

# **LA QUALITA' DELLA POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO PASSA PER IL TRASPORTO**

**Prof. Ferruccio Resta  
Politecnico di Milano**

**Cemento armato: l'innovazione tecnica della filiera  
Bologna 12 Ottobre 2005**

# La Qualità della posa in opera del calcestruzzo passa per il trasporto:

## INTRODUZIONE:

- Il **degrado delle strutture** in calcestruzzo e la **sicurezza sul lavoro** sono due problemi di enorme importanza dal punto di vista sociale ed economico.
- La velocità di degrado delle strutture in calcestruzzo è oggi superiore che in passato per due aspetti:
  - maggior concentrazione di agenti aggressivi,
  - peggioramento della qualità del lavoro e del manufatto anche in relazione a tecniche costruttive più sofisticate e più rapide.
- Un parametro oggi sempre più fondamentale per il calcestruzzo è la Durabilità cioè la capacità del materiale di durare nel tempo.

# La Qualità della posa in opera del calcestruzzo passa per il trasporto:

Attraverso un'indagine effettuata su 139 strutture degradate è evidente l'enorme importanza della qualità del calcestruzzo sulla durabilità delle strutture:

- 42% delle degradazioni rilevate sono da attribuire ad un calcestruzzo non adeguatamente confezionato
- 22% delle strutture si sono degradate per deficienze nel trasporto e nella messa in opera.
- Pertanto circa 2/3 delle cause di degrado debbono essere ascritti a non corretto confezionamento e posa in opera del calcestruzzo.

CAUSE	DESCRIZIONE	N° strutture	Tot.	% su 139 strutture
Tecnologiche (composizione del calcestruzzo)	a) Calcestruzzo di qualità scadente	31	58	42
	b) Attacco chimico del calcestruzzo	12		
	c) Corrosione dei ferri dovuta a inadeguata protezione con calcestruzzo di qualità scadente	9		
	d) Materiali (cemento, inerte, ecc.) non idonei	6		
Costruttive (messa in opera del calcestruzzo)	a) Scarso controllo della messa in opera	19	31	22
	b) Assenza del controllo della messa in opera o ignoranza delle tecniche esecutive	12		
Strutturali	a) Calcolo strutturale inadeguato	11	16	12
	b) Calcolo insufficiente per una adeguata prestazione strutturale	5		
Sovraccarichi	Strutture progettate per altri usi e sovraccaricate	11	11	8
Fondazioni	Fondazioni inadeguate	10	10	7
Accidentali	Incendio	6	6	4
Collasso	a) Risultante da almeno due delle suddette cause	5	7	5
	b) Rottura delle strutture di collegamento	2		

## La Qualità della posa in opera del calcestruzzo passa per il trasporto:

Il confezionamento e la posa in opera passano oggi sempre più attraverso macchinari

La sensibilità dei produttori di tali macchinari, nei confronti di questo aspetto, è decisamente aumentata negli ultimi anni considerando tutte le fasi della posa:

**TRASPORTO E POMPAGGIO.**

Nella qualità della posa in opera vanno considerati oltre agli aspetti legati al manufatto anche gli aspetti legati al lavoro e in particolare: **LA SICUREZZA.**



# La Qualità della posa in opera del calcestruzzo passa per il trasporto:

## OGGETTO:

- Per raggiungere ed incrementare la qualità in senso esteso, cioè del prodotto-manufatto e della sicurezza sul lavoro, della posa in opera del calcestruzzo nelle sue fasi di trasporto dall'impianto di produzione alla sua sede in opera definitiva, i costruttori di macchine hanno dovuto affrontare e sviluppare **nuovi approcci scientifici** ed utilizzare **tecnologie altamente evolute** patrimonio di settori storicamente più evoluti.
- In particolare:
  - SIMULAZIONE NUMERICA
  - INDAGINI SPERIMENTALI
  - CONTROLLO E GESTIONE A DISTANZA

# La Qualità della posa in opera del calcestruzzo passa per il trasporto:

## SIMULAZIONE NUMERICA: BETONIERA

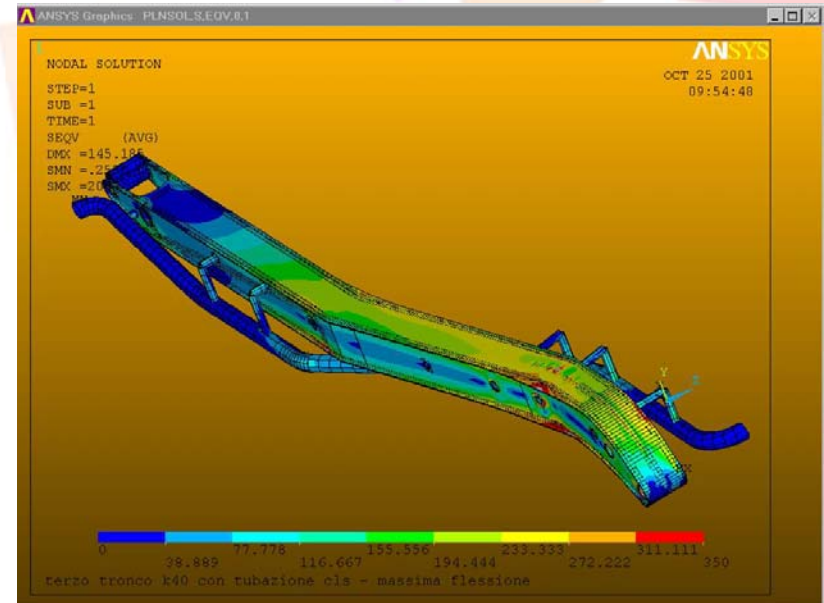
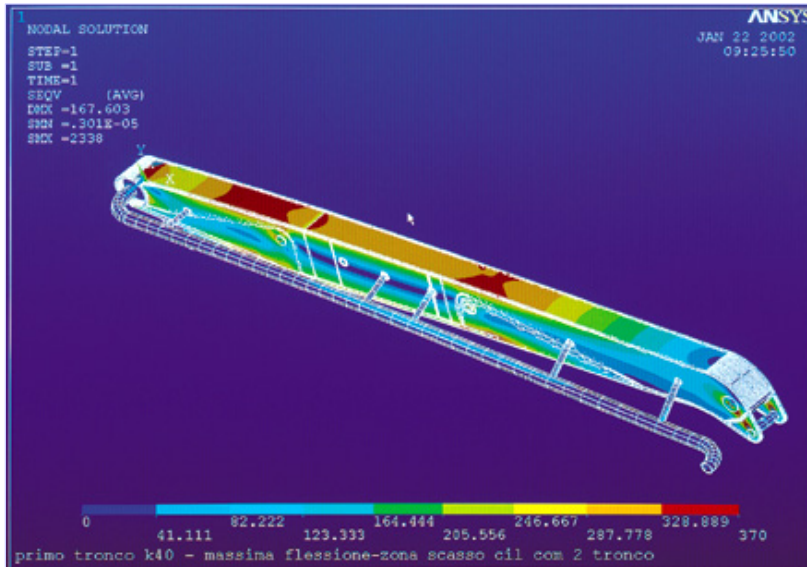
- L'utilizzo di sistemi di disegno tridimensionale e programmi di calcolo ad elementi Finiti (Fem) in campo non lineare, è possibile simulare il comportamento del calcestruzzo all'interno del tamburo delle betoniere per valutare oltre che gli andamenti delle usure, anche il comportamento in fase di mescolazione del calcestruzzo stesso. In tal modo è possibile valutarlo e ottimizzarlo con il fine di migliorare o non alterare la qualità del calcestruzzo stesso nella delicata fase di trasporto.



# La Qualità della posa in opera del calcestruzzo passa per il trasporto:

## SIMULAZIONE: POMPE AUTOCARRATE

- Strutture del braccio e del telaio interamente progettato “a fatica”, secondo le più recenti normative applicabili a questa tipologia di macchine (norme DIN)
- Verifica strutturale ad elementi finiti (FEM) delle strutture complete del braccio e del telaio



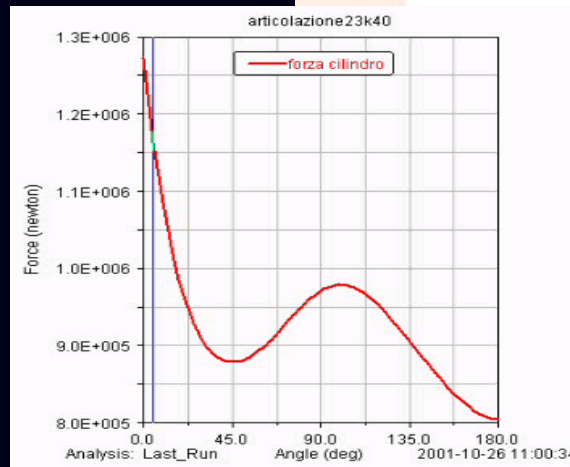
# La Qualità della posa in opera del calcestruzzo passa per il trasporto:

## SIMULAZIONE: POMPE AUTOCARRATE

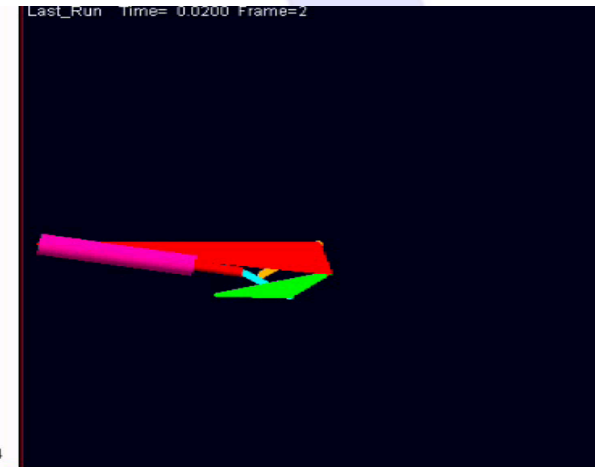
- Valutazione preliminare del lay-out del braccio completo con verifica degli ingombri dei tronchi e dei movimenti di apertura e chiusura
- Determinazione dei carichi dinamici sulla struttura dovuti ai movimenti di lavoro del braccio e al pompaggio

Qualità intesa come precisione e sicurezza nella posa in opera del calcestruzzo

Last\_Run Time= 0.1000 Frame=6



Last\_Run Time= 0.0200 Frame=2





## La Qualità della posa in opera del calcestruzzo passa per il trasporto:

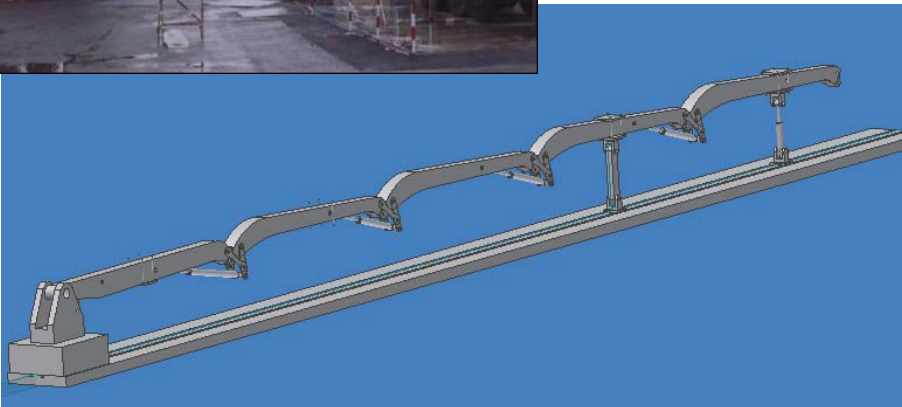
### ATTIVITA' SPERIMENTALE A SUPPORTO DELLA SIMULAZIONE:

- Programma di attività sperimentali sulle problematiche strutturali dei bracci di distribuzione del calcestruzzo.
- Analisi teorica, numerica e sperimentale dei principali giunti saldati usati da CIFA, con lo scopo di determinare la loro vita a fatica, anche in relazione alla loro esecuzione produttiva



## ATTIVITA' SPERIMENTALE A SUPPORTO DELLA SIMULAZIONE:

- Campagna sperimentale su macchine in servizio al fine di determinare gli spettri di carico reali da applicare nella progettazione e nel calcolo a fatica di nuovi modelli
- Validazione finale attraverso l'esecuzione di prove a fatica "full scale".



# La Qualità della posa in opera del calcestruzzo passa per il trasporto:

## CONTROLLO E GESTIONE A DISTANZA:

Tramite opportuni sensori, scheda elettronica e localizzatore satellitare montati sulle macchine è possibile tenerle sotto controllo tramite un computer collegato via internet e rilevare in tempo reale:

1. Localizzazione satellitare delle macchine sul territorio
2. Eventi svolti dal mezzo archiviati in una memoria cronologica: oraria, giornaliera, settimanale, mensile o annuale, in funzione dell'utilizzo.

Macchine	REALTIME	STORICO	MEZZO	COE	CONTRATTO	STATO	DE	TE	SE
	Tracce	Tracce	VA.A0000	MACCHINA.3	SC	0	0	0	7

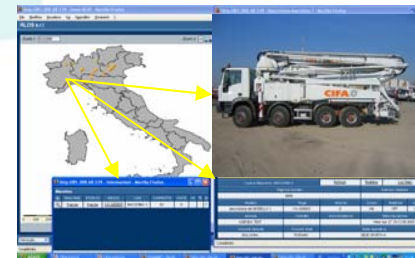
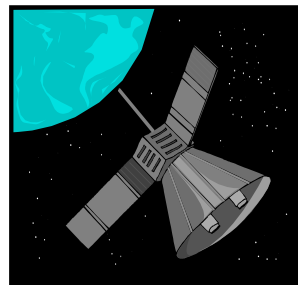
Codice Macchina	MACCHINA.3	Brand	Realtime	Log Stato
Regione Sociale	AB01			
Modello	Trapi	Alfame	ON	Realtime
Indirizzo	VA.A0000	0	ON	OFF
Descrizione del MODELLO				CF
Alimenta	Complet	Modificadanza		Data inserimento
AZIENDA TEST				Wed Apr 27 10:12:09 2005
Comuna Azienda	Comuna Sede			Sede Operativa
BOLOGNA	FORANO			DEE SPORTIVA

# La Qualità della posa in opera del calcestruzzo passa per il trasporto:

## CONTROLLO E GESTIONE A DISTANZA:

3. Guasti o anomalie della macchina in cantiere permettendone una immediata diagnosi e soluzione
4. Stato istantaneo del mezzo e soprattutto controllo dei parametri fondamentali per la CERTIFICAZIONE DELLA QUALITA' DEL CALCESTRUZZO:

- » Aggiunte quantità d'acqua in trasporto e messa in opera
- » Pressione olio trasmissione betoniera
- » Numero di giri parziali e totali tamburo
- » Quantità calcestruzzo presente nel tamburo

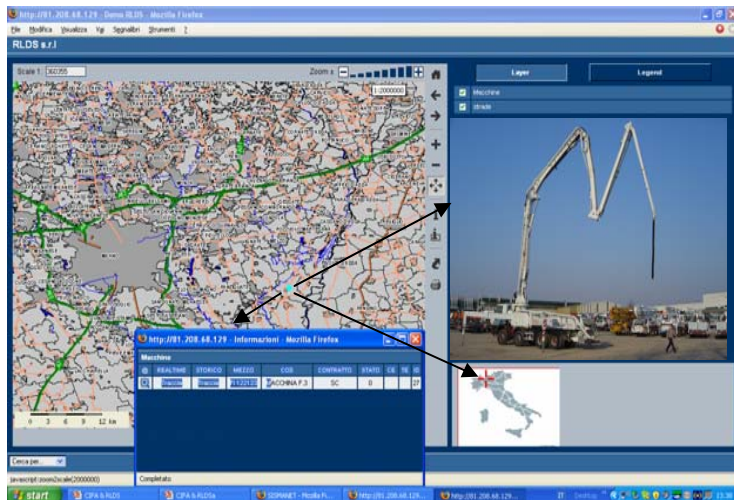


# La Qualità della posa in opera del calcestruzzo passa per il trasporto:

## CONTROLLO E GESTIONE A DISTANZA:

5. Stato istantaneo del mezzo e soprattutto controllo dei parametri fondamentali per la SICUREZZA SUL LAVORO:

- » Controllo istantaneo stabilità della macchina
- » Pressione olio e temperature funzionamento
- » Stato generale della macchina con registrazione e segnalazione eventi anomali malfunzionamento e/o cattivo utilizzo (funzione black box)



## La Qualità della posa in opera del calcestruzzo passa per il trasporto:

### CONCLUSIONI:

#### Tramite

- nuovi approcci scientifici,
- l'utilizzo di opportuni strumenti altamente tecnologici di simulazione e controllo e
- contatti stretti con l'ambiente scientifico e universitario

è oggi possibile ed è una realtà incrementare in maniera rilevante la **qualità del trasporto e della messa in opera** del calcestruzzo sia in senso stretto legato al materiale sia in senso esteso legato al lavoro svolto, con enormi benefici dal punto di vista economico e sociale.