



elletipi s.r.l.
LABORATORIO PROVE MATERIALI

16 Marzo 2008

Lezione presso

ENTE UNITARIO SCUOLA PROFESSIONALE EDILE FERRARA



PROVA DI LABORATORIO SU TRAVI LIGNEE A SEZIONE COMPOSITA

A cura di:

Dott. Ing. Sergio Tralli

responsabile della Divisione Controlli Strutturali di

Elletipi s.r.l. Ferrara



elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI





SOMMARIO

- introduzione
- elementi teorici, definizioni
- caso studio
- prove di laboratorio sul materiale
- prove di laboratorio sulle travi
- risultati attesi
- risultati sperimentali



A) INTRODUZIONE

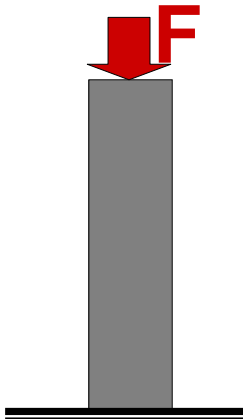
La sperimentazione eseguita nell'anno 2007 ha avuto come oggetto la verifica del comportamento statico sotto carichi concentrati di una trave lignea costruita secondo la tecnica della trave composita a tre elementi resistenti, più due cunei di finitura superiore. La prova è stata eseguita in modalità comparativa fra una trave a sezione unica e la trave a sezione composita. Preventivamente alle prove sui prototipi sono state eseguite delle prove di caratterizzazione meccanica del legno utilizzato.



B) DEFINIZIONI

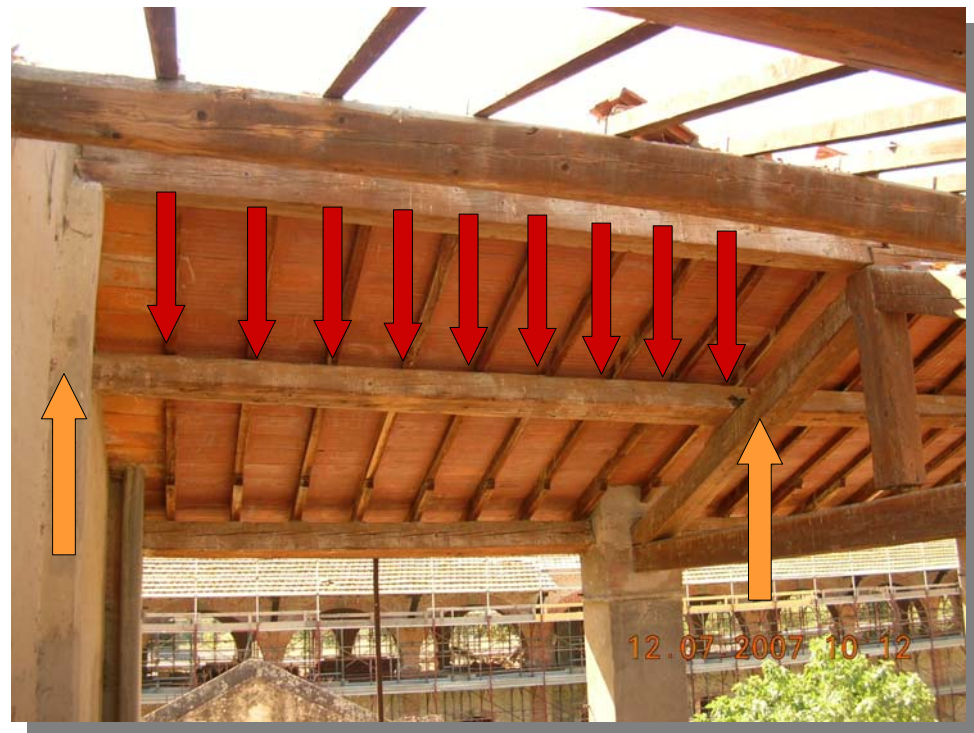
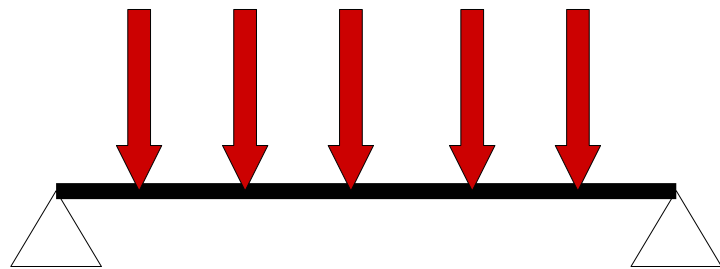
Stati di sollecitazione:

COMPRESSIONE



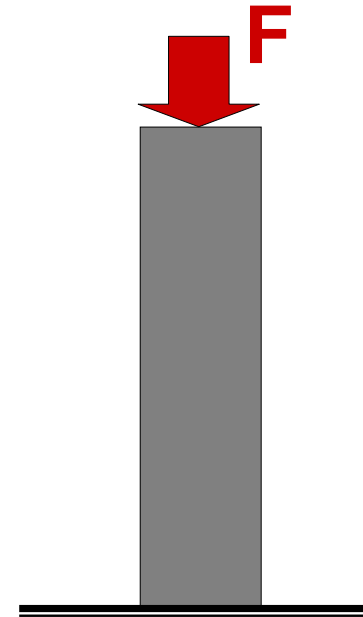
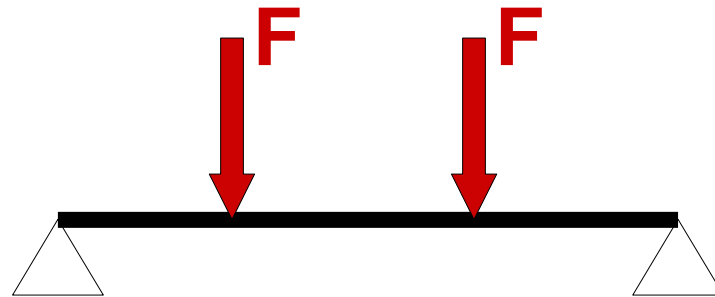


FLESSIONE



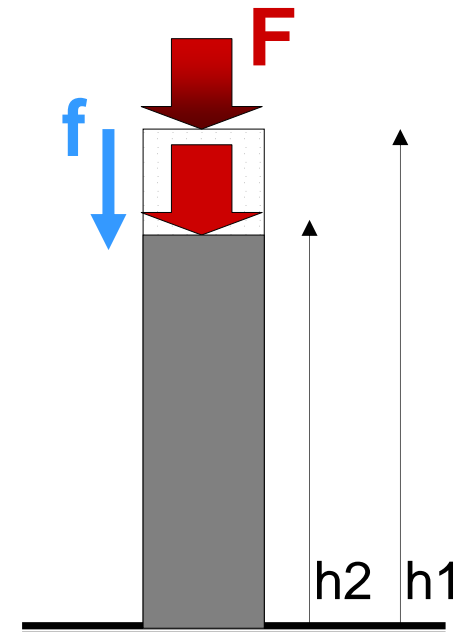
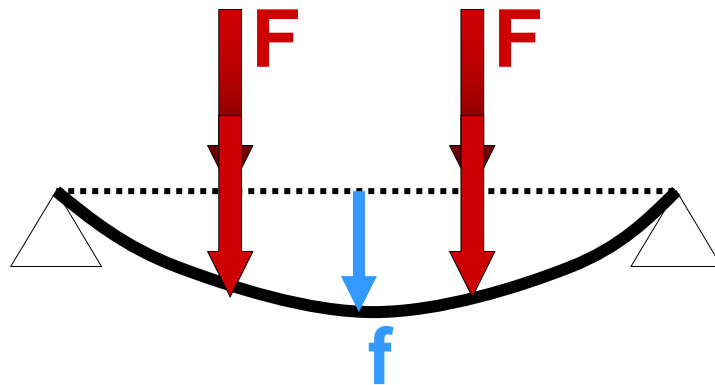


FORZA





SPOSTAMENTO

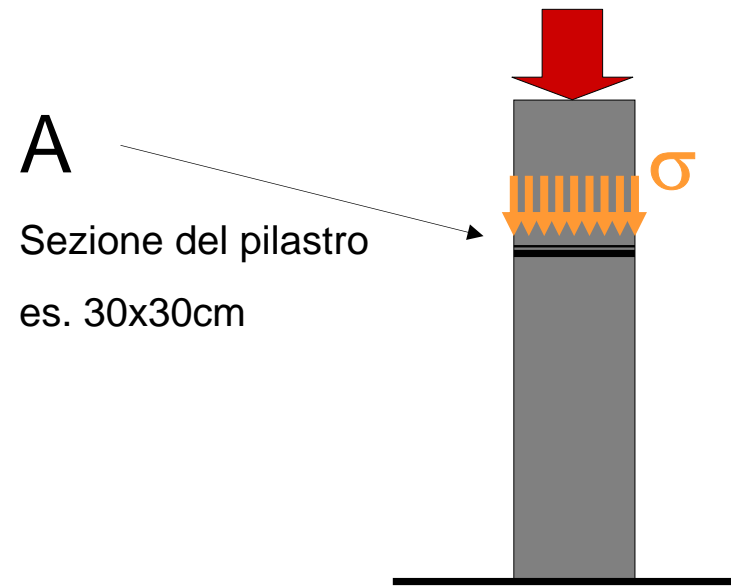




TENSIONE



$$\sigma = F/A$$

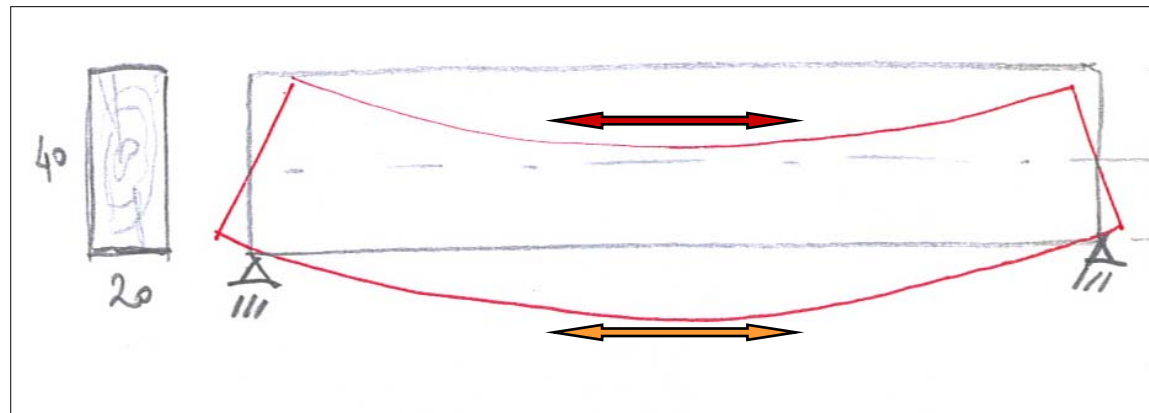
la rottura avviene se $\sigma > \sigma_{\text{caratteristica}}$





DEFORMAZIONE

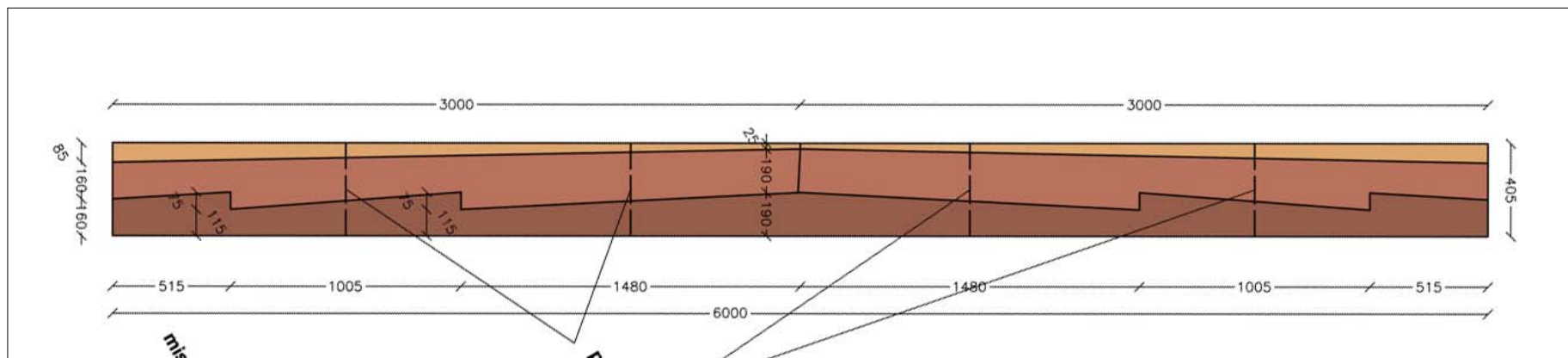
 negativa
 positiva

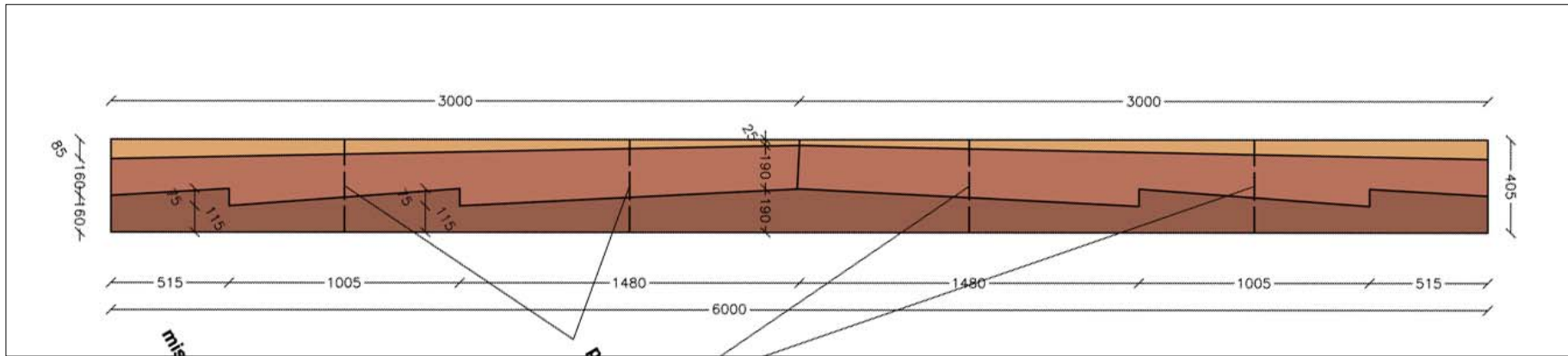




C) CASO STUDIO

Le prove sperimentali sono state eseguite nel mese di marzo 2007 a completamento delle lezioni in corso. La trave ricostruita dagli allievi era costituita da tre elementi resistenti: uno unico inferiore e due superiori di lunghezza pari alla metà del primo. Per omogeneità geometrica la trave è stata finita con due cunei superiori che ne hanno reso orizzontale l'estradosso.





Lunghezza: 600cm
Sezione: 40x20cm
Elementi: 3 connessi con denti di taglio sagomati e chiodi in acciaio



D) PROVE SUL MATERIALE

Il materiale costituente le due travi lignee è stato sottoposto a prove di laboratorio volte ad individuarne le proprietà morfoanatomiche ed i valori di resistenza caratteristica. In particolare sono state eseguite le seguenti analisi:

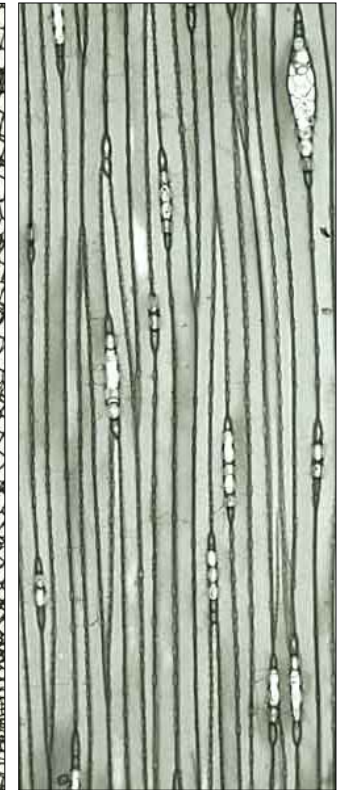
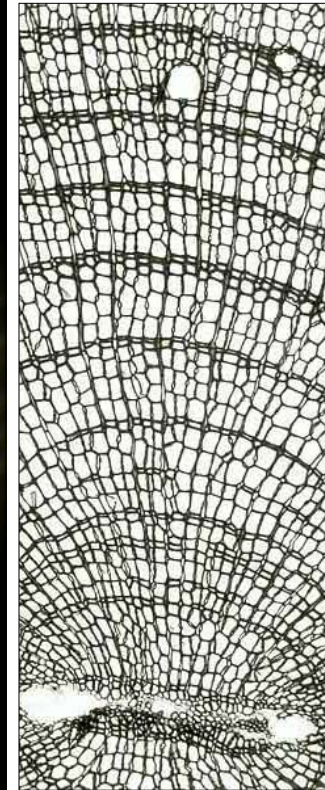
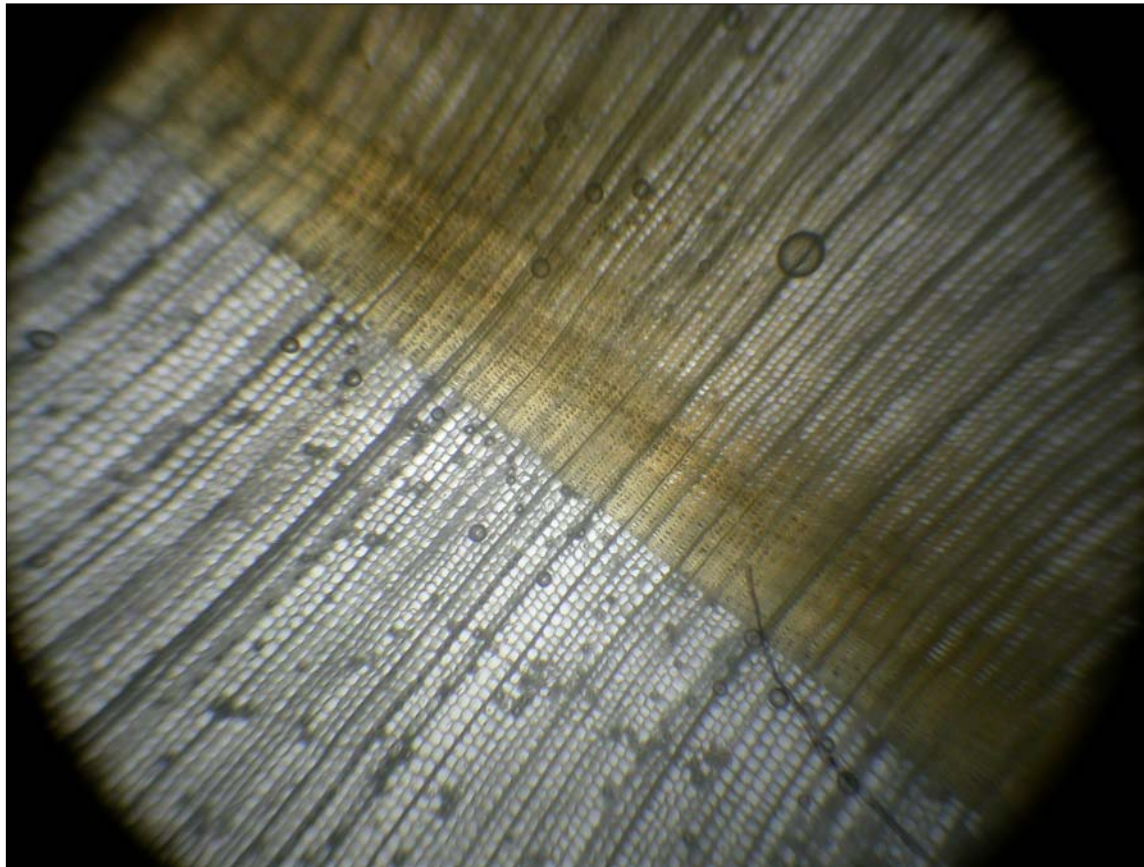
- identificazione della specie legnosa;
- misura dell'umidità specifica;
- verifica della resistenza caratteristica a flessione;
- verifica della resistenza caratteristica a compressione;



elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

- la specie legnosa è stata riconosciuta essere abete rosso – picea abies
- l'umidità specifica si assesta su valori del 12%





elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

- la resistenza caratteristica a compressione si assesta sul valore medio di 33,10MPa, 331kg/cmq

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE PARALLELA ALLA FIBRATURA - UNI ISO 3787

N°	Contrassegno	Dimensioni (mm)			Area (mm ²)	Pmax (N)	Resistenza (MPa)	W (%)
		a	b	h				
1	Prisma 20*20*30	20,1	19,9	30,8	400	13180	32,95	11,1
2	Prisma 20*20*30	19,9	19,8	30,9	394	13290	33,73	11,4
3	Prisma 20*20*30	19,9	19,9	30,8	396	12800	32,32	11,9
4	Prisma 20*20*30	19,9	20,0	30,9	398	13610	34,20	11,1
5	Prisma 20*20*30	19,8	19,9	30,9	394	12730	32,31	11,1
Valore medio:							33,10	



elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

- la resistenza caratteristica a flessione statica (trazione per flessione) si assesta sul valore di 69,00MPa, 690kg/cmq

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A FLESSIONE STATICA - UNI ISO 3133								
N°	Contrassegno	Dimensioni (mm)			Volume (mm ³)	W (%)	Carico (N)	Tensione (MPa)
		b	h	l				
1	Prisma 20*20*300	19,9	19,7	250,0	98008	11,1	1430	69
2	Prisma 20*20*300	19,5	19,4	250,0	94575	11,4	1440	74
3	Prisma 20*20*300	19,6	19,6	250,0	96040	11,9	1300	65
4	Prisma 20*20*300	19,6	20,0	250,0	98000	11,1	1490	71
5	Prisma 20*20*300	19,5	19,6	250,0	95550	11,1	1360	68
Valore medio:								69



elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

- il modulo di elasticità a flessione si assesta su valori di 6989MPa,
69890kg/cmq

DETERMINAZIONE DEL MODULO DI ELASTICITA' A FLESSIONE STATICA - UNI ISO 3349			
N°	Contrassegno	Dimensioni (mm)	Modulo di Elasticità (MPa)
1	Prisma 20*20*300	19,9x19,7x380	6313
2	Prisma 20*20*300	19,5x19,4x380	6502
3	Prisma 20*20*300	19,6x19,6x380	8663
4	Prisma 20*20*300	19,6x20,0x380	6350
5	Prisma 20*20*300	19,5x19,6x380	7118
Valore medio:			6989



elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI





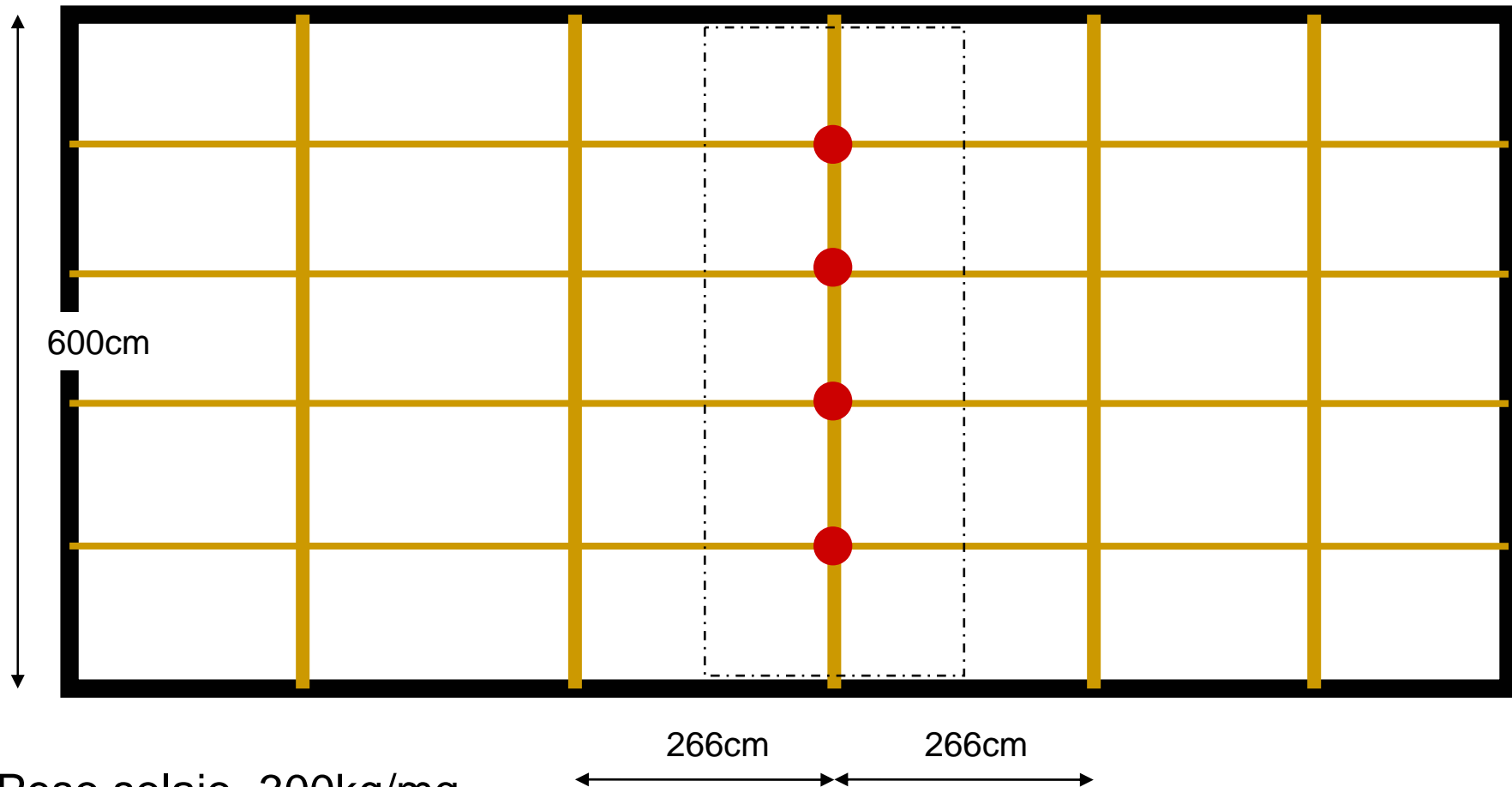
E) PROVE SULLE TRAVI

Le prove di carico sulle due travi sono state eseguite per simularne il comportamento in fase di esercizio e di rottura. Per esercizio si è definito il carico che induce una sollecitazione unitaria di 11MPa (110kg/cmq), ovvero sono state applicate 4 forze concentrate da 20kN (2000kg) ciascuna. Tale entità di carico equivale all'ipotesi di avere installato le travi testate con interasse 266cm, per un solaio di peso 300kg/mq e sovraccarico 200kg/mq.



elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI



Peso solaio=300kg/mq

Sovraccarico accidentale=200kg/mq

Tensione in esercizio=110kg/cm²



elletipi s.r.l.

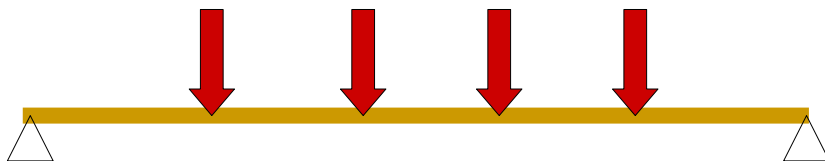
LABORATORIO PROVE MATERIALI



Cella di carico



Trasduttore di spostamento





F) COMPORTAMENTO ATTESO

Postulati base della teoria della flessione:

- indeformabilità della sezione;
- perfetta trasmissione degli sforzi di taglio;

Ovvero: NESSUNO SCORRIMENTO

le soluzioni da adottare per ottenere lo scopo sono molteplici:

- omogeneità della sezione;
- aderenza fra elementi tramite colle;
- aderenza fra elementi tramite denti di taglio;
- aderenza fra elementi tramite chiodi

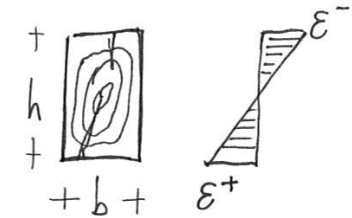
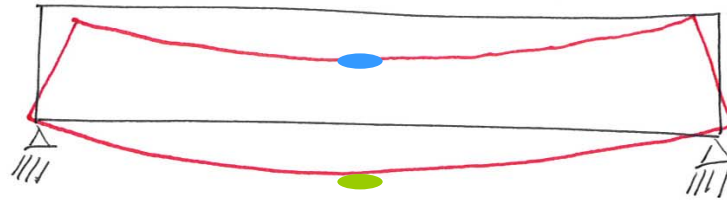


elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

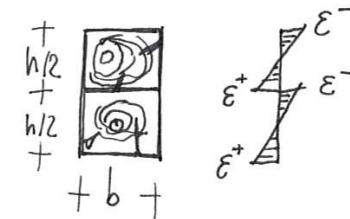
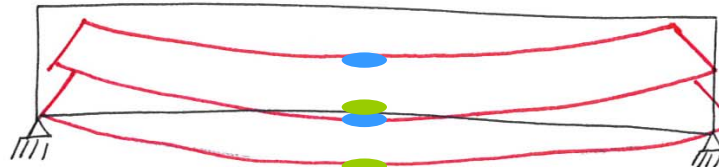
$$W_1 = bh^2/6$$

$$J_1 = bh^3/12$$



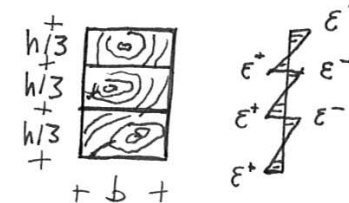
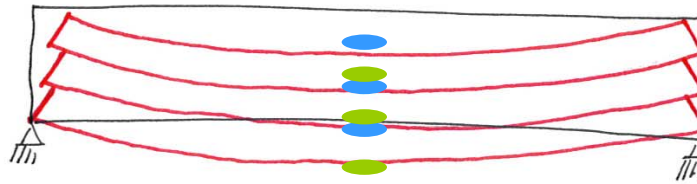
$$W_2 = W_1/2$$

$$J_2 = J_1/4$$



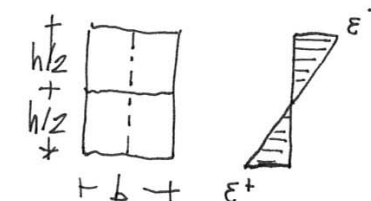
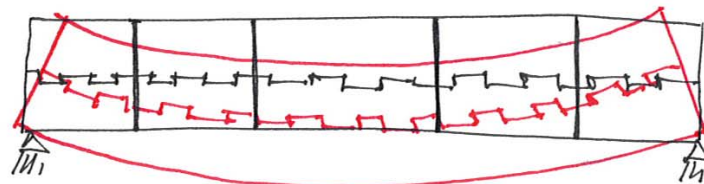
$$W_3 = W_1/3$$

$$J_3 = J_1/9$$



$$W_4 = W_1$$

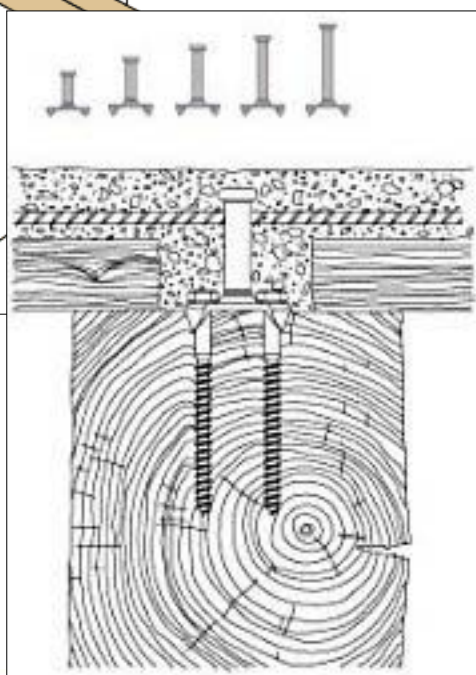
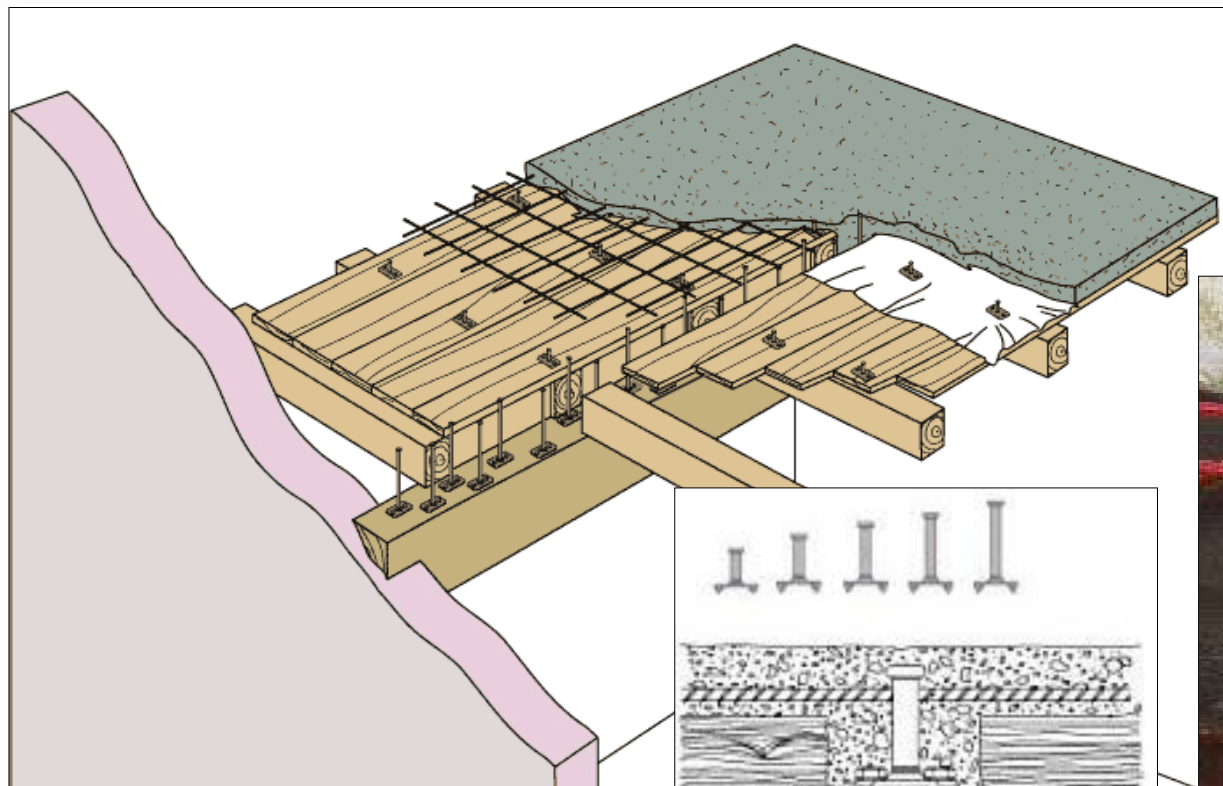
$$J_4 = J_1$$





elletipi s.r.l.

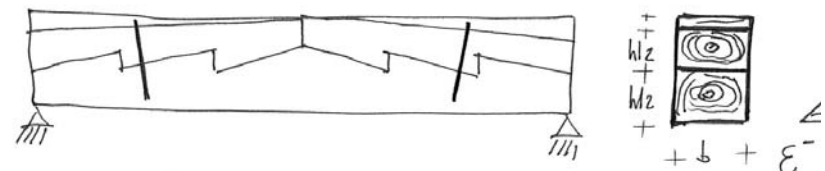
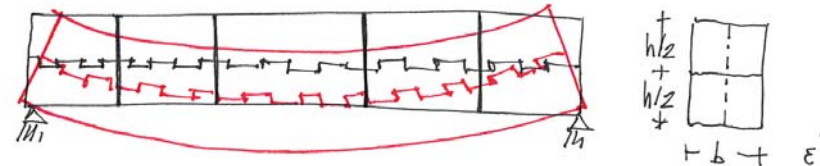
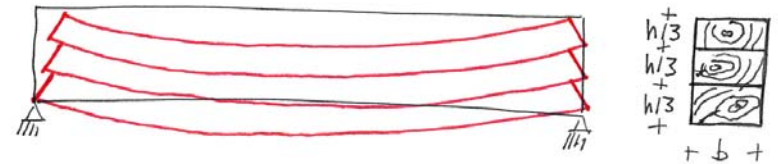
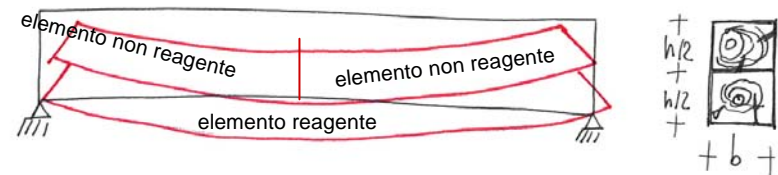
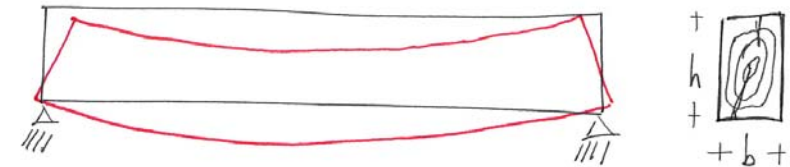
LABORATORIO PROVE MATERIALI



Esempio di connessione a taglio fra elementi non omogenei: consolidamento di solai lignei

Nel caso in esame, essendo gli elementi superiori staticamente indipendenti, essi non sono in grado di esprimere il comportamento a flessione “a travi giustapposte”. I comportamenti attesi sono pertanto i seguenti:

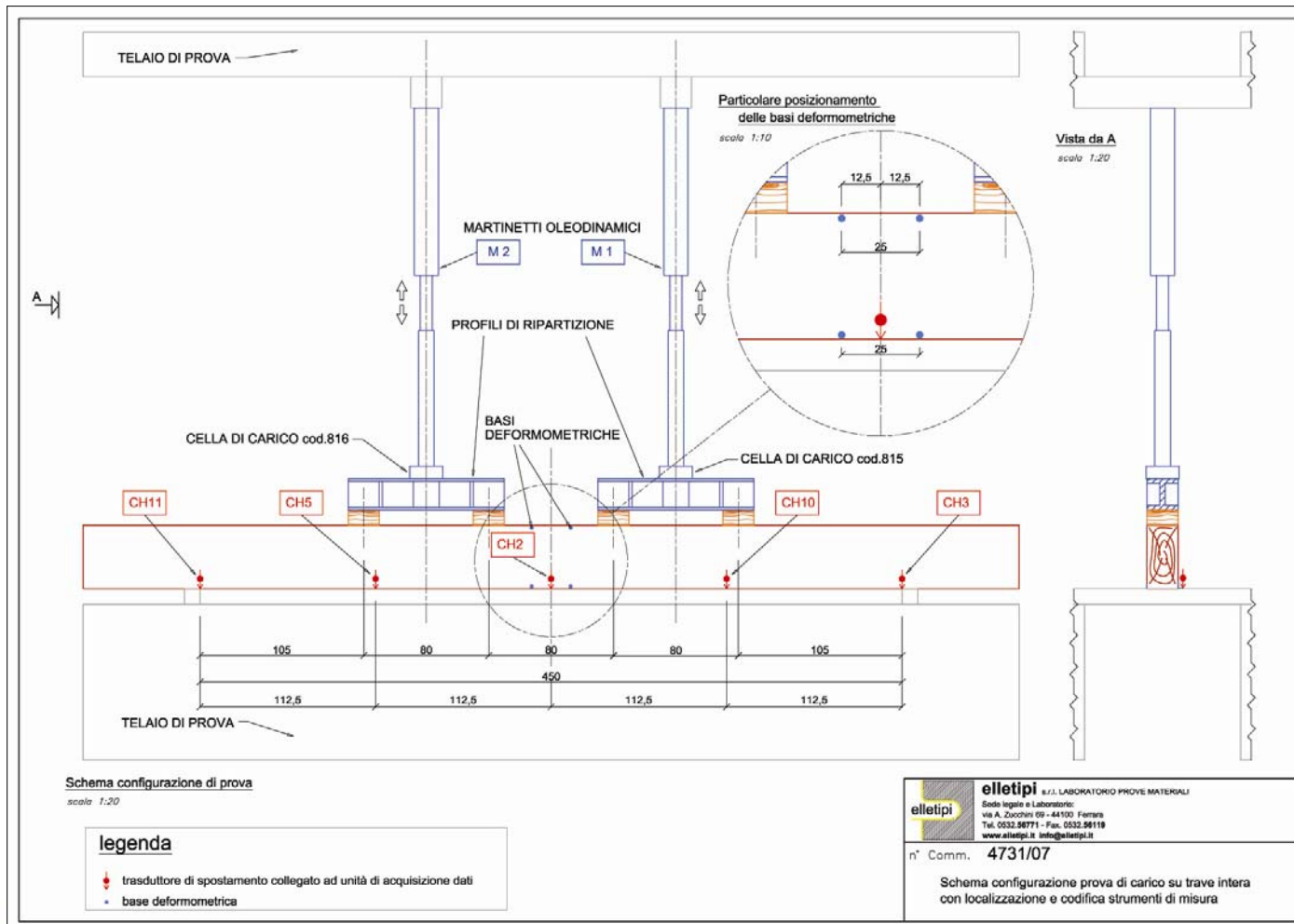
- trave in sezione piena (perfetto funzionamento dei denti di taglio e dei chiodi);
- elemento inferiore reagente e superiori inerti.





G) COMPORTAMENTO SPERIMENTALE

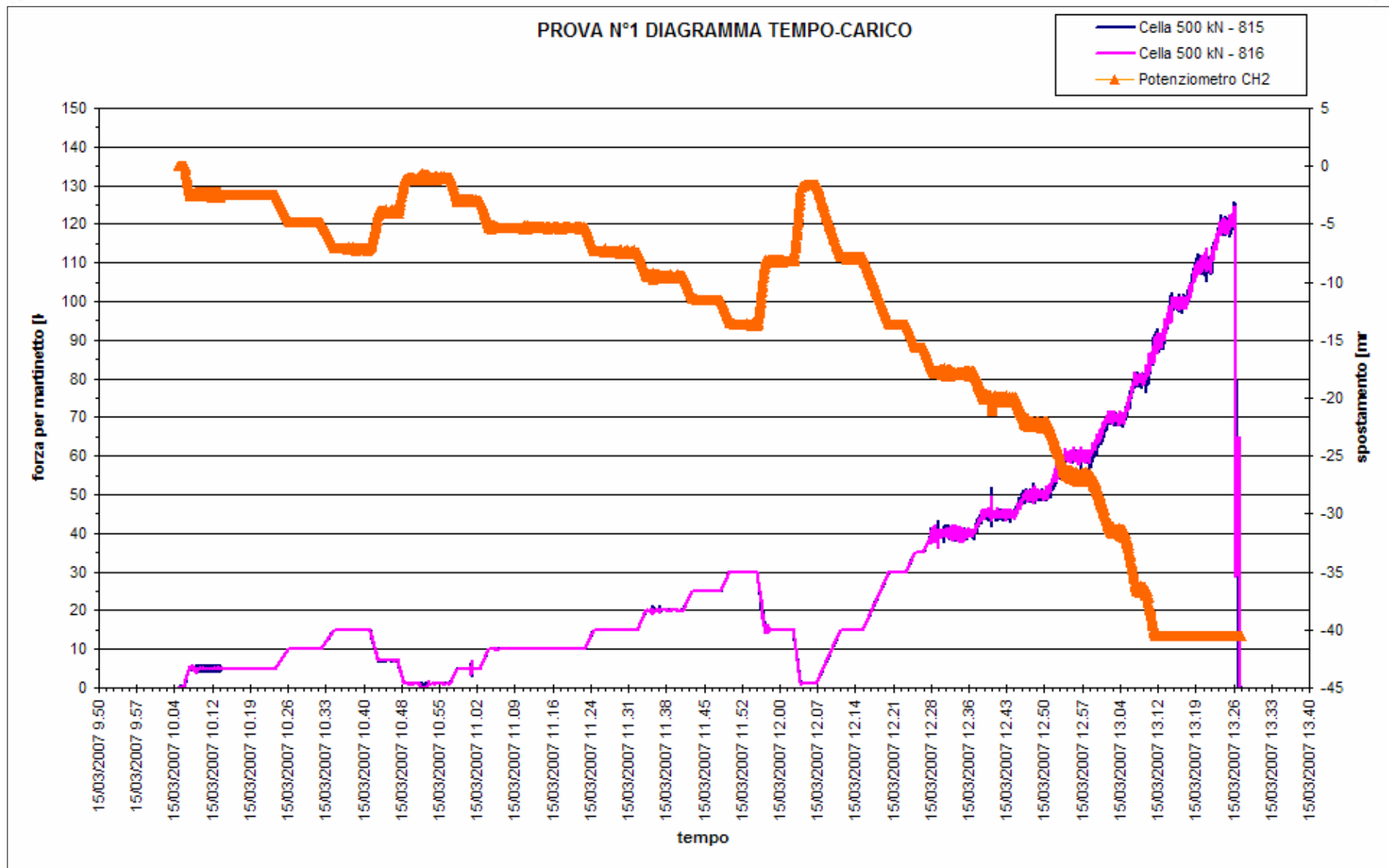
PROVA 1: sulla trave a sezione piena





elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

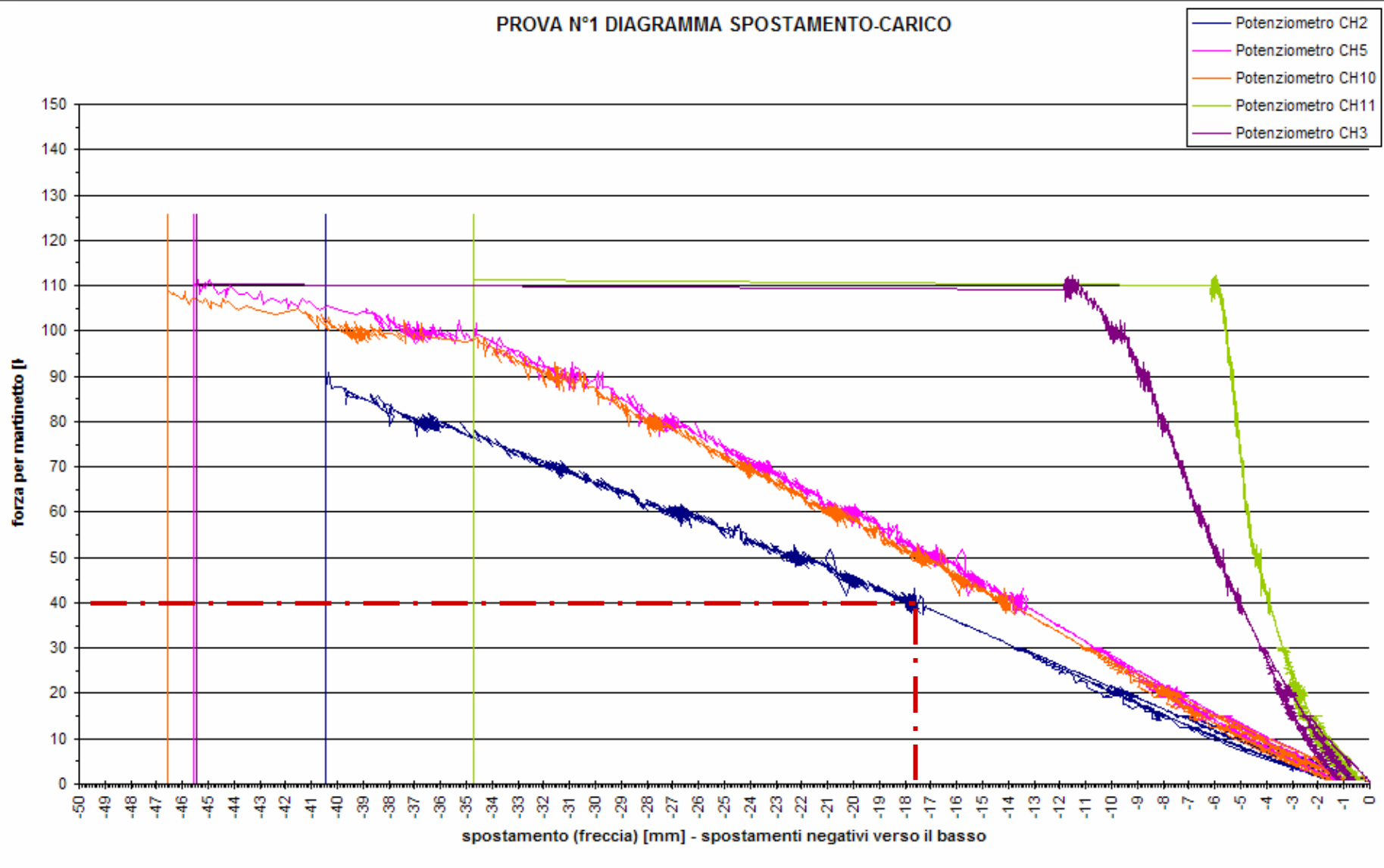




elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

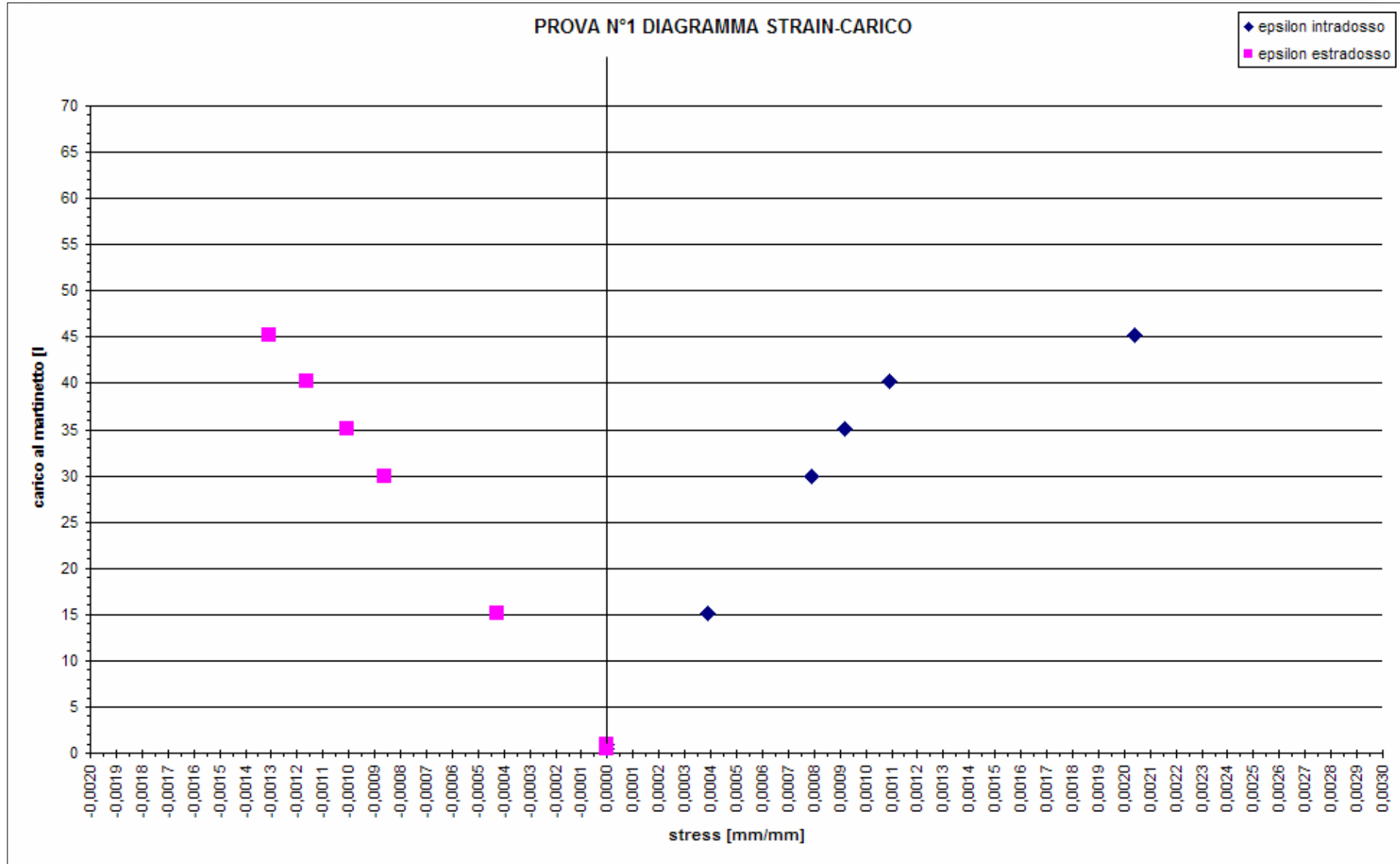
PROVA N°1 DIAGRAMMA SPOSTAMENTO-CARICO





elletipi s.r.l.

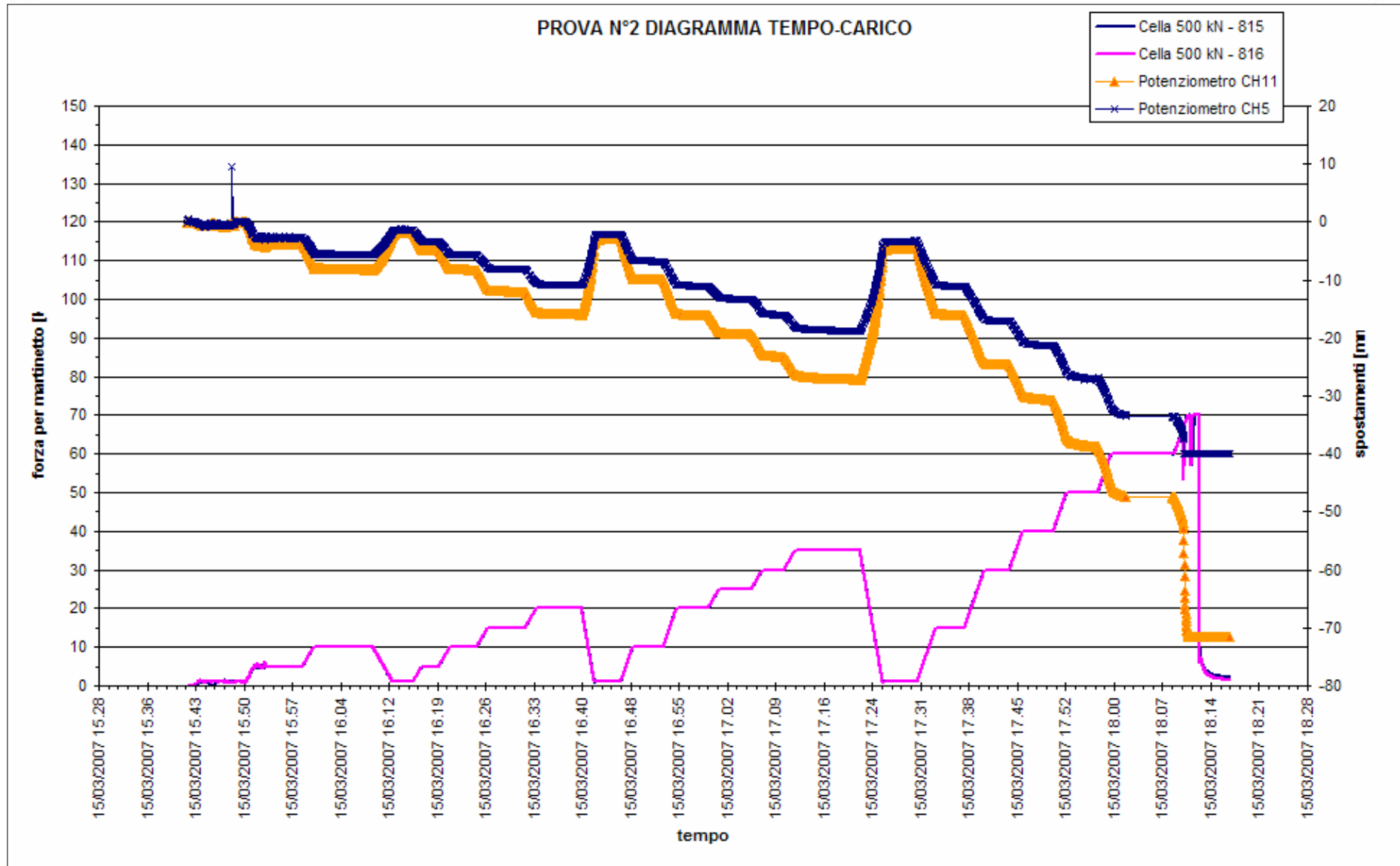
LABORATORIO PROVE MATERIALI





elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

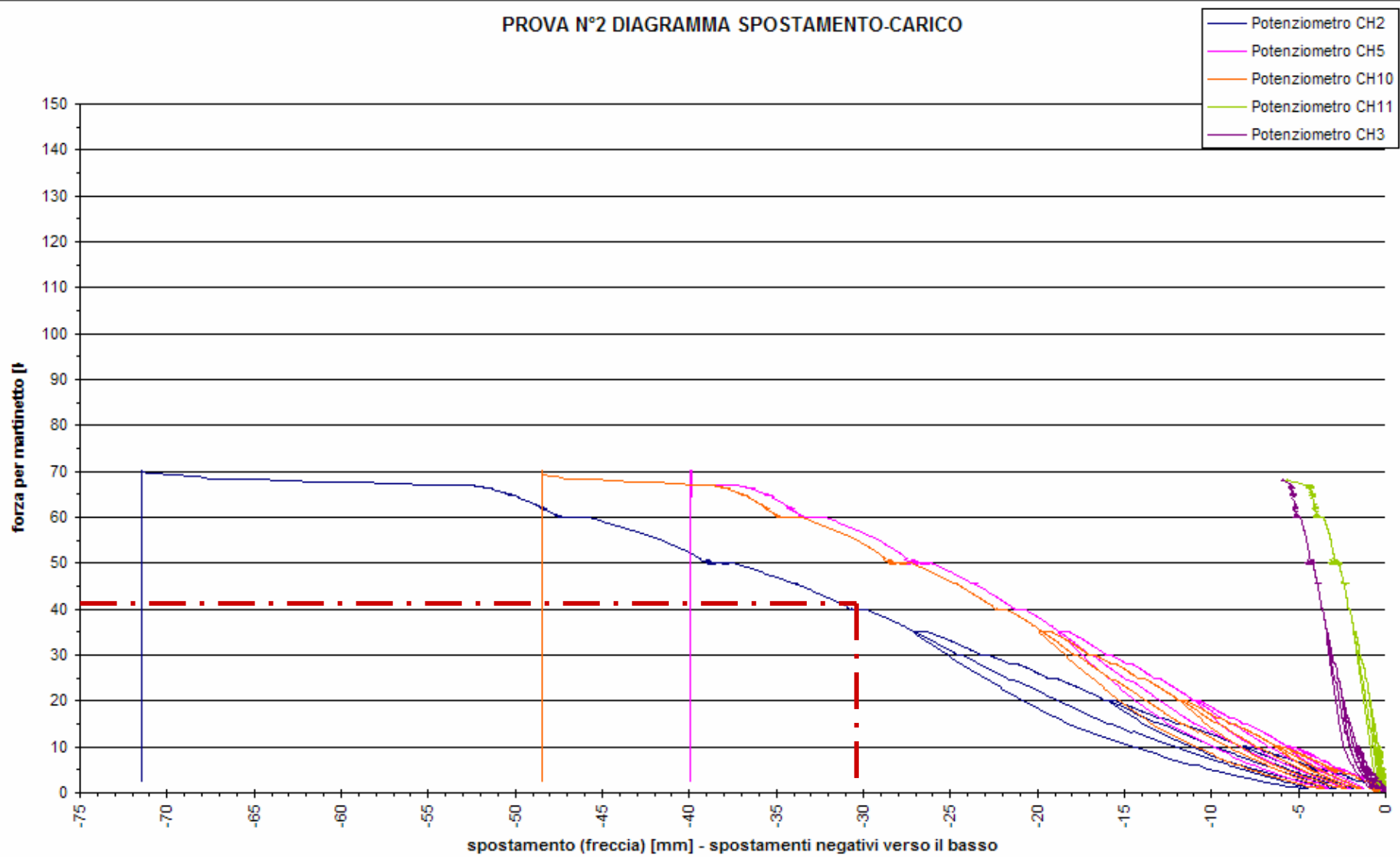




elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

PROVA N°2 DIAGRAMMA SPOSTAMENTO-CARICO

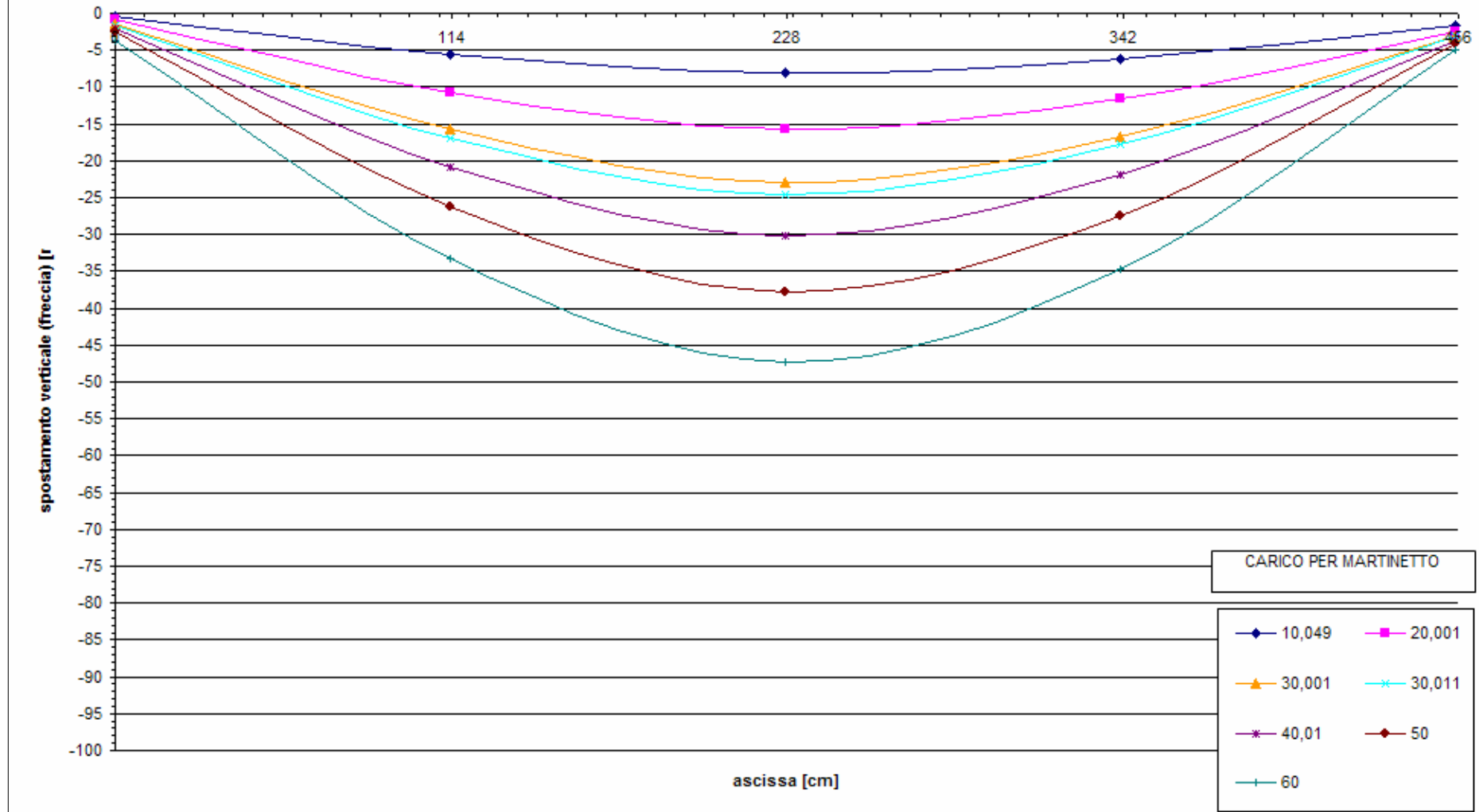




elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

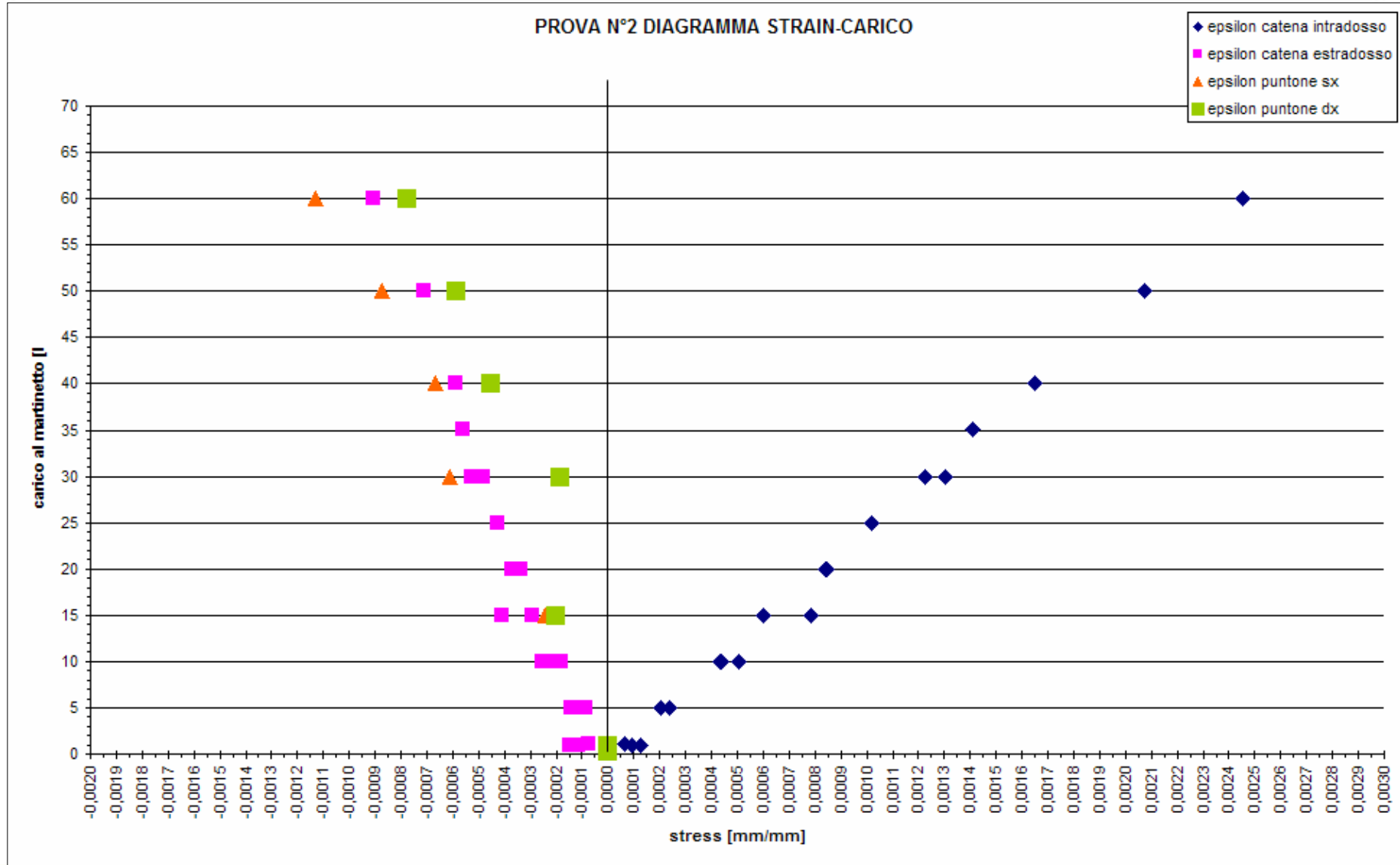
PROVA N°2 DEFORMATA DELLA LINEA D'ASSE





elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI





G) COMPORTAMENTO SPERIMENTALE

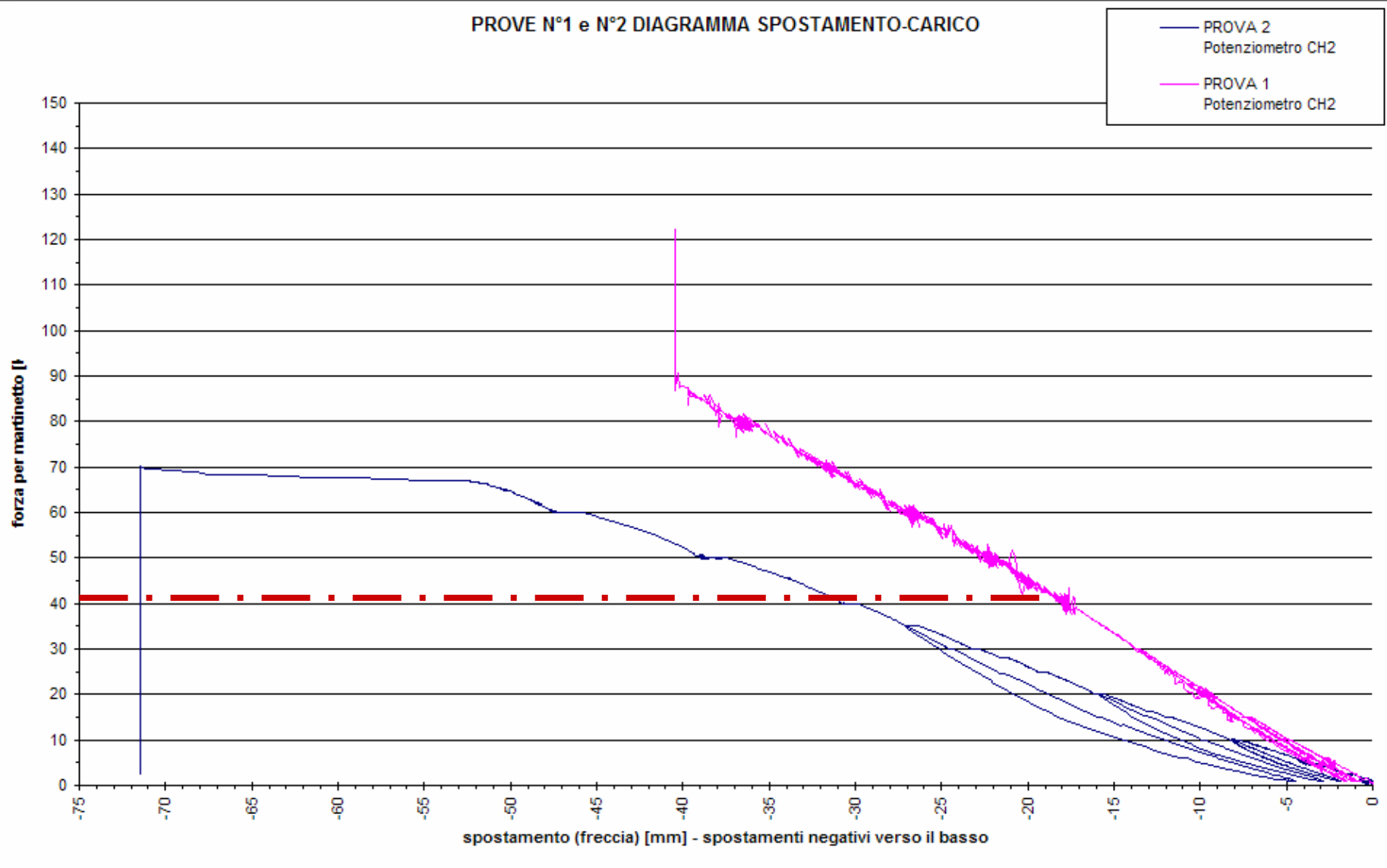
Confronto fra le prove



elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

PROVE N°1 e N°2 DIAGRAMMA SPOSTAMENTO-CARICO





elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

PROVA	Freccia esercizio (4x2000kg)	Carico elastico (per asse di carico)	Carico rottura (per asse di carico)
1	18mm valore atteso=17,5mm	47,5kN 4750kg	62,5kN 6250kg
2	32mm	32,5kN 3250kg	35,0kN 3500kg

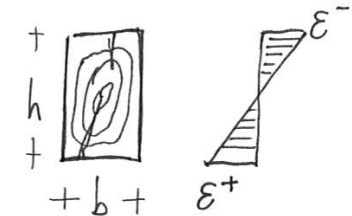
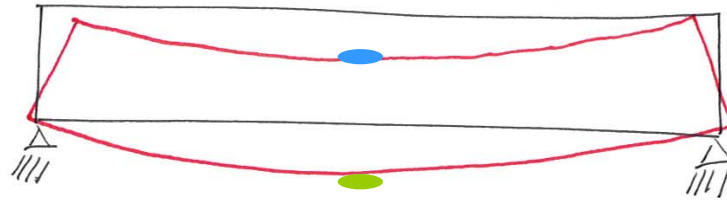


elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

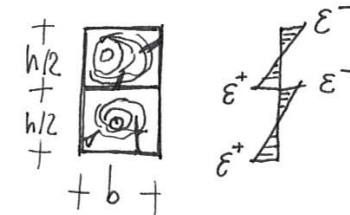
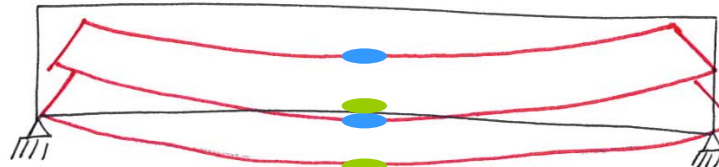
$$W_1 = bh^2/6$$

$$J_1 = bh^3/12$$



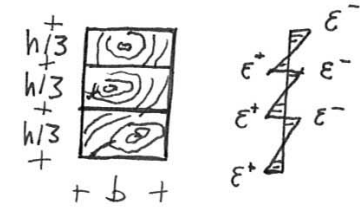
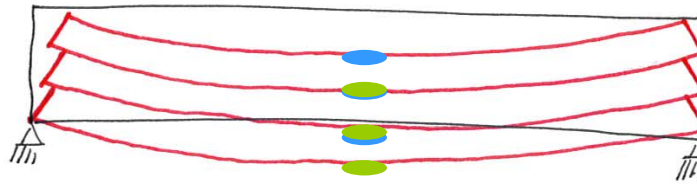
$$W_2 = W_1/2$$

$$J_2 = J_1/4$$



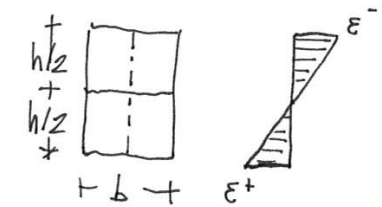
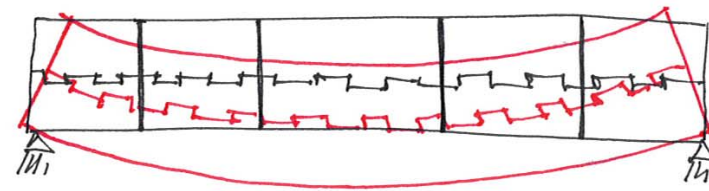
$$W_3 = W_1/3$$

$$J_3 = J_1/9$$



$$W_4 = W_1$$

$$J_4 = J_1$$





elletipi s.r.l.

LABORATORIO PROVE MATERIALI

La trave a sezione composta ha avuto un comportamento sotto carico caratterizzato principalmente dalla rigidità dell'elemento inferiore, debolmente aiutato dall'insorgenza di un meccanismo di ritenuta a compressione (puntoni) dato dagli elementi superiori.

