

IMPIEGO DEI NUOVI CALCESTRUZZI STRUTTURALI

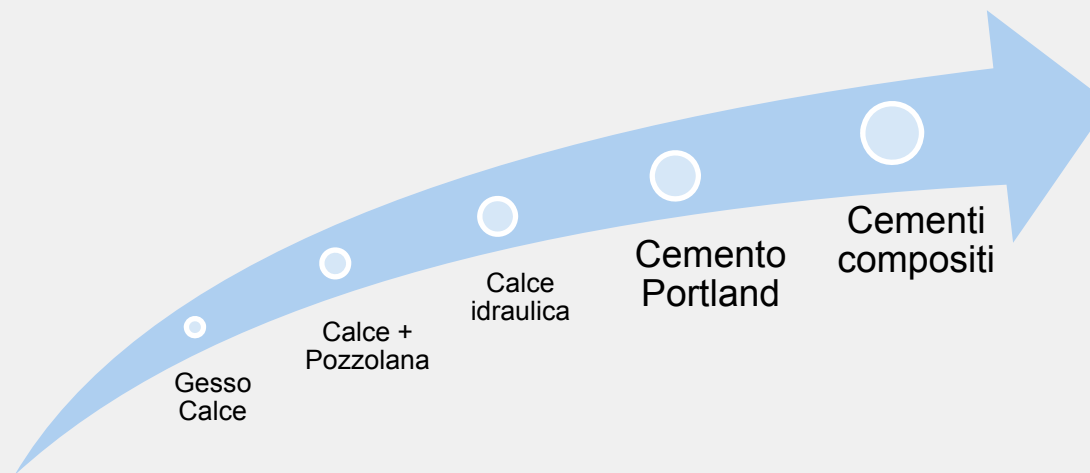
Il° sottotema – Relazione Generale
GIORNATE AICAP 2011 - Padova
Ing. Luigi Buzzi

Evoluzione del calcestruzzo e dei suoi componenti nei secoli

Il calcestruzzo già nell'Epoca Romana (opus caementitium) era costituito da una miscela di

- Aggregati: Pietra e rottami di mattoni
- Legante: Calce + Pozzolana (+ acqua)

Ancora oggi la matrice è rimasta sostanzialmente analoga, ma i componenti della pasta “Legante”, così come la tecnologia di produzione del calcestruzzo, hanno avuto negli anni una importante evoluzione.



“Il cemento è una polvere miracolosa, capace di trasformarsi in pietra resistente e durevole con forme di ogni tipo, per realizzare strutture straordinarie: grattacieli, ponti, piattaforme marine, grandi hangar per aerei, stadi, teatri, chiese, barriere autostradali, ecc., strutture tutte di grande resistenza, portanza e grande luce... E tutto ciò con infinita scelta di soluzioni ed a costi moderati”

(Ing. Sandro Buzzi)

Il Calcestruzzo oggi - Fattori di successo

- I costituenti necessari sono di basso costo, disponibili in quantità e ben distribuiti sul pianeta
- Gli aggregati, materiale preponderante (volume) nel mix, possono essere in parte ricavati da calcestruzzo riciclato
- E' un materiale versatile e durevole, quando progettato con competenza e messo in opera a regola d'arte
- Il calcestruzzo è uno dei materiali da costruzione maggiormente sostenibile, sia per l'energia consumata nella sua fabbricazione che per le sue proprietà intrinseche all'impiego (massa termica, isolamento, resistenza al fuoco, ecc.)

Attualmente si stima un utilizzo nel mondo di oltre 30 bilioni di tonnellate all'anno di calcestruzzo ⁽¹⁾, che rappresenta pertanto la seconda sostanza maggiormente consumata dopo l'acqua

(1) fonte: World Business Council for Sustainable Development

Verso cementi e calcestruzzi a maggiore sostenibilità ambientale

Fino ad oggi, l'obiettivo della ricerca era indirizzato alla maggiore **prestazione**

Nello scorso decennio, ma con una forte accelerazione nell'ultimo periodo, l'obiettivo sta diventando la maggiore **sostenibilità ambientale**

- Ridurre il consumo di risorse naturali non rinnovabili
- Contribuire in modo positivo alla lotta ai cambiamenti climatici

⇒ La necessità di ridurre le emissioni di CO₂ ha avuto come conseguenza l'impiego di cementi compositi che massimizzano il contenuto di SCM (materiali cementizi aggiuntivi, in particolare: calcare, pozzolana, fly ash, loppa) a scapito di quello del clinker. Strategia che funziona nel breve-medio termine, ma è limitata, oltre che dalla disponibilità a livello mondiale di SCM, anche da una soglia di sostituzione oltre la quale vengono compromesse prestazioni e durabilità del calcestruzzo.

⇒ La ricerca di nuovi leganti innovativi, basati su chimica differente dal Portland, caratterizzati da minor energia intrinseca ed emissioni specifiche. Tante “novità” recenti, più o meno promettenti, ma ci vorranno anni di ricerca e sperimentazioni per ipotizzare una alternativa credibile al Cem. Portland.

⇒ Tecniche CCS – CO₂ Capture & Storage ?

Il ruolo degli Additivi

L'impiego di moderni additivi, sia in fase di macinazione del cemento, che soprattutto nell'impasto del calcestruzzo, è diventato fondamentale per mantenere ed addirittura migliorare il livello di prestazione.

Definizione di additivo per calcestruzzo:

Materiale aggiunto in fase miscelazione del calcestruzzo allo scopo di modificarne le proprietà allo stato fresco e/o indurito

Funzione degli additivi comunemente impiegati

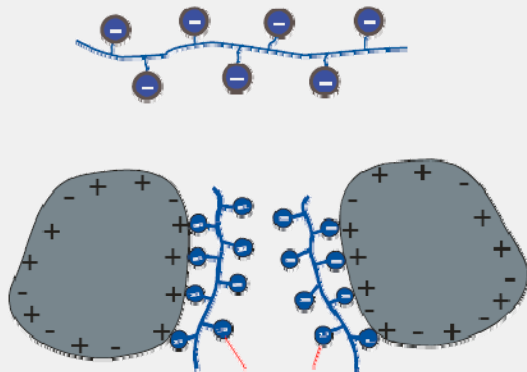
- Fluidificante
- Accelerante
- Ritardante
- Aerante
- Inibitore di corrosione
- Riduttore di ritiro
- Espansivo
- Idrofobizzante

Da evidenziare in particolare lo sviluppo di **Superfluidificanti** di nuova generazione che permettono di ottenere un'**elevata fluidità** ed un prolungato **mantenimento della lavorabilità**, in presenza di **rapporti acqua/cemento estremamente bassi**.

Additivi Fluidificanti: vecchia vs nuova generazione (PCE)

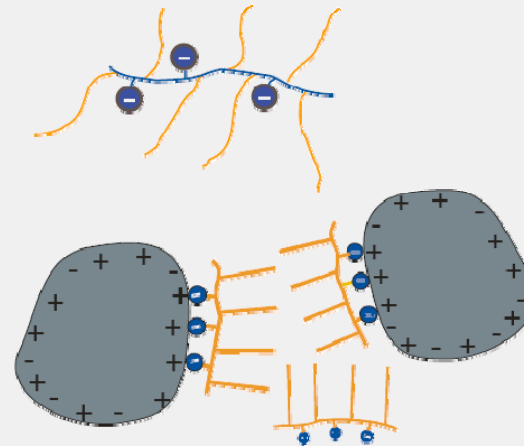
Sostanze attive degli additivi Fluidificanti / Superfluidificanti

- Lignin-sulfonato
- Melammin-sulfonato
- Naftalen-sulfonato



Dispersione per **repulsione elettrostatica**

- PoliCarbossilati Eteri (PCE)



Dispersione per **effetto sterico**

Ampia flessibilità di modifica delle proprietà,
agendo sulla catena principale e sui gruppi
funzionali

Nuovi Calcestruzzi Strutturali

Focus su

- ✓ Calcestruzzo autocompattante SCC
 - SCC per getti massivi (basso calore idratazione)
- ✓ Calcestruzzi ad alte ed altissime prestazioni HPC e UHPC

Caratteristiche ed esempi di applicazioni

SCC – calcestruzzo autocompattante

Calcestruzzo ad elevata fluidità ma senza segregazione, che garantisce un elevato grado di compattazione per effetto del solo peso proprio

- Sviluppo in Giappone a fine anni 80 (prime pubblicazioni di Ozawa e Okamura)
- Introduzione in Europa: First International RILEM Symposium, Stoccolma 1999

Vantaggi:

- Riduzione tempi costruzione e costi complessivi dell'opera
- Possibilità di getto in casseri a geometria complessa, ottenendo un buon “faccia-vista”
- Massimo grado di compattazione (durabilità) anche con fitte armature
- Miglioramento di ambiente e condizioni lavorative (no vibrazione)
- Consistenza ideale per il getto senza “tentazioni” (comportamenti errati o deliberatamente dolosi) per gli operatori, oggi sempre meno numerosi e preparati



Breve demo video

SCC... Ma perché il suo impiego rimane ancora limitato?

Progettista

- Paura del prodotto “diverso”, con caratteristiche differenti dal cls ordinario
- Assenza di normativa chiara, solo recentemente colmata quasi completamente (EN 206/9)

Impresa

- Costo del materiale più elevato, benefici a volte non considerati opportunamente
- Organizzare al meglio il cantiere preventivamente per massimizzare il beneficio
- Richiesta maggiore attenzione al dimensionamento e predisposizione dei casseri
- Concorrenza sleale dell'acqua aggiunta per facilitare la messa in opera
- Casi di insuccessi: per un buon SCC, non basta “aggiungere l'additivo” ma occorre da parte del produttore un forte know-how di progettazione della miscela.

SCC - il know-how

I criteri di progettazione minimi sono relativamente semplici e noti

- Diametro aggregati max < 20 mm
- Volume della pasta > 400 litri (oppure > 300 con agente viscosizzante)
- Uso adeguato di additivi superfluidificanti PCE

In realtà per evitare difetti come **segregazione**, **bleeding**, **impaccamento**, **eccessiva viscosità** e mantenere nel tempo il comportamento reologico desiderato (soglia di scorrimento e viscosità) per l'applicazione specifica, sia in fase di progettazione che durante la fornitura, è indispensabile

- Un know-how specifico sulla reologia delle sospensioni fluide
- Conoscere le proprietà dei costituenti e l'impatto della loro variabilità "fisiologica"
- Di conseguenza, gestire le ricette in modo dinamico

Gestione della variabilità

Gestione della variabilità... da *Qualifica della Ricetta* a *Qualifica del Prodotto*

Nei calcestruzzi con *requisiti multipli* (a volte contrastanti) c'è il rischio di **variazioni reologiche** molto significative nonostante:

- la ricetta definita, fissa e rispettata
- la piena conformità dei componenti
- la sostanziale costanza dei test 'classici'

Più critici sono i requisiti, maggiori sono i rischi

Ricetta costante → variabilità dei risultati

Ricetta variabile → costanza dei risultati

Gestione della variabilità...

da Qualifica della *Ricetta* a Qualifica del *Prodotto*

Contromisure adottate per gestire la variabilità:

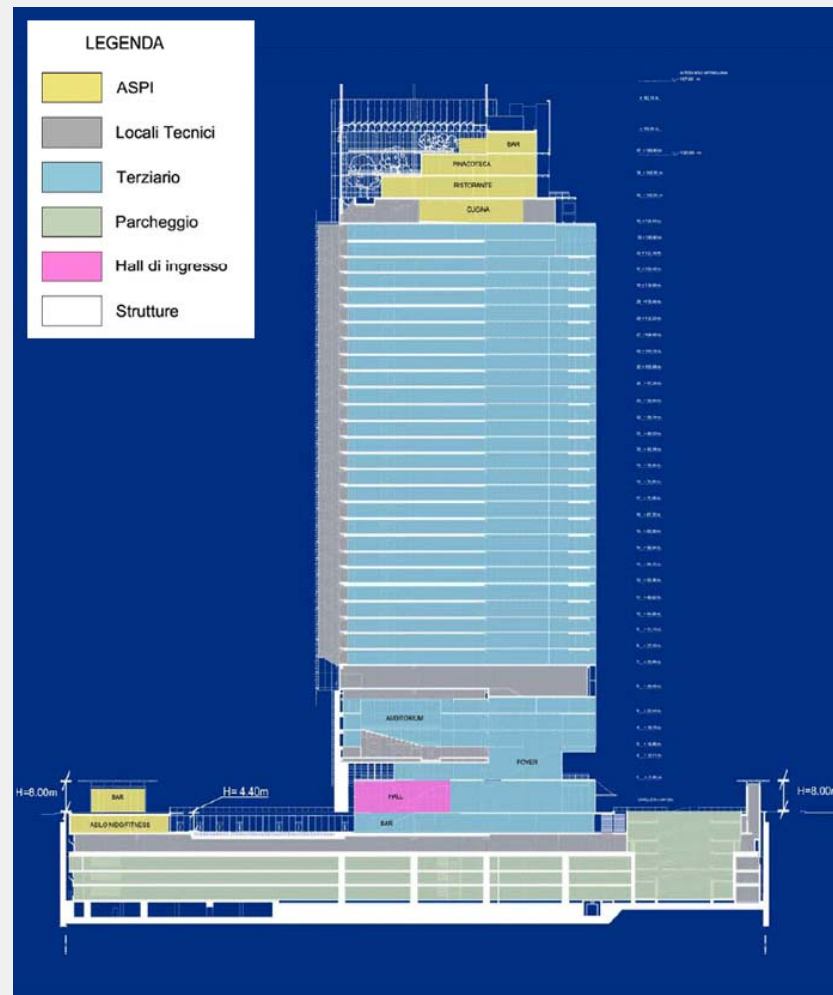
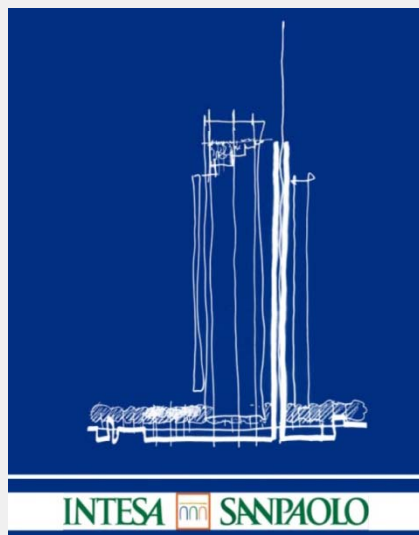
- uso di **software flessibili** per il mix design “adattivo”
- conoscenza approfondita degli **aspetti reologici**
- campionamento continuo dei **componenti critici**
- esecuzione di **test innovativi** sulle sospensioni
- **variazione delle ricette** in tempo reale
 - in funzione dei **test reologici**
 - funzione delle **condizioni al contorno**
- adozione di un **sistema di controllo** integrale
(laboratorio + produzione + consegna)

SCC - un calcestruzzo versatile

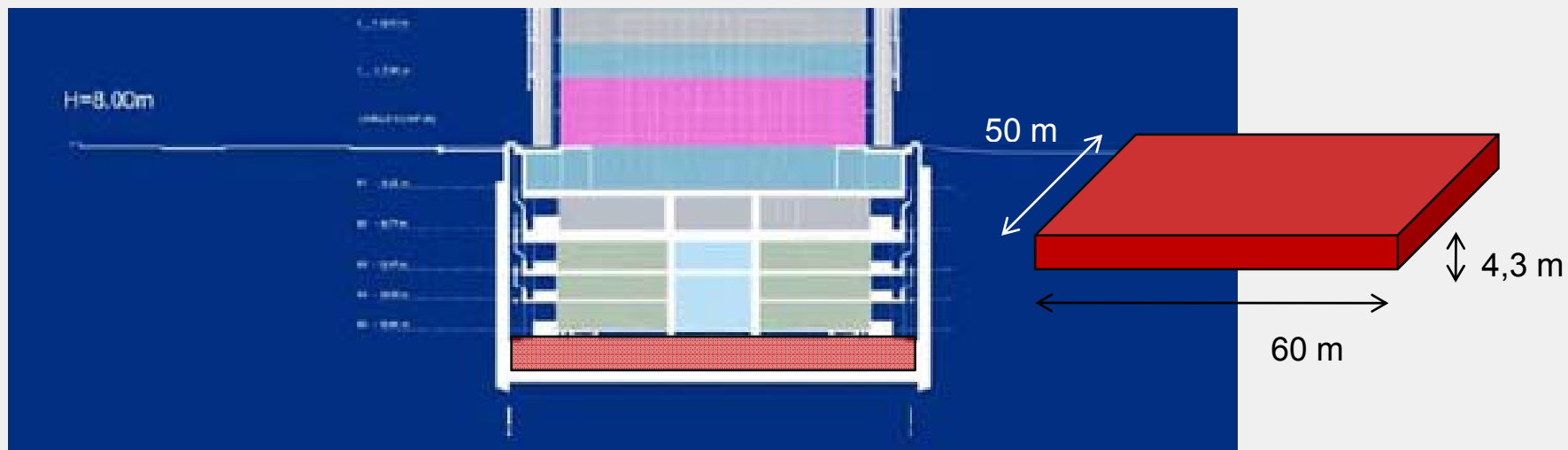
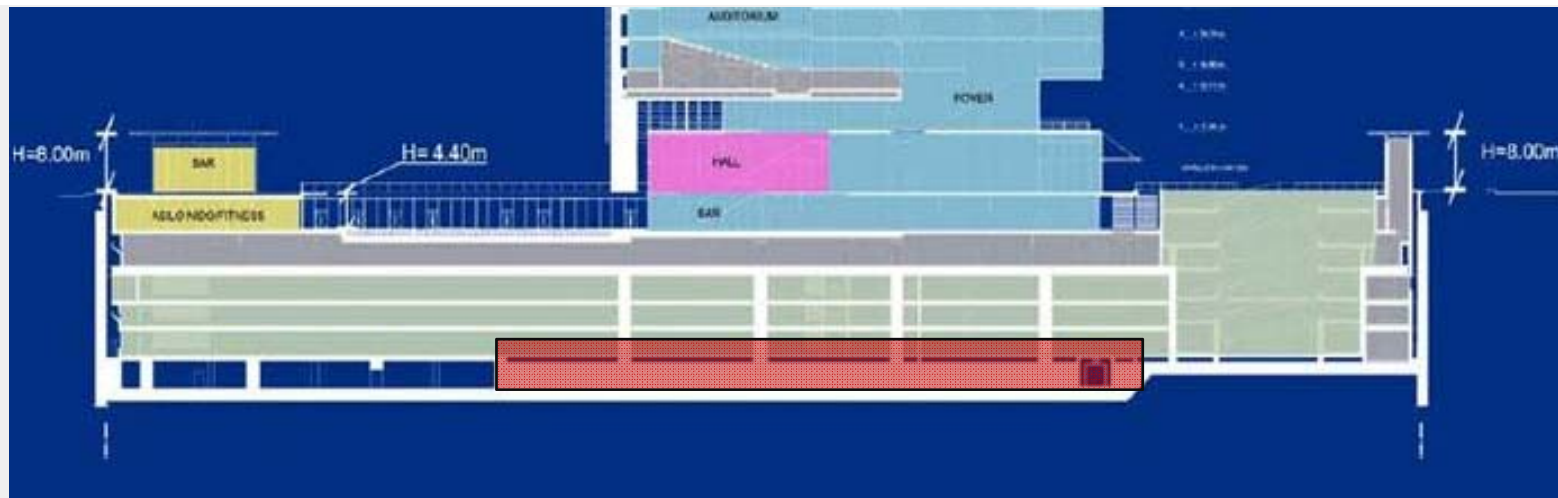
SCC può essere progettato in molte soluzioni,
così come il calcestruzzo ordinario:

- Da basse ad altissime resistenze
- Fibro-rinforzato
- Strutturale alleggerito (p.es. 1800 kg/m³ e Rck 50)
- Basso calore idratazione per gessi massivi
- Basso ritiro (con SRA)
- Espansione contrastata (con agente espansivo)
- Alta Resistenza aggressione chimica
- Colorato, traslucido, fotocatalitico ...

Torre Intesa San Paolo a Torino – Il Progetto



Torre Intesa San Paolo a Torino – La platea di fondazione



Torre Intesa San Paolo a Torino – Live

Filmato del getto in cantiere (~ 6 min.)

24 – 28 Settembre 2010



Torre Intesa San Paolo a Torino – scheda riassuntiva


Unical
getto massivo 24-28 settembre 2010

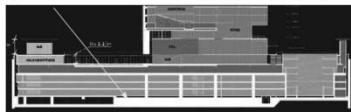
torre intesa san paolo - torino
platea monolitica

L'OPERA
Nome **Torre Intesa San Paolo**
Ubicazione **Torino, Corso Vittorio Emanuele**
Utilizzo **Centro Direzionale ISP**
Altezza tetto **167,27 m**
Altezza totale con antenna **218 m**
Numero di piani fuori terra **39**
Progetto architettonico **Renzo Piano**
Progetto Esecutivo **Studio Ossola**
Calcolo Strutturale **Prof. Corrés**
Impresa **Torre S.c.a.r.l. (Rizzani de Eccher + Implenla)**
Direzione Lavori **Jacobs**





LA STRUTTURA
Tipo **platea di fondazione monolitica**
Identificazione **platea fil 9-23**
Progetto Strutturale **Sintecna - Prof. Mancini**
Area superficiale **circa 2700 m²**
Spessore **circa 4,80 m**



IL CALCESTRUZZO
Resistenza meccanica **C28/35 (Rck 35)**
Classe di consistenza **autocompattante (SCC)**
Diametro massimo nominale **20 mm**
Classi di esposizione **XC3 + XA1**
Basso sviluppo di calore **< 55°C nel getto**
Mantenimento di lavorabilità **SCC oltre 2 ore**
Modulazione dei tempi di presa **iniziale 24 ore - finale 6 ore**



IL GETTO
Completamente pompato, senza interruzioni 24/24h
Volume del calcestruzzo fornito **12.436 m³**
Peso del calcestruzzo fornito **29.000 tonnellate**



Inizio getto **24/09/2010 ore 17:15**
Fine getto **28/09/2010 ore 4:45**
Durata complessiva **83,5 ore**
Velocità media di fornitura **150 m³/ora - 1 atb ogni 4 minuti**



I MEZZI IN CAMPO
Impianti **(Berlia, Orbassano, Santena) 3**
Punti di carico **6**
Autobetoniere coinvolte **115**
Autobetoniere costantemente in azione **40**
Autopompe impiegate **4**



I CONTROLLI
Campionamenti per test sul fresco **900**
Campionamenti per i test sull'indurito **126**
Cubetti confezionati **oltre 1100**
Altezza totale dei cubetti **fino al tetto della torre (167 m)**
Peso totale dei campioni prelevati **circa 70.000 kg**

Torre Intesa San Paolo a Torino – scheda riassuntiva

IL GETTO

Completamente pompato, senza interruzioni 24/24h
Volume del calcestruzzo fornito **12.436 m³**
Peso del calcestruzzo fornito **29.000 tonellate**



Inizio getto **24/09/2010 ore 17:15**
Fine getto **28/09/2010 ore 4:45**
Durata complessiva **83,5 ore**
Velocità media di fornitura **150 m³/ora - 1 atb ogni 4 minuti**

Torre Intesa San Paolo a Torino – scheda riassuntiva

I MEZZI IN CAMPO

Impianti	(Berlia, Orbassano, Santena) 3
Punti di carico	6
Autobetoniere coinvolte	115
Autobetoniere costantemente in azione	40
Autopompe impiegate	4

I CONTROLLI

Campionamenti per test sul fresco	900
Campionamenti per i test sull'indurito	126
Cubetti confezionati	oltre 1100
Altezza totale dei cubetti	fino al tetto della torre (167 m)
Peso totale dei campioni prelevati	circa 70.000 kg



Torre Intesa San Paolo a Torino - Risultati dell'autocontrollo

- **Numerosità dei campioni: 120 prelievi**
- **Resistenza media: 44,2 MPa**
- **Scarto quadratico medio: 1,9 MPa**
- **Rango: 8,3 MPa (40,3 – 48,6 MPa)**
- **Rango slump flow: 660 – 800 mm**
- **Rango 95% slump flow: 690 – 770 mm**

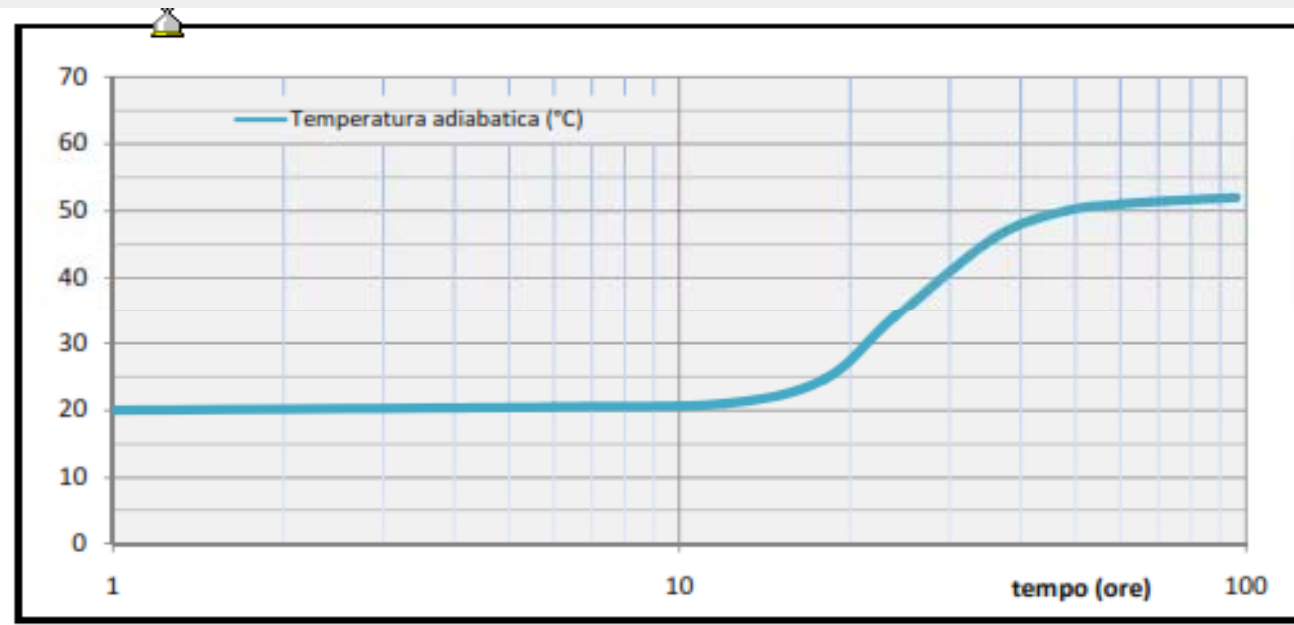
Torre Intesa San Paolo a Torino – I requisiti del calcestruzzo

Classe di Resistenza	C28/35 (UNI 11104 - EN 206/1)
Consistenza	SCC
Classe di Esposizione	XC3, XA1 ($a/c < 0,55$, $c_{em} > 320 \text{ Kg/m}^3$)
Max ϕ aggregati	20 mm
ΔT adiabatico	$< 35^\circ\text{C}$
Altri requisiti:	
Mantenimento SCC	$> 3\text{h}$ per evitare stratificazioni
Ritardo di presa cls	gradualmente ridotto, in modo da garantire un ottimale comportamento termo-meccanico

Torre Intesa San Paolo a Torino – Il requisito $\Delta T_{\text{adiab}} < 35^{\circ}\text{C}$

Implica l'impiego di un cemento a basso calore di idratazione.

Sono state valutate e testate differenti soluzioni: la scelta finale è caduta su uno **speciale cemento pozzolanico** (CEM IV/A-P 32,5 N) della cementeria Buzzi Unicem S.p.A. di Trino (VC), **prodotto in modo controllato e dedicato** per il getto.



Curva sviluppo temperatura del calcestruzzo in condizioni adiabatiche

Torre Intesa San Paolo a Torino

Il calcestruzzo fresco: consistenza SCC e ritardo di presa

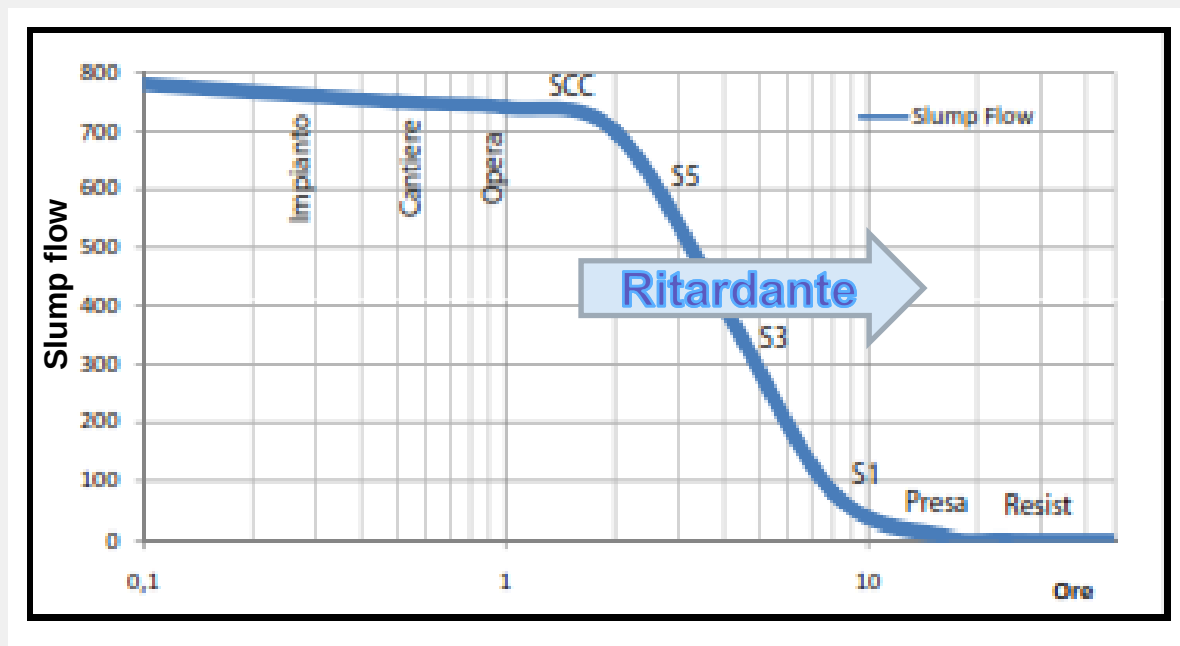
- Lo “slump-flow” obiettivo in cantiere era di 75 cm.
- Una ridotta viscosità ($V_{\text{funnel}} < 8 \text{ s}$) era necessaria per garantire la compenetrazione degli strati nel corso del getto di calcestruzzo.

Per ottenere queste proprietà, il calcestruzzo è stato formulato con

- ✓ Additivo superfluidificante PCE di ultima generazione a lungo mantenimento lavorabilità, formulato appositamente per compensare la tipica tendenza della pozzolana ad inibirne l'effetto
- ✓ Micronizzato calcareo di alta qualità, per avere un'interazione ottimale con l'additivo
- ✓ Additivo ritardante, il cui dosaggio è stato gradualmente ridotto in modo da garantire un ottimale sviluppo termo-meccanico del getto massivo

Torre Intesa San Paolo a Torino

Il calcestruzzo fresco: consistenza SCC e ritardo di presa



Torre Intesa San Paolo a Torino – Fattori chiave

Stretta collaborazione in fase di progetto tra produttore e progettista

- Analisi termo-meccanica del getto massivo per definire i requisiti del calcestruzzo e progettare la miscela adeguata
- Reologia e tempi di presa studiati per massima uniformità degli strati
- Risparmio di tempo e materiali

Programmazione preventiva di logistica e adozione di procedure ad hoc per garantire la continuità del getto

Controlli su materie prime ed in fase di produzione



Miglioramento di costi e sostenibilità della costruzione

Calcestruzzo ad alte prestazioni - HPC

Una novità importante conseguente all'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 riguarda l'impiego del calcestruzzo ad alte prestazioni (HPC), di resistenza R_{ck} compresa tra 55 e 85 MPa.

Grazie alle NTC 08, è stata introdotta una notevole semplificazione delle procedure per il loro impiego, che permette ora al progettista di proporre soluzioni più snelle e moderne per le strutture portanti.

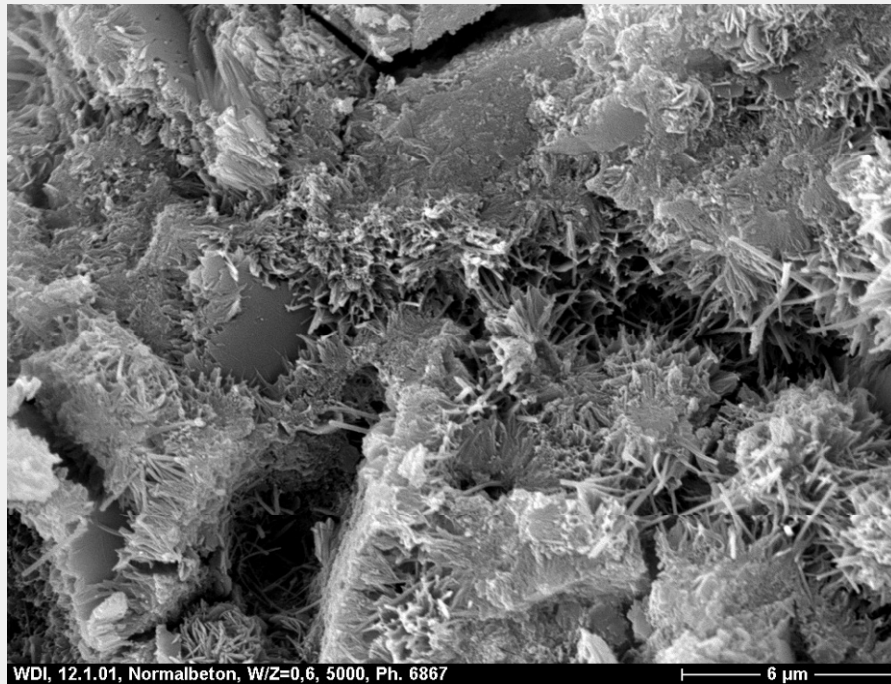
La tecnologia di produzione degli HPC è oggi sufficientemente matura e disponibile: per il progetto della miscela si fa riferimento all'impiego di

- Cemento ad alta resistenza CEM 52,5
- Fumi di Silice
- Rapporto a/c basso ($<0,4$), con additivo superfluidificante PCE

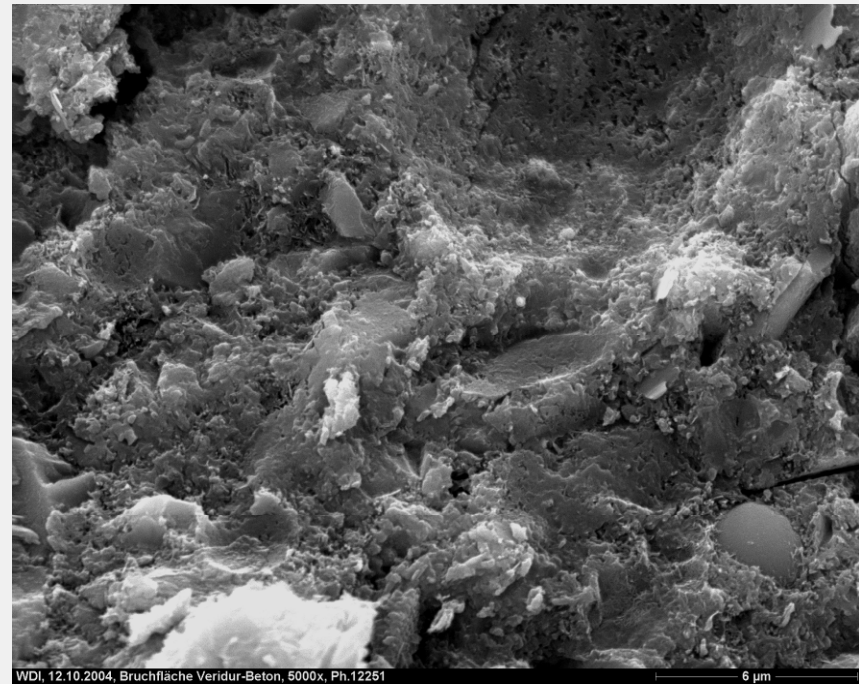
Si ottiene una pasta cementizia densa e prestazionale che permette di produrre un buon HPC anche con aggregati "ordinari".

L'impiego di aggregati di basalto o granito, è ancora necessario per ottenere moduli elastici più elevati e resistenze ancora superiori.

HPC – Struttura al microscopio



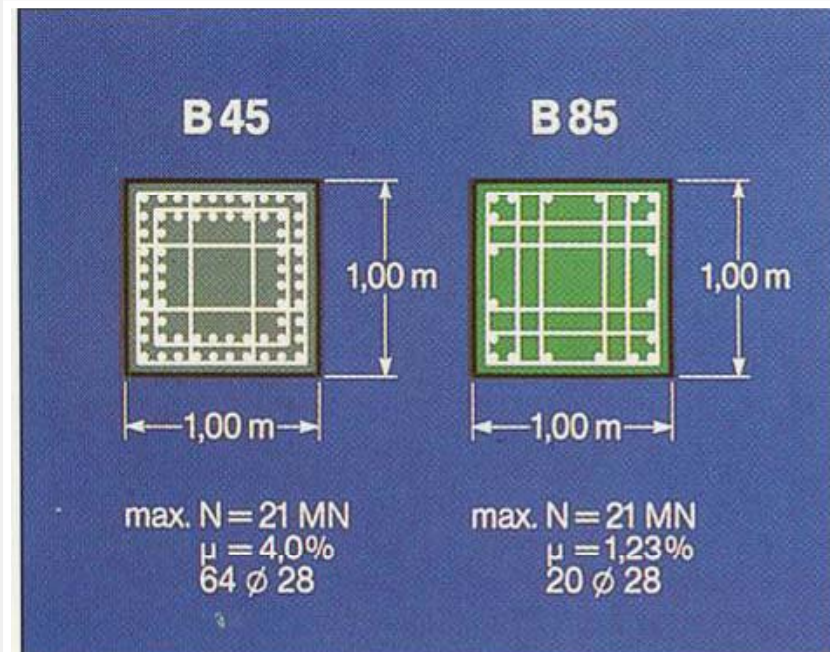
Calcestruzzo ordinario



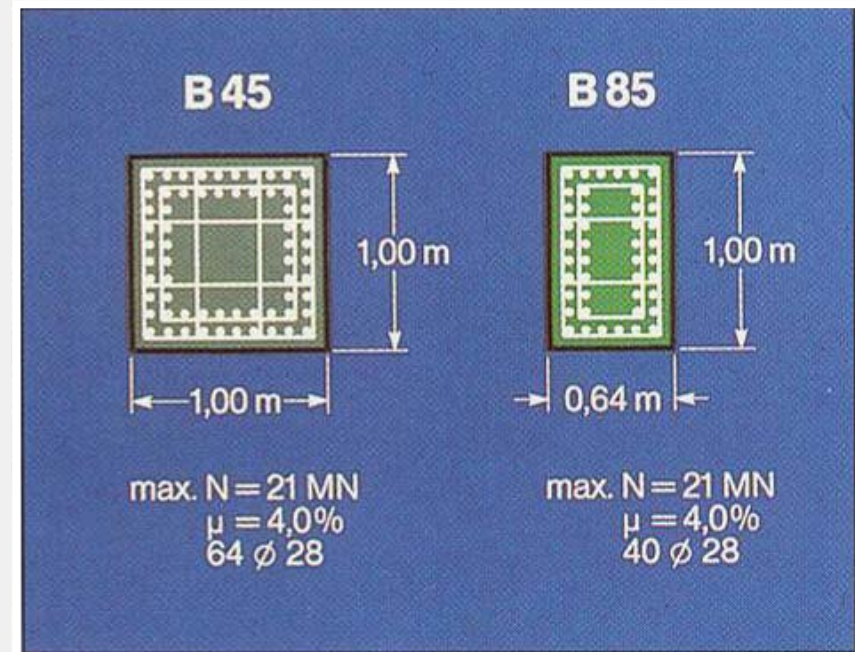
Calcestruzzo HPC

(Fonte: Wilhelm Dyckerhoff Institute, Wiesbaden)

HPC – vantaggio rispetto al tradizionale



**Minore densità di armatura
= Costo minore**



**Sezioni più piccole
= Superfici utili più ampie**

HPC – applicazioni

Sede amm. Lufthansa, Francoforte

B 85 (C70/85)



(Fonte: Dyckerhoff AG, Wiesbaden)

HPC – applicazioni

Locale mensa ditta Boehringer, Ingelheim

Prefabbricati in HPC



(Fonte: Dyckerhoff AG, Wiesbaden)

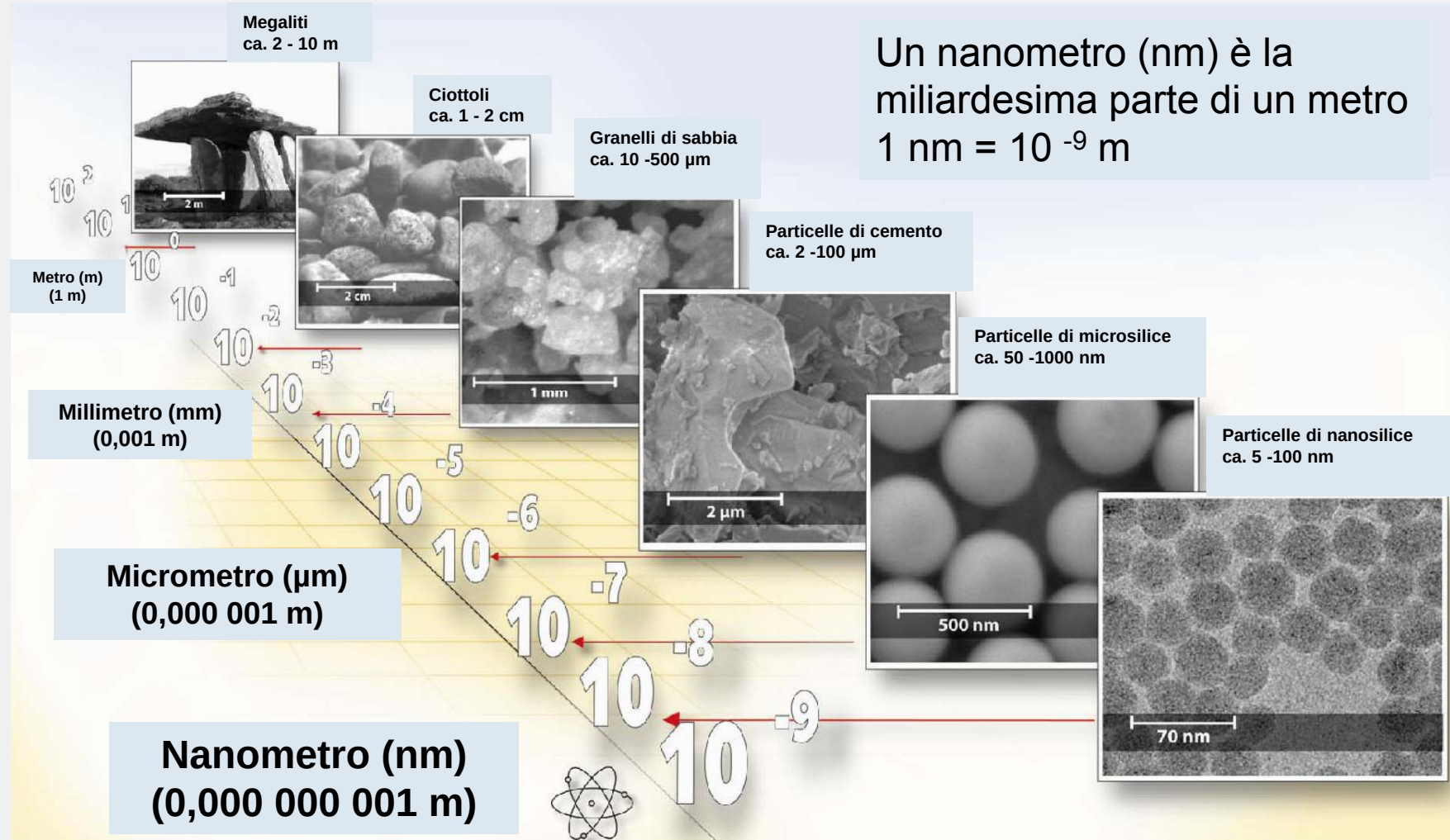
Evoluzione da HPC a UHPC (calcestruzzo ad altissime prestazioni)

- Combinazione di cementi ad alta resistenza e cementi microfini, secondo il principio dell'ottimizzazione granulometrica per minimizzare i vuoti
- Microfini: particelle selezionate a base cemento e/o loppa a granulometria quasi-monogranulare, disponibili in diverse frazioni nel range 2 - 20 μm
- Micro-nano silici sintetiche amorfe da 0,2 - 4 μm
- Rapporto a/c molto basso ($<0,3$), con additivo superfluidificante PCE
- Aggregati basaltici o granitici
- Fibre metalliche e/o sintetiche

Si possono raggiungere prestazioni molto interessanti

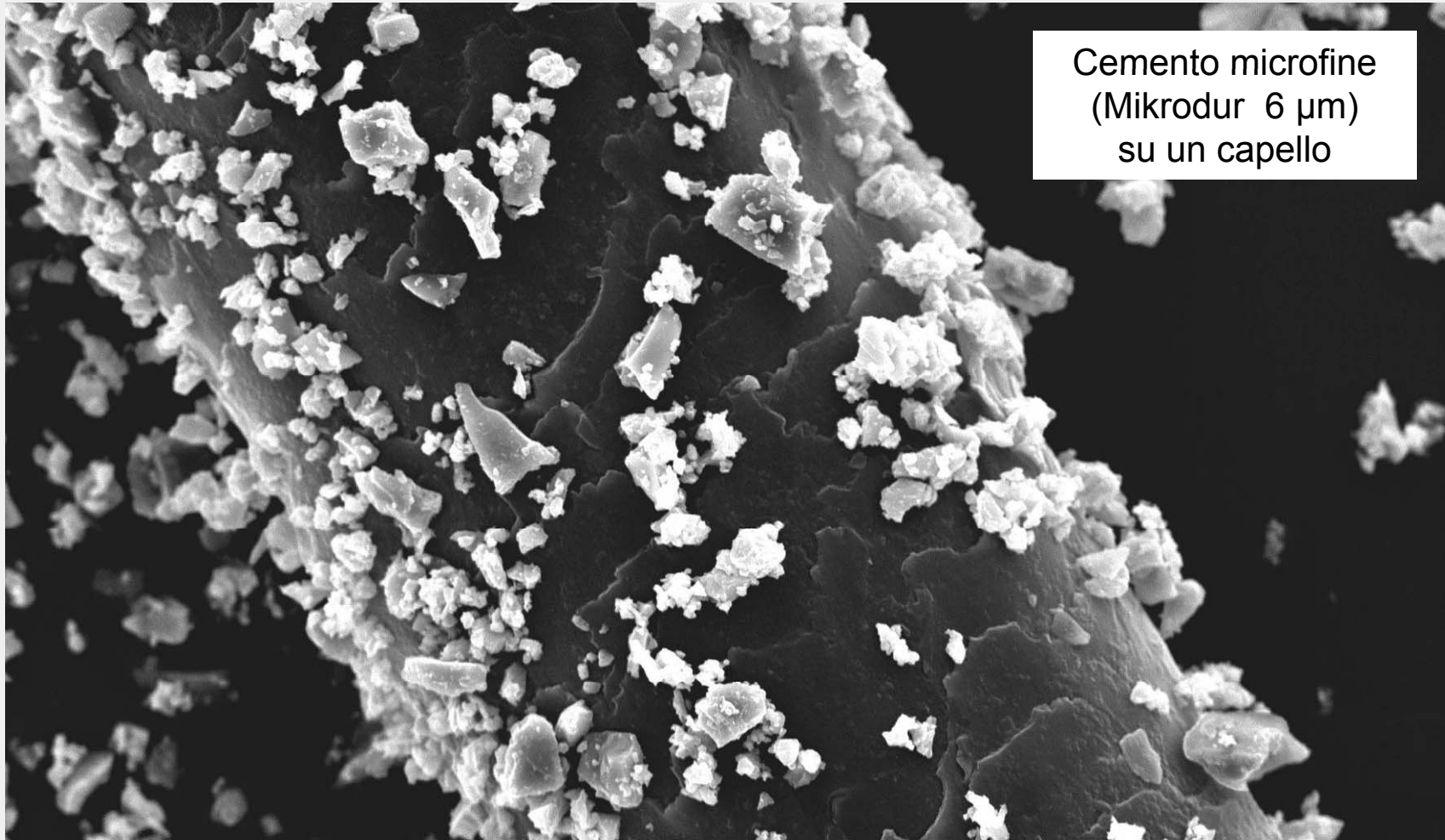
- Resistenza a compressione @28g 150 – 200 Mpa
- Resistenza a flessione @28g 20 – 35 MPa

Ordine di grandezza dei materiali usati in edilizia



(Fonte: Relazione D. Stephan, M. Schmidt Università di Kassel)

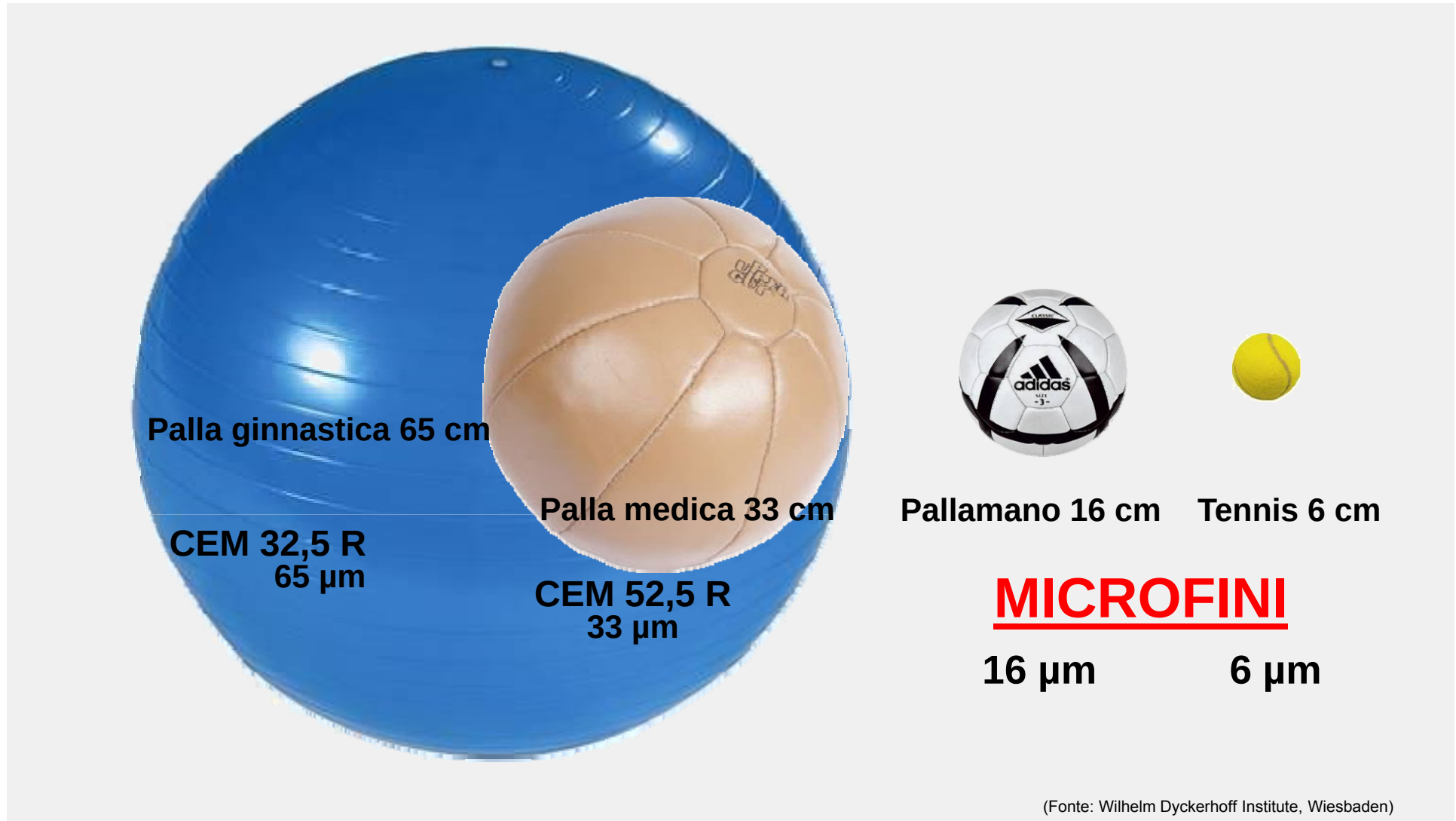
Microfini al microscopio



Cemento microfine
(Mikrodur 6 µm)
su un capello

(Fonte: Wilhelm Dyckerhoff Institute, Wiesbaden)

UHPC - Confronto dimensioni dei costituenti



UHPC - Massimo riempimento vuoti

Fonte: Dyckerhoff Nanodur Tech.



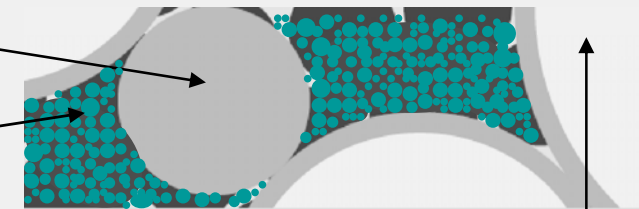
Diametro particelle

Silice sintetica
0,2 – 4 μm

Cem. Microfini 2 - 20 μm

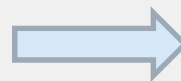
CEM I 52,5 R 30 - 35 μm

Fumi di Silice 0,1 - 1 μm



aggregato

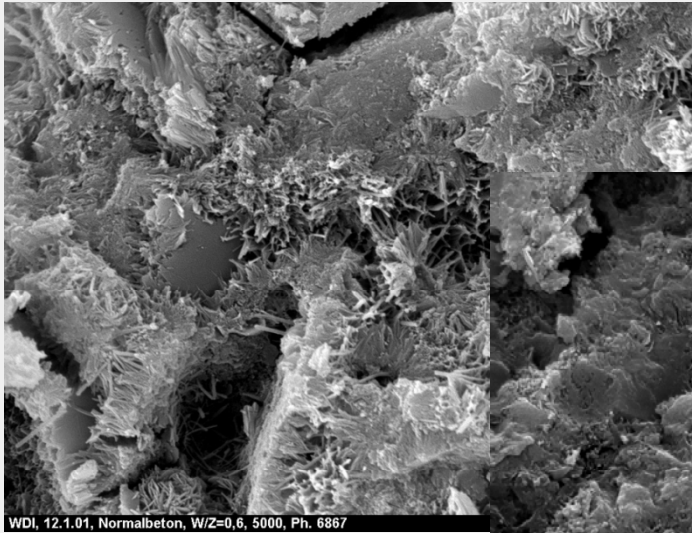
Massimo riempimento vuoti



altissima resistenza e durabilità

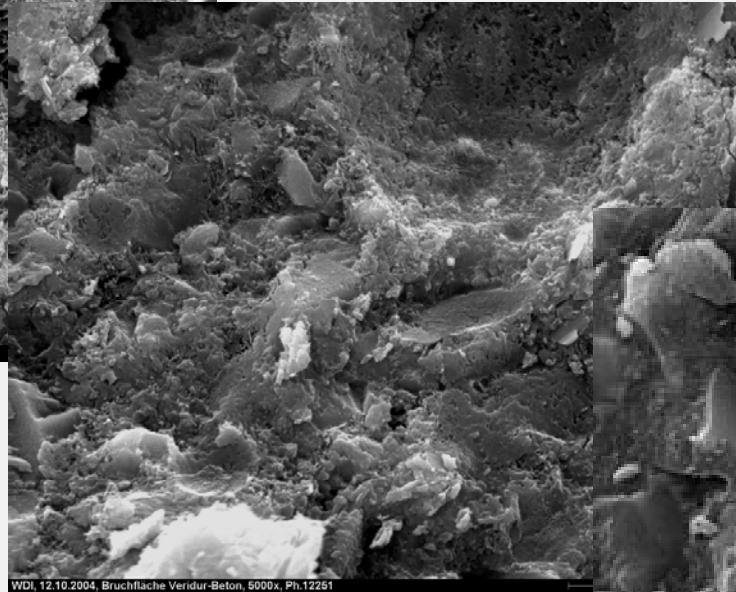
Std vs HPC vs UHPC – Struttura al microscopio

(Fonte: Wilhelm Dyckerhoff Institute, Wiesbaden)



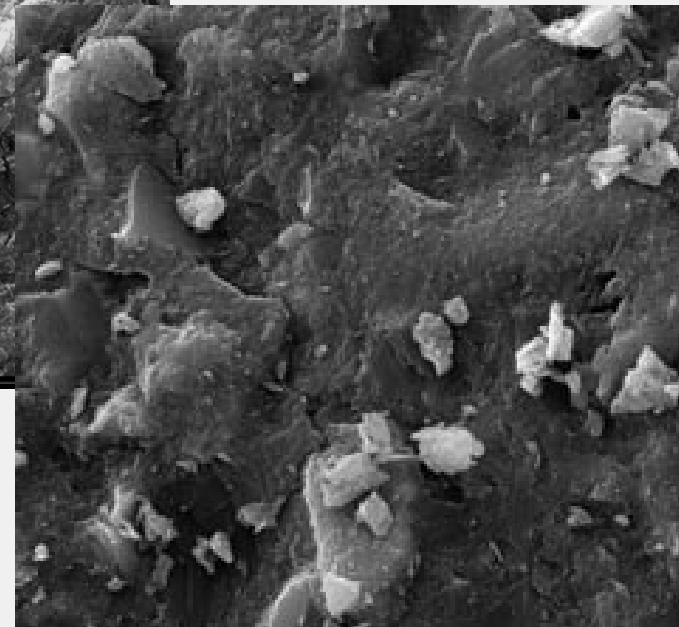
WDI, 12.1.01, Normalbeton, W/Z=0,6, 5000x, Ph. 6867

standard



WDI, 12.10.2004, Bruchfläche Veridur-Beton, 5000x, Ph. 12261

HPC



UHPC

UHPC – impieghi e potenzialità

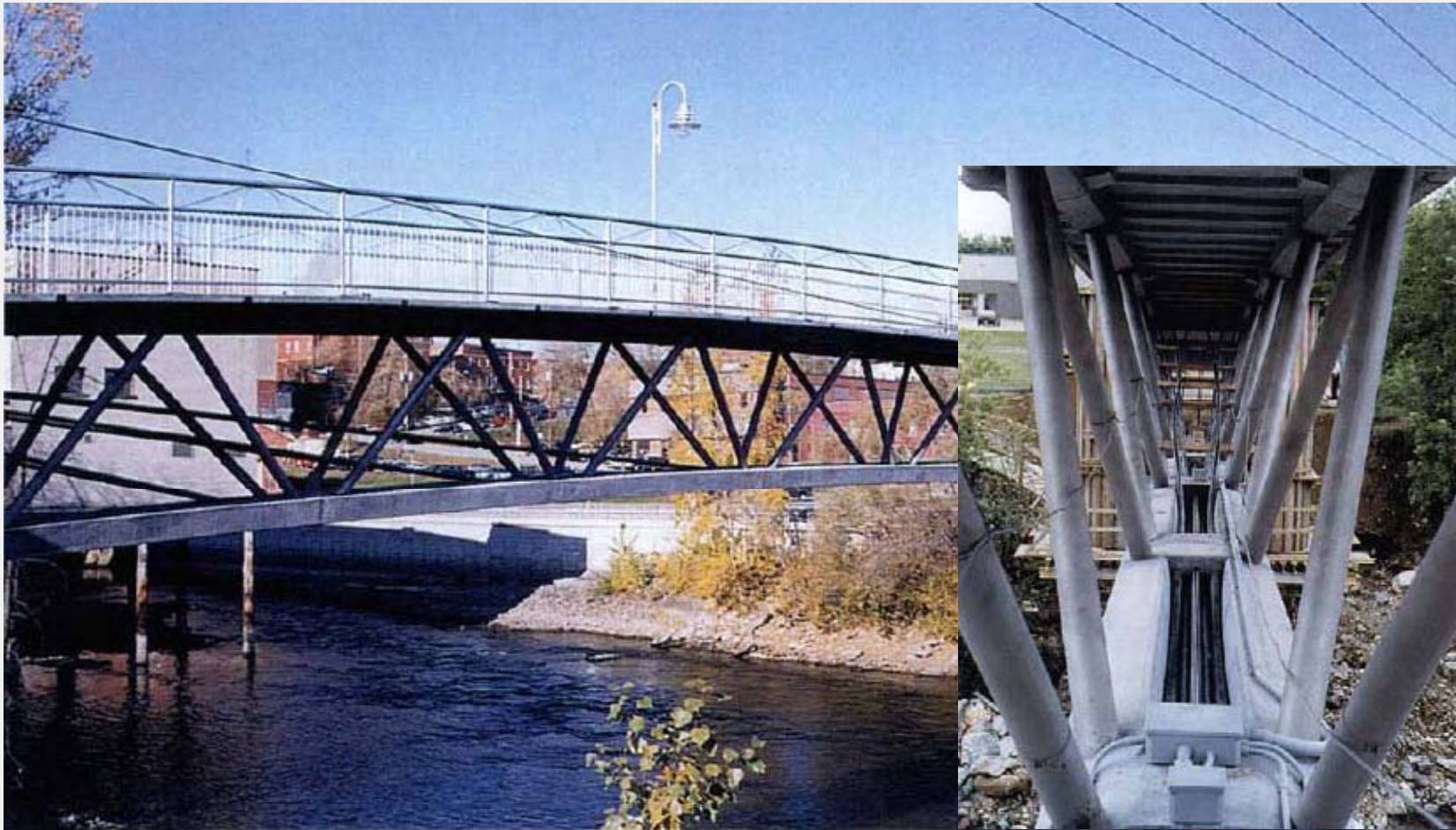
- UHPC si presta in particolare alla realizzazione di manufatti strutturali prefabbricati (p.es. per ponti, ecc.) e manufatti di alta valenza estetica (rivestimenti facciate, ecc.).
- E' possibile anche la produzione di UHPC in centrali di betonaggio, dotate di premiscelatore
- L'impiego di cementi microfini al posto del fumo di silice supera alcuni limiti di quest'ultimo (scarsa disponibilità, colore del manufatto non gradito)

Grazie alle moderne “**nanotecnologie**”, è possibile progettare la miscela su scala “nanometrica” ed introdurre per es. nanotubi di Carbonio.

Varie sperimentazioni sono già in corso con risultati promettenti: le aspettative sono di aumentare ulteriormente la resistenza a flessione e duttilità del materiale e quindi ampliare notevolmente lo spettro dei suoi possibili utilizzi

UHPC – la prima realizzazione al mondo nel 1997

Ponte pedonale di Sherbrooke, Canada
(Blais and Couture 1999)



UHPC – elenco ponti pedonali realizzati al 2008

Location (Country)	Name	Year	Comment
Sherbrooke (Canada)	Sherbrooke footbridge	1997	Hybrid with steel structures, 60 m long
Sakata (Japan)	Sakata-Mirai footbridge	2002	Box girder, 50.2 m long, 2.4 m wide
Seoul (South Korea)	Sunyudo footbridge	2002	Pi-girder, single span 120 m long, 4.3 m wide, 1.3 m deep,
Yamagata (Japan)	Akakura footbridge	2004	Box girder, 16 m long, 8.5 m wide
Aichi (Japan)	Tahara footbridge	2004	Box girder, 12 m long, 2.6 m wide
Auckland (New Zealand)	Papatoetoe footbridge	2005	Pi-girder, total length of 175 m, 2.2 m wide, 650 mm deep
Tokyo (Japan)	Keio Uni footbridge	2005	11 m long, 2 m wide
Auckland (New Zealand)	Penrose footbridge	2006	Pi-girder, total length of 265 m,
Auckland (New Zealand)	Middlemore footbridge	2006	Pi girder, 2.2 m wide, 650 mm deep
Auckland (New Zealand)	Papakura footbridge	2007	Pi-girder, 2.2 m wide, 650 mm deep
Auckland (New Zealand)	Sylvia Park footbridge	2007	Pi-girder, 2.2 m wide, 650 mm deep
Aichi (Japan)	Toyota Gym footbridge	2007	Box girder, 28 m long, 4.5 m wide
Fukuoka (Japan)	Sanken-ike footbridge	2007	Box girder, two 40 m long, 3.5 m wide
Calgary (Canada)	Glenmore footbridge	2007	33.6 m single span long, 1.1 m deep, 3.6 m wide, 100 ton.
Kassel (Germany)	Gärtnerplatz footbridge	2007	Total length of 133.2 m, 5 m wide
Tottori (Japan)	Hikita footbridge	2008	Box girder (web & flange only), 63.3 m long, 3 m wide

Fonte: 5th Int'l Specialty Conference on **FIBRE REINFORCED MATERIALS** 28-29 August 2008, Singapore

UHPC – elenco ponti stradali realizzati al 2008

Location (Country)	Name	Year	Comment
Drôme (France)	Bourg-lès-Valence Bridge	2002	two overpass bridges span 22 m and 20.5 m, 0.9 m deep, 12.7 m wide
New South Wales (Australia)	Shepherd's Gully Creek Bridge	2004	I-girder, 15 m long, 21 m wide, 600 mm deep,
Washington, (USA)	Bridge of future	2004	an experimental bridge consisting of pi-girders
Campenon Bernard (France)	PS34	2005	Box girder, 47.4 m long, 1.6 m deep, 4.5 m wide
Mayenne (France)	Saint Pierre La Cour Bridge	2005	I-girder, 19 m long, 13 m wide
Wapello County (Iowa, USA)	Mars Hill Bridge	2006	I-girder, 33 m long, 1.07 m deep, 8.3 m wide
Richmond County (USA)	Cat Point Creek Bridge	2008	I-girder, 24.8 m long, 1.14 m deep
Buchanan County (Iowa, USA)	Buffalo Creek Bridge	2008	Pi-girder, 34.2 m long, 7.4 m wide, 0.86 m deep

Fonte: 5th Int'l Specialty Conference on **FIBRE REINFORCED MATERIALS** 28-29 August 2008, Singapore

UHPC – rivestimenti di facciata con lastre di grande dimensione



Fonte: Bayer Betonsteinwerk Zwickau GmbH

UHPC – rivestimenti di facciata con lastre di grande dimensione



Fonte: Bayer Betonsteinwerk Zwickau GmbH

UHPC – Basamenti per macchine utensili



Fonte: Durcrete GmbH - Dyckerhoff AG Nanodur

UHPC – scala demo UHPC-Vetro alla fiera Bau 2011 München



Fonte: Dyckerhoff AG - Nanodur

UHPC – getto e prova di carico scala UHPC-Vetro



Fonte: Benno Drössler GmbH & Co. Bauunternehmung KG, Siegen / Dyckerhoff AG - Nanodur

UHPC – prova di carico scala UHPC-Vetro



Fonte: Benno Drössler GmbH & Co. Bauunternehmung KG, Siegen / Dyckerhoff AG - Nanodur

Condizione base per ogni calcestruzzo strutturale...

Contrastare con forza l'aggiunta d'acqua in cantiere

Nonostante siano ben noti gli effetti deleteri sulle prestazioni del calcestruzzo e sulla durabilità dell'opera...

L'aggiunta d'acqua per modificare la fluidità del calcestruzzo al momento del getto oggi è una consuetudine ancora diffusa, un comportamento dettato da scarsa competenza o deliberatamente doloso.

Le “Norme Tecniche per le Costruzioni 2008”, in vigore per tutte le opere edili dal 1° luglio 2009 con la conversione in legge del DL n.39 del 28 aprile 2009, ci impongono di affrontare con decisione questa situazione

La prima e fondamentale condizione richiede il coinvolgimento di tutti gli attori coinvolti nelle varie fasi: progettista, produttore cls, impresa, direzione lavori:

Il calcestruzzo consegnato in cantiere deve avere la consistenza concordata ed adeguata alla modalità di messa in opera.

Se sul piano della definizione delle regole è stato fatto un importante passo avanti con le NTC, continua a mancare una reale, generalizzata e soprattutto **efficace attività di controllo** sul rispetto di tali regole.

NO all'aggiunta di acqua: la risposta del produttore di cls

- Attività di informazione e di formazione nei confronti dei liberi professionisti sulle responsabilità che competono ai Direttori dei Lavori e ai Collaudatori
- Qualificazione dell'offerta
- Assistenza tecnica al cliente su scelte, modalità e logistica di cantiere
- Adozione di regole semplici e trasparenti sulle modalità di trasporto e consegna
- Garanzia del mantenimento lavorabilità
 - Necessario know-how adeguato ed utilizzo di tecnologia avanzata in centrale e su ogni betoniera (software, sensori, ecc.)



Fine

... Grazie per l'attenzione !