

CONCEDENTE



CONCESSIONARIA



SOCIETÀ DI PROGETTO  
BREBEMI SPA

CUP E3 1 805000390007

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE  
DI CONNESSIONE TRA LE CITTA' DI  
BRESCIA E MILANO

PROCEDURA AUTORIZZATIVA D. Lgs 163/2006  
DELIBERA C.I.P.E. DI APPROVAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO N° 42/2009

INTERCONNESSIONE A35-A4  
PROGETTO DEFINITIVO

INTERCONNESSIONE A35-A4  
PARTE GENERALE  
IMPIANTI SPECIALI E TELECOMUNICAZIONI  
PANNELLO A MESSAGGIO VARIABILE DI ITINERE  
RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI

PROGETTAZIONE:



**CONSORZIO B.B.M.**

VERIFICA:

PER IL CONSORZIO  
IL PROGETTISTA RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.  
DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821

PER IL CONSORZIO  
IL DIRETTORE TECNICO  
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.  
DOTT. ING. SABINO DEL BALZO  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI POTENZA N. 631

APPROVATO SGP

| I.D.  | IDENTIFICAZIONE ELABORATO |      |      |      |       |       |             |        |       |        |            |   | PROGR. | STATO | REV. | DATA: |
|-------|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------------|--------|-------|--------|------------|---|--------|-------|------|-------|
|       | EMITT.                    | TIPO | FASE | M.A. | LOTTO | OPERA | PROG. OPERA | TRATTO | PARTI | PROGR. | PART. DOC. |   |        |       |      |       |
| 60090 | 04                        | RC   | D    | 0    | 00    | 00    | 016         | 00     | 00    | 003    | 00         | A | 00     | MARZO | 2015 |       |

ELABORAZIONE PROGETTUALE

REVISIONE

| N.   | REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | DATA | CONTROLLATO | DATA | APPROVATO |
|--|------|-------------|------|---------|------|-------------|------|-----------|
|  |      |             |      |         |      |             |      |           |
| IL PROGETTISTA<br>IMPRESA PIZZAROTTI E C. S. P.A.<br>DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI<br>ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821 |      |             |      |         |      |             |      |           |
|  |      |             |      |         |      |             |      |           |
|  |      |             |      |         |      |             |      |           |
|  |      |             |      |         |      |             |      |           |

IL CONCEDENTE



IL CONCESSIONARIO



SOCIETÀ DI PROGETTO  
BREBEMI SPA

Società di Progetto  
Brebemi SpA

## INDICE

|           |   |          |
|-----------|---|----------|
| <b>1.</b> | <b>PREMESSA .....</b>   | <b>3</b> |
| <b>2.</b> | <b>VERIFICHE NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI .....</b>      | <b>3</b> |
| <b>3.</b> | <b>VERIFICHE NEI CONFRONTI DEI CARICHI VERTICALI .....</b>        | <b>4</b> |
| <b>4.</b> | <b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....</b>                          | <b>5</b> |
| <b>5.</b> | <b>VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>                                | <b>5</b> |
| 5.1       | AZIONI DI PROGETTO A QUOTA INTRADOSSO FONDAZIONE .....            | 5        |
| 5.2       | COMPORTAMENTO DEL PALO NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI..... | 6        |
| 5.3       | COMPORTAMENTO DEL PALO NEI CONFRONTI DEI CARICHI ASSIALI.....     | 57       |
| 5.4       | RIEPILOGO LUNGHEZZE DI PROGETTO DEI PALI DI FONDAZIONE .....      | 78       |

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



## 1. PREMESSA

Nella presente relazione verranno riportate le verifiche geotecniche relative alle fondazioni degli elementi costituenti i pannelli a messaggistica variabile da collocare lungo l'asse viario principale.

Con lo scopo di coprire l'intero sviluppo autostradale sia in termini di tipologia geometrica dei pannelli, di altezza del rilevato stradale e di caratterizzazione stratigrafica del terreno di fondazione verranno sviluppate delle serie di tipologici.

In particolar modo verranno distinti i pannelli in funzione dei carichi agenti sulla fondazione e dell'altezza del rilevato/trincea ove sono collocati.

Le fondazioni adottate sono costituite da su quattro pali ad elica di diametro 600mm. La geometria schematica di tali elementi è riportata in Figura 1

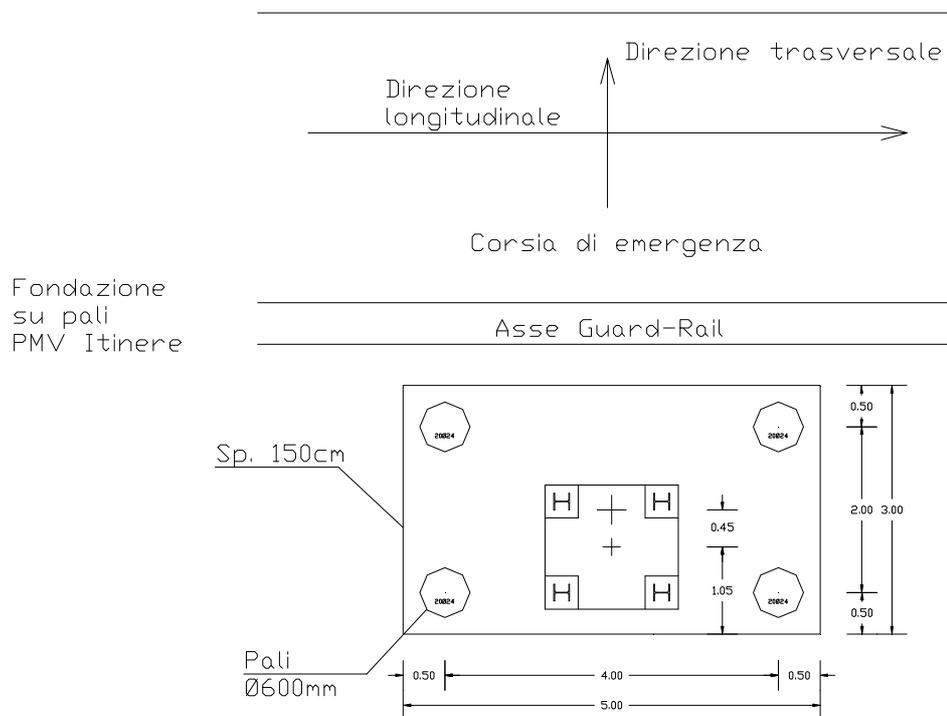


Figura 1 - pianta degli elementi di fondazione dei pannelli a messaggistica variabile

## 2. VERIFICHE NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

Le analisi volte al dimensionamento dei pali nei confronti dei carichi orizzontali sono state condotte attraverso l'utilizzo del programma di calcolo LPILE PLUS 5.0 sviluppato dalla società Ensoft Inc.

Tale programma implementa il metodo delle curve p-y. A tali curve vengono applicati opportuni coefficienti di riduzione  $\xi_3$  e  $\xi_4$  in accordo con quanto previsto nella normativa tecnica utilizzata (NTC 2008) per ottenere i valori caratteristici. Data la natura di "tipologico" delle verifiche riportate, verranno assunti dei valori cautelativi dei sopra citati coefficienti di riduzione:

|   |                            |  |             |                   |
|---|----------------------------|--|-------------|-------------------|
|  | Doc. N.<br>60090-00016-A00 | CODIFICA DOCUMENTO<br>60090-04-RC-D-0-00-00-016-00-00-003-00 | REV.<br>A00 | FOGLIO<br>4 di 78 |
|---|----------------------------|--|-------------|-------------------|

$$\xi_3 = \xi_4 = 1.7$$

I pali vengono schematizzati come incastrati in testa. La testa del palo viene assunta a 1.5 m dalla sommità del rilevato, ovvero del piano campagna in assenza di rilevato.

La distanza del palo più esterno rispetto al ciglio del rilevato stradale è stata assunta pari a 2.25m. Pertanto, alla profondità della testa dei pali, il ciglio del rilevato risulta ad una distanza pari a circa 3.25m equivalente a circa 5/6 diametri. Tale distanza è ritenuta sufficiente per poter considerare il rilevato come totalmente reagente. Ad ogni modo, essendo il rilevato soggetto anche ad altre sollecitazioni derivanti dal piano stradale, cautelativamente le curve p-y nella quota parte di rilevato verranno ridotte al 50% per tenere conto dei livelli deformativi reali.

I carichi applicati, derivanti principalmente da azioni indotte dal vento, verranno considerati ciclici.

La lunghezza preliminare dei pali di fondazione viene determinata verificando che per la condizione di carico più severa, caso combinazione SLU approccio 1: combinazione 1 e combinazione 2, la resistenza laterale nel terreno mobilitata alla base del palo risulti ragionevolmente bassa.

Successivamente tale lunghezza preliminare è stata utilizzata per la verifica a carichi verticali, in base a quanto riportato nel seguente §3. La maggiore delle lunghezze di palo determinate viene adottata come lunghezza di progetto.

Per ogni tipologia considerata verranno ricavati i diagrammi che rappresentano il comportamento del palo nei confronti dei valori di sollecitazione assunti:

- deformazione del palo lungo il fusto;
- andamento dell'azione di taglio;
- andamento del momento flettente;
- andamento della resistenza mobilitata nel terreno.

In aggiunta si riportano i diagrammi che mostrano la relazione tra il momento massimo e l'azione di taglio in testa palo.

### 3. VERIFICHE NEI CONFRONTI DEI CARICHI VERTICALI

Le verifiche di sicurezza nei confronti del "collasso per carico limite nei riguardi dei carichi assiali" sono state eseguite in accordo con quanto richiesto dalla normativa tecnica di riferimento (NTC 2008).

Per il caso particolare dei pannelli a messaggistica variabile vale inoltre quanto segue:

- Approccio adottato: Approccio 1
- Valore dei coefficienti riduttivi  $\xi_3 = \xi_4 = 1.7$

Analogamente a quanto assunto per il comportamento a carichi orizzontali (si faccia riferimento al §2). La lunghezza dei pali ottenuta dalla verifica a carichi orizzontali è stata utilizzata come ipotesi di calcolo da cui partire, per la verifica a carichi verticali.

#### 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per ogni tipologia di pannelli a messaggistica variabile e per ogni geometria tipo (quota della testa dei pali da p.c.  $h = 4.5 \text{ m}$ ,  $2.5 \text{ m}$ ,  $1.5 \text{ m}$ ,  $0.5 \text{ m}$ ,  $-1.5 \text{ m}$ ) si adotterà un unico profilo stratigrafico cautelativo, rappresentativo delle condizioni medie del sottosuolo lungo l'asse stradale. La caratterizzazione assunta per il terreno di fondazione è riportata nella seguente tabella:

##### Terreno di fondazione Portale Segnaletica

| Quota da P.C. |      | Descrizione                                       | Unità         | Parametri in condizioni drenate |               |                      |       | Parametri in condizioni non drenate |           |           |                                    | Peso di volume                    |          |
|---------------|------|---|---------------|---------------------------------|---------------|----------------------|-------|-------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|
| da            | a    |   |               | $\phi'_k$                       | $\phi'_{dM1}$ | $\phi'_{dM2}$        | k     | $C_{uk}$                            | $C_{uM1}$ | $C_{uM2}$ | $\epsilon_{50}$                    | naturale                          | sommerso |
| (m)           | (m)  | (-)   | (°)           | (°)                             | (°)           | (kN/m <sup>3</sup> ) | (kPa) | (kPa)                               | (kPa)     | (-)       | $\gamma_n$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | $\gamma'$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) |          |
| 0.0           | 3.0  | Limo  | V             | -                               | -             | -                    | -     | 40                                  | 40        | 29        | 0.01                               | 21                                | 11       |
| 3.0           | 50.0 | Chiaia sabbiosa / Sabbia ghiaiosa / Sabbia limosa | II / III / IV | 38                              | 38            | 32                   | 19840 | -                                   | -         | -         | -                                  | 21                                | 11       |

La caratterizzazione assunta per il rilevato autostradale (ove presente) è riportata nella seguente tabella:

##### Rilevato Autostradale

| Parametri in condizioni drenate |               |               |        |            |            |                      | Parametri in condizioni non drenate |           |           |                 | Peso di volume                     |                                   |
|---------------------------------|---------------|---------------|--------|------------|------------|----------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| $\phi'_k$                       | $\phi'_{dM1}$ | $\phi'_{dM2}$ | $c'_k$ | $c'_{dM1}$ | $c'_{dM2}$ | k                    | $C_{uk}$                            | $C_{uM1}$ | $C_{uM2}$ | $\epsilon_{50}$ | naturale                           | sommerso                          |
| (°)                             | (°)           | (°)           | (kPa)  | (kPa)      | (kPa)      | (kN/m <sup>3</sup> ) | (kPa)                               | (kPa)     | (kPa)     | (-)             | $\gamma_n$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | $\gamma'$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) |
| 38                              | 38            | 32            | -      | -          | -          | 35130+37403          | -                                   | -         | -         | -               | 20                                 | 11                                |

In tutti i casi la falda è stata considerata a piano campagna.

#### 5. VERIFICHE GEOTECNICHE

Nel presente capitolo verranno illustrate le verifiche geotecniche effettuate ai sensi del NTC2008 per i differenti pannelli a messaggistica variabile tipologici considerati.

Per la tipologia considerata, verranno considerati i seguenti casi di altezza  $h$  della testa dei pali dal p.c. locale:

- $h = +4.5 \text{ m}$  (caso rilevato di altezza pari a 6 m);
- $h = +2.5 \text{ m}$  (caso rilevato di altezza pari a 4 m);
- $h = +1.5 \text{ m}$  (caso rilevato di altezza pari a 3 m);
- $h = +0.5 \text{ m}$  (caso rilevato di altezza pari a 2 m);
- $h = -1.5 \text{ m}$  (caso rilevato di altezza pari a 0 m, valido anche per i casi in trincea).

##### 5.1 Azioni di progetto a quota intradosso fondazione

I carichi di progetto utilizzati per dimensionare la lunghezza dei pali di fondazione dei pannelli a messaggistica variabile sono riportate nella tabella seguente.

|                       | N (kN)  | V <sub>l</sub> (kN) | V <sub>t</sub> (kN) | M <sub>l</sub> (kNm) | M <sub>t</sub> (kNm) | T (kN)  |
|-----------------------|---------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------|
| C1 SLU-STR (Vento)    | 988.88  | 144.59              | 0.00                | 1269.14              | 885.47               | 1302.41 |
| C2 SLU-STR (Neve)     | 1009.13 | 86.75               | 0.00                | 761.48               | 1038.35              | 781.45  |
| C3 SLE-Rara (Vento)   | 731.00  | 96.39               | 0.00                | 846.09               | 644.58               | 868.28  |
| C4 SLE-Rara (Neve)    | 744.50  | 57.83               | 0.00                | 507.65               | 746.50               | 520.97  |
| C3 SLE-Freq (Vento)   | 717.50  | 19.28               | 0.00                | 169.22               | 542.65               | 173.66  |
| C4 SLE-Freq (Neve)    | 722.90  | 0.00                | 0.00                | 0.00                 | 583.42               | 0.00    |
| C4 SLE-Q.Perm         | 717.50  | 0.00                | 0.00                | 0.00                 | 542.65               | 0.00    |
| C5 SLV-(Sisma long.)  | 769.05  | 270.50              | 81.15               | 612.58               | 765.50               | 204.58  |
| C6 SLV-(Sisma trasv.) | 769.05  | 81.15               | 270.50              | 183.77               | 1194.30              | 61.37   |
| C7 SLV-(Sisma vert.)  | 889.34  | 81.15               | 81.15               | 183.77               | 856.66               | 61.37   |
| C8 SLU-GEO (Vento)    | 735.05  | 125.31              | 0.00                | 1099.92              | 675.15               | 1128.76 |
| C9 SLU-GEO (Neve)     | 752.60  | 75.18               | 0.00                | 659.95               | 807.66               | 677.25  |

In particolar modo sono state considerate le seguenti azioni di taglio in testa al palo:

T = 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 kN.

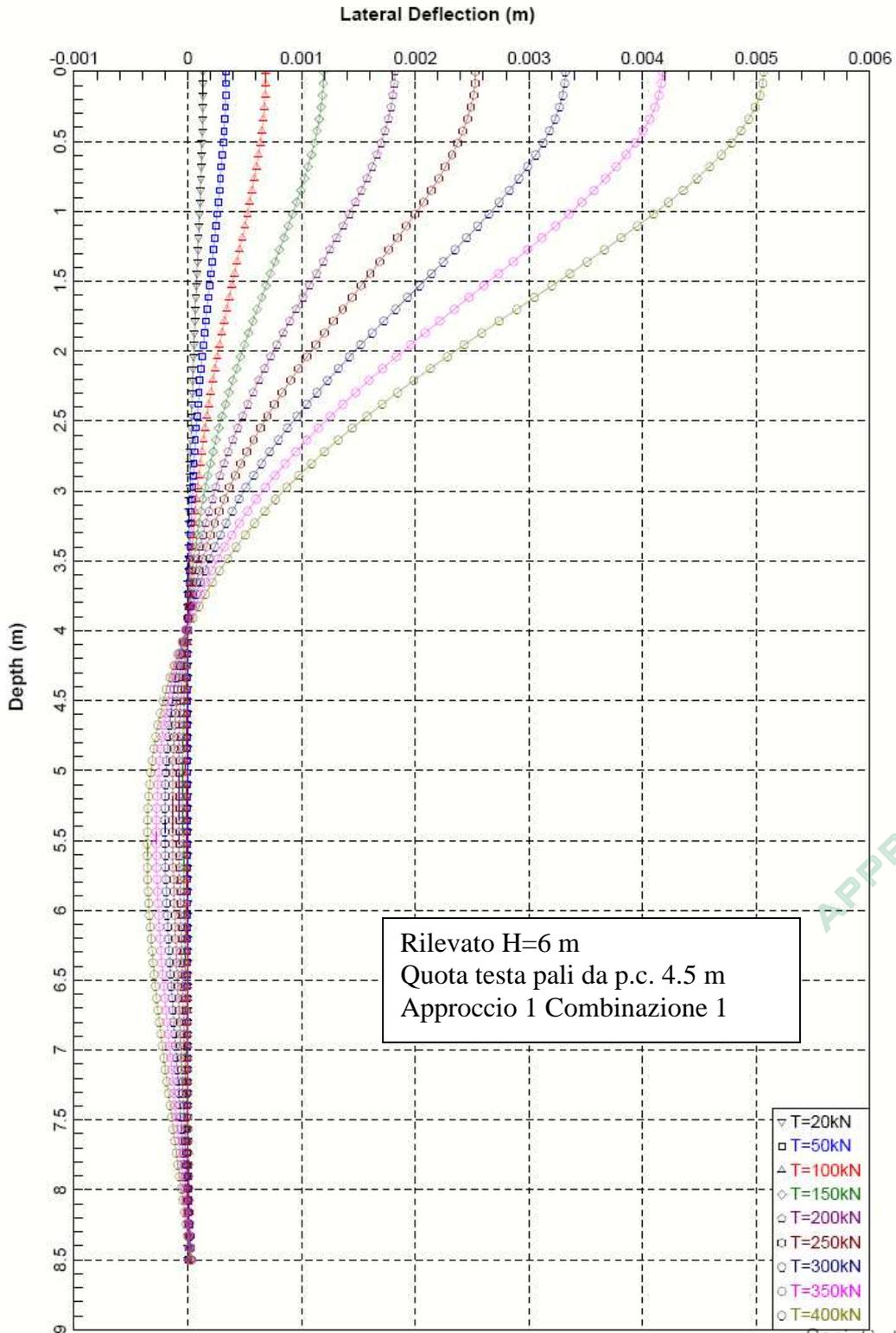
Per ulteriori dettagli riguardo le combinazioni di carico adottate alla testa dei pali, si faccia riferimento alle specifiche relazioni di calcolo.

## 5.2 Comportamento del palo nei confronti dei carichi orizzontali.

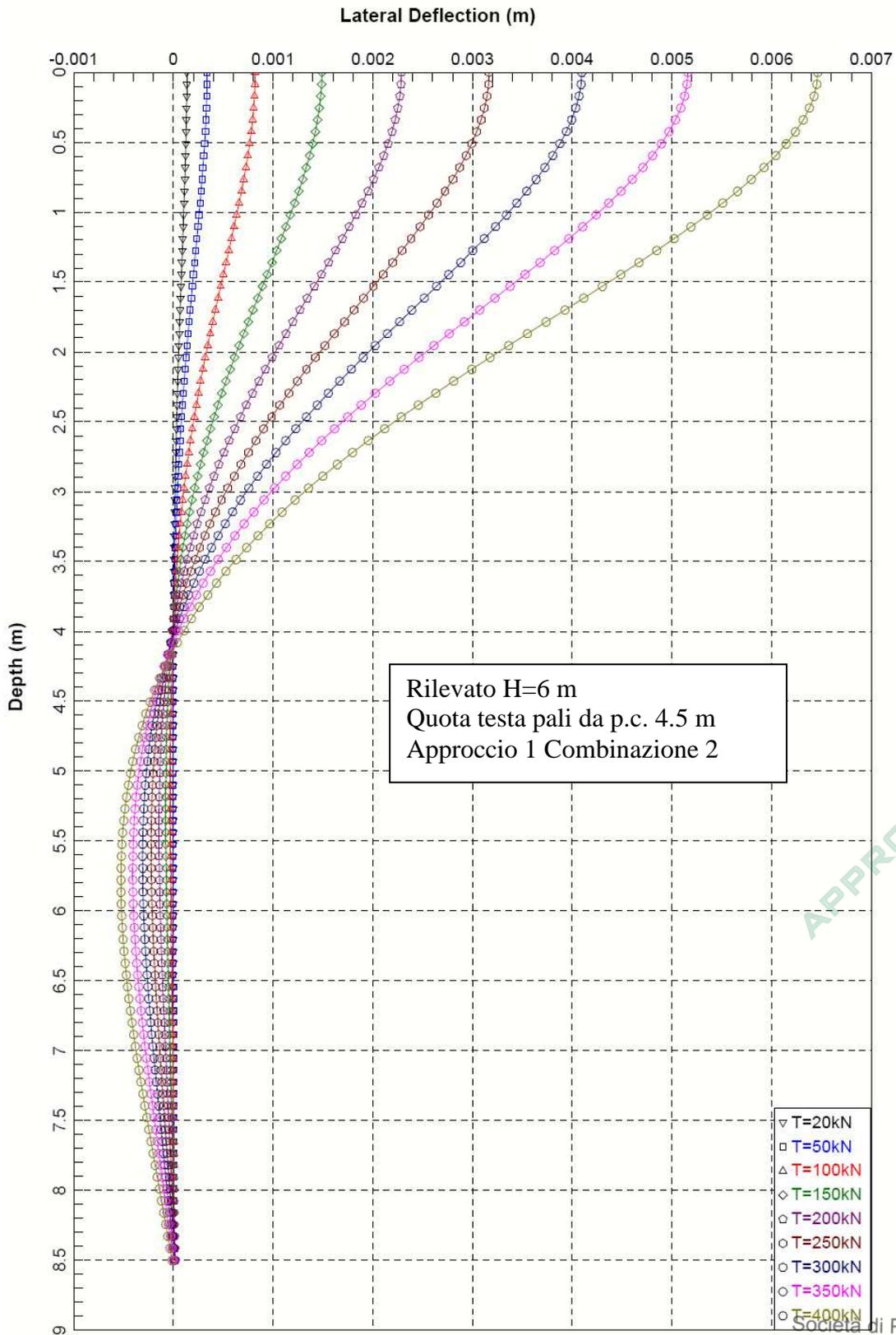
Sulla base dei carichi di progetto definiti al §5.1 e alla stratigrafia di calcolo riportata al §4, si riportano i risultati ottenuti nei confronti del comportamento del palo per i carichi orizzontali.

APPROVATO SDP

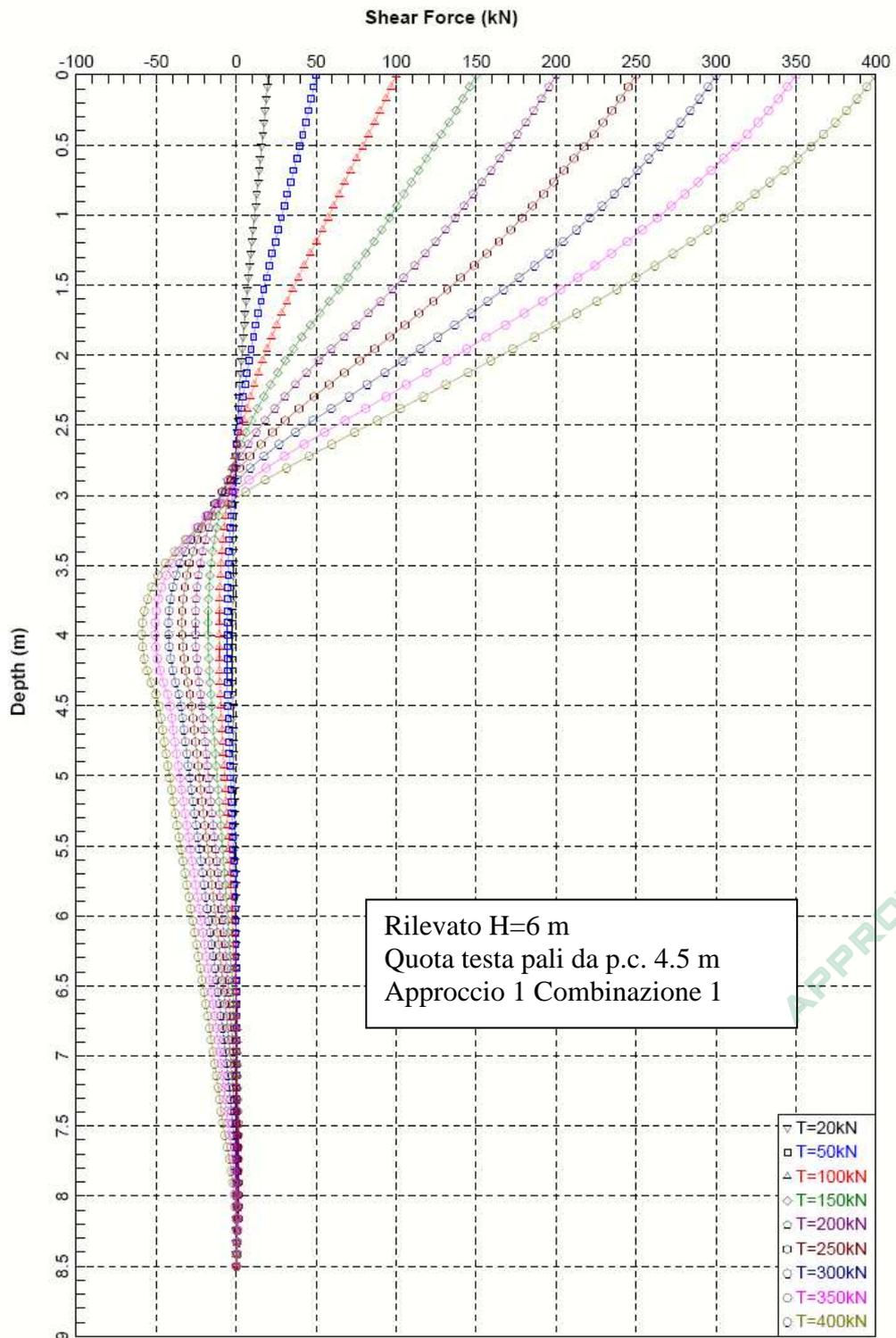
Quota testa pali da p.c. 4.5 m – Rilevato H= 6m

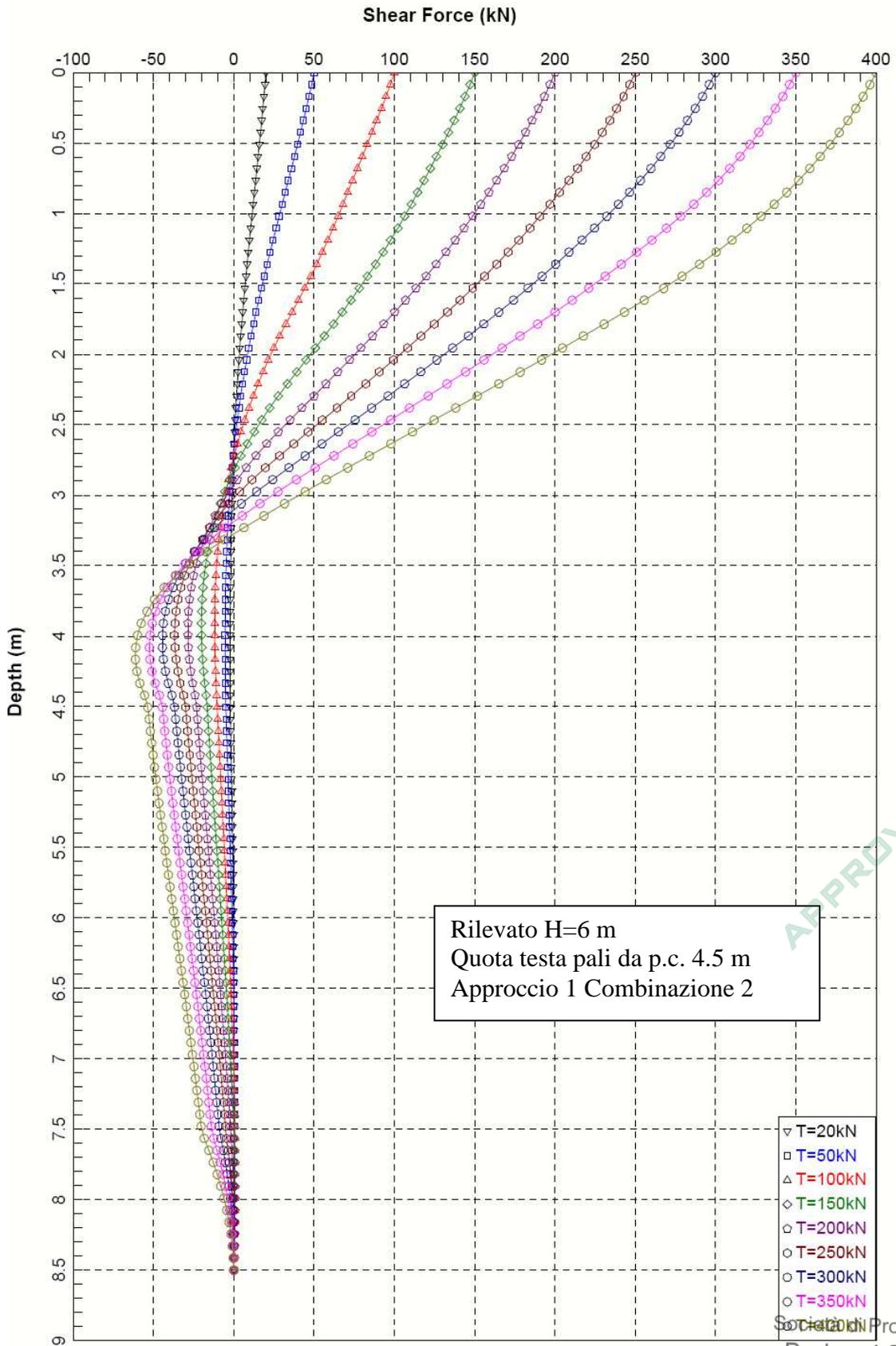


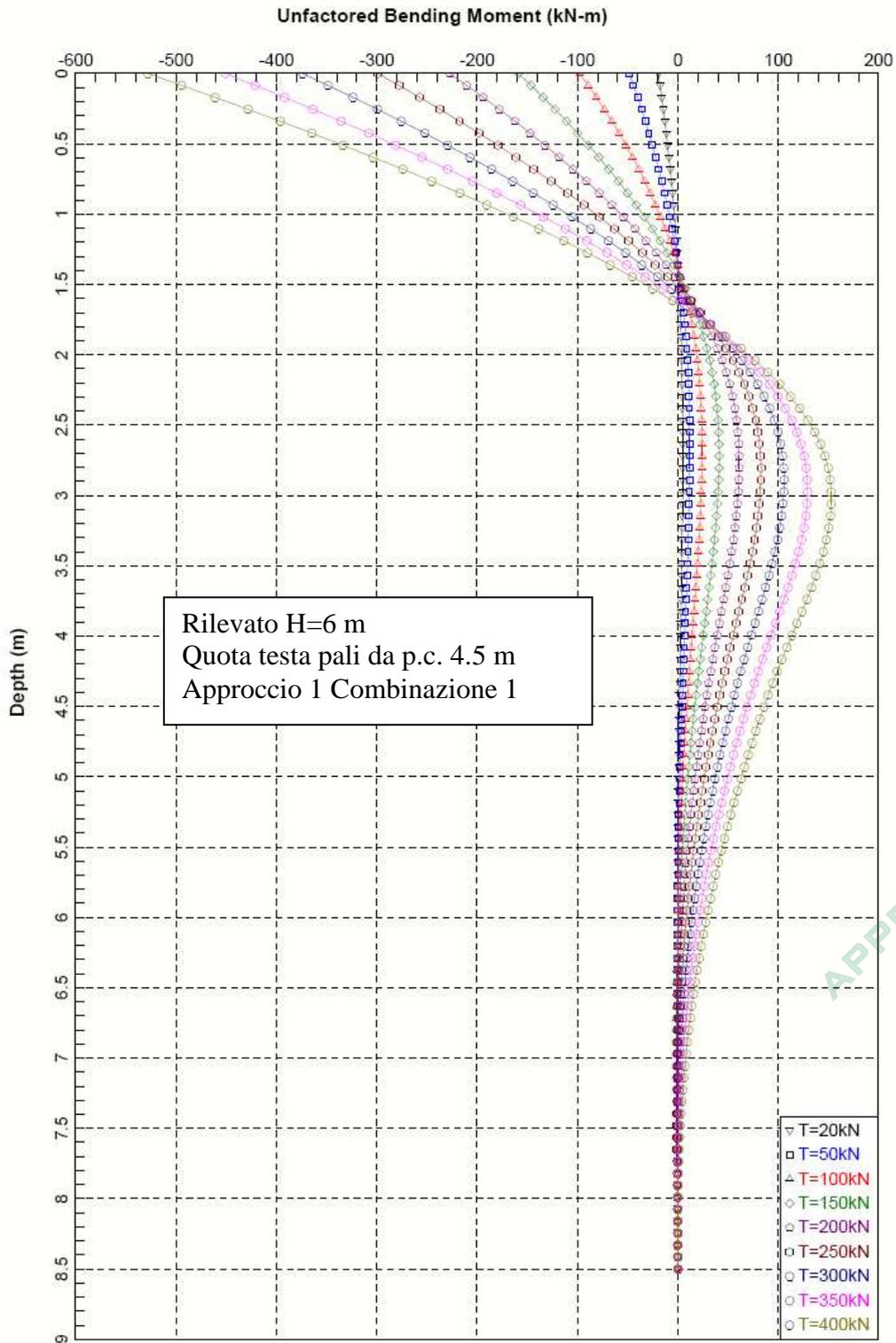
Società di Progetto  
Brebemi SpA



APPROVATO SDP

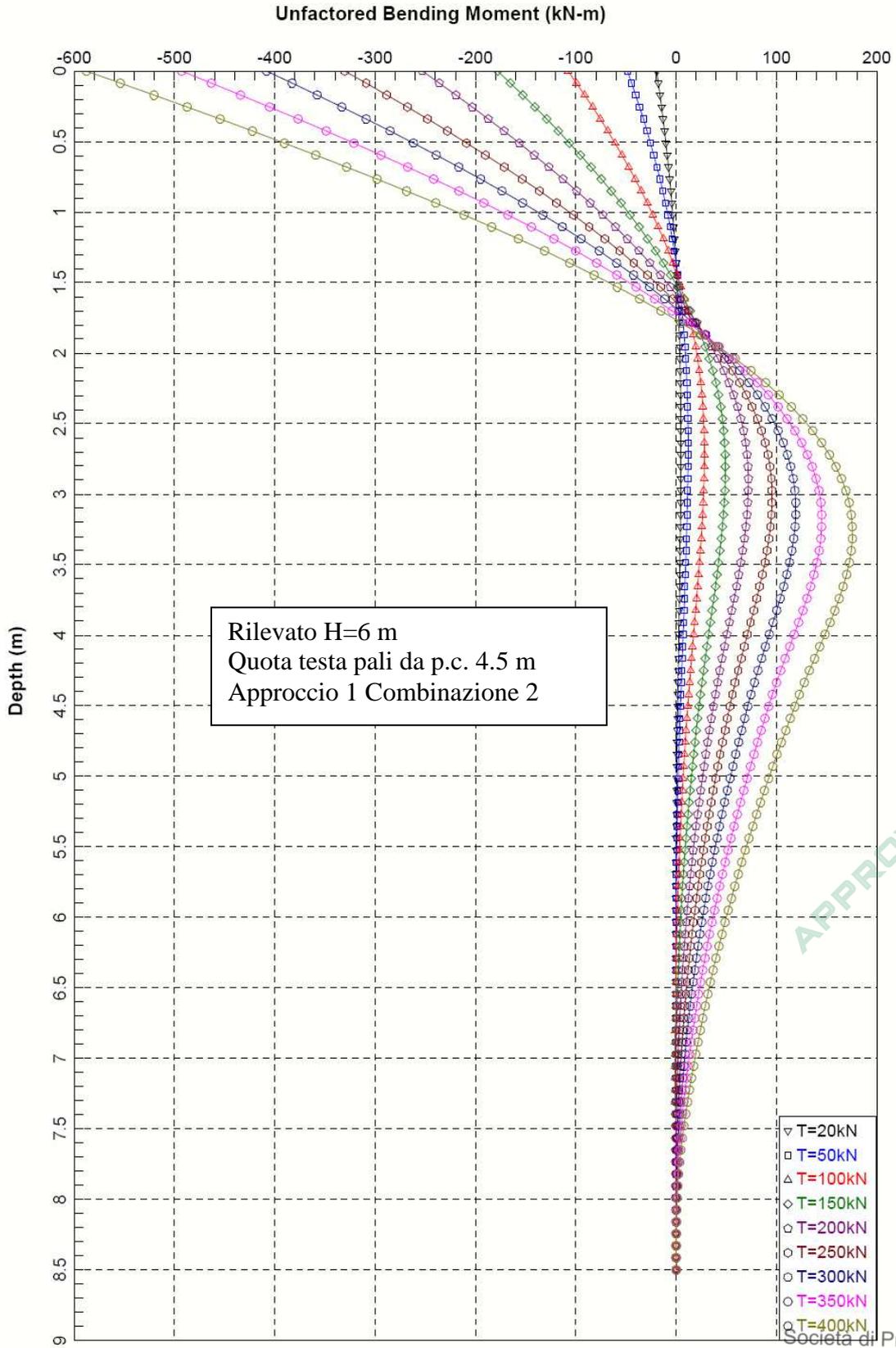






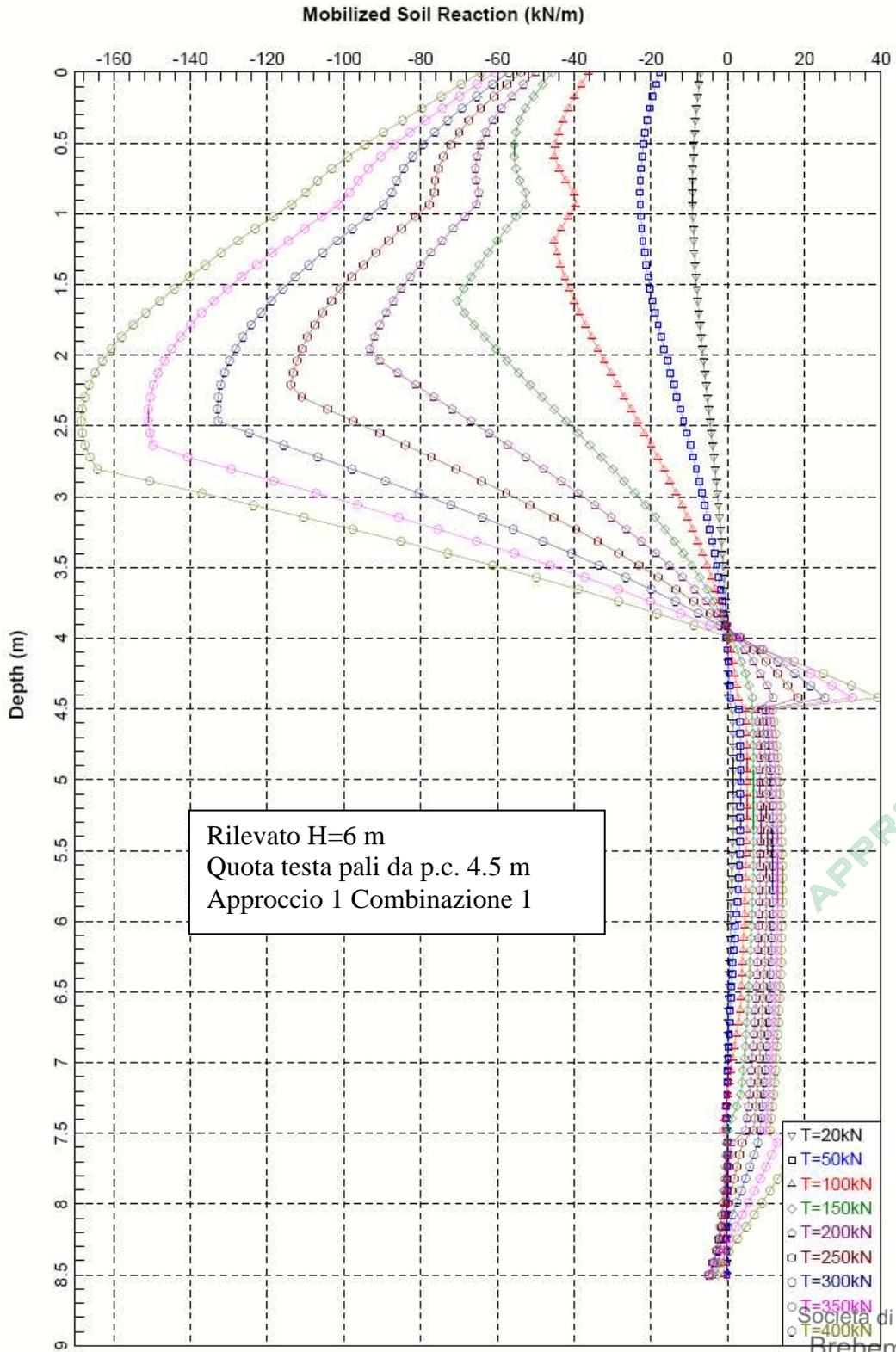
APPROVATO SDP





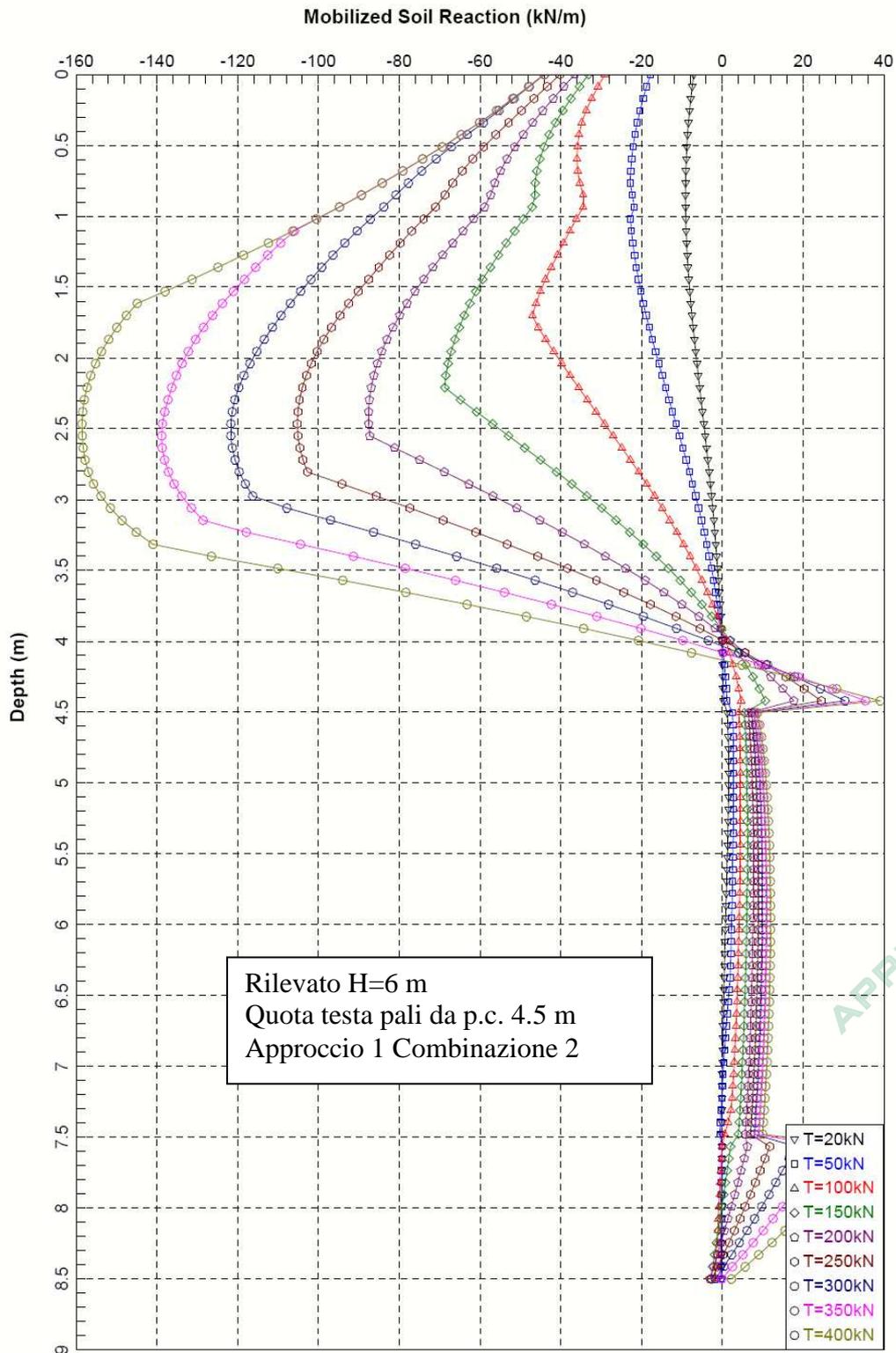
Società di Progetto  
Brebemi SpA

APPROVATO SDP

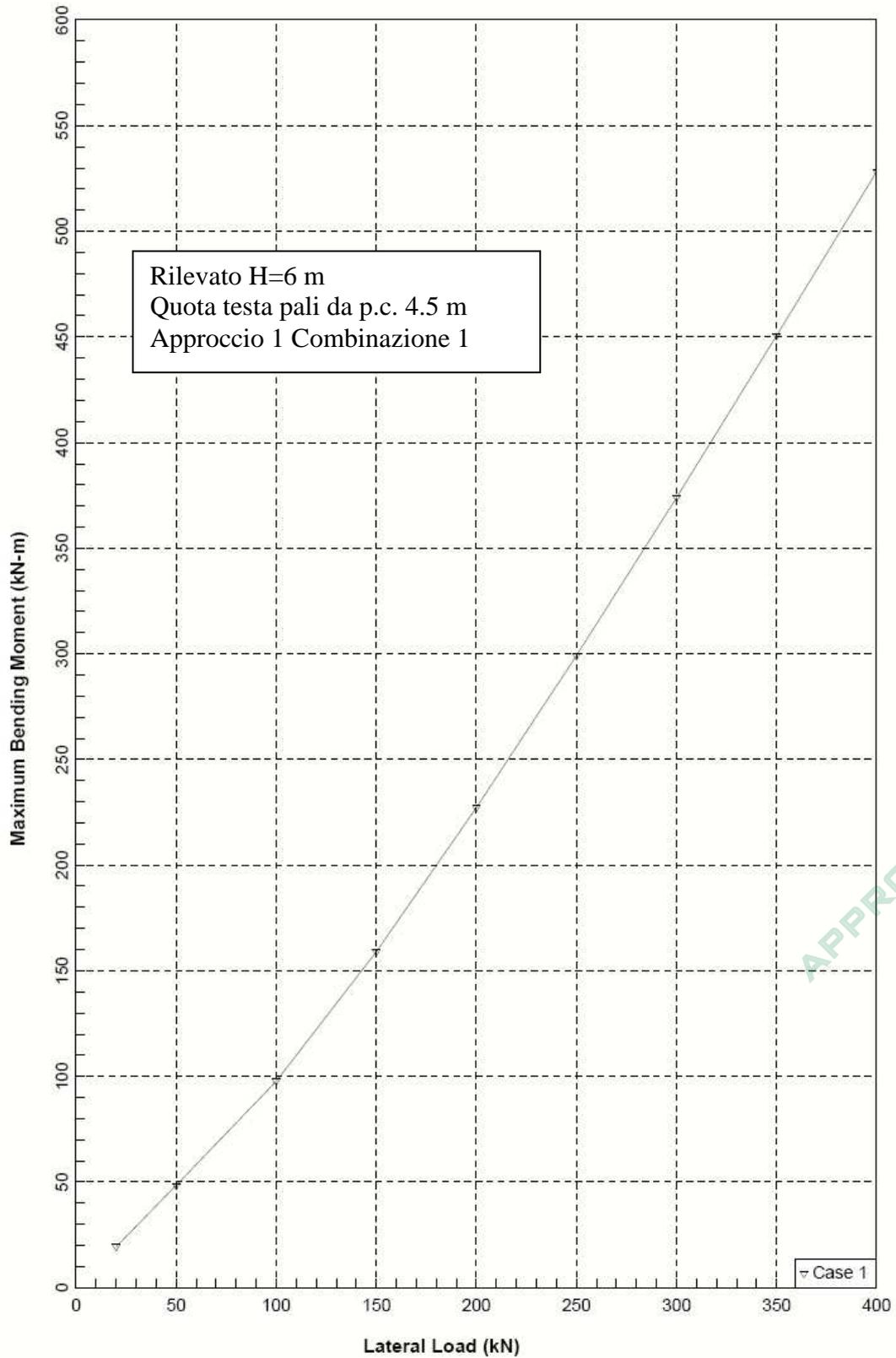


APPROVATO SDP





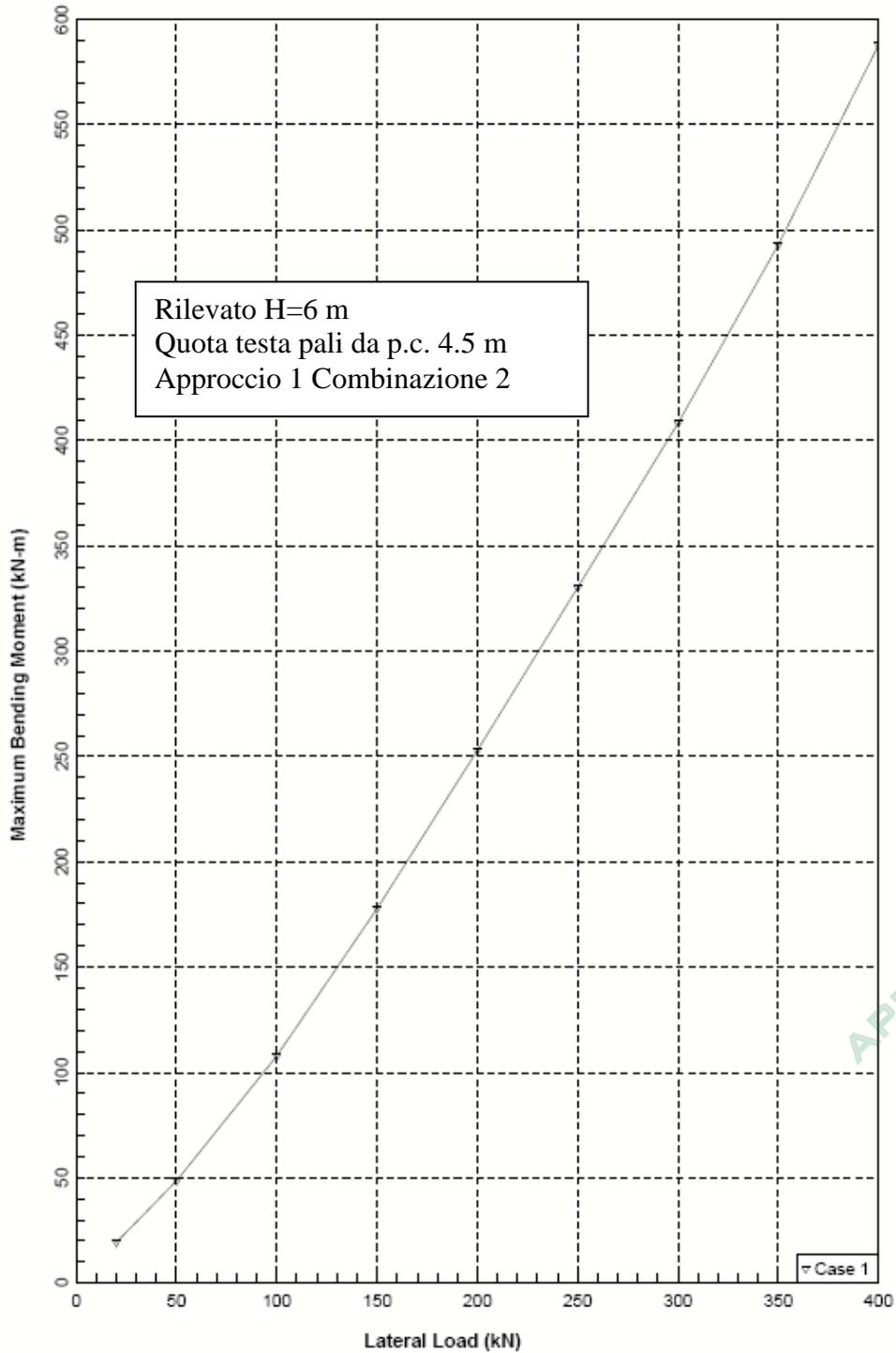
APPROVATO SDP



APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA

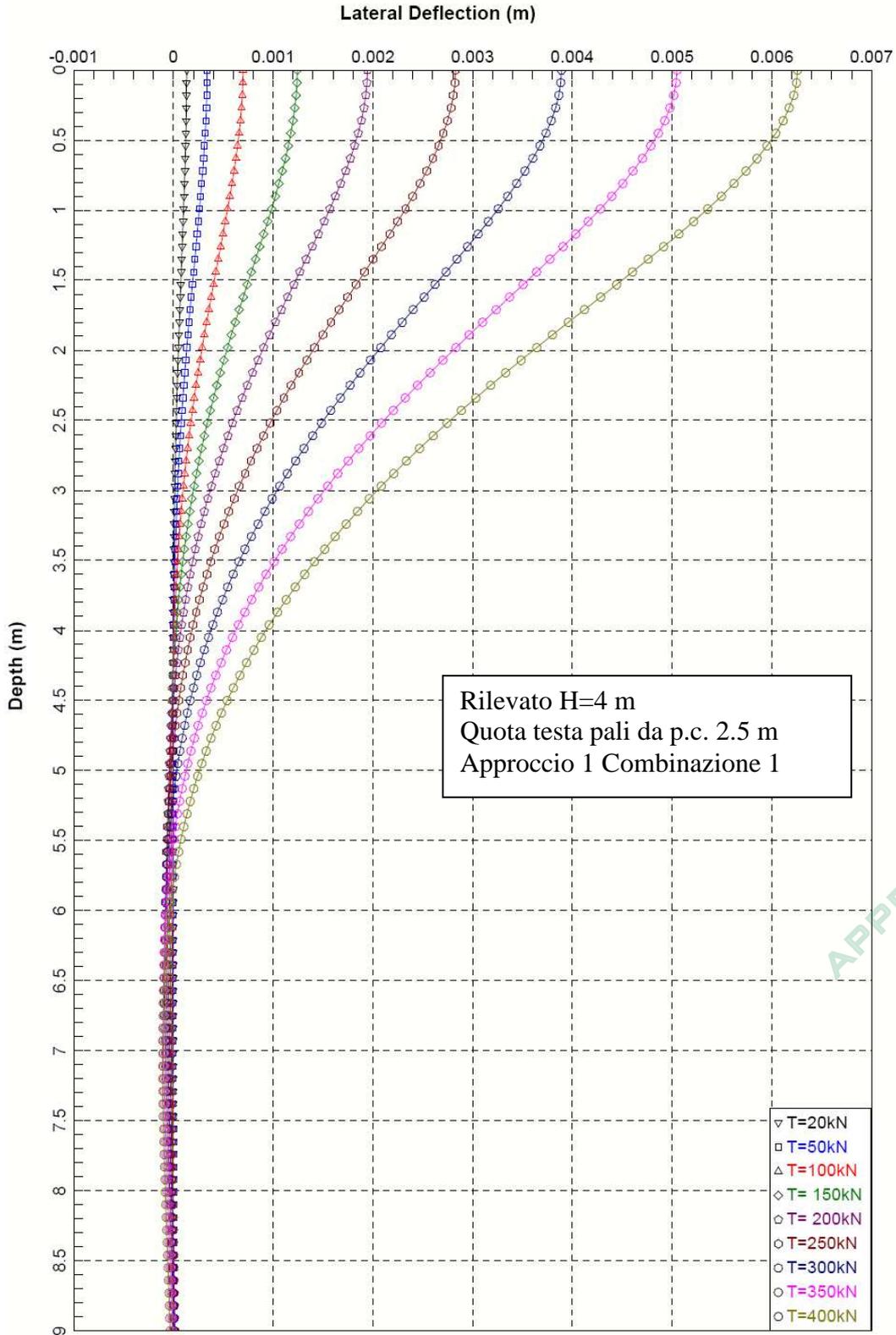




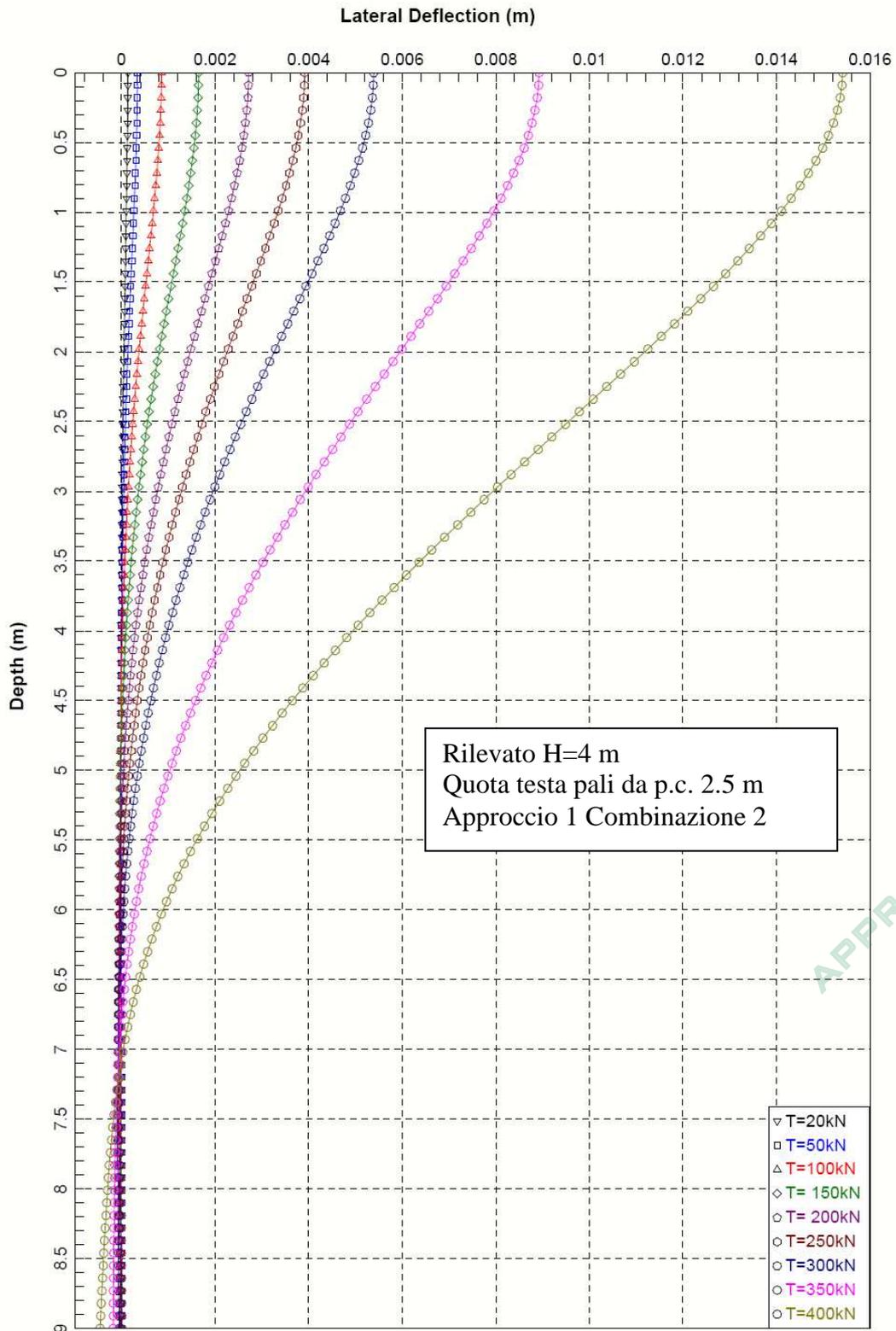
APPROVATO SDP

Quota testa pali da p.c. 2.5 m – Rilevato H= 4m

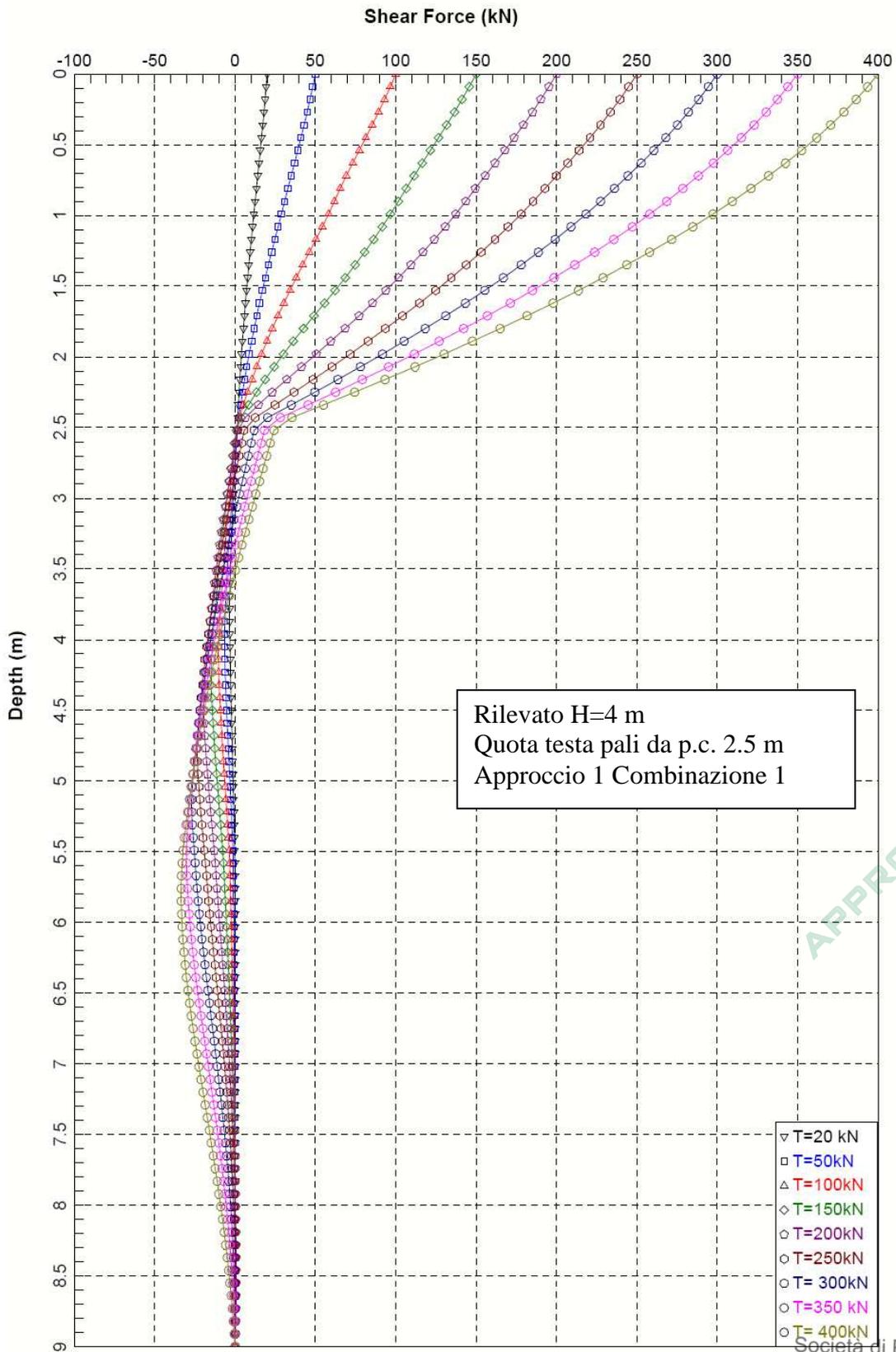
Società di Progetto  
Brebemi SpA



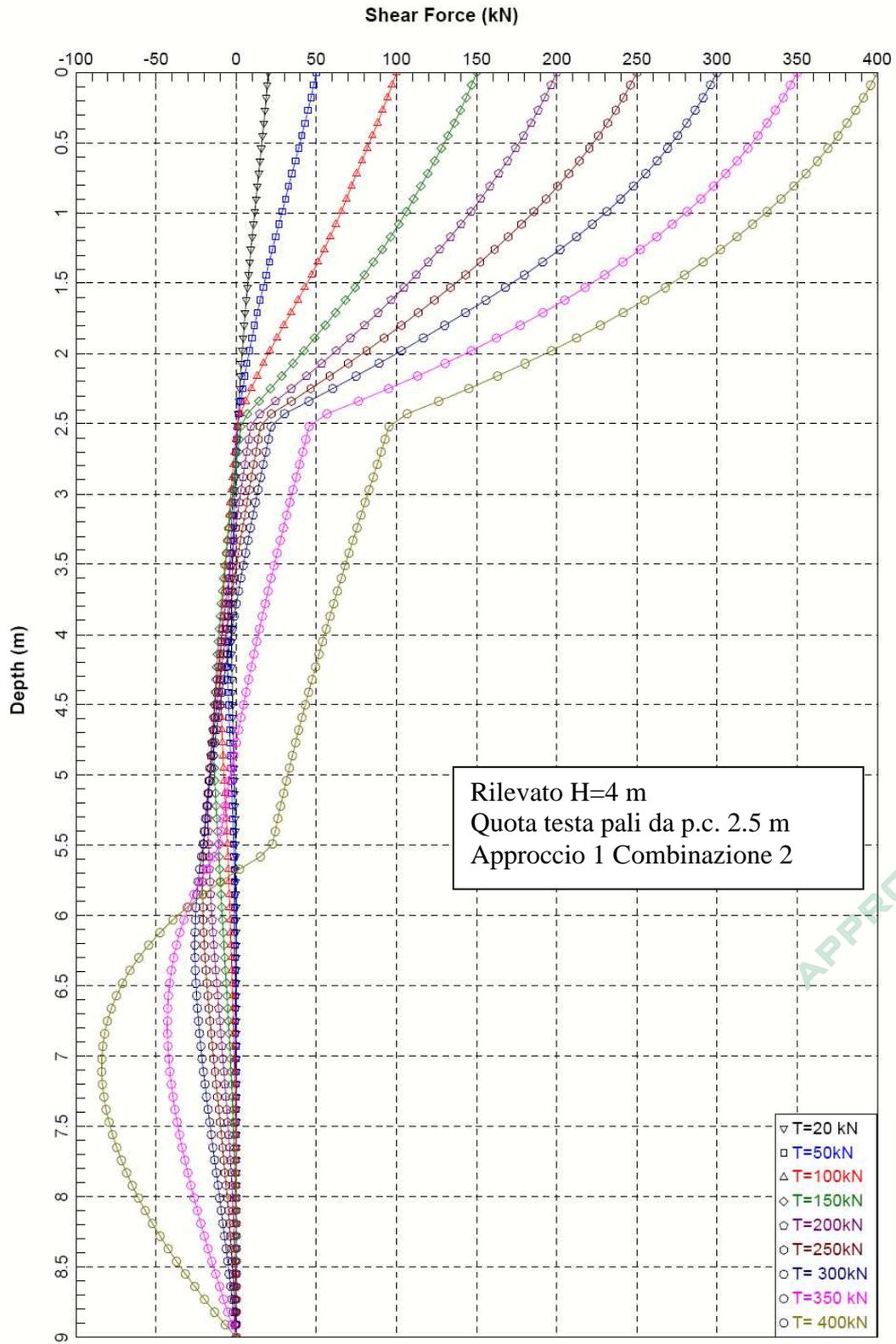
APPROVATO SDP

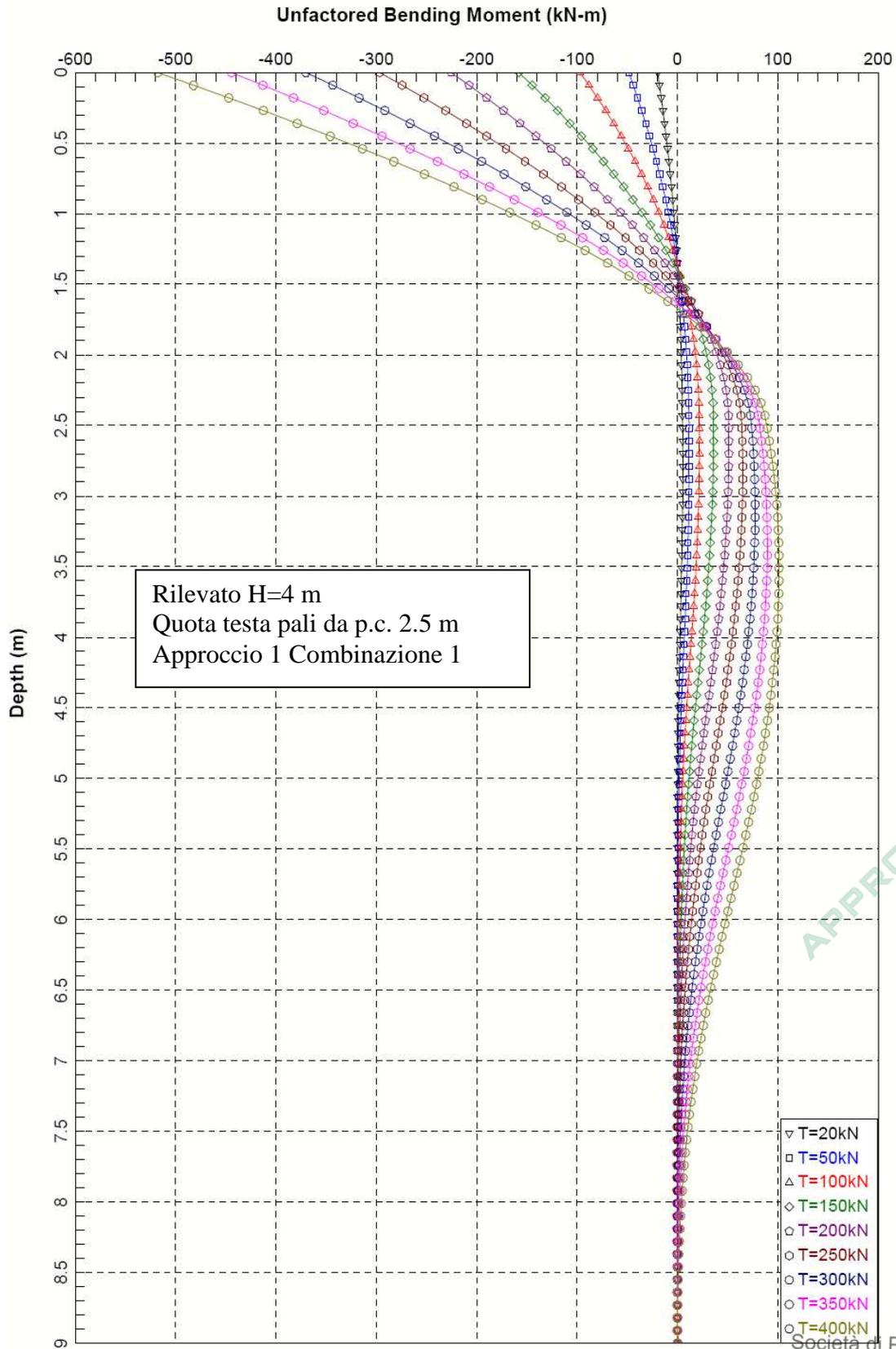


APPROVATO SDP



APPROVATO SDP

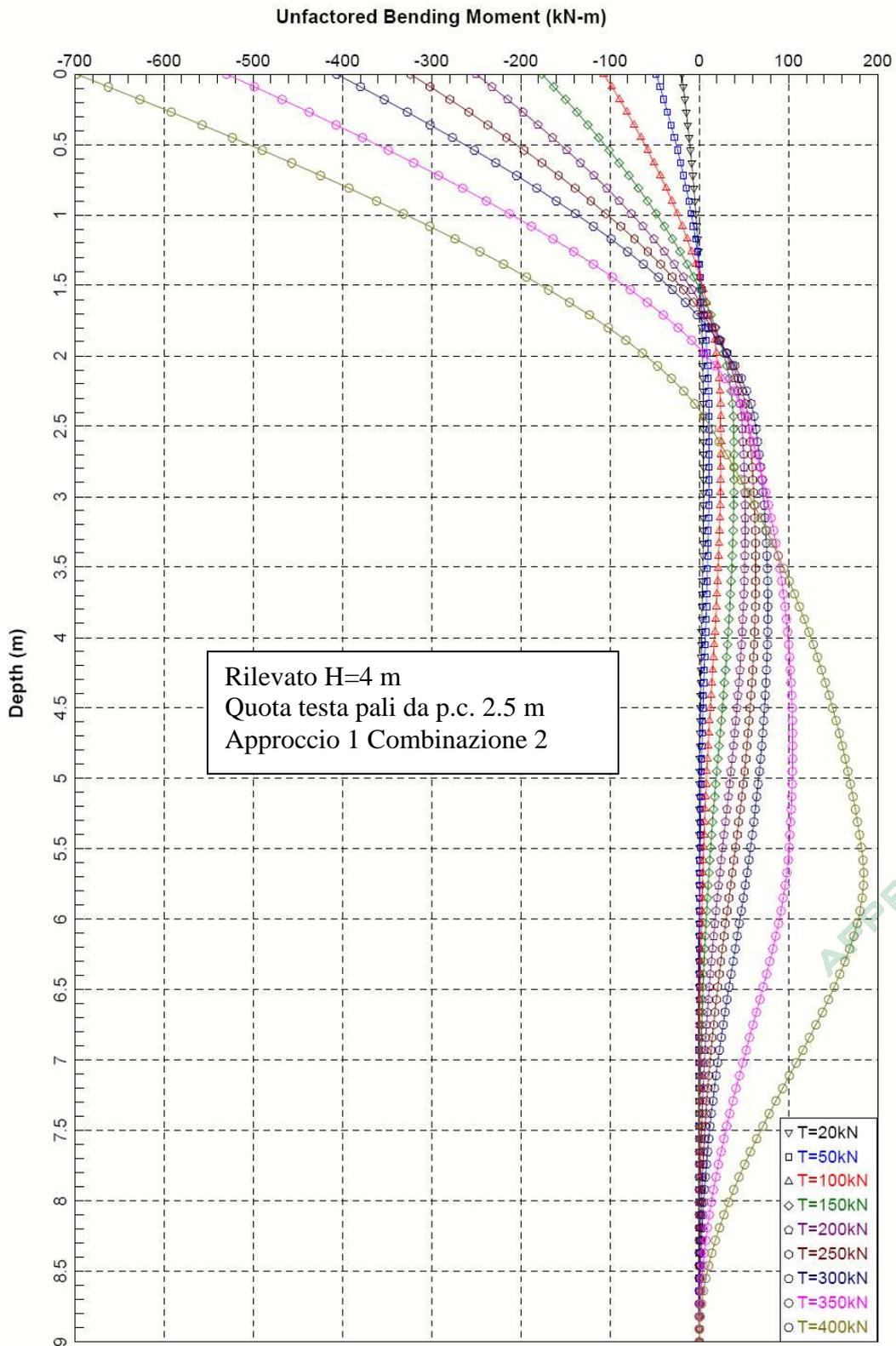


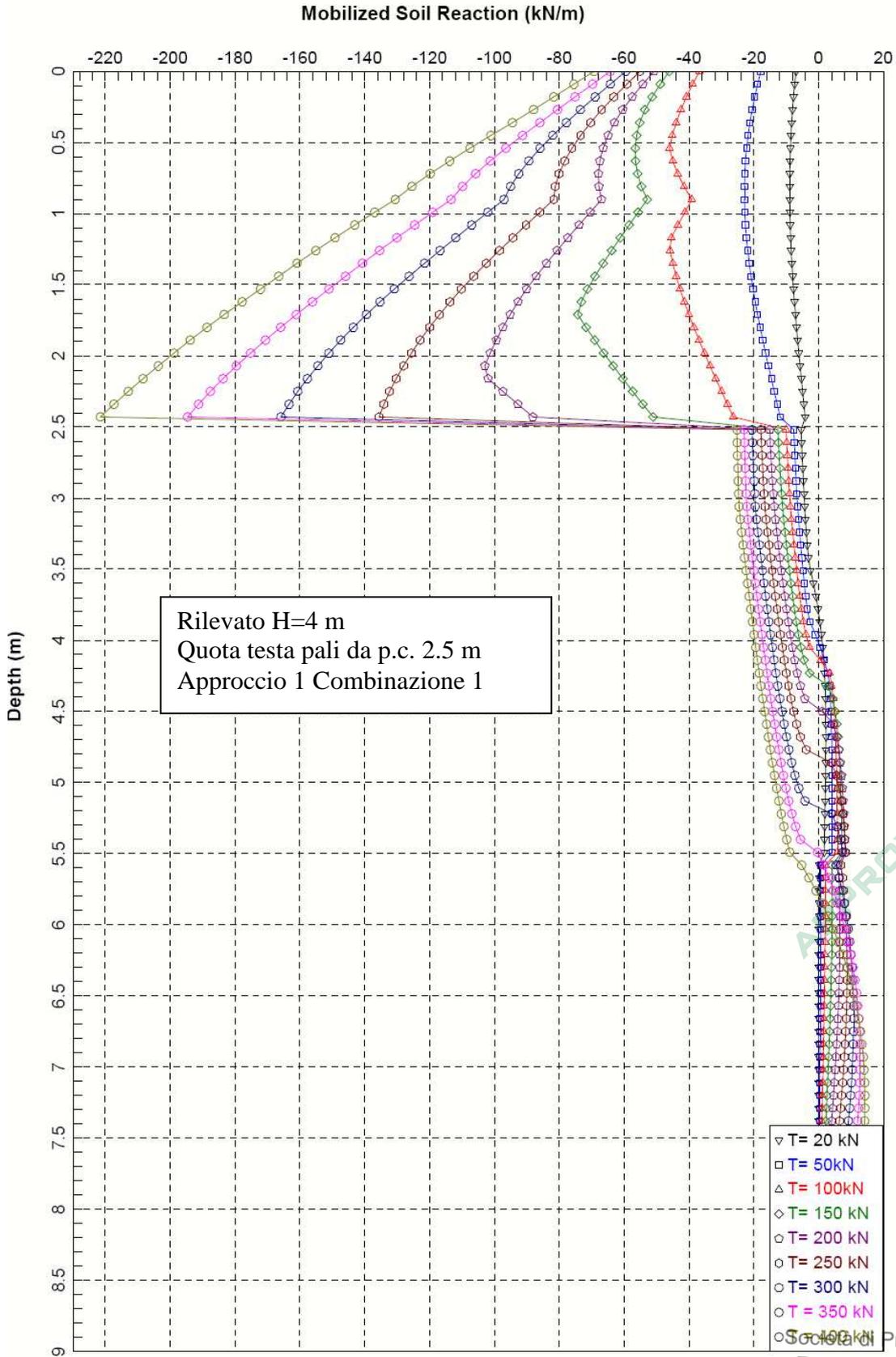


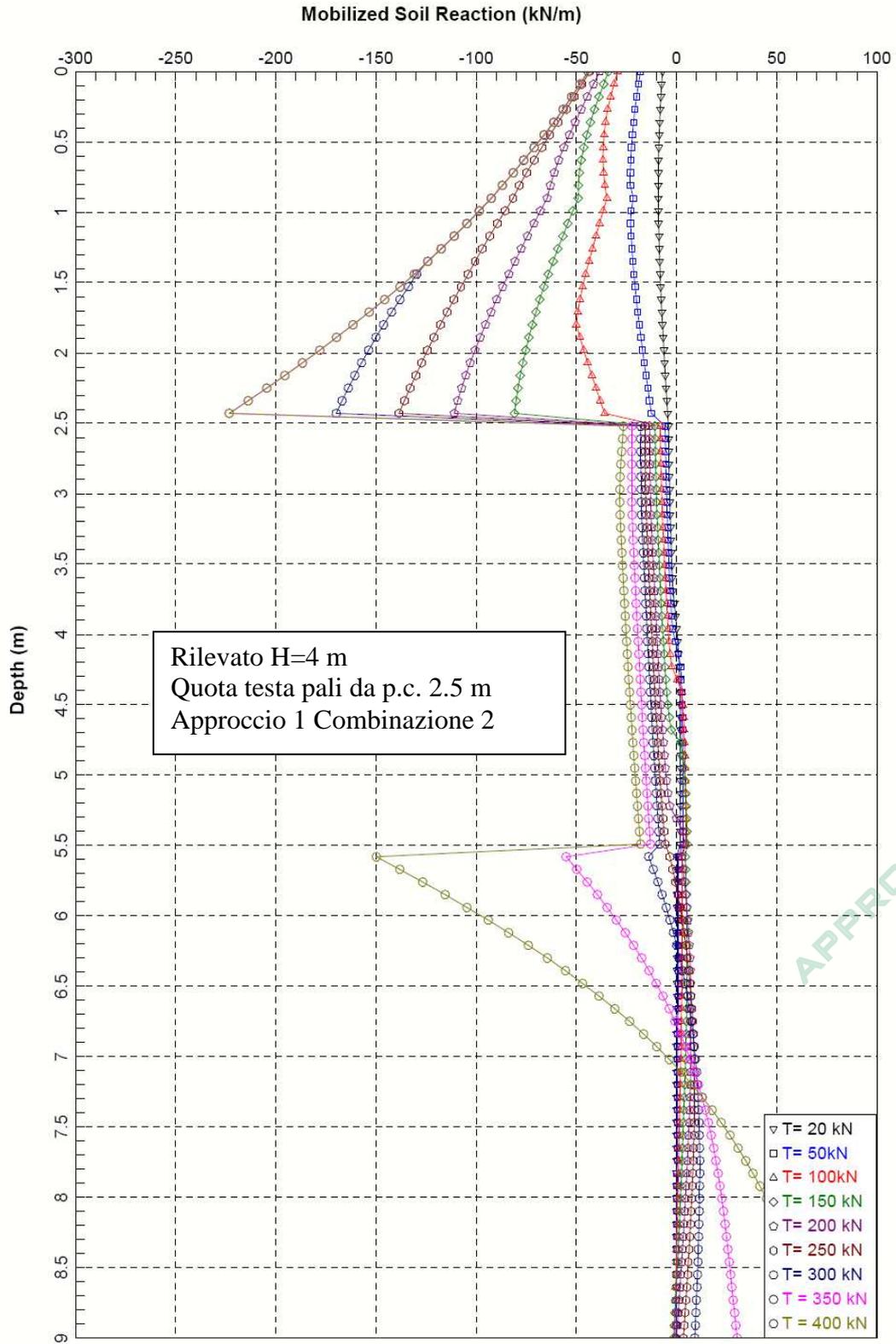
APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA

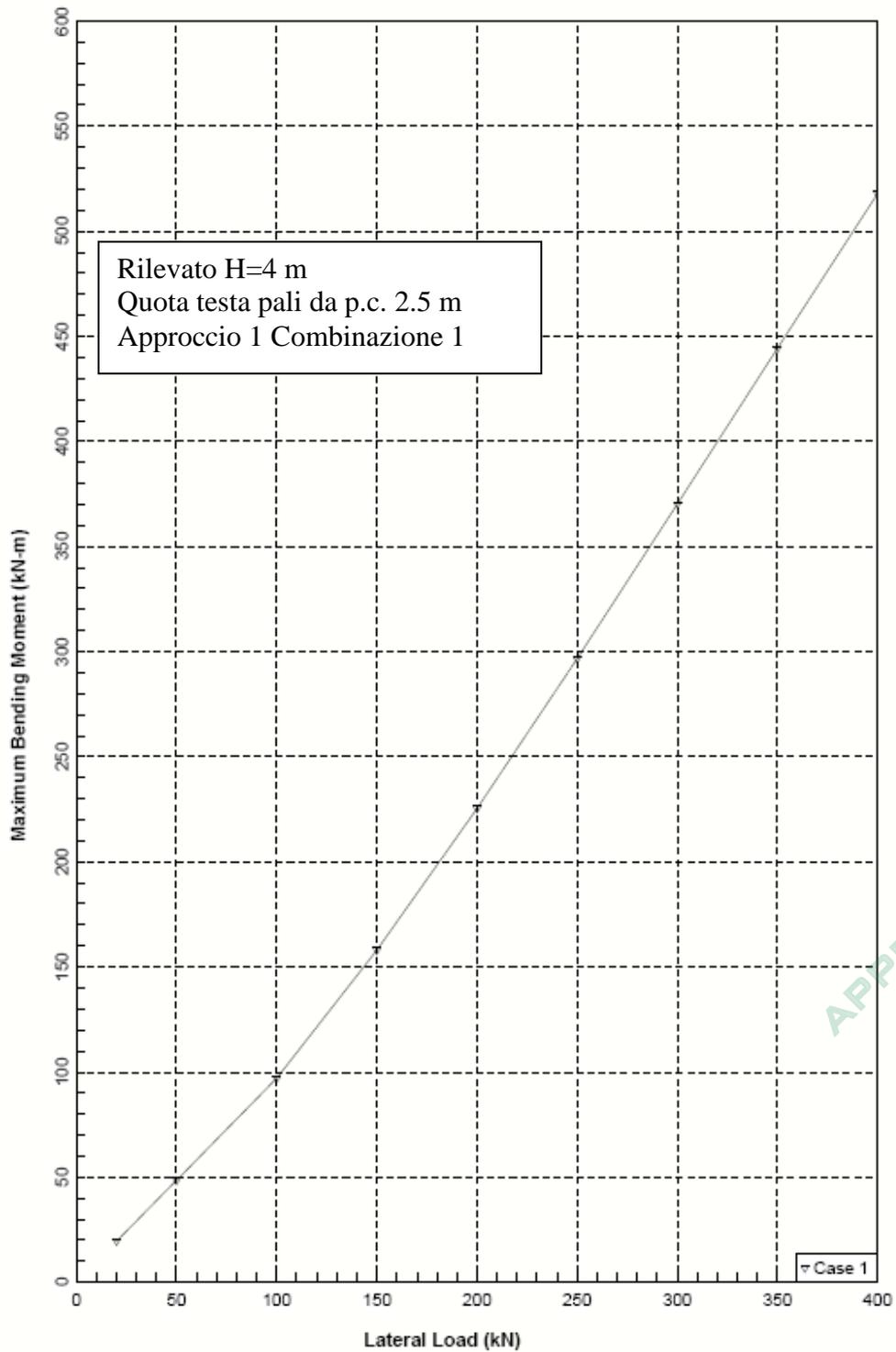






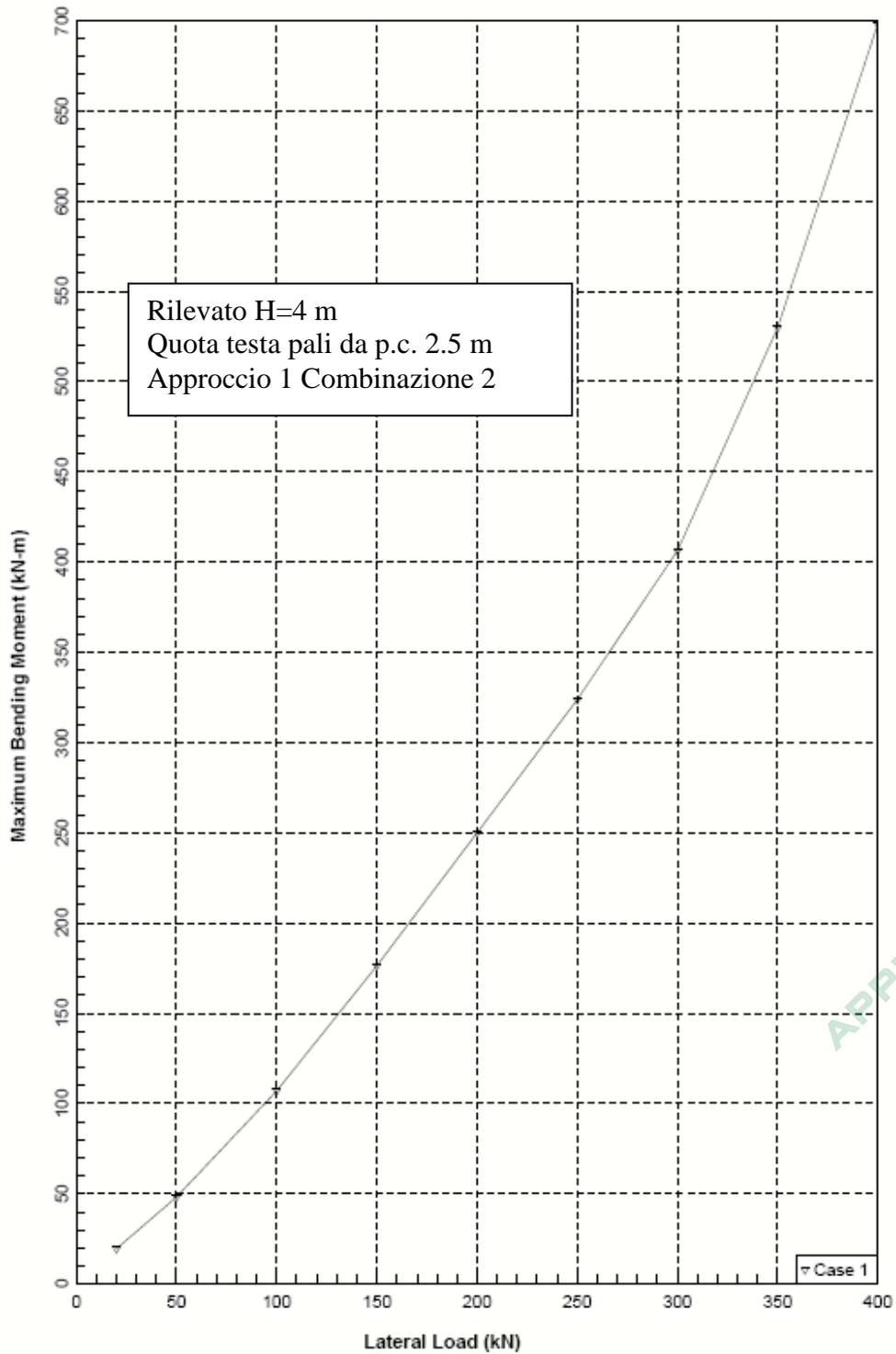


APPROVATO SDP



APPROVATO SDP

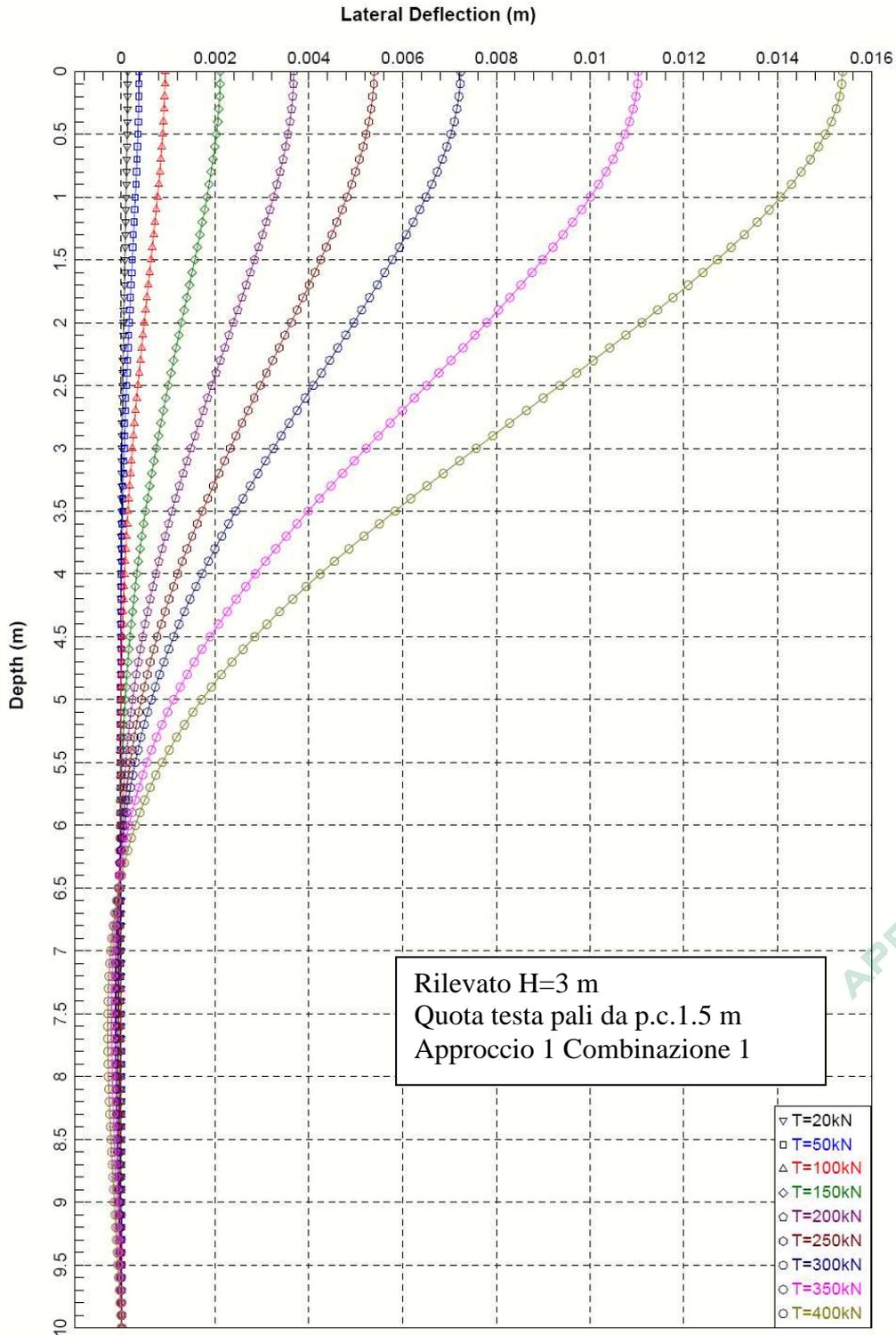
Società di Progetto  
Brebemi SpA



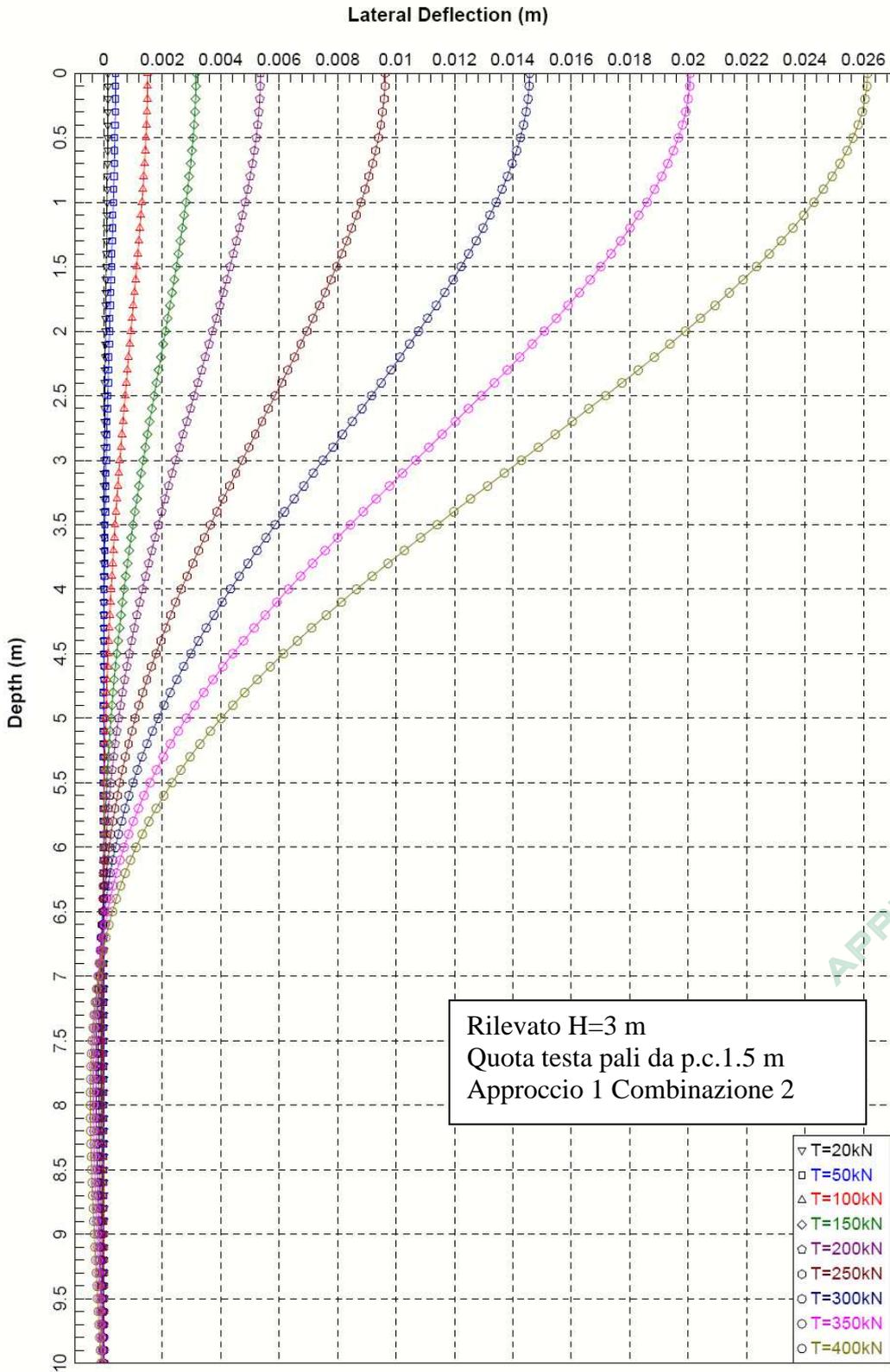
APPROVATO SDP

Quota testa pali da p.c. 1.5 m – Rilevato H= 3m

Società di Progetto  
Brebemi SpA

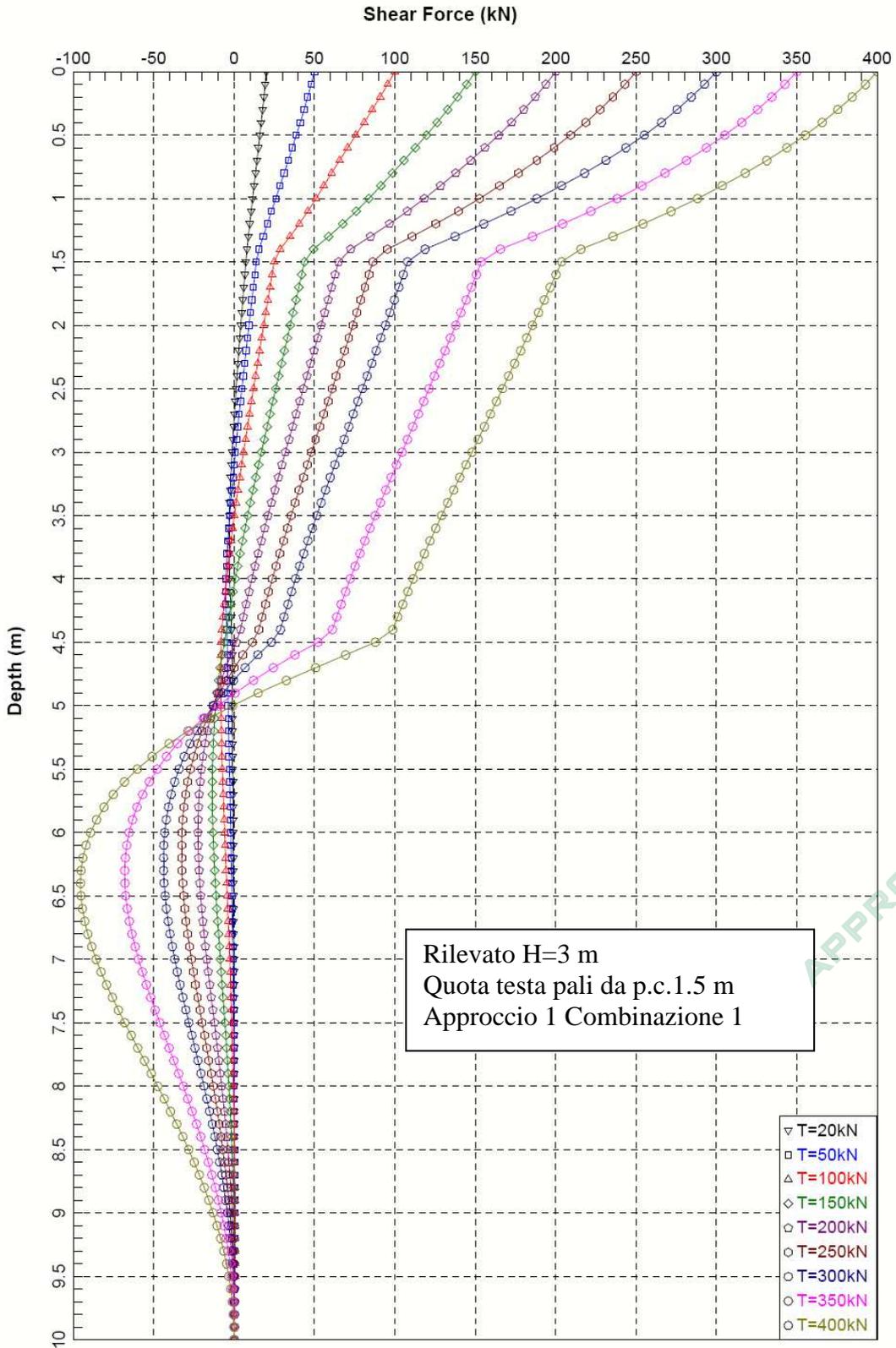


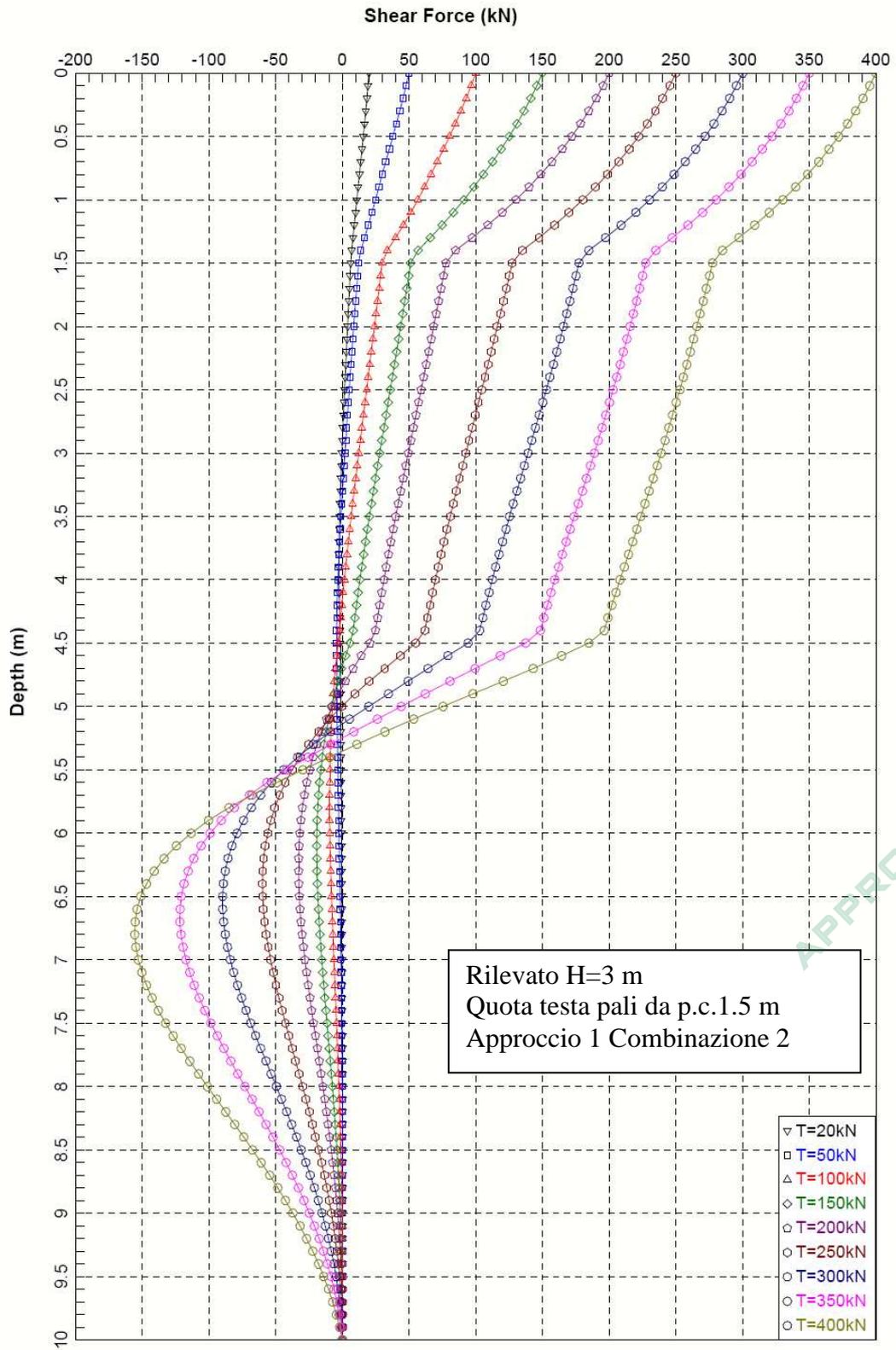
APPROVATO SDP

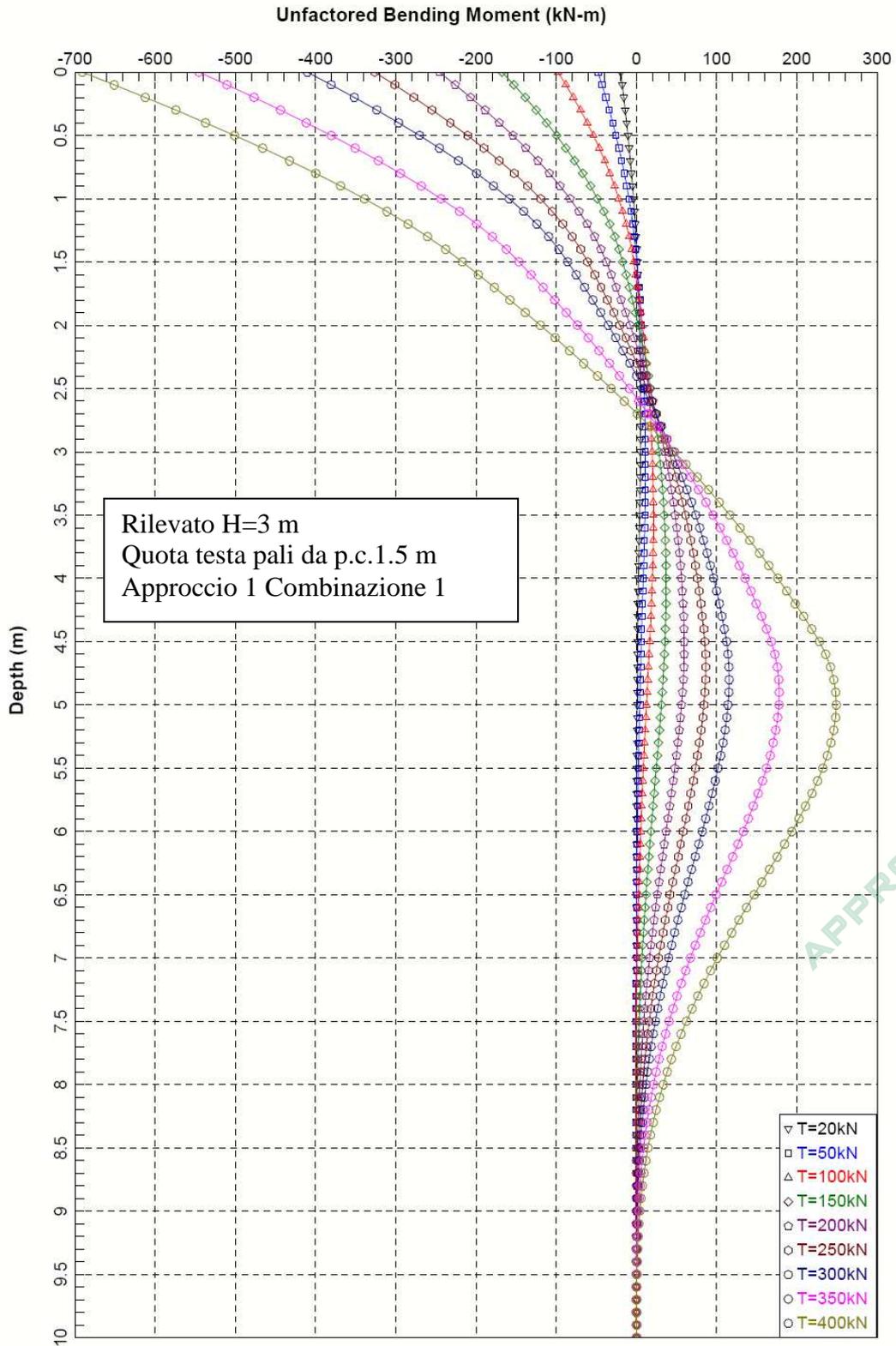


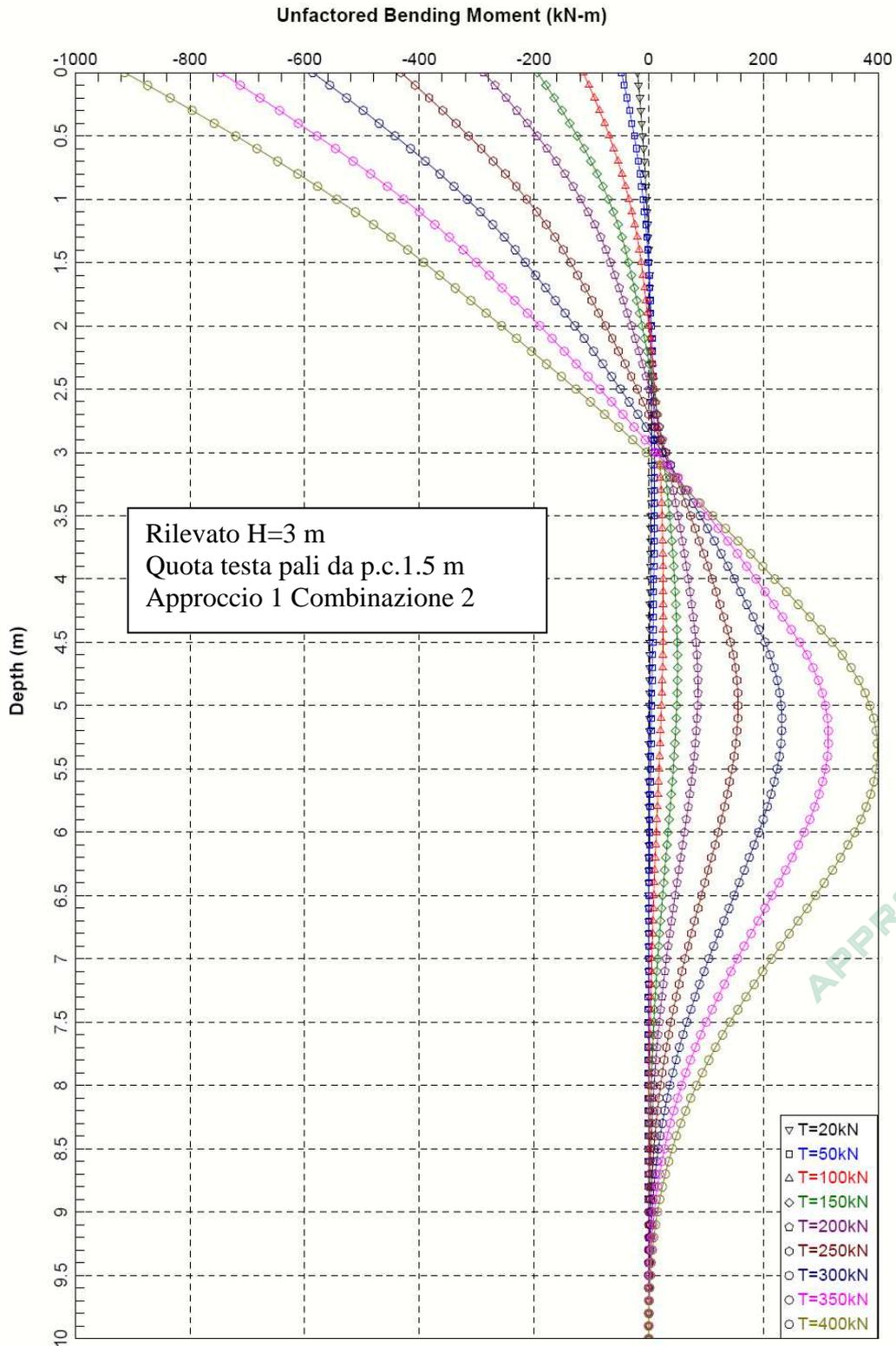
APPROVATO SDP

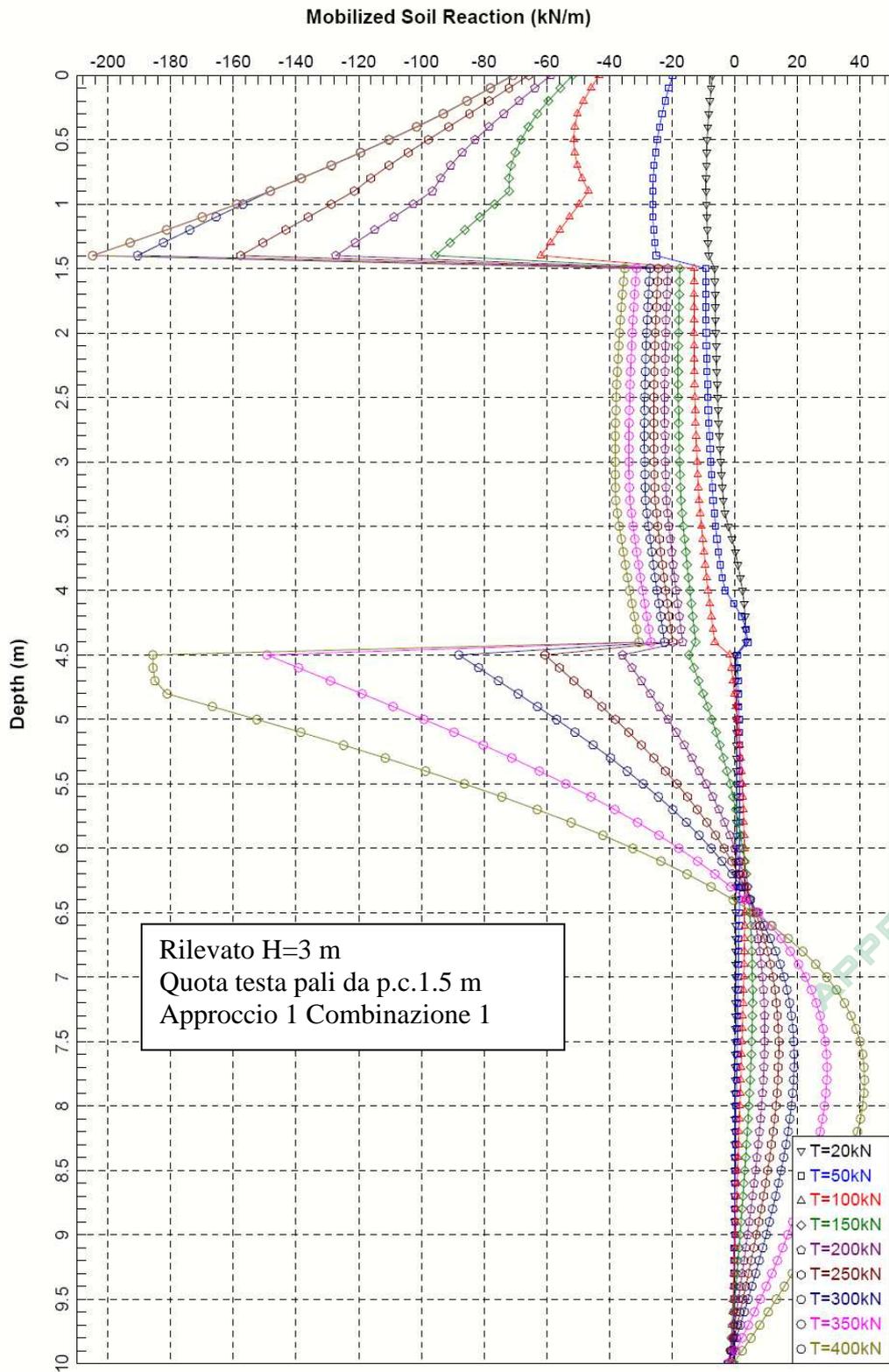


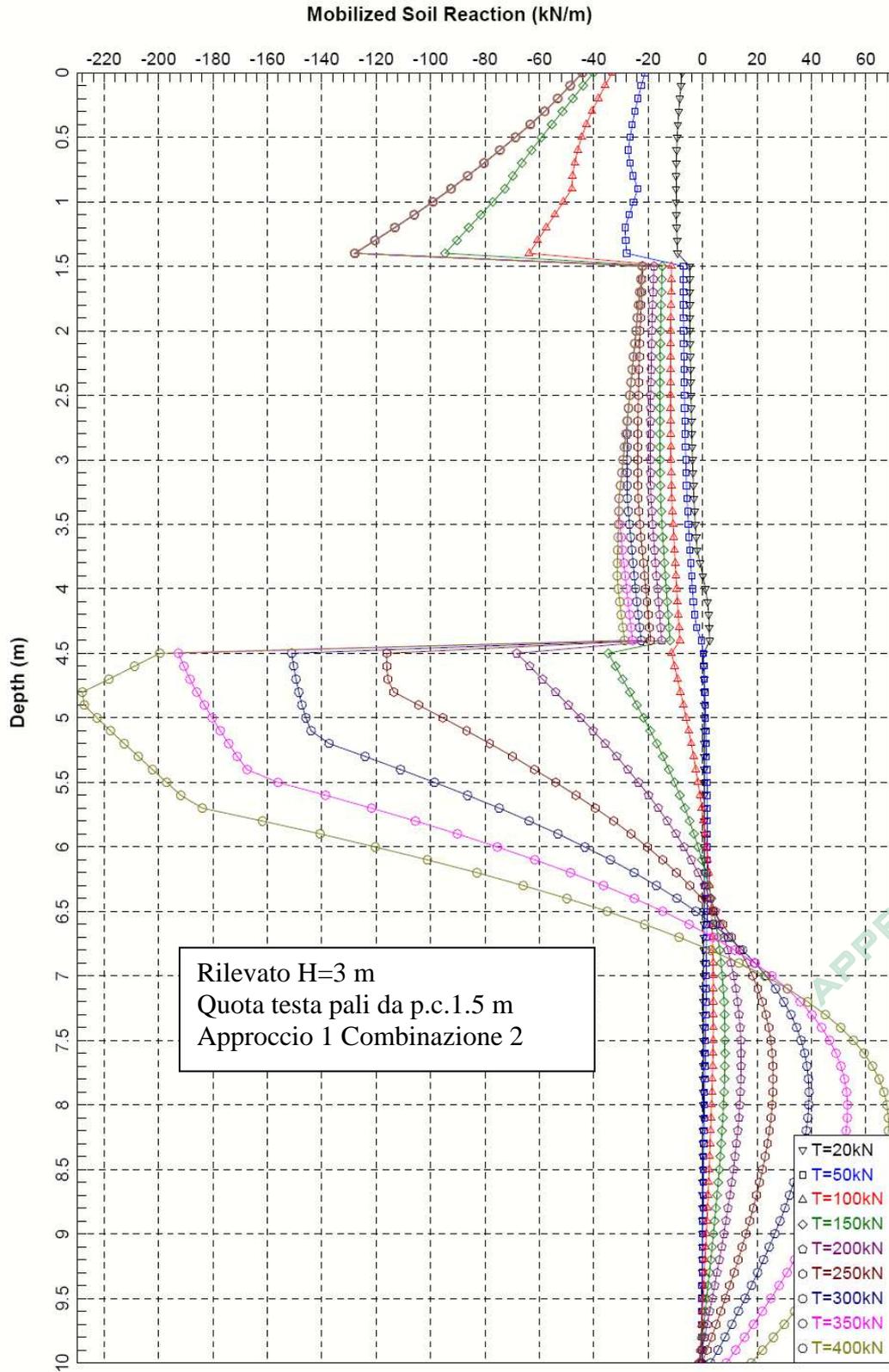


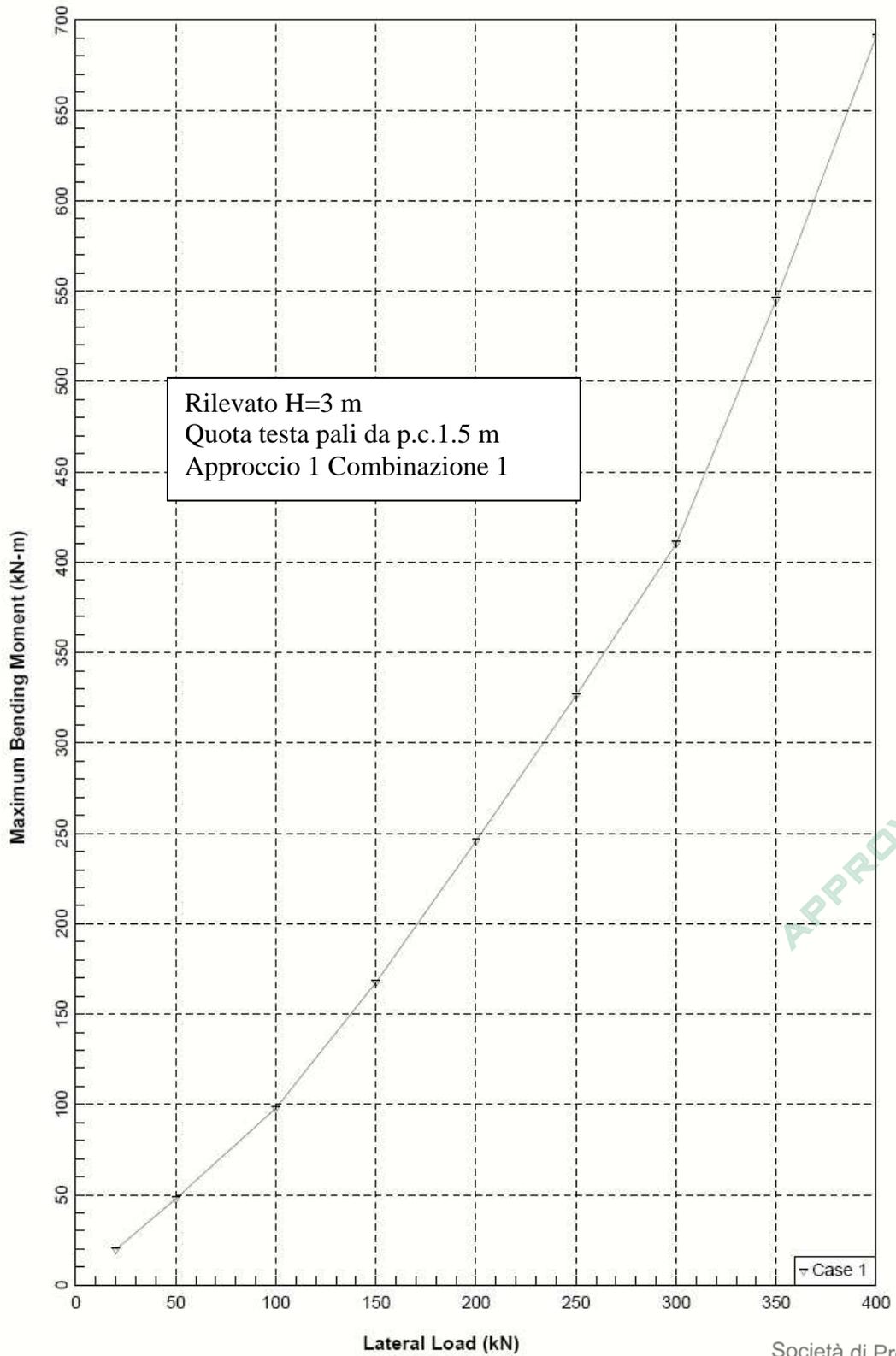


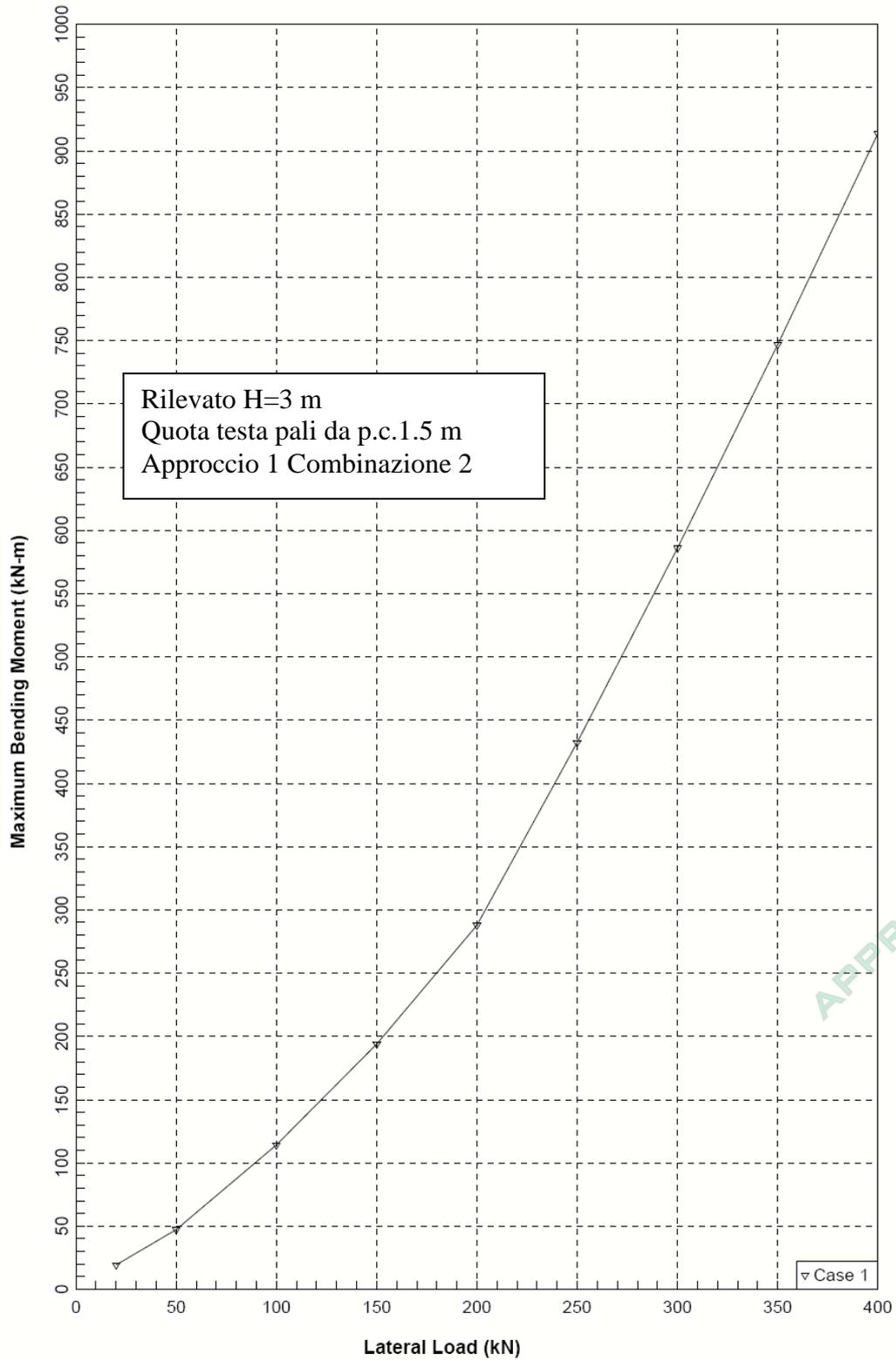






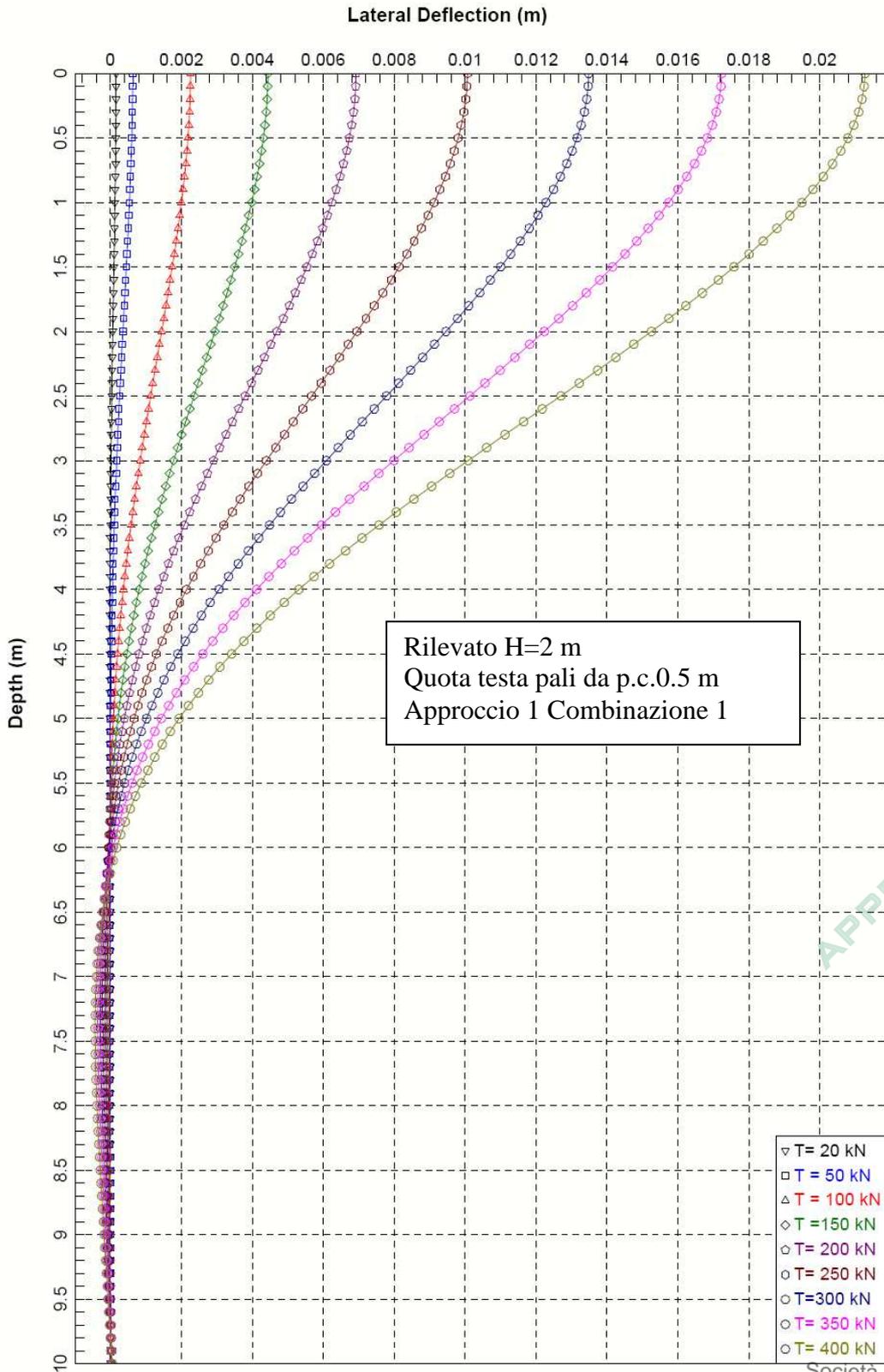






APPROVATO SDP

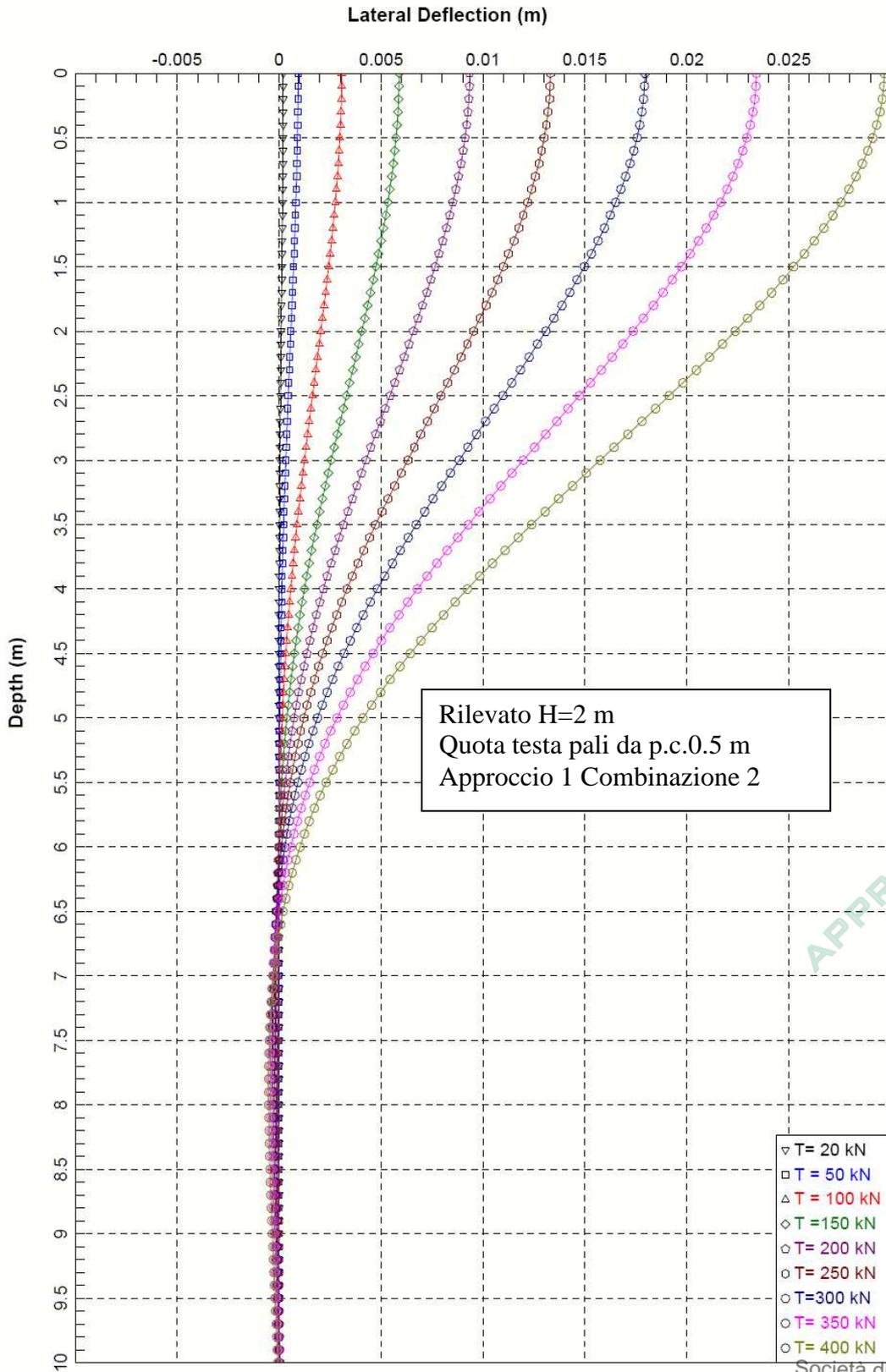
Quota testa pali da p.c. 0.5 m – Rilevato = 2m



APPROVATO SDP

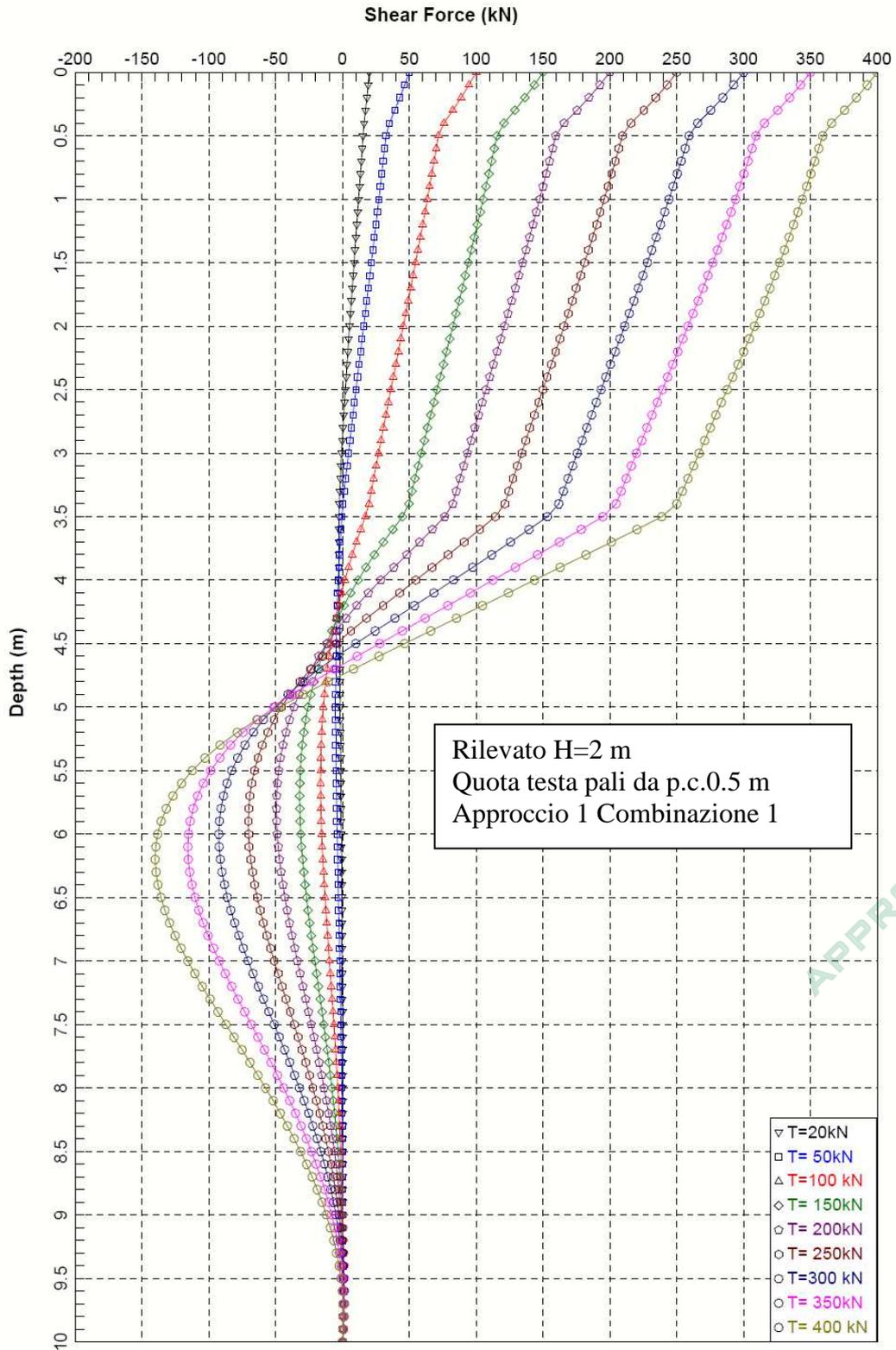
Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



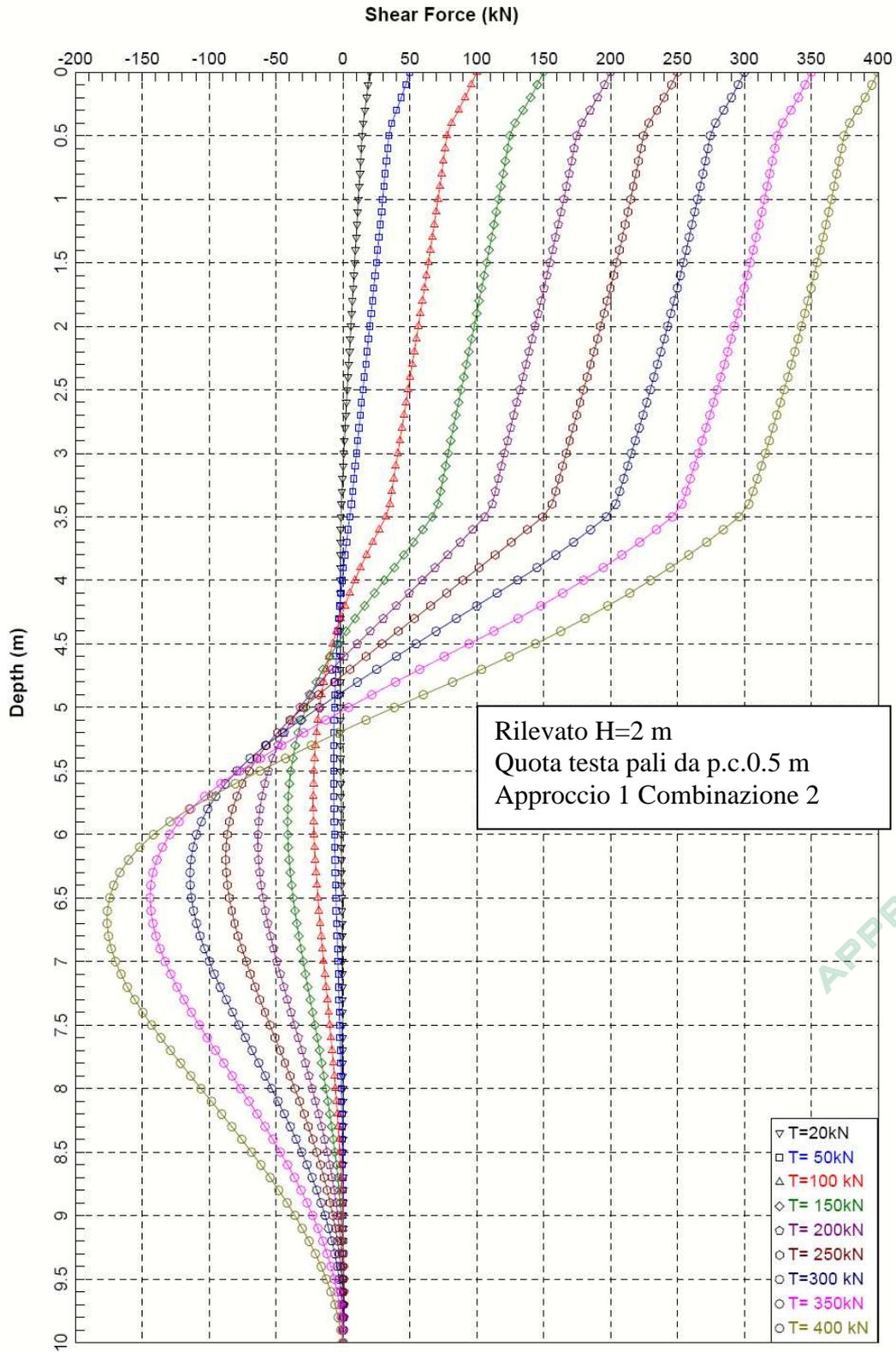


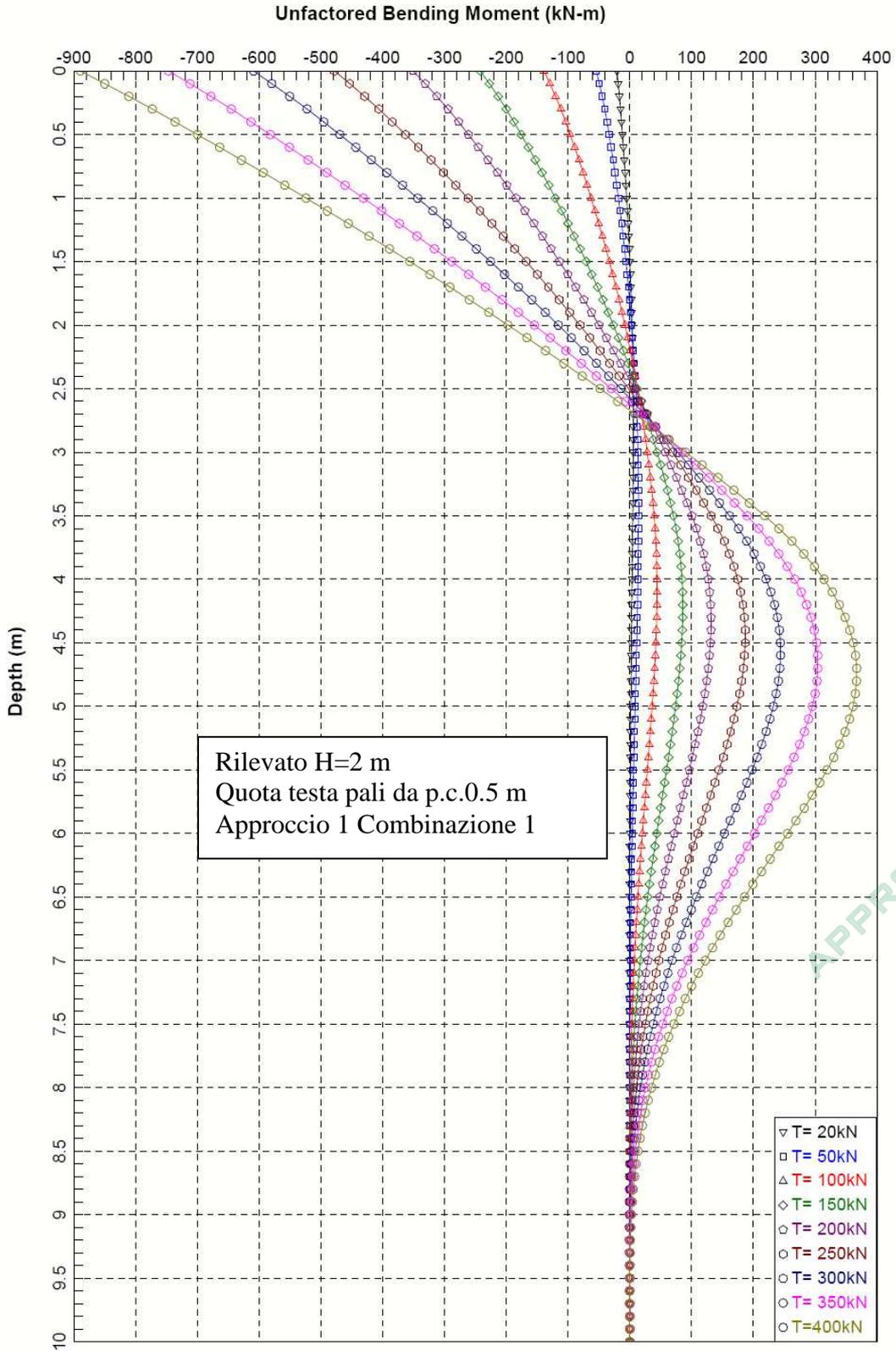
APPROVATO SDP

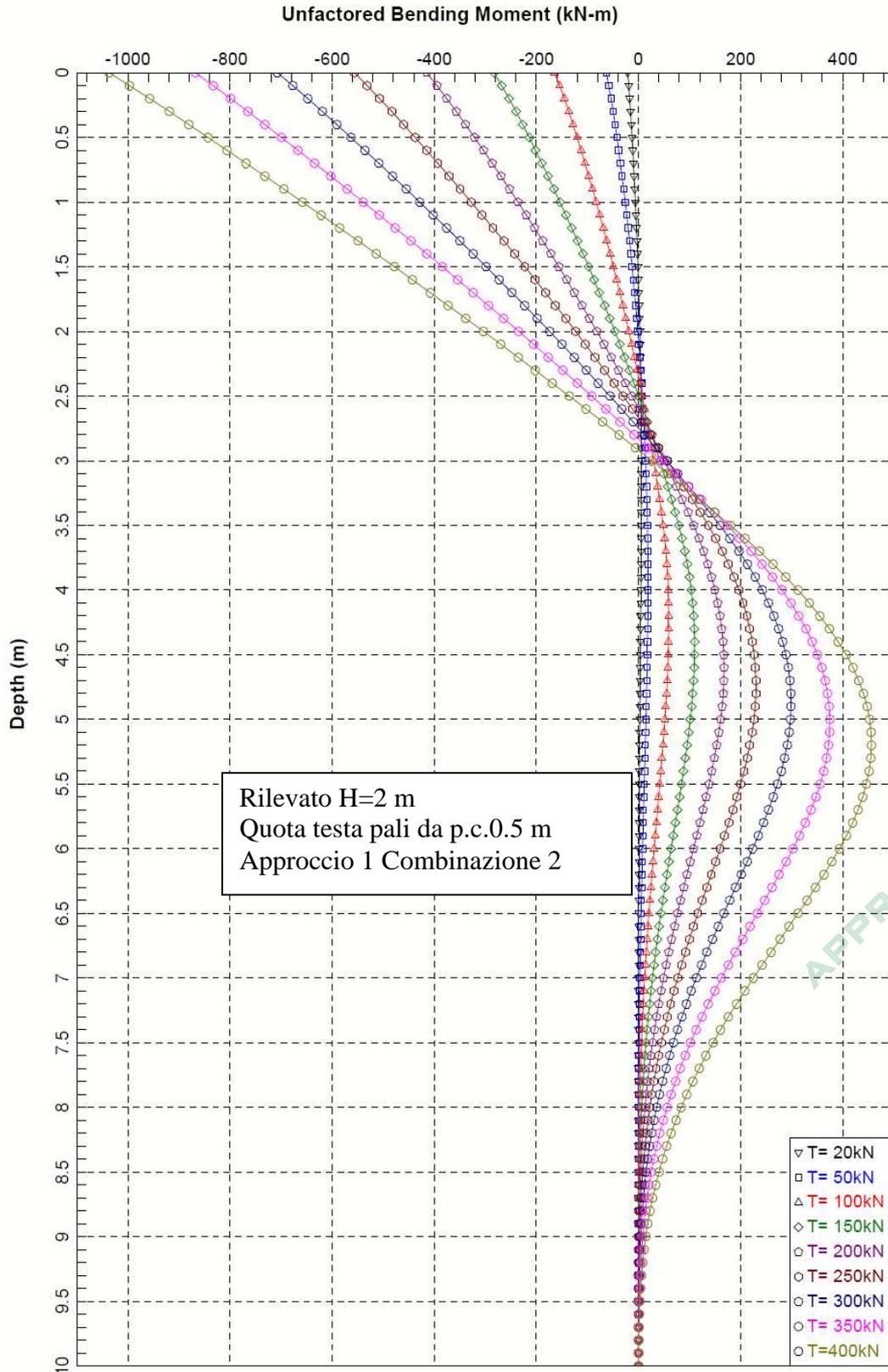
Società di Progetto  
Brebemi SpA



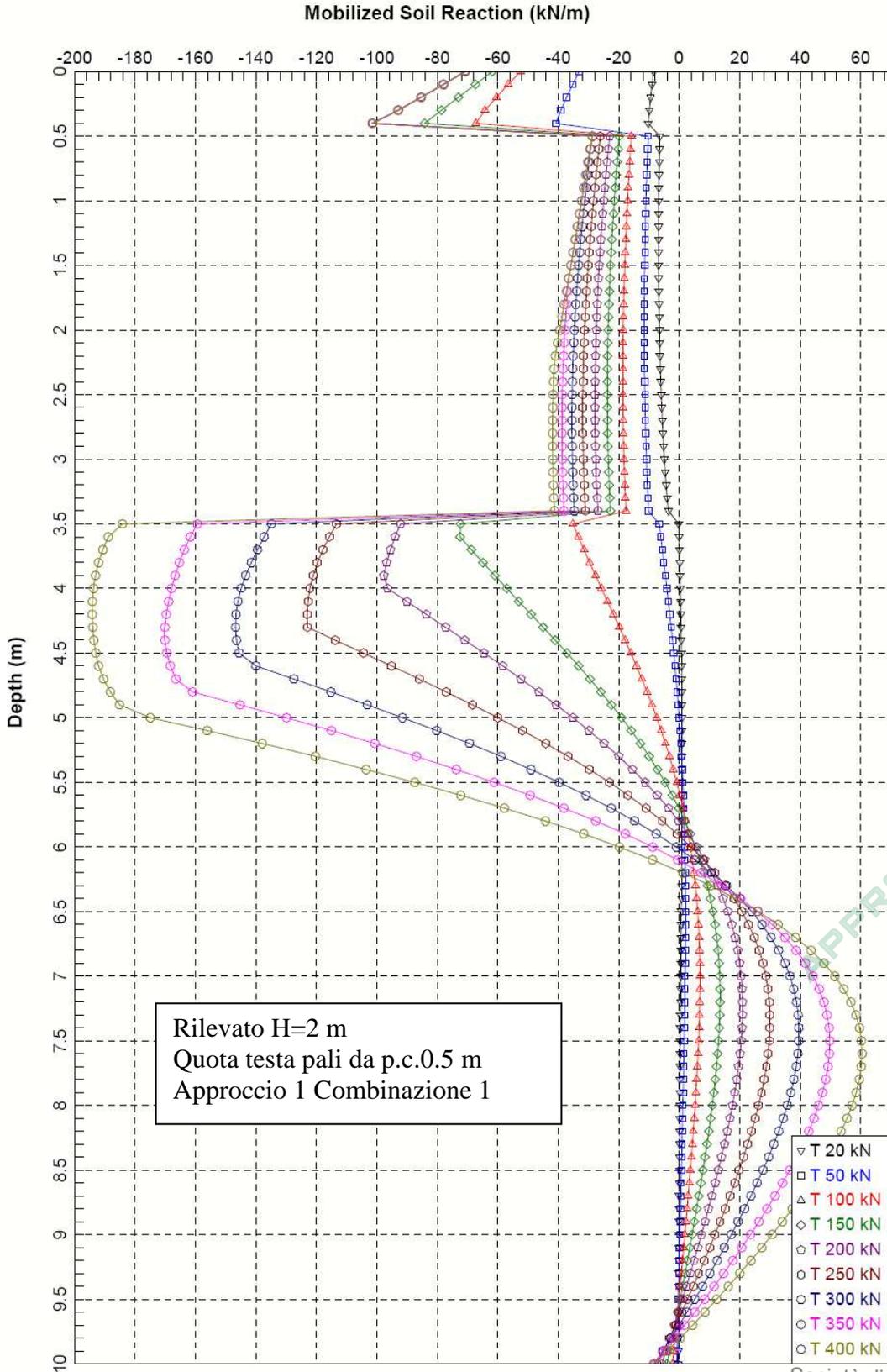
APPROVATO SDP

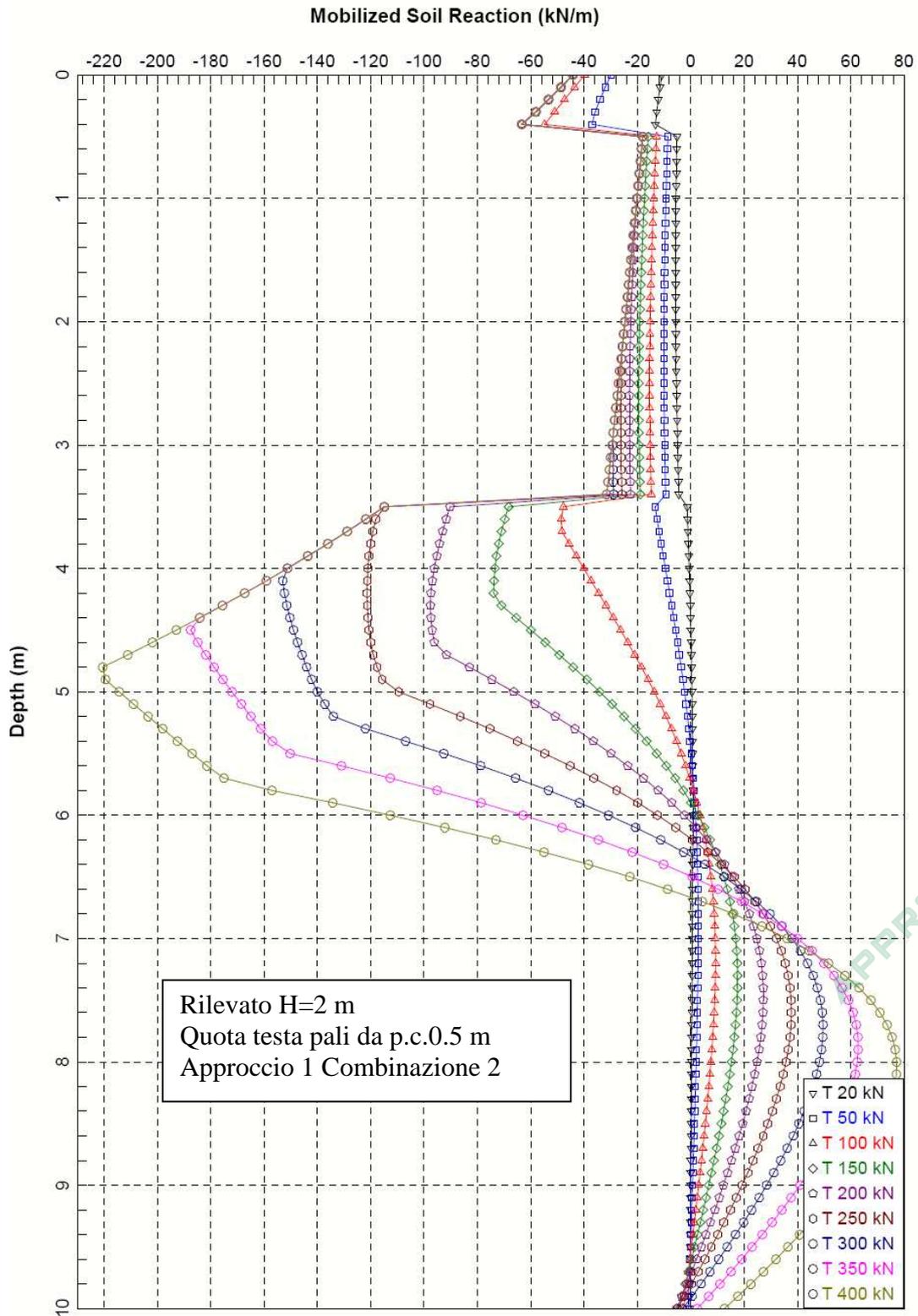


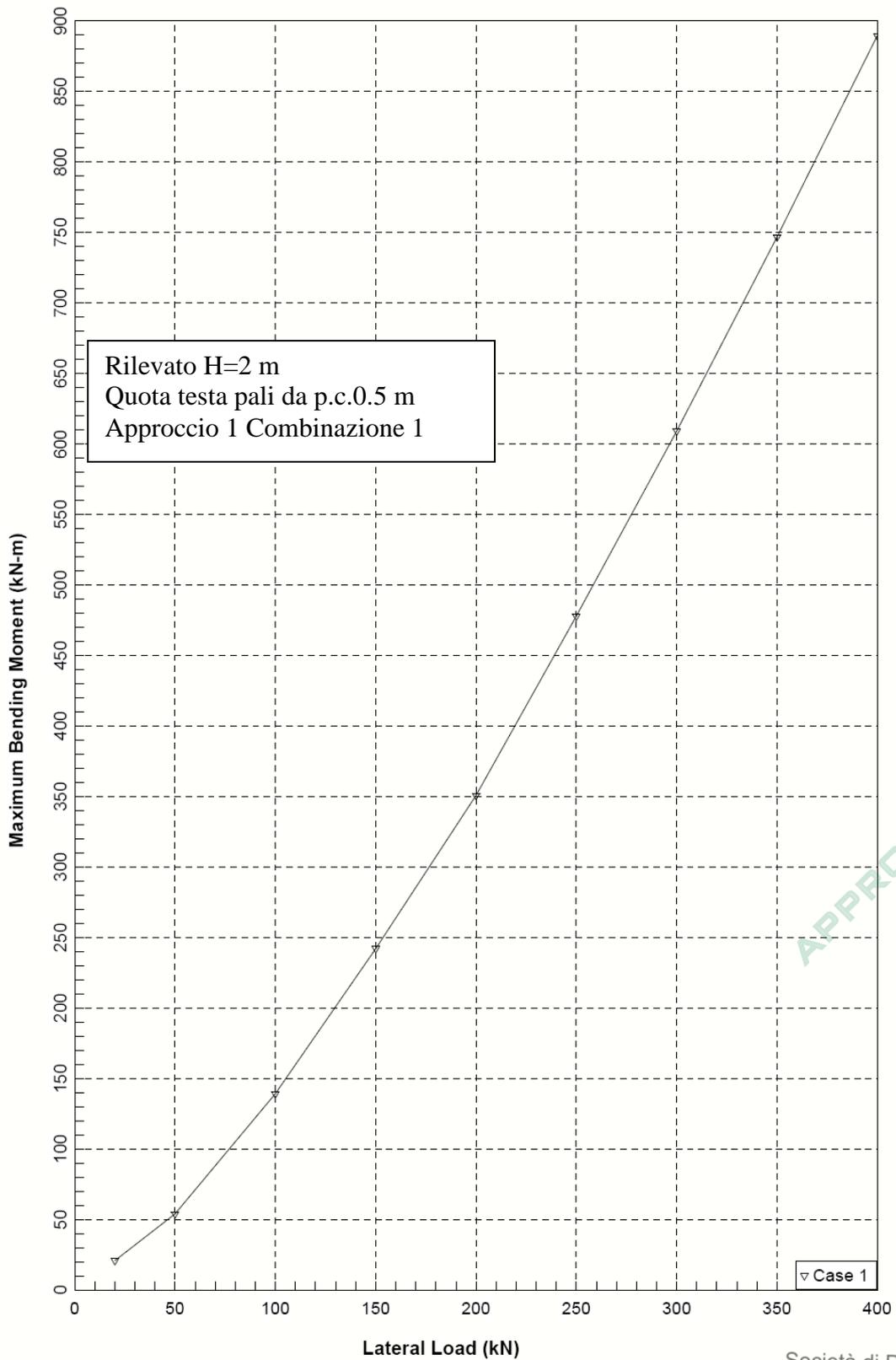


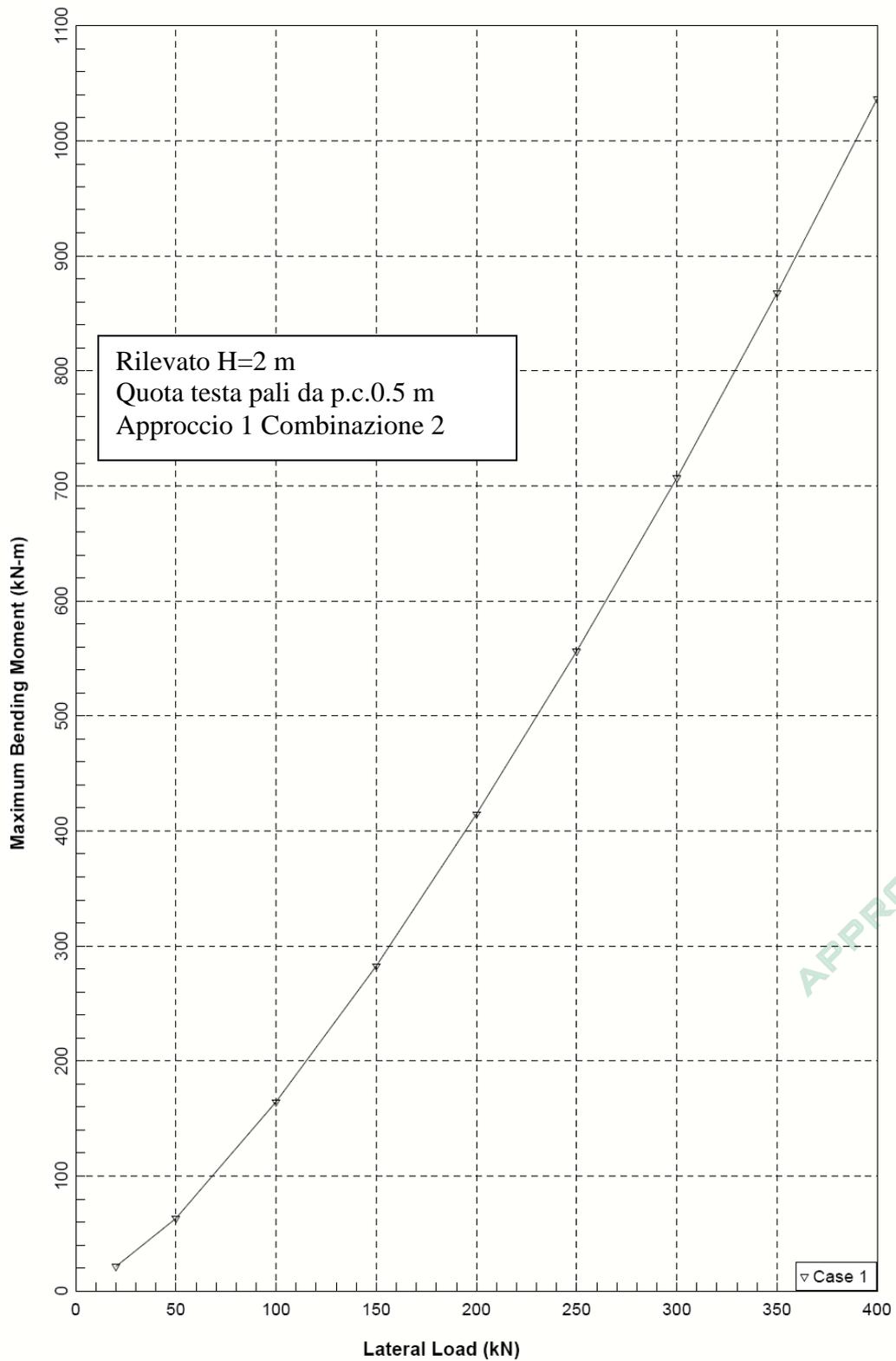


Società di Progetto  
Brebemi SpA



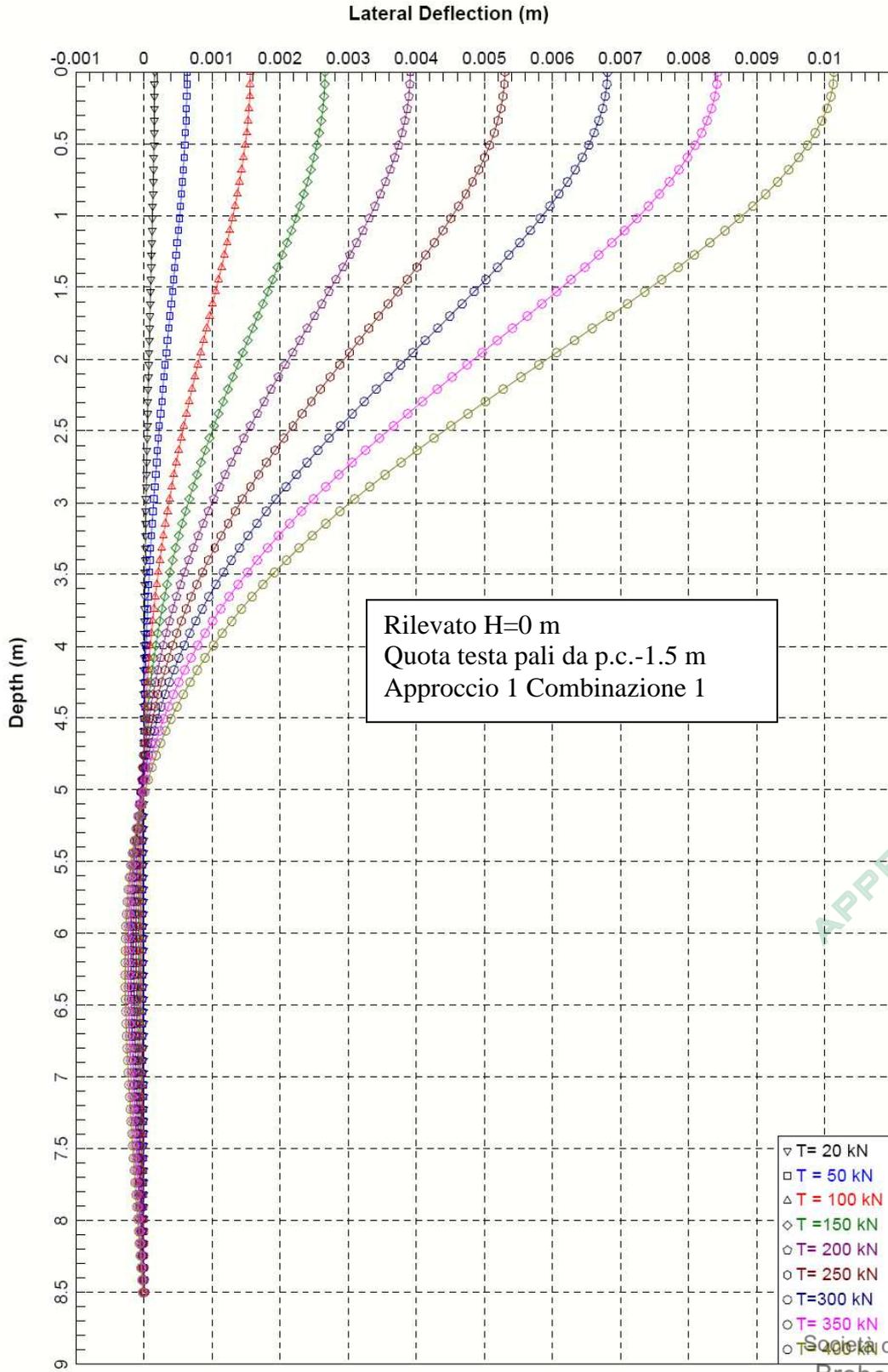




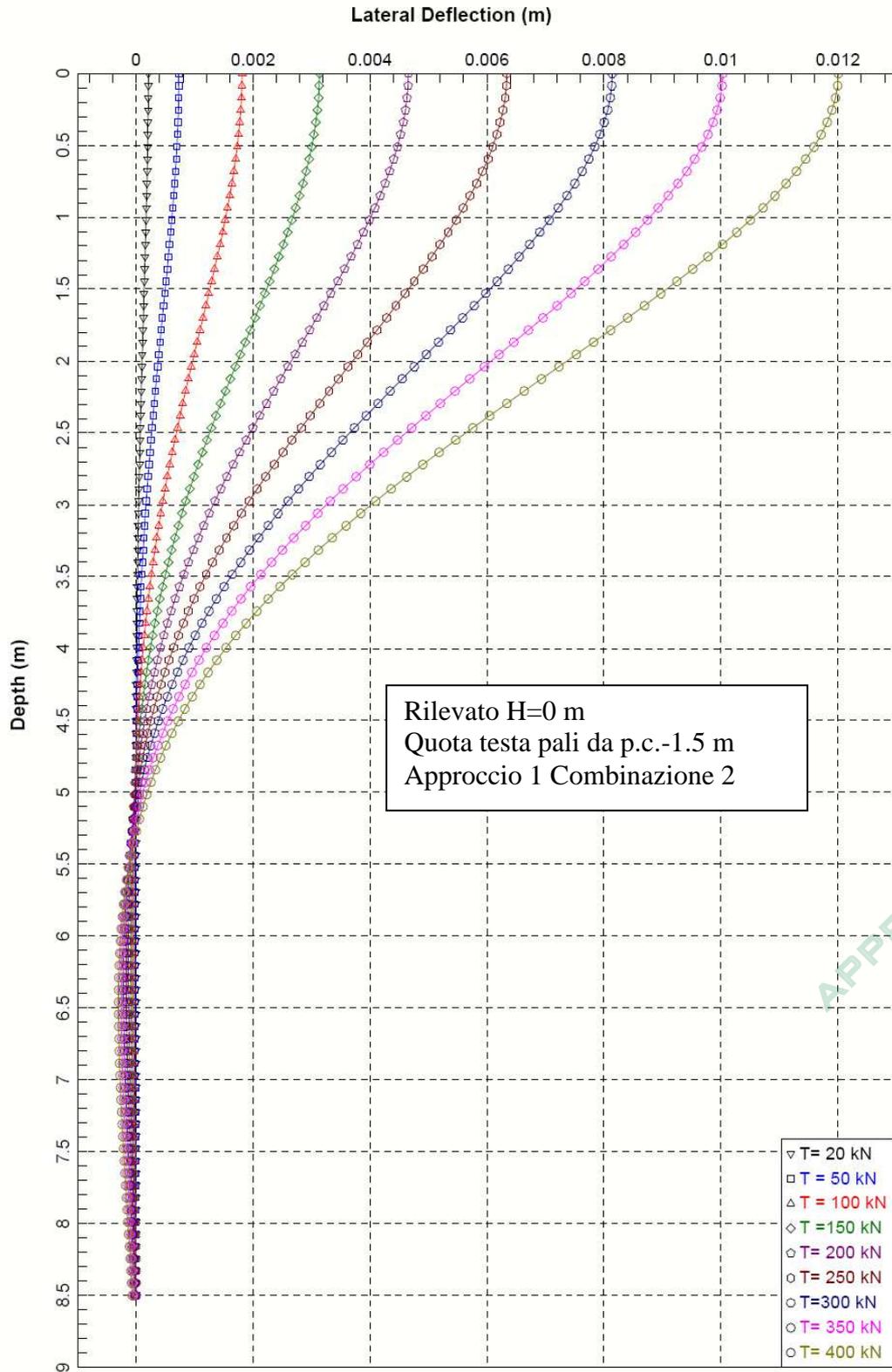


Società di Progetto  
Brebemi SpA

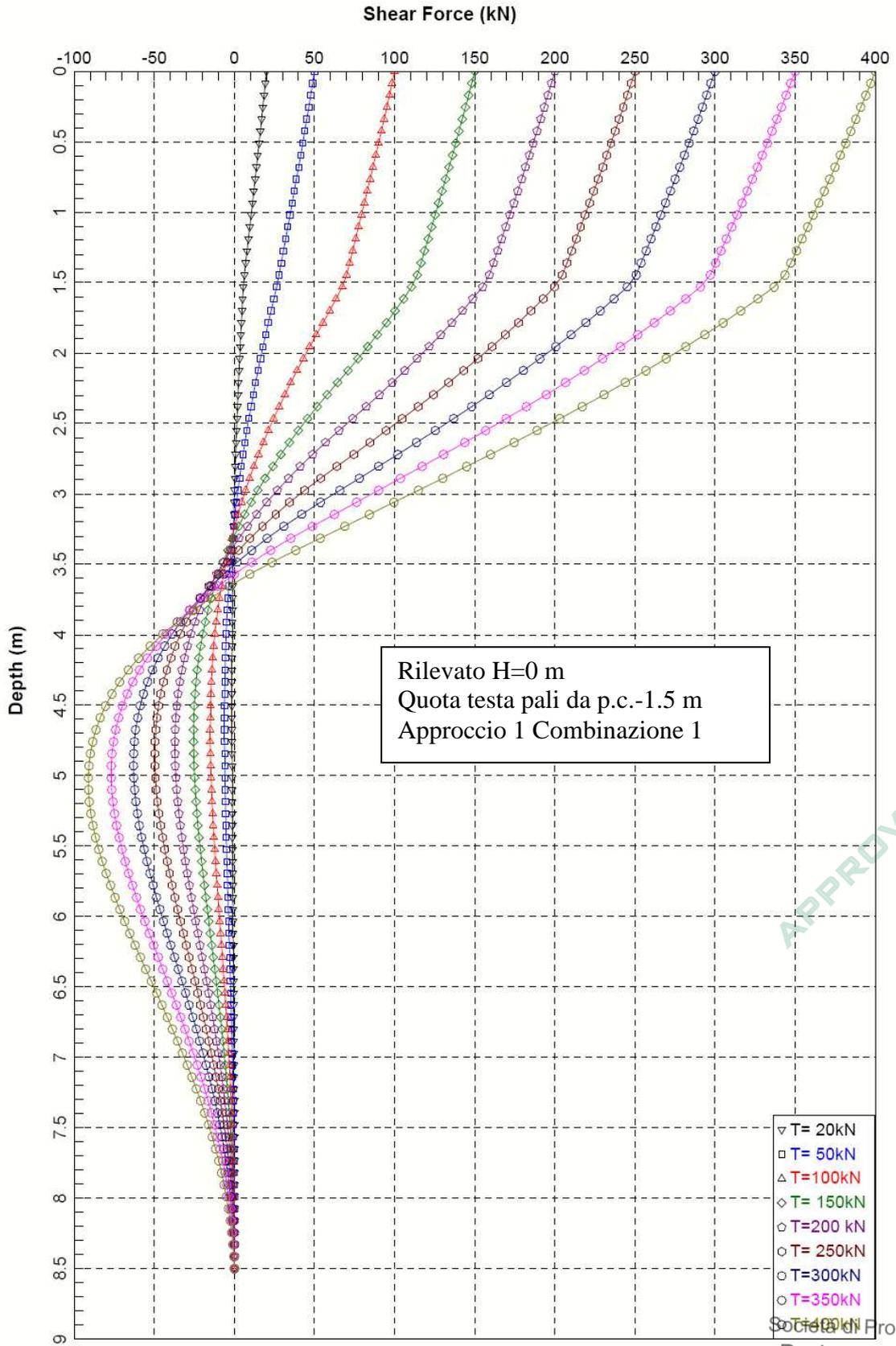
Quota testa pali da p.c. -1.5 m – Rilevato H= 0m (caso valido anche per trincea)



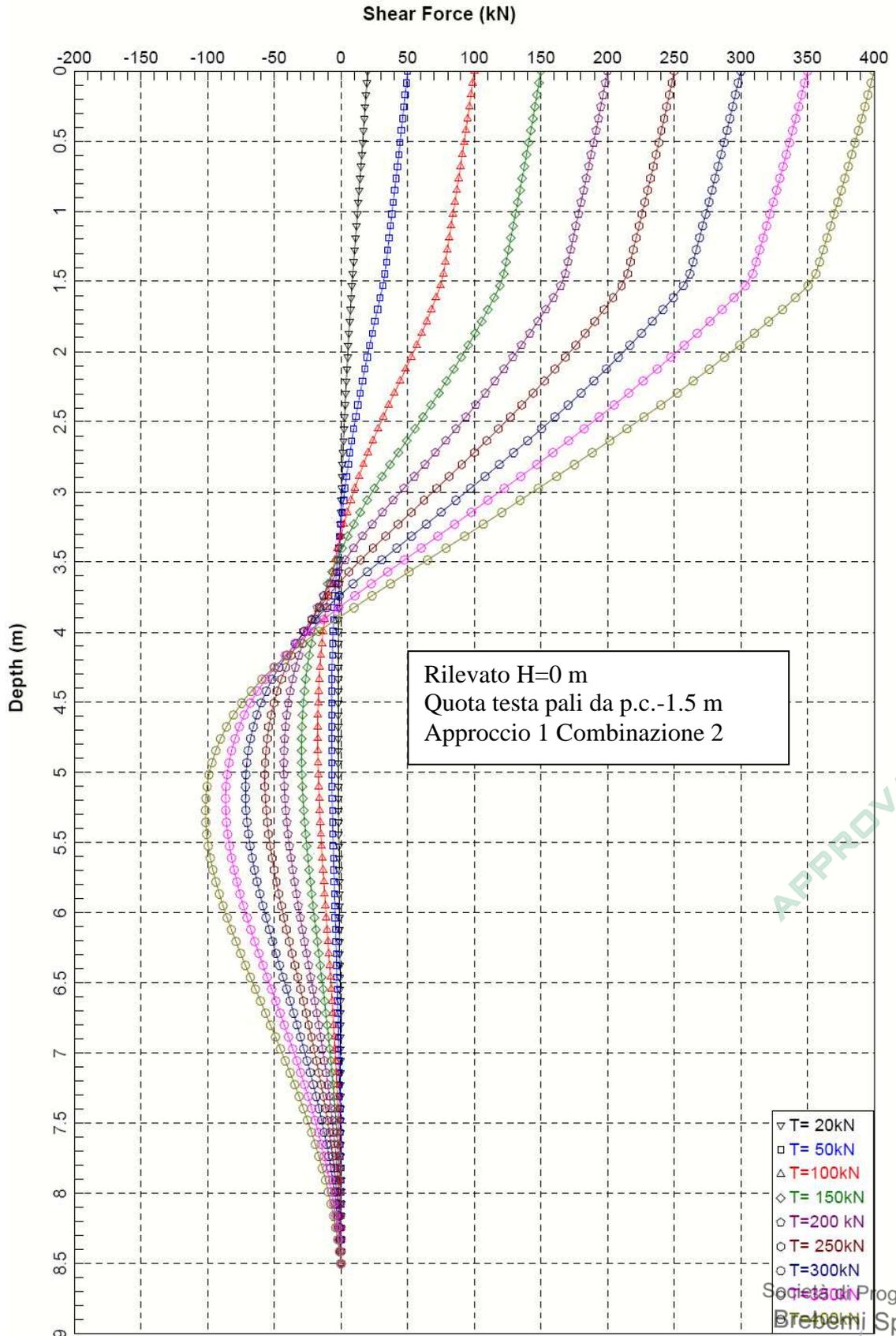
APPROVATO SDP



APPROVATO SDP

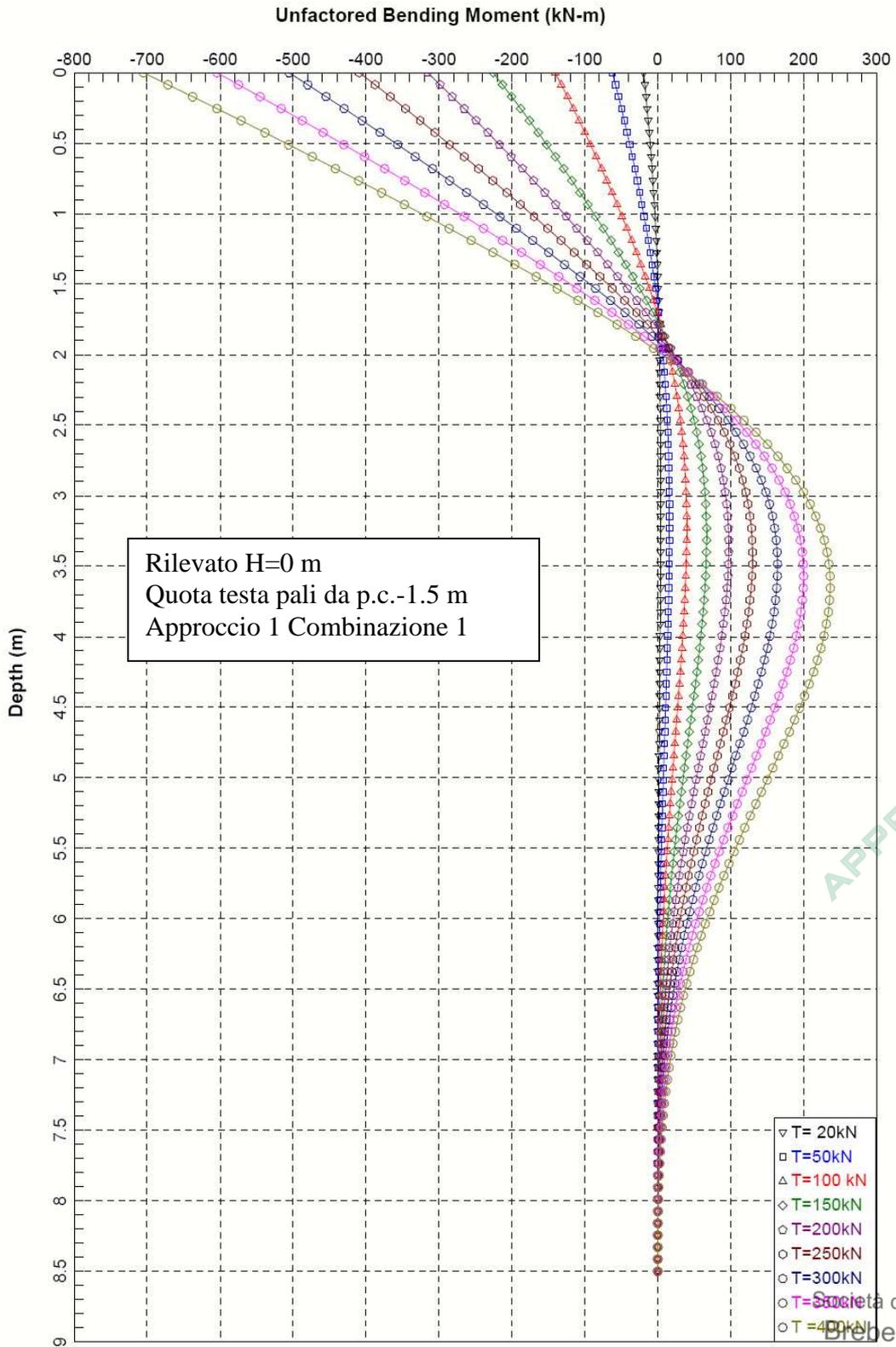


APPROVATO SDP



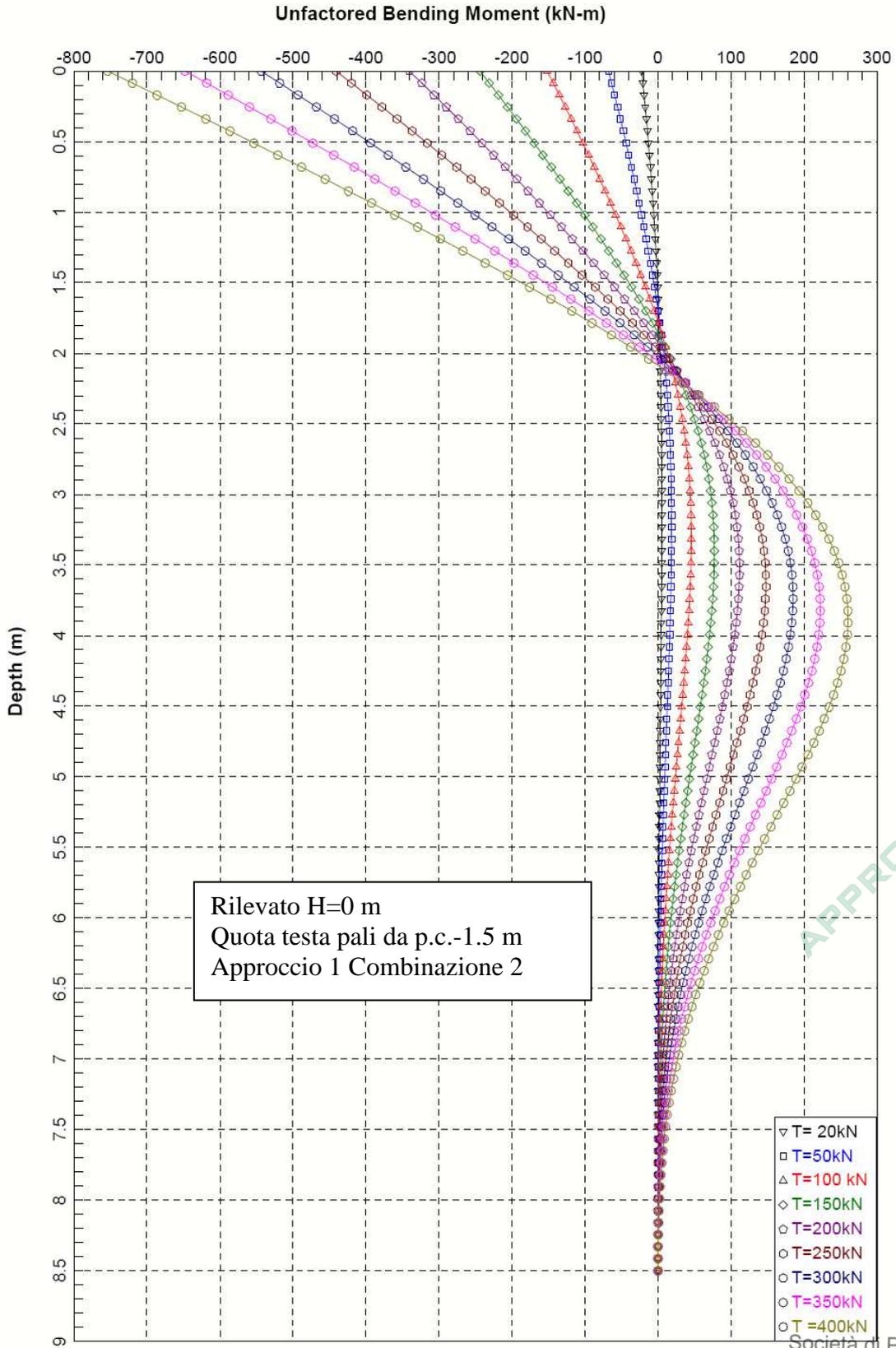
APPROVATO SDP

Società in Progetto  
Brenni SpA



APPROVATO SDP

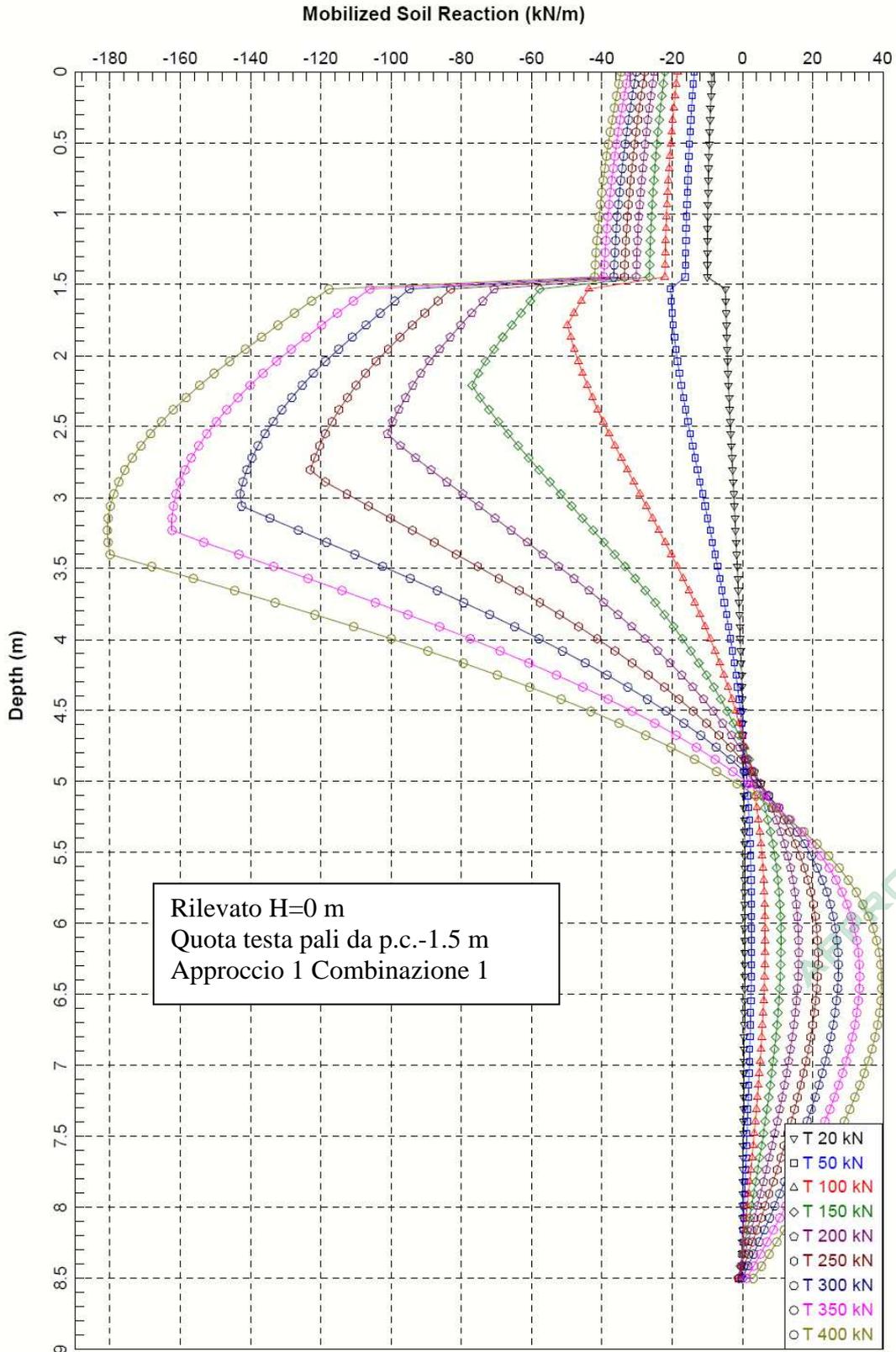
Società di Progetto  
Drebemi SpA

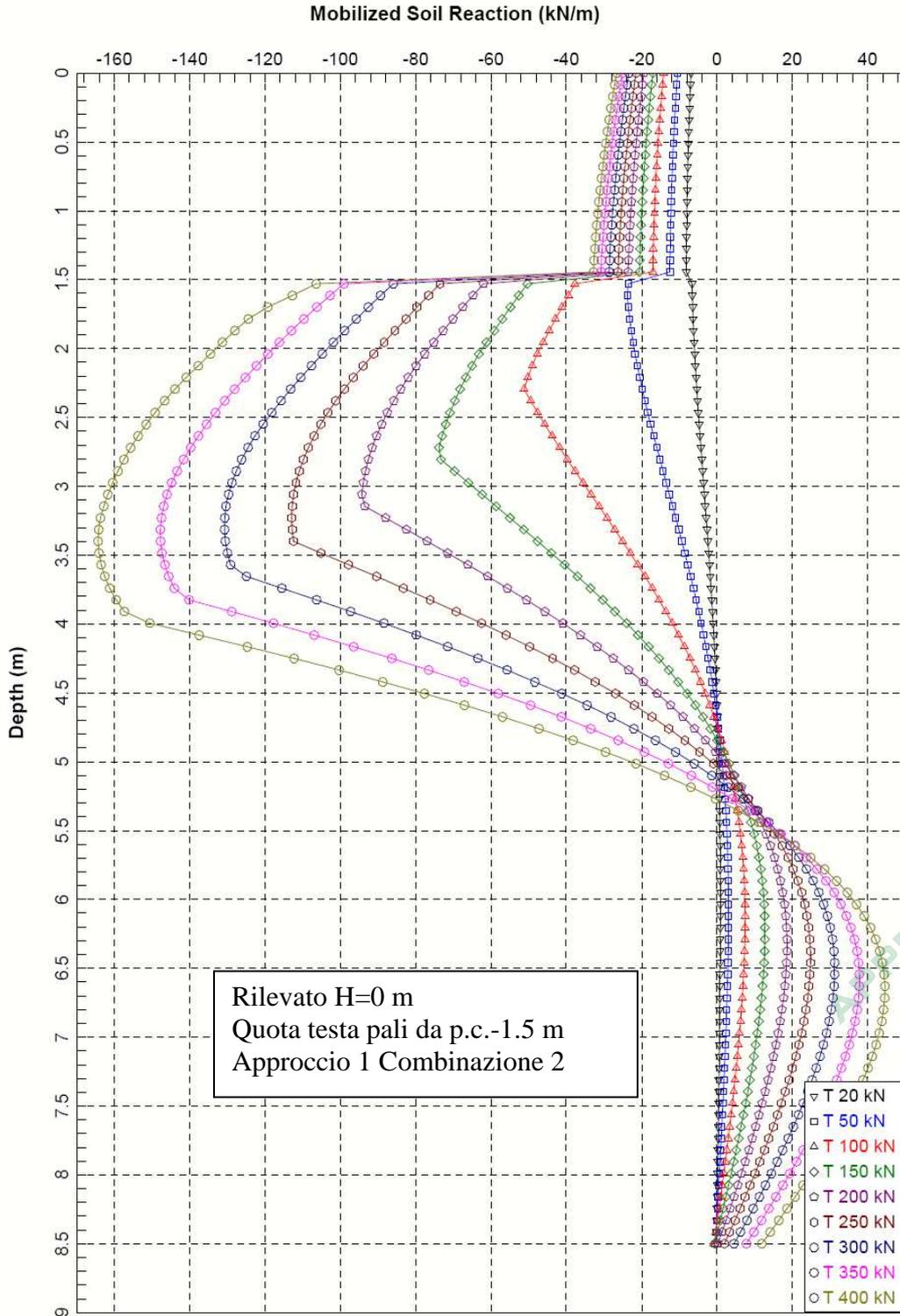


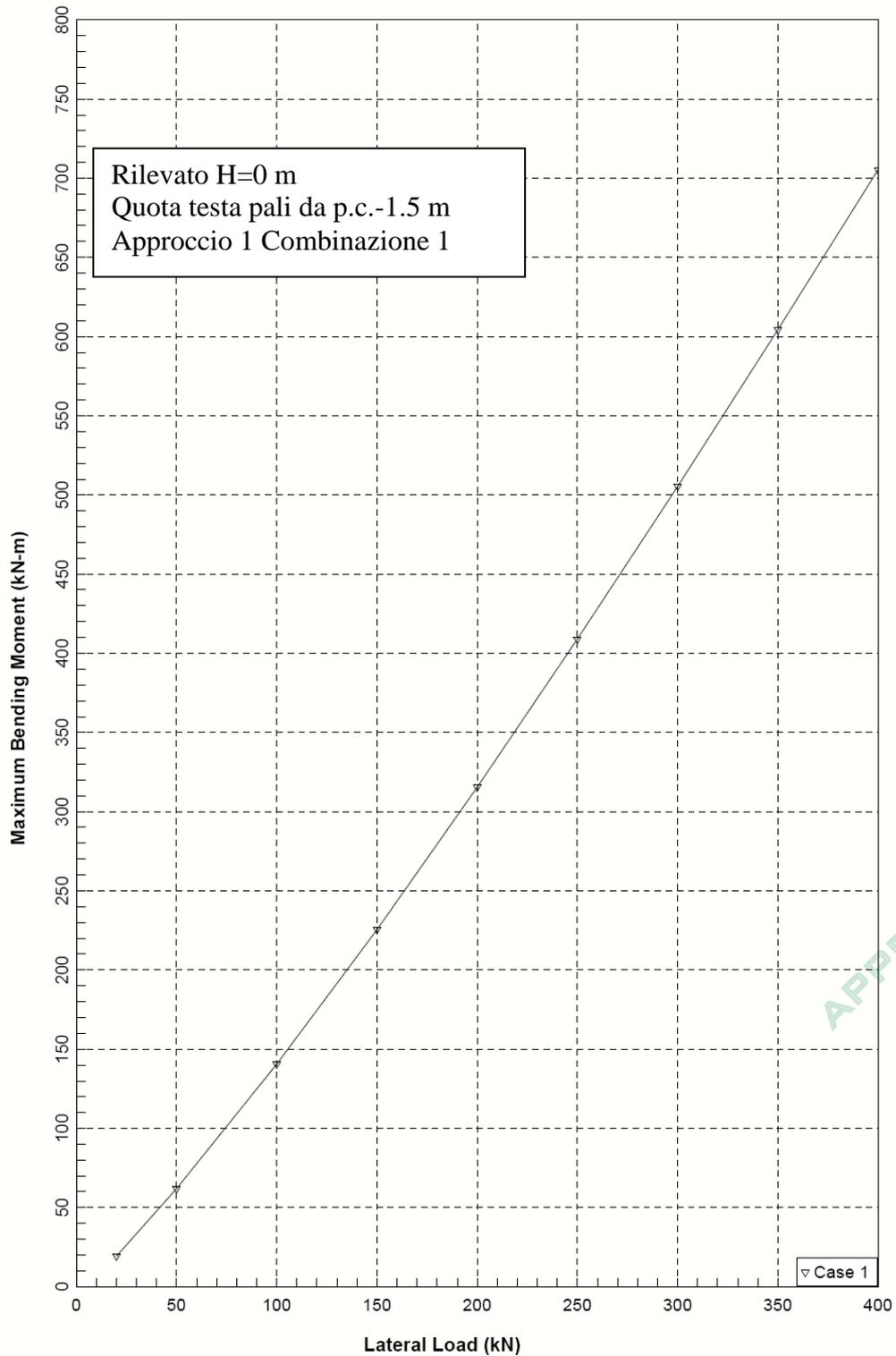
Società di Progetto  
Brebemi SpA



APPROVATO SDP



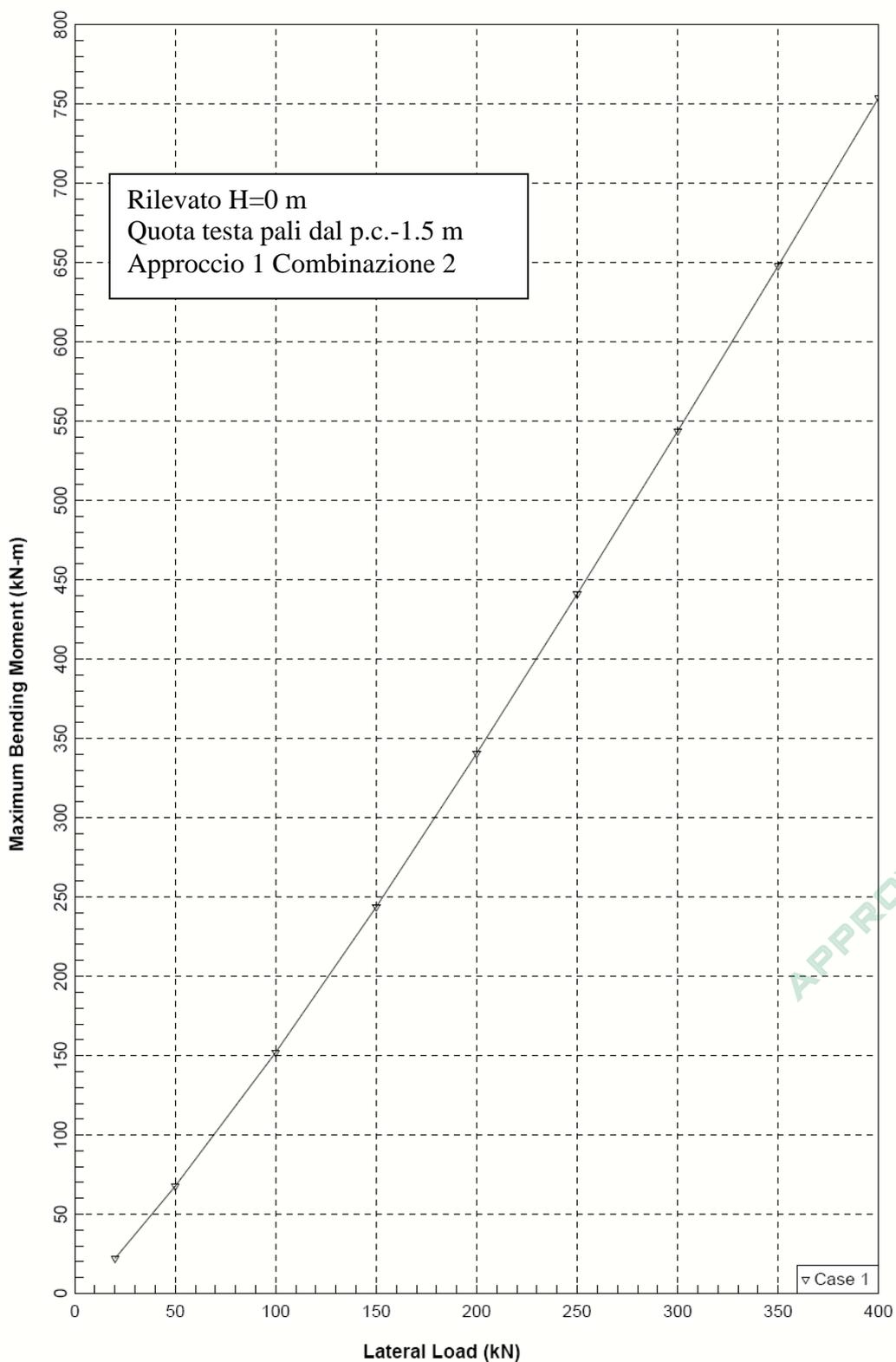




APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA





Società di Progetto  
Brebemi SpA



Di seguito sono riportate le lunghezze minime di progetto dei pali di fondazione attese in base al dimensionamento per carichi orizzontali, per i pannelli a messaggistica variabile. Tali lunghezze sono state ricavate considerando la combinazione di carico più gravosa (combinazione 2):

- Rilevato 6 m: quota testa pali: 4.5 m e lunghezza pali pari a 8.5 m;
- Rilevato 4 m: quota testa pali 2.5 m e lunghezza pali pari a 9 m;
- Rilevato 3 m: quota testa pali 1.5 m e lunghezza pali pari a 10 m;
- Rilevato 2 m: quota testa pali 0.5 m e lunghezza pali pari a 10 m;
- Rilevato 0 m: quota testa pali -1.5 m e lunghezza pali pari a 8.5 m.

### 5.3 Comportamento del palo nei confronti dei carichi assiali

Sulla base dei casi considerati nel paragrafo precedente, si riportano i diagrammi delle resistenze di progetto ai carichi verticali, determinati sulla base di quanto riportato al §3.

Le lunghezze minime di progetto dei pali, determinate dalla verifica a carichi orizzontali, devono essere verificate anche in funzione dei carichi verticali di compressione e trazione attesi sui pali stessi. Qualora risultasse dimensionante la verifica per carichi verticali, le lunghezze dei pali andranno modificate di conseguenza.

Di seguito sono illustrati gli andamenti delle capacità assiali del palo, a compressione e a trazione, per i cinque tipologici considerati. In particolare:

#### Quota testa pali da p.c. 4.5 m:

Approccio 1 – Combinazione 1: Figura 2, Figura 3  
 Approccio 1 – Combinazione 2: Figura 4, Figura 5

#### Quota testa pali da p.c. 2.5 m:

Approccio 1 – Combinazione 1: Figura 6, Figura 7  
 Approccio 1 – Combinazione 2: Figura 8, Figura 9

#### Quota testa pali da p.c. 1.5 m:

Approccio 1 – Combinazione 1: Figura 10, Figura 11  
 Approccio 1 – Combinazione 2: Figura 12, Figura 13

#### Quota testa pali da p.c. 0.5 m:

Approccio 1 – Combinazione 1: Figura 14,  
 Figura 15  
 Approccio 1 – Combinazione 2: Figura 16, Figura 17

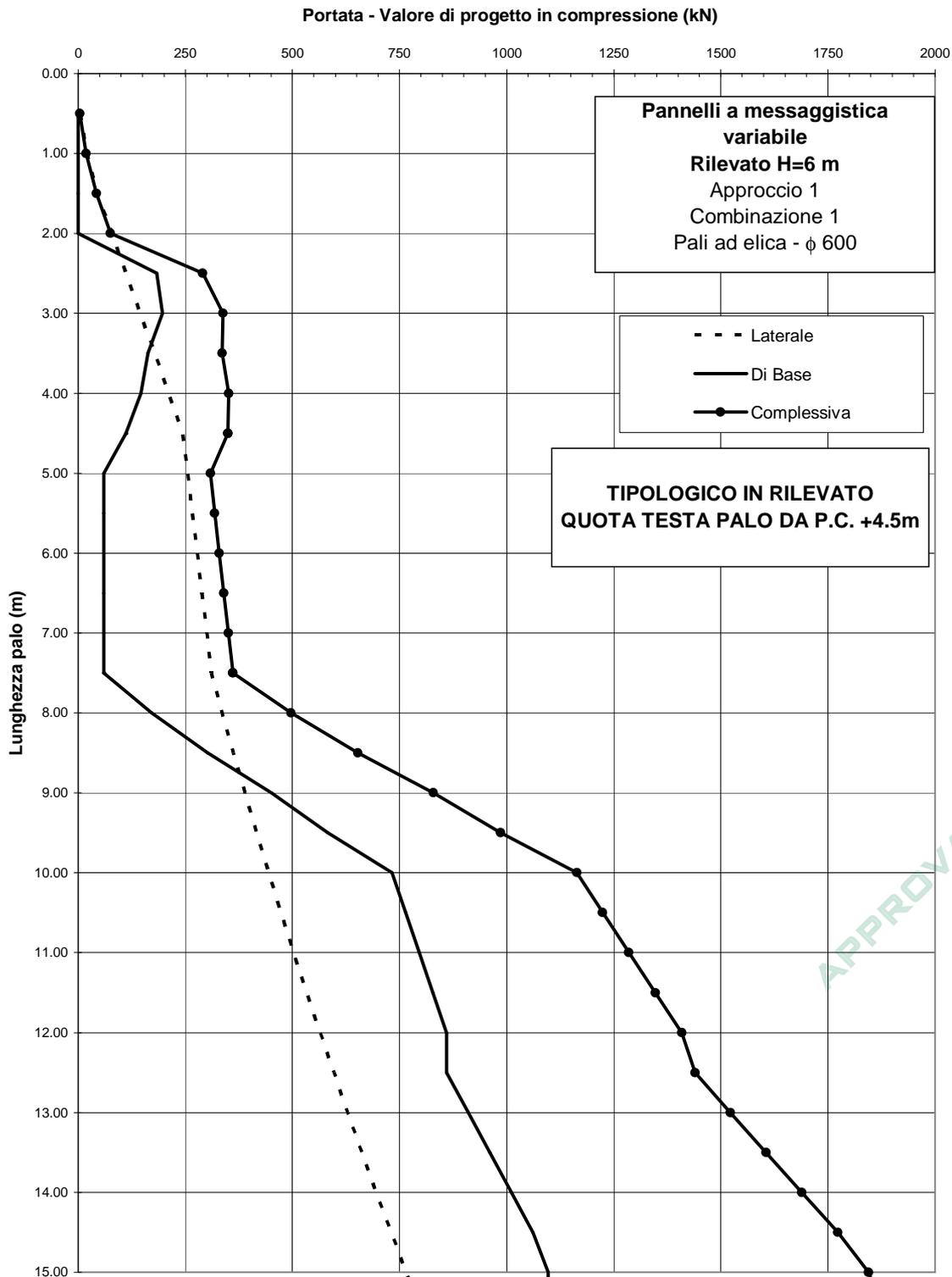
#### Quota testa pali da p.c. -1.5 m:

Approccio 1 – Combinazione 1: Figura 18, Figura 19  
 Approccio 1 – Combinazione 2: Figura 20, Figura 21

APPROVATO SDP

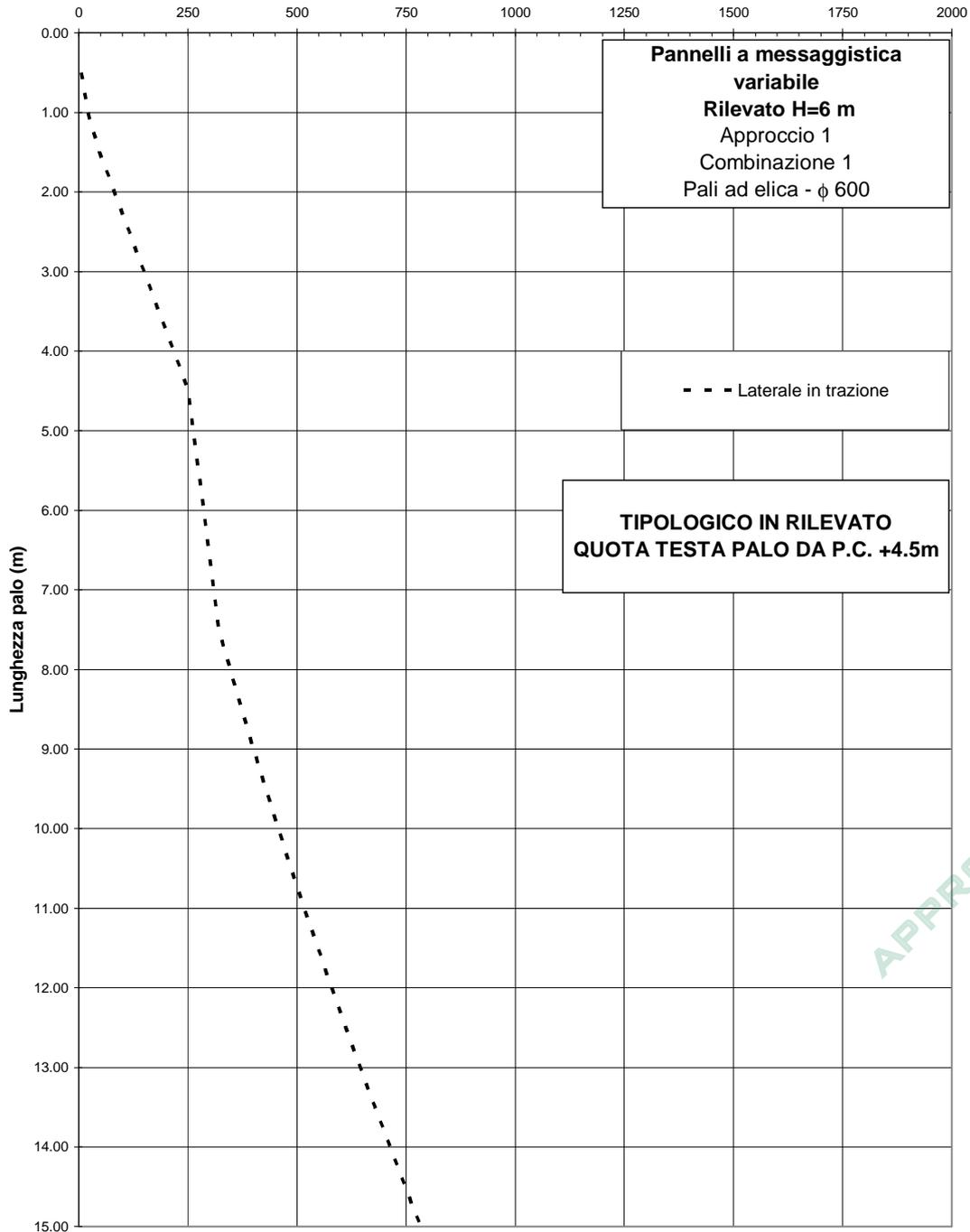
Società di Progetto  
Brebemi SpA



**Figura 2** - Capacità assiale palo (compressione)– Approccio 1 Combinazione 1 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 6 m – Quota testa pali 4.5m dal p.c

**Portata - Valore di progetto in trazione (kN)**

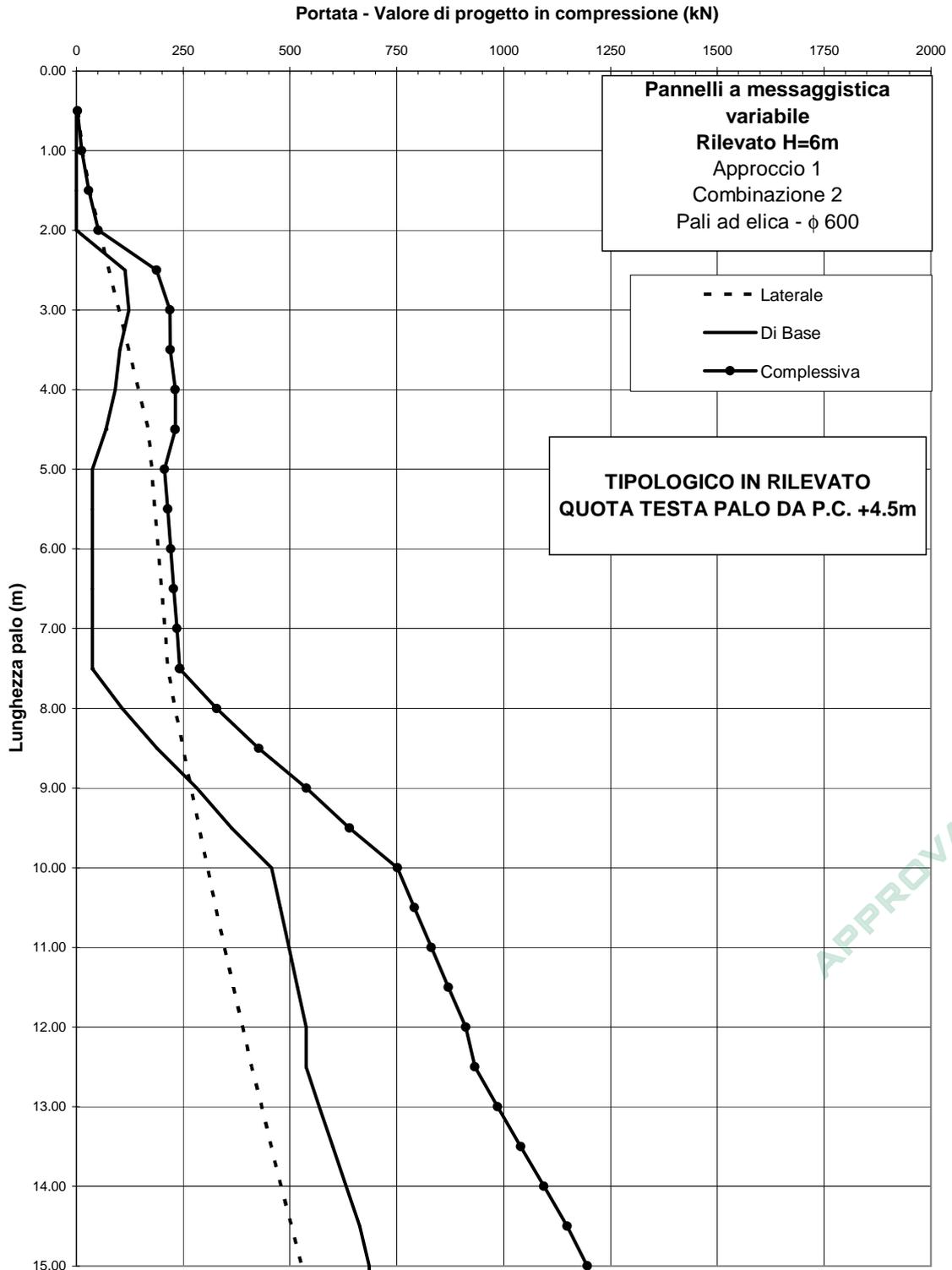


**Figura 3** - Capacità assiale palo (trazione)– Approccio 1 Combinazione 1 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 6 m – Quota testa pali 4.5m dal p.c

Società di Progetto  
Brebemi SpA

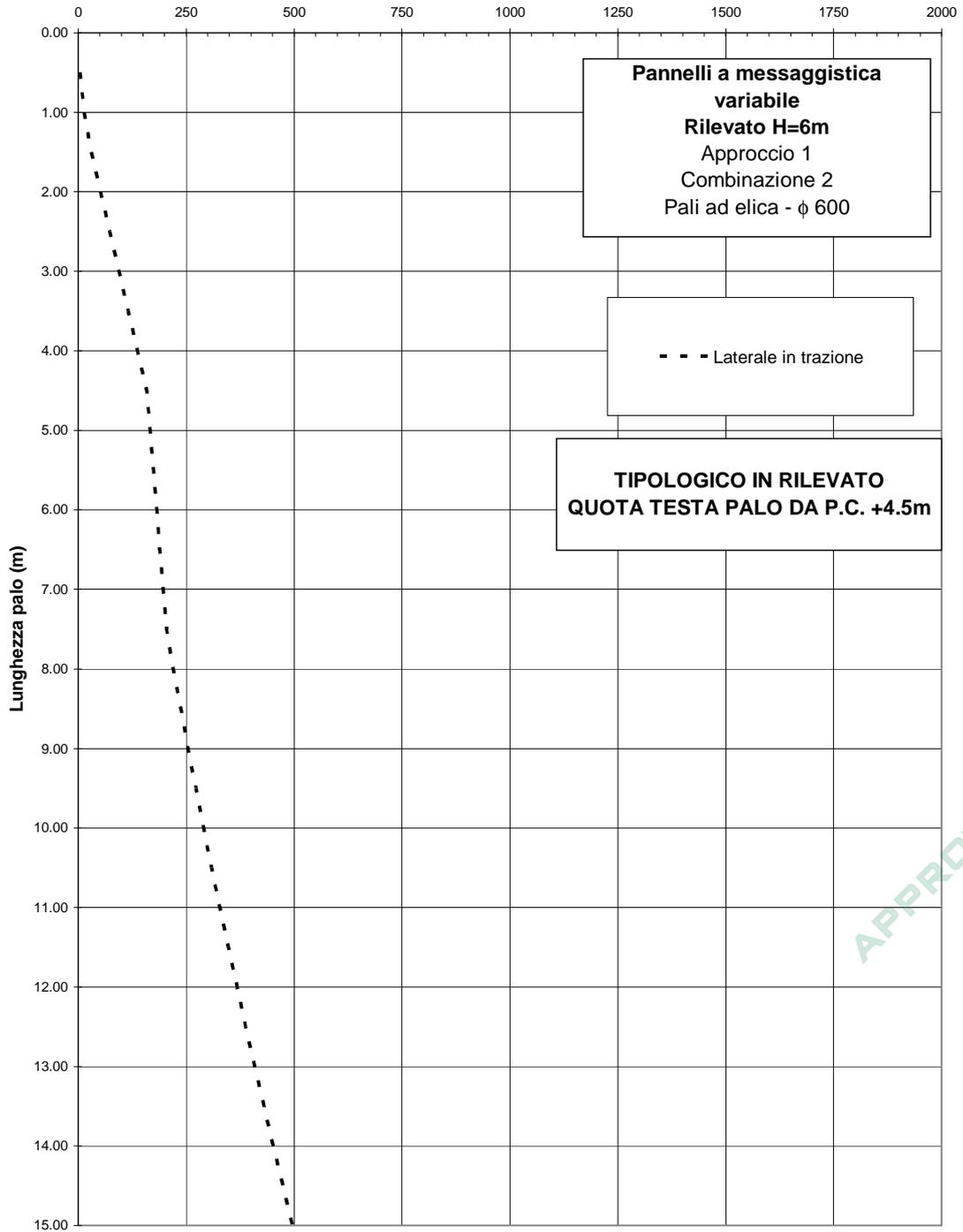


APPROVATO SDP



**Figura 4** – Capacità assiale palo (compressione)– Approccio 1 Combinazione 2 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 6 m – Quota testa pali 4.5m dal p.c

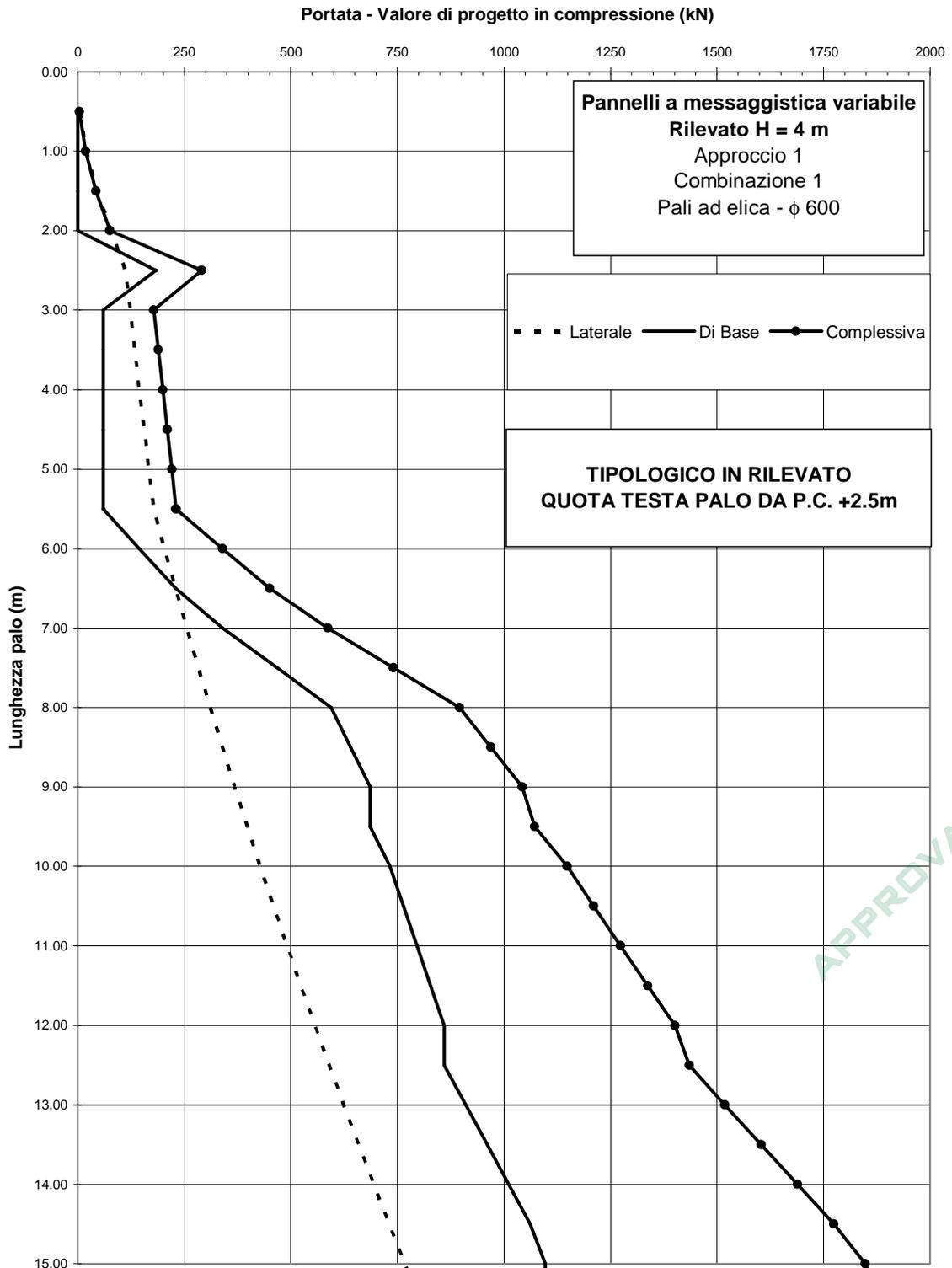
**Portata - Valore di progetto in trazione (kN)**



**Figura 5** – Capacità assiale palo(trazione) – Approccio 1 Combinazione 2 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 6 m– Quota testa pali 4.5m dal p.c

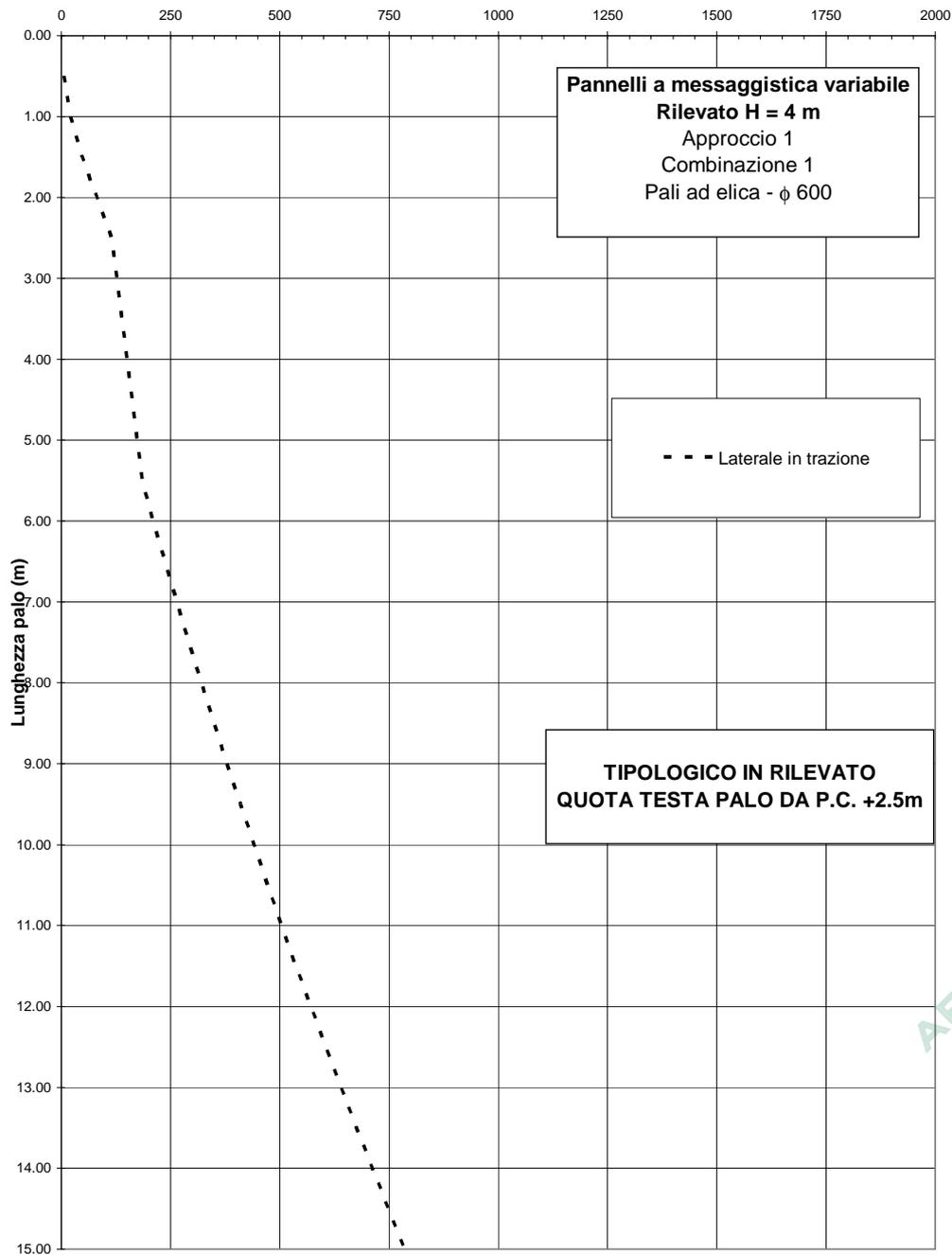
Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



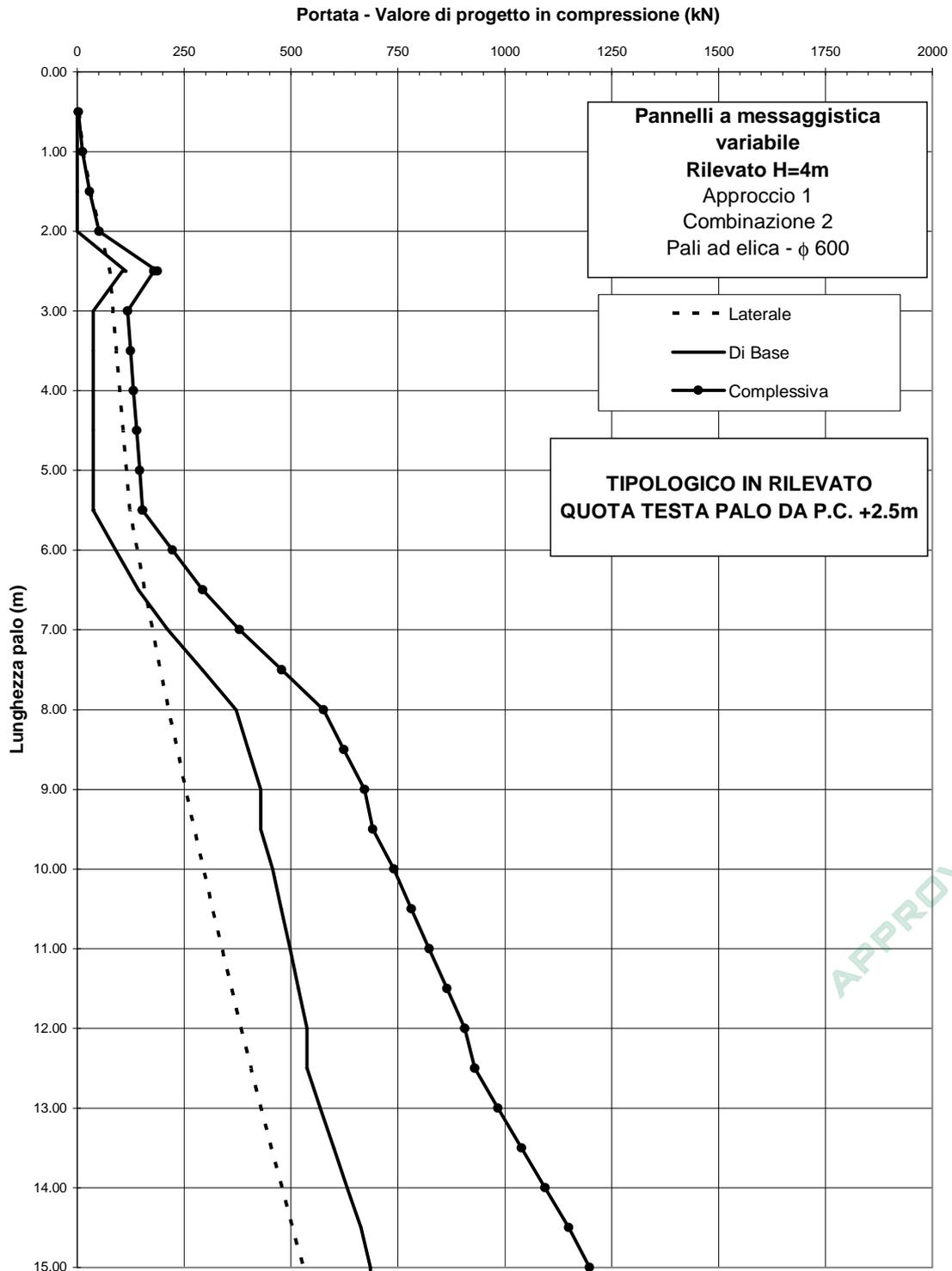


**Figura 6** - Capacità assiale palo (compressione)– Approccio 1 Combinazione 1 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 4 m – Quota testa pali 2.5m dal p.c

Portata - Valore di progetto in trazione (kN)

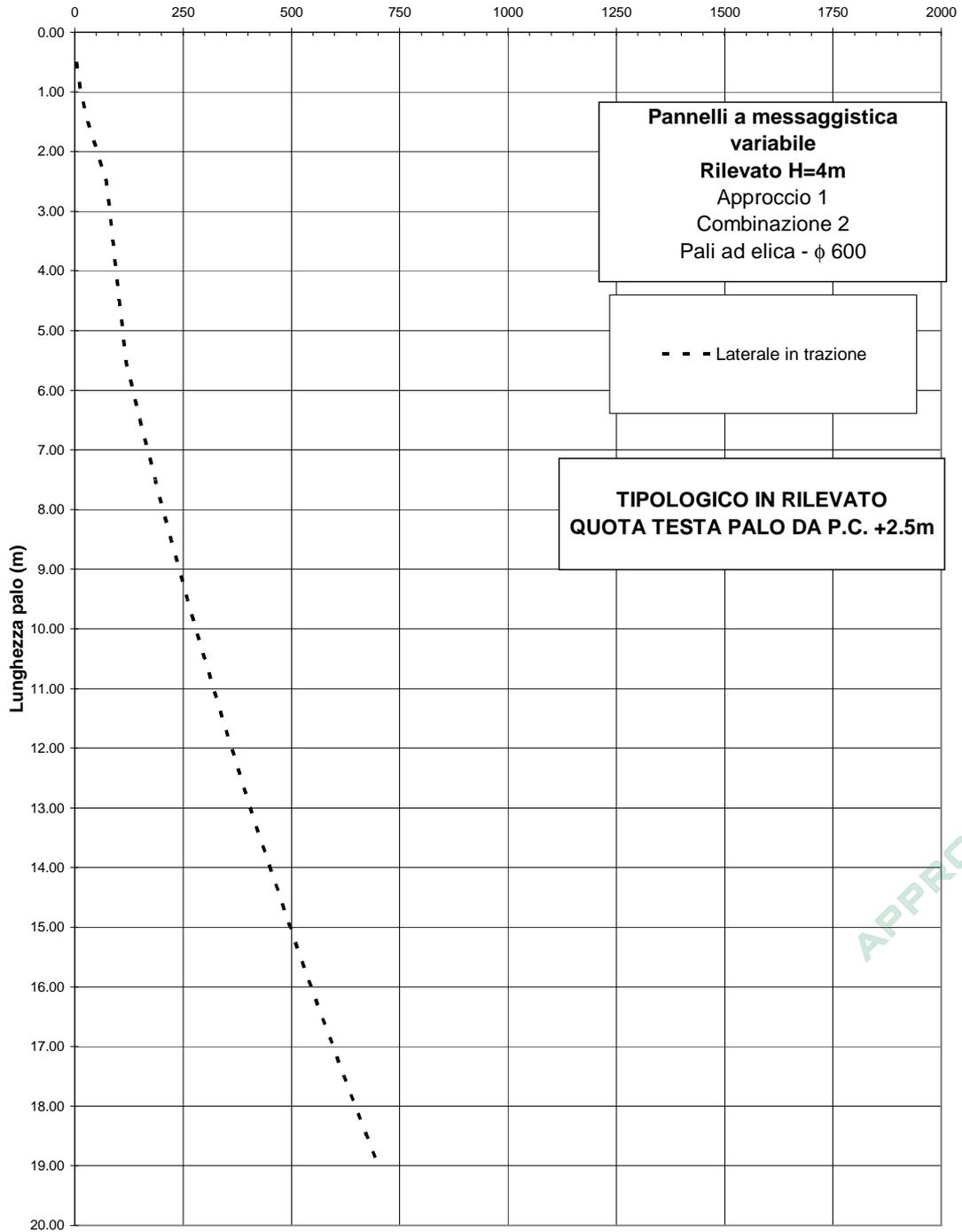


**Figura 7** – Capacità assiale palo (trazione) – Approccio 1 Combinazione 1 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 4 m– Quota testa pali 2.5m dal p.c.



**Figura 8** – Capacità assiale palo (compressione) – Approccio 1 Combinazione 2 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 4 m – Quota testa pali 2.5m dal p.c.

**Portata - Valore di progetto in trazione (kN)**

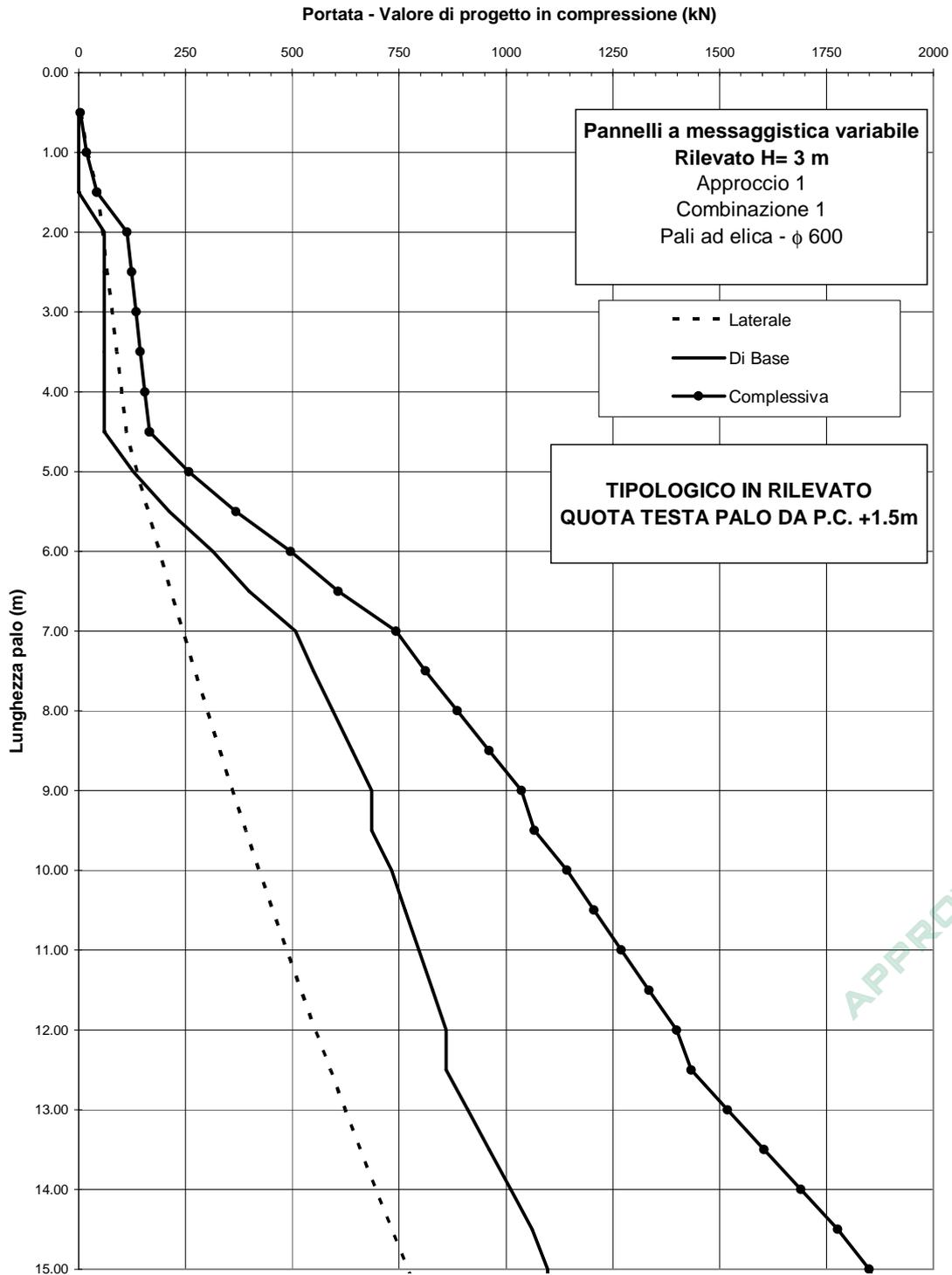


**Figura 9** – Capacità assiale palo (trazione) – Approccio 1 Combinazione 2 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 4 m – Quota testa pali 2.5m dal p.c.

Società di Progetto  
Brebemi SpA



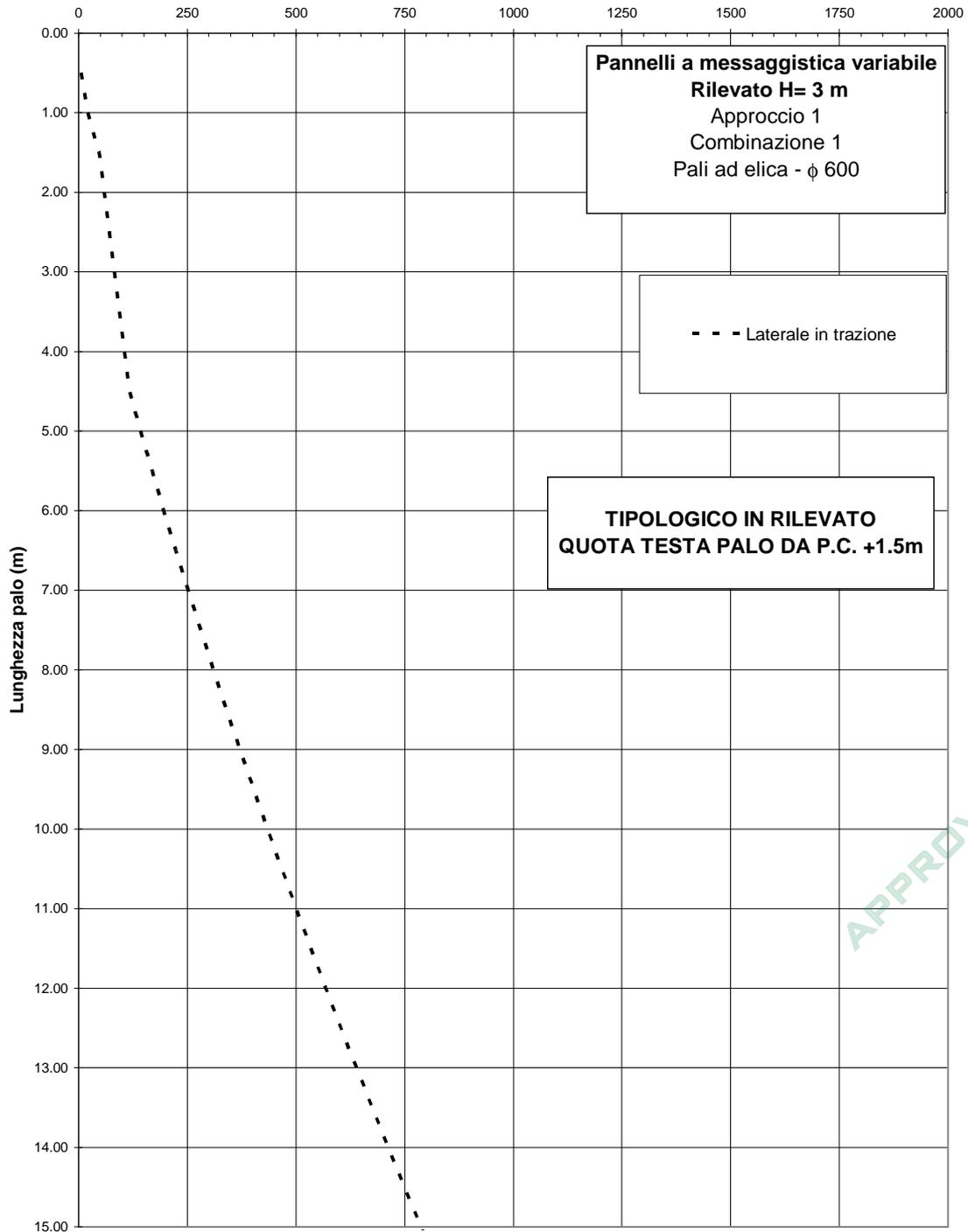
APPROVATO SDP



**Figura 10** - Capacità assiale palo – Approccio 1 Combinazione 1 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 3 m – Quota testa pali 1.5m dal p.c.

Società di Progetto  
Brebemi SpA

**Portata - Valore di progetto in trazione (kN)**



**Figura 11** – Capacità assiale palo – Approccio 1 Combinazione 1 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 3 m – Quota testa pali 1.5m dal p.c.

Spes. di Progetto  
Brebemi SpA

Portata - Valore di progetto in compressione (kN)

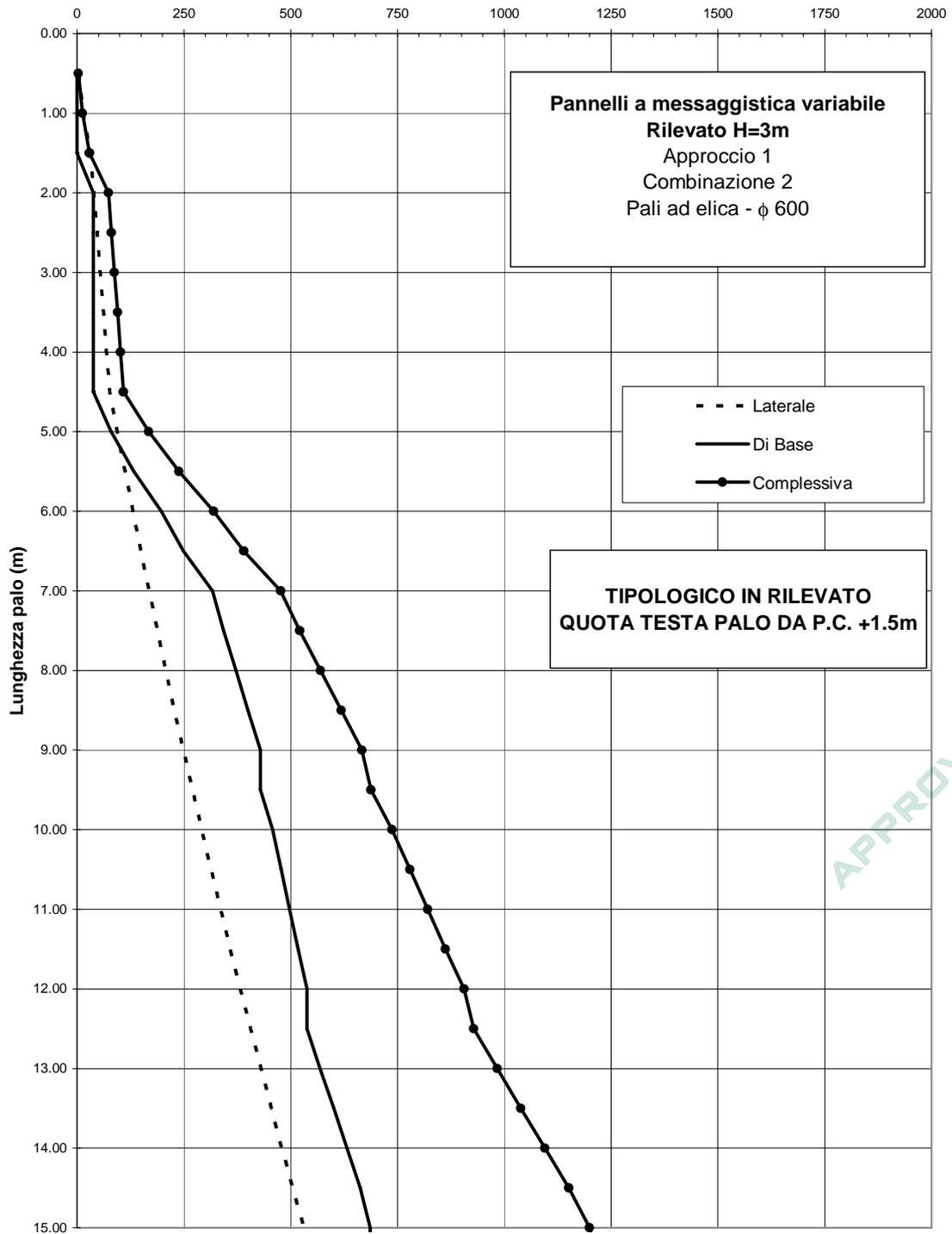
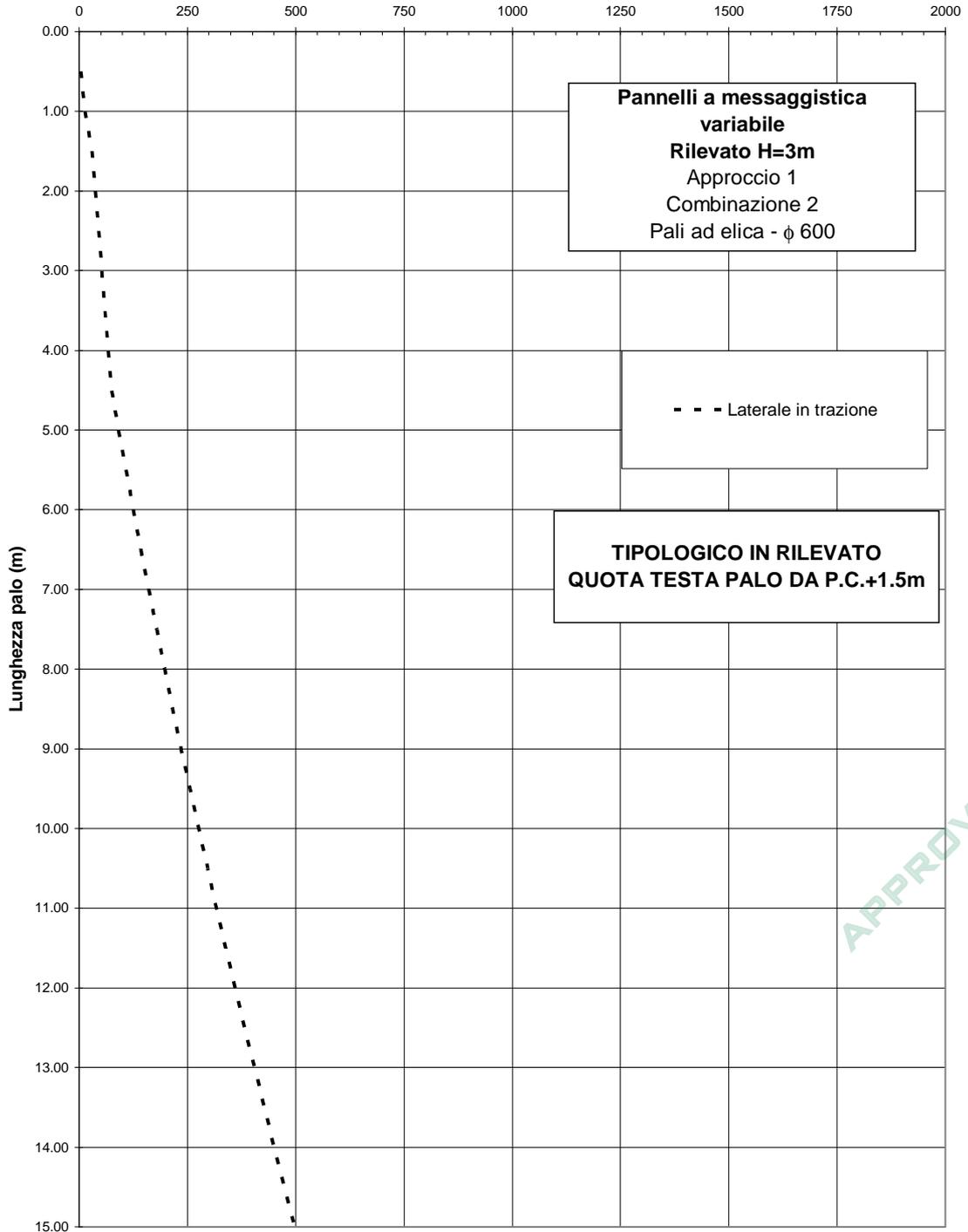


Figura 12 – Capacità assiale palo (compressione) – Approccio 1 Combinazione 2 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 3 m – Quota testa pali 1.5m dal p.c.

Società di Progetto  
Brebemi SpA

APPROVATO SDP

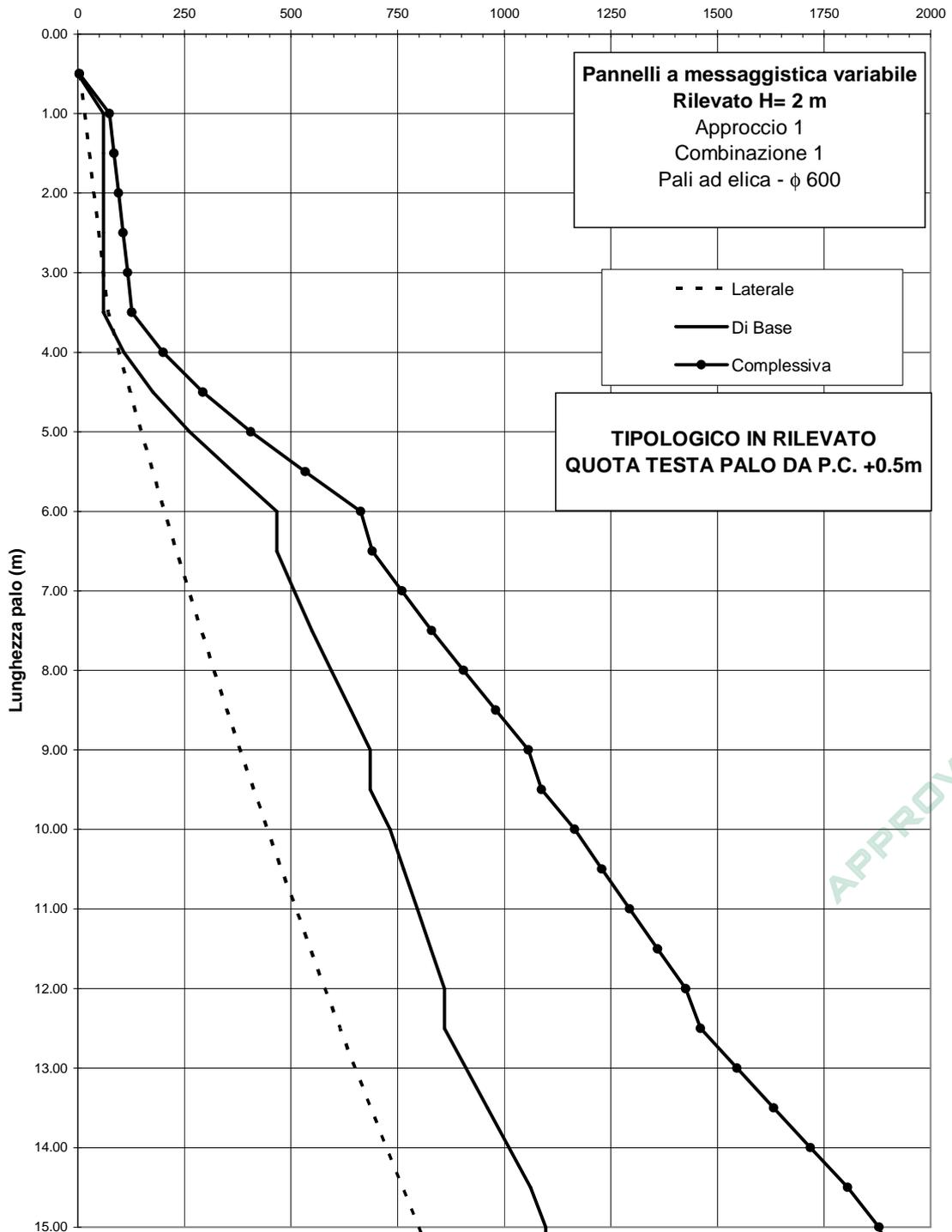
**Portata - Valore di progetto in trazione (kN)**



**Figura 13** – Capacità assiale palo (trazione) – Approccio 1 Combinazione 2 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 3 m – Quota testa pali 1.5m dal p.c

Società di Progetto  
Brebemi SpA

Portata - Valore di progetto in compressione (kN)



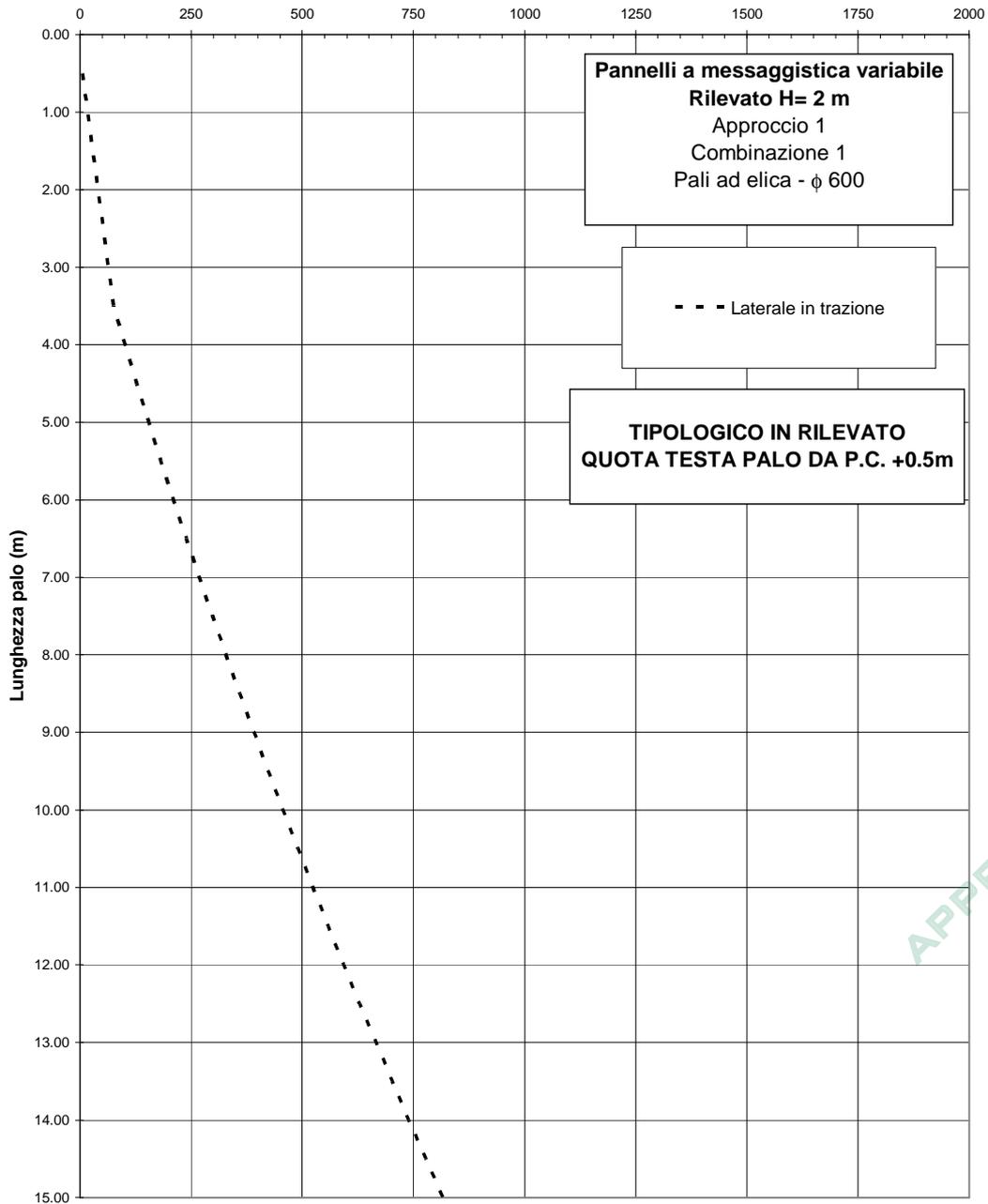
**Figura 14** – Capacità assiale palo (compressione)– Approccio 1 Combinazione 1 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 2 m – Quota testa pali 0.5m dal p.c

Spiege del Progetto  
Brebemi SpA



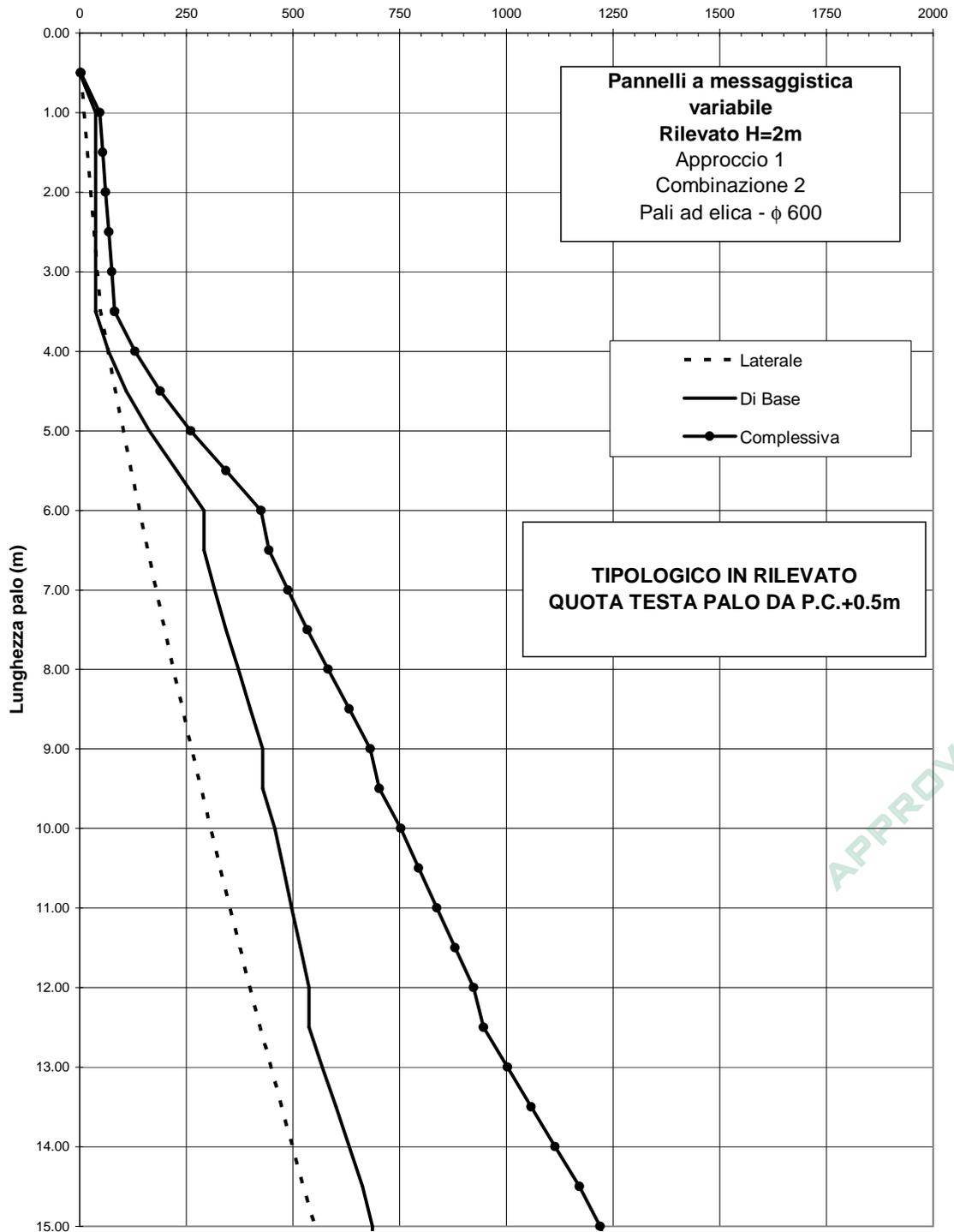
APPROVATO SDP

Portata - Valore di progetto in trazione (kN)



**Figura 15** – Capacità assiale palo (trazione) – Approccio 1 Combinazione 1 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 2 m – Quota testa pali 0.5m dal p.c

Portata - Valore di progetto in compressione (kN)

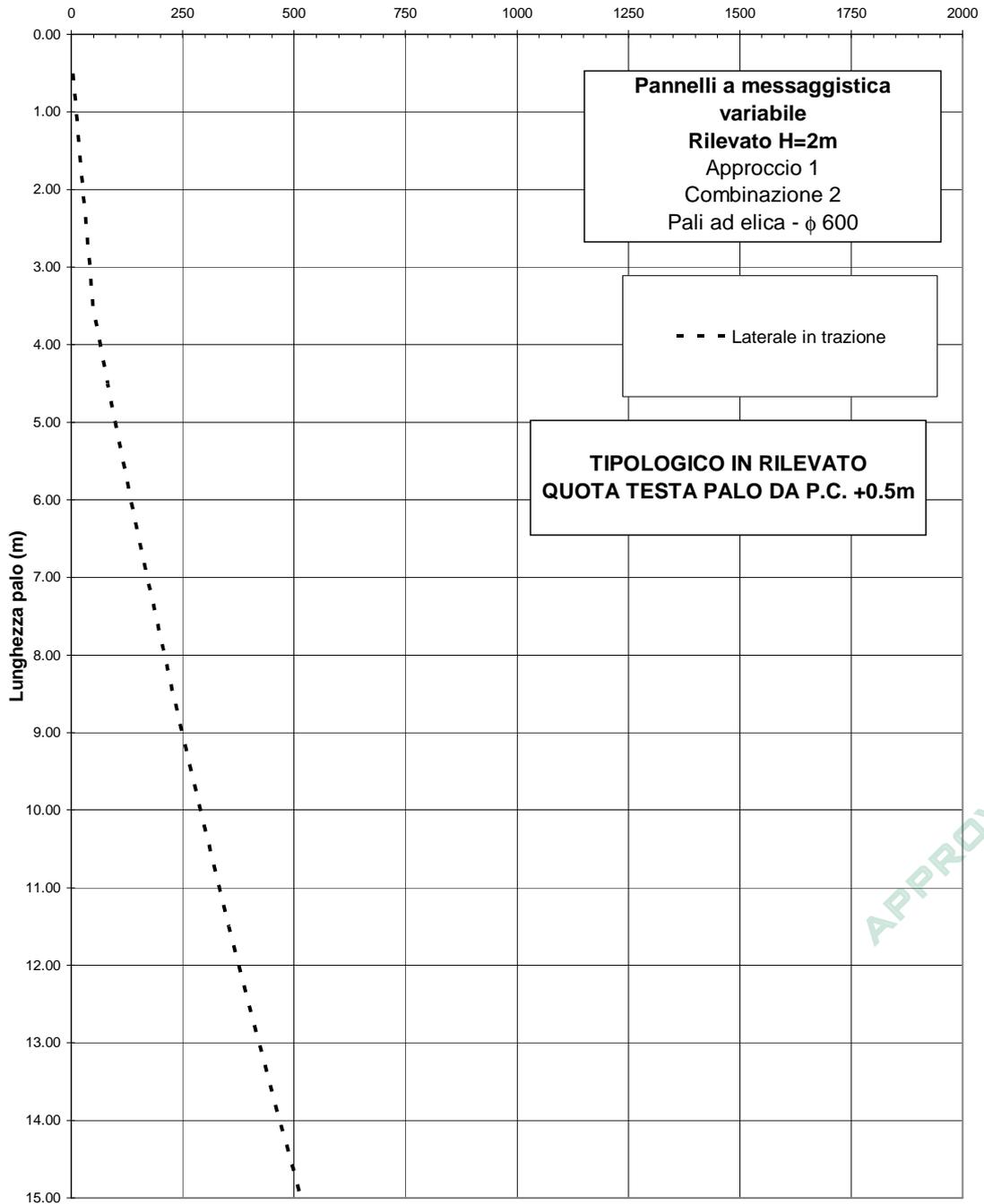


**Figura 16** – Capacità assiale palo (compressione) – Approccio 1 Combinazione 2 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 2 m – Quota testa pali 0.5m dal p.c

Società di Progetto  
Brebemi SpA

APPROVATO SDP

**Portata - Valore di progetto in trazione (kN)**

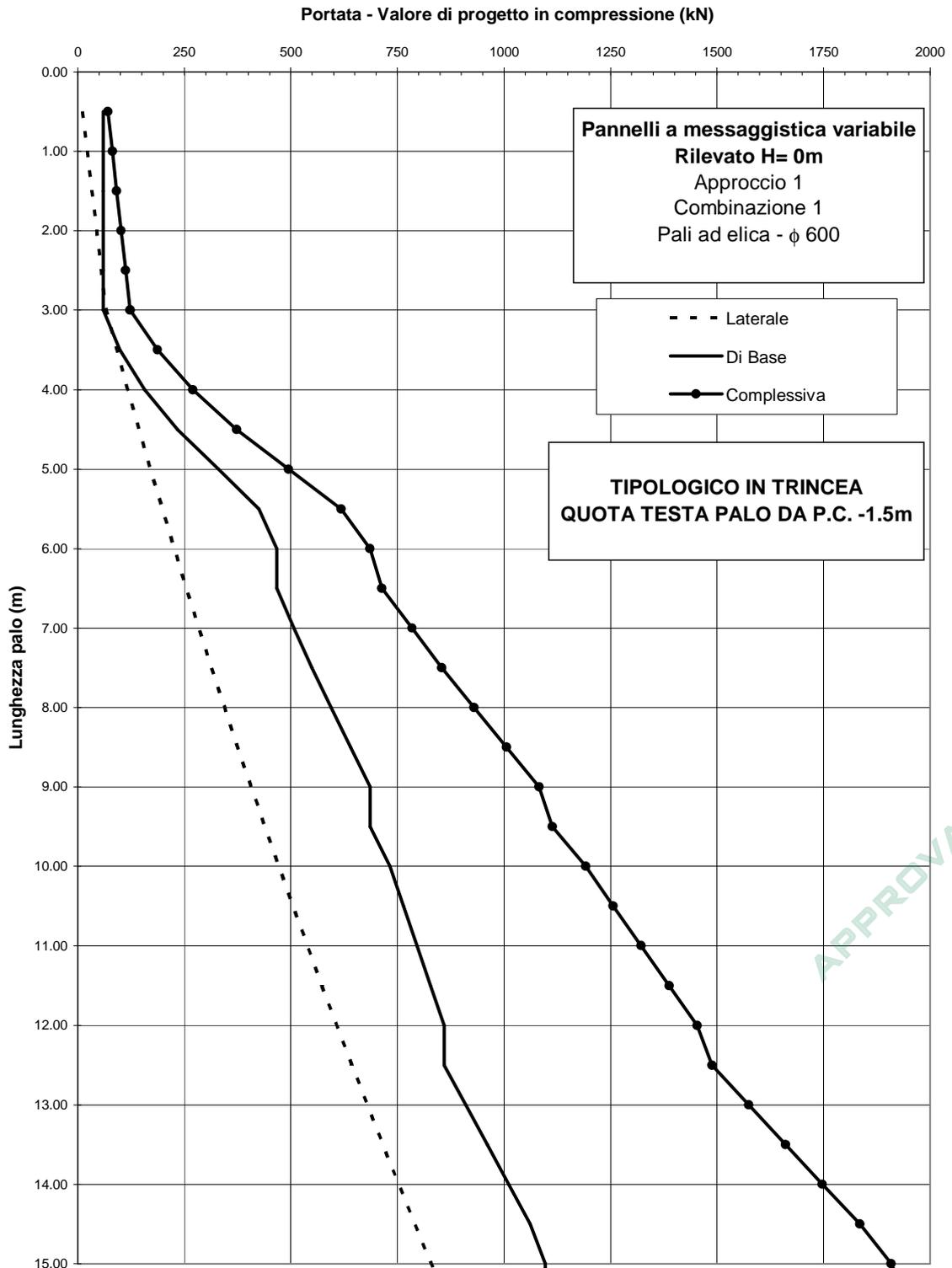


**Figura 17** – Capacità assiale palo(trazione) – Approccio 1 Combinazione 2 – Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 2 m – Quota testa pali 0.5m dal p.c.

Società di Progetto  
Brebemi SpA



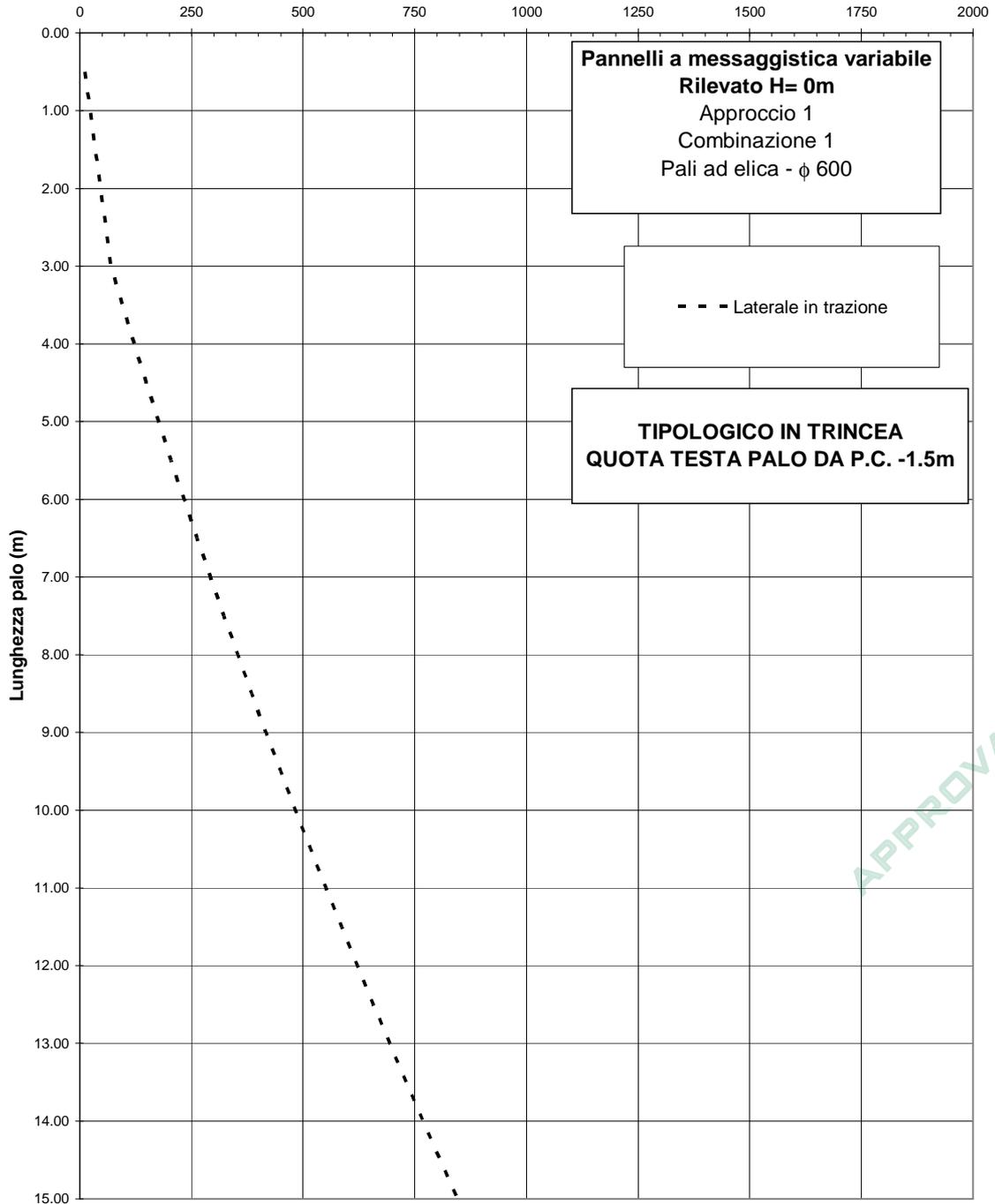
APPROVATO SDP



**Figura 18** - Capacità assiale palo (compressione) – Approccio 1 Combinazione 1 Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 0 m – Quota testa pali -1.5m dal p.c.

Società Progettista  
Brebemi SpA

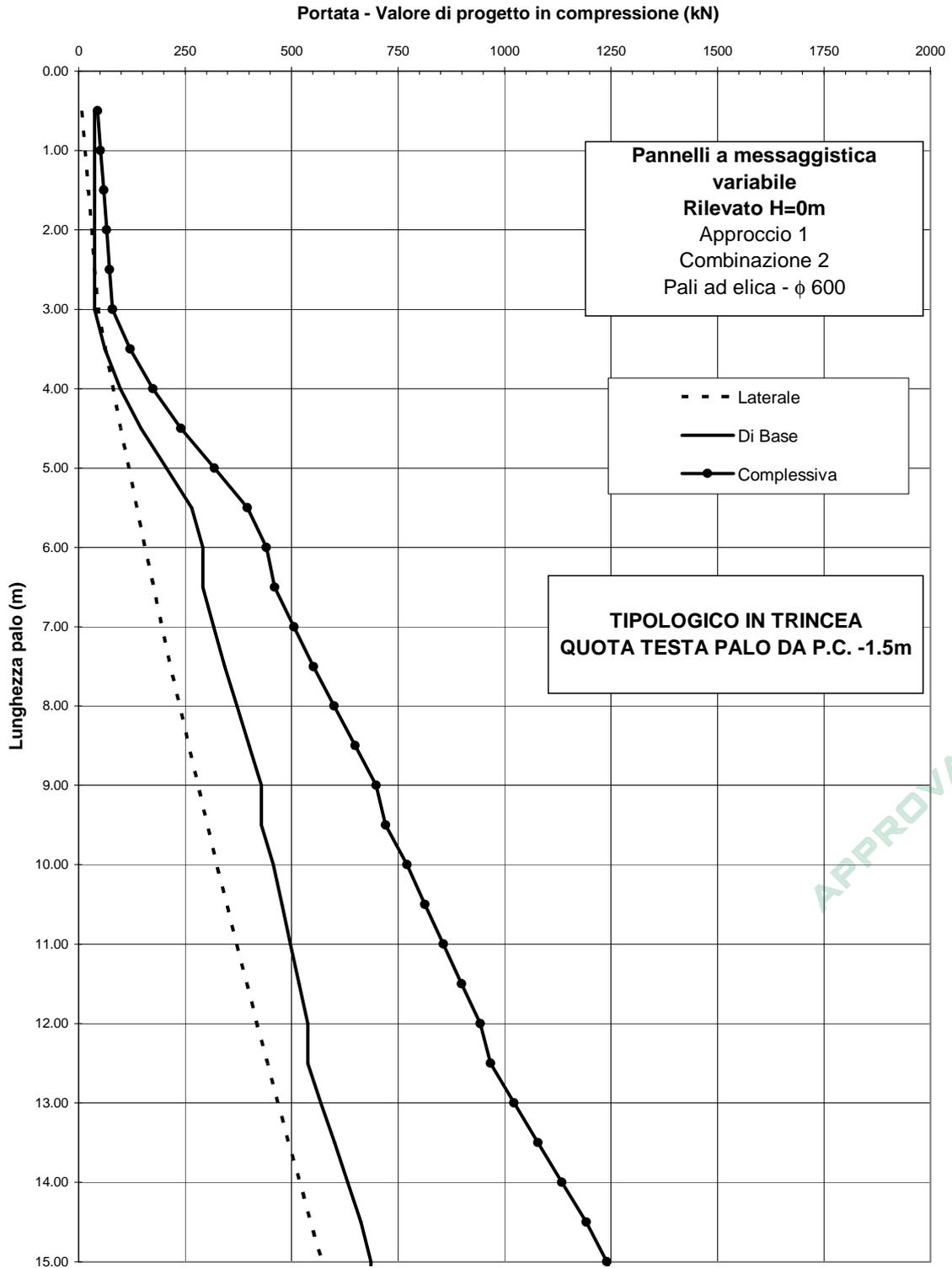
**Portata - Valore di progetto in trazione (kN)**



**Figura 19** - Capacità assiale palo (trazione) – Approccio 1 Combinazione 1 Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 0 m – Quota testa pali -1.5m dal p.c.

Società Progettista  
Brebemi SpA

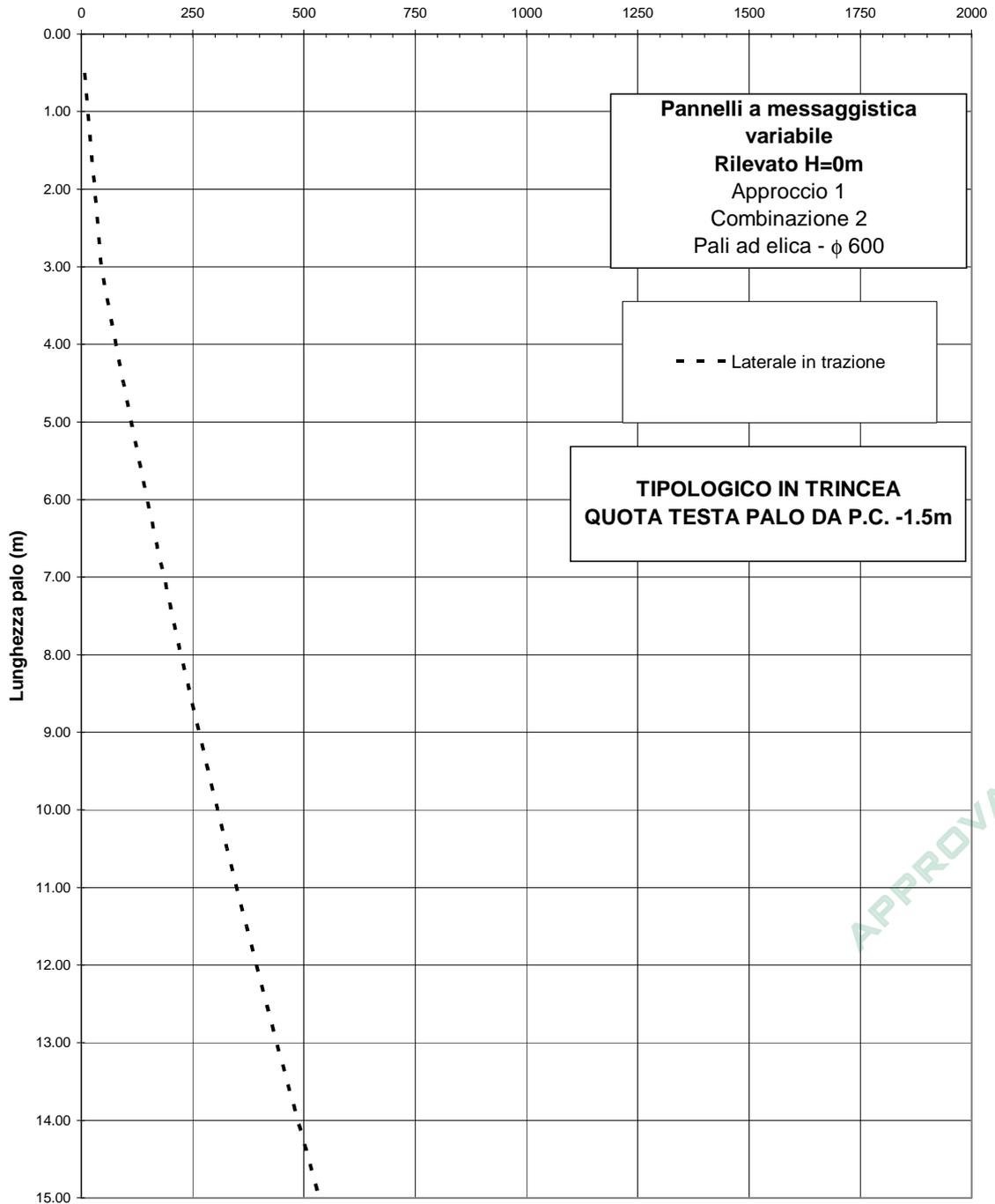




**Figura 20** – Capacità assiale palo (compressione)– Approccio 1 Combinazione 2 Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 0 m – Quota testa pali -1.5m dal p.c.

Società Progettista  
Brebemi SpA

**Portata - Valore di progetto in trazione (kN)**



**Figura 21** – Capacità assiale palo (trazione) – Approccio 1 Combinazione 2 Pannelli a messaggistica variabile – Rilevato 0 m – Quota testa pali -1.5m dal p.c

Progetto  
Brebemi SpA

## 5.4 Riepilogo lunghezze di progetto dei pali di fondazione

Sulla base delle verifiche effettuate nei paragrafi precedenti, si sono determinate le seguenti lunghezze di progetto dei pali di fondazione per i pannelli a messaggistica variabile.

| Rilevato | Pali di Fondazione Pannelli Messaggistica Variabile |   |
|----------|---|---|
| Altezza  | Quota testa pali risp.p.c.                          | Lunghezza dimensionante risp.a cap.laterale |
| (m)      | (m)   | (m)   |
| 6        | 4.5   | 8.5   |
| 4        | 2.5   | 9   |
| 3        | 1.5   | 10  |
| 2        | 0.5   | 10  |
| 0        | -1.5  | 8.5   |

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA

