

PROVE DI CARICO SU ELEMENTI STRUTTURALI



Campioni in legno lamellare e calcestruzzo armato (Solaio Compound)

Committente : COPERLEGNO S.r.l.

Rapporto di prove n° 1105/06

Guidonia Montecelio, 20/06/2006

1. PREMESSA

A seguito dell'incarico conferito dalla COPERLEGNO S.r.l., l'ISTEDIL ha effettuato presso il proprio laboratorio strutture, nei giorni 02-03-04-05 e 15/05/2006, n° 20 prove di scorrimento e n° 1 prova di carico a flessione su altrettanti campioni in legno lamellare e calcestruzzo armato, riproducenti la tipologia del solaio Compound.

Le caratteristiche geometrico - costruttive degli elementi provati sono riportate nelle pagine seguenti.

Le modalità di prova, per quanto riguarda gli schemi statici adottati ed i valori dei carichi da applicare, sono state concordate assieme al Committente.

In particolare, per quanto riguarda le prove di scorrimento, i campioni sono stati portati al collasso, seguendo un protocollo di prova in analogia a quanto indicato nella Norma UNI EN 26891, determinando quindi un carico di rottura assieme agli spostamenti in punti significativi.



Campioni per prove di scorrimento



Campione per prova di flessione

Per il getto degli elementi di prova è stato utilizzato un calcestruzzo avente una consistenza S4 (Slump Test = 205 mm), diametro massimo dell'inerte pari a 15 mm e classe di resistenza $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$. I quattro cubetti, prelevati in fase di getto, hanno fornito i seguenti valori della resistenza a compressione:

a 7 giorni: $R_1 = 25.7 \text{ N/mm}^2$

a 14 giorni: $R_1 = 28.0 \text{ N/mm}^2$

a 28 giorni: $R_1 = 32.5 \text{ N/mm}^2$ $R_2 = 29.8 \text{ N/mm}^2$

2. APPARECCHIATURE UTILIZZATE

I carichi di prova applicati sugli elementi sono stati realizzati mediante un martinetto idraulico, collegato ad una pompa con sistema oleodinamico dotata di manometro digitale (capacità=700 bar) per la lettura delle pressioni applicate. La spinta del martinetto è stata opportunamente contrastata da un telaio in acciaio collegato al piede ad un piastrone armato con barre diwidad, in grado di opporre una reazione massima pari a 300 t.

I carichi applicati sui campioni sono stati misurati per mezzo di una cella di carico tipo HBM C6 da 500 KN, mentre gli spostamenti sono stati misurati tramite l'utilizzo di trasduttori elettronici di spostamento tipo HBM W10TK da ± 10 mm (sensibilità = 1/100 mm – per le prove di scorrimento e di flessione) e tipo HBM W100 da ± 100 mm (sensibilità = 1/100 mm – per le prove di flessione).

Tutti gli strumenti, mediante opportuno cablaggio, sono stati collegati ad un acquisitore dati tipo HBM UPM100, interfacciato con un PC portatile e gestito tramite il software HBM CATMAN, il quale ha permesso di diagrammare in tempo reale l'andamento dei carichi e degli spostamenti nel corso delle prove.

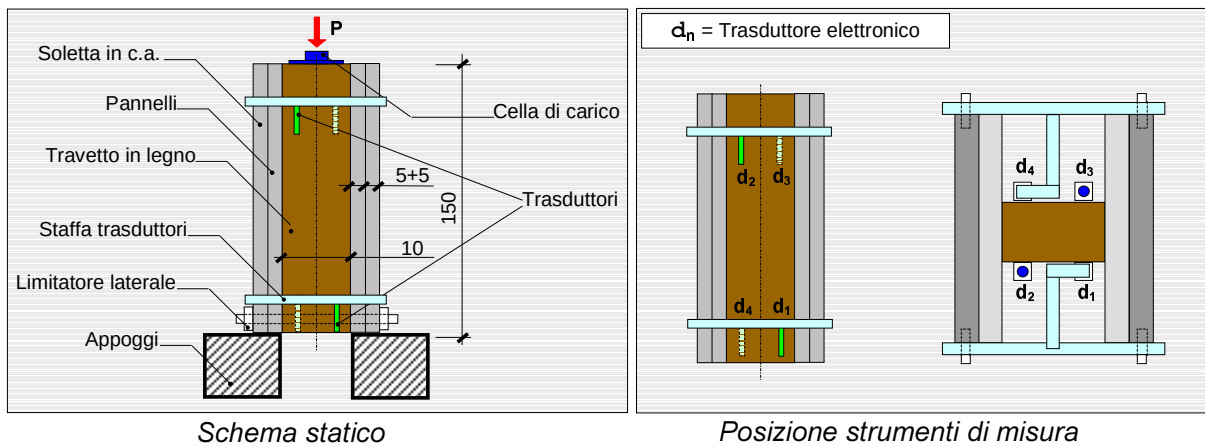


Attrezzature impiegate nel corso delle prove

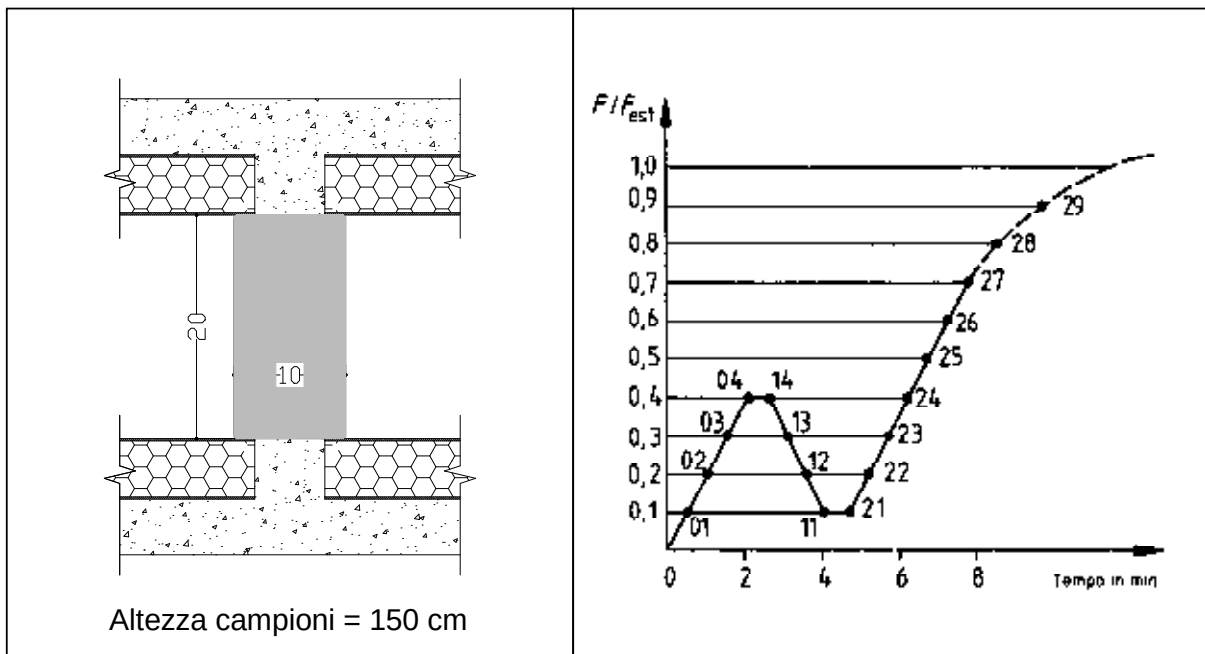
3. MODALITÀ DI PROVA

3.1 Prove di scorrimento

Le prove in oggetto sono state effettuate su campioni costituiti da una doppia soletta in c.a. gettata su pannelli ($s = 5+5$ cm) ed una anima centrale costituita da un travetto in legno lamellare ($s = 20$ cm); il carico assiale, misurato mediante una cella di carico, è stato applicato in corrispondenza del travetto in legno previa interposizione di uno snodo e di una piastra di ripartizione, mentre tramite trasduttori di spostamento sono stati misurati gli scorrimenti relativi tra legno e calcestruzzo.



Per ogni prova è stata applicata una curva di carico in analogia a quanto indicato nella Norma UNI EN 26891, secondo il seguente schema:

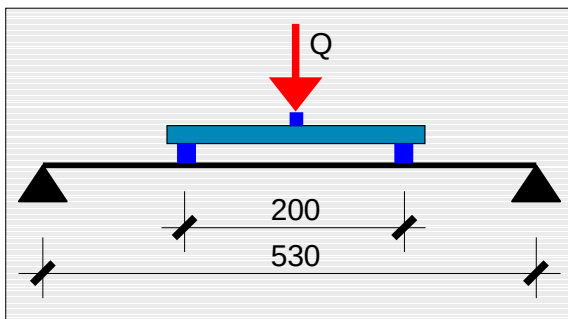




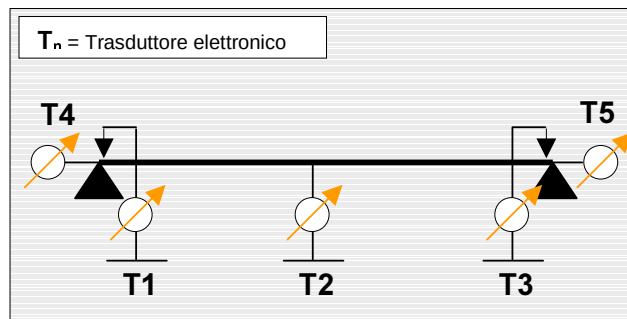
3.2 Prove di carico a flessione

Le prove in oggetto sono state effettuate incrementando il carico applicato secondo un determinato gradiente pressoché costante nel tempo; le misure degli spostamenti e del carico applicato sono state effettuate in tempo reale tramite gli strumenti utilizzati.

In particolare, sul travetto centrale del pannello di solaio ($L_{tot} = 550$ cm) sono stati apposti tre trasduttori elettronici di spostamento, in corrispondenza della mezzeria e degli appoggi; nelle sezioni d'estremità il trasduttore è stato vincolato al travetto in legno per la determinazione delle modalità e dell'entità degli scorrimenti relativi tra legno e calcestruzzo.



Schema statico



Posizione strumenti di misura



3.2.1 Risultati prova a flessione

PROVA A FLESSIONE – Freccia mezzeria (T_2)

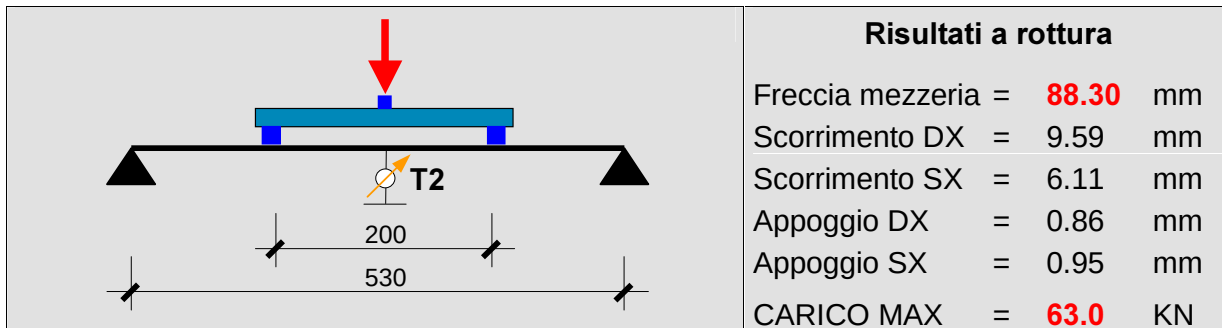
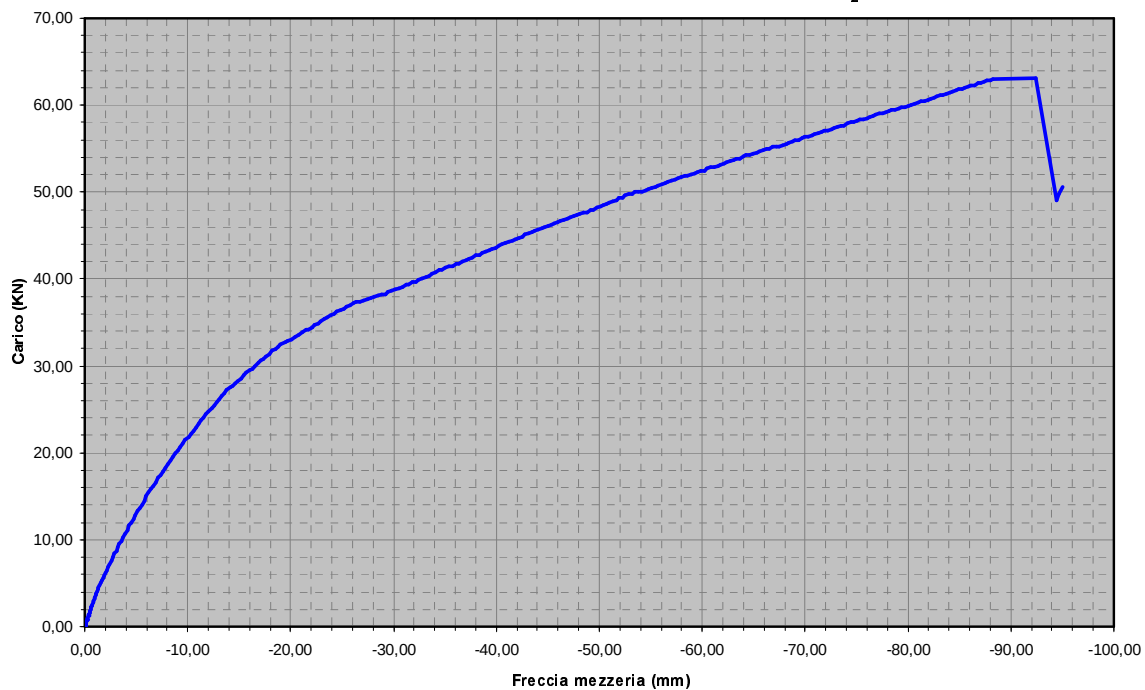
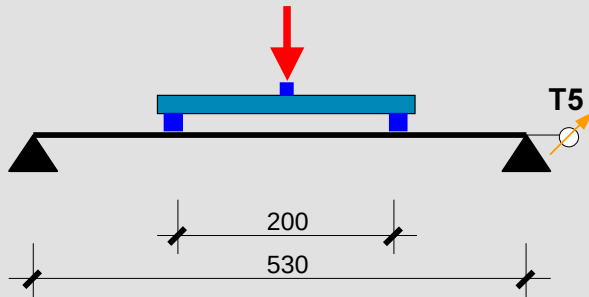


DIAGRAMMA CARICO P - FRECCIA MEZZERIA T_2



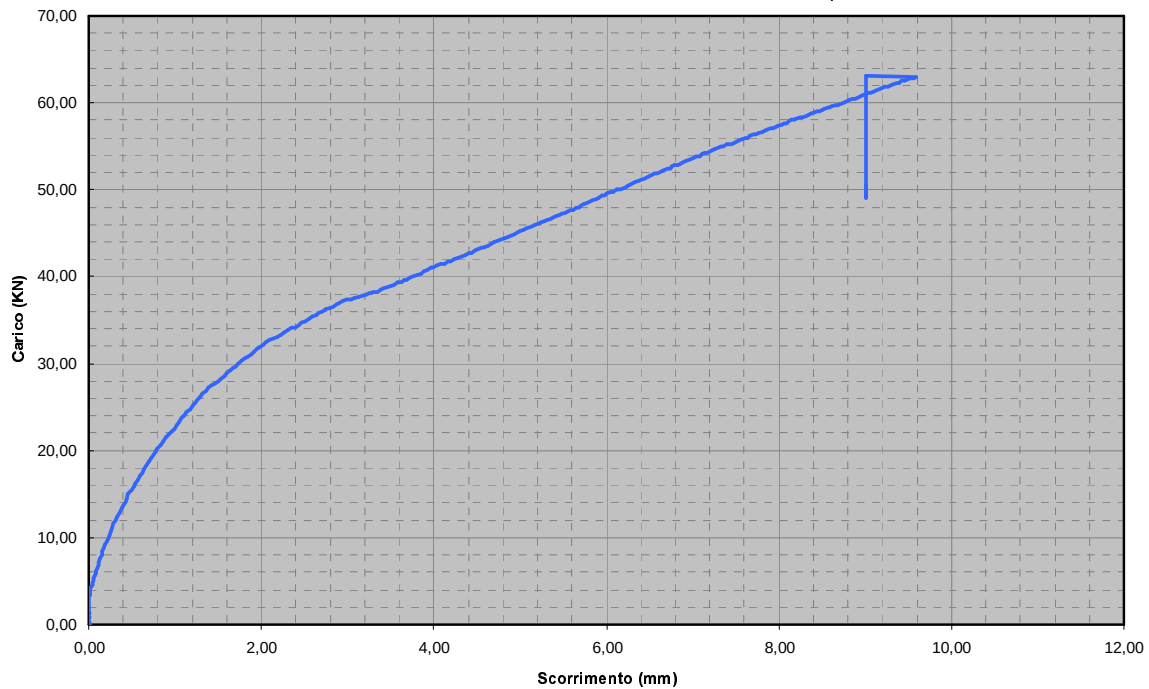
PROVA A FLESSIONE – Scorrimento DX (T_5)



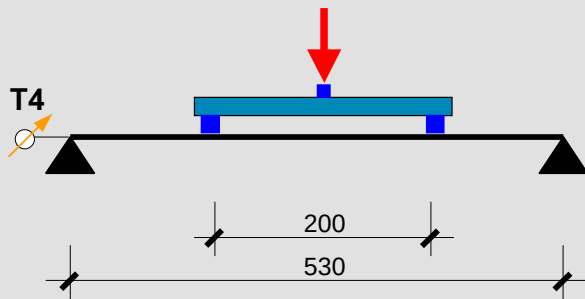
Risultati a rottura

Freccia mezzeria	=	88.30	mm
Scorrimento DX	=	9.59	mm
Scorrimento SX	=	6.11	mm
Appoggio DX	=	0.86	mm
Appoggio SX	=	0.95	mm
CARICO MAX	=	63.0	KN

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO DX (T_5)



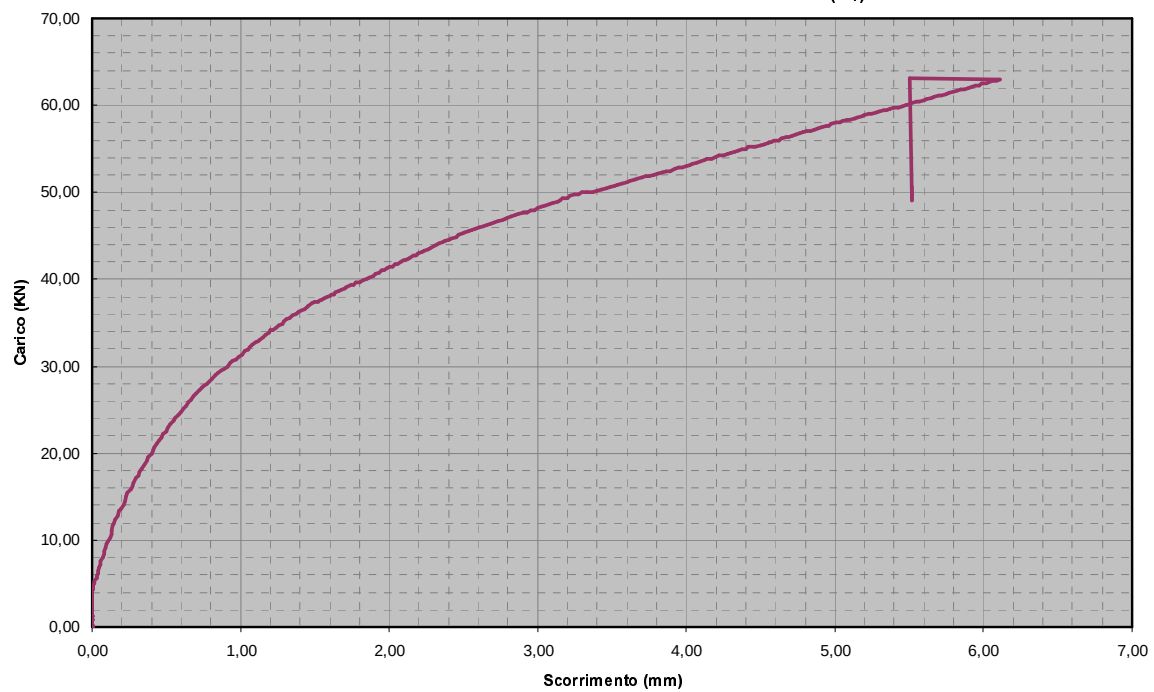
PROVA A FLESSIONE – Scorrimento SX (T_4)



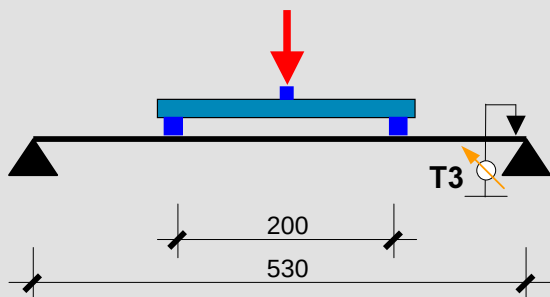
Risultati a rottura

Freccia mezzeria	=	88.30	mm
Scorrimento DX	=	9.59	mm
Scorrimento SX	=	6.11	mm
Appoggio DX	=	0.86	mm
Appoggio SX	=	0.95	mm
CARICO MAX	=	63.0	KN

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO SX (T_4)



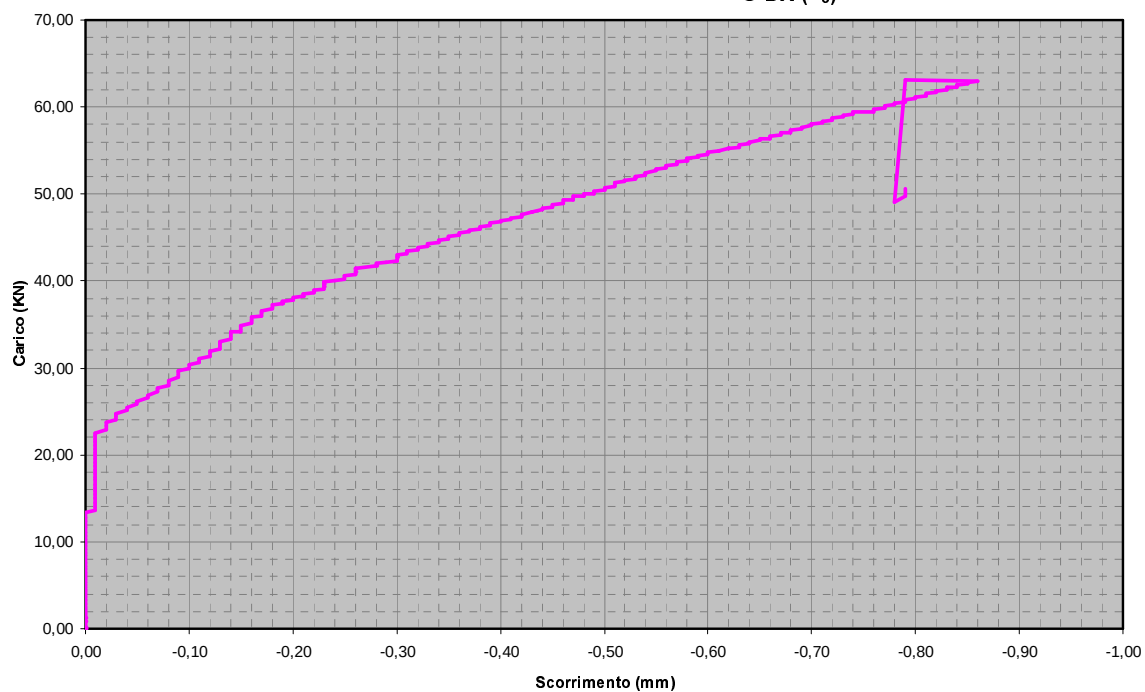
PROVA A FLESSIONE – Appoggio DX (T_3)



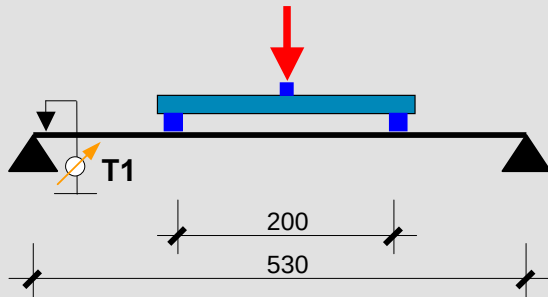
Risultati a rottura

Freccia mezzeria	=	88.30	mm
Scorrimento DX	=	9.59	mm
Scorrimento SX	=	6.11	mm
Appoggio DX	=	0.86	mm
Appoggio SX	=	0.95	mm
CARICO MAX	=	63.0	KN

DIAGRAMMA CARICO P - APPOGGIO DX (T_3)



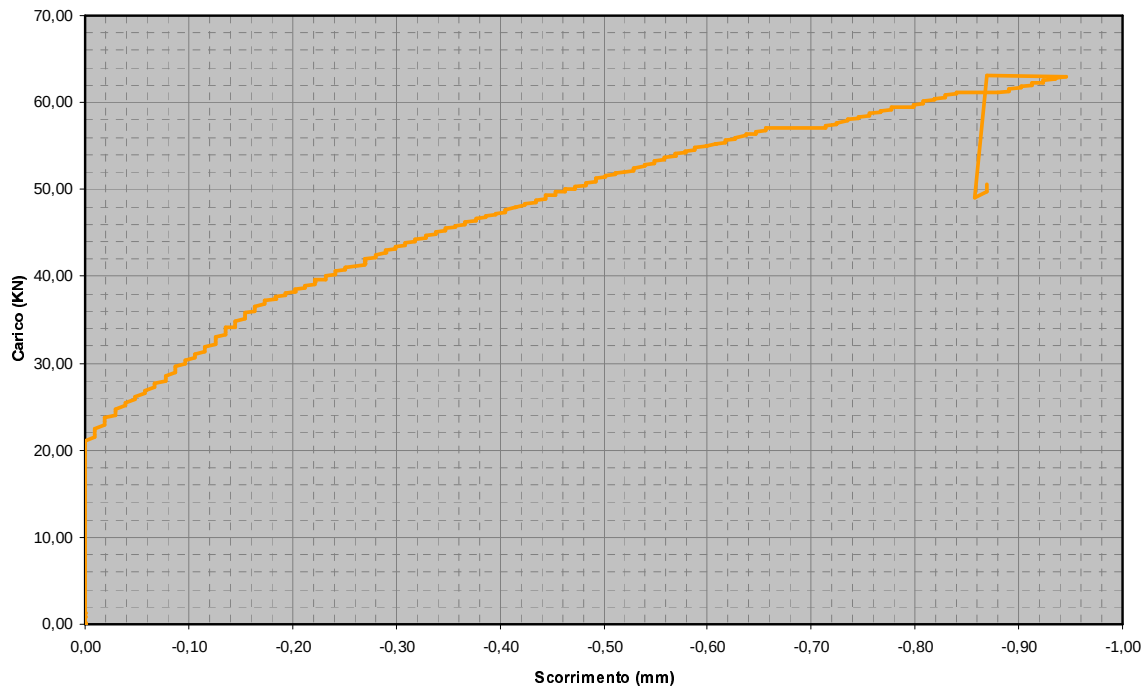
PROVA A FLESSIONE – Appoggio SX (T_1)



Risultati a rottura

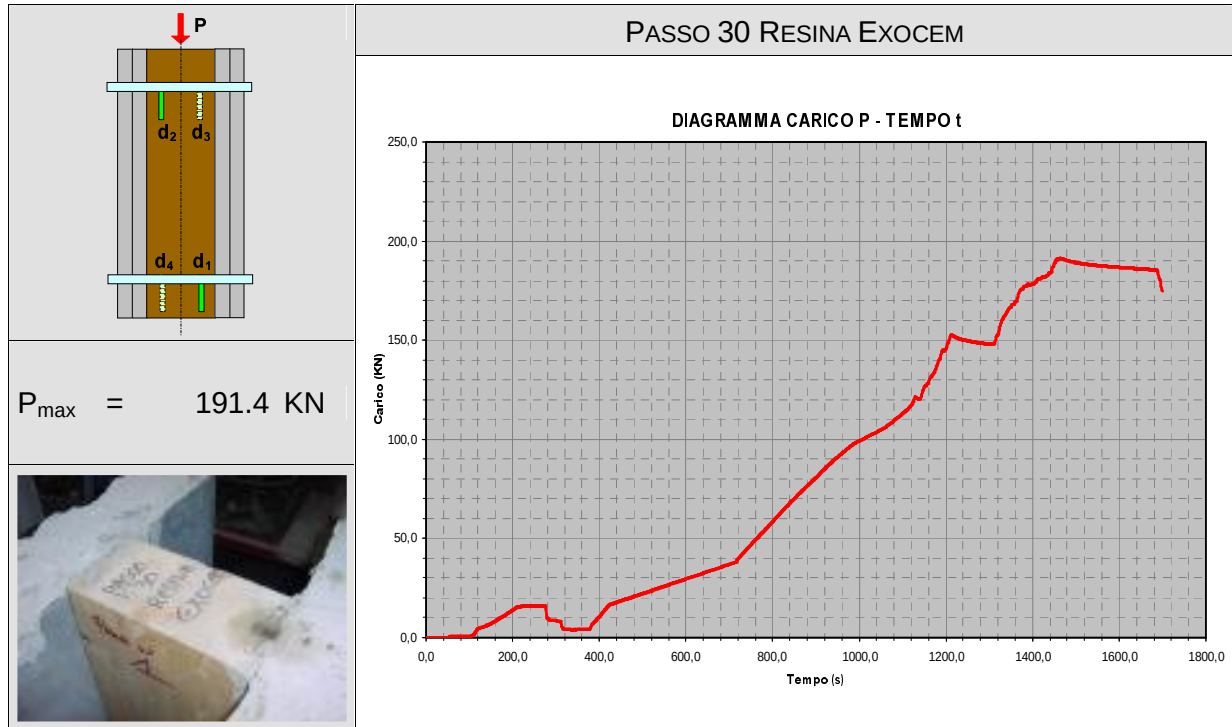
Freccia mezzeria	=	88.30	mm
Scorrimento DX	=	9.59	mm
Scorrimento SX	=	6.11	mm
Appoggio DX	=	0.86	mm
Appoggio SX	=	0.95	mm
CARICO MAX	=	63.0	KN

DIAGRAMMA CARICO P - APPOGGIO SX (T_1)

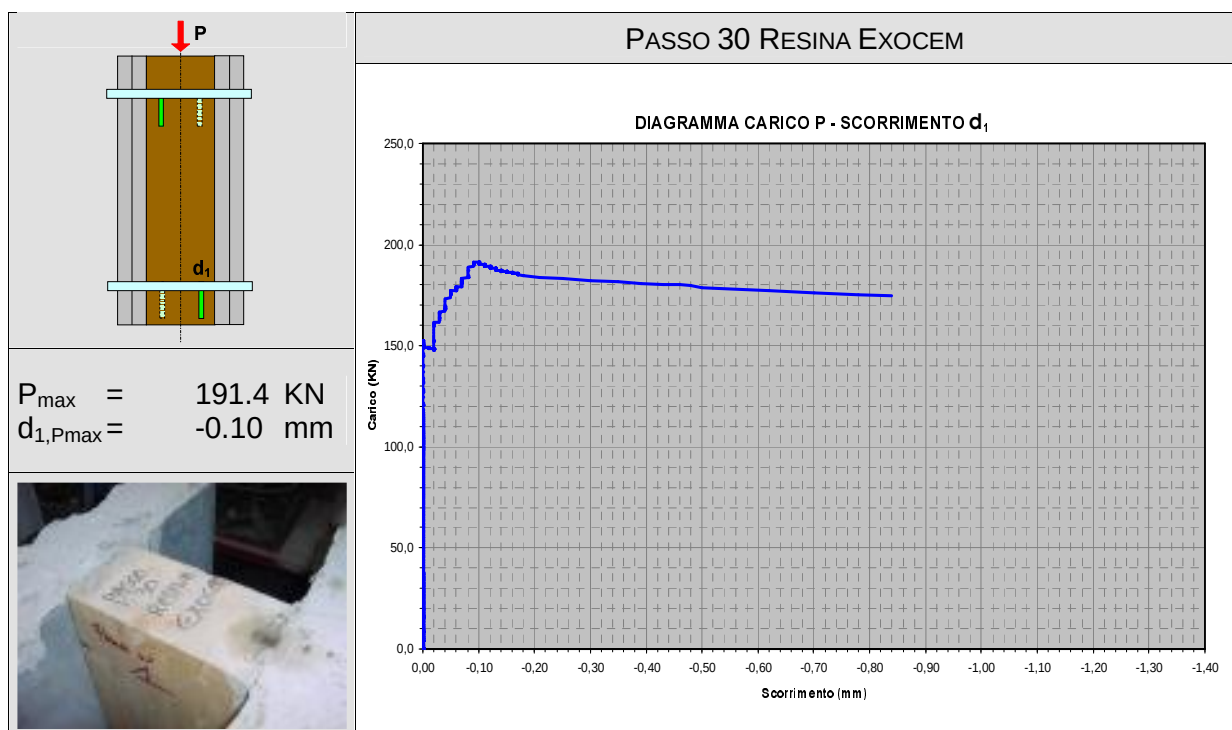


3.2.2 Risultati prove di scorrimento

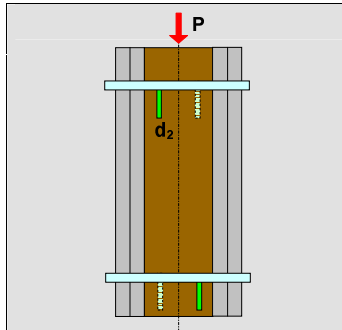
PROVA DI SCORRIMENTO N° 1 – Curva di carico



PROVA DI SCORRIMENTO N° 1 – Spostamento d_1



PROVA DI SCORRIMENTO N° 1 – Spostamento d_2

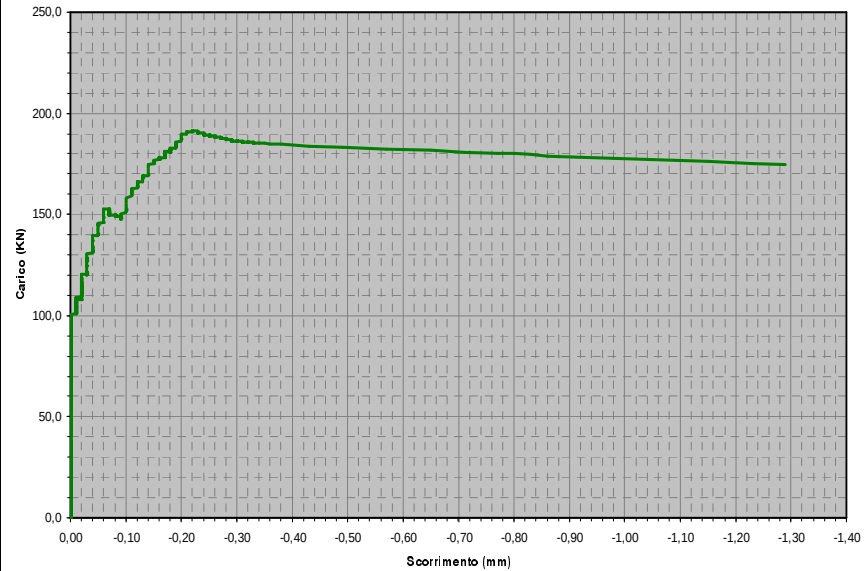


$P_{\max} = 191.4 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -0.22 \text{ mm}$

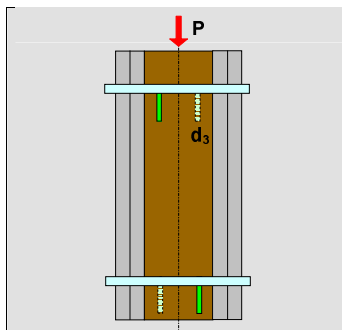


PASSO 30 RESINA EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_2



PROVA DI SCORRIMENTO N° 1 – Spostamento d_3

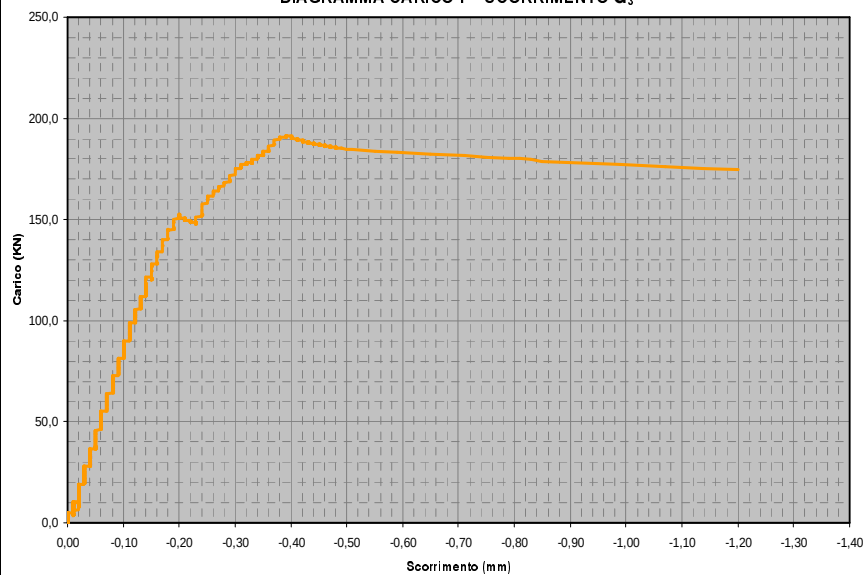


$P_{\max} = 191.4 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -0.39 \text{ mm}$

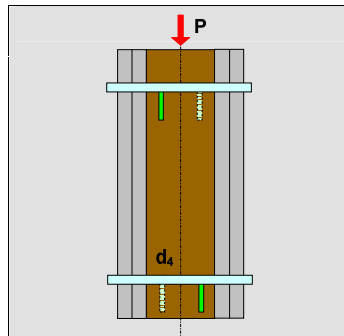


PASSO 30 RESINA EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_3



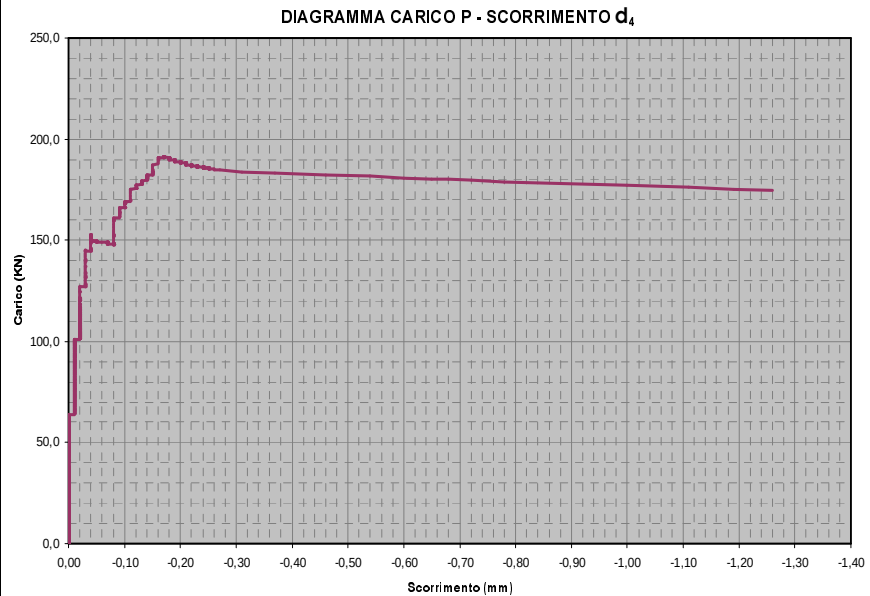
PROVA DI SCORRIMENTO N° 1 – Spostamento d_4



$P_{\max} = 191.4 \text{ KN}$
 $d_{4,P_{\max}} = -0.17 \text{ mm}$



PASSO 30 RESINA EXOCERM

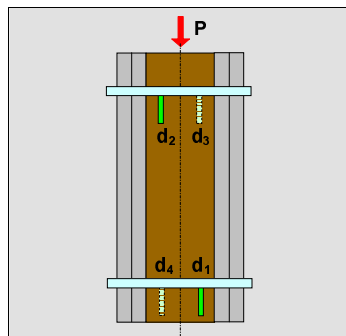


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 16 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 4 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 2 – Curva di carico

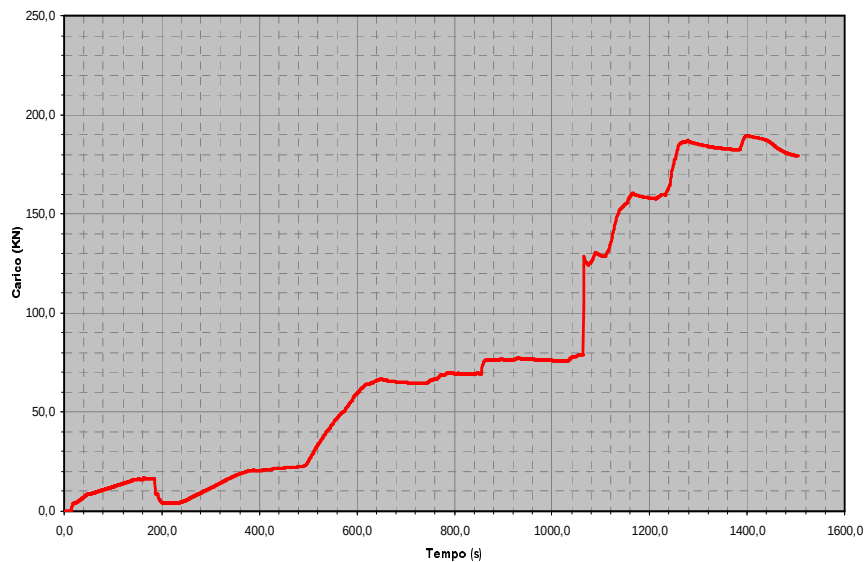


$P_{\max} = 189.6 \text{ KN}$

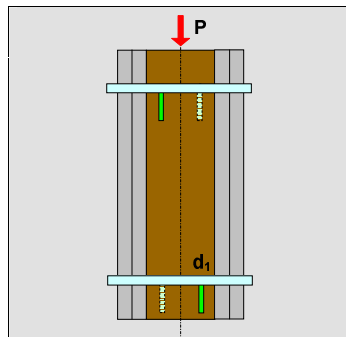


NO PASSO RESINA EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 2 – Spostamento d_1

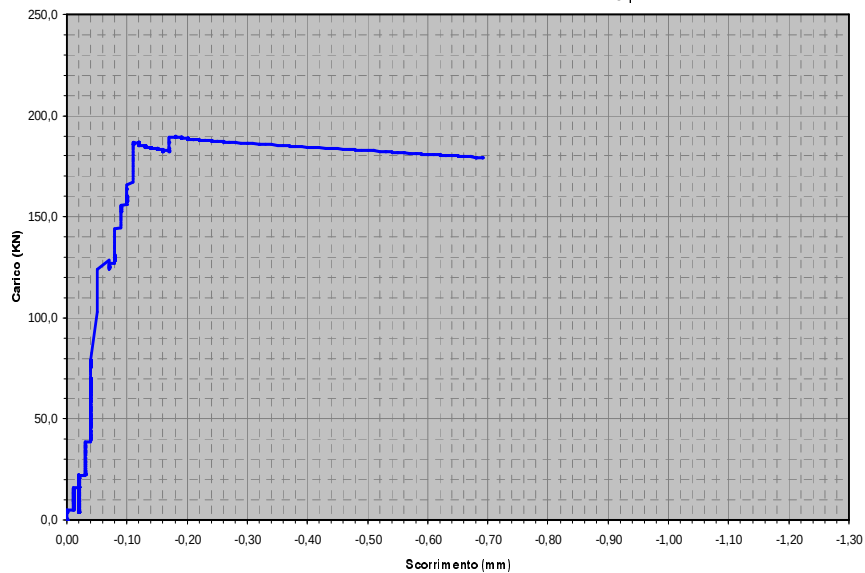


$P_{\max} = 189.6 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -0.18 \text{ mm}$

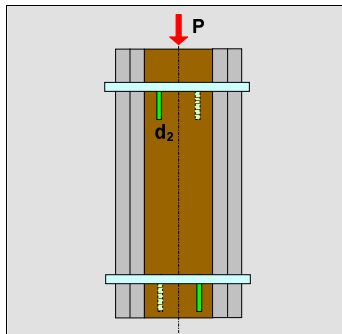


NO PASSO RESINA EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_1



PROVA DI SCORRIMENTO N° 2 – Spostamento d_2

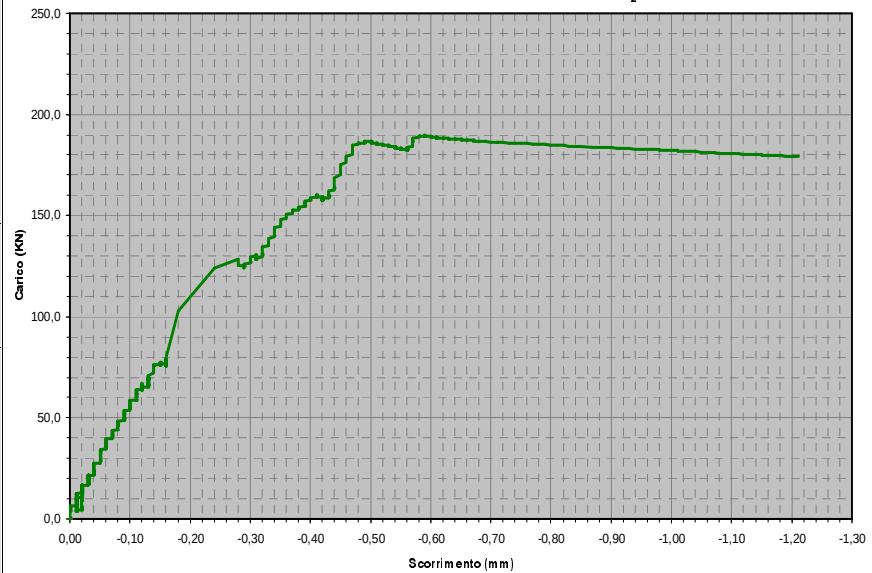


$P_{\max} = 189.6 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -0.59 \text{ mm}$

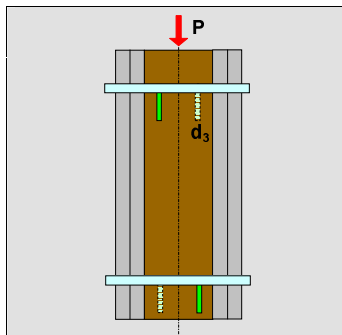


NO PASSO RESINA EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_2



PROVA DI SCORRIMENTO N° 2 – Spostamento d_3

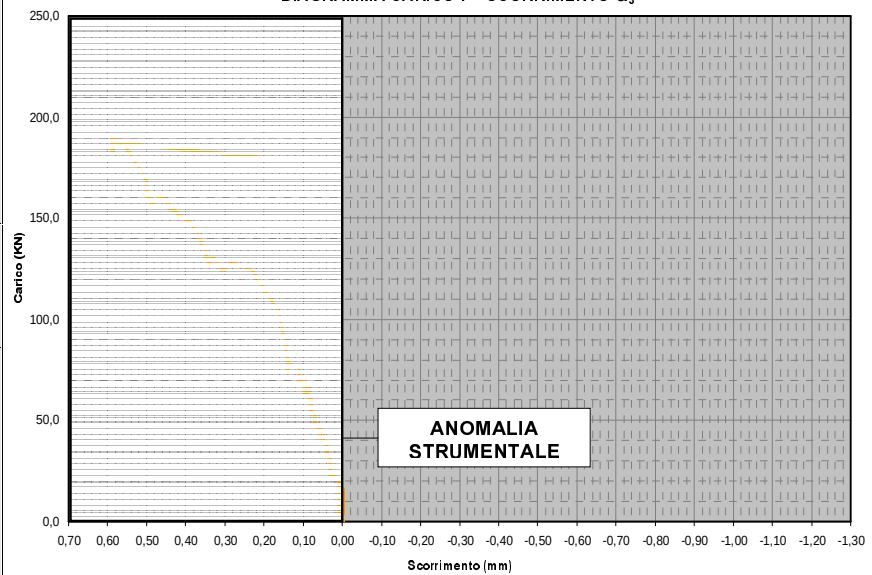


$P_{\max} = 189.6 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = \text{n.d.}$

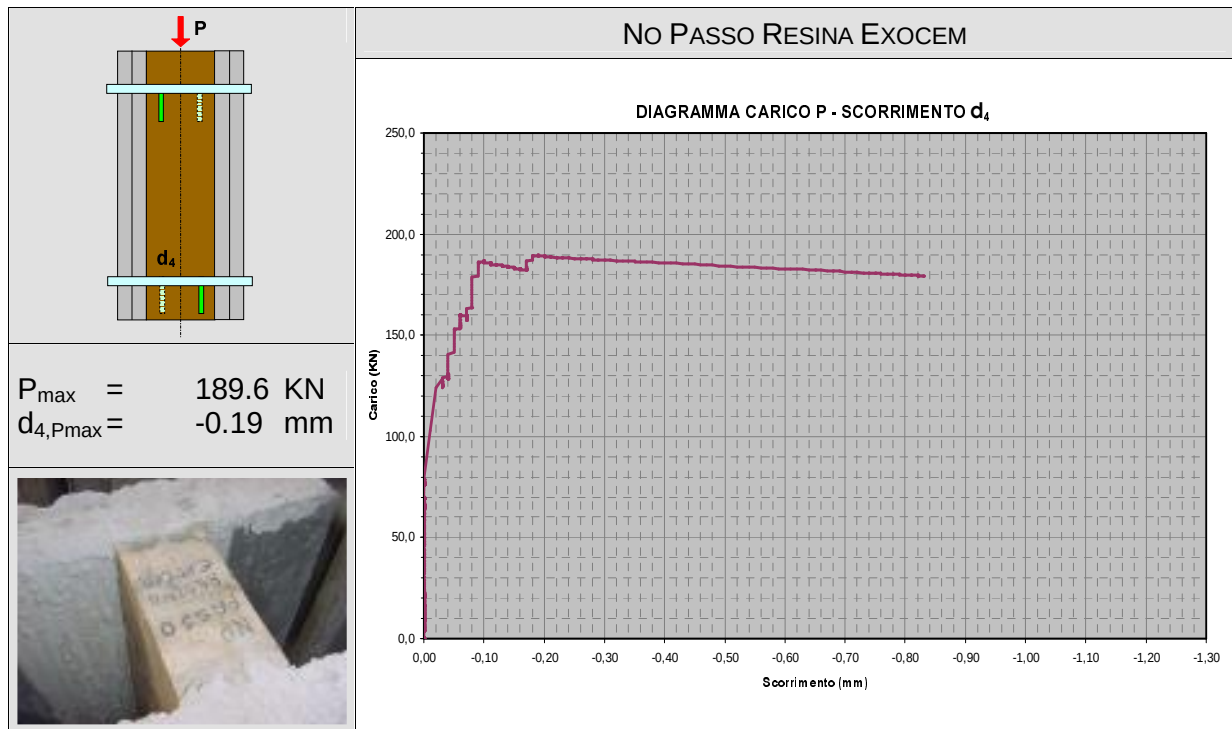


NO PASSO RESINA EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_3



PROVA DI SCORRIMENTO N° 2 – Spostamento d_4

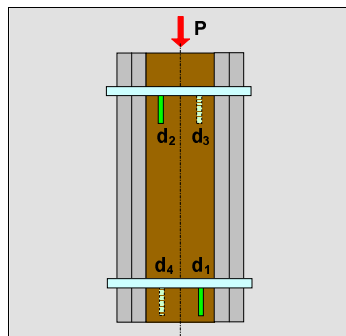


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 16 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 4 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 3 – Curva di carico

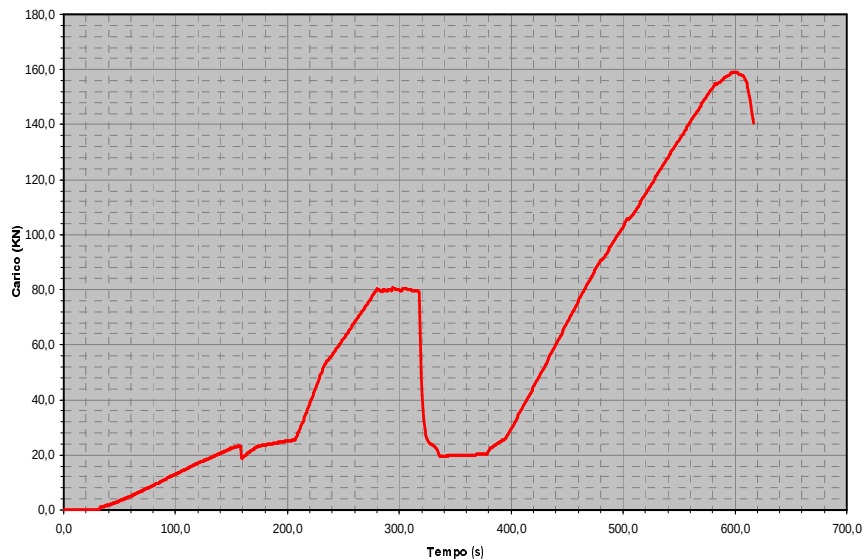


$P_{\max} = 159.0 \text{ KN}$

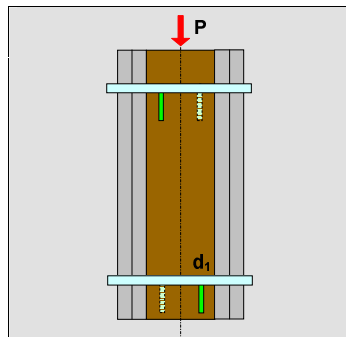


PASSO 30 CON EXOCYM

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 3 – Spostamento d_1

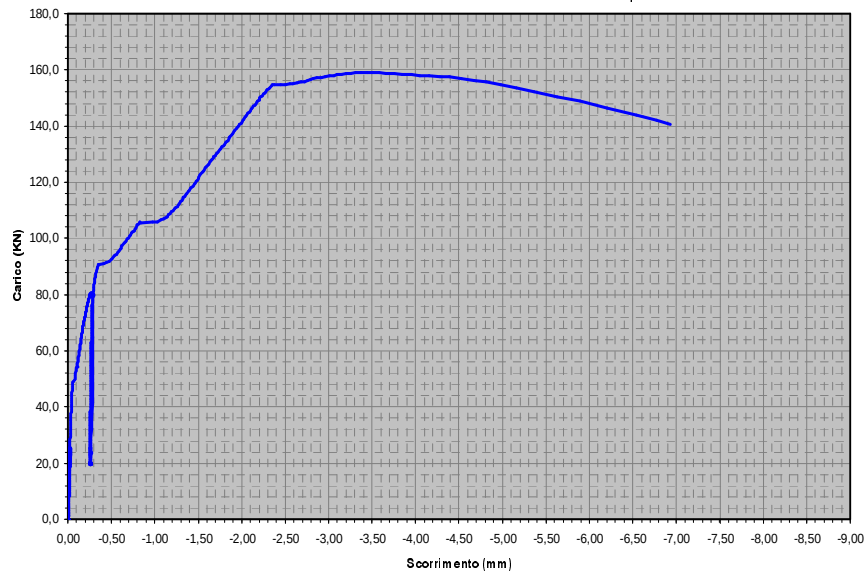


$P_{\max} = 159.0 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -3.58 \text{ mm}$

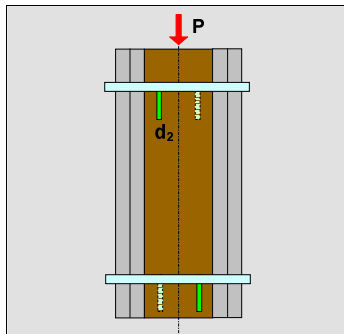


PASSO 30 CON EXOCYM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_1



PROVA DI SCORRIMENTO N° 3 – Spostamento d_2

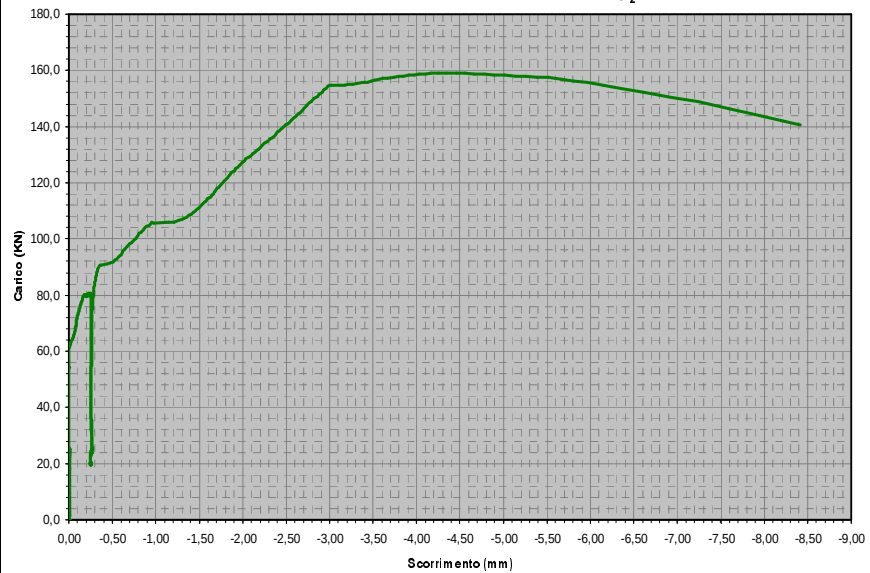


$P_{\max} = 159.0 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -4.56 \text{ mm}$

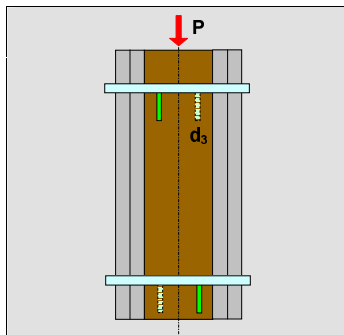


PASSO 30 CON EXOCEM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_2



PROVA DI SCORRIMENTO N° 3 – Spostamento d_3

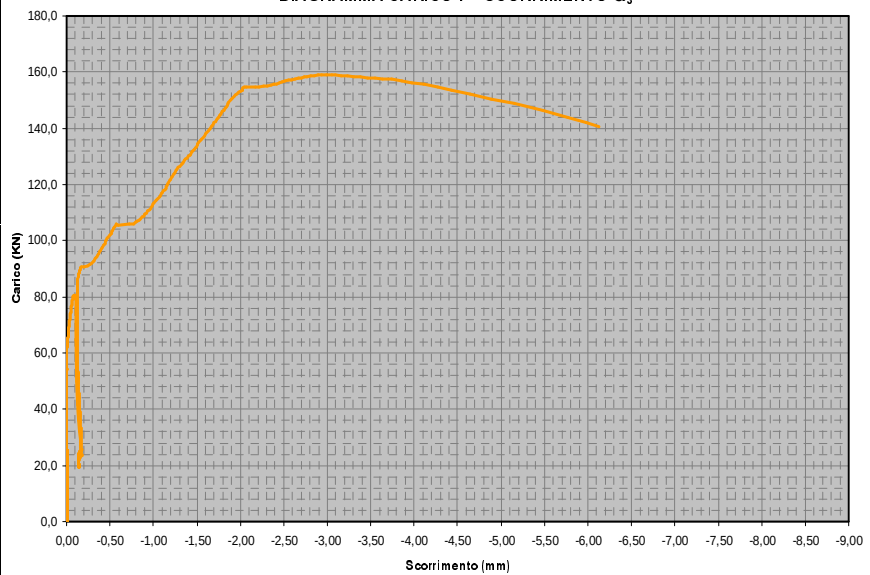


$P_{\max} = 159.0 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -3.10 \text{ mm}$

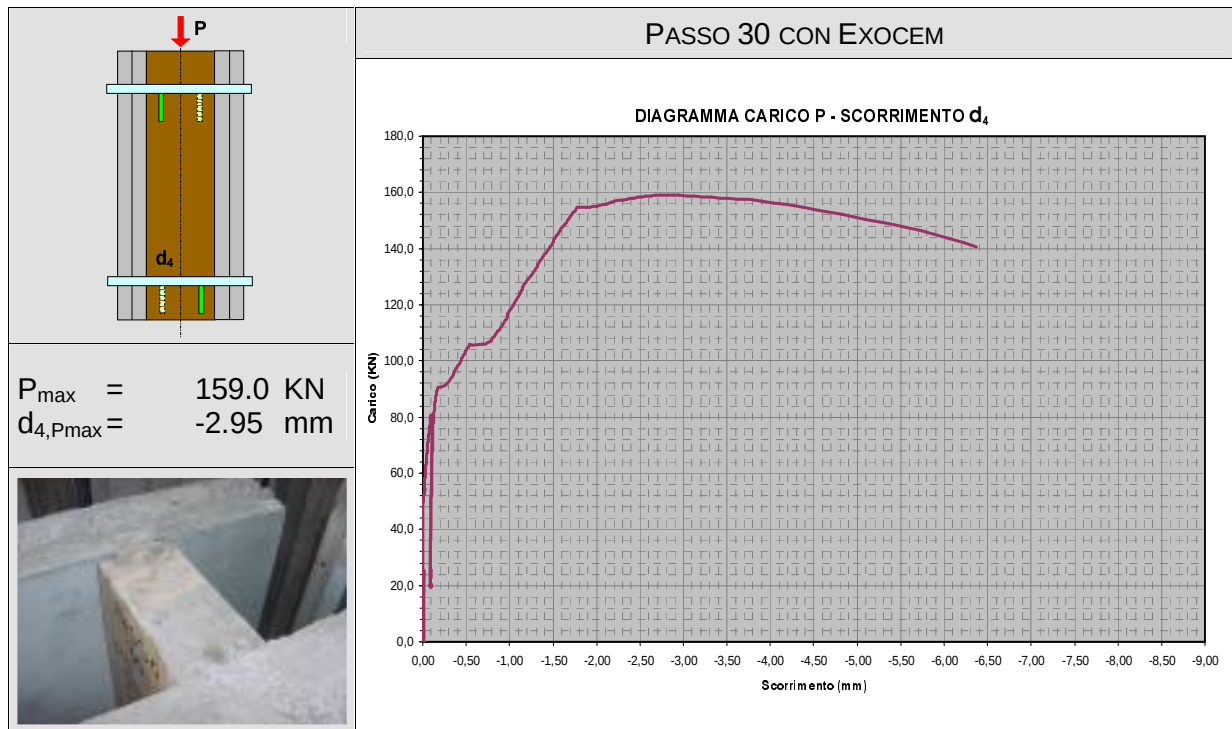


PASSO 30 CON EXOCEM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_3



PROVA DI SCORRIMENTO N° 3 – Spostamento d_4

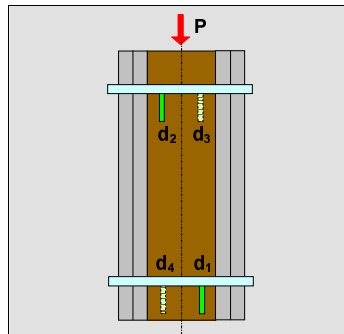


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 80 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 20 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 4 – Curva di carico

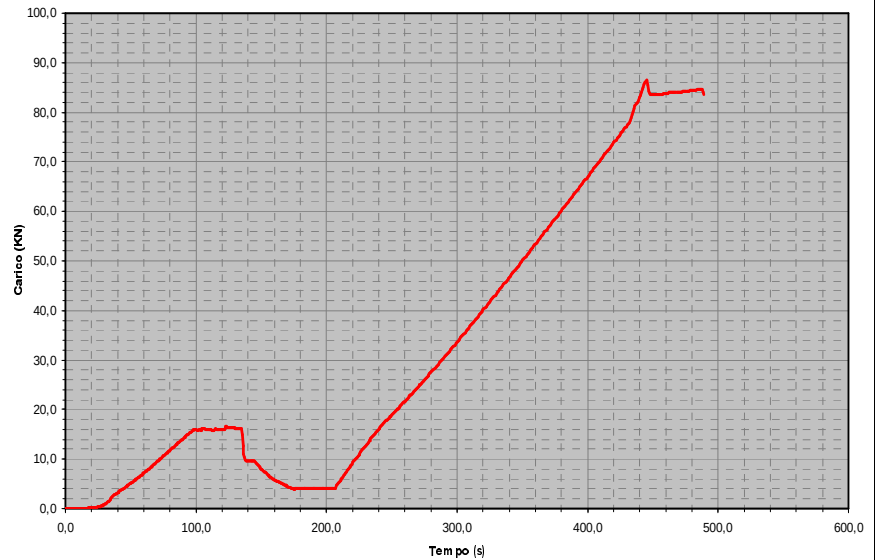


$P_{\max} = 86.5 \text{ KN}$

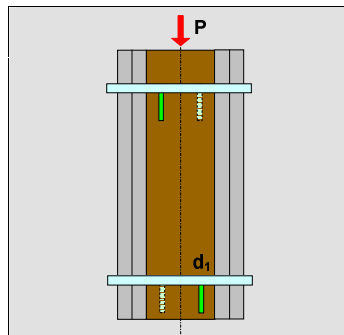


No PASSO

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 4 – Spostamento d_1

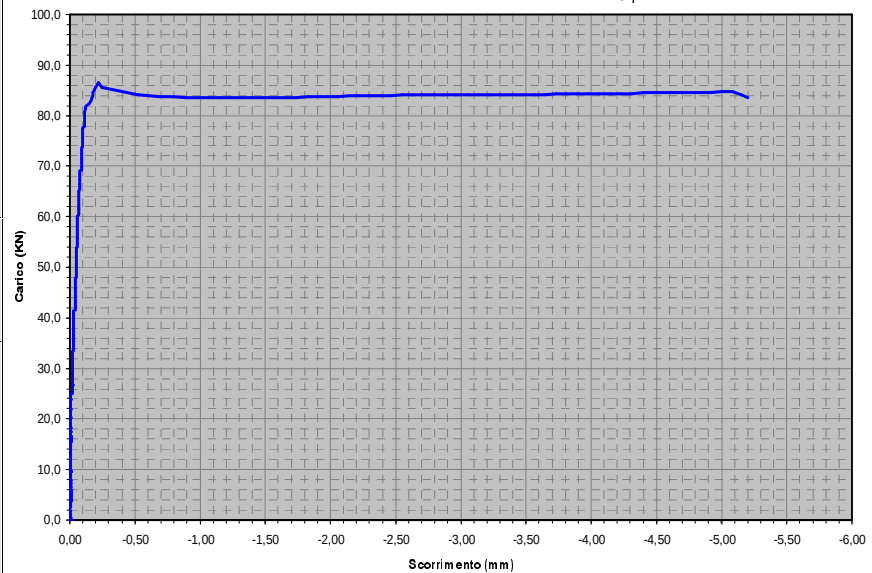


$P_{\max} = 86.5 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -0.22 \text{ mm}$

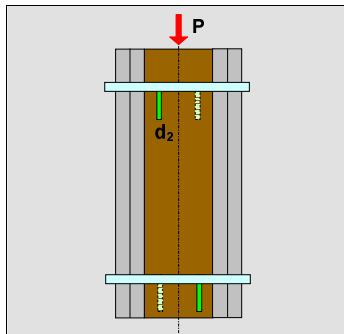


No PASSO

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_1



PROVA DI SCORRIMENTO N° 4 – Spostamento d_2

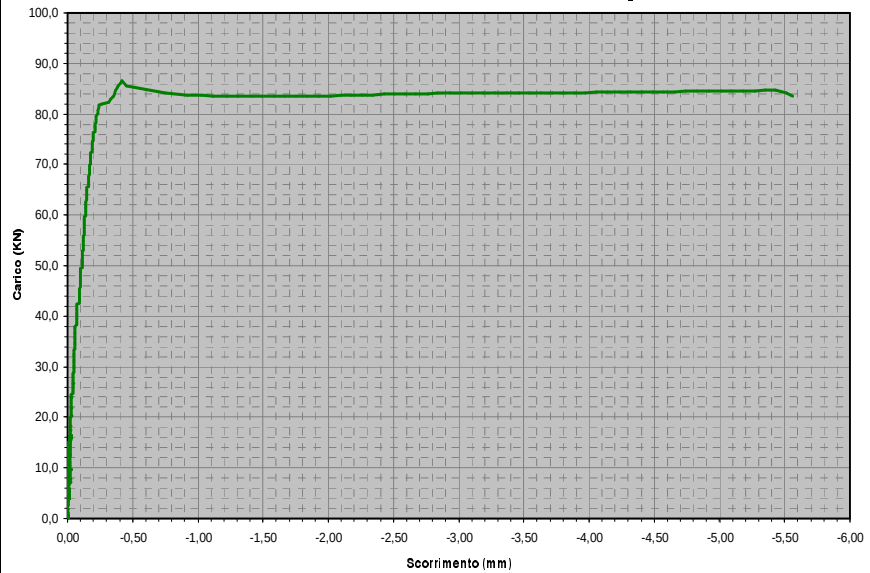


$P_{\max} = 86.5 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -0.42 \text{ mm}$

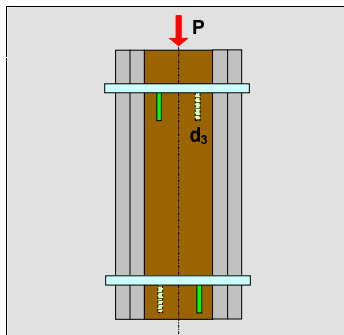


NO PASSO

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_2



PROVA DI SCORRIMENTO N° 4 – Spostamento d_3

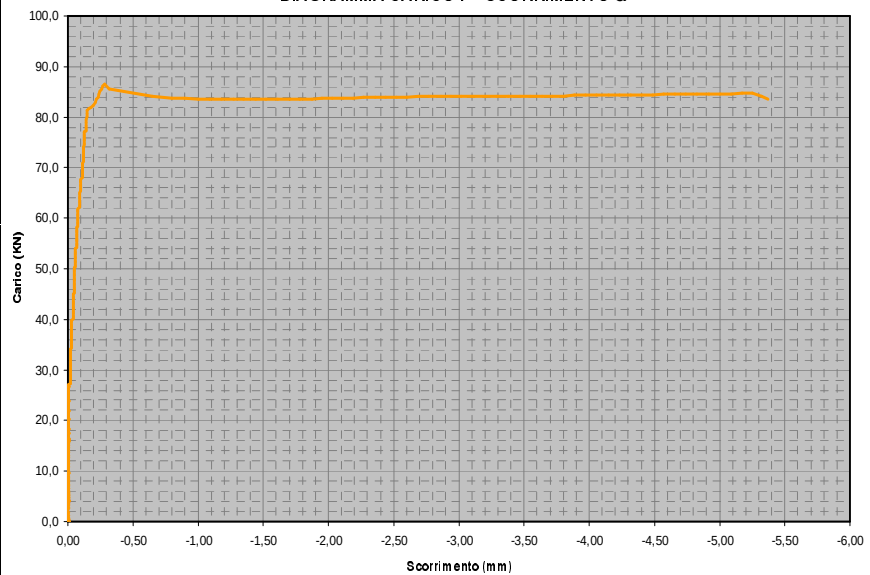


$P_{\max} = 86.5 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -0.28 \text{ mm}$

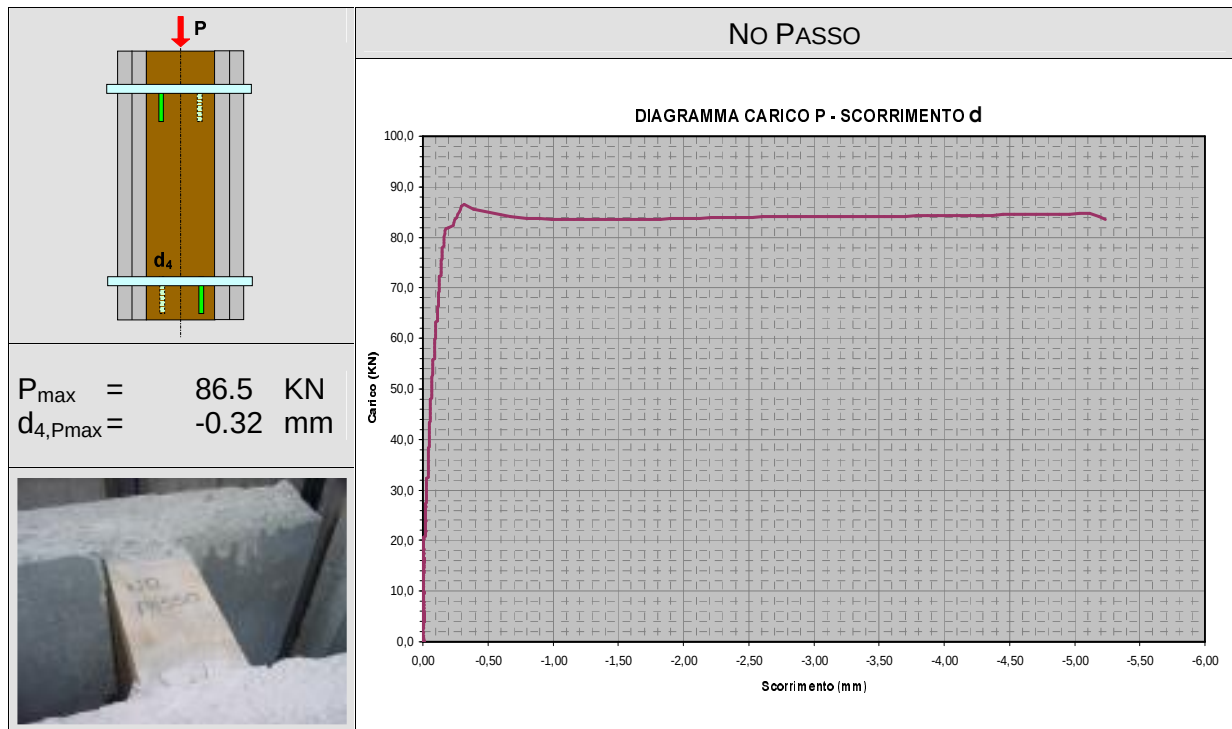


NO PASSO

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



PROVA DI SCORRIMENTO N° 4 – Spostamento d_4

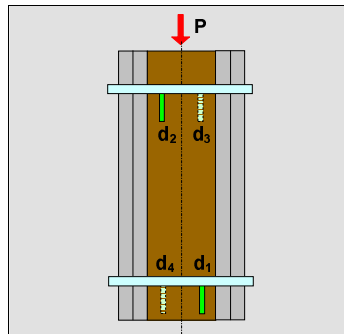


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 16 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 4 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 5 – Curva di carico

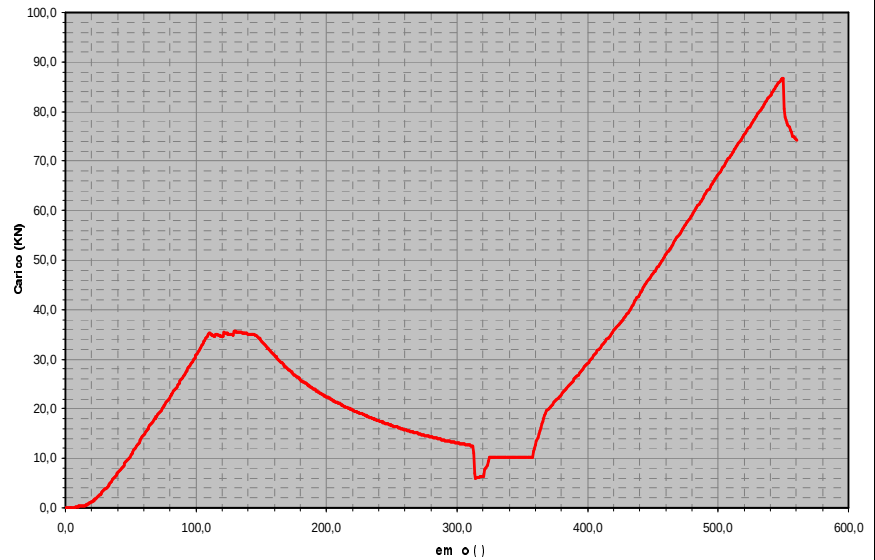


$P_{\max} = 86.7 \text{ KN}$

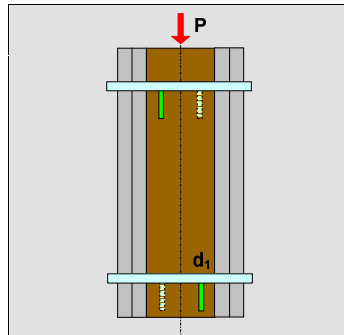


No PASSO

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 5 – Spostamento d_1

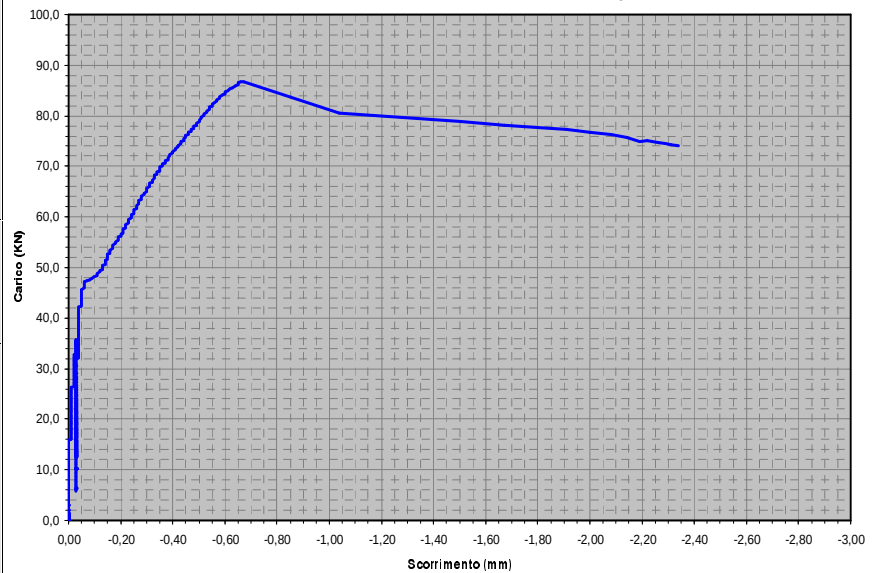


$P_{\max} = 86.7 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -0.67 \text{ mm}$

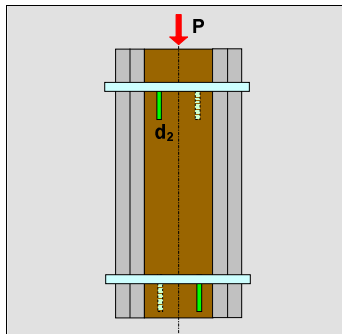


No PASSO

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



PROVA DI SCORRIMENTO N° 5 – Spostamento d_2

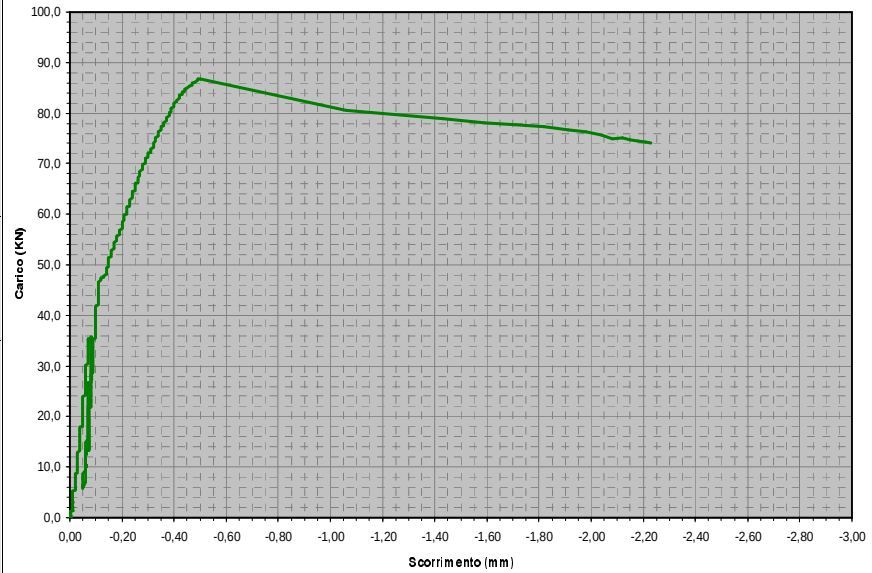


$P_{\max} = 86.7 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -0.50 \text{ mm}$

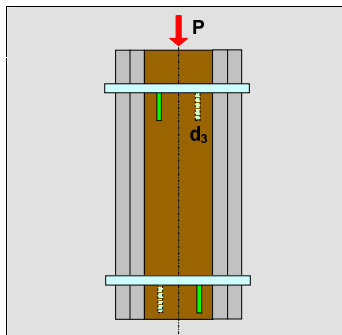


NO PASSO

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_2



PROVA DI SCORRIMENTO N° 5 – Spostamento d_3

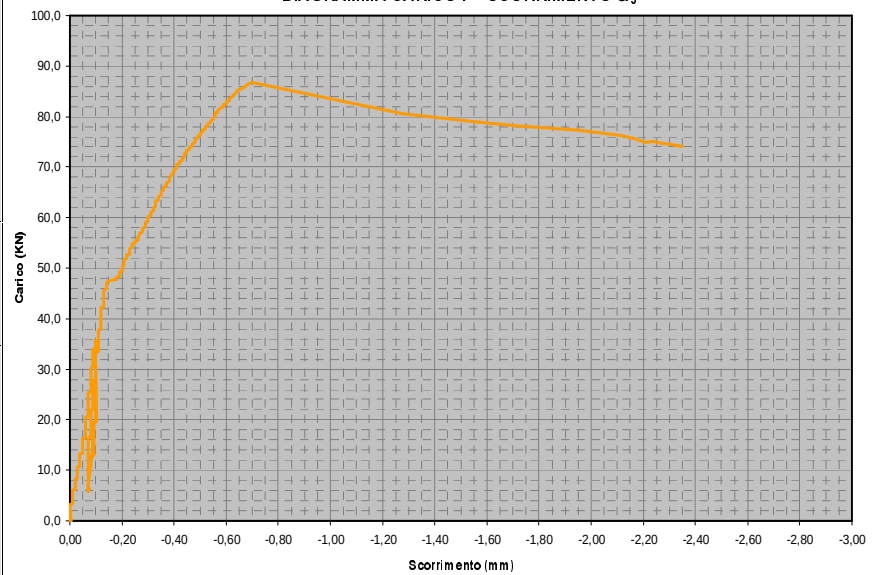


$P_{\max} = 86.7 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -0.70 \text{ mm}$

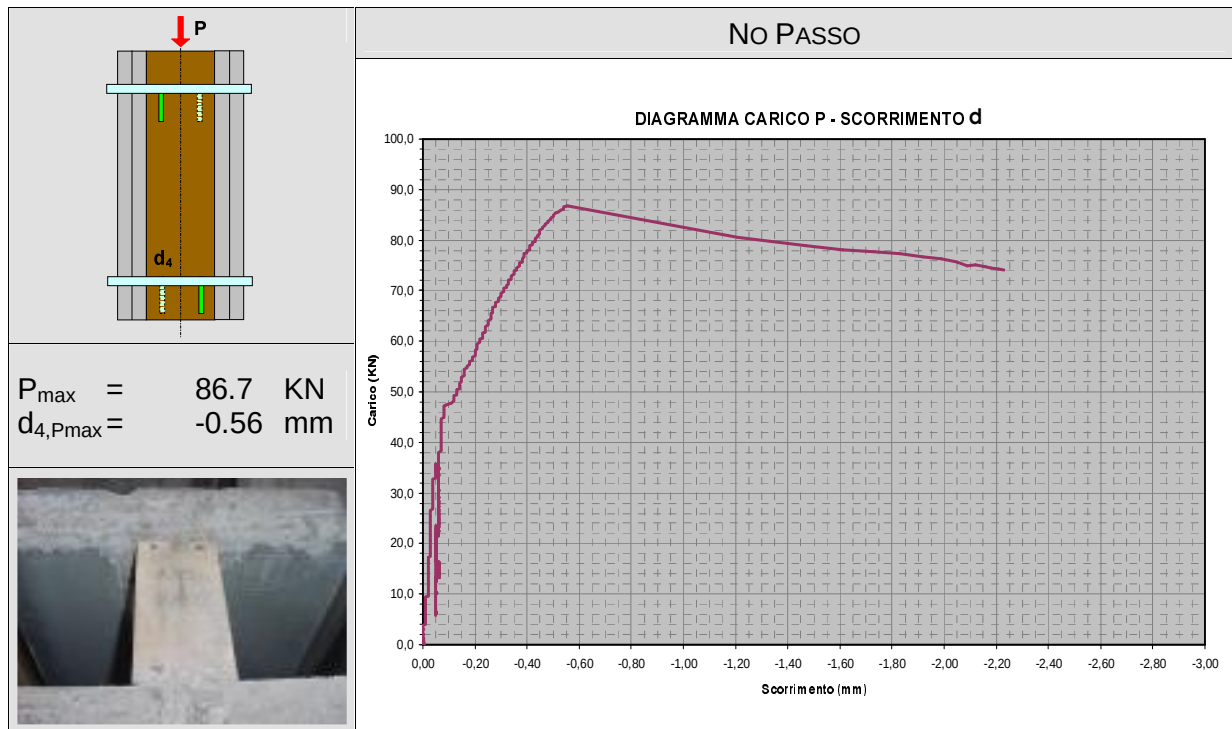


NO PASSO

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_3



PROVA DI SCORRIMENTO N° 5 – Spostamento d_4

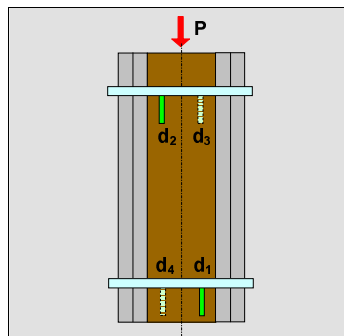


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 35 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 10 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 6 – Curva di carico

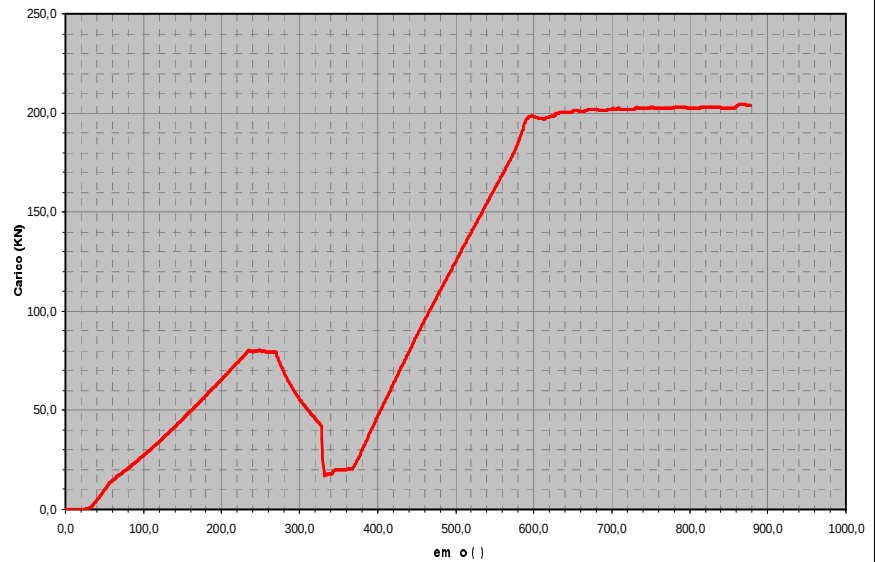


$P_{\max} = 204.4 \text{ KN}$

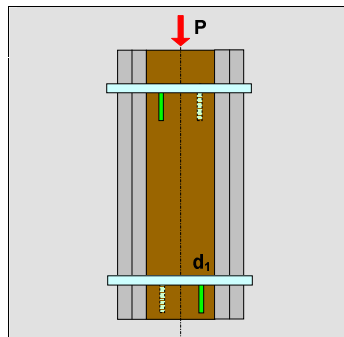


NO PASSO RESINA EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 6 – Spostamento d_1

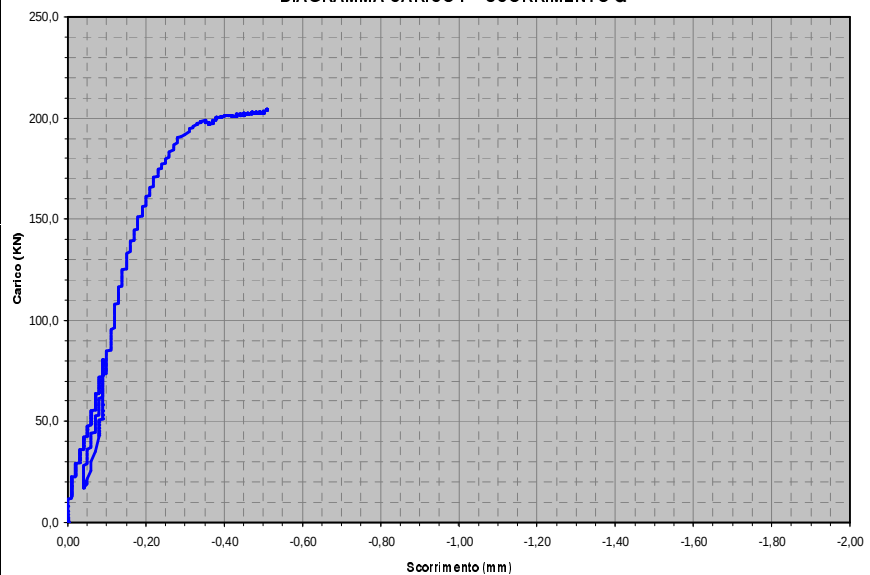


$P_{\max} = 204.4 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -0.51 \text{ mm}$

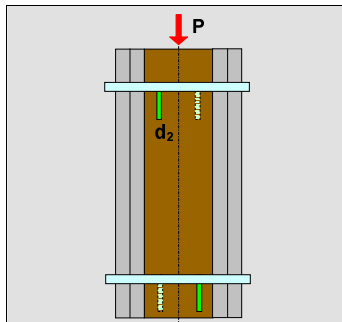


NO PASSO RESINA EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



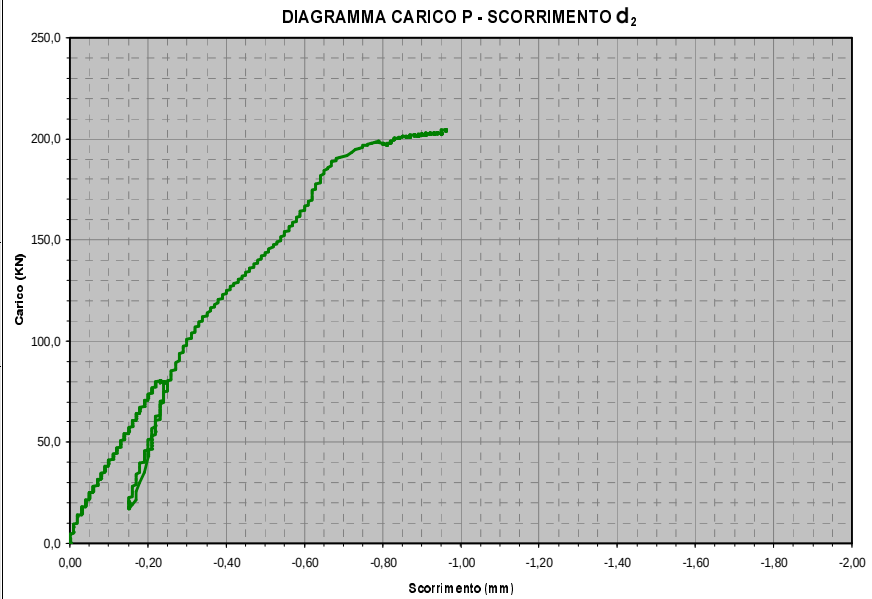
PROVA DI SCORRIMENTO N° 6 – Spostamento d_2



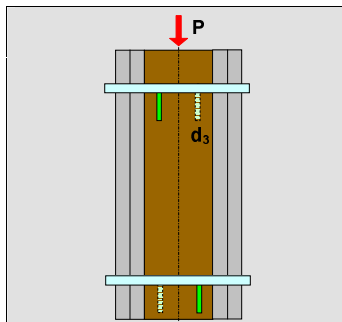
$P_{\max} = 204.4 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -0.96 \text{ mm}$



NO PASSO RESINA EXOCERM



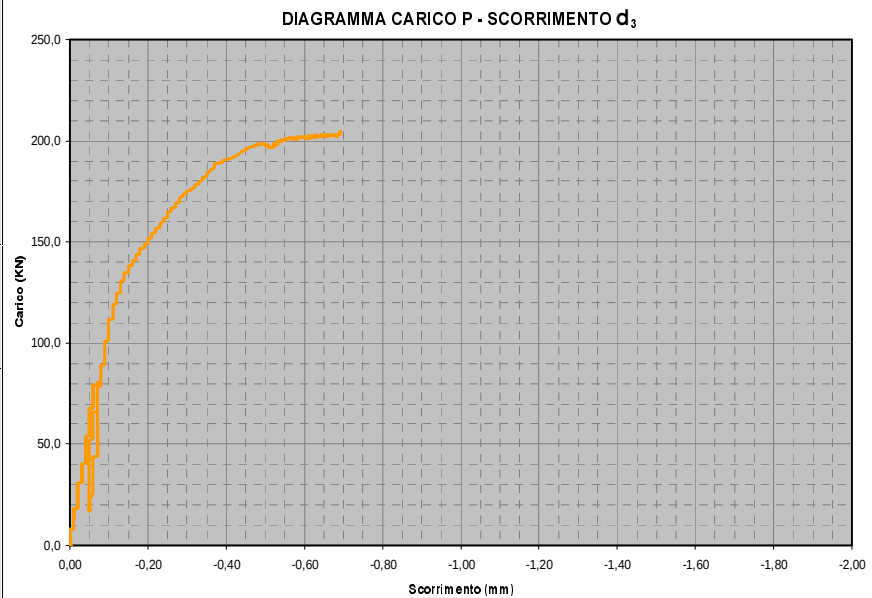
PROVA DI SCORRIMENTO N° 6 – Spostamento d_3



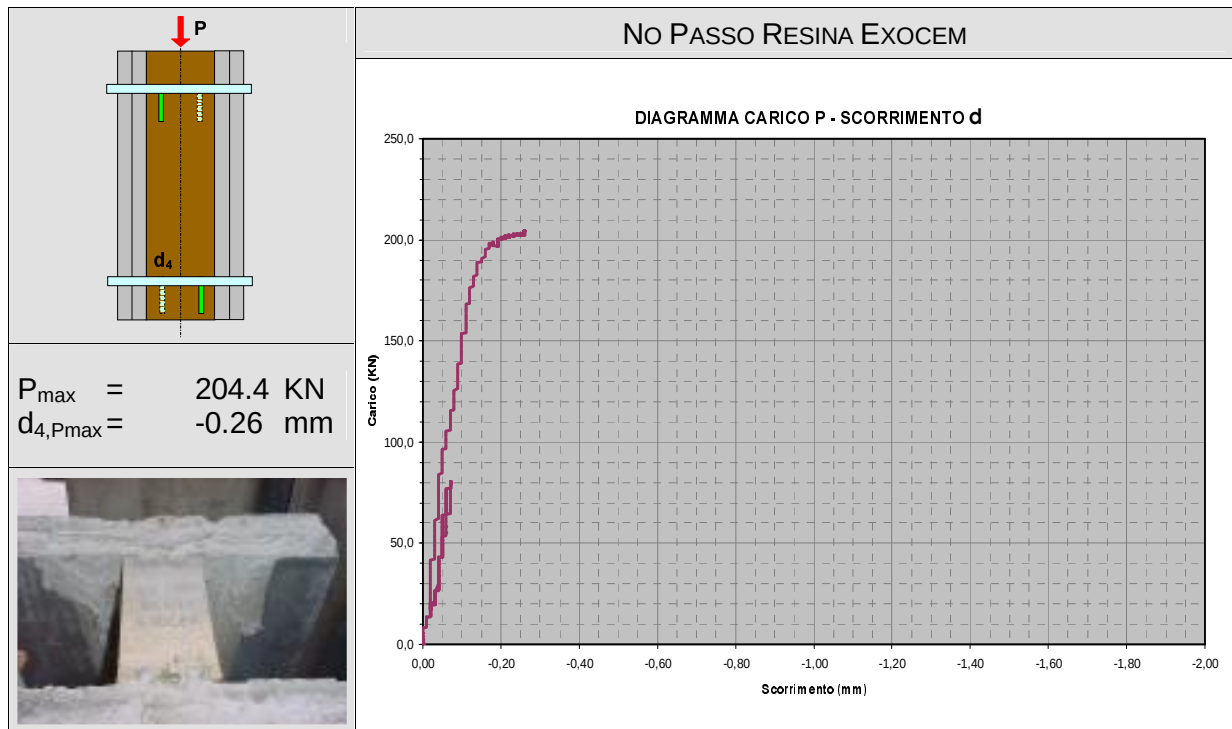
$P_{\max} = 204.4 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -0.69 \text{ mm}$



NO PASSO RESINA EXOCERM



PROVA DI SCORRIMENTO N° 6 – Spostamento d_4



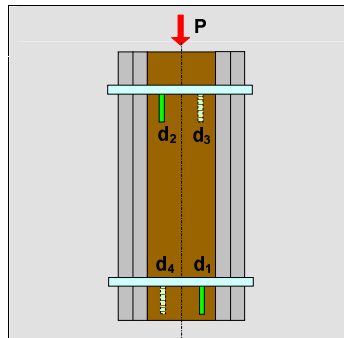
Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 80 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 20 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

La prova in oggetto è stata ripetuta per la valutazione del solo carico di rottura che è risultato pari a 243.1 KN.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 7 – Curva di carico

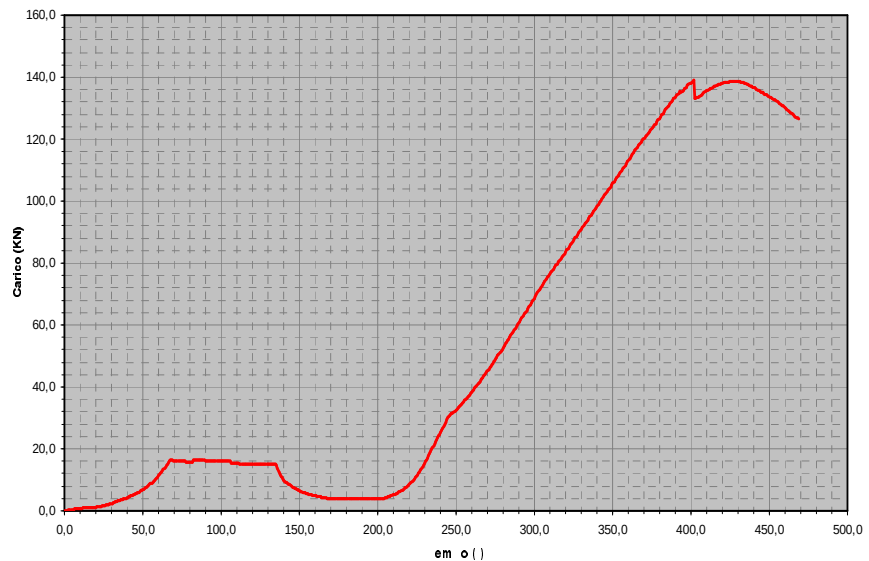


$P_{\max} = 138.9 \text{ KN}$

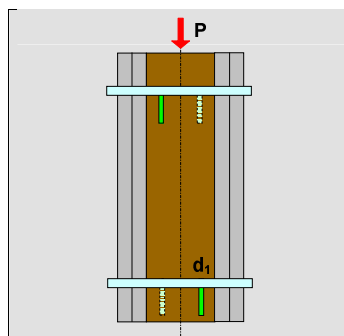


No PASSO EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 7 – Spostamento d_1

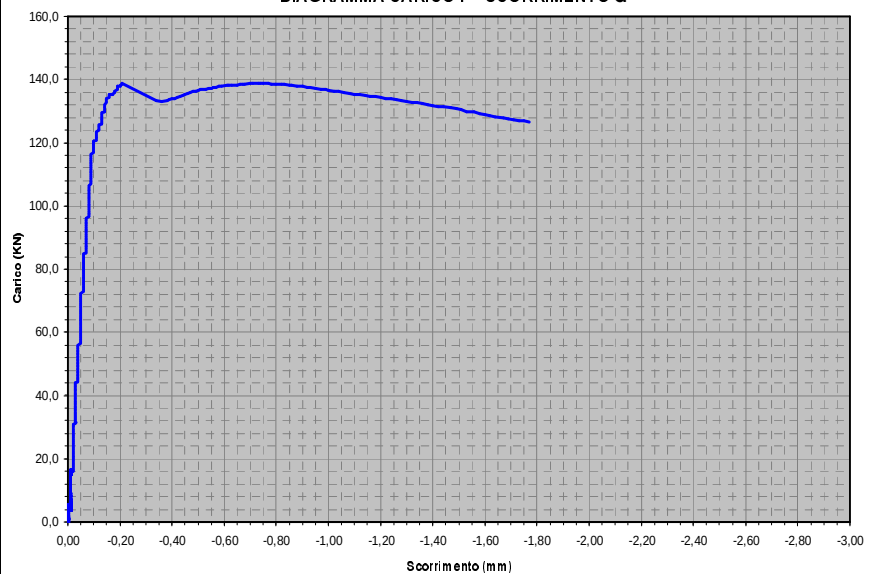


$P_{\max} = 138.9 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -0.21 \text{ mm}$

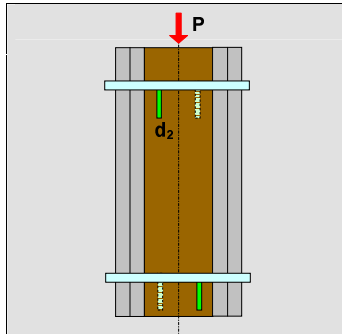


No PASSO EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



PROVA DI SCORRIMENTO N° 7 – Spostamento d_2

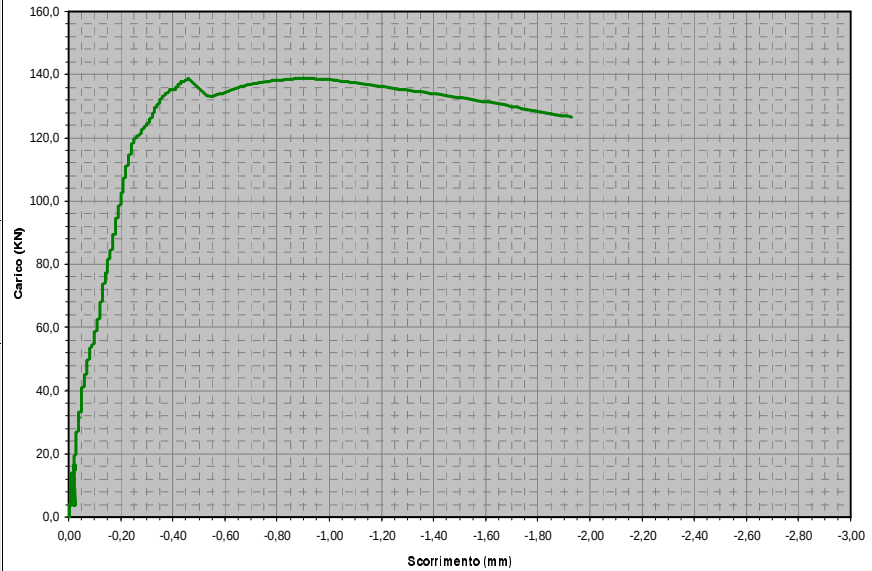


$P_{\max} = 138.9 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -0.46 \text{ mm}$

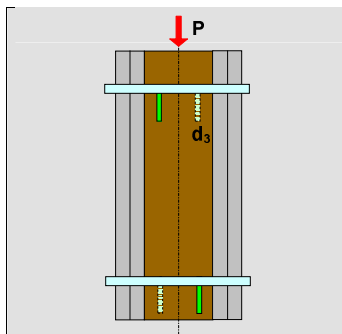


NO PASSO EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_2



PROVA DI SCORRIMENTO N° 7 – Spostamento d_3

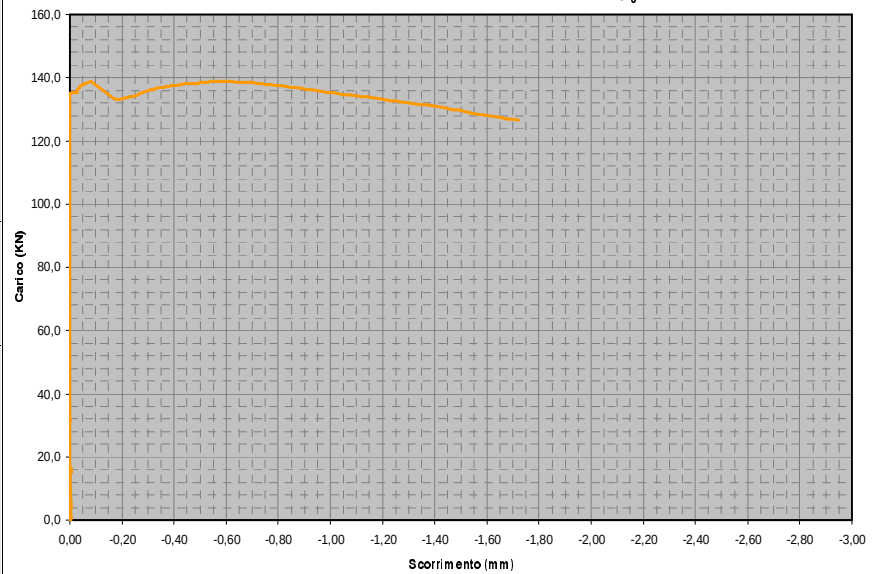


$P_{\max} = 138.9 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -0.08 \text{ mm}$

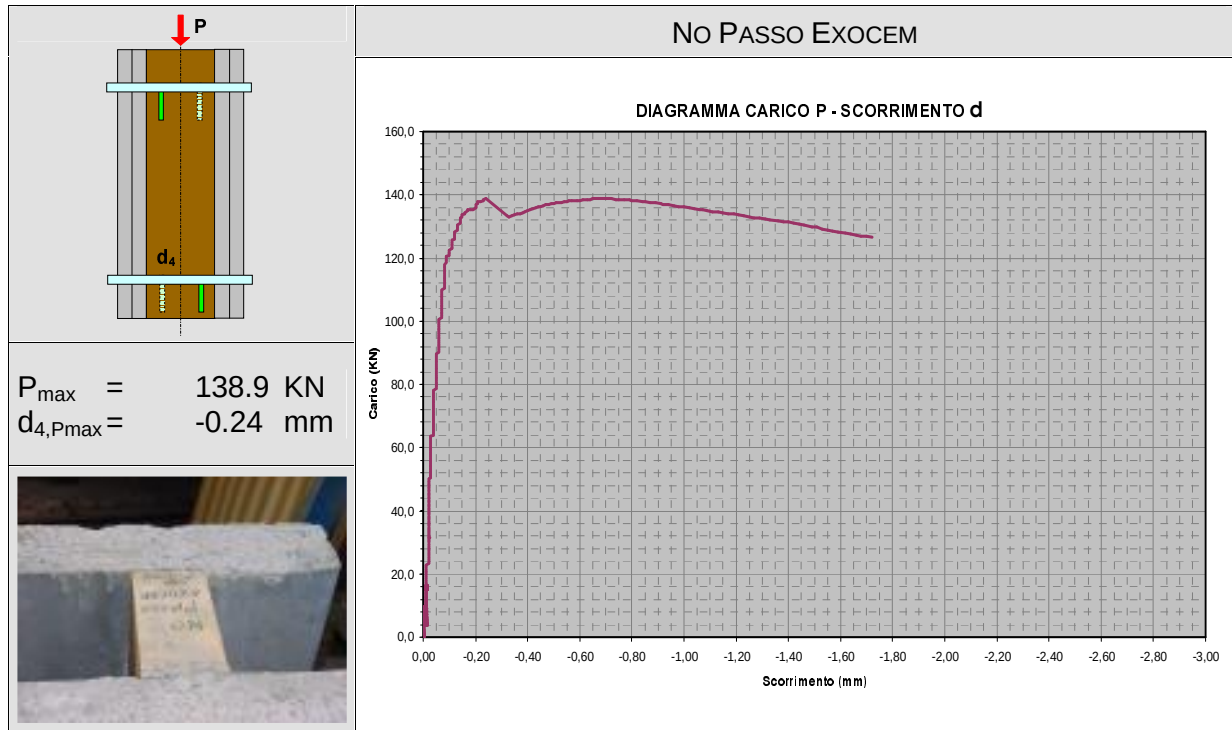


NO PASSO EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_3



PROVA DI SCORRIMENTO N° 7 – Spostamento d_4

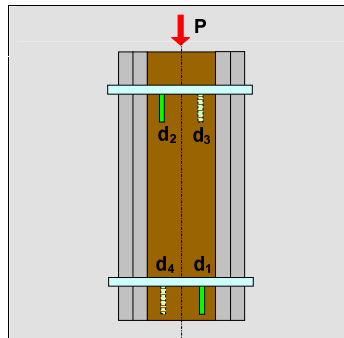


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 16 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 4 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 8 – Curva di carico

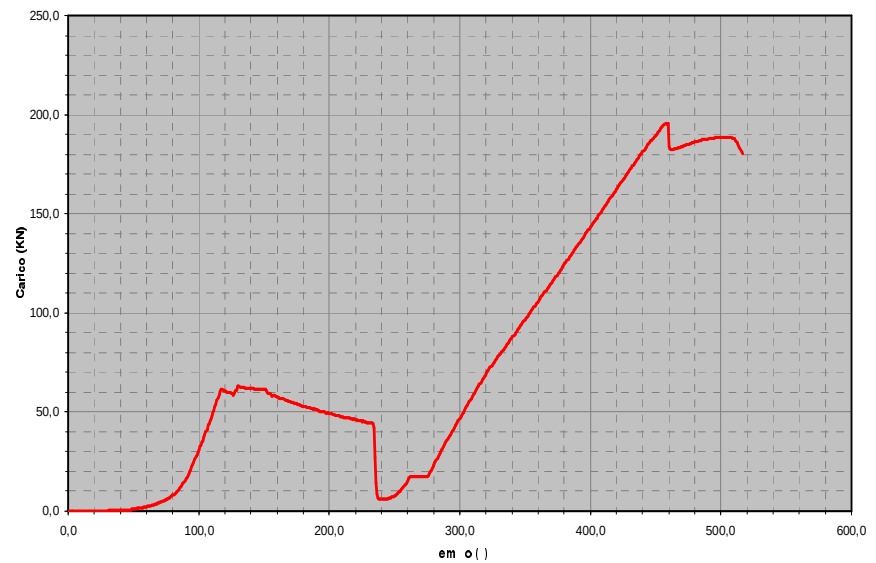


$P_{max} = 195.6 \text{ KN}$

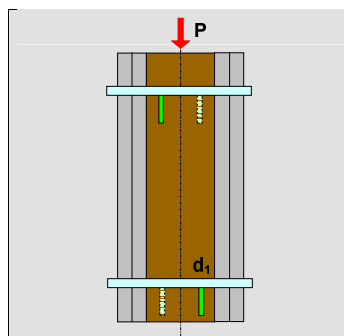


No PASSO CON EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 8 – Spostamento d_1

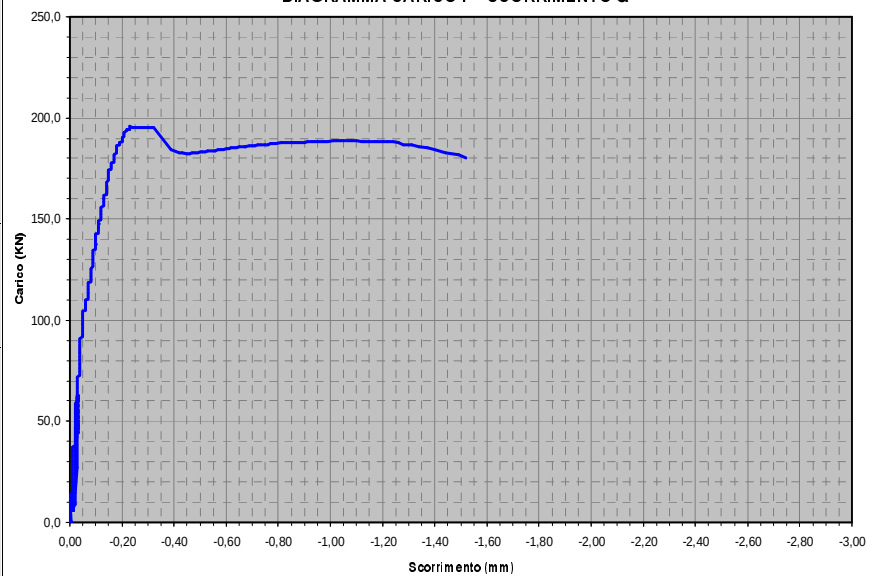


$P_{max} = 195.6 \text{ KN}$
 $d_{1,Pmax} = -0.23 \text{ mm}$

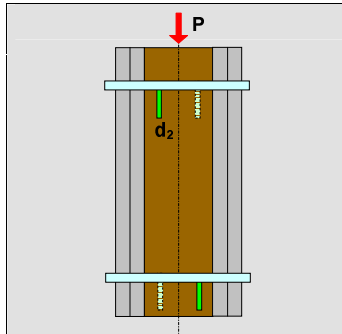


No PASSO CON EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



PROVA DI SCORRIMENTO N° 8 – Spostamento d_2

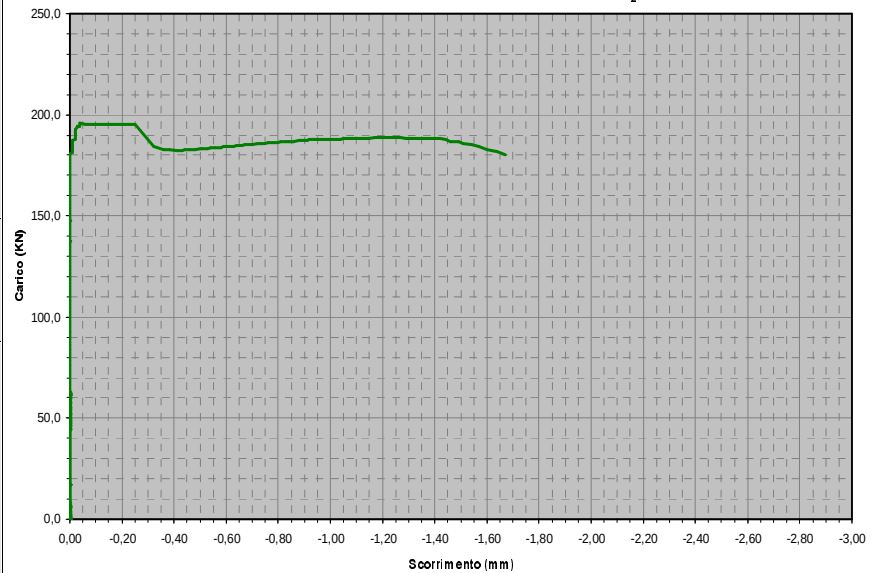


$P_{\max} = 195.6 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -0.04 \text{ mm}$

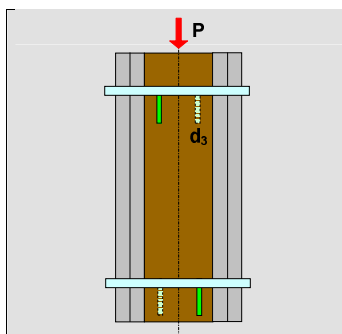


NO PASSO CON EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_2



PROVA DI SCORRIMENTO N° 8 – Spostamento d_3

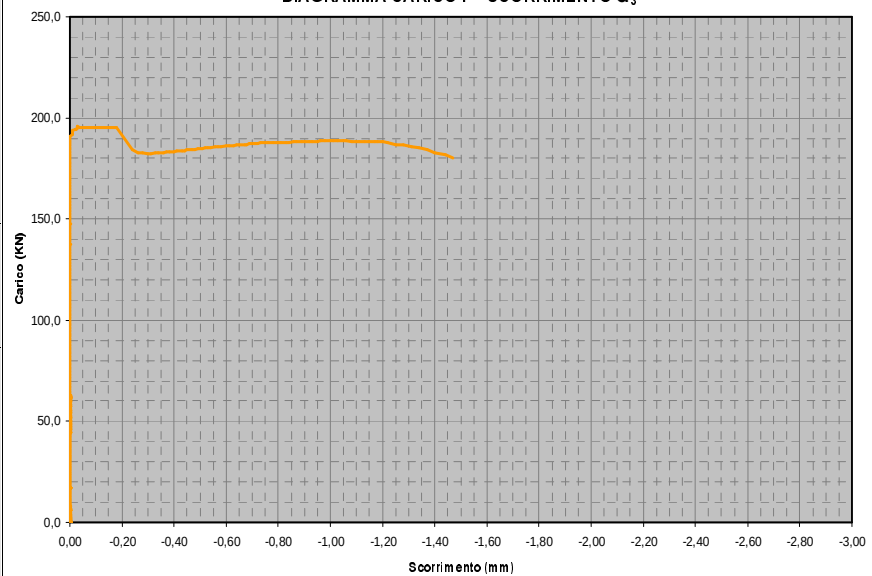


$P_{\max} = 195.6 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -0.03 \text{ mm}$

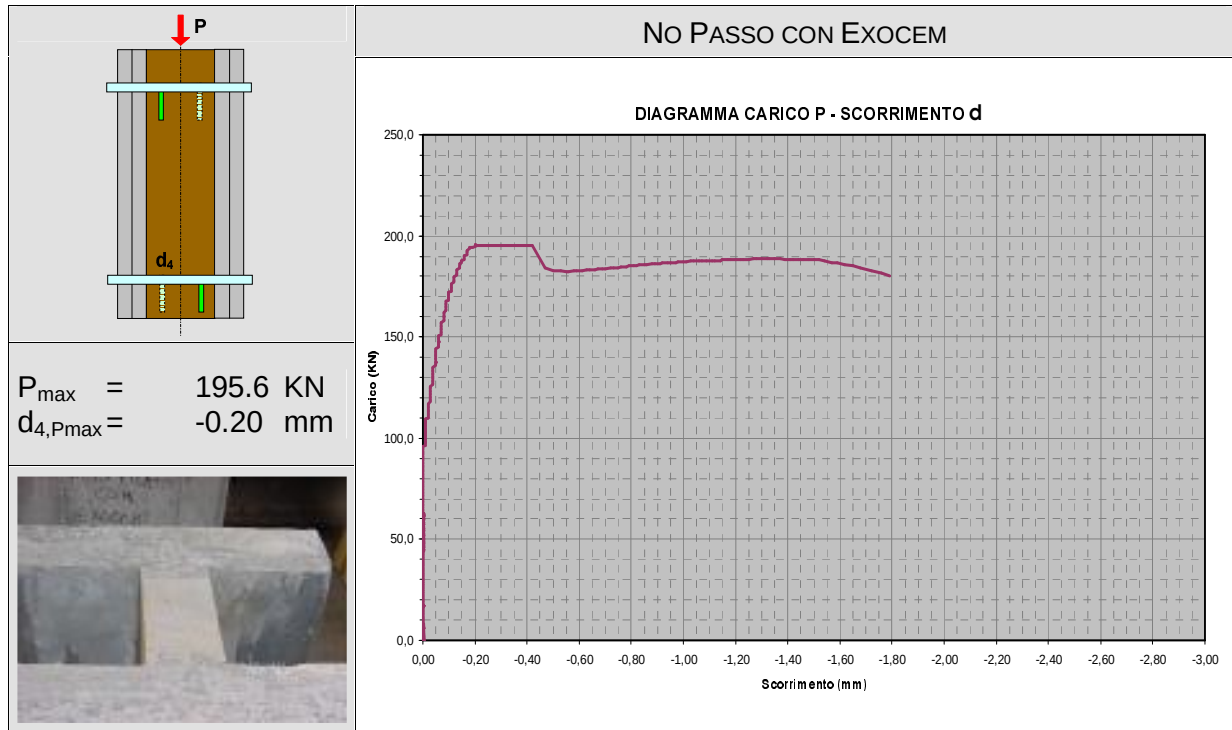


NO PASSO CON EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_3



PROVA DI SCORRIMENTO N° 8 – Spostamento d_4

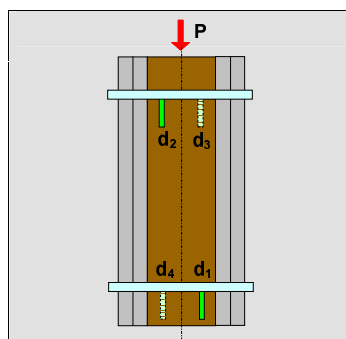


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 60 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 13 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 9 – Curva di carico

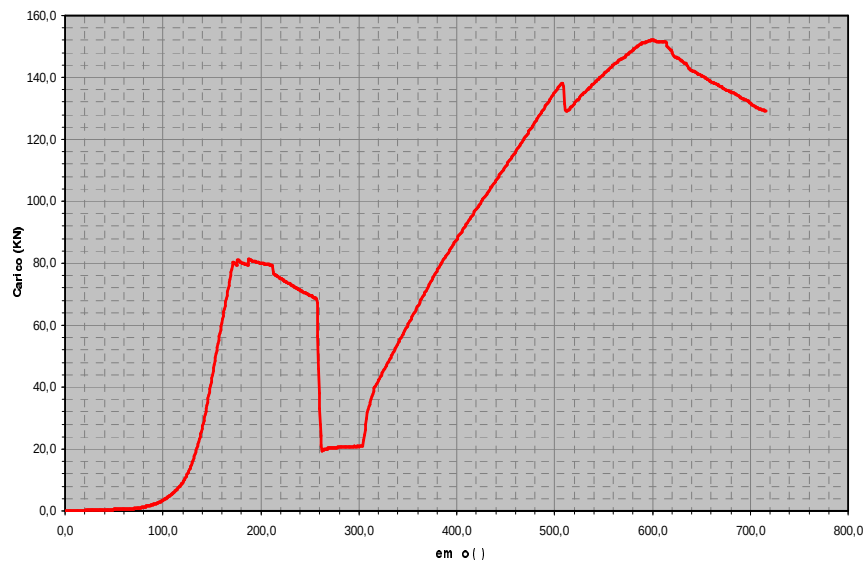


$P_{\max} = 152.1 \text{ KN}$

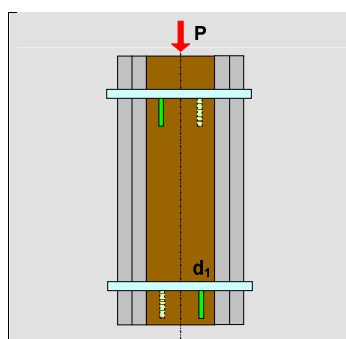


PASSO 50 CON EXOCEM

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 9 – Spostamento d_1

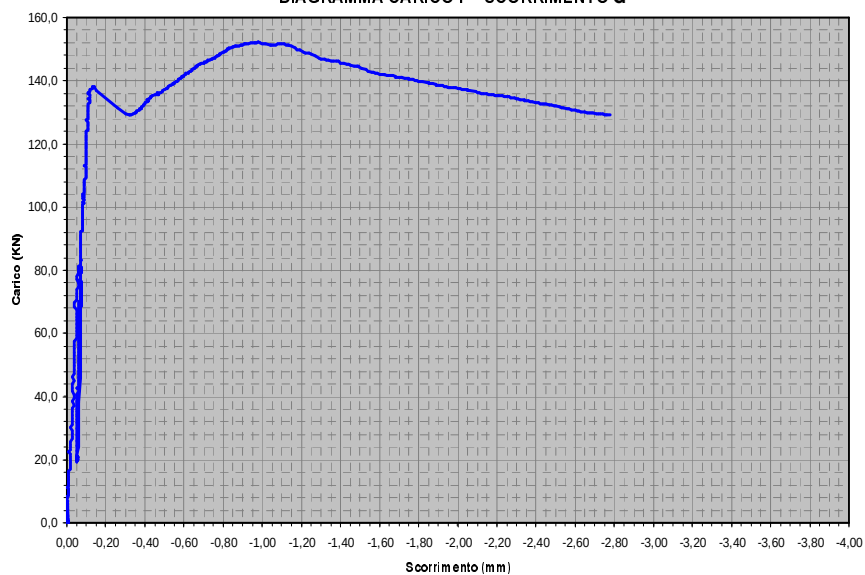


$P_{\max} = 152.1 \text{ KN}$
 $d_{1,P\max} = -0.98 \text{ mm}$

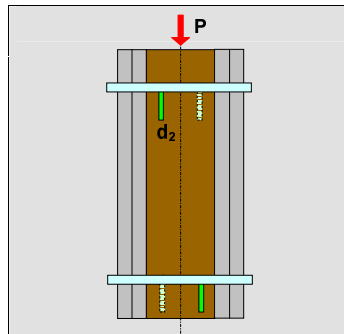


PASSO 50 CON EXOCEM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



PROVA DI SCORRIMENTO N° 9 – Spostamento d_2

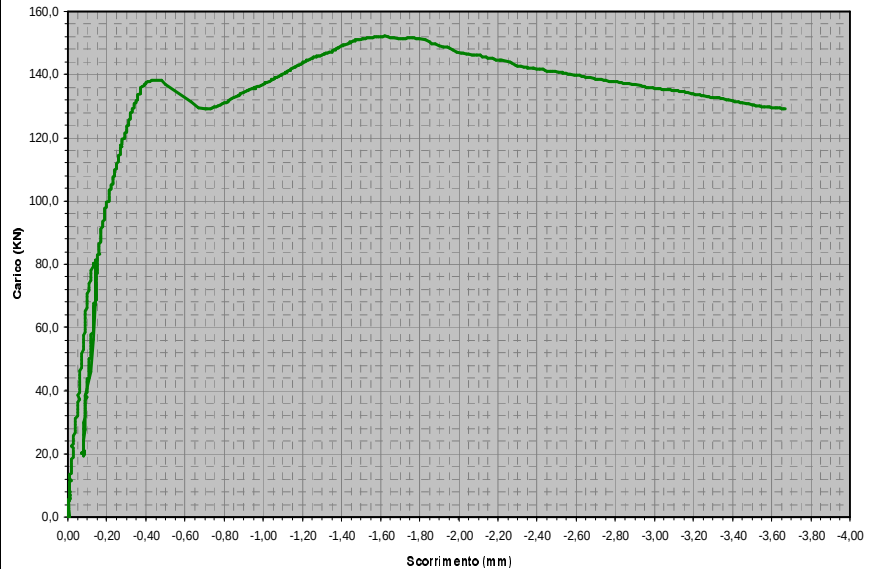


$P_{\max} = 152.1 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -1.62 \text{ mm}$

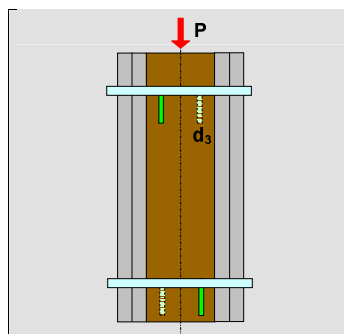


PASSO 50 CON EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_2



PROVA DI SCORRIMENTO N° 9 – Spostamento d_3

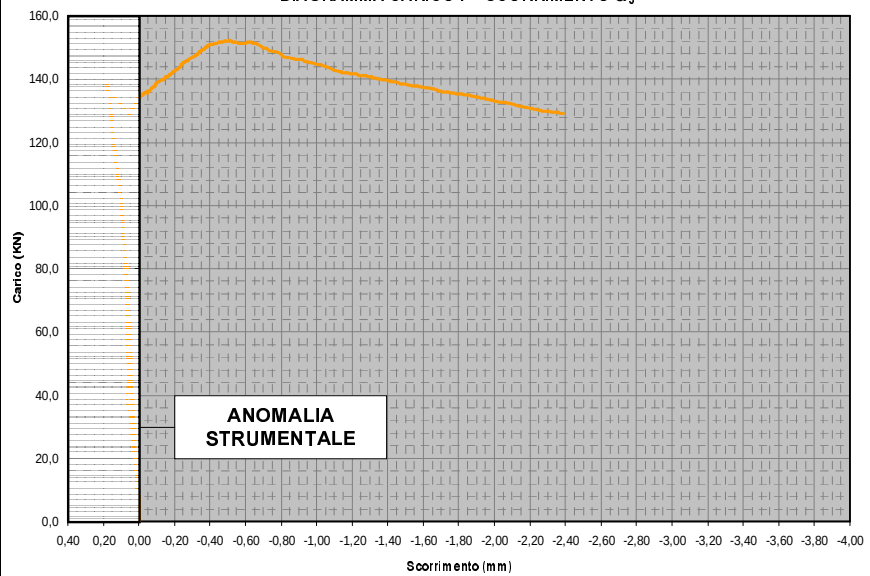


$P_{\max} = 152.1 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = \text{n.d. mm}$

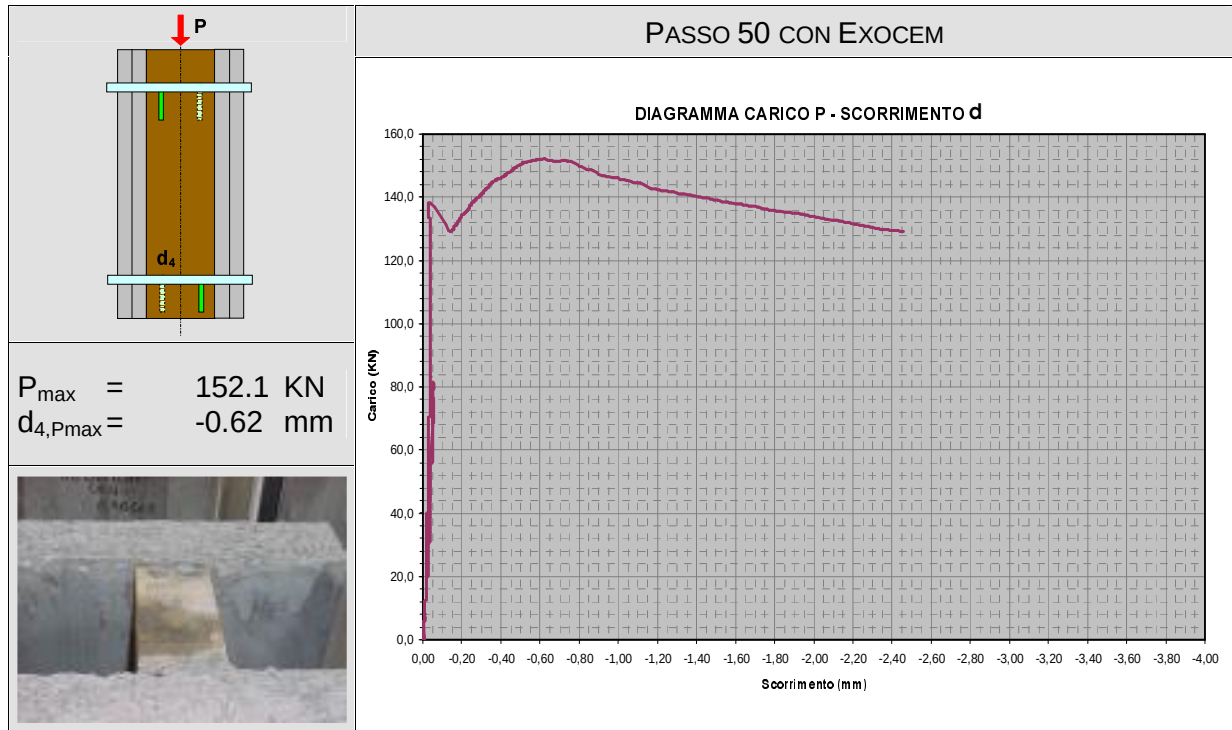


PASSO 50 CON EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_3



PROVA DI SCORRIMENTO N° 9 – Spostamento d_4

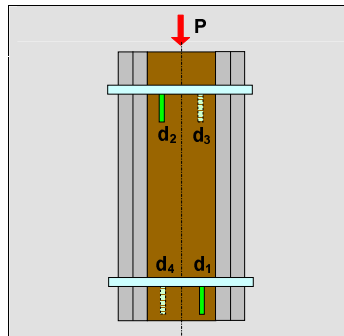


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 80 \text{ kN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 20 \text{ kN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 10 – Curva di carico

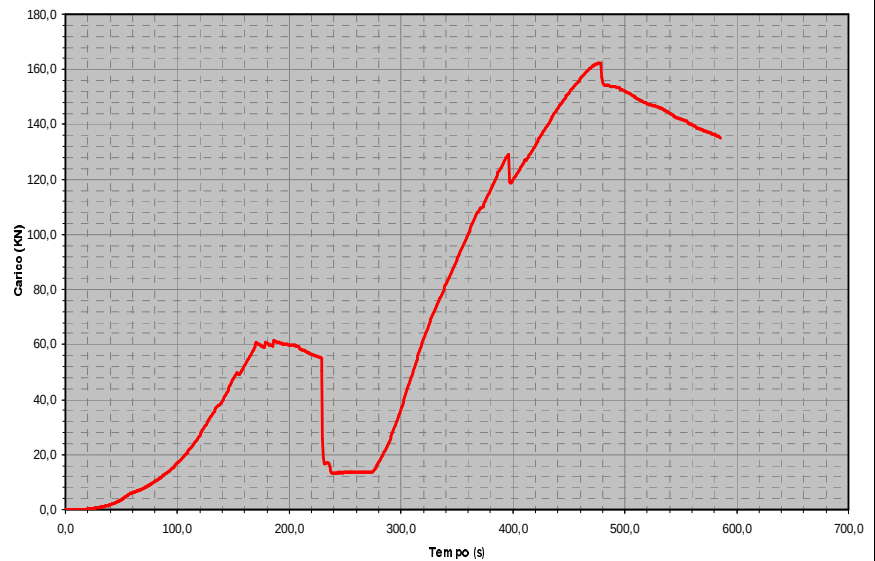


$P_{\max} = 162.3 \text{ KN}$

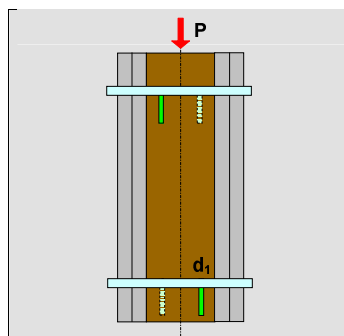


PASSO 50 EXOCEN

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 10 – Spostamento d_1

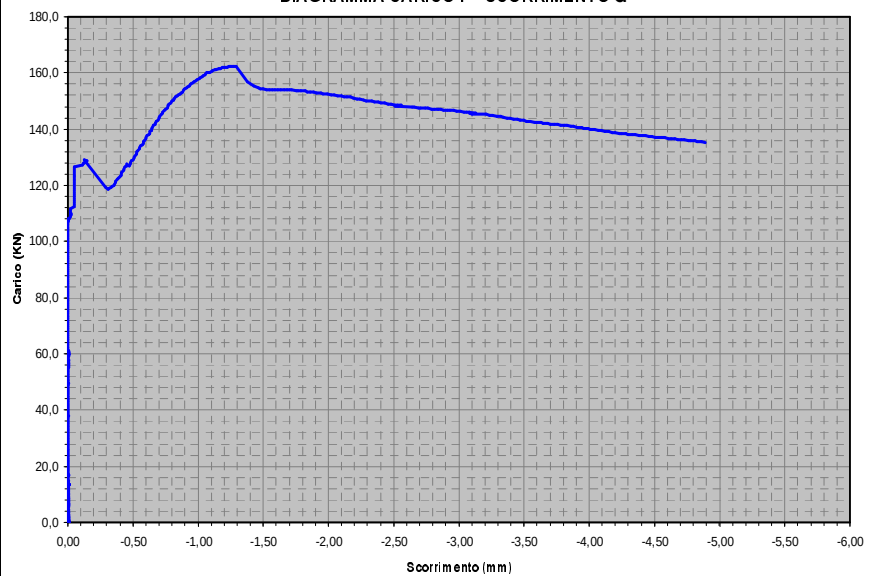


$P_{\max} = 162.3 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -1.27 \text{ mm}$

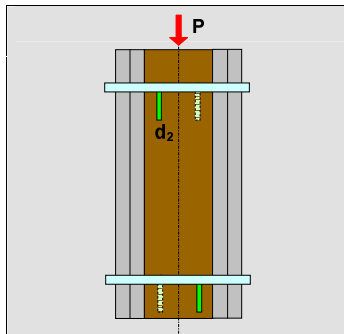


PASSO 50 EXOCEN

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



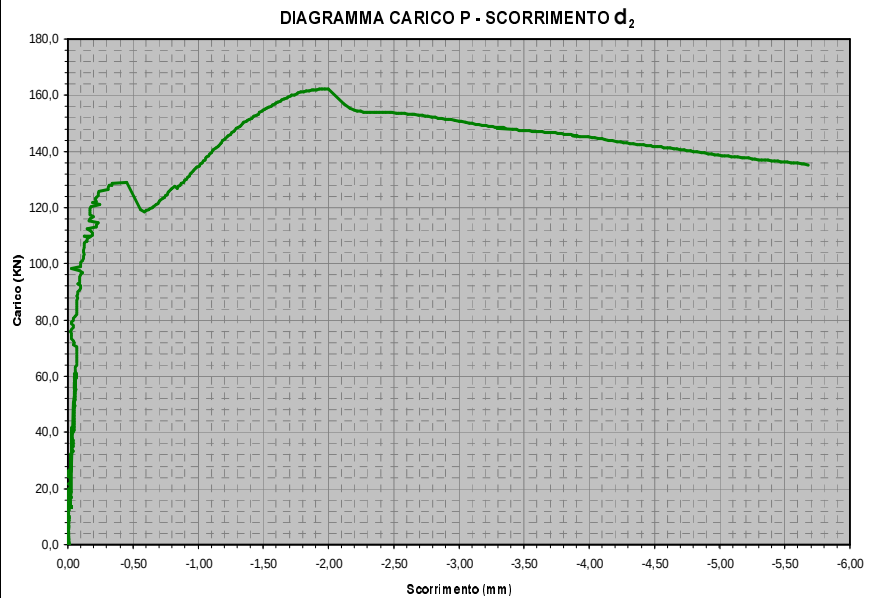
PROVA DI SCORRIMENTO N° 10 – Spostamento d_2



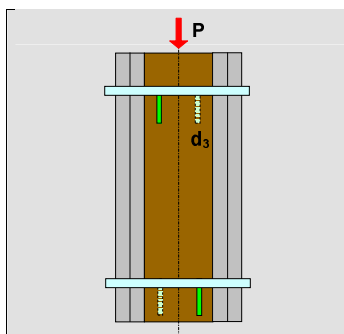
$P_{\max} = 162.3 \text{ KN}$
 $d_{2,P\max} = -1.97 \text{ mm}$



PASSO 50 EXOCER



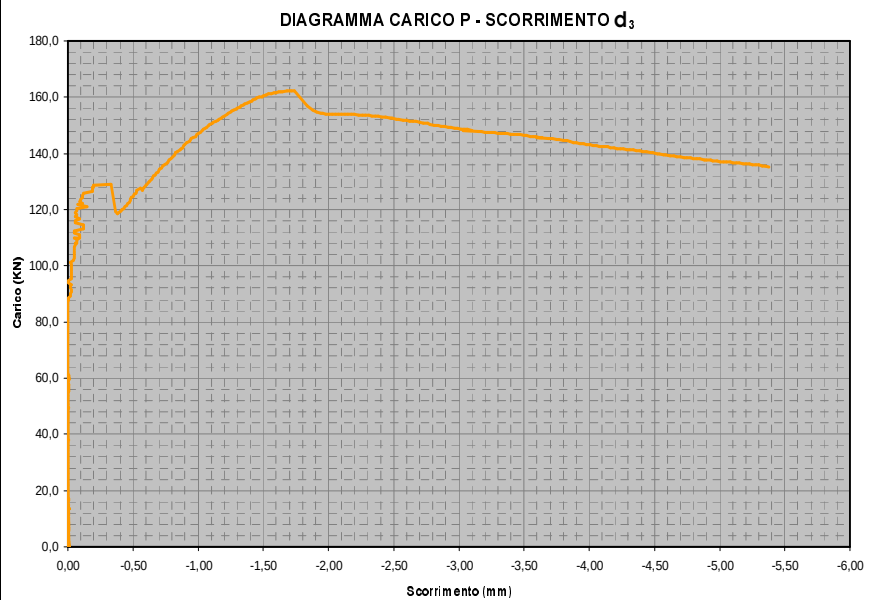
PROVA DI SCORRIMENTO N° 10 – Spostamento d_3



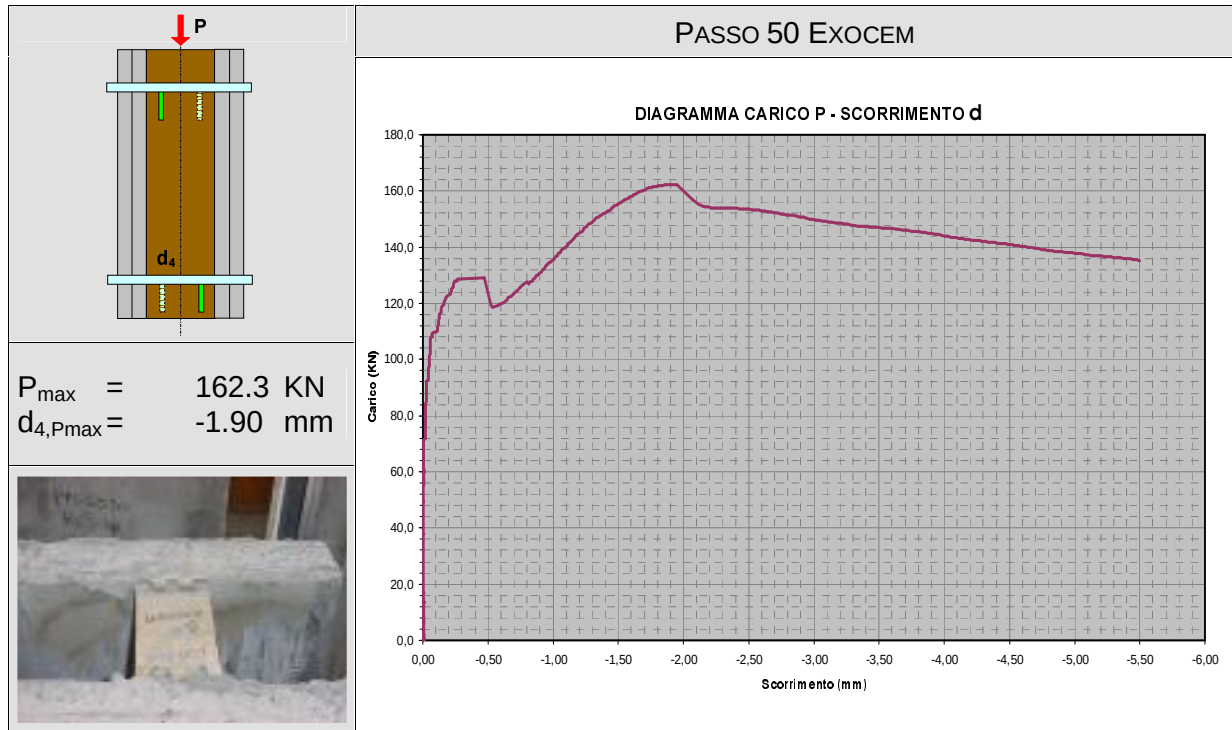
$P_{\max} = 162.3 \text{ KN}$
 $d_{3,P\max} = -1.72 \text{ mm}$



PASSO 50 EXOCER



PROVA DI SCORRIMENTO N° 10 – Spostamento d_4

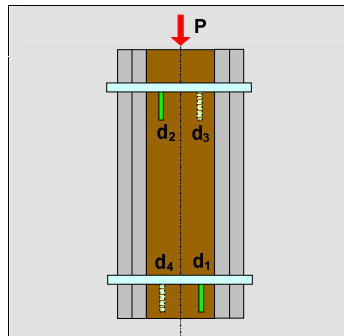


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 60 \text{ kN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 14 \text{ kN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 11 – Curva di carico

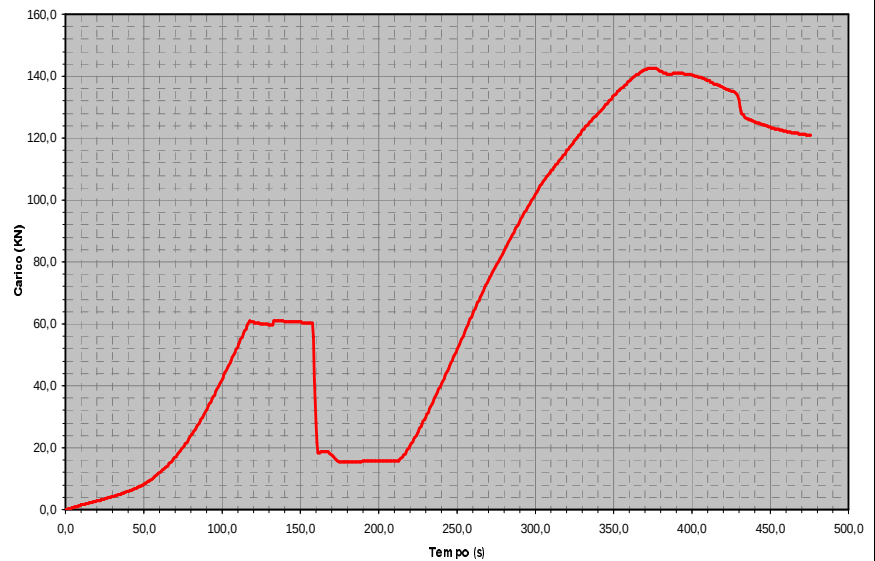


$P_{\max} = 142.6 \text{ KN}$

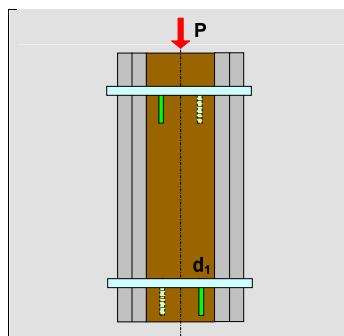


PASSO 30 EXOCYM

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 11 – Spostamento d_1

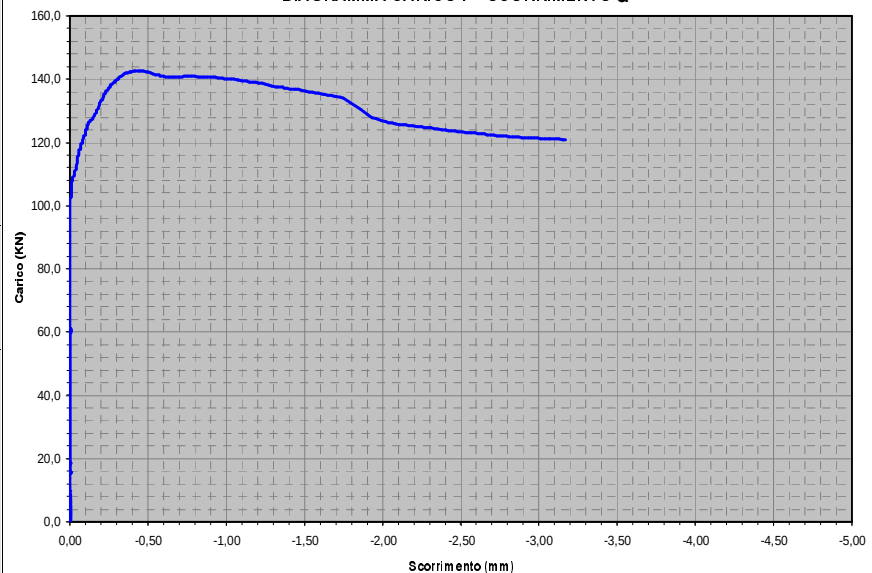


$P_{\max} = 142.6 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -0.41 \text{ mm}$

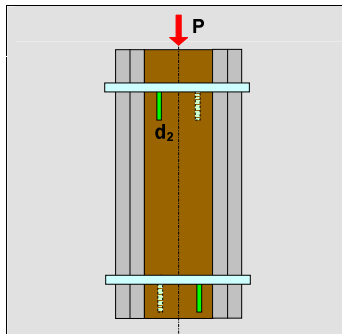


PASSO 30 EXOCYM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



PROVA DI SCORRIMENTO N° 11 – Spostamento d_2

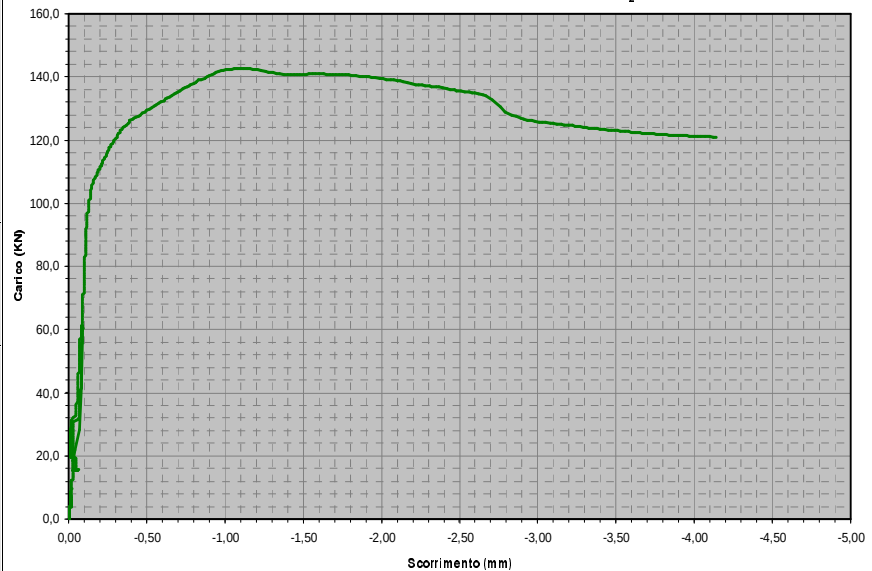


$P_{\max} = 142.6 \text{ KN}$
 $d_{2,P\max} = -1.06 \text{ mm}$

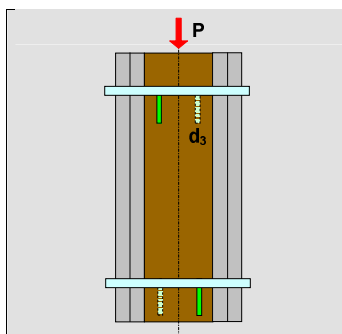


PASSO 30 EXOCEN

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_2



PROVA DI SCORRIMENTO N° 11 – Spostamento d_3

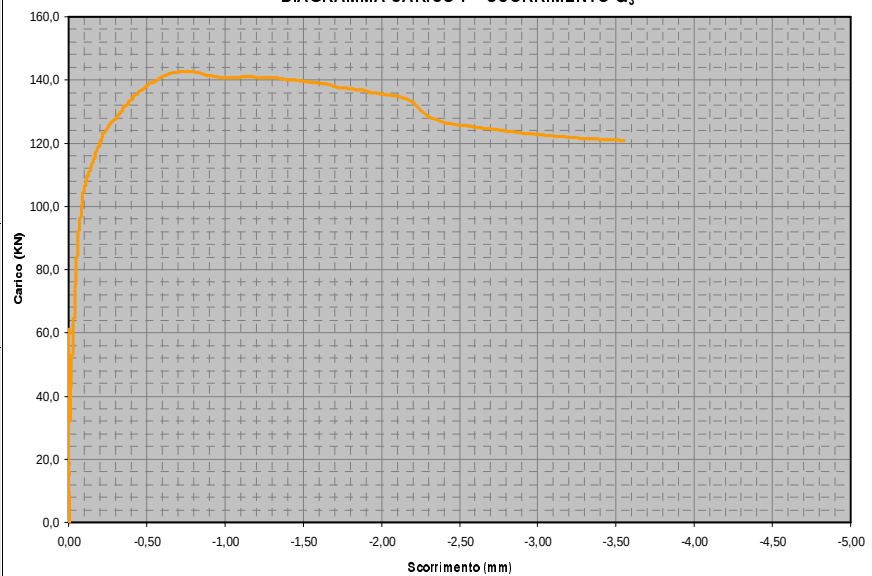


$P_{\max} = 142.6 \text{ KN}$
 $d_{3,P\max} = -0.71 \text{ mm}$

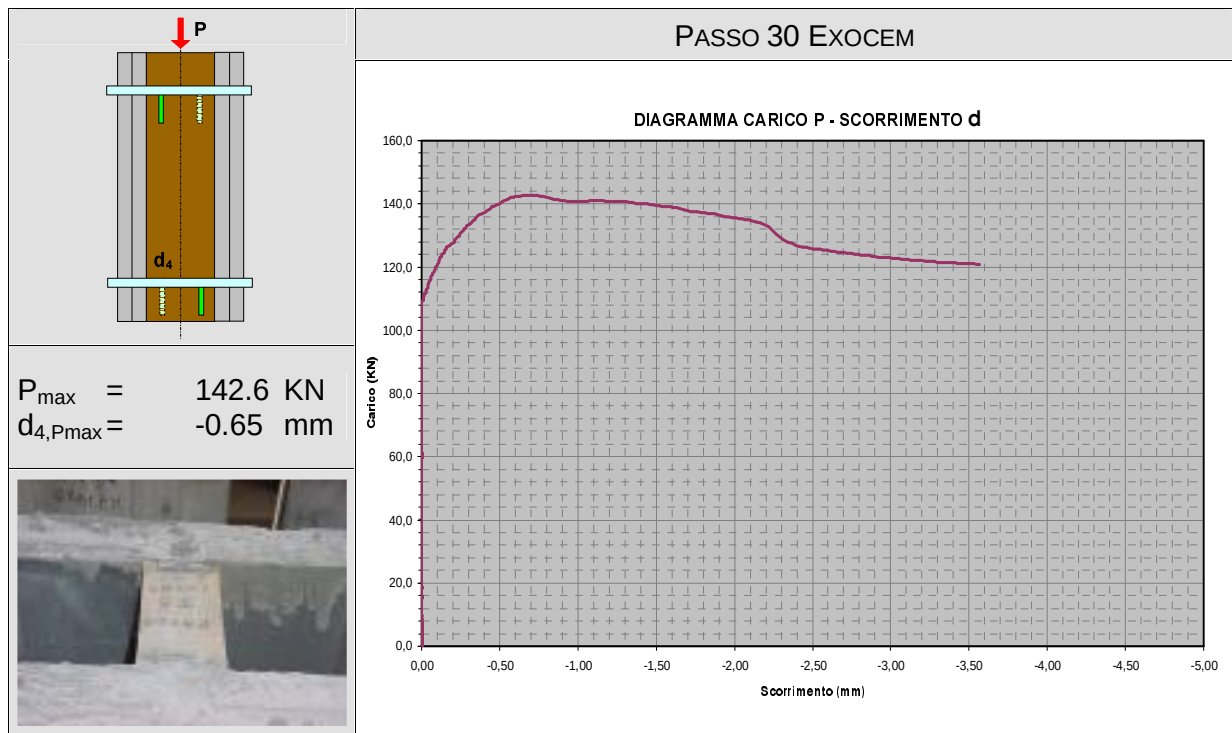


PASSO 30 EXOCEN

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_3



PROVA DI SCORRIMENTO N° 11 – Spostamento d_4

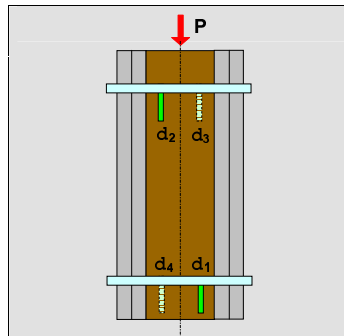


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 60 \text{ kN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 15 \text{ kN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 12 – Curva di carico

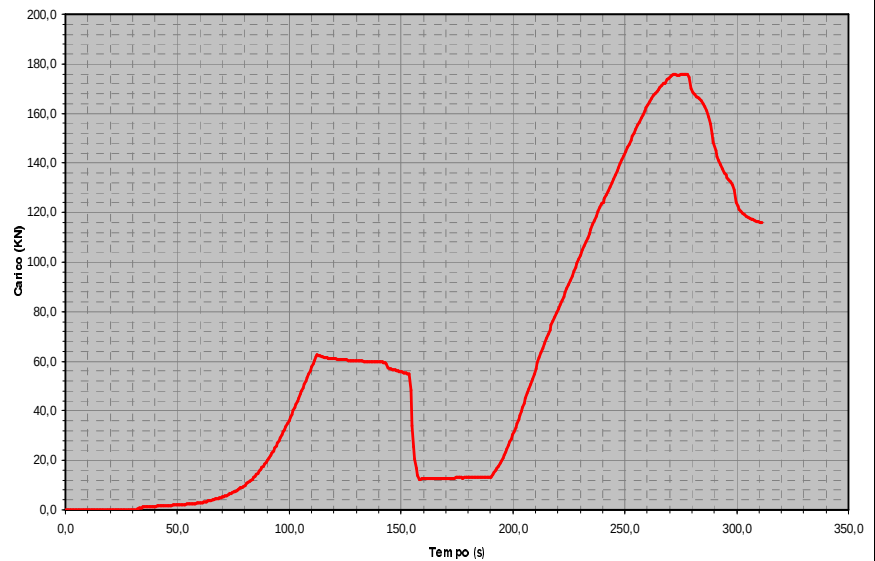


$P_{\max} = 176.0 \text{ KN}$

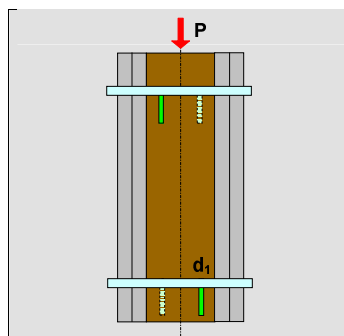


PASSO 40 EXOCYM

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 12 – Spostamento d_1

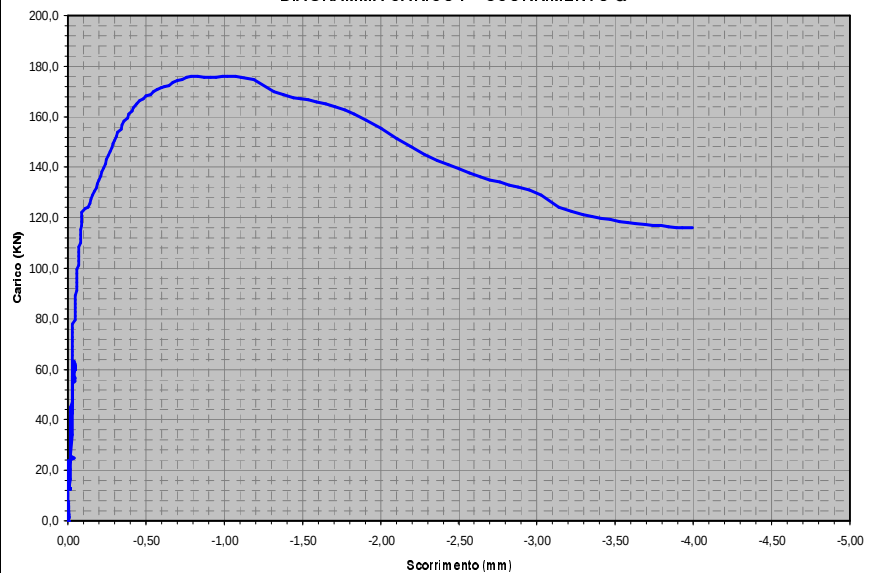


$P_{\max} = 176.0 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -1.02 \text{ mm}$

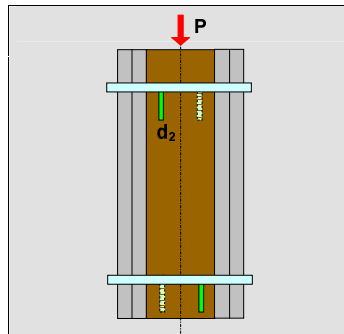


PASSO 40 EXOCYM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



PROVA DI SCORRIMENTO N° 12 – Spostamento d_2

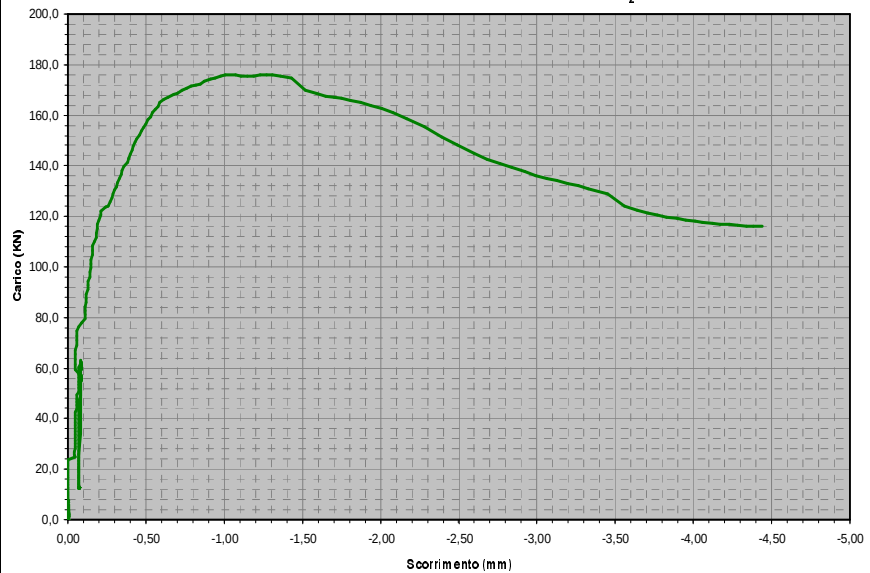


$P_{\max} = 176.0 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -1.27 \text{ mm}$

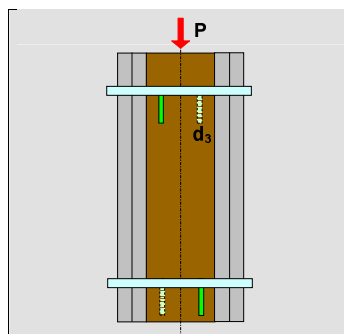


PASSO 40 EXOCEN

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_2



PROVA DI SCORRIMENTO N° 12 – Spostamento d_3

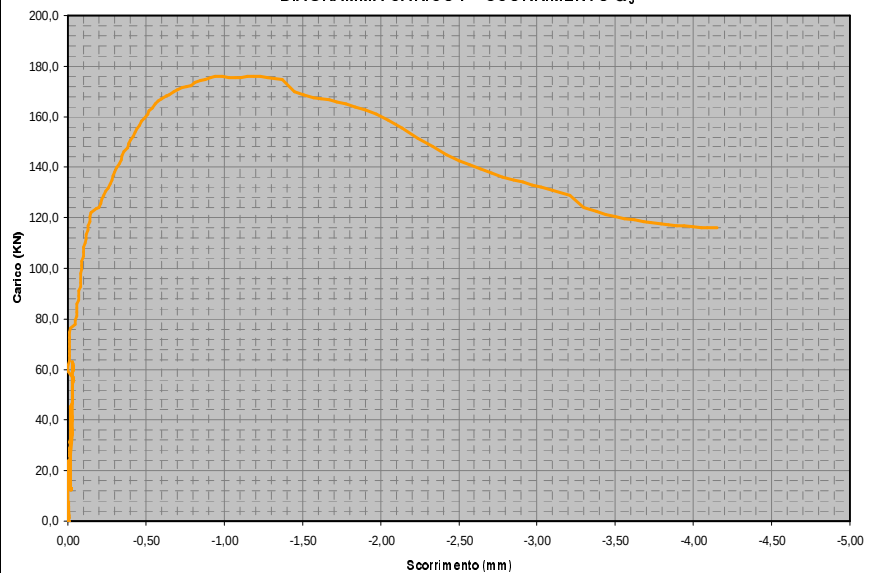


$P_{\max} = 176.0 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -1.19 \text{ mm}$

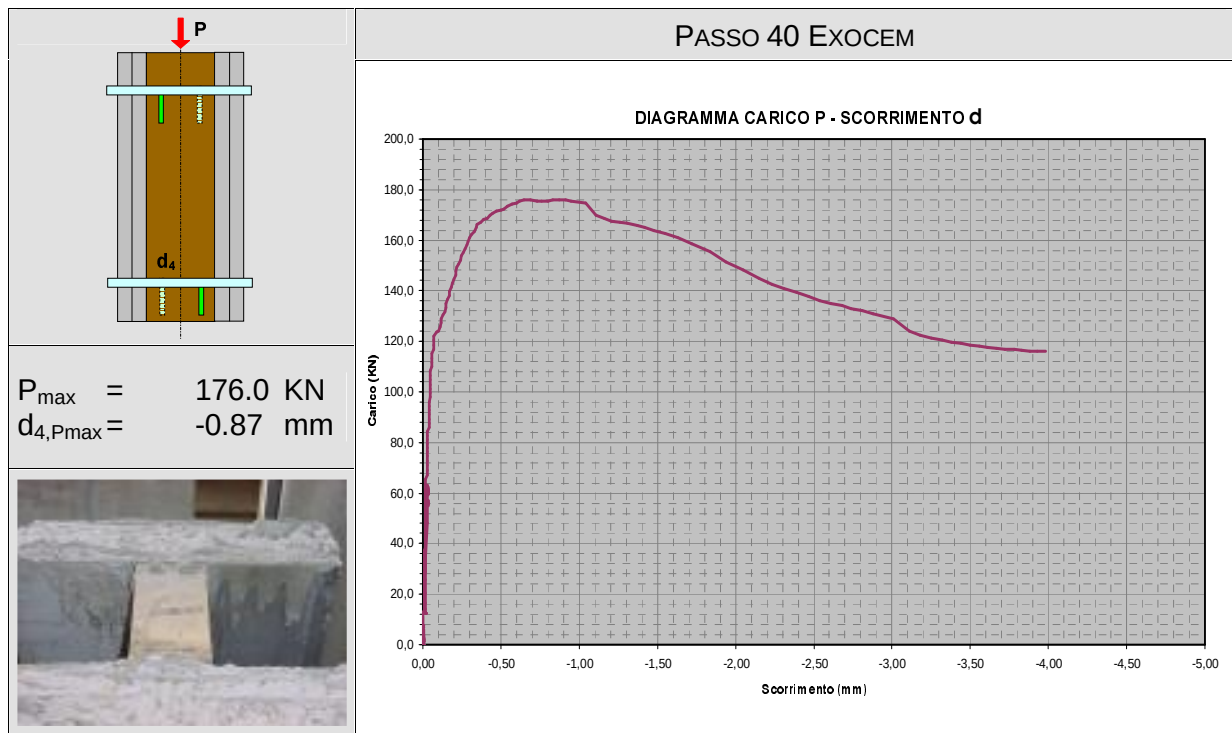


PASSO 40 EXOCEN

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_3



PROVA DI SCORRIMENTO N° 12 – Spostamento d_4

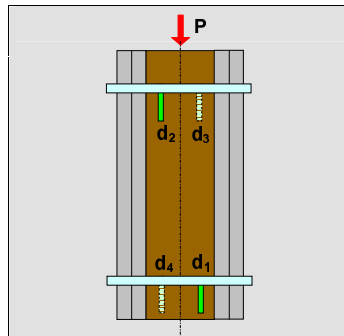


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 60 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 13 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 13 – Curva di carico

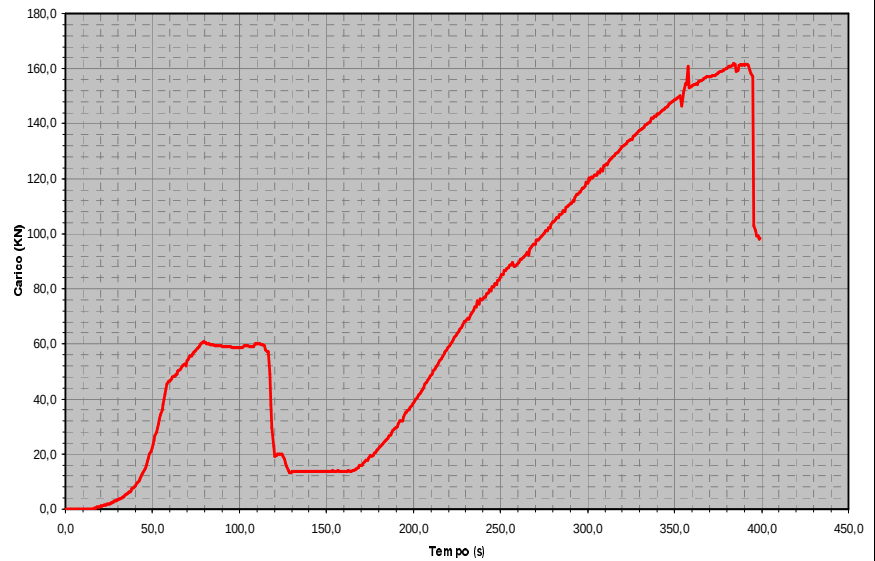


$P_{\max} = 162.0 \text{ KN}$

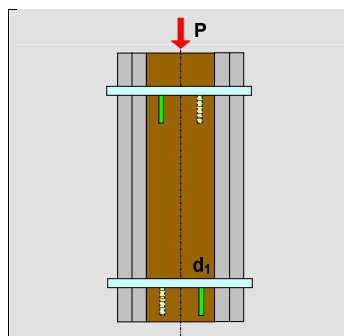


PASSO 40

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 13 – Spostamento d_1

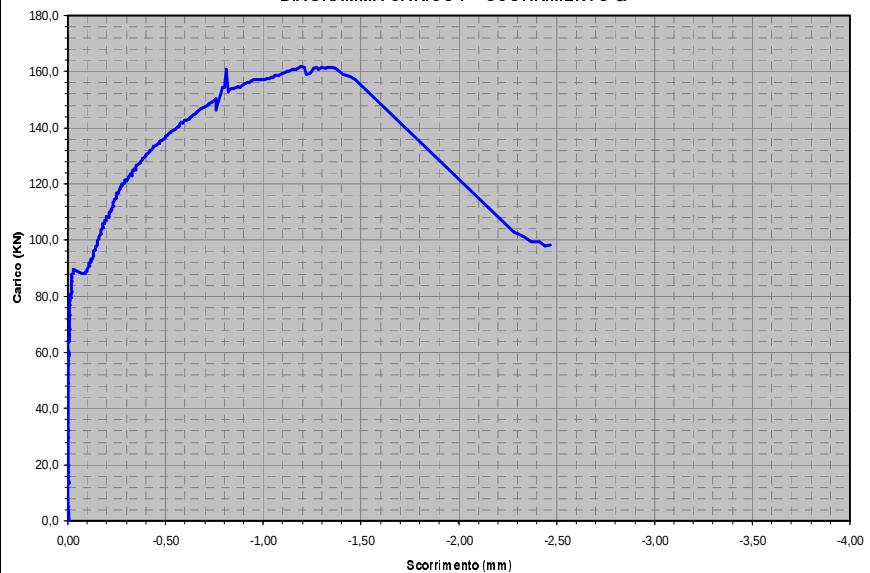


$P_{\max} = 162.0 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -1.19 \text{ mm}$

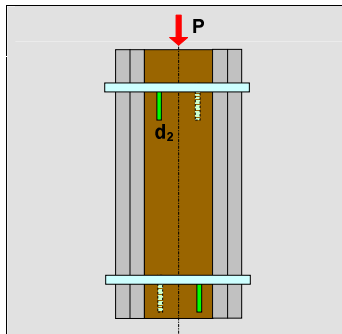


PASSO 40

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



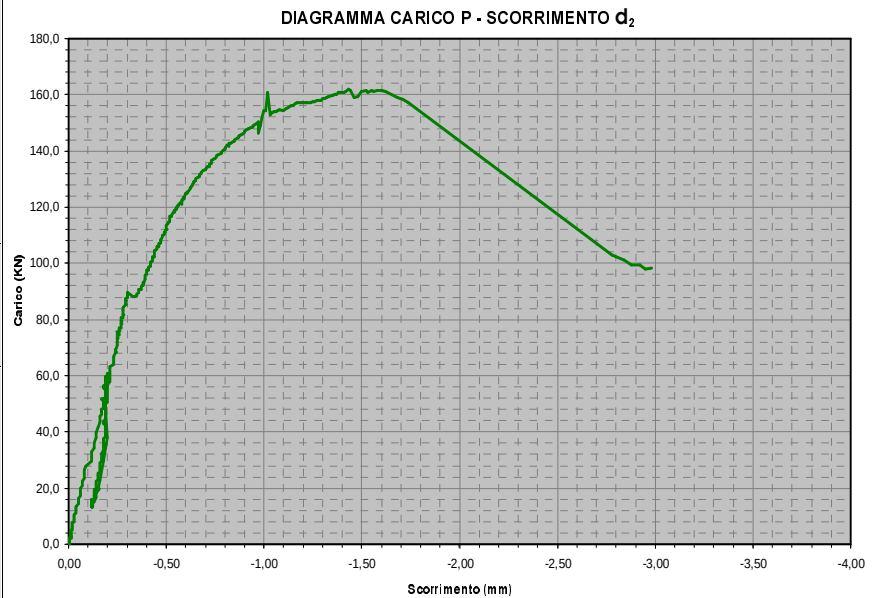
PROVA DI SCORRIMENTO N° 13 – Spostamento d_2



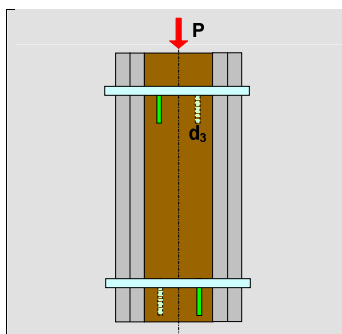
$P_{\max} = 162.0 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -1.43 \text{ mm}$



PASSO 40



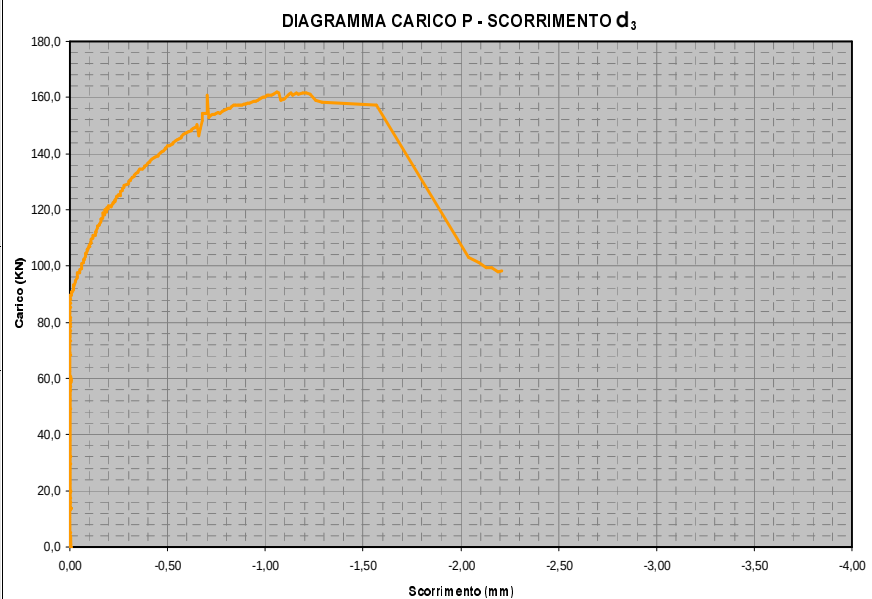
PROVA DI SCORRIMENTO N° 13 – Spostamento d_3



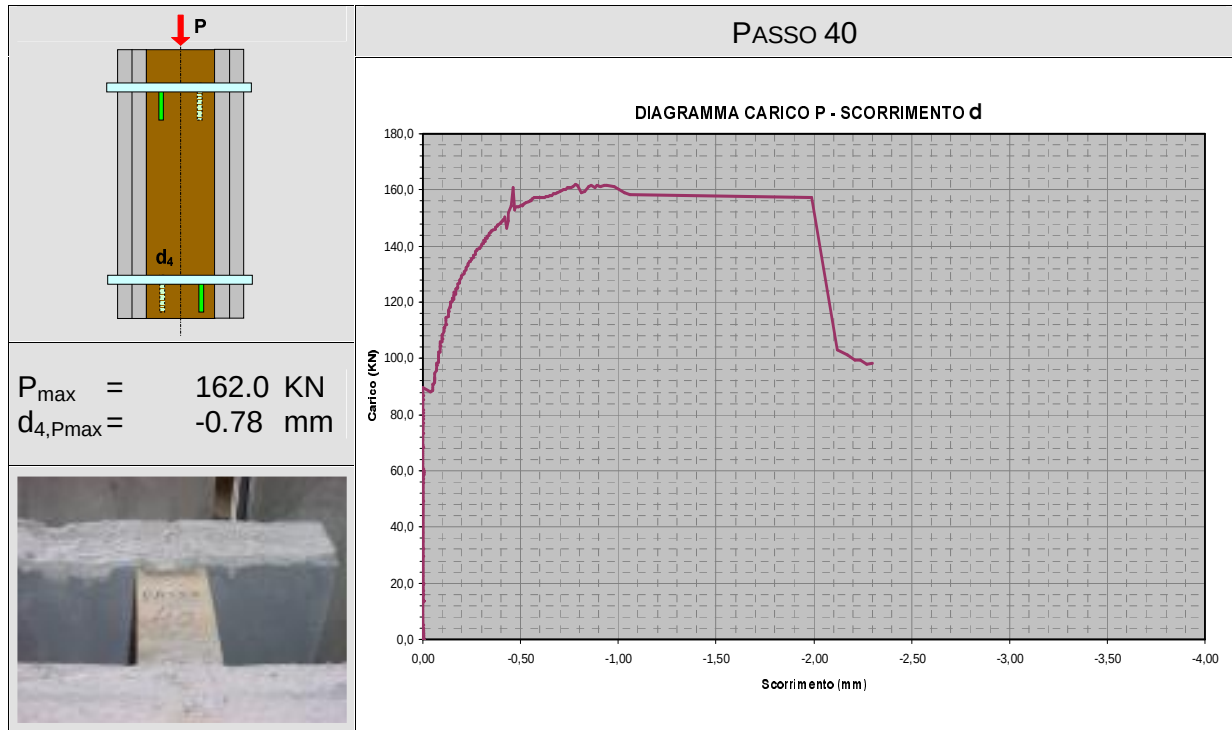
$P_{\max} = 162.0 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -1.06 \text{ mm}$



PASSO 40



PROVA DI SCORRIMENTO N° 13 – Spostamento d_4

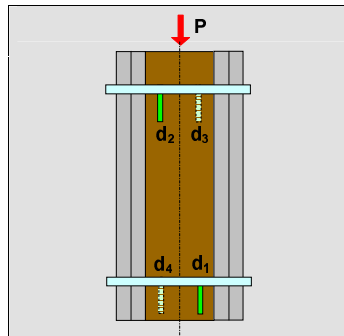


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 60 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 14 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 14 – Curva di carico

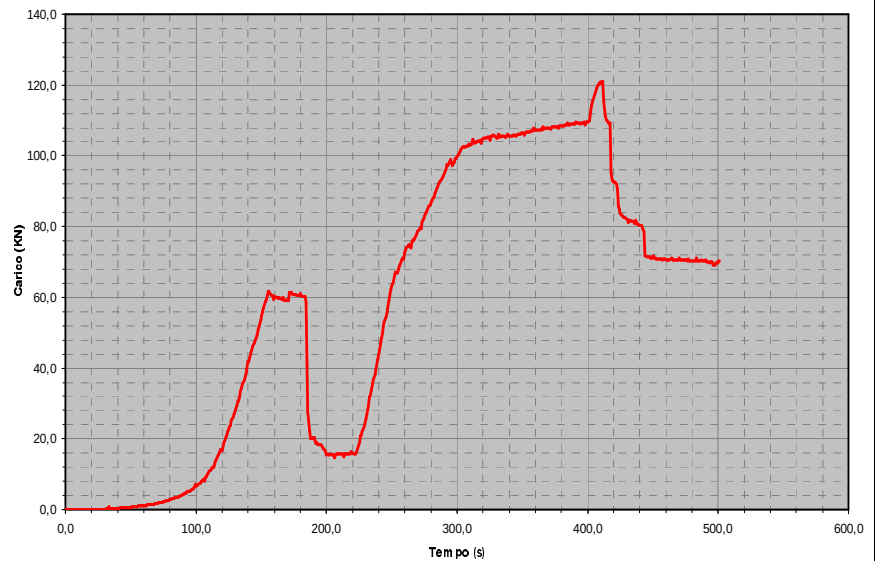


$$P_{\max} = 121.2 \text{ KN}$$

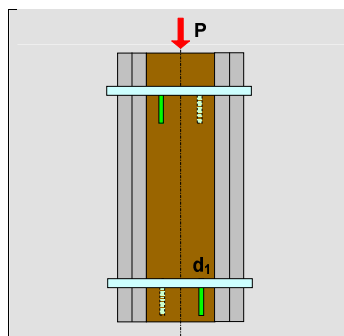


PASSO 40 MODIFICATO CON EXOCEM

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 14 – Spostamento d_1



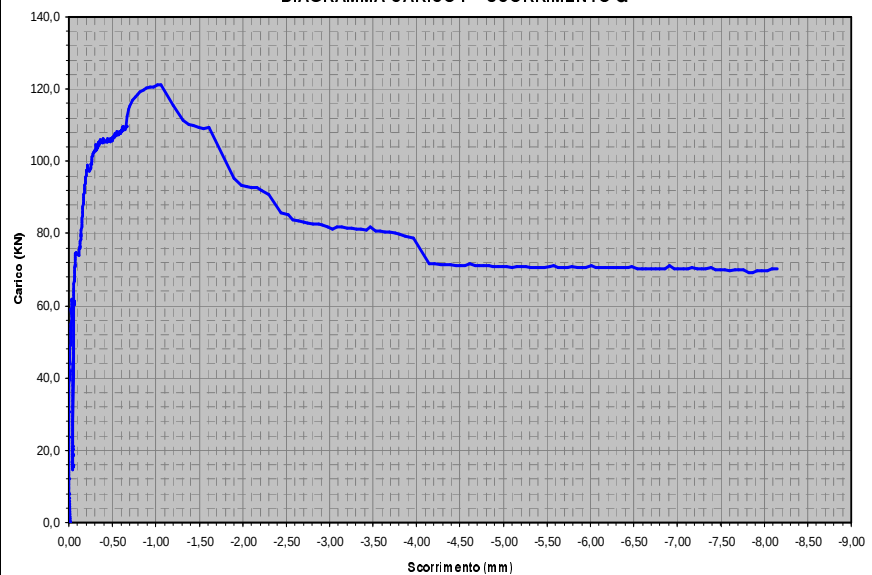
$$P_{\max} = 121.2 \text{ KN}$$

$$d_{1,P_{\max}} = -1.06 \text{ mm}$$

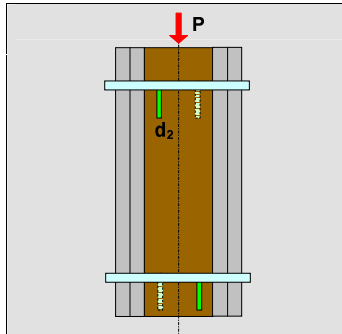


PASSO 40 MODIFICATO CON EXOCEM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



PROVA DI SCORRIMENTO N° 14 – Spostamento d_2

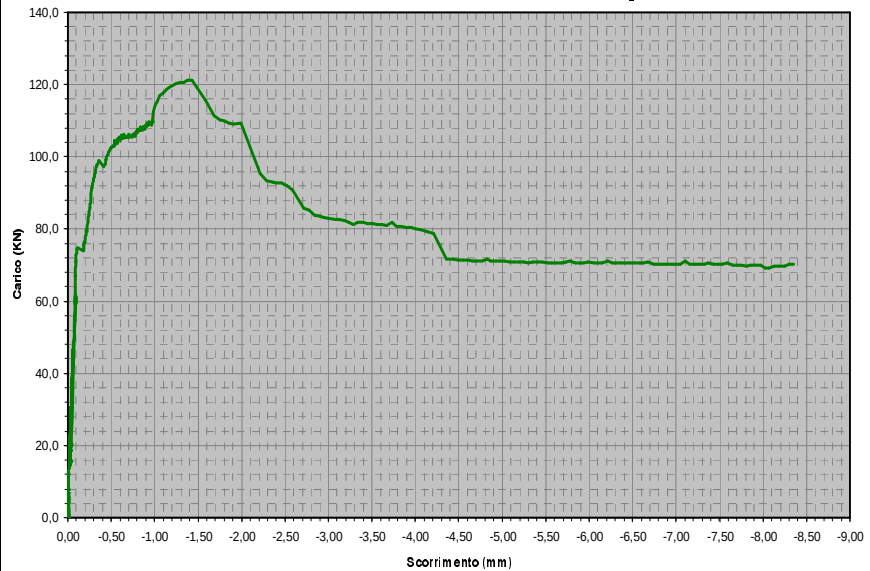


$P_{\max} = 121.2 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -1.43 \text{ mm}$

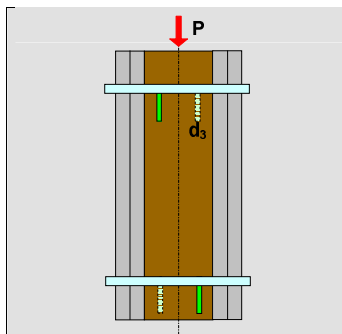


PASSO 40 MODIFICATO CON EXOCEM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_2



PROVA DI SCORRIMENTO N° 14 – Spostamento d_3

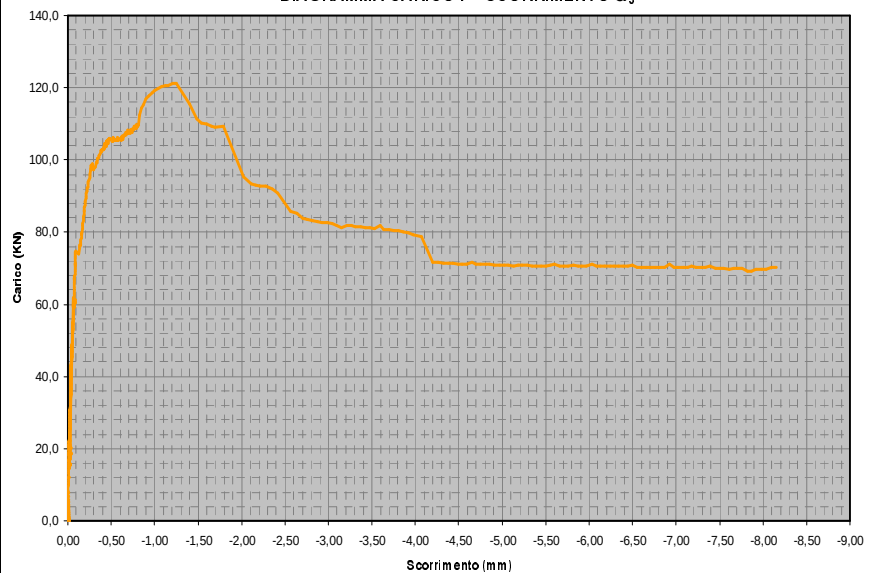


$P_{\max} = 121.2 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -1.25 \text{ mm}$

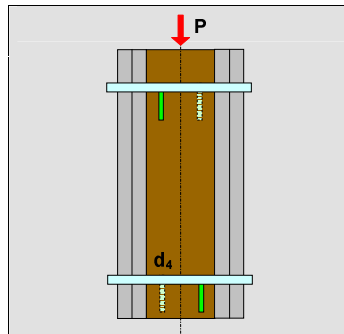


PASSO 40 MODIFICATO CON EXOCEM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_3



PROVA DI SCORRIMENTO N° 14 – Spostamento d_4

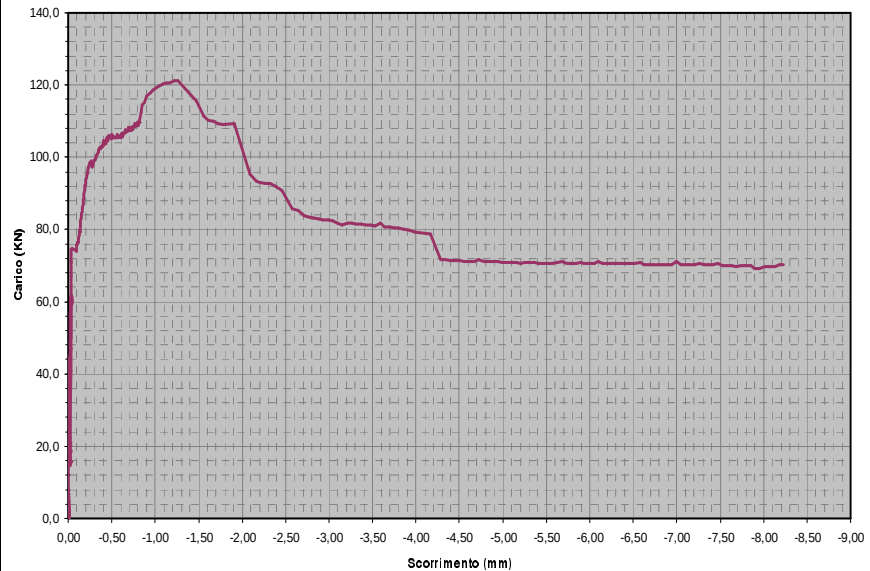


$P_{\max} = 121.2 \text{ KN}$
 $d_{4,P_{\max}} = -1.26 \text{ mm}$



PASSO 40 MODIFICATO CON EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d

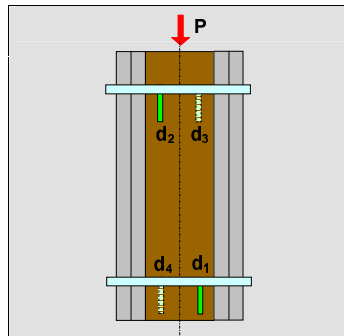


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 60 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 15 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 15 – Curva di carico

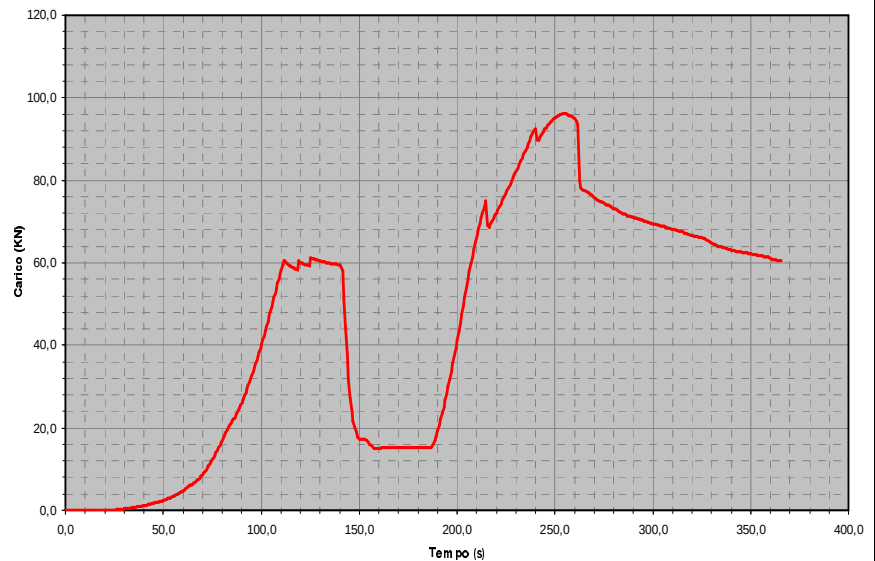


$$P_{\max} = 96.1 \text{ KN}$$

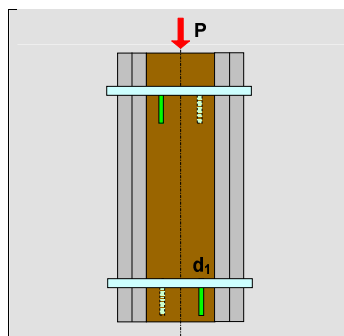


PASSO 40 MODIFICATO CON EXOCEM

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 15 – Spostamento d_1



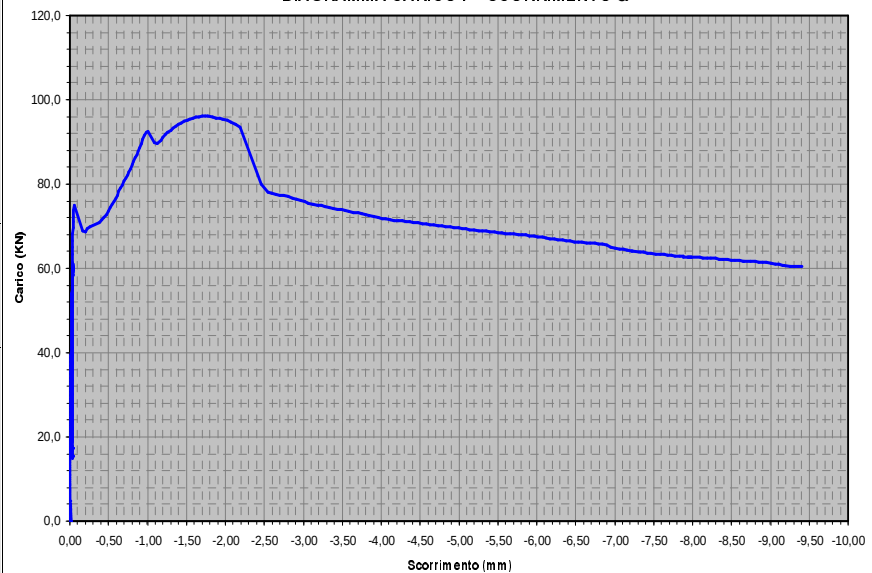
$$P_{\max} = 96.1 \text{ KN}$$

$$d_{1,P_{\max}} = -1.78 \text{ mm}$$

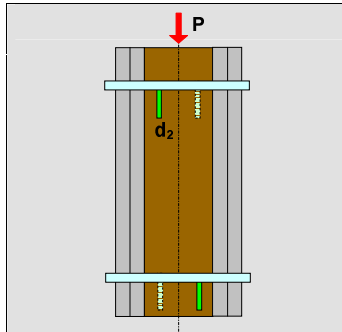


PASSO 40 MODIFICATO CON EXOCEM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



PROVA DI SCORRIMENTO N° 15 – Spostamento d_2

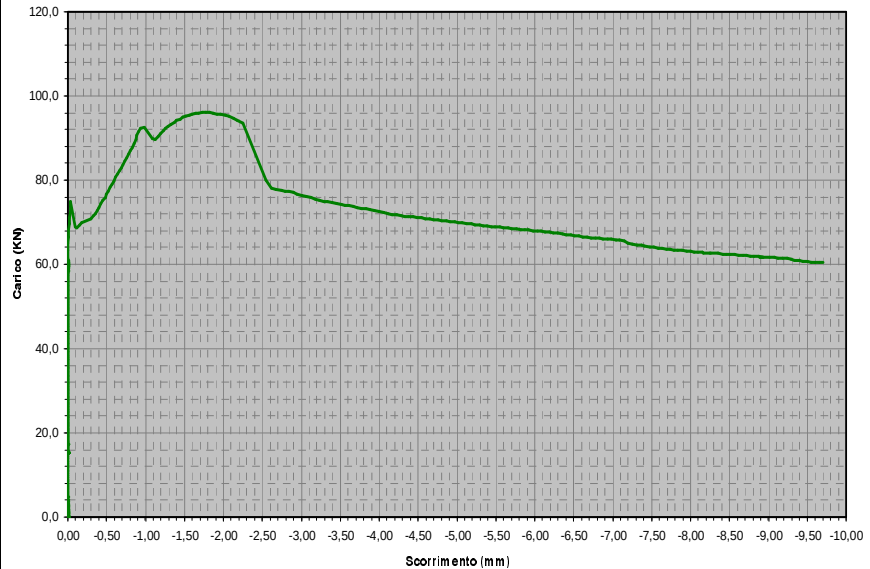


$P_{\max} = 96.1 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -1.82 \text{ mm}$

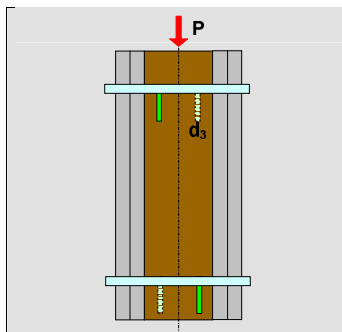


PASSO 40 MODIFICATO CON EXOCEM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_2



PROVA DI SCORRIMENTO N° 15 – Spostamento d_3

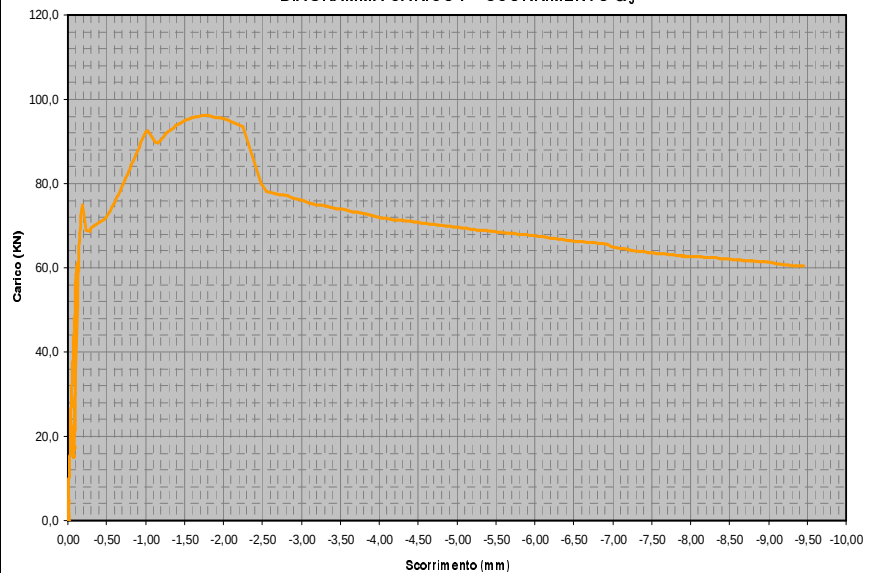


$P_{\max} = 96.8 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -1.81 \text{ mm}$

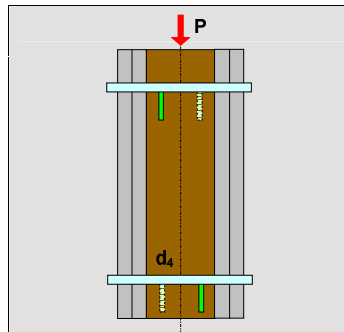


PASSO 40 MODIFICATO CON EXOCEM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_3



PROVA DI SCORRIMENTO N° 15 – Spostamento d_4

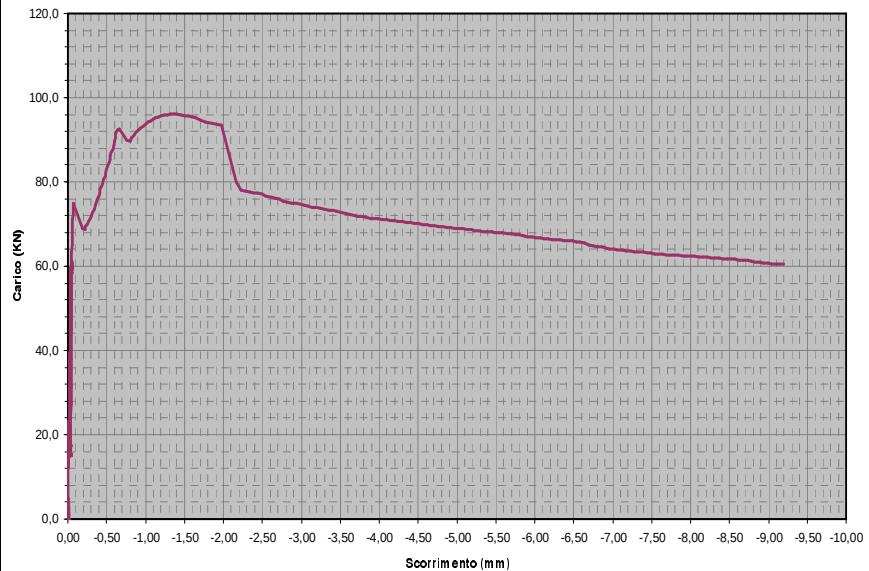


$P_{\max} = 96.8 \text{ KN}$
 $d_{4,P_{\max}} = -1.40 \text{ mm}$



PASSO 40 MODIFICATO CON EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d

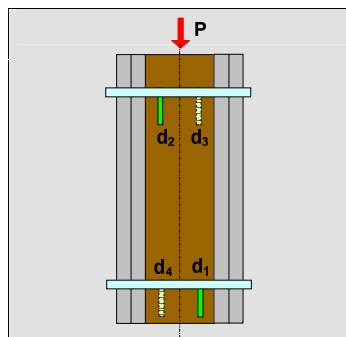


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 60 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 15 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 16 – Curva di carico

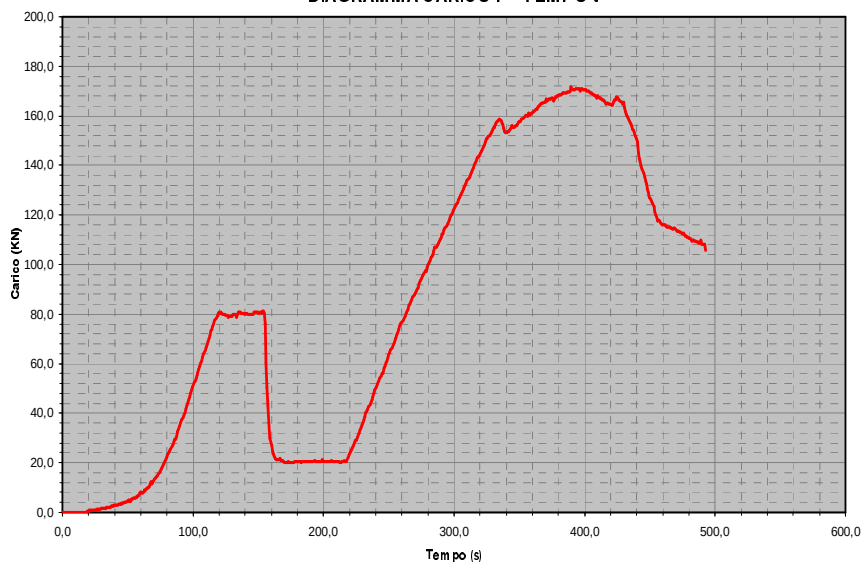


$P_{max} = 171.8 \text{ KN}$

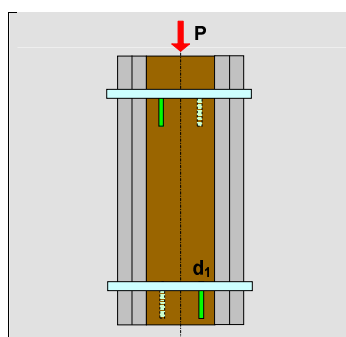


PASSO 30 RESINA EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 16 – Spostamento d_1

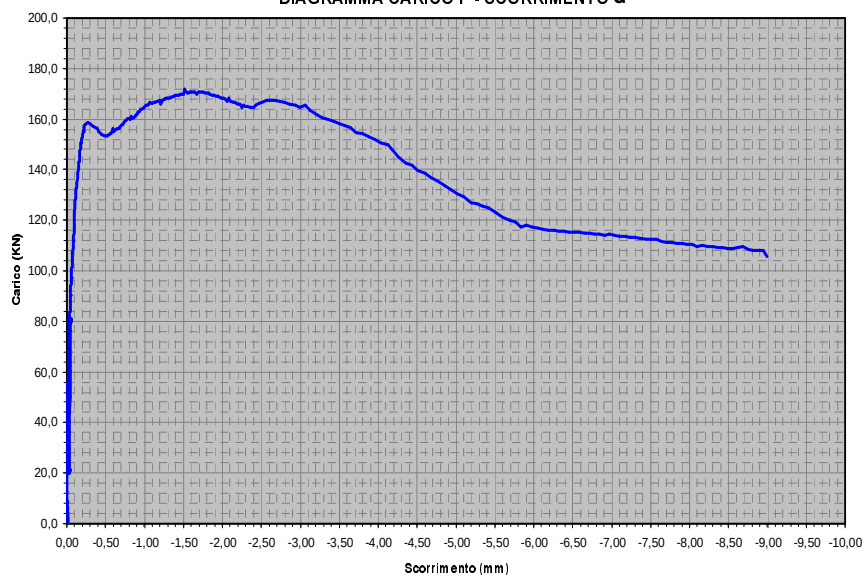


$P_{max} = 171.8 \text{ KN}$
 $d_{1,Pmax} = -1.51 \text{ mm}$

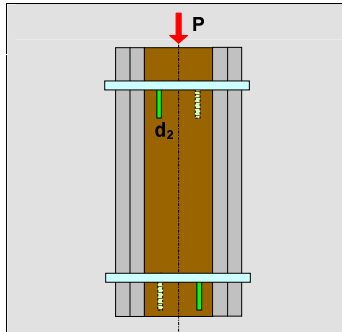


PASSO 30 RESINA EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



PROVA DI SCORRIMENTO N° 16 – Spostamento d_2

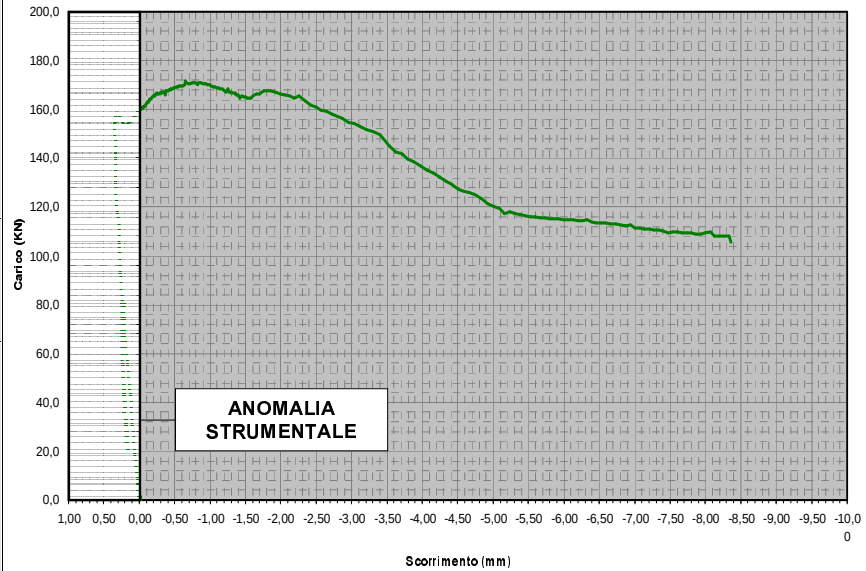


$P_{\max} = 171.8 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = \text{n.d. mm}$

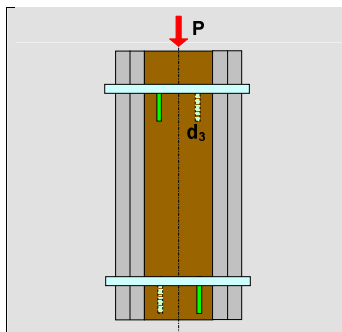


PASSO 30 RESINA EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_2



PROVA DI SCORRIMENTO N° 16 – Spostamento d_3

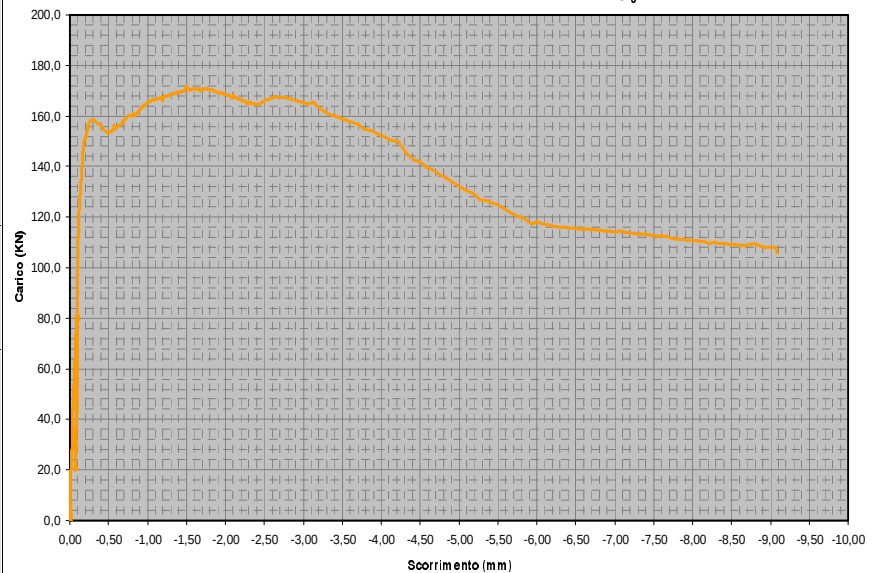


$P_{\max} = 171.8 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -1.50 \text{ mm}$

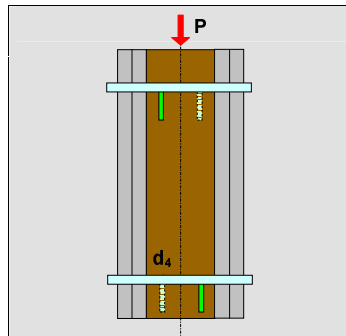


PASSO 30 RESINA EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_3



PROVA DI SCORRIMENTO N° 16 – Spostamento d_4

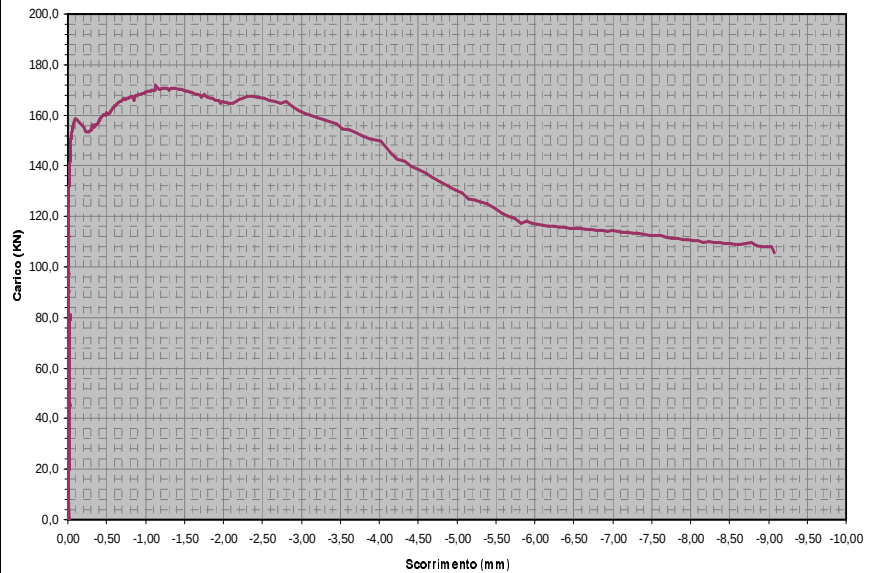


$P_{\max} = 171.8 \text{ KN}$
 $d_{4,P_{\max}} = -1.13 \text{ mm}$



PASSO 30 RESINA EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d

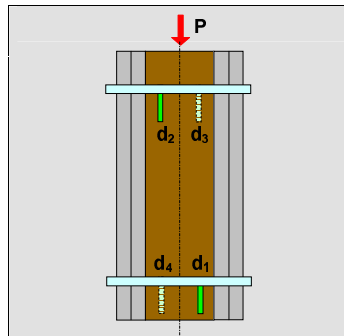


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 80 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 20 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 17 – Curva di carico

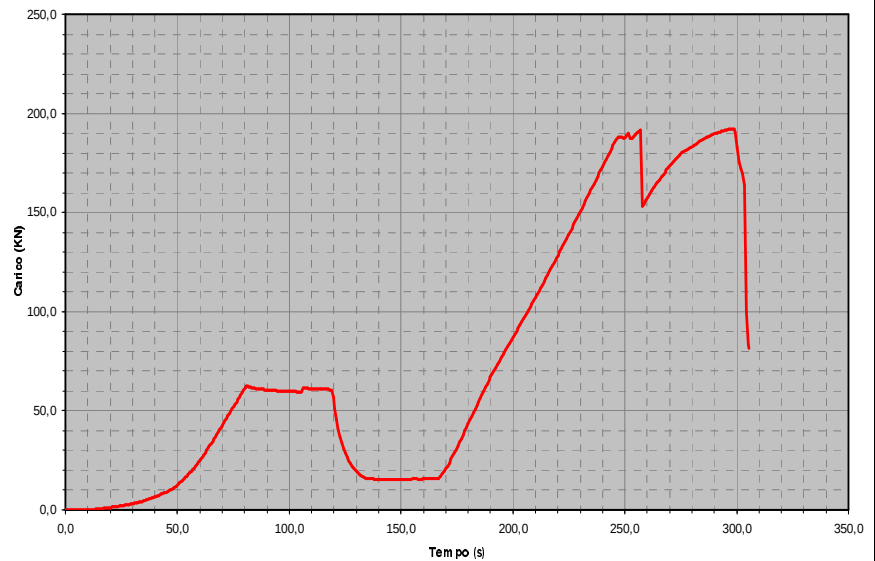


$P_{\max} = 192.2 \text{ KN}$

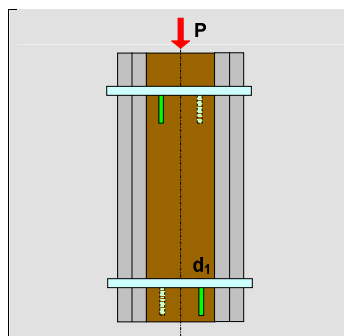


PASSO 40 MODIFICATO RESINA EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 17 – Spostamento d_1

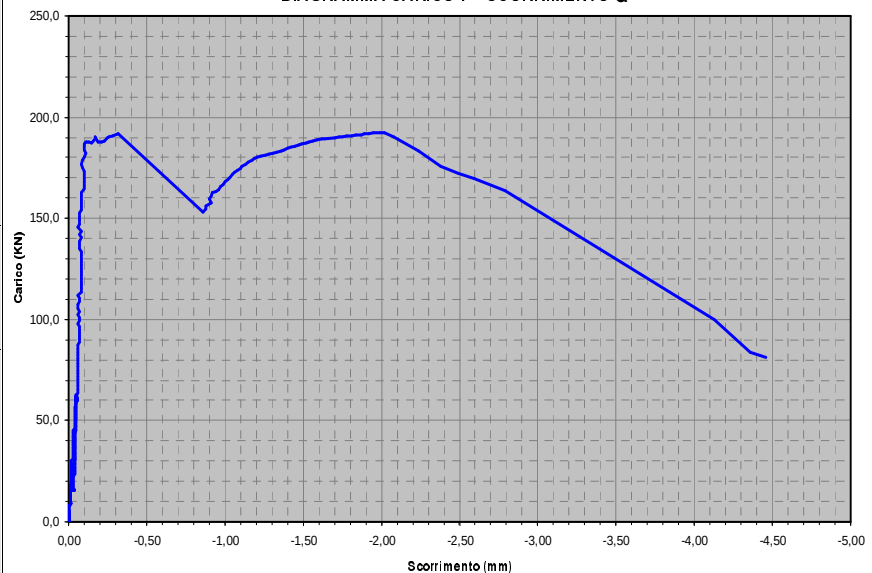


$P_{\max} = 192.2 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -1.99 \text{ mm}$

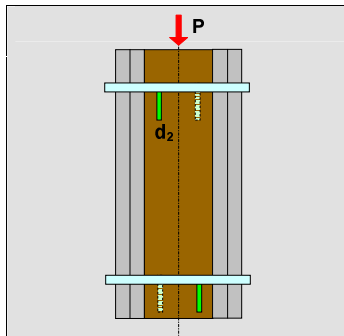


PASSO 40 MODIFICATO RESINA EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



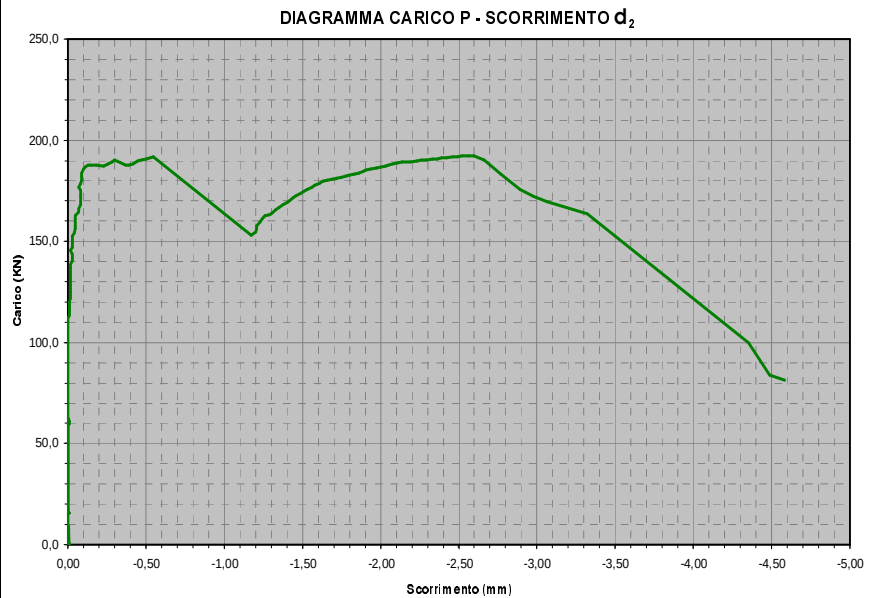
PROVA DI SCORRIMENTO N° 17 – Spostamento d_2



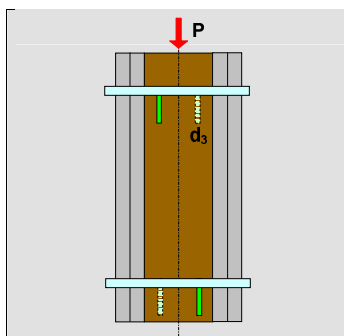
$P_{\max} = 192.2 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -2.56 \text{ mm}$



PASSO 40 MODIFICATO RESINA EXOCER



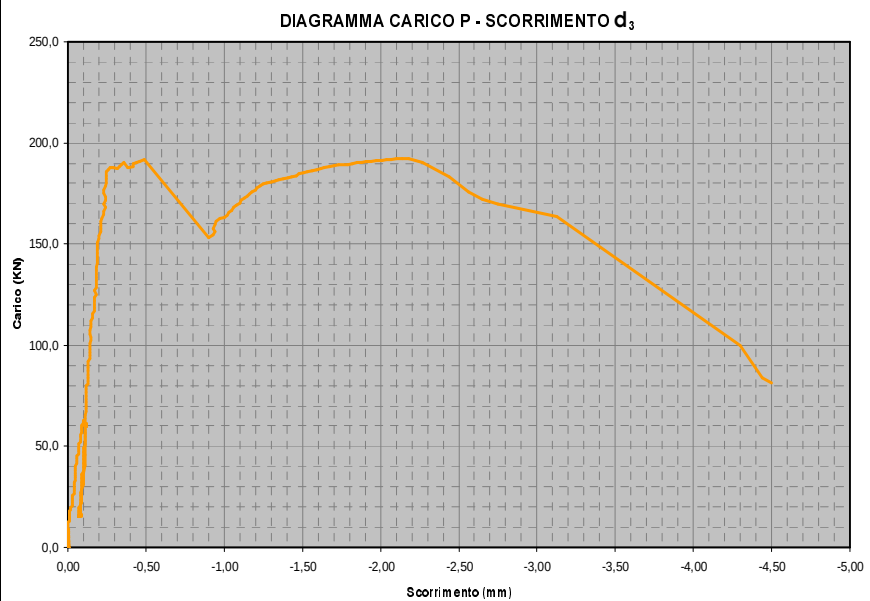
PROVA DI SCORRIMENTO N° 17 – Spostamento d_3



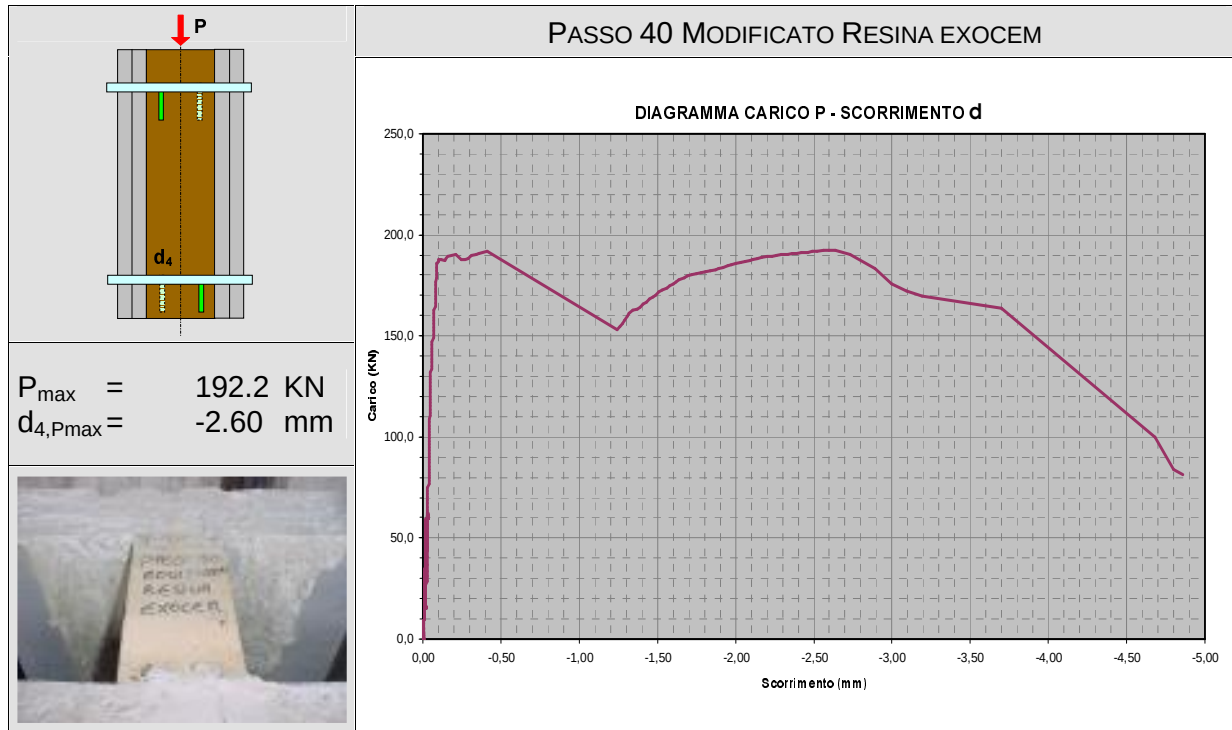
$P_{\max} = 192.2 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -2.14 \text{ mm}$



PASSO 40 MODIFICATO RESINA EXOCER



PROVA DI SCORRIMENTO N° 17 – Spostamento d_4

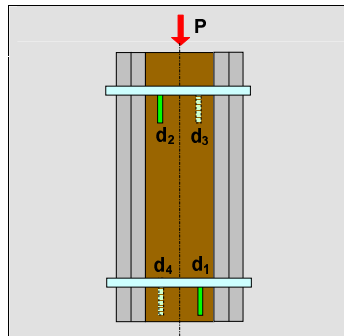


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 60 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 16 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 18 – Curva di carico

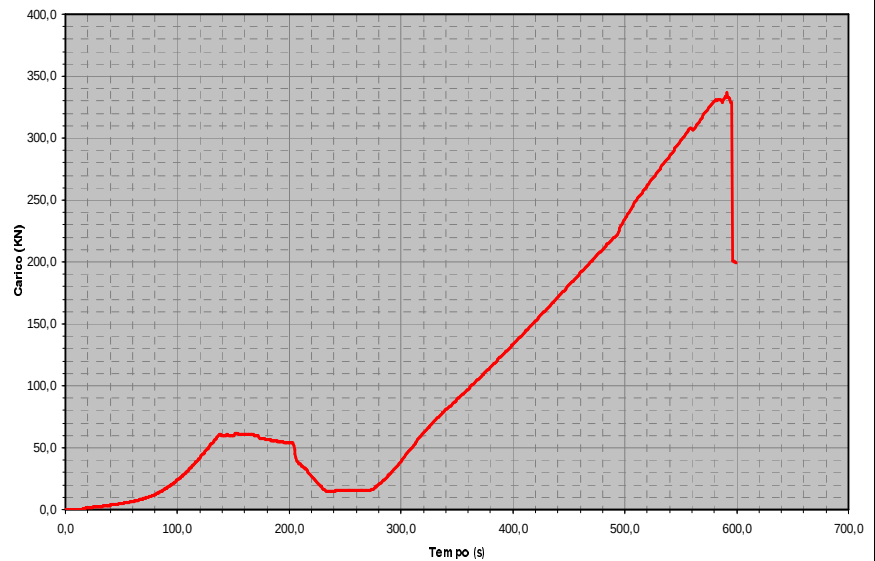


$P_{\max} = 336.6 \text{ KN}$

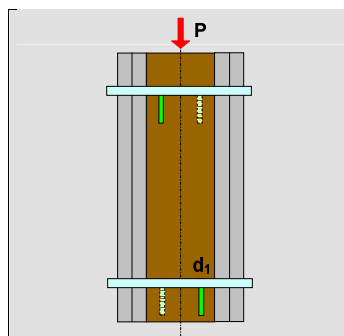


PASSO 40 MODIFICATO RESINA EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 18 – Spostamento d_1

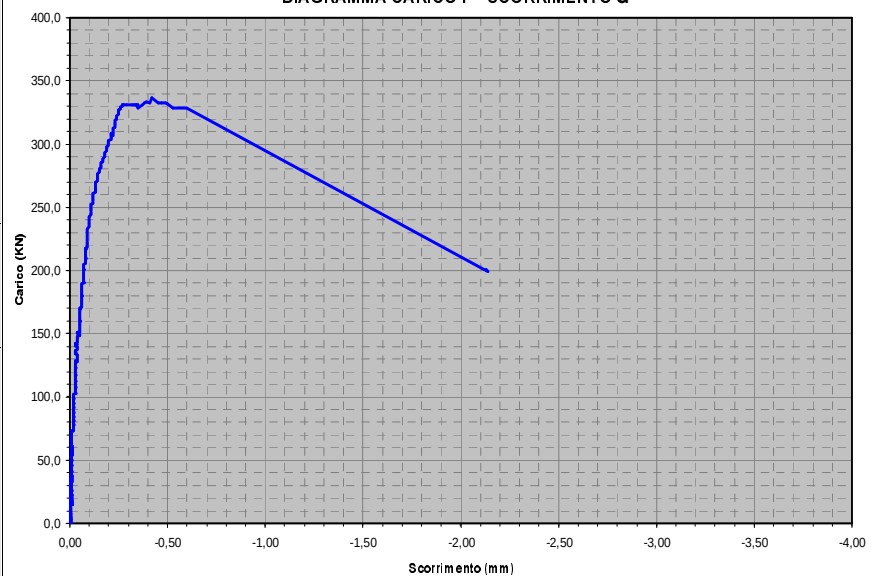


$P_{\max} = 336.6 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -0.42 \text{ mm}$

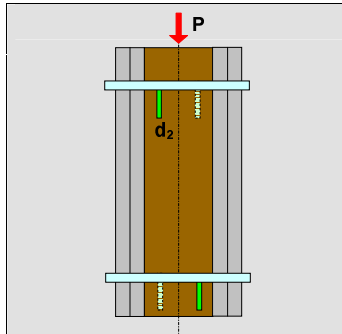


PASSO 40 MODIFICATO RESINA EXOCER

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d



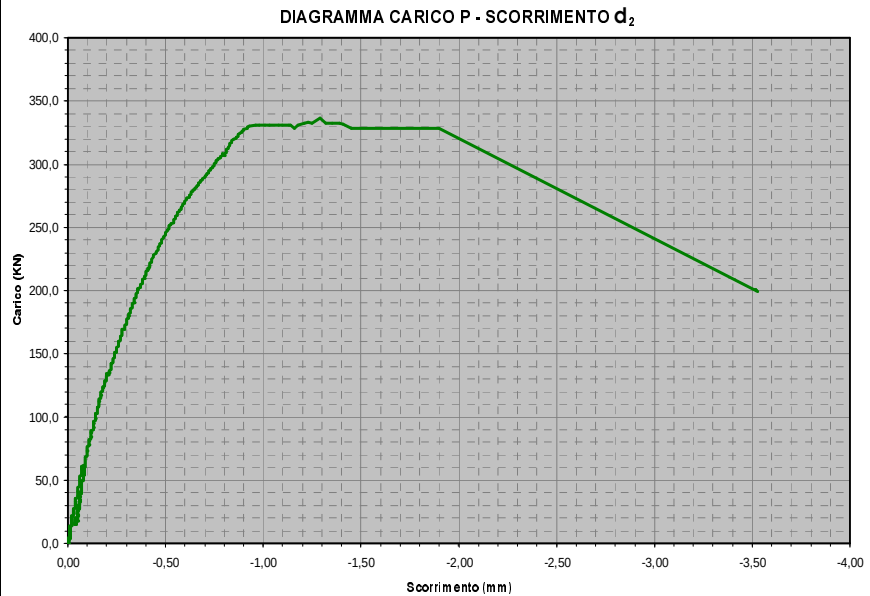
PROVA DI SCORRIMENTO N° 18 – Spostamento d_2



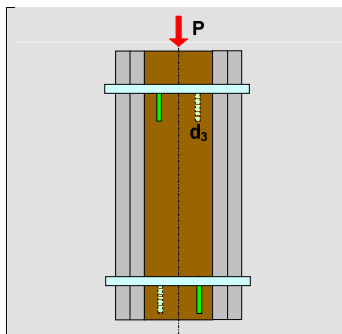
$P_{\max} = 336.6 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -1.29 \text{ mm}$



PASSO 40 MODIFICATO RESINA EXOCERM



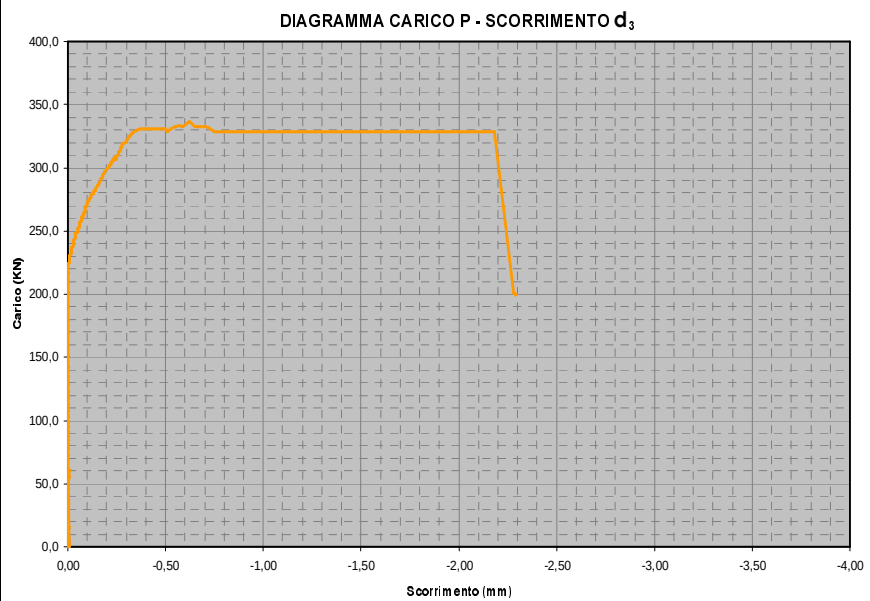
PROVA DI SCORRIMENTO N° 18 – Spostamento d_3



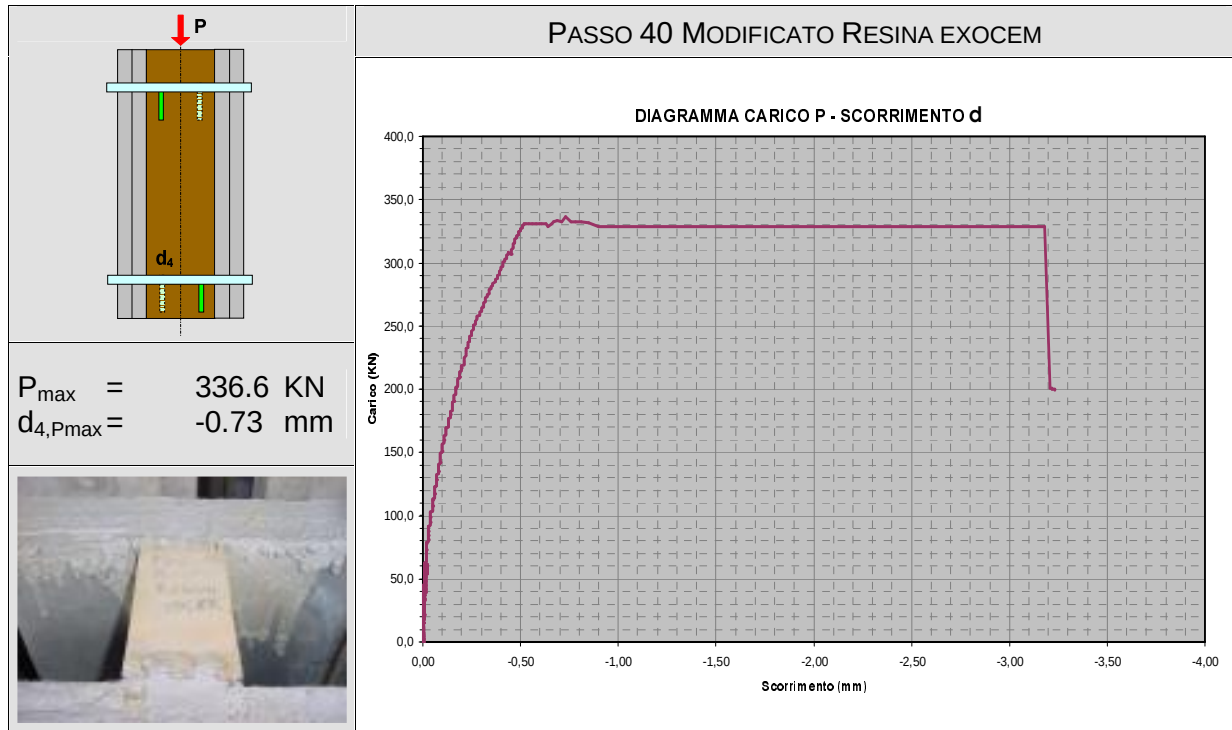
$P_{\max} = 336.6 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -0.62 \text{ mm}$



PASSO 40 MODIFICATO RESINA EXOCERM



PROVA DI SCORRIMENTO N° 18 – Spostamento d_4

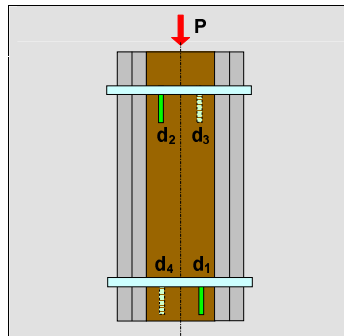


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 60 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 15 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 19 – Curva di carico

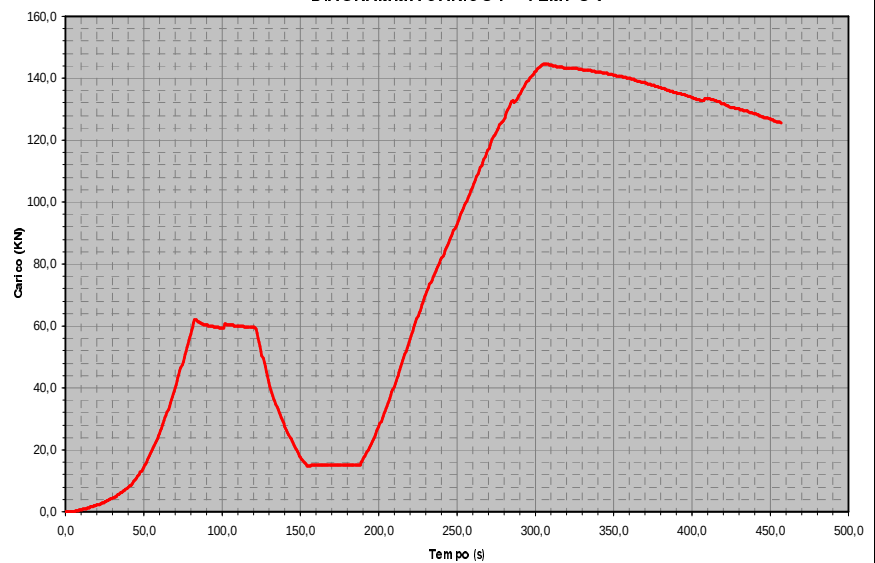


$P_{\max} = 144.7 \text{ KN}$

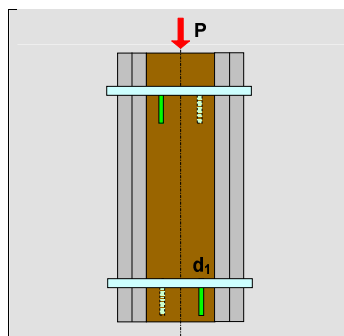


PASSO 40 CONICO EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 19 – Spostamento d_1

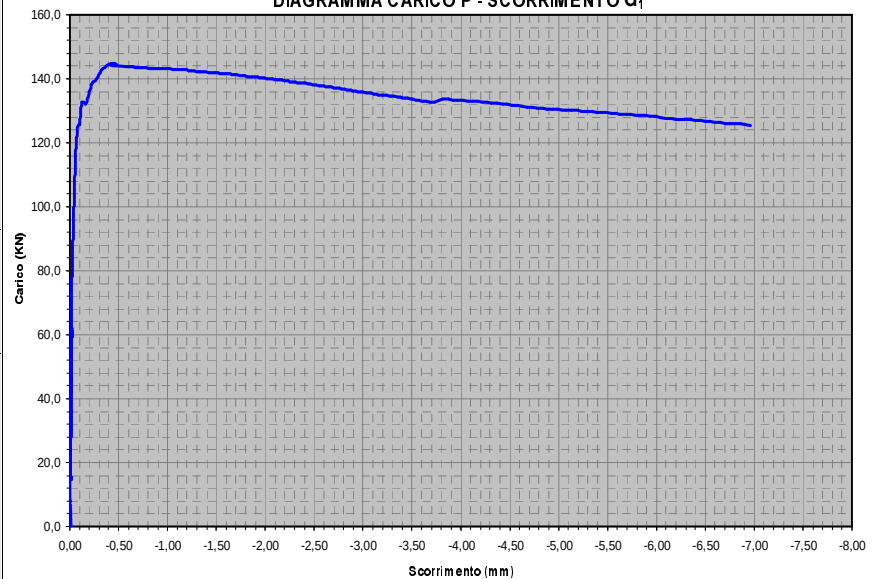


$P_{\max} = 144.7 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -0.44 \text{ mm}$

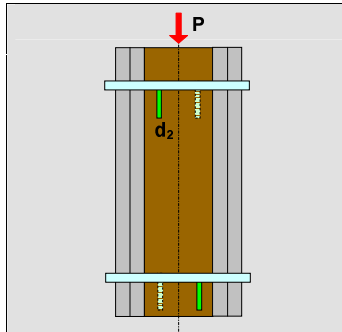


PASSO 40 CONICO EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_1



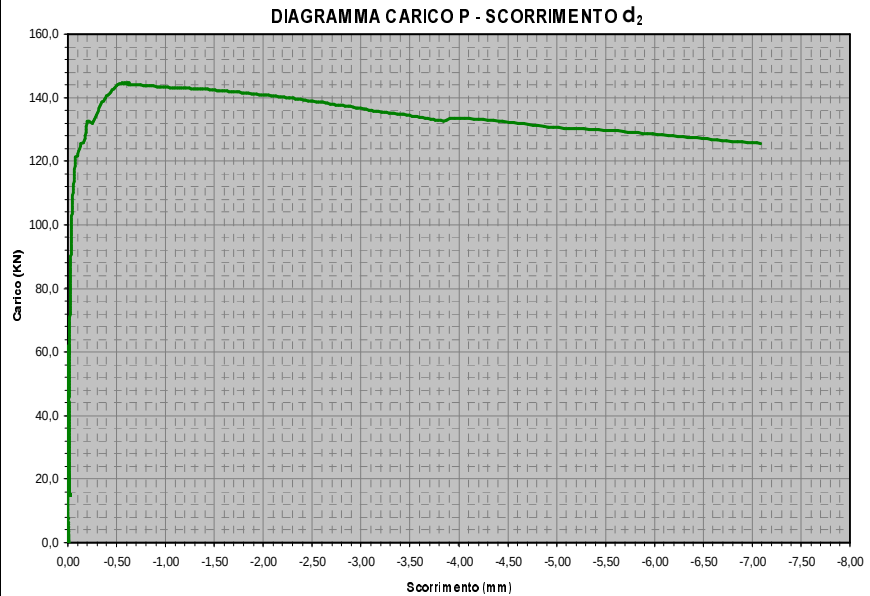
PROVA DI SCORRIMENTO N° 19 – Spostamento d_2



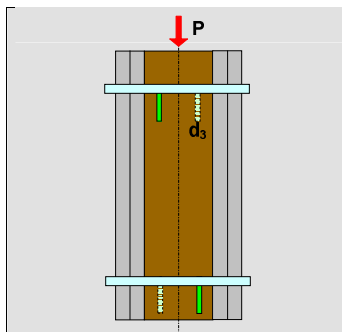
$P_{\max} = 144.7 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -0.58 \text{ mm}$



PASSO 40 CONICO EXOCERM



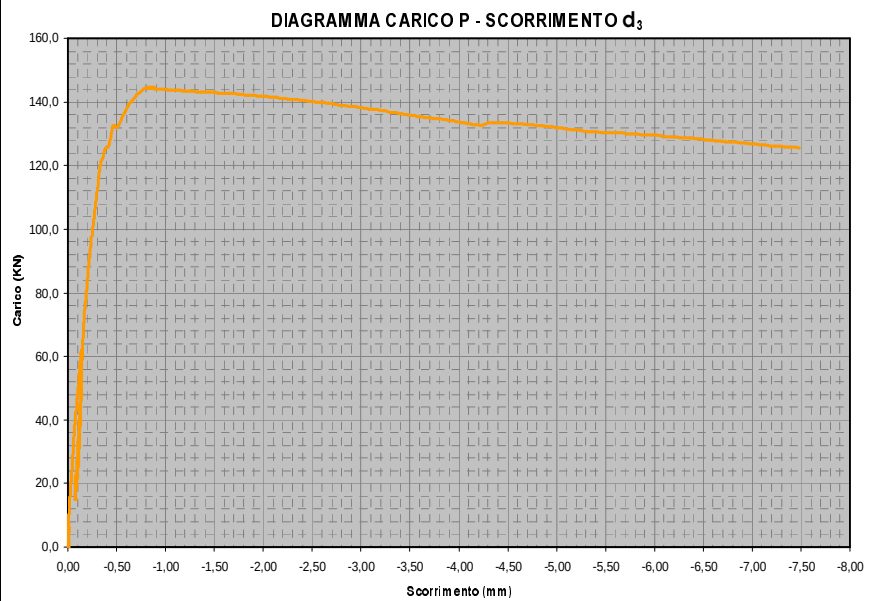
PROVA DI SCORRIMENTO N° 19 – Spostamento d_3



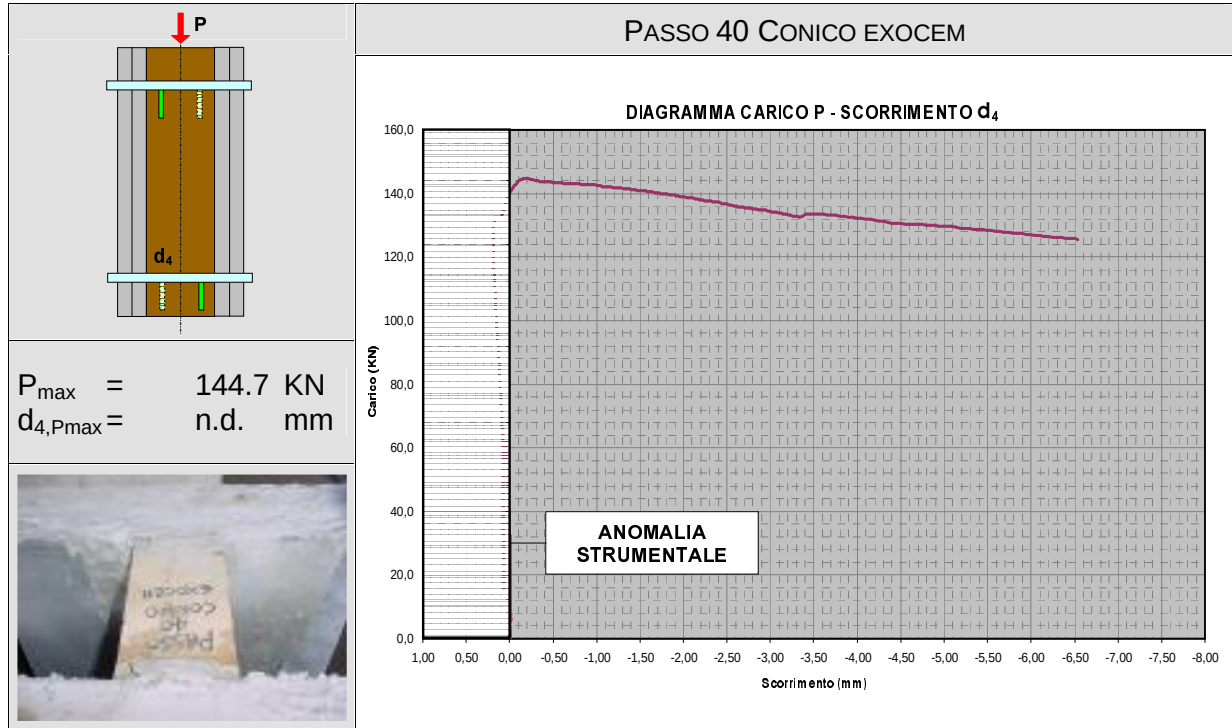
$P_{\max} = 144.7 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -0.85 \text{ mm}$



PASSO 40 CONICO EXOCERM



PROVA DI SCORRIMENTO N° 19 – Spostamento d_4

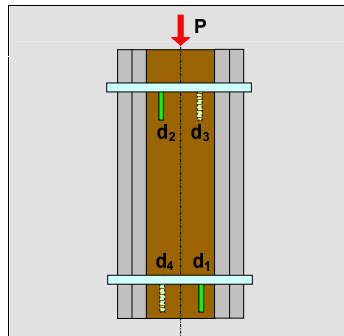


Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 60 \text{ KN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 15 \text{ KN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

PROVA DI SCORRIMENTO N° 20 – Curva di carico

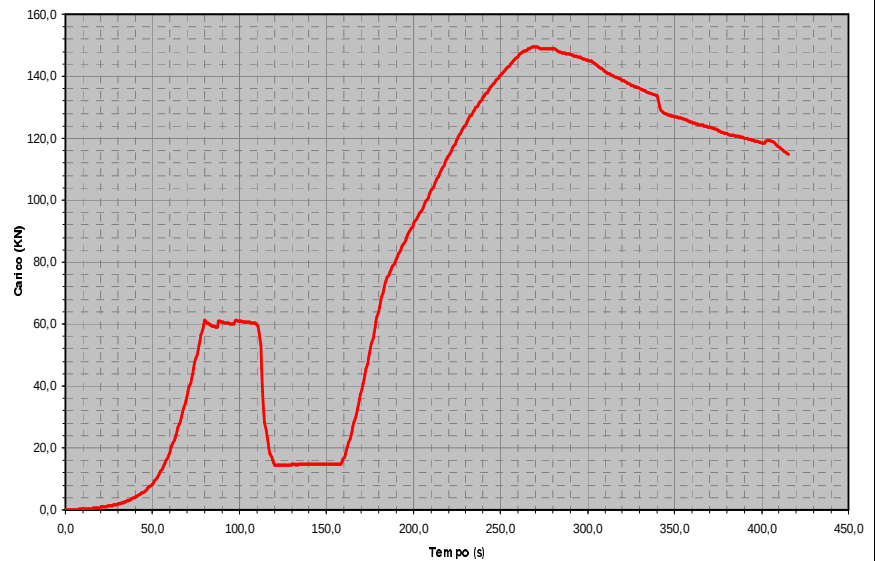


$P_{\max} = 149.6 \text{ KN}$

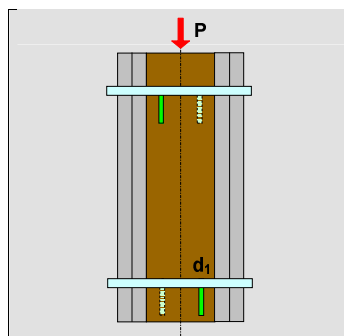


PASSO 40 CONICO EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - TEMPO t



PROVA DI SCORRIMENTO N° 20 – Spostamento d_1

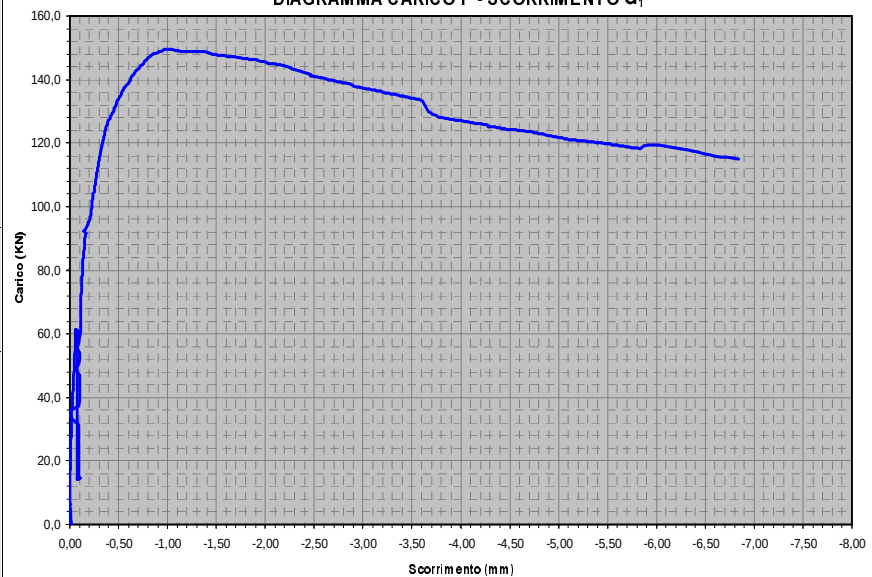


$P_{\max} = 149.6 \text{ KN}$
 $d_{1,P_{\max}} = -1.03 \text{ mm}$

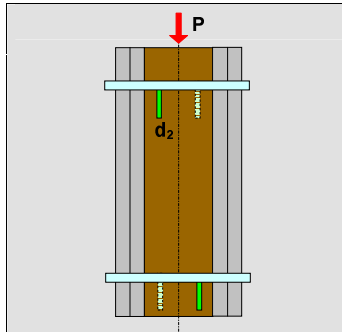


PASSO 40 CONICO EXOCERM

DIAGRAMMA CARICO P - SCORRIMENTO d_1



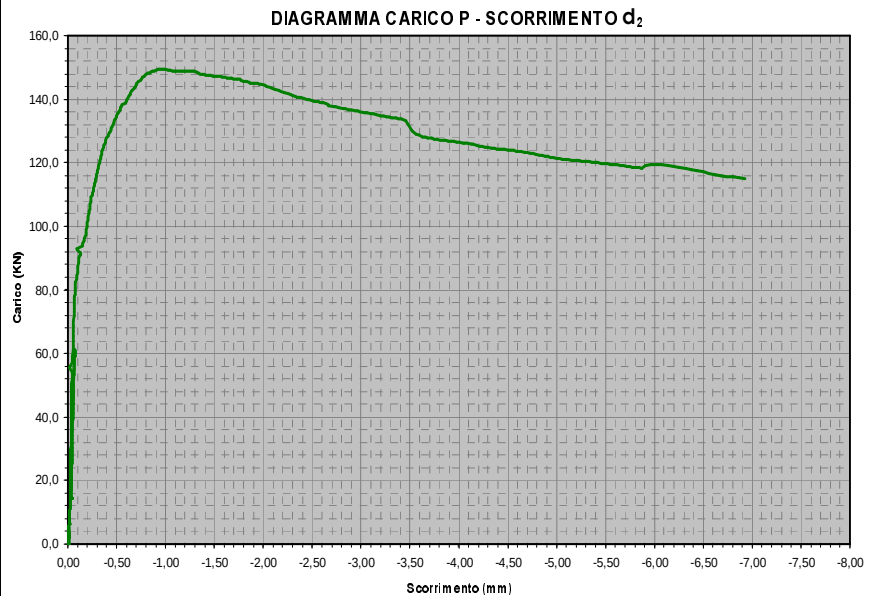
PROVA DI SCORRIMENTO N° 20 – Spostamento d_2



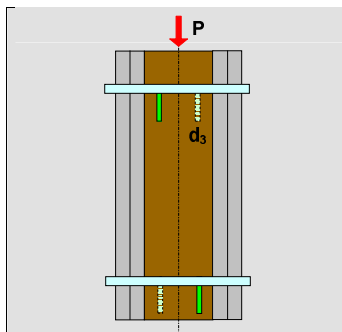
$P_{\max} = 149.6 \text{ KN}$
 $d_{2,P_{\max}} = -0.98 \text{ mm}$



PASSO 40 CONICO EXOCERM



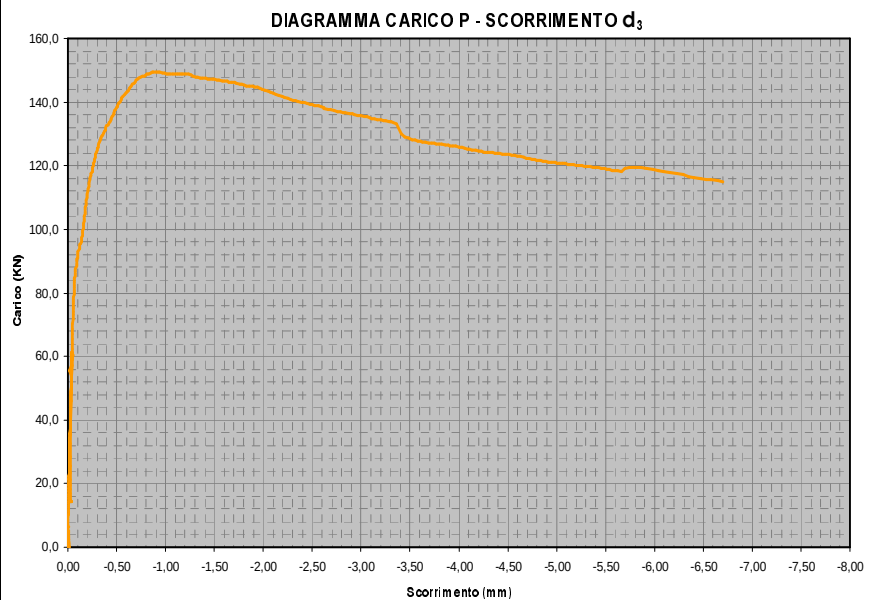
PROVA DI SCORRIMENTO N° 20 – Spostamento d_3



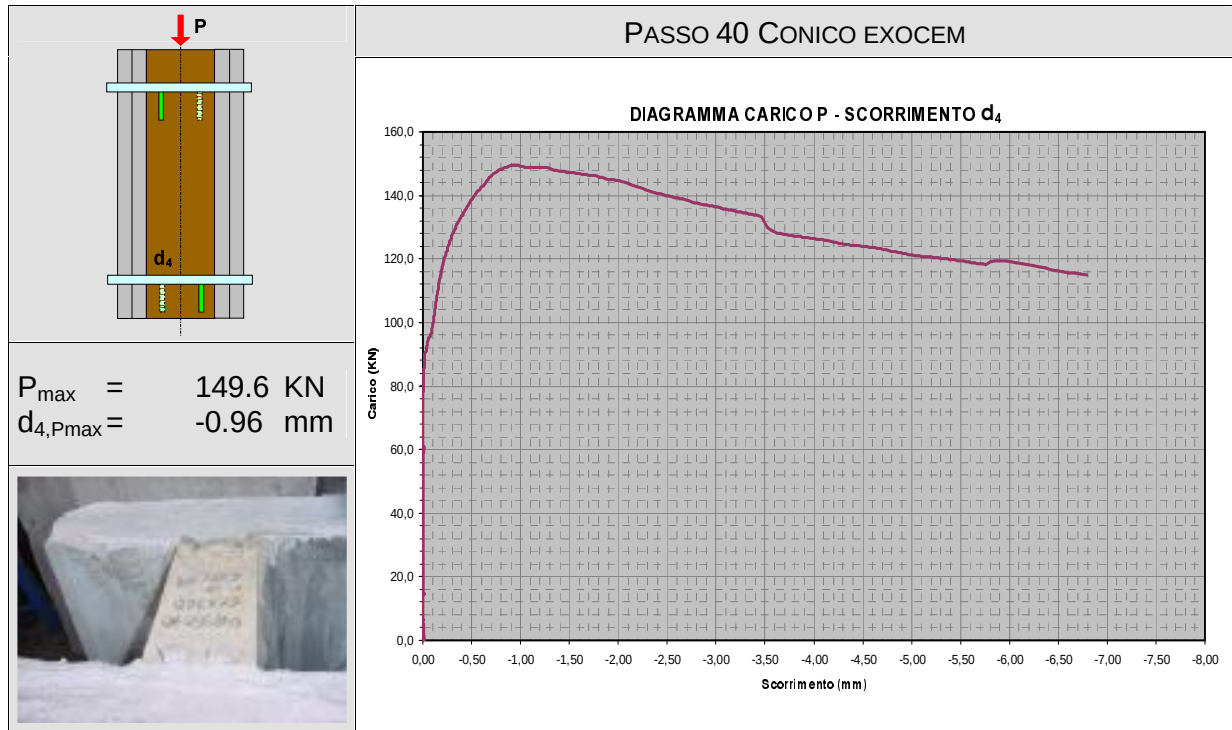
$P_{\max} = 149.6 \text{ KN}$
 $d_{3,P_{\max}} = -0.92 \text{ mm}$



PASSO 40 CONICO EXOCERM



PROVA DI SCORRIMENTO N° 20 – Spostamento d_4



Note

Il protocollo di prova ha previsto le seguenti fasi:

- precarico a circa $P_1 = 60 \text{ kN}$ (pari al 40% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_1
- scarico a circa $P_2 = 15 \text{ kN}$ (pari al 10% del carico di collasso stimato)
- permanenza per circa 30 s al carico P_2
- carico fino al collasso.

LO SPERIMENTATORE
Dott. Ing. Fabrizio Olini

LA DIREZIONE
Dott. Ing. Stefano Spina