



Associazione Tecnologi per l'Edilizia



POLITECNICO DI MILANO
Dipartimento di Ingegneria Strutturale

XLIII CONVEGNO ATE

ELEMENTI INNOVATIVI PER ORIZZONTAMENTI

**I solai tra tradizione e innovazione
alla luce delle nuove norme sismiche italiane**

***STATO DELL'ARTE DEI SOLAI
PREFABBRICATI IN GRC***

MARICA DELLA BELLA – DIEGO CIAN

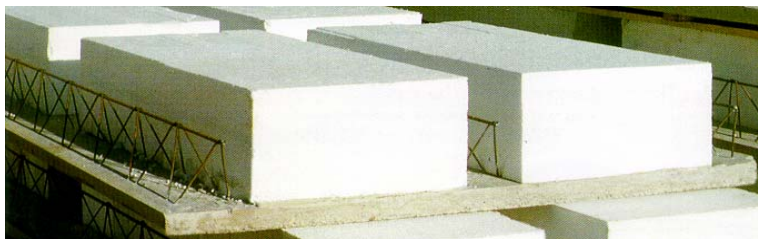
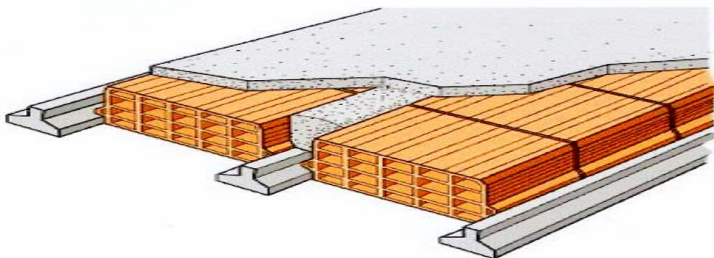
Politecnico di Milano – 24 settembre 2003



Stato dell'arte dei solai prefabbricati in GRC

- **Il GRC e le aspettative del mercato dei solai**
- **Composizione e caratterizzazione meccanica del GRC**
- **Solaio in GRC: aspetti produttivi e criteri progettuali**
- **Esempio di realizzazione**
- **Prove di isolamento acustico e al fuoco**
- **Conclusioni**

Il GRC e le aspettative del mercato dei solai



Caratteristiche solai prefabbricati presenti sul mercato

- Luce, sovraccarico ed autoportanza
- Minima incidenza in opera di M.O. e getti
- Buona finitura all'intradosso
- Peso proprio minimo

OK

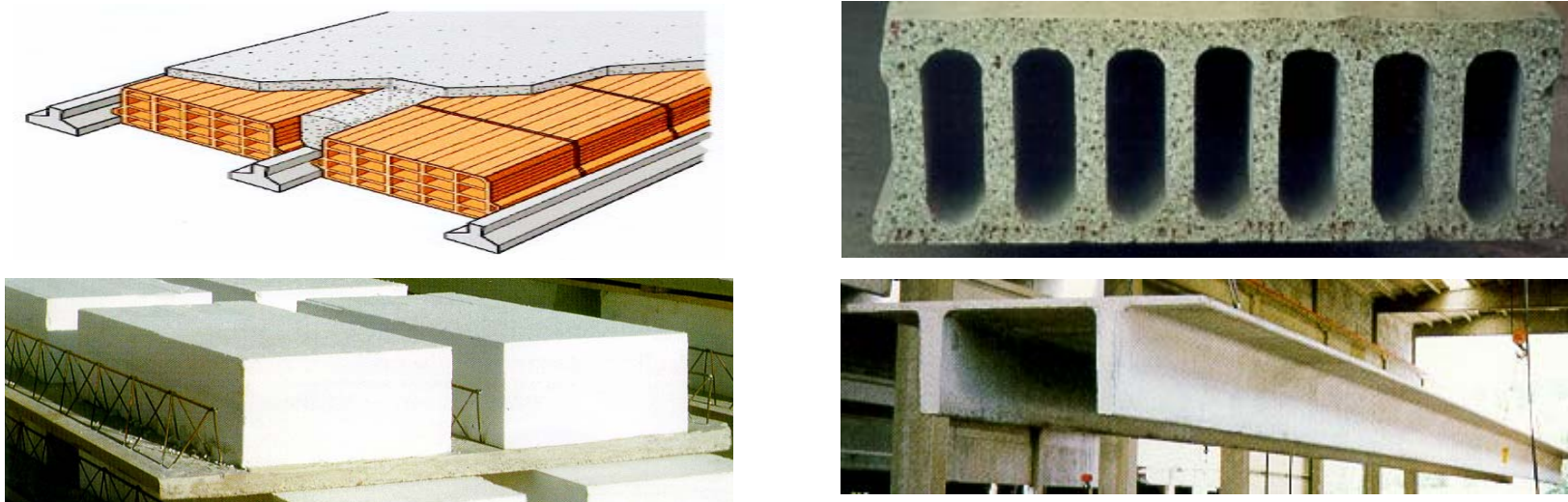
OK

OK

NON ABBASTANZA

(Peso proprio = 2,50÷3,50 kN/m², pari al 40÷50% del carico totale)

Il GRC e le aspettative del mercato dei solai



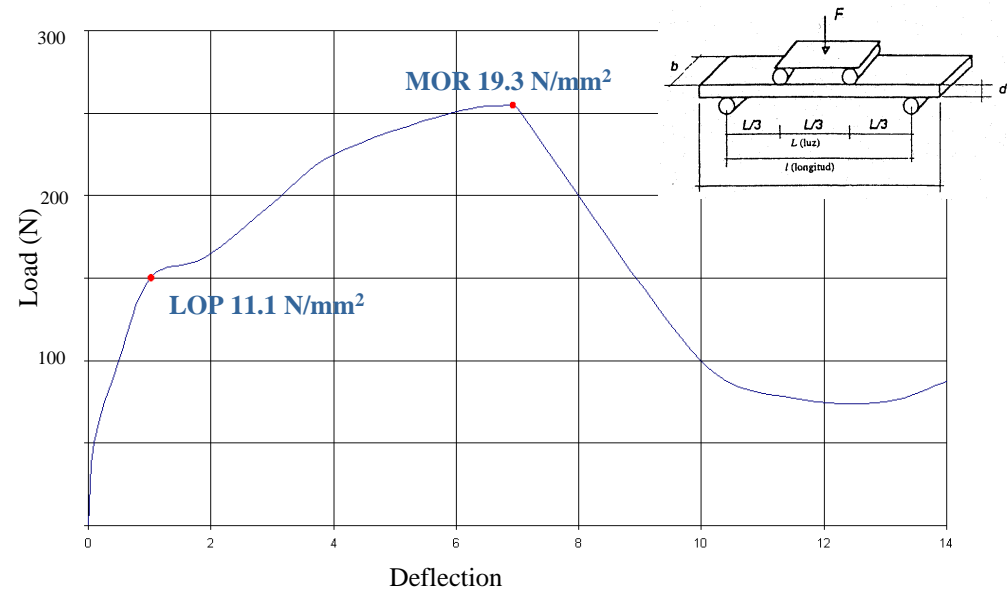
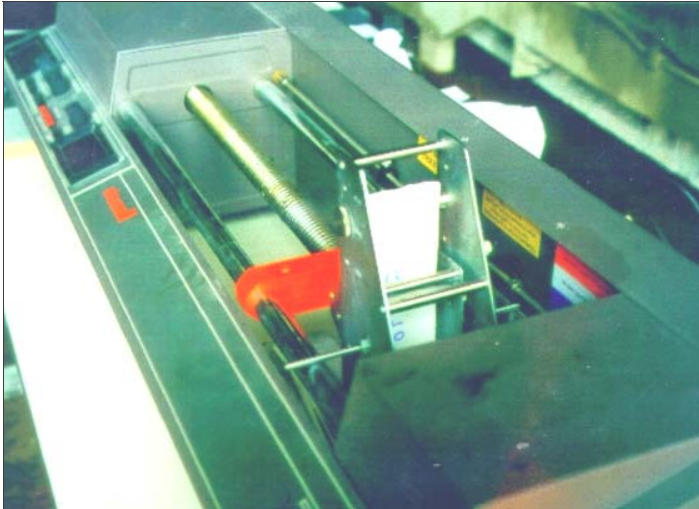
Confronto del GRC con il Solaio Alveolare

Luce [m]	Sovr. acc. [kN/m ²]	Solaio Alveolare			Solaio in GRC		
		Spessore solaio (mm)	P.p Prefabbr (kN/m ²)	P.p in opera (kN/m ²)	Spessore solaio (mm)	P.p Prefabbr (kN/m ²)	P.p in opera (kN/m ²)
5.0	3.50	H 160	2.35	2.50	H 200	0.80	1.00
6.0	3.50	H 160	2.35	2.50	H 250	0.90	1.10
7.5	3.50	H 200	2.85	3.00	H 300	1.00	1.20

Il Solaio in GRC riduce del 55÷60% il peso proprio, cioè del 25% il carico tot.

GRC (Glass Fibre Reinforced Concrete)

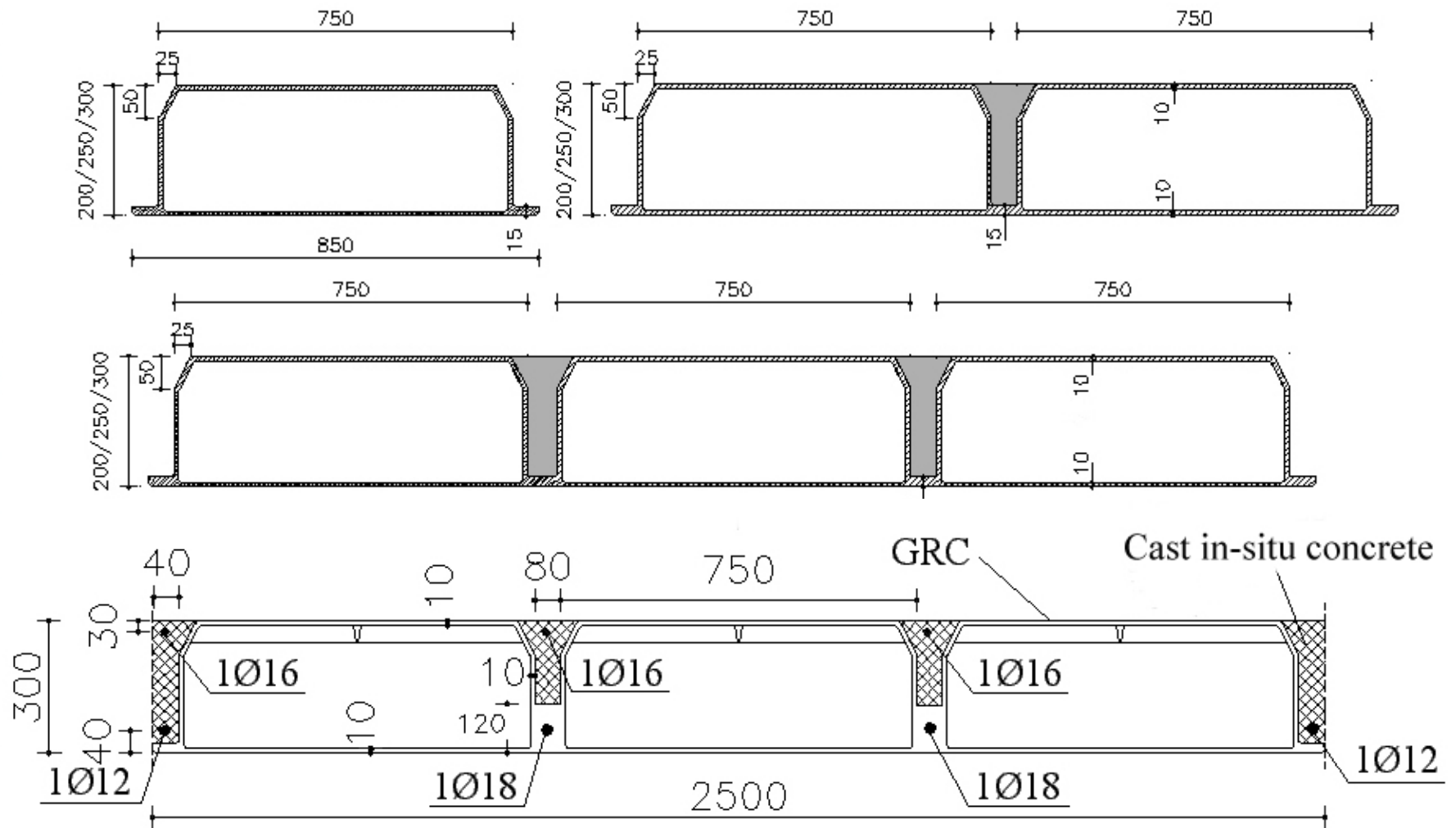
Composizione e caratterizzazione meccanica



GRC spray e premix

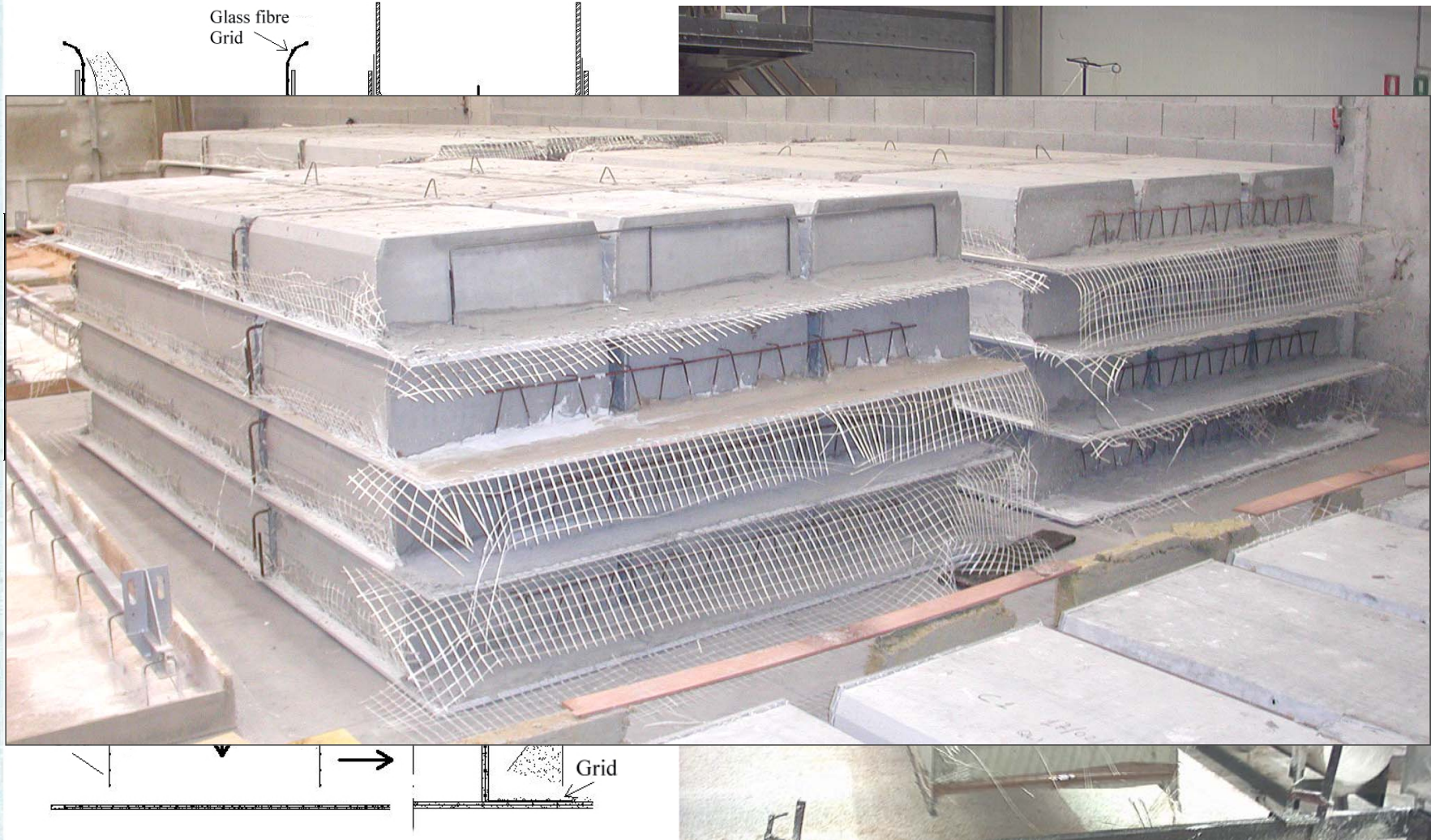
Cemento	Portland grigio/bianco 52.5
Rapp. Sabbia/cemento	0.70 - 1.0
Rapp. acqua/cemento	0.32 - 0.33
Fibre A.R.	2,5% - 5%
Lunghezza fibre	12÷50 mm
Superfluidificante	1% sul cemento
Polimeri acrilici	2% sul cemento

Sezione del solaio in GRC



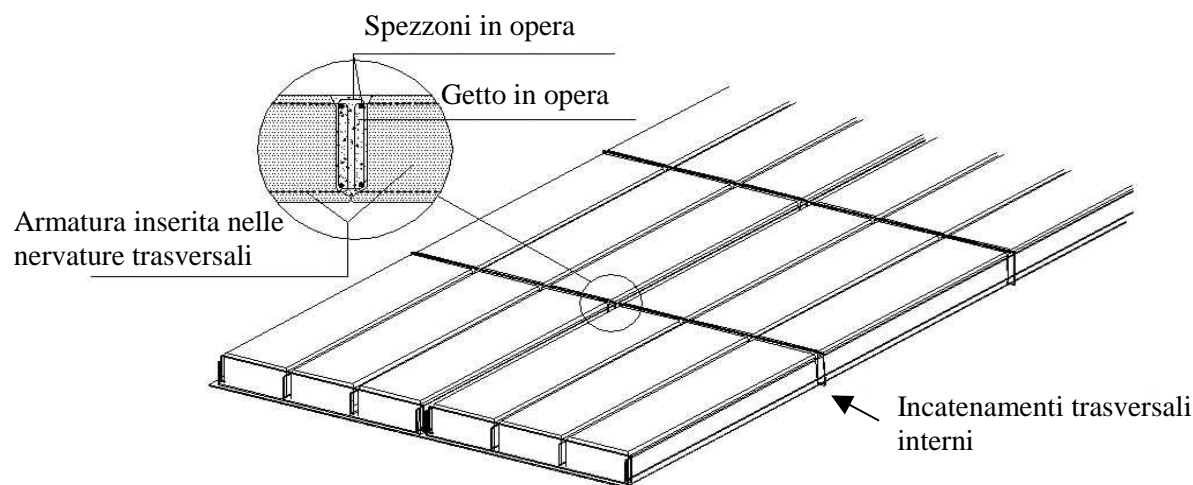
Produzione del solaio in GRC

GRUPPOCENTRONORD



Criteri di progetto

- **Rapporto luce/spessore L/H** (elementi ad armatura lenta)
 - < 25 per solai
 - < 35 per coperture
- **Soletta collaborante:** non è normalmente necessaria, anche per zone sismiche

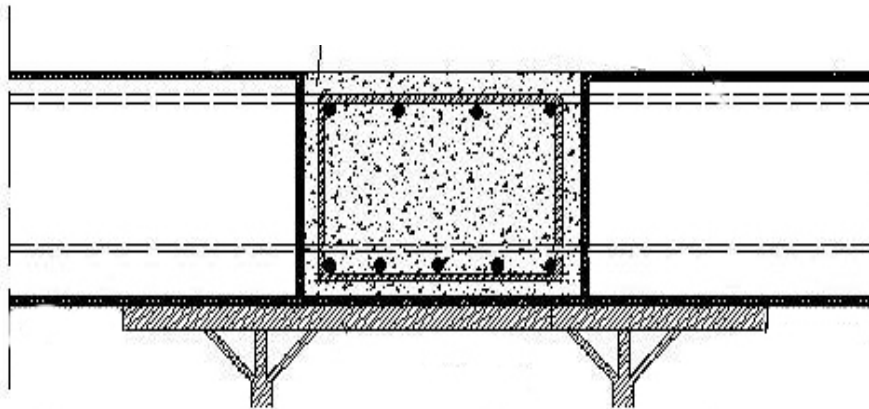


- **Resistenze** a 28 gg. del GRC

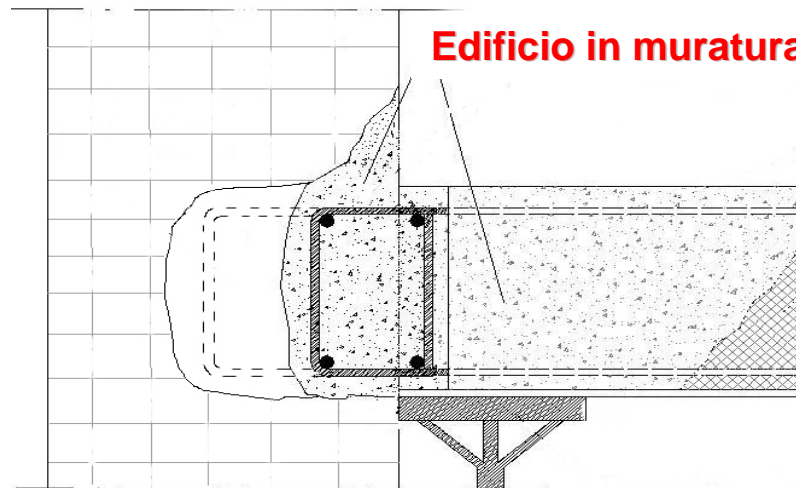
	“Spray”	“Premix”
Resistenza a compressione	$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$	$f_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctfm} = 20 \text{ MPa}$	$f_{ctfm} = 10 \text{ MPa}$
Modulo elastico	$E = 18.000 \text{ MPa}$	$E = 20.000 \text{ MPa}$
Coefficiente d'invecchiamento (trazione)	$\alpha_i = 0.5$	$\alpha_i = 1.0$
- **Limitazione delle tensioni agli SLE** (GRC “Spray” e “Premix”)
 - Sforzo di trazione limite per flessione per la combinazione rara: **5.0 MPa**
 - Sforzo di compressione limite per flessione per la combinazione rara: **15.0 MPa**

Dettagli costruttivi

Travi gettate in opera

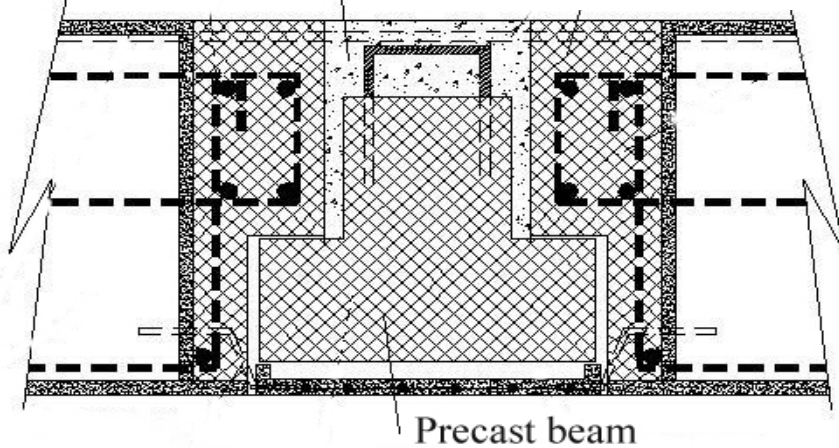


Edificio in muratura

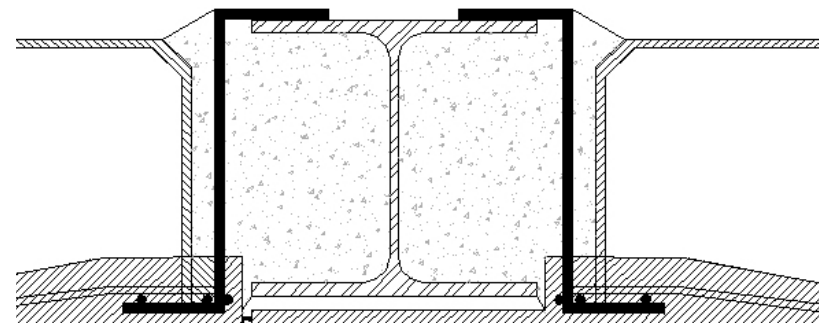


Cast in-situ concrete

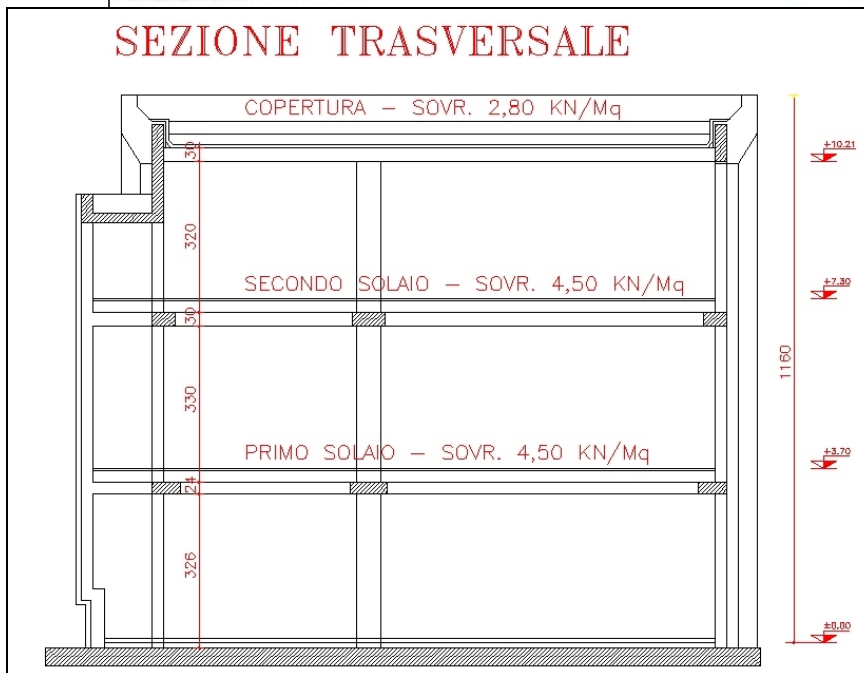
Travi prefabbricate



Travi in acciaio



Esempio di realizzazione Nuovi uffici ICN – Belfiore (VR)



Uffici ICN: 2° piano

PIANTA SECONDO SOLAIO (scala 1:50)



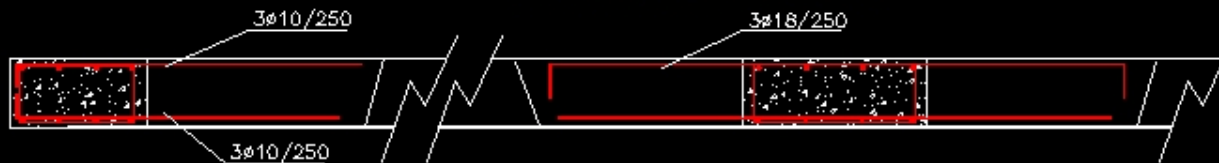
ANALISI DEI CARICHI

SOLAIO GRC 30 rasato	
PESO PROPRIO LASTRE	1.00 kN/m ²
GETTI IN OPERA	0.20 kN/m ²
SOVRACCARICO PERMANENTE	2.00 kN/m ²
SOVRACCARICO ACCIDENTALE	2.50 kN/m ²

SEZIONE TRASVERSALE



SEZIONE LONGITUDINALE



Montaggio del 2° solaio

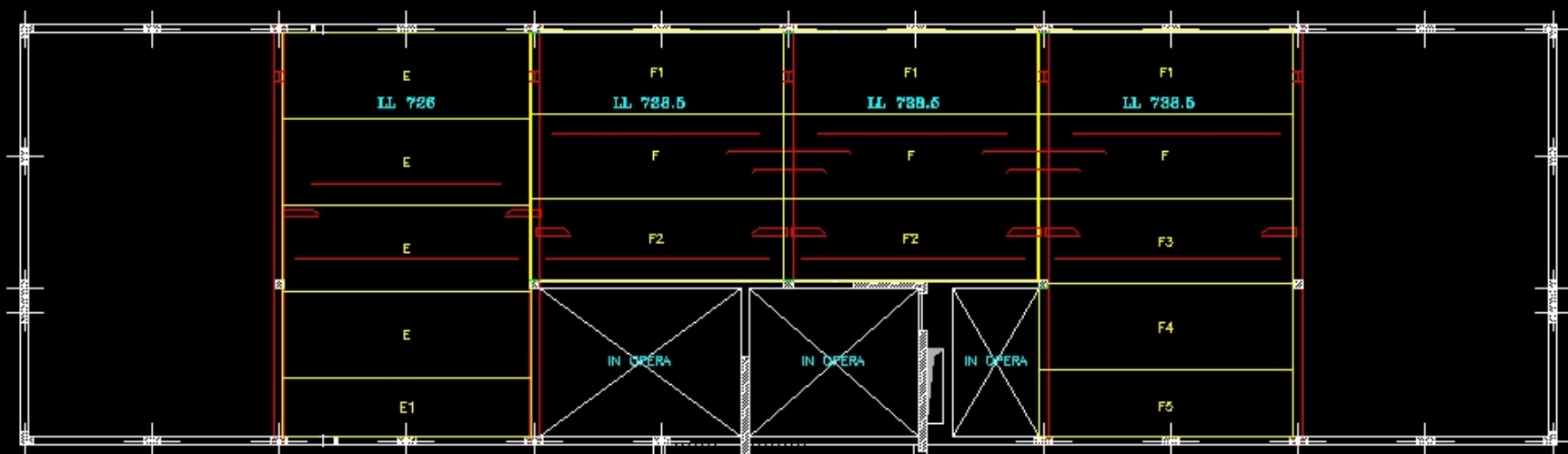


Montaggio del 2° solaio



Uffici ICN: copertura

SOLAIO COPERTURA

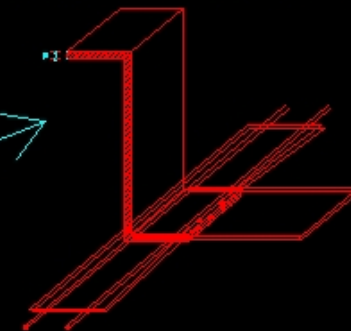


SEZIONE TRASVERSALE



ANALISI DEI CARICHI	
SOLAIO GRC 30 rasato	
PESO PROPRIO LASTRE	1.00 kN/m ²
GETTI IN OPERA	0.20 kN/m ²
SOVRACCARICO PERMANENTE	1.50 kN/m ²
SOVRACCARICO ACCIDENTALE	1.30 kN/m ²

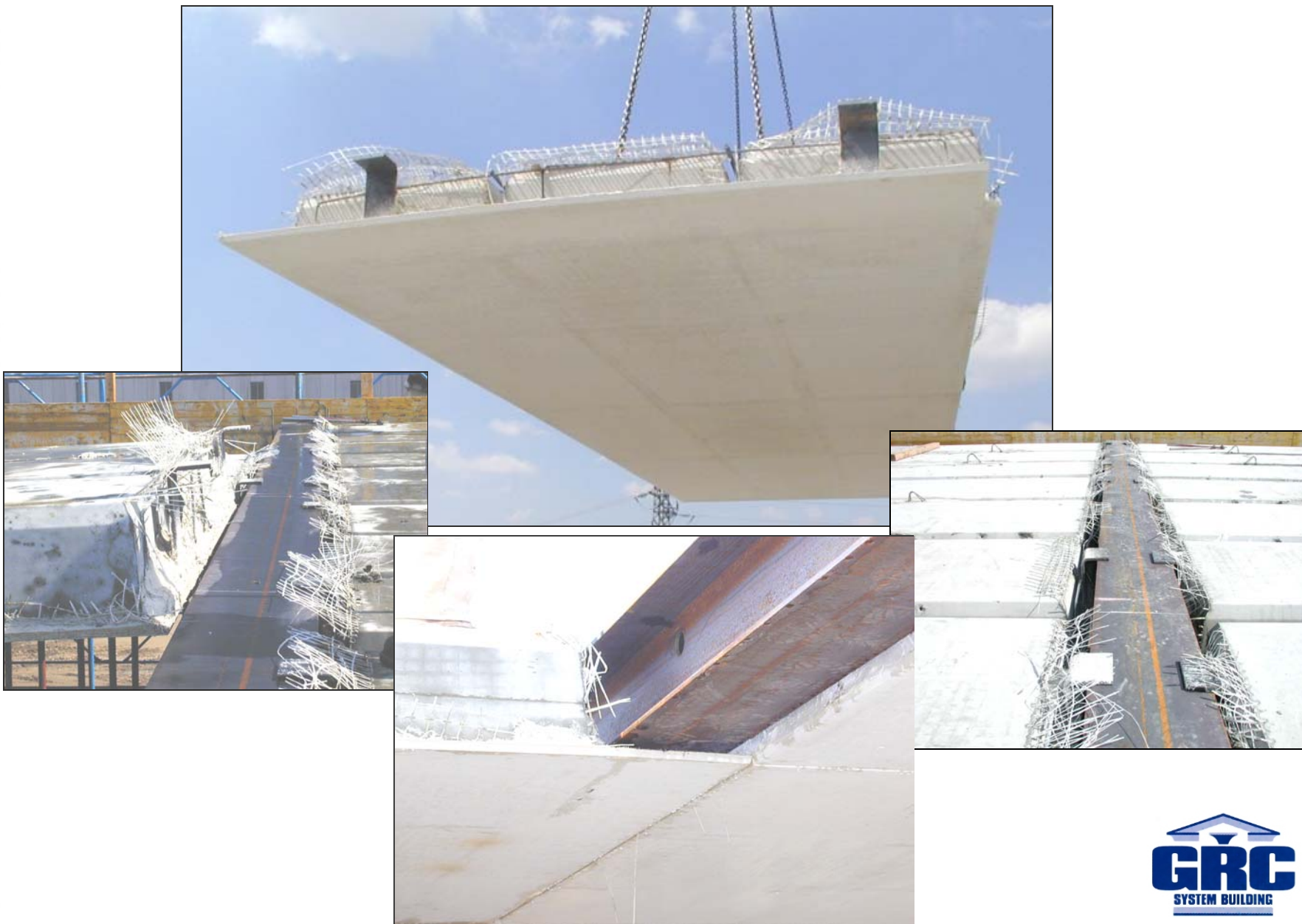
SEZIONE LONGITUDINALE



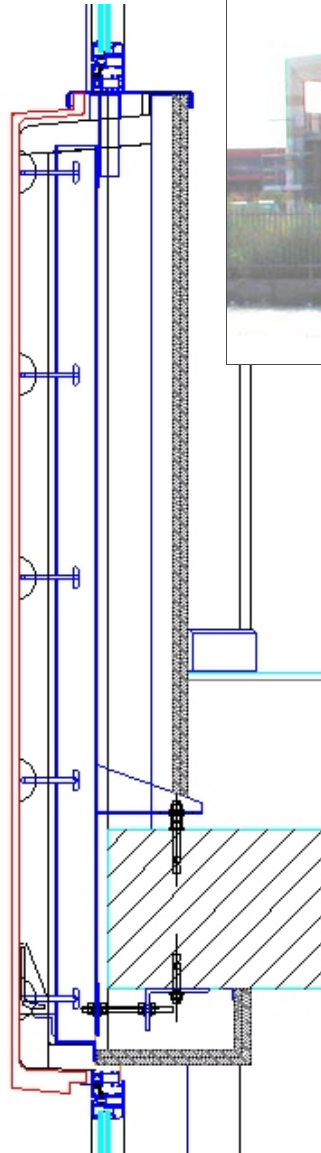
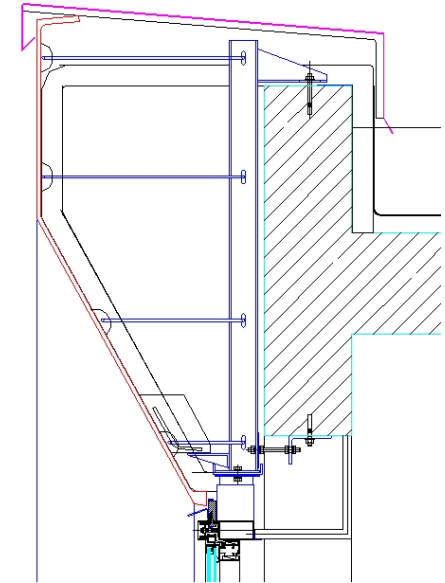
Montaggio e completamento copertura



Montaggio e completamento copertura



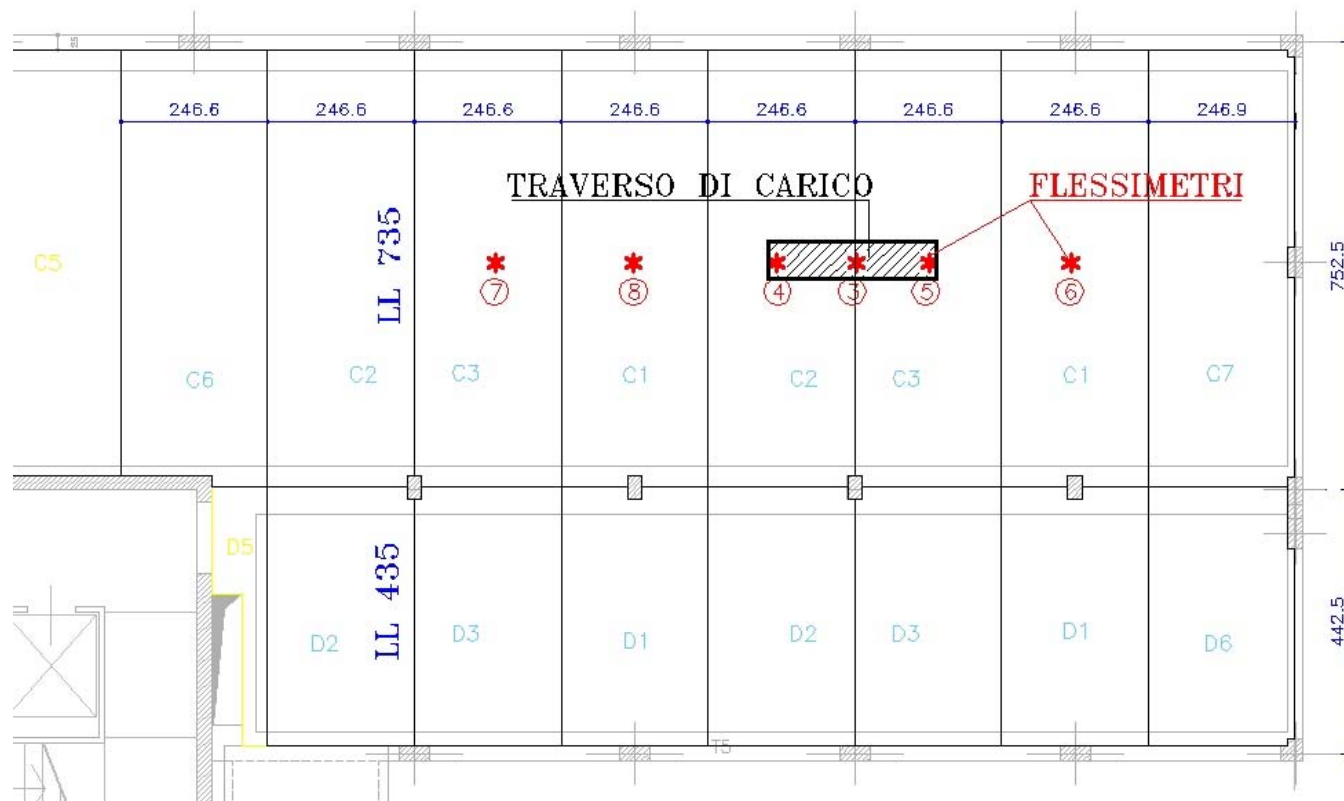
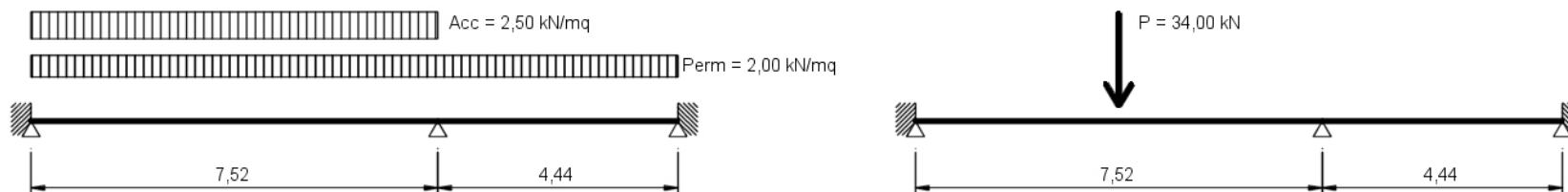
Uffici ICN: tamponamenti di facciata in GRC



Collaudo del 2° solaio

CONDIZIONE DI ESERCIZIO

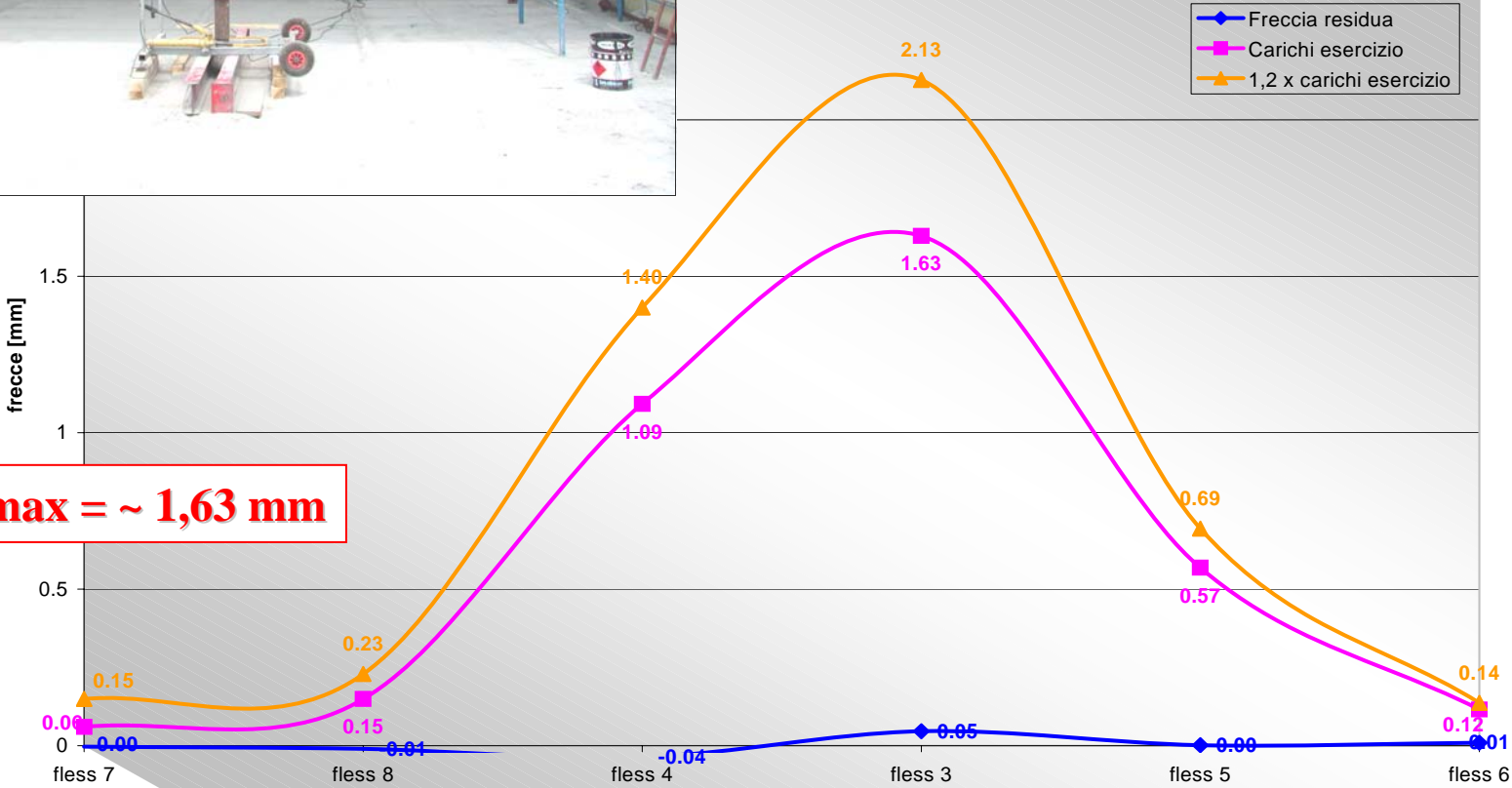
CARICHI PER COLLAUDO



Freccia teorica = ~ 5 mm

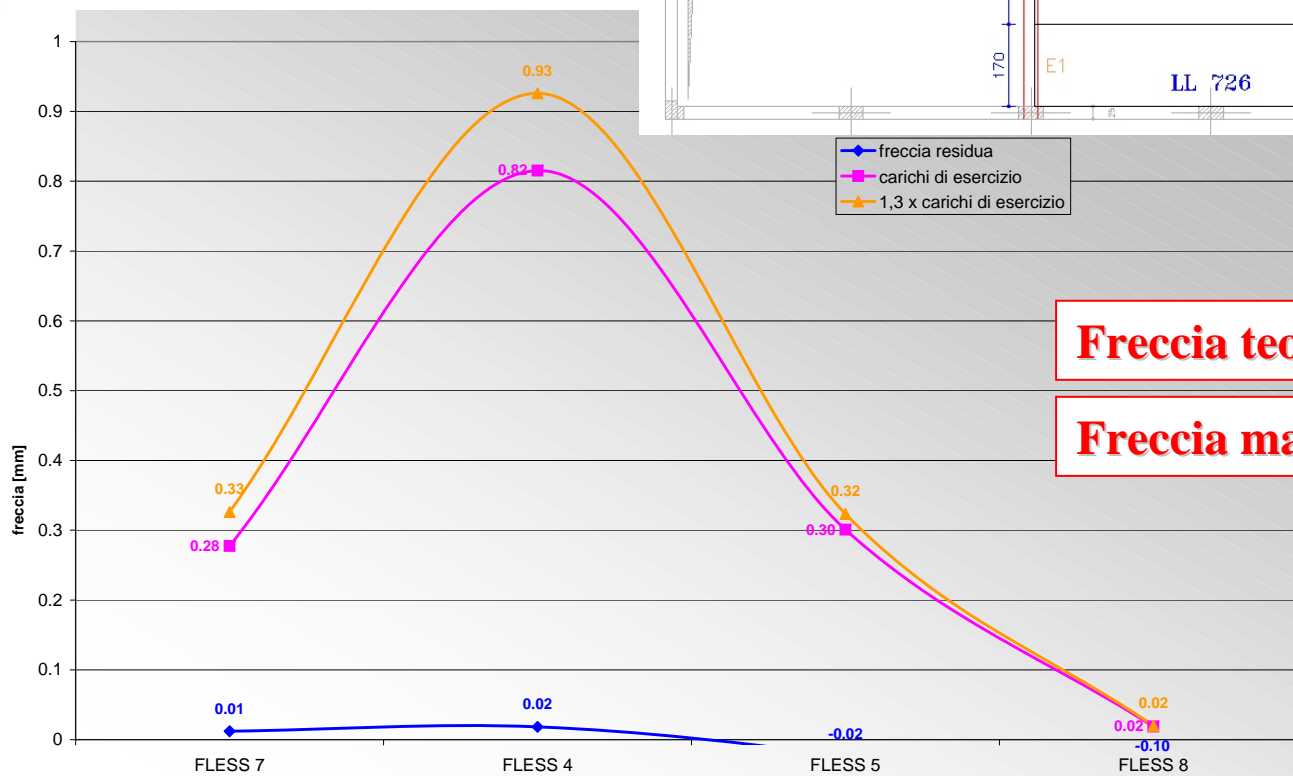
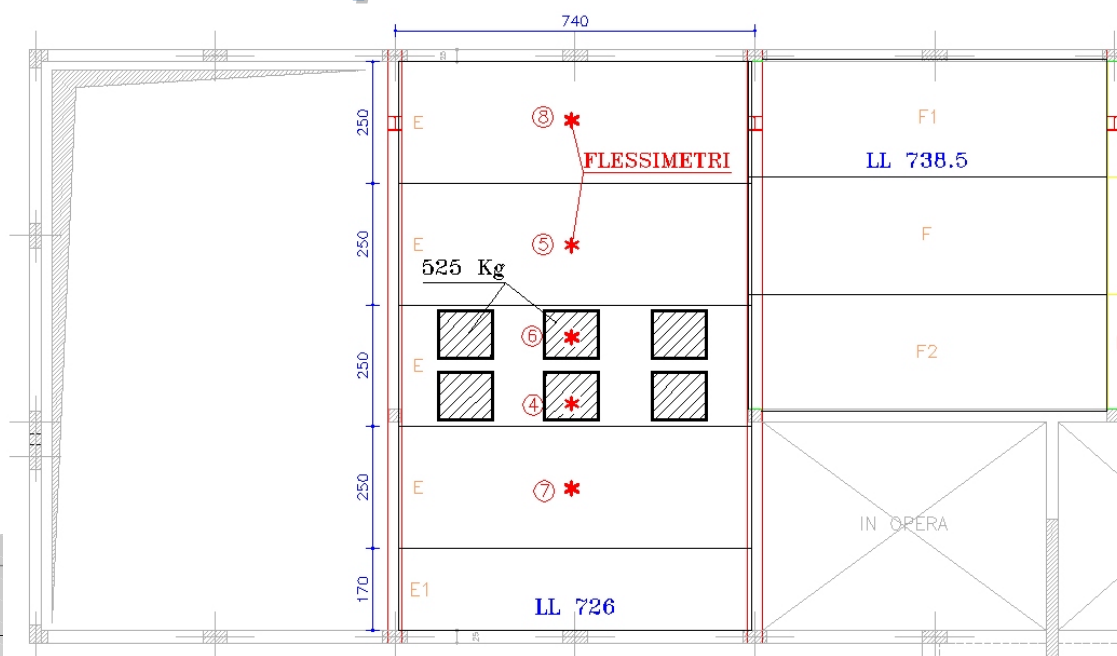
Collaudo del 2° solaio

GRUPPOCENTRONORD



Freccia max = ~ 1,63 mm

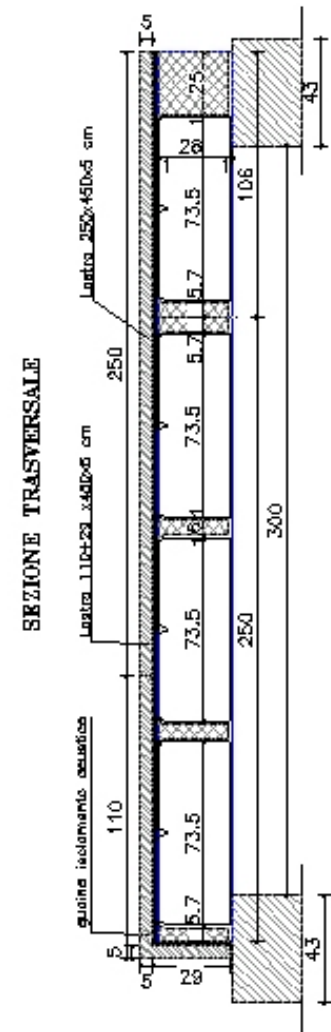
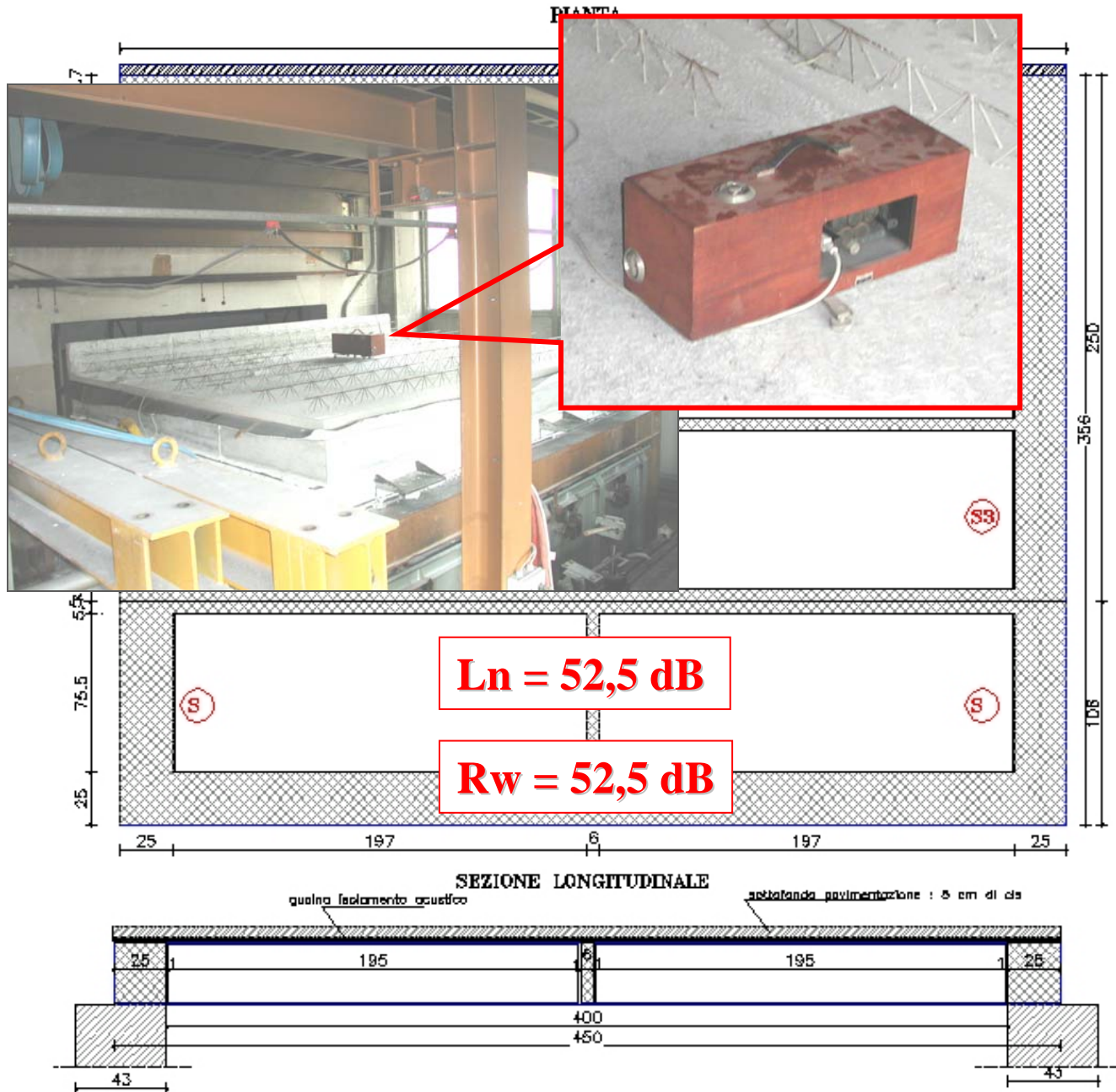
Collaudo copertura



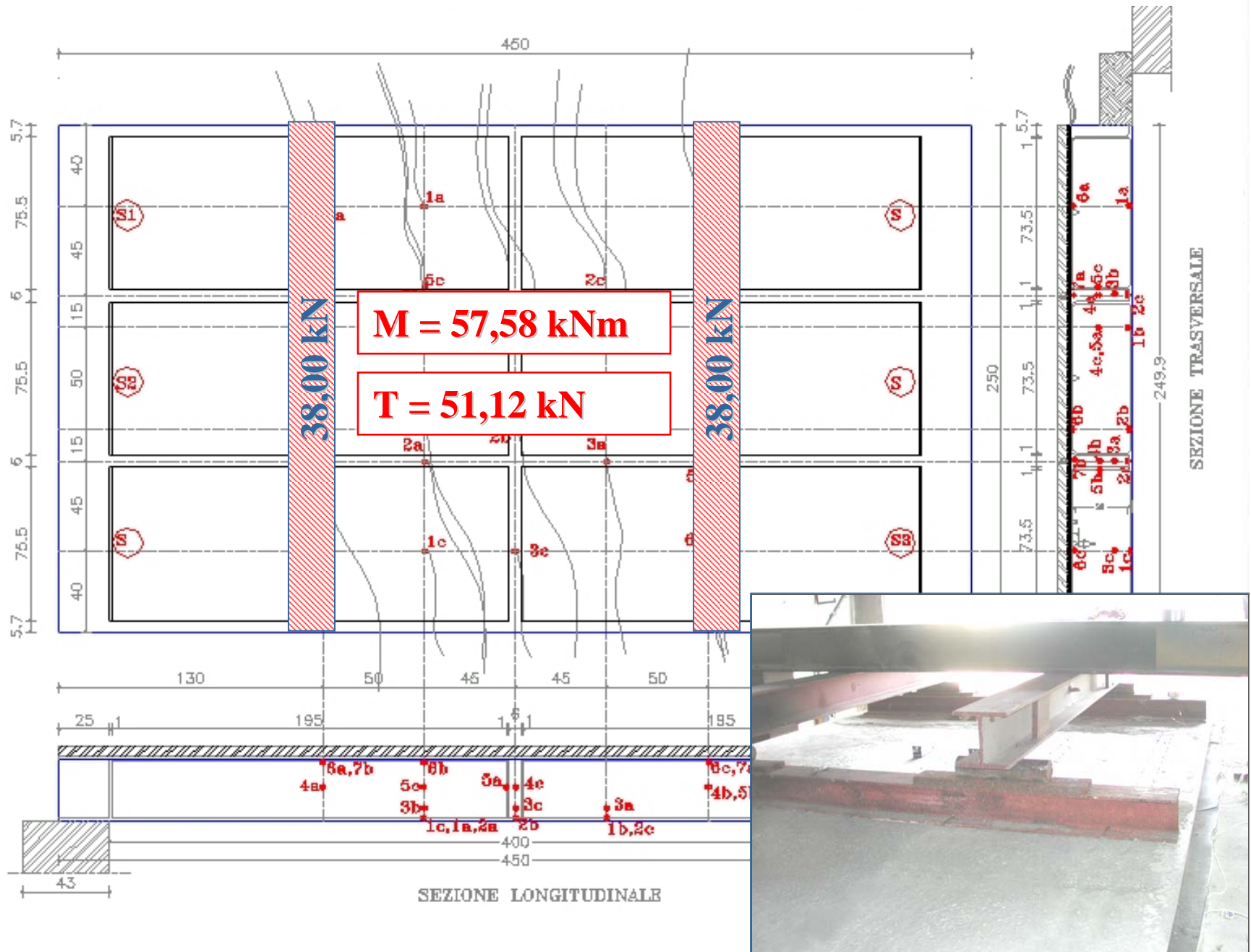
Freccia teorica = ~ 4 mm

Freccia max = ~ 0,82 mm

Prove di isolamento acustico

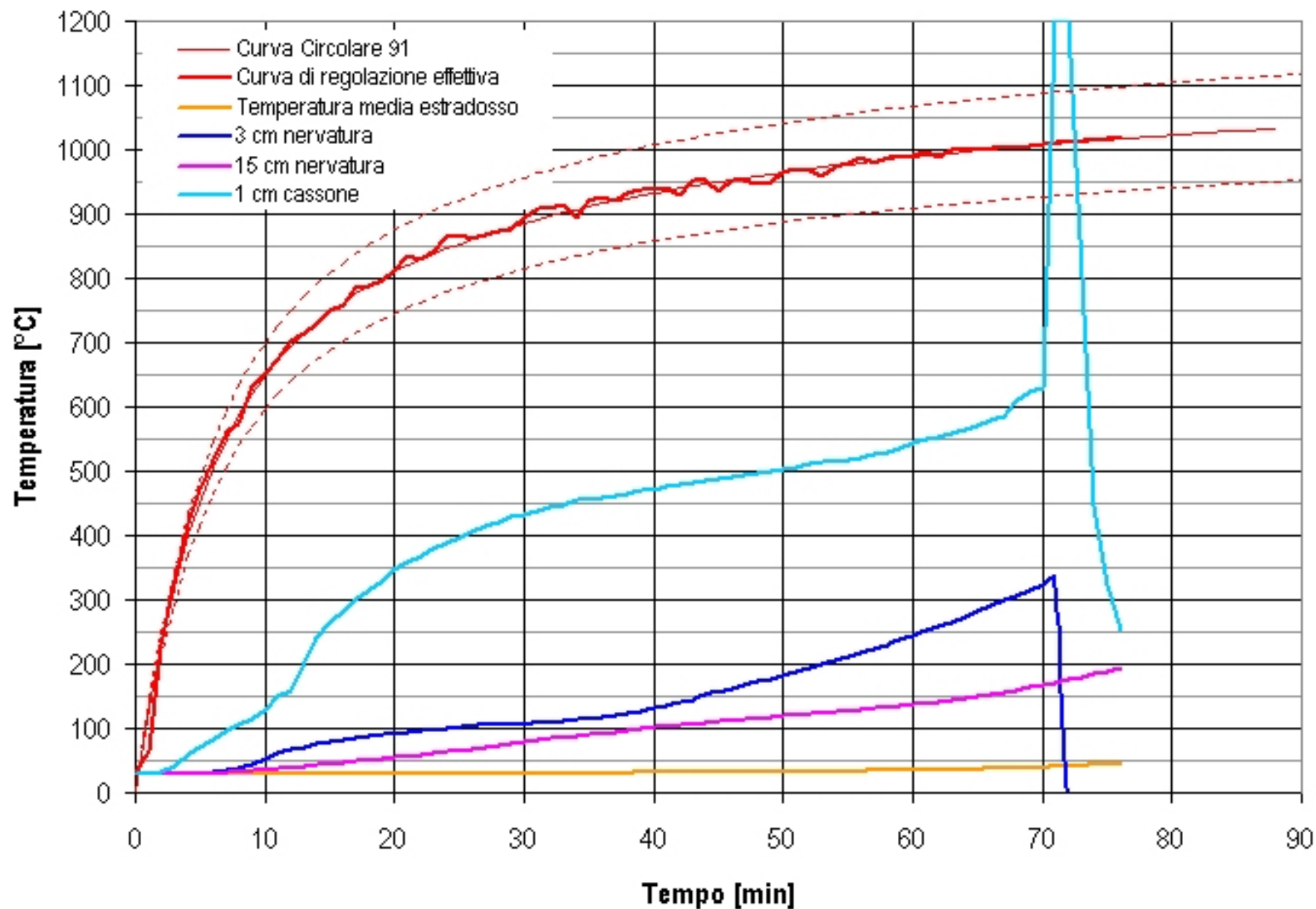


Prove di resistenza al fuoco



Prove di resistenza al fuoco

CURVE TEMPO-TEMPERATURA REGISTRATE DURANTE LA PROVA



Conclusioni

- **Il GRC è adatto per la prefabbricazione di elementi strutturali**, con adeguato mix-design e processo produttivo.
- **Elementi da solaio ultra-leggeri** (p.p. 1,00 – 1,20 kN/m²)
- **Minima incidenza di M.O. e materiali in opera**
- **Ottima finitura d'intradosso**
- **Ripartizione trasversale senza soletta collaborante**
- **Resistenza al fuoco**
- **Isolamento acustico**
- **Vantaggi tecnici e nuove potenzialità nelle ristrutturazioni e in zona sismica**

***STATO DELL'ARTE DEI SOLAI
PREFABBRICATI IN GRC***

Grazie per l'attenzione



Per informazioni : grc@gruppocentronord.it