lo sguardo all'efficienza energetica complessiva nella costruzione degli edifici è poi evidente che il progettista deve utilizzare tutte le proprietà peculiari e specifiche del calcestruzzo: resistenza meccanica, inerzia termica, isolamento acustico, flessibilità delle forme, per ottenere una costruzione sempre più sostenibile. In questo modo possiamo tenere insieme i due pilastri su cui si basa un'attenta politica ambientale:

- Riduzione dell'impatto ambientale nella produzione del cemento e nell'emissione di CO₂
- Ottimizzazione dell'uso delle risorse naturali, ovvero massimo risparmio delle materie prime e delle risorse energetiche. L'aspetto, certamente vantaggioso, dell'inerzia termica del calcestruzzo non è sempre tenuto presente e nella dovuta considerazione quando si valuta il risparmio energetico nell'industria delle costruzioni.

NUOVO MODEL CODE

È questa l'impostazione che caratterizza il Nuovo Model Code (di prossima uscita) a cui sta lavorando un Gruppo della fib coordinato da Walraven: una progettazione di struttura e materiale insieme, come sopra ricordato. Nel passato il calcolo strutturale si è unicamente basato sulla resistenza. Ora forse la resistenza passa quasi in secondo ordine perché dobbiamo studiare ad esempio un calcestruzzo che abbia una buona sicurezza al fuoco o, in certe condizioni, dobbiamo progettare un calcestruzzo che abbia una grande resistenza contro gli attacchi di solfati. Ora che un grande sviluppo tecnologico è stato raggiunto siamo in grado di progettare calcestruzzi speciali, tutti i tipi di calcestruzzi speciali, e quindi anche il "green concrete" il calcestruzzo verde ossia un calcestruzzo con molto meno cemento, utilizzando scorie d'alto forno, fly ash, silica fume, come sopra accennato, con una composizione totalmente differente da quella tradizionale che ha il vantaggio di ridurre le emissioni di CO₂. Il Nuovo Model Code apre una porta, importante e moderna, a questo tipo di sviluppo.

Ma il Nuovo Model Code coglie un altro importante aspetto che si lega al contenuto di questa relazione e cioè che esso è basato sul concetto di **ciclo di vita**. Questo concetto introduce la variabile tempo nella progettazione ben oltre l'aspetto della durabilità. In altri termini, non basta più progettare una struttura pensando di avere esaurito il compito al momento della sua realizzazione. È importante seguire la struttura nel tempo prevedendo quando ripararla ed anche quando demolirla e in questo secondo caso cosa farne del materiale di risulta.

La manutenzione diviene quindi un elemento fondamentale di sostenibilità ambientale.

Ma che cosa è una costruzione sostenibile?

È questo il concetto che ora brevemente viene illustrato.

COSTRUZIONE SOSTENIBILE

Premessa

Abbiamo già più volte sottolineato che l'industria delle costruzioni può giocare un ruolo importante per lo sviluppo sostenibile. Occorre naturalmente tenere presente che le strutture dell'ingegneria civile, ai fini della sostenibilità, non vanno considerate alla stregua di prodotti di massa sia perché esse hanno una lunga durata sia perché hanno un ben evidente profilo di pubblica utilità. Occorre però anche rendersi conto che il settore delle costruzioni rappresenta una delle più grandi industrie di tutto il mondo e che esso esercita, come abbiamo già osservato, un impatto pesante sull'ambiente globale poiché le costruzioni sono il principale consumatore di territorio e di materie prime ed il funzionamento degli edifici implica un consumo di energia molto elevato.

Il tradizionale progetto e l'approccio nella valutazione economica di strutture si è basato su tre fattori fondamentali: qualità, costo e tempo. Tuttavia, secondo l'Agenda 21 (Protocollo di Kyoto), nel progetto, nella costruzione, nell'uso e nella fase successiva al ciclo di vita, dovrebbero essere presi in conto i 3 principali pilastri della sostenibilità, cioè

1. esiti ambientali
2. vincoli economici
3. aspetti socio culturali

Avremo realizzato una costruzione sostenibile quando saranno stati messi in debito conto i seguenti fattori:

1. uso di materiali amici dell'ambiente
2. efficienza energetica e minimizzazione nel consumo di risorse
3. costruzione prima e successiva gestione del materiale di demolizione poi.

I materiali da costruzione producono, in diversa misura, un impatto ambientale in ogni stadio del ciclo di vita della struttura, come l'estrazione delle materie prime, il processo di lavorazione, la distribuzione, e la messa in opera.

Per ridurre questi impatti, la prima cosa da fare è quella di minimizzare la quantità di materiali non riciclati e di evitare sovradimensionamenti. Ma è altresì evidente che la scelta dei materiali, la concezione della struttura, la costruzione, la

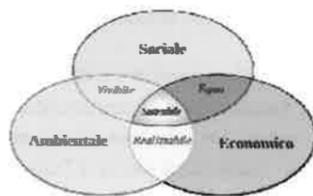


Fig. 5 - I 3 pilastri della sostenibilità

manutenzione e la demolizione, incluso il riciclaggio, devono essere stabiliti avendo in mente l'obiettivo di minimizzare l'uso di risorse e di energia, di ridurre le emissioni di gas serra e di altre sostanze rischiose e di controllare la costruzione ed i materiali che si recuperano dalla demolizione.

Il calcestruzzo è una miscela di cemento, acqua ed aggregati. Abbiamo già sottolineato come la produzione di cemento consumi molta energia ed emetta una grande quantità di CO₂, ma anche l'estrazione degli aggregati produce distruzione di ambiente naturale in quanto implica uso del territorio, perdita di ecosistemi, perdita di paesaggio, ecc. Da qui l'interesse ad utilizzare i sottoprodotti industriali e materiali provenienti da demolizioni. Tutto ciò significa costruire con calcestruzzo verde, affidando così a questo materiale un importante ruolo per la costruzione sostenibile.

È stata coniata la nuova parola *environmentality* dalla fusione di: *environment* e *mentality* ossia ambiente e mentalità a sottolineare che nella progettazione strutturale il progettista deve acquisire una mentalità ambientalista.

Per valutare la sostenibilità al fine di ottenere vantaggi in termini di prestazioni ambientali, occorre fissare obiettivi ed indicare in che modo si possano raggiungere. Gli obiettivi naturalmente sono: le risorse, l'energia e le emissioni ed i mezzi stanno nelle parole: riduzione, riuso e riciclo.

I requisiti delle prestazioni ambientali possono riferirsi a scelta dei materiali, metodi costruttivi, procedure di manutenzione, procedure di riciclo, quantità di consumo di energia, limiti di emissione di CO₂, inquinamento dell'acqua, contaminazione del suolo, emissioni di polvere, rumore, vibrazioni, sostanze chimiche, ecc. Ma qualunque giudizio sulla sostenibilità di una struttura non può prescindere dal costo riferito al suo intero ciclo di vita. Tuttavia, gli aspetti economici, in tutti i documenti che trattano il problema della sostenibilità, compreso il Report fib n. 47 [5], già citato, non sono trattati come un requisito prestazionale poiché essi dovrebbero rappresentare il requisito più importante da tenere presente in un primo stadio e perché essi possono cambiare in dipendenza di altri fattori legati alla particolare destinazione della costruzione. A questo punto però occorre stabilire a chi spetta fissare i requisiti delle prestazioni ambientali di un'opera anche perché solo così sarà possibile verificare se essi sono stati rispettati. Ma chi decide può evidentemente muoversi sulla base di leggi, di accordi internazionali oppure su particolari intenzioni del Committente.

Il Ruolo del Committente

È del tutto evidente che spetta al Committente definire il progetto nelle sue dimensioni globali ivi compreso gli aspetti ambientali. Se egli non ha tale sensibilità o un tale obbligo, la probabilità che siano gli altri soggetti coinvolti nel processo costruttivo a farli propri è evidentemente molto bassa. Il Committente potrebbe avere più motivazioni, come:

- Soddisfare regolamenti e regole esistenti.
- Ottenere benefici economici a breve od a lungo termine.
- Ottenere prestazioni ambientali migliori, al di là delle regole e dei regolamenti e dei vantaggi economici, guidato da una vocazione ideale verso una costruzione sostenibile, oppure per migliorare la sua immagine (marketing).

Non è da escludere che soluzioni rispettose dell'ambiente possono aumentare i costi di investimento ma parimenti possono fornire economie in una visione di prospettiva nel ciclo di vita. È importante comunque che il Committente senta la responsabilità di fare almeno una valutazione dei benefici ambientali insieme a quelli economici nella prospettiva dell'intero ciclo di vita della costruzione.

&&&

Avendo in mente il raggiungimento di determinati obiettivi ambientali il Committente:

- dovrebbe prevedere o fissare la percentuale di riutilizzazione, di riciclo e/o di utilizzazione di materiali riciclati sia nel caso di demolizione e ricostruzione sia di riparazione. È evidente che il riutilizzo rappresenta una soluzione più rispettosa dell'ambiente in quanto riduce il trasporto, i materiali di risulta e l'uso di materie prime. Ma occorre prestare molta attenzione ai rischi che si corrono nel riutilizzo di materiali riciclati, se non se ne verificano prima le proprietà fisico chimiche. Questa verifica è semplificata se viene pianificata prima di qualunque riutilizzo o riciclo. Qui si aprirebbe l'importante capitolo della bonifica dei suoli.

- dovrebbe valutare quale può essere il massimo volume di materiale di risulta da mandare a discarica ed in che misura prevede di utilizzare sottoprodotti. Ne potrebbe derivare una riduzione di impatto ambientale risparmiando materie prime e riducendo consumo di energia e l'uso di territorio per il trattamento dei rifiuti.

- dovrebbe valutare il ciclo di vita (LCA) dei materiali utilizzati e privilegiare scelte alternative che allungano la durata del ciclo. La valutazione del ciclo di vita (LCA) è lo strumento più pratico per valutare l'impatto ambientale di una struttura durante il suo totale ciclo di vita, dalla materia prima al termine della sua utilizzazione.

- dovrebbe valutare e documentare le emissioni nell'aria, nell'acqua e nel suolo allo scopo di prevenire l'emissione di materiale tossico durante l'intera vita della struttura.

- valutare il rumore, le vibrazioni e le emissioni di polvere durante l'esecuzione dei lavori. Questa valutazione è particolarmente importante nel caso di frantumazione e riciclo in situ.

&&&

Naturalmente quando si passa dal progetto all'esecuzione è necessario mettere a punto un sistema di gestione ambientale per assicurare il raggiungimento degli obiettivi fissati nel progetto. Si profila così la nascita di una nuova figura professionale con un ruolo importante nel processo costruttivo. Non sarà sfuggito che negli obiettivi ambientali via via citati vi sono aspetti a diversa scala: **scala globale** (riscaldamento del pianeta, uso delle risorse ecc), **scala regionale** (rifiuti a discarica) e **scala locale** (rumori, vibrazioni, polvere ecc.). Tutti vanno tenuti in debita considerazione. Giungiamo così alla progettazione ambientale.

La Progettazione Ambientale

Abbiamo già osservato che la progettazione corrente delle strutture in c.a. è principalmente focalizzata sugli aspetti della resistenza e stabilità e da non molto della durabilità, mentre si deve constatare che è totalmente assente il punto di vista ambientale. È ben noto che nel progetto strutturale la resistenza e la stabilità (sicurezza strutturale) sono verificate da relazioni del tipo

$$S_d \leq R_d,$$

dove S_d è la sollecitazione (effetto delle azioni) di progetto e R_d la corrispondente resistenza di progetto, mentre la verifica della durabilità è eseguita mettendo a confronto un determinato processo di degrado con un suo valore limite prestazionale. Il progetto della vita di servizio è eseguito considerando la vita di servizio richiesta alla struttura, il piano di manutenzione e di gestione, le condizioni ambientali e la durabilità ed infine l'efficienza economica ritenuta accettabile. Porsi come obiettivo la riduzione dell'impatto ambientale nel suo aspetto globale e la razionalizzazione nell'uso delle risorse può considerarsi un'operazione concettualmente identica a quella relativa al progetto della resistenza meccanica e stabilità e della durabilità anche se le grandezze a base di queste due verifiche si riferiscono a caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche completamente differenti. Infatti, mentre il raggiungimento di una condizione di collasso è la situazione limite della resistenza, per la durabilità può essere, ad esem-

pio, il limite di concentrazione di ione cloro la condizione limite perché non si manifesti la corrosione nelle armature, oppure l'entità del ricoprimento determinato dalla velocità con cui la carbonatazione progredisce all'interno del calcestruzzo verso la posizione dell'armatura.

Analogamente nel progetto ambientale di una struttura di calcestruzzo occorre scegliere degli indici ai quali riferire la verifica e fissarne i valori limite. Con riferimento all'**ambiente globale** certamente un indice su cui oggi sono tutti concordi è la quantità di emissione di gas serra. Abbiamo visto che l'Italia, aderendo al protocollo di Kyoto, si è impegnata a ridurre del 6,7% rispetto al 1990, le emissioni di gas serra entro il 2010.

Ma se la verifica è condotta con riferimento all'**ambiente locale**, è noto ad es. che i limiti per il rumore e per l'emissione di sostanze tossiche (nell'aria, nell'acqua o nel suolo) sono fissate da leggi perché legate alla salvaguardia della salute. Anche se i valori di questi indici possono essere discutibili.

Comunque in generale questi limiti possono essere posti dal committente, per legge, dal progettista o da altri soggetti.

Anche se a tutt'oggi non vi sono specifiche da rispettare, né si sono definiti esattamente gli indici ambientali da prendere in considerazione, è tuttavia ugualmente importante mettere a punto una metodologia di progettazione che incorpori questi aspetti. In altri termini, si può già fin da ora impostare una progettazione strutturale che metta come obiettivo ad es. la riduzione delle emissioni di CO_2 . Naturalmente la stessa cosa può essere fatta con riferimento ad altri indici ambientali.

Nella progettazione così concepita, per migliorare la durabilità e per ridurre la quantità di materiale utilizzato, posso decidere ad es. di impiegare calcestruzzi di elevate prestazioni invece di quelli tradizionali, senza con ciò compromettere naturalmente le prestazioni in termini di Stati Limite Ultimi (SLU) e di Esercizio (SLE) e le prestazioni ambientali. Ma è evidente che posso altresì indirizzare la progettazione verso un'altra scelta e cioè verso l'impiego di un calcestruzzo ordinario, tradizionale, con l'uso di sottoprodotti industriali. Anche con questa seconda scelta posso soddisfare SLU, SLE, durabilità e prestazioni ambientali.

Sebbene questi due approcci progettuali soddisfino tutte le prestazioni richieste comprese quelle ambientali, essi differiscono completamente dalla progettazione convenzionale in quanto nel progetto è incorporato, per così dire, l'ambiente. Così il "*progetto ambientale*" può essere utilizzato come un termine per indicare una nuova concezione del progetto che include appunto il progetto che soddisfa i requisiti imposti dalle prestazioni ambientali. Riassumendo il progetto ambientale si può sviluppare nelle seguenti fasi:

1. Input dal Committente
2. Scelta dei requisiti prestazionali
3. Valori degli indici prestazionali: resistenza e stabilità durabilità indici ambientali
4. Scelta dei materiali, della forma e delle dimensioni della struttura, delle modalità di esecuzione, del piano di manutenzione e del piano di riciclo.
5. Verifiche delle prestazioni strutturali, di durabilità ed ambientali.

Una volta completato il progetto ambientale si passa all'esecuzione, al controllo e quindi al servizio. È estremamente importante conservare memoria di tutte le fasi per la comprensione dell'intero progetto e per eseguire la successiva manutenzione. È necessario quindi predisporre una sorta di *certificato di nascita* dell'opera.

Sul termine prestazione ambientale, Koji Sakai [7] dice: "se un'automobile percorre 20 km/litro possiamo dire che essa ha una prestazione ambientale eccellente, ossia che è amica dell'ambiente". Allo stesso modo, se la produzione di un certo materiale ha una emissione di CO_2 bassa, possiamo classificare questo materiale fra quelli ad alte prestazioni ambientali. Fra i materiali che contengono sostanze tossiche, quelli a basso contenuto delle medesime sostanze saranno classificati come materiali ad alte prestazioni ambientali. Si può anche dire che una macchina silenziosa o un utilizzo di territorio pianificato in maniera razionale, a basso impatto sulla biodiversità, sono classificati come scelte di eccellenti prestazioni ambientali.

Si deve riconoscere che oggi non vi è una esperienza ed una competenza diffuse fra i progettisti in questa materia. Ciò può suggerire di procedere in maniera olistica, spezzando cioè la progettazione nelle tre fasi: Progettazione Strutturale, progettazione della durabilità e **progettazione ambientale**, anche se questa separazione è, per molti aspetti, alquanto arbitraria.

La **progettazione strutturale** è quella più esplorata e familiare e quindi non diciamo nulla.

Progettazione della Durabilità

Sulla **progettazione della durabilità** vorrei ricordare che il problema è all'attenzione ormai da molti anni. Si è registrata una sempre maggiore attenzione al problema dai nostri DM, ad iniziare dal DM 26 marzo 1980, fino al DM 9 gennaio 1996. Tuttavia è col DM 14 gennaio 2008 che la durabilità viene messa al centro della progettazione strutturale, quale principio fondamentale (Paragrafo 2.1 "Principi fondamentali"). Vorrei poi ricordare il contributo della Commissione Norme del CNR che, sotto la Presidenza di Pozzati, nella seconda metà degli anni 90, coordinò il Progetto Strategico "Sicurezza e qualità nelle costruzioni civili e meccaniche" per la parte riferita alla durabilità delle costruzioni in c.a. e c.a.p.. Sulla durabilità va naturalmente ricordato il più recente contributo AICAP con la pubblicazione del bel volume di Pietro Pedferri, recentemente scomparso, su "La corrosione nel calcestruzzo, fenomenologia, prevenzione, diagnosi, rimedi". Inoltre l'AICAP si è fatta promotrice di 2 progetti di ricerca su

1. "Utilizzo della cenere volante per il miglioramento della durabilità delle strutture in c.a. e c.a.p. e per un progresso sostenibile"
2. "Vita residua delle strutture in calcestruzzo armato danneggiate dalla corrosione"

ESEMPI DI PROGETTAZIONE AMBIENTALE:

Vorrei ora avviarmi alla conclusione, illustrando brevemente 2 esempi di progettazione ambientale ripresi dal Bollettino fib N. 47 [5], che mi paiono particolarmente interessanti per la metodologia utilizzata.

ESEMPIO 1 - Viadotto a telaio in c.a.

Si tratta di un sovrappasso ferroviario in un'area residenziale urbana realizzato con una struttura a telaio in c.a. Il viadotto è a 4 campate di 15,00 m ciascuna per una lunghezza totale 60,00 m (Fig. 6 a).

Soluzione classica

La soluzione classica prevede una trave di collegamento fra i pali di fondazione e le colonne come nella figura (Fig. 6 b).

Questa trave di fondazione ha la funzione di assorbire le differenze nella capacità portante dei 2 pali e ad assicurare le richieste prestazioni sismiche.

Requisiti prestazionali ambientali:

Emissioni di CO₂: riduzione del 20%

Limitazioni di rumore, vibrazioni e di polvere a certi valori prefissati

Soluzione alternativa:

Per soddisfare i requisiti ambientali è stata studiata la soluzione alternativa – senza trave di collegamento – che assicura le prestazioni sismiche, incrementando la capacità portante dei pali di fondazione e rinforzando le unioni tra pali e pile con tubi di acciaio, come indicato nella Fig. 6 c. Per entrambe le soluzioni sono state valutate le emissioni di CO₂ dovute ai materiali, al trasporto e all'esecuzione, riferite a ciascun elemento costruttivo del ponte: travi e pali di fondazione, impalcature, pile, travi di implacato, solette, ecc.

Le emissioni di CO₂ con le travi di collegamento delle teste dei pali di fondazione sono state valutate in 450 t, mentre quelle senza le suddette travi sono state valutate in 320 t.

Conseguendo così una riduzione complessiva di circa il 28%.

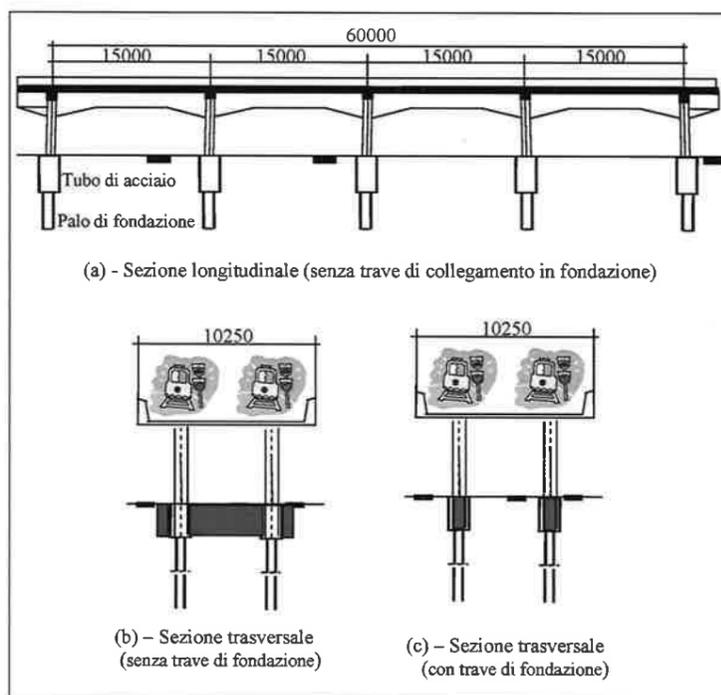


Fig. 6 - Viadotto ferroviario a telaio in c.a.

Contemporaneamente la soluzione adottata ha implicato anche una riduzione di impatto su scala locale in termini di congestione di traffico, rumore, vibrazioni ed inquinamento dell'aria.

ESEMPIO 2 - Passerella pedonale di 50 m di luce.

Requisiti ambientale richiesti: riduzione del 20% di CO₂ rispetto ad una soluzione convenzionale.

La soluzione convenzionale è una passerella a 3 campate in c.a.p. schematicamente rappresentata in Fig. 7a.

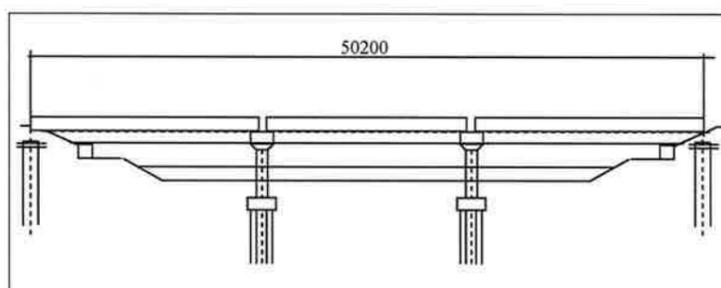


Fig. 7a - Passerella pedonale - soluzione convenzionale in c.a.p.

La soluzione adottata è una passerella a campata unica in calcestruzzo ad altissima resistenza "Super High Strength (SHS)" rinforzato con fibre d'acciaio, schematicamente rappresentata in Fig. 7b. Questa soluzione ha consentito di ridurre

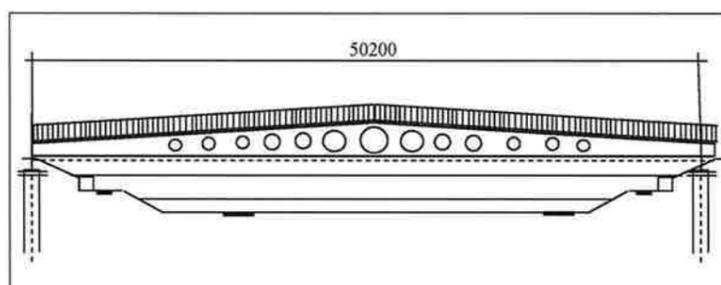


Fig. 7b - Passerella pedonale - soluzione alternativa in SHS

re il peso proprio della passerella, per l'elevata resistenza del calcestruzzo, da 2.780 kN a 560 kN e di conseguenza di ridurre le dimensioni delle fondazioni ed i costi di esecuzione. La maggiore durabilità inoltre ha ridotto i costi di manutenzione. Con questo esempio si prova che l'uso di calcestruzzo ad altissime prestazioni, oltre ad assicurare i requisiti di sicurezza e durabilità, riduce il carico ambientale.

Il risultato è una riduzione di emissione di CO₂ del 25% rispetto alla soluzione classica. Come si vede, si tratta di 2 esempi che hanno avuto come obiettivo quello di ridurre l'impatto ambientale. Nel primo esempio il risultato è stato raggiunto con la eliminazione di una trave di fondazione, mentre nel secondo mediante l'impiego di nuovi materiali. Entrambi gli esempi mostrano come si possa ridurre l'impatto ambientale con scelte adeguate nella fase di concezione dell'opera. È evidente quindi l'utilità, ovvero la razionalità, di aggiungere ai requisiti di resistenza, stabilità e durabilità quello ambientale.

Restano naturalmente aperti ampi spazi di ricerca, sui materiali e sul loro ciclo di vita, sulla concezione strutturale delle opere ed in generale sulla ottimizzazione nei confronti degli indici ambientali.

Oggi sono disponibili software adeguati ad analizzare un determinato processo considerando l'intero ciclo di vita di un certo prodotto. Una tesi di laurea discussa nel mio Dipartimento (Dipartimento di ingegneria civile ed ambientale dell'Università di Firenze) ha utilizzato un programma denominato SIMAPRO. Questo software è in grado di analizzare un determinato prodotto edilizio, considerando le fasi di costruzione, di esercizio e di dismissione. Il database di questo software contiene tutti i dati necessari al calcolo delle energie di produzione dei materiali impiegati nel processo e degli impatti potenziali associabili ai sottoprocessi previsti nell'analisi d'inventario.

Concludo ricordando che, il 4 luglio 2006, 3 fra le più importanti associazioni americane dell'ingegneria civile: ASCE (American Society of Civil Engineers) ICE (Institution of Civil Engineers), CSCE (Canadian Society for Civil Engineering) hanno firmato un protocollo che esordisce così: ASCE, ICE e CSCE ritengono che l'attuale approccio allo sviluppo sia insostenibile. Stiamo consumando le

risorse naturali della terra oltre la possibilità di una loro rigenerazione. Questo, insieme con la sicurezza e la stabilità, è il problema più critico che sta dinanzi alla nostra professione ed alle associazioni che rappresentiamo. Lo sviluppo sostenibile deve costituire il cuore della nostra pratica professionale. Mi pare che l'AICAP, ponendo al centro di questo convegno la progettazione e l'esecuzione delle opere strutturali nell'ottica della sostenibilità, sia in perfetta linea con le politiche delle più prestigiose associazioni internazionali ed inoltre le interessanti memorie che verranno presentate ed entrambe le sessioni che si svolgeranno domani rappresentano un importante contributo di conoscenze nella evoluzione della moderna progettazione di strutture in c.a..

Riferimenti bibliografici

- [1] P. Pozzati e F. Palmeri - *Verso la cultura della responsabilità, ambientale, tecnica, etica*, Ed. Ambiente, 2007.
- [2] Ulrich Beck - *La società del rischio. Verso una seconda modernità*, Carocci, Roma, 2000.
- [3] The Eurocodes and the Construction industry - Medium-term strategy - 2008-2013", gennaio 2009, elaborato dal TC250 (Jean-Armand Calgaro).
- [4] P. K. Mehta: *Reducing the environmental impact of concrete*; Concrete International, Ottobre 2001, pp. 61-66.
- [5] *Environmental design of concrete structures - general principles*, Technical Report, Bollettino n. 47 fib.
- [6] M. Collepari - *Progresso sostenibile nelle costruzioni in calcestruzzo*, Enco Journal, n° 30, anno X, pp. 7-10.
- [7] Koji Sakai - *Environmental Design for Concrete Structures*, J. of Advanced Concrete Technology, Vol. 3, No. 1, 17-28, 2005.
- [8] K. Humphreys and M. Mahasenan - *Toward a Sustainable Cement Industry, Climate Change Sub-Study 8*, World Business Council for Sustainable Development, 2002.

Giornate aicap 2009

Pisa, 14-16 maggio 2009

Il recupero e il riuso dei materiali e delle strutture

Relazione Generale: Prof. Ing. Marco Menegotto*

I. IL RECUPERO

Significato

Prima di entrare nel tema specifico del recupero riferito al calcestruzzo strutturale, può essere utile inquadrare l'argomento con una riflessione sul recupero in generale e su cosa comprenda il suo concetto.

Che vuol dire, dunque, "recupero"?

La parola ha molte accezioni, in genere riconducibili a quella di portare (o riportare) qualcosa da una situazione non congrua o non utile, ad una funzione appropriata o migliore, che sia la funzione originale o una diversa. Ad esempio, *recuperare* come:

- *reintegrare* ... la salute ... la serenità ... la libertà ... la memoria ... le idee ... una relazione ... le forze ... il peso ... la forma ... l'aspetto ... il fiato ... la funzionalità di un organo ...

- *rientrare in possesso di* ... il valore ... la fiducia ... una tradizione

... il capitale ... i crediti ... oggetti smarriti, dispersi, rubati

... parti sane da un insieme danneggiato ...

- *portare alla luce* ... corpi, relitti, tesori (da un ambiente ostile, riportandoli sotto controllo) ... ordigni pericolosi (per neutralizzarli) ... testimonianze del passato (dall'oblio, dalla sepoltura, dall'incuria)

- *evitare di perdere* ... energia fisica, evitandone la dispersione, da oggetti in moto, processi di trasformazione ... (automobili, biciclette, freni, attrezzi ginnici, forni, a recupero) ... , rifiuti organici (bioenergia) ... da volani termici (anche le **strutture** possono essere impiegate per recupero di energia termica nel ciclo diurno; un esempio "forzato" si ha col sistema *thermodeck*, fig. 1)

- *reinserire* ... individui disabili, disadattati, sbandati, malviventi, ritardatari

- *svolgere dopo il tempo proprio* ... il sonno ... un anno scolastico

... tempi non attivi (partite non giocate, minuti non giocati in una partita)

... un ritardo ... uno svantaggio ... un distacco ...

- *ottenere inaspettatamente (rimediare, dalla fantasia alla realtà)* ... un favore ... un passaggio ... un posto ... un prestito ... un biglietto d'ingresso ...

- *riparare* ... oggetti difettosi o danneggiati o con funzionalità ridotta (altrimenti buttati, sprecati ...)

- *restaurare* ... opere d'interesse artistico, architettonico, archeologico, scientifico / storico ... per il godimento diretto e per la memoria futura

- *riqualificare, riconvertire* ... terra utile dal deserto, dal mare, ... quartieri, ambienti urbani, aree dimesse ... edifici ... **strutture**

- *riutilizzare, totalmente o parzialmente (adeguando)* ... spazio ... tutte le parti in forma separata ... una parte o scarto o riciclo della rimanenza ... oggetti prodotti in eccesso o obsoleti o usati ... materiale, da trattare o meno

- *riciclare come nuovo materiale* ... sottoprodotti ... residui e scarti di lavorazioni ... contenitori (altrimenti a perdere) ... rottami ... rifiuti vari

Si osserva che "recuperare" ha varie connotazioni, anche in usi gergali, ma esprime sempre una valenza positiva: il recupero è inteso come cosa in sé buona.

Scopo

Il recupero persegue uno scopo alternativo all'abbandono e richiede sempre un *bilancio*, non solo economico, che prenda in considerazione il valore dell'oggetto, il miglioramento, la riabilitazione o il cambio di funzione o di destinazione, la sua utilità pratica ed eventualmente quella culturale, in relazione alla testimonianza che rappresenta.

In ogni caso, il recupero assume un senso in funzione di uno scopo preciso e circoscritto. Perciò, si focalizza come un concetto funzionale relativo: si recupera rispetto ad un certo canone di convenienza, per ottimizzare un certo rapporto costo / beneficio.

Beneficio

Il rapporto costo / beneficio può proiettarsi molto lontano nel tempo, fino all'infinito. È possibile quantificarlo?

Nel relativo immediato, il beneficio del recupero si può valutare facilmente, in base a un criterio economico limitato: deriva dal semplice confronto fra i costi noti, rispettivamente del nuovo e del vecchio recuperato.

In un'analisi spinta nel tempo, tuttavia, possono entrare in gioco criteri di valutazione via via più articolati, con innumerevoli variabili e implicazioni, non tutte ben definite e quantificabili, poiché dovrebbero tener conto di dati mutevoli, come esigenze, risorse, interessi, gusti, mode, stili di vita, sentimenti, aspirazioni, ambizioni, idea di progresso, ecc., di noi esseri umani. Possono farne parte, inoltre, interessi economici indiretti e meno immediati, comprendenti, ad esempio, le proiezioni delle risorse e i vari *costi sociali* che, indipendentemente da quelli di realizzazione, possono alterare la convenienza finale.

Per tener conto di ciò, i criteri talvolta sono indirizzati politicamente, con incentivi o disincentivi: ad esempio, la rottamazione incentiva all'uso del nuovo e, all'opposto, le tasse sulla consegna a discarica disincentivano il rifiuto, favorendo quindi il recupero; oppure con l'obbligo (senza incentivo né disincentivo) come, ad esempio, quello della raccolta differenziata dei rifiuti.

Comunque lo si voglia considerare, il beneficio risponde ad un dato concetto di *valore* o di *ricchezza*, che lo determina, dandone la misura.

Ricchezza

Il concetto di ricchezza può essere ampio e comprendere, oltre alla disponibilità di beni materiali, anche il benessere, lo sviluppo della conoscenza, la qualità della vita, la felicità, ... e riferirsi a un individuo, a un gruppo, all'umanità ... all'oggi, al domani, alle generazioni future ...

La ricchezza si quantifica spesso ufficialmente con il *prodotto*, che è destinato ai *consumi* ... Consumare significa utilizzare, distruggere un bene per un'utilità superiore, la quale va valutata a seconda di come, quanto, chi ne tragga beneficio e di quanto i consumi intacchino il capitale, attingano cioè alle risorse materiali non rinnovabili ed agli oggetti immateriali che vorremmo conservare.

Se si considera un *sistema complesso*, come il pianeta su cui viviamo, della cui materia si può dire che nulla si crea e nulla si distrugge mentre tutto si trasforma (in genere irreversibilmente), è difficile dire in assoluto cosa è recuperato e cosa è perso, cosa è nobilitato e cosa è degradato; quindi, se e quando il sistema nell'insieme si arricchisca o si impoverisca, per un dato insieme di azioni.

La vita in sé dovrebbe essere il migliore indice della ricchezza sulla terra e la biodiversità una sua specifica. Ma, anche utilizzando tale criterio, non è ovvia sempre l'opzione "giusta". Ad esempio, avendo avuto, in ipotesi, la possibilità di scelta, come si può dire se fosse stato meglio recuperare i dinosauri o lasciare evolvere nuove specie?

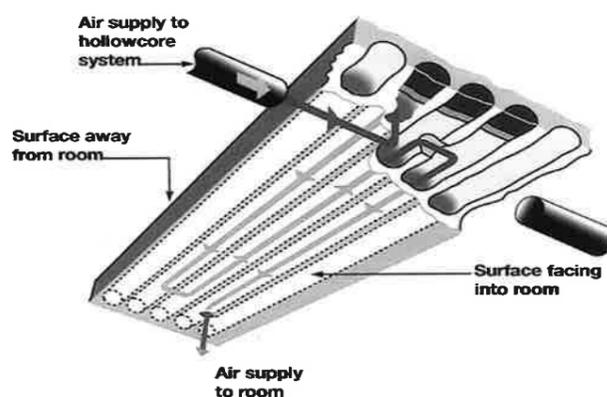


Fig. 1 – Sistema Thermo-Deck, che sfrutta l'inerzia dei solai prefabbricati in calcestruzzo come volano termico giornaliero dell'edificio per il recupero del calore

* Sapienza Università di Roma.

Pur non essendo evidenti le decisioni ottimali, possiamo ottenere delle indicazioni, ponendoci delle domande, come:

Abbiamo interesse alla vita, alla vita nella Terra, al suo futuro? La risposta è unanimemente sì; allora, ogni nozione particolare di *ricchezza* vi si deve riferire.

È possibile sviluppare la vita, a cominciare da quella di noi umani, non degradando la materia ma solo l'energia di provenienza esterna? In assoluto, la risposta è no, la rigenerazione della vita comunque *consuma, degrada* dei beni.

Noi, inoltre, abbiamo un contorno di esigenze di *ricchezza* anche non necessariamente vitali, che richiedono ulteriore consumo e degrado.

Ne consegue che occorre sempre tener presente il degrado e *limitarlo* nell'insieme. Ciò si ottiene anche col recupero, che, quindi, condiziona notevolmente il mantenimento e lo sviluppo della ricchezza complessiva del *sistema* nel tempo.

Sistema complesso

Considerando, dunque, il nostro pianeta un sistema complesso, come possiamo recuperare parte dei beni naturali consumati, reinserendo gli scarti in un ciclo a basso degrado?

Quanto pensiamo di *consumare* il pianeta, il nostro ambiente, nel trasformarlo per apparecchiare meglio ai nostri fini?

È concettualmente arduo, abbiamo detto, capire quale sia la convenienza globale delle trasformazioni e come si possa misurare l'aumento o la diminuzione della *ricchezza* del sistema.

Ma non possiamo eludere la questione, a meno che non immaginiamo di abbandonare un giorno questo pianeta, come un rifiuto globale irrecuperabile, e trasferirci altrove. Allora, potremmo dire di esserci arricchiti a sue spese! Teniamo però presente che abbiamo anche, fra le nostre ambizioni, quella di non perdere, distruggendo delle testimonianze, la memoria storica di ciò che è stato.

Insieme e prima del recupero dei residui, vanno considerati proprio i consumi in sé e la loro utilità particolare e generale.

Il consumo oculato, come pure la durabilità e la manutenzione dei beni trasformati, riducono e ritardano la necessità di dismissione e di recupero, prevenendone la problematica.

Questa considerazione condurrebbe a porre un *limite superiore* ai consumi.

Peraltro, nell'equilibrio tra l'ecologia e l'economia, cioè tra il contenimento dei residui, da una parte, e le esigenze di innovazione e quelle della *crescita* o dell'*espansione* (sempre più beni per sempre più gente) e dell'occupazione, dall'altra, le ragioni di queste richiederebbero un *limite inferiore*, talvolta addirittura uno stimolo, ai consumi stessi. Il *consumatore* è protagonista dell'economia.

Il dilemma si ripropone continuamente, di fronte a noi ed alla nostra responsabilità, come mai prima nella storia. In ogni caso, maggiori sono i consumi, maggiore dovrà essere il recupero di materia, al livello migliore possibile.

Sostenibilità

Il dilemma, e la necessità comunque di recupero, investono la ben nota questione della *sostenibilità* dello sviluppo, centrale nella vita odierna, oltre che nel tema di queste nostre *Giornate*, poiché lo sviluppo non è mai stato così ampio e rapido come negli ultimi decenni.

Le risposte riguardano il nostro destino e non sono ovvie. La scienza ci dà un aiuto limitato. Dai concetti di costo e beneficio, se guardiamo oltre, giungiamo a quelli di bene e male. Facciamo appello alla filosofia, in particolare all'etica, e alla fede.

Così, il discorso si è molto allargato ma non è andato fuori luogo. Portandolo al limite, il recupero, che ne è l'oggetto, si vorrebbe totale, reimmettendo tutto il trasformato nel ciclo utilitario, senza consumare risorse nuove (naturali) e senza accumulare rifiuti. Cosa non possibile: si è detto che la vita e lo sviluppo comportano sempre un consumo di energia e di materia.

Ne deriva che le scelte sul recupero sono necessariamente inferiori all'ideale sostenibile ma che, comunque, il miglior recupero possibile è un obbligo etico e deve essere visto in una prospettiva *olistica*, più ampia che non quella della con-

venienza immediata di singoli o di gruppi, al fine lasciare opzioni aperte alle generazioni future.

Approccio al recupero

La coscienza del recupero si rivolge ai fini e ai mezzi.

Lasciamo qui da parte la problematica dell'energia rinnovabile, pur collegata alla nostra, e limitiamoci al recupero di materia.

Il problema concreto si pone, oggi, per gli oggetti del passato. È evidente altresì che, per tutto ciò che si produce oggi e sarà prodotto in futuro, occorrono concezioni e processi capaci di predisporre un recupero facilitato.

Cercando un buon equilibrio fra la distruzione, da una parte, e l'innovazione o l'ammodernamento creativo, dall'altra, l'attenzione al recupero si affianca a quella al risparmio di materiale e di energia nei prodotti, che è una forma virtuosa di controllo a priori della necessità di recupero.

In un'economia consapevole, in definitiva, è indispensabile pensare la produzione di beni e servizi anche in funzione del recupero futuro del bene stesso e/o dei componenti e/o dei materiali, fino allo "smaltimento" cioè al residuo irrecuperato minimo ultimo, comunque raccolto nella forma meno dannosa.

Tale approccio è quello del *Life Cycle Assessment (LCA)*, cioè della valutazione del ciclo di vita delle opere. Il LCA è definito come la sequenza di fasi interconnesse di un sistema, dall'acquisizione delle materie prime o l'uso di risorse naturali, fino allo smaltimento finale. Vedasi la *ISO 14040* "Gestione dell'Ambiente – Valutazione del ciclo di vita – Principi e inquadramento" (1997).

Il recupero nelle costruzioni

L'approccio vale naturalmente in modo speciale per chi agisce nel campo delle costruzioni.

Esso è oggetto di molti testi normativi e di raccomandazioni, come ad es. il Codice Modello per la Vita di Servizio (*fib*, 2006), edito anche in italiano (AICAP, 2007), il quale tratta estesamente del requisito di *durabilità*, che sta per essere aggiunto ai *requisiti essenziali* previsti nella Direttiva Europea sui Prodotti per le Costruzioni 89/106/CEE (CPD – *Construction Products Directive*). Altra pubblicazione in merito è quella recente della stessa *fib* sulla progettazione delle opere in funzione dei requisiti ambientali (*fib*, 2008).

Le costruzioni civili si caratterizzano diversamente dagli altri prodotti industriali, in quanto non sono oggetti di produzione di massa, hanno una vita di esercizio lunga e rivestono importanza pubblica. Pur essendo l'industria delle costruzioni fra le più importanti nel mondo, tali peculiarità hanno fatto sì che l'idea del loro progetto in funzione del ciclo di vita *Life Cycle Design (LCD)* non sia ancora diffuso. Ciononostante, sin da ora non si può trascurare di gestire in tale ottica la costruzione e l'uso dei materiali di dismissione.

Per ridurre l'impatto sull'ambiente, è importante ridurre al minimo l'uso di materiale non rinnovabile, così come l'eccessivo impiego di materiale in sé.

Il recupero nelle costruzioni può avvenire a livello meno nobile, riciclando il materiale, oppure, meglio, a livello di opera o almeno di sue parti intere, col loro reimpiego per nuovi usi.

Le soluzioni ambientalmente sane possono comportare un maggior costo iniziale ma generano risparmio nella prospettiva del ciclo di vita. Pur nelle incertezze viste riguardo al *quantum*, la *ricchezza* della Terra se ne giova.

2. I MATERIALI

I materiali per nuove strutture, in particolare per quelle in *calcestruzzo strutturale*, oggetto del nostro interesse, possono contenere componenti di recupero. L'acciaio di armatura da rottame ripulito; il calcestruzzo da parti provenienti dagli stessi calcestruzzi, come pure da sottoprodotti di altre lavorazioni industriali.

Non va dimenticato, altresì, che il recupero di materiale di caratteristiche meccaniche non adeguate all'impiego nelle strutture può essere adottato nella rea-

lizzazione di calcestruzzi senza funzione strutturale.

Molte memorie specifiche in queste *Giornate* sono state presentate sul recupero dei materiali (AICAP, 2009) e verranno esposte singolarmente, ragion per cui non è necessario qui richiamarne i contenuti.

Calcestruzzo con aggregati di riciclo

Si possono realizzare calcestruzzi con aggregati riciclati (RAC – *Recycled Aggregate Concrete*), per impieghi strutturali o meno.

Un materiale proveniente da demolizioni, per l'impiego come aggregato nel calcestruzzo, può derivare da una precedente struttura in calcestruzzo o anche, talvolta, da altri manufatti.

Si può adoperare solo materiale inorganico, che deve essere privo di componenti tossici e che, in ogni caso, non è qualificabile, prima di essere trattato. Alla fine del trattamento, si presenta con caratteristiche granulometriche opportune.

Alcune proprietà, quali densità, porosità, resistenza, assorbimento d'acqua, deformabilità possono differire da quelle degli aggregati naturali. Inoltre, gli aggregati di riciclo possono contenere sostanze che influiscono sulle proprietà sia del calcestruzzo fresco, come lavorabilità e tempi di presa e indurimento, sia del calcestruzzo indurito, come densità, resistenza a compressione e a trazione, curva costitutiva, deformabilità viscosa, ritiro, aderenza con l'acciaio, permeabilità, sensibilità alla carbonatazione e all'attacco da cloruri, gelività, durabilità. Componenti e proprietà sono alquanto variabili, a seconda del materiale di provenienza, e vanno identificati preliminarmente. Perciò, l'aggregato di riciclo è introdotto nella miscela insieme con quello naturale, in proporzioni opportune.

Il RAC impiegato dovrà avere proprietà confrontabili con quelle del NAC (*Natural Aggregate Concrete*) di progetto.

Il riciclo di calcestruzzi o altri materiali negli aggregati per un nuovo calcestruzzo può assumere una grande importanza quantitativa (fig. 2), sia per il risparmio di cave di materiale naturale sia per la riduzione di smaltimenti a discarica della risulta da demolizioni. Esso è previsto dalle norme europee EN 206 – *Calcestruzzo: Specificazione, prestazioni, produzione e conformità* ed EN 12620 – *Aggregati per Calcestruzzi*.

Va ricordato che l'AICAP ha avuto un ruolo di rilievo nel suo primo sviluppo in Italia, avendo proposto e patrocinato una ricerca sul RAC, che ha coinvolto tre università ed altrettante aziende di prefabbricazione, incentrata sul reimpiego degli scarti di produzione di elementi in calcestruzzo (Bassan, Corinaldesi, Menegotto, Moriconi, 2007; Corinaldesi, Moriconi, 2008).

I risultati sono stati molto favorevoli. Nello stesso arco di tempo, le norme tecniche per le strutture sono passate dalla proibizione di aggregati non naturali per il calcestruzzo strutturale (DM 09/01/1996) al permesso di un loro impiego condizionato (DM 14/09/2005 e DM 14/01/2008). Non è escluso che tale ricerca, insieme a molte altre su scala internazionale, abbia contribuito a tale evoluzione normativa.

Le proprietà strutturali del RAC sono state valutate nelle varie ricerche, per mezzo di prove di compressione, di trazione e di aderenza. Il mantenimento delle prestazioni in servizio è stato, inoltre, valutato con misure di ritiro, di profondità di carbonatazione e di penetrazione dei cloruri, oltre che per mezzo di prove di corrosione, condotte su provini in calcestruzzo, in presenza o meno di fessure.

È, pertanto, possibile ottenere per tali calcestruzzi "sostenibili" le classi di resistenza dei NAC, scegliendone opportunamente la composizione.

In letteratura si danno criteri di proporzionamento della miscela, considerando che gli aggregati riciclati, rispetto a quelli naturali, sono caratterizzati da un maggior contenuto di materiale finissimo, una minore massa volumica ed un assorbimento d'acqua più elevato. Conseguentemente, essi richiedono un rapporto acqua/cemento (*a/c*) più basso, per ottenere una stessa classe di resistenza. La riduzione del rapporto *a/c* dipende dal tipo di aggregato riciclato, dal diametro massimo e dalla classe di resistenza del calcestruzzo. Peraltro, quando l'aggregato risulta meccanicamente più debole della pasta cementizia, esiste un limite



Fig. 2 – Il riutilizzo di materiali da costruzione nel calcestruzzo RAC

inferiore al rapporto *a/c*, al di sotto del quale non si consegue alcun miglioramento prestazionale.

Dalla letteratura si rileva che, a parità di resistenza a compressione, i valori di resistenza a trazione del RAC risultano di circa il 10% inferiori a quelli dei corrispondenti NAC e che il modulo di elasticità E_c può avere valori inferiori dal 20% al 30%.

Per quanto riguarda i valori medi della tensione di aderenza, il tipo di aggregato impiegato non sembra avere influenza né sull'interazione chimica (barre lisce) né su quella meccanica (barre nervate). Tuttavia, in entrambi i casi, i RAC mostrano in genere valori di tensione di aderenza maggiori rispetto ai NAC.

L'adozione del RAC non diminuisce la resistenza a corrosione dell'armatura, anche in presenza di fessure nel copriferro, sia per armature in acciaio nero sia in acciaio zincato, a condizione che la resistenza del calcestruzzo sia adeguata.

Un aspetto critico è relativo a una maggiore tendenza al ritiro igrometrico, specialmente nel caso in cui venga utilizzato anche aggregato fine riciclato. Questo comportamento potrebbe aumentare la vulnerabilità alla fessurazione del RAC, nonostante la tensione di trazione indotta dalla deformazione da ritiro risulti minore, per il minor E_c . Tale previsione non è stata confermata dai risultati sperimentali.

Oltre alle prove su campioni di calcestruzzo, sono state effettuate numerose prove su elementi strutturali al vero, confezionati con RAC (figg. 3 e 4).

È stato osservato in particolare che il calcestruzzo, confezionato sostituendo il 30% di aggregato naturale con aggregato da calcestruzzo riciclato, mostra un comportamento sotto carichi ciclici molto simile a quello del corrispondente NAC, talvolta migliore, per la migliore qualità dell'interfaccia fra aggregato riciclato e matrice cementizia.

Come si è detto, le ricerche hanno prodotto un'innovazione nelle Norme Tecniche italiane (DM 14/01/2008 brevem. NTC 08), laddove all'art. 11.2.9.2 – *Aggregati* – recitano “Sono idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1...”, codificando l'uso di tali aggregati nella Tabella 11.2.II (riportata qui sotto). Inoltre “È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella 11.2.III, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione”.

NTC 08 - Tabella 11.2.II

Specifiche Tecniche Europee armonizzate di riferimento	Usi Previsti	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2+

NTC 08 - Tabella 11.2.III

Origine del materiale da riciclo	R_{ck} del calcestruzzo (N/mm ²)	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	$\geq C 8/10$	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	$\leq C 30/37$	$\leq 30\%$
	$\leq C 20/25$	fino al 60%
Riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	$\leq C 45/55$	fino al 15%
da calcestruzzi $> C 45/55$	stessa classe di origine del calcestruzzo	fino al 5%

Aggiunte ai cementi

Oltre che alla miscela, già al legante, il cemento, possono aggiungersi materiali di recupero, di cui si richiamano di seguito le applicazioni.

Cenere volante, fumo di silice, pozzolane artificiali e ceneri in genere

La produzione di cemento Portland contribuisce al cosiddetto “effetto serra”, immettendo anidride carbonica nell'atmosfera, motivo per cui è opportuno utilizzare nel calcestruzzo materiali cementizi addizionali, in parziale sostituzione del cemento.

Uno di questi è la ben nota *cenere volante* (composizione chimica: 60% SiO₂ - 23% Al₂O₃ - 3% CaO; massa volumica: 2,25 g/l; finezza Blaine: 0,48 m²/g) che possiede proprietà pozzolaniche ed è estratta dai fumi della combustione del carbone fossile, come sottoprodotto delle centrali termoelettriche e che, se inutilizzata, deve essere smaltita in discarica a un costo considerevole.

Analogamente, qualsiasi sottoprodotto industriale contenente silice amorfa potrebbe essere riutilizzato in sostituzione del cemento, con risultati più o meno positivi secondo il tenore in silice amorfa, la natura e gli altri costituenti, come nel caso delle ceneri da biomassa.

Un caso importante è costituito dall'altrettanto conosciuto *fumo di silice* (composizione chimica: 99% SiO₂; massa volumica: 2,20 g/l; superficie BET: 20 m²/g),

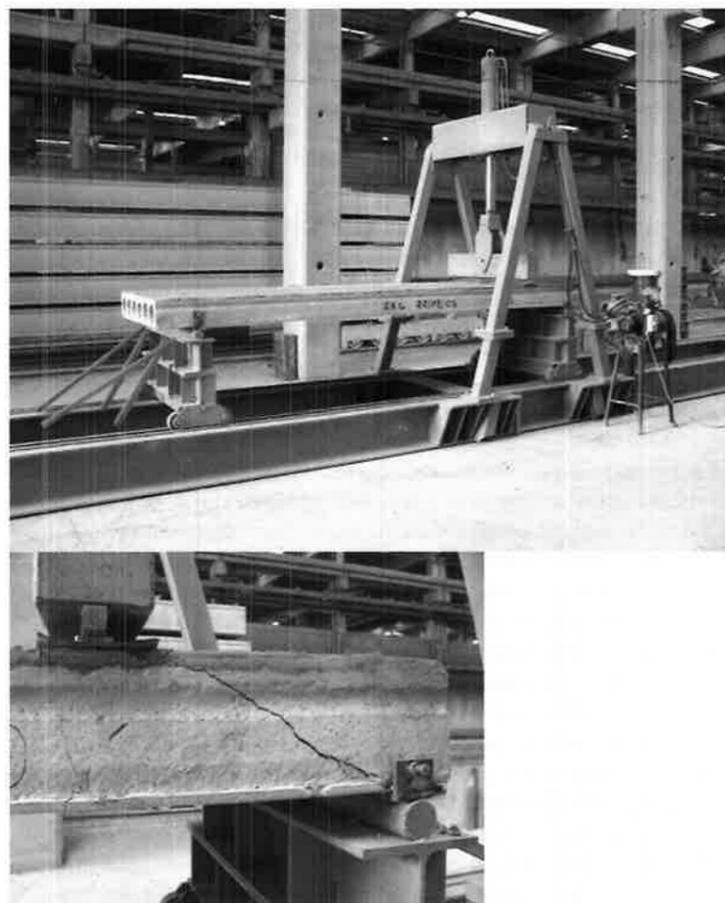


Fig. 3 - Prove distruttive su solai alveolari al vero in RAC precompresso. a) apparato di prova - b) tipo di rottura



Fig. 4 - Prove distruttive con azioni cicliche su nodi di telai sperimentali in scala ridotta in RAC

sottoprodotto della produzione di acciai al silicio, che, per le prestazioni che riesce a conferire ai calcestruzzi, è stato promosso, anche dal punto di vista merceologico, da materia prima *seconda* a materia prima *di elevata qualità* (figg. 5 e 6). La sperimentazione condotta sull'impiego di cenere volante, anche in calcestruzzi confezionati con aggregati riciclati, ha mostrato significativi miglioramenti delle prestazioni, sia dal punto di vista meccanico che da quello della durabilità, ma soprattutto in relazione alla corrosione delle armature.

Sabbie di fonderia

L'utilizzo delle scorie derivanti dai processi metallurgici è una tradizione diffusa dell'industria del cemento. Ultimamente, l'interesse si è diretto anche verso altri sottoprodotti meno appetibili, quali le luppe metallurgiche non ferrose e, per ultimo, le scorie di fonderia.

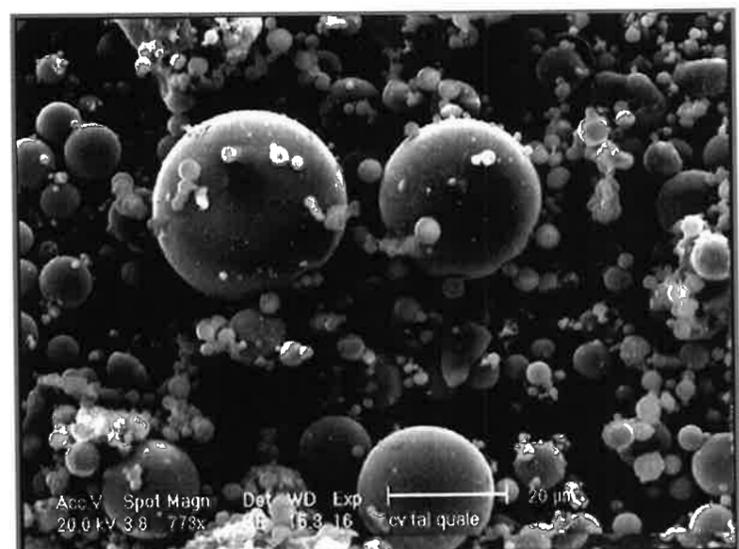


Fig. 5 - Cenere volante - foto al microscopio



Fig. 7 - Riempimenti con calcestruzzo non strutturale realizzato con sabbie di fonderia.

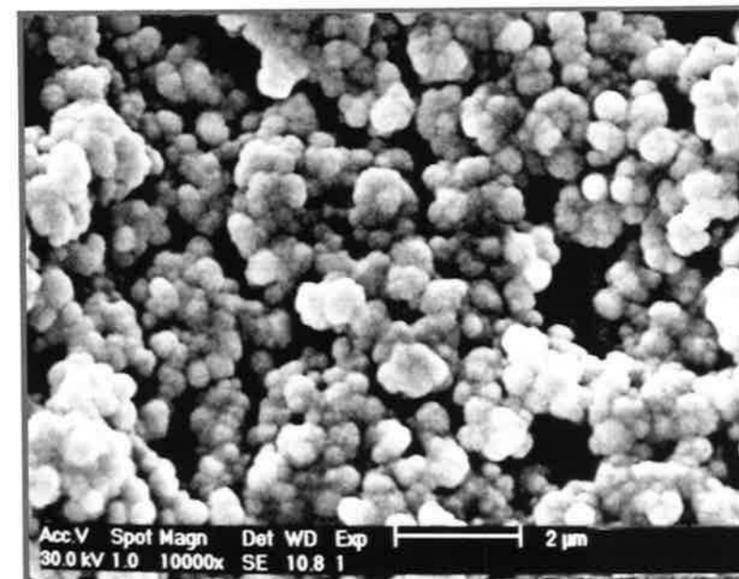


Fig. 6 - fumi di silice - foto al microscopio

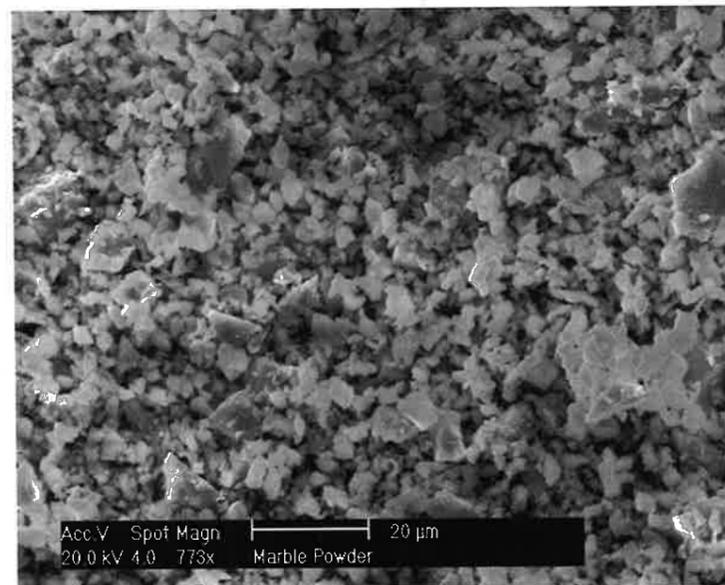


Fig. 8 - Filler calcareo da fanghi di lavorazione del marmo per calcestruzzi autocompattanti - foto al microscopio

Le fonderie utilizzano negli stampi le cosiddette sabbie verdi, costituite da sabbia silicea di alta qualità, argilla con funzione di legante, additivi e acqua. La sabbia viene riutilizzata varie volte, fino a quando diventa scoria, destinata o a discarica o a recupero. Le caratteristiche variano, a seconda del tipo di processo, del tipo di legante e di additivi, nonché dal numero di volte che è stata riciclata.

Negli USA, il riutilizzo delle scorie di fonderia è stato considerato già da tempo ed ha dimostrato che le loro caratteristiche sono accettabili per diversi impieghi. In particolare, possono costituire un ingrediente per la produzione di asfalti, calcestruzzi e/o mattoni. Possono essere usate anche come aggregato fine nella produzione di calcestruzzi, sostituendo la sabbia naturale, in misura non superiore al 40%, per non modificare eccessivamente la curva granulometrica e per limitare la riduzione di resistenza meccanica. Principalmente sono usate nella produzione di CLSM (*Controlled Low-Strength Materials*), per calcestruzzi non strutturali, come nell'esempio mostrato in fig. 7.

Fanghi dalla lavorazione del marmo

I fanghi provenienti dalla lavorazione del marmo, dopo essiccazione, generano una polvere fine (massa volumica: 2,65 g/l; finezza Blaine: 0,59 m²/g; granulometria: 90% passante a 50 µm, con 50% delle particelle inferiori a 7 µm), di com-

posizione calcarea per il 70% circa e silicea per la parte rimanente, ad elevato sviluppo superficiale (fig. 8).

Questa caratteristica ne suggerisce l'impiego come *filler* nella produzione di calcestruzzi autocompattanti (SCC - *Self Compacting Concrete*). In effetti, sulla base di studi reologici, questo materiale di recupero si dimostra molto efficace nel dare coesività agli impasti cementizi, anche in presenza di additivi superfluidificanti, a condizione che il rapporto a/c sia relativamente basso (Corinaldesi, Moriconi, Naik, 2005).

Esso può essere utilizzato fino al 10% in volume della sabbia, senza penalizzare la resistenza meccanica.

Scarti di lavorazione della vetroresina

La vetroresina (GRP - *Glass Reinforced Polymer*) è un materiale composito, formato da fibre di vetro disperse in una resina, generalmente di natura poliestere, largamente usata in molti campi, dalle costruzioni alle barche. Ogni anno in Europa la lavorazione della vetroresina produce 40.000 t di rifiuto industriale. In Italia è smaltita in discarica, a causa della difficoltà di separare la parte vetrosa dalla matrice polimerica (fig. 9).

Peraltro, il calcestruzzo confezionato con vetro riciclato o aggiunte polimeriche

è stato già proposto in letteratura (Tittarelli, Moriconi, 2008). In particolare, il calcestruzzo con resina poliestere è particolarmente resistente agli agenti chimici e ai cicli termici e può essere utile per realizzare un calcestruzzo leggero. Inoltre, poiché la letteratura generalmente riporta una buona resistenza della resina poliestere agli attacchi alcalini, lo scarto di lavorazione della vetroresina sembra chimicamente compatibile con il cemento e se ne può considerare l'uso, in sostituzione parziale, per produrre eventuali nuovi cementi di miscela. La resistenza meccanica minima, in base alle attuali normative sui cementi, può essere garantita sostituendo fino al 15% in peso del cemento con polvere di vetroresina. Tali cementi alla vetroresina, sebbene abbiano prestazioni meccaniche inferiori, soprattutto a compressione, possono conferire leggerezza e una certa duttilità ai prodotti cementizi.

Quando invece la polvere di GRP viene utilizzata nella preparazione di malte cementizie, in sostituzione della sabbia in percentuali fino al 15%, si osserva un aumento di porosità e conseguentemente una diminuzione di resistenza meccanica e di modulo elastico. Tuttavia, l'assorbimento d'acqua capillare ed il ritiro igrometrico delle malte risultano considerevolmente inferiori a quelli delle malte di riferimento. Queste proprietà ne suggeriscono l'impiego nella produzione di elementi prefabbricati non strutturali.

Inoltre, lo scarto costituito dalla polvere di GRP può essere riutilizzato come filler, in sostituzione di quello calcareo, nella produzione di SCC. A fronte di una lieve diminuzione della resistenza meccanica a compressione, si ottiene un lieve aumento della resistenza a flessione. Soprattutto, l'assorbimento d'acqua capillare ed il ritiro igrometrico risultano ridotti rispetto a quelli del calcestruzzo di riferimento.

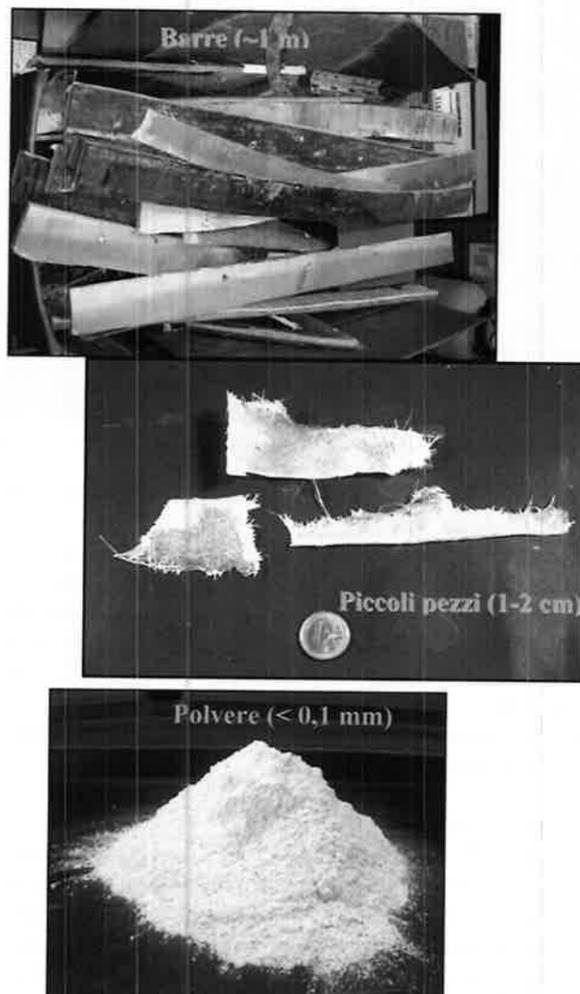


Fig. 9 – Aspetti morfologici di parti di vetroresina (GRP): barre; grani; polvere; quest'ultima utilizzata come aggregato di recupero in malte cementizie

Fanghi e ceneri di cartiera

Fra gli scarti industriali potenzialmente riutilizzabili, i fanghi di risulta dalle lavorazioni della carta, storicamente destinati alla discarica, solo sporadicamente hanno trovato impiego nell'agricoltura o nella produzione di mattoni, mentre un'applicazione messa a punto negli USA li riutilizza nella produzione di calcestruzzi fluidi a bassa resistenza, non strutturali, per riempimenti.

Peraltro, i fanghi possono essere riutilizzati dalla stessa industria cartaria, alimentando, insieme a residui legnosi, inceneritori per produzione di energia per uso interno. I fumi così prodotti trasportano ceneri leggere, che vengono raccolte e diventano un nuovo scarto, la cui riutilizzazione può avvenire in vari modi senza preliminarmente macinazione, necessaria invece se impiegate come sostituzioni del cemento. Dato che la loro attività pozzolanica risulta irrilevante, esse possono essere utilizzate come aggregato fine.

È stata quindi valutata e sperimentata questa possibilità, per il confezionamento di malte e di calcestruzzi. I risultati ottenuti hanno mostrato come l'aggiunta di cenere da fanghi di cartiera non influenzi in pratica lo sviluppo della resistenza meccanica a compressione nel tempo.

3. LE COSTRUZIONI

Costruzioni e strutture

Per un edificio in generale, recupero sta a significare

- modifica di destinazione o funzione
- nuova distribuzione interna
- miglioramento di funzionalità, resistenza, aspetto, ecc.

Il rinnovo di una costruzione può comportare, a sua volta, un recupero delle strutture, che va dalla loro riabilitazione fino alla ricostruzione con utilizzo del vecchio; il recupero può essere oggetto di scelta, per assecondare nuove esigenze funzionali, ovvero di necessità, a seguito di incidenti come sismi, esplosioni, incendi, alluvioni, ecc.

Le strutture, e le costruzioni in loro insieme, contengono una grossa quantità di materiale. Il loro recupero è laborioso e può avvenire a diversi livelli, da quello dell'intera opera (con interventi), a quello di parti, a quello minimo dei materiali sciolti, come visto più sopra.

Nel seguito, si espone quindi una casistica delle varie modalità di recupero nel campo, che ci riguarda, delle strutture in calcestruzzo.

Riuso e riabilitazione

La riabilitazione, il rinforzo e l'adeguamento delle strutture, integrandole o meno con altre parti, sono forme di recupero complessivo migliorativo delle prestazioni, sicuramente ottimali nell'ottica della sostenibilità.

Anche su questo argomento sono state presentate varie memorie a queste Giornate (AICAP, 2009), sia per quanto riguarda la progettazione sia per la moderna tecnologia dei rinforzi, tutte adeguatamente illustrate.

Va ricordata l'esemplare applicazione illustrata nella Relazione su invito, non ancora agli atti, dal prof. Hugo Corres Peiretti del viadotto "de los Santos" a Ribadeo (Spagna), dove, con un attento studio si è riusciti a raddoppiarne la capacità, in una concezione dell'intervento particolarmente ragionata, che ha apportato solo addizioni leggere alla vecchia struttura.

Il riutilizzo in sito di strutture per funzioni diverse, con o senza interventi di miglioramento o riabilitazione, è stato un fenomeno continuo nella storia, specialmente nei periodi di difficoltà nel reperimento di materiali e mezzi, con interventi motivati dalla convenienza pratica immediata, non dall'odierno concetto di sostenibilità.

Il recupero di materiali demolendo strutture è stato costante dal medioevo in poi, per utilità molto declassate e considerando le opere precedenti come comode cave da saccheggio (il caso di buona parte del Colosseo). Ciononostante, ha dato luogo a nuove opere completamente diverse, così caratterizzate per



Fig. 10 — Esempio di strutture recuperate più volte per successivi utilizzi in un edificio a Roma, attualmente una chiesa

nuovi stili (si pensi ai cosmateschi) o incorporanti interi elementi come colonne e blocchi, che le nuove strutture hanno fatto poi storia.

Si possono ricordare casi di vero *riuso* di imponenti strutture antiche, come mura urbane, templi e teatri, per intero o quasi. È interessante notare come que-



Fig. 11 — Esempio di una antica struttura romana riusata come base per un palazzo rinascimentale

ste abbiano assunto talvolta forme del tutto impreviste rispetto alla funzione originaria, come per esempio nel caso in fig. 10, nel cuore d Roma, in cui l'opera è stata adattata a molteplici funzioni successive e attualmente è una chiesa. Oppure, quasi integre, come involucro o supporto di nuove costruzioni private,



Fig. 12 — Riuso di un pontile nel porto di Amsterdam come supporto di un nuovo complesso per uffici

fra le quali spicca il Teatro di Marcello a Roma sulle cui solide arcate è maestosamente appoggiato il principesco palazzo Orsini (fig. 11).

Fatti simili già si avverano anche con opere costruite nel nostro recente *calcestruzzo strutturale*: un esempio eccezionale di *riuso* totalmente nuovo è infatti rappresentato da un pontile (fig. 12) nel porto di Amsterdam, che ospitava le vie di corsa delle gru portuali dismesse e la cui struttura, ancora valida e riabilitata, è servita per sorreggere un nuovo grande complesso per uffici, mediante una brillante operazione strutturale architettonica e urbanistica.

Per non citare i casi atipici minori, pur frequenti da noi, di viadotti, dismessi o meno, usati come riparo abusivo di povere abitazioni precarie (un riuso contemporaneo all'uso proprio).

Predisposizione

Una struttura può essere anche predisposta per facilitare un eventuale recupero dell'edificio, senza doverlo demolire, al fine di consentirne mutamenti delle necessità d'uso, come negli esempi che seguono.

Strutture flessibili

Si afferma sempre più la tendenza a progettare strutture flessibili, non in senso meccanico, ma tali da condizionare al minimo la fruizione delle aree interne dell'edificio, lasciando il massimo di spazio libero e regolare in pianta, con pilastri pendolari posti solamente lungo il perimetro e con elementi irrigidenti bidimensionali, come nuclei scala/ascensori e pareti: i cosiddetti sistemi strutturali *duali* (fig. 13).

In tal modo, se anche le colonne impiantistiche si affiancano agli elementi irrigidenti, l'utilizzo dello spazio interno può essere variato a piacere, anche separatamente per singoli piani, modificando le sole tramezzature.

Col favorire la modificabilità e l'uso molteplici, una struttura flessibile aumenta il suo tempo di vita, riducendo l'impatto sull'ambiente.



Fig. 13 - Interno di un edificio a struttura duale, completamente libero da pilastri

Strutture smontabili

Nella prefabbricazione esistono studi ed applicazioni finalizzati al recupero di tutti gli elementi strutturali in forma integra, non per fabbricati di fortuna ma per veri e propri edifici di abitazioni o uffici multipiano e per impianti industriali, con tutte le caratteristiche di quelli permanenti.

Lo smontaggio agevolato diviene in certi casi un requisito progettuale, oltre che per il recupero, anche per limitare il disturbo all'ambiente urbano dei cantieri di smantellamento e di ricostruzione.

Le unioni strutturali sono in massima parte a secco e l'impiantistica ben modulata.

Il criterio ha avuto varie applicazioni. Vari esempi sono illustrati negli Atti di un convegno sul tema tenutosi già nel 1985 (Reinhardt HW, Bouvy, JBJJ, 1985). Interi edifici e viadotti sono stati realizzati con lo scopo di essere smontati: uno dei primi esempi importanti fu costituito dalle coperture di un'aerostazione a Monaco di Baviera, per un ampliamento urgente nel vecchio aeroporto, per le Olimpiadi del 1972, quando già ne era previsto uno nuovo più lontano dalla città (ibid).

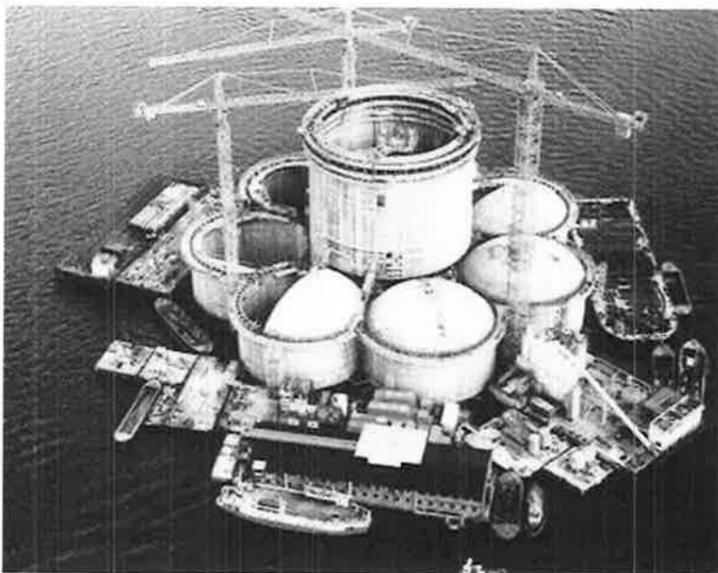


Fig. 14 - Piattaforme marine con struttura portante in calcestruzzo in gran parte smontabile e reimpiegata



Fig. 15 - Facciate smontabili (*split-wall*), indipendenti dalle strutture portanti retrostanti

Un esempio speciale e ripetitivo, molto importante, è costituito da piattaforme petrolifere marine, le quali, esauritosi il giacimento, sono smontate e ricollocate (fig. 14). Si veda in proposito il rapporto della fib (fib, 2002).

Facciate separate

Un esempio ulteriore di predisposizione al recupero sono le facciate con pannelli separati dalla struttura retrostante (*split-wall façades*), che si possono sostituire per conferire un aspetto architettonico nuovo al fabbricato, quando dovesse cambiare la funzione o comunque l'aspetto esterno, senza toccarne la struttura principale né la parte interna delle tamponature perimetrali, con i loro infissi (fig. 15).

Casi per autoconstruzione

Un esempio particolare, pur se circoscritto (fig. 16), di struttura smontabile e recuperabile, per successive modifiche e integrazioni, anche nell'ambito dello stesso edificio, di abitazioni unifamiliari ad un piano, è quello di pannelli portanti in calcestruzzo armato precompresso sottili e nervati, modulari, recuperabili e intercambiabili per tamponatura esterna o tramezzatura, realizzati per un programma di edilizia agevolata di autoconstruzione in America Centrale (Menegotto e Marcaccioli, 2005).

I singoli pannelli pesano meno di 100 kg e possono essere movimentati e messi in opera a mano. Essi vengono incastrati alla base in elementi di fondazione superficiali con sezione a U, anch'essi prefabbricati in calcestruzzo, e vincolati in sommità da ripartitori, sui quali si può fissare la struttura di un tetto artigianale.

La soluzione si presta a realizzare abitazioni in climi dove non è necessario un significativo isolamento termico, e dove invece è necessaria una protezione leggera dall'intrusione.



Fig. 16 – Sistema strutturale a pannelli portanti recuperabili per autoconstruzione di case unifamiliari. a) durante il montaggio; b) opera finita.

4. CONCLUSIONI

Si è visto, da quanto qui esposto e da tutte le memorie presentate in questa sessione delle *Giornate AICAP*, come le occasioni e i metodi di riuso e di recupero nel campo delle costruzioni siano molteplici, sia per quanto riguarda le opere in sé sia per i materiali.

La cultura odierna è cosciente della necessità di gestire le risorse globali in modo responsabile, del fatto che i problemi non sono riferibili a singoli casi e che le ragioni di recupero si fanno sempre più pressanti.

Abbiamo, specie in Italia, un patrimonio edilizio e infrastrutturale vastissimo, da utilizzare, migliorare e integrare.

Vi è quindi materia, per tutti noi che operiamo nel settore, dai progettisti ai produttori ai ricercatori, da fornire come proprio contributo di tecnici alla sobrietà dell'uso e alla sostenibilità dello sviluppo ... recuperando il riuso!

Riferimenti

Reinhardt HW., Bouvy JBJJ., Editors "Demountable Concrete Structures – a challenge for precast concrete" Proceedings Int.nal Symposium Rotterdam May 1985, Delft University Press, Delft, 1985

Ikeda T., Yamane S., Sakamoto A., "Strengths of Concrete Containing Recycled Concrete Aggregate", Proceedings, 2nd Int.nal RILEM Symposium "Demolition and Reuse of Concrete and Masonry" Kasai Y., Ed., Chapman and Hall, Tokyo, 1988

Kakizaki M. et al. "Strength and Elastic Modulus of Recycled Aggregate Concrete", Proceedings, 2nd Int.nal RILEM Symposium "Demolition and Reuse of Concrete and Masonry" Y. Kasai Ed., Chapman and Hall, Tokyo, 1988

Gruebl, P. "The Reuse of Demolition Materials in Concrete Constructions" Proceedings, 13th FIP Congress, Amsterdam, June 1998

Fédération Internationale du Béton "Recycling of Offshore Concrete Structures" fib Bulletin 18, Lausanne, April 2002

Fédération Internationale du Béton "Environmental Design" fib Bulletin 28, Lausanne, February 2004

Marcaccioli L., Menegotto M.: "Low-cost Houses for Self-Construction with Precast Wall Panels" Report, IABSE Conference "Role of Structural Engineers toward Reduction of Poverty", IABSE Vol. 89, New Delhi, 2005

Corinaldesi V., Moriconi G., Naik T.R. "Characterization of a Marble Powder for its Use in Mortar and Concrete", Proceedings, Int.nal Symposium "Sustainable Development of Cement, Concrete and Concrete Structures", V.M. Malhotra and K. Sakai Ed., Toronto, October 2005

Fédération Internationale du Béton "Model Code for Service Life Design" fib Bulletin 34, Lausanne, February 2006

Associazione Italiana Calcestruzzo Armato e Precompresso Edizione italiana "Codice Modello per il Progetto della Vita di Servizio", AICAP Roma, 2007

Fédération Internationale du Béton "Environmental Design of Concrete Structures – General Principles" fib Bulletin 47, Lausanne, August 2008

Bassan M., Corinaldesi V., Menegotto M., Moriconi G. "Aggregati riciclati per calcestruzzo strutturale – Risultati e prospettive" *Atti delle Giornate AICAP 2007- Salerno, Ottobre 2007*

Corinaldesi V., Moriconi G. "Recycling of wastes from building demolition in low-shrinkage concretes", Proceedings, 8th Int.nal Conference, "Creep, Shrinkage and Durability Mechanics of Concrete and Concrete Structures", Ise-Shima, Japan, October 2008

Tittarelli F., Moriconi G. "Re-use of GRP industrial by-product as filler for SCC", in "SCC 2008: Challenges and Barriers to Application", Proceedings, 3rd North American Conference on the Design and Use of Self-Consolidating Concrete, Chicago, November 2008

Associazione Italiana Calcestruzzo Armato e Precompresso – *Atti delle Giornate AICAP 2009 "La Progettazione e l'Esecuzione delle Opere Strutturali nell'Ottica della Sostenibilità"* – AICAP, Pisa, Maggio 2009

Giornate aicap 2009

Pisa, 14-16 maggio 2009

Responsabilità e innovazioni sul calcestruzzo secondo le NTC 2008

Mario Collepari*

Dopo gli eventi sismici dell'Aquila le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC), emanate con DM del 14 Gennaio 2008, sono diventate anticipatamente obbligatorie con il 30 Giugno 2009 rispetto alla iniziale proroga prevista fino al 30 Giugno 2010. In queste norme appaiono ben definite le responsabilità dei vari operatori nella "filiera" delle costruzioni in C.A e C.A.P. Ci sono forti dubbi, però, che i tecnici di queste costruzioni conoscano effettivamente tutte le nuove importanti ed impegnative responsabilità loro attribuite da queste norme di legge, anche perché esse sono confinate in fondo al Capitolo XI di questo corposo Decreto Ministeriale che si compone di oltre 400 pagine di non facile lettura. Questa è la "catena" degli operatori coinvolti dalle NTC: Progettista → Direttore dei lavori → Laboratorio autorizzato per le prove sui materiali → Impresa → Produttore di calcestruzzo → Collaudatore.

Di seguito è riassunto ed evidenziato ciò che ciascun operatore **deve** prescrivere o controllare o certificare o eseguire in conformità ai paragrafi (§) delle NTC sotto evidenziati. In realtà, il controllo delle responsabilità di ciascun operatore è ben congegnato perché la eventuale inadempienza è automaticamente individuata dall'assenza di una specifica documentazione (di cui invece dovrebbe rimanere traccia) oppure è evidenziata attraverso un controllo incrociato di un altro operatore.

PROGETTISTA: il Progettista, secondo le NTC, **deve** indicare nel progetto le seguenti quattro caratteristiche del calcestruzzo da impiegare in relazione alle esigenze strutturali, esecutive ed ambientali dell'opera come indicato nei paragrafi (§) delle NTC:

- Classe di resistenza → resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) e/o cilindrica (f_{ck}) → § 11.2.1;
- Classe di consistenza → lavorabilità (slump) → § 11.2.1;
- Diametro massimo dell'aggregato → in conformità con lo spessore del copriferro e interferro → § 11.2.1;
- Classe di esposizione → durabilità in relazione all'ambiente dove l'opera sarà esposta → § 11.2.11.

Non ci sono dubbi che debba essere il Progettista a prescrivere la resistenza caratteristica e la classe di esposizione del calcestruzzo in funzione dell'ambiente cui l'opera è esposta. Ci si potrebbe chiedere, invece, perché le NTC richiedano che sia il Progettista a dover prescrivere la classe di consistenza (lavorabilità) del calcestruzzo fresco? Nessuno, meglio del Progettista, conosce la complessità geometrica delle strutture e la densità dei ferri di armatura (Fig. 1) e pertanto il Progettista deve anche prescrivere una lavorabilità del calcestruzzo fresco capace di garantire il completo riempimento della struttura (Tabella 1).



Fig. 1 - Chi più del progettista conosce la difficoltà esecutiva di un'opera?

Tabella 1 - Esempi di lavorabilità (classe di consistenza) da prescrivere in progetto in funzione della tipologia di opera in c.a. o c.a.p.

Classe di consistenza	Slump (mm)	Applicazioni
S1 (terra umida)	10-40	Pavimenti messi in opera con vibro-finitrice
S2 (plastica)	50-90	Strutture circolari (silos, ciminiere) messe in opera con casseri rampanti
S3 (semi-fluida)	100-150	Strutture non armate o poco armate o con pendenza
S4 (fluida)	160-210	Strutture mediamente armate
S5 (super fluida)	> 210	Strutture fortemente armate
SCC	> 600*	Strutture fortemente armate, di ridotta sezione e/o complessa geometria

* Slump flow

Ed ancora, ci si potrebbe chiedere perché debba essere il Progettista a prescrivere il diametro massimo (D_{max}) dell'aggregato: la risposta è in relazione con alcuni dettagli esecutivi del progetto (copriferro ed interferro): un valore eccessivo del D_{max} dell'aggregato può ostacolare il flusso del calcestruzzo fresco attraverso l'armatura metallica; deve essere quindi il Progettista a scegliere il D_{max} dell'inerte in funzione del copriferro e dell'interferro e questi dati sono stabiliti dal Progettista.

DIRETTORE DEI LAVORI (DL): le nuove ed impegnative responsabilità del DL secondo le NTC possono essere così riassunte:

- **deve** accertare preliminarmente, come indicato al § 11.2.8 delle NTC, che il calcestruzzo fornito sia conforme al processo industrializzato (FPC, Factory Process Control) e che la fornitura sia accompagnata dal certificato rilasciato dall'organismo di controllo autorizzato dal Ministero; in mancanza di questa documentazione il DL deve rigettare la fornitura del calcestruzzo;
- **deve** verificare, con prove distruttive e non distruttive, che il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera sia almeno eguale all'85 % del valor medio della resistenza di progetto come richiesto dal § 11.2.6 delle NTC;
- **deve**, come è indicato nel § 11.2.5, "eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare"; in particolare **deve** eseguire il controllo di accettazione del calcestruzzo in corso d'opera: a questo proposito al § 11.2.5.3 delle NTC, si precisa che "il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del DL o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle indelebili, etichettate individuabili"; inoltre "la domanda di prove di laboratorio **deve** essere sottoscritta dal DL e deve contenere indicazioni sul posizionamento delle strutture interessate da ciascun prelievo."

LABORATORIO AUTORIZZATO: la certificazione del Laboratorio, attestante i risultati di resistenza dei provini per il controllo di accettazione, **deve** riportare il riferimento al verbale del DL in assenza del quale il certificato è legalmente nullo. Questo è appunto un caso di controllo "incrociato" che consente di evidenziare la inadempienza del DL.

IMPRESA: l'Impresa **deve** curare la messa in opera e la stagionatura del calcestruzzo affinché la resistenza media del calcestruzzo misurata sulle carote estratte dalla struttura o determinata con prove non distruttive (sclerometria, velocità delle onde ultrasoniche, ecc.) non risulti inferiore all'85 % della resistenza media di progetto.

Questa richiesta rappresenta forse la novità più cogente delle NTC. È inevitabile che il calcestruzzo in opera sia meno resistente del corrispondente calce-

* ENCO, collepari@encosrl.it

struzzo dei provini per le oggettive maggiori difficoltà nel compattare il getto di una struttura rispetto a quelle offerte dal confezionamento dei "cubetti". Le NTC (§ 11.2.6) prendono atto di questa maggiore difficoltà e tollerano una differenza tra i due valori di resistenza purché contenuta entro questi limiti che debbono essere verificati dal DL:

$$R_{cm \text{ strutt}} \geq 0,85 \cdot R_{cm \text{ prog}} \quad [1]$$

dove $R_{cm \text{ strutt}}$ è la resistenza "cubica" a compressione media della carota¹ ed $R_{cm \text{ prog}}$ è la resistenza a compressione media di progetto calcolabile mediante:

$$R_{cm \text{ prog}} \geq R_{ck} + K \cdot s \quad [2]$$

con s che indica lo scarto quadratico medio della resistenza dei provini cubici e K che vale 1,4. Se si opta per il cosiddetto controllo semplificato di tipo A, adottabile solo per forniture di calcestruzzo (con la stessa R_{ck}) non superiori a 1500 m³, l'equazione [2] che vale per un controllo statistico (tipo B) della fornitura di calcestruzzo diventa:

$$R_{cm \text{ prog}} \geq R_{ck} + 3,5 \text{ MPa} \quad [3]$$

Indipendentemente dal tipo di controllo (A oppure B) si richiede che il valore minimo di resistenza del singolo prelievo (R_{cmin}) sia:

$$R_{cmin} \geq R_{ck} - 3,5 \text{ MPa} \quad [4]$$

Ciò comporta che per una fornitura di calcestruzzo con R_{ck} di 30 MPa il valore minimo R_{cmin} della resistenza dei "cubetti" deve essere almeno 26,5 MPa.

Di seguito sono riportati tre esempi di calcolo della resistenza del calcestruzzo della struttura ($R_{cm \text{ strutt}}$) a parità della stessa R_{ck} di progetto qui assunta 30 MPa a titolo di esempio. A seconda del tipo di controllo (A oppure B), che deve essere indicato nel progetto accanto al valore di R_{ck} , e del valore dello scarto quadratico medio (s) di progetto, qui assunto a titolo di esempio come 5 oppure 7 MPa, i valori della $R_{cm \text{ strutt}}$ sono:

Controllo tipo A:

$$\bullet R_{cm \text{ prog}} = R_{ck} + 3,5 = 30 + 3,5 = 33,5 \text{ MPa} \rightarrow R_{cm \text{ strutt}} \geq 0,85 \cdot 33,5 = 28,5 \text{ MPa}$$

Controllo di tipo B con $s = 5 \text{ MPa}$

$$\bullet R_{cm \text{ prog}} = R_{ck} + 1,4 \cdot 5 = 30 + 7 = 37 \text{ MPa} \rightarrow R_{cm \text{ strutt}} \geq 0,85 \cdot 37 = 31,5 \text{ MPa}$$

Controllo di tipo B con $s = 7 \text{ MPa}$

$$\bullet R_{cm \text{ prog}} = R_{ck} + 1,4 \cdot 7 = 30 + 10 = 40 \text{ MPa} \rightarrow R_{cm \text{ strutt}} \geq 0,85 \cdot 40 = 34,0 \text{ MPa}$$

Come si può vedere, se la R_{ck} di progetto è 30 MPa, il valore richiesto dalle NTC per la resistenza media del calcestruzzo in opera ($R_{cm \text{ strutt}}$) varia da un minimo di 28,5 MPa (se si adotta il controllo semplificato di tipo A) fino ad un massimo di 34 MPa se si adotta un controllo statistico di tipo B con uno scarto quadratico medio di 7 MPa. Questi valori (28,5-34 MPa) che riguardano la resistenza media in opera di un calcestruzzo con R_{ck} di 30 MPa sono francamente molto impegnativi in quanto risultano molto maggiori del valore R_{cmin} ammesso per il più basso valore di resistenza dei cubetti, cioè 26,5 MPa secondo l'equazione [4]. Questa richiesta così severa, che è tutta a vantaggio di sicurezza della struttura, può essere affrontata dall'Impresa adottando le seguenti misure:

- curare la messa in opera con manodopera molto qualificata;
- utilizzare calcestruzzi fluidi "facili da mettere in opera" (classe di consistenza: S5 oppure SCC);
- ordinare calcestruzzi con R_{ck} "esuberante" rispetto a quella di progetto per

assicurarsi che la $R_{cm \text{ strutt}}$ sia comunque soddisfatta anche in caso di carente messa in opera.

PRODUTTORE DEL CALCESTRUZZO: il Produttore di calcestruzzo **deve** garantire una fornitura di calcestruzzo la cui R_{ck} , determinata sui provini prelevati in corso d'opera in presenza del DL, sia almeno eguale a quella prescritta nel progetto; inoltre, secondo il § 11.2.8, **deve** essere garantita una produzione di calcestruzzo industrializzato sottoposto a controlli durante il processo produttivo i cui risultati siano certificati da un ente ispettivo indipendente riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

COLLAUDATORE: per quanto attiene al calcestruzzo il Collaudatore **deve**:

- controllare i documenti attestanti il possesso delle necessarie autorizzazioni;
- esaminare il progetto per quanto attiene la vita utile di servizio e la durabilità;
- controllare le certificazioni dei controlli di accettazione (R_{ck}).

Il Collaudatore può:

- richiedere prove supplementari (prove in sito, prove di carico, ecc.) sulla sicurezza e la durabilità dell'opera;
- predisporre un programma di prove da sottoporre all'accettazione del Progettista, del DL e dell'Impresa.

CONCLUSIONI. Con le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni sono ben definiti i ruoli e le responsabilità dei vari operatori delle costruzioni in calcestruzzo. In particolare è definito:

- chi deve prescrivere e quali prestazioni prescrivere;
- chi deve controllare, cosa e come controllare;
- chi deve eseguire e come eseguire la struttura;
- quale calcestruzzo fornire e come controllarlo.

¹ il valore "cubico" ($R_{cm \text{ strutt}}$) della resistenza del calcestruzzo in opera è calcolabile dal valore "cilindrico" della carota estratta dalla struttura ($f_{cm \text{ strutt}}$) con l'equazione: $f_{cm \text{ strutt}} = 0,83 \cdot R_{cm \text{ strutt}}$

ASSEMBLEA GENERALE DEI SOCI

Pisa, 15 maggio 2009

In occasione delle Giornate A.I.C.A.P. 2009, svoltesi a Pisa nei giorni 14-16 maggio 2009 presso il Palazzo dei Congressi della Città, ha avuto luogo nel pomeriggio di venerdì 15 maggio, dopo la conclusione del Convegno, l'Assemblea Generale dei Soci.

Ne pubblichiamo di seguito un resoconto, riportando integralmente i principali interventi.

Il Presidente propone un ordine del giorno modificato come segue:

- Saluto del Presidente
- Proposta di modifica dello Statuto per la sostituzione del Collegio dei Revisori con un Collegio dei Probiviri
- Relazione del Consigliere Segretario
- Relazione del Consigliere Tesoriere
- Approvazione dei bilanci (Art. 12 dello Statuto)
- Prossime elezioni per il rinnovo del Consiglio Direttivo
- Varie ed eventuali

Proposta di modifica dell'ordine del giorno

Il Prof. Sanpaolesi ringrazia i Soci presenti e, per prima cosa, chiede se l'Assemblea approva l'ordine del giorno modificato.

L'Assemblea esprime voto favorevole e la discussione dei punti all'ordine del giorno può quindi iniziare.

Saluto del Presidente Prof. Luca Sanpaolesi

Dopo aver nuovamente ringraziato gli Amici presenti alla Assemblea, il Prof. Luca Sanpaolesi si scusa a nome di tutto il Consiglio Direttivo per aver apportato una modifica al programma del Convegno, che prevedeva lo svolgimento dell'Assemblea Generale il giorno precedente. Tuttavia, dati i recenti eventi sismici che hanno colpito l'Abruzzo – certo del tutto imprevedibili al momento della stesura del programma del Convegno –, è parso indispensabile al Consiglio Direttivo trovare il modo per trattare l'argomento nel corso delle Giornate, data anche la presenza del Prof. Edoardo Cosenza, il quale ha potuto presentare e coordinare lo spazio che è stato dedicato al drammatico evento.

Il Presidente quindi comunica che il Consigliere Tesoriere è dovuto ripartire per impegni improrogabili e che la sua relazione verrà letta dal Consigliere Segretario.

Propone quindi di passare subito al punto successivo.

Proposta di modifica dello Statuto per la sostituzione del Collegio dei Revisori con il Collegio dei Probiviri

Il Presidente comunica che il Consiglio Direttivo ha deliberato di sottoporre al voto della Assemblea dei Soci una modifica allo Statuto che prevede la abolizione del Collegio dei Revisori dei Conti e la introduzione invece del Collegio dei Probiviri.

Ultimamente la figura del Revisore dei Conti, infatti, ha assunto un significato che prima non aveva. Egli deve essere persona non iscritta alla Associazione, ma iscritta invece all'Albo dei Ragionieri e dei Dottori Commercialisti; egli inoltre deve essere iscritta all'apposito Albo dei Revisori dei Conti e il suo è un incarico professionale. Va d'altra parte tenuto conto del fatto che l'A.I.C.A.P., in quanto Associazione culturale senza scopo di lucro, non è soggetta all'obbligo di avere un Collegio dei Revisori.

Tutto ciò considerato il Consiglio Direttivo propone di abolire la figura dei Revisori dei Conti, per introdurre quella dei Probiviri, ai quali sarà affidato il potere arbitrale dell'Associazione, cioè il compito di comporre eventuali controversie tra i Soci o con altri Enti, Associazioni e simili. I Probiviri fanno parte degli Organi della Associazione; sono eletti dall'Assemblea Generale dei Soci; rimangono in carica per quattro anni; prestano la loro opera gratuitamente; assistono, senza diritto di voto, alle adunanze del Consiglio e le eventuali loro osservazioni e proposte sono registrate a verbale.

Gli articoli dello Statuto da modificare sono gli articoli 10, 12, 19, 20 e 21 ed il Consigliere Segretario ne dà lettura, chiarendo che il voto dell'Assemblea diven-

ta immediatamente esecutivo, senza ulteriori incombenze.

L'Assemblea vota all'unanimità a favore delle modifiche proposte

Prende di nuovo la parola il Presidente Sanpaolesi, ricordando che il mandato del Consiglio in carica è in scadenza e che a breve saranno indette le elezioni per il rinnovo dello stesso Consiglio.

Ricorda poi che l'Associazione ha organizzato tra le Giornate di Salerno e queste di Pisa molte manifestazioni tutte ben riuscite. Le stesse Giornate di Pisa, nonostante le grandi difficoltà organizzative che si sono dovute affrontare principalmente a causa del periodo di crisi che l'economia sta attraversando e che inevitabilmente si ripercuote duramente anche sulla Associazione riducendo la possibilità di sponsorizzazioni e la partecipazione stessa dei Soci, anche queste Giornate sono state condotte in porto con soddisfazione e senz'altro con ottimi risultati scientifici.

A conclusione del suo intervento, il Prof. Sanpaolesi cede la parola al Consigliere Segretario per la sua Relazione.

Relazione del Consigliere Segretario Dott. Ing. Sergio Tremi Proietti

"Sig. Presidente, Signori Soci,

prima di riferire sull'attività dell'Associazione nell'ultimo biennio, desidero ricordare con profondo cordoglio la scomparsa dei Professori **Elio Giangreco** – Presidente A.I.C.A.P. dal 1988 al 1996 – e **Franco Levi** - Vicepresidente dal 1984 al 1987-, ai quali l'A.I.C.A.P. aveva conferito la medaglia a **Socio Onorario**, rispettivamente nel 2004 e nel 1999, per gli alti contributi al progresso ed alla affermazione delle costruzioni di calcestruzzo strutturale e per l'autorevole partecipazione allo sviluppo dell'A.I.C.A.P.

Un ricordo dei due Soci Onorari è stato pubblicato nei nn. 12/08 – 2/09 del Giornale A.I.C.A.P. e inviato a tutti i Soci.

Un altro caro amico dell'Associazione, il Prof. **Pietro Pedferri**, membro della Commissione A.I.C.A.P. per le Strutture in calcestruzzo, a cui aveva contribuito con un volume sulla Corrosione molto apprezzato e richiesto, è deceduto improvvisamente lasciando un vuoto incolmabile.

Tornando alle attività dell'A.I.C.A.P., si riscontra un sostanziale allineamento con i principali obiettivi che il Consiglio Direttivo aveva delineato nel quadro strategico per il biennio 2007-2009:

- Sviluppo delle attività di ricerca.
- Presenza su tutto il territorio nazionale con corsi e convegni per la divulgazione della cultura tecnica sul calcestruzzo strutturale.
- Promozione di nuove pubblicazioni.
- Potenziamento del sito A.I.C.A.P. per il collegamento attivo con i Soci.

Tutti gli obiettivi sono stati perseguiti con determinazione dal Consiglio Direttivo, con risultati significativi per la crescita dell'Associazione, tra cui si evidenziano:

- La tempestiva riedizione dei due volumi della **Guida all'uso dell'Eurocodice 2**, aggiornata con tutti i riferimenti alle nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. '08 – e diffusi gratuitamente in tutto il Paese, iniziando dai Soci.
- La pianificazione e lo svolgimento di quattro **Corsi di Aggiornamento sulle nuove NTC** per i tecnici ITALFERR e RFI, che hanno impegnato A.I.C.A.P. – AGI – ANIDIS – CTA da ottobre a dicembre 2008, per un totale di 234 ore, consolidando i rapporti di collaborazione tra le Associazioni.
- La pianificazione per il 2009 della reiterazione di tre dei quattro corsi svolti nel 2008 per altri tecnici ITALFERR e RFI e di un nuovo corso per dirigenti.

MODIFICA STATUTO

L'Assemblea Generale dei Soci, riunitasi nel corso di queste Giornate di Pisa '09, ha approvato la modifica dello Statuto proposta dal Consiglio Direttivo (art. 12 dello Statuto) con la quale il Collegio dei Revisori viene sostituito con un Colle-



gio dei Proviviri a cui è affidato il potere arbitrale dell'Associazione.

CONSIGLIO DIRETTIVO

A norma dell'art. 15 dello Statuto dell' A.I.C.A.P., dal dicembre 2008 sono entrati a far parte del Consiglio Direttivo l'Ing. **Danilo Campagna** ed i Professori **Franco Mola** e **Giandomenico Toniolo**, in sostituzione degli Ingegneri **Gabriele Del Mese** e **Agostino Marioni** e del Prof. **Piero Pozzati**, che hanno manifestato con rammarico l'impossibilità di continuare a partecipare alle riunioni del Consiglio Direttivo, pur rimanendo Soci e continuando a seguire l'attività dell' A.I.C.A.P.

Il mandato del Consiglio Direttivo, entrato in carica nel maggio 2005, avrà termine con le Giornate A.I.C.A.P. 2009, dopo quattro anni, come previsto dall'art. 16 dello Statuto, e, pertanto, verranno indette nuove elezioni per il rinnovo del Consiglio Direttivo stesso e successivamente di tutte le cariche sociali – Presidente – Vice Presidenti – Consigliere Segretario – Consigliere Tesoriere.

SOCI ONORARI

Il Consiglio Direttivo ha nominato Socio Onorario il Prof. **Piero Pozzati**, proseguendo nella tradizionale assegnazione di questo riconoscimento, nel corso delle Giornate A.I.C.A.P., a personalità di chiara fama che hanno contribuito al progresso ed alla affermazione delle costruzioni in calcestruzzo strutturale, come recita l'art. 5 del nostro Statuto.

PREMI DI LAUREA

In occasione delle Giornate di Pisa 2009, con il patrocinio dell' A.I.C.A.P., prosegue per la settima volta la cerimonia di assegnazione di due premi laurea - di 3.000,00 euro ciascuno - istituiti dalla famiglia Sarno in onore del compianto Ing. Brunello Sarno, Socio e Consigliere A.I.C.A.P. - a due tesi su temi di ingegneria strutturale.

PREMIO A.I.C.A.P. "REALIZZAZIONI IN CALCESTRUZZO STRUTTURALE"

L'AICAP ha indetto un premio di "Eccellenza" biennale per opere realizzate in calcestruzzo strutturale, che viene offerto in occasione di ogni edizione delle Giornate A.I.C.A.P. allo scopo di promuovere l'eccellenza all'uso del calcestruzzo strutturale.

Il Premio, in accordo con il Regolamento pubblicato sul sito web dell' A.I.C.A.P., è stabilito per due categorie di opere strutturali:

- Edifici
- Opere infrastrutturali

La prima edizione ha luogo in occasione di queste Giornate di Pisa 2009, con l'assegnazione del Premio ai vincitori di ciascuna delle due categorie.

GRUPPI DI STUDIO

Nel settembre 2005, come già riferito nelle precedenti Giornate di Salerno, sono stati costituiti cinque Gruppi di Studio, con l'obiettivo di affiancare il Consiglio Direttivo nell'attività di indirizzo e pianificazione delle attività dell' A.I.C.A.P.:

- "Sviluppo strategico A.I.C.A.P." coordinatore **M. Menegotto**
- "Convegni, Corsi, Manifestazioni, Normativa" coordinatore **L. Sanpaolesi**
- "Giornale, Sito Web, Acquisizione Soci" coordinatore **S. Tremi Proietti**
- "Relazioni con Associazioni Internazionali" coordinatore **G. Mancini**
- "Iniziativa proposte specificamente dalle Aziende" coordinatore **M. Valente**

COMMISSIONI DI STUDIO

Prosegue l'attività delle Commissioni di Studio costituite dal precedente Consiglio Direttivo.

- Commissione di Studio A.I.C.A.P. per le "Strutture in Calcestruzzo"
- La Commissione di Studio A.I.C.A.P. per le Strutture in calcestruzzo venne isti-

tuita nel 2002 con il sostegno delle Associazioni AITEC – ASSOBBETON – ATECAP nell'ambito di un programma di promozione di iniziative tecnico-scientifiche mirate a diffondere gli impieghi del calcestruzzo – "Progetto Ulisse" -

L'operato della Commissione fu illustrato nel corso dell'Assemblea dei Soci delle precedenti "Giornate A.I.C.A.P. 2007".

Nel 2007 il "Progetto Ulisse" si è concluso e, nel 2008, si è costituita la FEDERBETON – AITEC, ASSOBBETON, ASSIAD, CONPAVIPER, ASSOTRAFILRETI, SISMIC, UCO MESA – che mantiene tra i propri scopi quello di svolgere attività di studio e di ricerca, continuando a sostenere la Commissione A.I.C.A.P.

La Commissione continua, quindi, ad operare con impegno, per quanto consentito dall'andamento ciclico dei finanziamenti, delineando nuovi scenari di ricerca:

– "Utilizzo della cenere volante per il miglioramento della durabilità delle strutture in c.a. per un progresso sostenibile"

Programma di ricerca coordinato dal Prof. **M. Collepari**, insieme con il Prof. **G. Mancini** e l'Ing. **M. Valente**, che hanno avviato la collaborazione con diverse sedi universitarie, unitamente ai necessari contatti con gli Enti interessati, per l'ottenimento di finanziamenti.

– "Vita residua delle strutture in calcestruzzo armato danneggiate dalla corrosione"

Programma di ricerca PRIN, coordinato dal Prof. **F. Biondini**, con la partecipazione delle Università di Roma La Sapienza, Genova e Messina e dei Politecnici di Milano e Torino.

– "Unioni di strutture prefabbricate"

Prosegue la ricerca coordinata dal Prof. **G. Toniolo**, che si sviluppa in due ambiti: nazionale ed europeo. A livello nazionale la ricerca è finanziata da ASSOBBETON, mentre a livello europeo - Italia, Spagna, Portogallo, Grecia, Turchia – è stato ottenuto un notevole finanziamento per un profilo di ricerca denominato SAFECAST, che comprende anche lo studio del comportamento sismico delle connessioni prefabbricate, l'organizzazione di corsi di istruzione e la redazione di manuali di progettazione.

• Commissione di Studio A.I.C.A.P. – A.G.I. "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce"

La Commissione ha sospeso i lavori in attesa delle nuove Norme Tecniche, poi pubblicate con il DM 14.2.2008 NTC. L'AGI, che ne curava il coordinamento, deve tuttora prendere decisioni sulla sua partecipazione alla ripresa dei lavori.

• È stato, inoltre, costituito un gruppo di Lavoro denominato "Gruppo Sostenibilità", coordinato dal Prof. **G. Mancini**, che ha pianificato un Workshop sulla sostenibilità delle strutture in calcestruzzo, con la partecipazione di esperti della materia.

MANIFESTAZIONI CULTURALI

Il Gruppo di Studio "Convegni, Corsi, Manifestazioni, Normativa", coordinato dal Presidente, ha organizzato con successo una serie notevole di manifestazioni culturali:

- Convegno "Il nuovo quadro normativo sulla progettazione antincendio delle strutture di calcestruzzo armato" - Roma, 8 febbraio 2008

- Convegno "Le strutture di calcestruzzo: dall'Eurocodice 2 alle norme tecniche" - Bologna 13 marzo 2008

- Convegno "La progettazione delle strutture di calcestruzzo con le nuove Norme Tecniche"

Catanzaro 21-22 aprile 2008

Andria 5-6 giugno 2008



Brescia 25 giugno 2008

• **N° 4 Corsi di aggiornamento per Progettisti e Direttori Lavori RFI e ITF "Sulle nuove Norme Tecniche strutturali D.M. 14/01/2008" - Roma 16 ottobre - 19 dicembre 2008**

• **N° 4 Corsi analoghi, le cui date sono slittate per motivi amministrativi di Italferr, sono già in programma per il 2009.**

PUBBLICAZIONI

L' A.I.C.A.P. continua a promuovere nuove pubblicazioni, per le quali si è manifestato un grande interesse non solo da parte di tutti i Soci, ma anche da numerosi Ingegneri non iscritti all'Associazione.

Il **Gruppo di Lavoro coordinato da F. Angotti** ha predisposto la riedizione dei due volumi della **Guida all'uso dell'Eurocodice 2**, per renderli pienamente allineati con la nuove **Norme Tecniche D.M. 14/01/2008**.

Il primo dei due volumi costituisce una vera e propria guida esplicativa delle norme, mentre il secondo sviluppa tre progettazioni rappresentative delle tipologie strutturali più ricorrenti.

Tutte le copie stampate sono state inviate in omaggio ai Soci, a tutti i docenti di Scienza e Tecnica delle Costruzioni e distribuite ai partecipanti alle manifestazioni culturali dell' A.I.C.A.P., per un totale di 2.500 copie.

È stato, poi, anche ristampato in 2.000 copie il volume **"La corrosione nel calcestruzzo"** a cura di **P. Pedferri**, che continua a essere molto richiesto dagli Ingegneri professionisti.

Sono stati, inoltre, tradotti in italiano - con revisione a cura di **M. Menegotto** e **G. Mancini** - e stampati, con il contributo rispettivamente di ASSOBECON e MAPEI, due bollettini *fib*, anche questi inviati gratuitamente a tutti i Soci:

• n° 29 **"Ponti in calcestruzzo prefabbricato"**

"Precast concrete bridges"

• n° 34 **"Codice modello per il progetto della vita di servizio"**

"Model code for service life design."

Sono stati diffusi, infine, attraverso il sito A.I.C.A.P. ed il Giornale, due pubblicazioni dell' European Concrete Platform - **"Eurocode 2 Commentary"** - **"Eurocode 2 Worked Examples"** - scaricabili dal sito ERMCO.

SITUAZIONE SOCI

Lo Statuto prevede tre figure di Soci: Sostenitori, Collettivi e Individuali.

I Soci Individuali costituiscono la base dell'Associazione diffusa su tutto il territorio nazionale.

I Soci Sostenitori ed i Soci Collettivi costituiscono il maggior sostegno per l'Associazione.

Nel 2005 è stata introdotta la figura dei Soci Equiparati, a cui appartengono per un periodo limitato (1-2 anni) tutti i partecipanti alle manifestazioni culturali, essendo le quote di partecipazione comprensive della quota d'iscrizione all'A.I.C.A.P.

Nell'ultimo biennio si è registrato un miglioramento della situazione dei Soci, con un incremento del 14% circa del numero dei Soci individuali, in virtù del notevole numero di manifestazioni culturali svolte e della divulgazione delle Pubblicazioni A.I.C.A.P., mentre il numero dei Soci Sostenitori e Collettivi è rimasto pressoché invariato.

	Anno 2007	Anno 2008
Soci sostenitori	24	22
Soci Collettivi	34	34
Soci Individuali	523	595
Soci Equiparati	1063	1643

Il collegamento con i Soci avviene attraverso tre canali principali:

SITO WEB "www.associazioneaicap.it"

Il sito, che ha una "home page" dinamica, potenziata con un sistema di news gestite su banda scorrevole, ed è continuamente aggiornato, consente di informare e comunicare con i Soci in tempo reale.

GIORNALE A.I.C.A.P.

Il Giornale A.I.C.A.P., come è noto, viene pubblicato come annesso alla prestigiosa Rivista dell'A.I.T.E.C. "L'Industria Italiana del Cemento" e gli estratti vengono inviati a tutti i Soci, mantenendo quel contatto che consente la partecipazione alla vita dell'Associazione.

L' A.I.T.E.C., con grande rammarico dell'Associazione, ha annunciato che quest'anno cesserà la pubblicazione della Rivista, che costituiva una finestra sul mondo delle Costruzioni di calcestruzzo strutturale, per cui il nuovo Consiglio Direttivo dovrà predisporre gli strumenti necessari per non interrompere il collegamento storico dell'A.I.C.A.P. con i Soci.

PUBBLICAZIONI A.I.C.A.P.

Spedizione in omaggio o a prezzi agevolati delle pubblicazioni A.I.C.A.P.

RINGRAZIAMENTI

La stesura di questa relazione è stata possibile grazie al contributo sostanziale della Segreteria A.I.C.A.P. - V. Bianconi, R. Masiello, E. Raimondi".

A.I.C.A.P.

CONSIGLIO DIRETTIVO

Presidente

Luca SANPAOLESI

Vice Presidenti

Marcello MAURO MENEGOTTO Marco

Consigliere Segretario

Sergio TREMI PROIETTI

Consigliere Tesoriere

CURCIO Francesco

Consiglieri

*Danilo CAMPAGNA CECCOLI Claudio

Giuseppe MANCINI MARRO Piero

Antonio MIGLIACCI MOLA Franco*

Cesare PREVEDINI TONIOLO Giandomenico*

Giuseppe TRAINI VALENTE Michele

Presidente uscente

Emanuele F. RADOONA

REVISORI DEI CONTI

Raffaello BARTELLETTI DI CHIARA Gabriele

Paolo SPINELLI

* I Consiglieri Danilo CAMPAGNA, Franco MOLA e Giandomenico TONIOLO sono entrati nel Consiglio Direttivo dal 16 dicembre 2008, a seguito delle dimissioni dei Consiglieri Agostino MARIONI, Gabriele DEL MESE e Piero POZZATI.



MANIFESTAZIONI A.I.C.A.P. - ANNO 2008		RELATORI	
IL NUOVO QUADRO NORMATIVO SULLA PROGETTAZIONE ANTINCENDIO DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO ARMATO Roma 8 febbraio 2008	D'INTESA CON A.G.I. A.N.I.D.I.S. A.T.E. C.T.E.	A. BENEDETTI M. CACIOLAI T. HIETANEN B. SANTORO P. SETTI S. TATTONI	
LE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO: DALL'EUROCODICE 2 ALLE NORME TECNICHE Bologna 13 marzo 2008	D'INTESA CON A.G.I. A.N.I.D.I.S. A.T.E. C.T.E.	F. ANGOTTI A. COLOMBO E. COSENZA L. FERRARA P. MARRO F. MOLA C. NUTI M. ORLANDO L. SANPAOLESI G. TONIOLO	
LA PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO CON LE NUOVE NORME TECNICHE Catanzaro 21 - 22 aprile 2008	IN COLLABORAZIONE CON ORDINE INGEGNERI DI CATANZARO D'INTESA CON A.G.I. A.N.I.D.I.S. A.T.E. C.T.E.	F. ANGOTTI G. ANGOTTI A. BURGHIGNOLI E. COSENZA M. MENEGOTTO C. NUTI L. SANPAOLESI	
LA PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO CON LE NUOVE NORME TECNICHE Andria 5 - 6 giugno 2008	IN COLLABORAZIONE CON ORDINE INGEGNERI DI BARLETTA, ANDRIA, TRANI D'INTESA CON A.G.I. A.N.I.D.I.S. A.T.E. C.T.E.	F. ANGOTTI G. ANGOTTI A. BURGHIGNOLI E. COSENZA M. MENEGOTTO C. NUTI L. SANPAOLESI	
LA PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO CON LE NUOVE NORME TECNICHE Brescia 25 Giugno 2008	IN COLLABORAZIONE CON IL C.T.E. D'INTESA CON A.G.I. A.N.I.D.I.S. A.T.E.	F. ANGOTTI A. BURGHIGNOLI E. COSENZA M. MENEGOTTO G. PLIZZARI L. SANPAOLESI G. TONIOLO	
N° 4 CORSI DI AGGIORNAMENTO SULLE NUOVE NORME TECNICHE STRUTTURALI D.M. 14/01/2008 PER PROGETTISTI E DIRETTORI DEI LAVORI R.F.I. - ITF Roma 16 Ottobre - 19 Dicembre 2008	IN COLLABORAZIONE CON A.G.I. A.N.I.D.I.S. C.T.A.	F. ANGOTTI G. ANGOTTI C. BERNUZZI F. BRAGA A. BURGHIGNOLI L. CALLISTO E. CODACCI PISANELLI M. COLLEPARDI E. COSENZA P. CROCE A. DE LUCA P. GAMBAROVA R. LANDOLFO G. LOMIENTO A. LUCCHESI G. MANCINI A. MATERAZZI M. MENEGOTTO A. MIGLIACCI F. MOLA G. MONTI	M. P. PETRANGELI P. PISTOLETTI S. RAMPOLLO W. SALVATORE P. SPINELLI M. VALENTE



PUBBLICAZIONI A.I.C.A.P.

GUIDA ALL'USO DELL'EUROCODICE 2
CON RIFERIMENTO ALLE NORME TECNICHE D.M. 14.1.08
VOL. I - Progettazione di strutture in calcestruzzo armato

VOL. II - Progettazione sismica di edifici in calcestruzzo armato

GRUPPO DI LAVORO:

F. Angotti - coordinatore

A. Colombo, E. Cosenza, L. Ferrara,
P. Fornicchi, A. Gasperi, P. Marro, F. Mola

LA CORROSIONE NEL CALCESTRUZZO

GRUPPO DI LAVORO:

P. Pedferri - coordinatore

L. Bertolini, F. Biondini, F. Bontempi, M. Collepardi,
R. Fratesi, L. Giordano

BOLLETTINI fib

TRADOTTI IN ITALIANO CON REVISIONE DI
M. Menegotto, G. Marcini

Bollettino n° 29 "Precast concrete bridges"
Bollettino n° 34 "Model code for service life design"

PREMI DI LAUREA ING. BRUNELLO SARNO
ISTITUITI DA INORIA PEPE SARNO E MARIA TERESA SARNO
CON IL PATROCINIO DELLA A.I.C.A.P.
PER LAUREATI IN INGEGNERIA
NEL PERIODO 1° MARZO 2007 - 31 OTTOBRE 2008
DA ASSEGNARE A TEMI ATTINENTI ALLA PROGETTAZIONE
DI OPERE DI CALCESTRUZZO STRUTTURALE

VII CICLO COMMISSIONE AGGIUDICATRICE

Prof. Ing. L. SANPAOLESI	Presidente A.I.C.A.P.
Dott. Ing. S. TREMI PROIETTI	Consigliere Segretario A.I.C.A.P.
Prof. Ing. N. GUCCI	Ordinario di Scienza delle Costruzioni
Prof. Ing. P. NAPOLI	Ordinario di Tecnica delle Costruzioni
Prof. Ing. E. F. RADOGNA	Presidente uscente A.I.C.A.P.

ASSEGNAZIONE DEI PREMI DA 3.000 EURO CIASCUNO

TESI DI DOTTORATO:

"Implementation and experimental verification of models for non linear analysis of masonry infilled r.c. frames"

AUTORI Ing. Alessandro Vittorio BERGAMI

RELATORE Prof. Ing. Camillo NUTI

TESI PER DIPLOMA DI MASTER:

"Cardiff Central Library Slab analysis and design to BS 8110 and Eurocode 2"

AUTORI Ing. Mirko ALBINO

RELATORE Prof. Ing. Ivo VANZI

PREMIO A.I.C.A.P. "REALIZZAZIONI IN CALCESTRUZZO STRUTTURALE"

COMMISSIONE AGGIUDICATRICE

Prof. Ing. M. MENEGOTTO	VicePresidente A.I.C.A.P.
Prof. Ing. E. COSENZA	Ordinario di Tecnica delle Costruzioni
Prof. Ing. F. MOLA	Consigliere A.I.C.A.P.
Prof. Ing. E. SIVIERO	Ordinario di Tecnica delle Costruzioni
Dott. Ing. M. VALENTE	Consigliere A.I.C.A.P.

1ª EDIZIONE

ASSEGNAZIONI

Categoria Edifici - Opera premiata:
MAXXI - Centro d'Arte Contemporanea a Roma

Categoria Infrastrutture - Opera premiata:
PONTE SUL PO della linea AV MI-BO a Piacenza

Categoria Infrastrutture - Menzione Speciale Opera:
PONTE DON BOSCO a Napoli

COMMISSIONE DI STUDIO A.I.C.A.P. PER LE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

Prof. Ing. Luca SANPAOLESI - **Presidente**

Franco ANGOTTI	ANGOTTI Giovanni
Raffaello BARTELLETTI	BIASIOLI Francesco
Gian Michele CALVI	CECCOLI Claudio
Mario COLLEPARDI	COSENZA Edoardo
Pietro CROCE	CURCIO Francesco
Alberto de VIZIO	GRANDI Maurizio
Giuseppe MANCINI	MARRO Piero
Marcello MAURO	MENEGOTTO Marco
Antonio MIGLIACCI	MOLA Franco
Camillo NUTI	SPINELLI Paolo
Giandomenico TONIOLO	TREMI PROIETTI Sergio
Michele VALENTE	

ARGOMENTI DI STUDIO

UTILIZZO DELLA CENERE VOLANTE PER IL MIGLIORAMENTO DELLA DURABILITA'

Coordinatori
Prof. Ing. M. COLLEPARDI
Prof. Ing. G. MANCINI

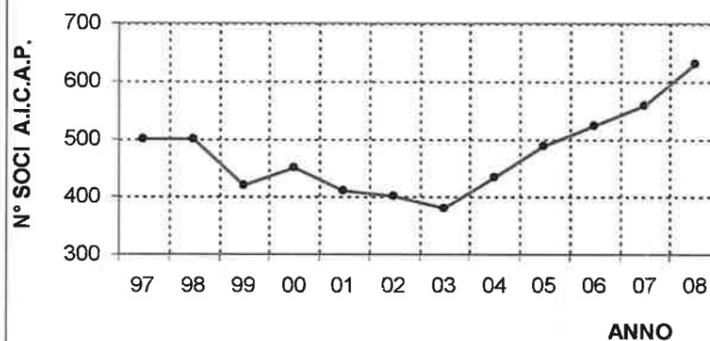
VITA RESIDUA DELLE STRUTTURE IN C.A. DANNEGGIATE DALLA CORROSIONE

Coordinatore
Prof. Ing. F. BIONDINI

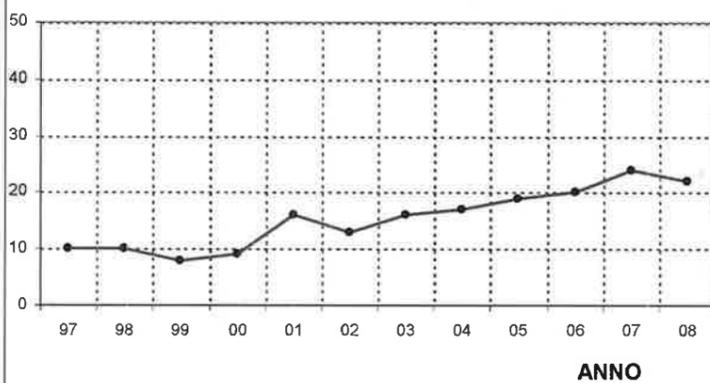
UNIONI DI STRUTTURE PREFABBRICATE

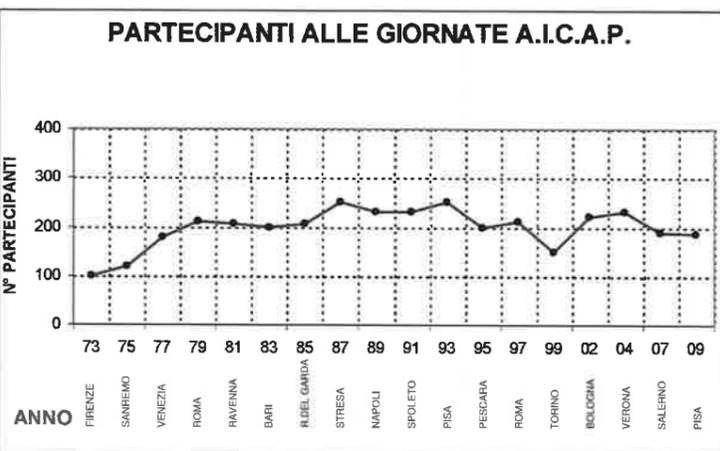
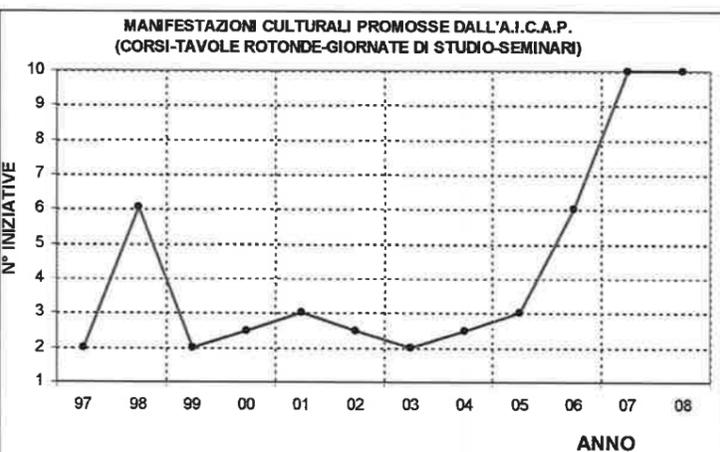
Coordinatore
Prof. Ing. G. TONIOLO

SITUAZIONE SOCI A.I.C.A.P. (SOCI INDIVIDUALI + SOCI COLLETTIVI)



SITUAZIONE SOCI SOSTENITORI A.I.C.A.P.





Relazione del Consigliere Tesoriere Dott. Ing. Francesco Curcio sui rendiconti finanziari relativi agli anni 2007-2008 (letta dal Consigliere Segretario)

"Gentili Soci,

i rendiconti finanziari relativi all'ultimo biennio 2007-2008, che vengono sottoposti all'approvazione dell'Assemblea ai sensi dell'art. 12 dello Statuto, evidenziano una crescita dell'Associazione dovuta sia alle numerose iniziative culturali orientate all'aggiornamento ed alla qualificazione professionale, sia alla diffusione in tutto il Paese delle pubblicazioni A.I.C.A.P.

Si riscontra, infatti, un risultato positivo sul piano delle entrate, che consente all'Associazione di proseguire nell'azione promozionale di iniziative culturali, finalizzate all'ampliamento della partecipazione degli ingegneri ed al consolidamento della tendenza alla crescita del numero dei Soci.

Il numero dei Soci individuali, rispetto al 2007, si è incrementato del 14% circa, passando da 523 a 595, mentre il numero dei Soci Collettivi e Soci Sostenitori è rimasto pressoché invariato, con un ammontare complessivo delle quote sociali di 135.466,67 Euro.

Il complesso delle entrate per iniziative culturali è stato di 270.961,88 Euro, a fronte di spese per un totale di 184.323,87 Euro.

Sul fronte dei costi si rileva un sostanziale contenimento delle spese generali, individuate in bilancio sotto la macrovoce spese per Sede e Istituzionali per un totale di 231.217,47 Euro, nonostante il grande impegno richiesto per far fronte alle nuove e più incisive attività associative sia di ordine culturale che commerciale.

Il disavanzo finanziario di Euro 5.820,75 non registra l'effettiva situazione economica dell'A.I.C.A.P. in quanto non tiene conto delle entrate del 2009 che si riferiscono ad attività svolte nel 2008, anche se può essere considerato del tutto

fisiologico per un'Associazione senza scopo di lucro, in crescita, che svolge un'intensa attività di divulgazione della cultura tecnico-scientifica e che ha diffuso gratuitamente le proprie pubblicazioni per molte migliaia di copie, in pieno accordo con gli scopi dell'Associazione delineati nell'art. 2 dello Statuto".

Approvazione dei bilanci (Art. 12 dello Statuto)

La Relazione ed i bilanci allegati sono approvati all'unanimità dalla Assemblea dei Soci.

Prossime elezioni per il rinnovo del Consiglio Direttivo

Il Prof. Sanpaolesi ricorda ancora una volta che a breve saranno indette le elezioni per il rinnovo del Consiglio Direttivo per il quadriennio 2009-2013 e come primo passo la Segreteria invierà a tutti i Soci il materiale per le votazioni: elenco dei Soci per categoria, schede di votazione, buste, oltre ad un elenco di Soci che si sono dichiarati disponibili ad essere eventualmente eletti. Naturalmente tutti i Soci in regola con le quote sociali potranno votare ed essere votati.

Varie ed eventuali

Il Presidente Sanpaolesi ricorda che vi sono tra gli altri due argomenti che il prossimo Consiglio Direttivo sarà chiamato ad affrontare quanto prima e cioè: la ripresa della pubblicazione del Giornale A.I.C.A.P., studiando le possibili soluzioni, avendo ovviamente riguardo sia ai problemi economici che a quelli organizzativi, e la sostituzione delle comunicazioni ai Soci via posta ordinaria con la posta elettronica, il che consentirebbe di abbattere le spese postali che rappresentano ora una voce importante delle uscite.

Sulla questione di privilegiare sempre più la posta elettronica, l'Assemblea concorda e sia il Prof. Franco Angotti, che il Prof. Pasquale Malangone, che il Prof. Marco Menegotto sottolineano che, ad esempio, presso Ordini e Università la comunicazione postale cartacea ha lasciato il posto alla comunicazione per via elettronica, anche se con qualche difficoltà.

Il Consigliere Segretario fa notare che solo circa un terzo dei Soci A.I.C.A.P., dopo molte sollecitazioni, ha fornito il proprio indirizzo e-mail e quindi, allo stato attuale, non è possibile sostituire completamente la comunicazione cartacea con quella elettronica.

Il Presidente Sanpaolesi è del parere che il passaggio vada sollecitato, ma compiuto gradatamente. Inoltre fa notare che le spese postali non si esauriscono con le comunicazioni ai Soci, ma in parte consistente sono dovute all'invio del Giornale A.I.C.A.P. e dei volumi.

Il Prof. Menegotto fa notare che il Consiglio Direttivo potrebbe anche valutare l'ipotesi di pubblicare il Giornale A.I.C.A.P. sul sito, invece di stamparlo ed spedirlo in veste cartacea.

Sempre in tema di comunicazione per via elettronica, il Prof. Sanpaolesi aggiunge che un'altra decisione che spetterà al prossimo Consiglio Direttivo sarà la forma di diffusione degli Atti del Convegno, se in volume cartaceo come fatto finora – anche se gli Atti di Salerno e di Pisa sono stati pubblicati anche su compact disk-, ovvero solo su CD.

Quella del CD è una opzione che andrà valutata con attenzione – è infatti una soluzione economicamente molto vantaggiosa – anche se molti dei presenti manifestano la loro personale preferenza per il tradizionale volume cartaceo.

Il Prof. Malangone e l'Ing. Tremi ricordano che in molti Convegni internazionali viene pubblicato un volume contenente i sommari estesi delle memorie, molto comodo per chi legge, mentre il testo integrale delle stesse è pubblicato solo su CD.

Conclusa la discussione, il Prof. Sanpaolesi saluta i partecipanti alla Assemblea, ringraziandoli ancora per essere intervenuti e dando loro l'arrivederci ad una prossima occasione.

Bilancio A.I.C.A.P. 2007-2008**SITUAZIONE PATRIMONIALE**

ATTIVO		PASSIVO	
Cassa	10,00	Iva commerciale	2.056,38
Banca	70.874,81	F.do amm.to 2001/08	18.952,93
Posta	5.008,31	F/do Patrimoniale	63.017,64
Libri e stamp in vendita	2.426,00		
Macchine elettroniche	11.686,23		
Sito Web 03	4.594,80		
Computer AG infor	1.716,00		
PC Pentium + monitor	955,90		
disavanzo del biennio	5.820,75	disavanzo 07	19.065,85
Totale	103.092,80	Totale	103.092,80

CONTO ECONOMICO

SPESE PER INIZIATIVE		ENTRATE PER INIZIATIVE ISTITUZIONALI	
Roma 06	266,44	Pisa 07	18.649,19
Pisa 07	12.375,08	Ancona 07	8.686,42
Ancona 07	8.732,39	Trani 07	1.973,00
Trani 07	8.464,42	Napoli 07	10.670,00
Napoli 07	11.565,78	Salerno 07	3.494,84
G.AICAP 07	85.918,66	Contributi GA 07	48.500,00
		Iscrizioni GA 07	52.748,98
Accompagnatori (GA '07)	347,20	Accompagnatori	1.400,00
Mostra (GA '07)	15.058,07	Mostra	13.500,00
Antincendio (febbraio '08)	10.275,59	Antincendio	5.900,00
Bologna (marzo '08)	13.274,05	Bologna	18.032,45
Catanzaro (aprile '08)	4.552,53	Catanzaro	10.017,00
Andria (giugno '08)	10.762,11	Andria	9.590,00
Corso Italferr (ott-nov.'08)	53,40	Corso Italferr	62.400,00
G.Aicap 09	2.678,15	Contr. Pubblicità	5.400,00
Totale	184.323,87	Totale	270.961,88
SPESE PER SEDE E ISTITUZIONALE		ENTRATE ORDINARIE	
Atecap	33.875,41	Quote 2007/08	135.486,67
Telefono	3.816,30	Vendite pubblicazioni	3.272,04
Collaboratori	94.458,51		
Ritenute	30.195,79		
Giornale	10.098,15		
Rimb spese	5.511,81		
Rimborsi CD	2.242,00		
Postali	9.620,12		
Tipografiche	6.822,19		
Cartoleria	4.115,55		
Bancarie	2.492,67		
Rappresentanza	2.142,61		
Fotocopie	1.216,21		
Corriere	1.422,80		
Ospiti	216,79		
Varie	13.702,88		
Stampa Boll. fib	9.267,68		
	231.217,47		138.758,71
	415.541,34		409.720,59
		disavanzo biennio	5820,75

Il disavanzo finanziario di Euro 5.820,75 non registra l'effettiva situazione economica dell'A.I.C.A.P. in quanto non tiene conto delle entrate del 2009 che si riferiscono ad attività svolte nel 2008

PIERO POZZATI

SOCIO ONORARIO A.I.C.A.P.

In apertura delle Giornate A.I.C.A.P. 2009 di Pisa, è stata conferita al Prof. Piero Pozzati la qualifica di Socio Onorario dell'A.I.C.A.P.

In quella occasione, il Vice-Presidente A.I.C.A.P. Ing. Marcello Mauro ha così motivato il conferimento della medaglia al Prof. Pozzati.

Tratteggiare, sia pure in estrema sintesi, l'attività scientifica, didattica e culturale del Prof. Piero Pozzati, significa rivedere in filigrana, attraverso il percorso intellettuale di una personalità eccezionale, lo svolgersi della vicenda storica nazionale dal dopoguerra ad oggi, dalla ricostruzione all'industrializzazione, dall'affermarsi del settore terziario alla rivoluzione tecnologica dei nostri tempi.

La modernizzazione del Paese si è avvalsa dei progressi delle discipline tecniche e queste hanno avuto impulso dalla crescita sociale ed economica. In tale contesto, l'Ingegneria Civile ha avuto un ruolo decisivo, rispondendo alla sempre crescente domanda di nuove opere e di infrastrutture rendendo disponibili ed operative le nuove conoscenze e i prodotti dell'evoluzione tecnologica.

Ed è nel settore disciplinare dell'Ingegneria delle Strutture che il Prof. Pozzati esprime la Sua produzione scientifica, splendidamente feconda e sviluppata senza soluzione di continuità dal 1946 ad oggi, alimentata da vasta ed elevata dottrina, costantemente rivolta a perseguire finalità di concretezza e quindi a fornire agli ingegneri soluzioni praticabili ed efficaci per risolvere problematiche tecniche ostiche e fino a quel momento praticamente inaccessibili.

Questo è anche il segno caratteristico del Suo impegno scientifico che qualifica il Suo insegnamento, tenuto pressoché ininterrottamente per quarantacinque anni presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna, dove si laurea in ingegneria civile nel dicembre del 1945 con il Prof. Odone Belluzzi, con il massimo dei voti e con lode. Il Suo percorso universitario è particolarmente brillante, nonostante le difficoltà dei tempi. Assistente presso l'Istituto di Scienza delle Costruzioni subito dopo la laurea, nel 1946, già nel 1949 consegue la libera docenza in Scienza delle Costruzioni. Nello stesso anno assume l'incarico di professore di Costruzioni in Legno, Ferro e Cemento Armato. Nel 1954 vince, primo nato, il concorso alla cattedra di Tecnica delle Costruzioni bandito dal Politecnico di Torino, ma dopo solo un anno è richiamato per trasferimento a Bologna a ricoprire la cattedra di Tecnica delle Costruzioni. Successivamente, assumerà la funzione di Direttore dell'Istituto di Tecnica delle Costruzioni.

Contemporaneamente all'insegnamento di titolarità, è chiamato a svolgere il corso di Lastre Piane e Curve presso la Scuola di Specializzazione per le Costruzioni di Cemento Armato del Politecnico di Milano e il corso di Costruzioni di Ponti nella stessa Università di Bologna.

Autore di quattro volumi sulla Teoria e Tecnica delle Strutture, è componente dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Scienza, Lettere ed Arti di Bologna, è membro corrispondente dell'Accademia Nacional de Ingenieria di Buenos Aires ed ha ricevuto la medaglia d'oro del Ministero della Pubblica Istruzione per "Benemerenze nella Scuola, nella Cultura e nell'Arte".

Conclusa nel 1992 la attività didattica ufficiale, nel 1997 è nominato Professore Emerito e nel 2001 tiene un corso di Etica Ambientale presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pavia.

Le Sue prime pubblicazioni iniziano nel 1946, subito dopo la laurea, e testimoniano l'intento di rendere praticabile – senza tuttavia perdere di rigore – il calcolo, ancora manuale, delle tipologie strutturali ricorrenti e di quelle più complesse, in quell'epoca di intenso sviluppo della tecnica del cemento armato: i telai, le lastre variamente vincolate e comunque caricate, i solai a fungo, le travi e le piastre su terreno elastico, le lastre curve, le strutture precomprese.

Quasi in simbiotico parallelismo alla ricerca scientifica si colloca una attività progettuale caratterizzata da soluzioni strutturali ardite e suggestive, ancorché di ingegnosa semplicità, quale ad esempio il trampolino olimpico per salti con sci a Cortina d'Ampezzo e l'ampliamento dello Stadio comunale di Bologna.

In rapporto con i sempre nuovi problemi tecnici posti dall'evoluzione tecnologica, il Suo interesse scientifico si appunta sullo studio del comportamento di una vasta gamma di strutture speciali, di opere marittime, così come sull'analisi delle azioni sismiche sulle strutture, sulla genesi, l'impostazione e le finalità delle nor-

me, sulla stessa filosofia, cioè, delle norme.

Nella prolusione da Lui tenuta nel 1987, su richiesta del Senato Accademico, per l'inaugurazione del novecentesimo anno accademico dell'Università di Bologna, vengono per la prima volta esposte le Sue riflessioni sulle responsabilità etiche della tecnica, ulteriormente approfondite e condensate nella sua ultima lezione, incentrata sulla "proliferazione delle normative e tecnicismo".

Attraversando con grande sensibilità e spirito creativi i diversi momenti storici, l'attività intellettuale e professionale del Prof. Pozzati si caratterizza anche – quale felice peculiarità di un impegno scientifico e culturale ereditato dal suo illustre Maestro – per il profondo senso del dovere e della responsabilità del suo Ufficio, responsabilità rivolta in primo luogo alla formazione delle nuove generazioni di ingegneri, ma che progressivamente si estende – in relazione alla tumultuosa diffusione della "civiltà della tecnica" – al delicatissimo tema delle possibili ricadute delle attività dell'uomo sull'ambiente e sulla vita.

Questa tematica comincia ad essere sistematicamente trattata dapprima nelle Sue lezioni di "etica ambientale", insegnamento da Lui fortemente voluto ma scarsamente risonante in un ambiente universitario spesso sordo ed apatico; successivamente questo filone culturale viene sviluppato con ampiezza di visione storico-filosofica, nel volume "Verso la cultura della responsabilità - Ambiente, tecnica, etica", pubblicato nel giugno 2007. È questo un libro eccezionalmente singolare nel panorama della letteratura scientifica. Appassionante come un romanzo e rigoroso come un trattato; fondamentale per conoscere, comprendere e misurare le conseguenze ambientali dei nostri attuali modi di produzione e stili di vita. Vengono illustrate con chiarezza espositiva ed efficacia sintetica, "da ingegnere", i complessi meccanismi fisici ed antropici alla base delle diverse emergenze ambientali: incremento demografico, riscaldamento globale e destabilizzazione climatica, emissioni inquinanti ed effetto serra, modificazioni degli assetti energetici globali, riduzione delle disponibilità di acqua dolce.

Attraverso un approfondito excursus del pensiero scientifico occidentale, dalla rivoluzione industriale dell'800 ad oggi, sono posti in luce gli effetti dell'integrazione delle applicazioni tecnologiche nella società e nell'economia, con i conseguenti gravissimi rischi per l'ecosistema; rispetto ai quali c'è da opporre un solc rimedio: la cultura della responsabilità.

È questa la sostanza del principio etico di responsabilità, fortemente richiamato dal Prof. Pozzati: esso si pone come necessaria stella polare di chiunque oggi operi nel campo della tecnica, e quindi, *in primis*, degli ingegneri.

Si tratta cioè del dovere di valutare preventivamente gli effetti che sull'ambiente e sull'uomo – e quindi sulla vita – possono avere le applicazioni di una tecnica che ormai si sviluppa in un continuo e inarrestabile divenire, quasi obbedendo automaticamente ad un intrinseco codice genetico che, lasciato agire liberamente sembra sfuggire ad ogni successiva possibilità di controllo e non rispondere ad alcuna forma di responsabilità. Cosicché all'Ingegnere, reso consapevole e responsabile della sua attività, capita, nella sua quotidiana esperienza professionale di ricondursi idealmente al pensiero e all'insegnamento del Prof. Pozzati, proprio attraverso l'acquisita coscienza del delicato rapporto tra applicazioni della tecnica e responsabilità, rapporto dialettico che può trovare nella prassi una feconda sintesi solamente attraverso la mediazione dell'etica, e sempre sul presupposto di una qualificata personale competenza professionale.

Si accennava prima di come l'attività del Prof. Pozzati si sia intrecciata con momenti salienti della vicenda nazionale.

Un coinvolgimento diretto è accaduto allorché le traversie di un momento storico particolarmente critico e convulso della vita del nostro Paese, hanno determinato la necessità di ripristinare l'autorevolezza dello Stato ed hanno imposto la necessità di porre al vertice di delicate Istituzioni personalità di sicura e indiscussa caratura intellettuale e morale.

È in conseguenza di questo obiettivo stato di emergenza, anche morale, che Prof. Pozzati è stato chiamato, per il biennio 1992-'94, ad assumere l'incarico di Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in una situazione generale di gravissima crisi, contraddistinta da pesanti ripercussioni proprio nel settore dei lavori pubblici.

Nell'esercizio di questo nuovo ed inaspettato compito, mostrando ineguagliabili doti di equilibrio, saggezza lungimiranza e determinazione, Egli ha guidato il Consiglio Superiore verso i più alti livelli di prestigio, propri dei momenti migliori della lunghissima tradizione di questo Organismo, voluto e costituito con eccezionale lungimiranza nel 1859 da Cavour per soddisfare l'esigenza del costituendo Stato unitario di disporre di un proprio massimo Organo tecnico in vista dell'enorme opera di infrastrutturazione del territorio, indispensabile per realizzare l'unificazione fisica e politica della nuova Nazione.

In ideale continuità con questa genesi storica, grazie al prestigio ed all'impegno del Prof. Pozzati, nel corso della Sua Presidenza veniva concepita e varata la nuova Legge Quadro sui lavori pubblici, imperniata sulla scelta valoriale della centralità del progetto e quindi della qualità integrale del processo costruttivo, degli operatori (Committenza, Progettista, Impresa, Maestranze, Direzione Lavori, Collaudatori), dei materiali, prodotti, processi e sistemi costruttivi impiegati nella costruzione.

All'interno di questo contesto, la Legge riaffermava, e tutt'ora riafferma, per il Consiglio Superiore, la natura di massimo organo tecnico-consultivo dello Stato, garantendone "la piena autonomia funzionale e organizzativa, nonché l'indipendenza di giudizio e di valutazione".

Dichiarazione questa apparentemente rituale nella forma quanto preziosa nella sostanza, perché attribuisce espressamente e giuridicamente al Consiglio Superiore la dignità di una alta funzione di garanzia che ha valore anche di riconoscimento della funzione sociale dei tecnici: attestazione quanto mai rara in una so-

cietà nella quale culturalmente prevale la formazione giuridico-amministrativa rispetto a quella scientifica.

Va anche ricordato che sotto la presidenza del Prof. Pozzati è stata impostato e varato il primo recepimento nella normativa tecnica nazionale degli Eurocodici EC2 ed EC3: operazione in lui fortemente ispirata dal proposito di contribuire anche per tale verso all'unione dell'Europa ed attuata seguendo il metodo "popperiano" di un ampio e aperto confronto fra i diversi punti di vista allora esistenti sulla questione.

Del resto appartiene alla Scuola ed alla formazione culturale del Prof. Pozzati favorire la discussione pacata e produttiva, attraverso la quale si possono ponderare tutti gli aspetti delle questioni e pervenire ad una conoscenza delle cose che si avvicini alla verità.

Questa attitudine alla condivisione ed all'approfondimento comunitario è alla base della Sua convinta partecipazione alla costituzione dell'A.I.C.A.P., Associazione alla quale ha attivamente collaborato, facendo continuamente parte del suo Consiglio Direttivo dal 1972 fino al 2008, quando, con parole di grande significato morale e carica emotiva, ha rimesso il suo mandato di Consigliere per motivi di salute.

Per questi motivi e come doveroso riconoscimento dei suoi meriti, l'A.I.C.A.P. oggi conferisce al Prof. Pozzati la qualifica di Socio Onorario, e con grande emozione a Lui esprimo, personalmente e a nome del Consiglio Direttivo e di tutta l'Associazione, sentimenti profondi di rispetto, gratitudine, ammirazione e sincero affetto.

CONSEGNA DEI PREMI DI LAUREA "ING. BRUNELLO SARNO" VII CICLO



In occasione delle Giornate A.I.C.A.P. 2009 di Pisa, la mattina del giorno giovedì 14 maggio 2009, presso il Palazzo dei Congressi della Città, dopo la consegna dei premi A.I.C.A.P. 2009 "Realizzazioni in calcestruzzo strutturale" sono stati consegnati i Premi "Ing. Brunello Sarno" istituiti dalle Signore Inoria Pepe Sarno e Maria Teresa Sarno, con il patrocinio dell'A.I.C.A.P., per onorare la memoria dell'Ing. Brunello Sarno, socio e consigliere dell'Associazione.

A partire dall'edizione 2009 il Premio Sarno, finora destinato alle sole tesi di laurea, è stato esteso anche alle tesi di dottorato e di master.

La cerimonia di consegna dei Premi è stata condotta dal Prof. Emanuele Filiberto RADOGNA, past President della Associazione. Hanno ritirato i Premi, consegnati loro dalla Signora Inoria Pepe Sarno, i due vincitori:

Ing. Alessandro Vittorio BERGAMI, nato a Roma il 6 aprile 1979, il quale ha conseguito il titolo di Dottore di Ricerca il 28 marzo 2008 presso l'Università degli Studi di Roma 3, con la tesi dal titolo: "Implementation and experimental verification of models for non linear analysis of masonry R.C. frames". Relatore il Prof. Camillo Nuti.

Ing. Mirko ALBINO, nato a Messina il 9 dicembre 1980, il quale ha conseguito in data 25 luglio 2008 il Diploma di Master di II Livello in "Innovazione nella Progettazione, Riabilitazione e Controllo delle Strutture in Cemento Armato", coordinatore il Prof. Camillo Nuti, promosso ed organizzato dall'Università degli Studi di Roma 3 e dall'AI TEC. Titolo dell'elaborato di tesi: "Cardiff Central Library Slab analysis and design to BS 8110 and EC2". Relatore il Prof. Ing. Ivo Vanzi.

La Commissione giudicatrice dei Premi, nominata dal Consiglio Direttivo A.I.C.A.P. e composta da:

- Prof. Ing. Luca Sanpaulesi, presidente dell'Associazione
 - Dott. Ing. Sergio Tremi Proietti, consigliere A.I.C.A.P.
 - Prof. Ing. Natale Gucci, ordinario di Scienza delle Costruzioni
 - Prof. Ing. Paolo Napoli, ordinario di Tecnica delle Costruzioni
 - Prof. Ing. Emanuele Filiberto Radogna, ordinario di Tecnica delle Costruzioni
- riunitasi a Roma presso la sede dell'A.I.C.A.P. il giorno 7 aprile 2009 ha assegnato con parere unanime i due Premi, con le seguenti motivazioni:

Elaborato di tesi di dottorato di ricerca dal titolo "Implementation and experimental verification of models for non linear analysis of masonry R.C. frames"

La tesi affronta in modo sintetico il difficile studio della risposta sismica di telai in cemento armato tamponati, iniziando dalla caratterizzazione sperimentale di campioni di muro costituiti da due tipi di blocchi di laterizio non strutturale e da due tipi di malta, combinati in quattro differenti tipologie di muro.

Dopo la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei pannelli di laterizi,

mediante prove di compressione lungo la direzione dei fori, la direzione ortogonale e lungo le diagonali, sono state eseguite prove di spinta orizzontale ciclica su tre portali in c.a. realizzati in scala 1:2, di cui uno privo di tamponatura ed i restanti due tamponati.

Le prove sui portali hanno consentito di determinare il contributo attribuibile alla tamponatura come differenza tra la curva di capacità del telaio tamponato e nudo.

I risultati delle prove sperimentali sono stati confrontati con quelli ottenuti dalle analisi numeriche degli stessi portali provati in laboratorio e di altri telai piani estratti da edifici in scala reale con tamponature.

Lo studio, particolarmente complesso, risulta di grande utilità oltre che per la valutazione dei danneggiamenti di telai tamponati e della sola tamponatura a seguito di eventi sismici, anche per la calibrazione delle tecniche di protezione passiva.

Il lavoro si conclude con una serie di interessanti considerazioni sui possibili sviluppi futuri delle tematiche illustrate, mettendo in evidenza il loro concreto contributo al perfezionamento dei modelli di calcolo, attualmente utilizzati nel progetto delle strutture intelaiate di calcestruzzo armato in zona sismica.

Elaborato di tesi per il diploma di Master di II Livello dal titolo: "Cardiff Central Library Slab analysis and design to BS 8110 and EC2"

La tesi mette a confronto la normativa strutturale inglese BS 8110 e l'Eurocodice n. 2, evidenziandone le differenze applicative, con riferimento al progetto di una piastra in cemento armato del primo piano della Nuova Biblioteca di Cardiff, eseguite dallo stesso autore dell'elaborato nel corso di uno stage presso la sede di Cardiff della Società Arup.

L'analisi della piastra, che presenta una maglia strutturale regolare senza l'interposizione di travi, è stata eseguita con il metodo dei telai equivalenti (equivalent frame analysis - EFA) in accordo con le BS 8110 e l'Annesso I dell'EC2, riscontrando una equivalenza ottimale dei risultati ottenuti, in termini di sollecitazioni, con quelli determinati in modo rigoroso attraverso diversi modelli agli elementi finiti (finite elements - FE).

Per quanto riguarda le principali differenze tra i due codici in termini più generali, vengono esaminate, in particolare, quelle che riguardano la trattazione del taglio e le verifiche a punzonamento, mettendo in evidenza alcuni vantaggi sull'uso dell'EC2.

L'esposizione molto chiara ed accurata fornisce interessanti spunti di riflessione per gli ingegneri progettisti di strutture in cemento armato e costituisce un esempio di riferimento per ulteriori approfondimenti delle normative.

PREMI A.I.C.A.P. “REALIZZAZIONI IN CALCESTRUZZO STRUTTURALE” EDIZIONE 2009

In occasione delle Giornate A.I.C.A.P. 2009 di Pisa, la mattina del giorno giovedì 14 maggio 2009, presso il Palazzo dei Congressi della Città, sono stati consegnati i Premi A.I.C.A.P. 2009 “Realizzazioni in calcestruzzo strutturale”.

La cerimonia è stata condotta dal Prof. Marco Menegotto, Vice Presidente dell'Associazione, il quale ha presentato ed illustrato le opere vincitrici ad ha consegnato i Diplomi di eccellenza ai vincitori.

Il premio, istituito nel 2009, è stato assegnato per la prima volta a Pisa e verrà assegnato in successive edizioni, in occasione delle Giornate A.I.C.A.P. future, come da Regolamento pubblicato anche sul sito dell'Associazione.

Le opere presentate a concorso erano le seguenti:

Per la categoria EDIFICI:

Chiesa “Dio Padre Misericordioso” a Tor Tre Teste – Roma

Como Light Pavillon – Como

MAXXI Centro d'arte contemporanea – Roma

Sede di Sky Italia – Milano

Per la categoria OPERE INFRASTRUTTURALI:

Canada Line – Vancouver

Ponte Don Bosco – Napoli

Ponte sul Po della Linea AV MI-BO – Piacenza

Ponte sul Rio Potengi – Natal, Brasile

Le opere da premiare sono state designate dalla Commissione giudicatrice, nominata dal Consiglio Direttivo dell'A.I.C.A.P., riunitasi a Roma il giorno 7 Maggio 2009 presso la sede della Associazione e composta da:

Marco MENEGOTTO, *coordinatore*

Edoardo COSENZA

Franco MOLA

Enzo SIVIERO

Michele VALENTE

La Commissione, visto il bando del concorso e le finalità statutarie dell'Associazione, ha preliminarmente deciso di valutare prioritariamente sia gli aspetti progettuali che gli approfondimenti di ricerca tecnologica, normativa e scientifica finalizzata alle applicazioni delle opere di calcestruzzo strutturale.

La Commissione è passata poi all'esame approfondito degli elaborati ed è per-

venuta, con parere unanime, alla seguente decisione di assegnazione dei premi:

Categoria EDIFICI

MAXXI – Centro d'Arte Contemporanea a Roma

L'opera si connota come esempio di assoluta rilevanza nel rapporto fra l'architettura e l'ingegneria strutturale, e gli aspetti tecnologici e costruttivi, con ottima sintesi di tutti. Il requisito di antisismicità ha reso più complessi il progetto e l'esecuzione.

Il ricorso a calcestruzzi di elevate prestazioni, autocompattanti ed a ritiro compensato, ha consentito la realizzazione, di esito pregevole, delle elaborate forme curvilinee e dei volumi sovrapposti, con getti in continuità di strutture a faccia-vista di dimensioni imponenti.

Categoria OPERE INFRASTRUTTURALI

PONTE SUL PO della linea AV MI-BO a Piacenza

L'opera rappresenta uno dei pochi esempi di ponti strallati per ferrovie ad alta velocità, ed è il primo realizzato in Italia.

Il progetto ha risolto pienamente i problemi connessi ai vincoli di funzionalità dell'esercizio – in particolare alle deformazioni ed agli effetti dinamici conseguenti all'interazione binario-struttura – accentuati dall'obliquità dell'attraversamento, dalla sismicità del sito e dalle difficoltà esecutive in alveo anche per la permanenza della navigazione.

La Commissione ha ritenuto inoltre meritevole di menzione l'opera:

PONTE DON BOSCO a Napoli

L'opera merita una menzione, in quanto risolve brillantemente l'inserimento nel contesto urbano, per l'estetica, la funzionalità, la concezione strutturale ed esecutiva.

Hanno ritirato i Premi il Prof. Ing. Giorgio CROCI, per il MAXXI Centro d'arte contemporanea a Roma, il Prof. Ing. Mario Paolo PETRANGELI, per il ponte sul Po della linea AAVV MI-BO e il Prof. Ing. Antonello DE LUCA per il Ponte Don Bosco a Napoli.

Le schede illustrative delle tre opere sono riportate nelle pagine seguenti.

Come da Regolamento, i vincitori potranno essere candidati dall'A.I.C.A.P. al prossimo “ECSN Award” Europeo.

