



PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.



IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

| | | | |
|--|---|--|---|
| <p>IL PROGETTISTA</p>  <p>Dott. Ing. F. Colla Ordine Ingegneri Milano n° 20355</p>  <p>Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> | <p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p> | <p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p> | <p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p> |
|--|---|--|---|

| | |
|--|--|
| <p><i>Unità Funzionale</i> COLLEGAMENTI VERSANTE CALABRIA</p> <p><i>Tipo di sistema</i> CENTRO DIREZIONALE</p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i> OPERE CIVILI EDILI</p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> PARCHEGGIO CENTRO DIREZIONALE</p> <p><i>Titolo del documento</i> PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZIONE SISMICA, DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">CD0139_F0</div> |
|--|--|



| | |
|--------|---|
| CODICE | C G 0 7 0 0 P R X D C C D 1 C P R 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 F 0 |
|--------|---|

| REV | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|-----|------------|------------------|--------------|------------|-----------|
| F0 | 20/06/2011 | EMISSIONE FINALE | R. CAFFARENA | G. SCIUTO | F. COLLA |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

INDICE

| | |
|---|----|
| INDICE | 3 |
| PREMESSA..... | 5 |
| 1 RIFERIMENTI NORMATIVI | 7 |
| 2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI | 7 |
| 3 CARATTERISTICHE MATERIALI | 7 |
| 4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA..... | 9 |
| 4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA..... | 9 |
| 4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO | 10 |
| 4.2.1 CONGLOMERATO DI PEZZO..... | 14 |
| 4.2.2 SABBIE E GHIAIE DI MESSINA..... | 15 |
| 5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO | 17 |
| 5.1.1 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA..... | 17 |
| 5.1.2 PARAMETRI SISMICI DI BASE..... | 18 |
| 5.1.3 STATI LIMITE DI RIFERIMENTO | 19 |
| 5.1.4 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE | 19 |
| 5.1.4.1 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA | 25 |
| 5.1.4.2 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA..... | 26 |
| 5.1.4.3 VALUTAZIONE DELL'ACCELERAZIONE EQUIVALENTE..... | 26 |
| 5.2 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE..... | 28 |
| 6 FASI COSTRUTTIVE..... | 31 |
| 6.1.1 CONTROLLO DELLA VERTICALITÀ | 33 |
| 6.1.2 DISPOSITIVI PER LA FORMAZIONE DEI GIUNTI..... | 33 |
| 6.1.3 GETTO DEL CALCESTRUZZO..... | 34 |
| 6.1.4 SPECIFICHE DI PROVA SUI TIRANTI..... | 35 |
| 7 ANALISI DEI CARICHI | 41 |
| 8 MODELLO DI CALCOLO..... | 41 |
| 8.1 PROGRAMMA DI CALCOLO UTILIZZATO | 41 |
| 8.2 CALCOLO DELLE SPINTE..... | 42 |
| 8.3 MODELLAZIONE SOVRA-PRESSIONI SISMICHE | 44 |
| 8.4 ANALISI AD ELEMENTI FINITI | 46 |
| 8.4.1 SISTEMI DI RIFERIMENTO E CONVENZIONI..... | 49 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SISM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 8.4.2 | FASI ESECUTIVE DI CALCOLO | 51 |
| 8.5 | VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE | 58 |
| 8.6 | VERIFICA DEI TIRANTI | 58 |
| 9 | risultati DI CALCOLO | 63 |
| 9.1.1 | CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICA DELLE SEZIONI..... | 63 |
| 9.1.2 | VERIFICA DEI TIRANTI | 67 |
| 9.2 | VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE..... | 70 |
| 9.2.1 | PARATIA TIPO A..... | 70 |
| 9.2.2 | PARATIA TIPO B..... | 73 |
| 10 | TABULATI DI CALCOLO..... | 77 |
| 10.1 | PARATIA TIPO A..... | 77 |
| 10.1.1 | ANALISI SLE + SLU | 77 |
| 10.1.2 | ANALISI SLV | 149 |
| 10.2 | PARATIA TIPO B..... | 173 |
| 10.2.1 | ANALISI SLE + SLU | 173 |
| 10.2.2 | ANALISI SLV | 255 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

PREMESSA

La presente relazione riguarda l'analisi strutturale e le verifiche di stabilità della paratia da realizzare lungo il perimetro est dei corpi di fabbrica n°2,3 e 4.



Tale opera svolge il duplice ruolo di provvisoria per la realizzazione dei corpi di fabbrica stessi e di intercapedine e opera definitiva per il sostegno del terrapieno di monte.



L'opera in oggetto è inquadrata nel Progetto Definitivo del Ponte sullo Stretto di Messina, nell'ambito delle opere connesse ai collegamenti infrastrutturali, ferroviari e stradali lato Calabria.

L'opera è stata suddivisa in 2 tipologie di calcolo in funzione delle varie altezze di scavo.



Figura: Stralcio planimetrico dell'opera

| | | | | |
|---|---|---|-----------------------------------|--|
|  |  | <p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p> | | |
| <p align="center">PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO</p> | <p><i>Codice documento</i> CD0319_F0</p> | <p><i>Rev</i> F0</p> | <p><i>Data</i> 20/06/2011</p> | |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.M. Infrastrutture 14 Gennaio 2008, pubblicato su S.O. alla G.U. 4 febbraio 2008, n. 29 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”
- CIRCOLARE 2 Febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l’applicazione delle ‘Nuove norme tecniche per le costruzioni’ di cui al decreto ministeriale 14 Gennaio 2008 (GU n.47 del 26 Febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n.27)
- UNI ENV 1992-1-1,1-2,1-3,-3: “Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo”;
- UNI ENV 1997: “Eurocodice 7. Progettazione geotecnica”
- UNI ENV 1998-1,5, 2004: “Eurocodice 8. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”;



2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- CeAs paratie Plus 2010 - Manuali di riferimento
- Aicap – Ancoraggi nei terreni e nelle rocce: raccomandazioni (Maggio 1993)
- Joseph E.Bowles – Fondazioni: Progetto e analisi – McGraw-Hill
- V.Pane, C.Tamagnini – Analisi di diaframmi multiancorati – Helvelius edizioni
- R.Jappelli – Principi di progettazione geotecnica – Helvelius edizioni
- G.Cusmano, G.Patri – La progettazione di opere edili nel sottosuolo – ilSole24ore
- M.Tanzini – Scavo meccanizzato – Dario Flaccovio Editore
- R.Lancellotta – Geotecnica – Zanichelli (1988)
- F.Zanghì – Analisi di opere di sostegno flessibili mediante la tecnica delle funzioni di trasferimento – Università di Messina (1998)

3 CARATTERISTICHE MATERIALI

CALCESTRUZZO PER DIAFRAMMI E TRAVI DI TESTATA

| | |
|----------------------------------|----------|
| Classe di resistenza | C25/30 - |
| Rapporto massimo acqua / cemento | 0.55 - |
| Slump | S4 - |
| Diametro massimo inerte | 32 mm |
| Classe di esposizione | XC2 - |

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Acciaio commerciale da cemento armato B450C controllato in stabilimento.

COPRIFERRO

Spessore minimo 7 cm

PROFILATI E PIASTRE

Acciaio tipo S355

TIRANTI



Trefoli stabilizzati da 0.6"

Acciaio armonico: $F_{tpk} > 1860 \text{ MPa}$; $F(1)_{pk} > 1670 \text{ MPa}$

DIAFRAMMI IN CA (IDROFRESA)

Primario: 1.00 m x 2.50 m; Secondario: 1.00 m x 2.80 m

Interasse: 2.65 m

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

La paratia è costituita da pannelli di diaframma di larghezza 250 cm e spessore pari a 100 cm. La lunghezza è funzione delle diverse profondità di scavo. E' richiesta la realizzazione di più ordini di tiranti con passo pari a 2.65 m, corrispondente ad un tirante per pannello, in funzione delle diverse tipologie di calcolo. I conci di scavo dei diaframmi sono pari alternativamente a 2.50 (modulo primario) e 2.80 m (modulo secondario), così come rappresentato in figura 4.1.

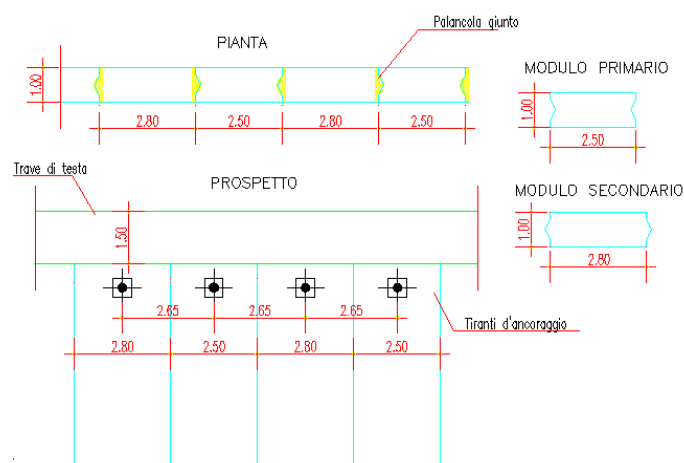


Figura 4.1: Dettaglio pannelli

I conci di scavo dei diaframmi sono pari alternativamente a 2.50 (modulo primario) e 2.80 m (modulo secondario), così come rappresentato in figura 4.1. L'altezza della paratia è variabile tra 6.30 m e 11.10 m. Lo sviluppo complessivo dell'opera, in asse di tracciamento è pari a 121.15 m.

4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA

Le principali caratteristiche geometriche della sezione trasversale delle tipologie calcolate sono riassunti nella seguente tabella:

| TIPO | sp [cm] | Lb [m] | H [m] | L [m] | Q [m] | LL [m] | LB [m] | β [°] | Tiro [kN] | lt [m] | nt |
|------|------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------------|--------------|-----------|----|
| B | 100 | 2.50 | 11.10 | 15.00 | 2.20 | 9.00 | 12.00 | 15 | 400 | 2.65 | 4 |
| | | | | | 5.20 | 7.00 | 10.00 | 15 | 400 | 2.65 | 4 |

| | | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|--|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|-----|------|------|-------|------|------|------|----|-----|------|---|
| A | 100 | 2.50 | 6.30 | 10.00 | 2.20 | 6.00 | 9.00 | 15 | 350 | 2.65 | 4 |
|---|-----|------|------|-------|------|------|------|----|-----|------|---|

sp = Spessore diaframma

Lb = Larghezza elemento

H = altezza di scavo

L = lunghezza totale paratia

it = interasse ancoraggi

β = inclinazione ancor.

LB = lunghezza bulbo ancoraggio

LL = lunghezza libera ancor.

nt = n° trefoli

T = Tiro iniziale ancoraggio



Q = quota ancoraggio rispetto alla testa

Per i dettagli geometrici si rimanda agli elaborati grafici di progetto.



4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

Per l'analisi dettagliata degli aspetti geologici e geomorfologici si rimanda ai seguenti elaborati:

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|---|
| Relazione tecnica illustrativa Indagini geognostiche | CG0800 | Q | PR | D | C | RI | I5 | 00 | 00 | 00 | 00 | 01 | A |
| Planimetria Indagini Geognostiche Calabria - Tavola 1 | CG0800 | Q | P6 | D | C | RI | I5 | 00 | 00 | 00 | 00 | 01 | A |
| Planimetria Indagini Geognostiche Calabria - Tavola 2 | CG0800 | Q | P6 | D | C | RI | I5 | 00 | 00 | 00 | 00 | 02 | A |
| Planimetria Indagini Geognostiche Calabria - Tavola 3 | CG0800 | Q | P6 | D | C | RI | I5 | 00 | 00 | 00 | 00 | 03 | A |
| Planimetria Indagini Geognostiche Calabria - Tavola 4 | CG0800 | Q | P6 | D | C | RI | I5 | 00 | 00 | 00 | 00 | 04 | A |
| Indagini geognostiche - Relazione generale | CG0000 | P | RG | D | C | SB | C8 | G0 | 00 | 00 | 00 | 01 | A |
| Indagini geognostiche - Relazione sulle indagini sismiche | CG0000 | P | RG | D | C | SB | C8 | G0 | 00 | 00 | 00 | 02 | A |
| Indagini geognostiche - Risultati prove di laboratorio | CG0000 | P | RG | D | C | SB | C8 | G0 | 00 | 00 | 00 | 03 | A |
| caratterizzazione geotecnica - relazione geotecnica generale | CG0800 | P | RB | D | C | SB | C8 | G0 | 00 | 00 | 00 | 01 | A |
| Relazione sismica generale | CG0800 | P | RG | D | C | SB | C8 | G0 | 00 | 00 | 00 | 01 | A |
| Tracciato stradale - Ramo A | | | | | | | | | | | | | |
| Profilo geotecnico | CG0800 | P | FZ | D | C | SB | C8 | ST | 00 | 00 | 00 | 01 | A |
| Tracciato stradale - Ramo B | | | | | | | | | | | | | |
| Profilo geotecnico | CG0800 | P | FZ | D | C | SB | C8 | ST | 00 | 00 | 00 | 02 | A |
| Tracciato stradale - Ramo C | | | | | | | | | | | | | |
| Profilo geotecnico | CG0800 | P | FZ | D | C | SB | C8 | ST | 00 | 00 | 00 | 03 | A |
| Tracciato stradale - Ramo D | | | | | | | | | | | | | |
| Profilo geotecnico | CG0800 | P | FZ | D | C | SB | C8 | ST | 00 | 00 | 00 | 04 | A |
| Tracciato stradale - Rampa F | | | | | | | | | | | | | |
| Profilo geotecnico | CG0800 | P | FZ | D | C | SB | C8 | ST | 00 | 00 | 00 | 05 | A |
| Tracciato stradale - Rampa G | | | | | | | | | | | | | |
| Profilo geotecnico | CG0800 | P | FZ | D | C | SB | C8 | ST | 00 | 00 | 00 | 06 | A |
| Tracciato stradale - Rampa M | | | | | | | | | | | | | |
| Profilo geotecnico | CG0800 | P | FZ | D | C | SB | C8 | ST | 00 | 00 | 00 | 07 | A |
| Tracciato stradale - Rampa U | | | | | | | | | | | | | |
| Profilo geotecnico | CG0800 | P | FZ | D | C | SB | C8 | ST | 00 | 00 | 00 | 08 | A |
| Tracciato stradale - Rampa V | | | | | | | | | | | | | |
| Profilo geotecnico | CG0800 | P | FZ | D | C | SB | C8 | ST | 00 | 00 | 00 | 09 | A |

| | | | | | | |
|---|---|---|--|--|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SISM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | | | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|---|--|
| Tracciato stradale - Ramo A accelerazione | | | | | | | | | | | | | | |
| Profilo geotecnico | CG0800 | P | FZ | D | C | SB | C8 | ST | 00 | 00 | 00 | 10 | A | |
| Tracciato stradale - Ramo C decelerazione | | | | | | | | | | | | | | |
| Profilo geotecnico | CG0800 | P | FZ | D | C | SB | C8 | ST | 00 | 00 | 00 | 11 | A | |
| Tracciato stradale - Ramo D decelerazione | | | | | | | | | | | | | | |
| Profilo geotecnico | CG0800 | P | FZ | D | C | SB | C8 | ST | 00 | 00 | 00 | 12 | A | |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

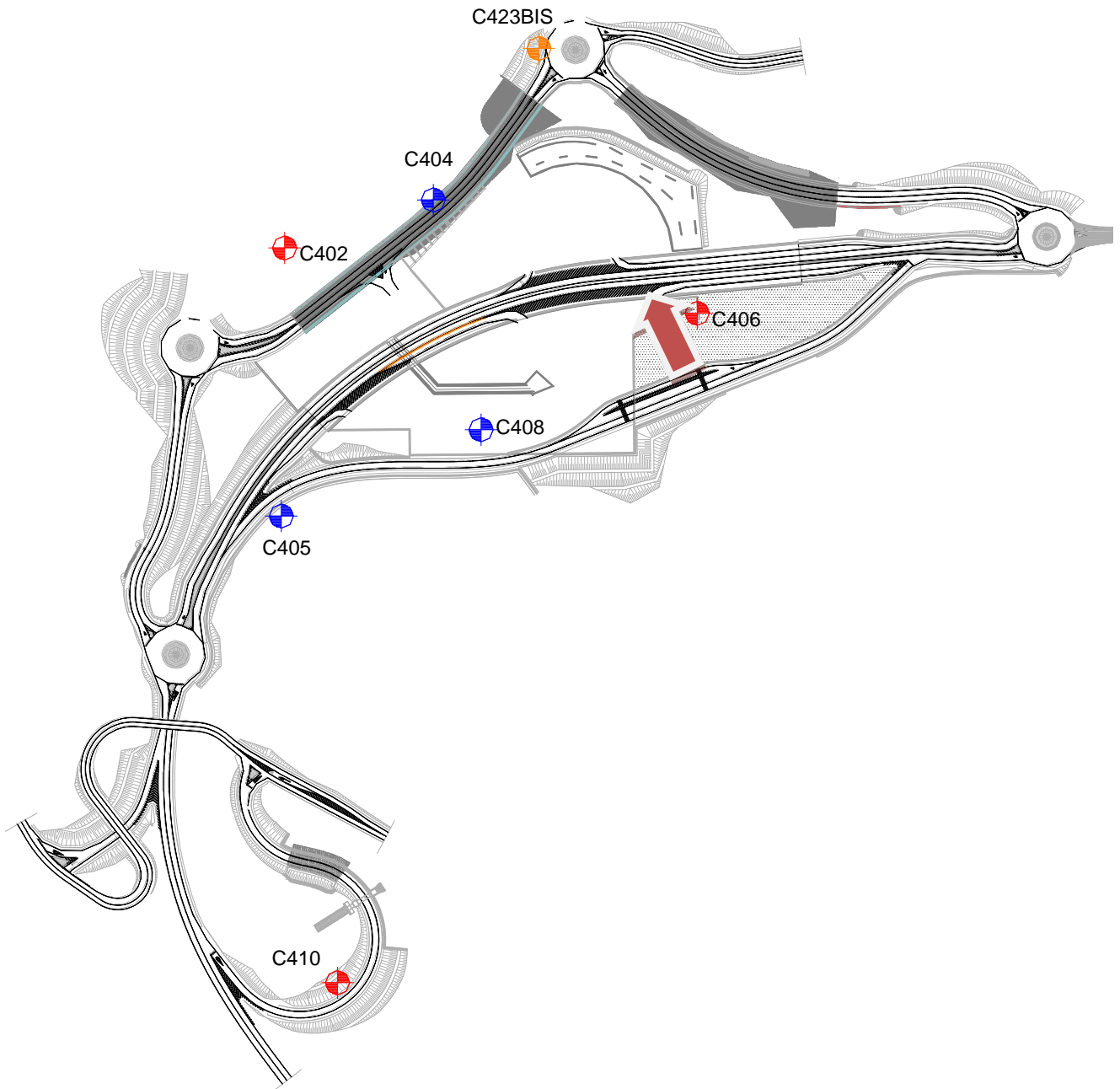


Fig. 4.2 – Stralcio planimetrico con ubicazione delle opere e dei sondaggi

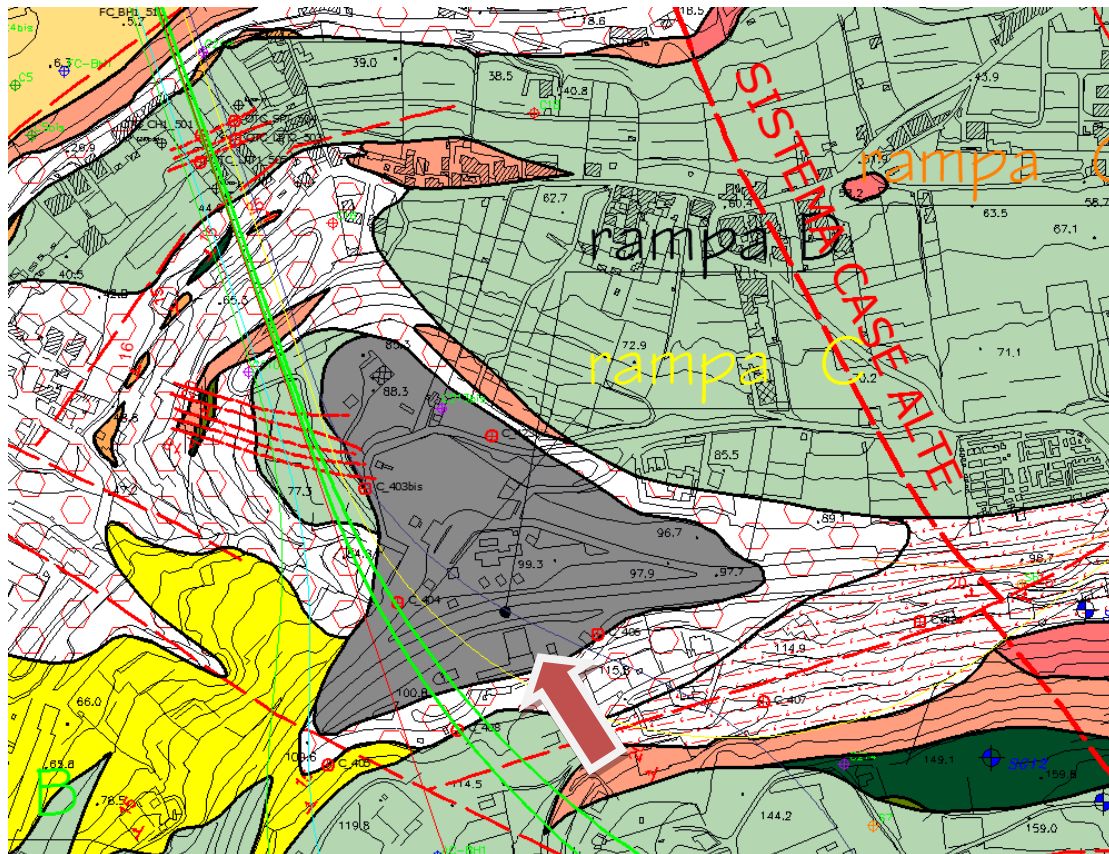


Figura 4.1: Stralcio della carta geologica con ubicazione della struttura

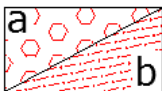
Ghiaie e sabbie di Messina.

Sabbie e ghiaie grigio giallastre, con abbondante matrice. I clasti sono da subarrotondati ad appiattiti, spesso embriicati. Sono presenti livelli e lenti di sabbie fini. Si presentano clinostratificati. Le facies sono attribuibili ad ambienti di tipo deltizio e/o conoide sottomarina. (PLEISTOCENE MEDIO)



Depositi di versante.

Depositi poco coesivi, costituiti da materiale spigoloso, poligenico ed eterometrico con matrice a grana fine (a), localmente si presenta con grossi blocchi. In località Case Alte il detrito si presenta con tessiture da medie a grossolane, subordinatamente fine, con laminazione incrociata e clinostratificato (b). (OLOCENE)



Riporto antropico.
(ATTUALE)



Conglomerato di Pezzo.

Conglomerato a matrice arenacea, da scarsamente a ben cementato, a stratificazione poco distinta, con passaggi laterali a livelli arenacei e sabbie grossolane. Gli elementi costituenti sono esclusivamente di natura cristallino-metamorfica. (TORTONIANO SUPERIORE)





| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

4.2.1 CONGLOMERATO DI PEZZO

Il conglomerato di Pezzo è la litologia stratigraficamente più bassa della successione sedimentaria. La sua potenza è superiore ai 200 m. Il conglomerato è composto prevalentemente da clasti di graniti e gneiss cementati in matrice prevalentemente composta da frazioni arenacee fini e limose. Le dimensioni dei clasti sono eterogenee e variabili da pochi mm fino a blocchi superiori al metro, interpretati come grossi trovanti inglobati nel conglomerato. Negli affioramenti la formazione presenta un aspetto litoide con scarpate stabili. Il Conglomerato di Pezzo ha quindi generalmente caratteristiche assimilabili a quelle di rocce tenere. Per i parametri di resistenza al taglio nell'ambito dello strato superficiale più alterato ($z < 25 \div 30$ m), si fa riferimento alla caratterizzazione geotecnica generale che si basa sull'esito delle prove di carico su piastra, ritenute maggiormente rappresentative del comportamento d'insieme dell'ammasso: si considerano quelle ubicate in prossimità del blocco di ancoraggio lato Calabria (campagna di indagine 1988 – pozzo P2500) ed al proposito si è ripreso lo studio effettuato nel Progetto preliminare ("Le basi del progetto – Geotecnica" – Elab. PP2RA24) (Vd. Elab. CG0800PRBDCSBC8G000000001A).

| | |
|-------------------------------|--|
| γ (kN/m ³) | 21-23 |
| c' picco (kPa) | 0-100 |
| φ' picco (°) | 38°÷42° |
| $C_{residuo}'$ (kPa) | 0 |
| φ_{cv}' (°) | 33-35 |
| k_o (-) | 0.7-0.9 |
| V_s (m/sec) | $V_s = 280 \cdot (z)^{0.2}$ |
| G'_o | $G'_o = 3000 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.50}$ |
| E_o | $E_o = 7200 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.50}$ |
| $E' *$ | $E'=150-300$ (z 0 -20m) $E'=300-500$ (20 - 35m) |
| ν' | 0.2-0.3 |
| K (m/s) | 10^{-7} |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

4.2.2 SABBIE E GHIAIE DI MESSINA

Per le caratteristiche fisiche da un'analisi statistica delle caratteristiche granulometriche emerge, un andamento che conferma che le caratteristiche granulometriche dei materiali in esame sono tipiche di materiali sia di materiali a grana grossa (ghiaie 36%), sia di materiali intermedi (sabbie 52%). Il contenuto di fino è mediamente del 11%. La formazione non è sovraconsolidata, nel senso che in passato non ha generalmente subito dei carichi maggiori di quelli attuali. Presenta un locale grado di cementazione di natura chimica.

| | |
|-------------------------------|--|
| γ (kN/m ³) | 18-20 |
| c'_{picco} (kPa) | 0-10 |
| ϕ'_{picco} (°) | 38° ÷ 40° (p'ff=0-272KPa) / 35° ÷ 38° (p'ff=272-350KPa) |
| C_{residuo} (kPa) | 0 |
| ϕ_{cv} (°) | 33-35 |
| k_o (-) | 0.45-0.55 |
| V_s (m/sec) | 200 + 7 z |
| G'_o | $G'_o = 1780 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.05}$ |
| E_o | $E_o = 4300 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.05}$ |
| $E' *$ | $E' = (17 \div 40) \cdot (z)^{0.7}$ |
| ν' | 0.2 |
| K (m/s) | $10^{-4} - 10^{-5}$ |

Per problemi ingegneristici caratterizzati dallo sviluppo di deformazioni dell'ordine di 10⁻³ (gallerie, opere di sostegno,...) i moduli operativi potranno essere definiti come:

$$(1/3-1/5)E_o$$

La legge di variazione assegnata, riportata nelle tabelle riepilogative, presenta la seguente forma:

$$E = a p_a \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^n$$

Nel modello geotecnico utilizzato è stata presa in considerazione la variabilità della rigidità delle

| | | | | | |
|---|---|--|-----------|--------------------|--|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | Codice documento CD0319_F0 | Rev F0 | Data 20/06/2011 | |

molle secondo la seguente legge di tipo esponenziale,

$$E = E_{lod} \left(\frac{P'_0}{P_a} \right)^n$$

Per la congruenza delle due relazioni, il valore del modulo Elod è stato assunto pari a 1/5 del valore “a “ assegno e l’esponente n è assunto pari al valore corrispettivo della stessa relazione. Il valore del modulo di scarico/ricarico Eur è stato assunto pari a 1.6 volte il modulo Elod.

Si riassume di seguito i parametri di resistenza e deformabilità utilizzati nel modello di interazione terreno-struttura:

| Name | g tot (kN/m3) | g dry (kN/m3) | Frict (deg) | C' (kPa) | Su (kPa) | FRp (deg) | FRcv (deg) | Eload (kPa) | Eur (kPa) | kAp NL | kPp NL | kAcv NL | kPcv NL | Vary | Spring Model |
|-----------------------|------------------|------------------|----------------|-------------|-------------|--------------|---------------|----------------|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------|-----------------|
| Conglomerato di pezzo | 22 | 21 | 40 | 10 | N/A | N/A | N/A | 144000 | 230400 | 0.22 | 4.6 | N/A | N/A | True | EXP |

| Name | Poisson v | Min Ka (clays) | Min sh (clays) | ko.NC - | nOCR - | aH.EXP (0 to 1) | aV.EXP (0 to 1) | qSkin (kPa) | qNails (kPa) | kS.nails (kN/m3) | PL (MPa) |
|-----------------------|--------------|-------------------|-------------------|------------|-----------|--------------------|--------------------|----------------|-----------------|---------------------|-------------|
| Conglomerato di pezzo | 0.3 | - | - | 0.7 | 1 | 0.66 | 0.33 | 200 | 0 | 0 | - |

| Name | g tot (kN/m3) | g dry (kN/m3) | Frict (deg) | C' (kPa) | Su (kPa) | FRp (deg) | FRcv (deg) | Eload (kPa) | Eur (kPa) | kAp NL | kPp NL | kAcv NL | kPcv NL | Vary | Spring Model | Color |
|----------------------------|------------------|------------------|----------------|-------------|-------------|--------------|---------------|----------------|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------|-----------------|-------|
| Sabbie e Ghiaie di Messina | 20 | 19 | 36 | 0 | N/A | N/A | N/A | 86000 | 137600 | 0.26 | 3.85 | N/A | N/A | True | EXP | |

| Name | Poisson v | Min Ka (clays) | Min sh (clays) | ko.NC - | nOCR - | aH.EXP (0 to 1) | aV.EXP (0 to 1) | qSkin (kPa) | qNails (kPa) | kS.nails (kN/m3) | PL (MPa) |
|----------------------------|--------------|-------------------|-------------------|------------|-----------|--------------------|--------------------|----------------|-----------------|---------------------|-------------|
| Sabbie e Ghiaie di Messina | 0.35 | - | - | 0.45 | 1 | 0.66 | 0.33 | 300 | 0 | 0 | - |

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)



Evc=modulo a compressioen vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva a volume costante

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Kpcv= coefficiente di spinta passiva a volume costante

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

Per la valutazione degli angoli di attrito terreno struttura si è fatto riferimento alla seguente tabella:

| Tipo di opera | Lato spinta attiva $\delta a/\varphi'$ | Lato spinta passiva $\delta p/\varphi'$ |
|--------------------------------------|---|--|
| Calcestruzzo gettato in opera | 2/3 | 2/3 |
| Calcestruzzo prefabbricato | 1/2 ÷ 2/3 | 1/2 ÷ 2/3 |
| Palancole metalliche | 2/3 | 1/2 ÷ 2/3 |
| Micropali iniettati | 2/3 ÷ 1 | 2/3 |
| Terre rinforzate/armate | 1 | 1/2 ÷ 2/3 |

Nel nostro caso è stato assunto cautelativamente $\delta p = 0$ lato spinta passiva.

5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO

La caratterizzazione sismica del sito in cui è inserita l'opera in oggetto viene effettuata sulla base delle indicazioni contenute nel D.M. 14/01/2008 (paragrafo 3.2). I parametri sismici di base sono stati calcolati utilizzando il foglio di calcolo dedicato "Spettri di risposta", fornito dal Consiglio Sup. LL.PP. (<http://www.cslp.it/cslp/>), inserendo le coordinate geografiche dell'intervento in corrispondenza dell'opera in progetto:

| | |
|--------------------|-----------|
| Latitudine | 38,22715 |
| Longitudine | 15,645979 |

5.1.1 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

L'accelerazione orizzontale massima attesa al sito dipende dal periodo di riferimento considerato per la definizione dell'azione sismica. In base alle indicazioni riportate nel paragrafo 2.4 del D.M. 14/01/2008 e quanto riportato nei criteri di progettazione contenuti nel documento "criteri di progettazione_rev06_20101013.xls":

- Per $H > 5.00$ m:

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | |
|---|----------|
| Tipo di costruzione | 3 |
| Vita nominale (V_N) | 100 anni |
| Classe d'uso | IV |
| Coefficiente d'uso (C_U) | 2 |

Pertanto il periodo di riferimento per l'azione sismica vale:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 100 \cdot 2 = 200 \text{ anni}$$

- Per $H \leq 5.00$ m:

| | |
|---|---------|
| Tipo di costruzione | 2 |
| Vita nominale (V_N) | 50 anni |
| Classe d'uso | III |
| Coefficiente d'uso (C_U) | 1.5 |

Pertanto il periodo di riferimento per l'azione sismica vale:



$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1.5 = 75 \text{ anni}$$

5.1.2 PARAMETRI SISMICI DI BASE

In base alla posizione del sito in esame ed al periodo di riferimento considerato, si ottengono i seguenti parametri sismici di base:

- Per $H > 5.00$ m:

| STATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F₀ [-] | T_c* [sec] |
|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| SLO | 120 | 0.133 | 2.330 | 0.324 |
| SLD | 201 | 0.172 | 2.358 | 0.337 |
| SLV | 1898 | 0.444 | 2.488 | 0.421 |
| SLC | 2475 | 0.492 | 2.502 | 0.436 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

- Per $H \leq 5.00$ m:

| STATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_C^* [sec] |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|------------------|
| SLO | 45 | 0.079 | 2.313 | 0.292 |
| SLD | 75 | 0.105 | 2.300 | 0.313 |
| SLV | 712 | 0.302 | 2.436 | 0.376 |
| SLC | 1462 | 0.402 | 2.474 | 0.408 |

dove: T_R = periodo di ritorno associato allo Stato Limite considerato;

a_g = accelerazione orizzontale massima in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

5.1.3 STATI LIMITE DI RIFERIMENTO



Nel caso delle strutture in genere e delle opere di sostegno (muri, paratie) devono essere verificati i seguenti Stati Limite:

- **SLD** (Stato Limite di Danno), associato alle verifiche a Stato Limite di Esercizio;
- **SLV** (Stato Limite di salvaguardia della Vita), associato alle verifiche a Stato Limite Ultimo.

5.1.4 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

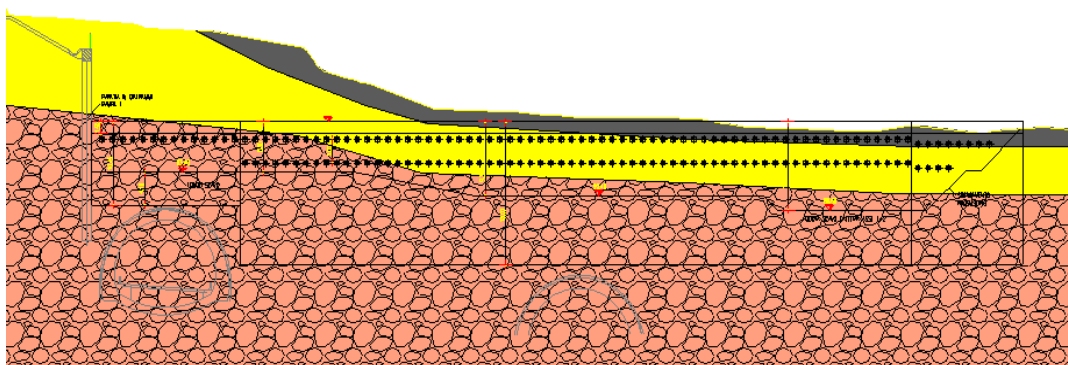
Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante un approccio semplificato che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento indicate nella Tabella 3.2.II del D.M. 14/01/2008.

| Categoria | Descrizione |
|-----------|--|
| A | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m.</i> |
| B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un</i> |



| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

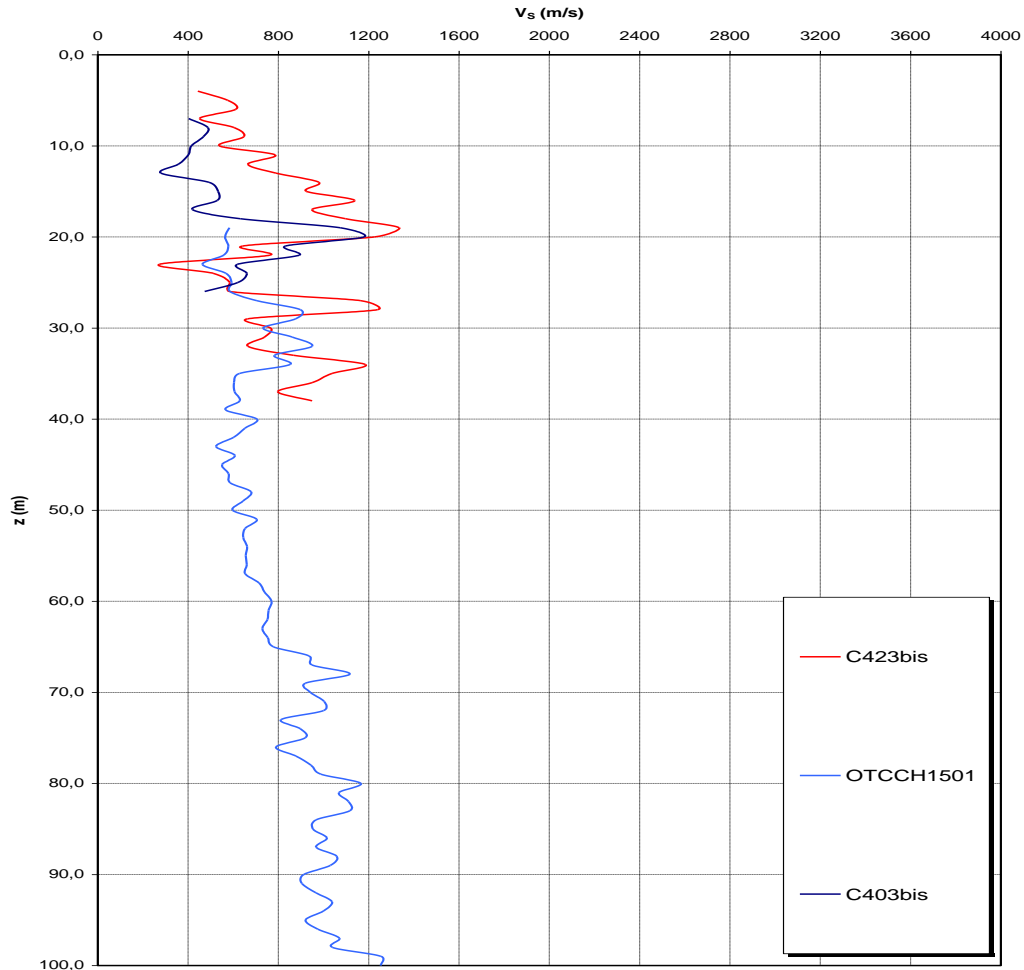
| | |
|----------|---|
| | graduale migliora-mento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360m/s e 800m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| C | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina media-mente consistenti</i> , con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale migliora-mento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180m/s e 360m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| D | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsa-mente consistenti</i> , con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale migliora-mento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina). |
| E | <i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i> |

Con riferimento alla situazione più sfavorevole, in terrapieno di monte presenta uno spessore medio di circa 2.00 m costituito da Riporto Antropico e uno strato sottostante dello spessore medio di 6.00 m di Sabbie e Ghiaie di Messina. Il substrato è costituito dal Conglomerato di Pezzo, esteso fino alle massime profondità indagate.



Profilo geotecnico di riferimento

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |



Andamento delle Vs nelle verticali indagate

Data l'esiguità delle prove localmente presenti, si è scelto di tenere conto anche delle prove effettuate nei sondaggi utilizzati per caratterizzare la zona in corrispondenza delle rampe di accesso alle gallerie (Rampe A/B/C/D 0-0+500).

Per la caratterizzazione sismica del suolo nella zona in esame si dispone delle prove sismiche relative ai sondaggi **C403bis** **C423bis**.

Inoltre, è stato stimato il valore di $N_{spt,30}$ a partire dai dati delle prove penetrometriche in foro effettuate nel sondaggio **C406**, ritenuto maggiormente rappresentativo per l'opera in esame, per uno spessore di 30.00 m valutato, trattandosi opere di sostegno di terreni naturali, dalla testa dell'opera.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

NSPT = Valore di N_{spt} i-esimo

M = Numero di strati

C406

| Strato | Litotipo | hi [m] | N _{SPT} | Z | h _i /N _{spt,i} |
|--|---------------------|-----------|------------------|-------------------------|------------------------------------|
| h ₁ | Sabbia con ghiaia | 1.5 | 15 | 1.50 | 0.100 |
| h ₂ | Sabbia con ciottoli | 10 | 100 | 11.50 | 0.100 |
| h ₃ | Conglomerato | 18.5 | 100 | 30.00 | 0.185 |
| h _{totale} | | 30 | | Σ hi/N _{spt,i} | 0.385 |
| N_{spt,30} = 30 / 0.385 = 77.92 B | | | | | |

Sulla base dei valori sopra riportati, si ritiene che il sottosuolo di progetto rientri nella **Categoria B**.
Si riporta la colonna stratigrafica del sondaggio di riferimento C406, dalla quale si evidenzia l'assenza di falda.

**PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 –
RELAZ. SIM. E DI CALCOLO**

Codice documento
CD0139_F0

Rev Data
F0 20/06/2011



| Prof. (m) | LITOLOGIA | DESCRIZIONE | Campioni | SPT | | R ₁₀ (cm) | C ₁₀₀ | RQD % (0 - 100) |
|-----------|-----------|--|----------------------|----------|----|----------------------|------------------|--------------------|
| | | | | S.P.T. | N | | | |
| 0.3 | | Materiale di riporto costituito da bitume (5 cm), ghiaia con sabbia, debolmente limosa di colore grigio chiaro. Presenza di rari ciottoli sub-arrotondati. | | | | | | |
| 1.5 | | Sabbia da media a grossolana con ghiaia grossa moderatamente addensata. Presenza di ciottoli (6-8 cm) sub-arrotondati. Colore marrone-bruno. Presenza di frustoli vegetali. | SPT 1 = 1,26 1,80 | 16-67 | 15 | | | |
| 2.1 | | Sabbia da media a grossolana con ciottoli (3-5 cm) da sub-angolari a sub-arrotondati, ghiaiosa di colore grigio scuro. Manifesta odorazione di gasolio. | | | | | | |
| 2.6 | | Sabbia media sciolta debolmente ghiaiosa-limosa di colore grigio-marrone. Presenza di ciottoli (3-5 cm) sub-angolari. | SPT 2 = 3,66 2,15 | 27-RF3cm | Ra | | | 1 |
| 4.7 | | Sabbia quarzoso-micacea debolmente ghiaiosa molto addensata, di colore grigio-aviana, presenza di rari ciottoli (2-3 cm). A m 2.90 grosso ciottolo di granito poco alterato (8-10 cm), è riconoscibile ancora la struttura cristallina del granito. | SPT 3 = 4,56 4,50 | RF3cm | Ra | | | |
| 5.0 | | A m 4.25 ciottoli di scisti biotitici di colore grigio scuro, si presentano ossidati. A m 4.60-4.70 ciottoli di granito non alterati (4-5 cm). | | | | | | |
| 5.6 | | Sabbia da fine a media con ciottoli di granito e gneiss biotitico poco alterato. | SPT 4 = 3,88 5,07 | 26-RF3cm | Ra | | | |
| 6.4 | | Sabbia media quarzoso-micacea con ghiaia quarzosa cementata grigio chiaro-ocra. Struttura granitica poco riconoscibile. | | | | | | |
| 7.5 | | Sabbia da fine a media ghiaiosa debolmente limosa di colore grigio-aviana, con clasti di graniti, quarzo e gneiss biotitici sub-angolari. A m 6.60-6.70 presenza di ciottoli di gneiss biotitico (4-6 cm). | | | | | | 2 |
| 8.1 | | Ciottoli di granito poco alterato, immersi in una matrice quarzoso-micacea debolmente sabbiosa. | | | | | | |
| 9.0 | | Sabbia media quarzoso-micacea, di provenienza dall'alterazione del granito. E' ancora riconoscibile la struttura cristallina del granito. | | | | | | |
| 10.0 | | A m 9.10-9.60 ciottoli di granito poco alterati con fratture (i=0°, i=45°, i=90°). Inoltre, sono visibili piccole fratture con pochissimo materiale di riempimento (spessore < 5 mm). A m 10.50-10.80 livello di ciottoli di granito da sub-angolari a sub-arrotondati debolmente sabbioso. | | | | | | |
| 11.4 | | Conglomerato costituito da blocchi e ciottoli di granito, gneiss biotitico e quarzo, da sub-angolari a sub-arrotondati, immersi in una matrice da sabbiosa a debolmente sabbiosa, cementata a tratti debolmente cementata. I minerali feniici si presentano ossidati. A m 12.40-12.55 ciottolo di quarzo di colore bianco con venature di colore verde. | | | | | | 3 |
| 14.0 | | Ciottoli e blocchi di gneiss grigio scuro, con venature bianche, immersi in poca matrice debolmente sabbiosa. E' una roccia moderatamente alterata con qualche principio di ossidazione dei minerali feniici. | | | | | | |
| 14.6 | | Trovante di granito di colore grigio-bianco a grana media. Nel tratto terminale del trovante sono riconoscibili fratture (i=45°, i=0°) senza materiale di riempimento. Le fratture si presentano poco rugose, con superfici fortemente ossidate. | | | | | | |
| 15.6 | | Granito alterato in sabbia e ghiaia, quarzoso-micacea, di colore grigio scuro. Presenti rari ciottoli di granito poco alterato, da spigolosi a sub-angolari. | | | | | | |
| 16.3 | | Blocchi di granito a grana grossa con poca matrice, debolmente sabbiosa. Sono presenti fratture (i=30°, i=45° e i=60°) con poco materiale di riempimento (< 5 mm), le superfici delle fratture sono alterate e ossidate. | | | | | | 4 |
| 17.0 | | Conglomerato costituito da blocchi e ciottoli di gneiss biotitico e granito, da spigolosi a sub-angolari, immersi in una matrice sabbiosa poco cementata, a tratti non cementata di colore grigio-marrone. A m 18.65-18.90 blocco di granito a grana media, non alterato, con fratture (i=45°, i=60°) senza materiale di riempimento. A m 19.35-19.60 blocco di granito a grana media con frattura (i=60°) con materiale di riempimento avente spessore inferiore a 5 mm. A m 19.80-20.00, 20.15-20.35, 21.65-22.00 blocco di granito non alterato a grana media. Presente una frattura con i=0°, aperta e con poco materiale di riempimento. | | | | | | |
| 17.9 | | | | | | | | |
| 19.0 | | | | | | | | |
| 20.0 | | | | | | | | |
| 21.0 | | | | | | | | |
| 22.0 | | | | | | | | 5 |
| 23.0 | | | | | | | | |
| 24.0 | | Conglomerato a struttura matrice-sostenuto, costituita da sabbia e ghiaia di colore grigio-verde, da mediamente cementata a cementata, con sporadici clasti costituiti da ciottoli di granito e gneiss. | C.L.1 = 3,41 2,44 | | | | | |

**PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 –
RELAZ. SIM. E DI CALCOLO**

Codice documento
CD0319_F0

Rev F0 Data 20/06/2011

| Prof. (m) | LITOLOGIA | DESCRIZIONE | Campioni | SPT | | Clas | RQD % 0 --- 100 | Pg |
|-----------|-----------|---|----------|-----|---|-------|--------------------|----|
| | | | | N | f | | | |
| 25 | | Segue dalla pagina precedente | | | | 5 | | |
| 26 | | | | | | Lug | | |
| 27 | | Conglomerato a struttura clasto-sostenuta, costituita da ghiaia e ciottoli di granito e gneiss biotitici. Colore bruno. | | | | 6 | | |
| 28 | | Conglomerato a struttura matrice-sostenuta, costituito da sabbia eterogenea ghiaiosa, da mediamente cementata a cementata. Colore grigio-verde. A m 28.90+29.00 Ciottolo di gneiss occhiadino poco alterato. | | | | | | |
| 29 | | Granito alterato in ghiaia e sabbia grossolana, da poco cementata nella porzione superiore, a cementata nella porzione basale. Presenza di ciottoli di quarzo e gneiss biotitici a tratti ossidati. | | | | | | |
| 30 | | Conglomerato a struttura matrice-sostenuta, costituito da sabbia media con ghiaia eterogenea cementata. Presenza di rari ciottoli di granito e quarzo. A m 30.45 presenza di un'apertura (2 cm) riempita da materiale mineralizzato di colore nero lucente (derivazione organica?). | | | | | | |
| 31 | | Conglomerato clasto-sostenuto costituito da ghiaia e ciottoli di granito, gneiss e quarzo, immersi in una matrice sabbiosa moderatamente cementata di colore grigio-verde. Presenza di rari blocchi di granito. A m 31.90+32.50 aumento della matrice sabbiosa del conglomerato e diminuzione dei clasti. | | | | 7 | | |
| 32 | | | | | | | | |
| 33 | | A 32.50+33.30 trovante di granito a grana da media a grossa con fratture (i=30°, i=45°) con poco materiale di riempimento (spessore < 5 mm). | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | Dilat | | |
| 36 | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | 8 | | |
| 38 | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | Lug | | |
| 41 | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | 10 | | |
| 47 | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | Dilat | | |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| R L m s | LITOLOGIA | prof. m | DESCRIZIONE | Campioni | SPT | | N | f s g | C s g | C s g | ROD % 0-100 | P t |
|------------------|---|------------|-------------------------------|----------|-----|---|---|-------------|-------------|-------------|----------------|--------|
| | | | | | SPT | N | | | | | | |
| 49 |  | 50,8 | Segue dalla pagina precedente | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | |

Colonna stratigrafica Sondaggio C406

5.1.4.1 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s) può essere calcolato in funzione dei valori di F_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di Categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tabella 3.2.V del D.M. 14/01/2008.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

| Categoria sottosuolo | S_s | C_c |
|----------------------|---|------------------------------|
| A | 1,00 | 1,00 |
| B | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$ |
| C | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$ |
| D | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$ |
| E | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$ |

Pertanto si ha:

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

- Per $H > 5.00$ m:

| STATO LIMITE | a_g [g] | F_o [-] | T_c^* [sec] | S_s | |
|-----------------|--------------|--------------|------------------|-------|-------|
| SLV | 0.444 | 2.488 | 0.421 | A | 1.00 |
| | | | | B | 1.00 |
| | | | | C | 1.037 |
| | | | | D | 0.90 |
| | | | | E | 1.00 |

- Per $H \leq 5.00$ m:

| STATO LIMITE | a_g [g] | F_o [-] | T_c^* [sec] | S_s | |
|-----------------|--------------|--------------|------------------|-------|-------|
| SLV | 0.302 | 2.436 | 0.376 | A | 1.00 |
| | | | | B | 1.106 |
| | | | | C | 1.259 |
| | | | | D | 1.296 |
| | | | | E | 1.191 |

Per le componenti verticali del sisma, il coefficiente S_s assume sempre il valore unitario.



5.1.4.2 COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

In accordo con la Tabella 3.2.IV del D.M. 14/01/2008, le caratteristiche topografiche del sito in cui sorge l'opera in progetto rientrano nella **Categoria T1** ("Pendii con inclinazione media $i < 15^\circ$ ").

Tenendo conto delle condizioni topografiche ed in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, il valore del coefficiente di topografia (S_T) assume quindi un valore pari a 1.00, in accordo con quanto riportato nella Tabella 3.2.VI del D.M. 14/01/2008.

5.1.4.3 VALUTAZIONE DELL'ACCELERAZIONE EQUIVALENTE

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è definita mediante un'accelerazione equivalente costante nello spazio e nel tempo. Le componenti orizzontale e verticale a_h e a_v dell'accelerazione equivalente devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto sismico atteso nel volume di terreno significativo per l'opera e della capacità dell'opera di subire spostamenti senza

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

significative riduzioni di resistenza. In mancanza di studi specifici, a_h può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

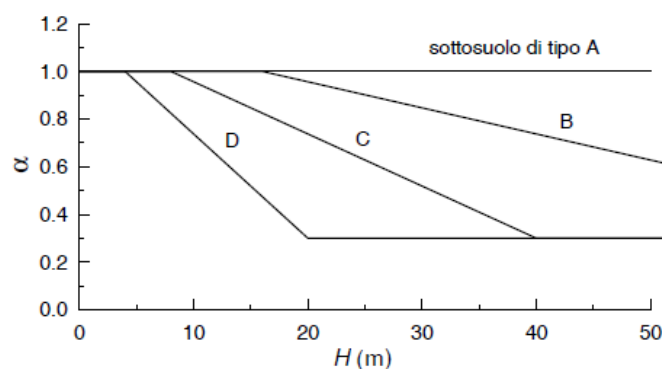
dove g è l'accelerazione di gravità, k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale, $\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera e $\beta \leq 1$ è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. Per le paratie si può porre $a_v = 0$.

L'accelerazione di picco a_{max} è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

dove S_s è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2 delle norme tecniche ed a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

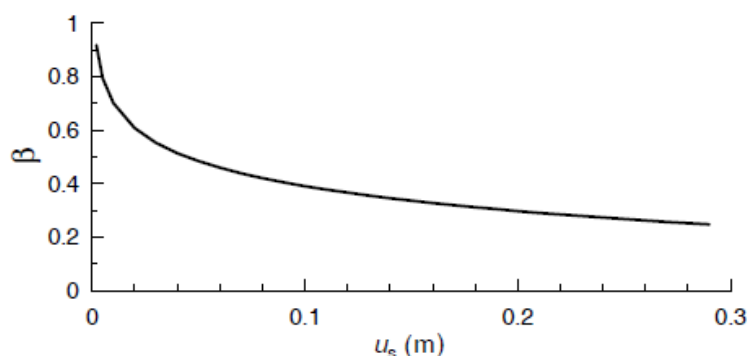
Il valore del coefficiente α può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma seguente:



Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo si è posto $\alpha = 1$.

Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma seguente:

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SISM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |



in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_s = 0$ è $\beta = 1$. Nella presente analisi si è imposto:

$$u_s \leq 0,005 \cdot H.$$

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0,2$ si assumerà $k_h = 0,2 \cdot a_{max}/g$.

Nella presente analisi sono state presi in considerazione gli effetti inerziali sulle masse che costituiscono la paratia.

La tabella seguente riassume i valori di accelerazione sismica orizzontale di calcolo e gli spostamenti massimi in funzione delle diverse tipologie strutturali:



| PARATIA | H [m] | u_s [cm] | ah/g [-] | α [-] | β [-] |
|---------|----------|---------------|---------------|-----------------|----------------|
| A | 10.00 | 5.00 | 0.211 | 1.000 | 0.476 |
| B | 15.00 | 7.50 | 0.187 | 1.000 | 0.422 |

5.2 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Per l'opera in oggetto sono stati eseguiti accurati rilievi dello stato dei luoghi interessati dall'attraversamento, dei manufatti, dei fabbricati e delle opere ed impianti in genere che, in una qualsiasi fase, possono essere interessati dai lavori.

La progettazione è stata condotta con riferimento alle normative di calcolo indicate nel documento GCG.F.01.02 "Normativa tecnica applicabile" o, in mancanza di disposizioni specifiche, a criteri fondati su ipotesi teoriche e risultati sperimentali chiaramente comprovati, allo scopo di garantire la completa stabilità e la sicurezza delle strutture sia singolarmente che nel loro insieme.

La tipologia dell'opera in oggetto e le procedure di dimensionamento e verifica sono state delineate in relazione alla situazione stratigrafica e geotecnica locale, all'entità dei carichi e alle condizioni di

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

stabilità dei siti di futura costruzione. In particolare, l'impossibilità di effettuare notevoli sbancamenti del terrapieno di monte per i vincoli presenti, come edifici e viabilità esistente, e per le notevoli altezze in gioco hanno fatto ritenere la paratia in diaframma la soluzione progettuale più adeguata. Le caratteristiche dei terreni, in particolare degli strati a carattere litoide, e data la forte incidenza di blocchi o trovanti, si prevede come metodologia di scavo l'uso di idrofresa.

Nei confronti dell'impiego di setti di diaframma continui si è posta particolare attenzione all'impiego di sistemi di drenaggio per fare fronte a problematiche connesse con variazioni del regime piezometrico a monte e a valle (effetto barriera impermeabile). In particolare si adotteranno tubi drenanti micro fessurati in PVC del diametro esterno minimo di 62 mm, della lunghezza minima di almeno 10.00 m, rivestiti in tessuto non tessuto.

In merito alla tipologia di tiranti, considerando che normalmente, sia per motivi strutturali che per limitare il decadimento delle caratteristiche di resistenza al taglio dei terreni, si ha la necessità di contenere gli spostamenti, è prescritta la scelta dei tiranti attivi adeguatamente pretesati.



E' stato verificato, per ciascuna situazione di progetto individuata attraverso specifiche analisi, che non siano raggiunte condizioni di stato limite ultimo e di servizio. E' stato accertato che non siano raggiunti i seguenti stati limite ultimi:

1. rottura per rotazione causata da non adeguate reazioni orizzontali del terreno al di sotto del fondo scavo;
2. rottura per sfilamento degli ancoraggi;
3. sollevamento per pressioni artesiane in livelli/strati sabbiosi sottostanti livelli/strati limoso-argillosi più impermeabili;
4. rottura per instabilità globale e/o per raggiungimento della capacità portante di strati limoso-argillosi posti in prossimità del fondo scavo;
rottura degli elementi strutturali.

Sono stati analizzati anche stati limite ultimi determinati dal raggiungimento di spostamenti eccessivi.

Nella definizione delle situazioni di progetto si è fatto riferimento ad assunzioni e a combinazioni dei dati di progetto in grado di coprire tutte le condizioni che possono ragionevolmente essere previste durante l'esecuzione e la vita utile dell'opera.

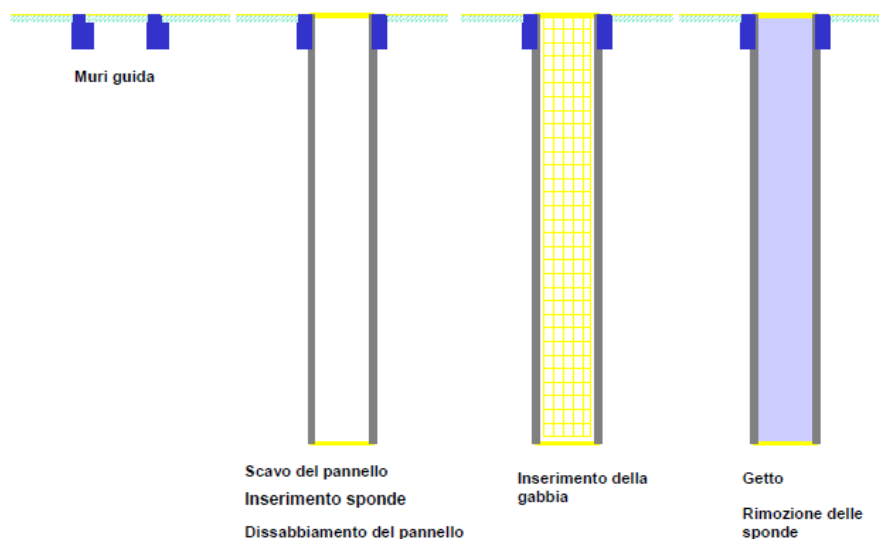
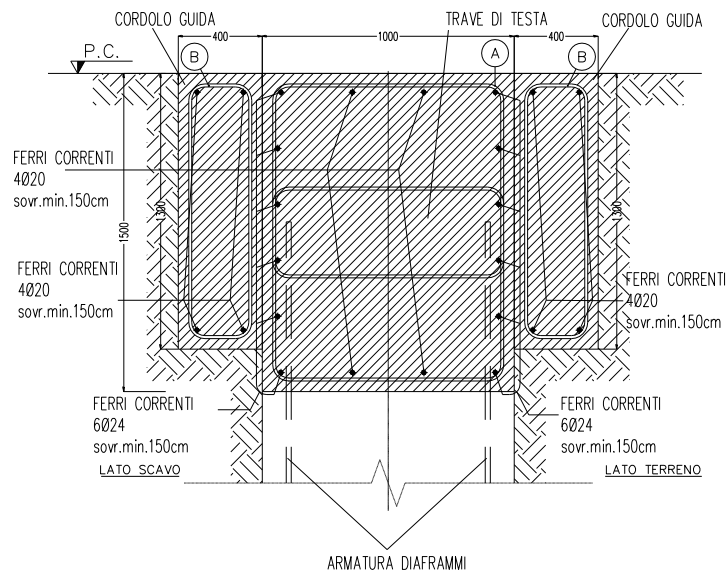
Le condizioni piezometriche di progetto e lo stato di sforzo efficace iniziale nel terreno (tensioni geostatiche) antecedente la realizzazione dell'opera di sostegno è stato ipotizzato sulla base di quanto contenuto negli elaborati geologici e geotecnici di progetto richiamati nel paragrafo 4.2.

| | | | | |
|---|---|---|-----------------------------------|--|
|  |  | <p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p> | | |
| <p align="center">PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO</p> | <p><i>Codice documento</i> CD0319_F0</p> | <p><i>Rev</i> F0</p> | <p><i>Data</i> 20/06/2011</p> | |

6 FASI COSTRUTTIVE

Di seguito vengono descritte le fasi costruttive per la realizzazione dell'opera.

1. Realizzazione dei cordoli guida della profondità di 1.30 m e della larghezza di 40 cm;
2. Scavo del pannello mediante idrofresa (con o senza pre-scavo di approccio);
3. Dissabbio e pulizia del pannello
4. Getto del pannello
5. Fasi di scavo a valle con inserimento e tesatura degli ancoraggi



| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Lo scopo dei cordoli guida è molteplice, infatti assicurano le seguenti funzioni:

1. assicurare la stabilità del terreno in superficie (carichi importanti in adiacenza allo scavo)
2. guida per l'imbocco della benna o idrofresa,
3. garantire l'allineamento di progetto,
4. evitare problemi causati dalle fluttuazioni del livello superiore del fango bentonitico nello scavo
5. garantire la presenza di un adeguato battente di fango bentonitico a partire dalla profondità alla quale questo diventa portante
6. servire da supporto alle gabbie (che vanno tenute sollevate dal fondo dello scavo) sino all'indurimento del calcestruzzo.

I cordoli guida saranno opportunamente armati per resistere ai colpi dell'utensile di scavo, ed ai carichi dei macchinari che si muovono in adiacenza a quest'ultimo, oltre che alle forze verticali di estrazione degli elementi di giunto.

Le fasi di esecuzione tipiche dei tiranti sono le seguenti:

1. Posizionamento dell'attrezzatura

L'attrezzatura è posta di fronte al posto dove sarà realizzato il tirante, posizionata con una serie di martinetti e quindi il mast è inclinato con la stessa inclinazione del futuro tirante.

2. Perforazione del tirante e contemporaneo rivestimento con tubo di manovra a contenimento delle pareti del foro.


L'utensile di perforazione è montato alla base della batteria di aste e la rotazione e l'avanzamento sono assicurate da uno speciale manicotto. La testa di rotazione provvede a tagliare il terreno ed il detrito di perforazione è asportato con una circolazione diretta del fluido di perforazione, che ha anche il compito di raffreddare l'utensile di perforazione.

3. Posa in opera del tirante

Raggiunta la lunghezza prevista la testa di rotazione è abbandonata e l'asta di perforazione recuperata. Viene quindi posto in opera il tirante vero e proprio. Il tirante è costituito da trefoli di acciaio ad alta resistenza, formati da un tratto libero dove i cavi sono posti all'interno di una guaina in polietilene lubrificata, in modo da permetterne lo scorrimento, ed un tratto connesso che iniettato consente di aggrappare il tirante al terreno che ne permette il successivo tesaggio.

4. Iniezione del tirante

Il tirante è iniettato con una boiaccia od una malta cementizia. Il tratto di ancoraggio, detto connesso, è iniettato con una malta ad alta pressione, mentre il tratto libero a bassa

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

pressione.

5. *Costruzione della testa di reazione e posizionamento della piastra di ancoraggio.*

Al termine dell'iniezione viene costruita in testa al tirante una testa di ancoraggio in acciaio secondo le specifiche presenti negli elaborati grafici di progetto.

6. *Tesatura del tirante*

L'acciaio dei trefoli costituenti il tirante è presollecitato con l'impiego di uno speciale martinetto idraulico. Il tirante esercita, di fatto, già sul terreno un'azione di carico e non è soggetto nei limiti di quel carico ad ulteriori deformazioni.

7. *Verifica delle sollecitazioni, che agiscono sul tirante.*

La verifica delle sollecitazioni cui è sottoposto il tirante avviene misurando la pressione interna del martinetto di trazione.

6.1.1 CONTROLLO DELLA VERTICALITÀ

Per il controllo della verticalità dello scavo, e quindi dei pannelli, saranno utilizzati sistemi la cui precisione è commisurata alle profondità dei pannelli ed all'importanza dell'opera. Di norma potranno essere utilizzati inclinometri biassiali da fissare sull'utensile di scavo, in modo da avere il controllo della perforazione a varie profondità.

Poiché l'inclinometro non dà indicazioni circa l'eventuale rotazione del pannello, si provvederà, ove richiesto dalla Direzione Lavori, a misure più precise o integrative quali:

- rilievo della geometria del pannello mediante sonda ad ultrasuoni (tipo sistema KODEN);
- rilievo della rotazione mediante controllo della posizione delle funi di sospensione di un "pendolo" di massa un inferiore a 2000 kg. a forma di parallelepipedo a base quadrata, il cui lato è pari allo spessore del pannello meno 5 cm. Sia la sonda che il pendolo saranno fatti discendere in corrispondenza delle estremità del pannello da misurare. Le misure saranno eseguite in risalita.

6.1.2 DISPOSITIVI PER LA FORMAZIONE DEI GIUNTI

Per la corretta formazione dei giunti, si utilizzeranno tubi-spalla di opportuna forma e dimensione:

- colonne semi-circolari;
- profilati piatti irrigiditi con colonne semi-circolari;
- "canne d'organo"

Di norma i tubi spalla saranno messi in opera, controllandone la verticalità con sistemi ottici,

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

non appena completata la perforazione, e per tutta la profondità del pannello. Ad avvenuta presa del getto si provvederà alla loro rimozione, utilizzando un opportuno estrattore a morsa idraulica: se necessario la superficie del tubo spalla potrà essere preventivamente trattata con vernici disarmanti. Si avrà cura di pulire adeguatamente i tubi spalla prima del loro impiego. Nello scavo dei pannelli adiacenti (pannelli secondari) si avrà cura di pulire con estrema cura l'impronta lasciata dal tubo-spalla, mediante opportuni raschiatori, la cui forma è ricalcata su quella del tubo spalla utilizzato. I raschiatori saranno utilizzati a fine perforazione, fissandoli rigidamente sull'utensile di scavo.

Qualora sia utilizzata l'idrofresa è possibile realizzare i giunti senza impiego dei tubi-spalla, provvedendo ad alesare i pannelli primari già gettati.



6.1.3 GETTO DEL CALCESTRUZZO

Prima del getto si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori di contenuto in sabbia. Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:

1. eiettore (air lifting);
2. pompa sommersa per fanghi;
3. pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di scavo con idrofresa l'eventuale dissabbiamento, se necessario, sarà condotto mantenendo l'utensile a fondo foro e prolungando la circolazione inversa del fango. Il getto di calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 2,00 m. di tubo in acciaio avente diametro interno 20 ÷ 25 cm. L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2.0 cm.; sono escluse le giunzioni a flangia.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno 0,5 - 0,6 m³, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento. Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro; qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si provvederà all'estrazione della gabbia di armatura ed alle operazioni di pulizia, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30 - 60 cm dal fondo della perforazione; al fine di evitare azioni di contaminazioni/dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da un involucro di carta riempito con vermiculite granulare o palline di polistirolo.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Durante il getto il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato per un'ampiezza di 20 , 30 cm in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo. Previa verifica del livello raggiunto utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2,5 metri e massima di 6 metri all'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 metri di pannello. E' prescritta una cadenza di getto non inferiore a 25 m³/ora. Il getto di un pannello dovrà comunque essere completato in un tempo tale che il calcestruzzo rimanga sempre lavabile nella zona di defluimento. In presenza di pannelli di lunghezza superiore a 4 m, o forma tale da richiedere l'impiego di due o più tubi getto, questi dovranno essere alimentati in modo sincrono per assicurare la risalita uniforme del calcestruzzo. Per nessuna ragione il getto dovrà venire sospeso prima del totale riempimento del pannello. A pannello riempito il getto sarà proseguito fino alla completa espulsione del calcestruzzo contaminato dal fango di bentonite.

6.1.4 SPECIFICHE DI PROVA SUI TIRANTI

Vengono nel seguito riportate alcune indicazioni in merito all'esecuzione dei tiranti di prova nei in accordo con le Raccomandazioni AICAP - Associazione italiana calcestruzzo armato e precompresso (1993). In accordo con le raccomandazioni AICAP, si adotteranno le seguenti definizioni:

As = area della sezione trasversale dell'armatura

D = diametro convenzionale della fondazione

Es = modulo di elasticità dell'acciaio

Ni = forza di tesatura dell'ancoraggio

N_Q = Nes = forza teorica di utilizzazione dell'ancoraggio = carico di esercizio

Nfu = forza limite ultima dell'ancoraggio singolo con riferimento alla fondazione

Nys = forza ultima dell'ancoraggio singolo con riferimento al valore caratteristico del limite convenzionale elastico o di snervamento dell'armatura

N'ys = forza limite ultima, con riferimento all'armatura cementata del tirante di prova

No = forza di allineamento

Nr = forza al termine della fase di prova ad "allungamento costante"

Nc = forza di collaudo

|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |

Della terna prevista dalle raccomandazioni AICAP si esclude la PROVA n°1, essendosi già conclusa la fase di dimensionamento di massima dei tiranti. Si procederà pertanto con le seguenti prove:

- PROVA 2 : Ha lo scopo di determinare la forza limite ultima della fondazione N_{su}. Il tirante ha le stesse caratteristiche dei tiranti da eseguire (diametro di perforazione, lunghezza di fondazione, ..) con la sola maggiorazione dell'armatura, che sarà la massima compatibile con il diametro previsto per la perforazione.
- PROVA 3: Ha lo scopo, oltre che di confermare i risultati del secondo, di verificare la forza teorica di utilizzazione N_{es}, di controllare il comportamento nel tempo e di stabilire i criteri di accettazione per il collaudo dei tiranti da eseguire.



MODALITA' DI ESECUZIONE DELLA PROVA 2

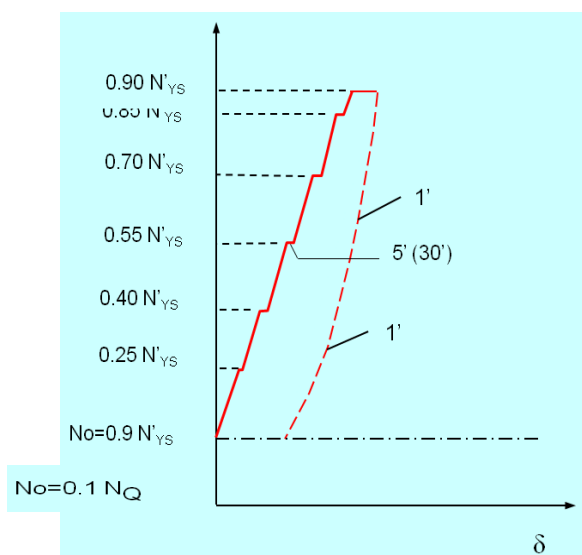
Il secondo tirante di prova avrà le stesse caratteristiche dei tiranti da eseguire (diametro di perforazione, lunghezza di fondazione, ecc.) con la sola maggiorazione, ove possibile, dell'armatura, che sarà la massima compatibile con il diametro previsto per la perforazione o un'armatura di caratteristiche meccaniche superiori a quelle dei tiranti definitivi. La prova del secondo tirante comprende le seguenti fasi:

1) tesatura fino ad una forza di allineamento N₀ pari a 0.1 N'ys (dove N'ys è la forza al limite caratteristico convenzionale elastico o di snervamento dell'armatura cementata); le misure degli allungamenti hanno inizio dal termine di questa fase.

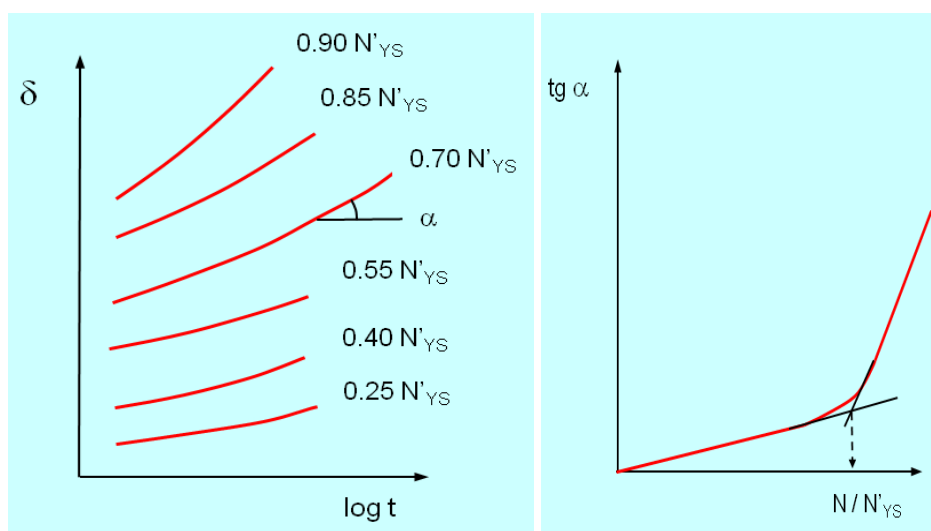
2) tesatura per incrementi di carico pari a 0,15 di N'ys(ultimo incremento pari a 0.05 N'ys) fino ad una forza massima uguale a 0,9 N'ys (Fig.6.3); per ciascun livello di carico la forza dovrà essere mantenuta costante per un periodo di tempo pari a:

- 5 minuti per ancoraggi in roccia e terreni non coesivi, con misura dell'allungamento all'inizio ed alla fine di ciascun intervallo;
- 30 minuti per ancoraggi in terreni coesivi con misura dell'allungamento a 0-2-4-8-15-30 minuti;
- scarico fino alla forza N₀ in tre stadi, con sosta di 1 minuto per ogni gradino e con misura dell'allungamento residuo.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |





Al termine della prova dovrà essere tracciato il diagramma forze-allungamenti. Per terreni coesivi dovranno essere anche tracciate, in scala semilogaritmica, le curve dell'allungamento in funzione del logaritmo del tempo per tutte le soste a forza costante (Fig. 6.4a) e l'andamento della pendenza finale $tg \alpha$ delle predette curve in funzione della forza applicata (Fig. 6.4b):



Si assume come forza limite ultima del tirante N_{fu} :

- nel caso di roccia o terreno non coesivo: il massimo valore della forza applicata durante la prova anche se non si è raggiunto lo sfilamento del tirante;

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

- nel caso di terreno coesivo, il valore della forza per cui il diagramma di Fig. 6.4b presenta una evidente variazione di pendenza; o il massimo valore della forza applicata qualora non sia raggiunta, nel corso della prova, tale situazione.

In base al valore della forza limite ultima così determinata ed ai valori dei coefficienti di sicurezza previsti viene confermata o corretta la lunghezza della fondazione originariamente prevista ovvero la forza teorica di utilizzazione N_{es} (nel caso in cui la lunghezza della fondazione sia limitata da particolari esigenze).

La tensione tangenziale limite convenzionale di aderenza, tra fondazione e terreno, sarà valutata attraverso la seguente relazione:

$$\tau_{fu} = \frac{N_{fu}}{\pi D L_f}$$



dove:

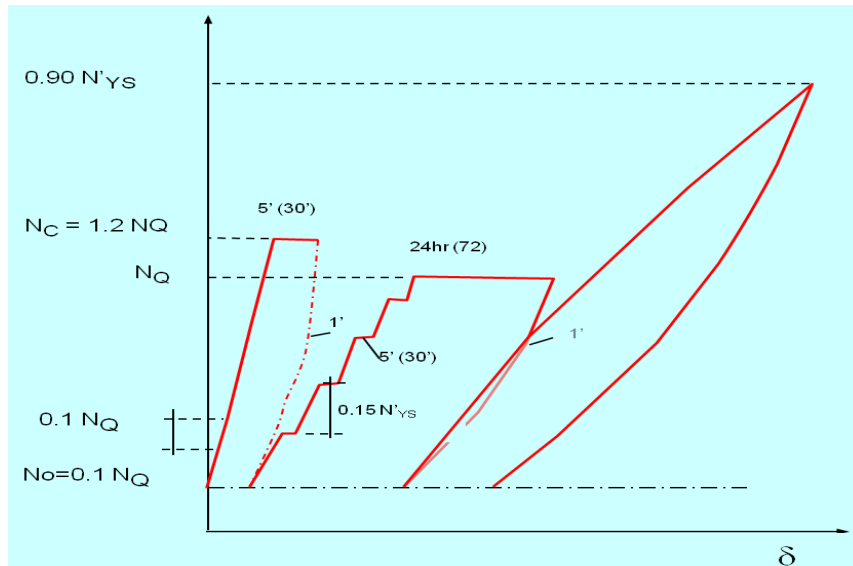
D=diametro convenzionale della fondazione

L_f= Lunghezza del bulbo di ancoraggio

MODALITA' DI ESECUZIONE DELLA PROVA 3

Il terzo tirante di prova deve avere armatura ed ogni altra caratteristica uguale a quelle del tirante da realizzare e lunghezza di fondazione o forza teorica di utilizzazione stabilita in base ai risultati della prova sul secondo tirante. La prova sul terzo tirante comprende le seguenti fasi (Fig.6.5):

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

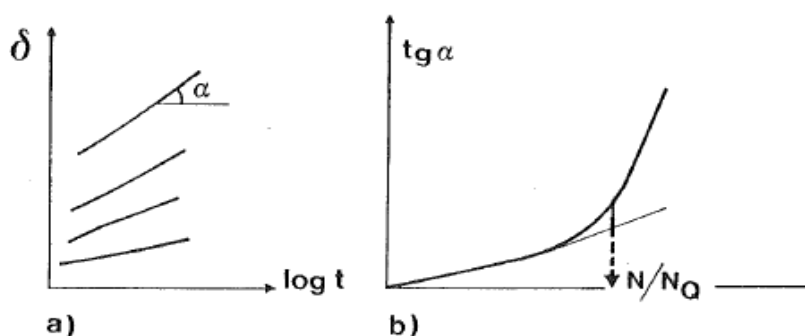


- a) tesatura fino alla forza di allineamento $N_0 = 0.1 N_{es}$; le misure degli allungamenti hanno inizio dal termine di questa fase;
- b) tesatura fino alla forza di collaudo N_c pari ad 1,2 volte la forza teorica di utilizzazione $N_{es} = N_Q$ per incrementi di $0,1 N_{es}$ con sosta di 1 minuto ad ogni incremento di carico e misura dell'allungamento finale;
- c) sosta a forza costante per 5 minuti in roccia o terreni non coesivi e 15 minuti per terreni coesivi, con misura dell'allungamento alla fine della sosta;
- d) scarico fino alla forza N_0 in tre stadi, con sosta di 1 minuto per ogni gradino, con misura dello allungamento residuo;
- e) tesatura per incrementi di carico pari a $0,15 N_{ys}$ fino ad una forza massima uguale a N_Q ; per ciascun livello di carico la forza dovrà essere mantenuta costante per un periodo di tempo minimo pari a:
 - 5 minuti per ancoraggi in roccia e terreni non coesivi, con misura dell'allungamento all'inizio ed alla fine di ciascun intervallo;
 - 30 minuti per ancoraggi in terreni coesivi con misura dell'allungamento a 0-2-4-8-15-30 minuti;
- f) bloccaggio e sosta alla forza pari a N_{es} per una durata pari a quella prevista in progetto,

|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |

comunque non inferiore a 24 ore per rocce o terreni non coesivi e di 72 ore per i terreni coesivi, ad allungamento costante con misura della forza residua. Qualora il sistema di bloccaggio non consenta tale tipo di misura o gli spostamenti della testata siano tali da falsare le misure stesse, la sosta andrà effettuata mantenendo costante la forza al valore sopra indicato e misurando l'allungamento finale;


g) scarico fino a N_0 come al punto d). Al termine di questa fase viene tracciato il diagramma forze-allungamenti. Per terreni coesivi vengono anche tracciate, in scala semilogaritmica, le curve dell'allungamento in funzione del logaritmo del tempo per tutte le soste a forza costante (Fig. 5a) e l'andamento della pendenza finale $tg\alpha$ delle predette curve in funzione della forza applicata (Fig. 5b);



h) esecuzione di un numero arbitrario di cicli di carico e scarico; aventi come base la forza N_0 , con incremento del carico ad ogni ciclo fino ad un valore pari a $0,9 N_{ys}$, sosta per ciascun ciclo pari a 5 minuti in terreni non coesivi o rocce e di 15 minuti in terreni coesivi. Per ciascun ciclo vengono misurati gli allungamenti corrispondenti a ogni tappa del percorso di carico. Al termine di questa fase viene costruito il relativo diagramma forze-deformazioni (tale prova può essere condotta a forza costante o ad allungamento costante).

La lunghezza della fondazione e la forza teorica di utilizzazione assunte sono comunque valide se:

- 1) i risultati sono congruenti con quelli ricavati nella prova del secondo tirante;
- 2) la lunghezza libera teorica L_1 e la lunghezza libera effettiva L_L del tirante verificano le seguenti condizioni:

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

$$0.9 L_i \leq L_L \leq L_i + 0.5 L_f$$

La lunghezza L_L si calcola in prima approssimazione con la relazione:

$$L_L = (\Delta l \times A_s \times E_s) / (N - N_0)$$

A_s = area della sezione di armatura;

E_s = modulo di elasticità dell'acciaio di armatura;

Δl = allungamento elastico misurato.

3) la variazione dell'allungamento registrata nella fase f) sia inferiore (nei primi 30 minuti) al 5% dell'allungamento teorico relativo allo stesso valore di forza;

4) l'andamento dei valori degli allungamenti nel tempo, durante la fase f), deve tendere rapidamente ad un asintoto orizzontale.

Se anche una sola delle predette condizioni non risulta soddisfatta, occorre procedere alla realizzazione di un nuovo tirante di prova con lunghezza di fondazione maggiore o con forza teorica di utilizzazione minore, da sottoporre alle stesse modalità di prova del terzo tirante. La procedura va ripetuta finché non risultano soddisfatte tutte le predette condizioni.

7 ANALISI DEI CARICHI

Per l'opera in oggetto sono state prese in considerazione le spinte statiche e sismiche dei terreni. Nella tipologia di calcolo denominata "A" è stata presa in considerazione la presenza di un sovraccarico uniformemente distribuito pari a 20 kN/mq.

8 MODELLO DI CALCOLO

8.1 PROGRAMMA DI CALCOLO UTILIZZATO

Le analisi, per il calcolo delle sollecitazioni sulla paratia, sono state condotte con l'ausilio del codice di calcolo commerciale "Paratie Plus 2011" della Ce.A.S. vers. 9.0.3.3.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

8.2 CALCOLO DELLE SPINTE

Il metodo utilizzato dal software di calcolo può lavorare sia con superfici del terreno inclinate caratterizzate da un unico angolo di inclinazione sia con profili complessi. Il programma individua automaticamente quale condizione utilizzare. Per inclinazioni caratterizzate da un unico angolo Paratie plus applica i coefficienti di spinta attiva e passiva di Rankine.

Per un terreno caratterizzato da una superficie il cui andamento non possa essere descritto attraverso un unico angolo di inclinazione, Paratie Plus combina le soluzioni a partire da una situazione caratterizzata da un unico angolo di inclinazione utilizzando il metodo dei cunei. Le spinte sono generate attraverso due successivi step:

- a) nel primo step, le pressioni sono generate fingendo che la superficie del terreno sia orizzontale;
- b) successivamente le pressioni del terreno sono moltiplicate per il rapporto tra la forza totale orizzontale, calcolata attraverso il metodo dei cunei, e quella generata dalla soluzione relativa al caso di superficie orizzontale. Questo procedimento si sviluppa in modo incrementale su tutti i nodi della paratia sommando le forze lungo tutta la sua lunghezza. L'angolo d'attrito terra-muro, qualora esiste, viene ignorato quando viene applicato il metodo dei cunei, ma viene tenuto in conto quando si calcolano le pressioni nel caso di superficie del terreno orizzontale con Coulomb.

Questo approccio non rispecchia esattamente la soluzione teorica ottenuta col metodo dei cunei. Comunque, si preferisce rispetto ad altri metodi poiché risulta più facile, con una procedura di ricerca iterativa dei cunei, individuare il più critico. Così, quando a partire da una cambiamento della forza totale laterale si devono dedurre le pressioni attive e passive, si può facilmente verificare una discontinuità nelle pressioni laterali. Quindi, ridistribuendo la soluzione, è possibile costruire un involucro di pressioni attive e passive più omogeneo. Nella maggior parte dei casi, tale involucro delle pressioni del terreno è molto vicino alla soluzione critica effettiva calcolata col metodo dei cunei. Il metodo dei cunei implementato nel software è illustrato nelle seguenti figure.

Durante l'applicazione del metodo dei cunei non sono considerati i sovraccarichi poiché le pressioni dovute al sovraccarico si derivano separatamente usando la teoria dell'elasticità ormai largamente accettata.

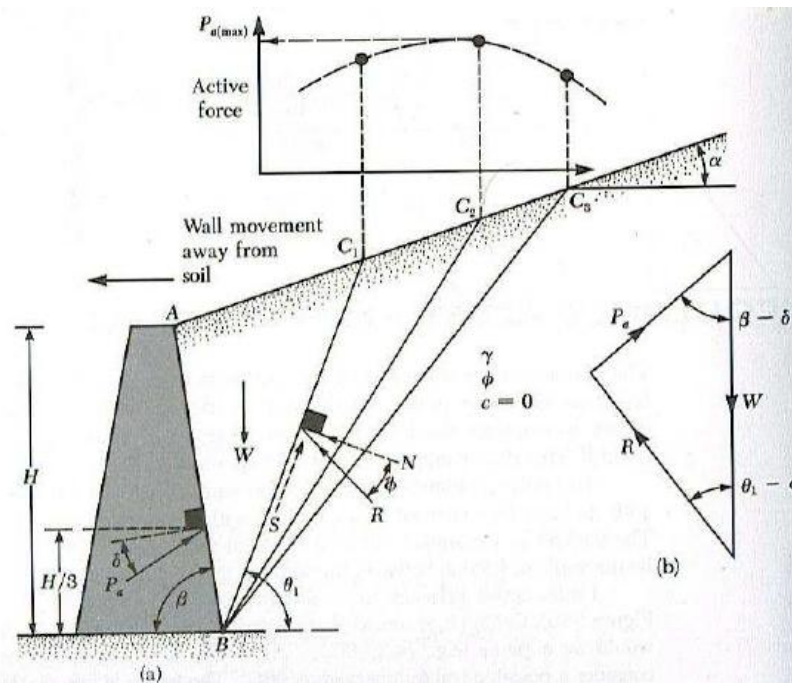


Figura 8.1: Ricerca del cuneo di spinta attiva col metodo dei cunei

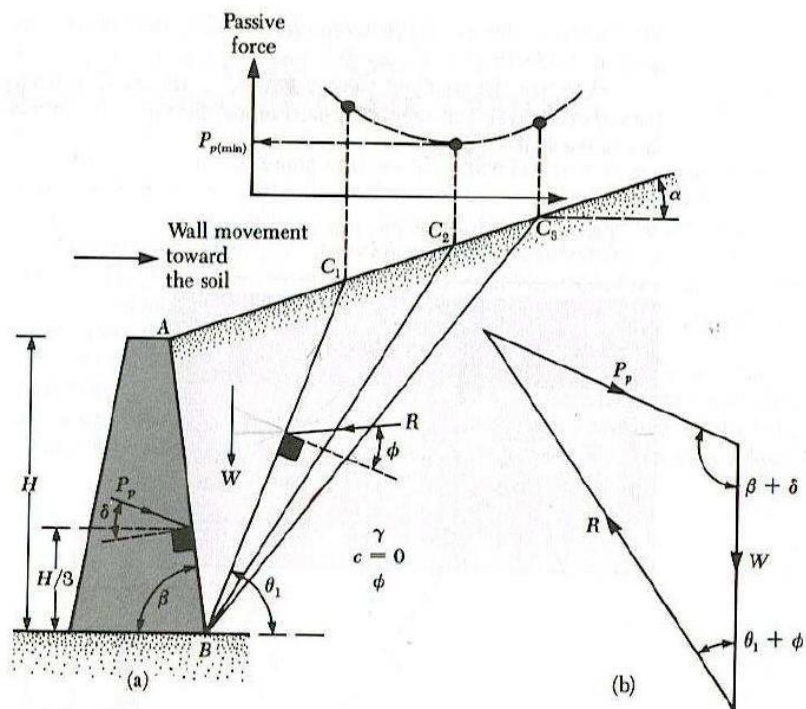




Figura 8.2: Ricerca del cuneo di spinta passiva col metodo dei cunei

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

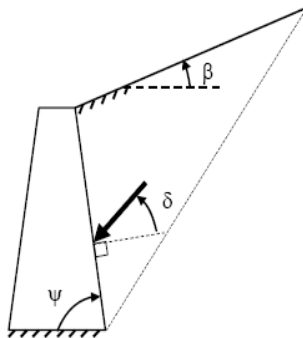
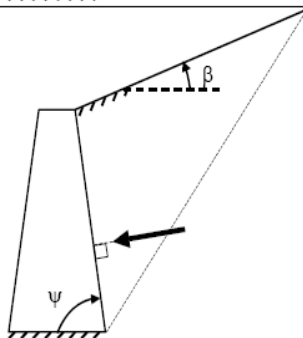
8.3 MODELLAZIONE SOVRA-PRESSIONI SISMICHE

Per tenere conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma, il software include le pressioni sismiche calcolate con il metodo di **Mononobe-Okabe** (cui fa riferimento la Normativa Italiana). Tale metodo risulta applicabile in quanto le deformazioni della struttura permettono l'instaurarsi di un regime di spinta attiva. La spinta di Mononobe - Okabe è definita come segue:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma^* \left(\pm k_v \overline{K}_{A,E} H^2 + E_{ws} + E_{wd} \right)$$

ove E_{ws} = spinta statica dell'acqua e E_{wd} = spinta dinamica dell'acqua.



I coefficienti di spinta attiva e passiva sono dati dalle espressioni riportate nel seguente specchio:

| | |
|---|---|
| <p>CONDIZIONI DI SPINTA ATTIVA</p> <p>$\beta \leq \phi - \theta$: $K_{A,E} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \text{sen}^2\psi \text{sen}(\psi - \theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{sen}(\psi - \theta - \delta) \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2} \quad (3-6)$</p> <p>$\beta > \phi - \theta$: $K_{A,E} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \text{sen}^2\psi \text{sen}(\psi - \theta - \delta)}$</p> |  |
| <p>CONDIZIONI DI SPINTA PASSIVA</p> <p>$K_{PE} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \text{sen}^2\psi \text{sen}(\psi + \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi) \cdot \text{sen}(\phi + \beta - \theta)}{\text{sen}(\psi + \beta) \cdot \text{sen}(\psi + \theta)}} \right]^2} \quad (\text{EC8 con } (3-7)$</p> <p>$\delta=0^\circ)^{17}$</p> |  |

Operando nell'ambito del metodo agli stati limite (secondo Eurocodici e NTC2008) nelle formule precedenti va introdotto l'angolo d'attrito di calcolo:

$$\tan \phi_d = \frac{\tan \phi_k}{\gamma_M}$$

Come valore di H si considera l'altezza di scavo. Come valore di γ^* si possono considerare i seguenti casi:

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

- terreno asciutto:

$$\gamma^* = \gamma$$

$$\tan\theta = \frac{F_h}{F_v} = \frac{k_h \cdot V \cdot \gamma_d}{(\pm k_v) \cdot V \cdot \gamma_d} = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

$$E_{ws} = E_{wd} = 0$$

- terreno saturo dinamicamente impervio: $\gamma^* = \gamma'$ (peso sommerso) non si considera la spinta dinamica dell'acqua ($E_{wd} = 0$).

$$\gamma^* = \gamma'$$

$$\tan\theta = \frac{F_h}{F_v} = \frac{k_h \cdot V \cdot \gamma_{sat}}{(\pm k_v) \cdot V \cdot \gamma'} = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma'} \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

$$E_{ws} = \frac{1}{2} \gamma_w H^2$$

$$E_{wd} = 0$$

- terreno saturo dinamicamente permeabile: $\gamma^* = \gamma'$ (peso sommerso), in questo caso occorre considerare anche il carico dovuto alla spinta dinamica dell'acqua (H' altezza della freatica dal piede del muro).



$$\gamma^* = \gamma'$$

$$\tan\theta = \frac{F_h}{F_v} = \frac{k_h \cdot V \cdot \gamma_d}{(\pm k_v) \cdot V \cdot \gamma'} = \frac{\gamma_d}{\gamma'} \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

$$E_{ws} = \frac{1}{2} \gamma_w H^2$$

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H'^2$$

Nelle quali è:

|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |

$$k_h = \text{Coefficiente sismico orizzontale} = \frac{a_g \cdot S}{g \cdot r}$$

$$k_v = \text{Coefficiente sismico verticale} = \pm \frac{1}{2} k_h \text{ se } \frac{a_{vg}}{g} > 0.6,$$

$$\pm \frac{1}{3} k_h \text{ se } \frac{a_{vg}}{g} \leq 0.6$$

$$\theta = \text{Inclinazione del diaframma rispetto alla verticale}$$

la spinta sismica viene ridistribuita come prescritto da Seed & Whitman (1970) secondo un andamento trapezoidale del quale la risultante viene applicata ad una distanza di 0.6H rispetto al piede del diaframma (o al fondo scavo). Di conseguenza le pressioni in corrispondenza della sommità e del piede del diaframma risultano uguali a:

$$q_{EQ,TOP} = \frac{1.6 \cdot F_{EQ}}{H}$$

$$q_{EQ,BOTTOM} = \frac{0.4 \cdot F_{EQ}}{H}$$

Il software applica queste pressioni come carichi esterni.



L'inerzia della paratia viene calcolata dal software attraverso la relazione:

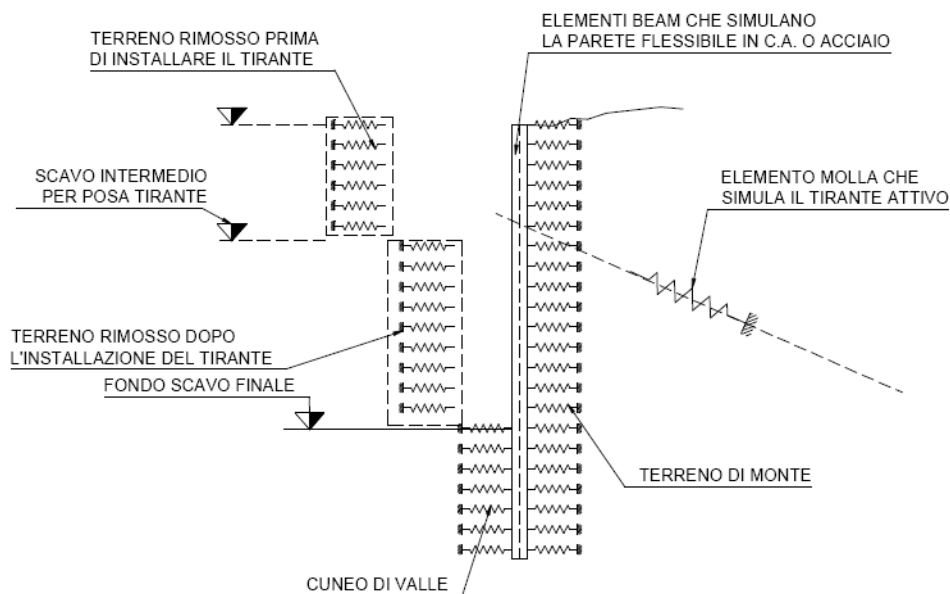
$$q_{EQInerziaTOP} = q_{EQInerziaBOTTOM} = \frac{\text{wall dead load}}{\text{Unit length}} \cdot \alpha_x$$

Che viene applicata come carico esterno.

8.4 ANALISI AD ELEMENTI FINITI

I diaframmi vengono rappresentati come elementi trave il cui comportamento flessionale è definito dalla rigidezza flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |





Con questo modello di calcolo la realizzazione dello scavo sostenuto da paratie tirantate, viene seguita in tutte le varie fasi. L'analisi con il modello ad elementi finiti è quindi un'analisi "Statica Incrementale": ogni passo coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti applicati, da una distribuzione di carichi applicati. Poiché il comportamento degli elementi finiti (terreno) è di tipo elastoplastico incrudente (NOVA R., BECCI B. "A method for analysis ad design for flexible retaining structures" – 1987), ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti: lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo step di carico condiziona la risposta della struttura negli step successivi.

I parametri che caratterizzano il modello possono essere divisi in due classi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo K_0 , il coefficiente di spinta attiva K_a e il coefficiente di spinta passiva K_p . I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidità delle molle.

Le due componenti di sforzo verticale ed orizzontale vengono intese come sforzi principali. Viene definita una funzione di plasticità dipendente da esse, e la funzione anzidetta determina i confini di una regione entro la quale è determinato lo stato tensionale.

A seconda dello stato in cui l'elemento si trova, esso reagisce con differenti caratteristiche di rigidità.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Sono possibili tre situazioni:

Fase elastica : l'elemento si comporta elasticamente; questa fase corrisponde ad una porzione di terreno in fase di scarico-ricarico, sollecitato a livelli di sforzo al di sotto dei massimi livelli precedentemente sperimentati. Questa fase viene identificata con la sigla UL-RL (Unloading-Reloading).

Fase incrudente : l'elemento viene sollecitato a livelli di tensione mai ancora sperimentati. La fase incrudente è identificata dalla sigla V - C (Virgin Compression)

Collasso : il terreno è sottoposto ad uno stato di sollecitazione coincidente con i limiti minimo o massimo dettati dalla resistenza del materiale. Questa fase corrisponde a quelle che solitamente vengono chiamate condizioni di spinta attiva o passiva. Il collasso viene identificato attraverso la parola Active o Passive.

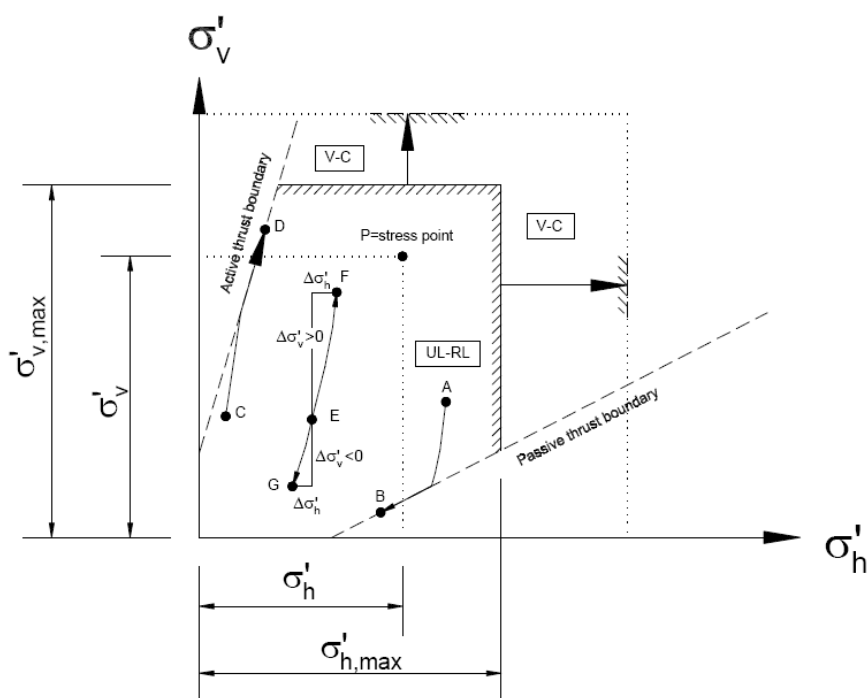




Figura 8.3:Modello per terreni granulari

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

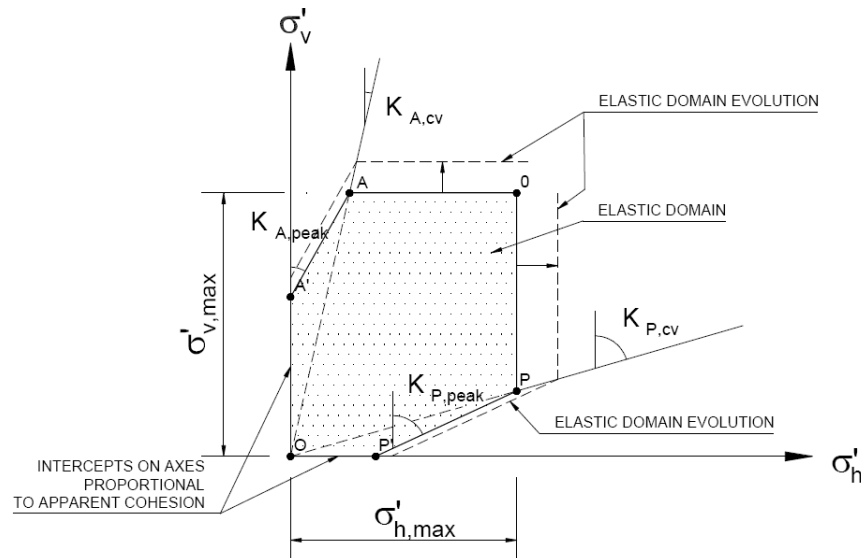


Figura 8.4:Modello per le argille

Nella tabella seguente è riportata la successione tipica delle fasi di modellazione eseguita per l'analisi delle paratie.

8.4.1 SISTEMI DI RIFERIMENTO E CONVENZIONI

Le coordinate, i carichi, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto e l'asse Y verso destra.

L'analisi delle sezioni trasversali della paratia ai fini della verifica viene eseguita considerando il sistema di riferimento riportato nella figura seguente:

- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
 - immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza. La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.
- Le convenzioni utilizzate per le sollecitazioni sugli elementi BEAM della paratia sono le seguenti:

ELEMENTO TRUSS

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. STRESS : SPORZO

ELEMENTO BEAM (vedi figura 11-1)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
 2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
 3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
 4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
- (tutti per unità di profondità)

ELEMENTO ELPL (MOLLA ELASTOPLASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. PLASTIC: DEFORMAZIONE PLASTICA

ELEMENTO WIRE (TIRANTE)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO CELAS (MOLLA ELASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. MOMENT : MOMENTO NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO SLAB (SOLETTA FRA DUE PARETI)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
 2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
 3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
 4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
 5. AXIAL : AZIONE ASSIALE
- (tutti per unità di profondità)

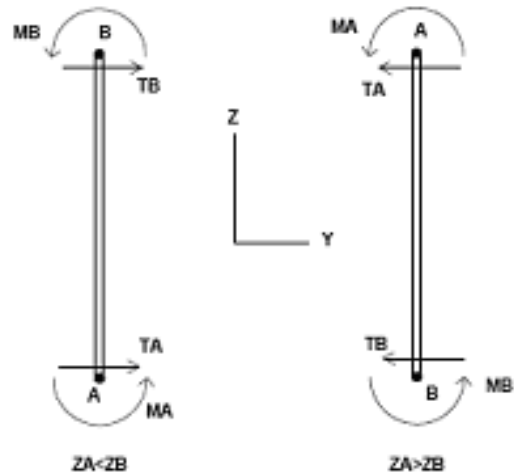


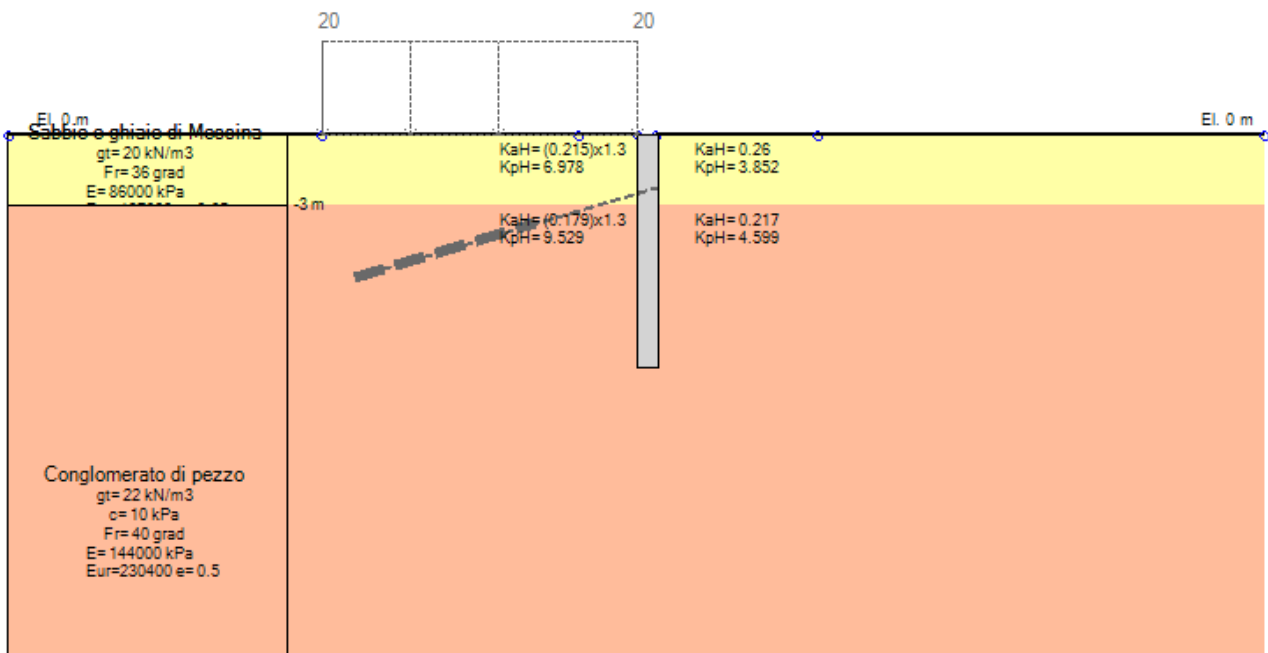


Figura 11-1: convenzioni di segno per l'elemento BEAM

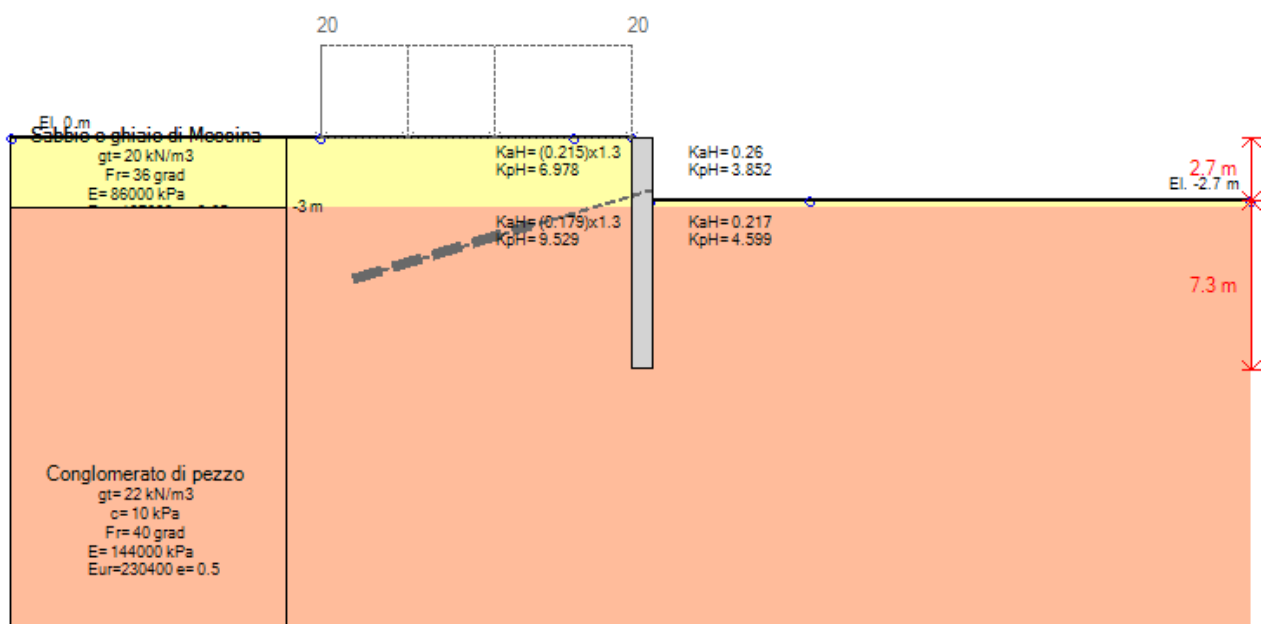
| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

8.4.2 FASI ESECUTIVE DI CALCOLO

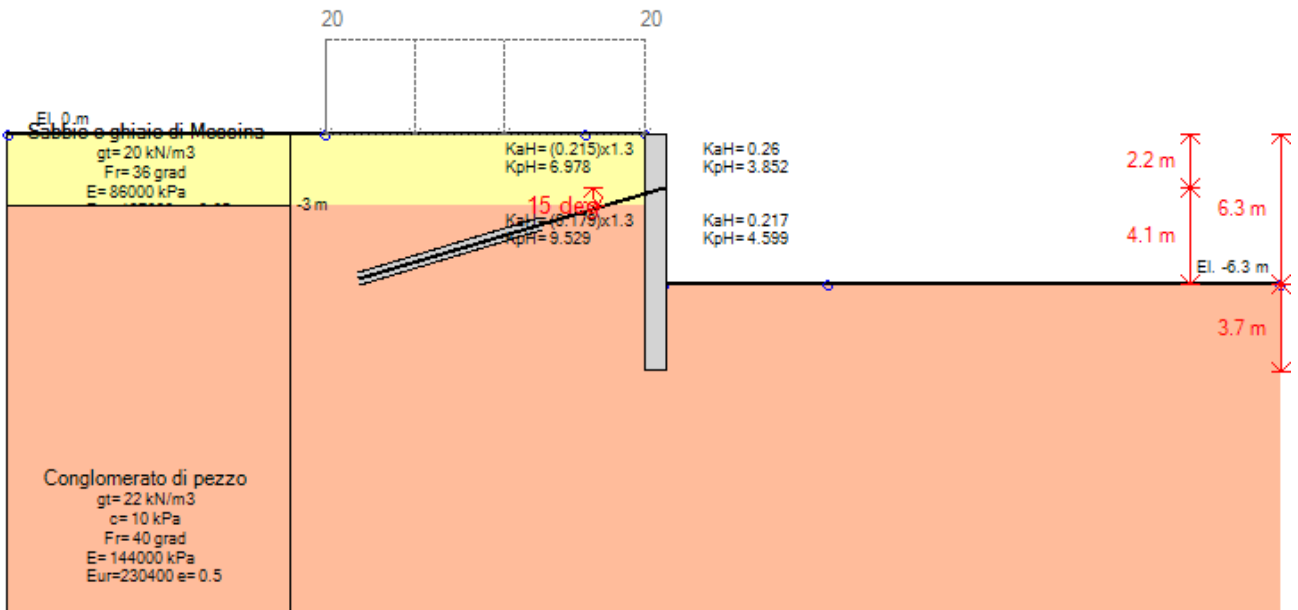
PARATIA TIPO A



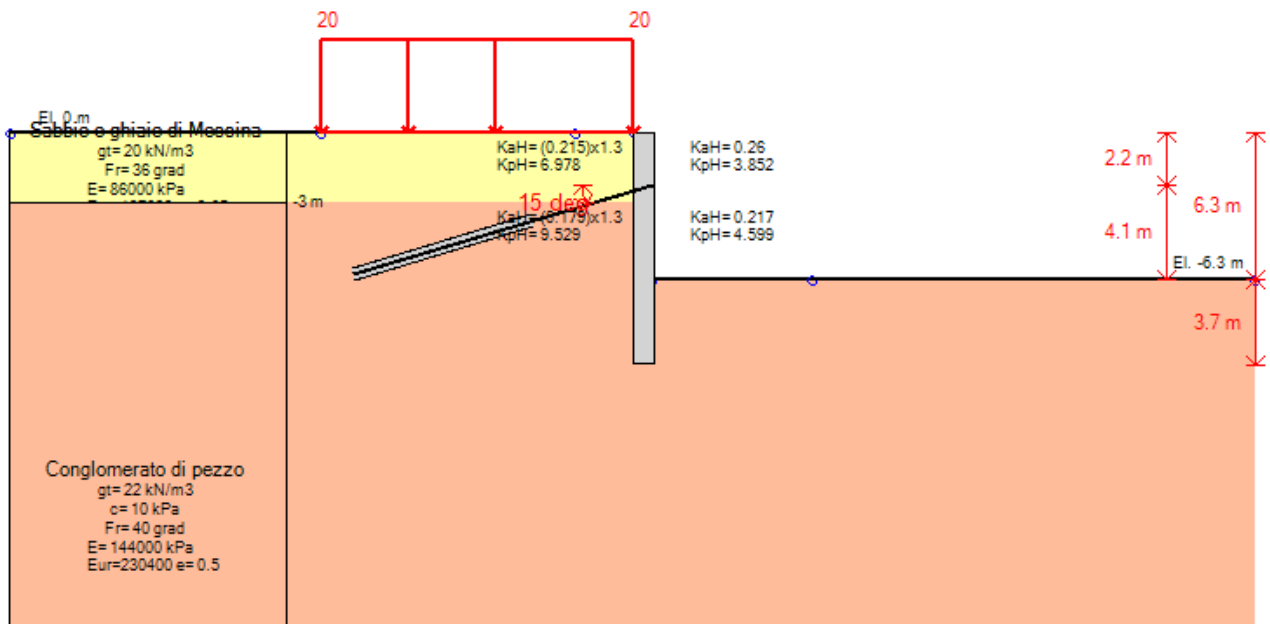
Stage 0 – Condizioni iniziali





Stage 1 – Scavo a quota -2.70 m



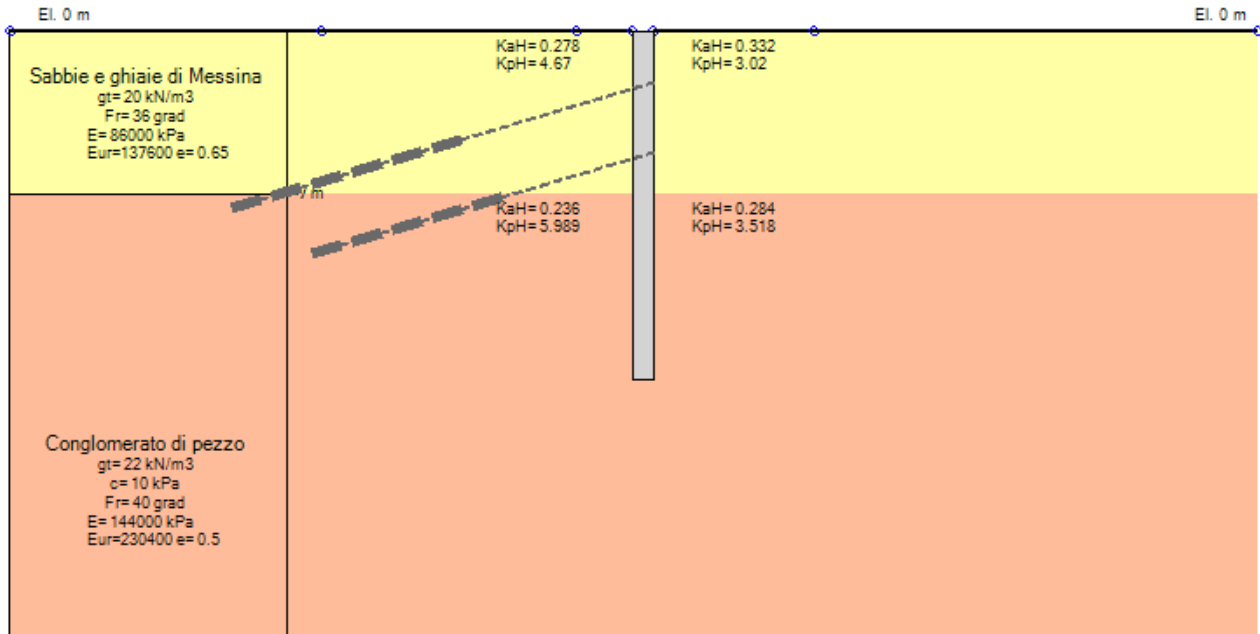
Stage 4 – Scavo a quota -6.30 m



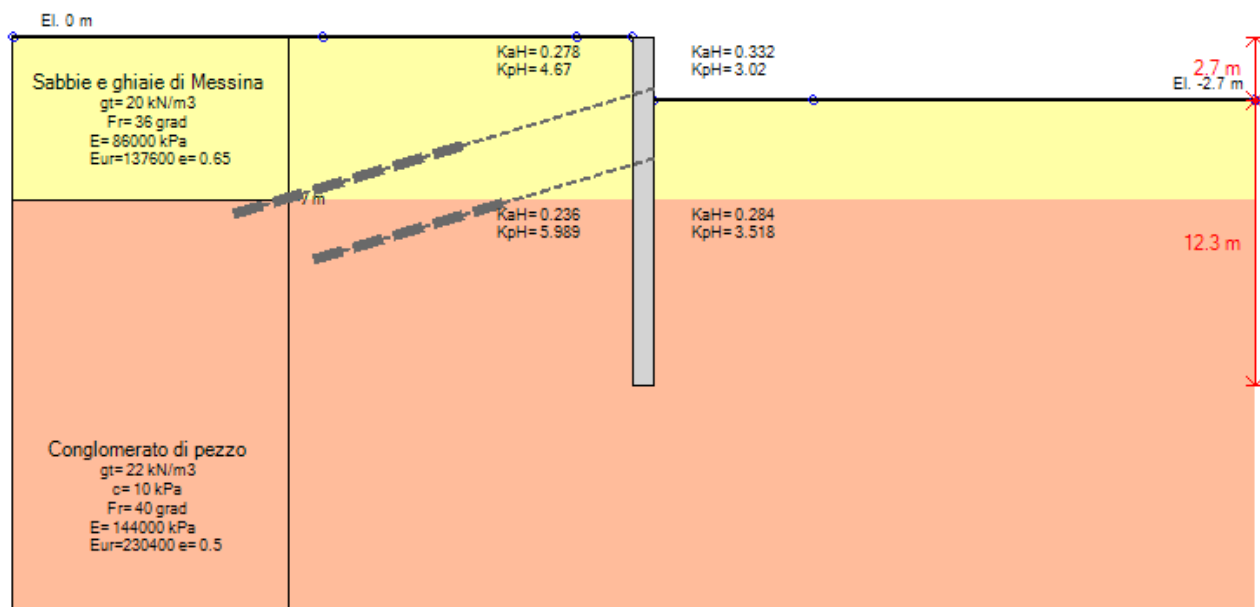
Stage 5 – Sovraccarico stradale

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |



PARATIA TIPO B

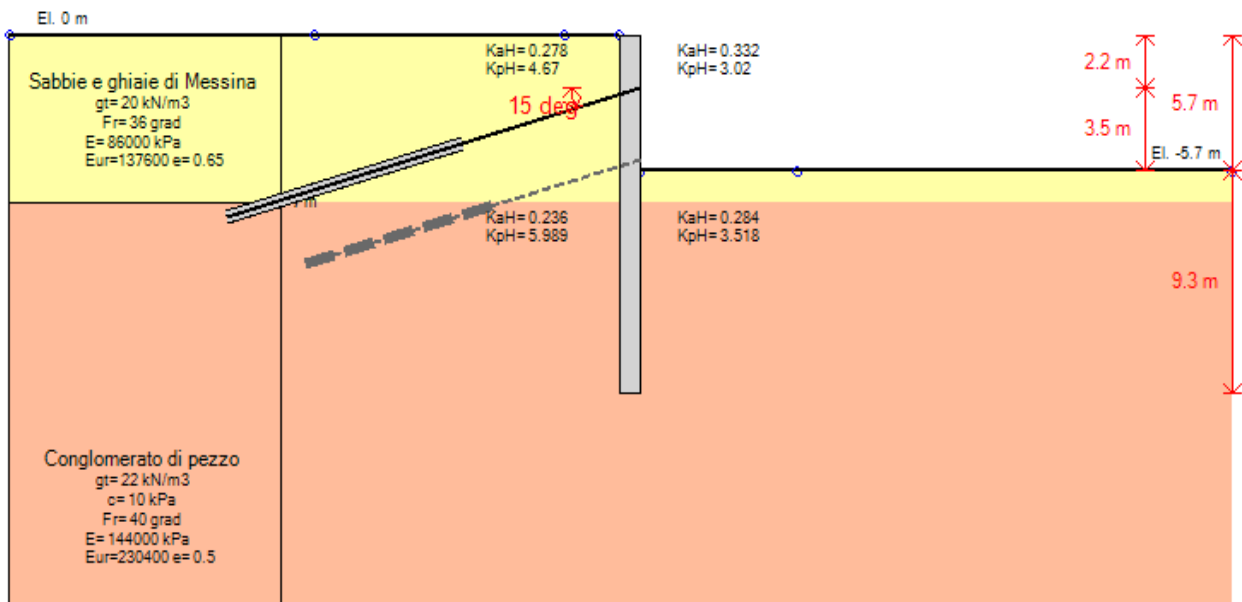
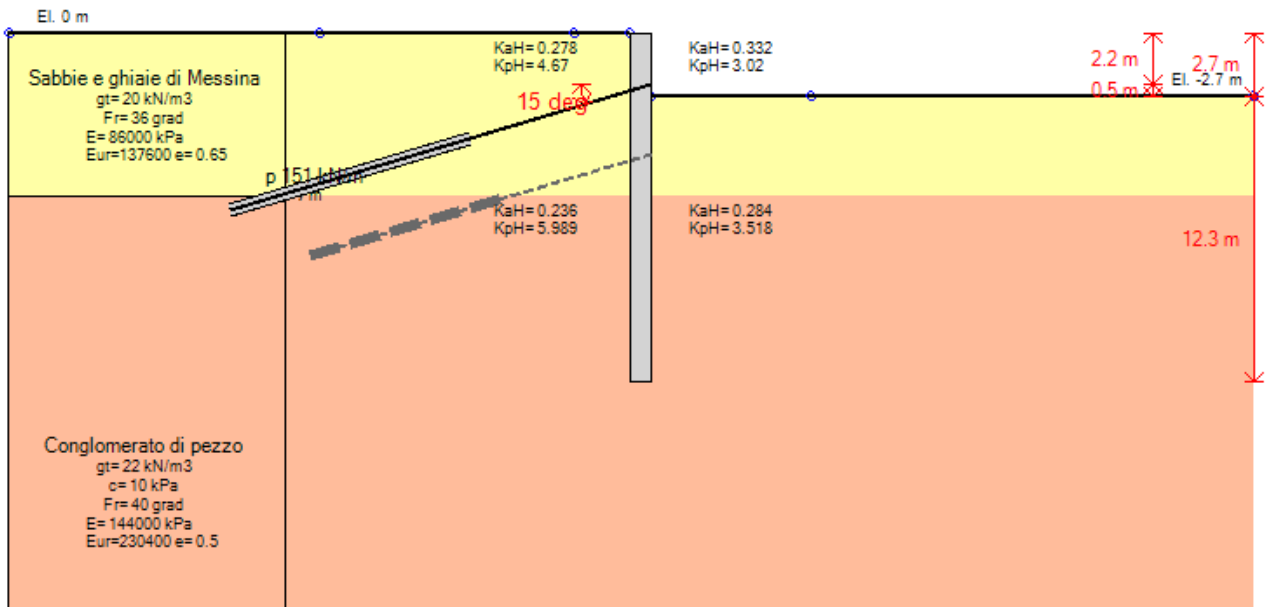


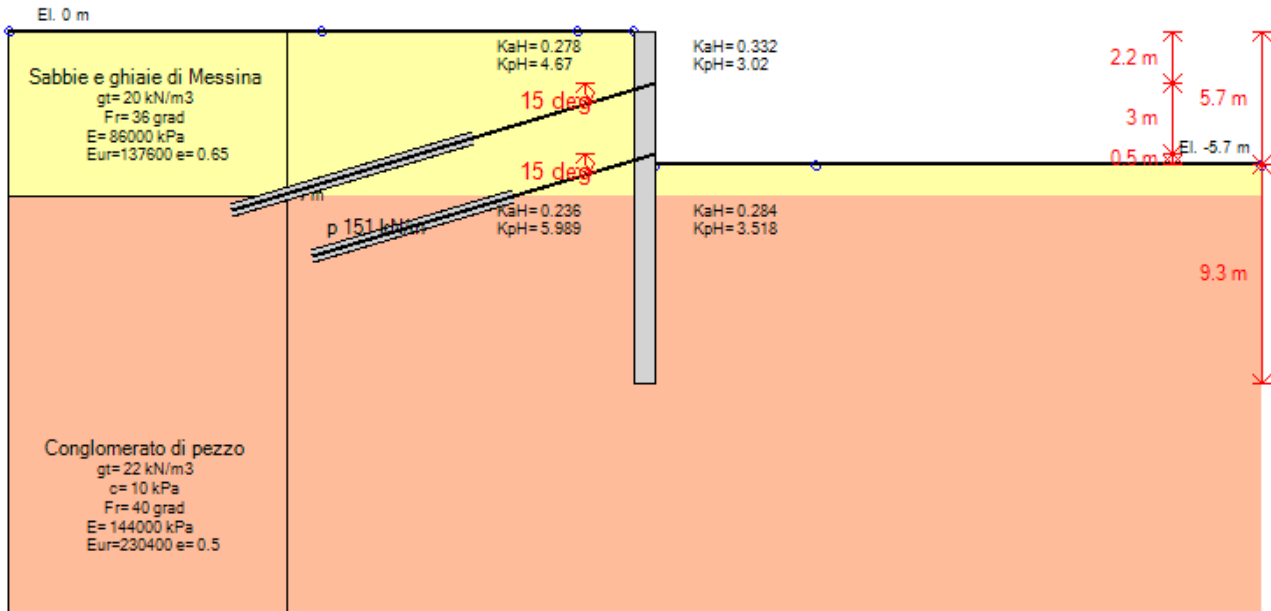
Stage 0 – Condizioni iniziali



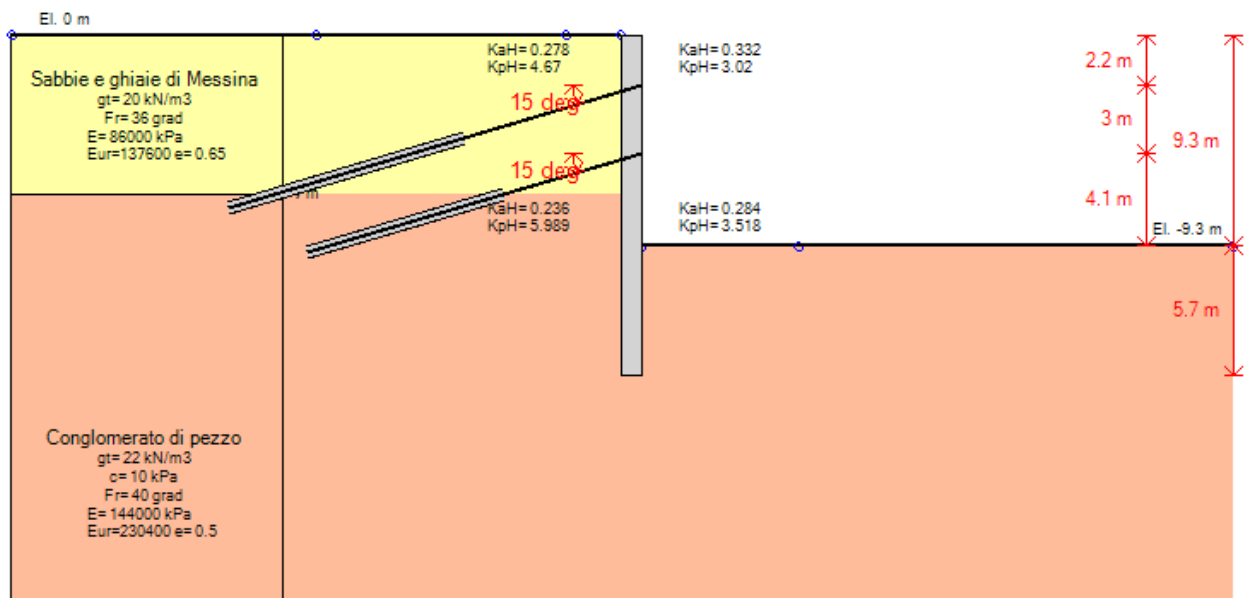
Stage 1 – Scavo a quota -2.70 m

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

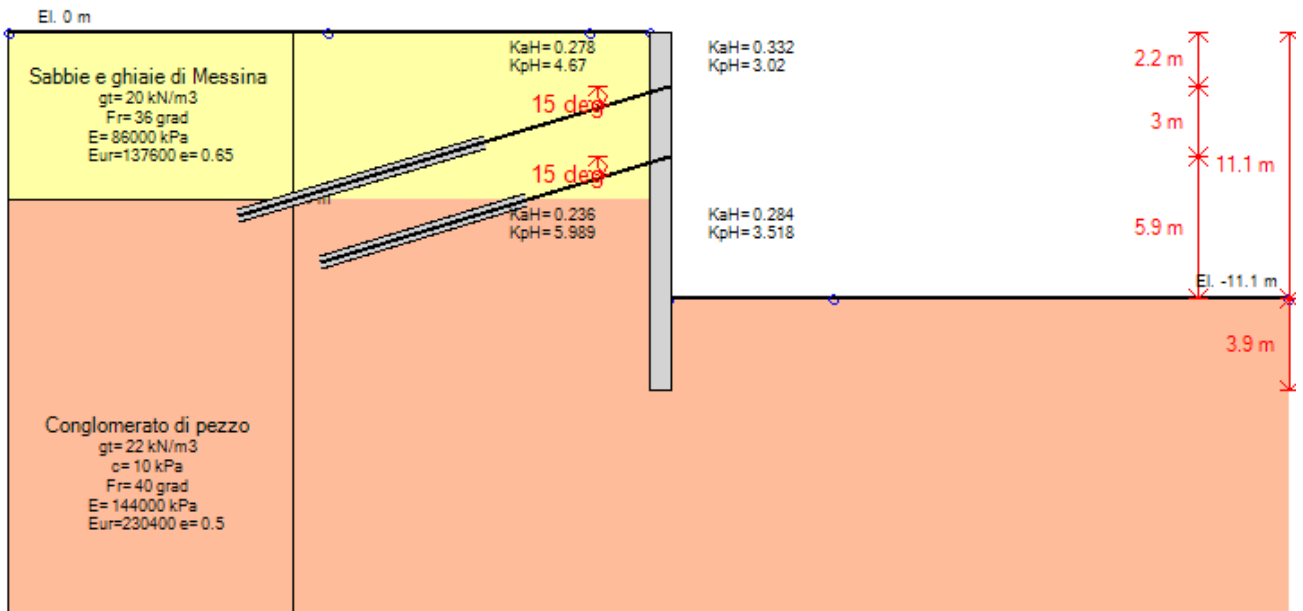




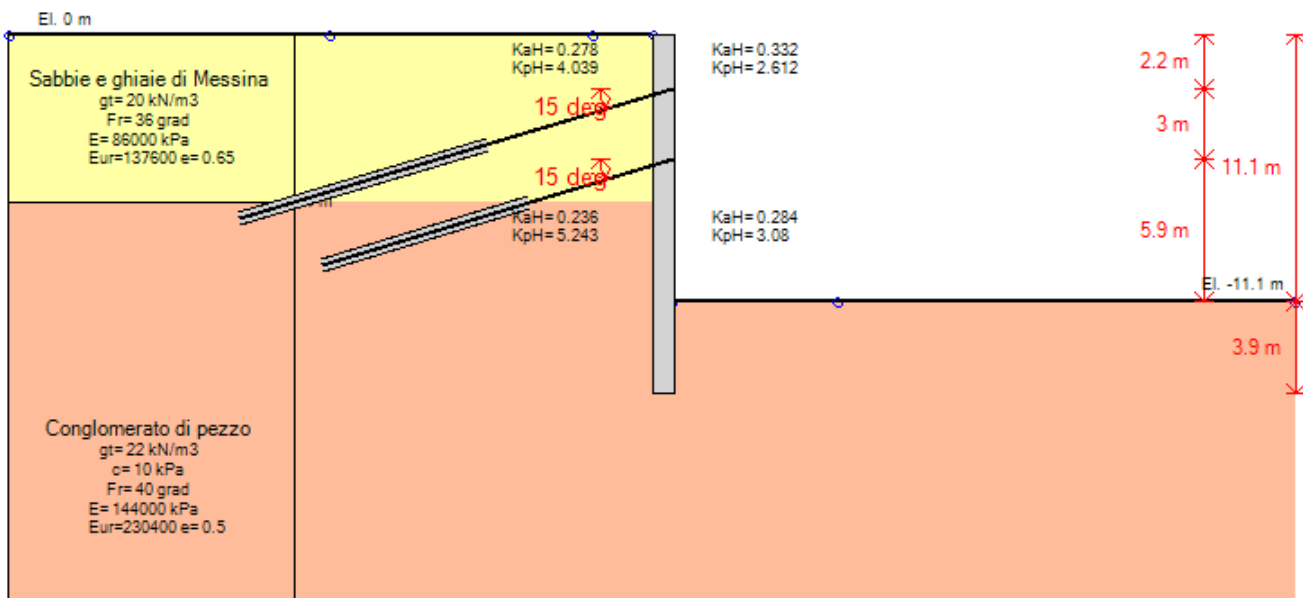
Stage 4 – Inserimento tirante a quota -5.20 m



Stage 5 – Scavo a quota -9.30 m



Stage 6 – Scavo a quota -11.10 m



Stage 7 – Sisma

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

8.5 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

Metodo di BISHOP (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\Sigma F_v = 0, \Sigma M_0 = 0, \text{ Criterio di rottura.}$$



$$F = \frac{\Sigma c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i}{\Sigma W_i \times \sin \alpha_i} \left\} \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}\right.$$

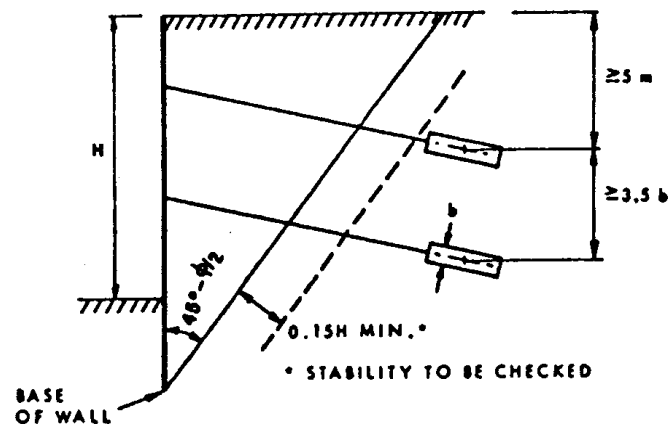
I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di Bishop ordinario, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

8.6 VERIFICA DEI TIRANTI

I tiranti utilizzati sono del tipo a trefoli stabilizzati con iniezione ripetuta (IRS). Per quanto concerne le verifiche dei tiranti, il tiro massimo proveniente dall'analisi viene confrontato con la resistenza ultima per i trefoli (verifica STR dell'armatura dei tiranti) e con la resistenza ultima della fondazione (verifica GEO allo sfilamento del bulbo d'ancoraggio).

Le lunghezze libere adottate sono tali che la fondazione dei tiranti si trova oltre il piano inclinato di $(45^\circ - \varphi/2)$ sulla verticale, parallelo al piano passante per il piede della paratia e da esso distante 0.20 h:

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |



$$L=h'+d$$

con:

$$h' = \frac{0.2 \cdot h}{\cos(45^\circ - \alpha - 0.5 \cdot \varphi)} \quad d = \frac{(h + t - h_i) \sin(45^\circ - 0.5 \cdot \varphi)}{\sin(45^\circ + \alpha + 0.5 \cdot \varphi)}$$

La verifica STR viene effettuata adottando come Resistenza di calcolo il seguente valore:

$$R_d = 0.86957 \cdot n \cdot A \cdot f_{p(1)k}$$

La verifica GEO viene effettuata adottando come Resistenza di calcolo il seguente valore:

$$R_d = \frac{\alpha \cdot \pi \cdot D_f \cdot q_f \cdot L}{\xi \cdot \gamma}$$

Nelle formule utilizzate risulta: D_f è il diametro nominale del tirante, coincidente con quello di perforazione; α è coefficiente empirico funzione della natura e grado di addensamento/compattezza dei terreni, nonché delle tipologie e tecniche esecutive dei tiranti; valori di riferimento sono riportati nella tabella di seguito riportata:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |

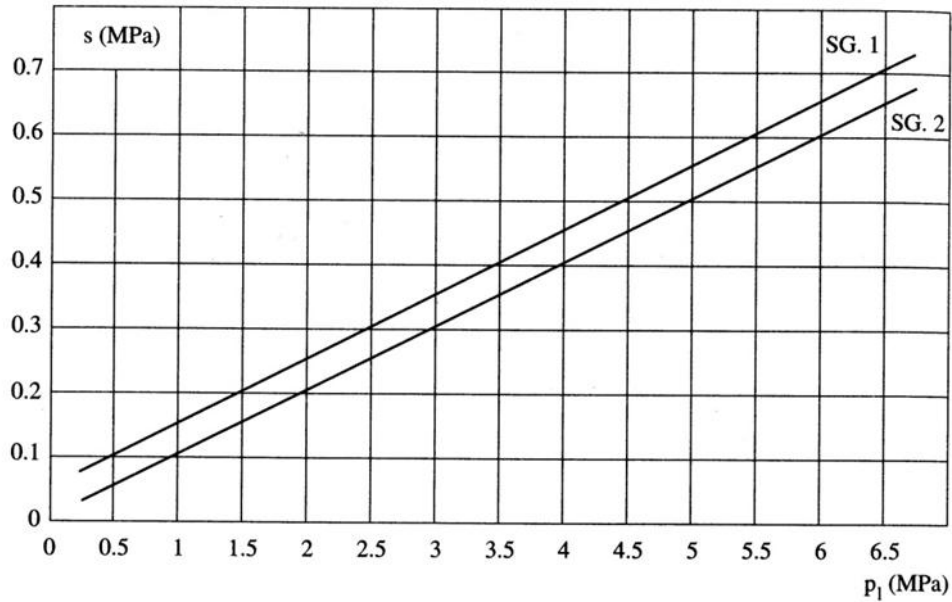
Valori del coefficiente α

| TERRENO | Valori di α | | Quantità minima di miscela consigliata | |
|--------------------------------|--------------------|-----------|---|--------------|
| | IRS | IGU | IRS | IGU |
| Ghiaia | 1.8 | 1.3 - 1.4 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Ghiaia sabbiosa | 1.6 - 1.8 | 1.2 - 1.4 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| sabbia ghiaiosa | 1.5 - 1.6 | 1.2 - 1.3 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Sabbia grossa | 1.4 - 1.5 | 1.1 - 1.2 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Sabbia media | 1.4 - 1.5 | 1.1 - 1.2 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Sabbia fine | 1.4 - 1.5 | 1.1 - 1.2 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Sabbia limosa | 1.4 - 1.5 | 1.1 - 1.2 | (1.5 - 2) Vs | 1.5 Vs |
| Limo | 1.4 - 1.6 | 1.1 - 1.2 | 2 Vs | 1.5 Vs |
| Argilla | 1.8 - 2.0 | 1.2 | (2.5 - 3) Vs | (1.5 - 2) Vs |
| Marna | 1.8 | 1.1 - 1.2 | (1.5 - 2) Vs per strati compatti | |
| Calcarei marnosi | 1.8 | 1.1 - 1.2 | (2 - 6) Vs o più per strati fratturati | |
| Calcarei alterati o fratturati | 1.8 | 1.1 - 1.2 | | |
| Roccia alterata e/o fratturata | 1.2 | 1.1 | (1.1 - 1.5) Vs per strati poco fratturati; 2 Vs o più per strati fratturati | |

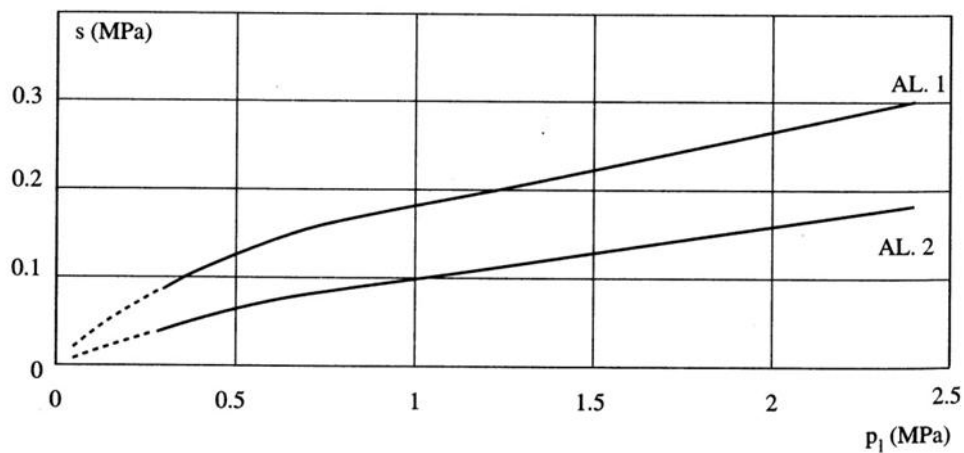
$q_f = s$ è la tensione limite di attrito laterale fondazione/terreno; tale valore è condizionato dalla natura e grado di addensamento/compattezza dei terreni di fondazione, nonché in misura assai rilevante, dalle modalità esecutive. I valori suggeriti nelle figure fanno riferimento prevalentemente all'esperienza di Bustamante-Doix [1985].

Indicazioni per la scelta del valore di s

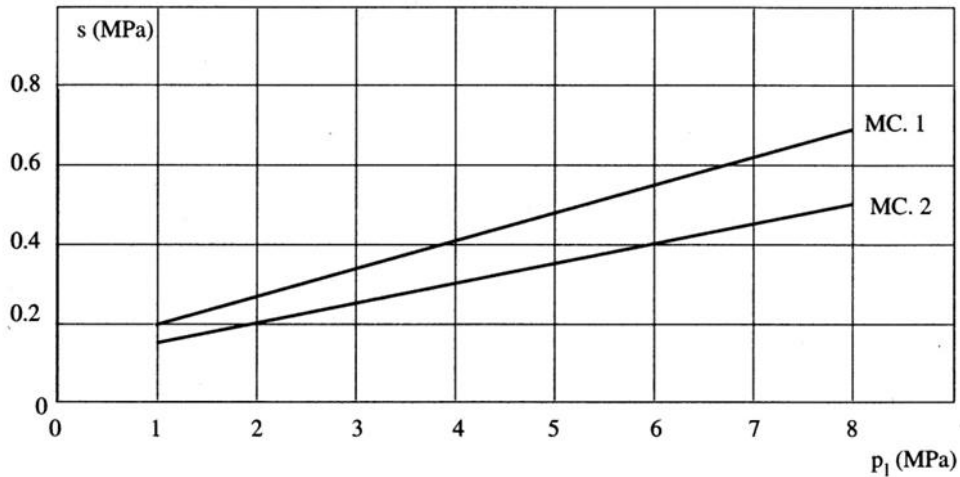
| TERRENO | Tipo di iniezione | |
|---|-------------------|-----------|
| | IRS | IGU |
| Da ghiaia a sabbia limosa | SG1 | SG2 |
| Limo e argilla | AL1 | AL2 |
| Marna, calcare marnoso, calcare tenero fratturato | MC1 | MC2 |
| Roccia alterata e/o fratturata | $\geq R1$ | $\geq R2$ |



Sabbie e ghiaie

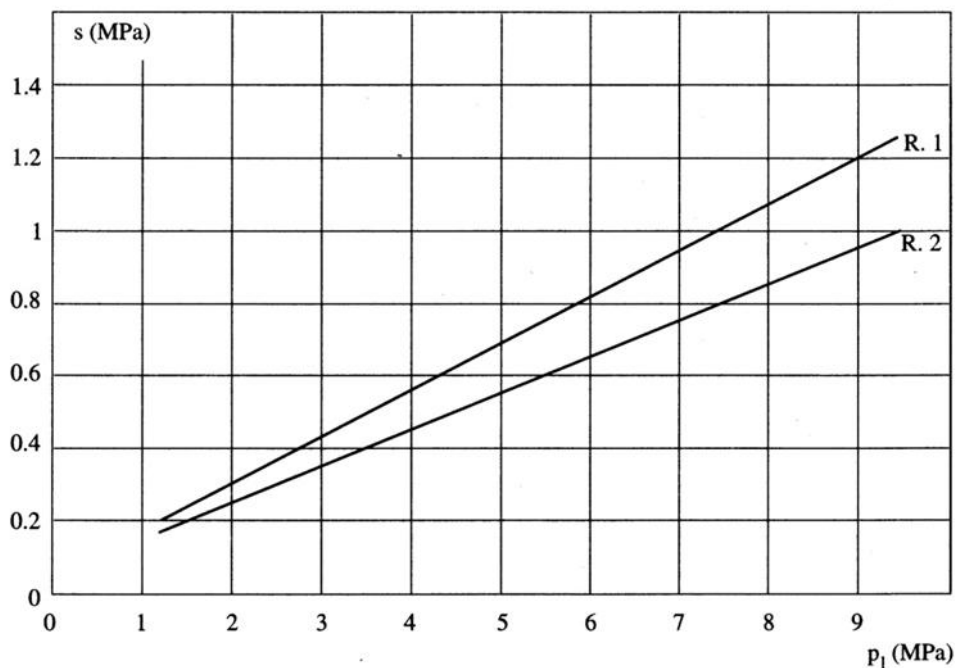


Argille e limi





| | | | | N_{SPT} |
|--------|----------|------------|----|-----------|
| 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| tenera | alterata | fratturata | | integra |

Gessi, marne, marne calcaree



Rocce alterate e fratturate

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

9 RISULTATI DI CALCOLO

9.1.1 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICA DELLE SEZIONI

Le analisi svolte, effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici e le NTC2008, sono le seguenti:

Condizioni statiche:

- Stato Limite Ultimo (SLU)
- Stato Limite di Esercizio (SLE)

Condizioni sismiche:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)

Nelle analisi agli stati limite ultimi (SLU) sono state prese in considerazione le seguenti combinazioni di carico:

comb.1: A1-M1-R1 (SLU-STR)

comb.2: A2-M2-R1 (SLU-GEO)

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali di seguito riportati (i coefficienti parziali applicati alle resistenze sono stati sempre presi pari all'unità [R1]):

| Azioni | SLE | | SLU DA1.1 (A1) | | SLU DA1.2 (A2) | | SLD (A1) | | SLV (A1) | |
|-----------------------|------------|---|----------------------|-----|----------------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|
| Carico permanente (G) | γ_g | 1 | γ_g | 1.3 | γ_g | 1 | γ_g | 1 | γ_g | 1 |
| Carico Variabile (Q) | γ_q | 1 | γ_q | 1.5 | γ_q | 1.3 | γ_q | 1 | γ_q | 1 |
| | | | | | | | Ψ_{21} | 0.6 | Ψ_{21} | 0.6 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| Parametri Geotecnici (Materiali) | Coeff. parz. γ_M | SLE | SLU DA1.1 (M1) | SLU DA1.2 (M2) | SLD (M1) | SLV (M2) |
|---|-------------------------|-----|----------------|----------------|----------|----------|
| Resistenza a taglio (sulla tg ϕ') | $\gamma_{\phi'}$ | 1 | 1 | 1.25 | 1 | 1.25 |
| Coesione efficace | γ_c | 1 | 1 | 1.25 | 1 | 1.25 |
| Peso dell'unità di volume | γ_Y | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Nelle analisi in condizioni sismiche (SLV) la combinazione di carico considerata è quella nella quale vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno (M2) e lasciati inalterati i carichi (A1). I risultati delle analisi numeriche svolte sono riportate negli allegati sotto forma di tabulati. Per le tipologie di calcolo analizzate sono forniti, sottoforma di grafici e tabelle riassuntive, i risultati delle elaborazioni svolte per le condizioni precedentemente descritte. Tutti i valori riportati sono relativi ad un metro lineare di paratia (unità di misura kN e metro).



Verifica a pressoflessione

Per le sezioni di calcolo considerate, la verifica a pressoflessione è stata effettuata valutandone il dominio di rottura e verificando che le sollecitazioni (N_{Sdu} , M_{Sdu}) dovute alle varie combinazioni di carico siano tutte interne ad esso. Il coefficiente di sicurezza FS calcolato rappresenta un fattore d'amplificazione che, se applicato allo stato di sollecitazione attuale, porta a rottura la sezione in oggetto. La condizione di rottura cui ci si riferisce (N_{Rdu} , M_{Rdu}) è quindi legata allo stato di sollecitazione attuale (N_{Sdu} , M_{Sdu}) dalle seguenti relazioni:

$$N_{Rdu} = FS \cdot N_{Sdu} \quad M_{Rdu} = FS \cdot M_{Sdu}$$

Il fattore di sicurezza TSF riportato nelle seguenti tabelle riepilogative è fornito dalla seguente relazione:

$$TSF = 1/FS = 1 / \frac{\sqrt{N_{Rdu}^2 + M_{Rdu}^2}}{\sqrt{N_{Sdu}^2 + M_{Sdu}^2}}$$

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

PARATIA TIPO A

| | A_s lato scavo | A_s lato terreno | M_{Rdu} (kNm/m) | M_{Sdu} (kNm/m) | TSF |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------|
| Cond. Statica SLU | 10 ϕ 20 | 10 ϕ 20 | 455.90 | 215.81 | 0.454 |
| Cond. Sismica SLV | 10 ϕ 20 | 10 ϕ 20 | 455.90 | 177.43 | 0.369 |

PARATIA TIPO B

| | A_s lato scavo | A_s lato terreno | M_{Rdu} (kNm/m) | M_{Sdu} (kNm/m) | TSF |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------|
| Cond. Statica SLU | 13 ϕ 24 | 13 ϕ 24 | 825.00 | 430.70 | 0.495 |
| Cond. Sismica SLV | 13 ϕ 24 | 13 ϕ 24 | 825.00 | 440.84 | 0.504 |

Apposita armatura a taglio va posizionata dove la sollecitazione a taglio comporta la formazione di fessure oblique nel conglomerato, ovvero dove supera il valore V_{Rduc} , fornito dalla seguente formula:

$$V_{Rduc} = 0.25 \cdot f_{ctd} \cdot r \cdot (1 + 50 \rho_l) \cdot b_w \cdot d \cdot \delta$$

dove

f_{ctd} = resistenza a trazione di calcolo;

$r = (1.6 - d)$ con d espressa in metri e comunque $d \leq 0.60$ m;

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ essendo A_{sl} l'armatura longitudinale a trazione e comunque $\rho_l \leq 0.2$;

b_w = larghezza della membratura resistente a taglio;

d = altezza utile della sezione;

$\delta = 1 + M_0 / M_{Sdu}$ essendo M_0 il momento di decompressione (= $N_{Sdu} \cdot H / 6$).

L'armatura trasversale deve essere tale da verificare:

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

$$V_{Sdu} \leq V_{cd} + V_{wd}$$

in cui

$$V_{cd} = 0.6 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d \cdot \delta \quad \text{e comunque} \quad V_{cd} \leq 0.5 \cdot V_{Sdu}$$

$$V_{wd} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot \frac{0.9 \cdot d}{s}$$

La sollecitazione a taglio non deve comunque superare un valore V_{Rduc} oltre il quale il calcestruzzo va in crisi per compressione:



$$V_{Sdu} \leq V_{Rduc} \quad \text{con} \quad V_{Rduc} = 0.3 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

| | STAFFE | | | V_{Sdu} [kN/m] | V_{Rdu} [kN/m] |
|---------------|------------------|---------------|-----------|---------------------|---------------------|
| | Diametro [mm] | Passo [cm] | n° bracci | | |
| TIPO A | 14 | 12.5 | 4 | 137.54 | 439.90 |
| TIPO B | 14 | 12.5 | 4 | 192.09 | 439.90 |

Verifiche tensionali e deformative in esercizio

Agli SLE verranno determinati i tassi di sfruttamento sia per quanto riguarda il calcestruzzo che per quanto riguarda l'acciaio. Calcolati, infatti le tensioni massime agenti e le tensioni limite imposte dalla normativa per una combinazione caratteristica (rara) si deve ottenere:

$$T.S.C. = \frac{\sigma_c}{0.6 \cdot f_{ck}} \leq 1 \quad T.S.A. = \frac{\sigma_s}{0.8 \cdot f_{yk}} \leq 1$$

| | | | | |
|---|---|--|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | Spostamento [cm] | Cedimento [cm] | T.S.C. | T.S.A. |
|---------------|----------------------------|--------------------------|---------------|---------------|
| TIPO A | 0.09 | 0.07 | 0.201 | 0.375 |
| TIPO B | 0.18 | 0.14 | 0.298 | 0.401 |

Verifica a fessurazione

La verifica a fessurazione ha mostrato che ovunque il calcestruzzo si fessuri, la larghezza caratteristica delle fessure è sempre inferiore al valore limite da normativa, come illustrato nella tabella che segue. La verifica a fessurazione è quindi ovunque superata.

| | w_k (mm) | w_d (mm) |
|---------------|------------|------------|
| TIPO A | 0.274 | 0.3 |
| TIPO B | 0.223 | 0.3 |

9.1.2 VERIFICA DEI TIRANTI

PARATIA TIPO A

| Ordine | N° trf. | T _{iniz} (kN) | T _{ult.} (kN) | α_{vert} (°) | Passo (m) | L _{libera} (m) | L _{ancor} (m) | L _{totale} (m) |
|--------|---------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 | 4 | 350 | 472 | 15 | 2.65 | 6.00 | 9.00 | 15.00 |

I valori di T_{ult.} si riferiscono alla condizione statica combinazione A1+M1

| | | | |
|--|---------------------|------|--------------------|
| Area del singolo trefolo | A = | 139 | [mm ²] |
| Tensione limite di snervamento | f _{(1)k} = | 1670 | [Mpa] |
| Tensione limite di rottura | f _{tk} = | 1860 | [Mpa] |
| Numero di terfoli presenti nel tirante | n _t = | 4 | |
| Max azione di progetto SLU | N _d = | 472 | [kN] |

| | | | | |
|---|---|--|-----------|--------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | Codice documento CD0319_F0 | Rev F0 | Data 20/06/2011 |

| | | | | | |
|---|----------------|---|-----|-------|---------------------------|
| Lunghezza di ancoraggio | L | = | 9 | [m] | |
| Diametro della fondazione | D _f | = | 0.2 | [m] | |
| Tensione limite di attrito laterale | q _f | = | 200 | [kPa] | |
| Coefficiente di Bustamante - Doix | α | = | 1.2 | | |
| Coefficiente di sicurezza per ancoraggi | γ | = | 1.2 | | <i>Tirante permanente</i> |
| Fattore di correlazione | ζ | = | 1.8 | | |

| | | | | | | |
|--|-----------------|---|------|------|--|-------------------|
| Carico di snervamento | N _{ys} | = | 929 | [kN] | N _{ys} =n _t A f _{(1)k} | |
| Carico di rottura | N _{ts} | = | 1034 | [kN] | N _{ts} =n _t A f _{tk} | |
| <i>Strutturale - Resistenza dei trefoli -</i> | | | | | | |
| Carico resistente STR | R _{ds} | = | 807 | [kN] | R _{ds} = 0.86957 n _t A f _{(1)k} | Verificato |
| Tasso di lavoro del tirante STR | δ | = | 59% | | | |
| <i>Geotecnica - Resistenza allo sfilamento -</i> | | | | | | |
| Carico resistente GEO | R _d | = | 628 | [kN] | R _d = α π D _f q _f L / γ ζ | Verificato |
| Tasso di lavoro del tirante GEO | δ | = | 76% | | | |



PARATIA TIPO B

| Ordine | N° _{trf.} | T _{iniz} (kN) | T _{ult.} (kN) | α _{vert} (°) | Passo (m) | L _{libera} (m) | L _{ancor} (m) | L _{totale} (m) |
|--------|--------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 | 4 | 400 | 598 | 15 | 2.65 | 9.00 | 12.00 | 21.00 |
| 2 | 4 | 400 | 600 | 15 | 2.65 | 7.00 | 10.00 | 17.00 |

I valori di T_{ult.} si riferiscono alla condizione sismica

Primo ordine

| | | | | | |
|---|-------------------|---|------|--------------------|---------------------------|
| Area del singolo trefolo | A | = | 139 | [mm ²] | |
| Tensione limite di snervamento | f _{(1)k} | = | 1670 | [Mpa] | |
| Tensione limite di rottura | f _{tk} | = | 1860 | [Mpa] | |
| Numero di trefoli presenti nel tirante | n _t | = | 4 | | |
| Max azione di progetto SLU | N _d | = | 598 | [kN] | |
| Lunghezza di ancoraggio | L | = | 12 | [m] | |
| Diametro della fondazione | D _f | = | 0.2 | [m] | |
| Tensione limite di attrito laterale | q _f | = | 150 | [kPa] | |
| Coefficiente di Bustamante - Doix | α | = | 1.2 | | |
| Coefficiente di sicurezza per ancoraggi | γ | = | 1.2 | | <i>Tirante permanente</i> |
| Fattore di correlazione | ζ | = | 1.8 | | |



| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | | | | | |
|--|----------|---|------|------|--|-------------------|
| Carico di snervamento | N_{ys} | = | 929 | [kN] | $N_{ys}=n_t A f_{(1)k}$ | |
| Carico di rottura | N_{ts} | = | 1034 | [kN] | $N_{ts}=n_t A f_{tk}$ | |
| Strutturale - Resistenza dei trefoli - | | | | | | |
| Carico resistente STR | R_{ds} | = | 807 | [kN] | $R_{ds}= 0.86957 n_t A f_{(1)k}$ | Verificato |
| Tasso di lavoro del tirante STR | δ | = | 74% | | | |
| Geotecnica - Resistenza allo sfilamento - | | | | | | |
| Carico resistente GEO | R_d | = | 625 | [kN] | $R_d= \alpha \pi D_f q_f L / \gamma \zeta$ | Verificato |
| Tasso di lavoro del tirante GEO | δ | = | 95% | | | |

Secondo ordine

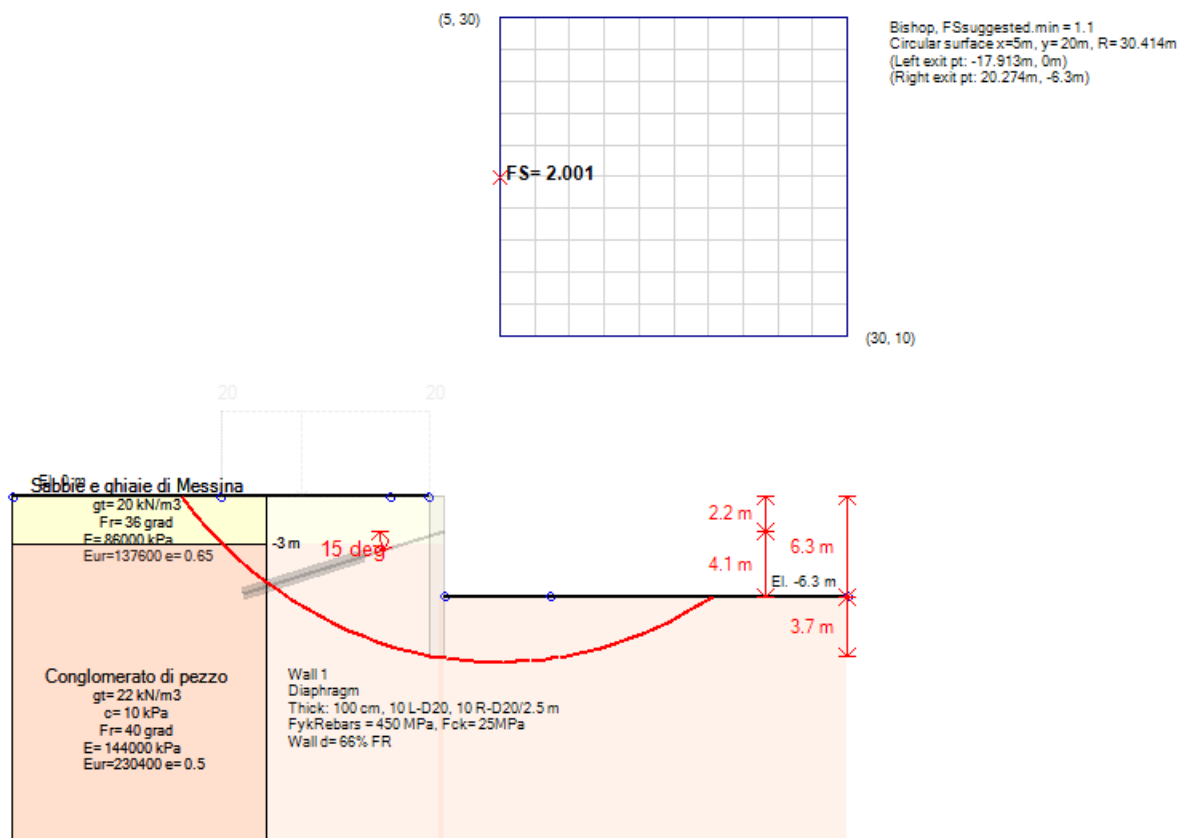
| | | | | | |
|---|------------|---|------|--------------------|---------------------------|
| Area del singolo trefolo | A | = | 139 | [mm ²] | |
| Tensione limite di snervamento | $f_{(1)k}$ | = | 1670 | [Mpa] | |
| Tensione limite di rottura | f_{tk} | = | 1860 | [Mpa] | |
| Numero di trefoli presenti nel tirante | n_t | = | 4 | | |
| Max azione di progetto SLU | N_d | = | 600 | [kN] | |
| Lunghezza di ancoraggio | L | = | 10 | [m] | |
| Diametro della fondazione | D_f | = | 0.2 | [m] | |
| Tensione limite di attrito laterale | q_f | = | 200 | [kPa] | |
| Coefficiente di Bustamante - Doix | α | = | 1.2 | | |
| Coefficiente di sicurezza per ancoraggi | γ | = | 1.2 | | Tirante permanente |
| Fattore di correlazione | ζ | = | 1.8 | | |

| | | | | | | |
|--|----------|---|------|------|--|-------------------|
| Carico di snervamento | N_{ys} | = | 929 | [kN] | $N_{ys}=n_t A f_{(1)k}$ | |
| Carico di rottura | N_{ts} | = | 1034 | [kN] | $N_{ts}=n_t A f_{tk}$ | |
| Strutturale - Resistenza dei trefoli - | | | | | | |
| Carico resistente STR | R_{ds} | = | 807 | [kN] | $R_{ds}= 0.86957 n_t A f_{(1)k}$ | Verificato |
| Tasso di lavoro del tirante STR | δ | = | 74% | | | |
| Geotecnica - Resistenza allo sfilamento - | | | | | | |
| Carico resistente GEO | R_d | = | 698 | [kN] | $R_d= \alpha \pi D_f q_f L / \gamma \zeta$ | Verificato |
| Tasso di lavoro del tirante GEO | δ | = | 86% | | | |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

9.2 VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE

9.2.1 PARATIA TIPO A



Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = 5 m, Destra = 30 m, Spaziatura orizzontale = 10

Alto = 30 m, Basso = 10 m, Spaziatura verticale = 10

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello



20 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo
 Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 0: DM08_ITA: EQK - GEO

Analisi di stabilita' del pendio Stage: 5

Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.

Punto critico a $x = 5$ $z = 20$ $FS = 2.001$

| Slice | x1 | ZsL | ZtL | x2 | ZsL | ZtL | DL | an | Fr | c | Wn | ubL | ubR | tBase | Nr | EiL | EiR | TL | TR | UbF |
|-------|--------|--------|------|--------|--------|------|------|-------|-------|-----|-------|-----|-----|-------|-------|------|------|------|------|------|
| No. | m | m | m | m | m | m | m | deg | deg | kPa | kN/m | kPa | kPa | kN/m | kN/m | kN/m | kN/m | kN/m | kN/m | kN/m |
| 0 | -17.91 | 0 | 0 | -16.91 | -1.1 | 0 | 1.49 | 47.48 | 30.17 | 0 | 11 | 0 | 0 | 3.6 | 12.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | -16.91 | -1.1 | 0 | -15.9 | -2.09 | 0 | 1.41 | 44.75 | 30.17 | 0 | 32 | 0 | 0 | 10.2 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | -15.9 | -2.09 | 0 | -15 | -2.91 | 0 | 1.22 | 42.27 | 30.17 | 0 | 45.2 | 0 | 0 | 14 | 48.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | -15 | -2.91 | 0 | -13.89 | -3.83 | 0 | 1.44 | 39.76 | 32.02 | 4 | 75.1 | 0 | 0 | 26.5 | 75.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | -13.89 | -3.83 | 0 | -12.89 | -4.6 | 0 | 1.26 | 37.22 | 33.87 | 8 | 85.9 | 0 | 0 | 32.9 | 83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | -12.89 | -4.6 | 0 | -11.88 | -5.3 | 0 | 1.22 | 34.87 | 33.87 | 8 | 101.4 | 0 | 0 | 37.6 | 97.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | -11.88 | -5.3 | 0 | -10.88 | -5.94 | 0 | 1.19 | 32.6 | 33.87 | 8 | 115.6 | 0 | 0 | 41.8 | 110.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | -10.88 | -5.94 | 0 | -9.87 | -6.53 | 0 | 1.16 | 30.37 | 33.87 | 8 | 128.6 | 0 | 0 | 45.7 | 122.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | -9.87 | -6.53 | 0 | -8.87 | -7.07 | 0 | 1.14 | 28.2 | 33.87 | 8 | 140.5 | 0 | 0 | 49.2 | 133 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | -8.87 | -7.07 | 0 | -7.86 | -7.56 | 0 | 1.12 | 26.07 | 33.87 | 8 | 151.3 | 0 | 0 | 52.4 | 142.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | -7.86 | -7.56 | 0 | -6.86 | -8.01 | 0 | 1.1 | 23.98 | 33.87 | 8 | 161.2 | 0 | 0 | 55.3 | 151.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | -6.86 | -8.01 | 0 | -5.85 | -8.41 | 0 | 1.08 | 21.93 | 33.87 | 8 | 170.2 | 0 | 0 | 58 | 160.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | -5.85 | -8.41 | 0 | -4.85 | -8.78 | 0 | 1.07 | 19.9 | 33.87 | 8 | 178.3 | 0 | 0 | 60.5 | 167.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | -4.85 | -8.78 | 0 | -3.84 | -9.1 | 0 | 1.06 | 17.9 | 33.87 | 8 | 185.6 | 0 | 0 | 62.8 | 174.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | -3.84 | -9.1 | 0 | -2.8 | -9.4 | 0 | 1.09 | 15.88 | 33.87 | 8 | 199.6 | 0 | 0 | 67.5 | 188.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | -2.8 | -9.4 | 0 | -1.83 | -9.64 | 0 | 1 | 13.92 | 33.87 | 8 | 190.2 | 0 | 0 | 64.3 | 180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | -1.83 | -9.64 | 0 | -0.83 | -9.85 | 0 | 1.03 | 12.02 | 33.87 | 8 | 202.6 | 0 | 0 | 68.7 | 192.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | -0.83 | -9.85 | 0 | 0 | -10 | 0 | 0.84 | 10.26 | 33.87 | 8 | 170.3 | 0 | 0 | 57.9 | 162.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | -10 | 0 | 1 | -10.15 | 0 | 1.01 | 8.51 | 33.87 | 8 | 143.9 | 0 | 0 | 50.3 | 138 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 1 | -10.15 | -6.3 | 1.18 | -10.17 | -6.3 | 0.18 | 7.39 | 33.87 | 8 | 14.7 | 0 | 0 | 5.5 | 14.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 1.18 | -10.17 | -6.3 | 2.19 | -10.28 | -6.3 | 1.01 | 6.26 | 33.87 | 8 | 82.9 | 0 | 0 | 30.9 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 2.19 | -10.28 | -6.3 | 3.19 | -10.36 | -6.3 | 1.01 | 4.36 | 33.87 | 8 | 84.9 | 0 | 0 | 31.8 | 82.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 3.19 | -10.36 | -6.3 | 4.2 | -10.4 | -6.3 | 1.01 | 2.46 | 33.87 | 8 | 86.1 | 0 | 0 | 32.5 | 84.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 4.2 | -10.4 | -6.3 | 5.2 | -10.41 | -6.3 | 1 | 0.57 | 33.87 | 8 | 86.7 | 0 | 0 | 33 | 86.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 5.2 | -10.41 | -6.3 | 6.21 | -10.39 | -6.3 | 1.01 | -1.32 | 33.87 | 8 | 86.6 | 0 | 0 | 33.3 | 87.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 6.21 | -10.39 | -6.3 | 7.21 | -10.33 | -6.3 | 1.01 | -3.22 | 33.87 | 8 | 85.7 | 0 | 0 | 33.5 | 87.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 7.21 | -10.33 | -6.3 | 8.22 | -10.24 | -6.3 | 1.01 | -5.12 | 33.87 | 8 | 84.2 | 0 | 0 | 33.4 | 87.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------------------|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | | | | | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | | | | | | | | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|--------|------|-------|--------|------|------|--------|-------|---|------|---|---|------|------|---|---|---|---|---|
| 27 | 8.22 | -10.24 | -6.3 | 8.67 | -10.19 | -6.3 | 0.46 | -6.5 | 33.87 | 8 | 37.4 | 0 | 0 | 15 | 39.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 8.67 | -10.19 | -6.3 | 9.22 | -10.12 | -6.3 | 0.55 | -7.45 | 33.87 | 8 | 44.6 | 0 | 0 | 18.1 | 47.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 9.22 | -10.12 | -6.3 | 10.23 | -9.96 | -6.3 | 1.02 | -8.93 | 33.87 | 8 | 78.9 | 0 | 0 | 32.6 | 85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 10.23 | -9.96 | -6.3 | 11.23 | -9.77 | -6.3 | 1.02 | -10.86 | 33.87 | 8 | 75.2 | 0 | 0 | 31.8 | 82.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 11.23 | -9.77 | -6.3 | 12.24 | -9.54 | -6.3 | 1.03 | -12.79 | 33.87 | 8 | 70.8 | 0 | 0 | 30.8 | 79.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | 12.24 | -9.54 | -6.3 | 13.24 | -9.28 | -6.3 | 1.04 | -14.74 | 33.87 | 8 | 65.6 | 0 | 0 | 29.5 | 75.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | 13.24 | -9.28 | -6.3 | 14.24 | -8.97 | -6.3 | 1.05 | -16.71 | 33.87 | 8 | 59.6 | 0 | 0 | 27.9 | 70.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | 14.24 | -8.97 | -6.3 | 15.25 | -8.63 | -6.3 | 1.06 | -18.7 | 33.87 | 8 | 52.9 | 0 | 0 | 25.9 | 64.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 | 15.25 | -8.63 | -6.3 | 16.25 | -8.25 | -6.3 | 1.07 | -20.71 | 33.87 | 8 | 45.3 | 0 | 0 | 23.5 | 57.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 36 | 16.25 | -8.25 | -6.3 | 17.26 | -7.83 | -6.3 | 1.09 | -22.75 | 33.87 | 8 | 36.8 | 0 | 0 | 20.6 | 48.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | 17.26 | -7.83 | -6.3 | 18.26 | -7.37 | -6.3 | 1.11 | -24.81 | 33.87 | 8 | 27.5 | 0 | 0 | 17.2 | 38.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 18.26 | -7.37 | -6.3 | 19.27 | -6.86 | -6.3 | 1.13 | -26.92 | 33.87 | 8 | 17.2 | 0 | 0 | 13.2 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 39 | 19.27 | -6.86 | -6.3 | 20.27 | -6.3 | -6.3 | 1.15 | -29.06 | 33.87 | 8 | 5.9 | 0 | 0 | 8.4 | 11.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

LEGENDA

Wall node=numero nodo

EL=quota

Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia

Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia

Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia

Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia

q=pressioni dovute al sovraccarico

U L=pressione acqua a sx paratia

U R=pressione acqua a dx paratia

M=momento flettente (per metro)

V=taglio (per metro)



dx=spostamento orizzontale

McapL=Momento ultimo lato sx

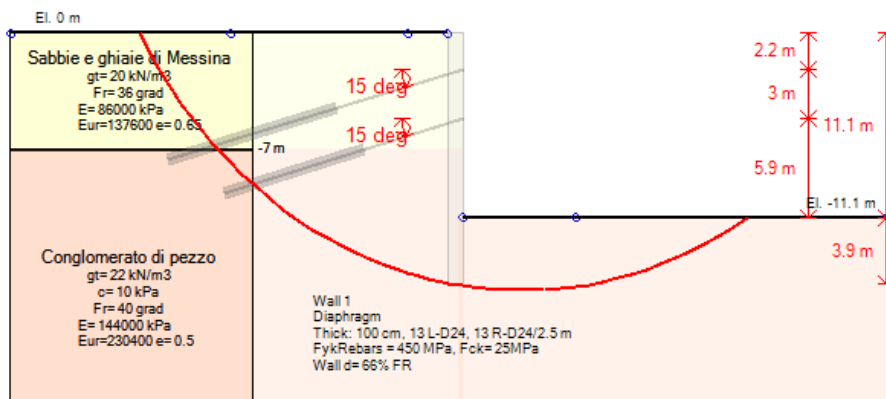
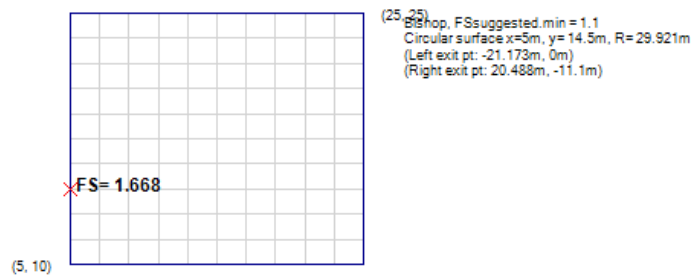
McapR=Momento ultimo lato dx

VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx

VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

9.2.2 PARATIA TIPO B



Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = 5 m, Destra = 25 m, Spaziatura orizzontale = 10

Alto = 10 m, Basso = 25 m, Spaziatura verticale = 10

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

20 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

| | | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|--|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 | |

ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE



Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 0: DM08_ITA: EQK - GEO

Analisi di stabilita' del pendio Stage: 7

Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.

Punto critico a $x = 5$ $z = 14.5$ $FS = 1.668$

| Slice | x1 | ZsL | ZtL | x2 | ZsL | ZtL | DL | an | Fr | c | Wn | ubL | ubR | tBase | Nr | EiL | EiR | TL | TR | UbF |
|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|------|-------|-------|-----|-------|-----|-----|-------|-------|------|------|------|------|------|
| No. | m | m | m | m | m | m | m | deg | deg | kPa | kN/m | kPa | kPa | kN/m | kN/m | kN/m | kN/m | kN/m | kN/m | kN/m |
| 0 | -21.17 | 0 | 0 | -20.18 | -1.66 | 0 | 1.93 | 59.16 | 30.17 | 0 | 16.5 | 0 | 0 | 7.1 | 20.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | -20.18 | -1.66 | 0 | -19.19 | -3.11 | 0 | 1.76 | 55.62 | 30.17 | 0 | 47.3 | 0 | 0 | 19.4 | 55.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | -19.19 | -3.11 | 0 | -18.2 | -4.4 | 0 | 1.63 | 52.39 | 30.17 | 0 | 74.5 | 0 | 0 | 29.3 | 84.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | -18.2 | -4.4 | 0 | -17.2 | -5.55 | 0 | 1.52 | 49.37 | 30.17 | 0 | 98.7 | 0 | 0 | 37.6 | 107.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | -17.2 | -5.55 | 0 | -16.21 | -6.6 | 0 | 1.44 | 46.53 | 30.17 | 0 | 120.6 | 0 | 0 | 44.7 | 128.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | -16.21 | -6.6 | 0 | -15 | -7.75 | 0 | 1.67 | 43.55 | 32.02 | 4 | 174.6 | 0 | 0 | 69.5 | 174.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | -15 | -7.75 | 0 | -14.23 | -8.42 | 0 | 1.02 | 40.97 | 33.87 | 8 | 125.6 | 0 | 0 | 53.2 | 120.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | -14.23 | -8.42 | 0 | -13.24 | -9.22 | 0 | 1.27 | 38.77 | 33.87 | 8 | 176.8 | 0 | 0 | 73.6 | 167.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | -13.24 | -9.22 | 0 | -12.25 | -9.95 | 0 | 1.23 | 36.37 | 33.87 | 8 | 192.7 | 0 | 0 | 78.9 | 181.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | -12.25 | -9.95 | 0 | -11.25 | -10.62 | 0 | 1.2 | 34.05 | 33.87 | 8 | 207.3 | 0 | 0 | 83.7 | 193.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | -11.25 | -10.62 | 0 | -10.26 | -11.24 | 0 | 1.17 | 31.79 | 33.87 | 8 | 220.7 | 0 | 0 | 88.1 | 205.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | -10.26 | -11.24 | 0 | -9.27 | -11.8 | 0 | 1.14 | 29.58 | 33.87 | 8 | 233 | 0 | 0 | 92.2 | 215.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | -9.27 | -11.8 | 0 | -8.28 | -12.31 | 0 | 1.12 | 27.41 | 33.87 | 8 | 244.2 | 0 | 0 | 96 | 225.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | -8.28 | -12.31 | 0 | -7.29 | -12.78 | 0 | 1.1 | 25.29 | 33.87 | 8 | 254.4 | 0 | 0 | 99.6 | 234.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | -7.29 | -12.78 | 0 | -6.29 | -13.21 | 0 | 1.08 | 23.21 | 33.87 | 8 | 263.7 | 0 | 0 | 102.9 | 242.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | -6.29 | -13.21 | 0 | -5.3 | -13.59 | 0 | 1.06 | 21.16 | 33.87 | 8 | 272.2 | 0 | 0 | 106 | 250.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | -5.3 | -13.59 | 0 | -4.31 | -13.94 | 0 | 1.05 | 19.13 | 33.87 | 8 | 279.8 | 0 | 0 | 109 | 258.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | -4.31 | -13.94 | 0 | -3.32 | -14.24 | 0 | 1.04 | 17.13 | 33.87 | 8 | 286.5 | 0 | 0 | 111.8 | 265.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | -3.32 | -14.24 | 0 | -2.8 | -14.39 | 0 | 0.54 | 15.63 | 33.87 | 8 | 152 | 0 | 0 | 59.4 | 141.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | -2.8 | -14.39 | 0 | -2.33 | -14.51 | 0 | 0.49 | 14.64 | 33.87 | 8 | 140.5 | 0 | 0 | 55 | 130.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | -2.33 | -14.51 | 0 | -1.33 | -14.74 | 0 | 1.02 | 13.2 | 33.87 | 8 | 297.7 | 0 | 0 | 116.9 | 278.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | -1.33 | -14.74 | 0 | -0.34 | -14.94 | 0 | 1.01 | 11.25 | 33.87 | 8 | 302.2 | 0 | 0 | 119.3 | 284.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | -0.34 | -14.94 | 0 | 0 | -15 | 0 | 0.35 | 9.95 | 33.87 | 8 | 105.1 | 0 | 0 | 41.7 | 99.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 0 | -15 | 0 | 1 | -15.15 | 0 | 1.01 | 8.65 | 33.87 | 8 | 196.5 | 0 | 0 | 79.9 | 186.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 1 | -15.15 | -11.1 | 1.64 | -15.23 | -11.1 | 0.65 | 7.06 | 33.87 | 8 | 55.1 | 0 | 0 | 24.3 | 52.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 1.64 | -15.23 | -11.1 | 2.63 | -15.33 | -11.1 | 1 | 5.49 | 33.87 | 8 | 87.1 | 0 | 0 | 38.5 | 83.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 2.63 | -15.33 | -11.1 | 3.63 | -15.39 | -11.1 | 0.99 | 3.58 | 33.87 | 8 | 88.7 | 0 | 0 | 39.5 | 86.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 3.63 | -15.39 | -11.1 | 4.62 | -15.42 | -11.1 | 0.99 | 1.68 | 33.87 | 8 | 89.6 | 0 | 0 | 40.4 | 88.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 4.62 | -15.42 | -11.1 | 5.61 | -15.41 | -11.1 | 0.99 | -0.22 | 33.87 | 8 | 89.9 | 0 | 0 | 41 | 90.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 5.61 | -15.41 | -11.1 | 6.6 | -15.38 | -11.1 | 0.99 | -2.12 | 33.87 | 8 | 89.5 | 0 | 0 | 41.4 | 91.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 6.6 | -15.38 | -11.1 | 7.59 | -15.31 | -11.1 | 0.99 | -4.02 | 33.87 | 8 | 88.4 | 0 | 0 | 41.6 | 91.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------------------|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | | | | | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | | | | | | | | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|--------|-------|-------|--------|-------|------|--------|-------|---|------|---|---|------|------|---|---|---|---|---|
| 31 | 7.59 | -15.31 | -11.1 | 8.67 | -15.19 | -11.1 | 1.08 | -6.01 | 33.87 | 8 | 93.9 | 0 | 0 | 45.1 | 99.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | 8.67 | -15.19 | -11.1 | 9.58 | -15.07 | -11.1 | 0.92 | -7.92 | 33.87 | 8 | 76.8 | 0 | 0 | 37.7 | 82.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | 9.58 | -15.07 | -11.1 | 10.57 | -14.9 | -11.1 | 1.01 | -9.76 | 33.87 | 8 | 80.9 | 0 | 0 | 40.7 | 89.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | 10.57 | -14.9 | -11.1 | 11.56 | -14.69 | -11.1 | 1.01 | -11.7 | 33.87 | 8 | 77 | 0 | 0 | 39.8 | 86.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 | 11.56 | -14.69 | -11.1 | 12.55 | -14.45 | -11.1 | 1.02 | -13.64 | 33.87 | 8 | 72.3 | 0 | 0 | 38.6 | 83.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 36 | 12.55 | -14.45 | -11.1 | 13.54 | -14.17 | -11.1 | 1.03 | -15.61 | 33.87 | 8 | 66.9 | 0 | 0 | 37.1 | 79.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | 13.54 | -14.17 | -11.1 | 14.54 | -13.86 | -11.1 | 1.04 | -17.59 | 33.87 | 8 | 60.8 | 0 | 0 | 35.1 | 74.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 14.54 | -13.86 | -11.1 | 15.53 | -13.51 | -11.1 | 1.05 | -19.59 | 33.87 | 8 | 53.8 | 0 | 0 | 32.7 | 68.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 39 | 15.53 | -13.51 | -11.1 | 16.52 | -13.11 | -11.1 | 1.07 | -21.62 | 33.87 | 8 | 46 | 0 | 0 | 29.8 | 61.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 40 | 16.52 | -13.11 | -11.1 | 17.51 | -12.68 | -11.1 | 1.08 | -23.68 | 33.87 | 8 | 37.4 | 0 | 0 | 26.3 | 52.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 41 | 17.51 | -12.68 | -11.1 | 18.5 | -12.2 | -11.1 | 1.1 | -25.78 | 33.87 | 8 | 27.9 | 0 | 0 | 22 | 41.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 42 | 18.5 | -12.2 | -11.1 | 19.5 | -11.67 | -11.1 | 1.12 | -27.9 | 33.87 | 8 | 17.4 | 0 | 0 | 16.9 | 28.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 43 | 19.5 | -11.67 | -11.1 | 20.49 | -11.1 | -11.1 | 1.15 | -30.08 | 33.87 | 8 | 6 | 0 | 0 | 10.8 | 13.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

LEGENDA

Wall node=numero nodo

EL=quota

Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia

Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia

Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia

Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia

q=pressioni dovute al sovraccarico

U L=pressione acqua a sx paratia

U R=pressione acqua a dx paratia

M=momento flettente (per metro)

V=taglio (per metro)


dx=spostamento orizzontale


McapL=Momento ultimo lato sx

McapR=Momento ultimo lato dx

VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx

VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx

| | | | | |
|---|---|---|-----------------------------------|--|
|  |  | <p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p> | | |
| <p align="center">PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO</p> | <p><i>Codice documento</i> CD0319_F0</p> | <p><i>Rev</i> F0</p> | <p><i>Data</i> 20/06/2011</p> | |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

10 TABULATI DI CALCOLO

10.1 PARATIA TIPO A

10.1.1 ANALISI SLE + SLU

Risultati per la Design Section 0: Design section 0

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

| Stage | Design Code | Design Case | F(tan | F | F | F | F(perm | F(temp | F(perm | F(temp | F Earth | F Earth | F GWT | F GWT | F HYD | F HYD | F UPL | F UPL |
|-------|-------------|-----------------|-------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Name | | fr) | (c') | (Su) | (EQ) | load) | load) | sup) | sup) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) |
| ALL | Default | Service Factors | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore reazione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte

| | | | | |
|---|---|---|--|--------------------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 |

- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi

Summario di ogni approccio



| Design section 0 | Mom. paratia | Taglio paratia | Spost. paratia | Vincolo | Vincolo | Infissione | Commenti |
|--------------------------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|------------|------------------------|
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | (kN-m/m) | (kN/m) | (cm) | Reazione (kN/m) | TSF critico | FS paratia | |
| Design section 0 | 166.01 | 105.8 | 0.09 | 136.43 | 0.445 | 1.877 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 215.81 | 137.54 | 0.09 | 178.04 | 0.676 | 1.878 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 173.44 | 106.03 | 0.16 | 139.29 | 0.548 | 1.467 | Calculation successful |

Sommario esteso

| | Risultati di calcolo | Spost. paratia | Cedimenti | Mom. paratia | Mom. paratia |
|-----------------------------------|------------------------|----------------|-----------|--------------|--------------|
| | | (cm) | (cm) | (kN-m/m) | (kN-m) |
| Design section 0 | Calculation successful | 0.09 | 0.07 | 166.01 | 415.02 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | Calculation successful | 0.09 | 0.08 | 215.81 | 539.53 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | Calculation successful | 0.16 | 0.15 | 173.44 | 433.6 |

| | Taglio paratia | Taglio paratia | TSF combinato | TSF momento | TSF taglio | SLS cls |
|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|------------|-----------------|
| | (kN/m) | (kN) | / | / | / | Ver. tensionale |
| Design section 0 | 105.8 | 264.5 | 0.353 | 0.353 | 0.241 | 0.201 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 137.54 | 343.85 | 0.454 | 0.454 | 0.313 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 106.03 | 265.08 | 0.369 | 0.368 | 0.241 | N/A |

| | SLS acciaio | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | FS |
|--------------------------------------|-----------------|--------------|------------|---------|---------|-------------------|-------------|
| | Ver. tensionale | R max (kN/m) | R max (kN) | TSF GEO | TSF STR | Verifica pull out | Fondo scavo |
| Design section 0 | 0.375 | 136.43 | 361.54 | 0.445 | 0.445 | 0.432 | 6.027 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 178.04 | 471.79 | 0.676 | 0.581 | 0.676 | 6.027 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | 139.29 | 369.12 | 0.548 | 0.455 | 0.548 | 4.824 |

| | | | | |
|---|---|---|--|--------------------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 |

| | FS | FS piede | FS piede | Zcut | FS | FS | FS |
|--------------------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|-------------|-------------|
| | Passivo | Rotazione | Lunghezza | (Paratie) | Pass. mobilitata | Vera/Attiva | Sifonamento |
| Design section 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.877 | 3.744 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.878 | 3.636 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.467 | 2.27 | N/A |

Voci critiche

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment Check | 0.454 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment (kN-m/m) | 215.813 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment (kN-m) | 539.532 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 455.856 | 0: Design section 0 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Shear (kN/m) | 137.54 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear (kN) | 343.85 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear Check | 0.313 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Displacements (cm) | 0.159 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | N/A |
| Surface Settlements (cm) | 0.151 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Reaction (kN) | 471.793 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Reaction (kN/m) | 178.035 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check | 0.676 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |



| | | | | | |
|-------------------|-------|---|--------|-----------|---|
| | | A1+M1+R1 | | | |
| Support Check GEO | 0.676 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check STR | 0.581 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |

Risultati vincoli

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|---------------------|----------------|---|--------------|-----------------|----------------------|
| 1 Support Reaction | 471.793 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Reaction | 178.035 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check | 0.676 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check GEO | 0.676 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check STR | 0.581 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |

Risultati paratia

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment ABS (kN-m) | 539.532 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment +M (kN-m) | 539.532 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment -M (kN-m) | -129.958 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment Check | 0.454 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 455.856 | 0: Design section 0 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Shear (kN) | 343.85 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear Check | 0.313 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |

| | | | | |
|---|---|---|--------------------------------------|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 |

| | | | | | |
|----------------------------|---------|---|-----------------|-----------|----|
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
|----------------------------|---------|---|-----------------|-----------|----|

Momento massimo per ogni fase

| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|-----------------|-------------------|--------|--------|
| M stg0 (kN-m/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| M stg1 (kN-m/m) | -37.17 | -48.33 | -42.39 |
| M stg2 (kN-m/m) | 83.65 | 108.74 | 83.33 |
| M stg3 (kN-m/m) | 141.98 | 184.57 | 147.74 |
| M stg4 (kN-m/m) | 166.01 | 215.81 | 173.44 |
| M stg5 (kN-m/m) | 127.34 | 151.12 | 94.07 |

Taglio massimo per ogni fase

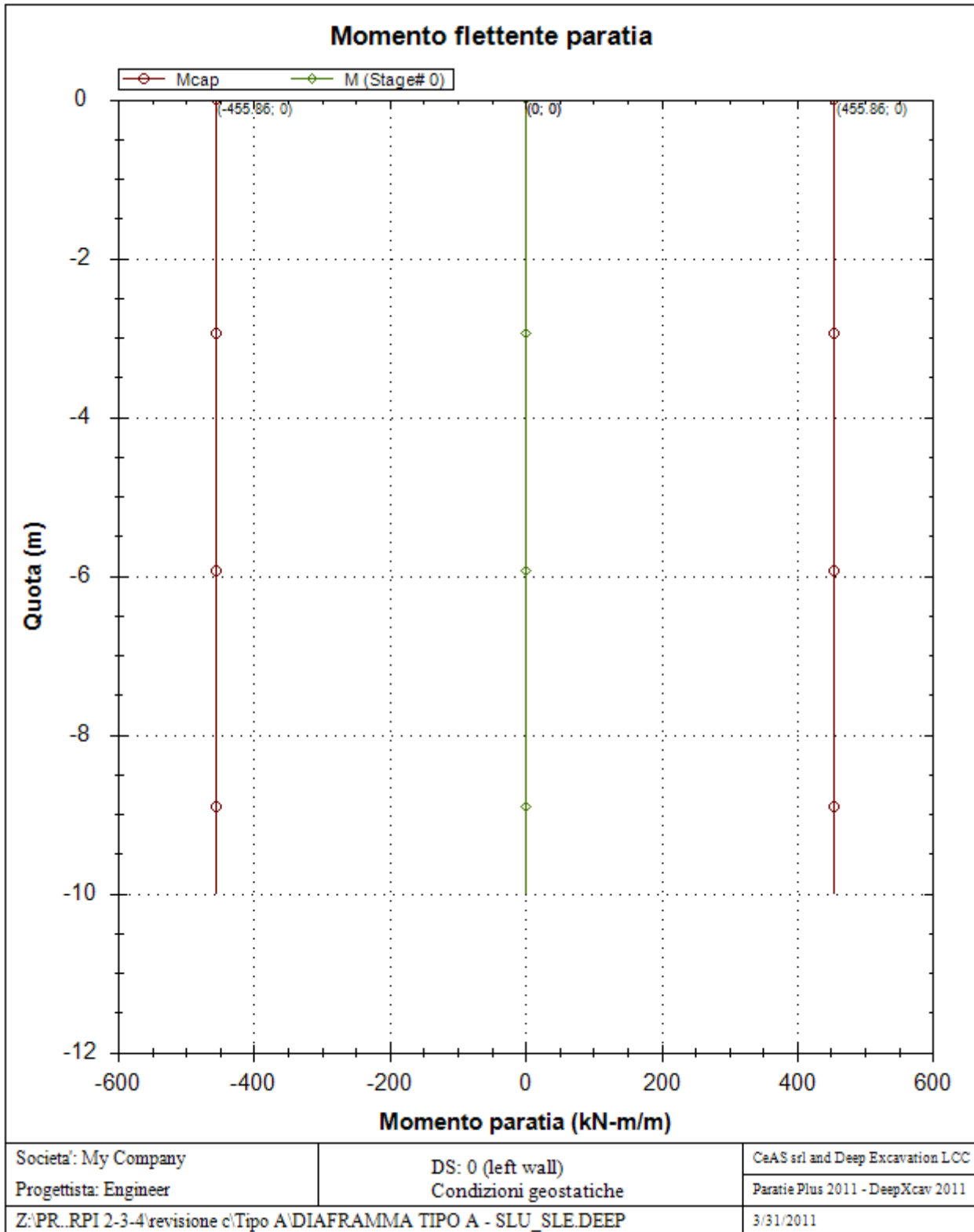
| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|---------------|-------------------|---------|---------|
| V stg0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| V stg1 (kN/m) | 21.57 | 28.04 | 23.95 |
| V stg2 (kN/m) | -85.86 | -111.62 | -85.79 |
| V stg3 (kN/m) | -103.41 | -134.43 | -103.58 |
| V stg4 (kN/m) | -105.8 | -137.54 | -106.03 |
| V stg5 (kN/m) | -92.67 | -115.52 | -83.76 |

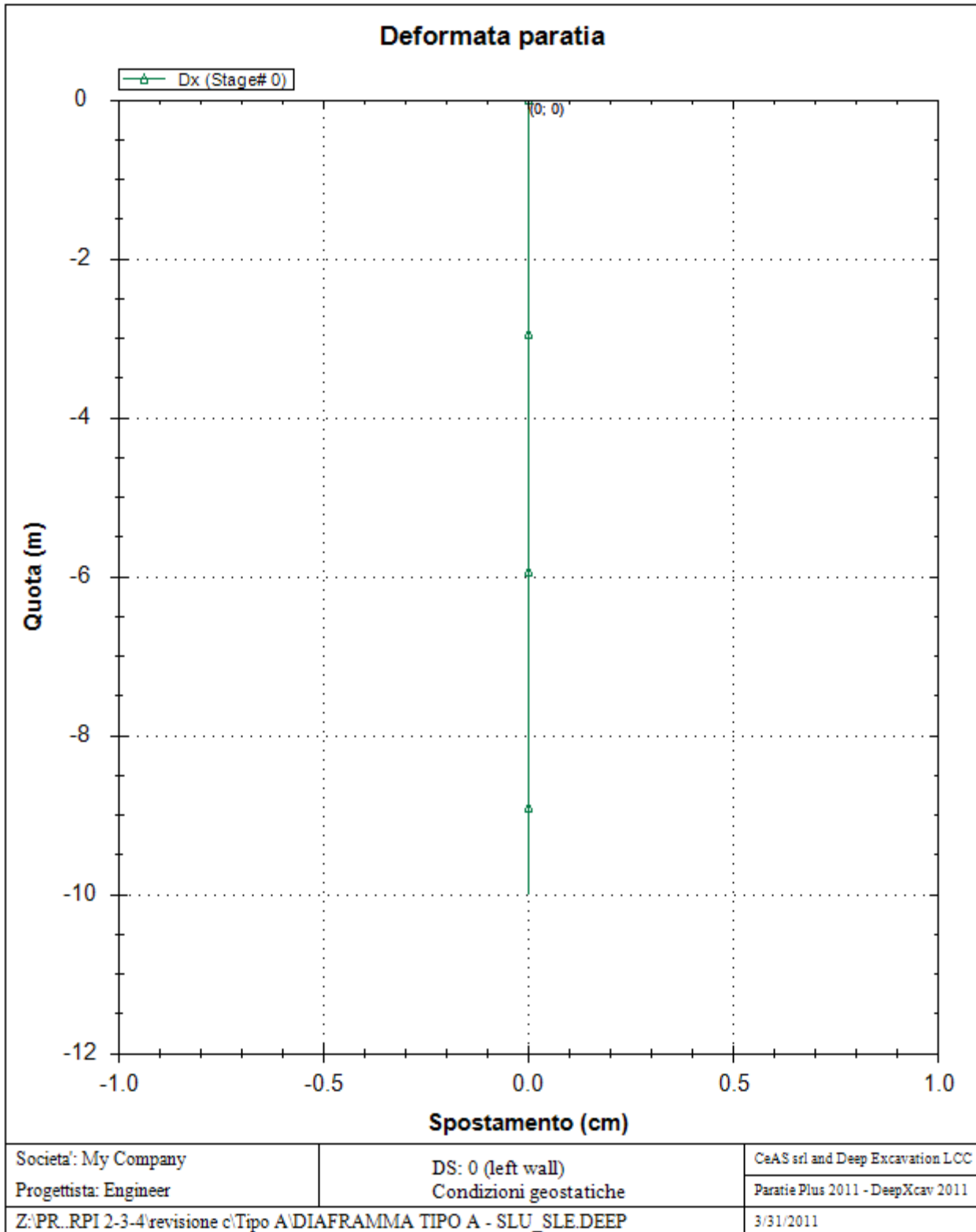
Massima reazione vincolare

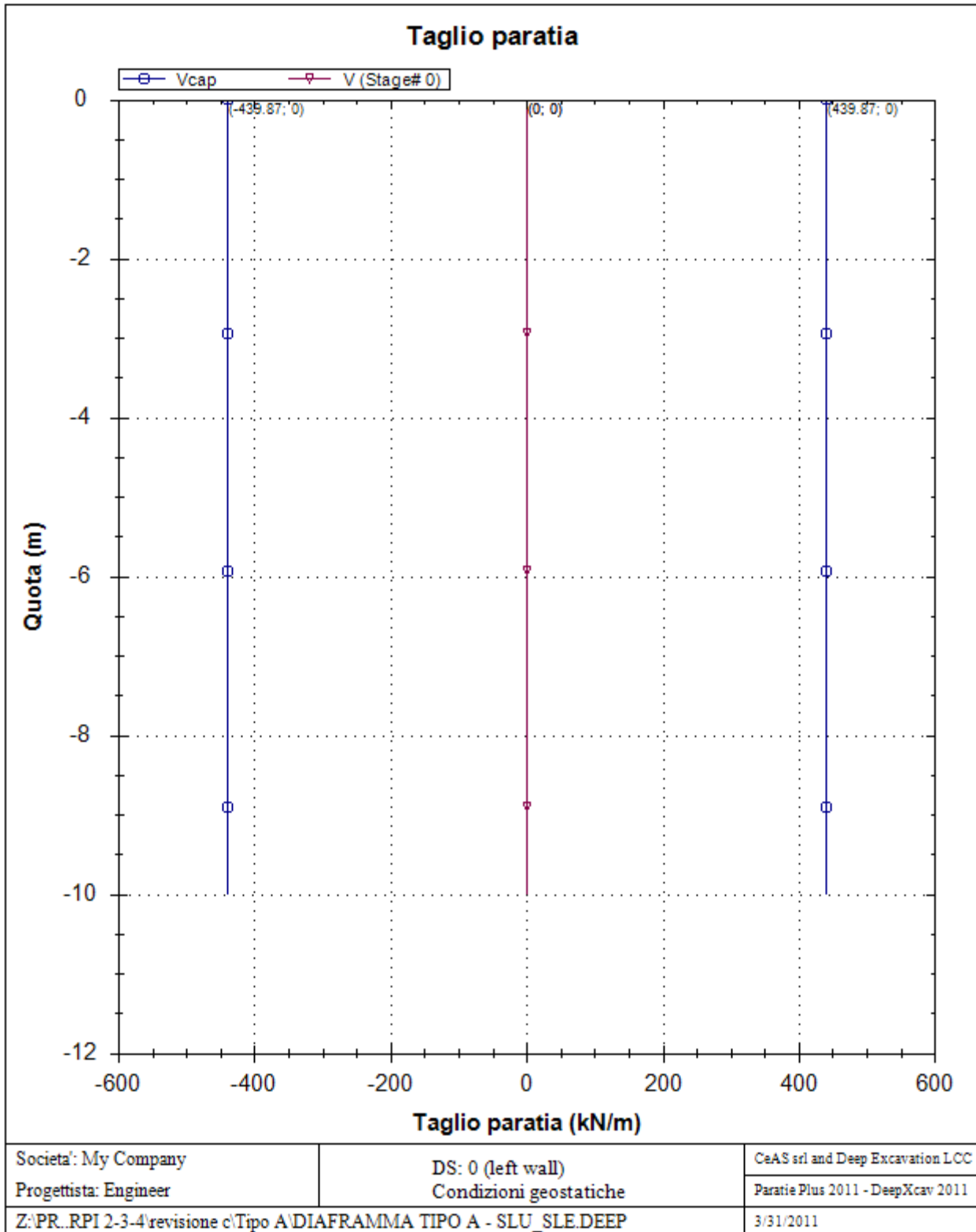
| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|----------------------|-------------------|--------|--------|
| Rmax Stage #0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| Rmax Stage #1 (kN/m) | 0 | 0 | 0 |
| Rmax Stage #2 (kN/m) | 132.1 | 171.73 | 132.1 |
| Rmax Stage #3 (kN/m) | 133.97 | 174.16 | 134.21 |
| Rmax Stage #4 (kN/m) | 134.32 | 174.62 | 134.62 |
| Rmax Stage #5 (kN/m) | 136.43 | 178.04 | 139.29 |

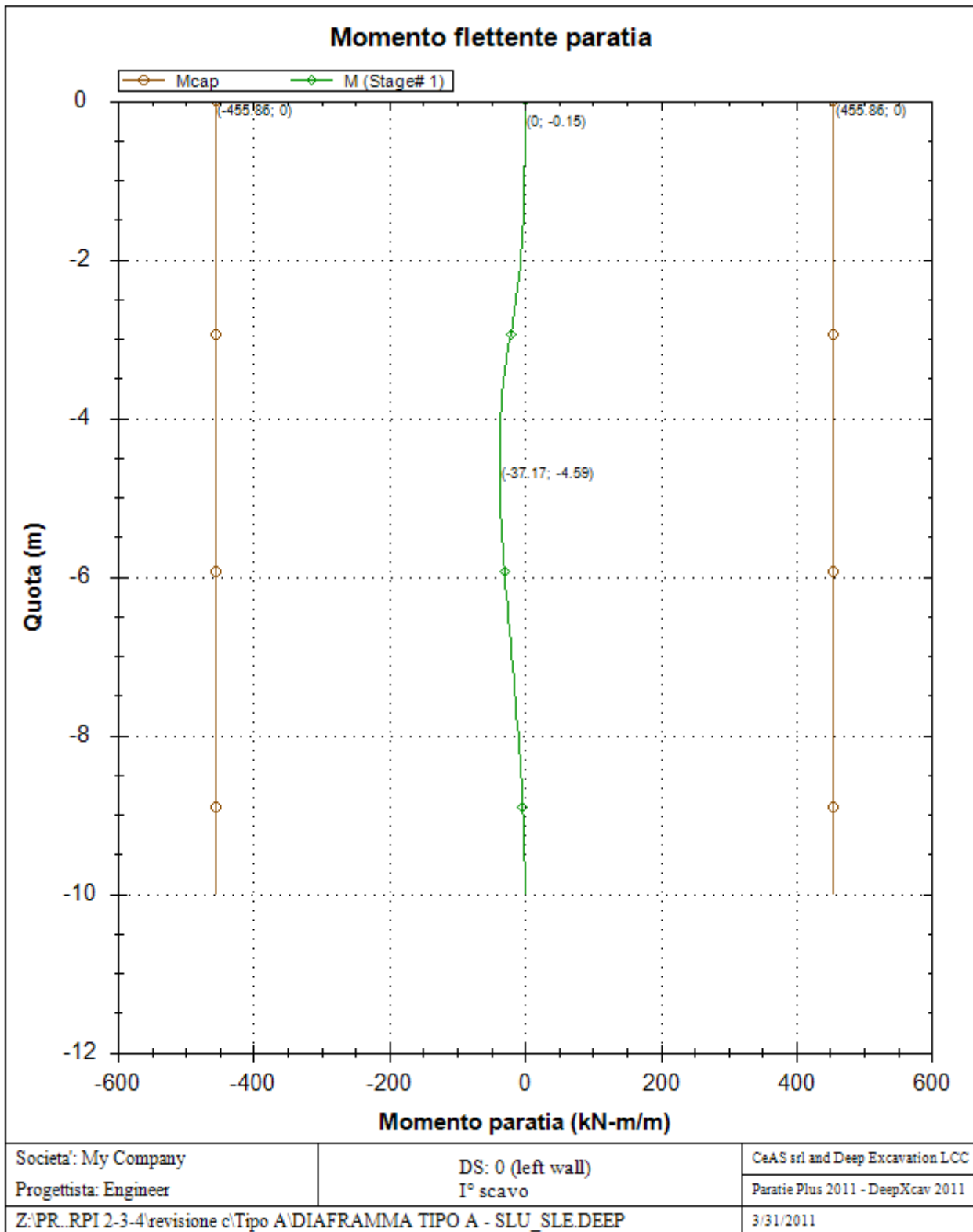
GRAFICI FASI DI SCAVO

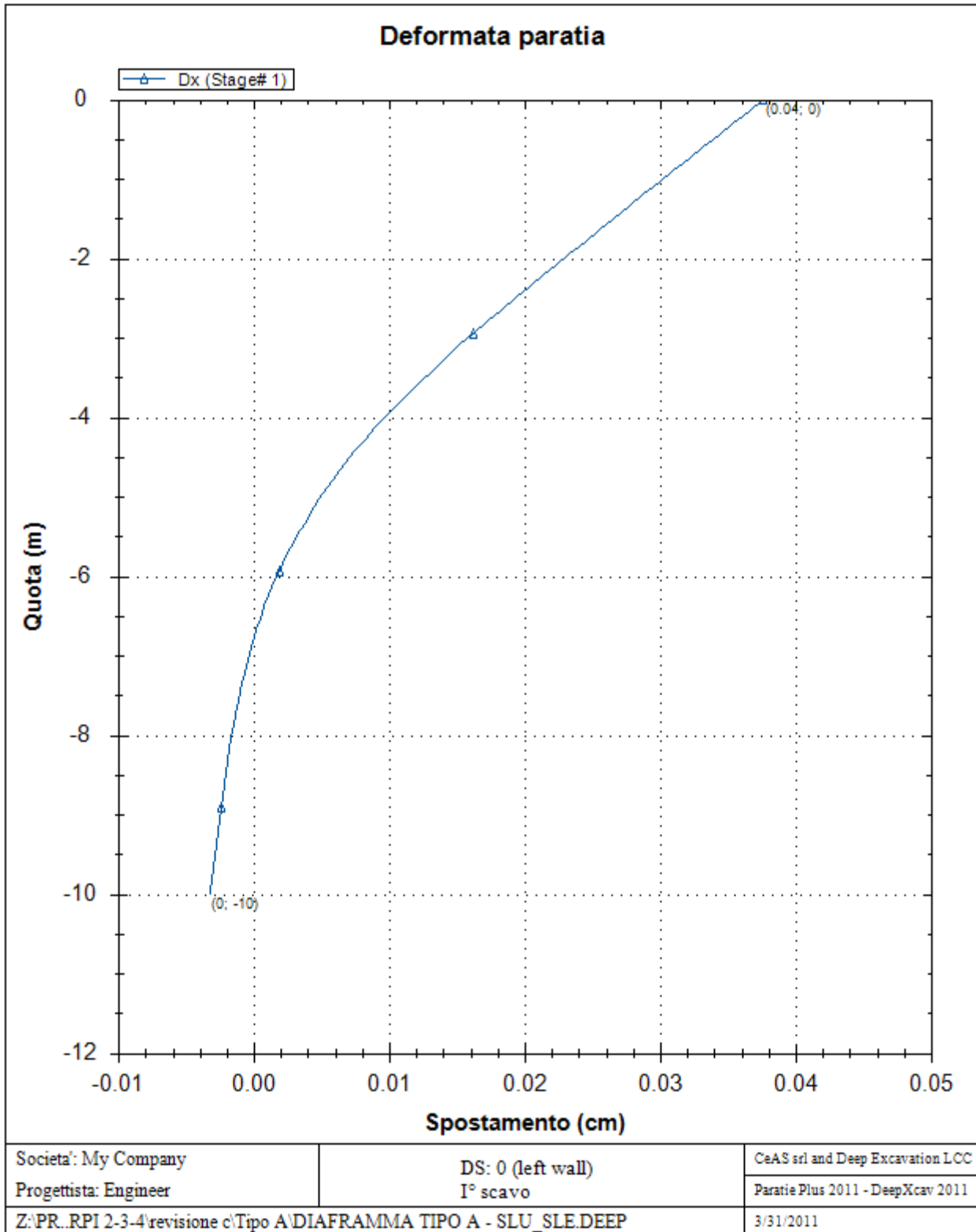
Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

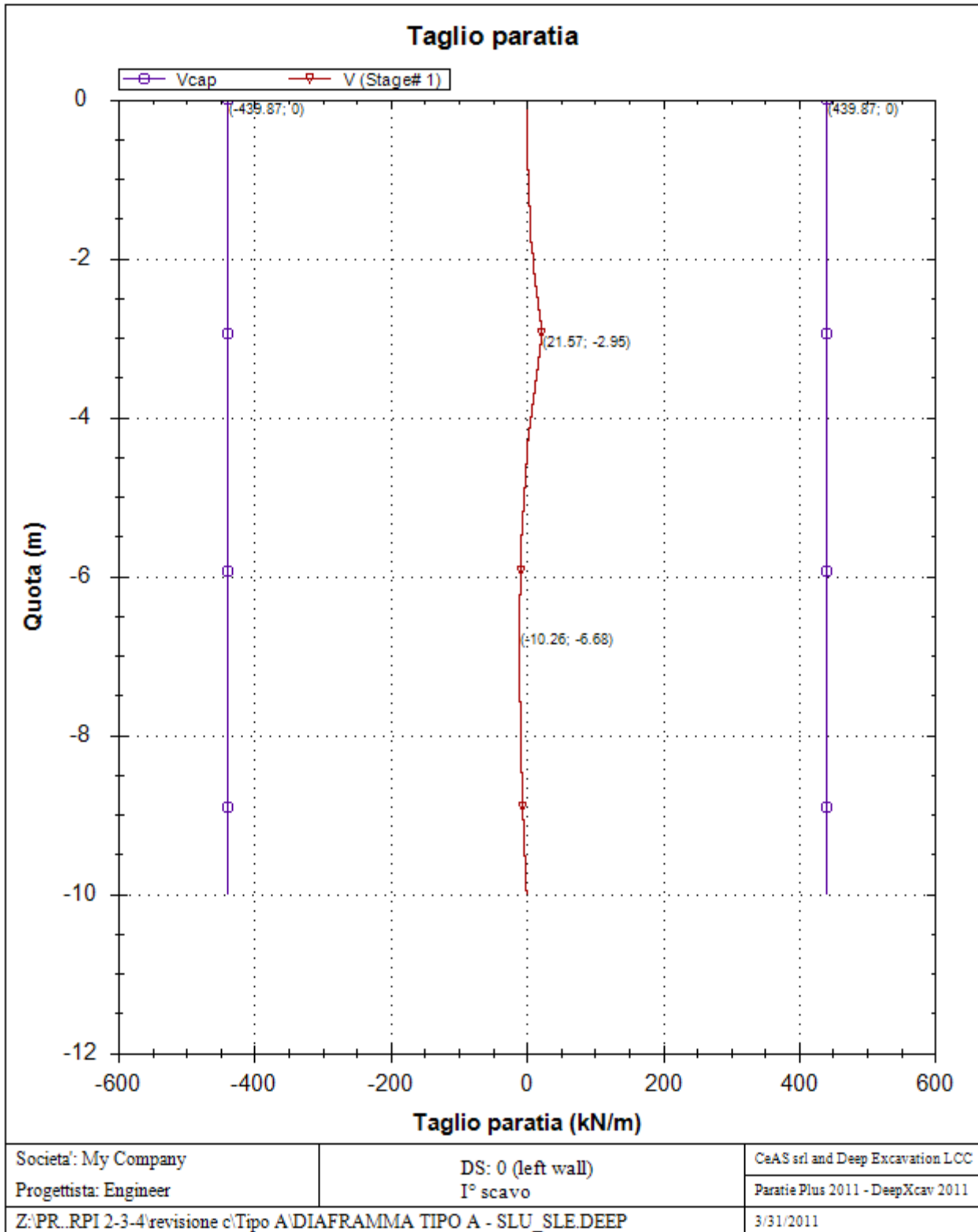


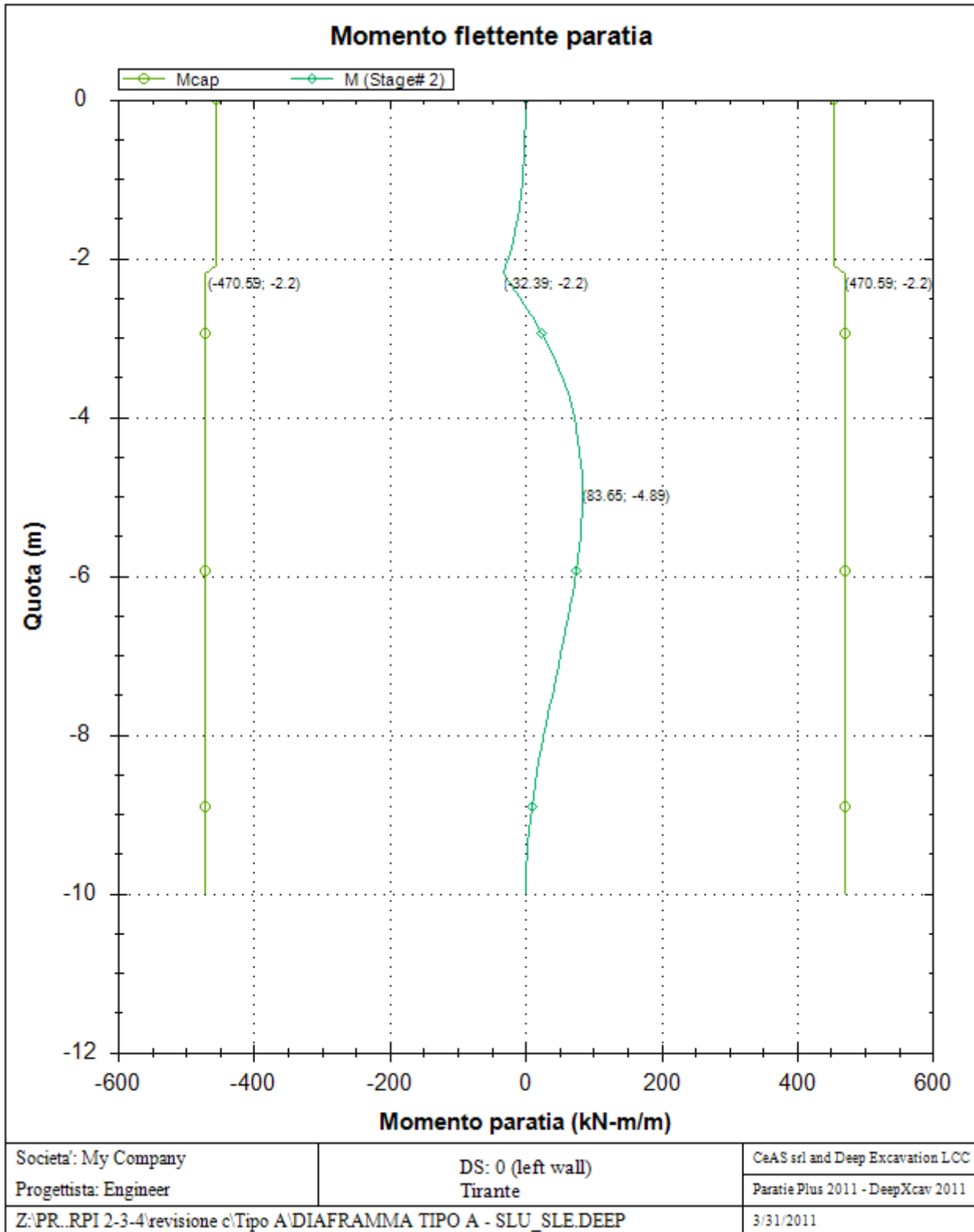


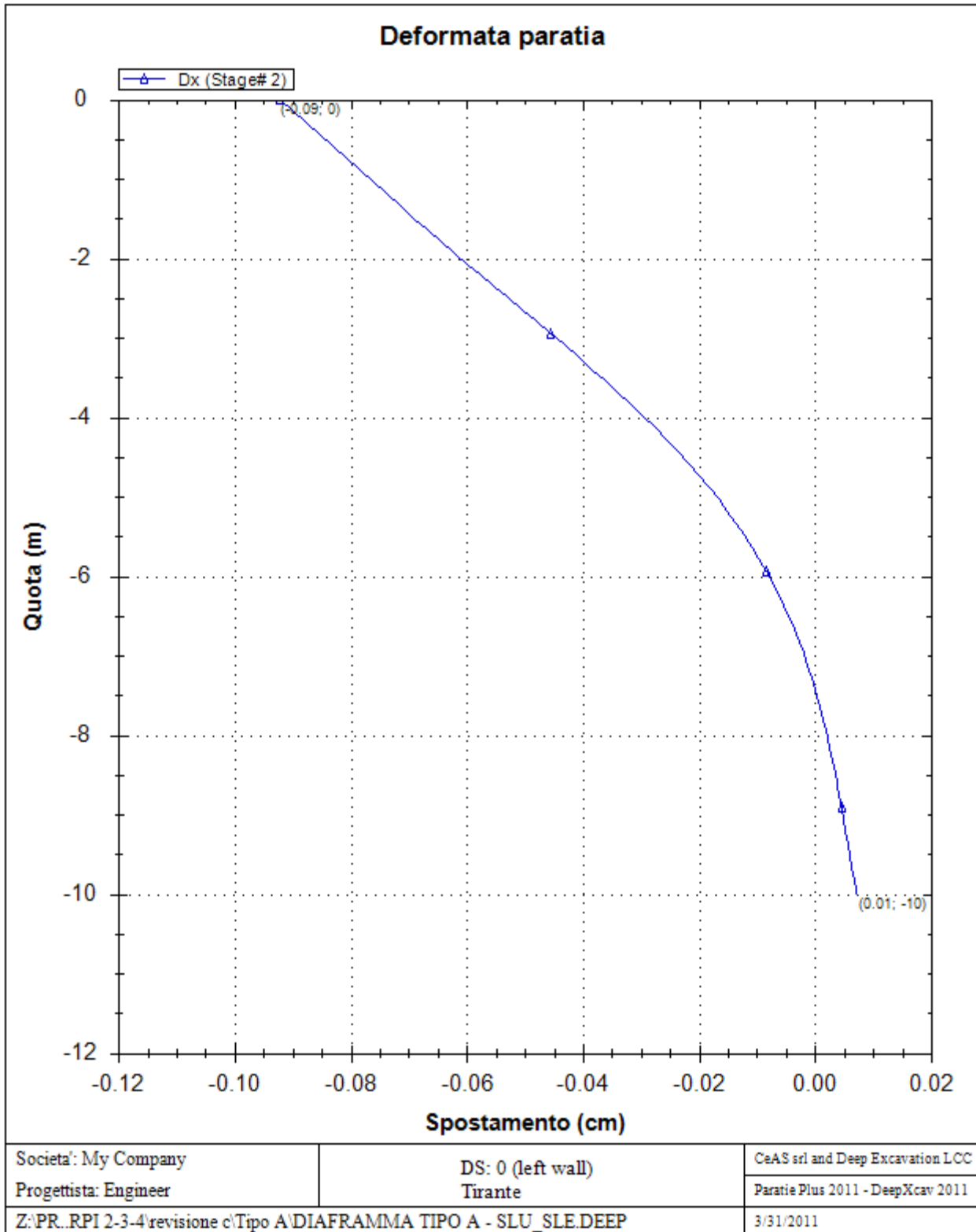


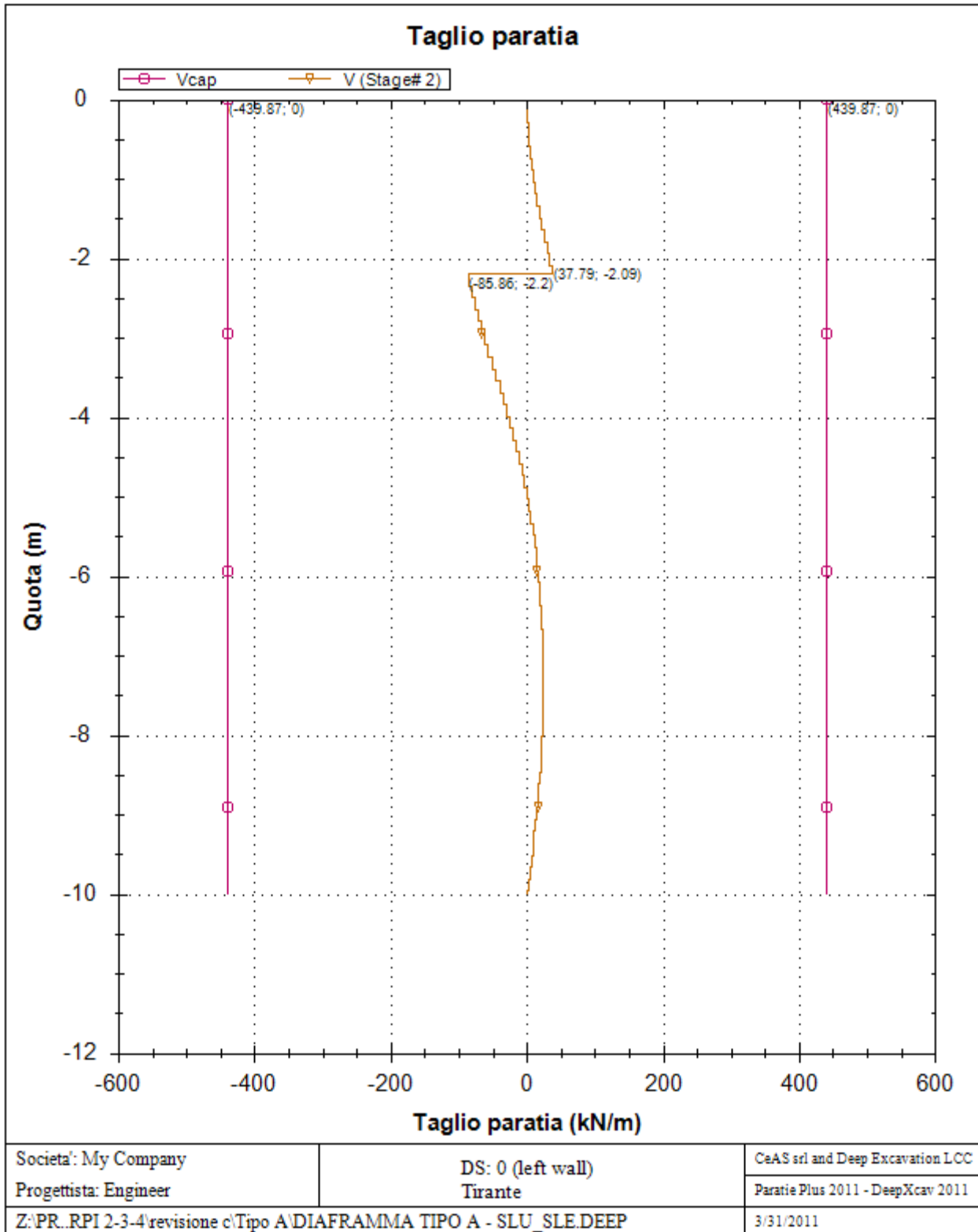


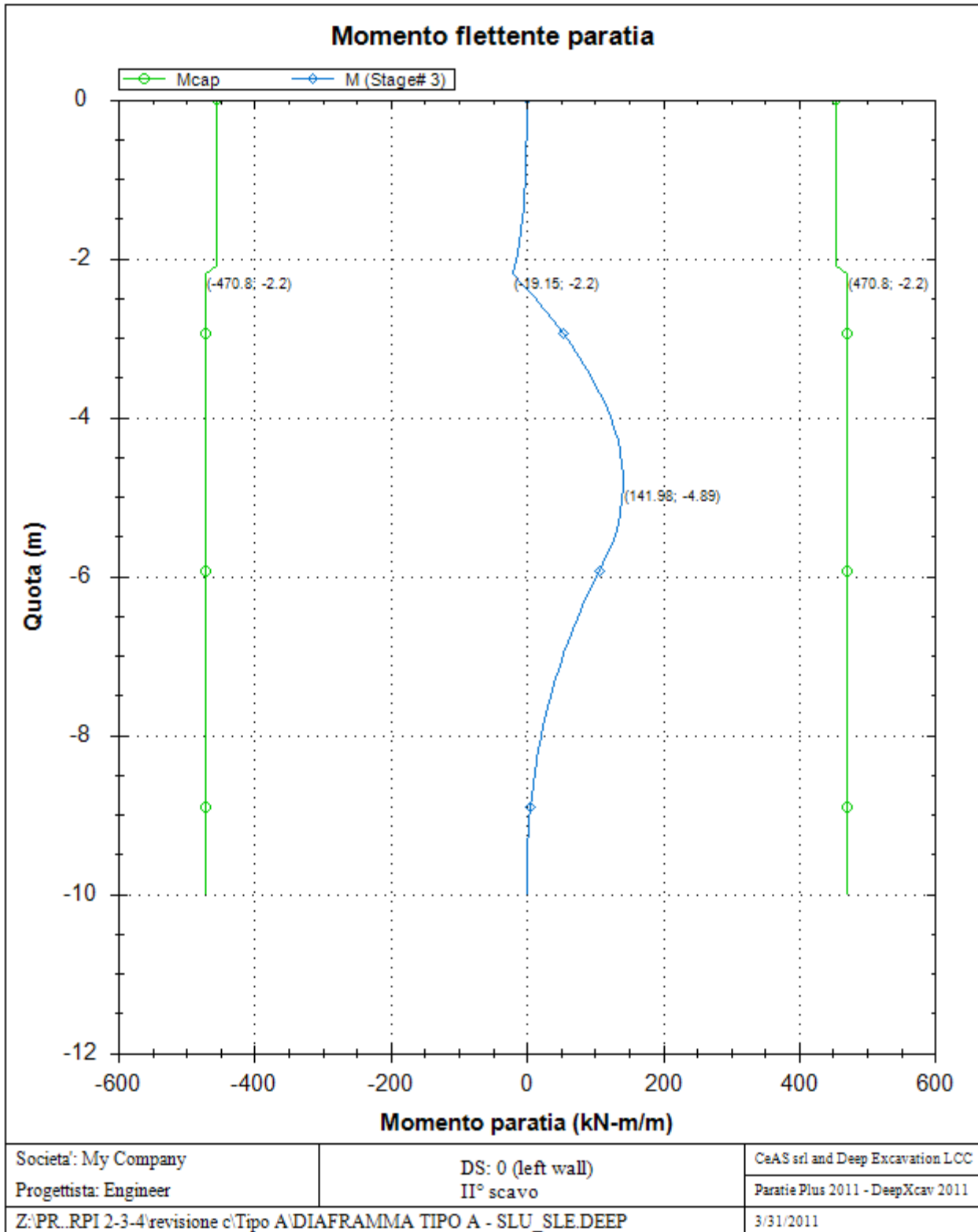


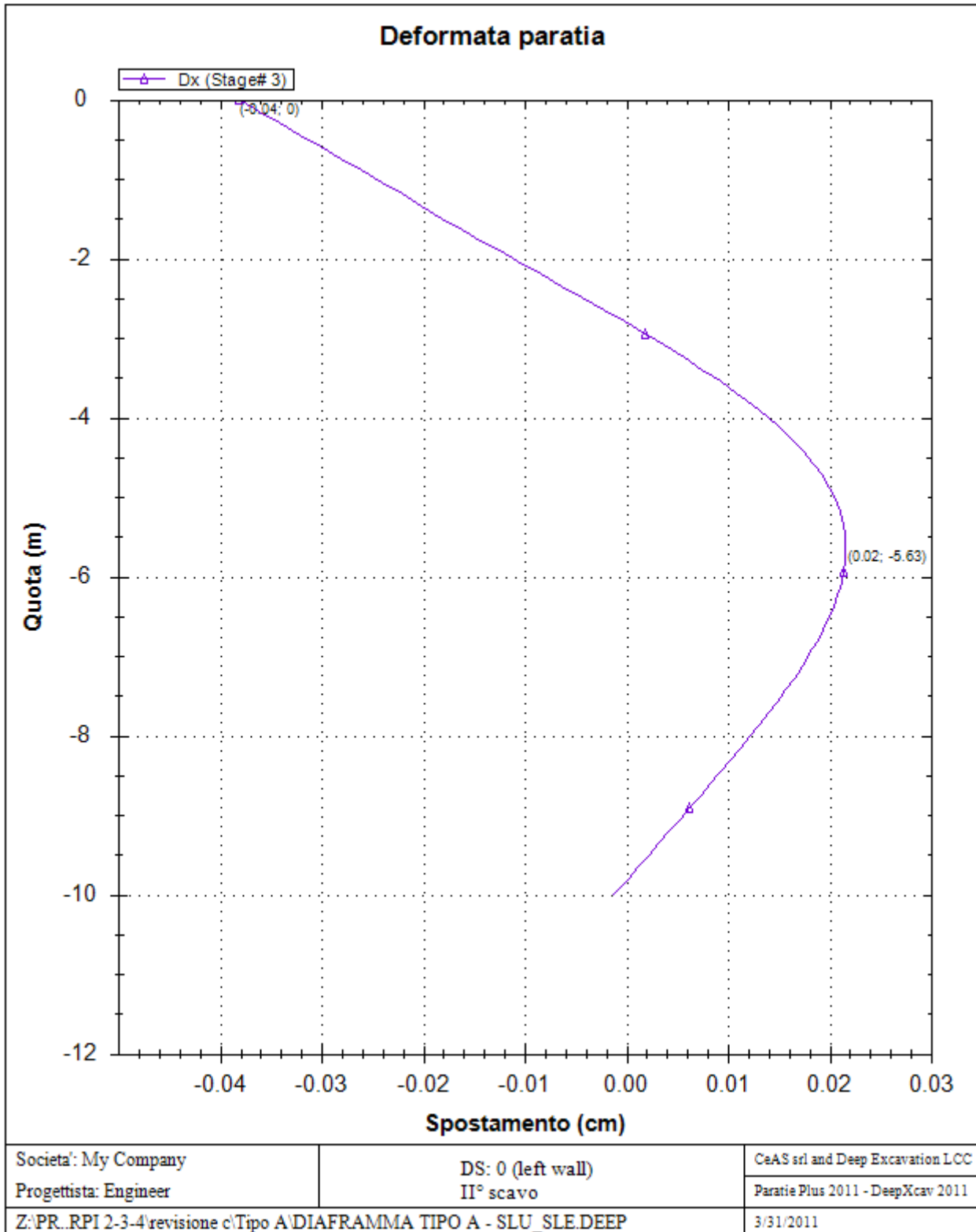


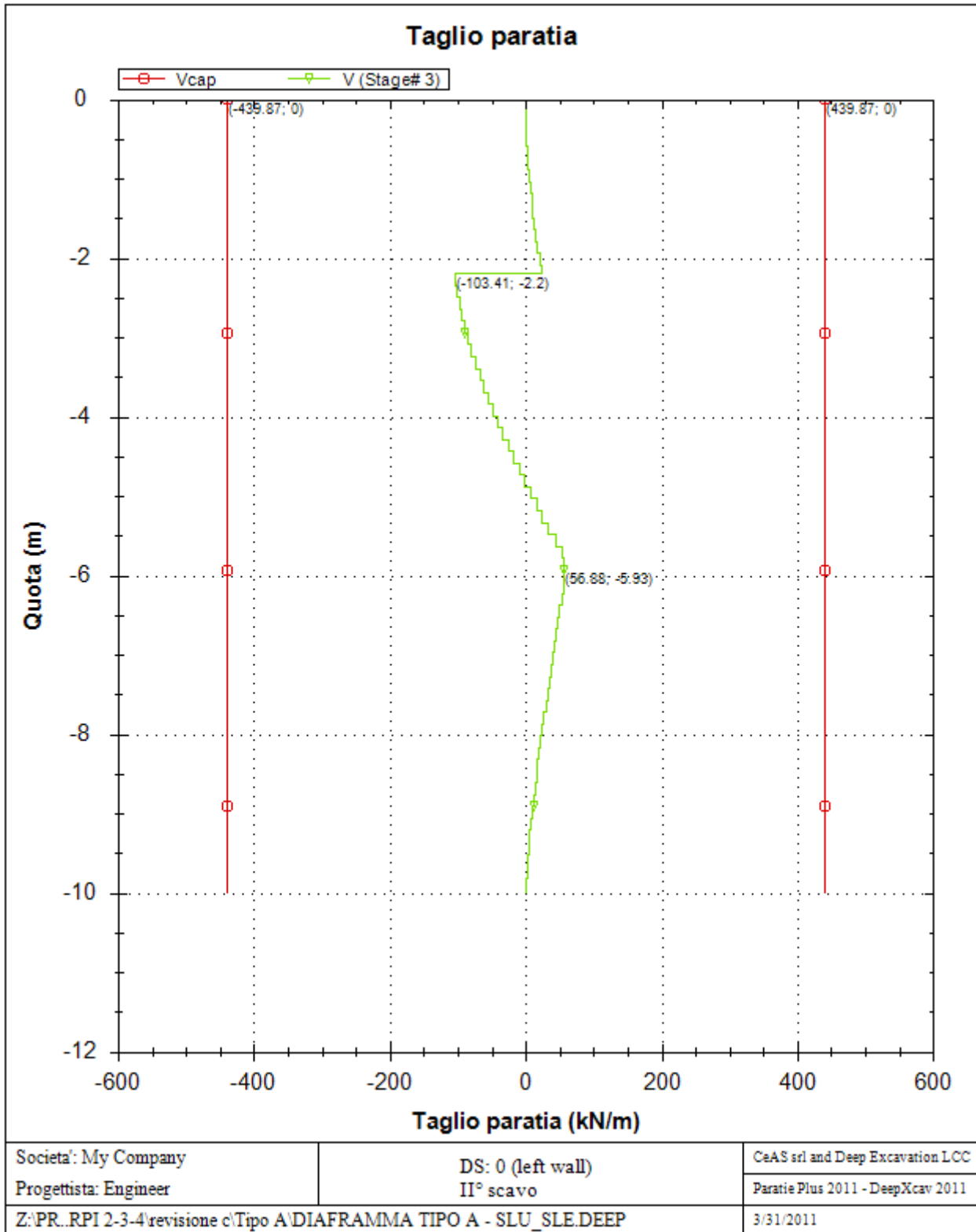


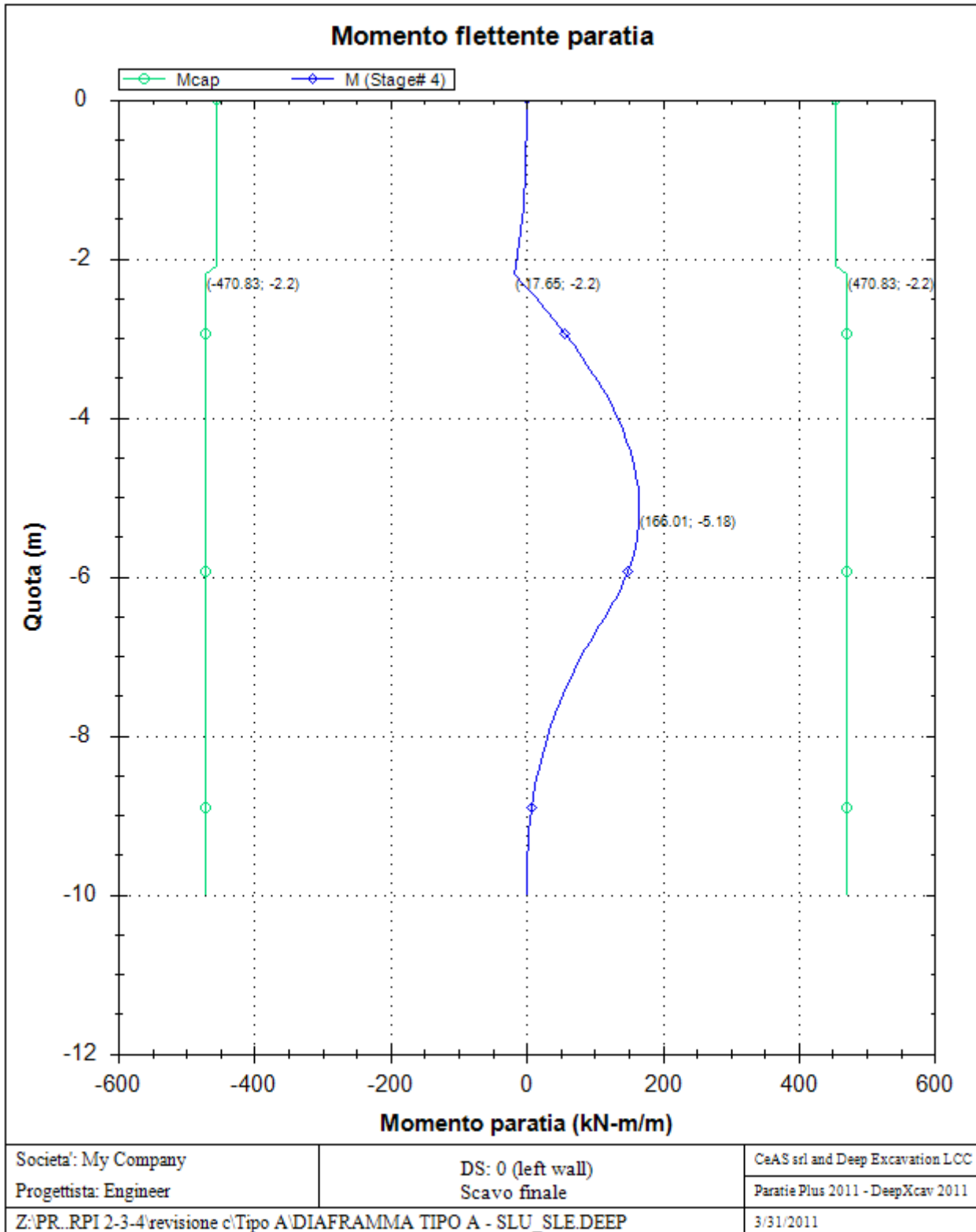


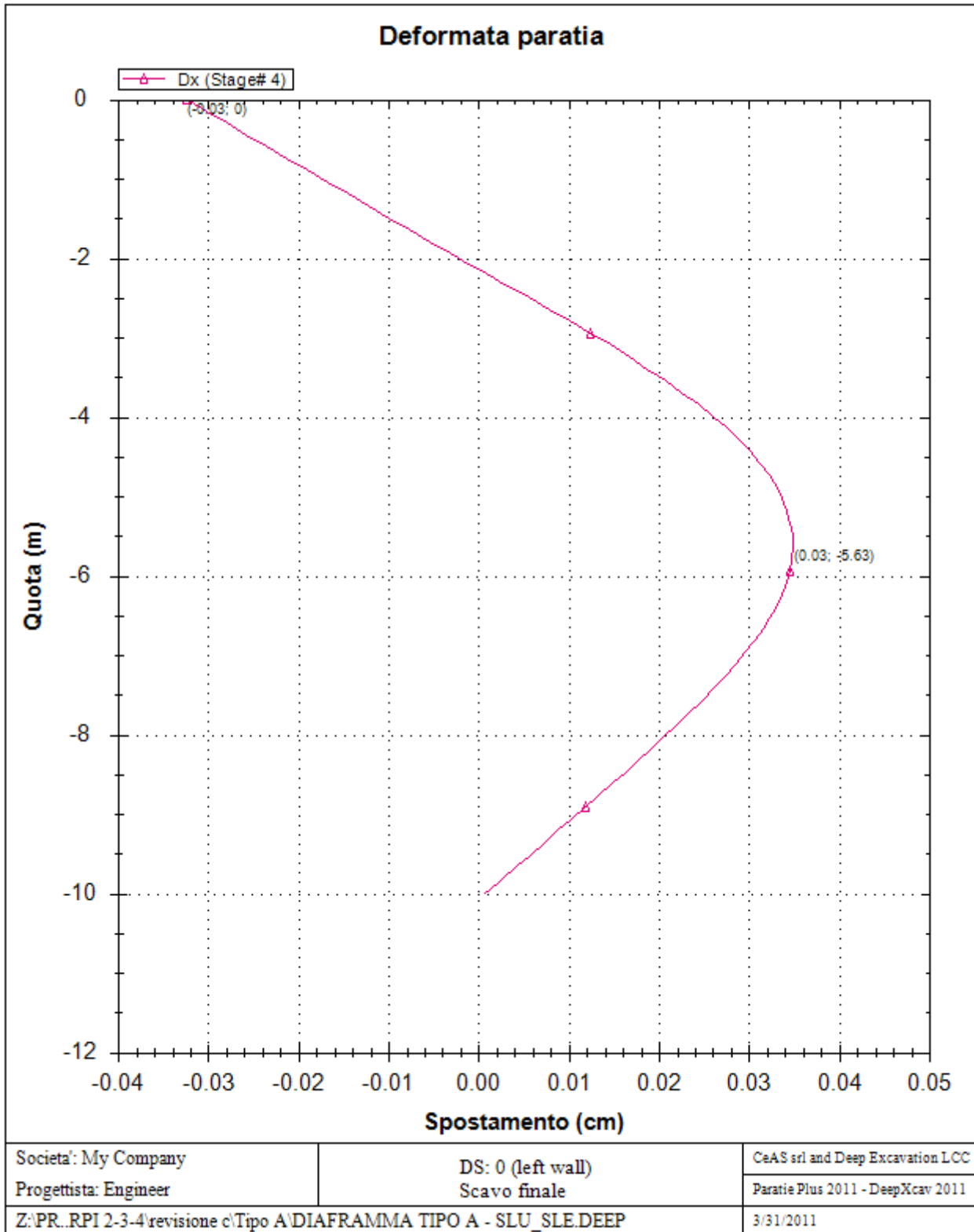


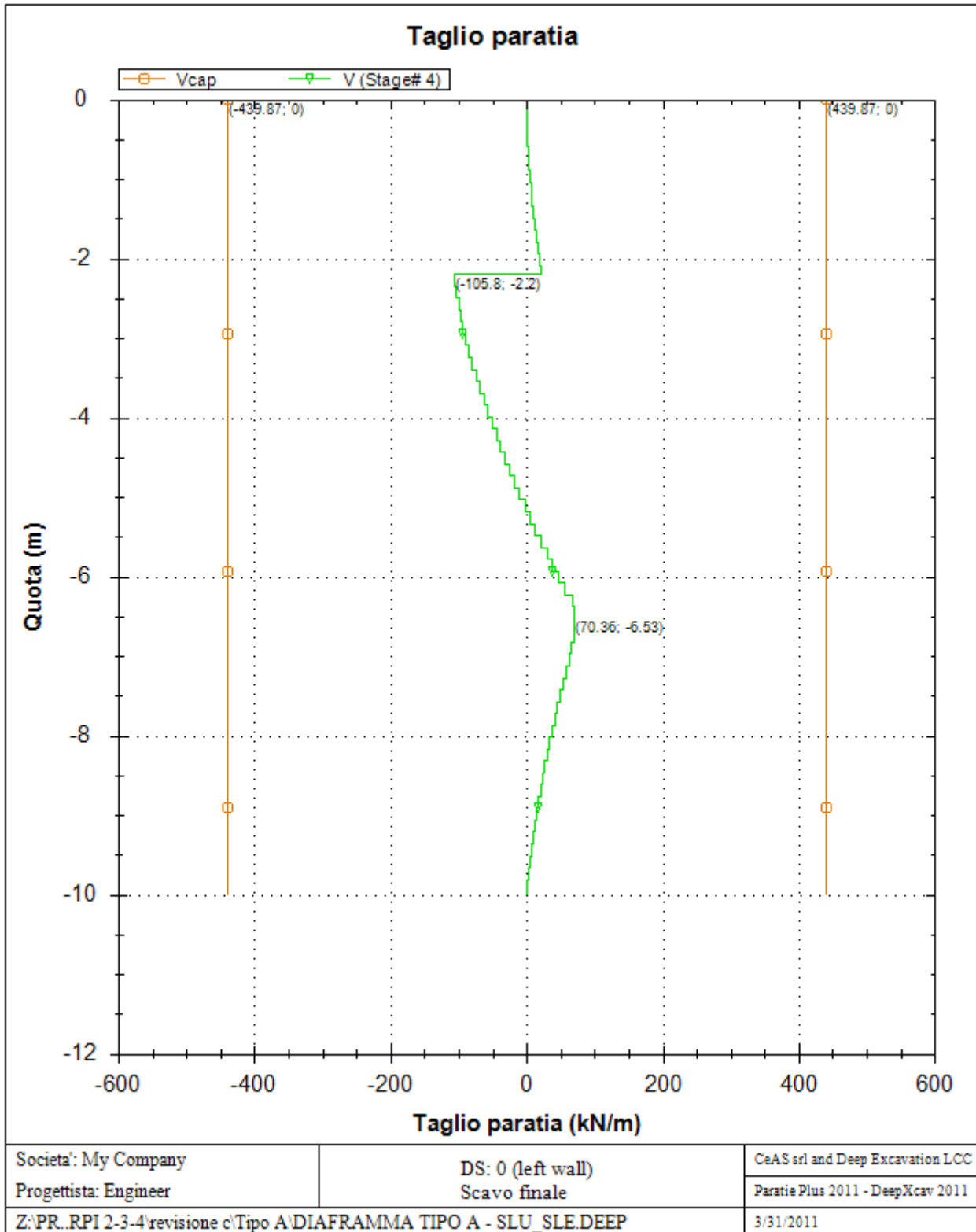


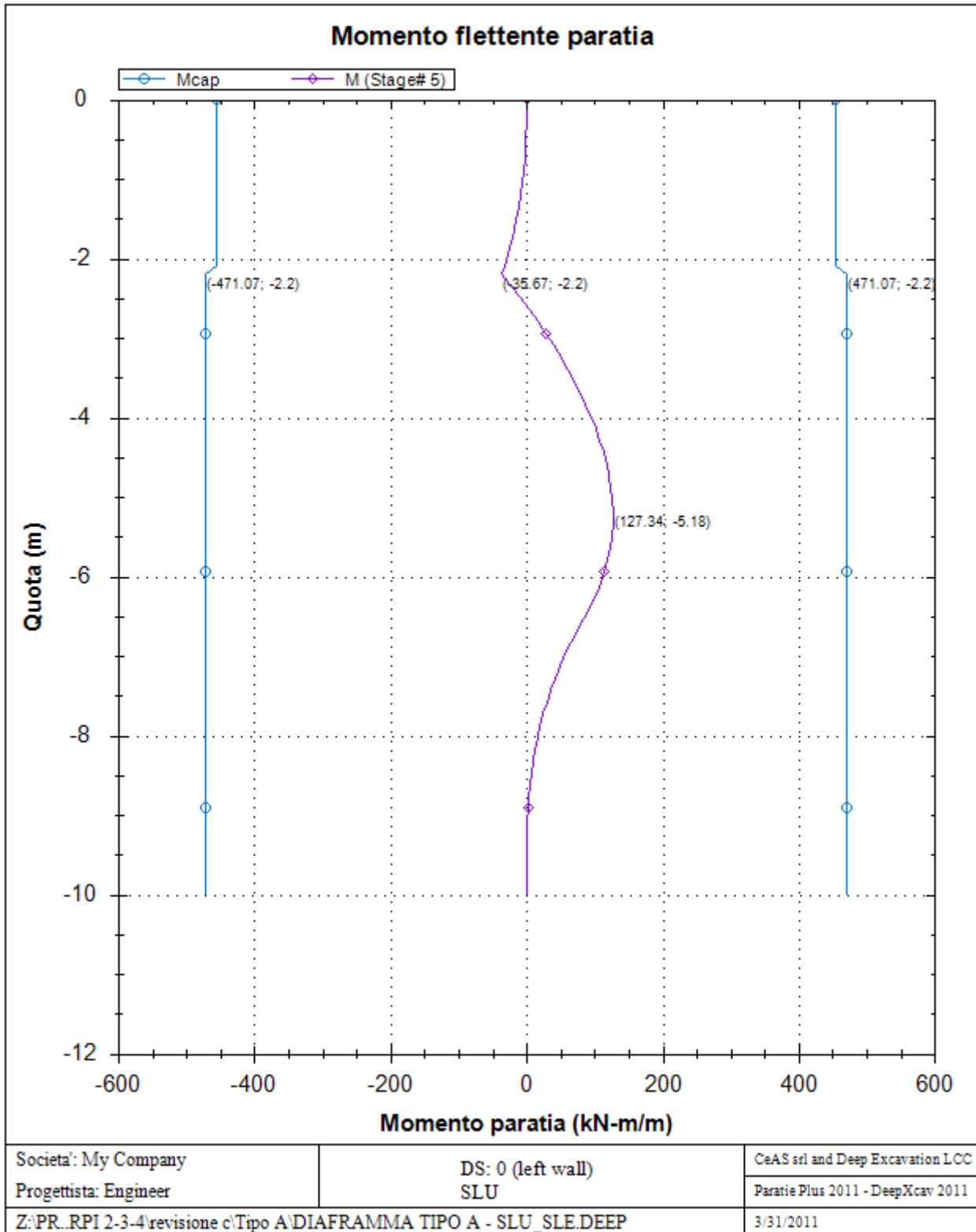


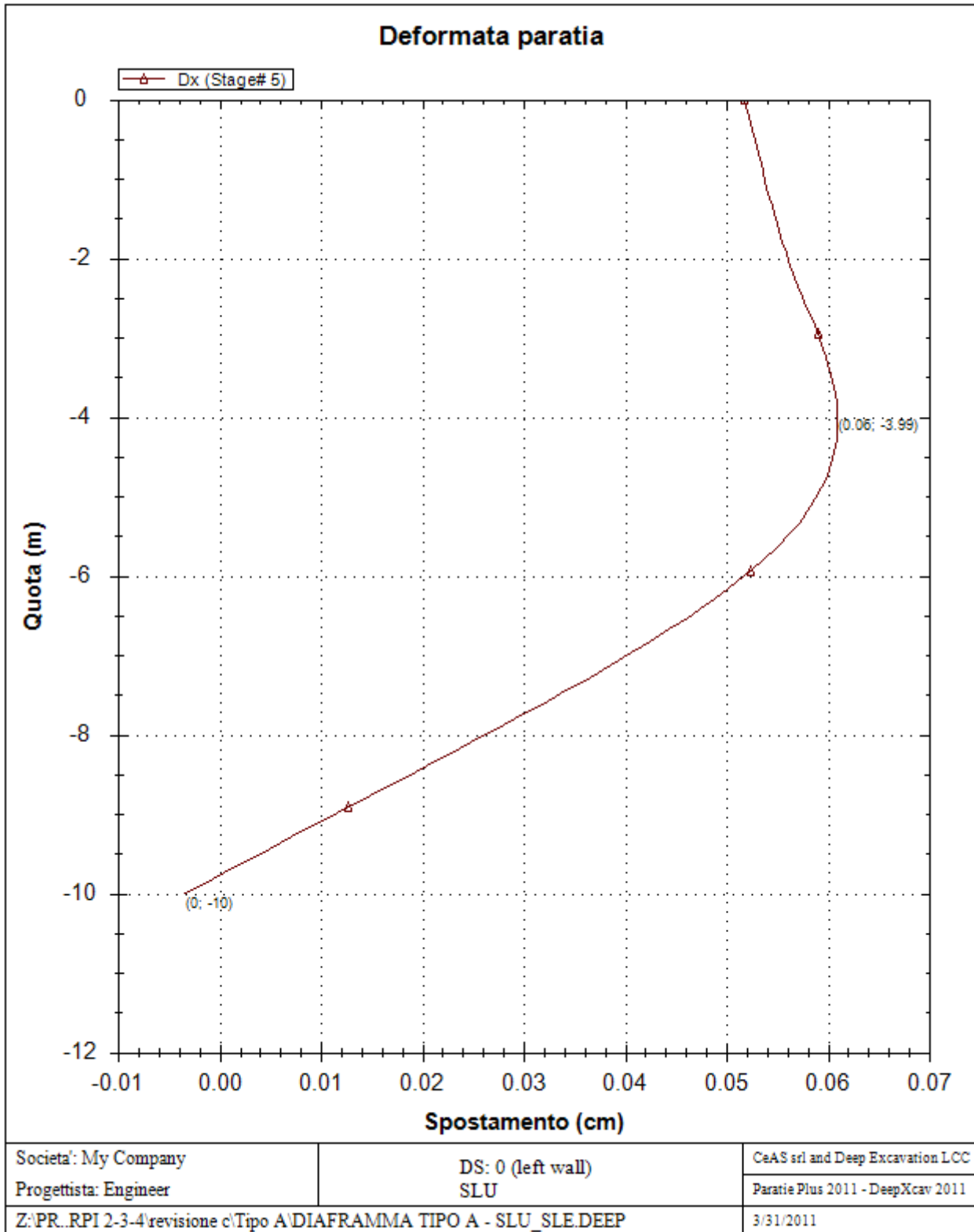


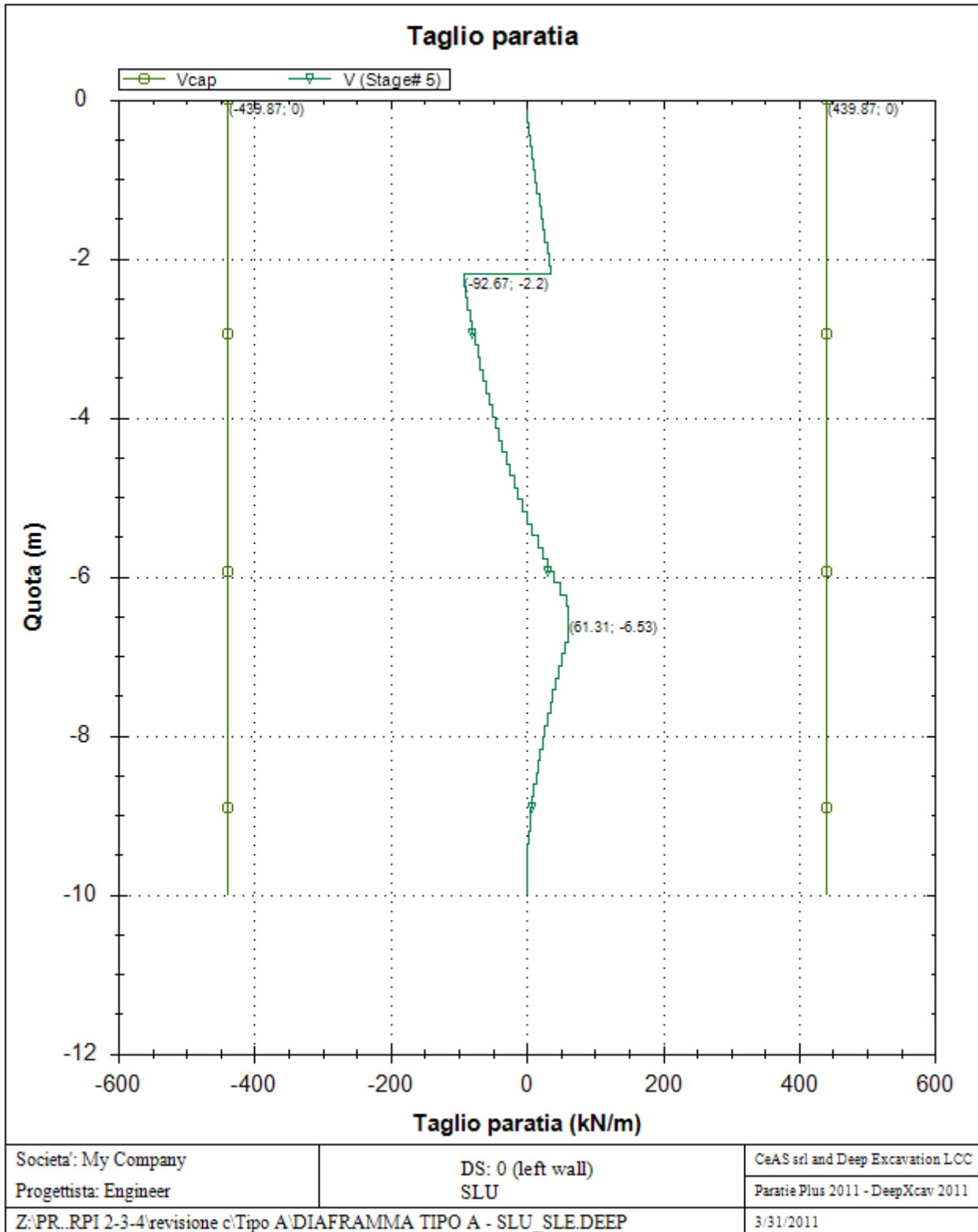













| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

REAZIONI VINCOLI (TIRANTI, PUNTONI, SOLETTE, SBADACCHI)

Vincolo 0

| Stage No | R |
|----------|---------|
| | (kN) |
| 0 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 350.065 |
| 3 | 355.02 |
| 4 | 355.948 |
| 5 | 361.54 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |

Risultati per la Design Section 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

| Stage | Design Code | Design Case | F(tan | F | F | F | F(perm | F(temp | F(perm | F(temp | F Earth | F Earth | F GWT | F GWT | F HYD | F HYD | F UPL | F UPL |
|-------|-------------|-------------|-------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Name | | fr) | (c') | (Su) | (EQ) | load) | load) | sup) | sup) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) |
| 0 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 1 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 2 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 3 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 4 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 5 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore azione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per singoli scenari di carico e per le singole fasi

| | | | | |
|---|---|--|--|--------------------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 |

Summario di ogni approccio



| Design section 0 | Mom. paratia | Taglio paratia | Spost. paratia | Vincolo | Vincolo | Infissione | Commenti |
|--------------------------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|-------------|------------|------------------------|
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | (kN-m/m) | (kN/m) | (cm) | Reazione (kN/m) | TSF critico | FS paratia | |
| Design section 0 | 166.01 | 105.8 | 0.09 | 136.43 | 0.445 | 1.877 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 215.81 | 137.54 | 0.09 | 178.04 | 0.676 | 1.878 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 173.44 | 106.03 | 0.16 | 139.29 | 0.548 | 1.467 | Calculation successful |

Sommario esteso

| | Risultati di calcolo | Spost. paratia | Cedimenti | Mom. paratia | Mom. paratia |
|-----------------------------------|------------------------|----------------|-----------|--------------|--------------|
| | | (cm) | (cm) | (kN-m/m) | (kN-m) |
| Design section 0 | Calculation successful | 0.09 | 0.07 | 166.01 | 415.02 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | Calculation successful | 0.09 | 0.08 | 215.81 | 539.53 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | Calculation successful | 0.16 | 0.15 | 173.44 | 433.6 |

| | Taglio paratia | Taglio paratia | TSF combinato | TSF momento | TSF taglio | SLS cls |
|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|------------|-----------------|
| | (kN/m) | (kN) | / | / | / | Ver. tensionale |
| Design section 0 | 105.8 | 264.5 | 0.353 | 0.353 | 0.241 | 0.201 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 137.54 | 343.85 | 0.454 | 0.454 | 0.313 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 106.03 | 265.08 | 0.369 | 0.368 | 0.241 | N/A |

| | SLS acciaio | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | FS |
|--------------------------------------|-----------------|--------------|------------|---------|---------|-------------------|-------------|
| | Ver. tensionale | R max (kN/m) | R max (kN) | TSF GEO | TSF STR | Verifica pull out | Fondo scavo |
| Design section 0 | 0.375 | 136.43 | 361.54 | 0.445 | 0.445 | 0.432 | 6.027 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 178.04 | 471.79 | 0.676 | 0.581 | 0.676 | 6.027 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | 139.29 | 369.12 | 0.548 | 0.455 | 0.548 | 4.824 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | FS | FS piede | FS piede | Zcut | FS | FS | FS |
|--------------------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|-------------|-------------|
| | Passivo | Rotazione | Lunghezza | (Paratie) | Pass. mobilitata | Vera/Attiva | Sifonamento |
| Design section 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.877 | 3.744 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.878 | 3.636 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.467 | 2.27 | N/A |

Voci critiche

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment Check | 0.454 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment (kN-m/m) | 215.813 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment (kN-m) | 539.532 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 455.856 | 0: Design section 0 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Shear (kN/m) | 137.54 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear (kN) | 343.85 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear Check | 0.313 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Displacements (cm) | 0.159 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | N/A |
| Surface Settlements (cm) | 0.151 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Reaction (kN) | 471.793 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Reaction (kN/m) | 178.035 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check | 0.676 | 1: 0: DM08_ITA: | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |



| | | | | | |
|-------------------|-------|---|--------|-----------|---|
| | | Comb. 1: A1+M1+R1 | | | |
| Support Check GEO | 0.676 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check STR | 0.581 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |

Risultati vincoli

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|---------------------|----------------|---|--------------|-----------------|----------------------|
| 1 Support Reaction | 471.793 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Reaction | 178.035 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check | 0.676 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check GEO | 0.676 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check STR | 0.581 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |

Risultati paratia

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment ABS (kN-m) | 539.532 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment +M (kN-m) | 539.532 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment -M (kN-m) | -129.958 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment Check | 0.454 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 455.856 | 0: Design section 0 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Shear (kN) | 343.85 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear Check | 0.313 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | | | | |
|-------------------------------|---------|---|-----------------|-----------|----|
| | | A1+M1+R1 | | | |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |

Momento massimo per ogni fase

| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|-----------------|-------------------|--------|--------|
| M stg0 (kN-m/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| M stg1 (kN-m/m) | -37.17 | -48.33 | -42.39 |
| M stg2 (kN-m/m) | 83.65 | 108.74 | 83.33 |
| M stg3 (kN-m/m) | 141.98 | 184.57 | 147.74 |
| M stg4 (kN-m/m) | 166.01 | 215.81 | 173.44 |
| M stg5 (kN-m/m) | 127.34 | 151.12 | 94.07 |

Taglio massimo per ogni fase

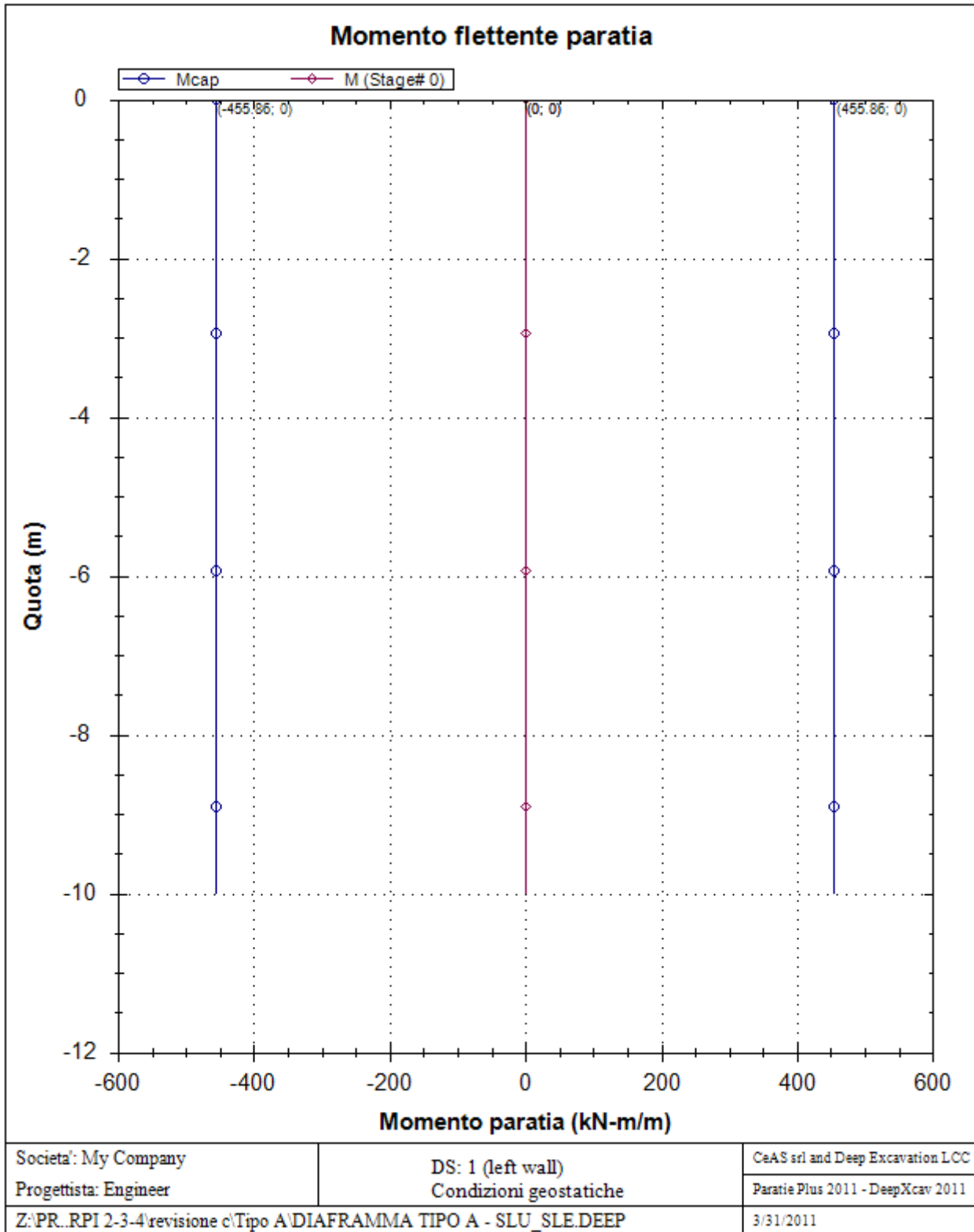
| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|---------------|-------------------|---------|---------|
| V stg0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| V stg1 (kN/m) | 21.57 | 28.04 | 23.95 |
| V stg2 (kN/m) | -85.86 | -111.62 | -85.79 |
| V stg3 (kN/m) | -103.41 | -134.43 | -103.58 |
| V stg4 (kN/m) | -105.8 | -137.54 | -106.03 |
| V stg5 (kN/m) | -92.67 | -115.52 | -83.76 |

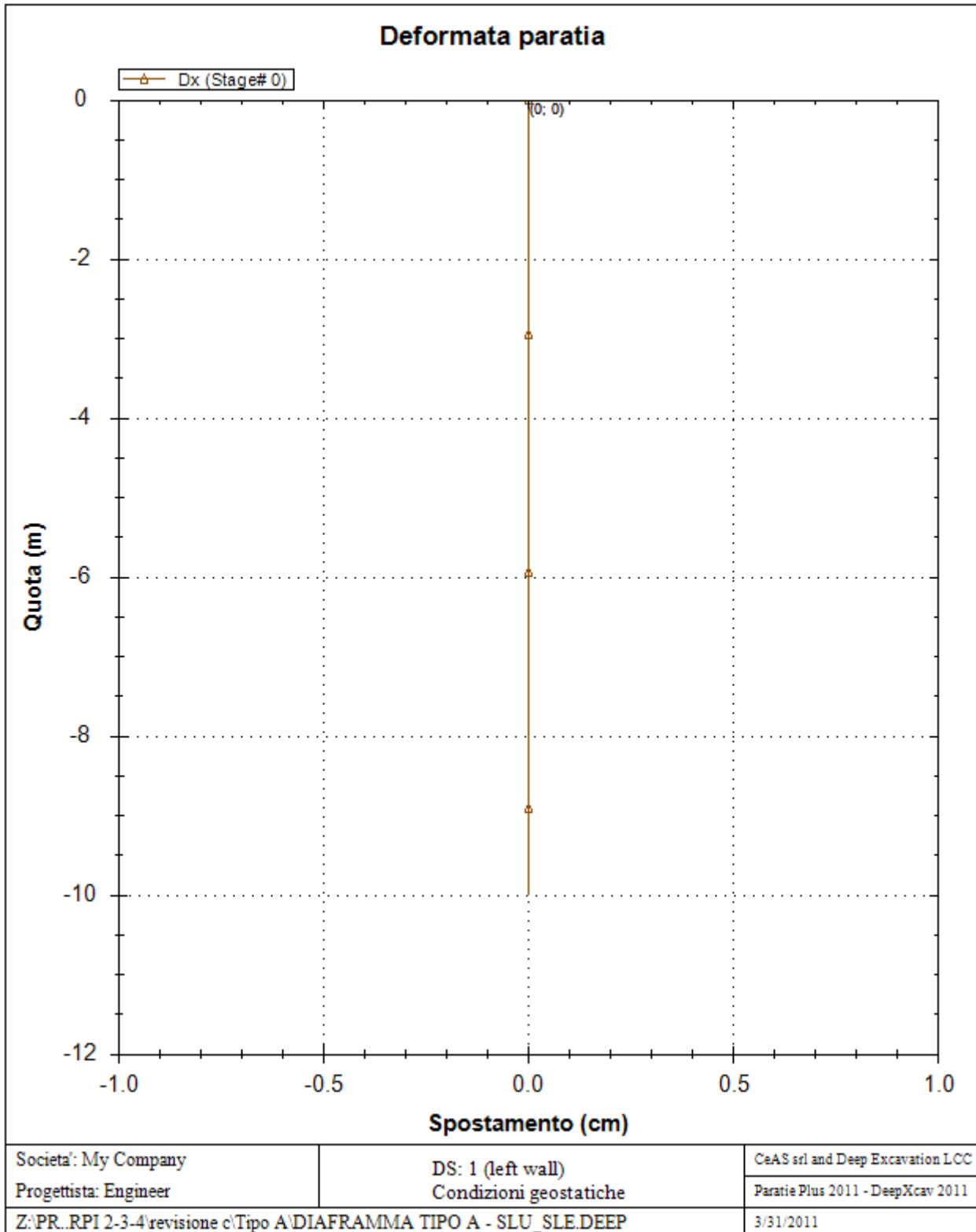
Massima reazione vincolare

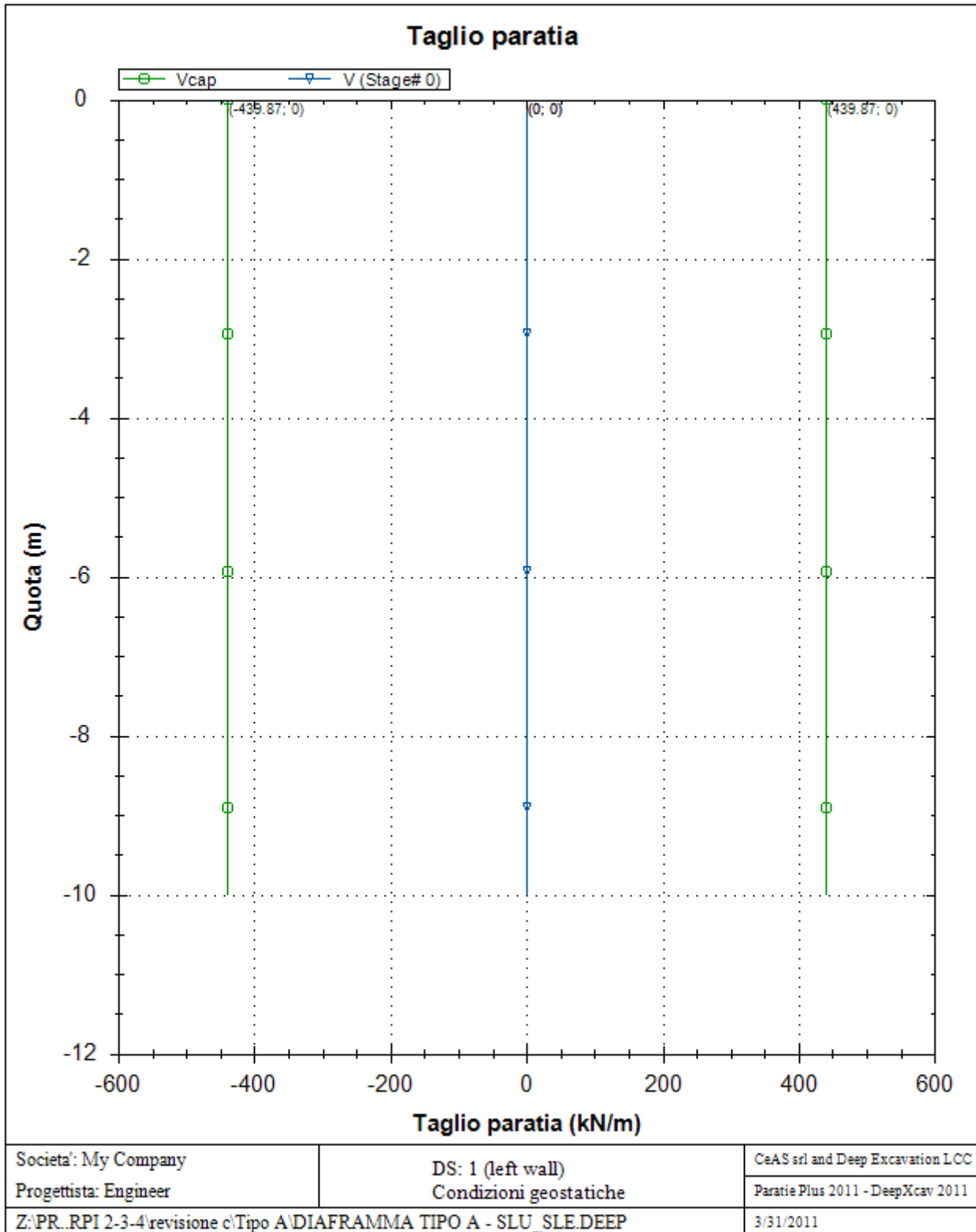
| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|----------------------|-------------------|--------|--------|
| Rmax Stage #0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| Rmax Stage #1 (kN/m) | 0 | 0 | 0 |
| Rmax Stage #2 (kN/m) | 132.1 | 171.73 | 132.1 |
| Rmax Stage #3 (kN/m) | 133.97 | 174.16 | 134.21 |
| Rmax Stage #4 (kN/m) | 134.32 | 174.62 | 134.62 |
| Rmax Stage #5 (kN/m) | 136.43 | 178.04 | 139.29 |

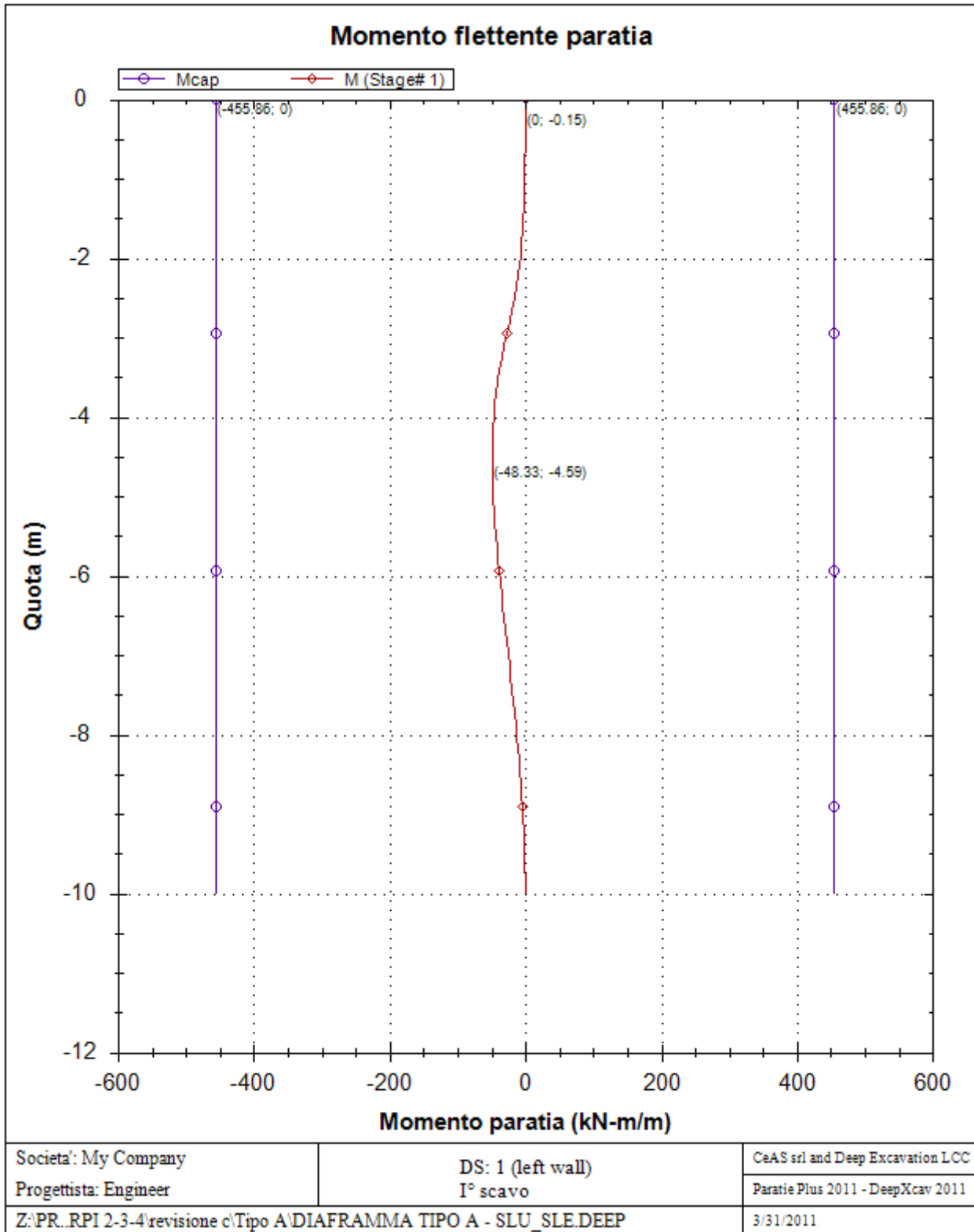
GRAFICI FASI DI SCAVO

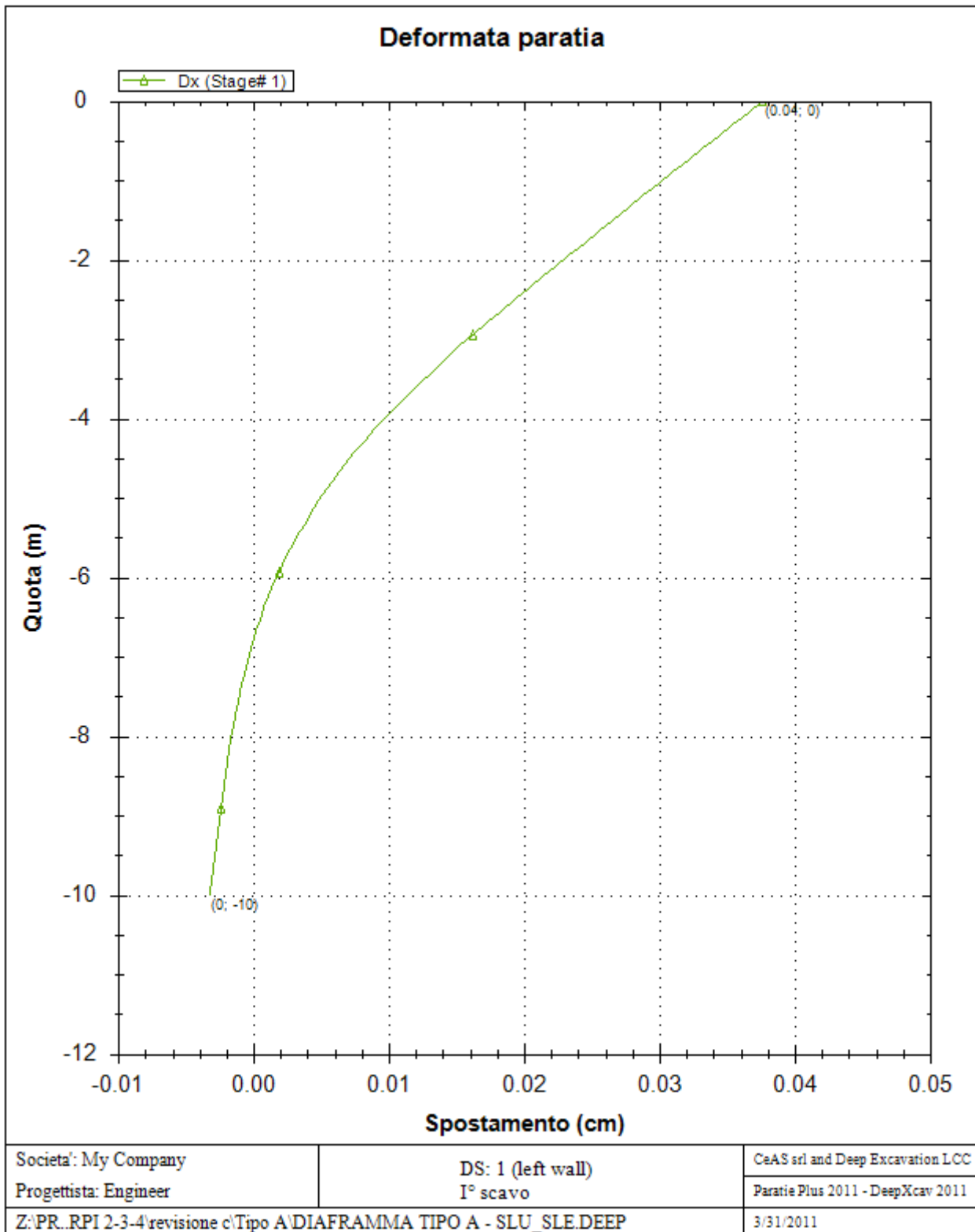
Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

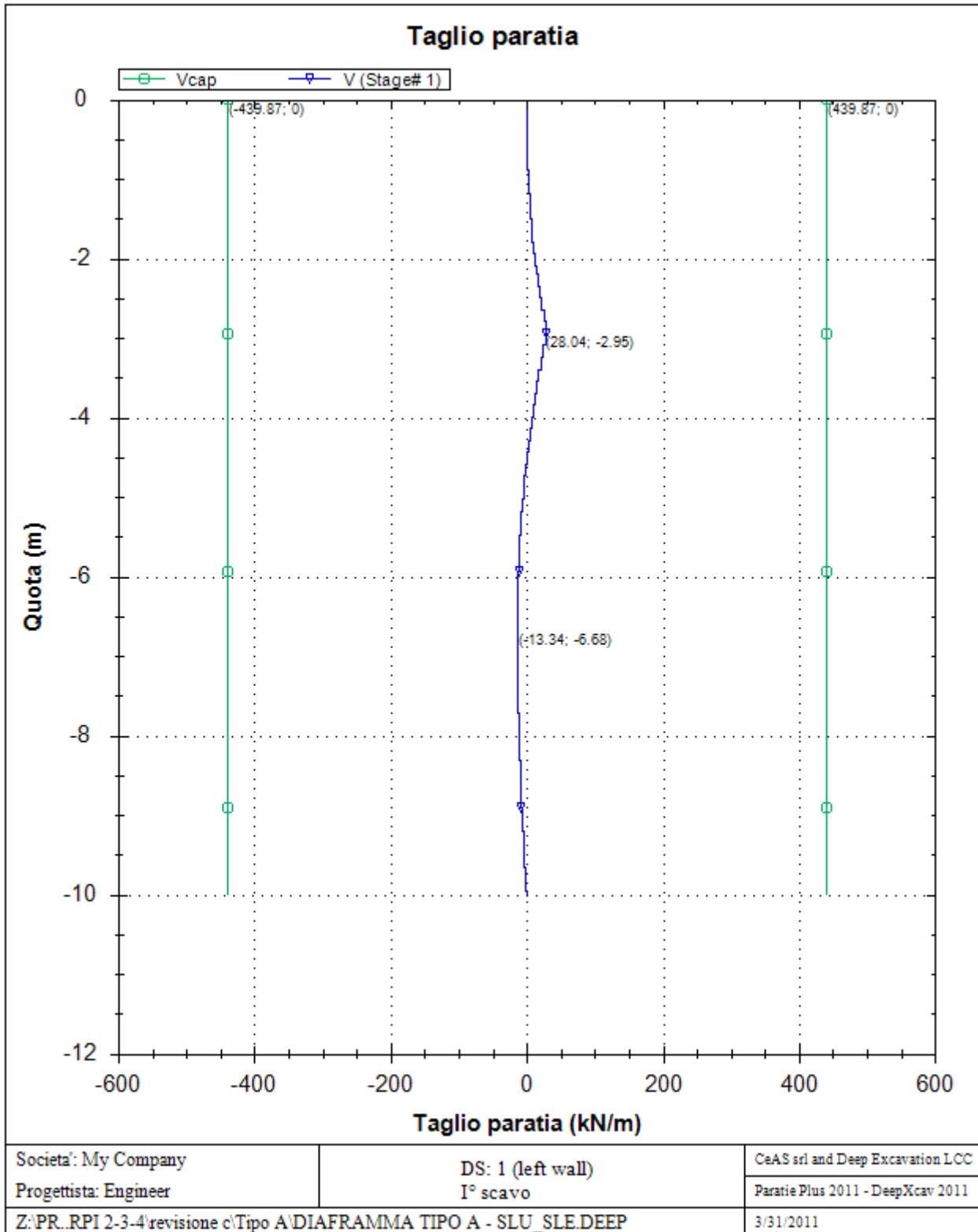


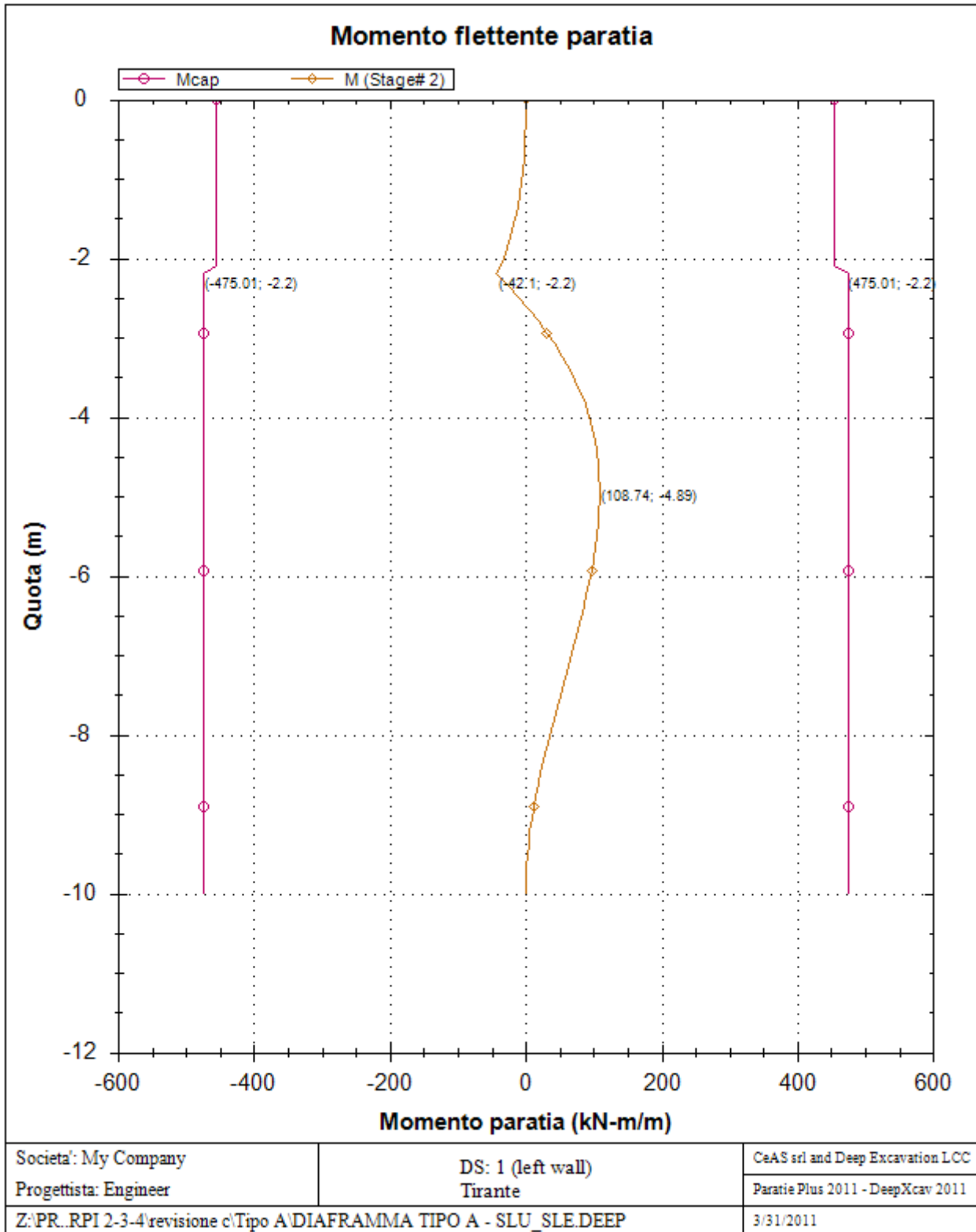


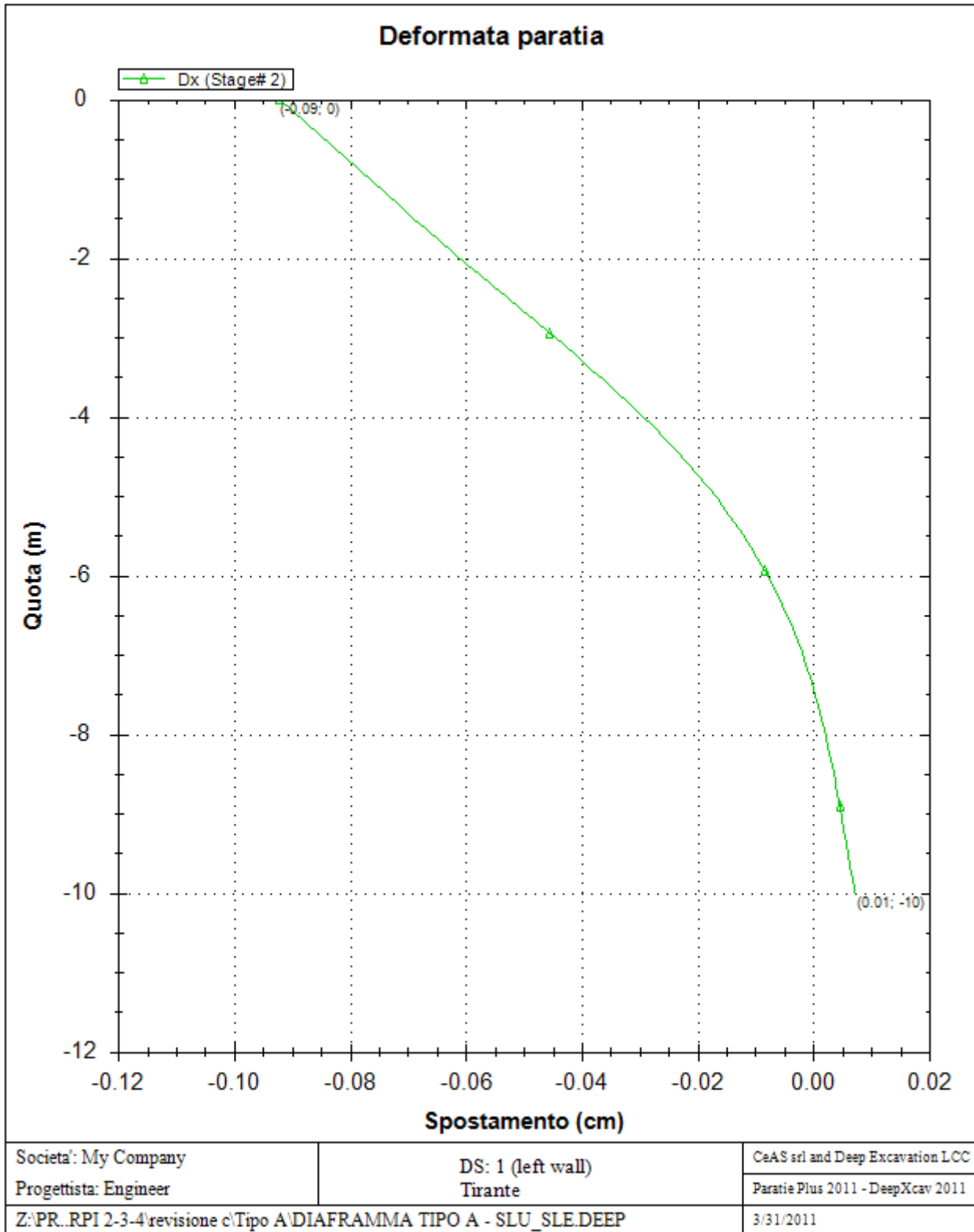


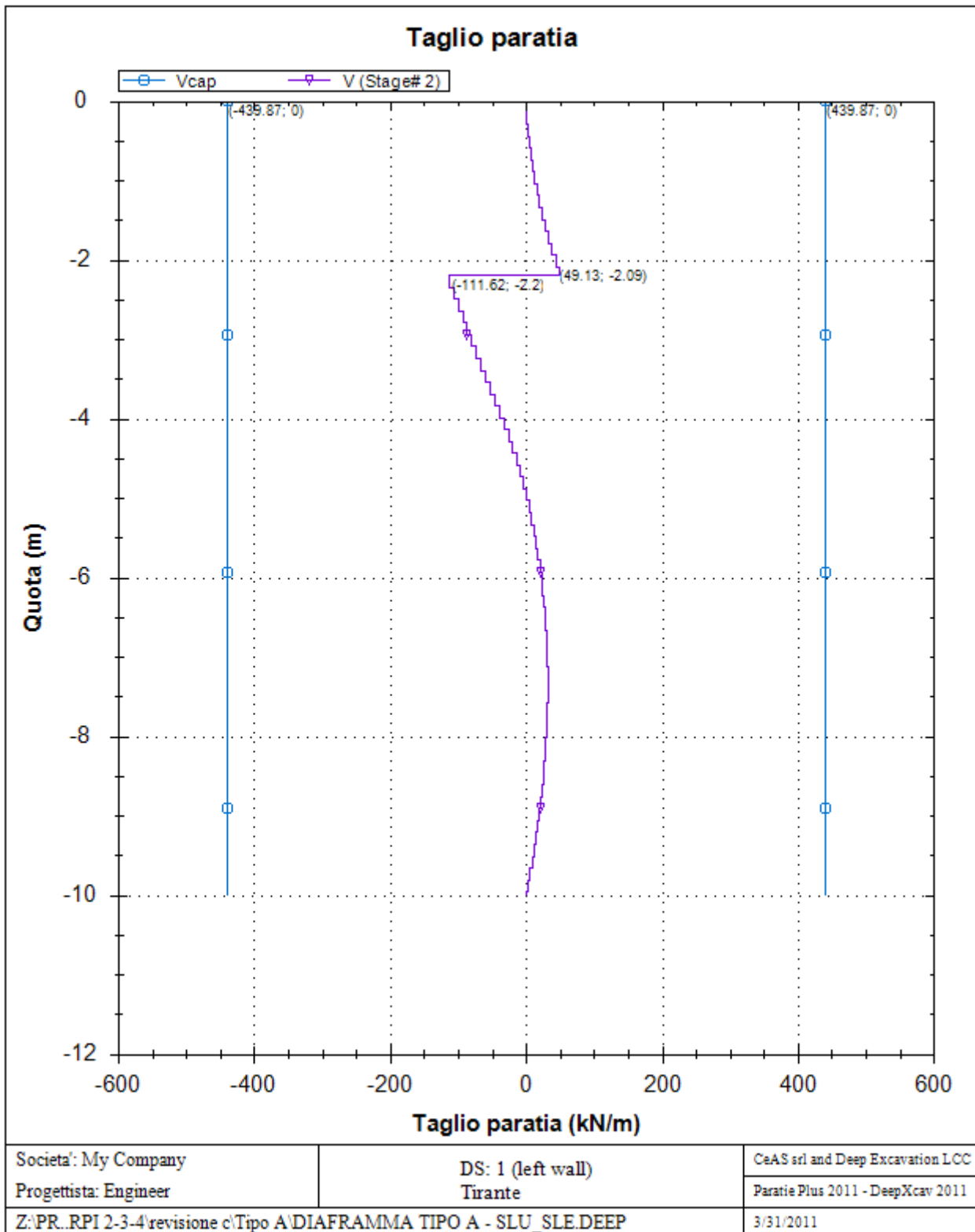


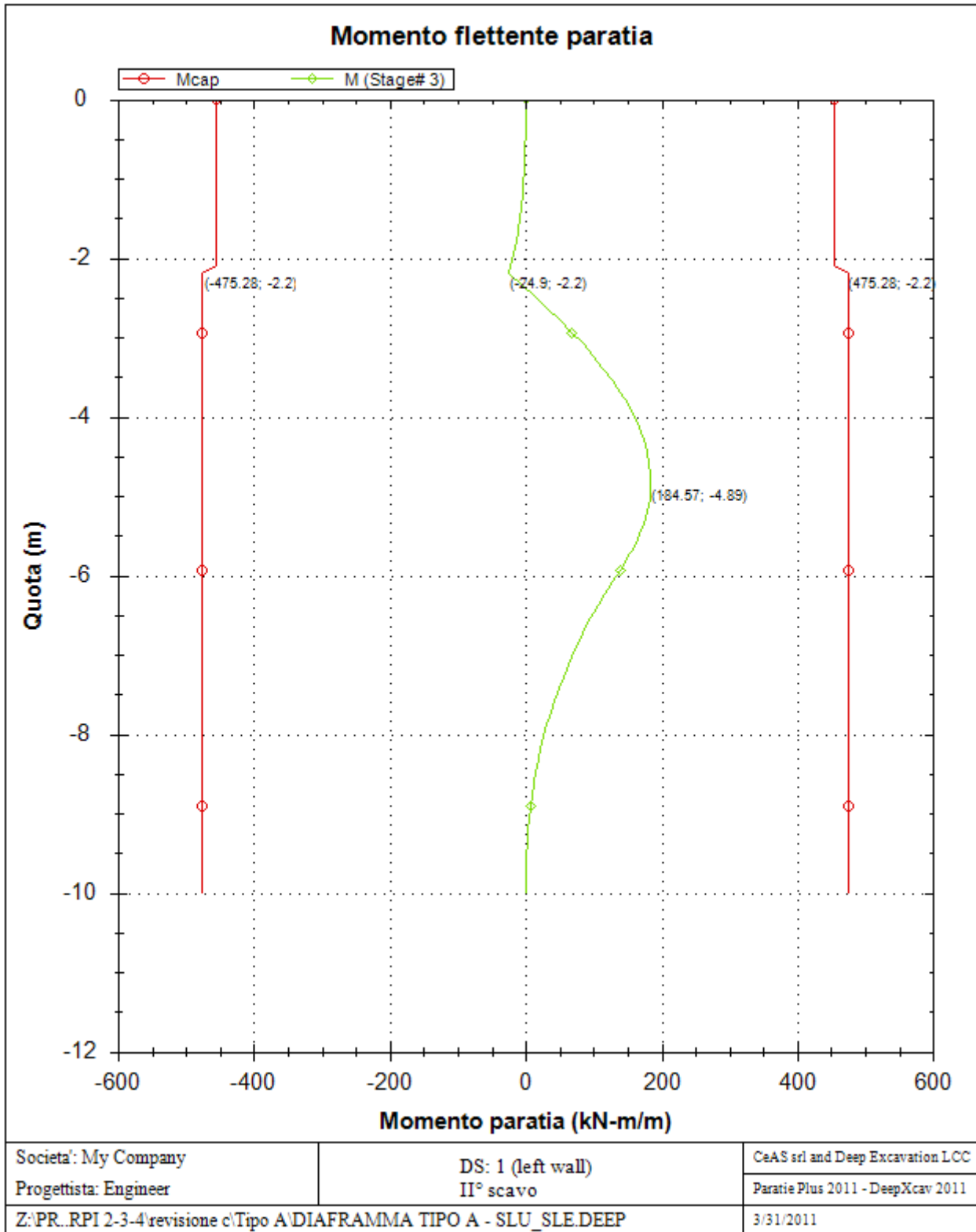


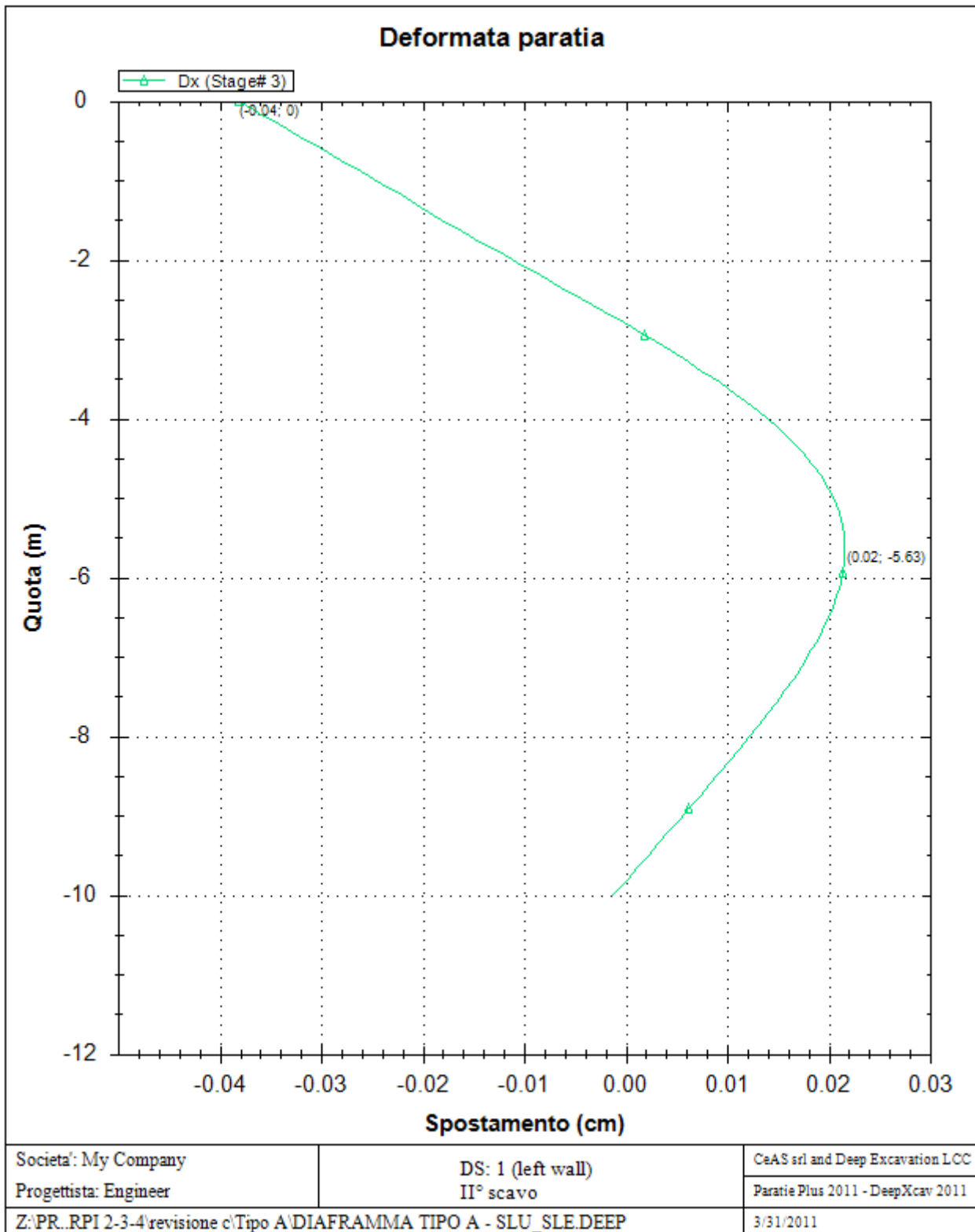


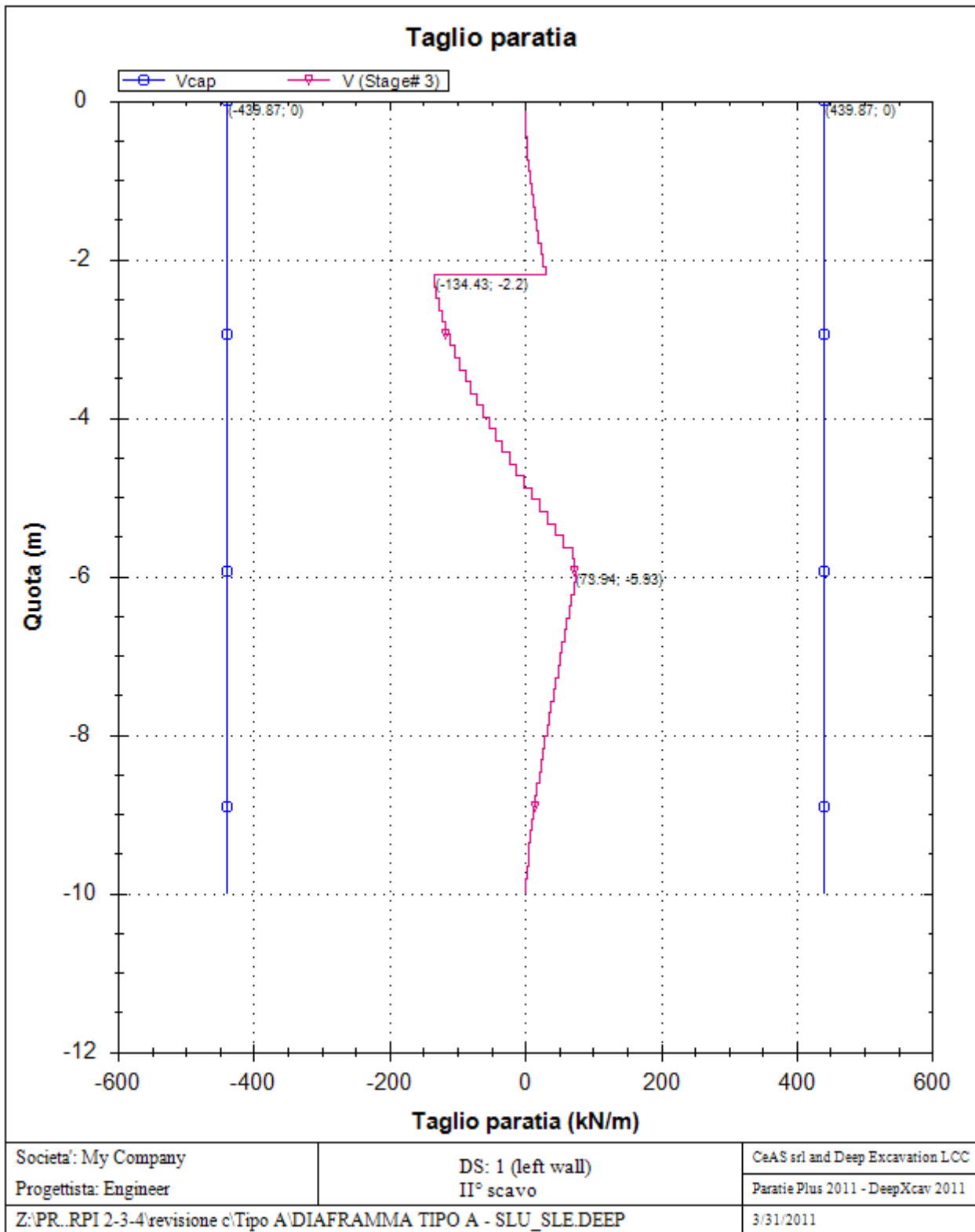


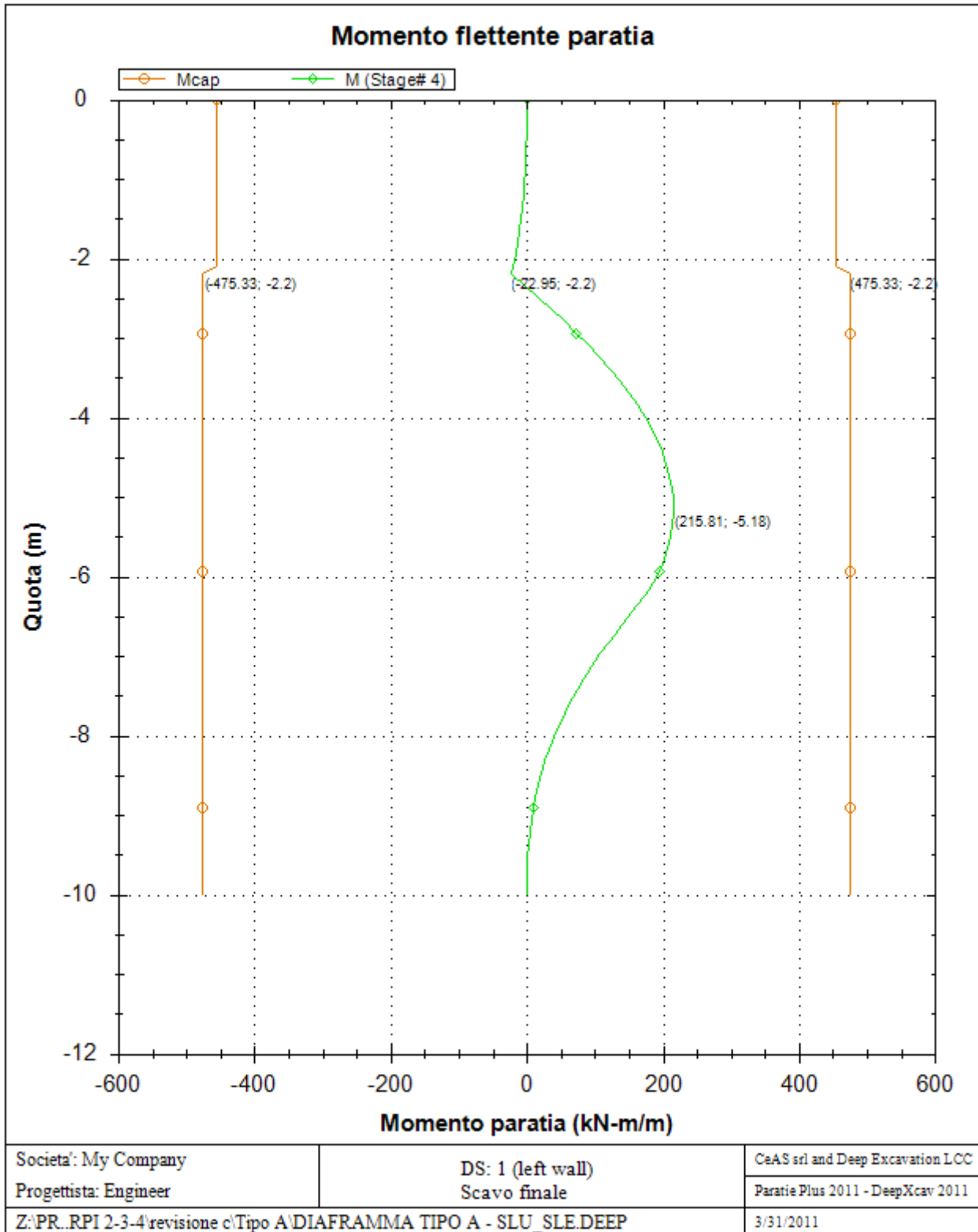


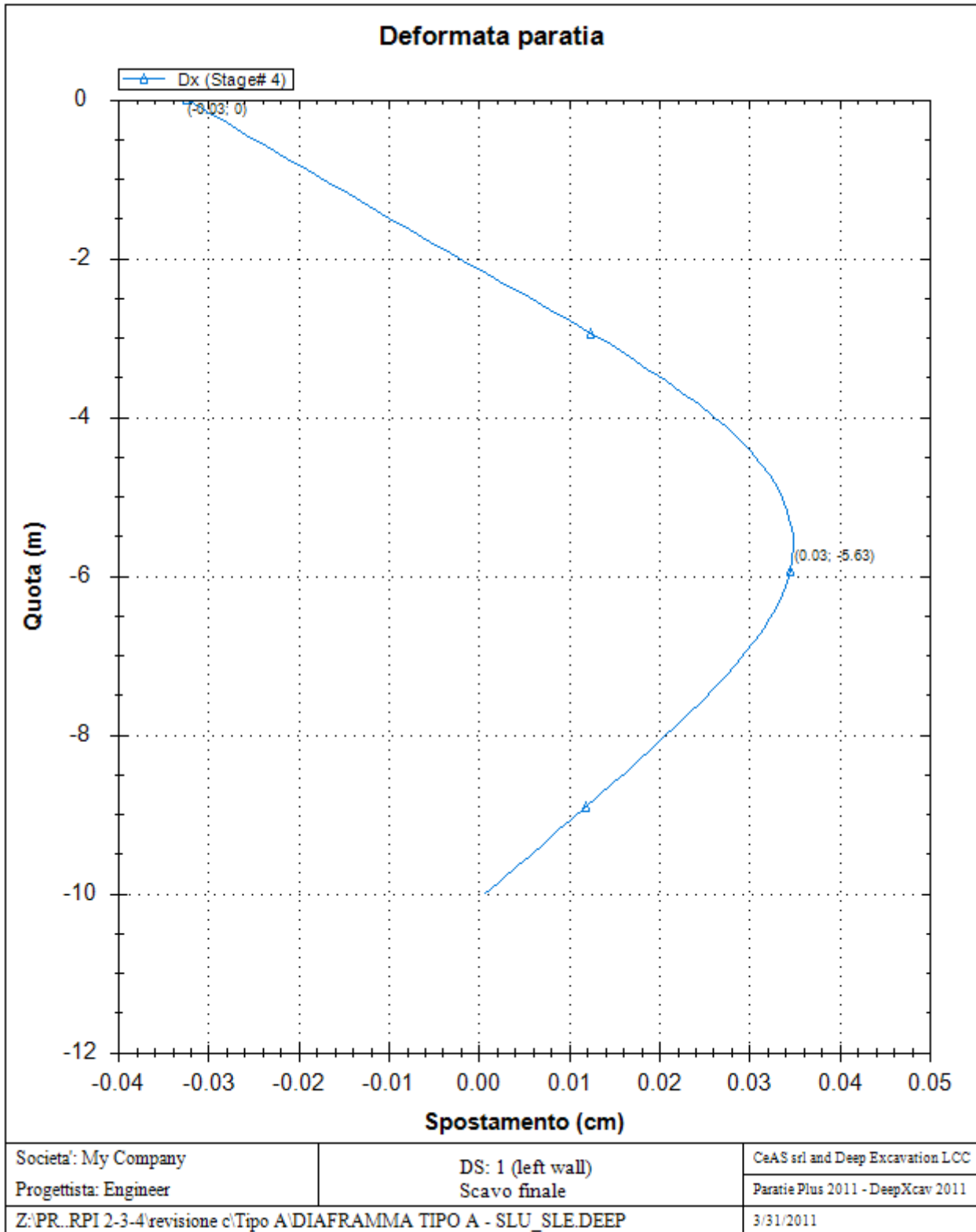


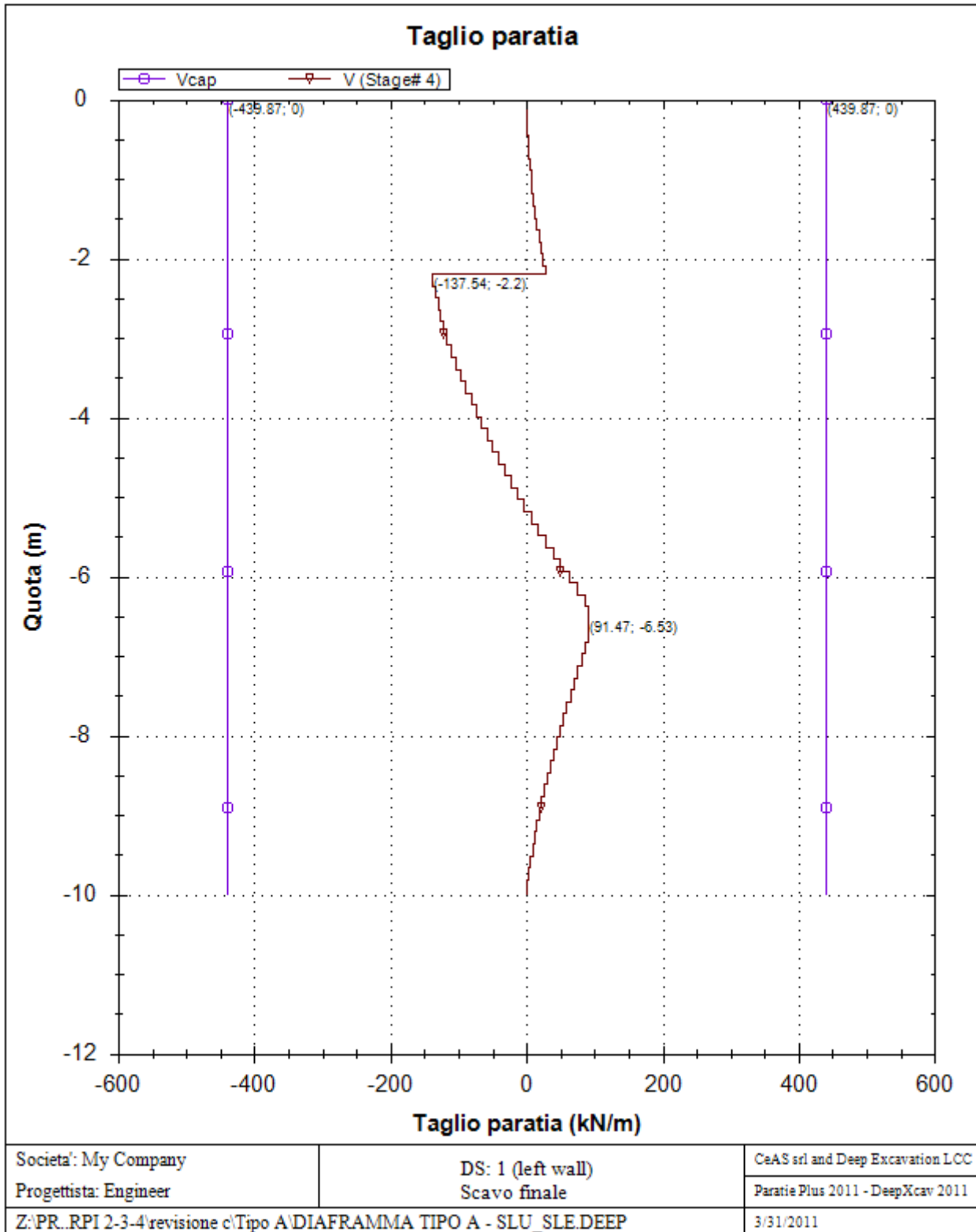


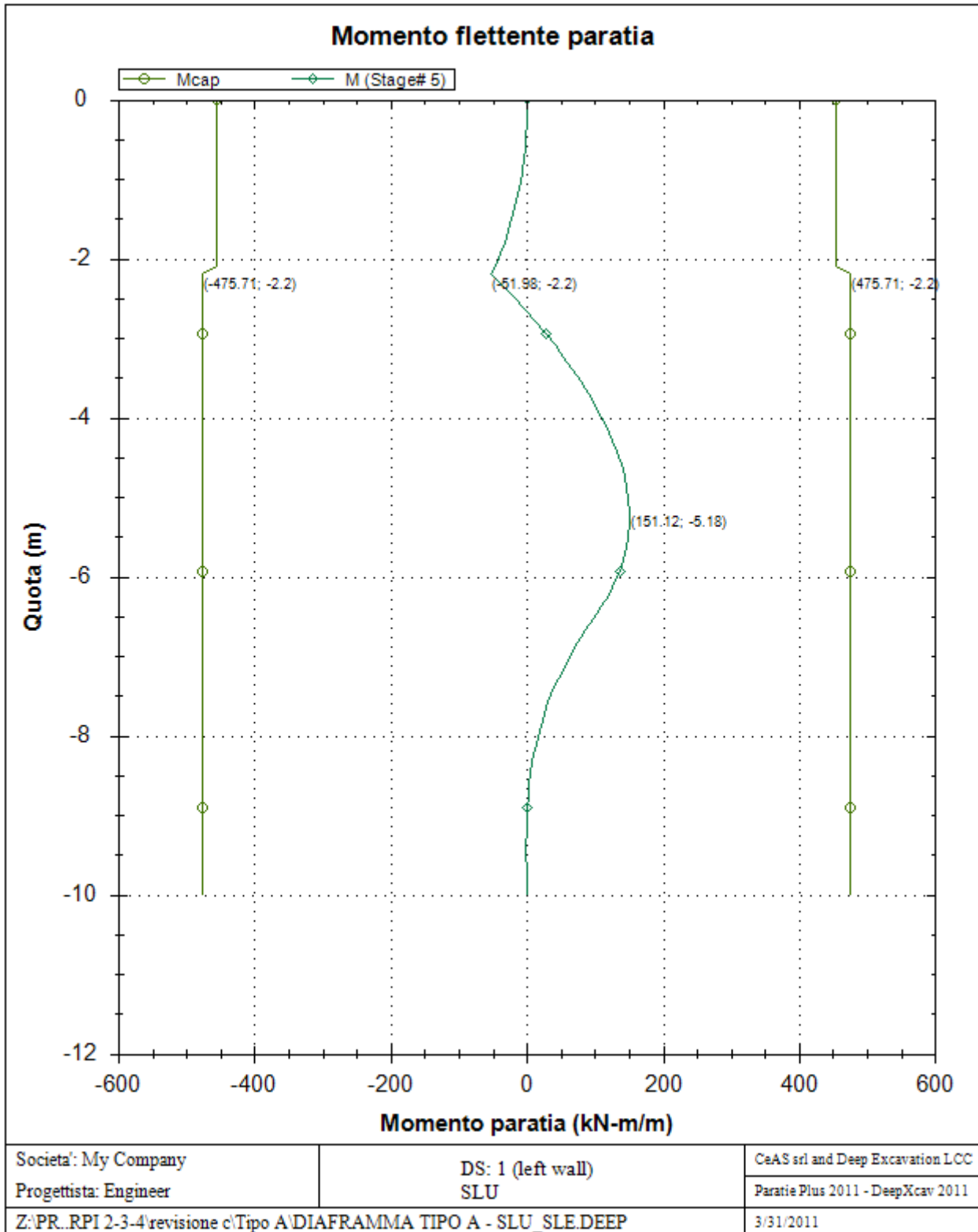


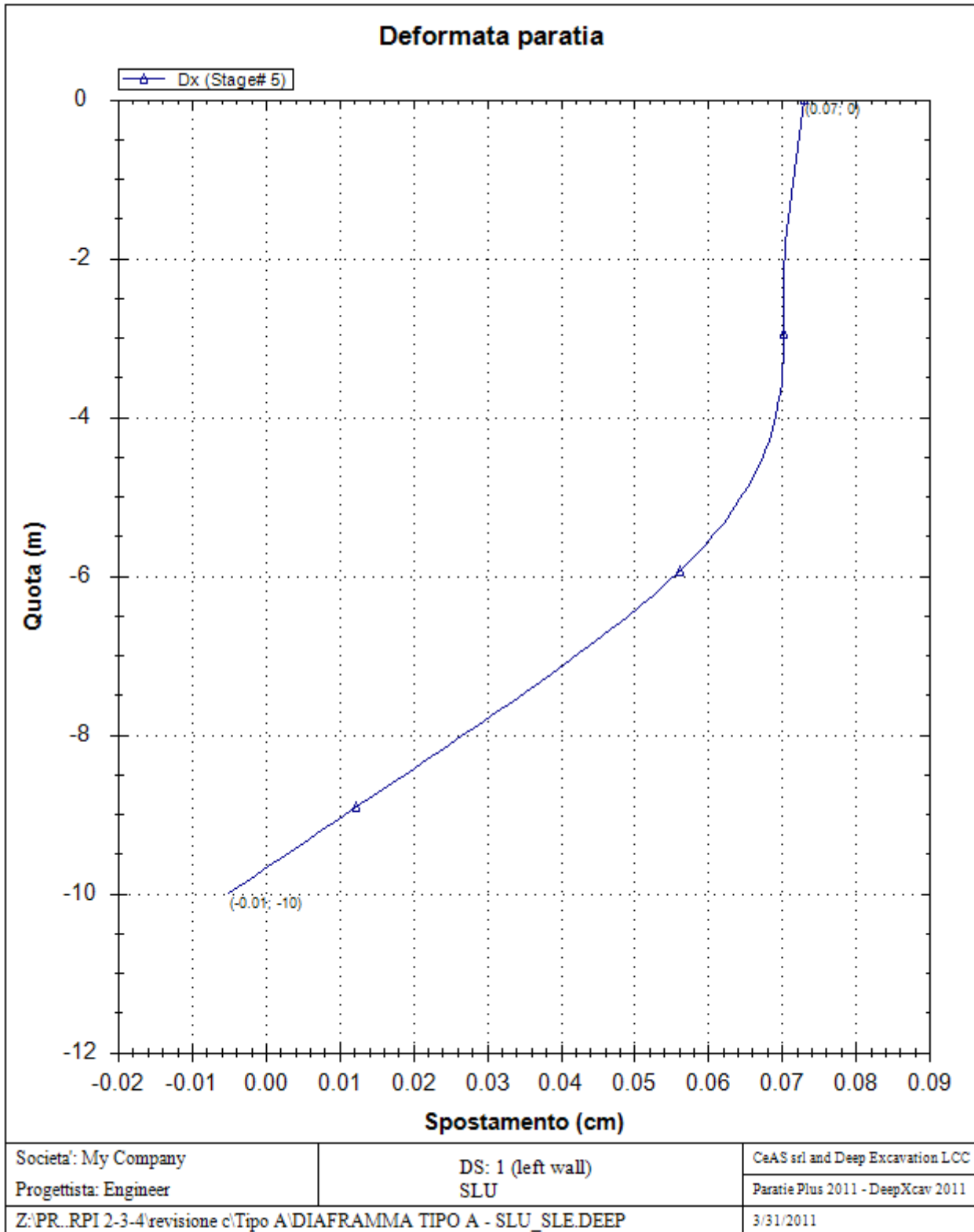


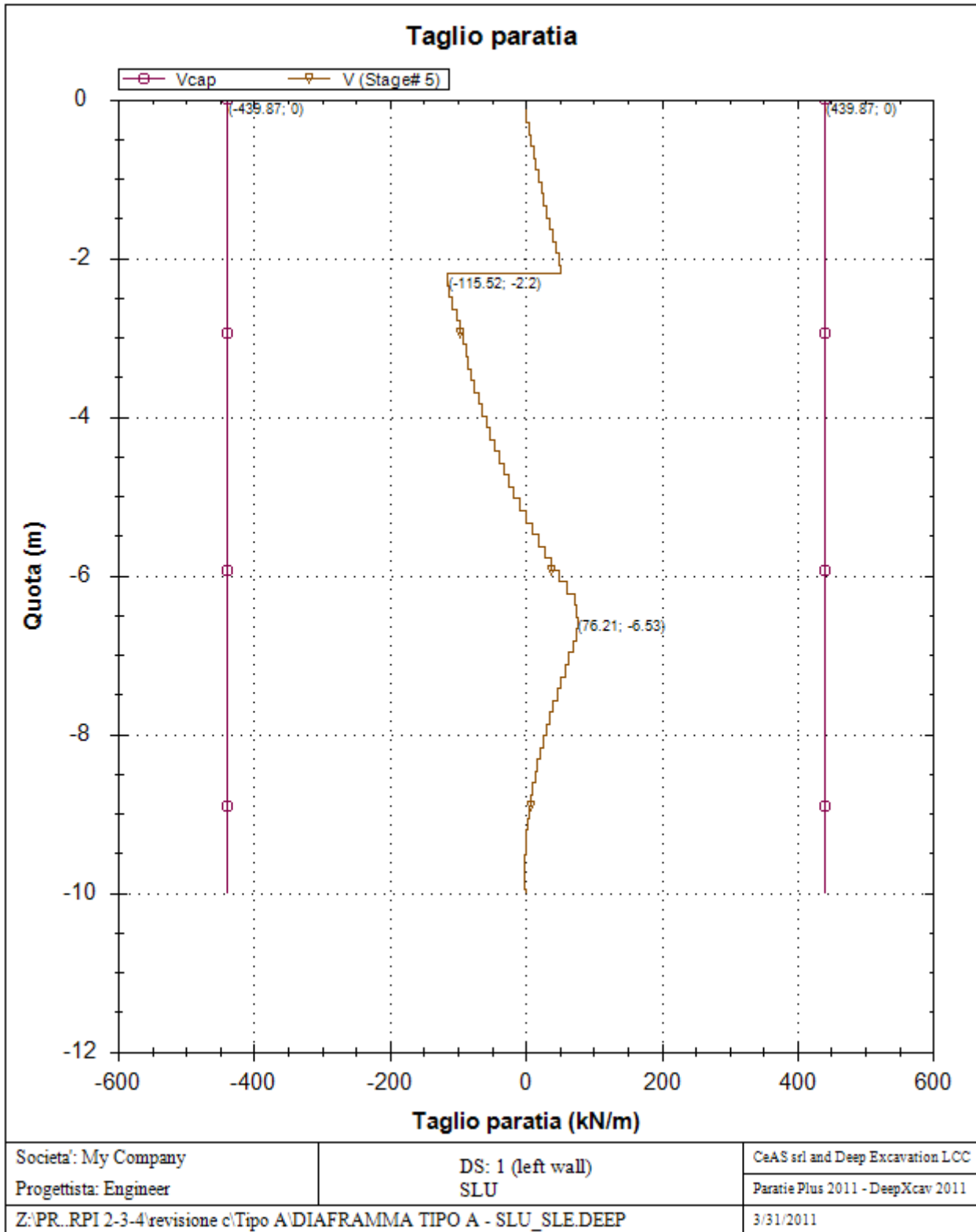













| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

REAZIONI VINCOLI (TIRANTI, PUNTONI, SOLETTE, SBADACCHI)

Vincolo 0

| Stage No | R |
|----------|---------|
| | (kN) |
| 0 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 455.084 |
| 3 | 461.527 |
| 4 | 462.732 |
| 5 | 471.793 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Risultati per la Design Section 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

| Stage | Design Code | Design Case | F(tan) | F | F | F | F(perm) | F(temp) | F(perm) | F(temp) | F Earth | F Earth | F GWT | F GWT | F HYD | F HYD | F UPL | F UPL |
|-------|-------------|-------------|--------|------|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Name | | fr) | (c') | (Su) | (EQ) | load) | load) | sup) | sup) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) |
| 0 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 1 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 2 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 3 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 4 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 5 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore azione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per singoli scenari di carico e per le singole fasi

| | | | | | |
|---|---|---|--|--------------------------------------|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | |
| | | PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 |

Summario di ogni approccio

| Design section 0 | Mom. paratia | Taglio paratia | Spost. paratia | Vincolo | Vincolo | Infissione | Commenti |
|--------------------------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|-------------|------------|------------------------|
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | (kN-m/m) | (kN/m) | (cm) | Reazione (kN/m) | TSF critico | FS paratia | |
| Design section 0 | 166.01 | 105.8 | 0.09 | 136.43 | 0.445 | 1.877 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 215.81 | 137.54 | 0.09 | 178.04 | 0.676 | 1.878 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 173.44 | 106.03 | 0.16 | 139.29 | 0.548 | 1.467 | Calculation successful |



Sommario esteso

| | Risultati di calcolo | Spost. paratia | Cedimenti | Mom. paratia | Mom. paratia |
|-----------------------------------|------------------------|----------------|-----------|--------------|--------------|
| | | (cm) | (cm) | (kN-m/m) | (kN-m) |
| Design section 0 | Calculation successful | 0.09 | 0.07 | 166.01 | 415.02 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | Calculation successful | 0.09 | 0.08 | 215.81 | 539.53 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | Calculation successful | 0.16 | 0.15 | 173.44 | 433.6 |

| | Taglio paratia | Taglio paratia | TSF combinato | TSF momento | TSF taglio | SLS cls |
|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|------------|-----------------|
| | (kN/m) | (kN) | / | / | / | Ver. tensionale |
| Design section 0 | 105.8 | 264.5 | 0.353 | 0.353 | 0.241 | 0.201 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 137.54 | 343.85 | 0.454 | 0.454 | 0.313 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 106.03 | 265.08 | 0.369 | 0.368 | 0.241 | N/A |

| | SLS acciaio | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | FS |
|--------------------------------------|-----------------|--------------|------------|---------|---------|-------------------|-------------|
| | Ver. tensionale | R max (kN/m) | R max (kN) | TSF GEO | TSF STR | Verifica pull out | Fondo scavo |
| Design section 0 | 0.375 | 136.43 | 361.54 | 0.445 | 0.445 | 0.432 | 6.027 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 178.04 | 471.79 | 0.676 | 0.581 | 0.676 | 6.027 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | 139.29 | 369.12 | 0.548 | 0.455 | 0.548 | 4.824 |

| | FS | FS piede | FS piede | Zcut | FS | FS | FS |
|--------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|-------------|-------------|
| | Passivo | Rotazione | Lunghezza | (Paratie) | Pass. mobilitata | Vera/Attiva | Sifonamento |
| Design section 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.877 | 3.744 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.878 | 3.636 | N/A |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|------|-----|
| A1+M1+R1 | | | | | | | |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.467 | 2.27 | N/A |

Voci critiche

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment Check | 0.454 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment (kN-m/m) | 215.813 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment (kN-m) | 539.532 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 455.856 | 0: Design section 0 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Shear (kN/m) | 137.54 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear (kN) | 343.85 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear Check | 0.313 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Displacements (cm) | 0.159 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | N/A |
| Surface Settlements (cm) | 0.151 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Reaction (kN) | 471.793 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Reaction (kN/m) | 178.035 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check | 0.676 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check GEO | 0.676 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check STR | 0.581 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Risultati vincoli



| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|---------------------|----------------|---|--------------|-----------------|----------------------|
| 1 Support Reaction | 471.793 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Reaction | 178.035 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check | 0.676 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check GEO | 0.676 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check STR | 0.581 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 0 |

Risultati paratia

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment ABS (kN-m) | 539.532 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment +M (kN-m) | 539.532 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment -M (kN-m) | -129.958 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 5: SLU | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment Check | 0.454 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 455.856 | 0: Design section 0 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Shear (kN) | 343.85 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear Check | 0.313 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |

Momento massimo per ogni fase

| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|-----------------|-------------------|--------|--------|
| M stg0 (kN-m/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| M stg1 (kN-m/m) | -37.17 | -48.33 | -42.39 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|
| M stg2 (kN-m/m) | 83.65 | 108.74 | 83.33 |
| M stg3 (kN-m/m) | 141.98 | 184.57 | 147.74 |
| M stg4 (kN-m/m) | 166.01 | 215.81 | 173.44 |
| M stg5 (kN-m/m) | 127.34 | 151.12 | 94.07 |

Taglio massimo per ogni fase

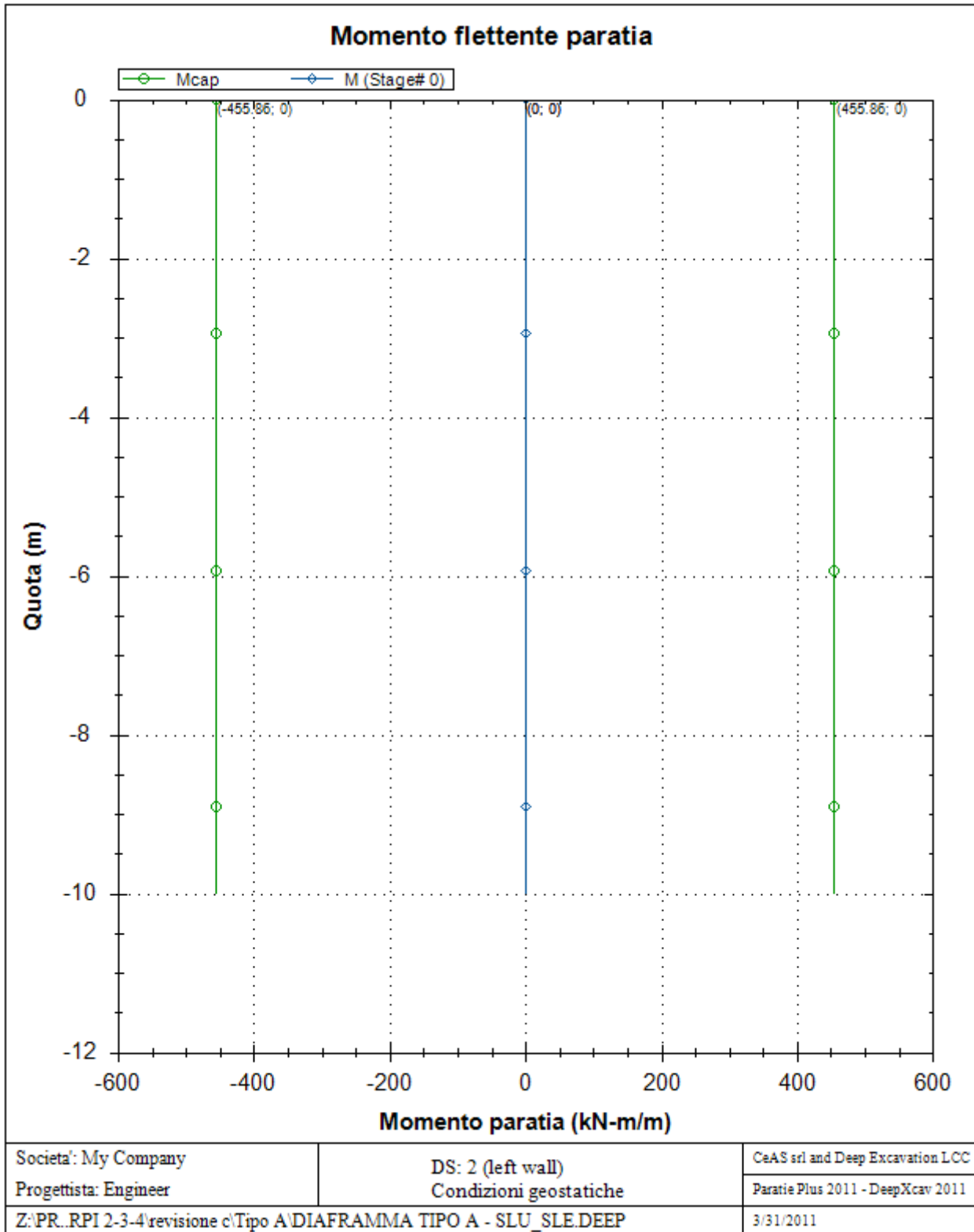
| | | | |
|---------------|-------------------|---------|---------|
| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
| V stg0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| V stg1 (kN/m) | 21.57 | 28.04 | 23.95 |
| V stg2 (kN/m) | -85.86 | -111.62 | -85.79 |
| V stg3 (kN/m) | -103.41 | -134.43 | -103.58 |
| V stg4 (kN/m) | -105.8 | -137.54 | -106.03 |
| V stg5 (kN/m) | -92.67 | -115.52 | -83.76 |

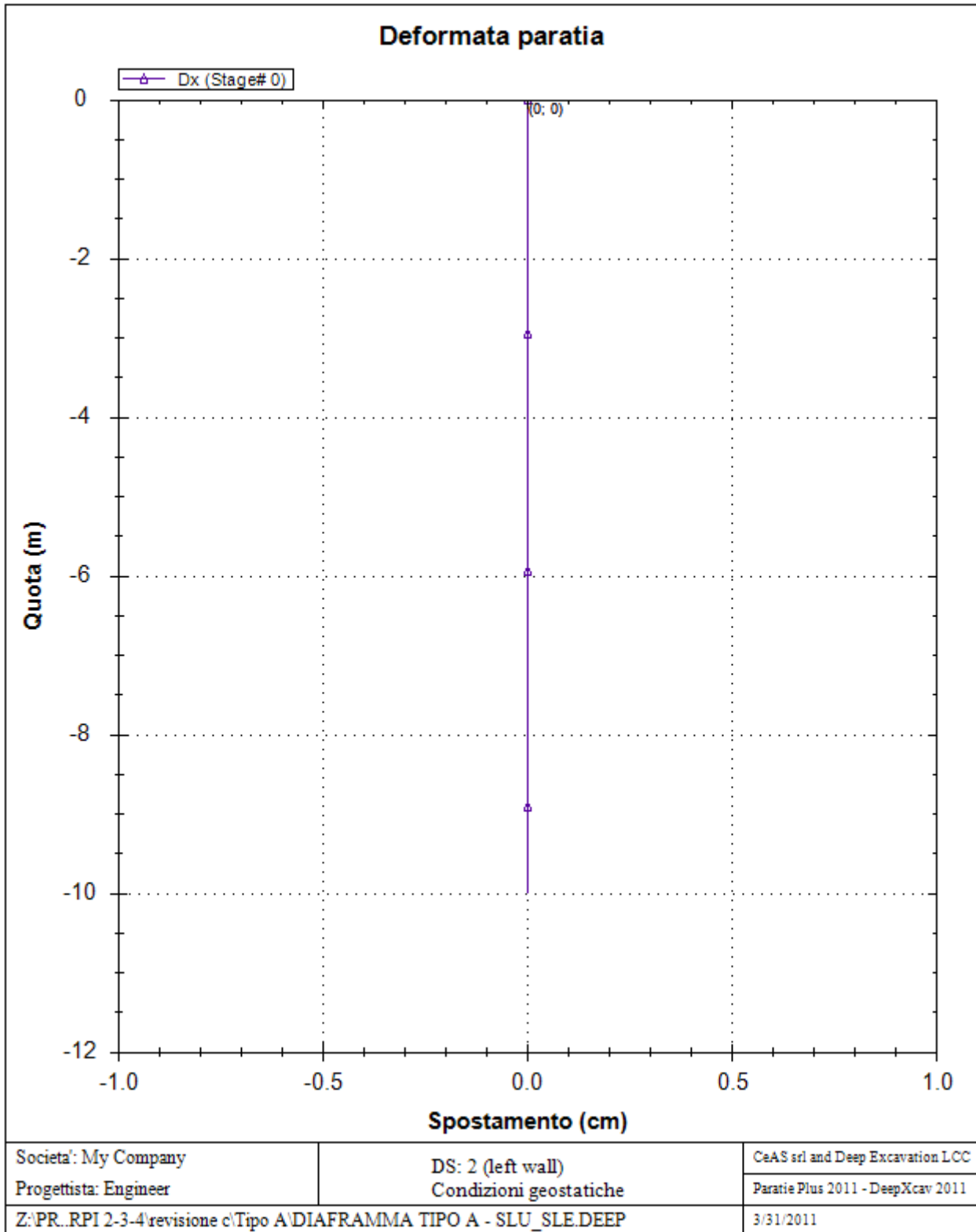
Massima reazione vincolare

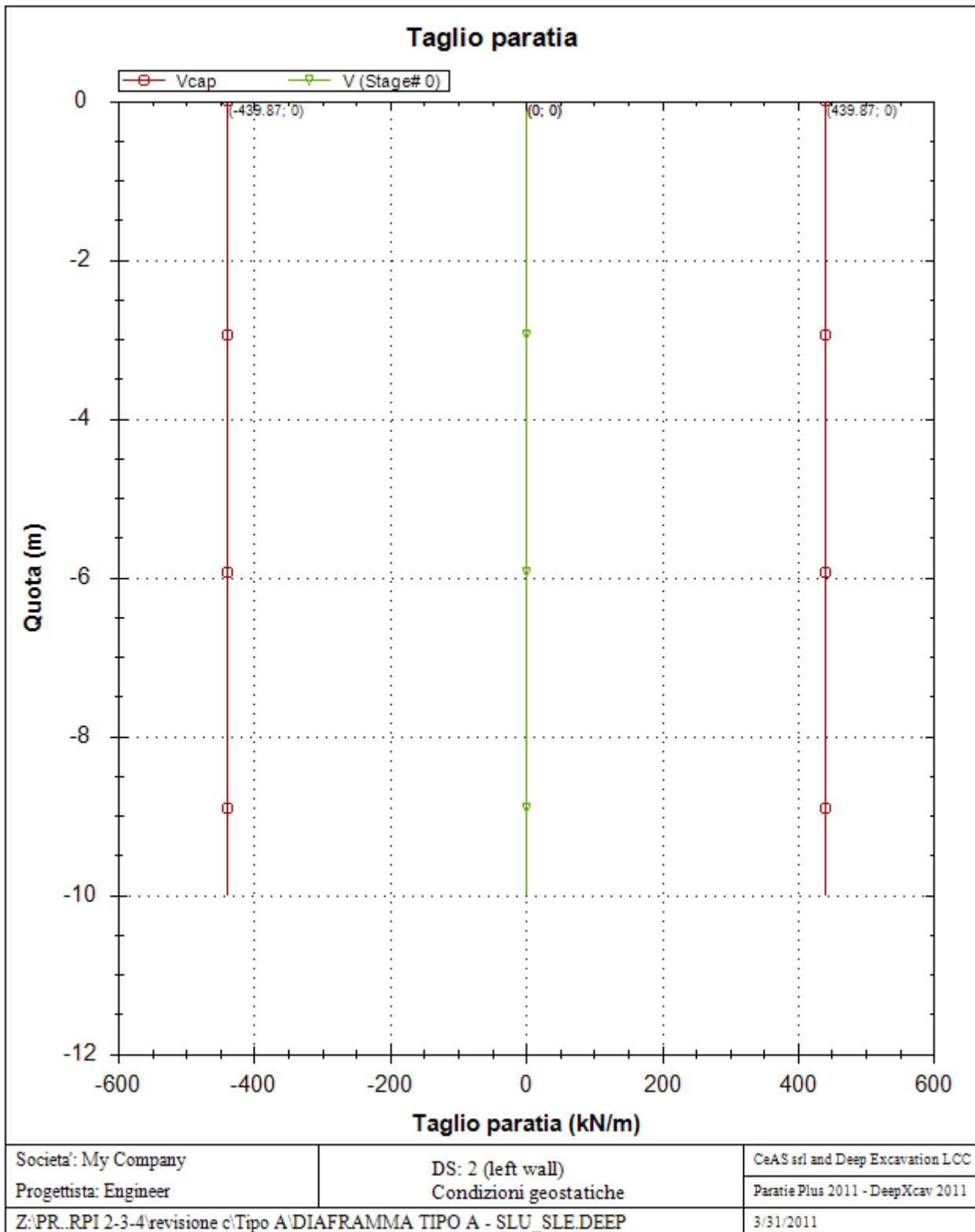
| | | | |
|----------------------|-------------------|--------|--------|
| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
| Rmax Stage #0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| Rmax Stage #1 (kN/m) | 0 | 0 | 0 |
| Rmax Stage #2 (kN/m) | 132.1 | 171.73 | 132.1 |
| Rmax Stage #3 (kN/m) | 133.97 | 174.16 | 134.21 |
| Rmax Stage #4 (kN/m) | 134.32 | 174.62 | 134.62 |
| Rmax Stage #5 (kN/m) | 136.43 | 178.04 | 139.29 |

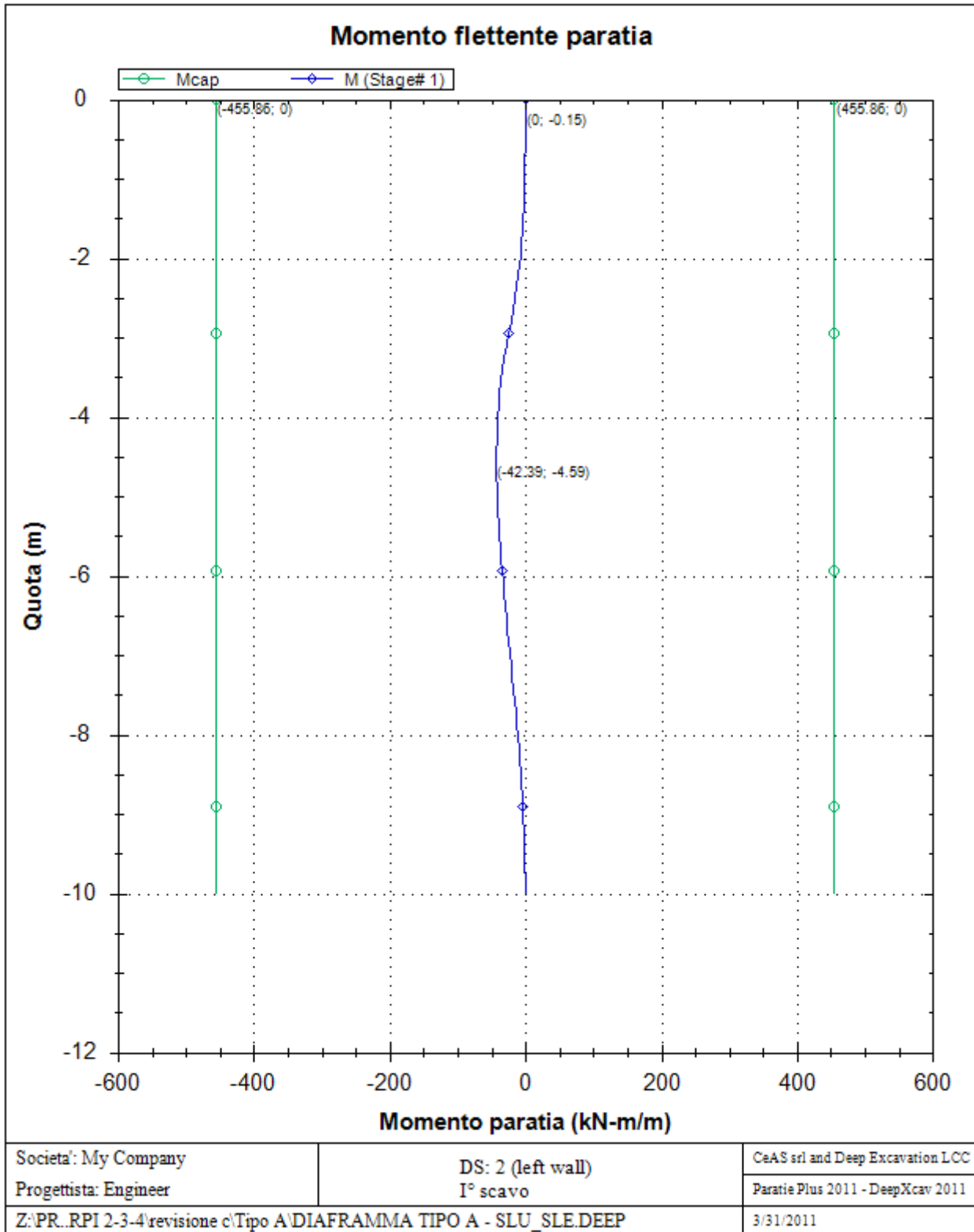
GRAFICI FASI DI SCAVO

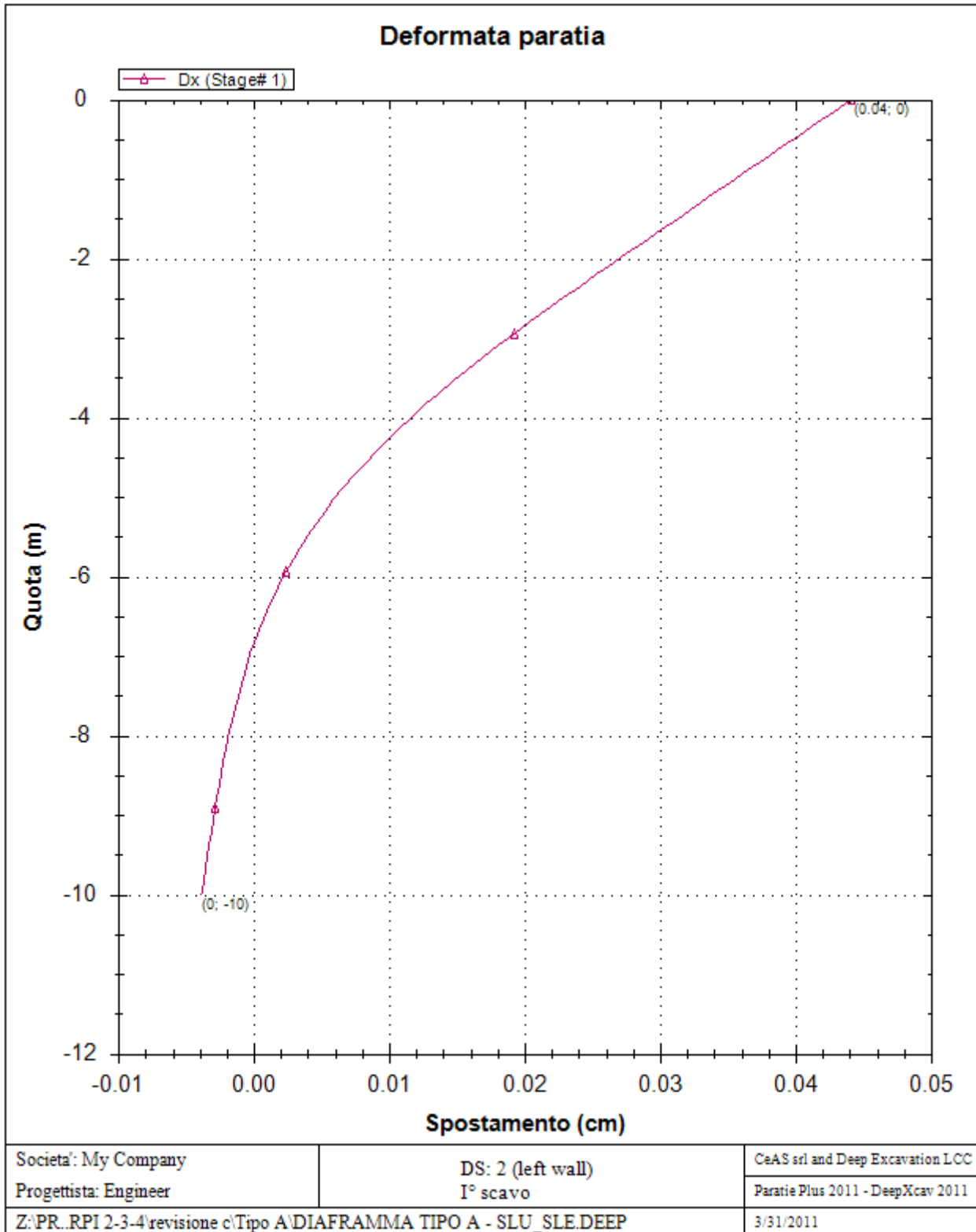
Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

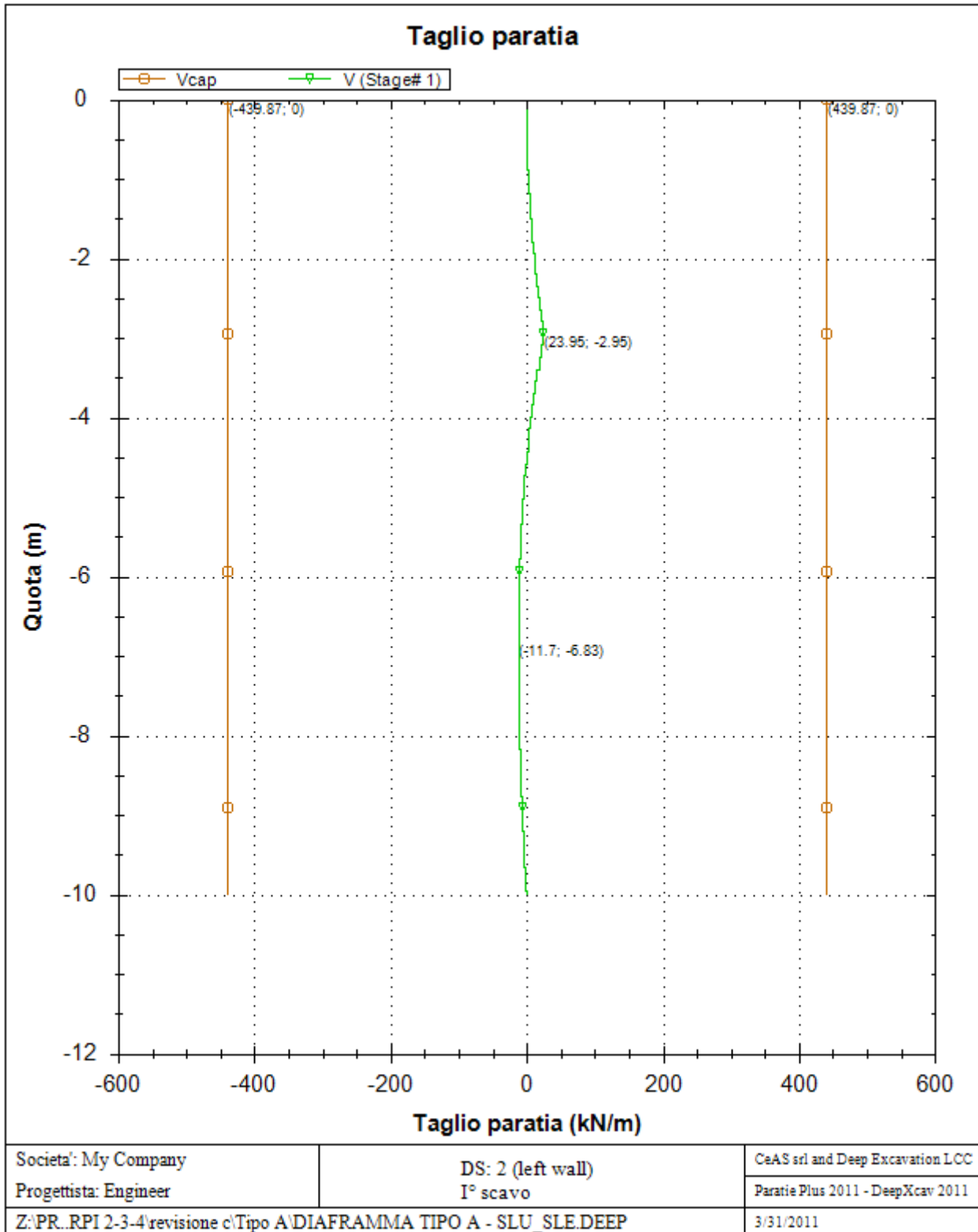


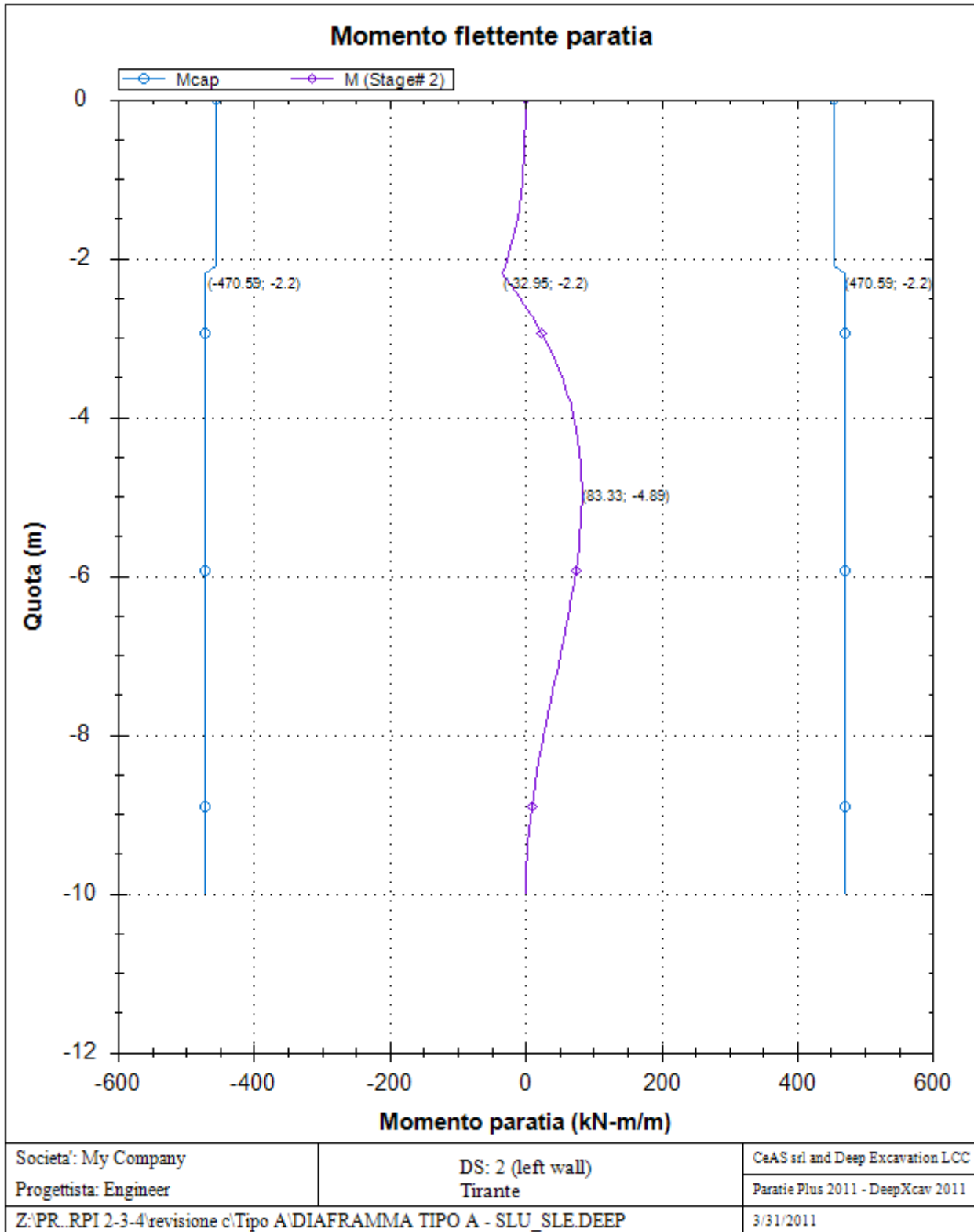


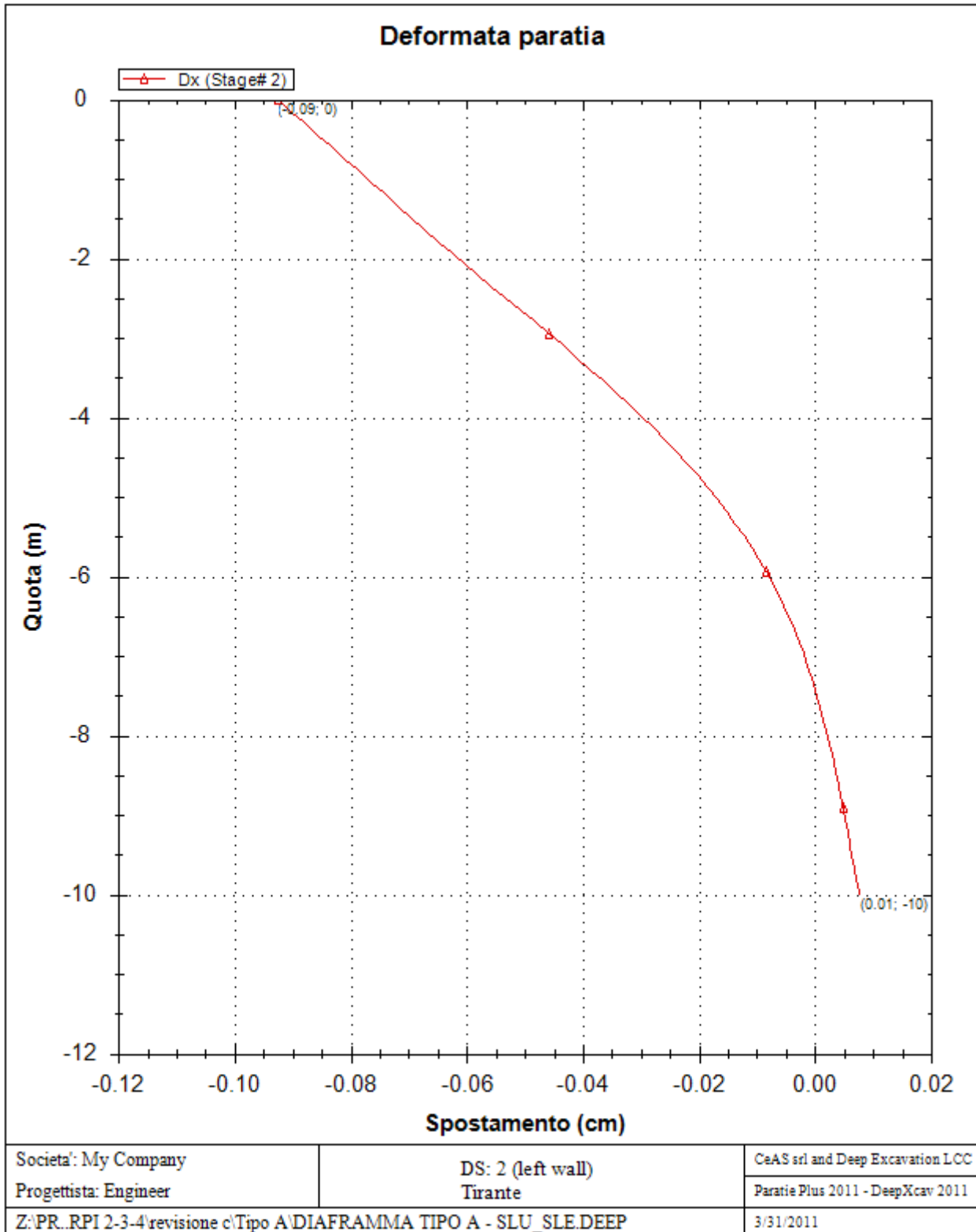


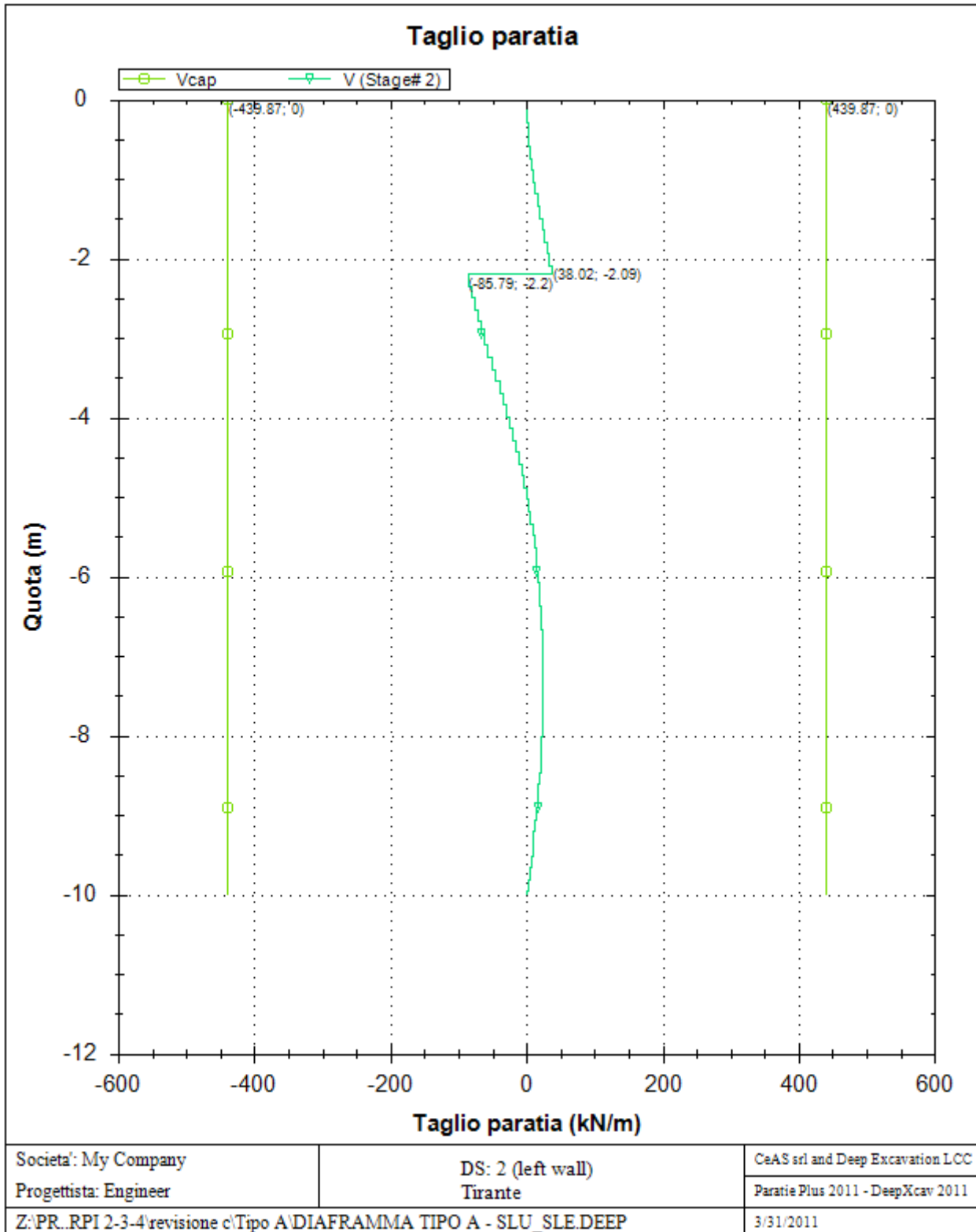


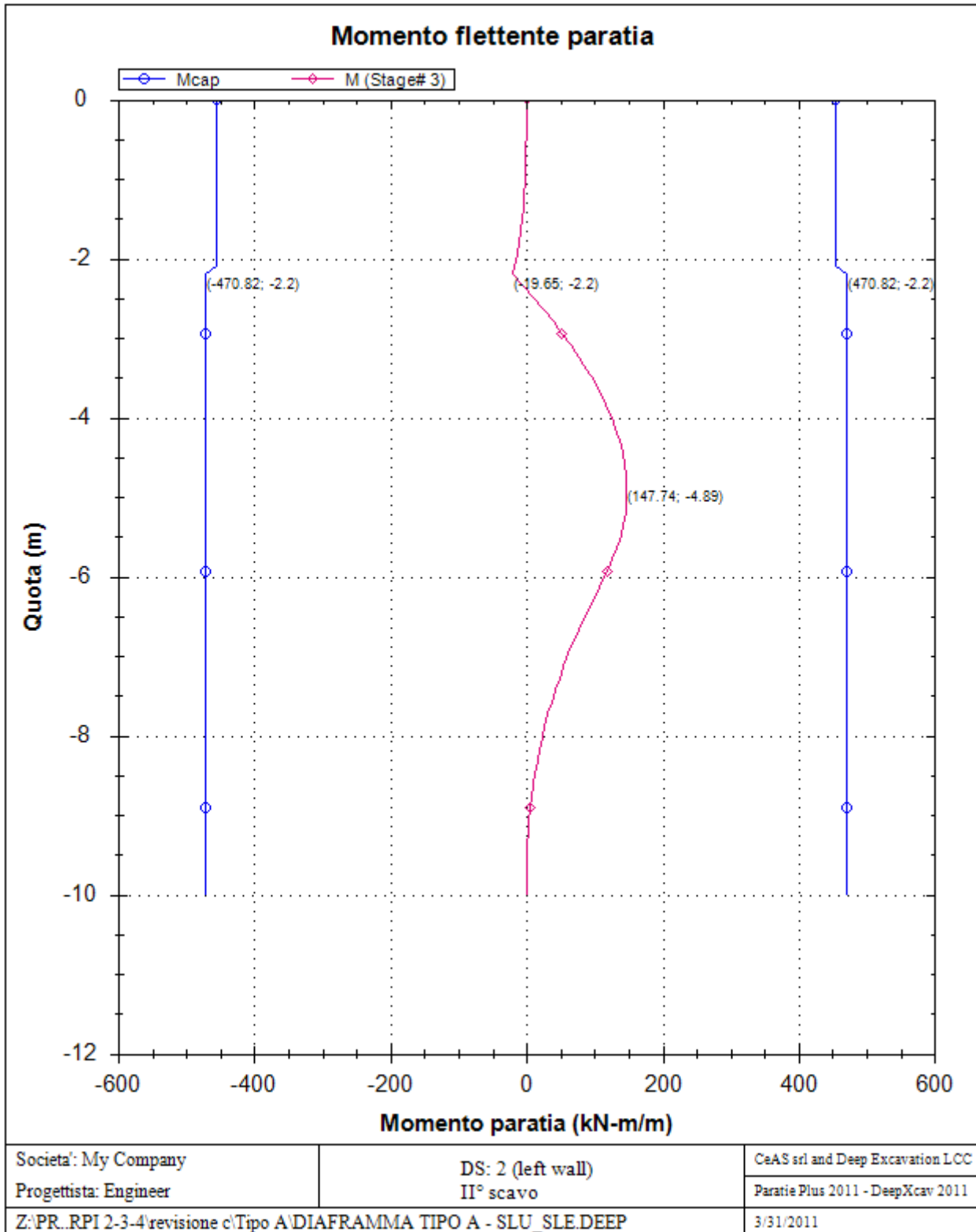


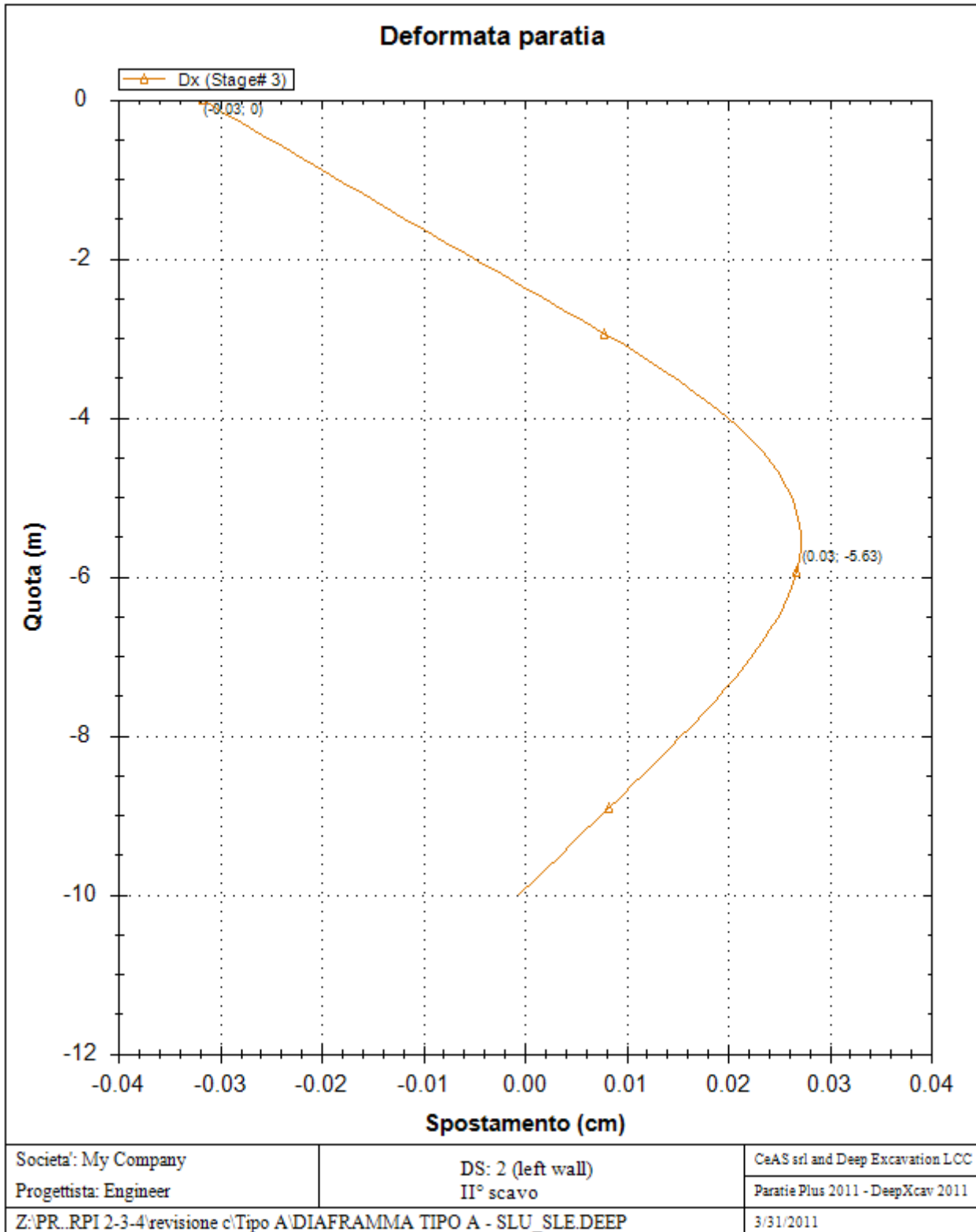


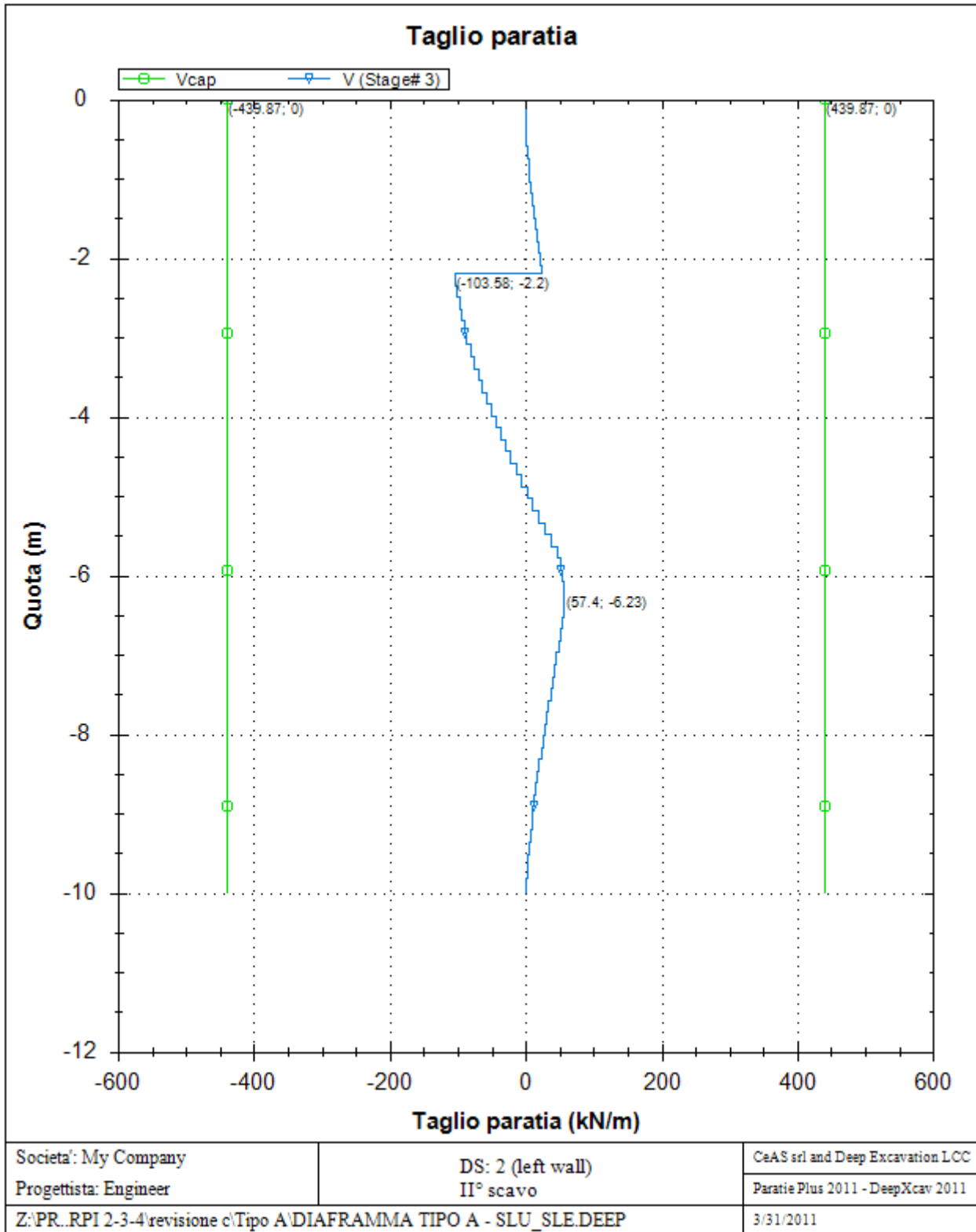


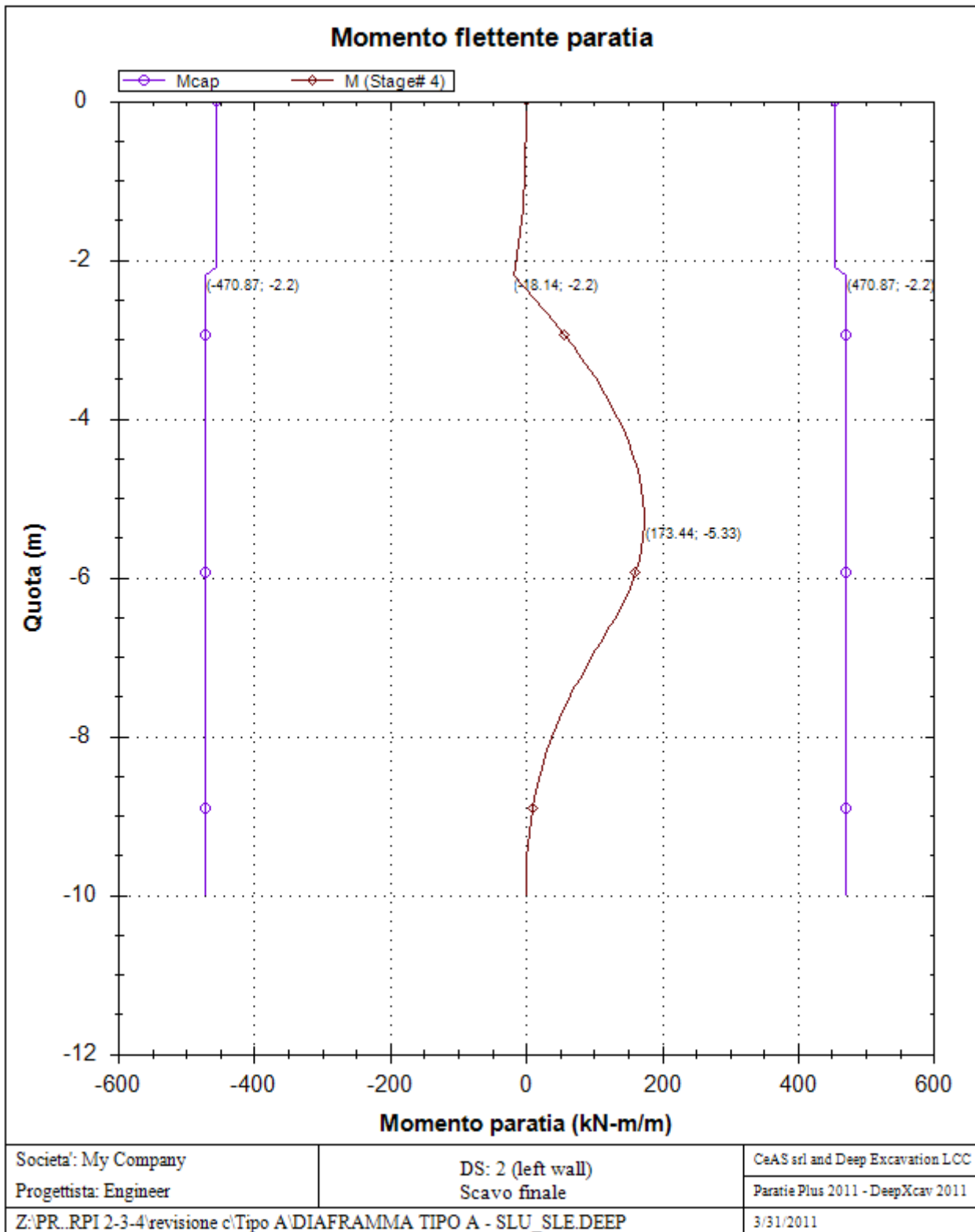


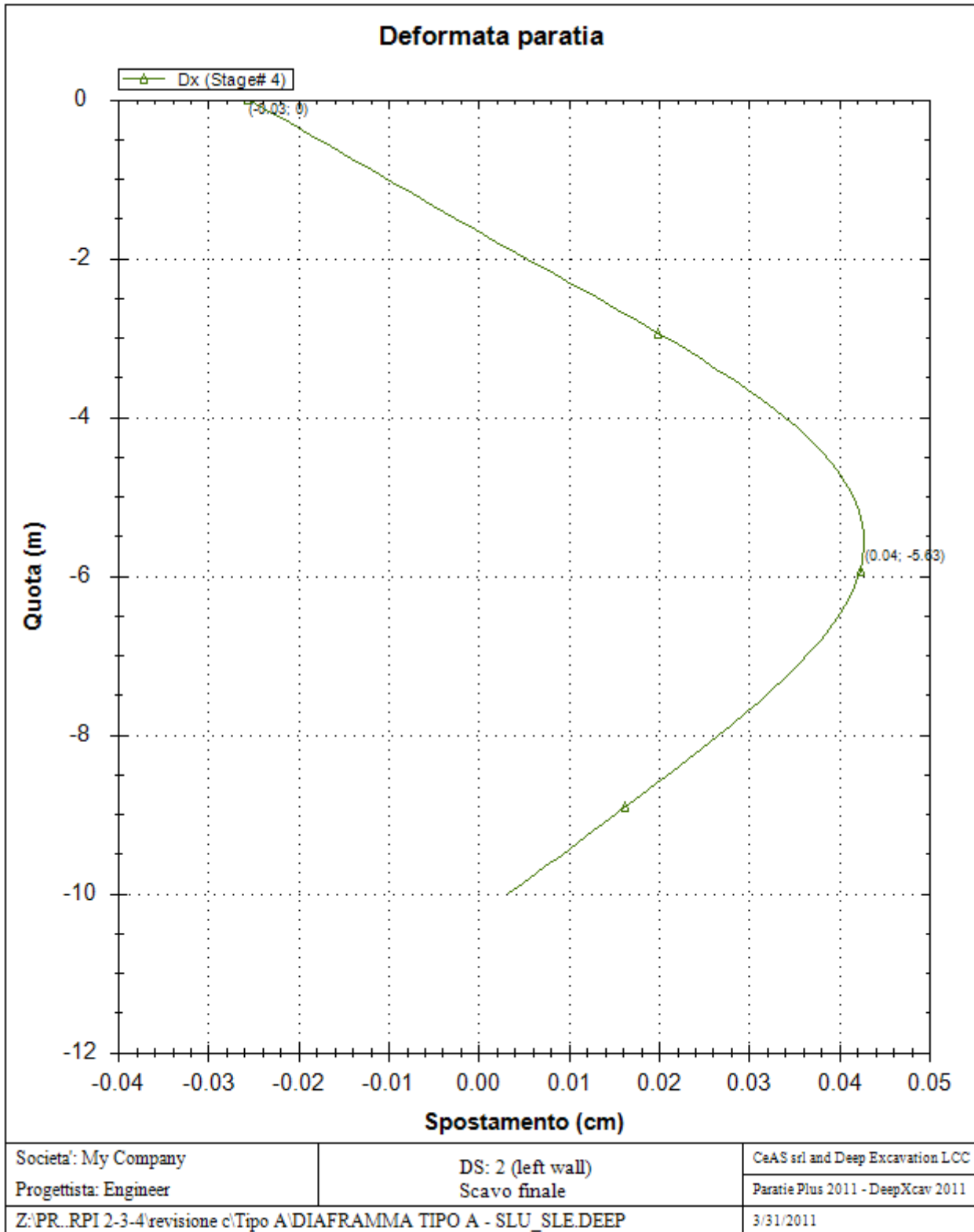


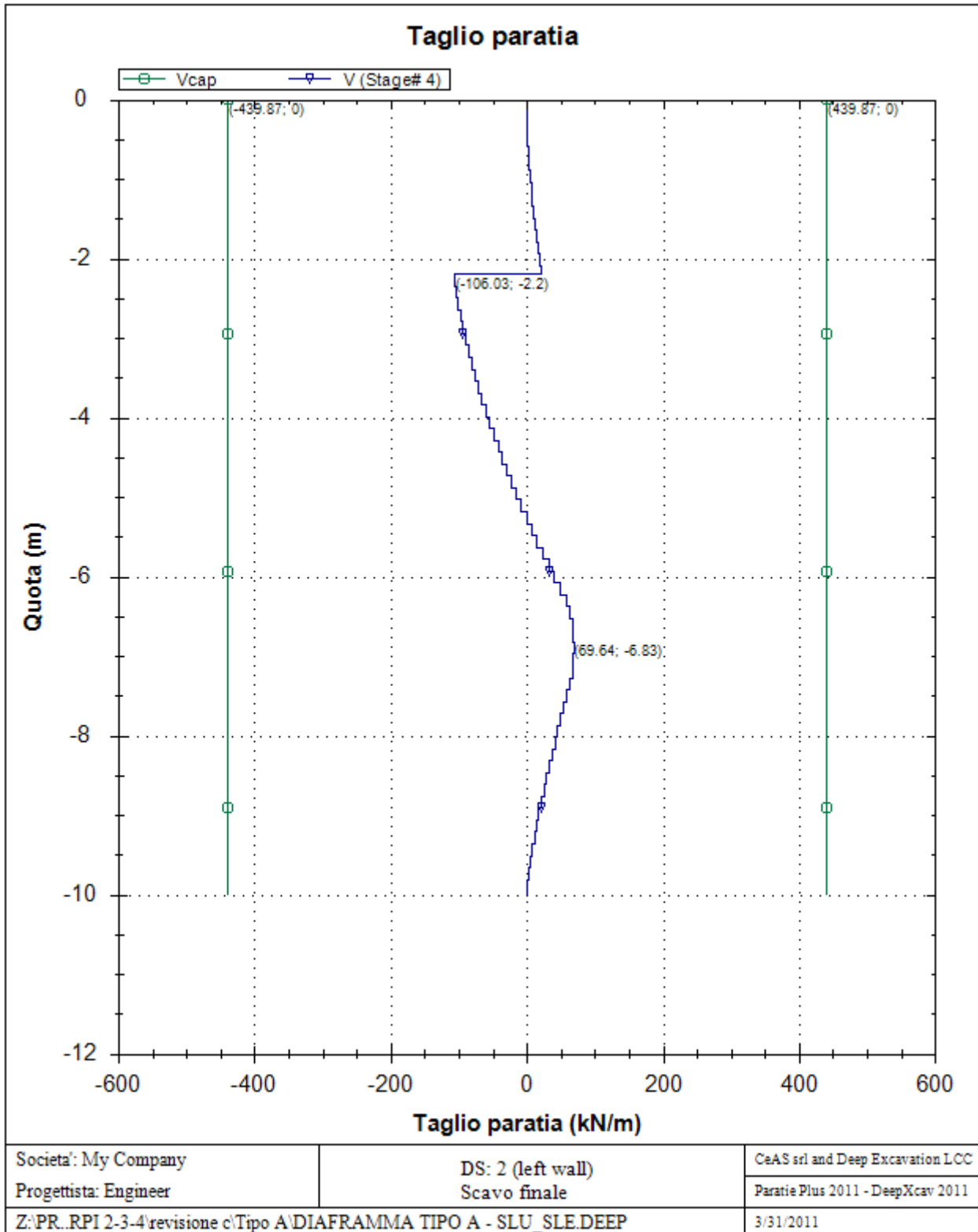


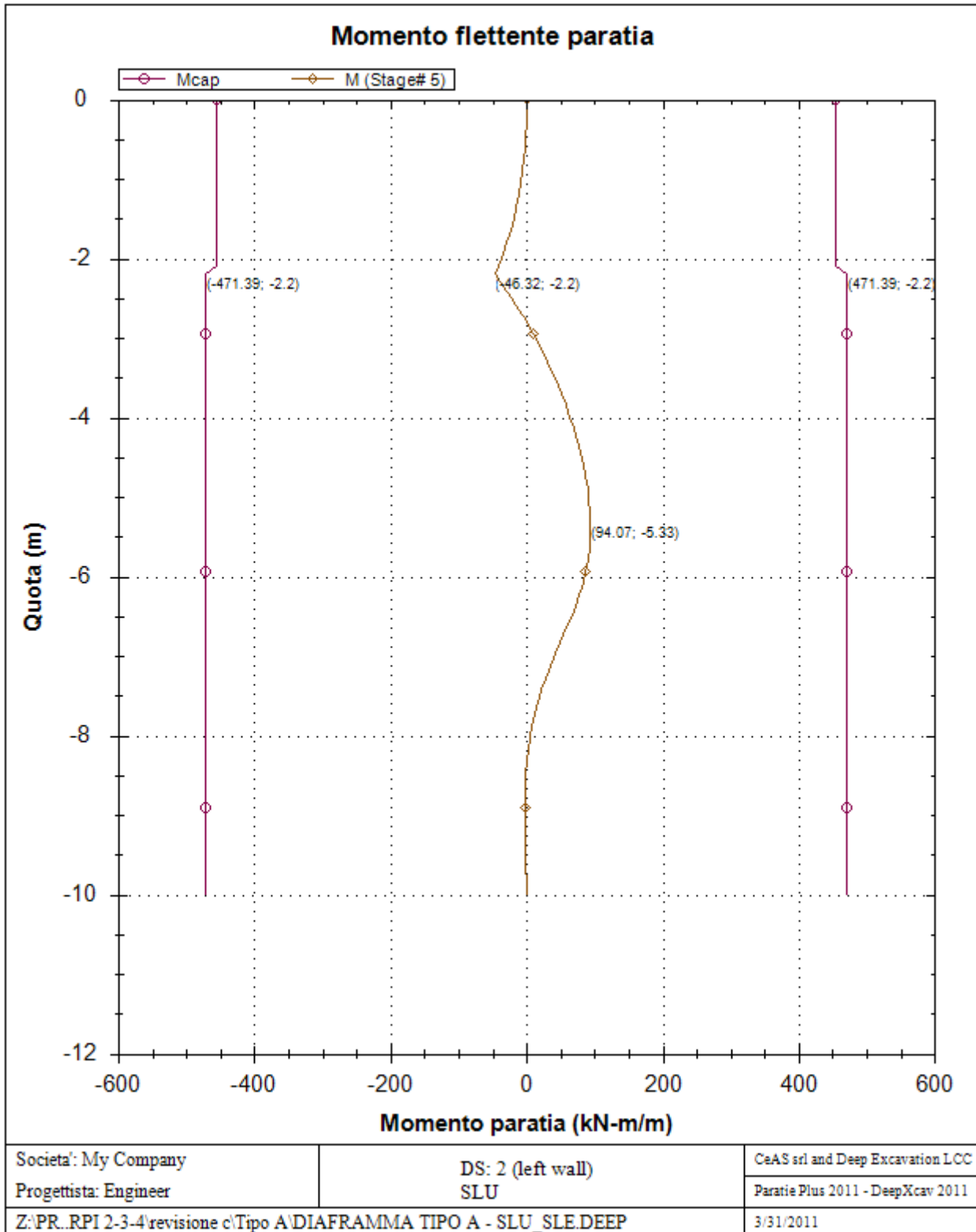


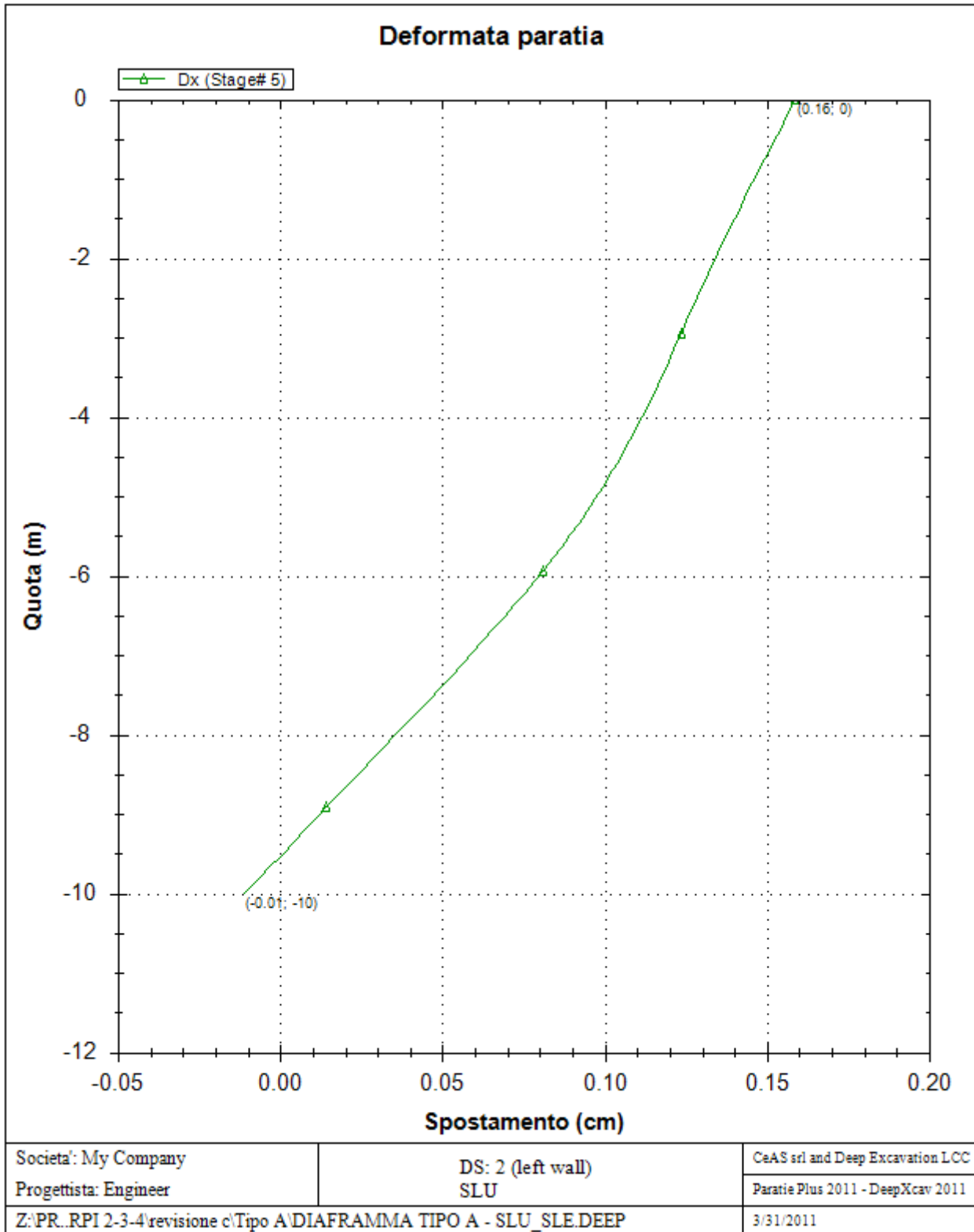


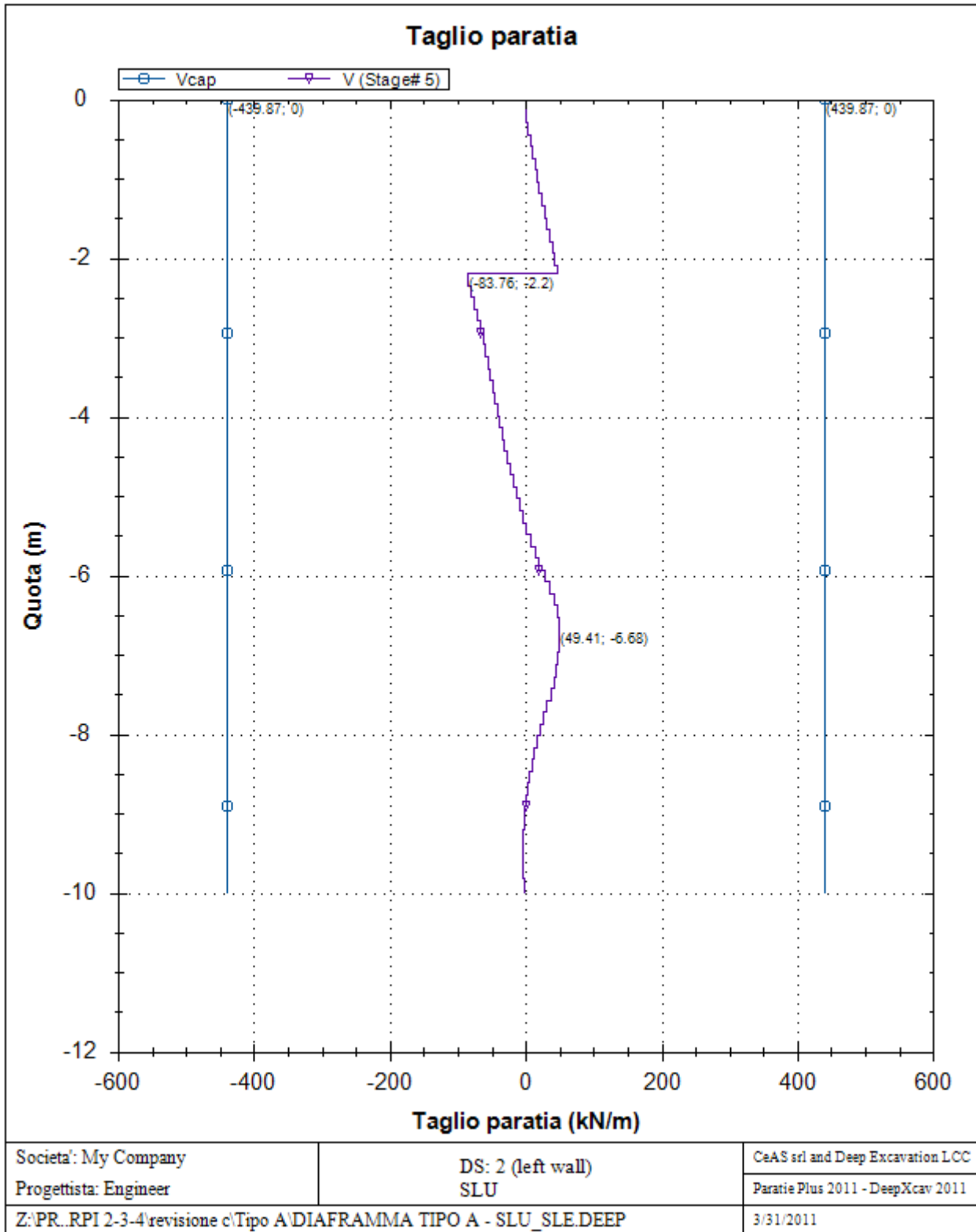













| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

REAZIONI VINCOLI (TIRANTI, PUNTONI, SOLETTE, SBADACCHI)

Vincolo 0

| Stage No | R (kN) |
|----------|-----------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 350.065 |
| 3 | 355.656 |
| 4 | 356.743 |
| 5 | 369.118 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

10.1.2 ANALISI SLV

Risultati per la Design Section 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

| Stage | Design Code | Design Case | F(tan | F | F | F | F(perm | F(temp | F(perm | F(temp | F Earth | F Earth | F GWT | F GWT | F HYD | F HYD | F UPL | F UPL |
|-------|-------------|-------------|-------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Name | | fr) | (c') | (Su) | (EQ) | load) | load) | sup) | sup) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) |
| 0 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 1 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 2 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 3 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 4 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 5 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore reazione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte

| | | | | |
|---|---|---|--|--------------------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 |

- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi

Summario di ogni approccio

| Design section 0 | Mom. paratia | Taglio paratia | Spost. paratia | Vincolo | Vincolo | Infissione | Commenti |
|------------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|------------|------------------------|
| 0: DM08_ITA: EQK - GEO | (kN-m/m) | (kN/m) | (cm) | Reazione (kN/m) | TSF critico | FS paratia | |
| Design section 0 | 166.01 | 105.8 | 0.3 | 142.7 | 0.466 | 1.702 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 173.44 | 106.03 | 1.09 | 165.33 | 0.651 | 1.372 | Calculation successful |

Sommario esteso

| | Risultati di calcolo | Spost. paratia | Cedimenti | Mom. paratia | Mom. paratia |
|------------------------|------------------------|----------------|-----------|--------------|--------------|
| | | (cm) | (cm) | (kN-m/m) | (kN-m) |
| Design section 0 | Calculation successful | 0.3 | 0.25 | 166.01 | 415.02 |
| 0: DM08_ITA: EQK - GEO | Calculation successful | 1.09 | 0.89 | 173.44 | 433.6 |

| | Taglio paratia | Taglio paratia | TSF combinato | TSF momento | TSF taglio | SLS cls |
|------------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|------------|-----------------|
| | (kN/m) | (kN) | / | / | / | Ver. tensionale |
| Design section 0 | 105.8 | 264.5 | 0.353 | 0.353 | 0.241 | 0.201 |
| 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 106.03 | 265.08 | 0.369 | 0.368 | 0.241 | N/A |

| | SLS acciaio | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | FS |
|------------------------|-----------------|--------------|------------|---------|---------|-------------------|-------------|
| | Ver. tensionale | R max (kN/m) | R max (kN) | TSF GEO | TSF STR | Verifica pull out | Fondo scavo |
| Design section 0 | 0.375 | 142.7 | 378.16 | 0.466 | 0.466 | 0.451 | 6.027 |
| 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | 165.33 | 438.12 | 0.651 | 0.54 | 0.651 | 4.824 |

| | FS | FS piede | FS piede | Zcut | FS | FS | FS |
|------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|-------------|-------------|
| | Passivo | Rotazione | Lunghezza | (Paratie) | Pass. mobilitata | Vera/Attiva | Sifonamento |
| Design section 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.702 | 3.033 | N/A |
| 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.372 | 1.833 | N/A |

Voci critiche

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|---------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment Check | 0.368 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment (kN-m/m) | 173.44 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment (kN-m) | 433.6 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 470.834 | 0: Design section 0 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |

**PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 –
RELAZ. SIS. E DI CALCOLO**

Codice documento
CD0139_F0

Rev
F0

Data
20/06/2011

| | | | | | |
|----------------------------|---------|------------------------------|-----------------|-----------|-----|
| Wall Shear (kN/m) | 106.03 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear (kN) | 265.075 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear Check | 0.241 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Displacements (cm) | 1.089 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 5: SLV | 1: Wall 1 | N/A |
| Surface Settlements (cm) | 0.893 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 5: SLV | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Reaction (kN) | 438.124 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Reaction (kN/m) | 165.33 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check | 0.651 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 5: SLV | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check GEO | 0.651 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 5: SLV | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Check STR | 0.54 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 5: SLV | 1: Wall 1 | 0 |

Risultati vincoli

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|---------------------|----------------|------------------------------|--------------|-----------------|----------------------|
| 1 Support Reaction | 438.124 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Reaction | 165.33 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check | 0.651 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 5: SLV | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check GEO | 0.651 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 5: SLV | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check STR | 0.54 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 5: SLV | 1: Wall 1 | 0 |

Risultati paratia

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment ABS (kN-m) | 433.6 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment +M (kN-m) | 433.6 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment -M (kN-m) | -206.225 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 5: SLV | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment Check | 0.368 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 470.834 | 0: Design section 0 | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Shear (kN) | 265.075 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | EQK - GEO | | | |
|-------------------------------|---------|------------------------------|-----------------|-----------|----|
| Wall Shear Check | 0.241 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 4: Scavo finale | 1: Wall 1 | 15 |

Momento massimo per ogni fase

| | Approccio di base | DS: 1 |
|-----------------|-------------------|--------|
| M stg0 (kN-m/m) | DS: 0 | DS: 1 |
| M stg1 (kN-m/m) | -37.17 | -42.39 |
| M stg2 (kN-m/m) | 83.65 | 83.33 |
| M stg3 (kN-m/m) | 141.98 | 147.74 |
| M stg4 (kN-m/m) | 166.01 | 173.44 |
| M stg5 (kN-m/m) | -66.05 | -82.49 |

Taglio massimo per ogni fase

| | Approccio di base | DS: 1 |
|---------------|-------------------|---------|
| V stg0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 |
| V stg1 (kN/m) | 21.57 | 23.95 |
| V stg2 (kN/m) | -85.86 | -85.79 |
| V stg3 (kN/m) | -103.41 | -103.58 |
| V stg4 (kN/m) | -105.8 | -106.03 |
| V stg5 (kN/m) | -72.96 | -84.25 |

Massima reazione vincolare

| | Approccio di base | DS: 1 |
|----------------------|-------------------|--------|
| Rmax Stage #0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 |
| Rmax Stage #1 (kN/m) | 0 | 0 |
| Rmax Stage #2 (kN/m) | 132.1 | 132.1 |
| Rmax Stage #3 (kN/m) | 133.97 | 134.21 |
| Rmax Stage #4 (kN/m) | 134.32 | 134.62 |
| Rmax Stage #5 (kN/m) | 142.7 | 165.33 |

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato



Soil type=nome del terreno

OCR=rapporto di sovraconsolidazione

K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

| Top elev. | Soil type | OCR | Ko |
|-----------|-------------------------------|-----|------|
| 0 | Sabbie e ghiaie di Messina | 1 | 0.45 |
| -3 | Conglomerato di pezzo | 1 | 0.7 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

| Stage | Seismic g | Method | aX | aY | Beta | Building Code Used |
|--------|-----------|--------|-------|-----|------|--------------------|
| Number | Used | Used | (g) | (g) | | (Name) |
| 0 | No | | 0.211 | 0 | 1 | N/A |
| 1 | No | | 0.211 | 0 | 1 | N/A |
| 2 | No | | 0.211 | 0 | 1 | N/A |
| 3 | No | | 0.211 | 0 | 1 | N/A |
| 4 | No | | 0.211 | 0 | 1 | N/A |
| 5 | Yes | | 0.211 | 0 | 1 | N/A |

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

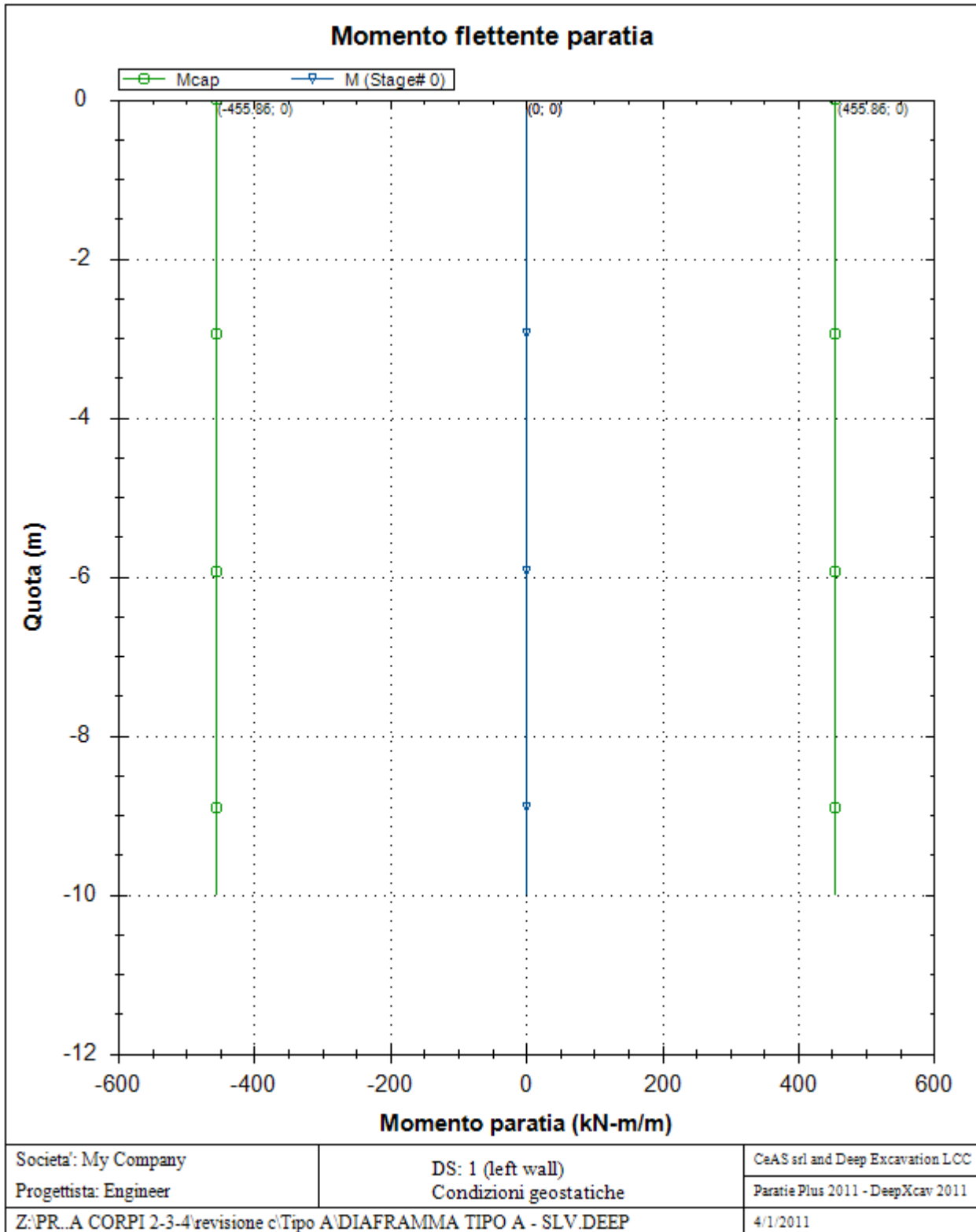
ay=accelerazione av verticale di progetto

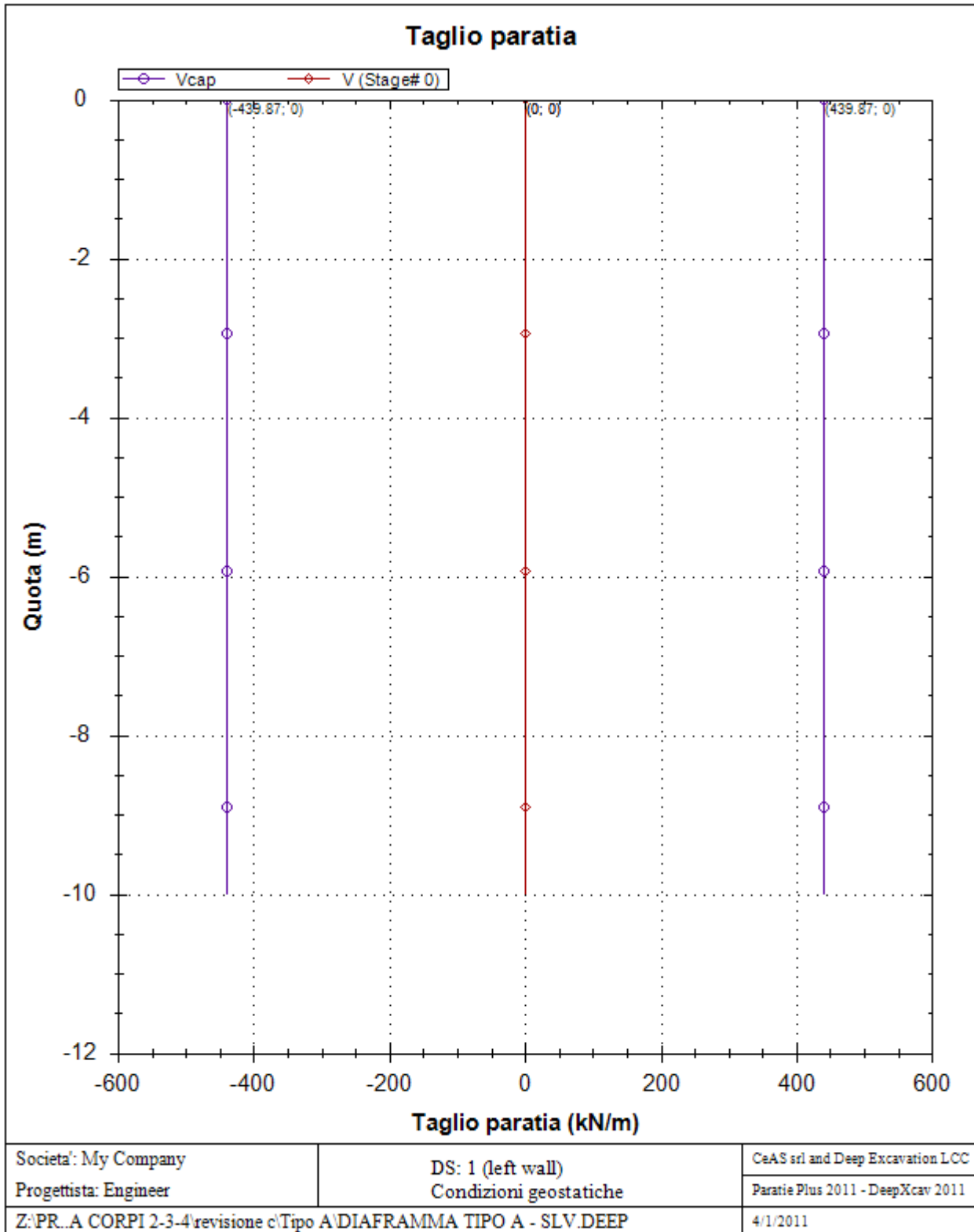
Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

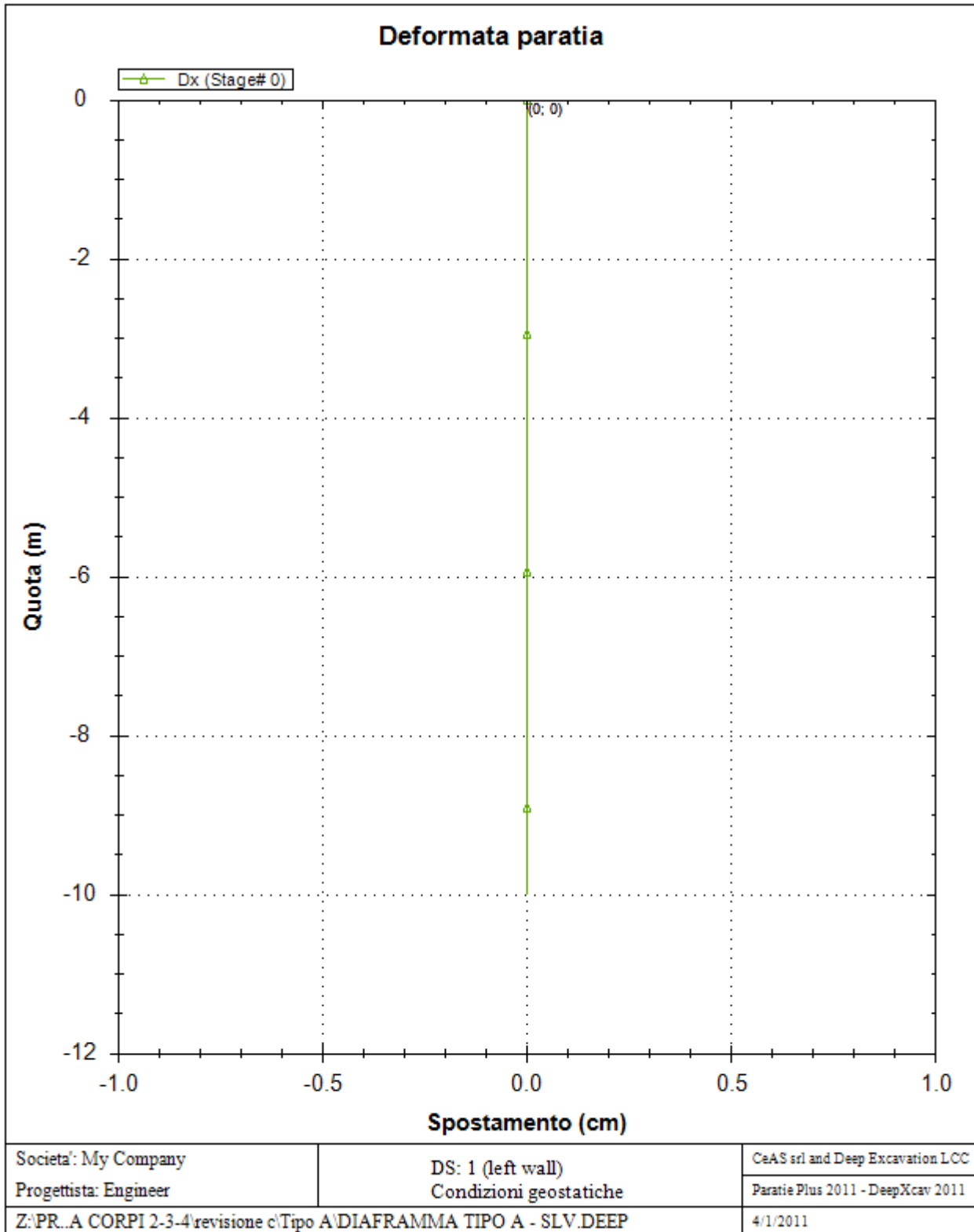
Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

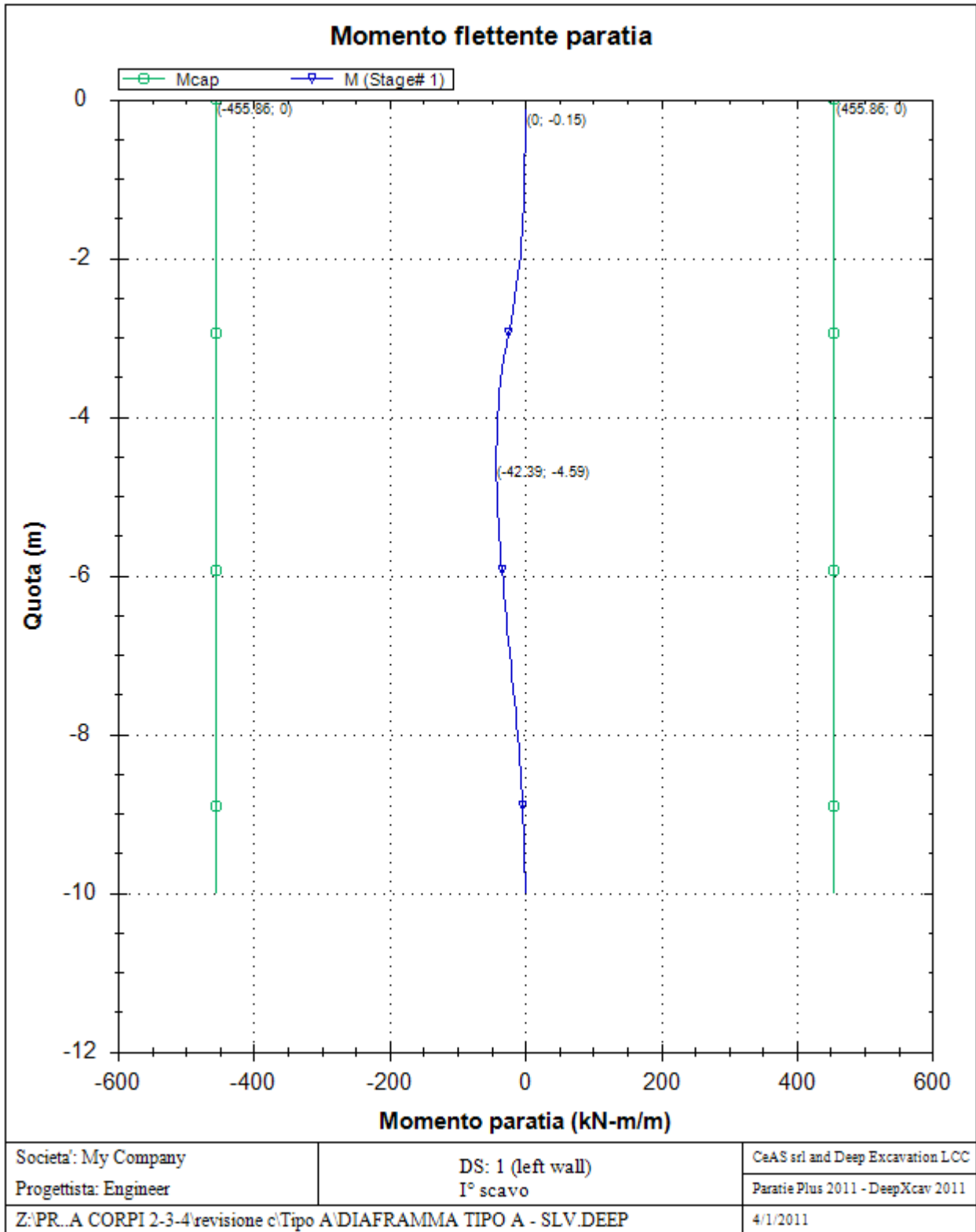
GRAFICI FASI DI SCAVO

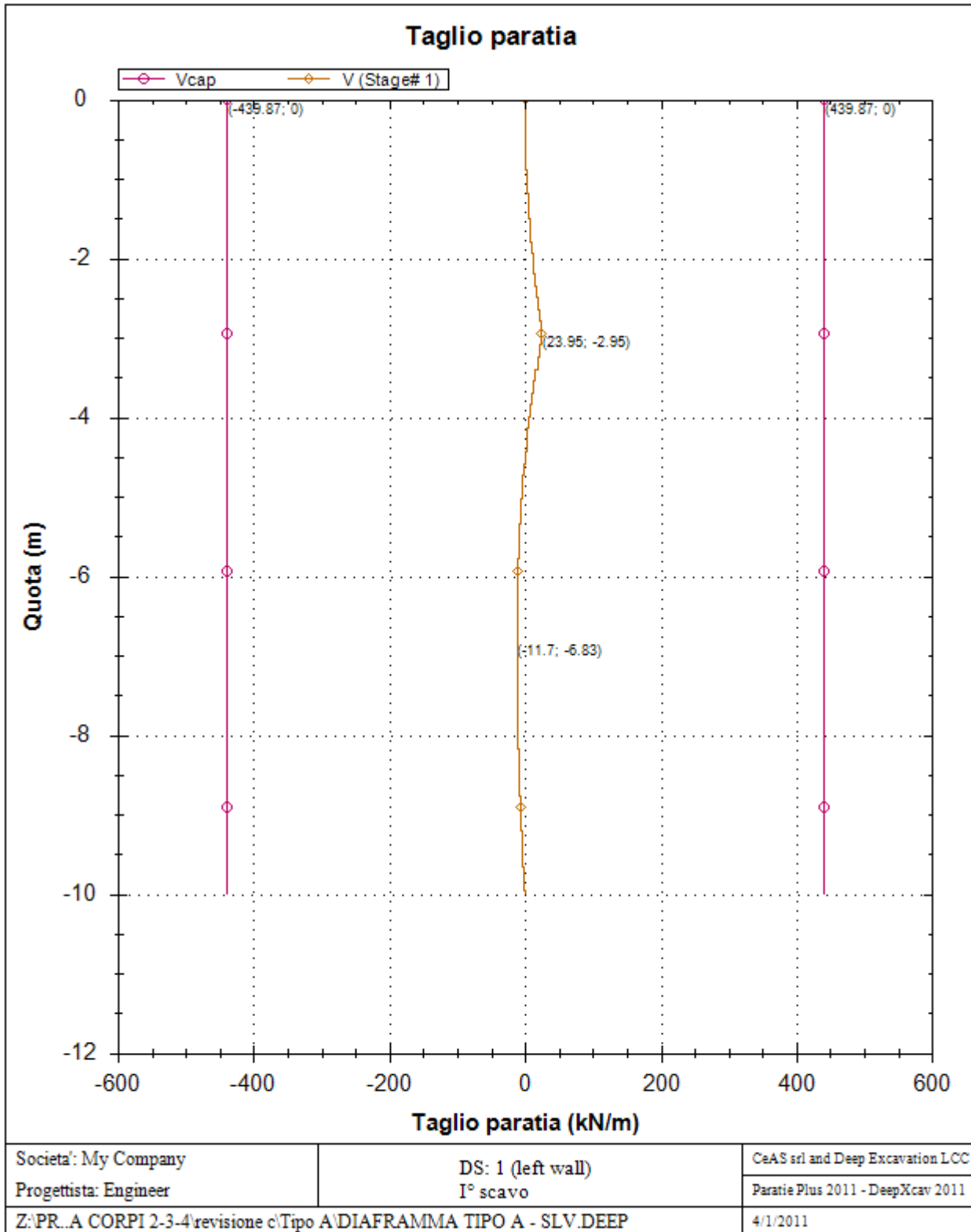
Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

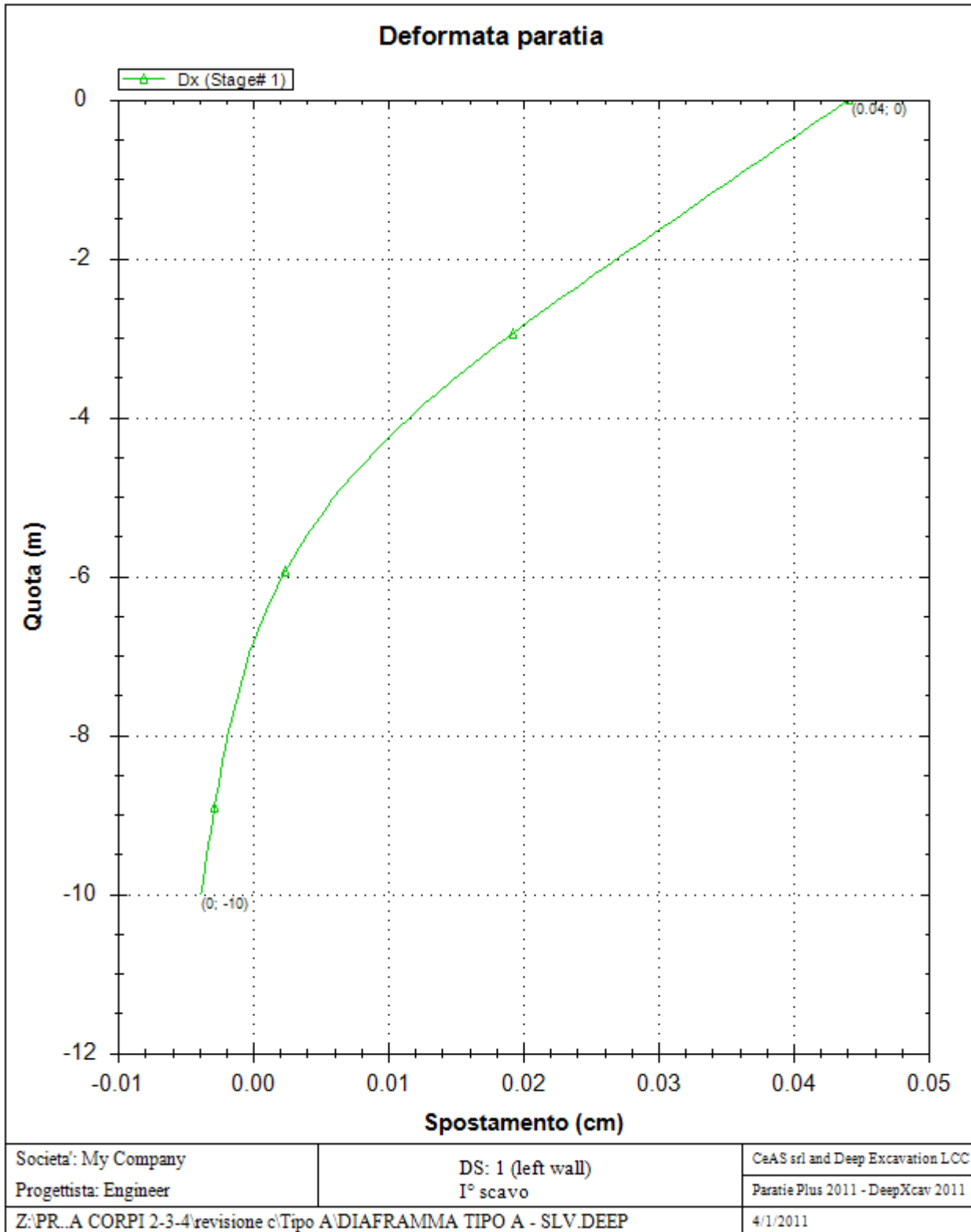


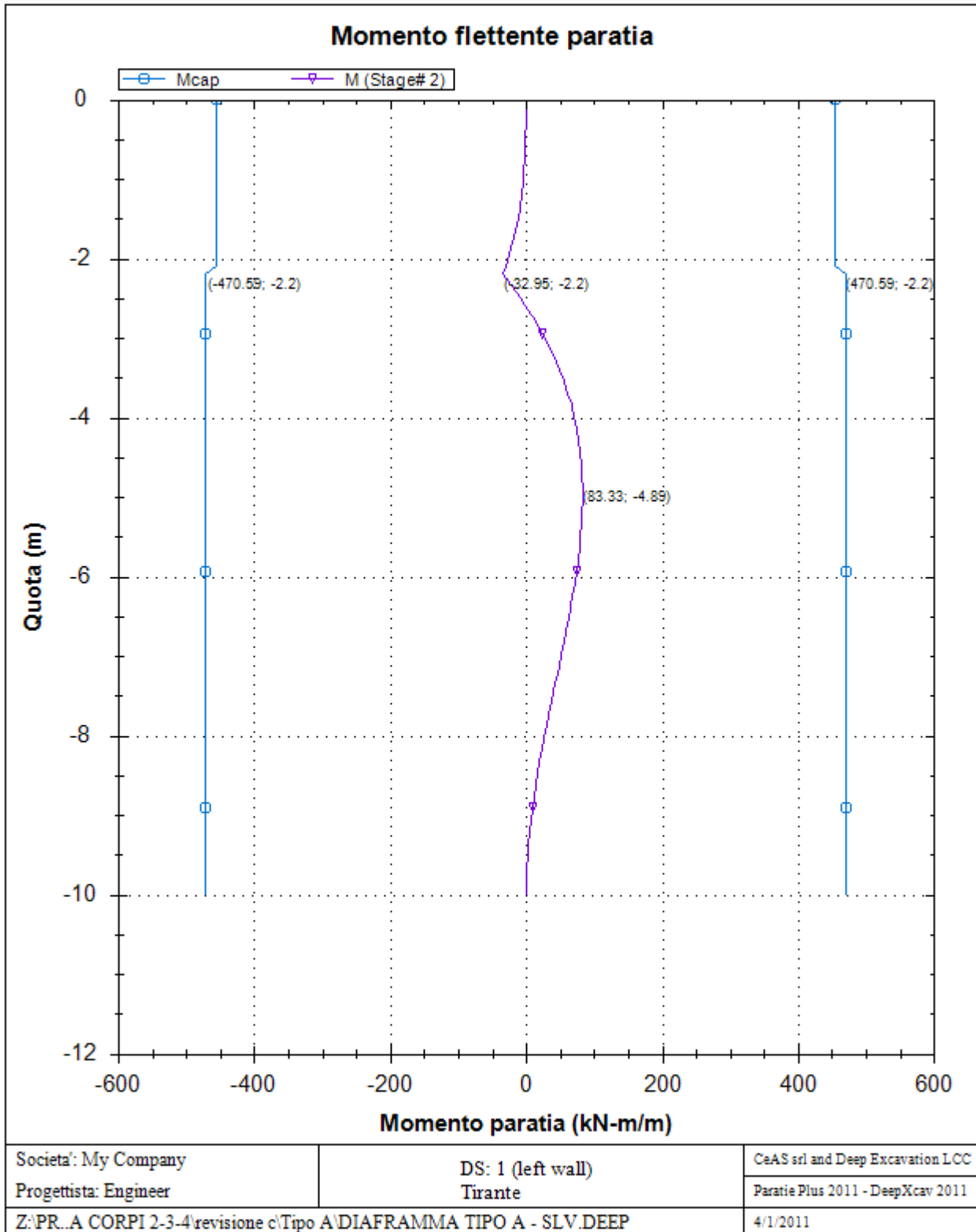


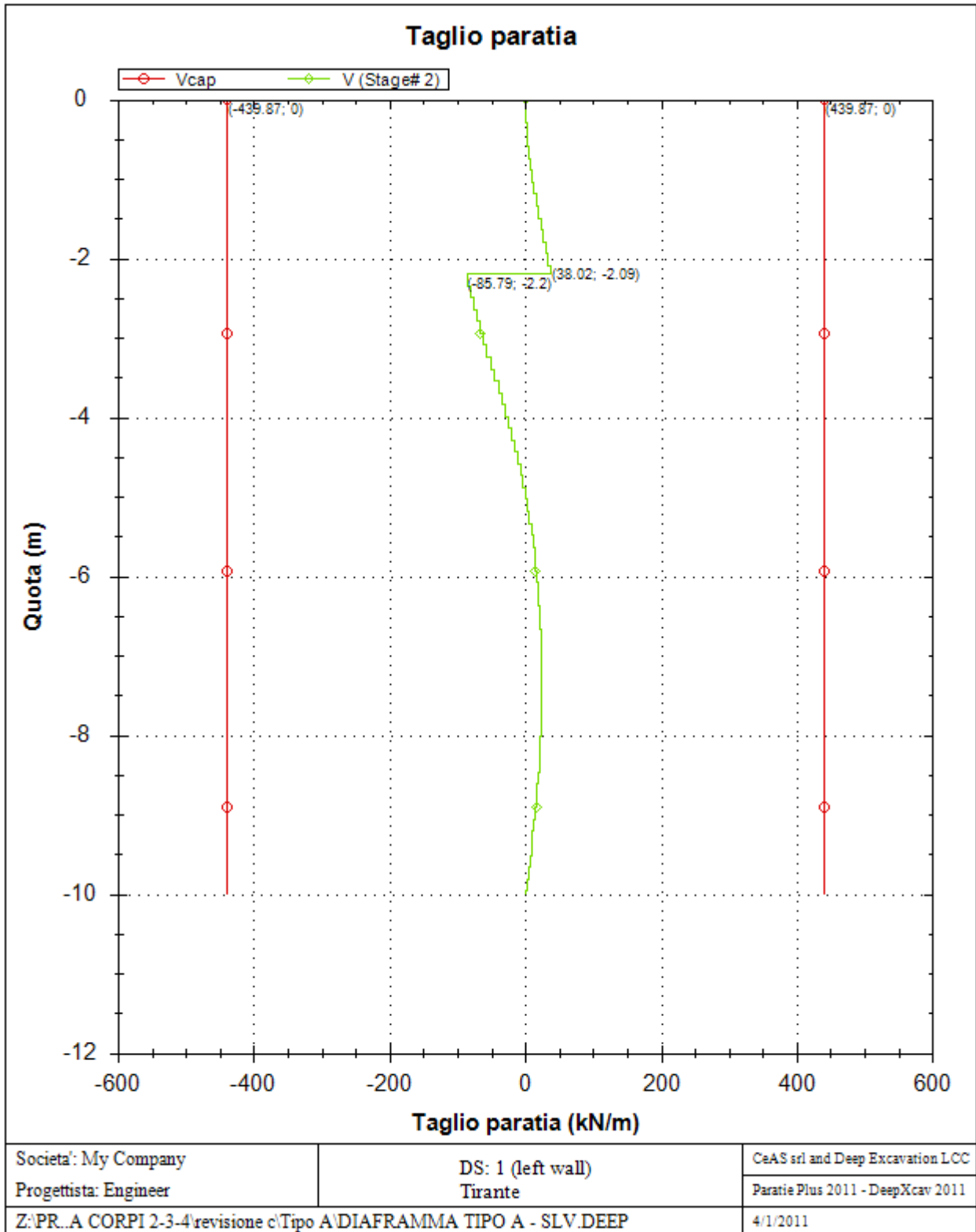


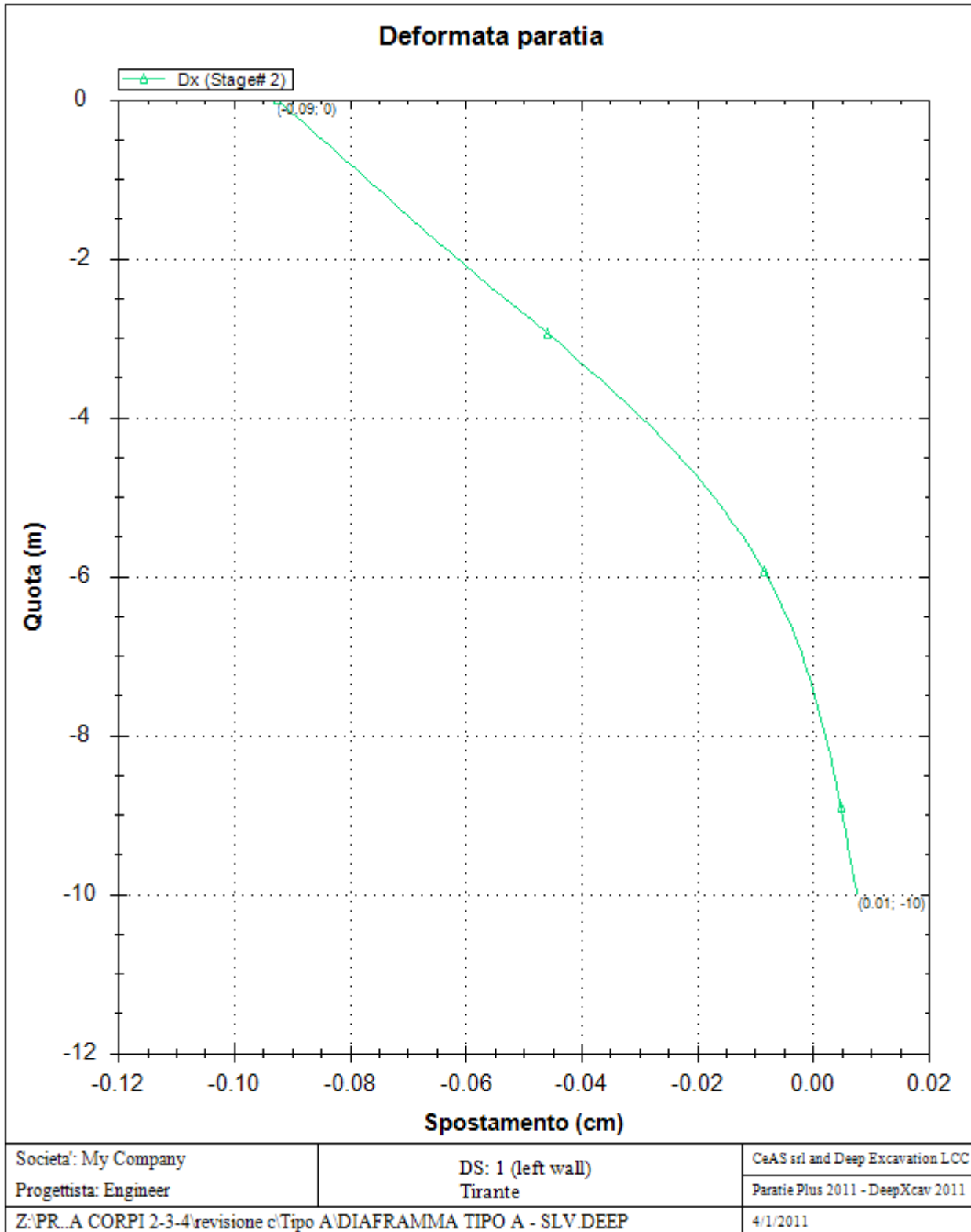


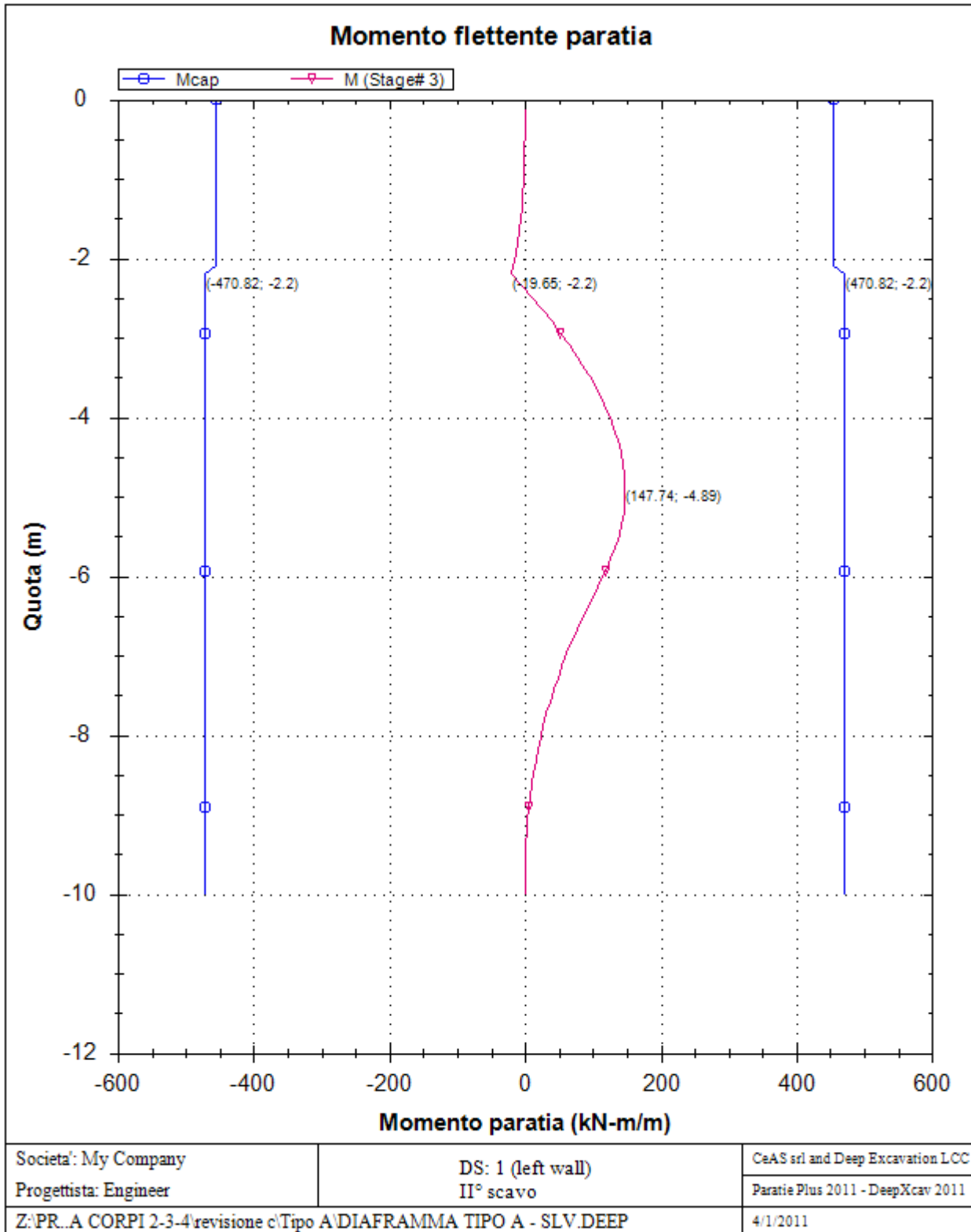


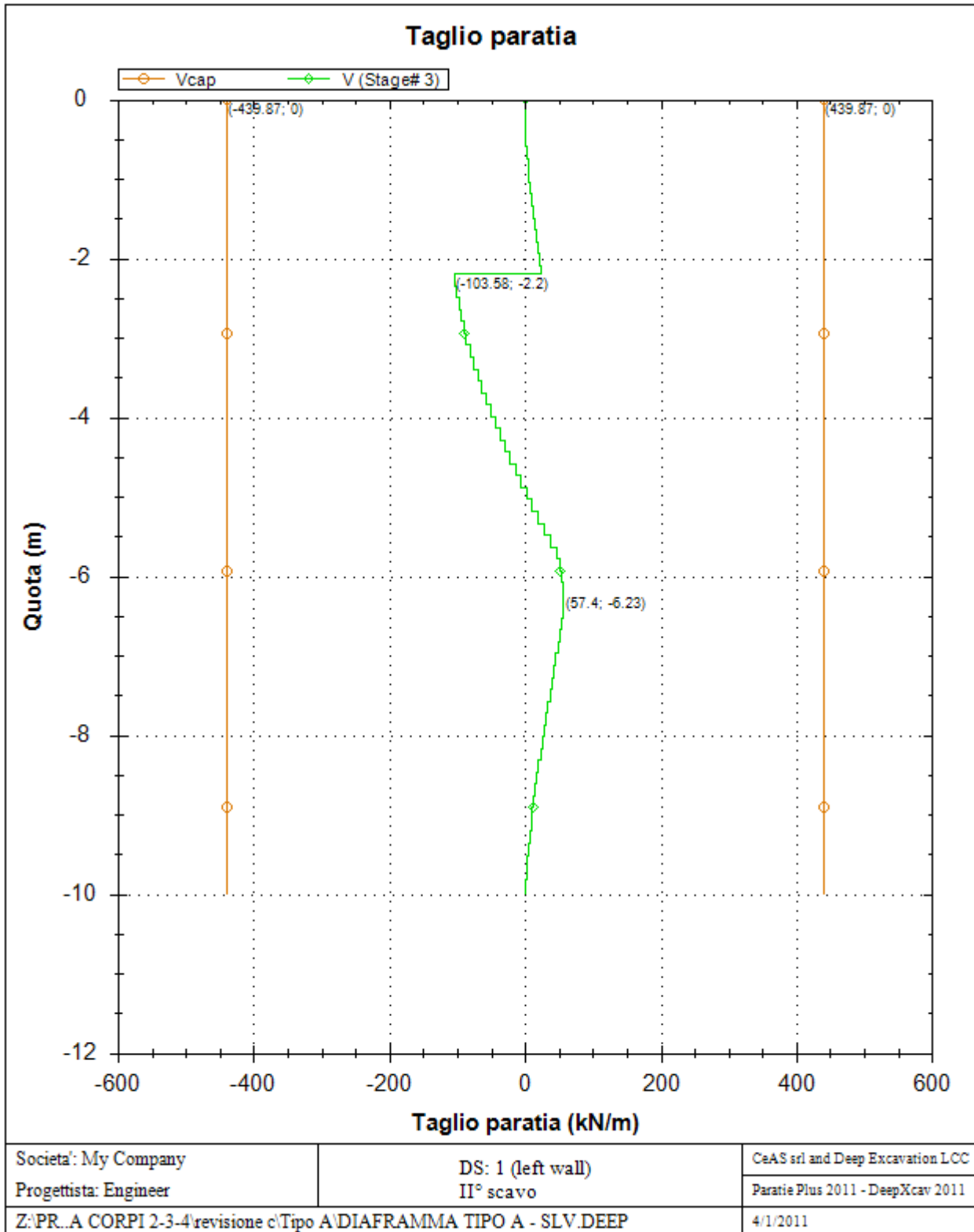


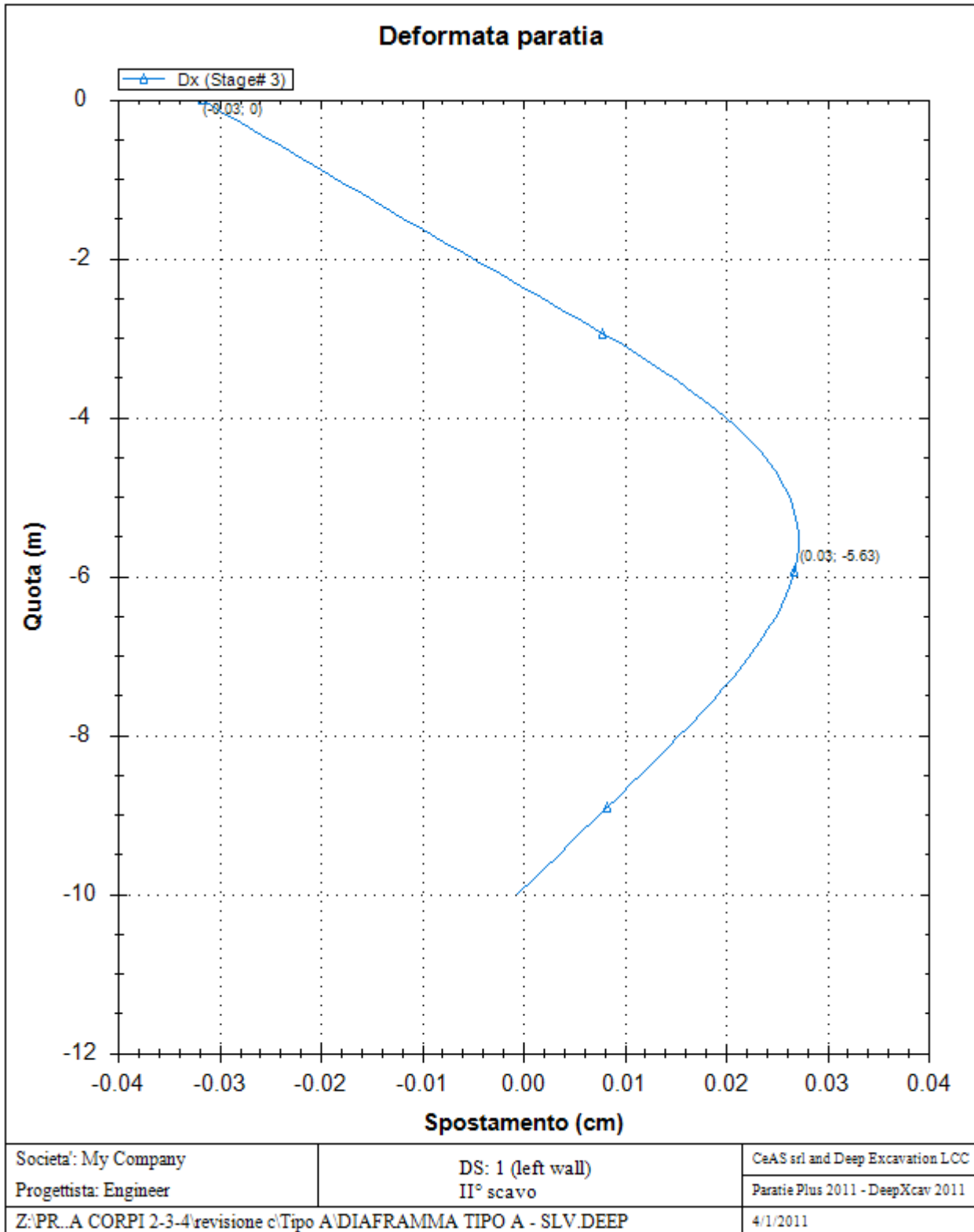


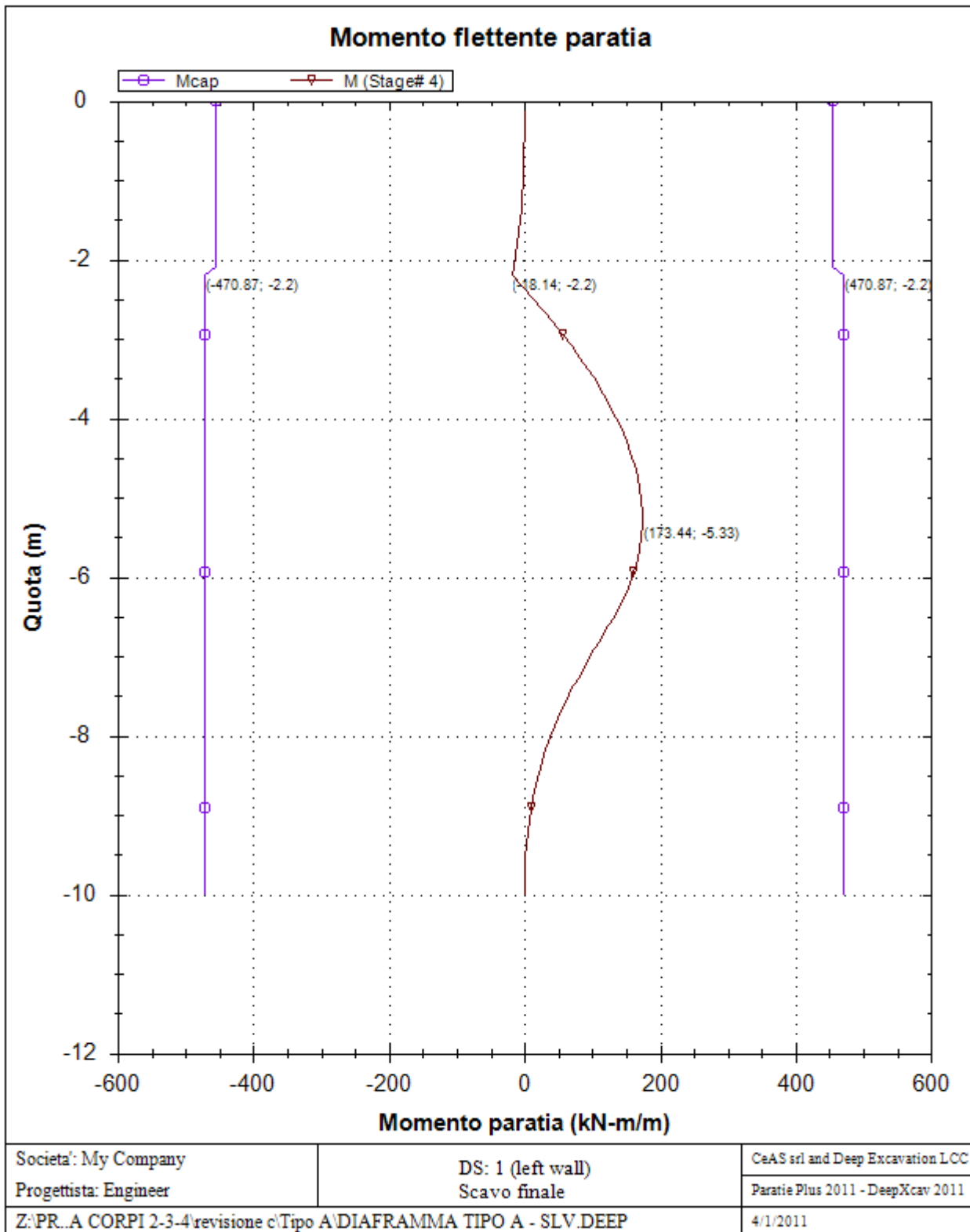


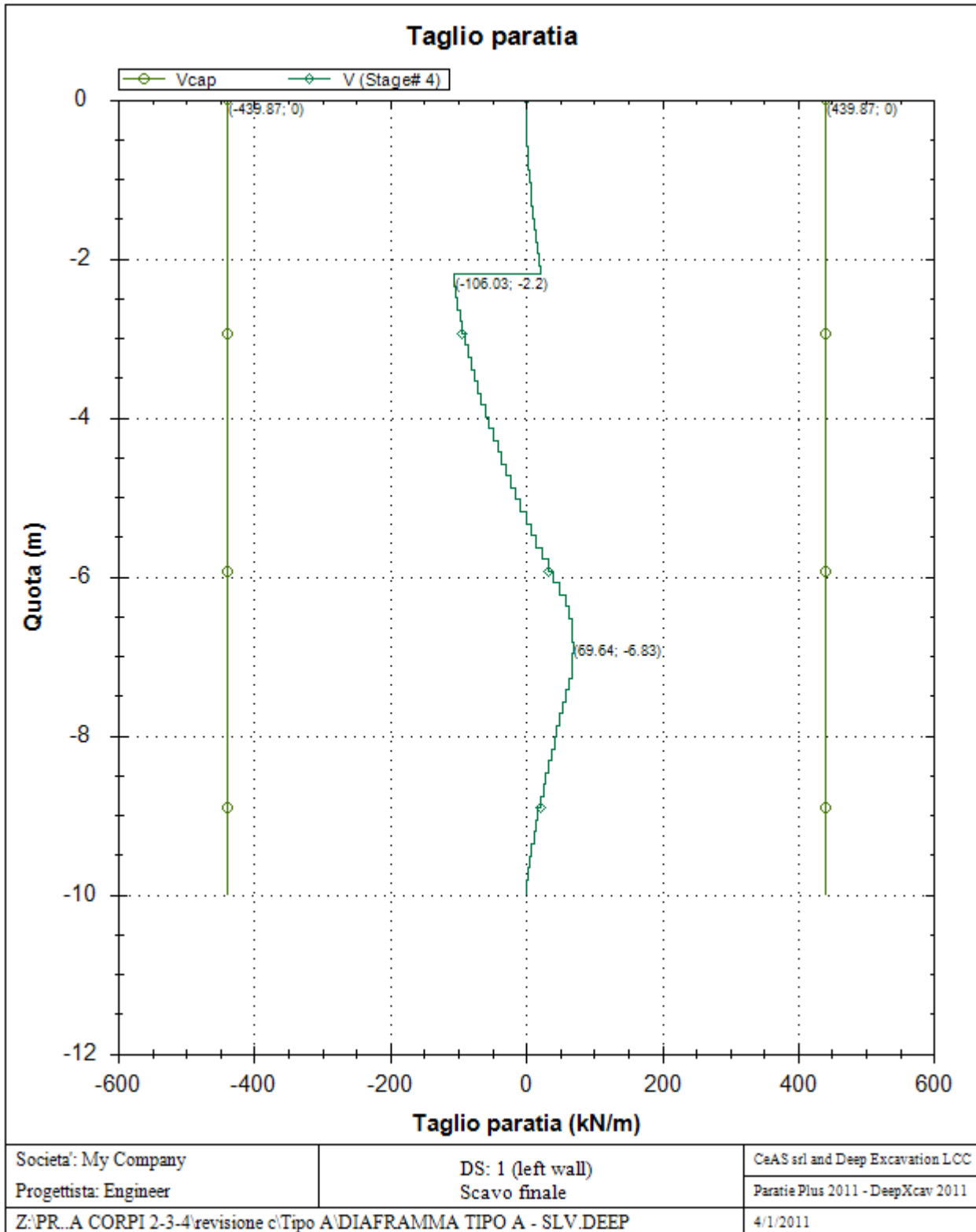


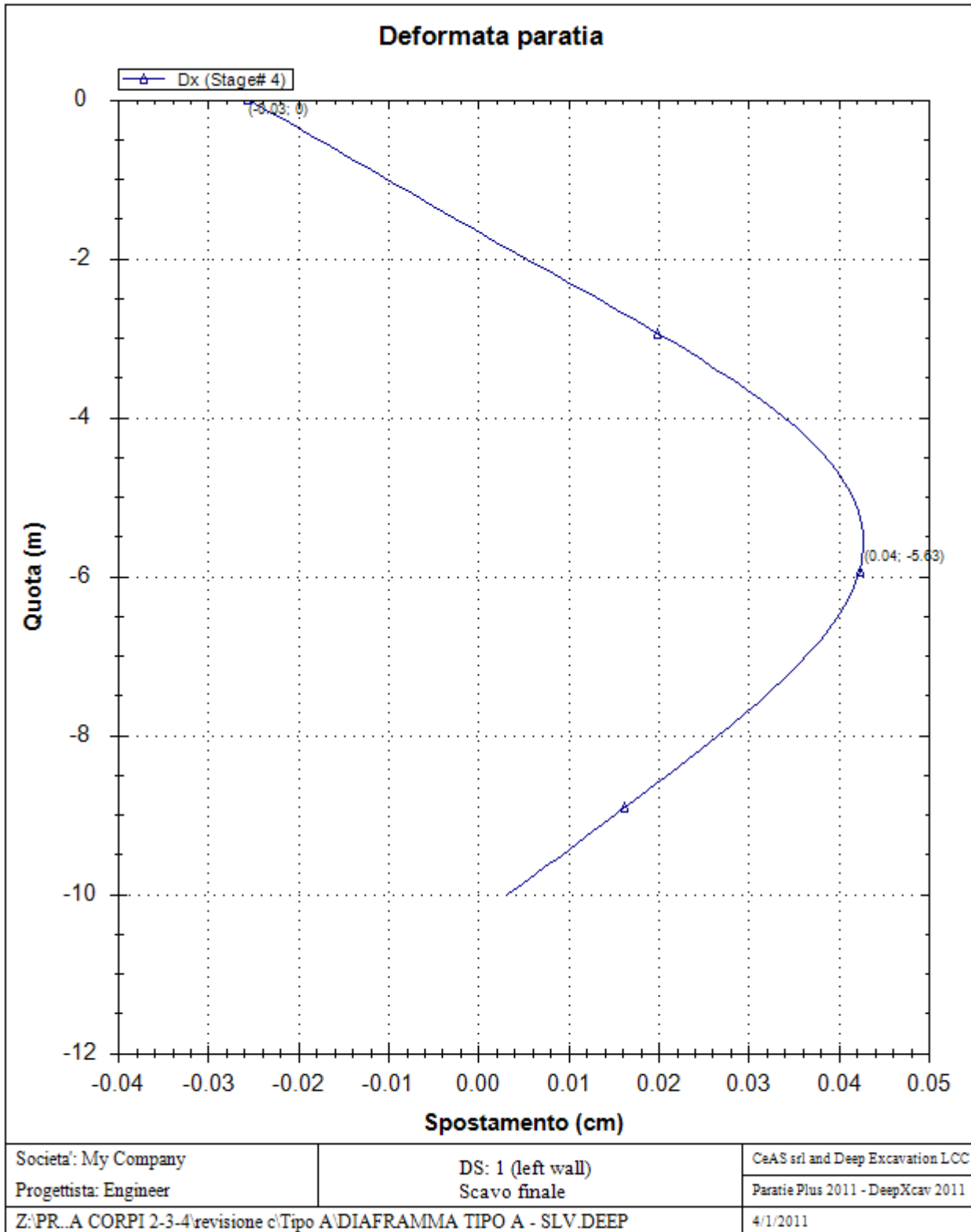


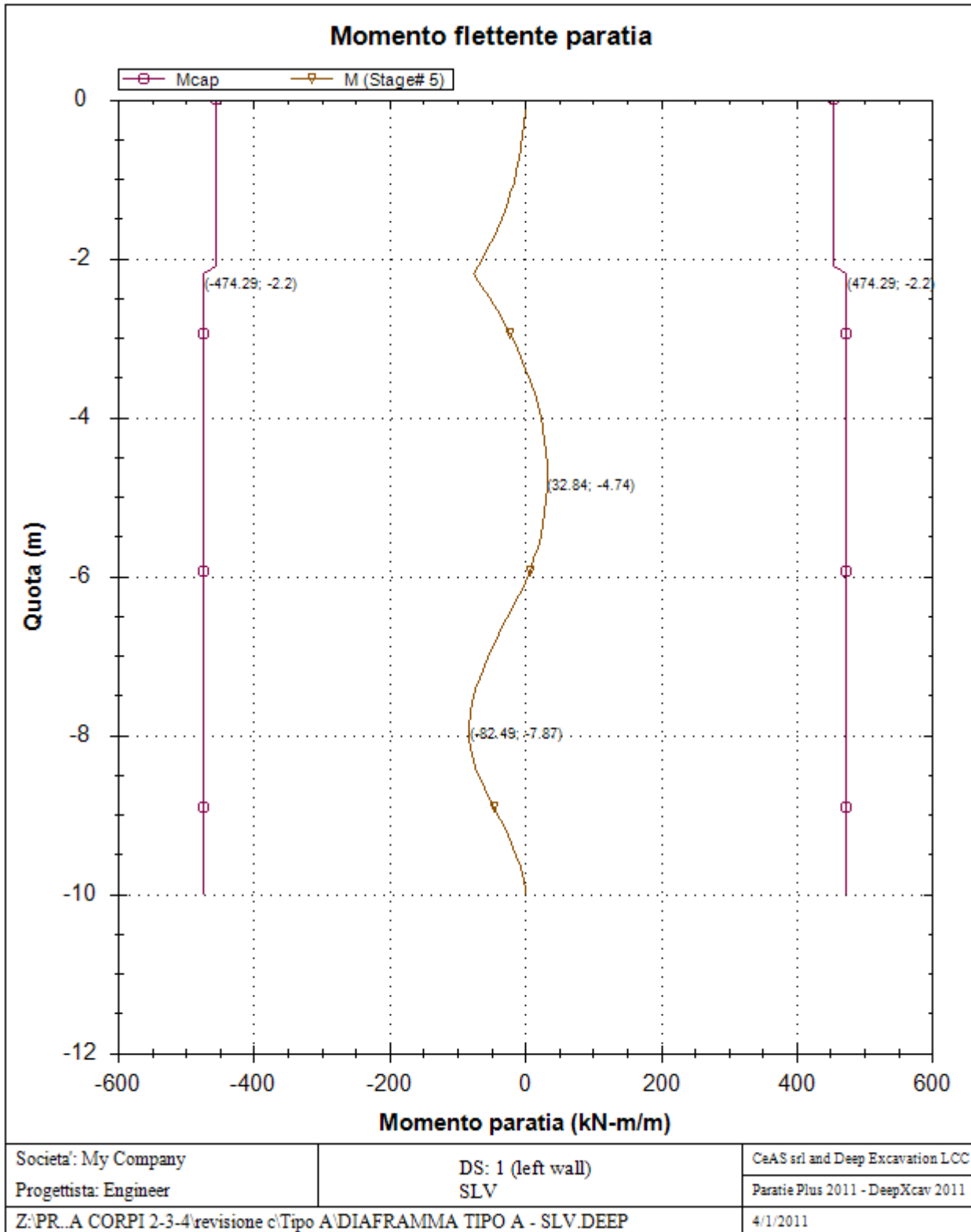


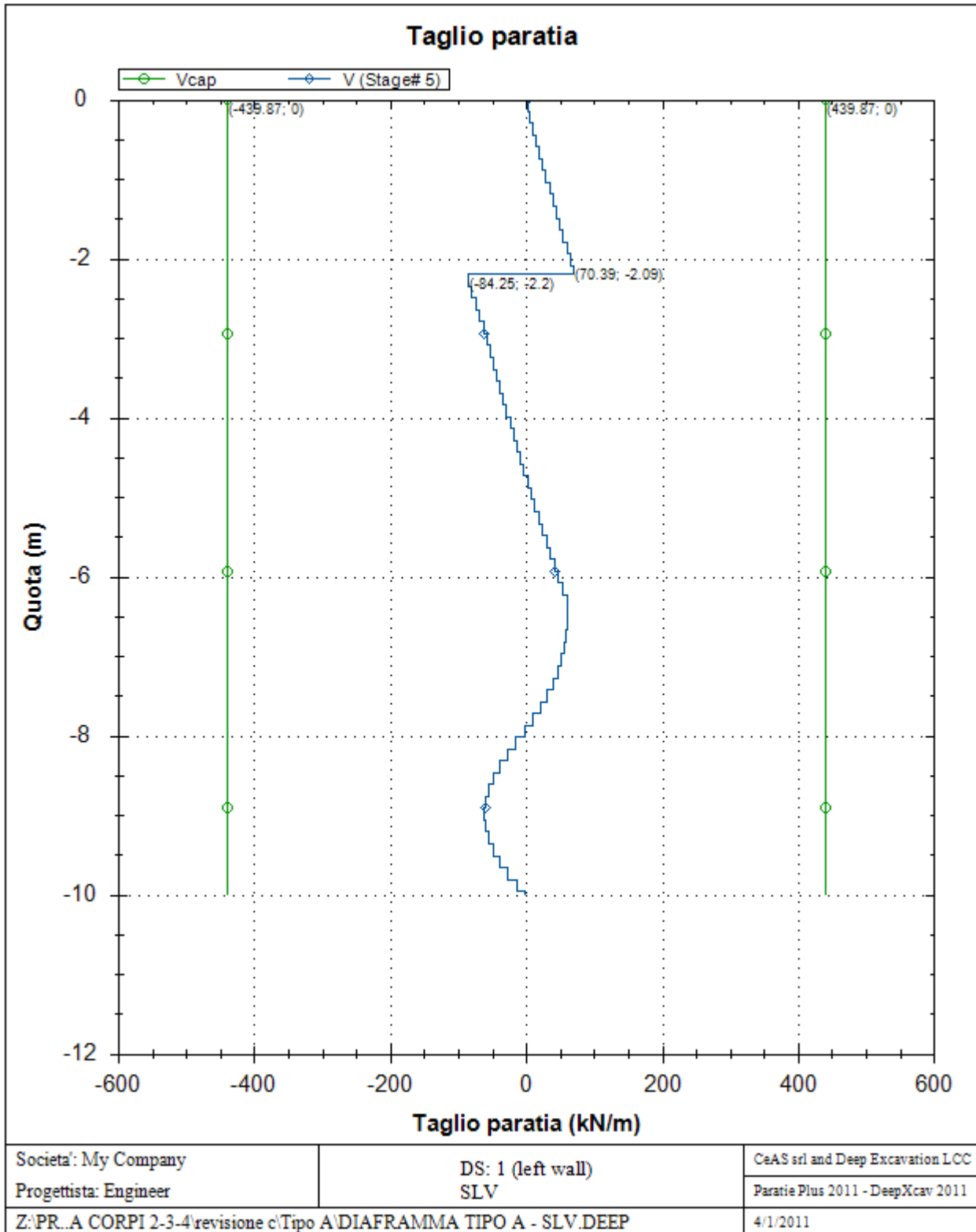


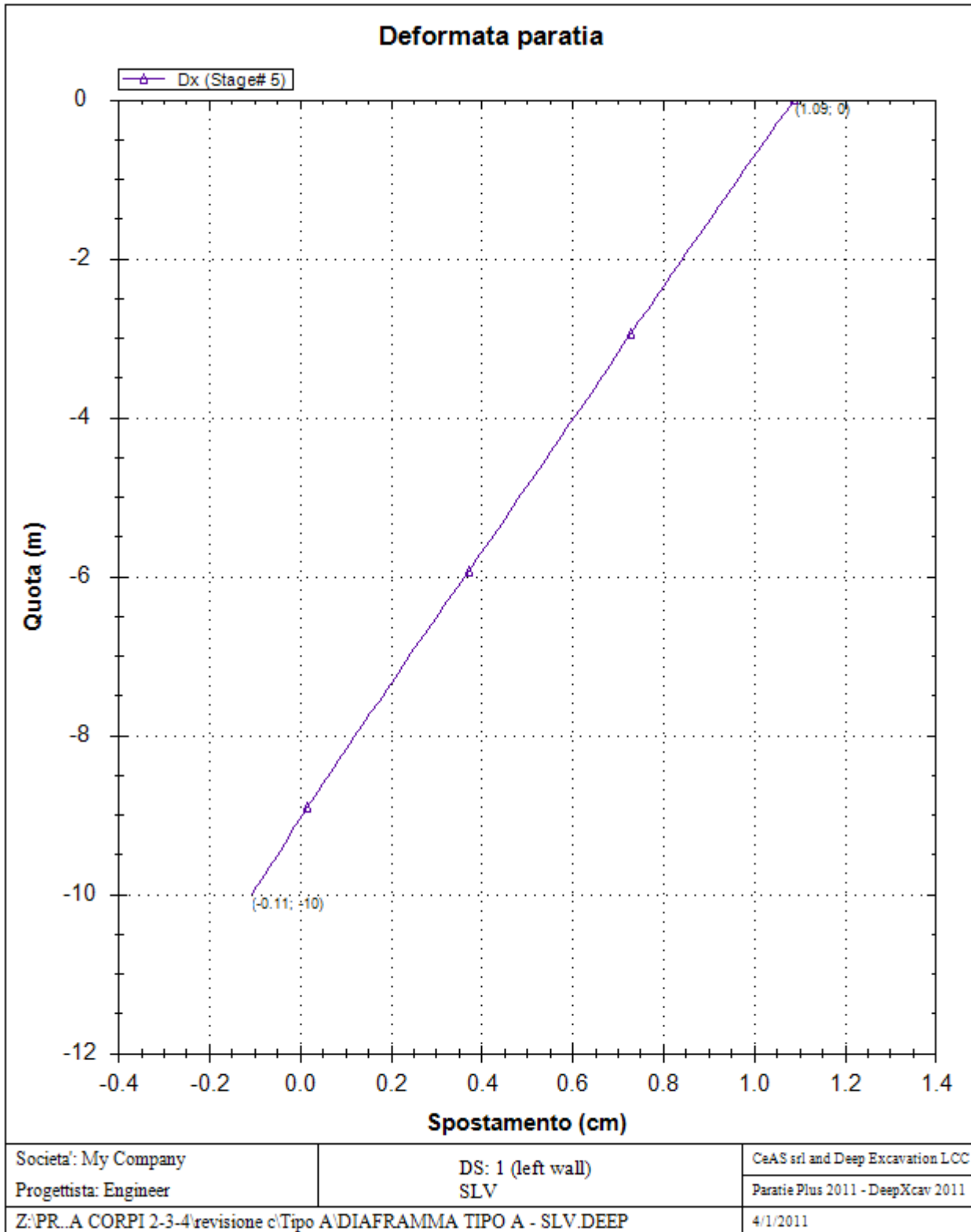













| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

REAZIONI VINCOLI (TIRANTI, PUNTONI, SOLETTE, SBADACCHI)

Vincolo 0

| Stage No | R (kN) |
|----------|-----------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 350.065 |
| 3 | 355.656 |
| 4 | 356.743 |
| 5 | 438.124 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

10.2 PARATIA TIPO B

10.2.1 ANALISI SLE + SLU

Risultati per la Design Section 0: Design section 0

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

| Stage | Design Code | Design Case | F(tan fr) | F (c') | F (Su) | F (EQ) | F(perm load) | F(temp load) | F(perm sup) | F(temp sup) | F Earth (Dstab) | F Earth (stab) | F GWT (Dstab) | F GWT (stab) | F HYD (Dstab) | F HYD (stab) | F UPL (Dstab) | F UPL (stab) |
|-------|-------------|-----------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 0 | Default | Service Factors | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | Default | Service Factors | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | Default | Service Factors | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | Default | Service Factors | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | Default | Service Factors | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | Default | Service Factors | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | Default | Service Factors | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore reazione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm sup=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp sup=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

| | | | | |
|---|---|---|--------------------------------------|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 |

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi

Summario di ogni approccio



| Design section 0 | Mom. paratia | Taglio paratia | Spost. paratia | Vincolo | Vincolo | Infissione | Commenti |
|--------------------------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|------------|------------------------|
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | (kN-m/m) | (kN/m) | (cm) | Reazione (kN/m) | TSF critico | FS paratia | |
| Design section 0 | 331.31 | 128.73 | 0.18 | 154.43 | 0.504 | 1.137 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 430.7 | 167.35 | 0.18 | 200.76 | 0.686 | 1.137 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 329.71 | 130.53 | 0.2 | 154.79 | 0.548 | 1.001 | Calculation successful |

Sommario esteso

| | Risultati di calcolo | Spost. paratia | Cedimenti | Mom. paratia | Mom. paratia |
|-----------------------------------|------------------------|----------------|-----------|--------------|--------------|
| | | (cm) | (cm) | (kN-m/m) | (kN-m) |
| Design section 0 | Calculation successful | 0.18 | 0.14 | 331.31 | 828.28 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | Calculation successful | 0.18 | 0.14 | 430.7 | 1076.76 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | Calculation successful | 0.2 | 0.18 | 329.71 | 824.28 |

| | Taglio paratia | Taglio paratia | TSF combinato | TSF momento | TSF taglio | SLS cls |
|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|------------|-----------------|
| | (kN/m) | (kN) | / | / | / | Ver. tensionale |
| Design section 0 | 128.73 | 321.82 | 0.386 | 0.386 | 0.293 | 0.298 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 167.35 | 418.37 | 0.495 | 0.495 | 0.38 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 130.53 | 326.32 | 0.384 | 0.384 | 0.297 | N/A |

| | SLS acciaio | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | FS |
|--------------------------------------|-----------------|--------------|------------|---------|---------|-------------------|-------------|
| | Ver. tensionale | R max (kN/m) | R max (kN) | TSF GEO | TSF STR | Verifica pull out | Fondo scavo |
| Design section 0 | 0.401 | 154.43 | 409.24 | 0.504 | 0.504 | 0.44 | 4.371 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 200.76 | 532.01 | 0.686 | 0.655 | 0.686 | 4.371 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | 154.79 | 410.19 | 0.548 | 0.505 | 0.548 | 3.497 |

| | | | | |
|---|---|---|--|--------------------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 |

| | FS | FS piede | FS piede | Zcut | FS | FS | FS |
|--------------------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|-------------|-------------|
| | Passivo | Rotazione | Lunghezza | (Paratie) | Pass. mobilitata | Vera/Attiva | Sifonamento |
| Design section 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.137 | 2.426 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.137 | 2.426 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.001 | 1.593 | N/A |

Voci critiche

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment Check | 0.495 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment (kN-m/m) | 430.703 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment (kN-m) | 1076.758 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 825.041 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Shear (kN/m) | 167.349 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear (kN) | 418.372 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Check | 0.38 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 5: III° Scavo | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Displacements (cm) | 0.195 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | N/A |
| Surface Settlements (cm) | 0.176 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Reaction (kN) | 532.011 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Reaction (kN/m) | 200.759 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Check | 0.686 | 1: 0: DM08_ITA: | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |



| | | | | | |
|-------------------|-------|---|-----------------|-----------|---|
| | | Comb. 1: A1+M1+R1 | | | |
| Support Check GEO | 0.686 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Check STR | 0.655 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |

Risultati vincoli

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|---------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| 1 Support Reaction | 524.226 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Reaction | 197.821 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check | 0.646 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: II° scavo | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check GEO | 0.563 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: II° scavo | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check STR | 0.646 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: II° scavo | 1: Wall 1 | 0 |
| 2 Support Reaction | 532.011 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Reaction | 200.759 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Check | 0.686 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Check GEO | 0.686 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Check STR | 0.655 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |

Risultati paratia

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|------------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment ABS (kN-m) | 1076.758 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment +M (kN-m) | 1076.758 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | | | | |
|-------------------------------|----------|---|-----------------|-----------|----|
| Wall Moment -M (kN-m) | -145.412 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: II° tirante | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment Check | 0.495 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 825.041 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Shear (kN) | 418.372 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Check | 0.38 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 5: III° Scavo | 1: Wall 1 | 21 |

Momento massimo per ogni fase



| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|-----------------|-------------------|--------|--------|
| M stg0 (kN-m/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| M stg1 (kN-m/m) | -38.35 | -49.85 | -48.55 |
| M stg2 (kN-m/m) | 101.35 | 131.76 | 98.67 |
| M stg3 (kN-m/m) | 145.76 | 189.49 | 145.29 |
| M stg4 (kN-m/m) | 85.56 | 111.23 | 89.42 |
| M stg5 (kN-m/m) | 282.16 | 366.81 | 302.9 |
| M stg6 (kN-m/m) | 331.31 | 430.7 | 329.71 |

Taglio massimo per ogni fase

| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|---------------|-------------------|---------|---------|
| V stg0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| V stg1 (kN/m) | 18.69 | 24.3 | 22.47 |
| V stg2 (kN/m) | -90.76 | -117.99 | -89.64 |
| V stg3 (kN/m) | -107.07 | -139.19 | -105.49 |
| V stg4 (kN/m) | -86.93 | -113 | -84.94 |
| V stg5 (kN/m) | -125.84 | -163.59 | -130.53 |
| V stg6 (kN/m) | -128.73 | -167.35 | -130.14 |

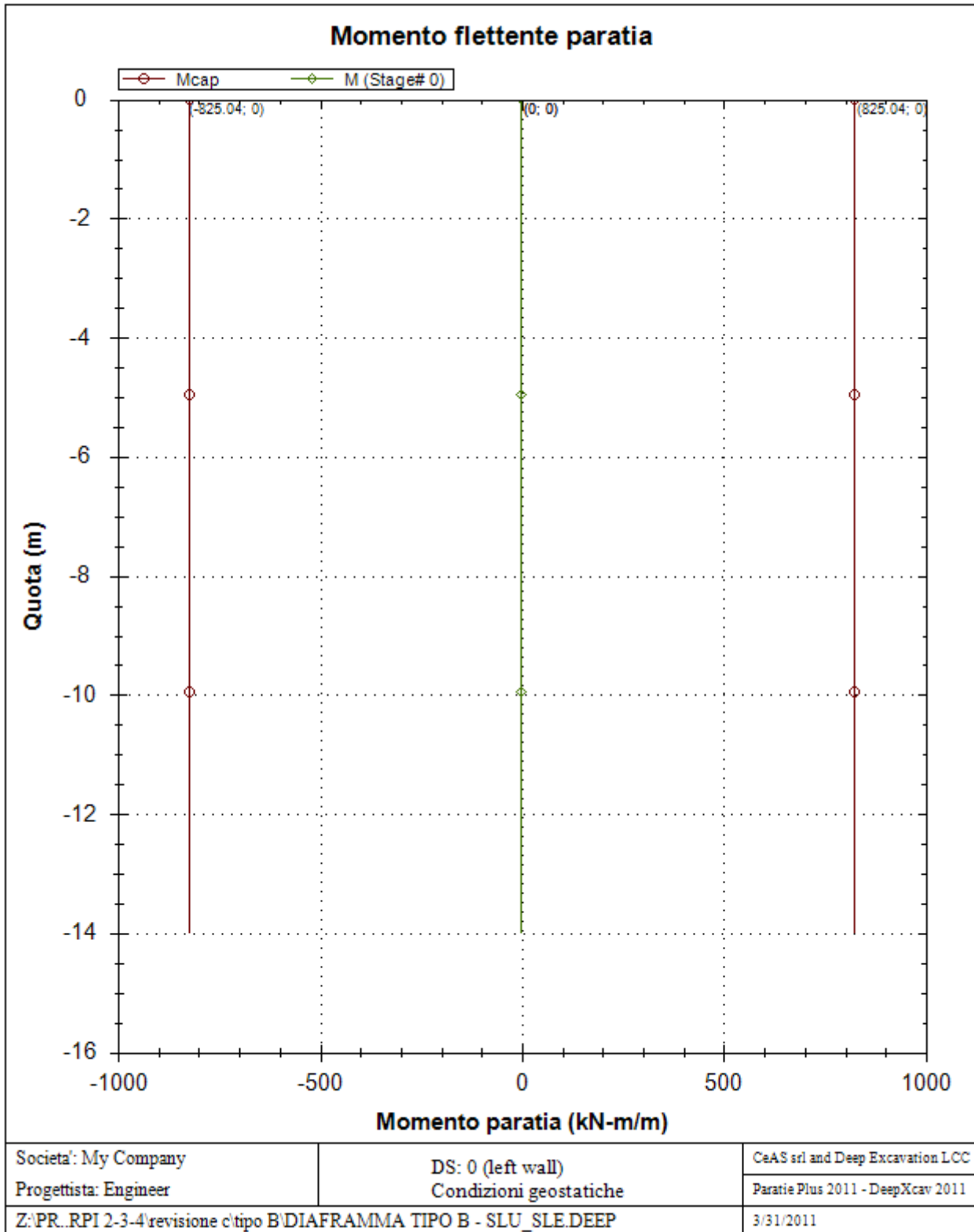
Massima reazione vincolare

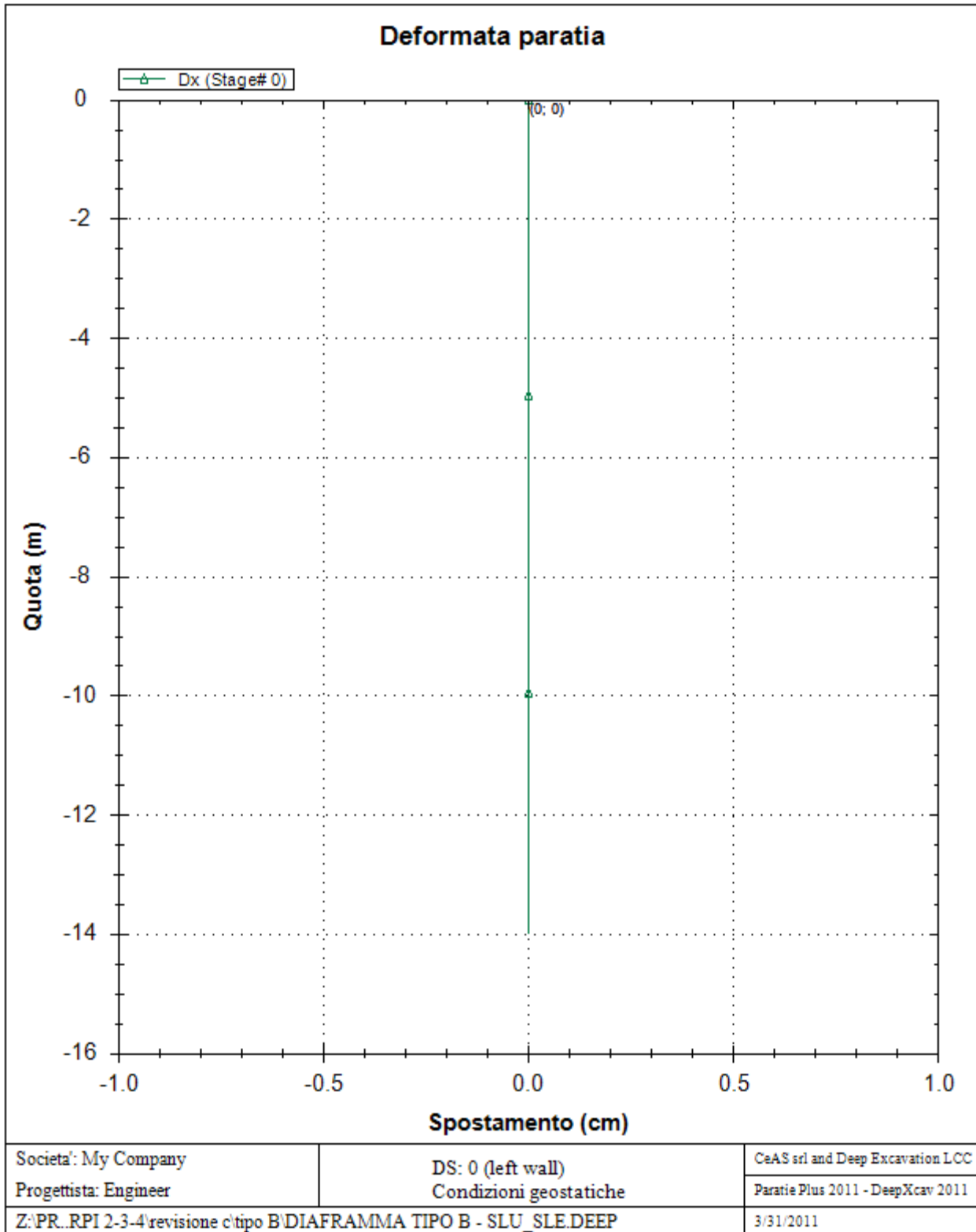
| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|----------------------|-------------------|--------|--------|
| Rmax Stage #0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| Rmax Stage #1 (kN/m) | 0 | 0 | 0 |
| Rmax Stage #2 (kN/m) | 0 | 0 | 0 |
| Rmax Stage #3 (kN/m) | 0 | 0 | 0 |
| Rmax Stage #4 (kN/m) | 150.9 | 196.17 | 150.9 |
| Rmax Stage #5 (kN/m) | 153.63 | 199.72 | 154.03 |
| Rmax Stage #6 (kN/m) | 154.43 | 200.76 | 154.79 |

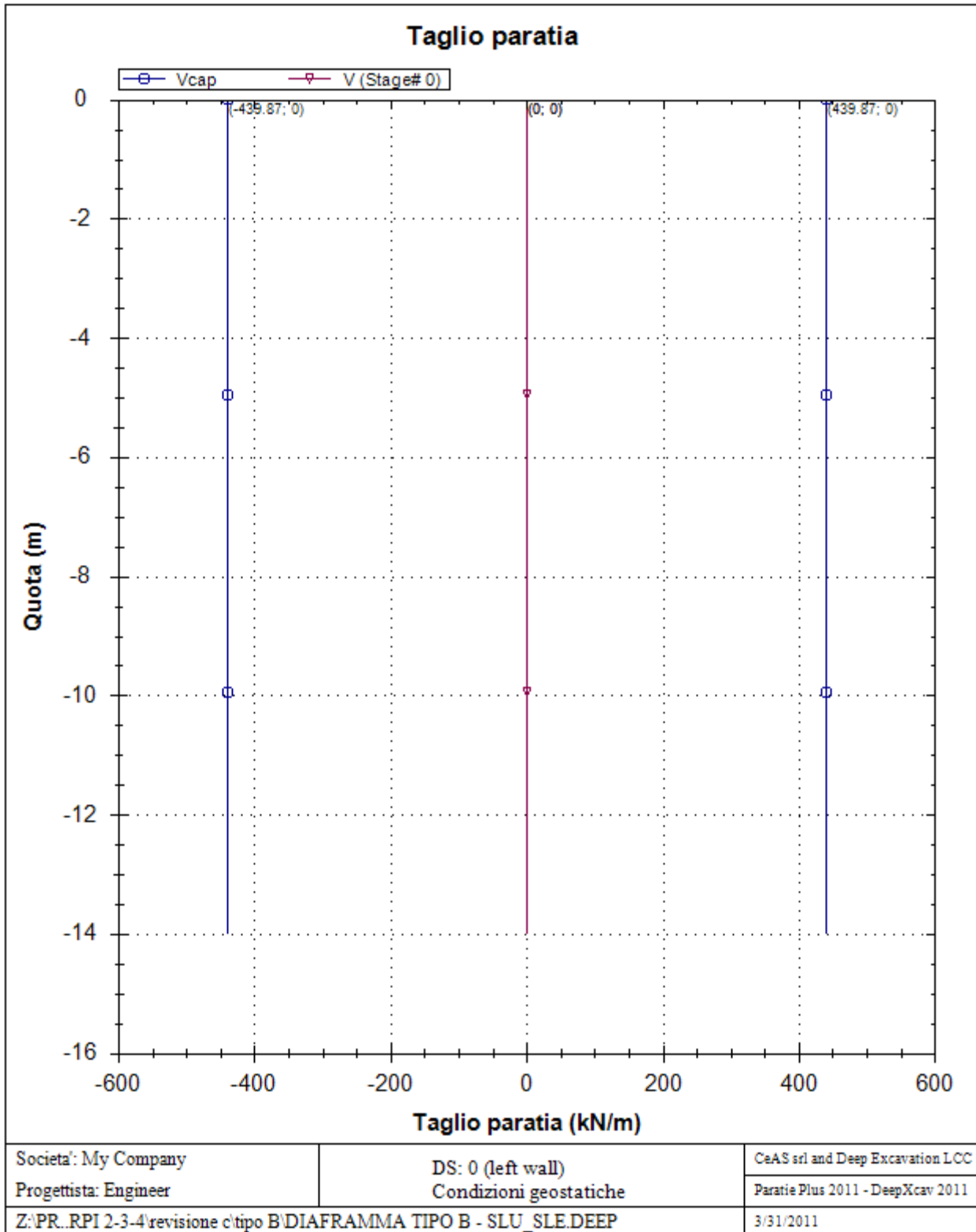
| | | | | |
|---|---|---|-----------------------------------|--|
|  |  | <p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p> | | |
| <p align="center">PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO</p> | <p><i>Codice documento</i> CD0319_F0</p> | <p><i>Rev</i> F0</p> | <p><i>Data</i> 20/06/2011</p> | |

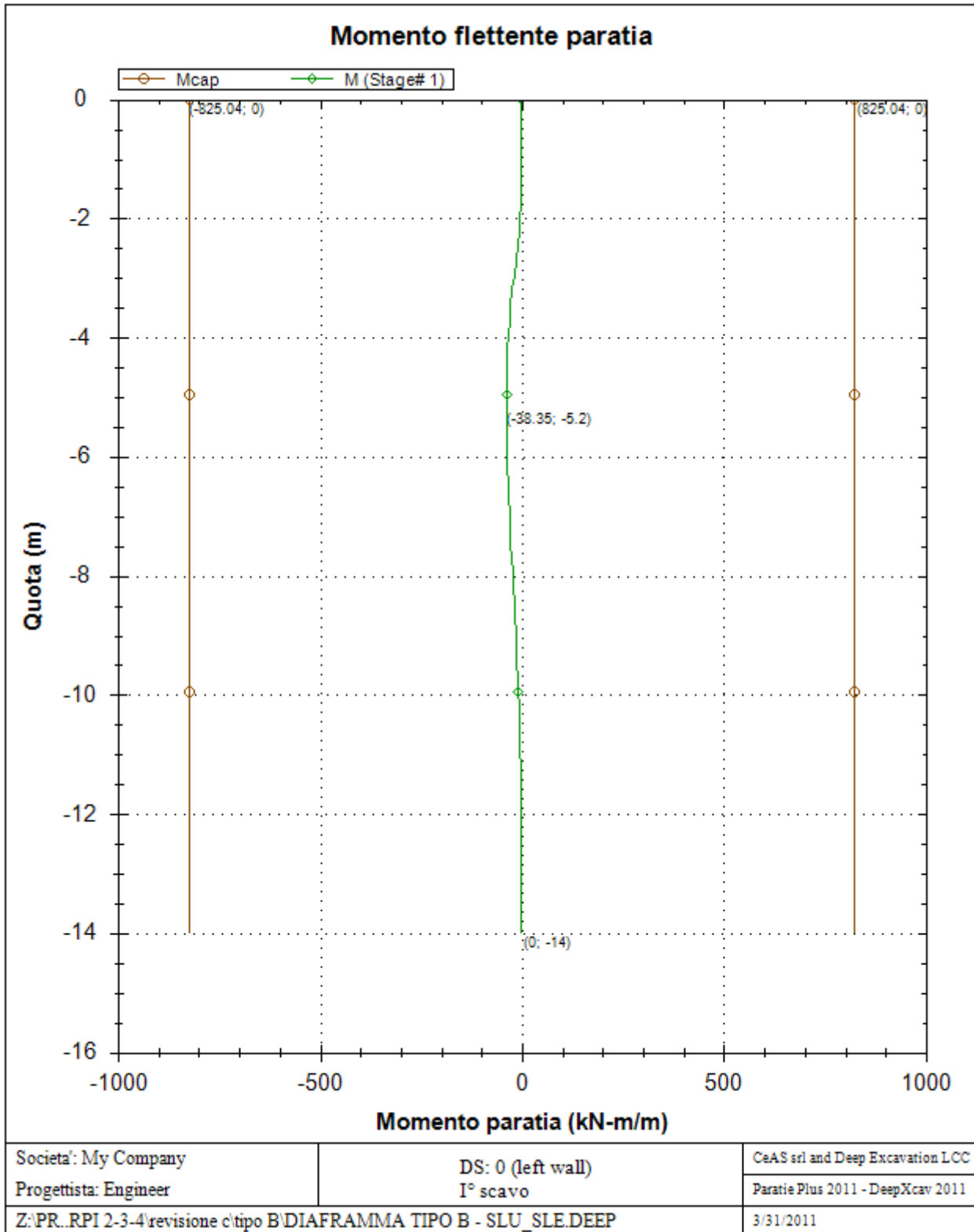
GRAFICI FASI DI SCAVO

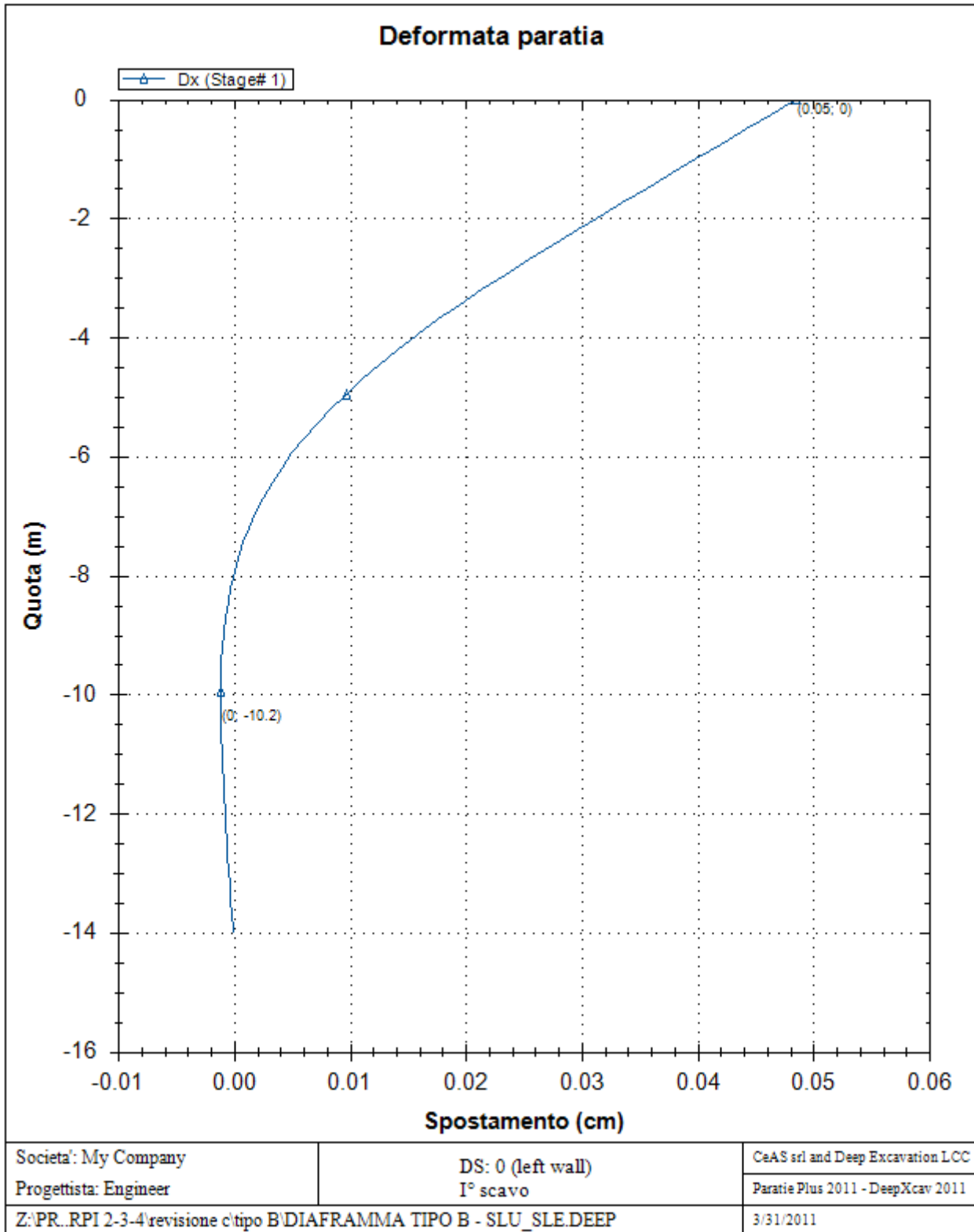
Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

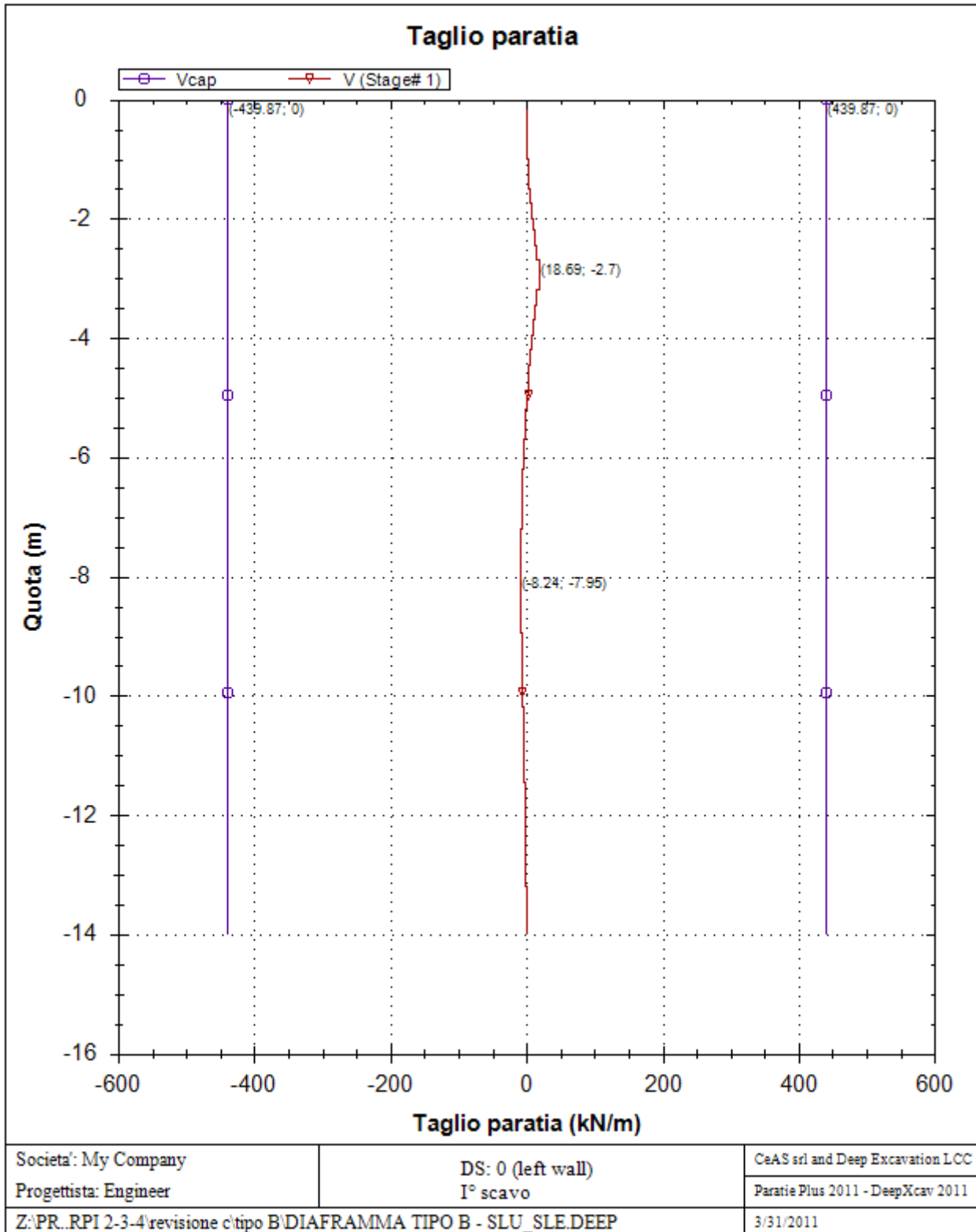


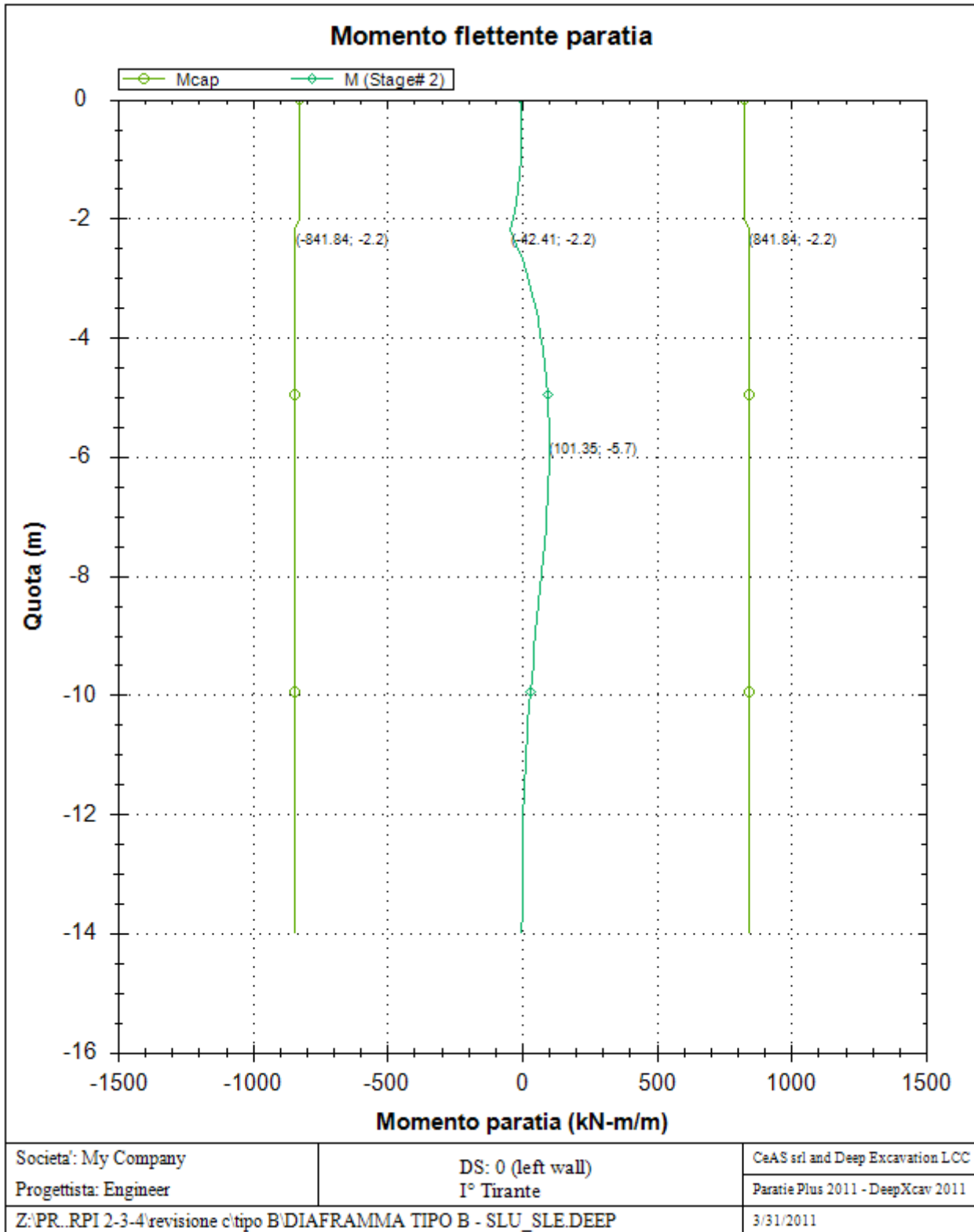


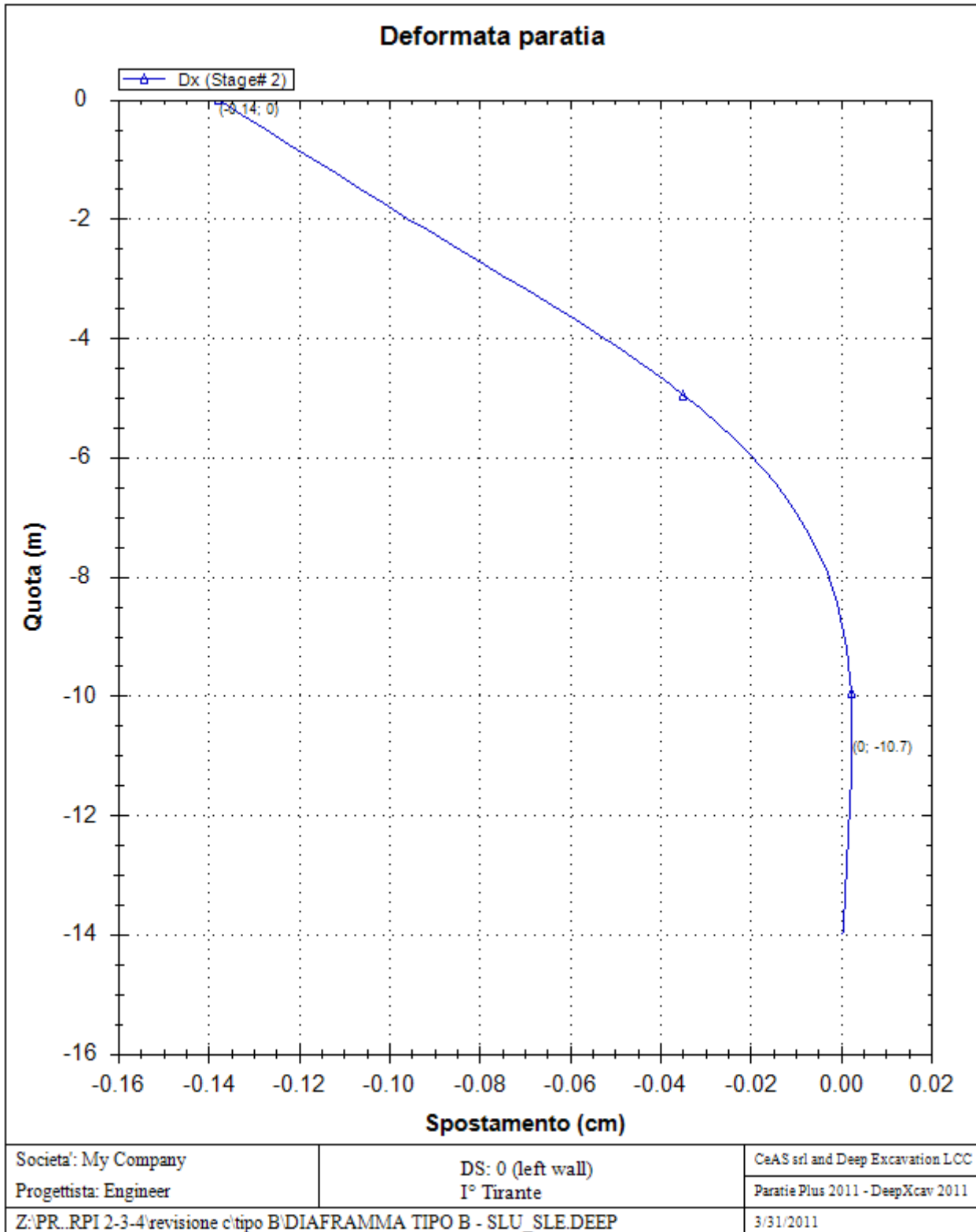


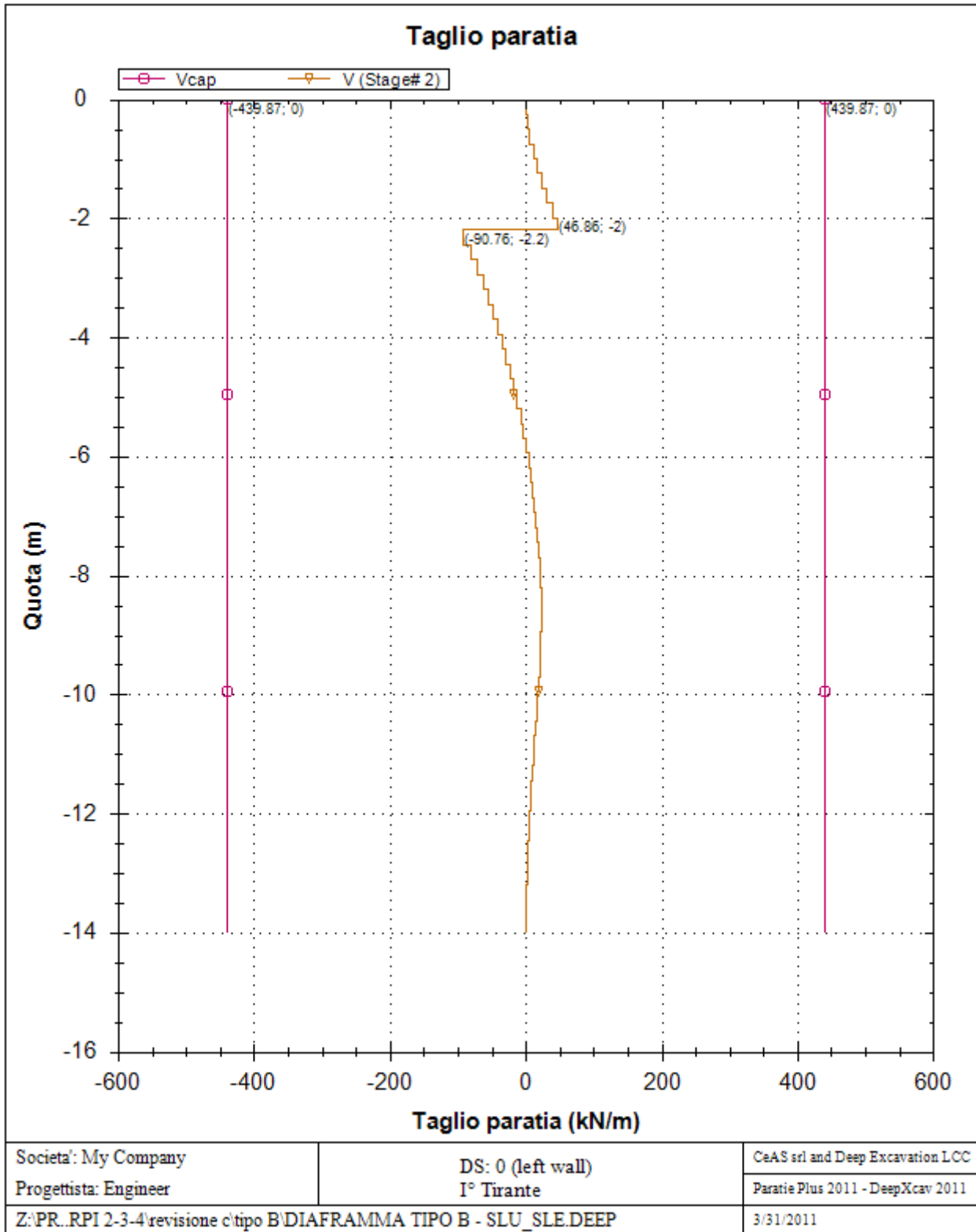


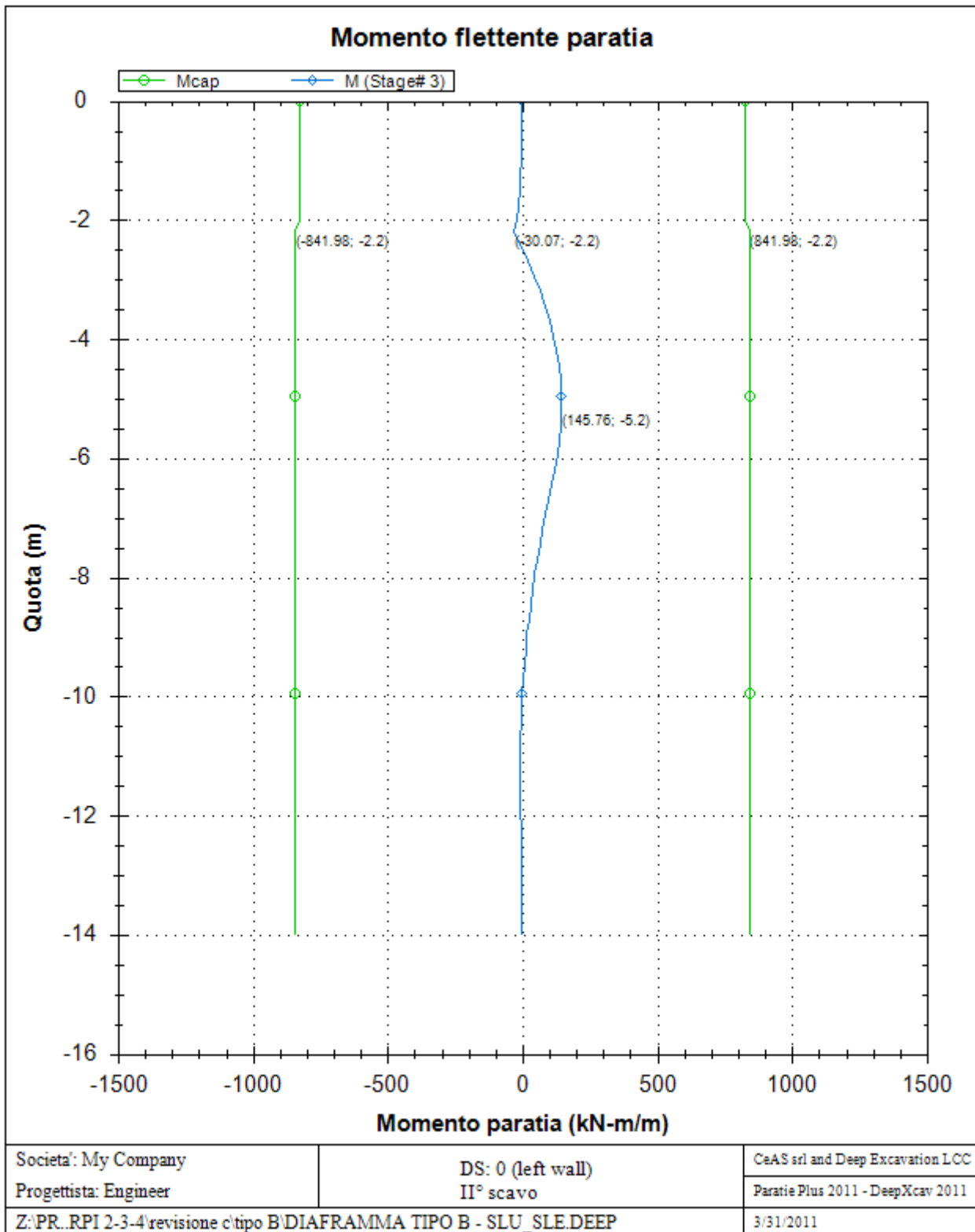


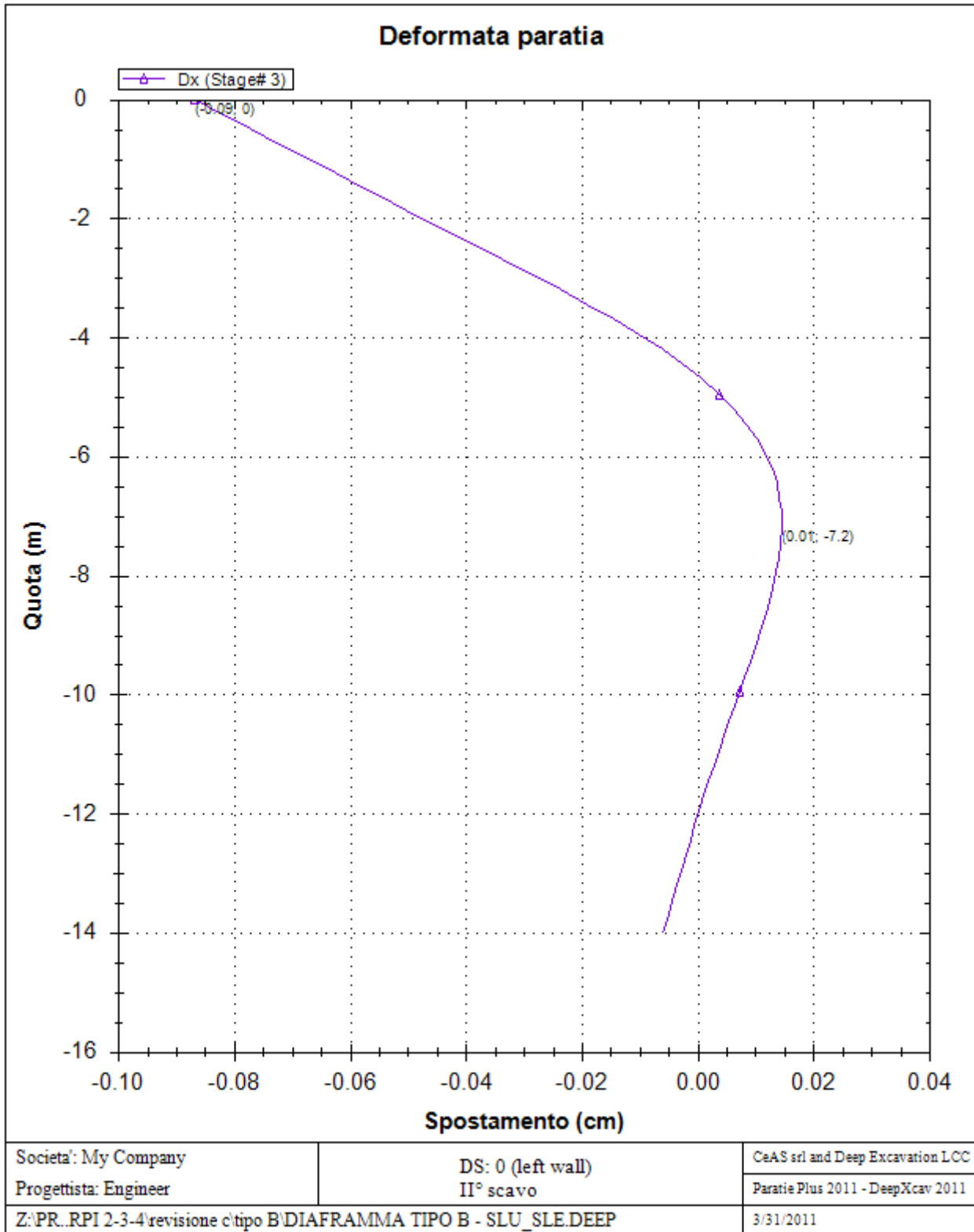


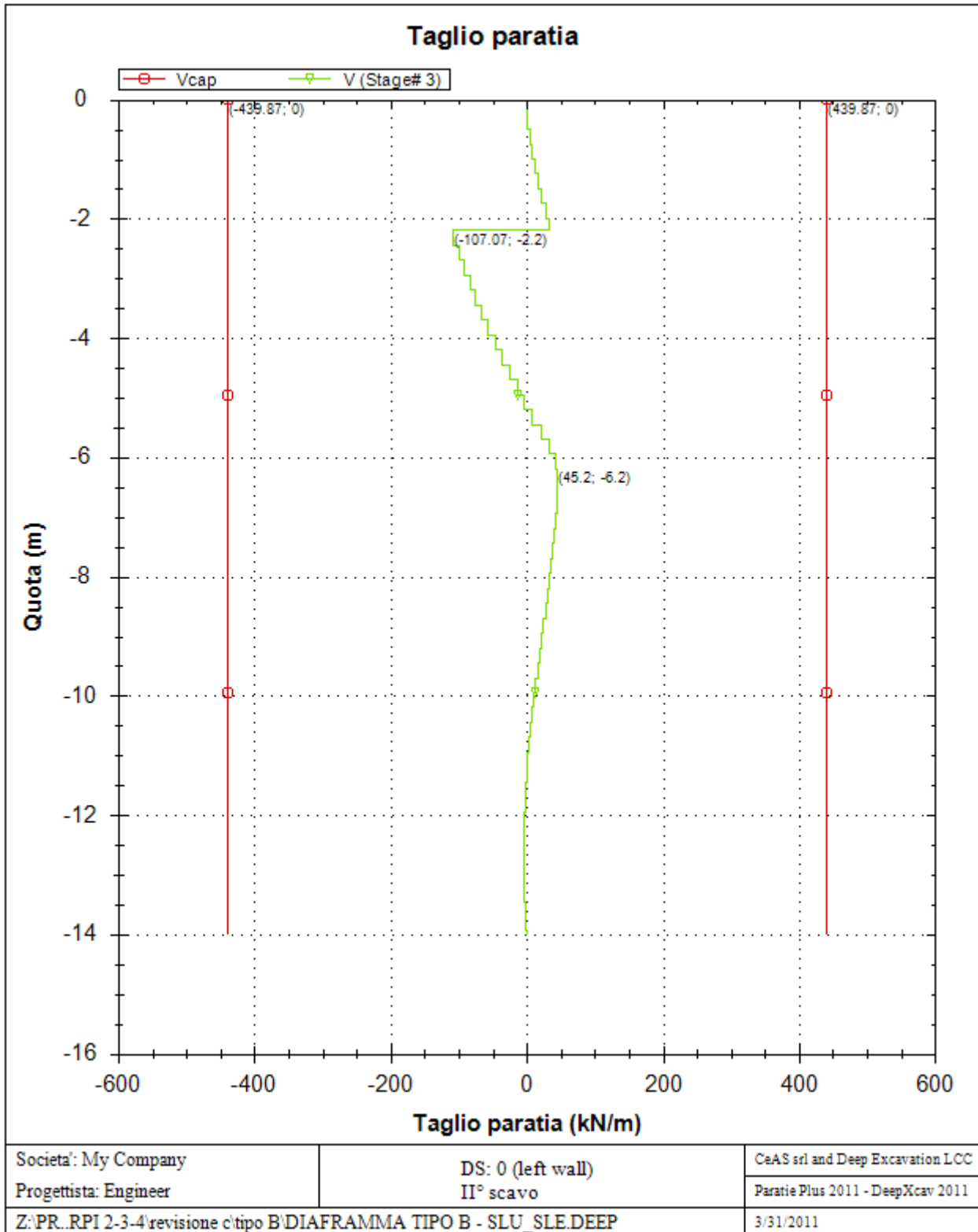


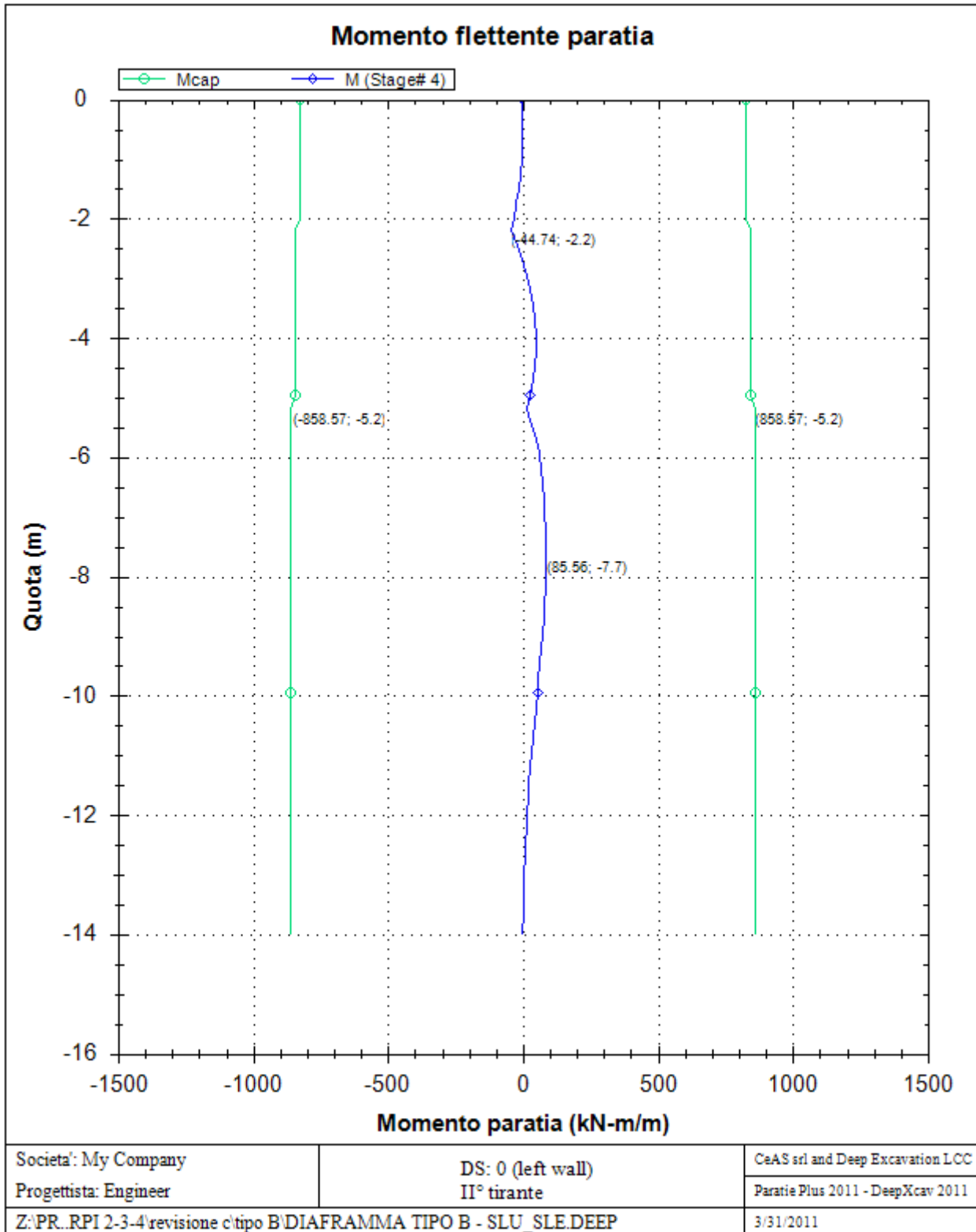


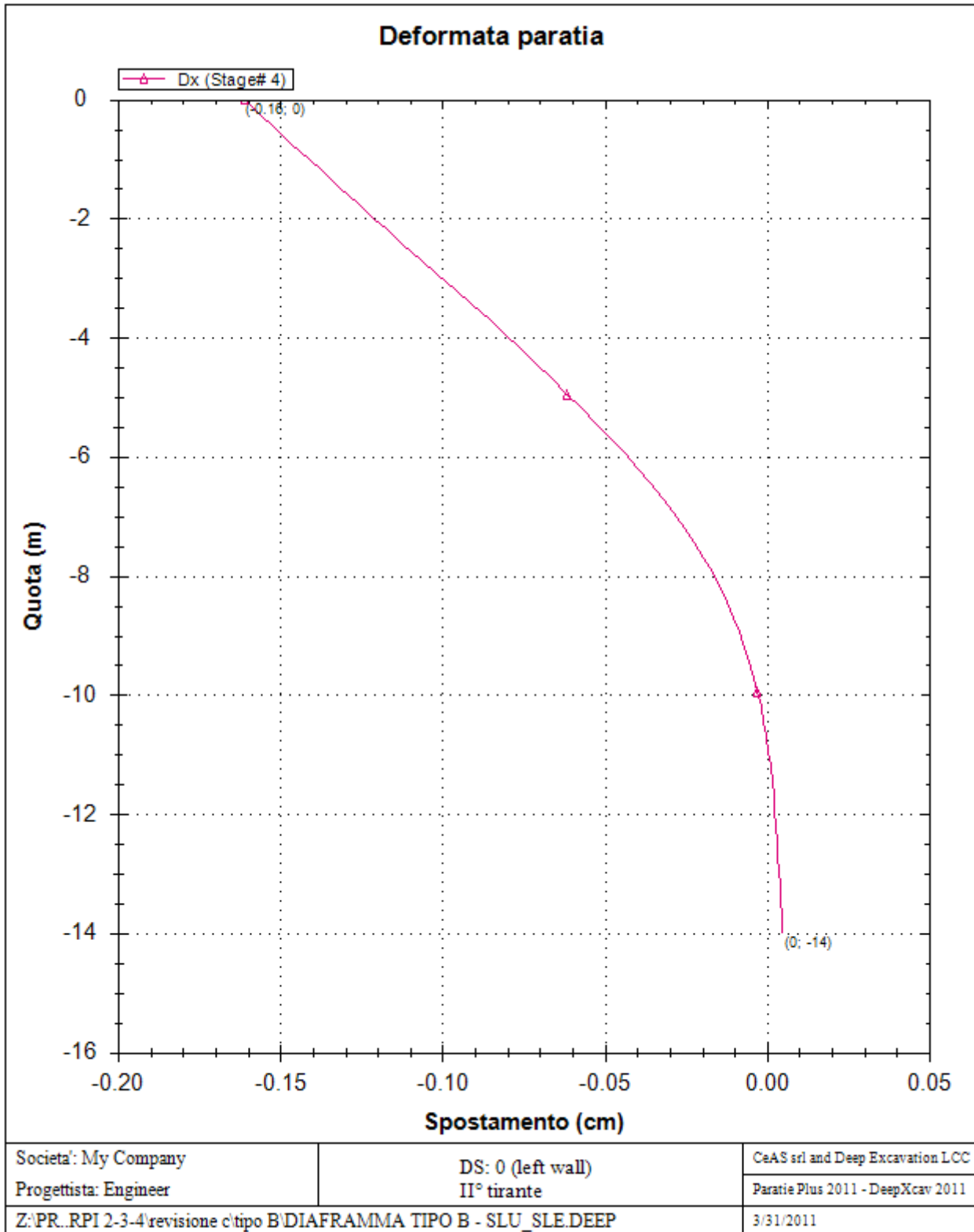


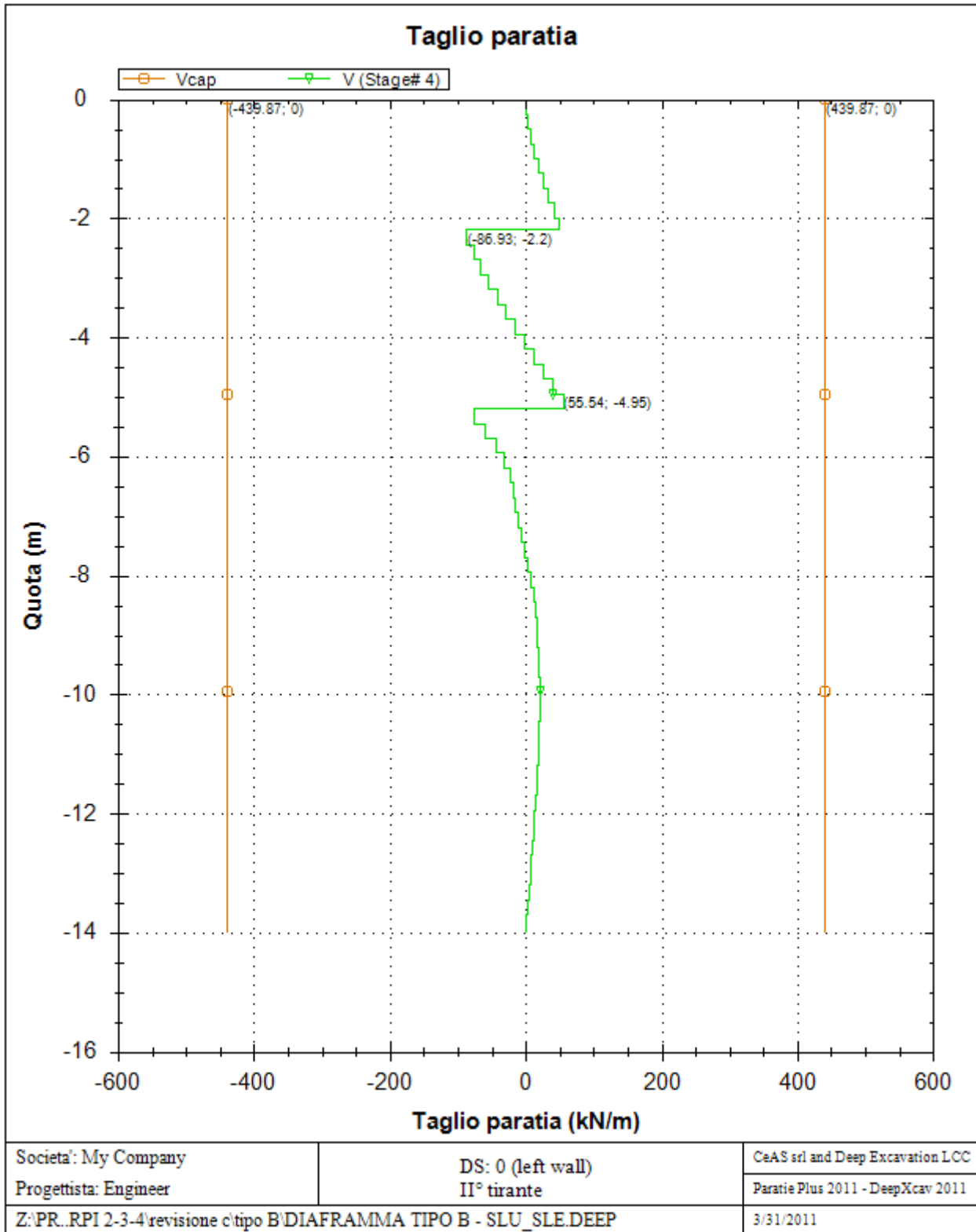


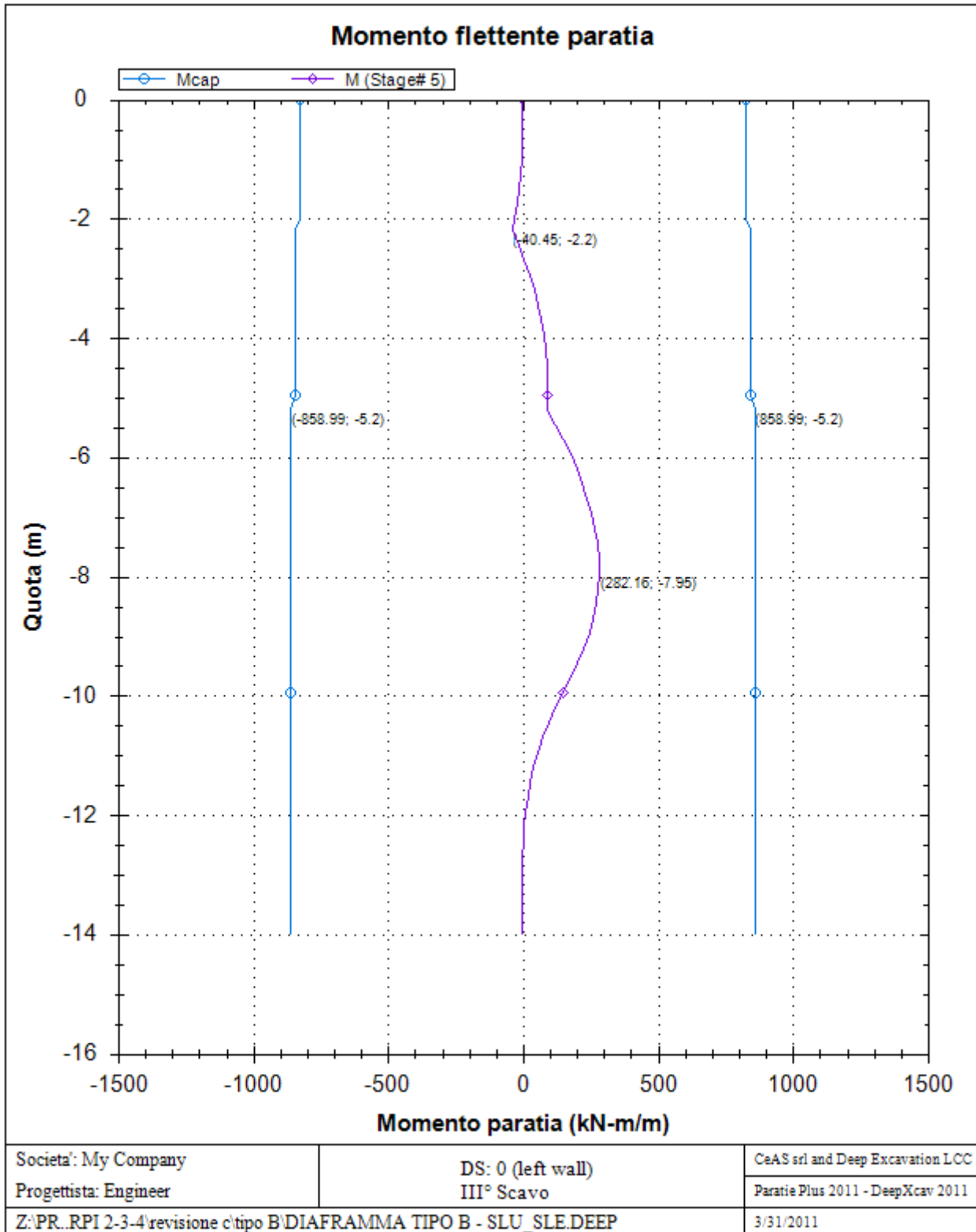


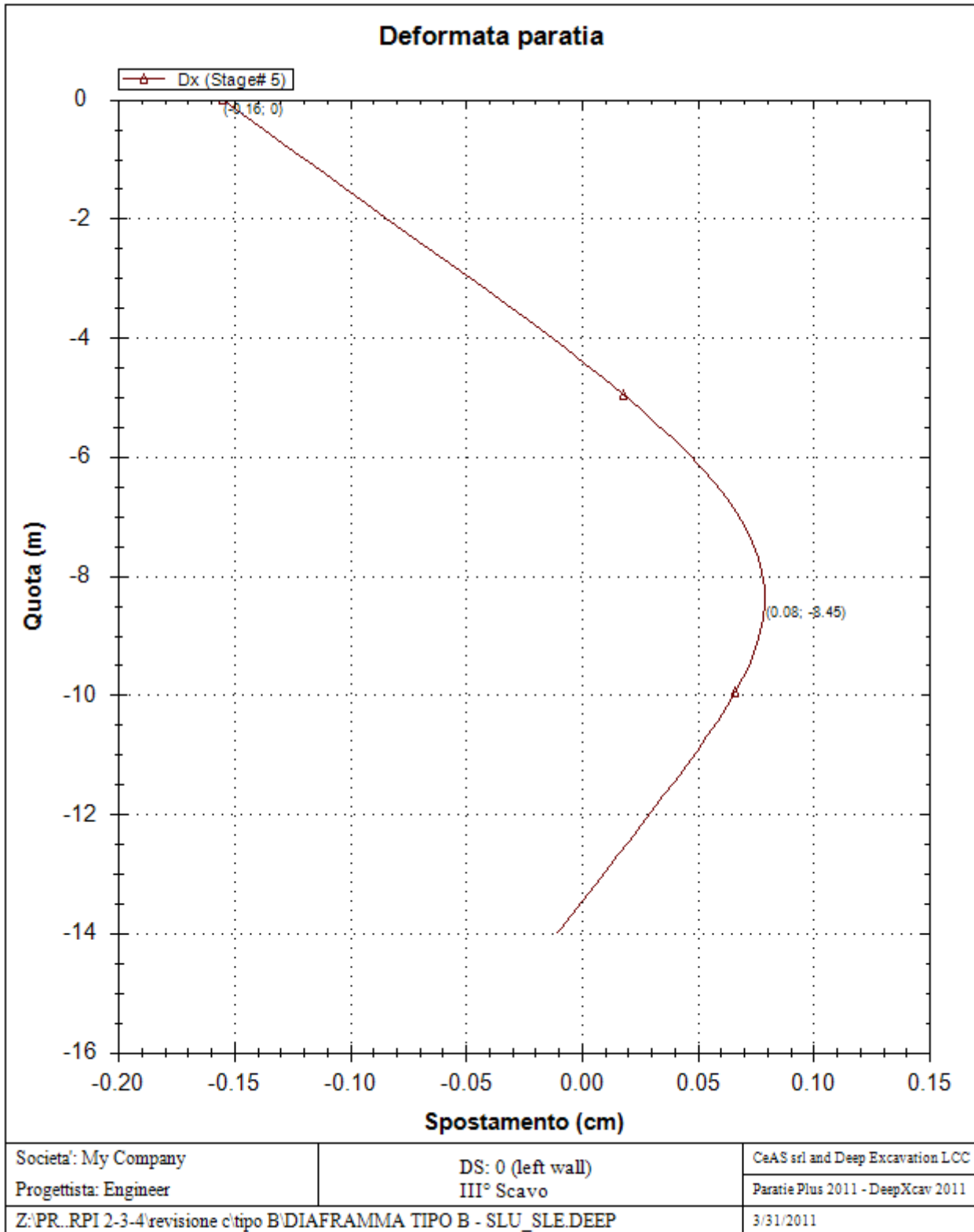


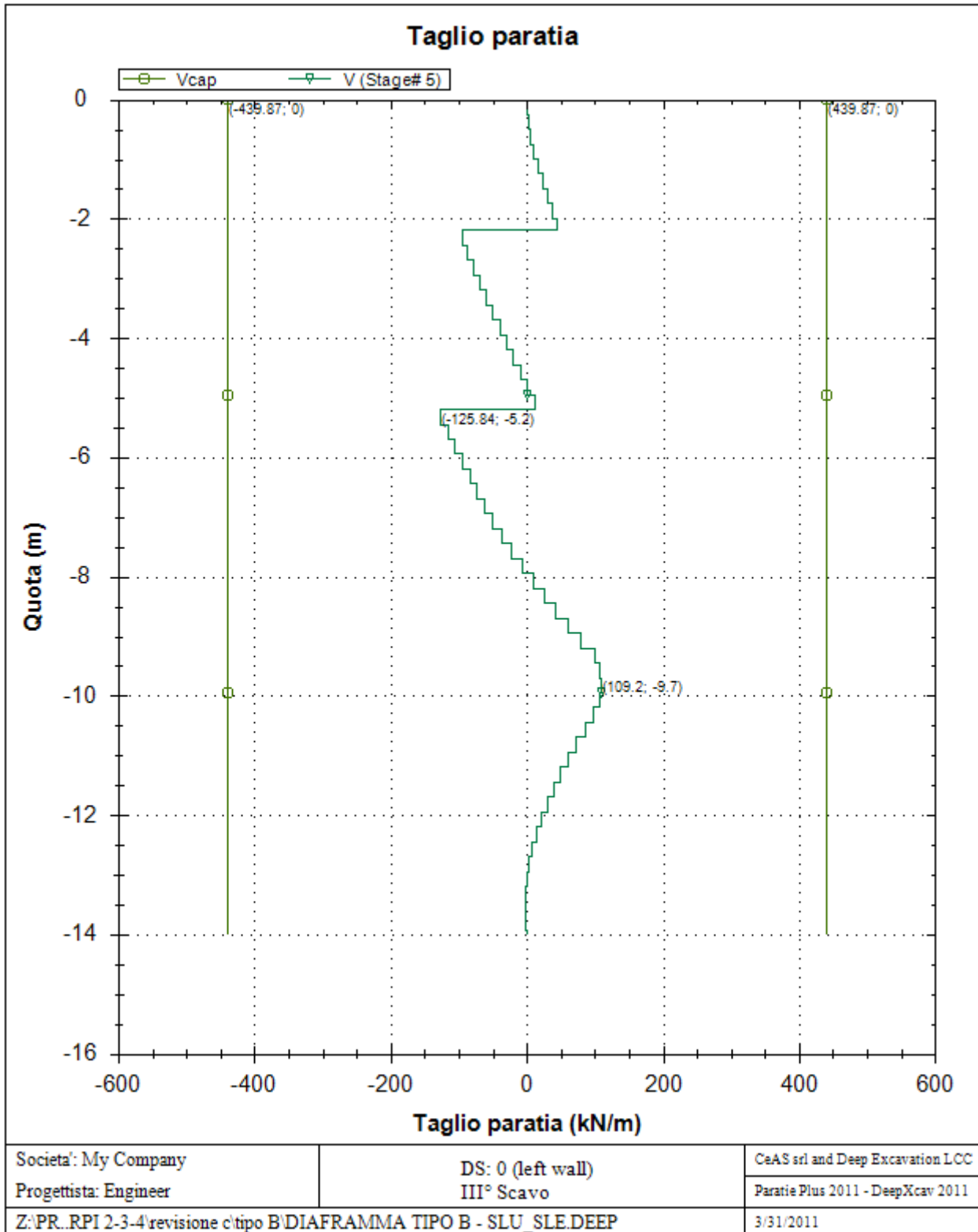


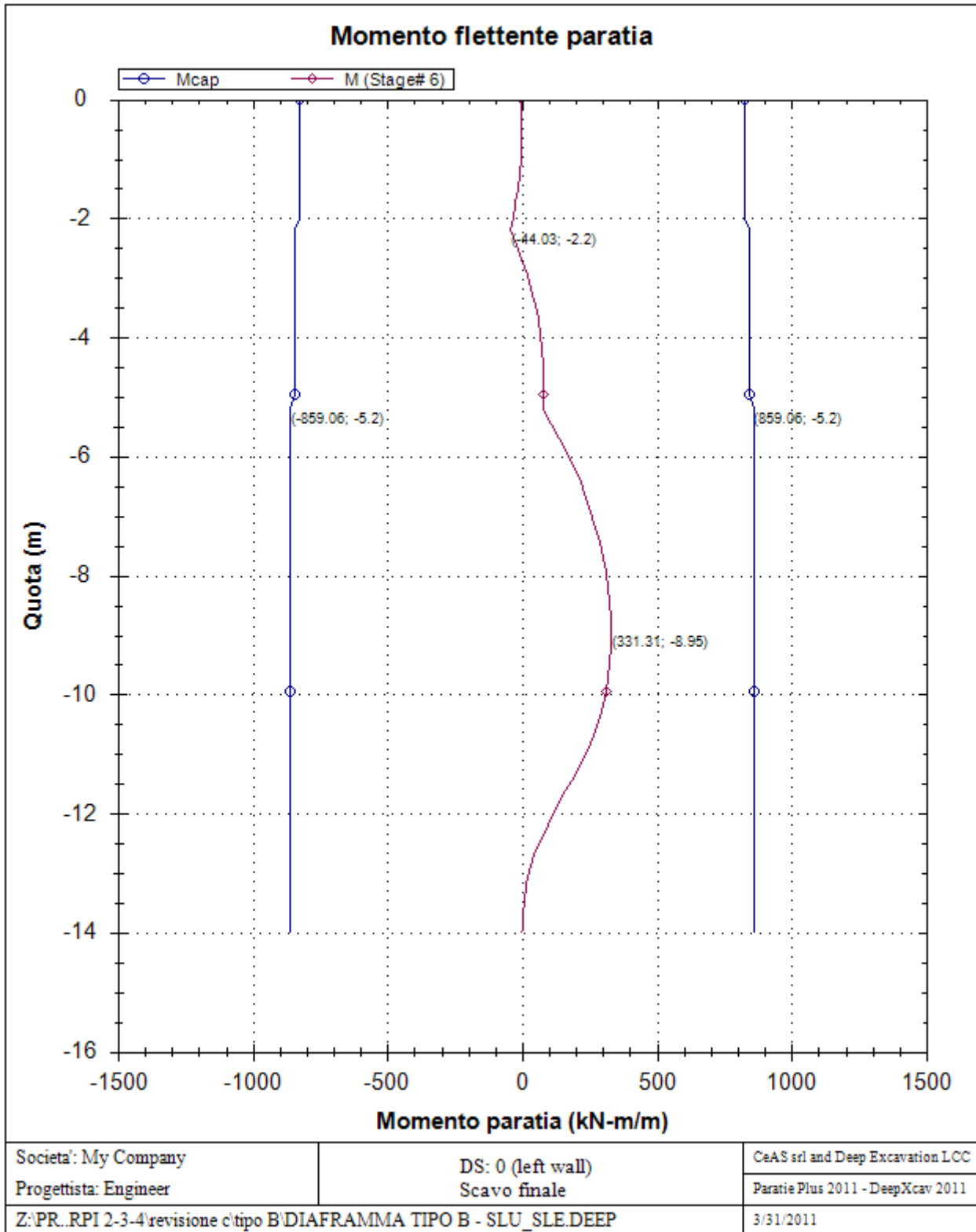


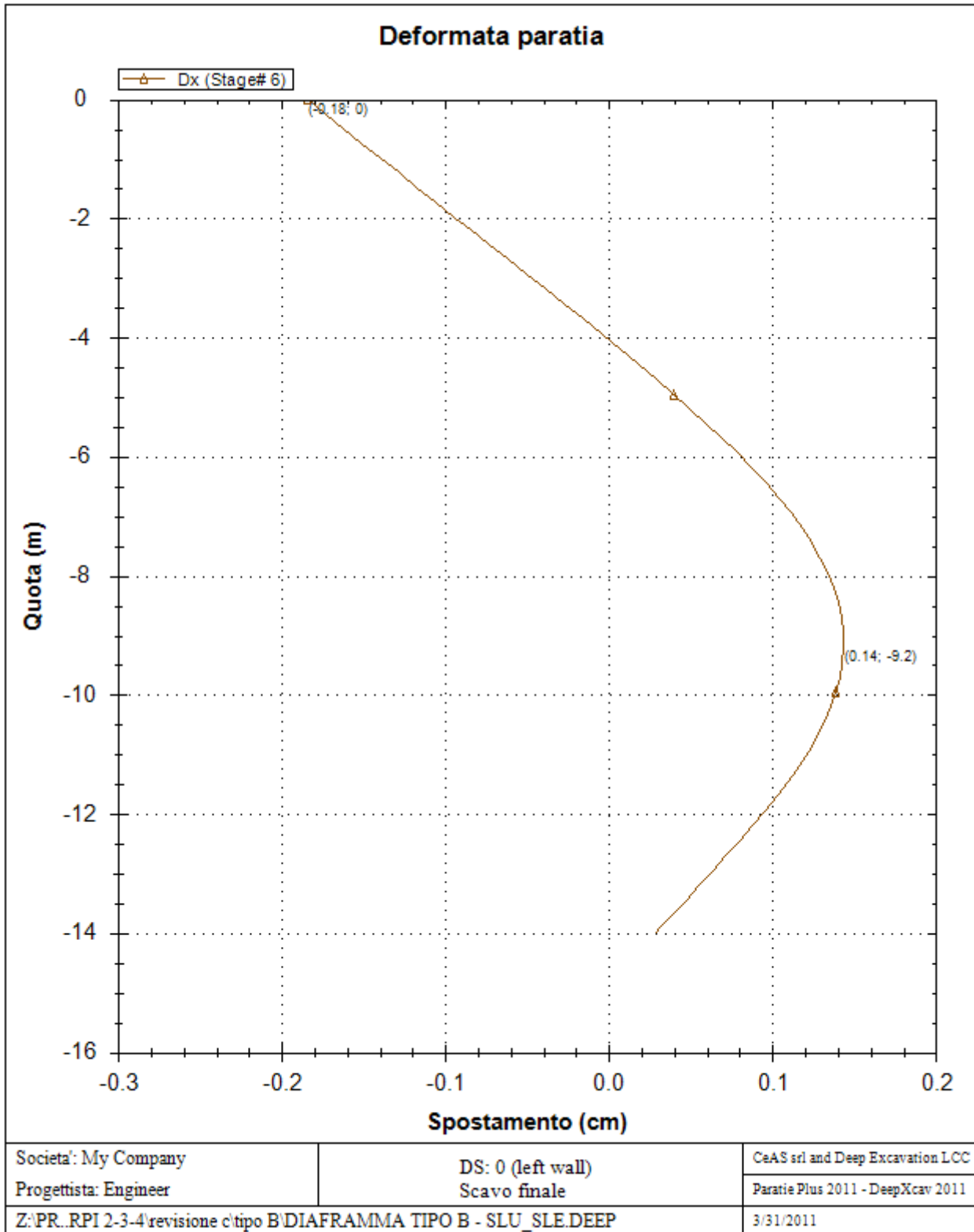


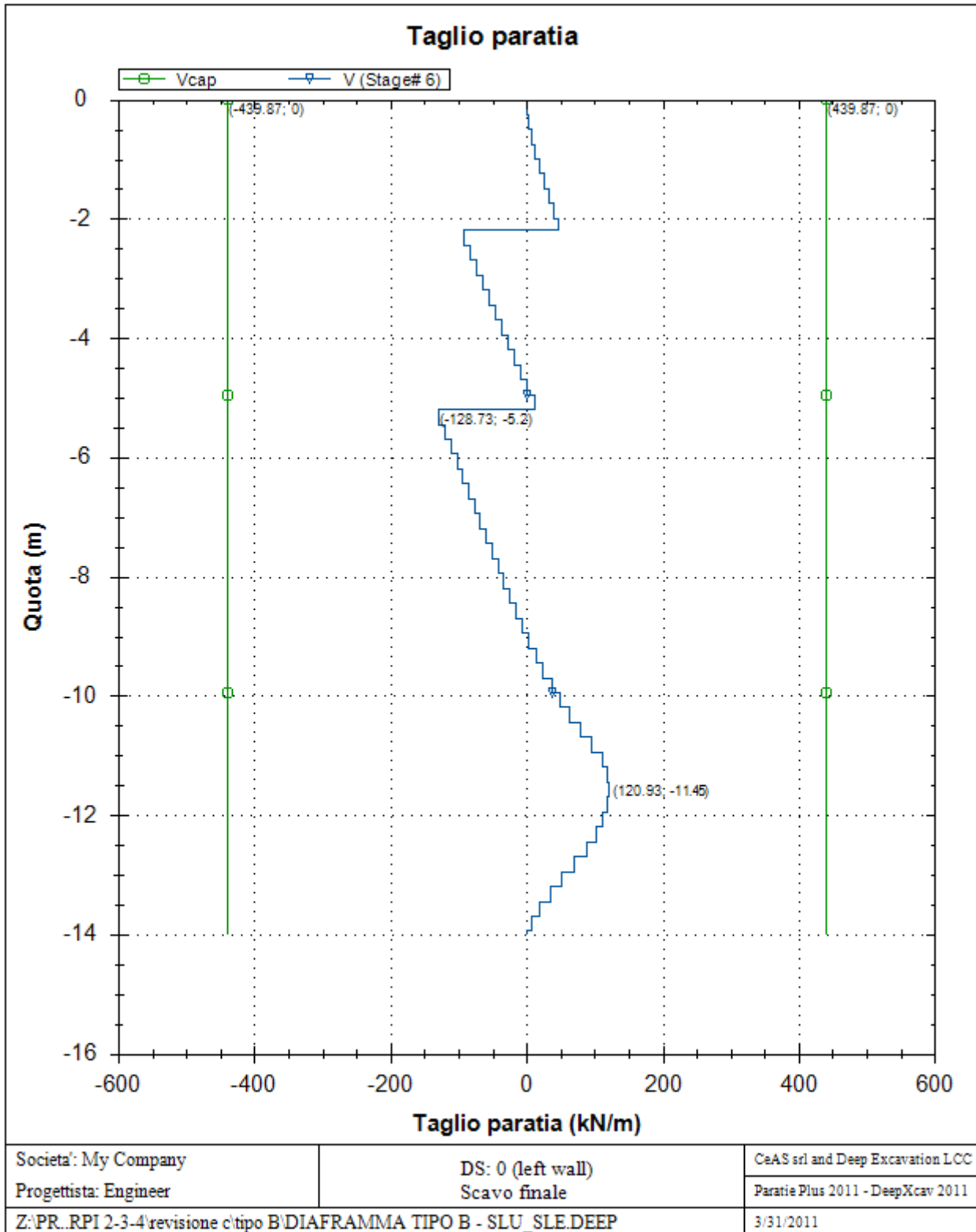












| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |



REAZIONI VINCOLI (TIRANTI, PUNTONI, SOLETTE, SBADACCHI)

Vincolo 0

| Stage No | R |
|----------|---------|
| | (kN) |
| 0 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 399.885 |
| 3 | 403.25 |
| 4 | 398.083 |
| 5 | 400.892 |
| 6 | 400.388 |

Vincolo 1

| Stage No | R |
|----------|---------|
| | (kN) |
| 0 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 399.885 |
| 5 | 407.119 |
| 6 | 409.24 |
| 7 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Risultati per la Design Section 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

| Stage | Design Code | Design Case | F(tan | F | F | F | F(perm | F(temp | F(perm | F(temp | F Earth | F Earth | F GWT | F GWT | F HYD | F HYD | F UPL | F UPL |
|-------|-------------|-------------|-------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Name | | fr) | (c') | (Su) | (EQ) | load) | load) | sup) | sup) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) |
| 0 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 1 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 2 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 3 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 4 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 5 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 6 | DM08_ITA | 1: A1+M1+R1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.3 | 1 | 1.3 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore reazione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi

| | | | | | |
|---|---|---|--|--------------------------------------|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | |
| | | PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 |

Summario di ogni approccio

| Design section 0 | Mom. paratia | Taglio paratia | Spost. paratia | Vincolo | Vincolo | Infissione | Commenti |
|--------------------------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|-------------|------------|------------------------|
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | (kN-m/m) | (kN/m) | (cm) | Reazione (kN/m) | TSF critico | FS paratia | |
| Design section 0 | 331.31 | 128.73 | 0.18 | 154.43 | 0.504 | 1.137 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 430.7 | 167.35 | 0.18 | 200.76 | 0.686 | 1.137 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 329.71 | 130.53 | 0.2 | 154.79 | 0.548 | 1.001 | Calculation successful |



Sommario esteso

| | Risultati di calcolo | Spost. paratia | Cedimenti | Mom. paratia | Mom. paratia |
|-----------------------------------|------------------------|----------------|-----------|--------------|--------------|
| | | (cm) | (cm) | (kN-m/m) | (kN-m) |
| Design section 0 | Calculation successful | 0.18 | 0.14 | 331.31 | 828.28 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | Calculation successful | 0.18 | 0.14 | 430.7 | 1076.76 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | Calculation successful | 0.2 | 0.18 | 329.71 | 824.28 |

| | Taglio paratia | Taglio paratia | TSF combinato | TSF momento | TSF taglio | SLS cls |
|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|------------|-----------------|
| | (kN/m) | (kN) | / | / | / | Ver. tensionale |
| Design section 0 | 128.73 | 321.82 | 0.386 | 0.386 | 0.293 | 0.298 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 167.35 | 418.37 | 0.495 | 0.495 | 0.38 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 130.53 | 326.32 | 0.384 | 0.384 | 0.297 | N/A |

| | SLS acciaio | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | FS |
|--------------------------------------|-----------------|--------------|------------|---------|---------|-------------------|-------------|
| | Ver. tensionale | R max (kN/m) | R max (kN) | TSF GEO | TSF STR | Verifica pull out | Fondo scavo |
| Design section 0 | 0.401 | 154.43 | 409.24 | 0.504 | 0.504 | 0.44 | 4.371 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 200.76 | 532.01 | 0.686 | 0.655 | 0.686 | 4.371 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | 154.79 | 410.19 | 0.548 | 0.505 | 0.548 | 3.497 |

| | FS | FS piede | FS piede | Zcut | FS | FS | FS |
|--------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|-------------|-------------|
| | Passivo | Rotazione | Lunghezza | (Paratie) | Pass. mobilitata | Vera/Attiva | Sifonamento |
| Design section 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.137 | 2.426 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.137 | 2.426 | N/A |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|
| A1+M1+R1 | | | | | | | |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.001 | 1.593 | N/A |

Voci critiche

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment Check | 0.495 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment (kN-m/m) | 430.703 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment (kN-m) | 1076.758 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 825.041 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Shear (kN/m) | 167.349 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear (kN) | 418.372 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Check | 0.38 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 5: III° Scavo | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Displacements (cm) | 0.195 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | N/A |
| Surface Settlements (cm) | 0.176 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Reaction (kN) | 532.011 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Reaction (kN/m) | 200.759 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Check | 0.686 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Check GEO | 0.686 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Check STR | 0.655 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |


| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Risultati vincoli

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|---------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| 1 Support Reaction | 524.226 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Reaction | 197.821 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check | 0.646 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: II° scavo | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check GEO | 0.563 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: II° scavo | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check STR | 0.646 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: II° scavo | 1: Wall 1 | 0 |
| 2 Support Reaction | 532.011 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Reaction | 200.759 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Check | 0.686 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Check GEO | 0.686 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Check STR | 0.655 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |

Risultati paratia

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment ABS (kN-m) | 1076.758 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment +M (kN-m) | 1076.758 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment -M (kN-m) | -145.412 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: II° tirante | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment Check | 0.495 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 825.041 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |

| | | | | |
|---|---|--|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | | | | |
|----------------------------|---------|---|-----------------|-----------|----|
| | | A2+M2+R1 | | | |
| Wall Shear (kN) | 418.372 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Check | 0.38 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 5: III° Scavo | 1: Wall 1 | 21 |

Momento massimo per ogni fase

| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|-----------------|-------------------|--------|--------|
| M stg0 (kN-m/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| M stg1 (kN-m/m) | -38.35 | -49.85 | -48.55 |
| M stg2 (kN-m/m) | 101.35 | 131.76 | 98.67 |
| M stg3 (kN-m/m) | 145.76 | 189.49 | 145.29 |
| M stg4 (kN-m/m) | 85.56 | 111.23 | 89.42 |
| M stg5 (kN-m/m) | 282.16 | 366.81 | 302.9 |
| M stg6 (kN-m/m) | 331.31 | 430.7 | 329.71 |

Taglio massimo per ogni fase

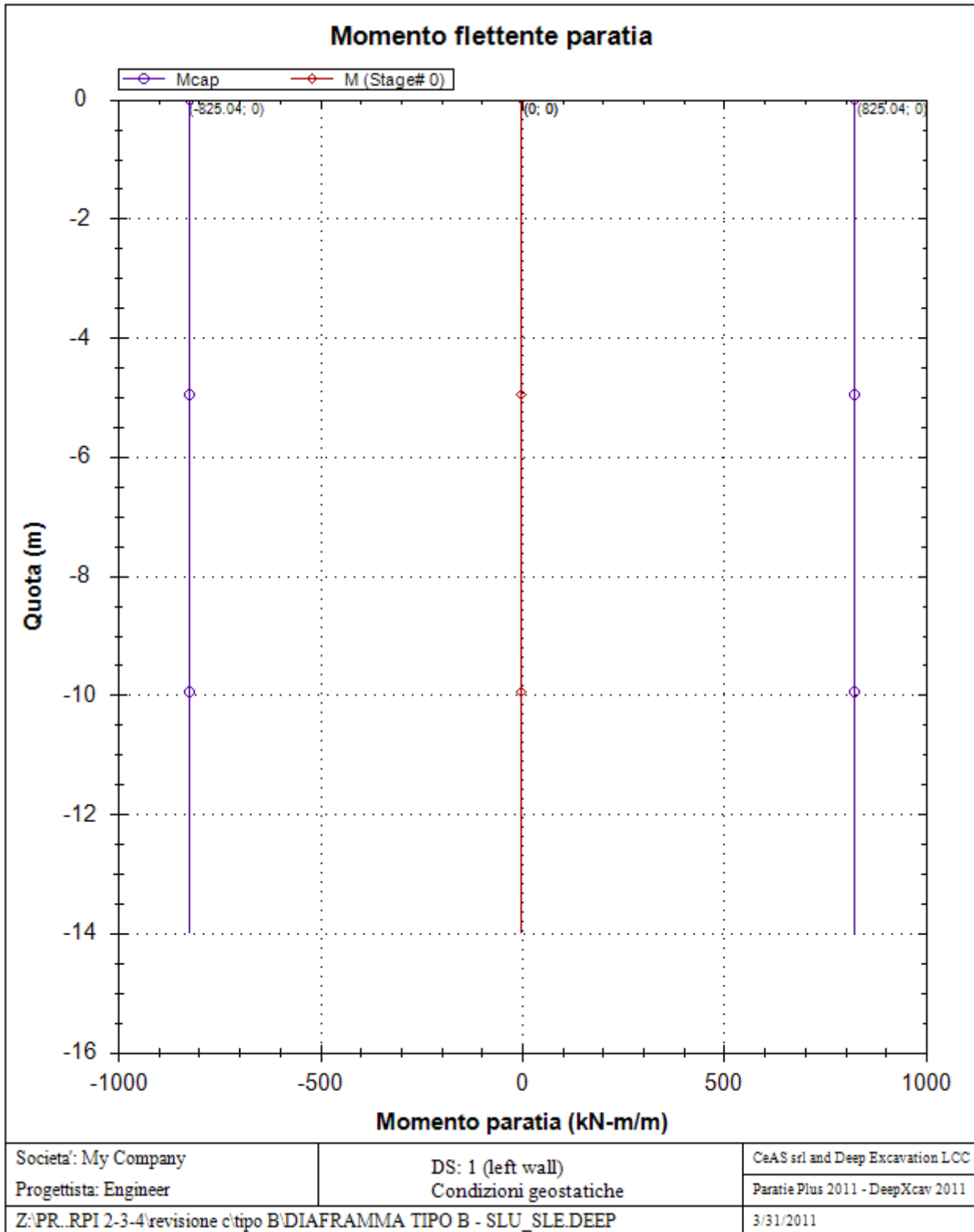
| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|---------------|-------------------|---------|---------|
| V stg0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| V stg1 (kN/m) | 18.69 | 24.3 | 22.47 |
| V stg2 (kN/m) | -90.76 | -117.99 | -89.64 |
| V stg3 (kN/m) | -107.07 | -139.19 | -105.49 |
| V stg4 (kN/m) | -86.93 | -113 | -84.94 |
| V stg5 (kN/m) | -125.84 | -163.59 | -130.53 |
| V stg6 (kN/m) | -128.73 | -167.35 | -130.14 |

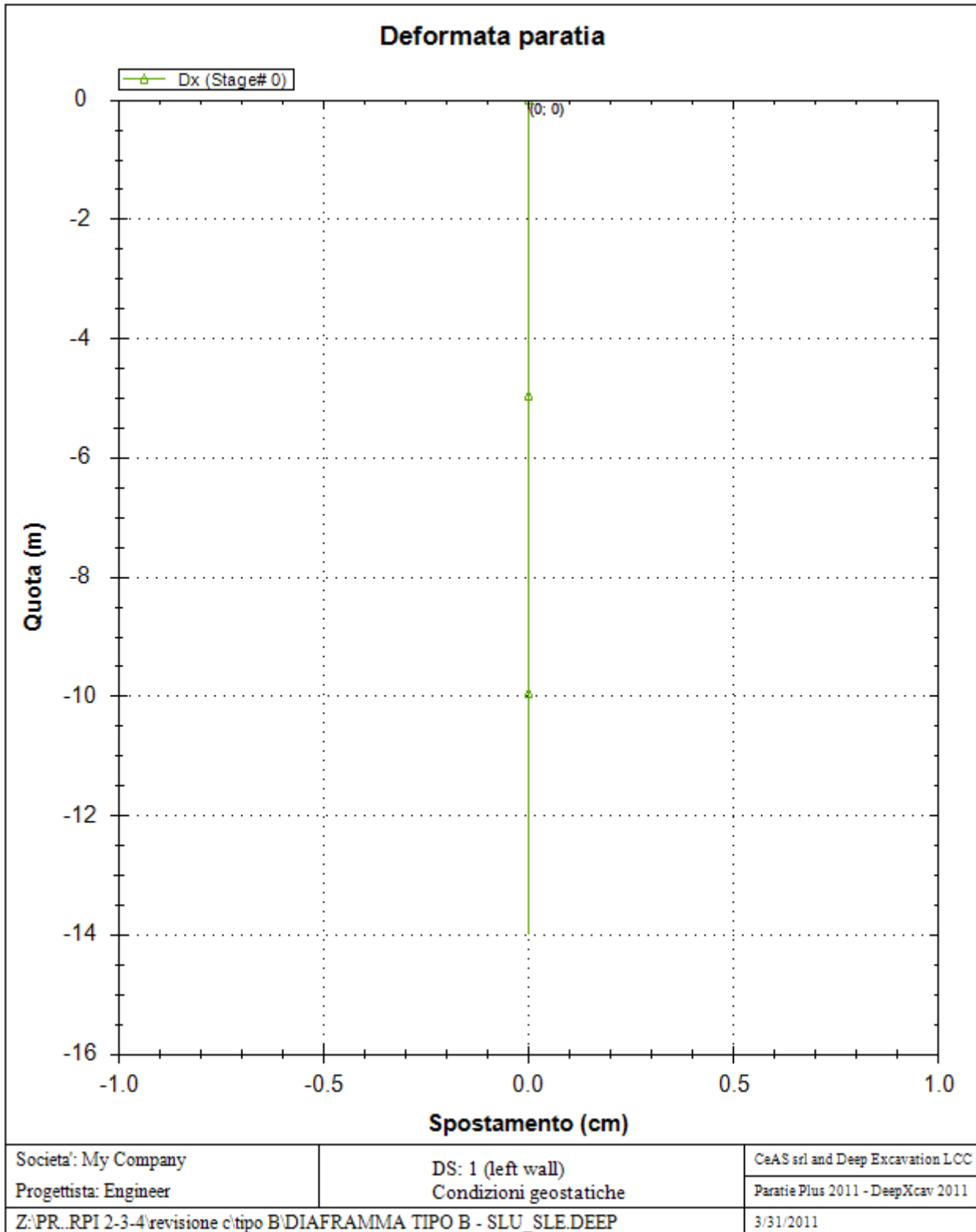
Massima reazione vincolare

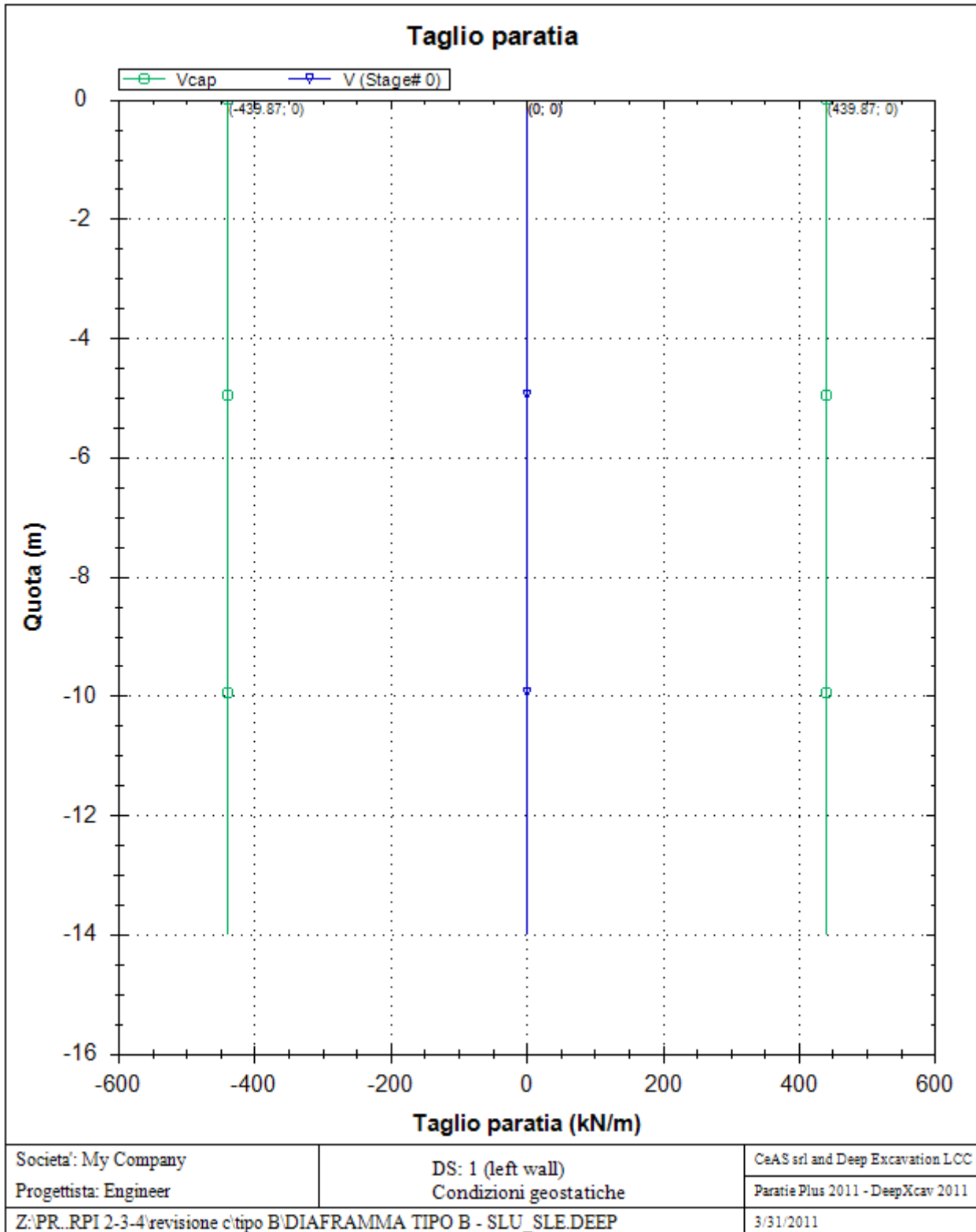
| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|----------------------|-------------------|--------|--------|
| Rmax Stage #0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| Rmax Stage #1 (kN/m) | 0 | 0 | 0 |
| Rmax Stage #2 (kN/m) | 0 | 0 | 0 |
| Rmax Stage #3 (kN/m) | 0 | 0 | 0 |
| Rmax Stage #4 (kN/m) | 150.9 | 196.17 | 150.9 |
| Rmax Stage #5 (kN/m) | 153.63 | 199.72 | 154.03 |
| Rmax Stage #6 (kN/m) | 154.43 | 200.76 | 154.79 |

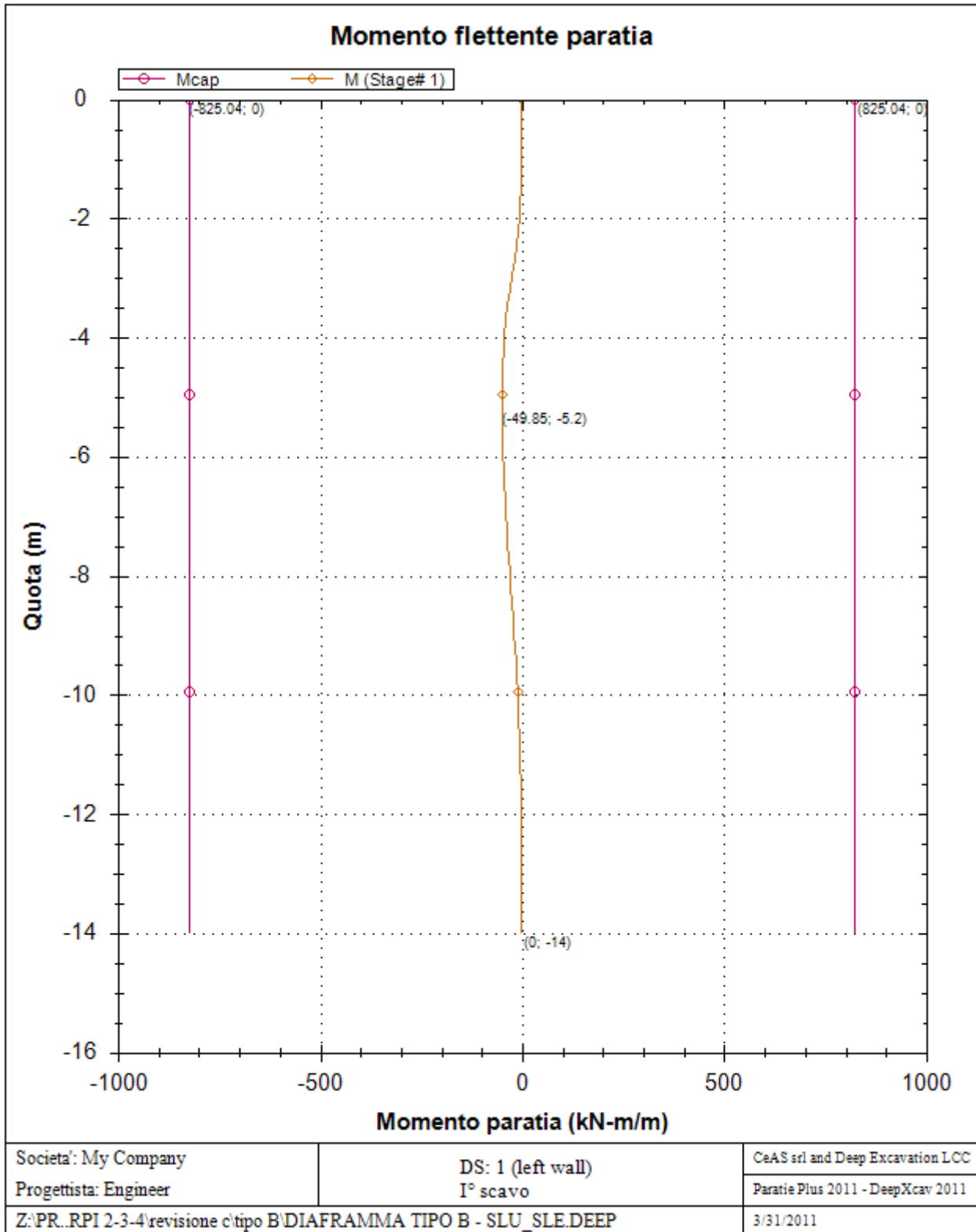
GRAFICI FASI DI SCAVO

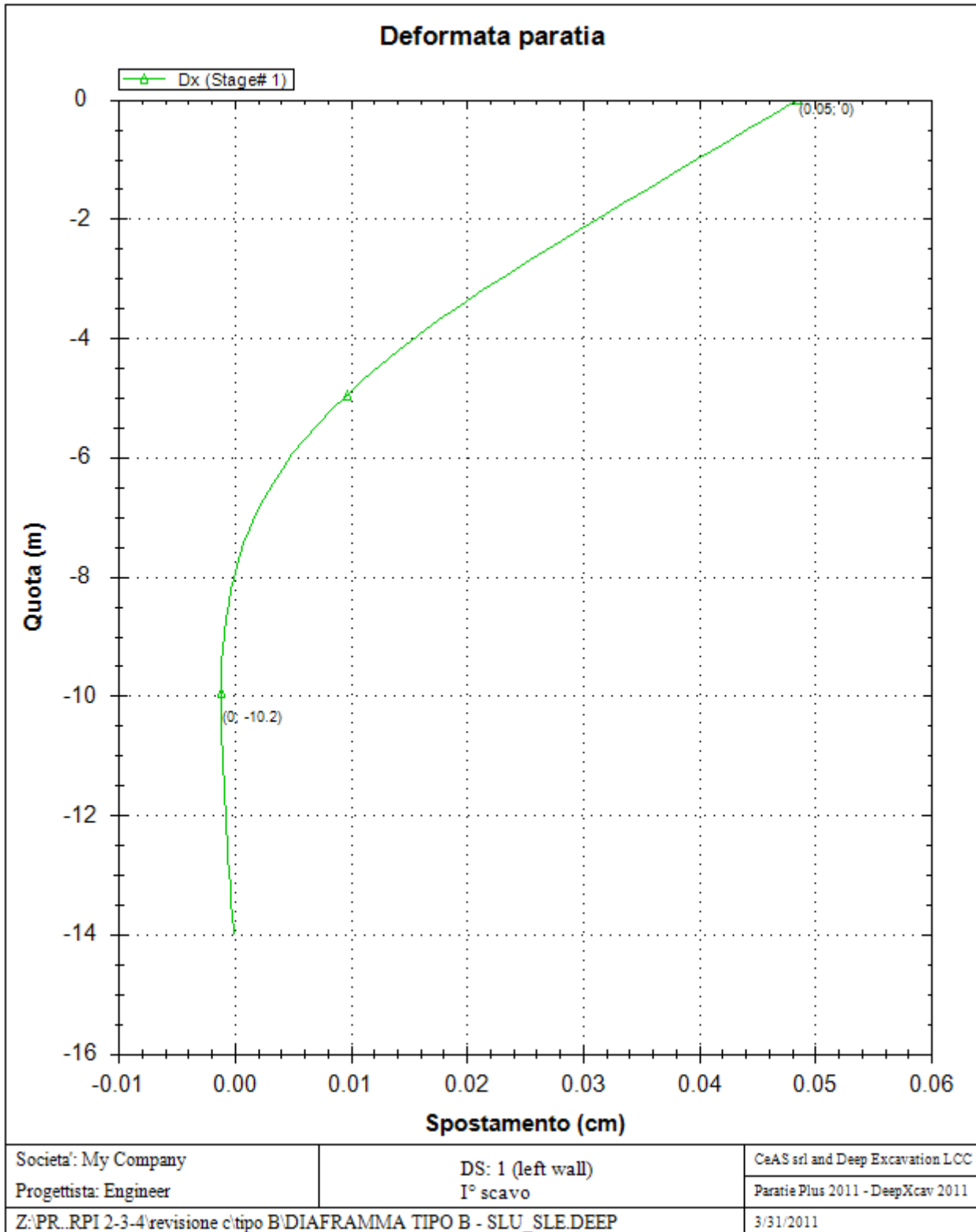
Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

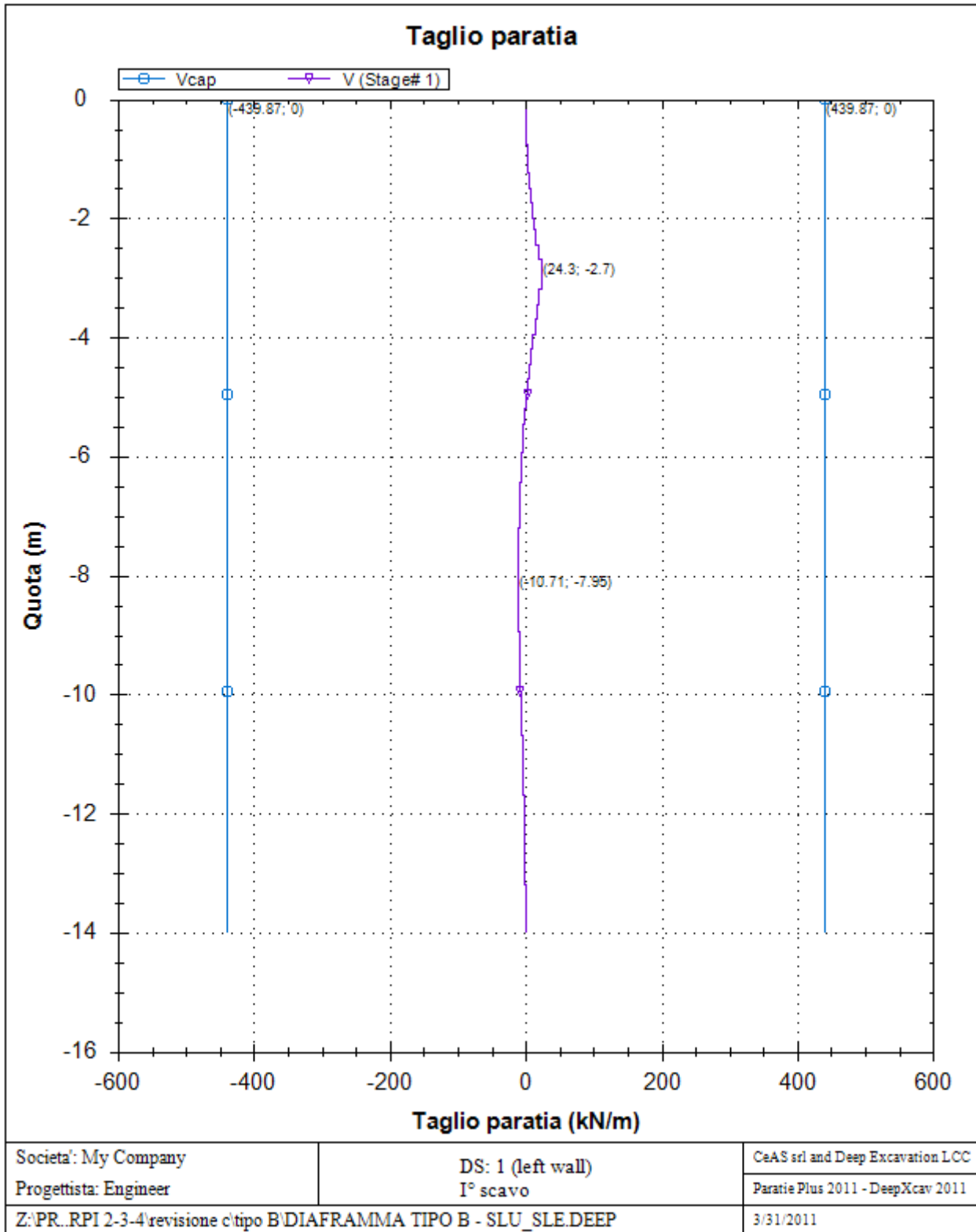


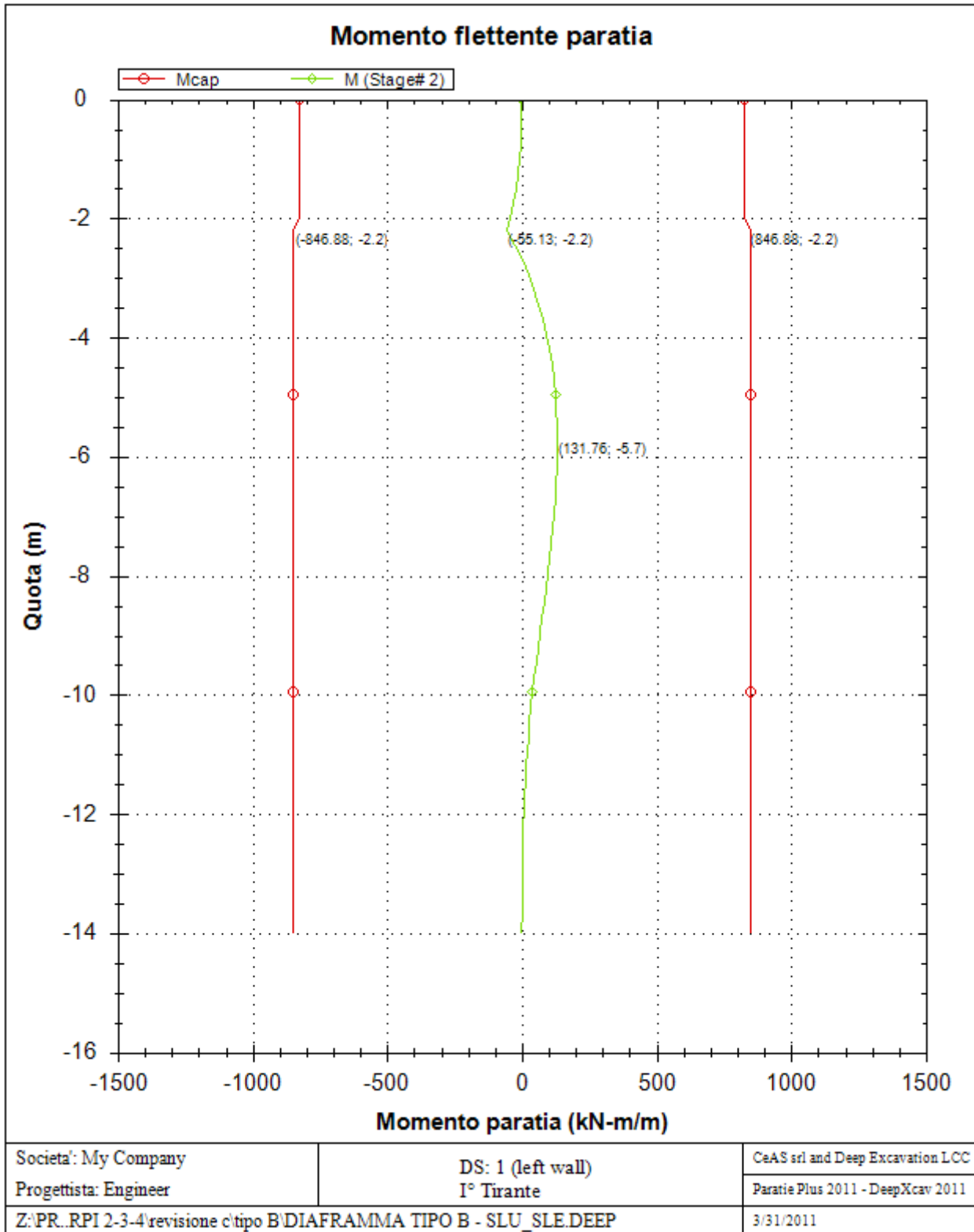


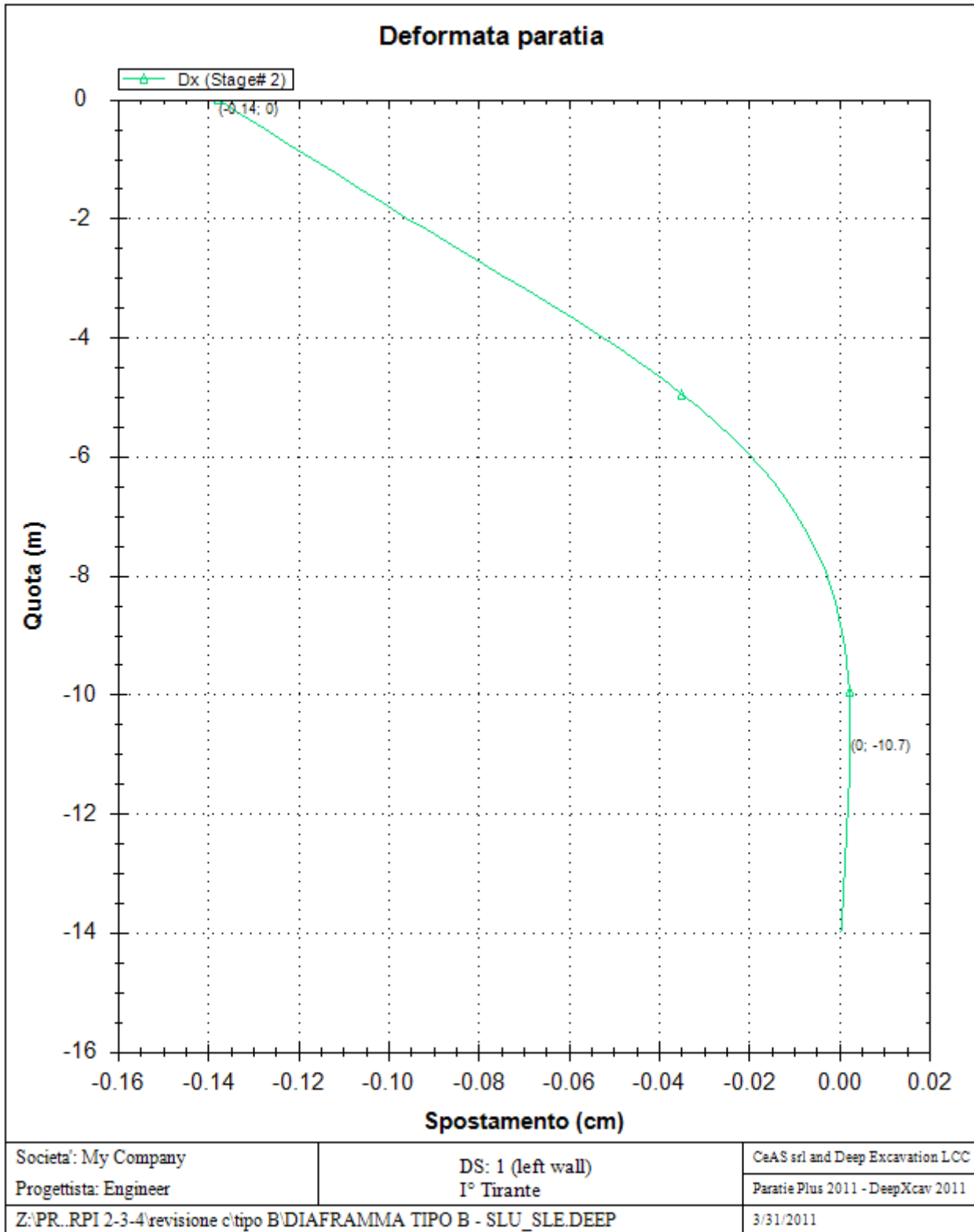


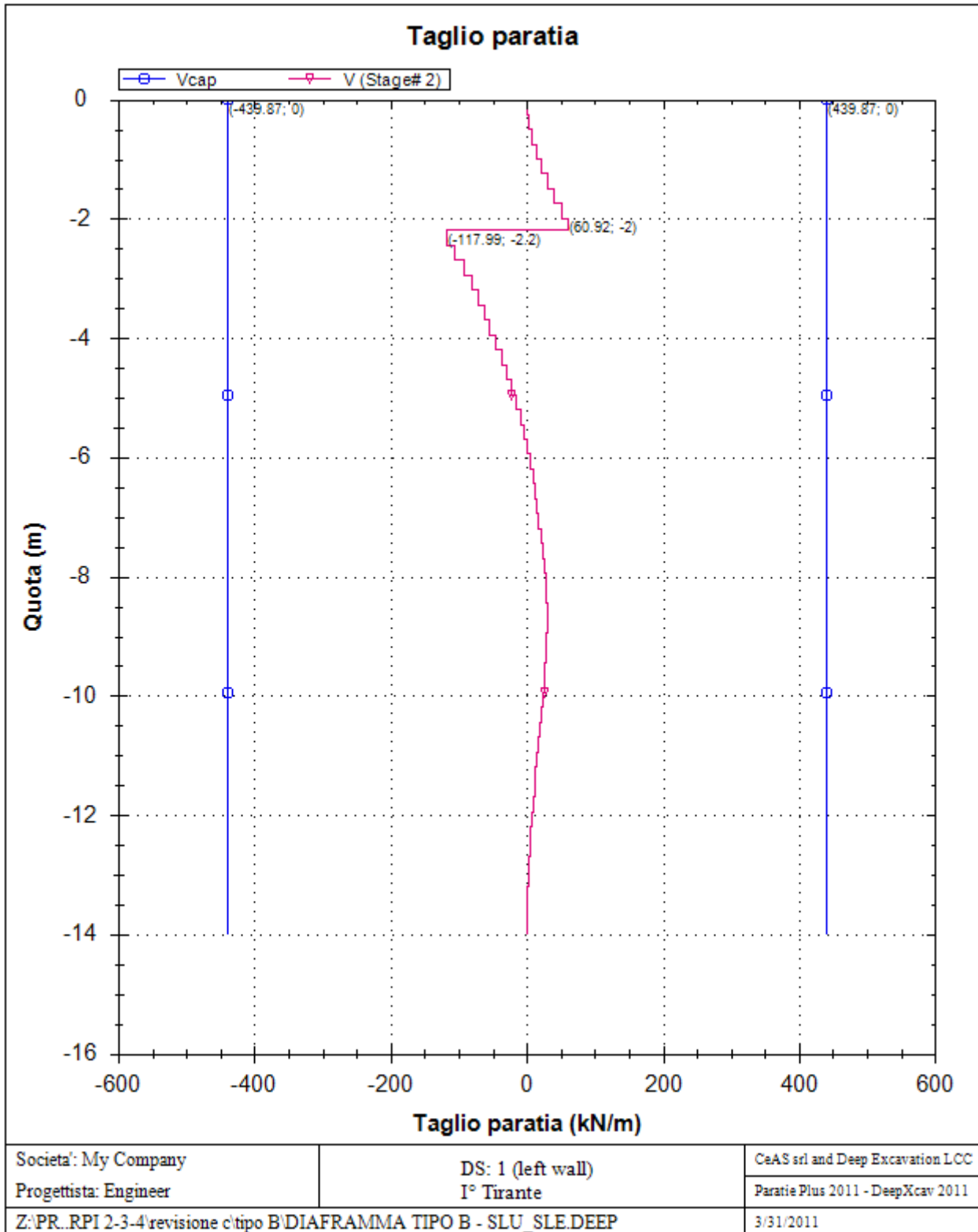


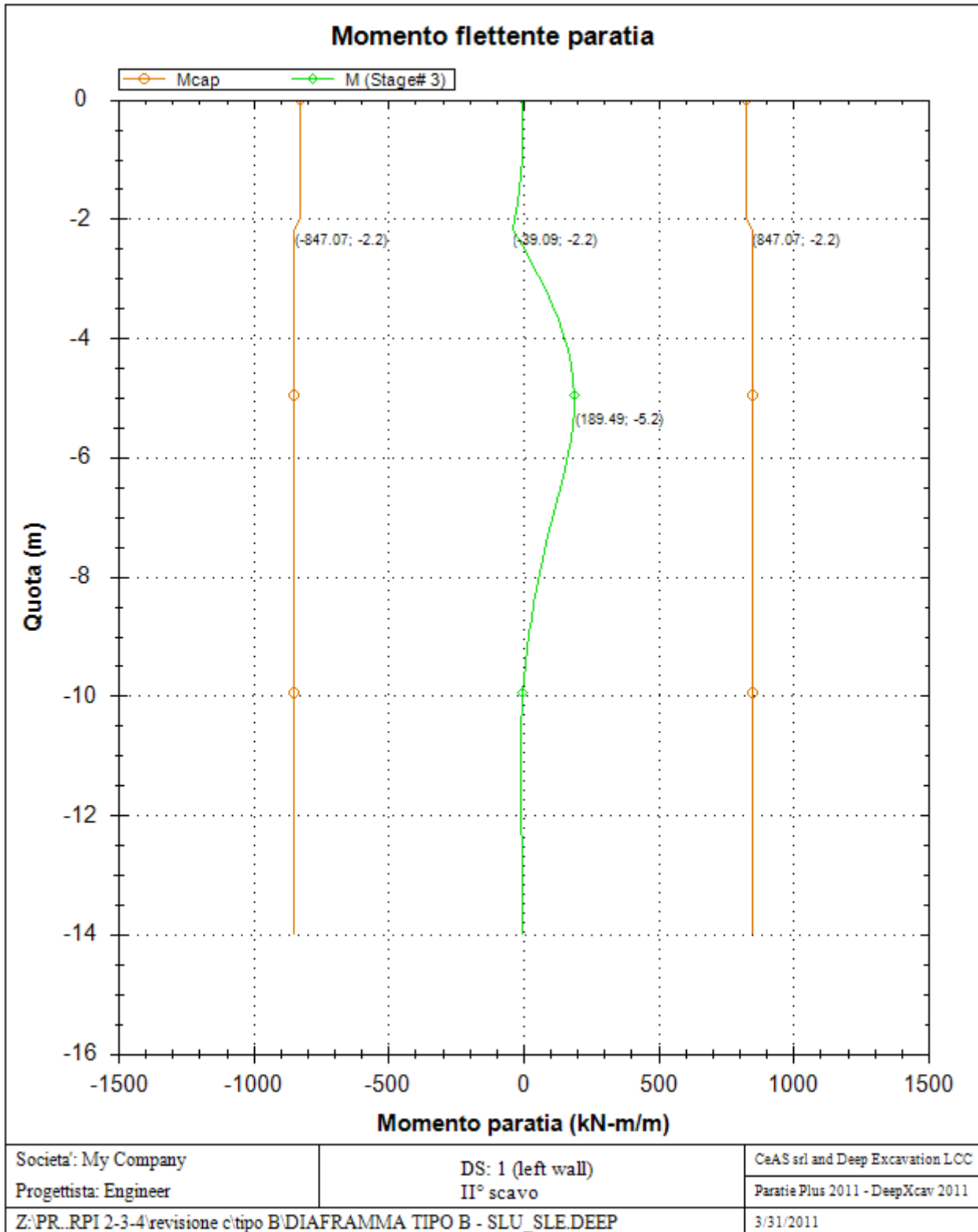


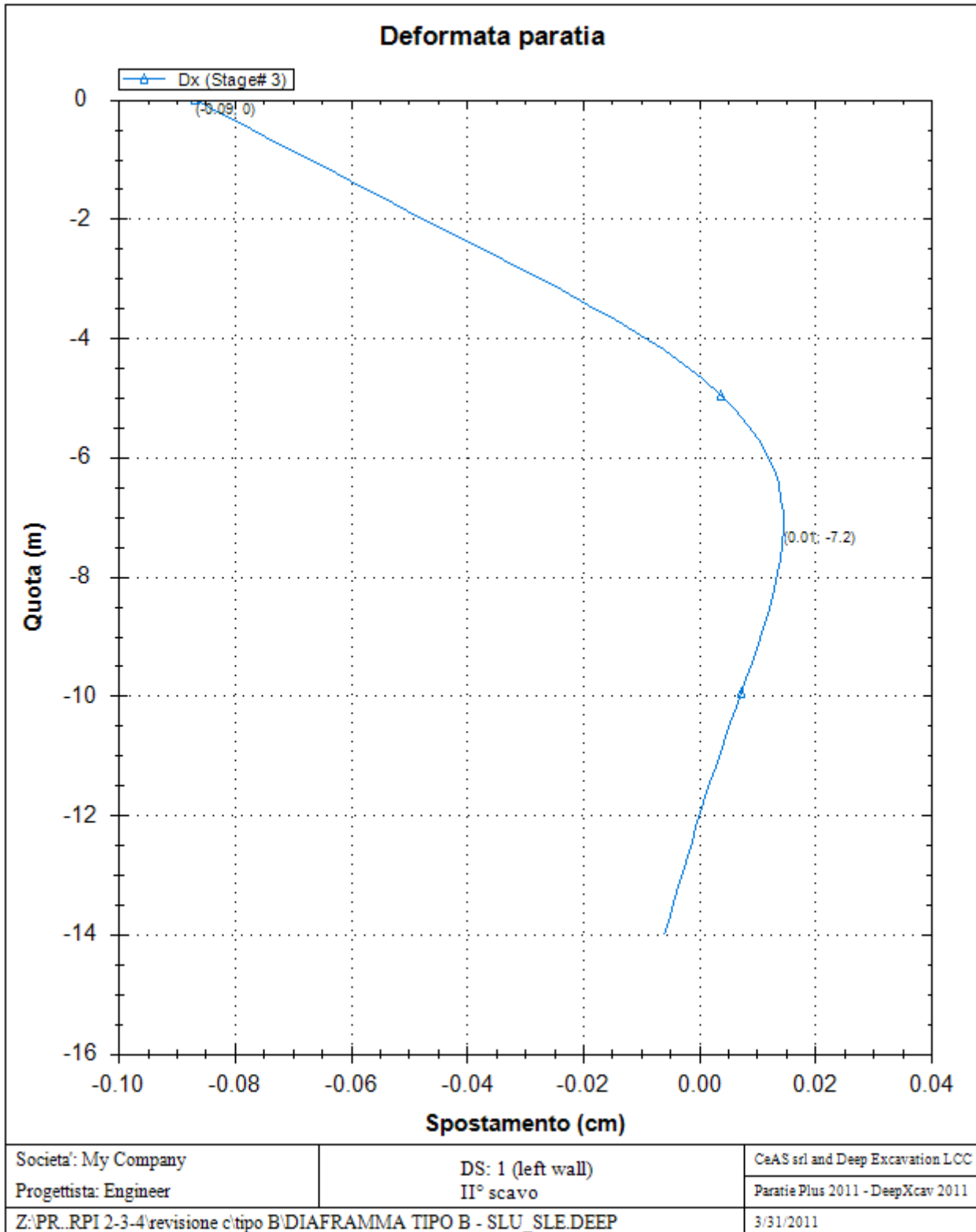


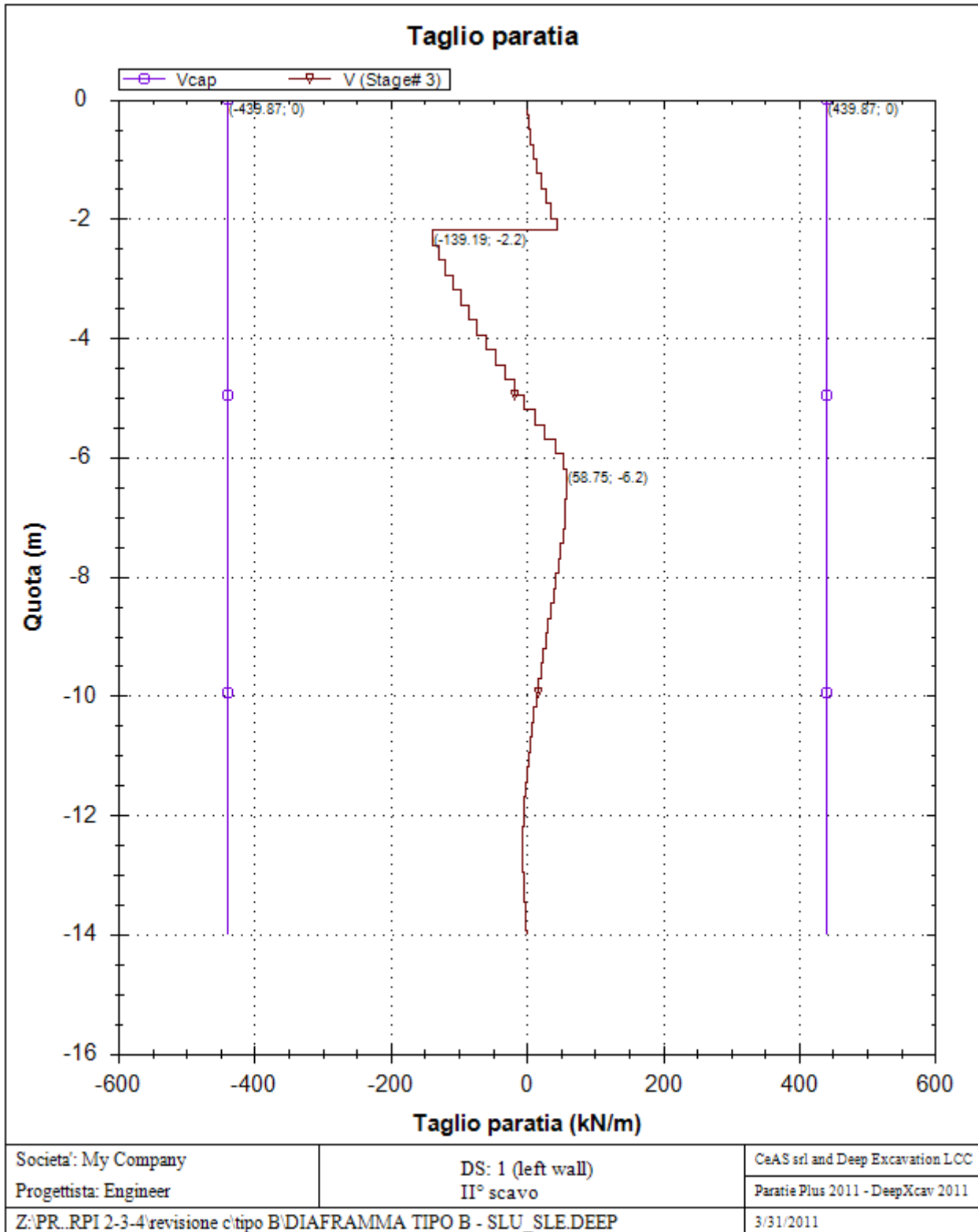


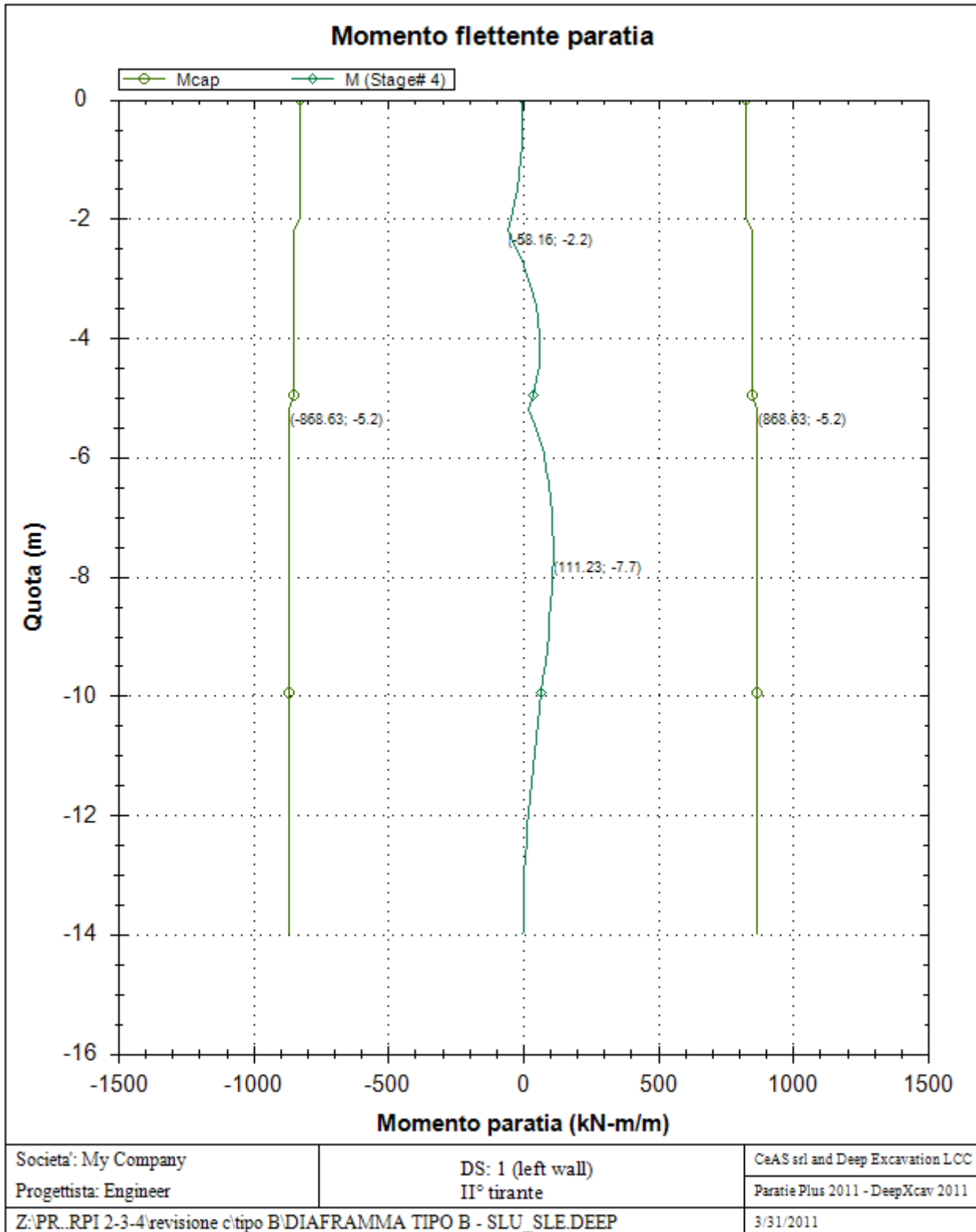


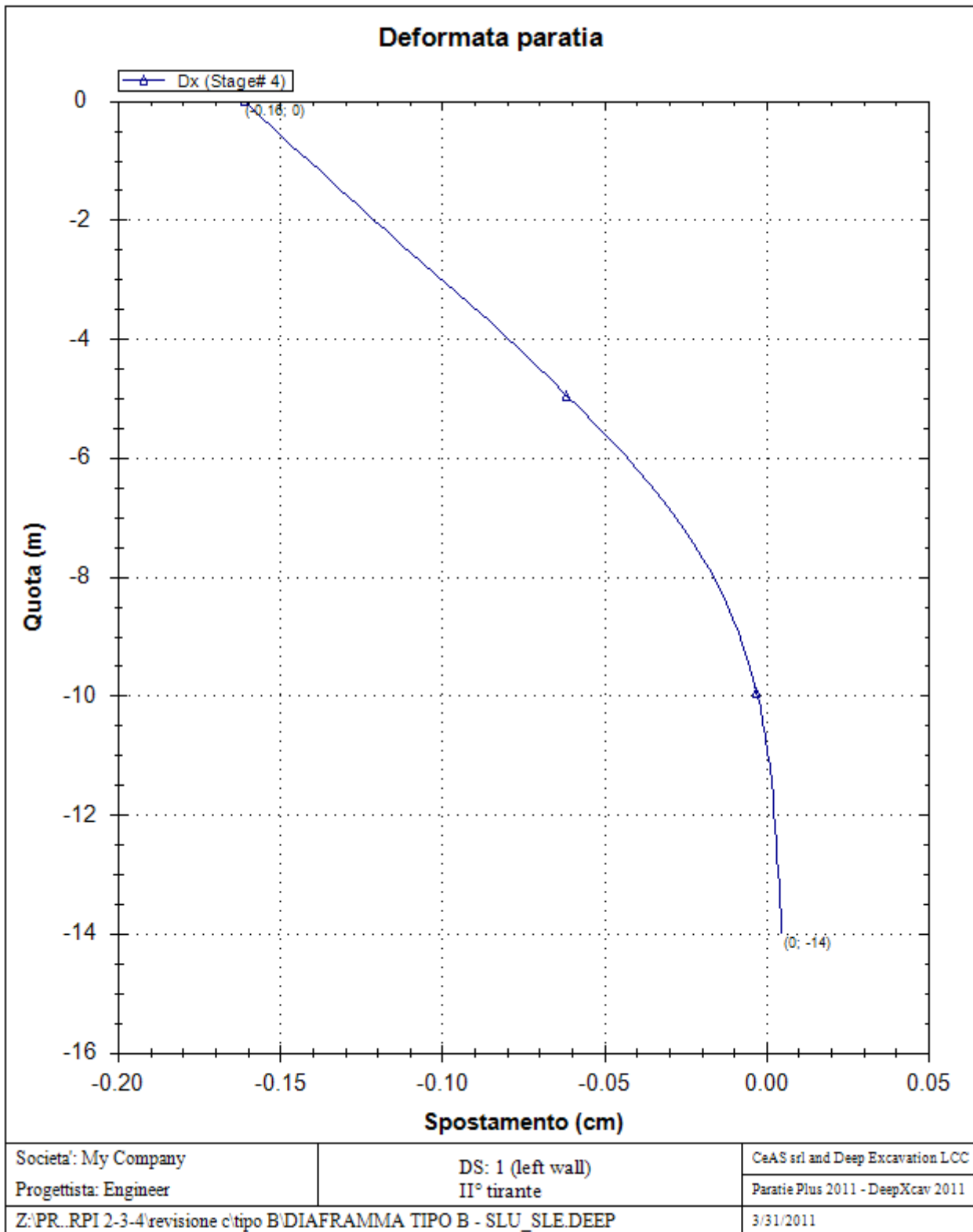


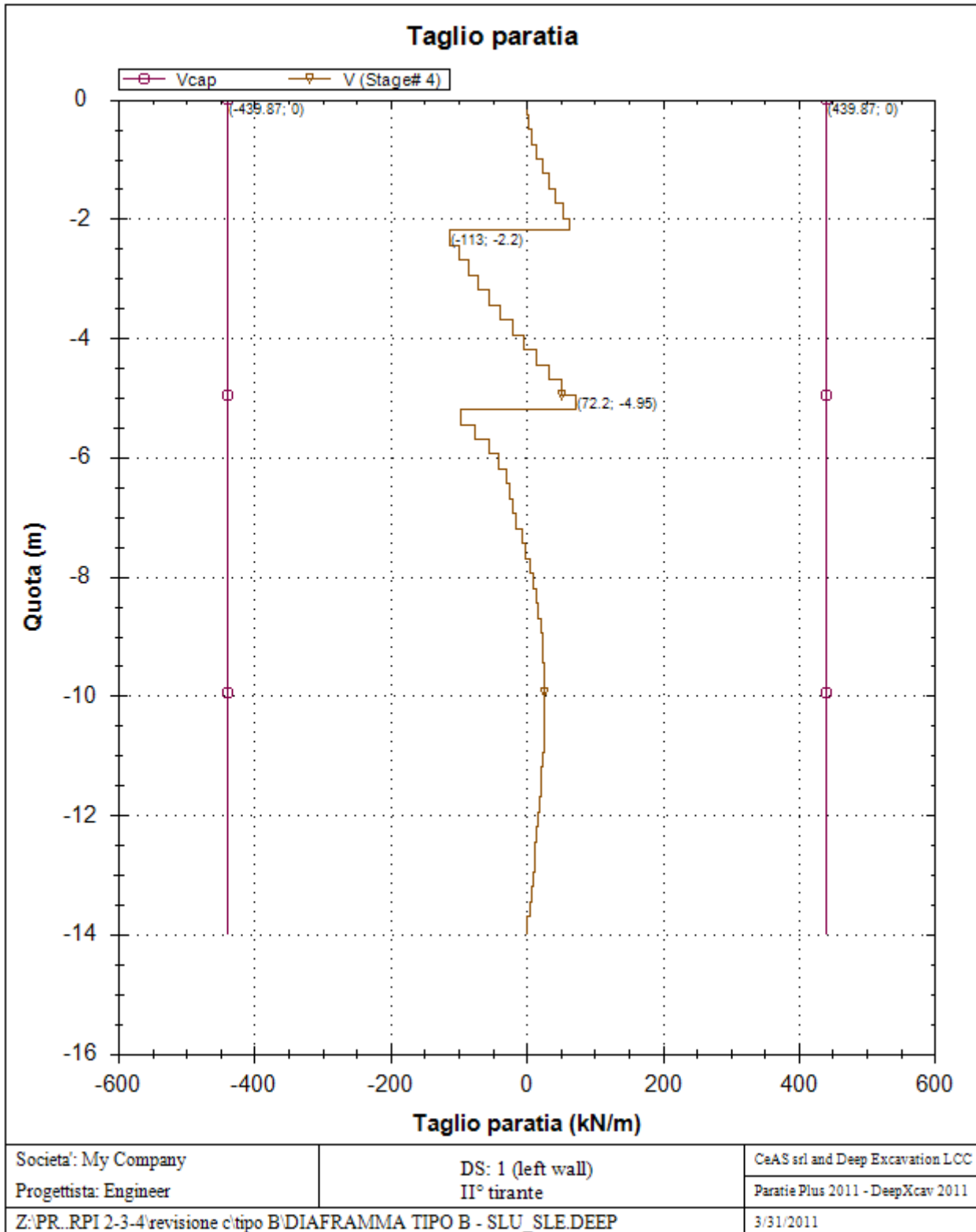


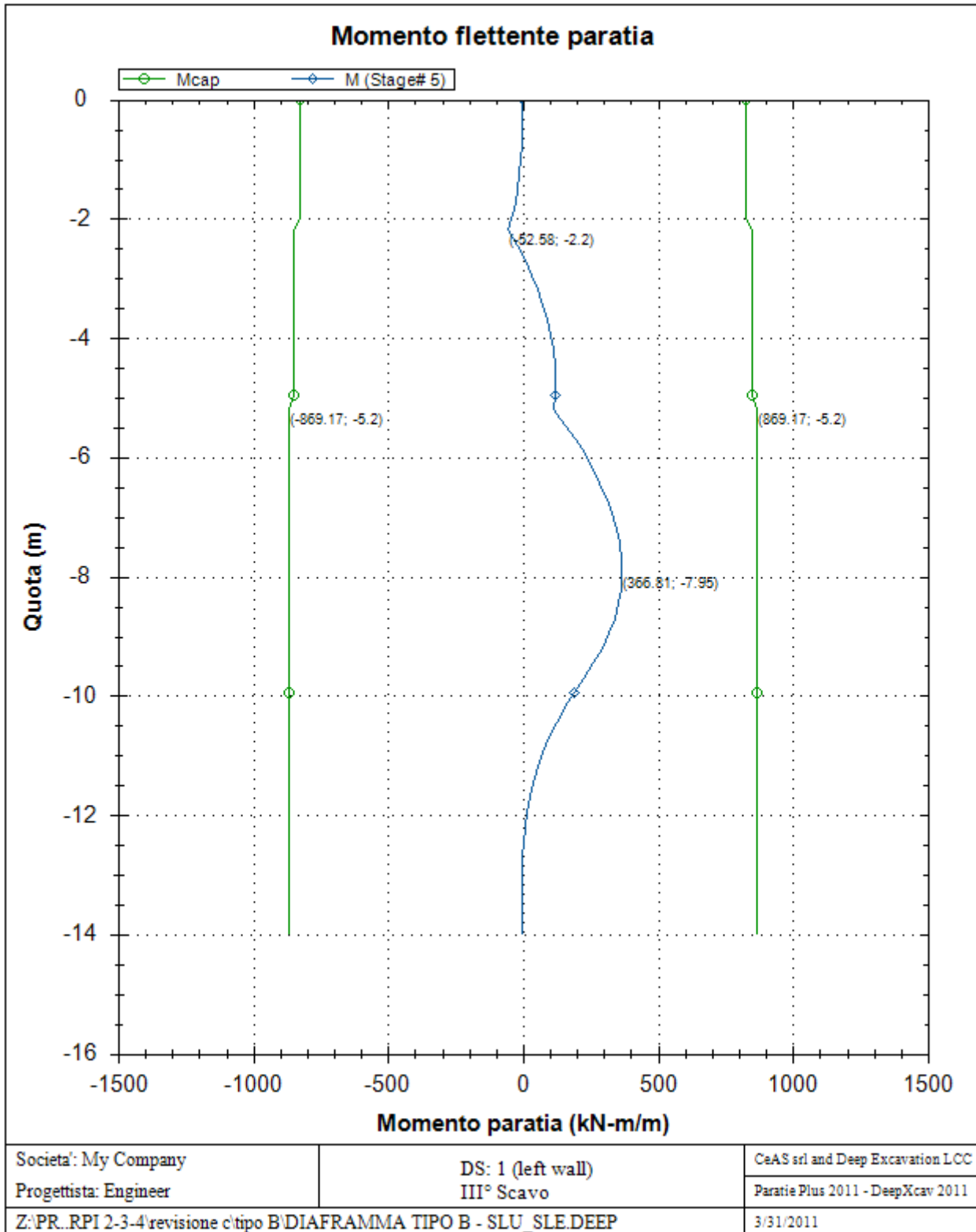


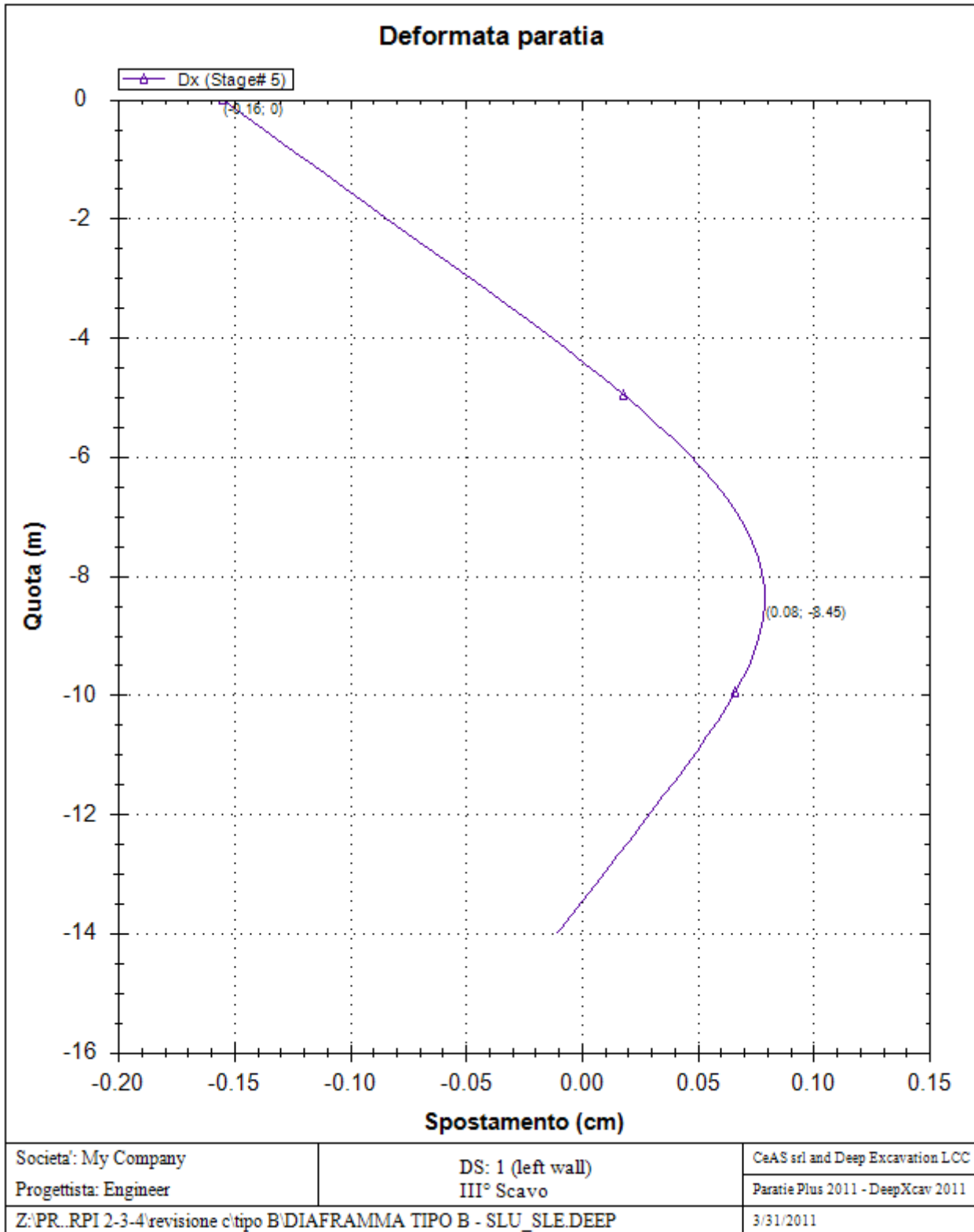


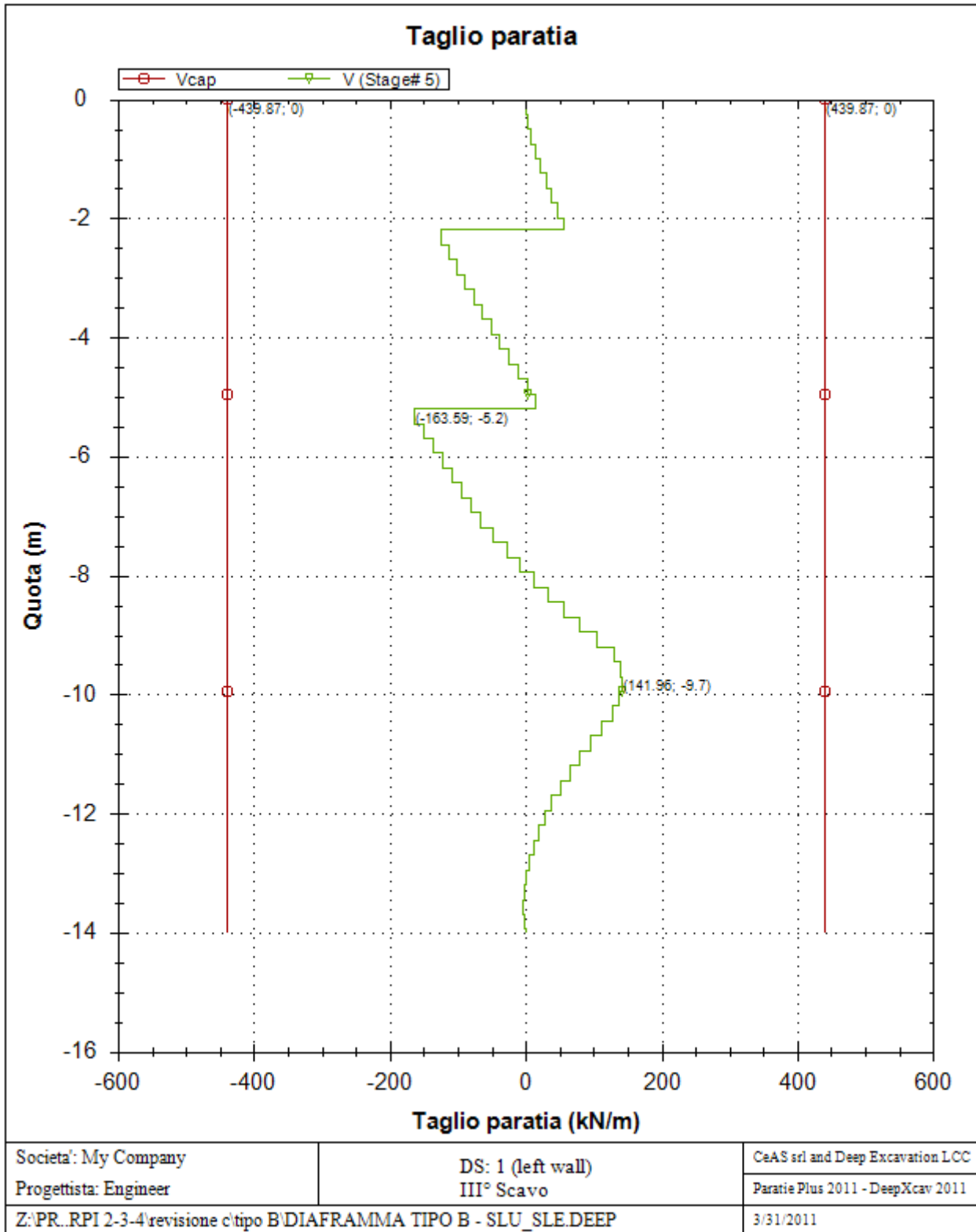


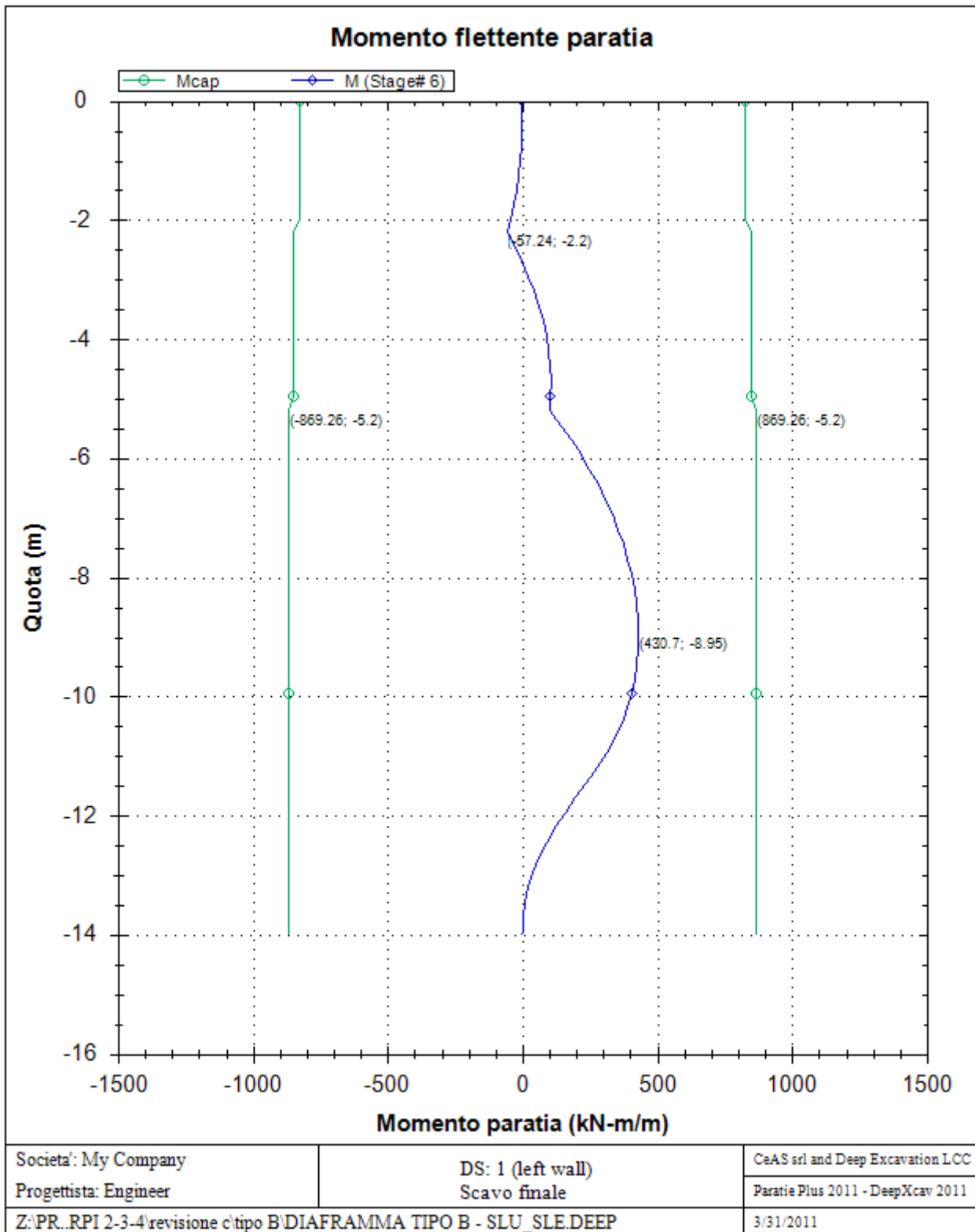


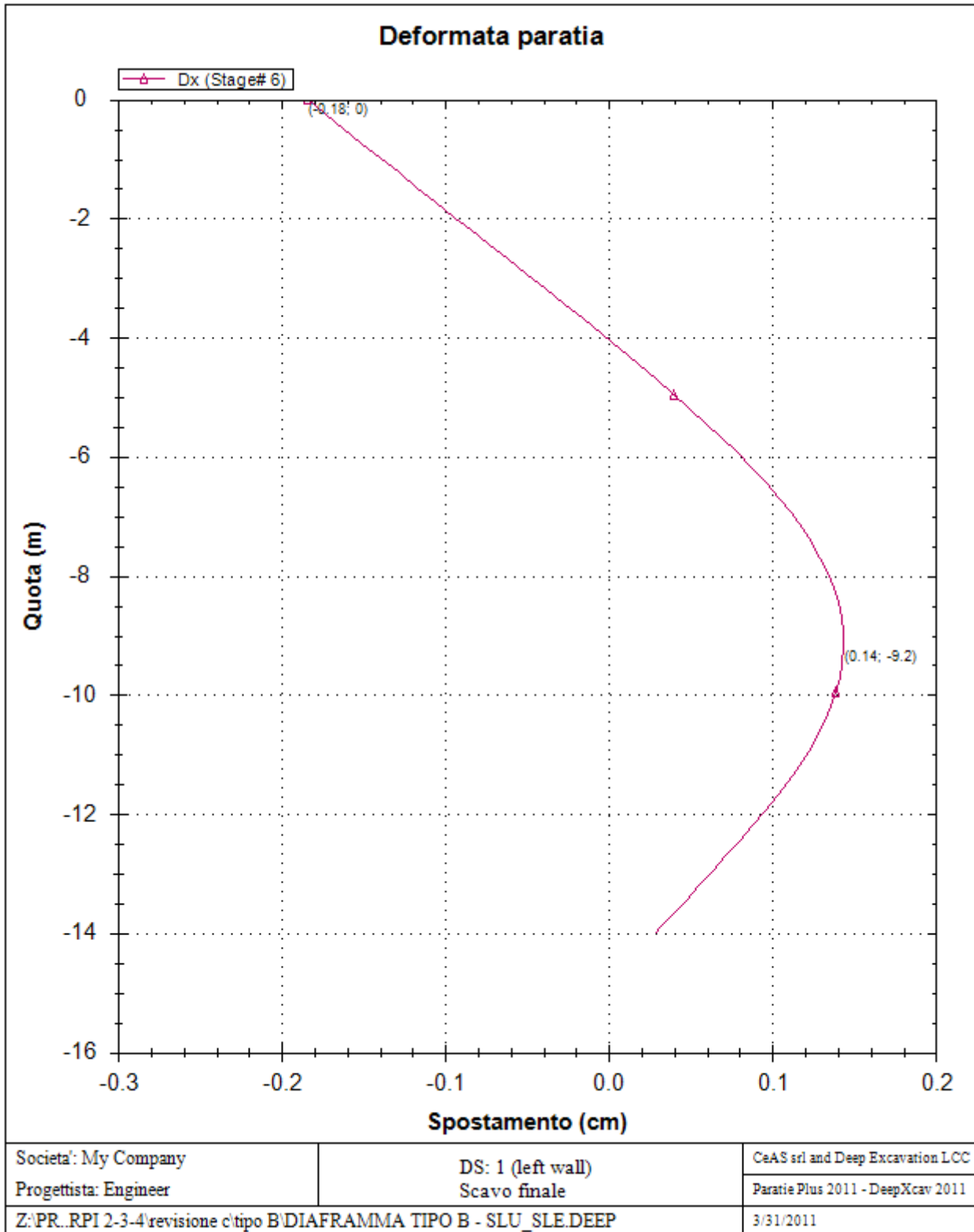


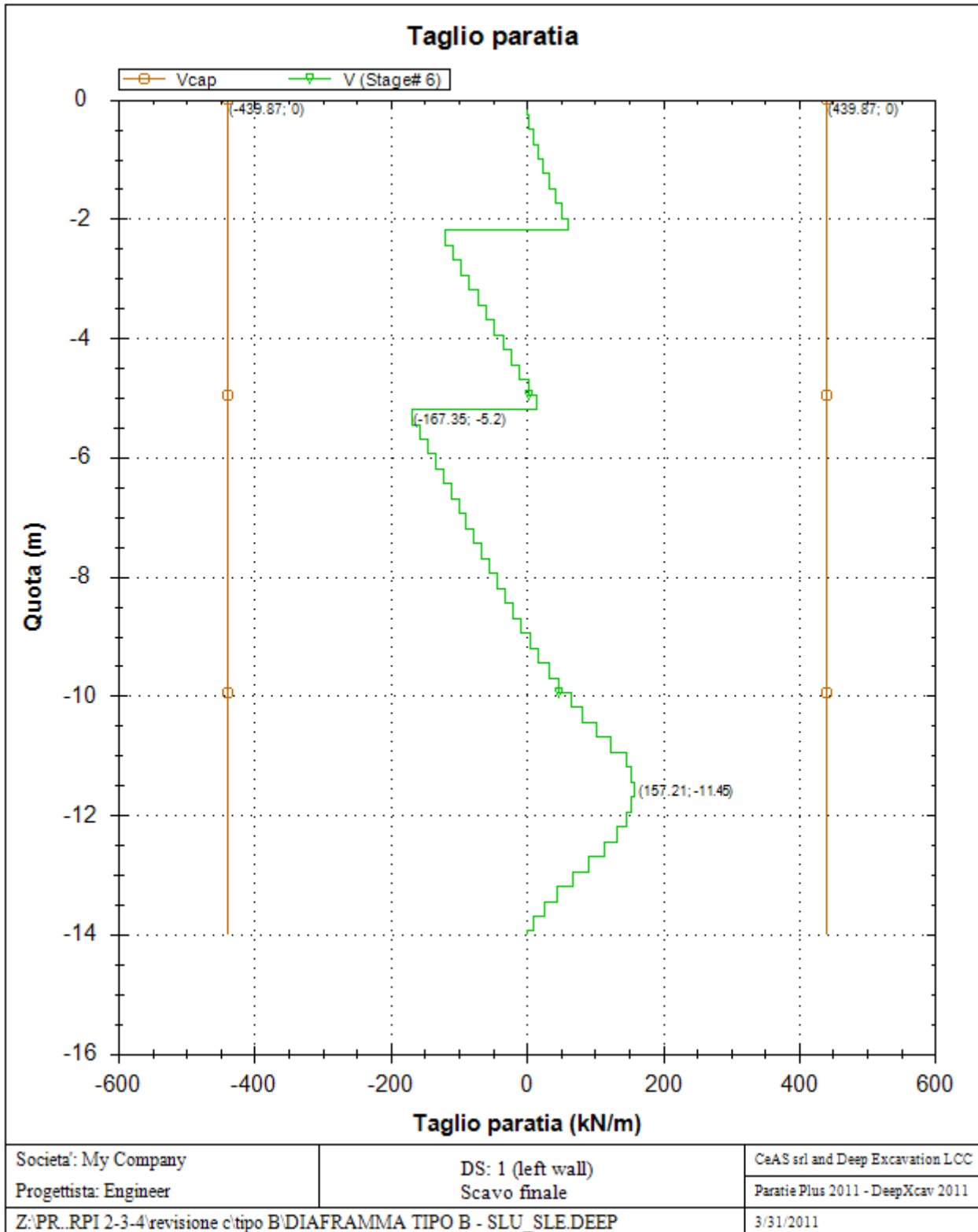














| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

REAZIONI VINCOLI (TIRANTI, PUNTONI, SOLETTE, SBADACCHI)

Vincolo 0

| Stage No | R |
|----------|---------|
| | (kN) |
| 0 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 519.85 |
| 3 | 524.226 |
| 4 | 517.508 |
| 5 | 521.16 |
| 6 | 520.505 |

Vincolo 1

| Stage No | R |
|----------|---------|
| | (kN) |
| 0 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 519.85 |
| 5 | 529.255 |
| 6 | 532.011 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Risultati per la Design Section 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

| Stage | Design Code | Design Case | F(tan | F | F | F | F(perm | F(temp | F(perm | F(temp | F Earth | F Earth | F GWT | F GWT | F HYD | F HYD | F UPL | F UPL |
|-------|-------------|-------------|-------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Name | | fr) | (c') | (Su) | (EQ) | load) | load) | sup) | sup) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) |
| 0 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 1 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 2 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 3 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 4 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 5 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 6 | DM08_ITA | 2: A2+M2+R1 | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 0 | 1 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore reazione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole


F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi

| | | | | | |
|---|---|---|--|--------------------------------------|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | |
| | | PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 |

Summario di ogni approccio

| Design section 0 | Mom. paratia | Taglio paratia | Spost. paratia | Vincolo | Vincolo | Infissione | Commenti |
|--------------------------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|-------------|------------|------------------------|
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | (kN-m/m) | (kN/m) | (cm) | Reazione (kN/m) | TSF critico | FS paratia | |
| Design section 0 | 331.31 | 128.73 | 0.18 | 154.43 | 0.504 | 1.137 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 430.7 | 167.35 | 0.18 | 200.76 | 0.686 | 1.137 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 329.71 | 130.53 | 0.2 | 154.79 | 0.548 | 1.001 | Calculation successful |

Sommario esteso

| | Risultati di calcolo | Spost. paratia | Cedimenti | Mom. paratia | Mom. paratia |
|-----------------------------------|------------------------|----------------|-----------|--------------|--------------|
| | | (cm) | (cm) | (kN-m/m) | (kN-m) |
| Design section 0 | Calculation successful | 0.18 | 0.14 | 331.31 | 828.28 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | Calculation successful | 0.18 | 0.14 | 430.7 | 1076.76 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | Calculation successful | 0.2 | 0.18 | 329.71 | 824.28 |

| | Taglio paratia | Taglio paratia | TSF combinato | TSF momento | TSF taglio | SLS cls |
|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|------------|-----------------|
| | (kN/m) | (kN) | / | / | / | Ver. tensionale |
| Design section 0 | 128.73 | 321.82 | 0.386 | 0.386 | 0.293 | 0.298 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 167.35 | 418.37 | 0.495 | 0.495 | 0.38 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 130.53 | 326.32 | 0.384 | 0.384 | 0.297 | N/A |

| | SLS acciaio | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | FS |
|--------------------------------------|-----------------|--------------|------------|---------|---------|-------------------|-------------|
| | Ver. tensionale | R max (kN/m) | R max (kN) | TSF GEO | TSF STR | Verifica pull out | Fondo scavo |
| Design section 0 | 0.401 | 154.43 | 409.24 | 0.504 | 0.504 | 0.44 | 4.371 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 200.76 | 532.01 | 0.686 | 0.655 | 0.686 | 4.371 |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | 154.79 | 410.19 | 0.548 | 0.505 | 0.548 | 3.497 |



| | FS | FS piede | FS piede | Zcut | FS | FS | FS |
|--------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|-------------|-------------|
| | Passivo | Rotazione | Lunghezza | (Paratie) | Pass. mobilitata | Vera/Attiva | Sifonamento |
| Design section 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.137 | 2.426 | N/A |
| 0: DM08_ITA: Comb. 1: | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.137 | 2.426 | N/A |

| | | | | |
|---|---|---|--|--------------------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 |

| | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|
| A1+M1+R1 | | | | | | | |
| 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.001 | 1.593 | N/A |

Voci critiche

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment Check | 0.495 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment (kN-m/m) | 430.703 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment (kN-m) | 1076.758 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 825.041 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Shear (kN/m) | 167.349 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear (kN) | 418.372 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Check | 0.38 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 5: III° Scavo | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Displacements (cm) | 0.195 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | N/A |
| Surface Settlements (cm) | 0.176 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Reaction (kN) | 532.011 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Reaction (kN/m) | 200.759 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Check | 0.686 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Check GEO | 0.686 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Check STR | 0.655 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Risultati vincoli

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|---------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| 1 Support Reaction | 524.226 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Reaction | 197.821 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check | 0.646 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: II° scavo | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check GEO | 0.563 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: II° scavo | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check STR | 0.646 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 3: II° scavo | 1: Wall 1 | 0 |
| 2 Support Reaction | 532.011 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Reaction | 200.759 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Check | 0.686 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Check GEO | 0.686 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Check STR | 0.655 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 1 |

Risultati paratia

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment ABS (kN-m) | 1076.758 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment +M (kN-m) | 1076.758 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment -M (kN-m) | -145.412 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 4: II° tirante | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment Check | 0.495 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 825.041 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |

| | | | | |
|---|---|--|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | | | | |
|----------------------------|---------|---|-----------------|-----------|----|
| | | A2+M2+R1 | | | |
| Wall Shear (kN) | 418.372 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Check | 0.38 | 1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1 | 5: III° Scavo | 1: Wall 1 | 21 |

Momento massimo per ogni fase

| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|-----------------|-------------------|--------|--------|
| M stg0 (kN-m/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| M stg1 (kN-m/m) | -38.35 | -49.85 | -48.55 |
| M stg2 (kN-m/m) | 101.35 | 131.76 | 98.67 |
| M stg3 (kN-m/m) | 145.76 | 189.49 | 145.29 |
| M stg4 (kN-m/m) | 85.56 | 111.23 | 89.42 |
| M stg5 (kN-m/m) | 282.16 | 366.81 | 302.9 |
| M stg6 (kN-m/m) | 331.31 | 430.7 | 329.71 |

Taglio massimo per ogni fase

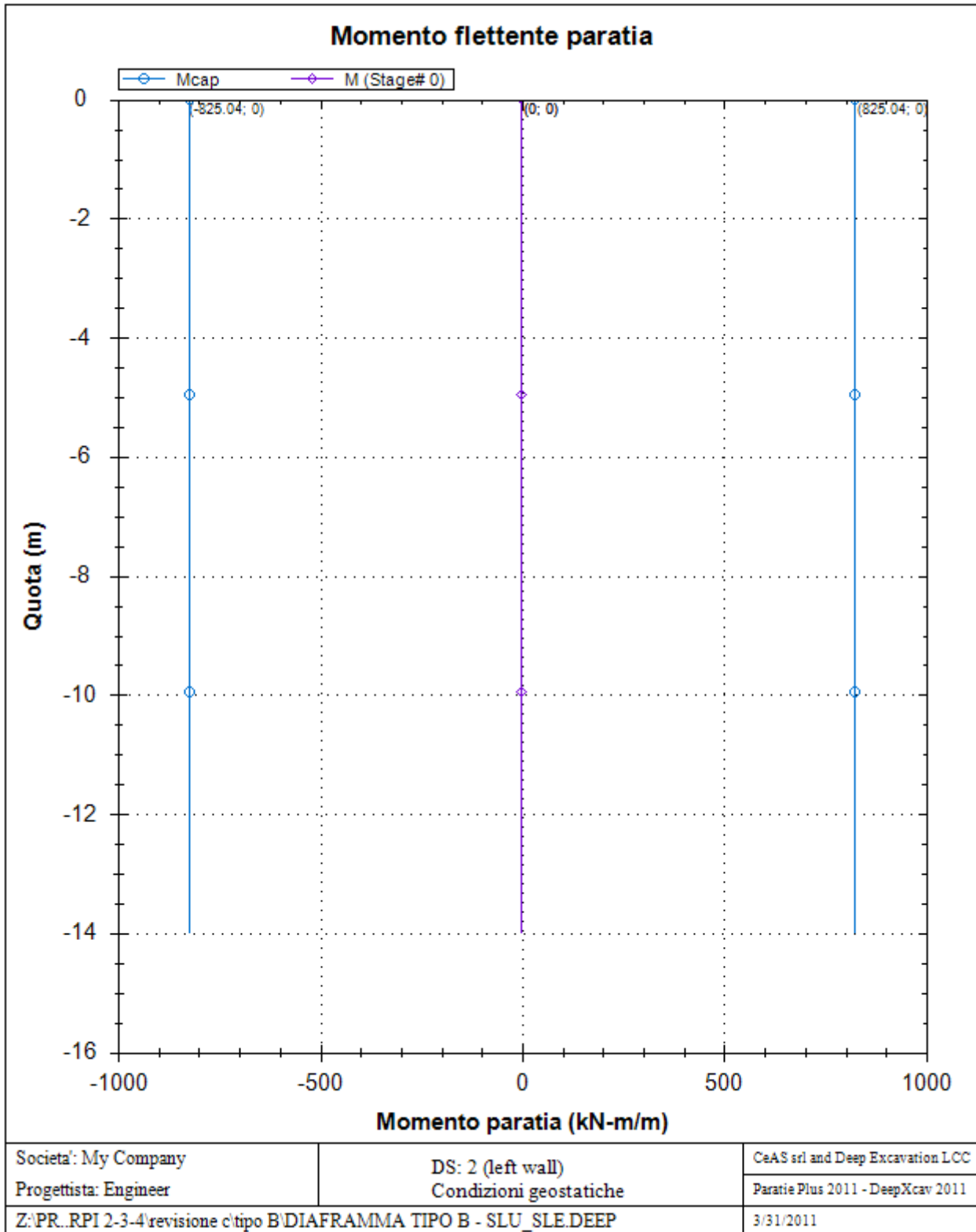
| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|---------------|-------------------|---------|---------|
| V stg0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| V stg1 (kN/m) | 18.69 | 24.3 | 22.47 |
| V stg2 (kN/m) | -90.76 | -117.99 | -89.64 |
| V stg3 (kN/m) | -107.07 | -139.19 | -105.49 |
| V stg4 (kN/m) | -86.93 | -113 | -84.94 |
| V stg5 (kN/m) | -125.84 | -163.59 | -130.53 |
| V stg6 (kN/m) | -128.73 | -167.35 | -130.14 |

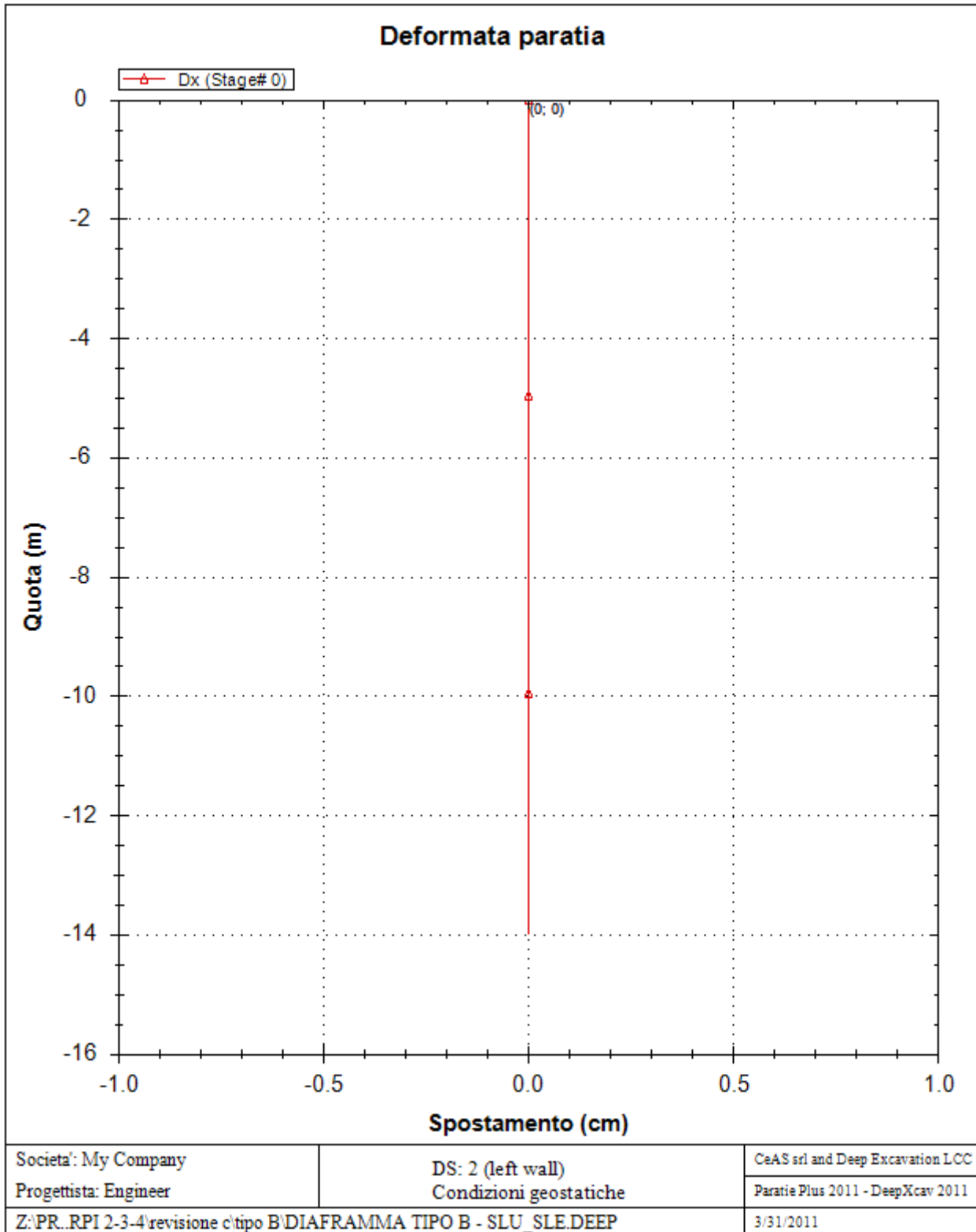
Massima reazione vincolare

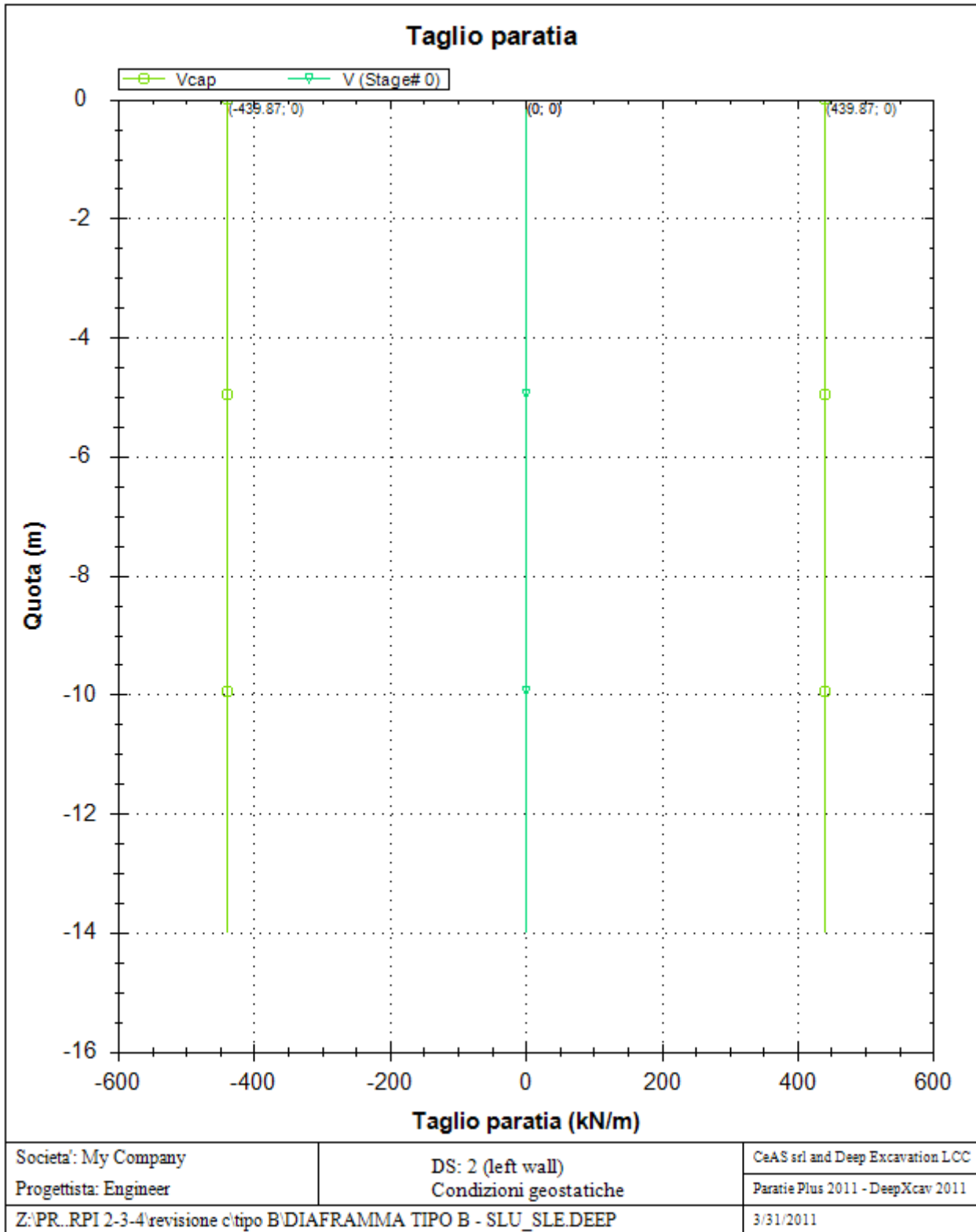
| | Approccio di base | DS: 1 | DS: 2 |
|----------------------|-------------------|--------|--------|
| Rmax Stage #0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 | DS: 2 |
| Rmax Stage #1 (kN/m) | 0 | 0 | 0 |
| Rmax Stage #2 (kN/m) | 0 | 0 | 0 |
| Rmax Stage #3 (kN/m) | 0 | 0 | 0 |
| Rmax Stage #4 (kN/m) | 150.9 | 196.17 | 150.9 |
| Rmax Stage #5 (kN/m) | 153.63 | 199.72 | 154.03 |
| Rmax Stage #6 (kN/m) | 154.43 | 200.76 | 154.79 |

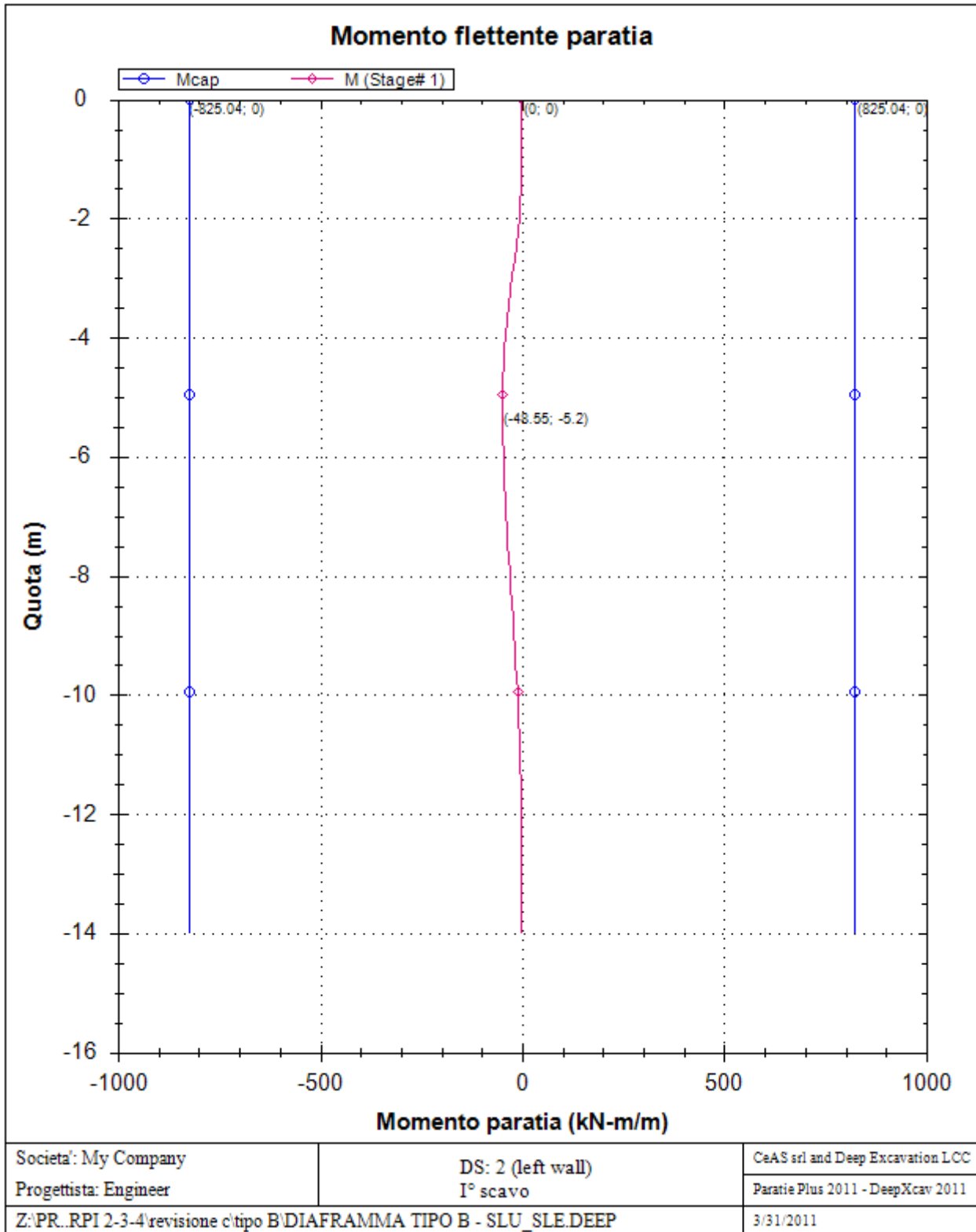
GRAFICI FASI DI SCAVO

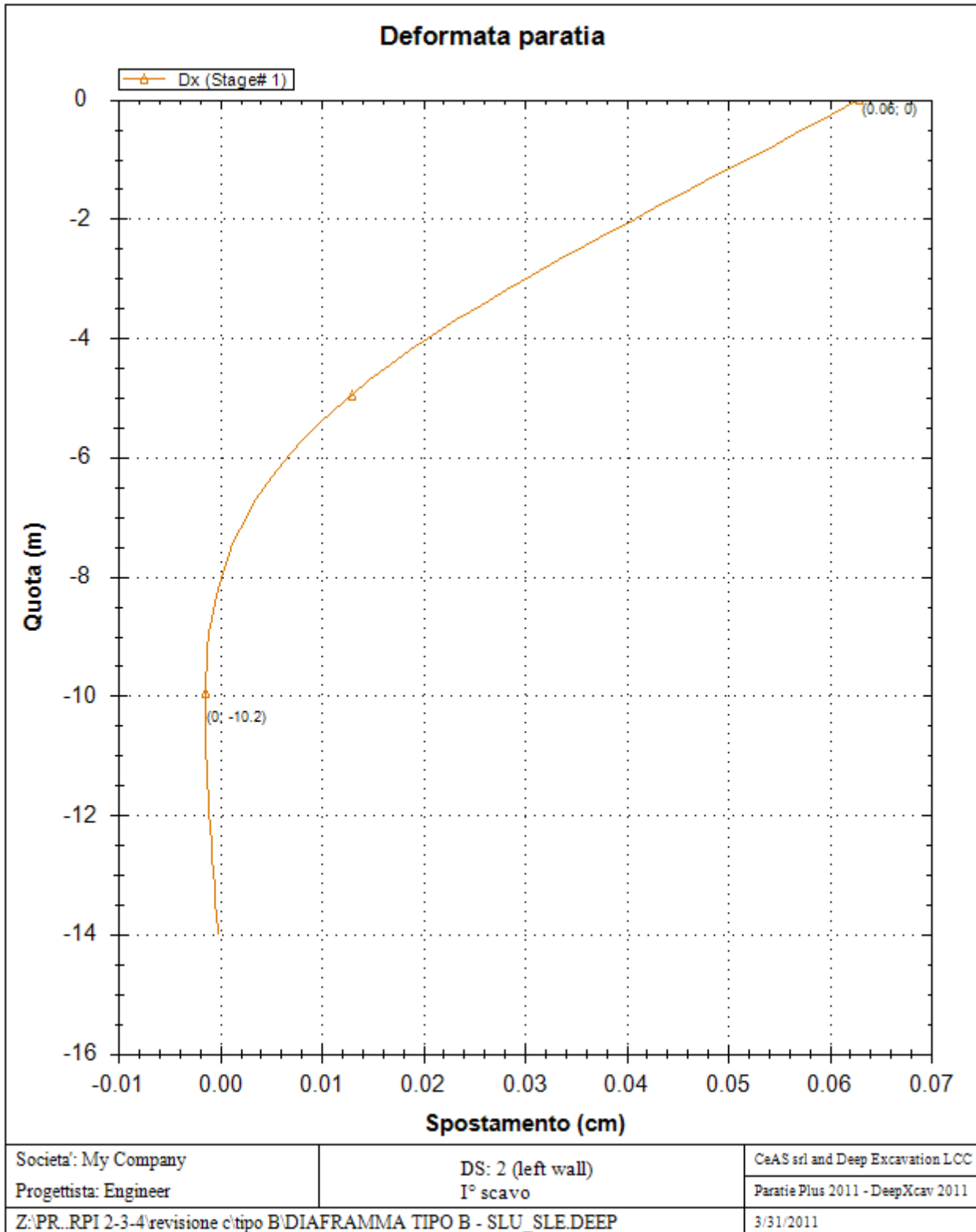
Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

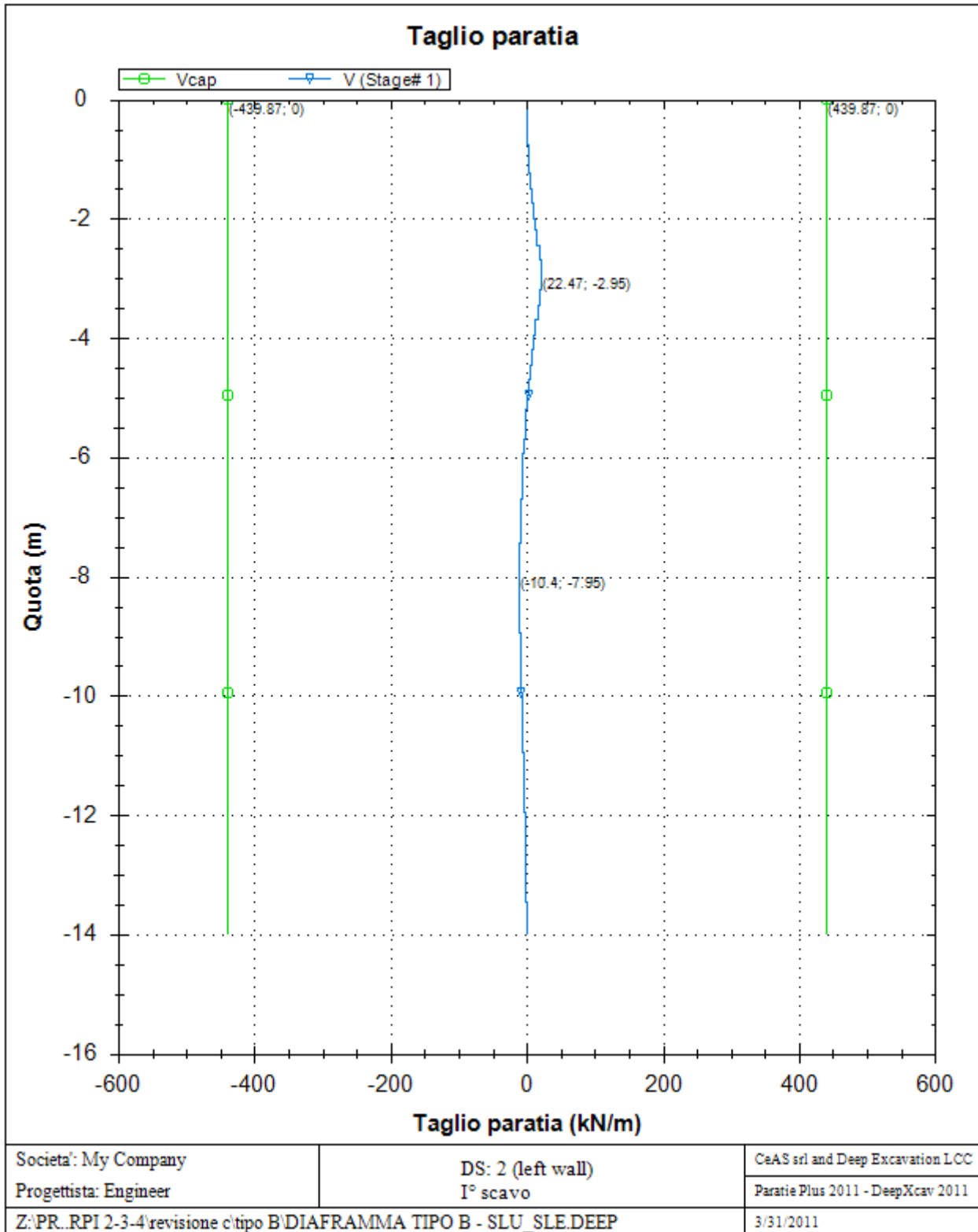


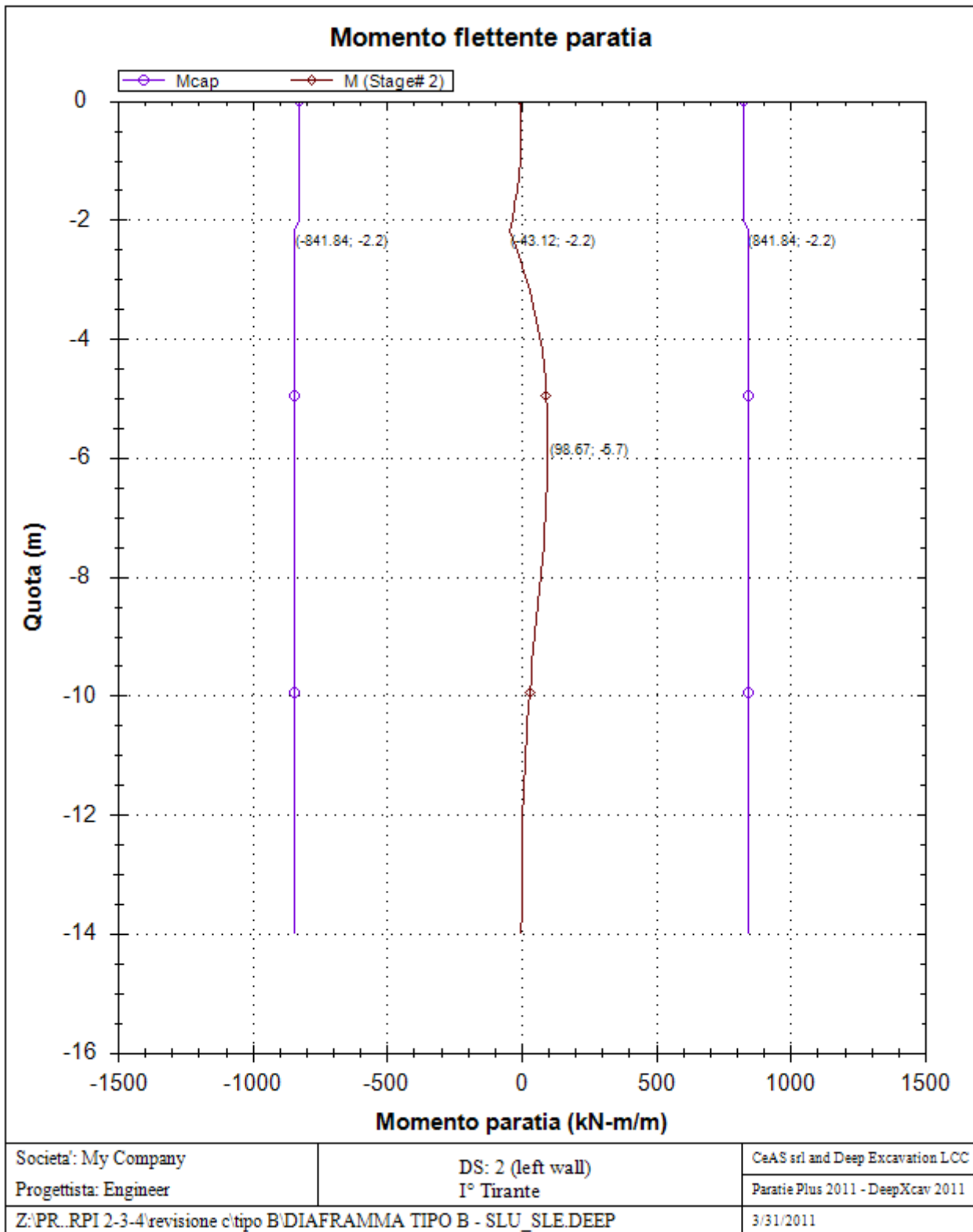


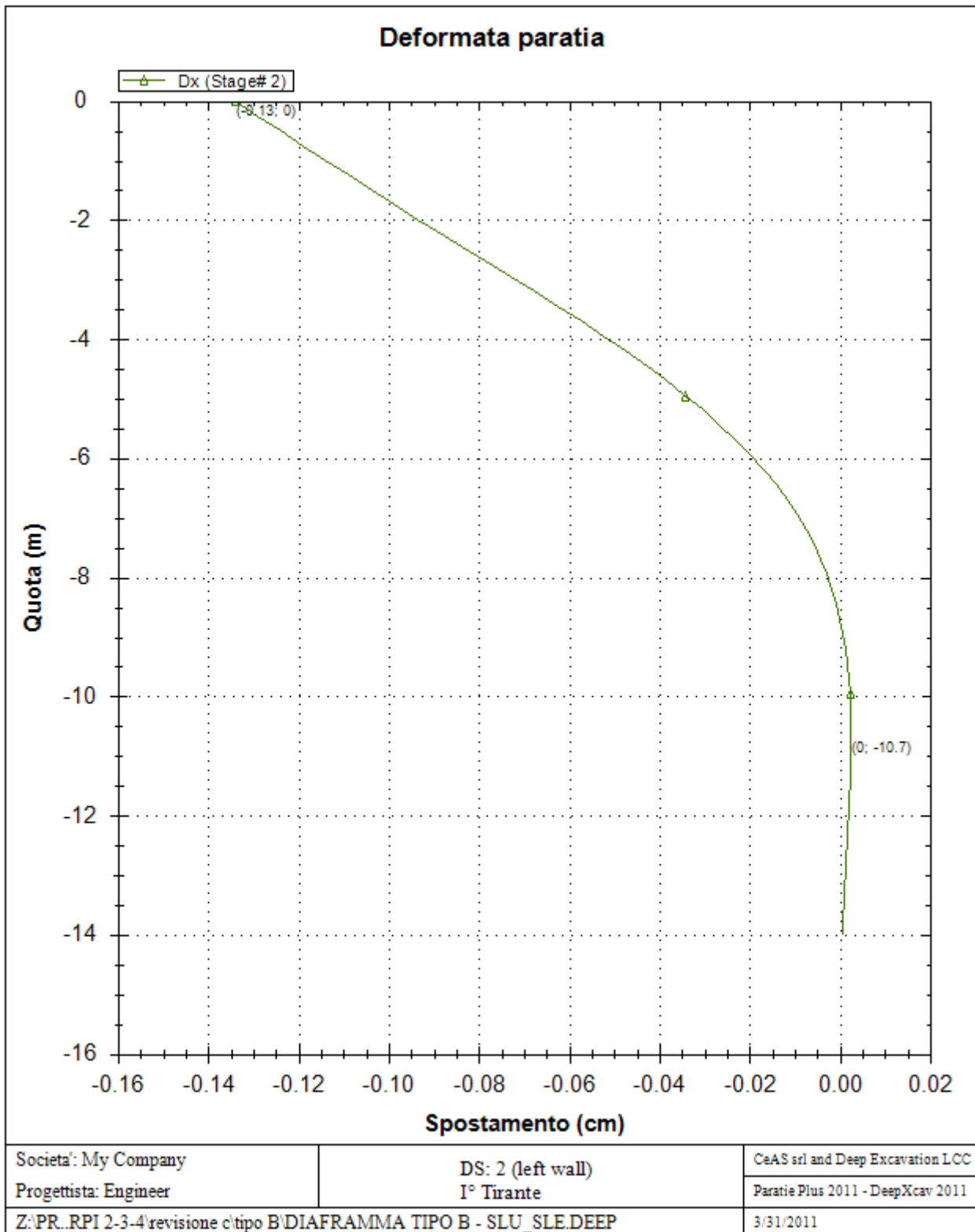


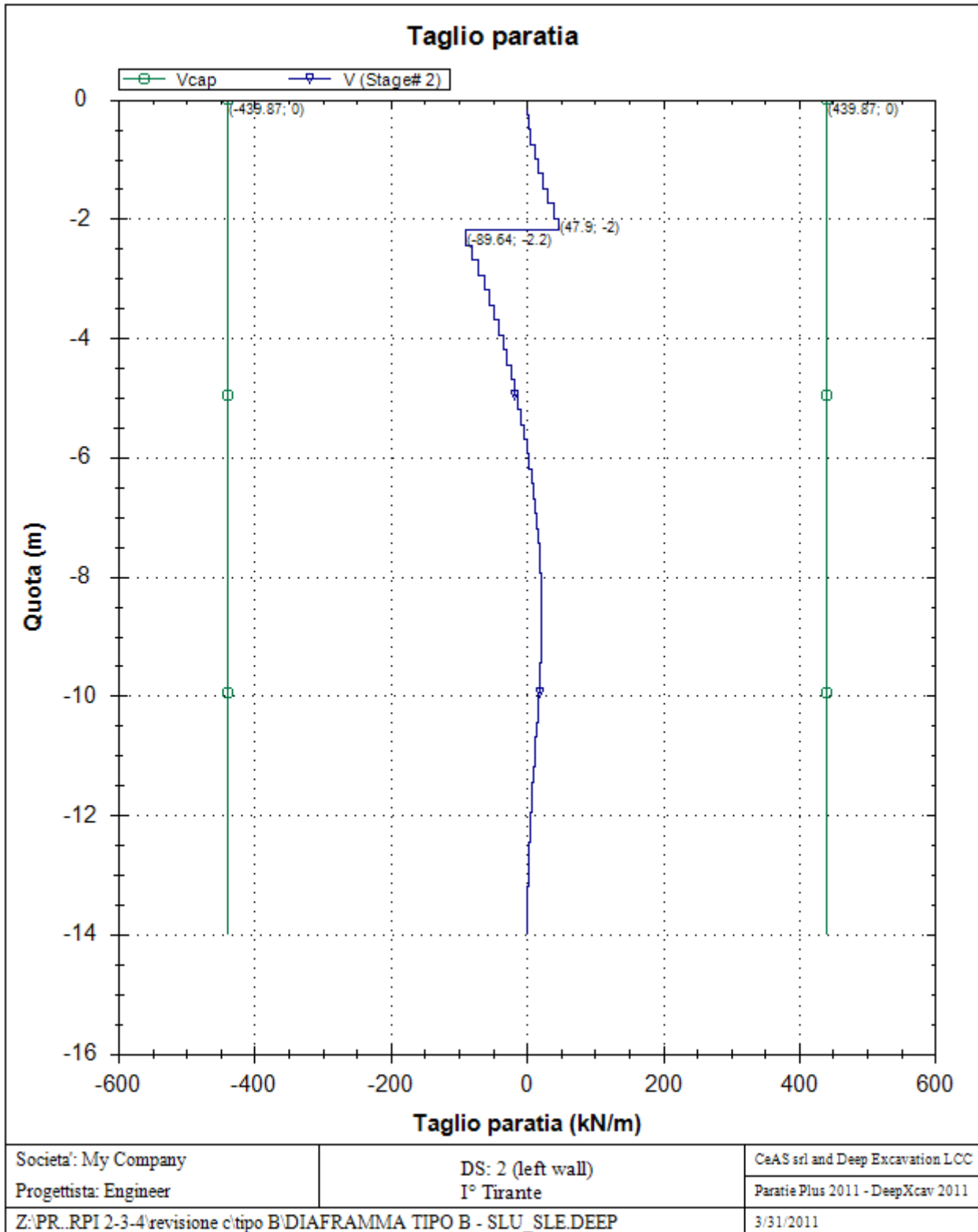


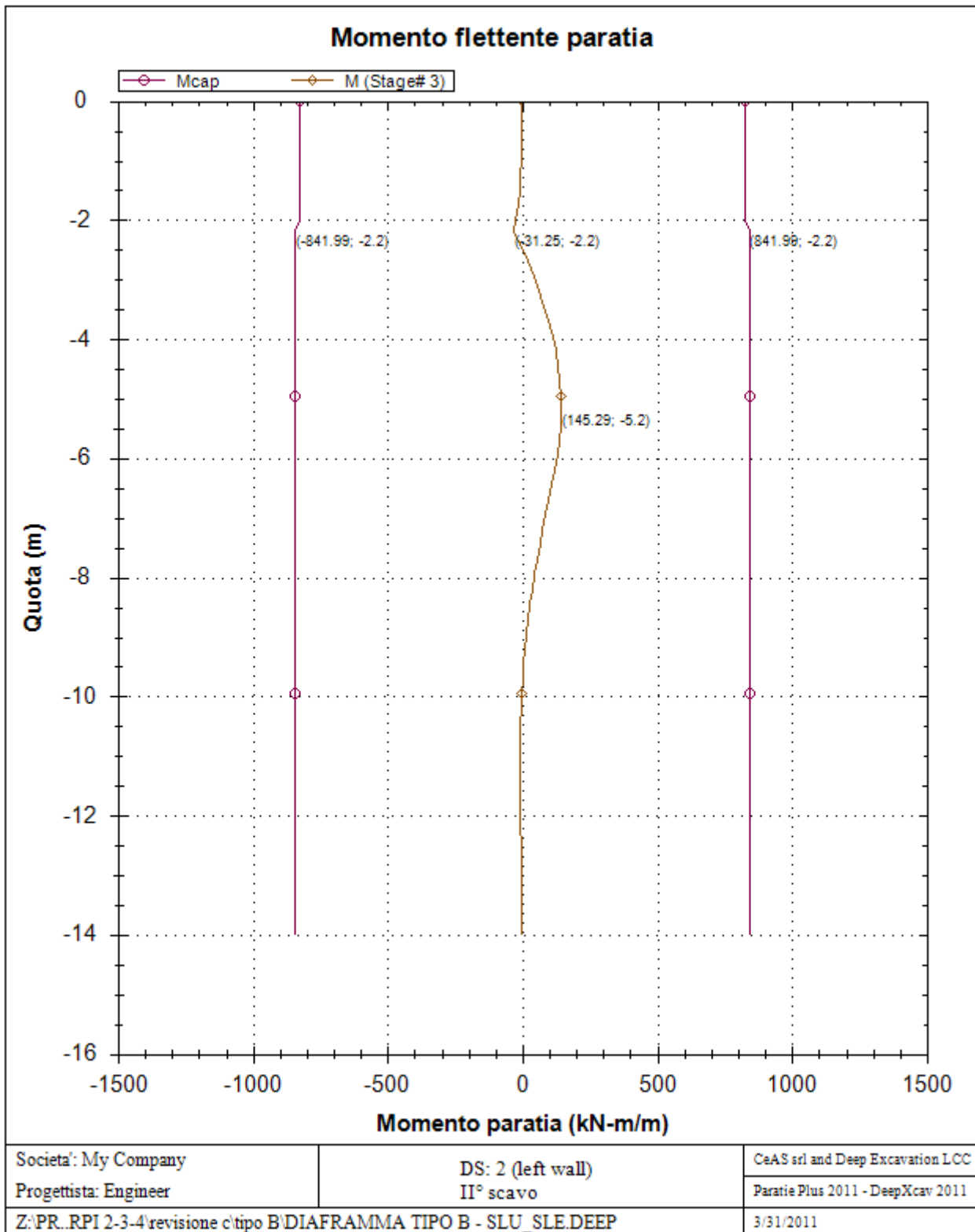


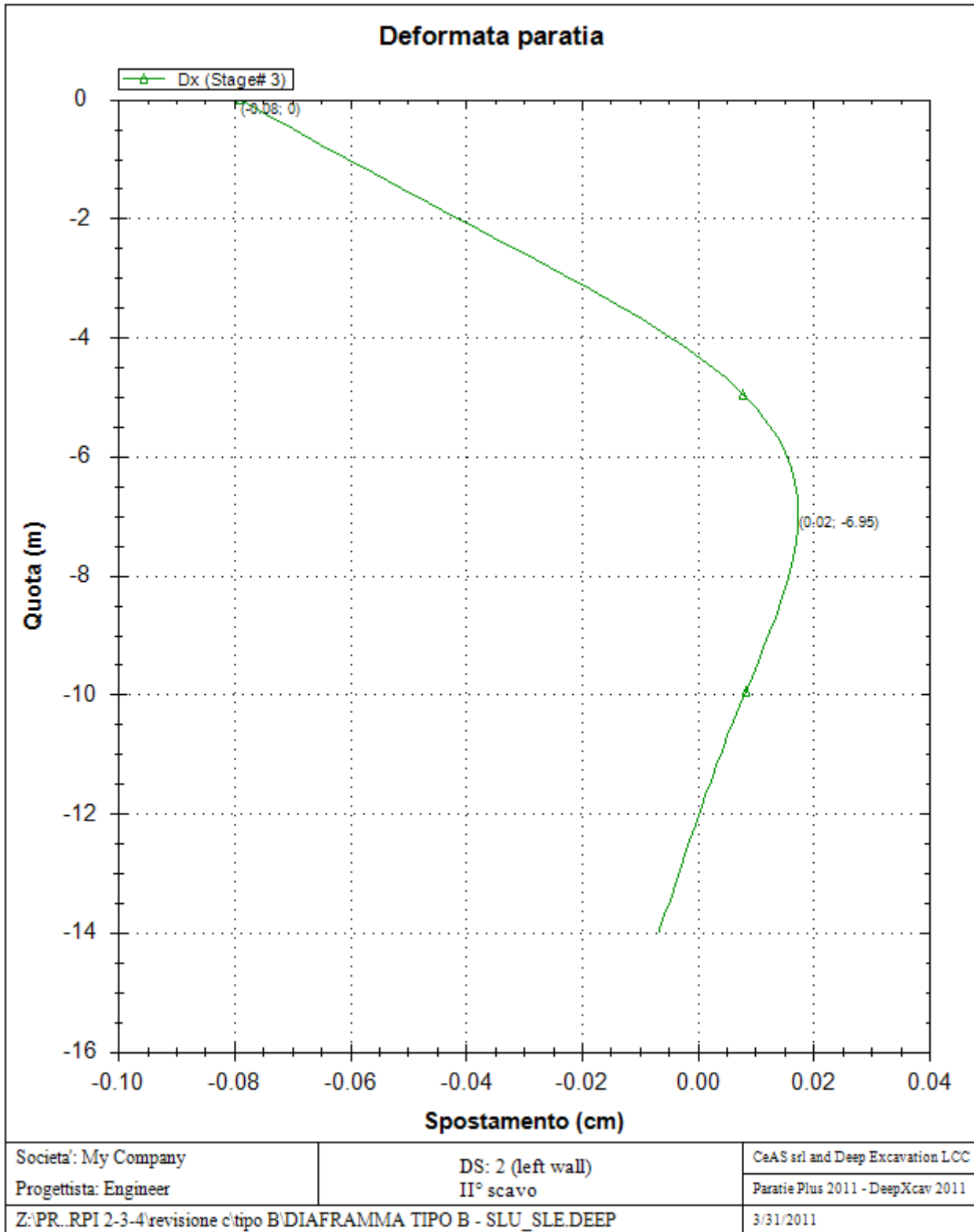


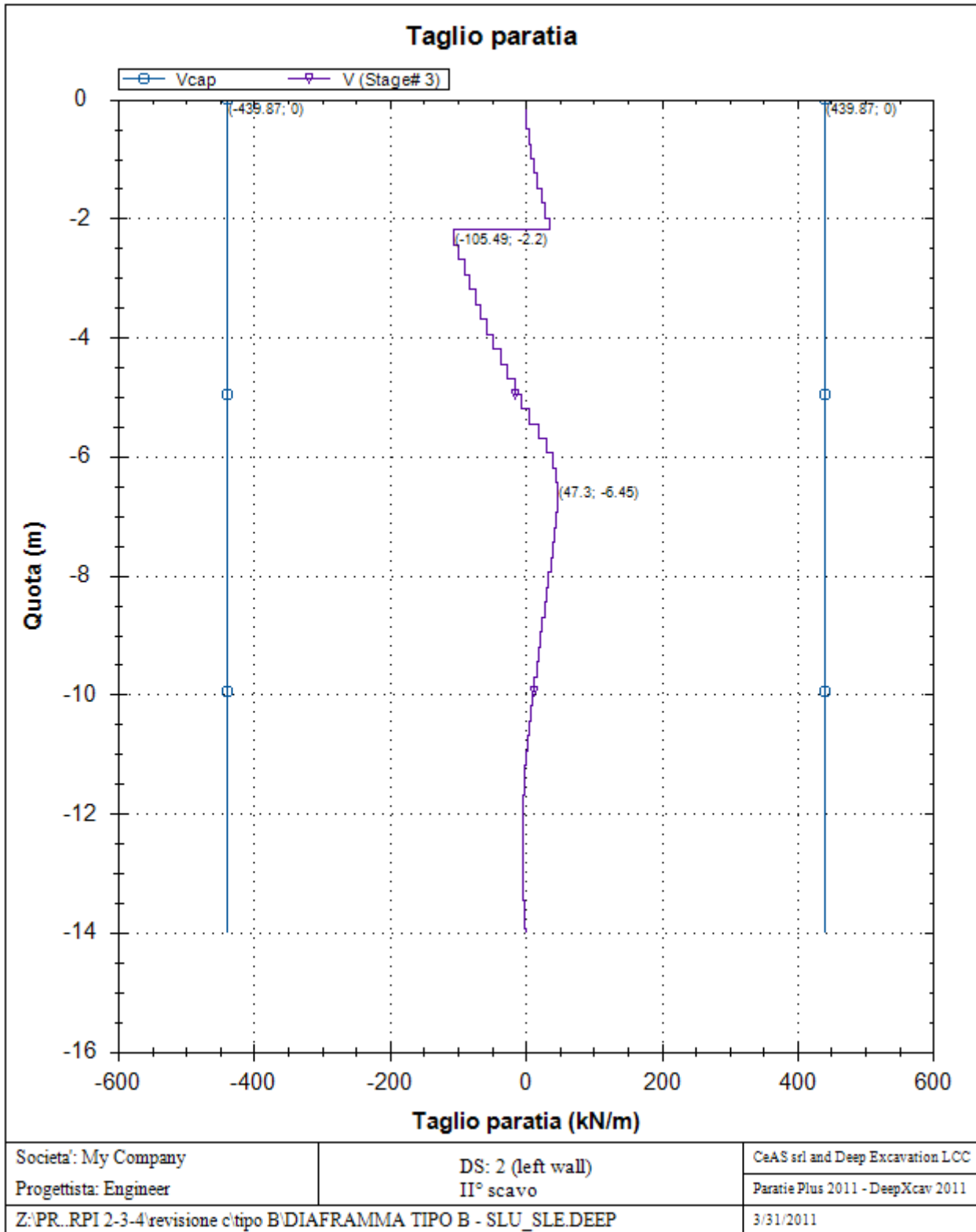


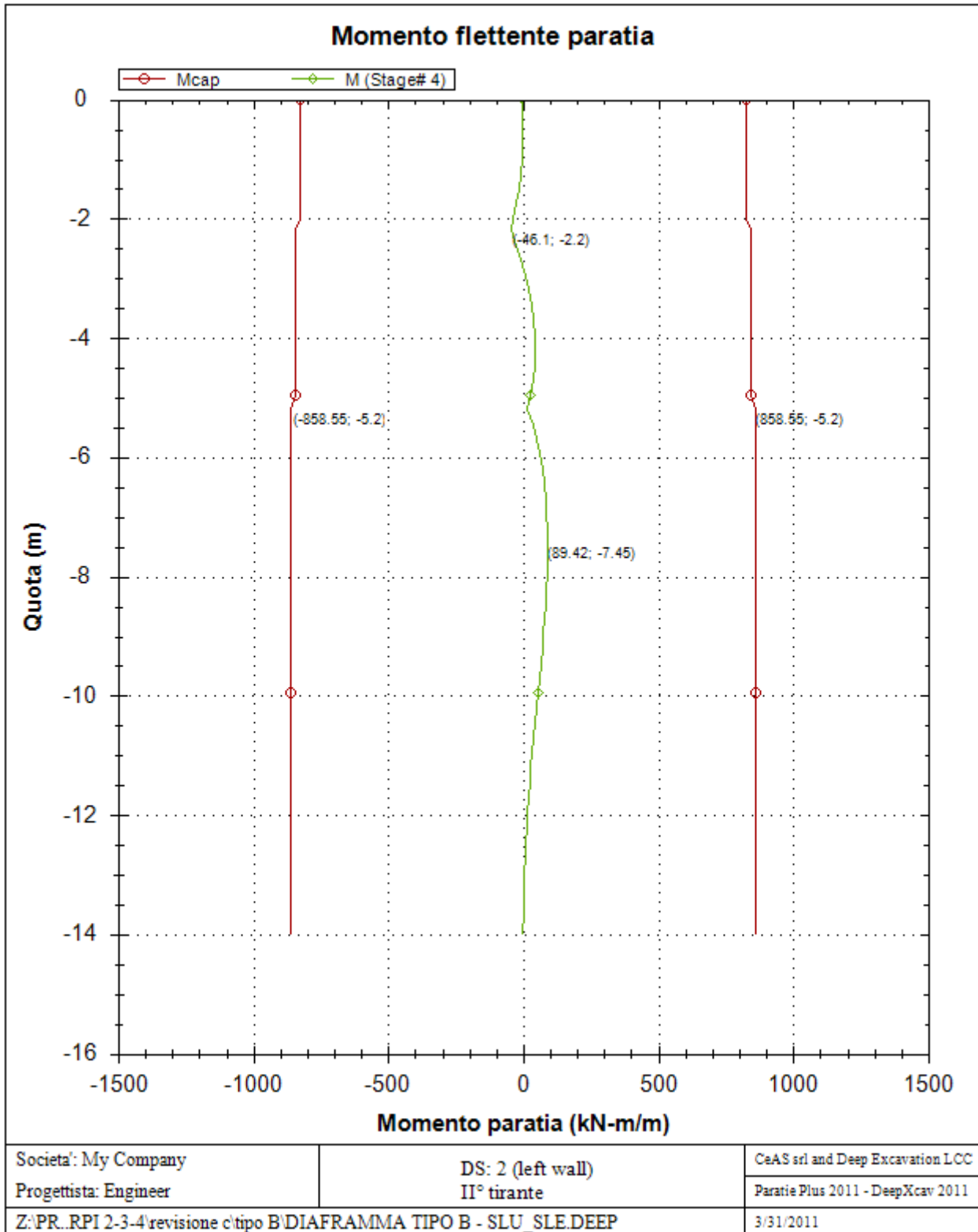


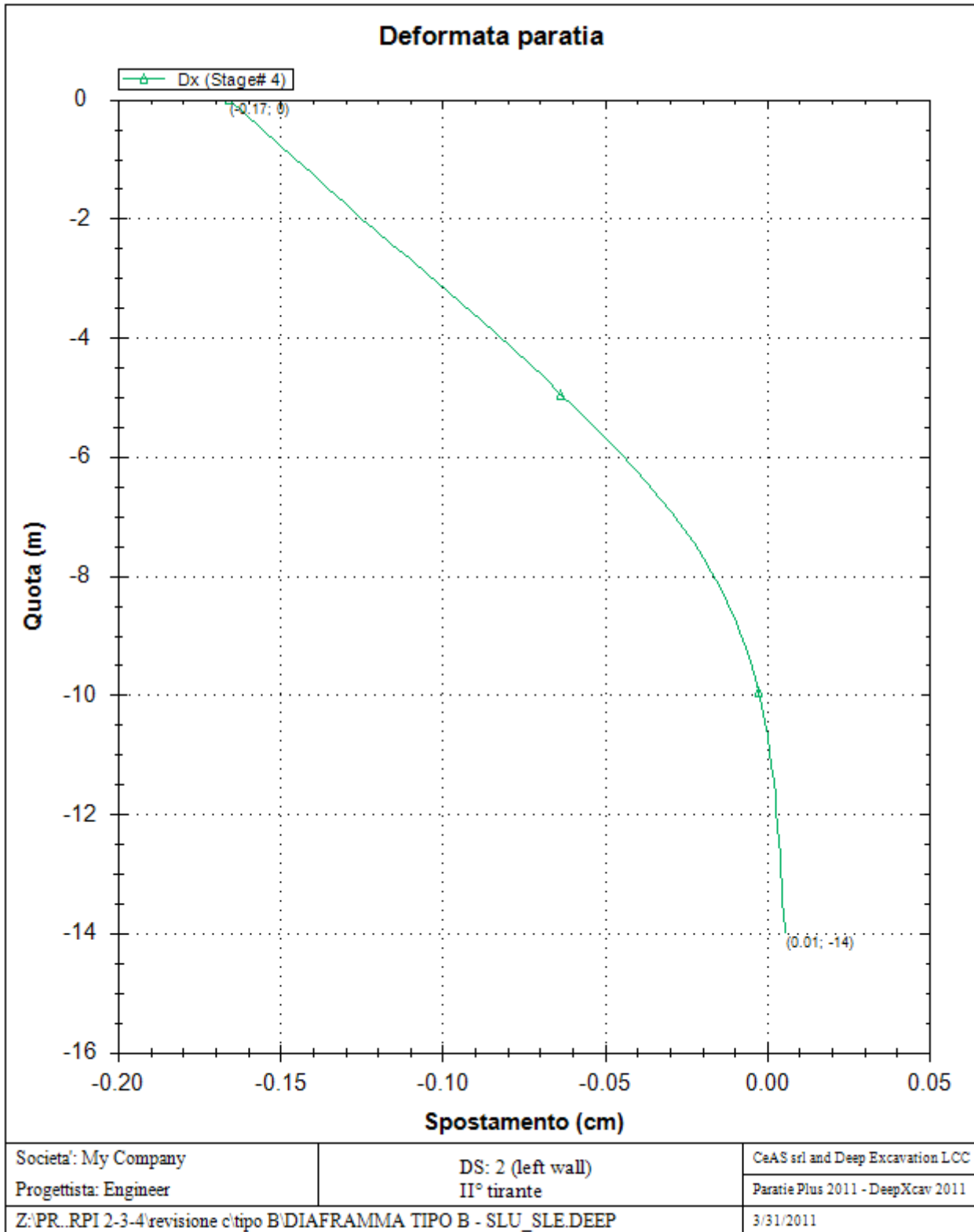


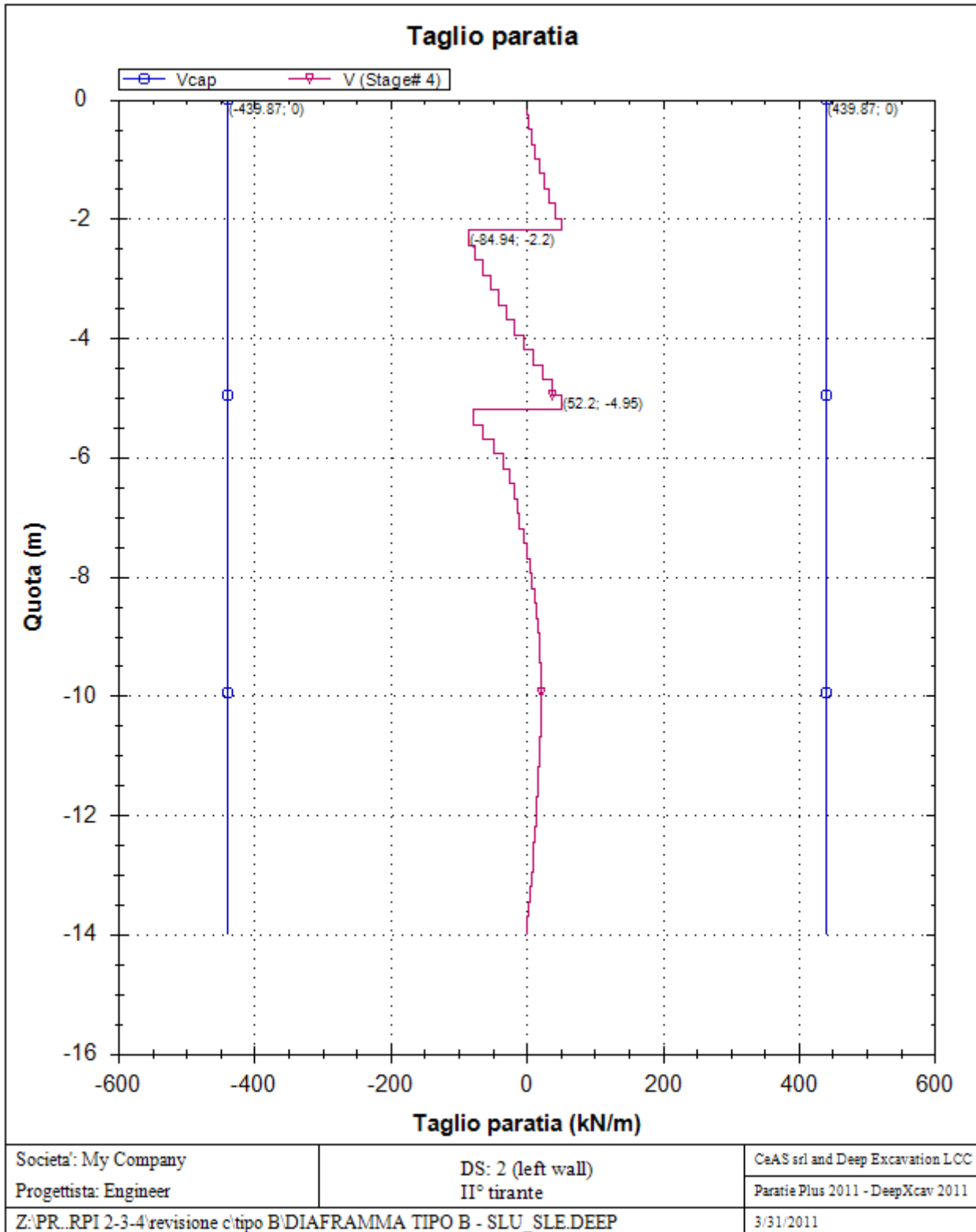


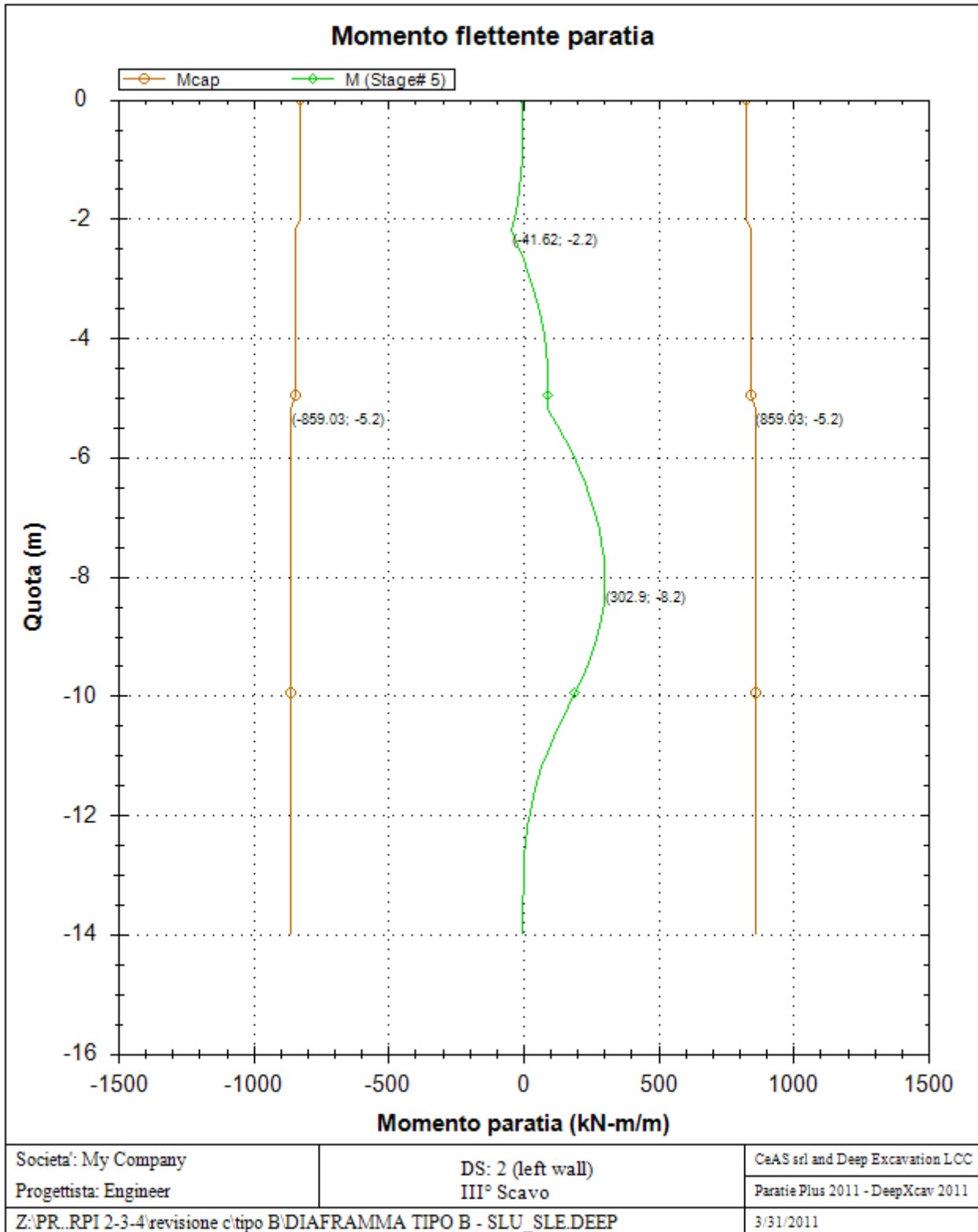


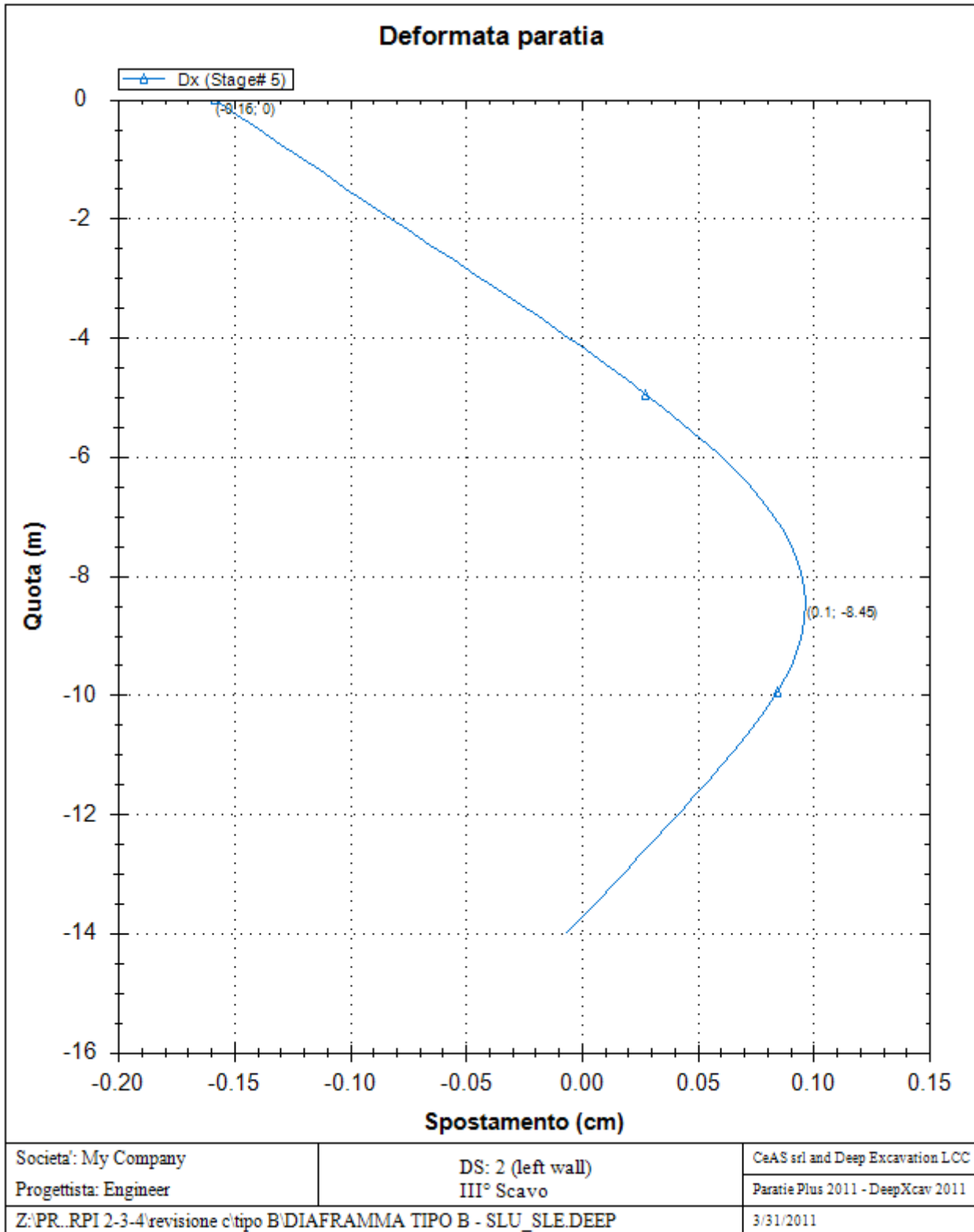


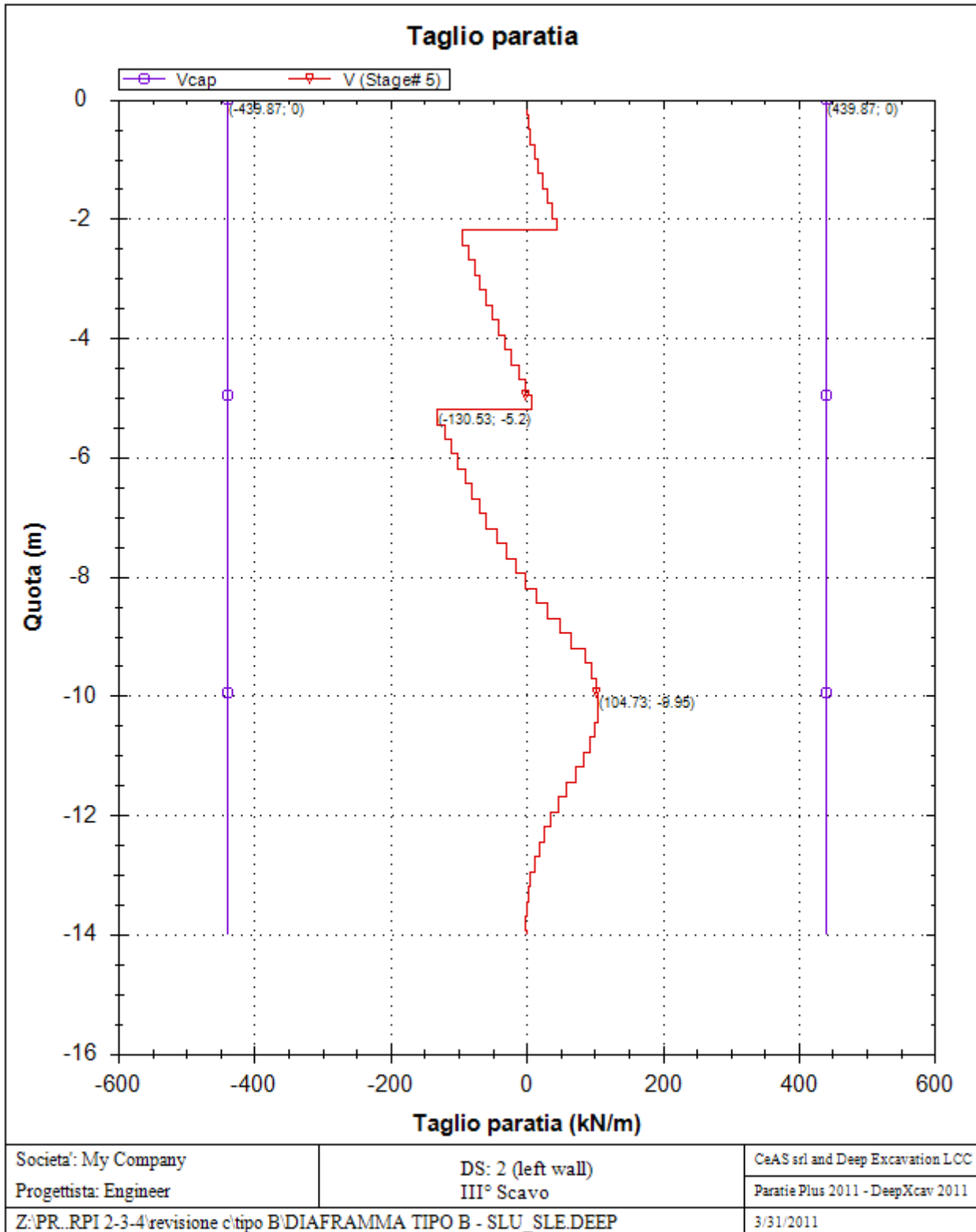


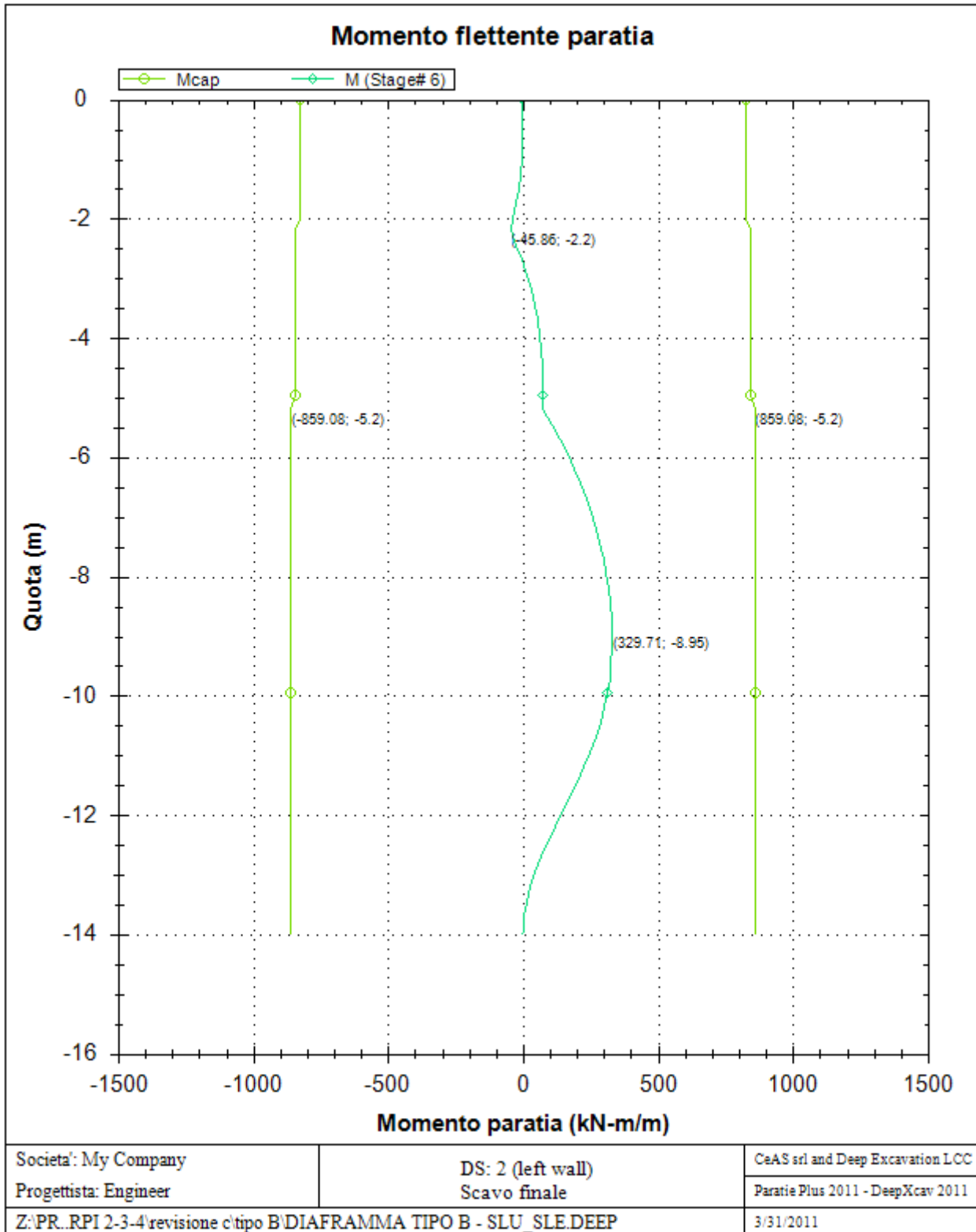


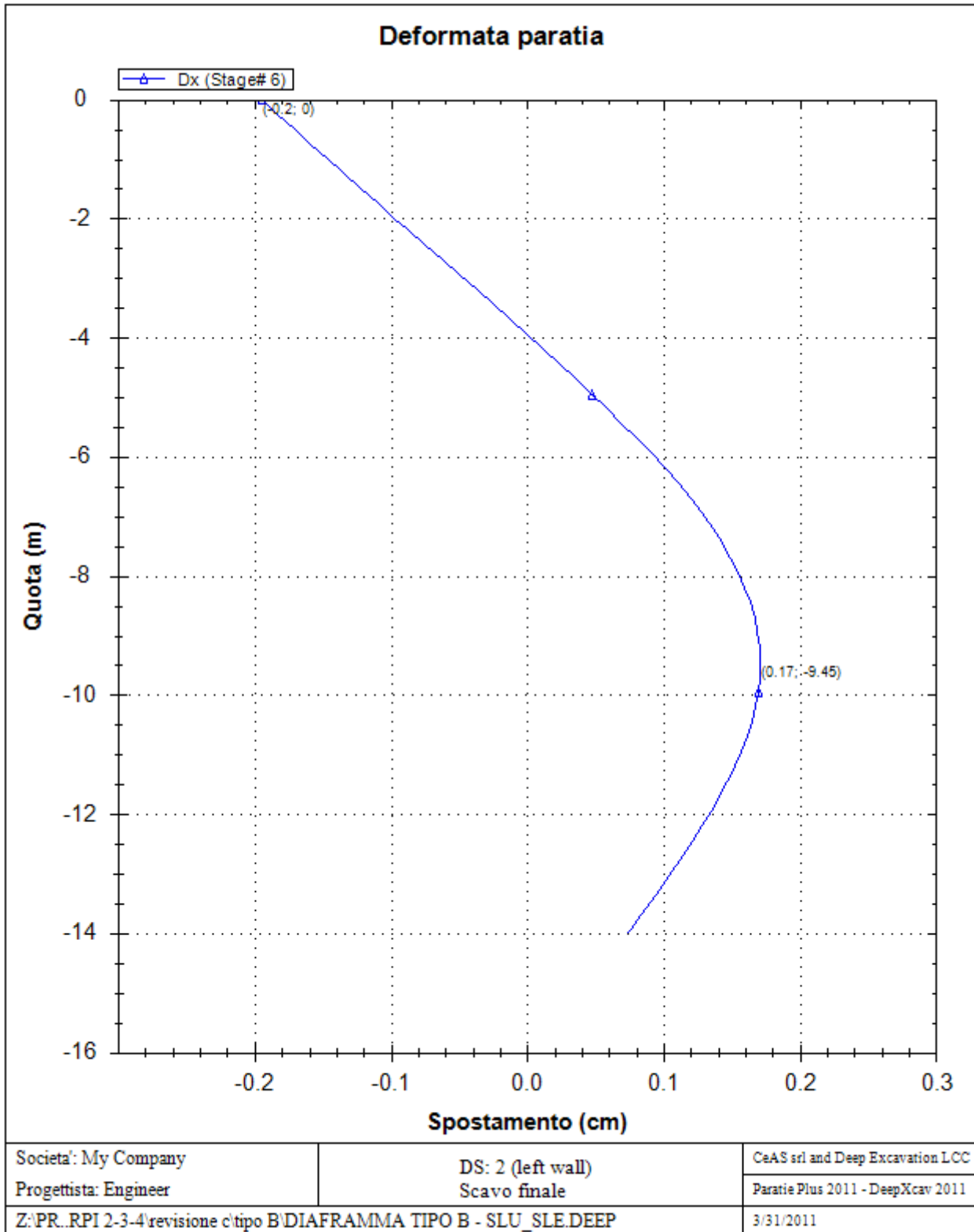


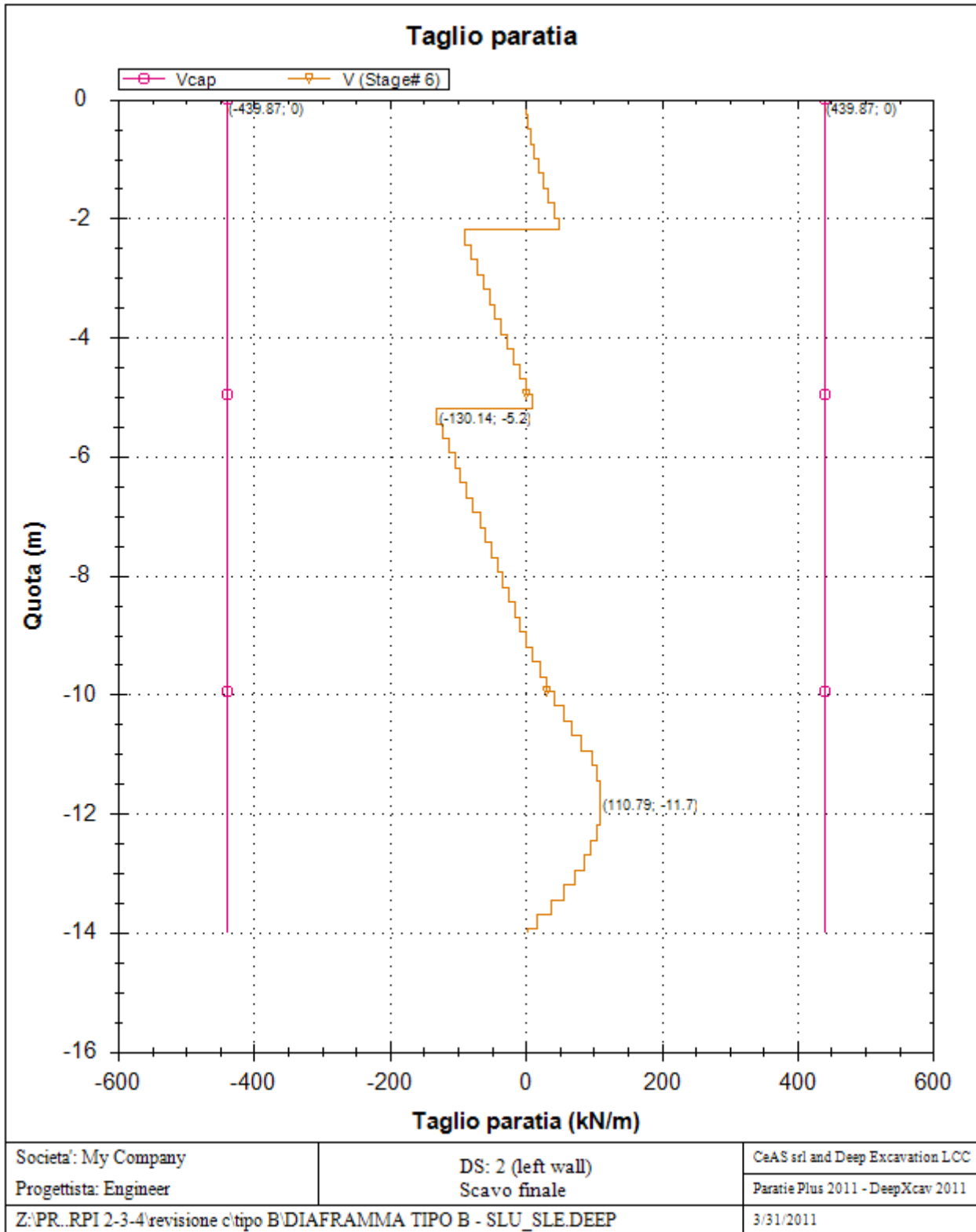












| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |



REAZIONI VINCOLI (TIRANTI, PUNTONI, SOLETTE, SBADACCHI)

Vincolo 0

| Stage No | R |
|----------|---------|
| | (kN) |
| 0 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 399.885 |
| 3 | 403.516 |
| 4 | 397.686 |
| 5 | 400.892 |
| 6 | 400.018 |

Vincolo 1

| Stage No | R |
|----------|---------|
| | (kN) |
| 0 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 399.885 |
| 5 | 408.179 |
| 6 | 410.194 |

| | | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|--|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 | |

10.2.2 ANALISI SLV

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

| Stage | Design Code | Design Case | F(tan | F | F | F | F(perm | F(temp | F(perm | F(temp | F Earth | F Earth | F GWT | F GWT | F HYD | F HYD | F UPL | F UPL |
|-------|-------------|-------------|-------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Name | | fr) | (c') | (Su) | (EQ) | load) | load) | sup) | sup) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) | (Dstab) | (stab) |
| 0 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 1 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 2 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 3 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 4 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 5 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 6 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |
| 7 | DM08_ITA | EQK - GEO | 1.25 | 1.25 | 1.4 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.35 | 0.9 | 1 | 1 |

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore reazione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per singoli scenari di carico e per le singole fasi

Summario di ogni approccio

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| Design section 0 | Mom. paratia | Taglio paratia | Spost. paratia | Vincolo | Vincolo | Infissione | Commenti |
|---------------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|-------------|------------|------------------------|
| 0: DM08_ITA: EQK - GEO | (kN-m/m) | (kN/m) | (cm) | Reazione (kN/m) | TSF critico | FS paratia | |
| Design section 0 | 345.32 | 137.9 | 1.03 | 177.97 | 0.581 | 1.279 | Calculation successful |
| 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 440.84 | 192.09 | 3.11 | 225.96 | 0.801 | 1.107 | Calculation successful |

Sommario esteso

| | Risultati di calcolo | Spost. paratia | Cedimenti | Mom. paratia | Mom. paratia |
|------------------------|------------------------|----------------|-----------|--------------|--------------|
| | | (cm) | (cm) | (kN-m/m) | (kN-m) |
| Design section 0 | Calculation successful | 1.03 | 0.94 | 345.32 | 863.3 |
| 0: DM08_ITA: EQK - GEO | Calculation successful | 3.11 | 2.88 | 440.84 | 1102.1 |



| | Taglio paratia | Taglio paratia | TSF combinato | TSF momento | TSF taglio | SLS cls |
|------------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|------------|-----------------|
| | (kN/m) | (kN) | / | / | / | Ver. tensionale |
| Design section 0 | 137.9 | 344.75 | 0.402 | 0.402 | 0.314 | 0.31 |
| 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 192.09 | 480.22 | 0.504 | 0.504 | 0.437 | N/A |

| | SLS acciaio | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | Vincolo | FS |
|---------------------------|-----------------|--------------|------------|---------|---------|-------------------|-------------|
| | Ver. tensionale | R max (kN/m) | R max (kN) | TSF GEO | TSF STR | Verifica pull out | Fondo scavo |
| Design section 0 | 0.42 | 177.97 | 471.62 | 0.581 | 0.581 | 0.507 | 4.371 |
| 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | 225.96 | 598.79 | 0.801 | 0.738 | 0.801 | 3.497 |

| | FS | FS piede | FS piede | Zcut | FS | FS | FS |
|---------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|-------------|-------------|
| | Passivo | Rotazione | Lunghezza | (Paratie) | Pass. mobilitata | Vera/Attiva | Sifonamento |
| Design section 0 | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.279 | 1.855 | N/A |
| 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.107 | 1.257 | N/A |

Voci critiche

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|-------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment Check | 0.504 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment (kN-m/m) | 440.84 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment (kN-m) | 1102.1 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 844.81 | 0: Design section 0 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Shear (kN/m) | 192.09 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear (kN) | 480.225 | 1: 0: DM08_ITA: | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 21 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIS. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | EQK - GEO | | | |
|----------------------------|---------|------------------------------|----------|-----------|-----|
| Wall Shear Check | 0.437 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Displacements (cm) | 3.112 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | N/A |
| Surface Settlements (cm) | 2.877 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 0 |
| Support Reaction (kN) | 598.794 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Reaction (kN/m) | 225.96 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Check | 0.801 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Check GEO | 0.801 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 1 |
| Support Check STR | 0.738 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 1 |

Risultati vincoli

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|---------------------|----------------|------------------------------|--------------|-----------------|----------------------|
| 1 Support Reaction | 597.628 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Reaction | 225.52 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check | 0.736 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check GEO | 0.666 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 0 |
| 1 Support Check STR | 0.736 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 0 |
| 2 Support Reaction | 598.794 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Reaction | 225.96 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | N/A | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Check | 0.801 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Check GEO | 0.801 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 1 |
| 2 Support Check STR | 0.738 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 1 |

Risultati paratia

| | Valore critico | Approccio di progetto | Fase critica | Paratia critica | Indice voci critiche |
|------------------------|----------------|------------------------------|--------------|-----------------|----------------------|
| Wall Moment ABS (kN-m) | 1102.1 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment +M (kN-m) | 1102.1 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 35 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | | | | |
|-------------------------------|---------|------------------------------|-----------------|-----------|----|
| Wall Moment -M (kN-m) | -229.43 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment Check | 0.504 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 35 |
| Wall Moment Capacity (kN-m/m) | 844.81 | 0: Design section 0 | 6: Scavo finale | 1: Wall 1 | 36 |
| Wall Shear (kN) | 480.225 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Check | 0.437 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 21 |
| Wall Shear Capacity (kN/m) | 439.872 | 1: 0: DM08_ITA: EQK - GEO | 7: Sisma | 1: Wall 1 | 21 |

Momento massimo per ogni fase



| | Approccio di base | DS: 1 |
|-----------------|-------------------|--------|
| M stg0 (kN-m/m) | DS: 0 | DS: 1 |
| M stg1 (kN-m/m) | -38.35 | -48.55 |
| M stg2 (kN-m/m) | 101.36 | 98.68 |
| M stg3 (kN-m/m) | 145.3 | 144.73 |
| M stg4 (kN-m/m) | 86.86 | 90.72 |
| M stg5 (kN-m/m) | 282.58 | 304.16 |
| M stg6 (kN-m/m) | 345.32 | 365.56 |
| M stg7 (kN-m/m) | 260.12 | 440.84 |

Taglio massimo per ogni fase

| | Approccio di base | DS: 1 |
|---------------|-------------------|---------|
| V stg0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 |
| V stg1 (kN/m) | 18.69 | 22.47 |
| V stg2 (kN/m) | -90.76 | -89.64 |
| V stg3 (kN/m) | -107.02 | -105.42 |
| V stg4 (kN/m) | -86.98 | -85.01 |
| V stg5 (kN/m) | -126.1 | -130.97 |
| V stg6 (kN/m) | -131.13 | -135.55 |
| V stg7 (kN/m) | -137.9 | -192.09 |

Massima reazione vincolare

| | Approccio di base | DS: 1 |
|----------------------|-------------------|--------|
| Rmax Stage #0 (kN/m) | DS: 0 | DS: 1 |
| Rmax Stage #1 (kN/m) | 0 | 0 |
| Rmax Stage #2 (kN/m) | 0 | 0 |
| Rmax Stage #3 (kN/m) | 0 | 0 |
| Rmax Stage #4 (kN/m) | 150.9 | 150.9 |
| Rmax Stage #5 (kN/m) | 153.76 | 154.2 |
| Rmax Stage #6 (kN/m) | 154.72 | 155.25 |
| Rmax Stage #7 (kN/m) | 177.97 | 225.96 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0139_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato
 Soil type=nome del terreno
 OCR=rapporto di sovraconsolidazione
 KO=coefficiente di spinta a riposo
 Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

| Top elev. | Soil type | OCR | Ko |
|-----------|----------------------------|-----|------|
| 0 | Sabbie e ghiaie di Messina | 1 | 0.45 |
| -7 | Conglomerato di pezzo | 1 | 0.7 |

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

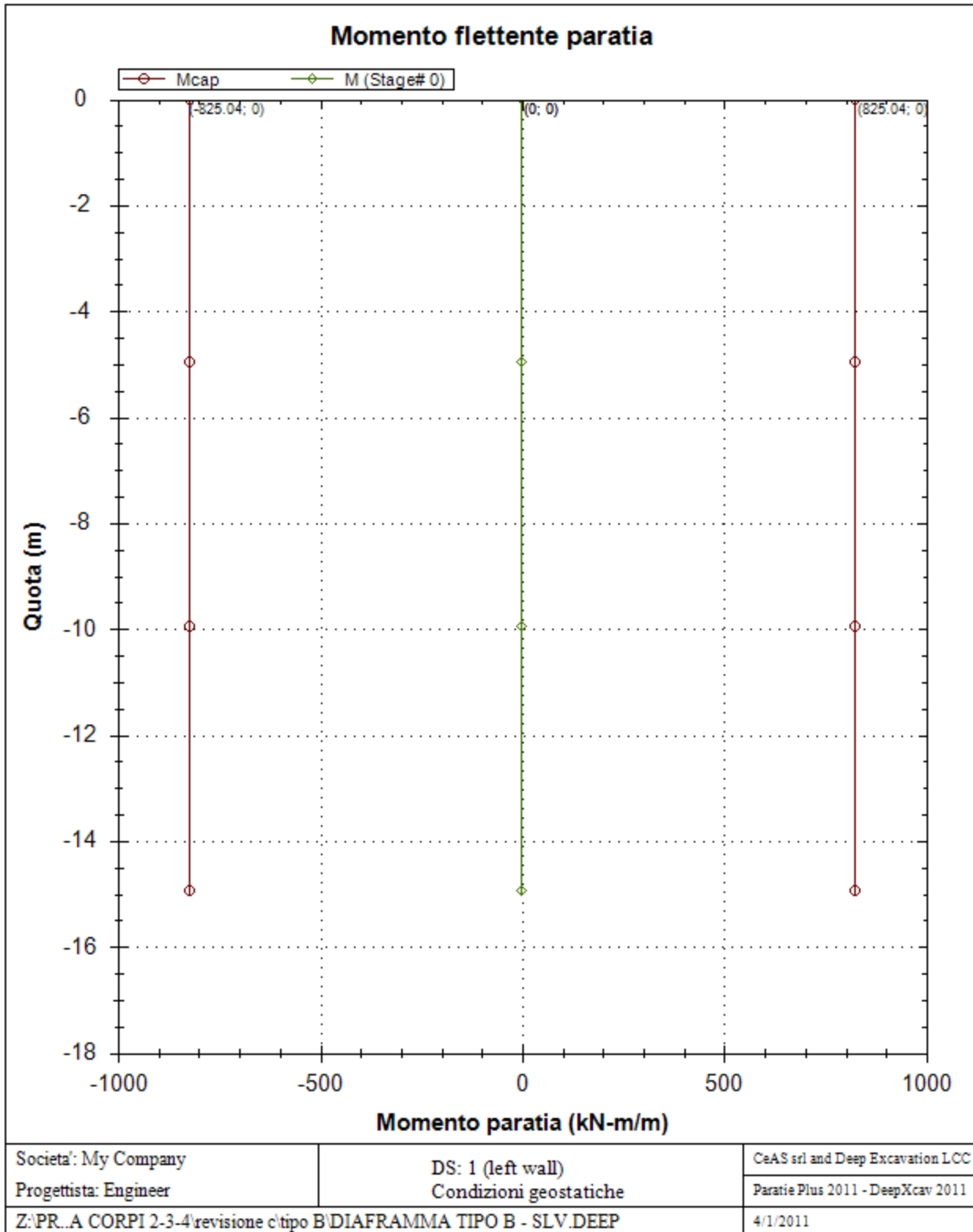
Summary of stage assumptions

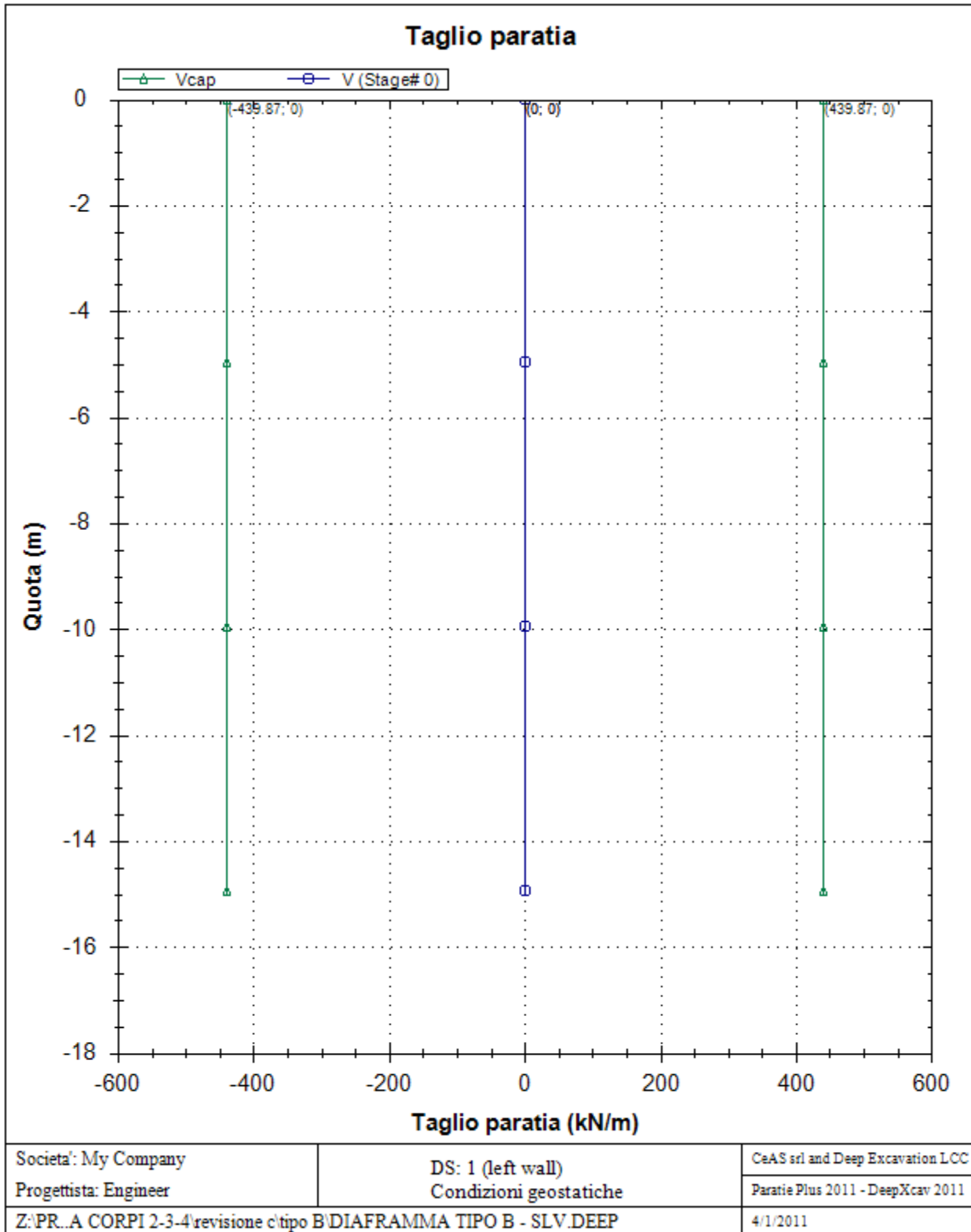
| Stage | Seismic g | Method | aX | aY | Beta | Building Code Used |
|--------|-----------|--------|-------|-----|------|--------------------|
| Number | Used | Used | (g) | (g) | | (Name) |
| 0 | No | | 0.187 | 0 | 1 | N/A |
| 1 | No | | 0.187 | 0 | 1 | N/A |
| 2 | No | | 0.187 | 0 | 1 | N/A |
| 3 | No | | 0.187 | 0 | 1 | N/A |
| 4 | No | | 0.187 | 0 | 1 | N/A |
| 5 | No | | 0.187 | 0 | 1 | N/A |
| 6 | No | | 0.187 | 0 | 1 | N/A |
| 7 | Yes | | 0.187 | 0 | 1 | N/A |

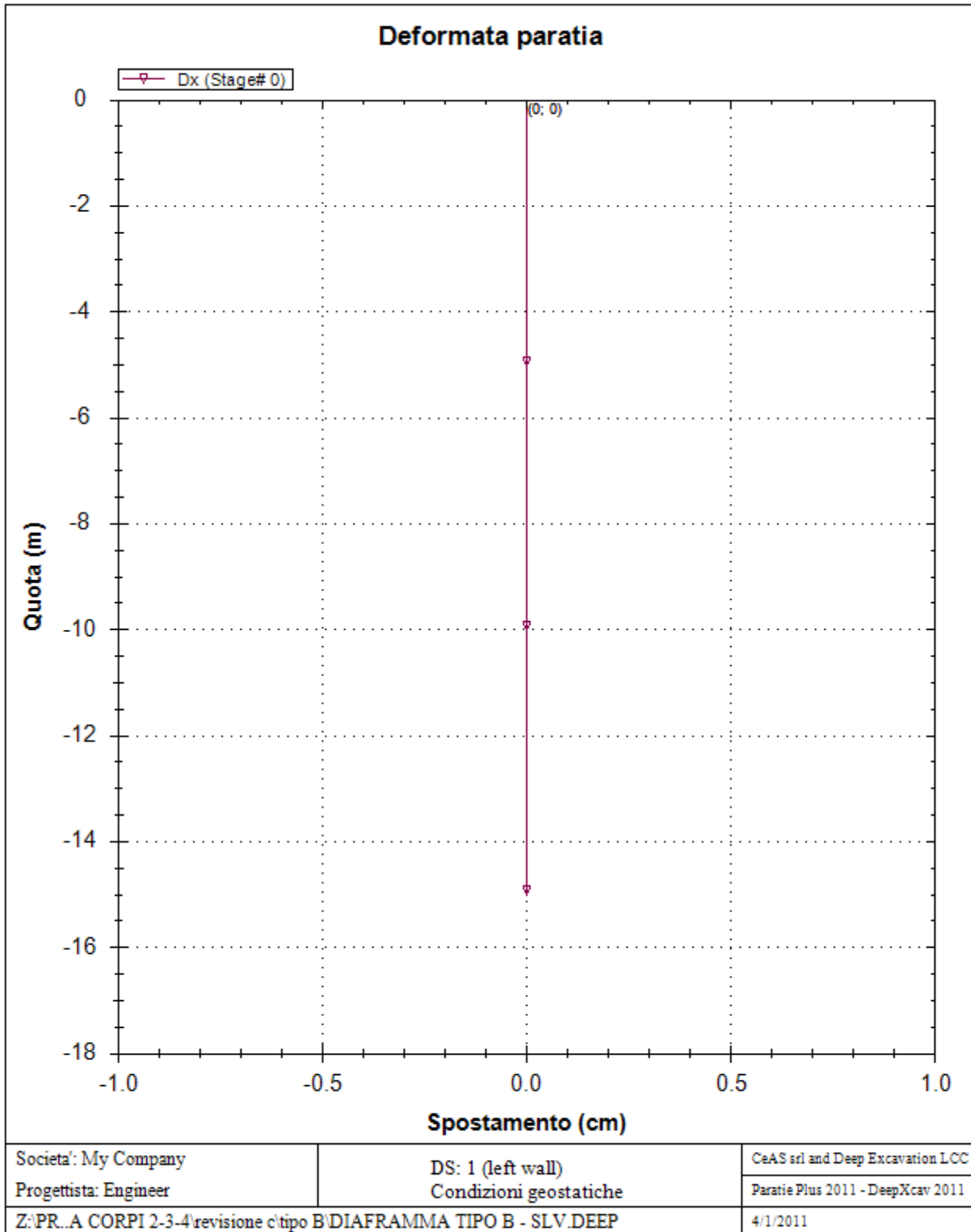
N/A= parametro non disponibile
 Stage number=fase di scavo
 Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma
 Method=metodo per calcolo spinta sismica
 ax=accelerazione ah orizzontale di progetto
 ay=accelerazione av verticale di progetto
 Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)
 Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

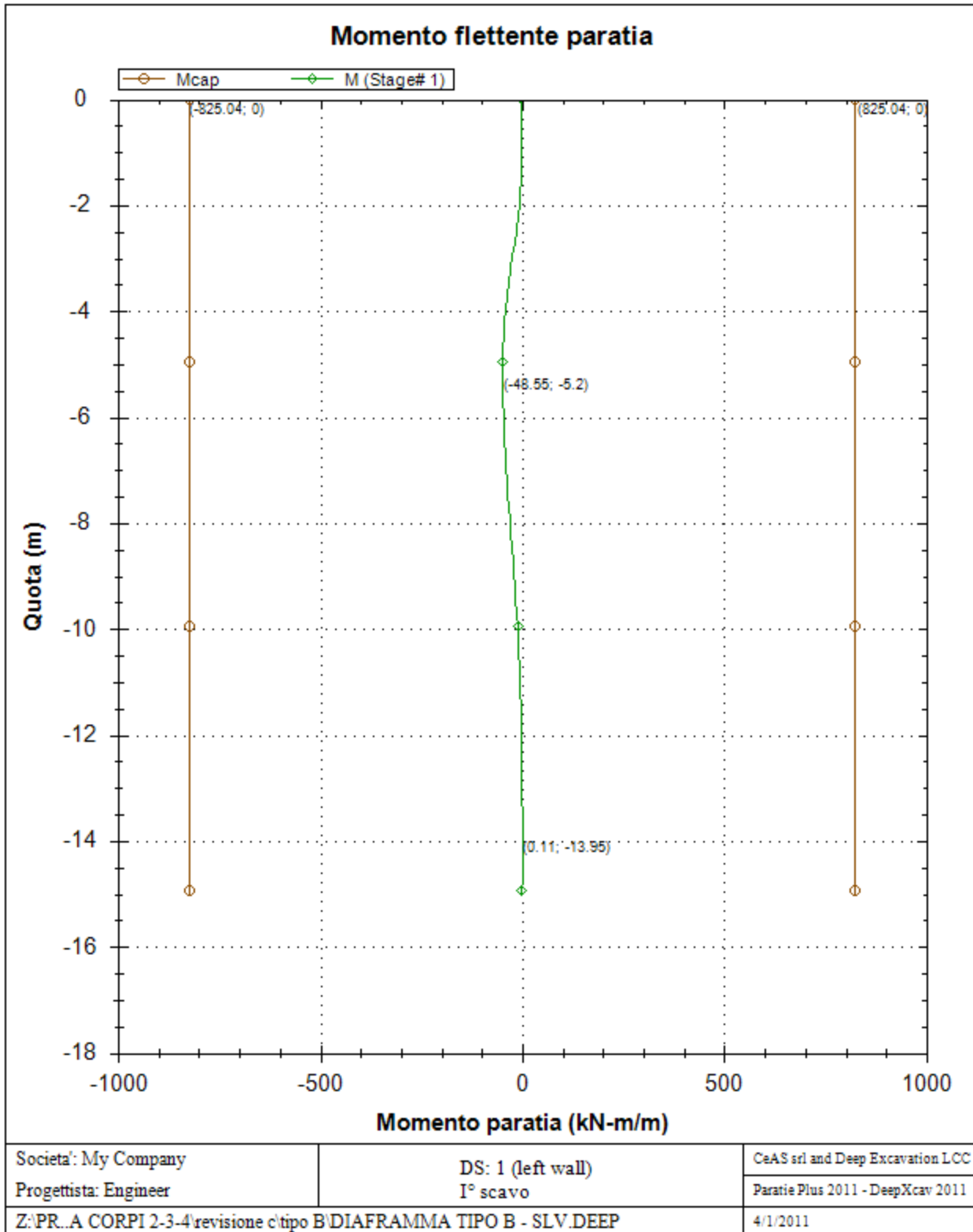
GRAFICI FASI DI SCAVO

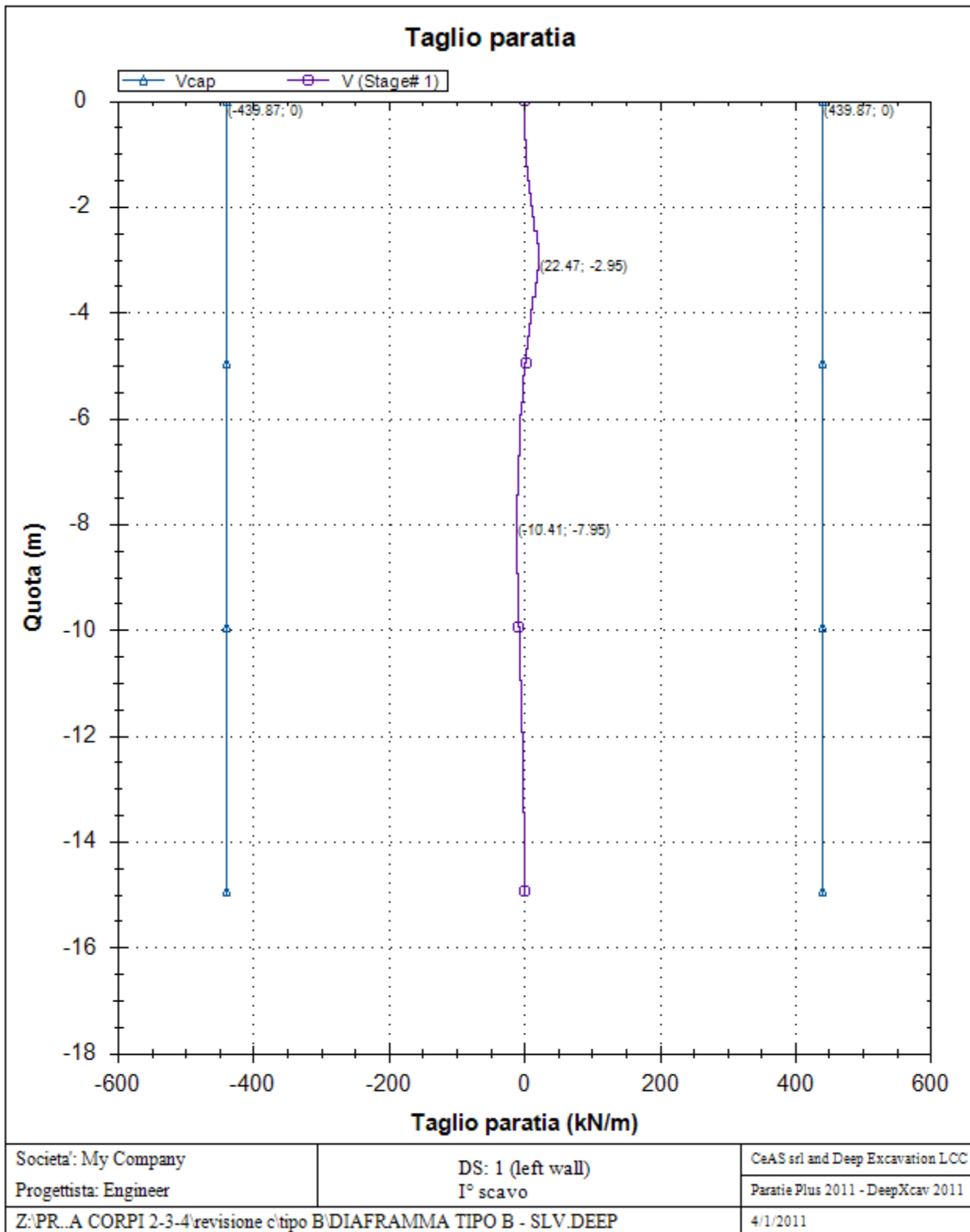
Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

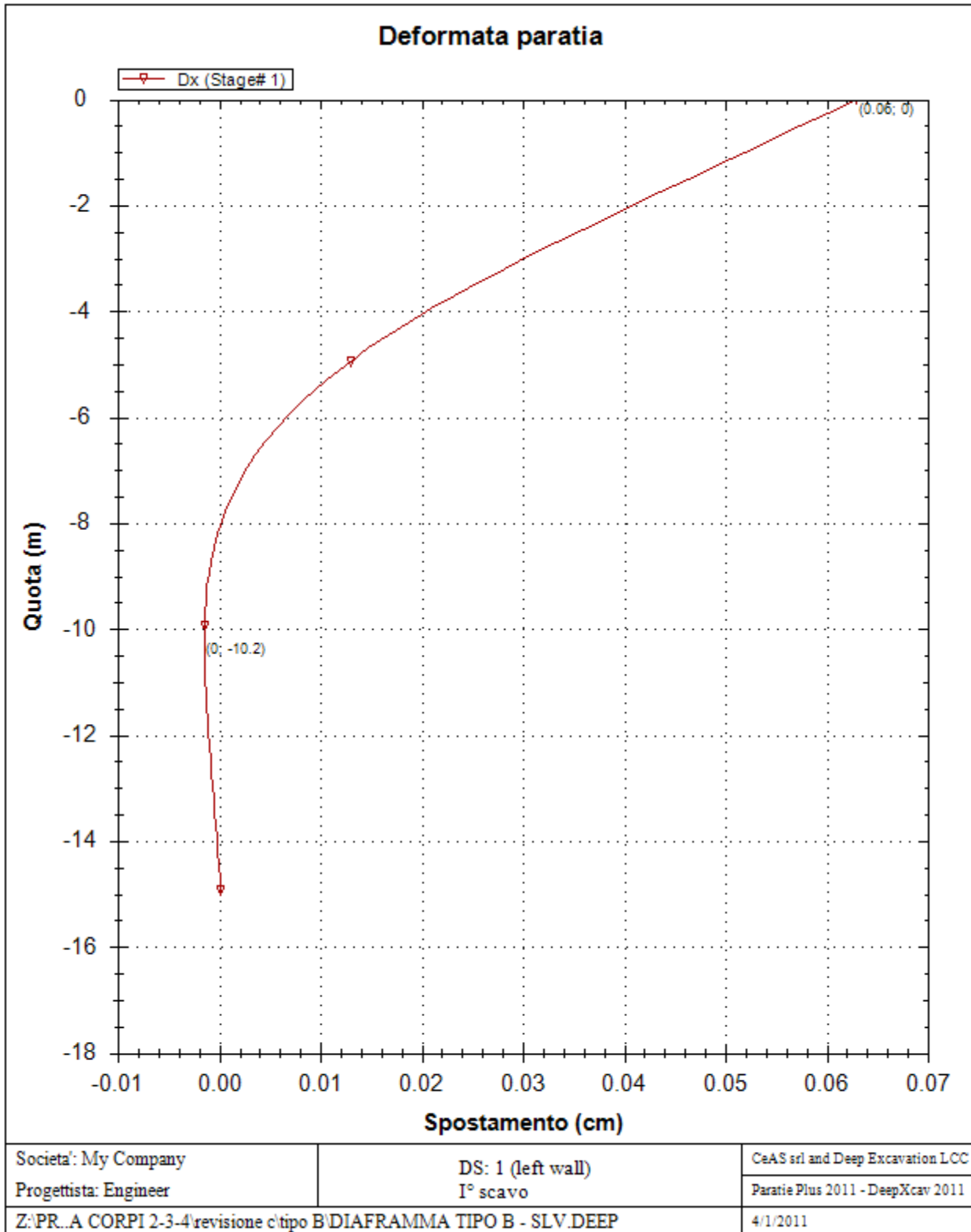


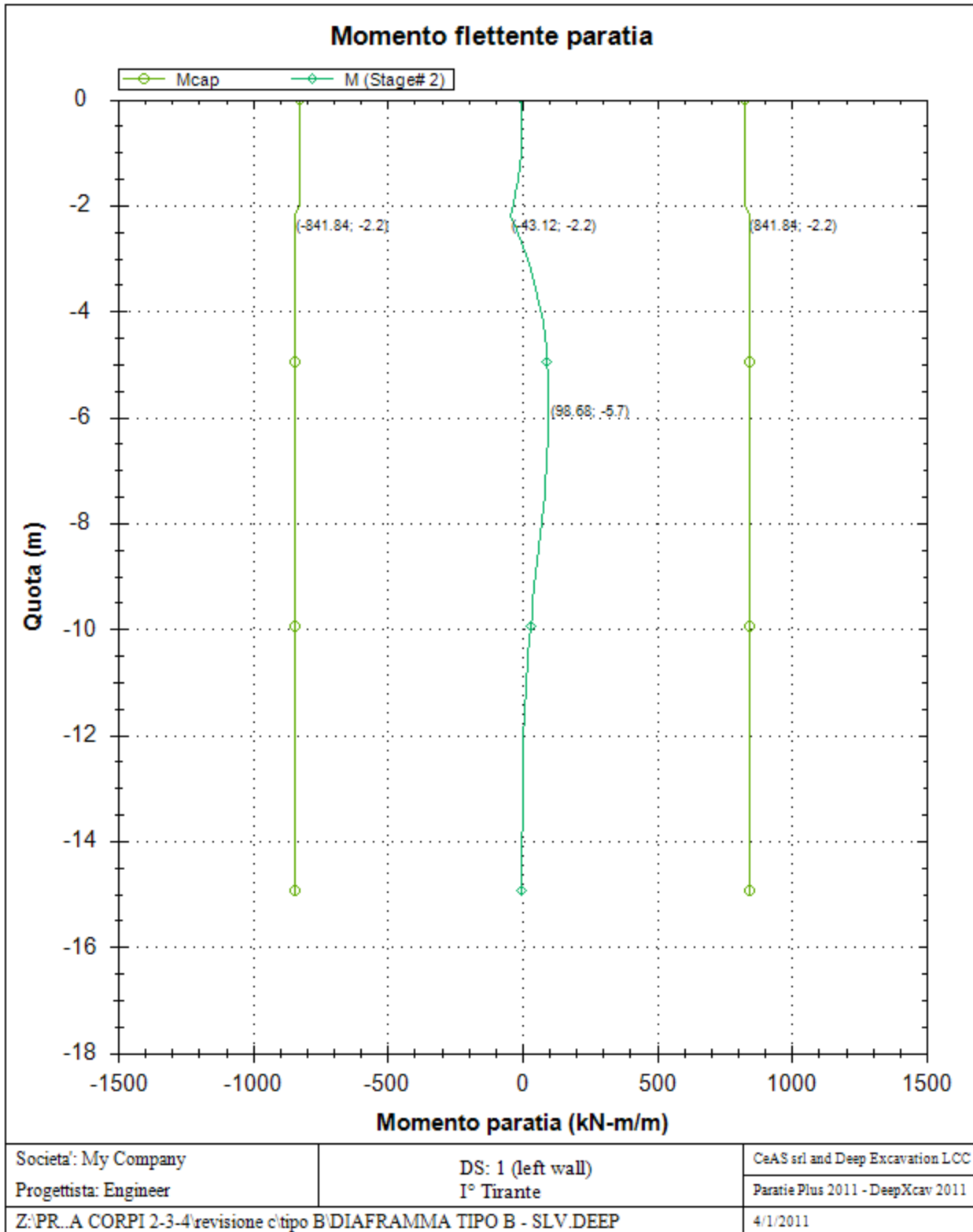


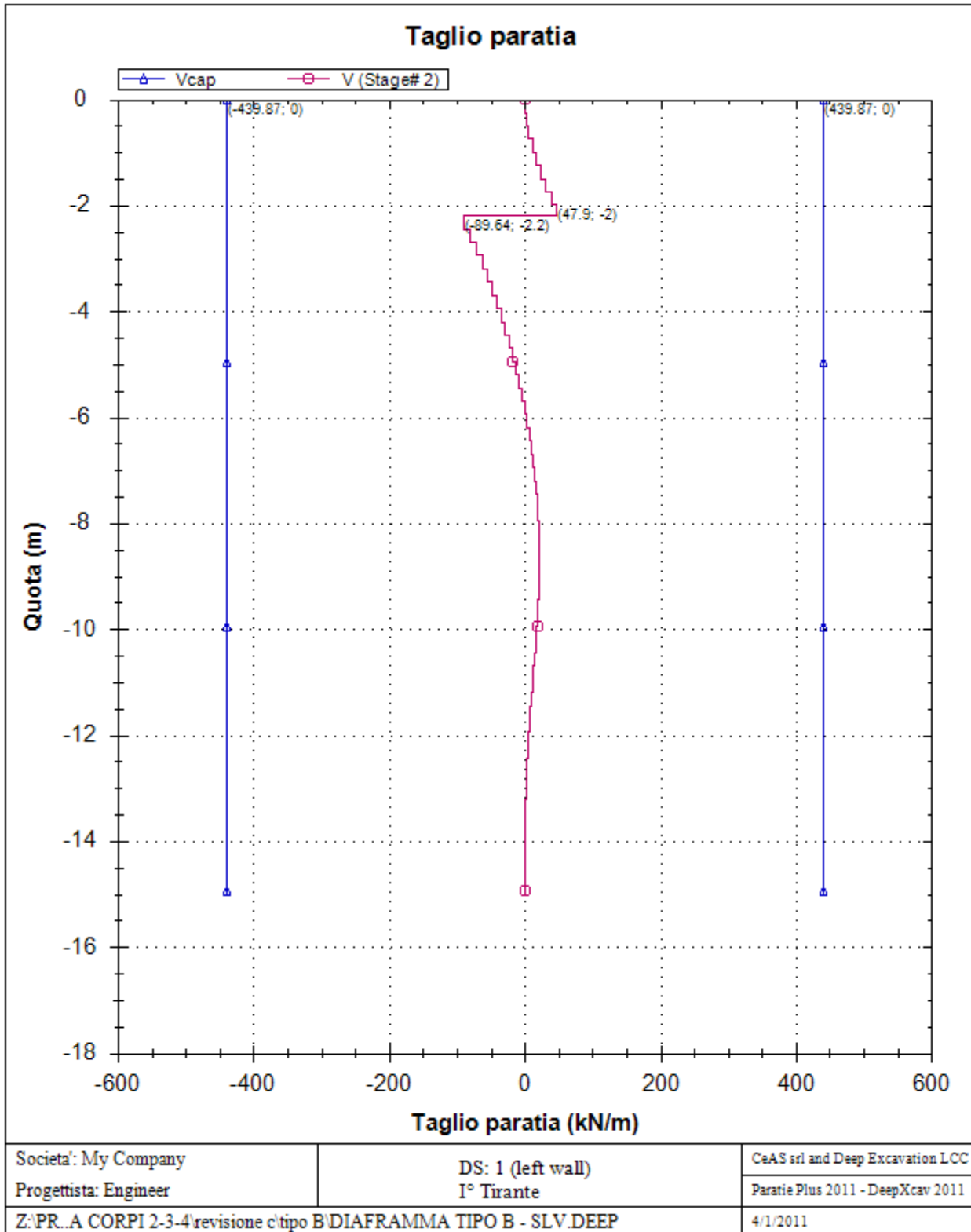


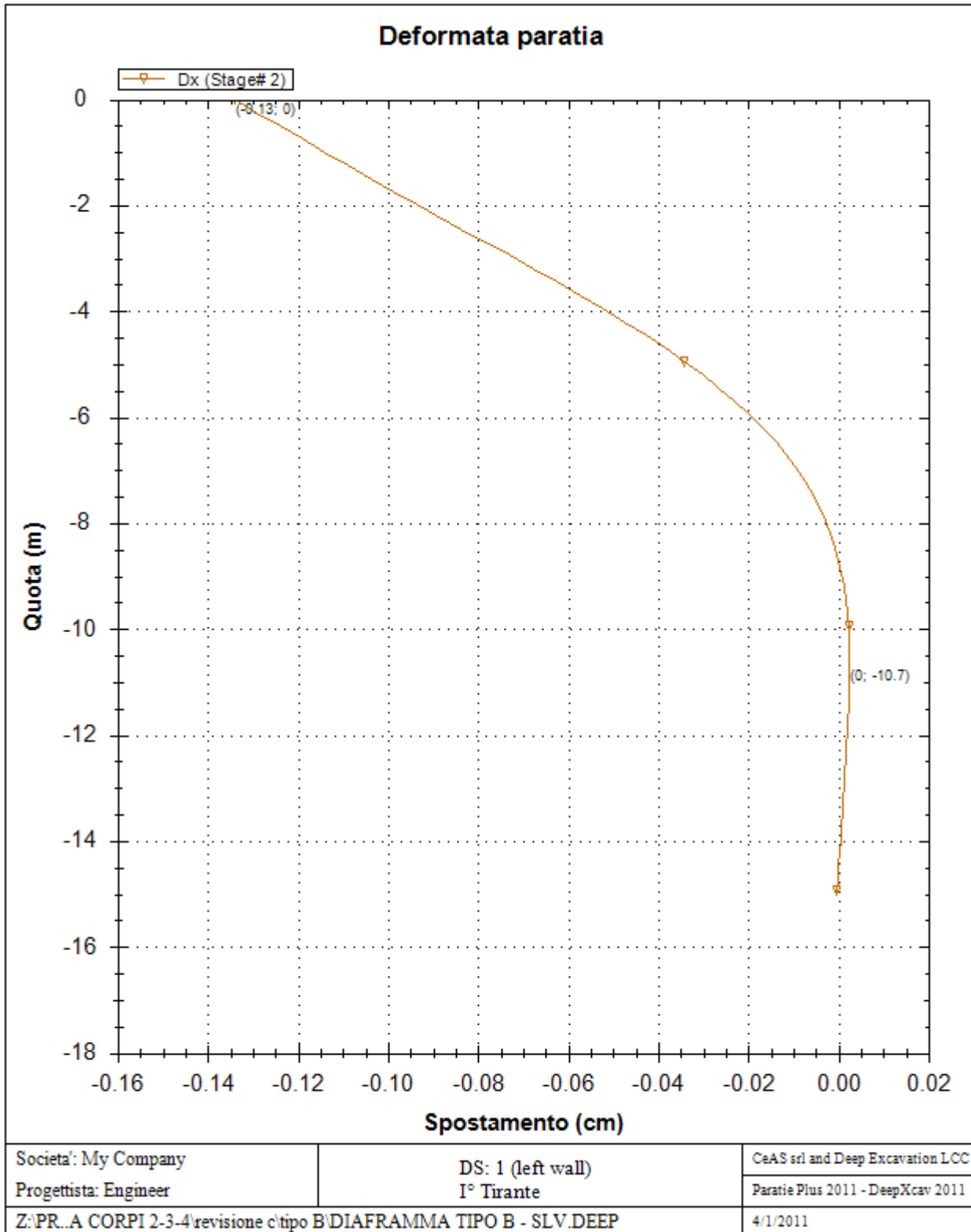


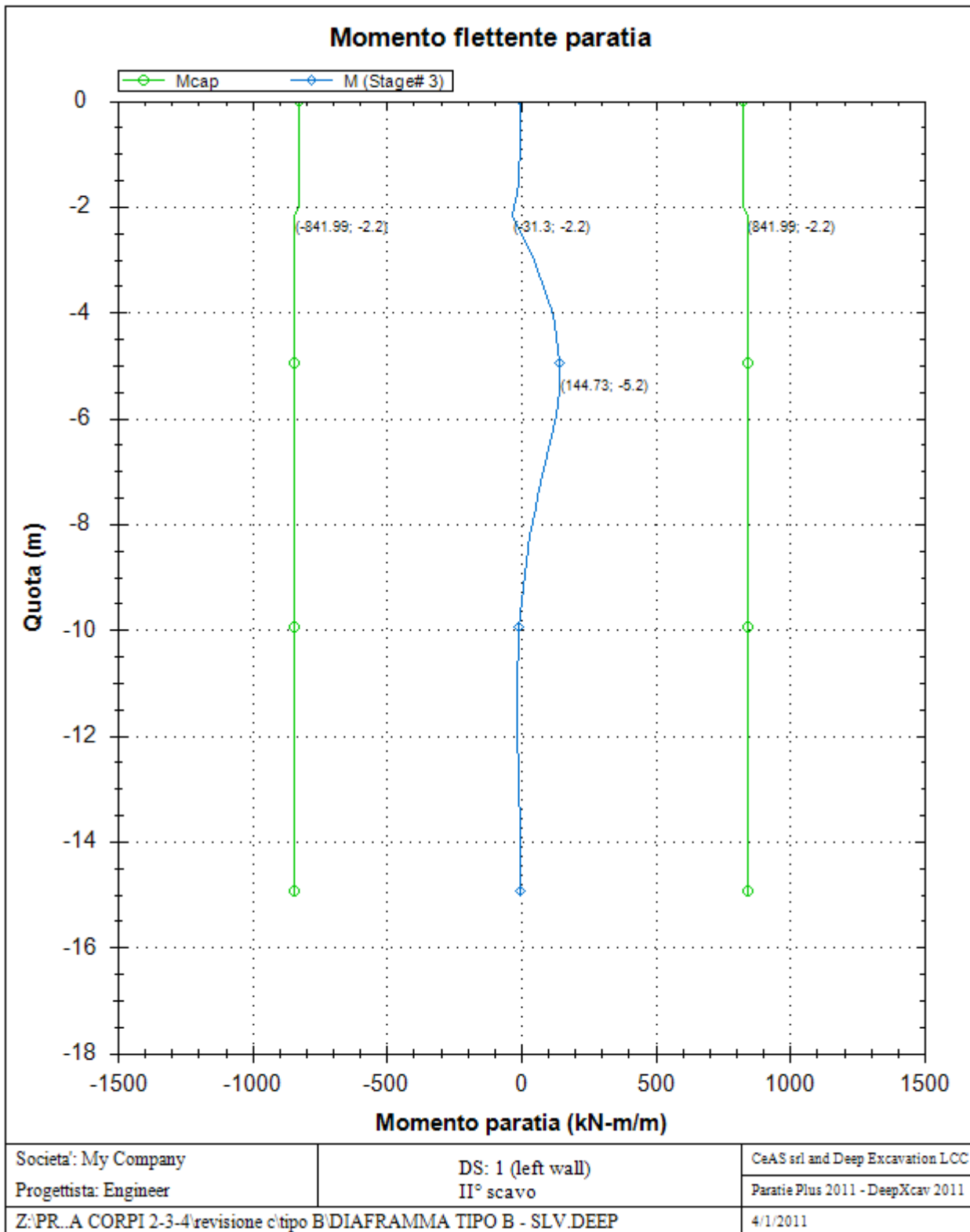


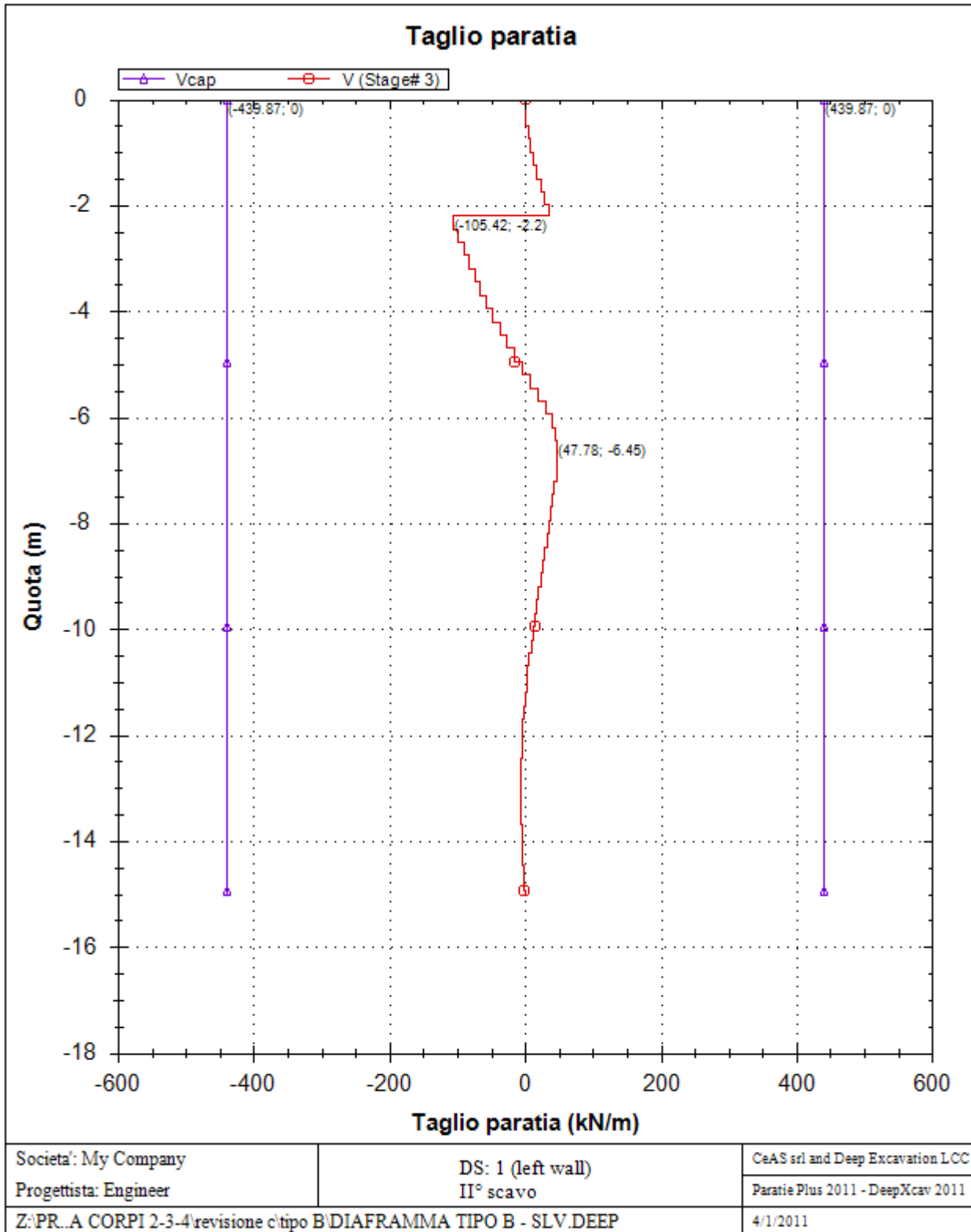


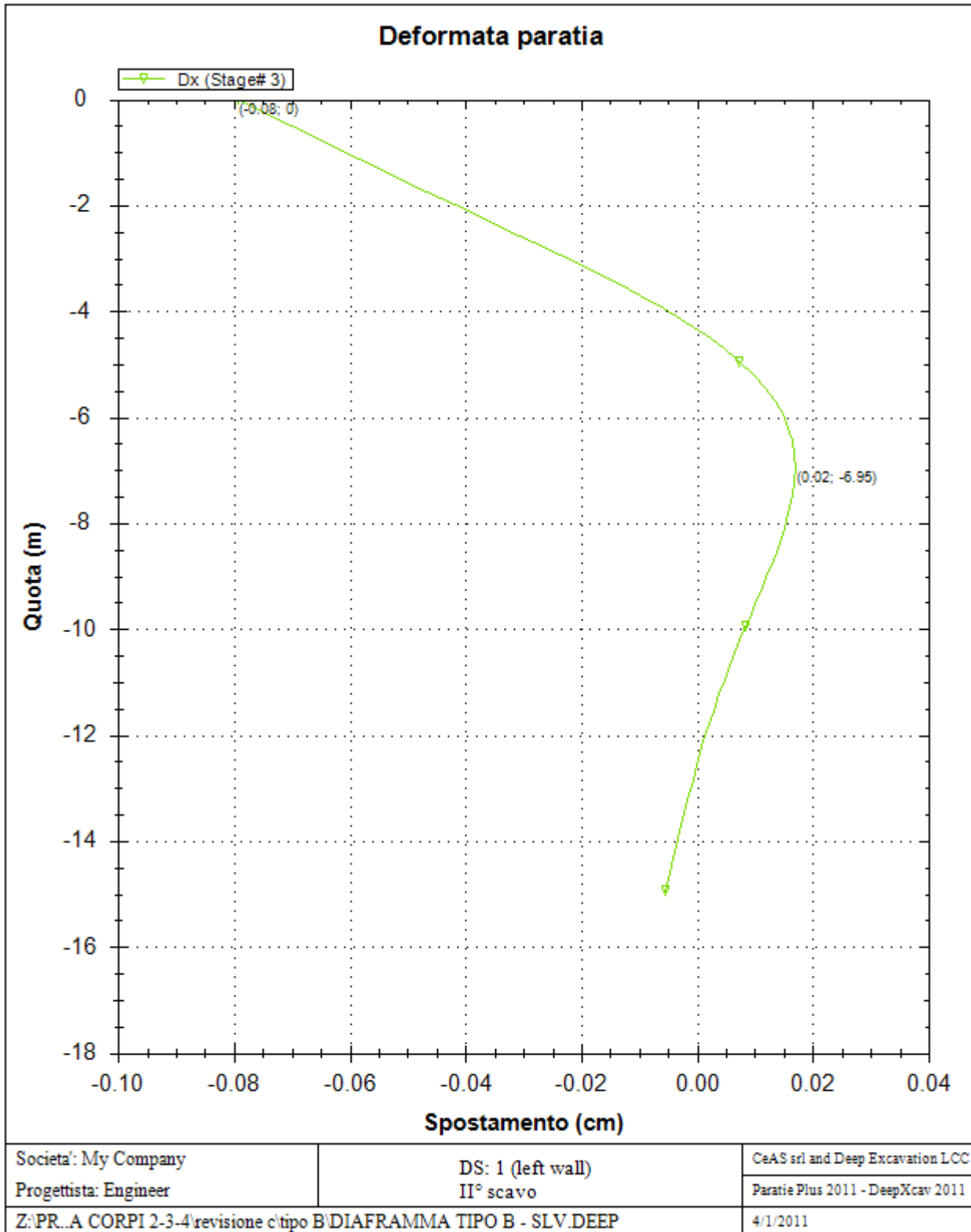


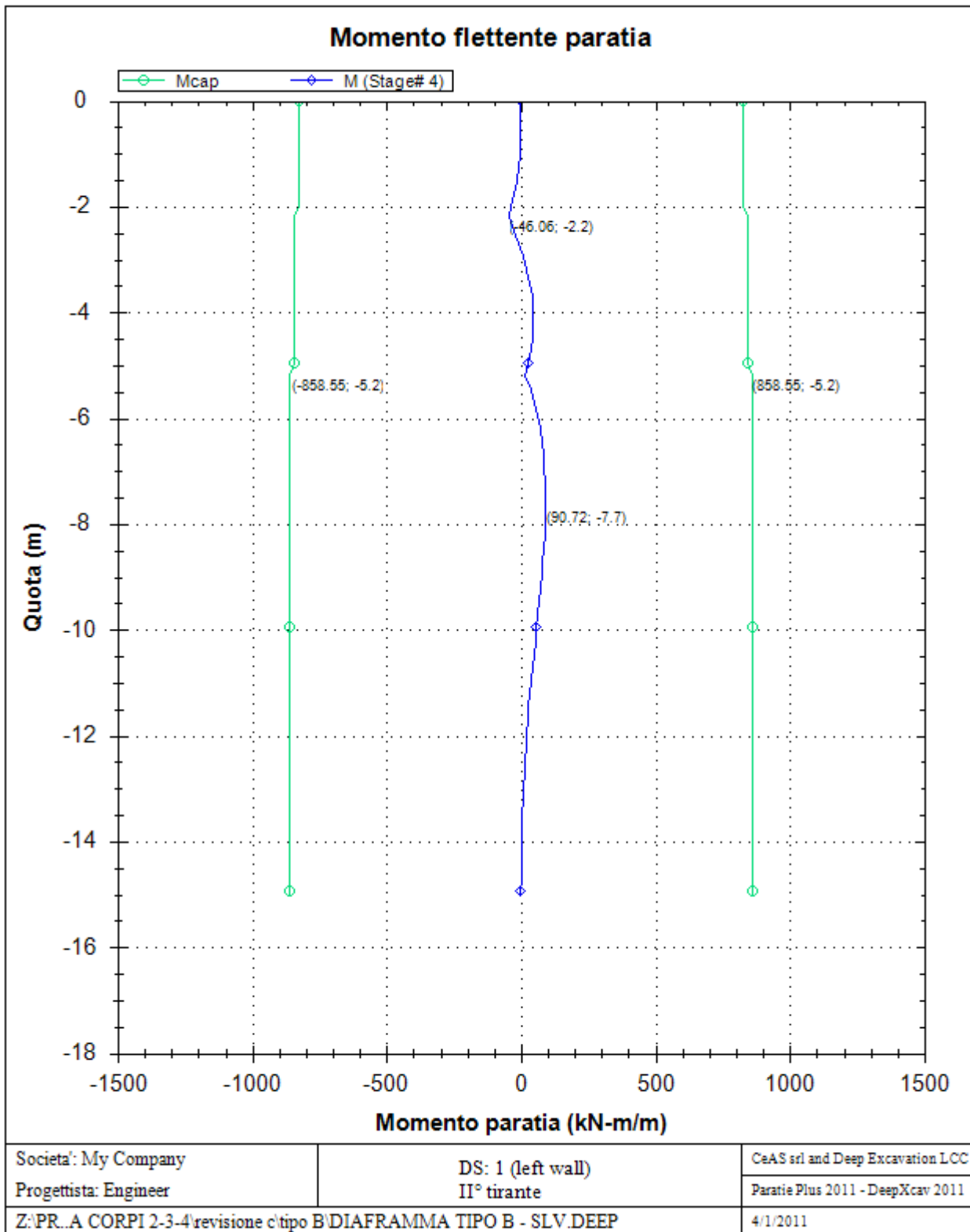


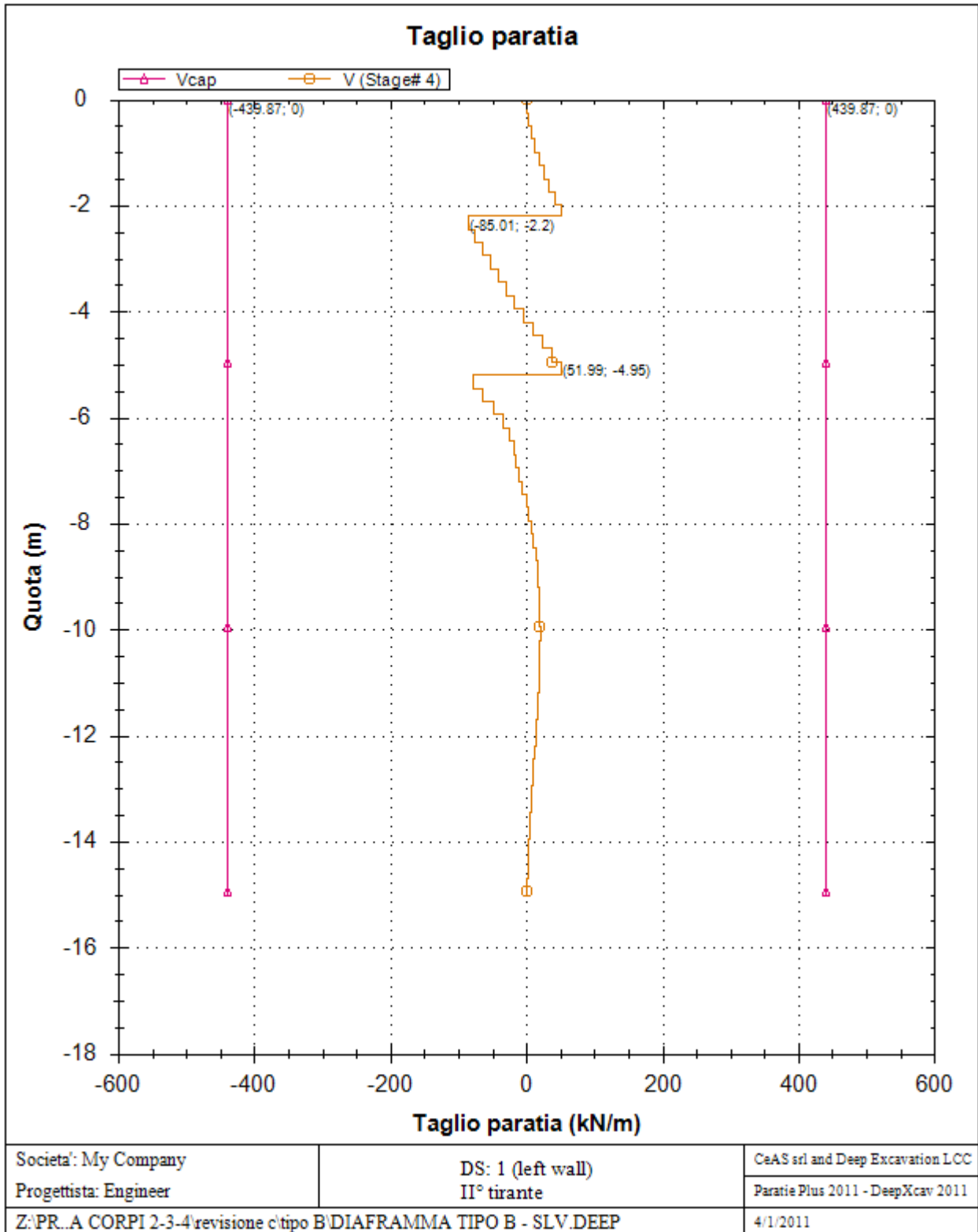


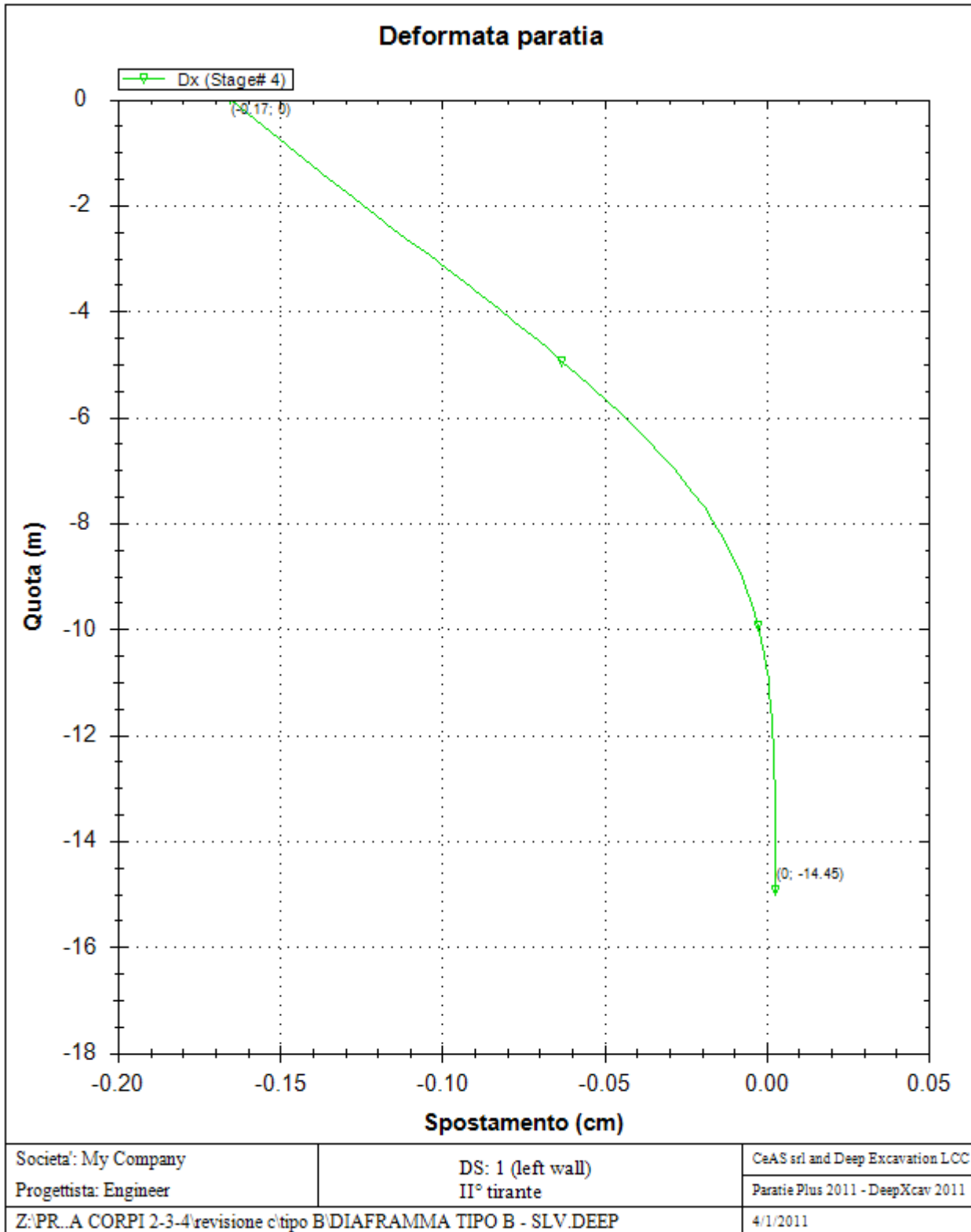


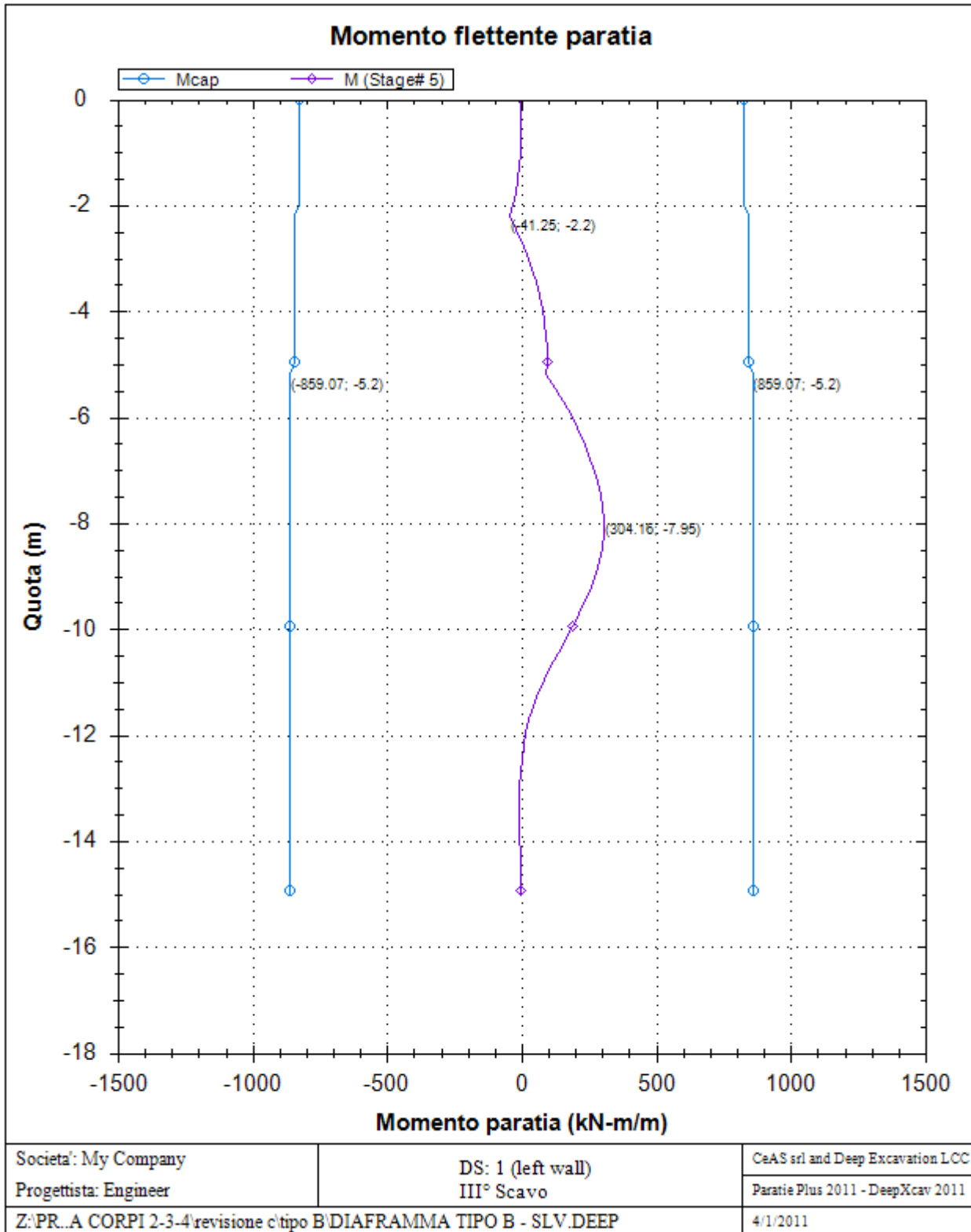


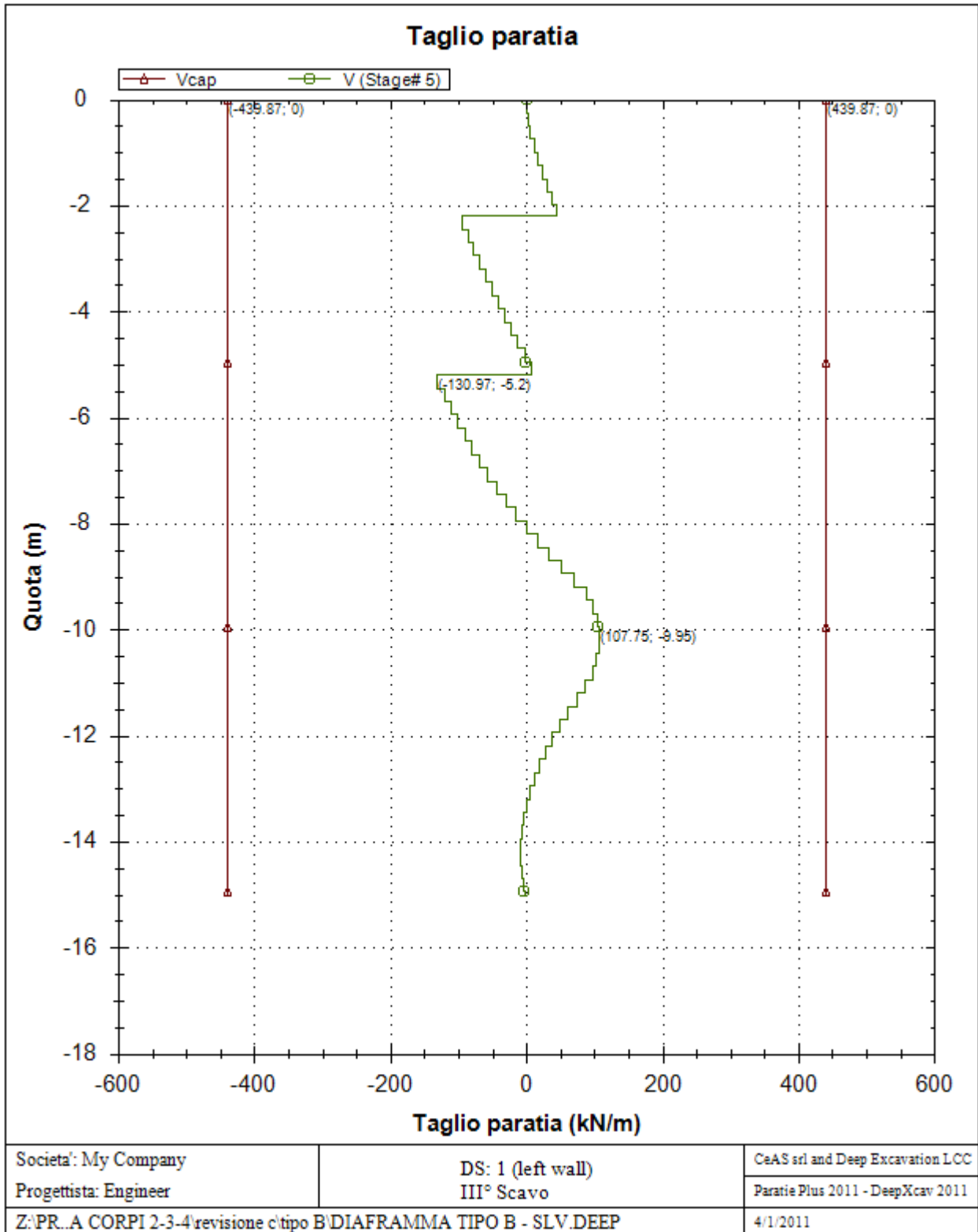


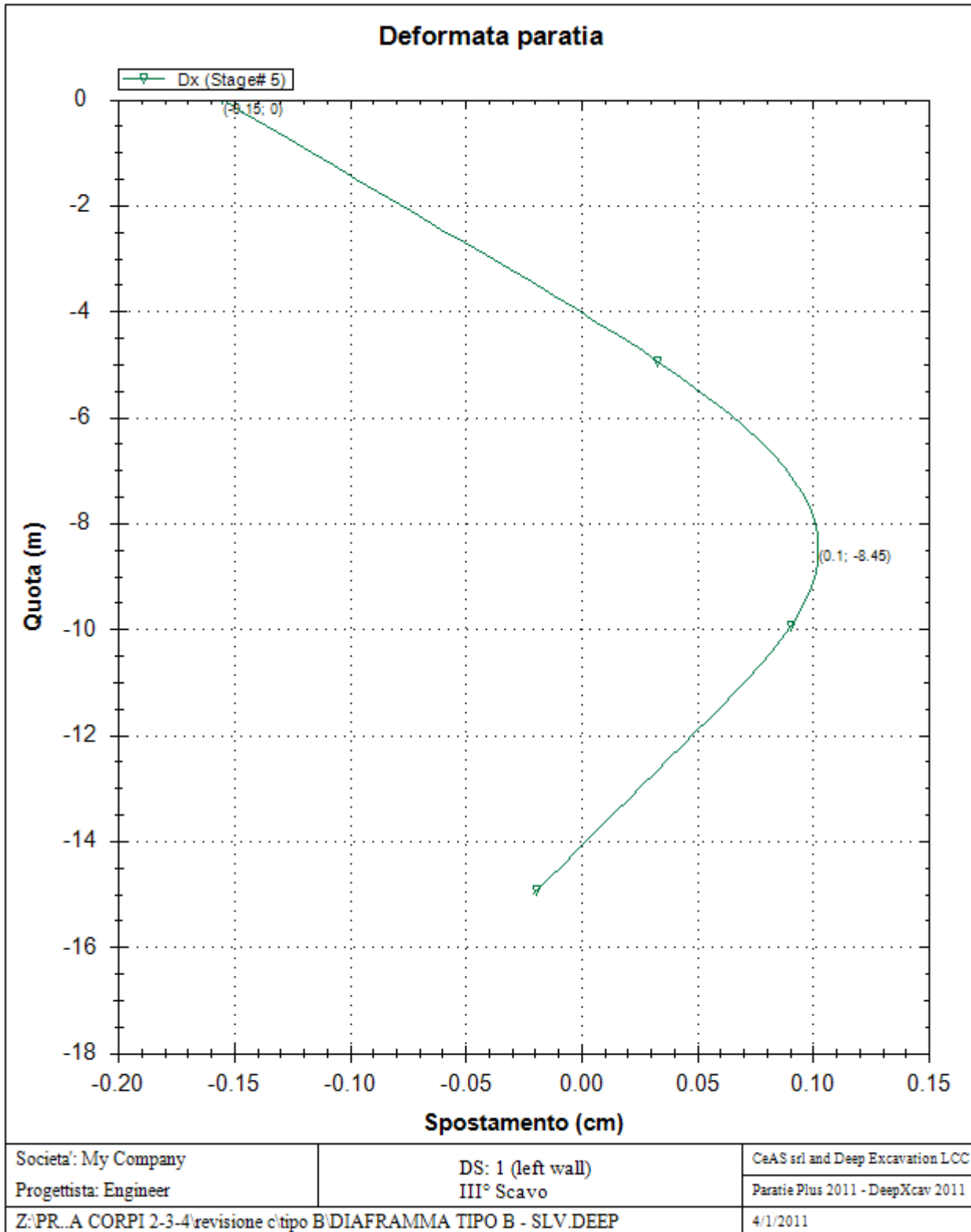


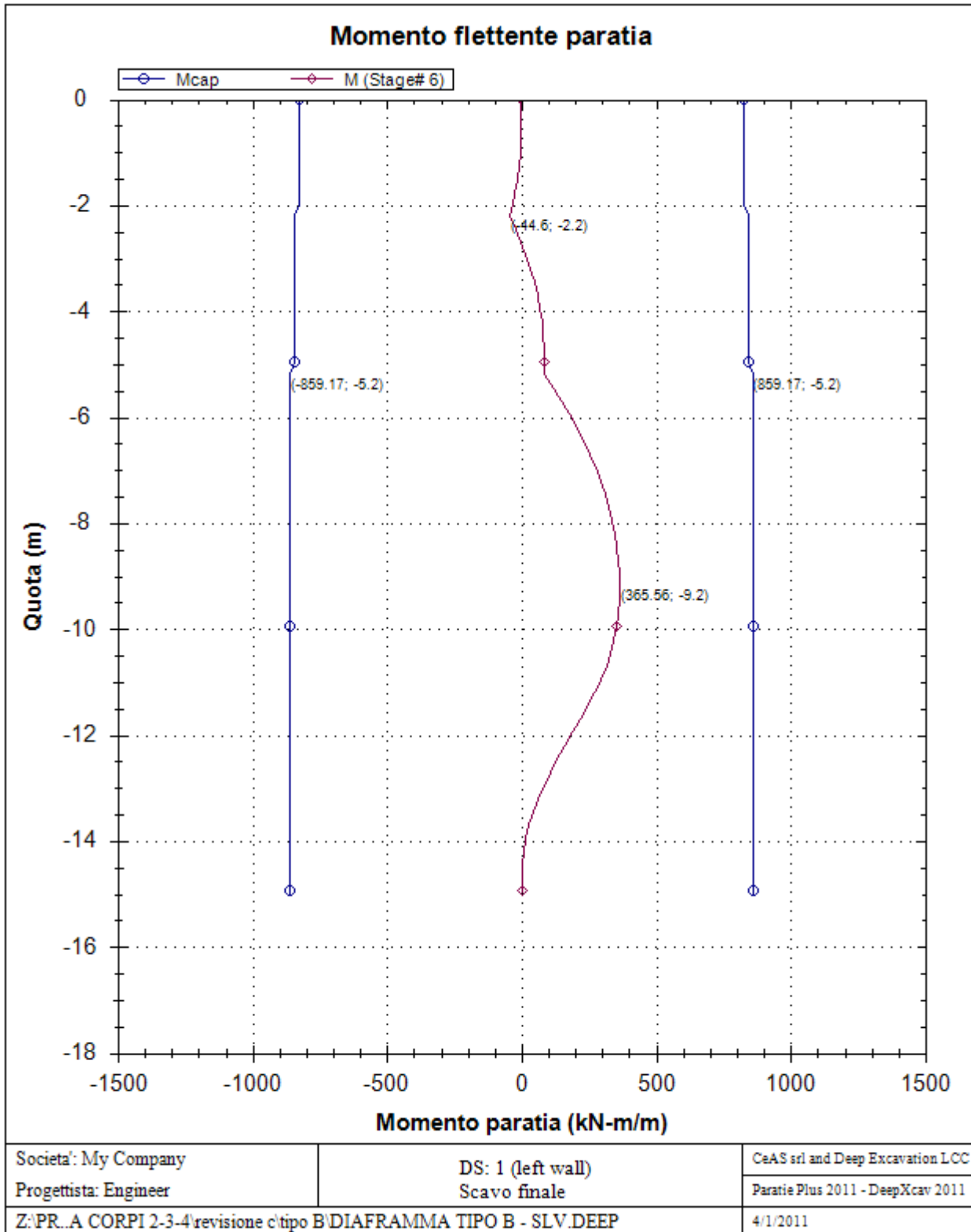


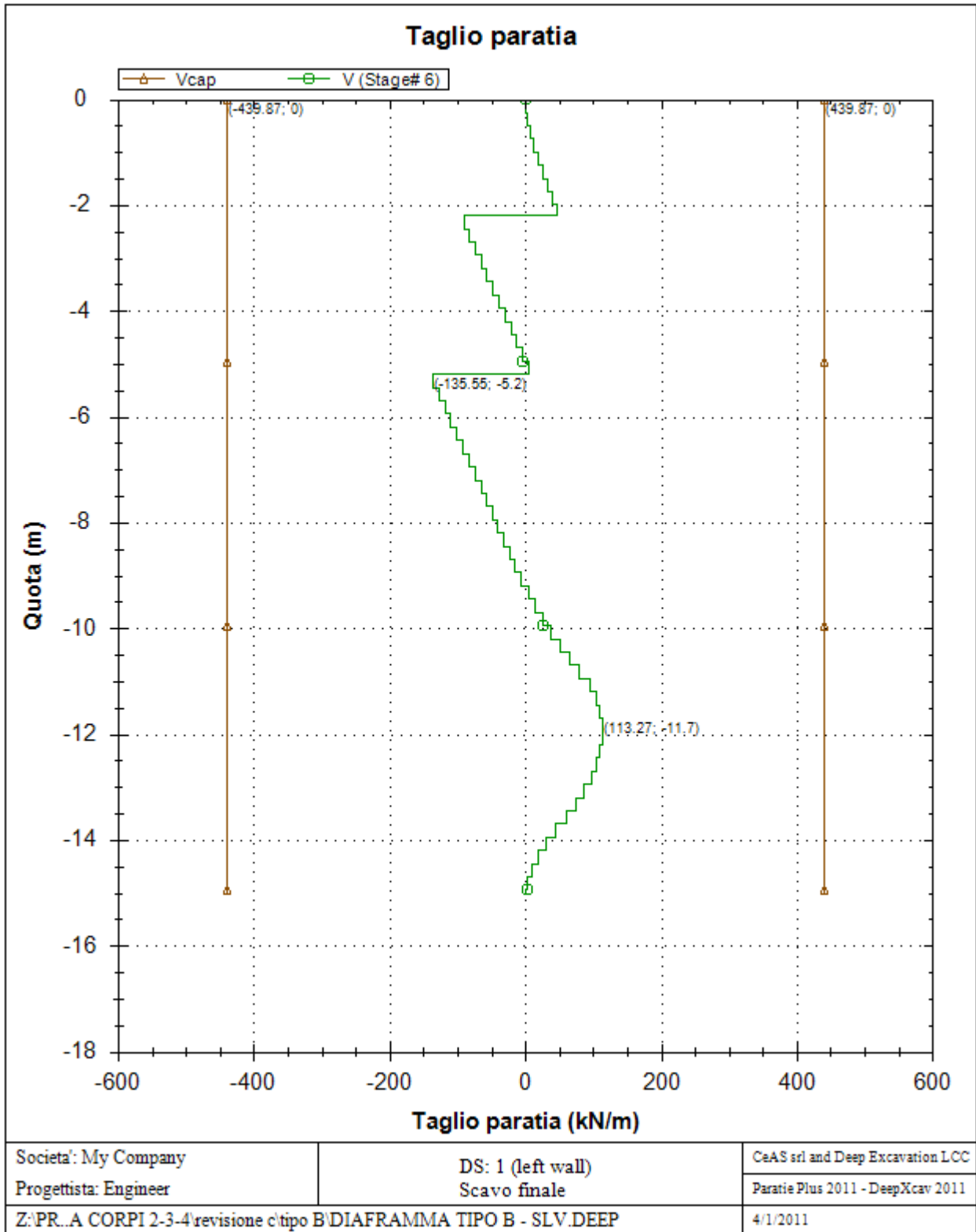


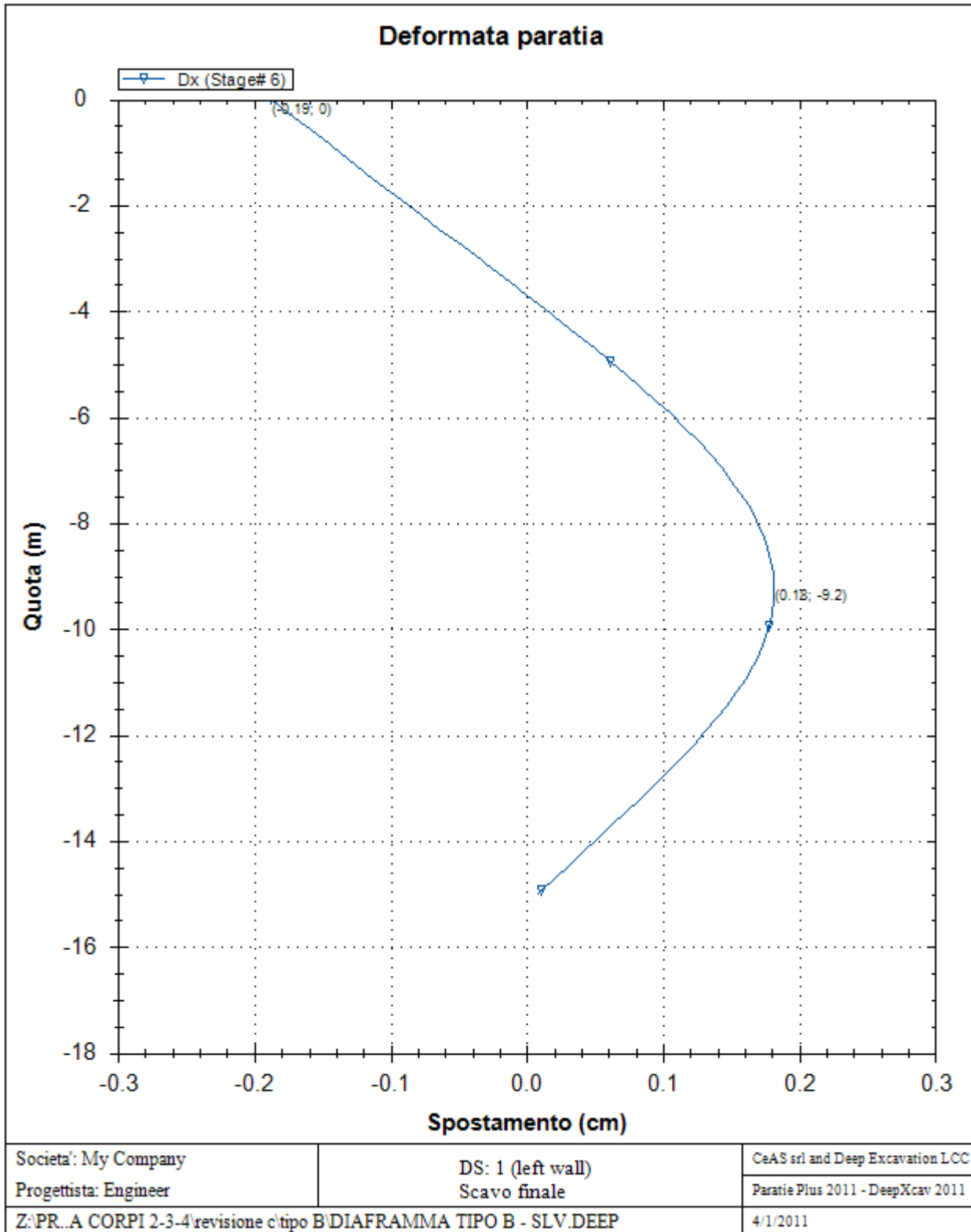


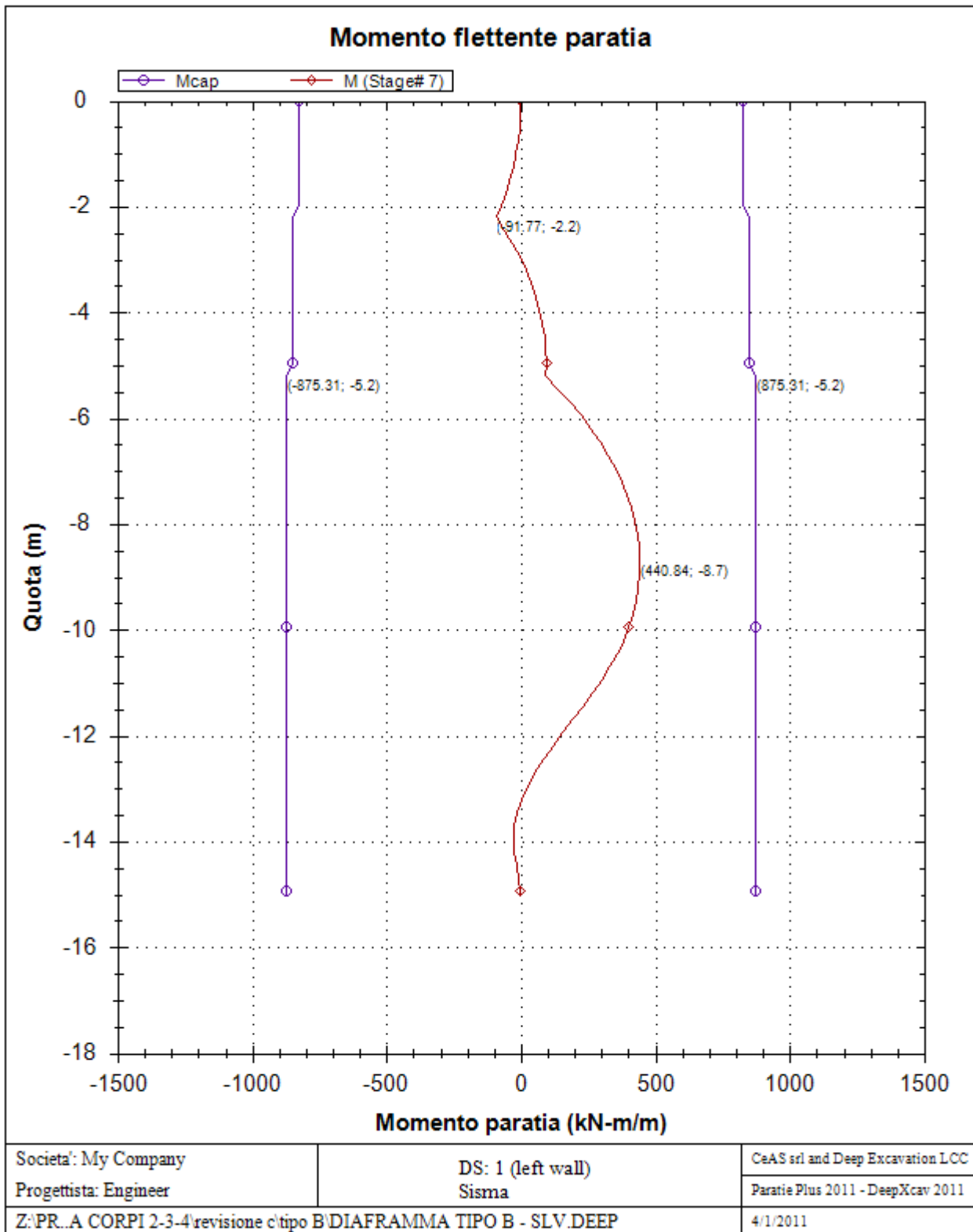


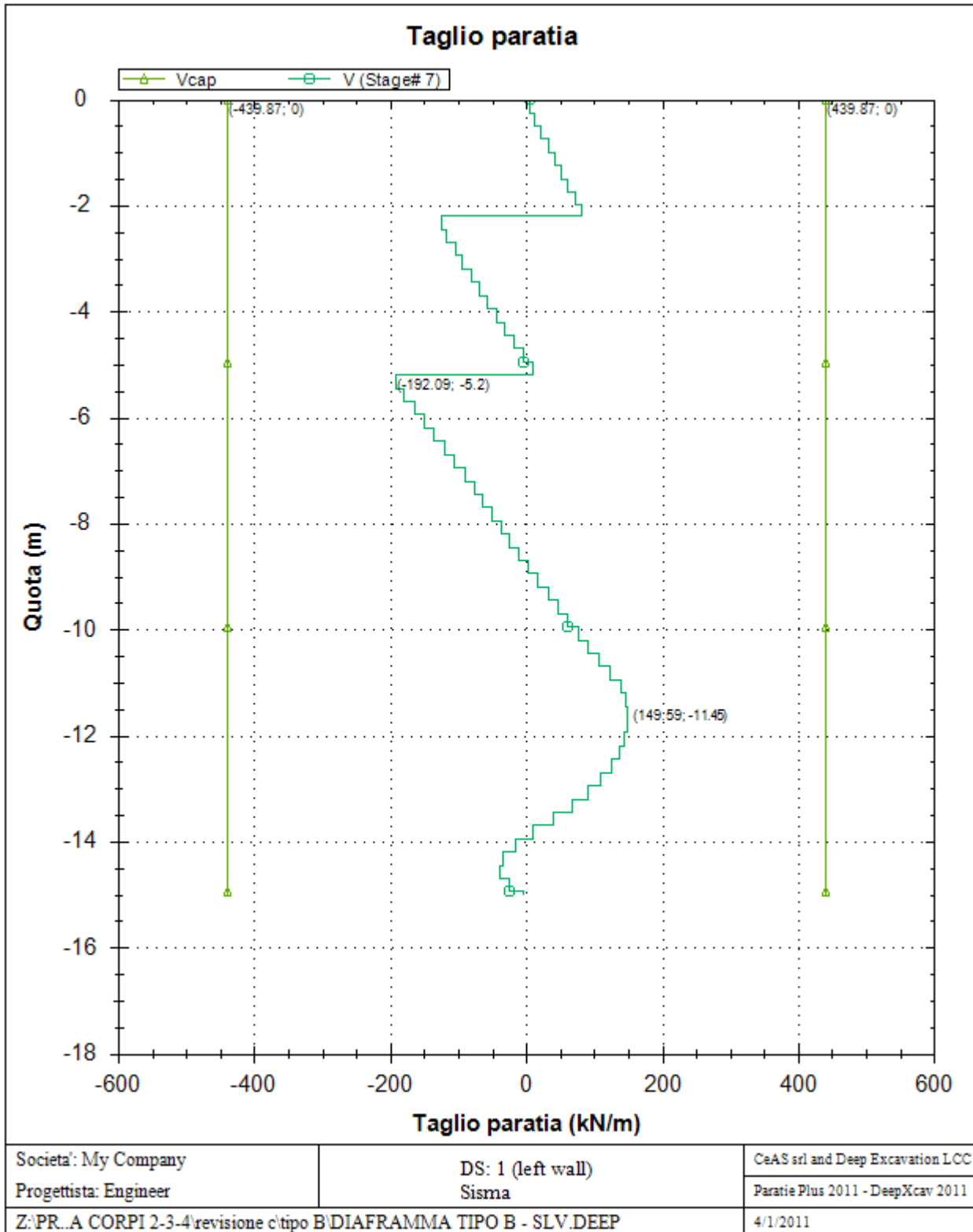


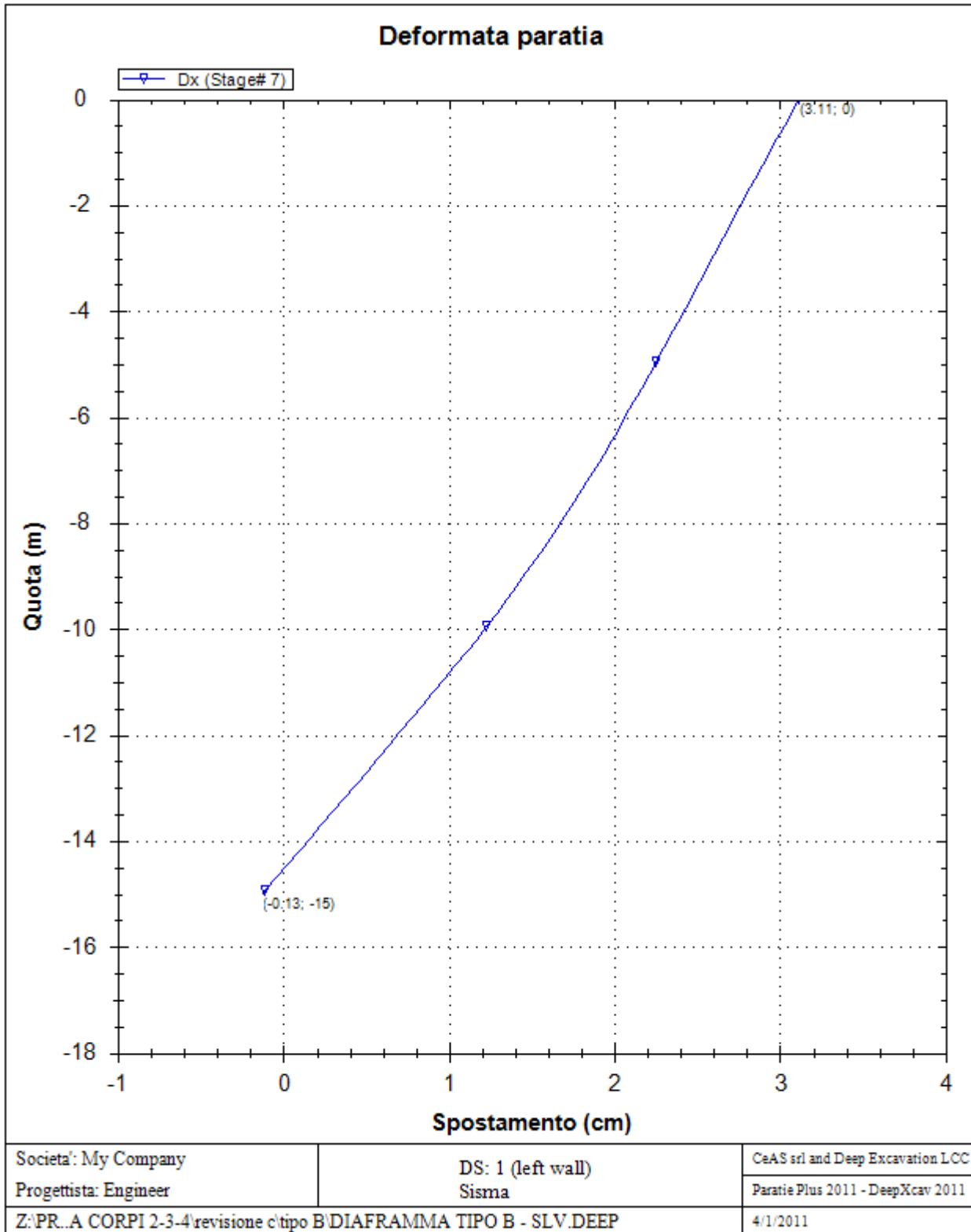












| | | | | | | | |
|---|---|---|--|------------|-------------|----|------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | | | | |
| PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO | | <i>Codice documento</i> CD0319_F0 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table> | <i>Rev</i> | <i>Data</i> | F0 | 20/06/2011 |
| <i>Rev</i> | <i>Data</i> | | | | | | |
| F0 | 20/06/2011 | | | | | | |



REAZIONI VINCOLI (TIRANTI, PUNTONI, SOLETTE, SBADACCHI)

Vincolo 0

| Stage No | R |
|----------|---------|
| | (kN) |
| 0 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 399.885 |
| 3 | 403.489 |
| 4 | 397.712 |
| 5 | 401.21 |
| 6 | 400.786 |
| 7 | 597.628 |

Vincolo 1

| Stage No | R |
|----------|---------|
| | (kN) |
| 0 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 399.885 |
| 5 | 408.63 |
| 6 | 411.412 |
| 7 | 598.794 |

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
|  |  | <p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p> | | |
| <p align="center">PARATIA CORPI DI FABBRICA 2-3-4 – RELAZ. SIM. E DI CALCOLO</p> | <p align="center"><i>Codice documento</i> CD0139_F0</p> | <p align="center"><i>Rev</i> F0</p> | <p align="center"><i>Data</i> 20/06/2011</p> | |