

# *tecnisoft*

Strumenti solidi come i vostri progetti

**MODEST**

Seminario sulle fondazioni profonde - Perugia, 6 novembre 2015



ORDINE DEGLI  
INGEGNERI  
PROVINCIA DI PERUGIA

# Modellazione delle strutture di fondazione con il software **MODEST**

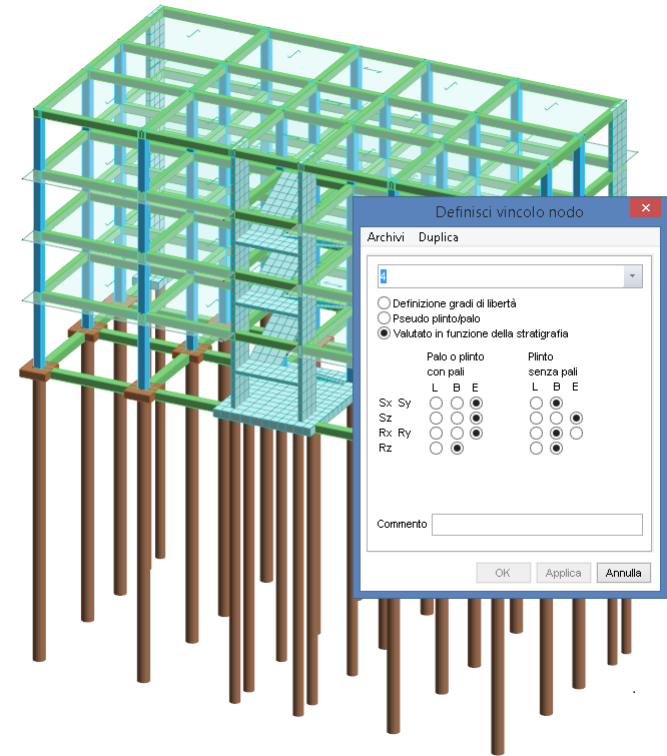
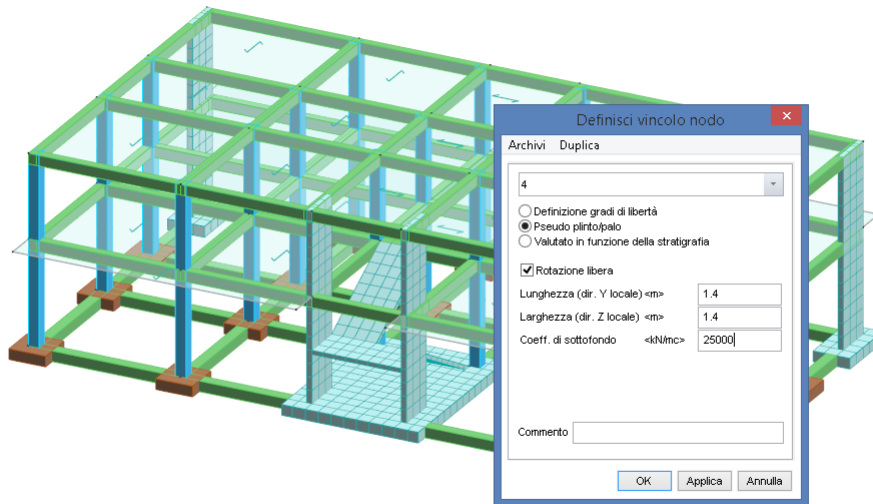


The screenshot displays the MODEST software interface. The main window shows a 3D model of a building structure with a foundation system. The interface includes a menu bar, a toolbar, and several panels. The 'Progetto' panel on the left shows the project name 'ESS PRESENTAZIONE'. The 'Colorazioni elementi' panel on the right shows a color scale for stress distribution, ranging from 7.87 to 89.92 kN/mq. The 'Parametri risultati' panel at the bottom right shows the current analysis parameters.

- Vincoli esterni nella modellazione strutturale
- Modellazione geotecnica
- Capacità portante e cedimenti
- Analisi dei pali di fondazione
- Effetti della modellazione del suolo elastico
- Modellazione delle sole fondazioni

Gli elementi di fondazione rappresentano i vincoli esterni nella modellazione FEM della struttura

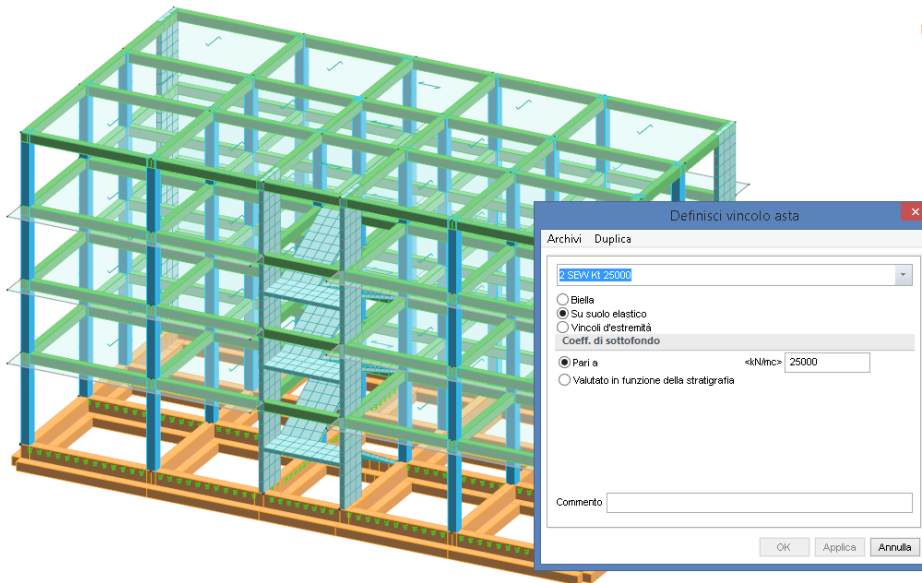
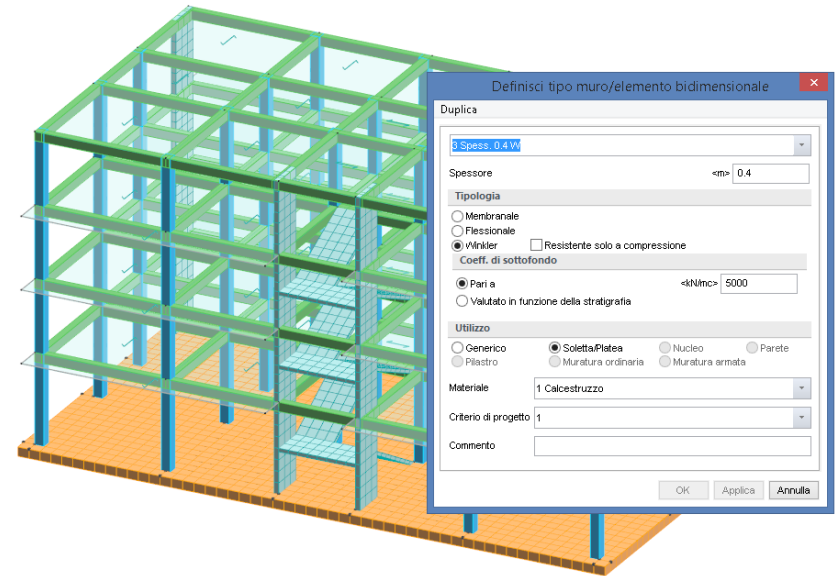
Per plinti e pali sono utilizzati vincoli nodali



Le fondazioni sono definite da proprietà dei nodi

Gli elementi di fondazione rappresentano i vincoli esterni nella modellazione FEM della struttura

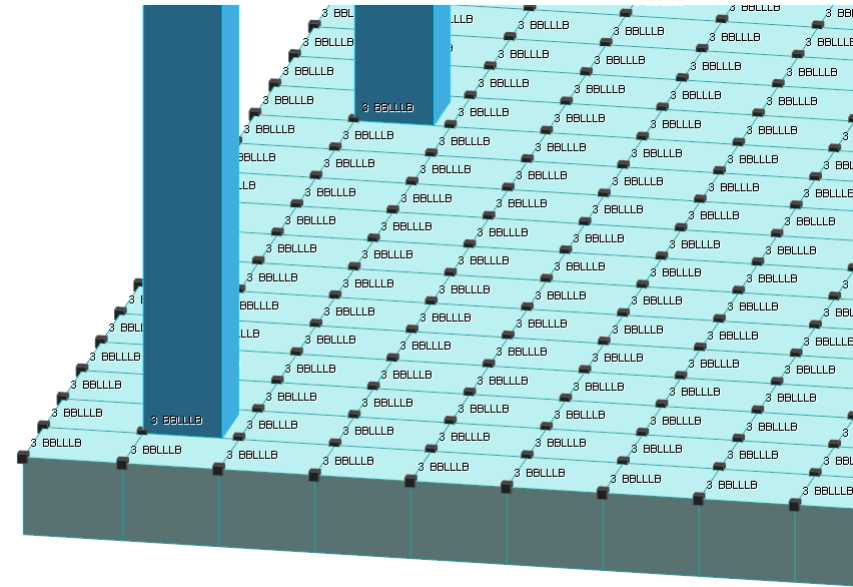
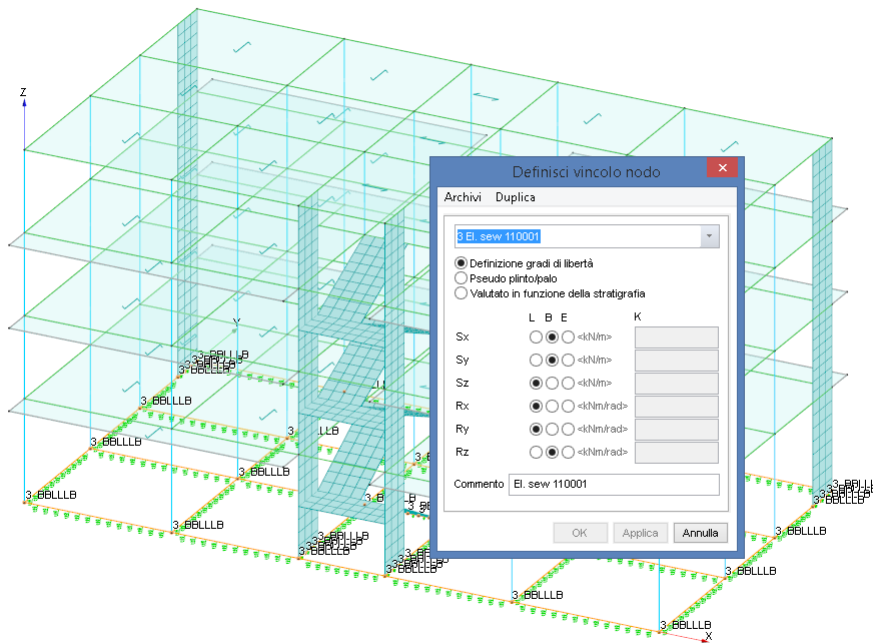
Per travi rovesce e platee è utilizzato lo schema di Winkler



Le fondazioni sono definite da proprietà degli elementi asta e bidimensionali

Gli elementi di fondazione rappresentano i vincoli esterni nella modellazione FEM della struttura

Per travi rovesce e platee è necessario vincolare la struttura per le azioni orizzontali

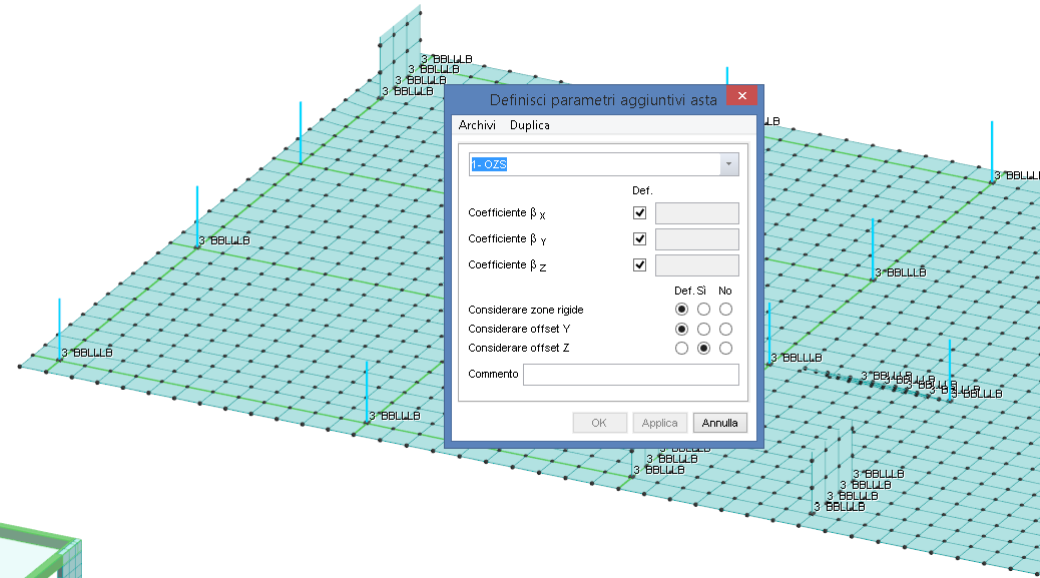
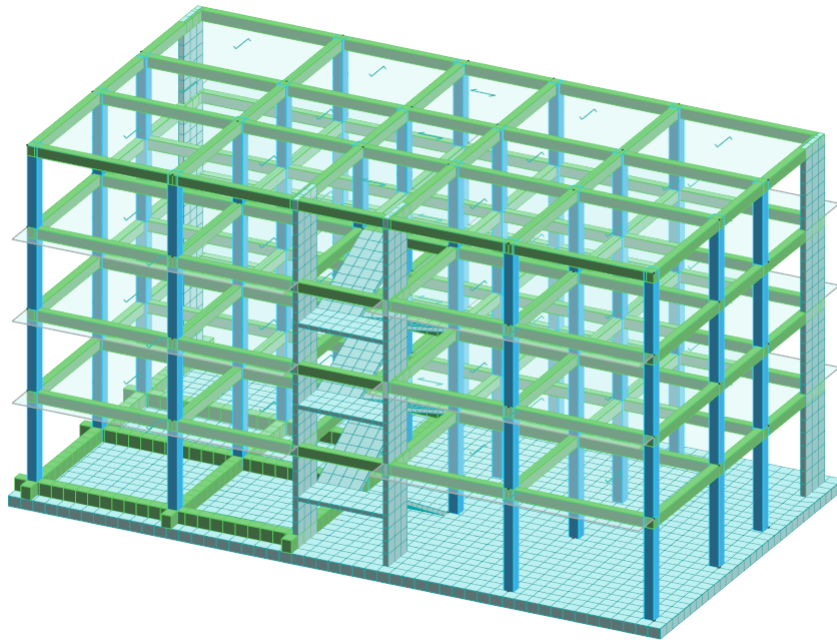


Sono utilizzati vincoli nodali che bloccano gli spostamenti orizzontali



Gli elementi di fondazione rappresentano i vincoli esterni nella modellazione FEM della struttura

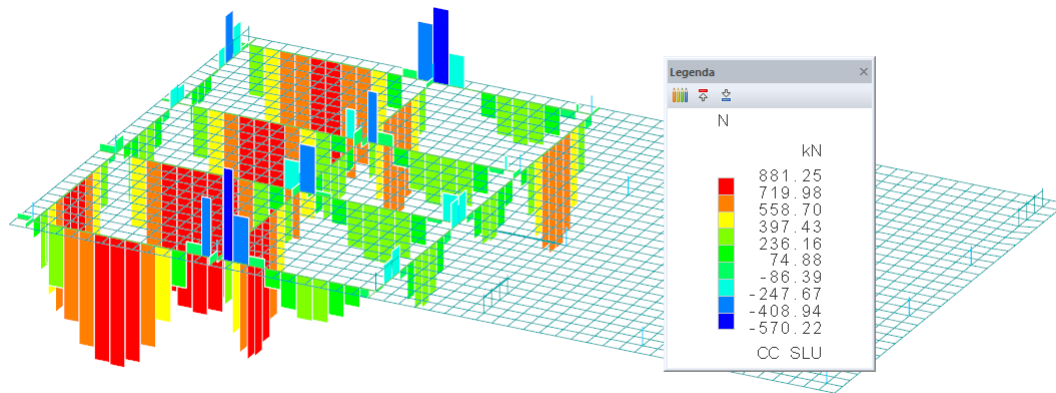
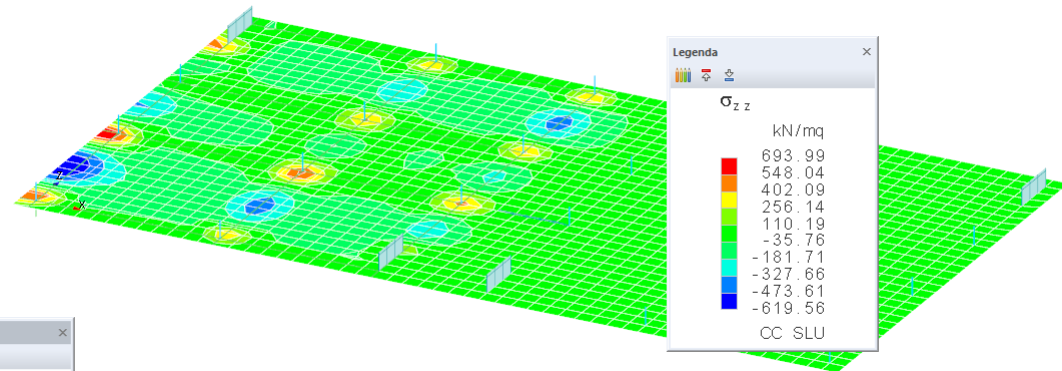
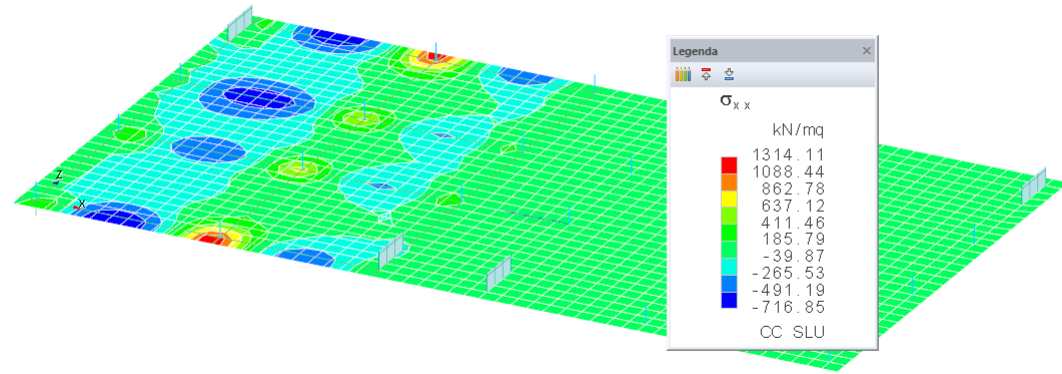
Per platee nervate è necessario permettere gli spostamenti orizzontali dei nodi di campata



Possono essere vincolati solo i nodi su cui scarica la sovrastruttura

Gli elementi di fondazione rappresentano i vincoli esterni nella modellazione FEM della struttura

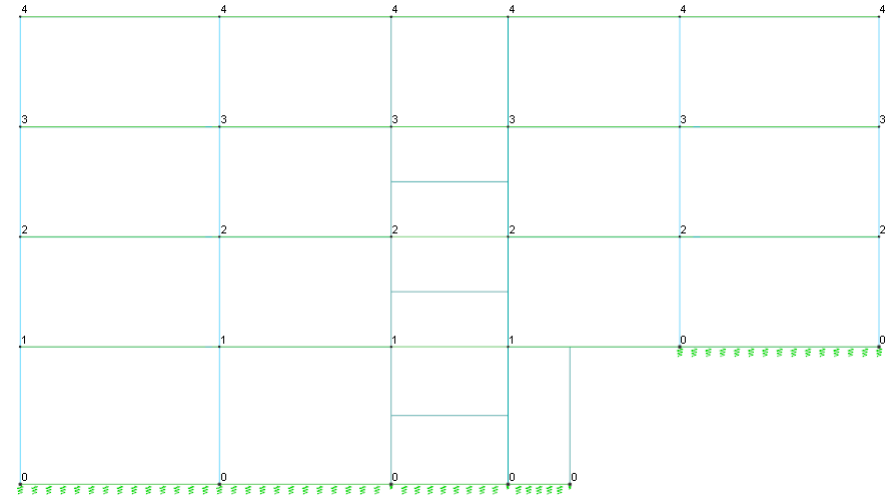
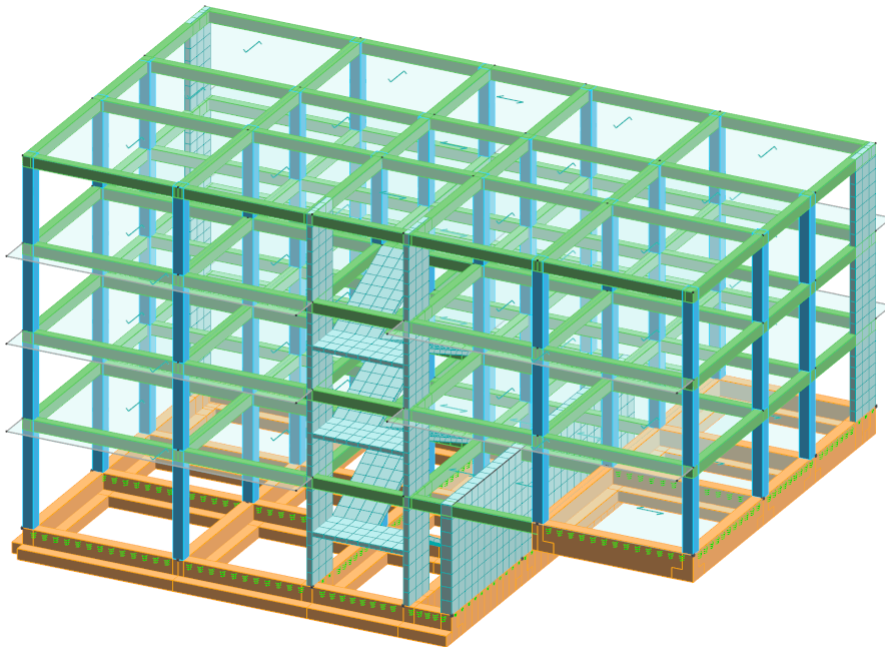
Per platee nervate è necessario permettere gli spostamenti orizzontali dei nodi di campata



Sono modellate le tensioni di trazione e compressione

Gli elementi di fondazione rappresentano i vincoli esterni nella modellazione FEM della struttura

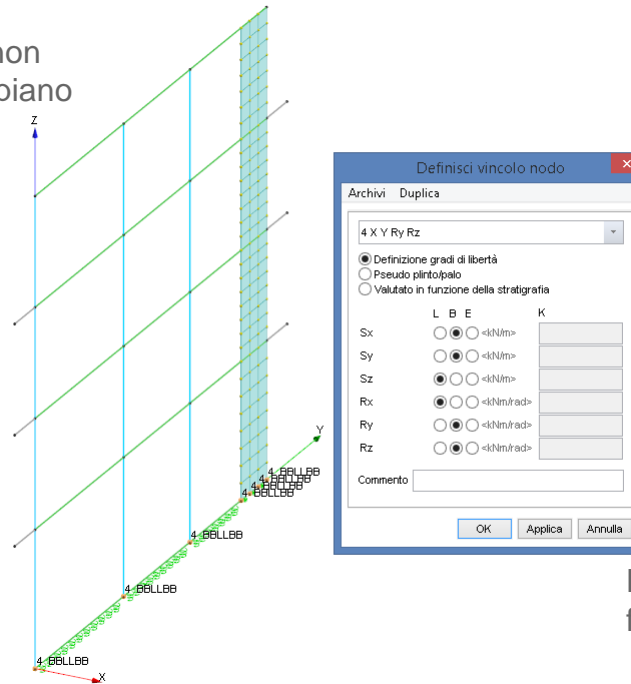
Per fondazioni a quote differenti gli elementi vincolati non devono influire sul comportamento della sovrastruttura





Gli elementi di fondazione rappresentano i vincoli esterni nella modellazione FEM della struttura

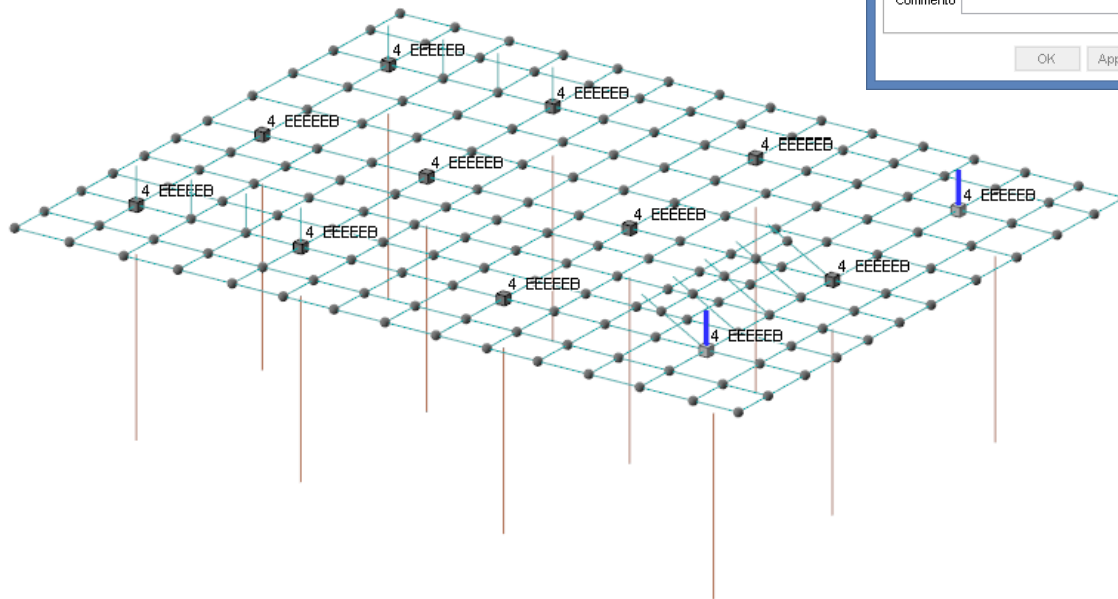
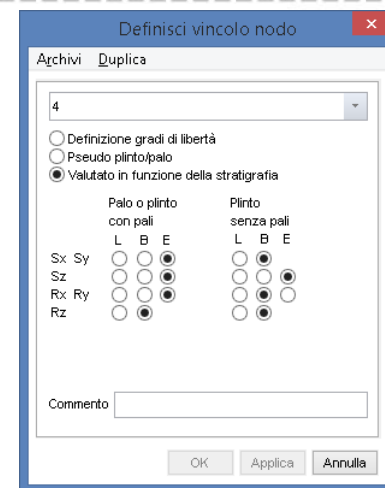
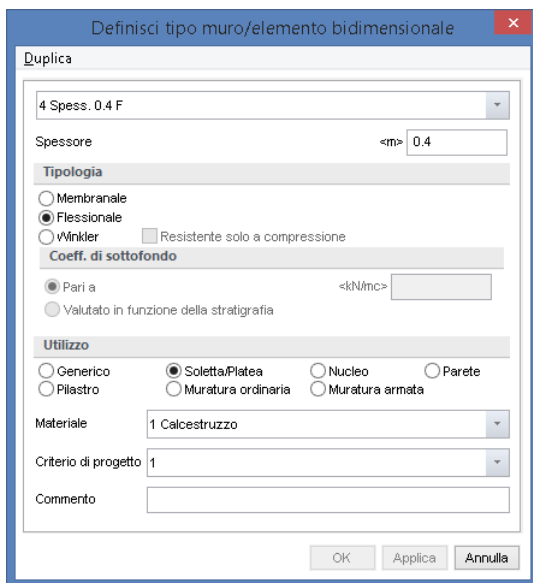
Per modelli piani con fondazioni su travi non interessano gli spostamenti ortogonali al piano



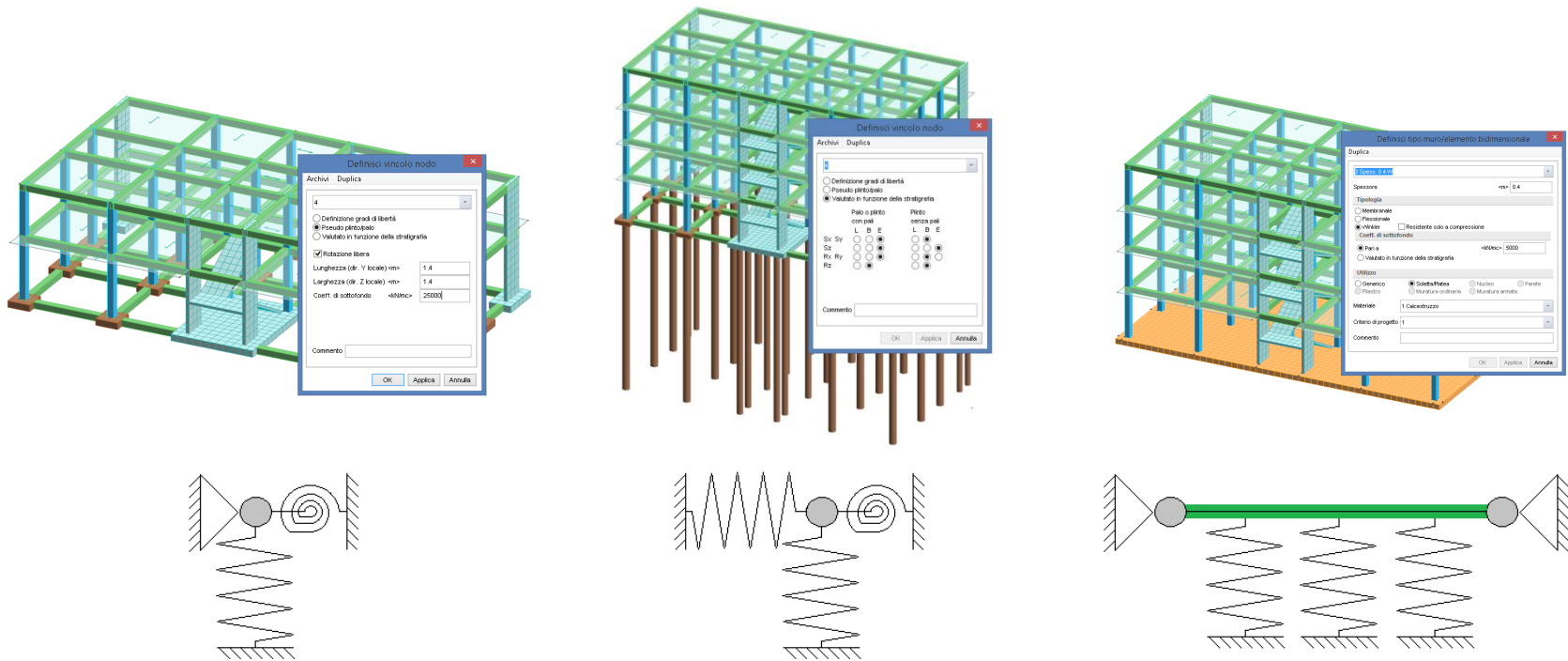
Devono essere bloccate anche le rotazioni fuori dal piano di modellazione

Gli elementi di fondazione rappresentano i vincoli esterni nella modellazione FEM della struttura

Per platee su pali gli unici vincoli esterno sono applicati sui nodi su cui sono definiti i pali



Gli elementi di fondazione rappresentano i vincoli esterni nella modellazione FEM della struttura




## Modellazione geotecnica

Le caratteristiche del terreno sono definite in unità geotecniche ordinate in strati in una o più colonne stratigrafiche

Definisci unità geotecnica ✖

Archivi Duplica

4 Ghiaia limosa molto sciolta ▼

Classificazione Incoerente ▼ Fill 

**Pesi**

Peso specifico del terreno naturale ( $\gamma$ ) <kN/mc> 17

Peso specifico del terreno saturo ( $\gamma_{sat}$ ) <kN/mc> 19.5

**Proprietà indice**

Usa le impostazioni seguenti:

Densità relativa ( $D_r$ ) <%> 15

Indice di plasticità ( $I_p$ ) <%>

**Parametri plastici**

Angolo di attrito efficace ( $\phi$ ) <grad> 28

Coesione efficace ( $c'$ ) <kN/mq> 5

Coesione non drenata ( $c_u$ ) <kN/mq>

**Caratteristiche litostatiche**

Grado di sovraconsolidazione (OCR) 1

Coeff. di spinta a riposo ( $K_0$ ) 0.53

**Parametri elastici**

Usa le impostazioni seguenti:

Modulo elastico normale (E) <kN/mq> 50000

Modulo elastico tangenziale (G) <kN/mq> 19230.8

Esponente del parametro tensionale ( $k_j$ ) 0.5

Coeff. di Poisson ( $\nu$ ) 0.3

Modulo edometrico ( $E_{ed}$ ) <kN/mq> 67307.7

Modulo elastico non drenato ( $E_{u1}$ ) <kN/mq>

Commento Ghiaia limosa molto sciolta

OK Applica Annulla

## Modellazione geotecnica

Le caratteristiche del terreno sono definite in unità geotecniche ordinate in strati in una o più colonne stratigrafiche

Definisci colonna stratigrafica

Opzioni Stampa

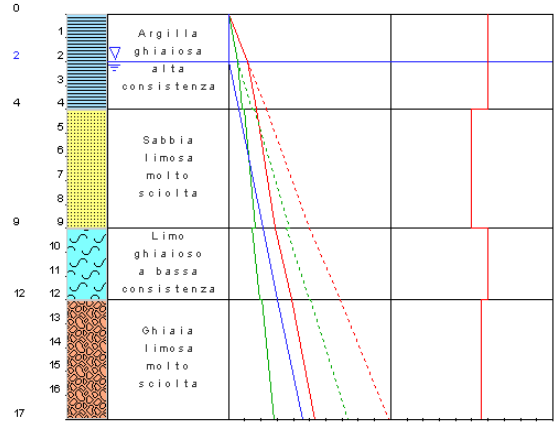
1 strat (0 0 1) ■ Correlabile ■ Correlato

Str.	z <m>	Unità geotecnica	Class.	Prove	$\gamma$ <kN/mc>	$\gamma_{sat}$ <kN/mc>	$D_r$ <%>	$I_p$ <%>	$\phi$ <grad>	$c'$ <kN/mq>	$c_u$ <kN/mq>	OCR	$\kappa_0$	E <kN/mq>	G <kN/mq>	$k_j$	$\nu$	$E_{ed}$ <kN/mq>	$E_{1j}$ <kN/mq>	Crit.
1	0	1 Argilla ghiaiosa	Coesivo		19	19.5		10	30	15	100	1	0.5	10000	3703.7	1	0.35	16049.4	11111.1	1
2	4	2 Sabbia limosa	Incoerente		15	17.5	15		25	5			0.58	25000	9615.38	0.55	0.3	33653.8		1
3	9	3 Limo ghiaioso	Coesivo		19.5	21		30	30	5	50	1	0.5	10000	3703.7	1	0.35	16049.4	11111.1	1
4	12	4 Ghiaia limosa	Incoerente		17	19.5	15		28	5			0.53	50000	19230.8	0.5	0.3	67307.7		1

Elimina Inserisci Modifica unità geotecnica Correla

X <m> 0 Y <m> 0 Z <m> 0  Falda a profondità <m> 2 Commento strat (0 0 1)

Strati Commenti Pressioni litostatiche  $\phi'$



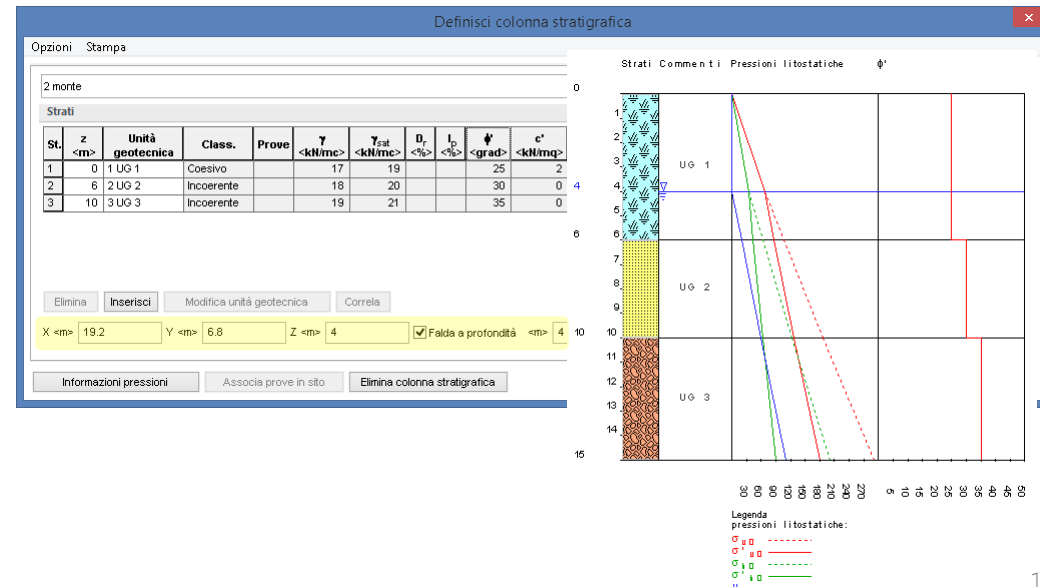
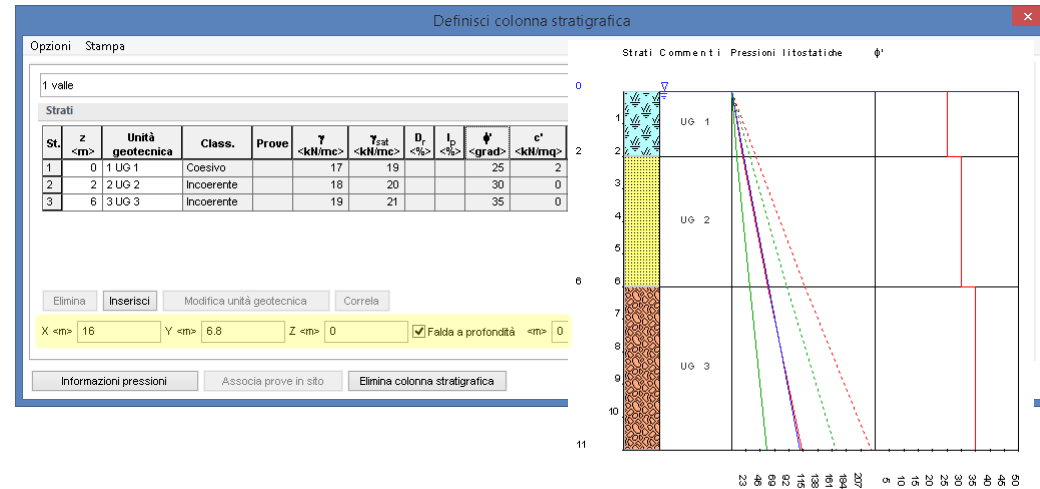
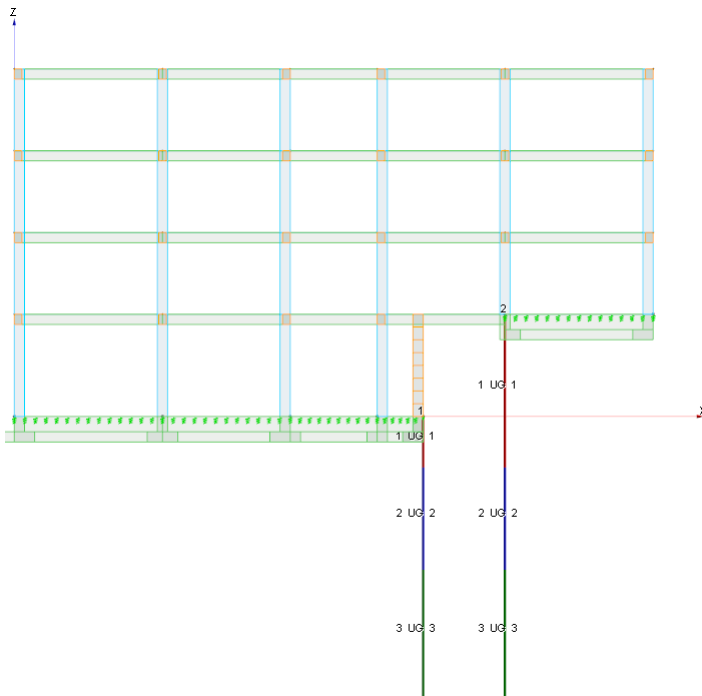
Legenda pressioni litostatiche:  
 $\sigma_v$  (red dashed line)  
 $u$  (blue solid line)  
 $\sigma'_v$  (green dashed line)

Informazioni pressioni Associa prove in sito Elimina colonna stratigrafica OK Applica Annulla



## Modellazione geotecnica

Le caratteristiche del terreno sono definite in unità geotecniche ordinate in strati in una o più colonne stratigrafiche



## Modellazione geotecnica

È possibile associare i risultati di prove in sito, utili alla definizione delle caratteristiche del terreno o all'esecuzione diretta delle verifiche

Definisci colonna stratigrafica

Opzioni Stampa

1 strat (0 0 1)  Correlabile  Correlato

Strati	St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.	Prove	γ <kN/mc>	γ <sub>sat</sub> <kN/mc>	D <sub>r</sub> <%>	I <sub>p</sub> <%>	ψ <grad>	e' <kN/mg>	c <sub>u</sub> <kN/mg>	OCR	κ <sub>0</sub>	E <kN/mg>	G <kN/mg>	k <sub>j</sub>	v	E <sub>sd</sub> <kN/mg>	E <sub>u</sub> <kN/mg>	Crit.
1	0	1	Argilla ghiaiosa	Coesivo	1 2	19	19.5		10	26.46	15	95.33	1	0.55	6750	2500	0	0.35	10833.3	7500	1
2	4	2	Sabbia limosa	Incoerente	1 2	15	17.5	45.13		29.16	5		1	0.51	14220	5489.23	0	0.3	19142.3		1
3	9	3	Limo ghiaioso	Coesivo	1 2	19.5	21		30	28.06	5	174.27	1	0.53	11100	4111.11	0	0.35	17814.8	12333.3	1
4	12	4	Ghiaia limosa	Incoerente	1 2	17	19.5	58.79		31.64	5		1	0.48	29100	11192.3	0	0.3	39173.1		1

Elimina Inserisci Modifica unità geotecnica Correla

X <m> 0 Y <m> 0 Z <m> 1  Falda a profondità <m> 2 Commento strat (0 0 1)

Definisci prova in sito

Importa Esporta Stampa

1 CPT\_esempio

Tipo di prova in sito  
 SPT  DP  CPT  GFS

Dati	z <m>	q <sub>c</sub> <kN/mg>	f <sub>s</sub> <kN/mg>
1	0.4	610	80
2	0.6	920	53
3	0.8	920	53
4	1	1330	100
5	1.2	1430	113
6	1.4	1330	153
7	1.6	1430	80
8	1.8	1330	100
9	2	1430	113
10	2.2	1430	93
11	2.4	1430	73

Elimina Inserisci

N(STP)/N(DP)

Commento CPT\_esempio

OK Applica Annulla

Definizione criteri di progetto geotecnici - [es5 presentazione]

Apri da Salva come Copia in Copia da Aggiungi criterio Unità di misura

Criterio specifico n. 1

- Strati
  - Generali
    - Fond. superficiali
    - Fond. profonde
  - Specifici
    - Caratterizzazione**
    - Fond. profonde

**Informazioni preliminari**

Densità relativa

Angolo d'attrito

Coesione non drenata

Caratteristiche litostatiche

Parametri elastici

Correlati con prove GFS

Correlati con prove SPT

Stroud e Butler (1975)

Stroud (1989)

Schmertmann (1978)

Fannerk

Definizione criteri di progetto geotecnici - [es5 presentazione]

Apri da Salva come Copia in Copia da Aggiungi criterio Unità di misura

Criterio specifico n.

- Strati
  - Generali
    - Fond. superficiali**
    - Fond. profonde
  - Specifici
    - Caratterizzazione
    - Fond. profonde

**Cedimenti**

Terzaghi (1955)

Costante di sottofondo standardizzata k<sub>1</sub> <kN/mc> 0

Bowles

Spessore del terreno responsabile del cedimento

Dal rapporto con le dimensioni della fondazione pari a 5

Dalla rigidità del terreno di fondazione maggiore di <daN/mg> 0

Metodo edometrico

Schmertmann (1978)

Tempo di calcolo <anni> 50

OK Applica Annulla Aiuto

Strati Commenti Pressioni litostatiche E CPT\_esempio q<sub>c</sub>/f<sub>s</sub> SPT\_esempio

Legenda pressioni litostatiche:  
 σ<sub>v</sub> 0 (solid blue)  
 σ<sub>v</sub> u (dashed red)  
 σ<sub>v</sub> i 0 (dotted green)  
 u (dash-dot purple)

Legenda prova CPT\_esempio:  
 q<sub>c</sub> (dashed red)  
 f<sub>s</sub> (dotted green)  
 q<sub>c</sub> / f<sub>s</sub> (dash-dot purple)

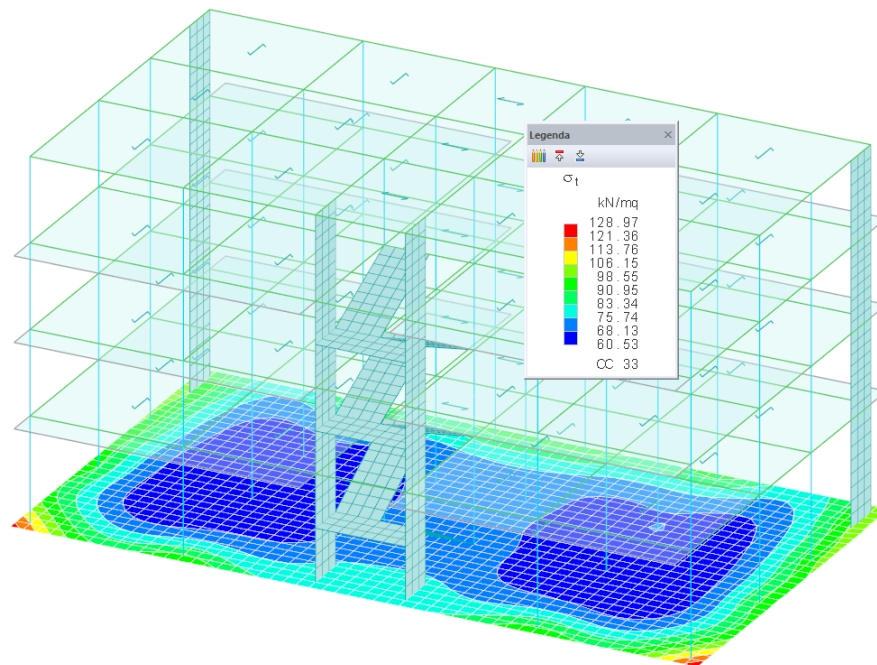
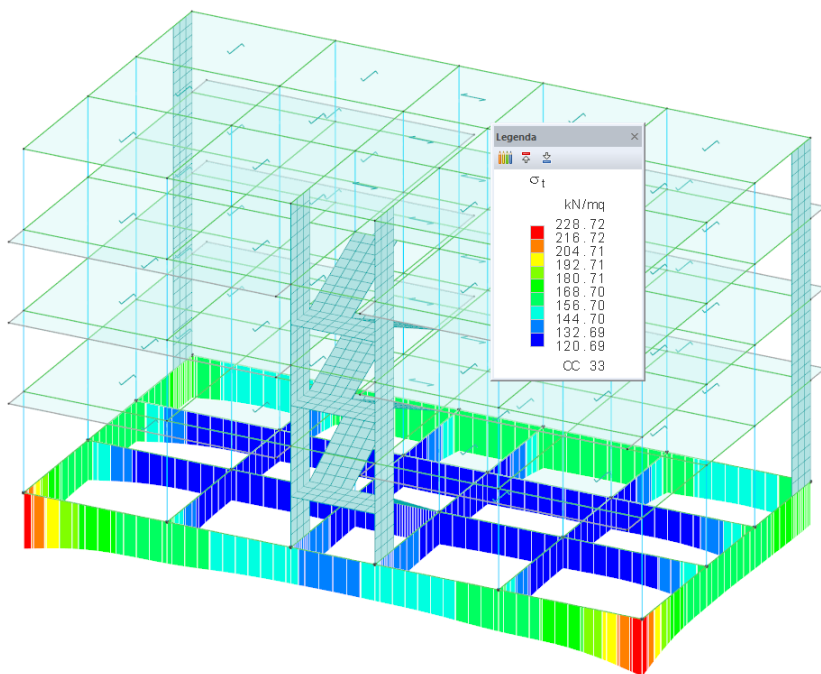
Legenda prova SPT\_esempio:  
 N<sub>SPT</sub> (dash-dot purple)

Informazioni pressioni Associa prove in sito Elimina colonna stratigrafica

OK Applica Annulla

Verifiche di capacità portante e stima dei cedimenti

Per le fondazioni su travi e platee le sollecitazioni di verifica sono calcolate dall'integrazione delle pressioni di contatto



Relazione di calcolo

File Cerca Opzioni Indietro

Travata n. 701

$B=1.20$  <m>;  $L=25.00$  <m>;  $D=1.00$  <m>;  $\beta=0.00$  <grad>;  $\eta=0.00$  <grad>;  $\gamma_s=1000.00$  <daN/mc>  
 $C_{\phi, f}=2000.00$  <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

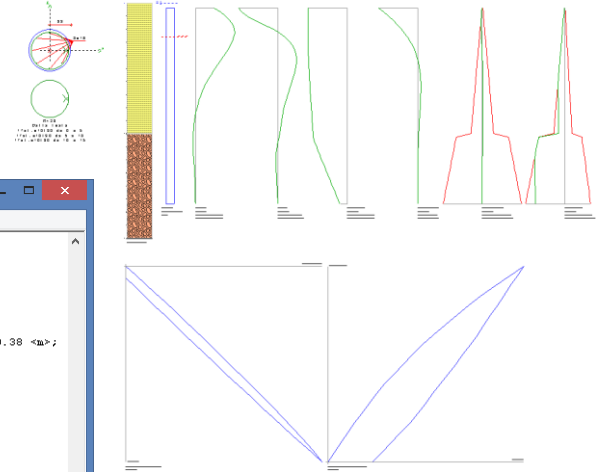
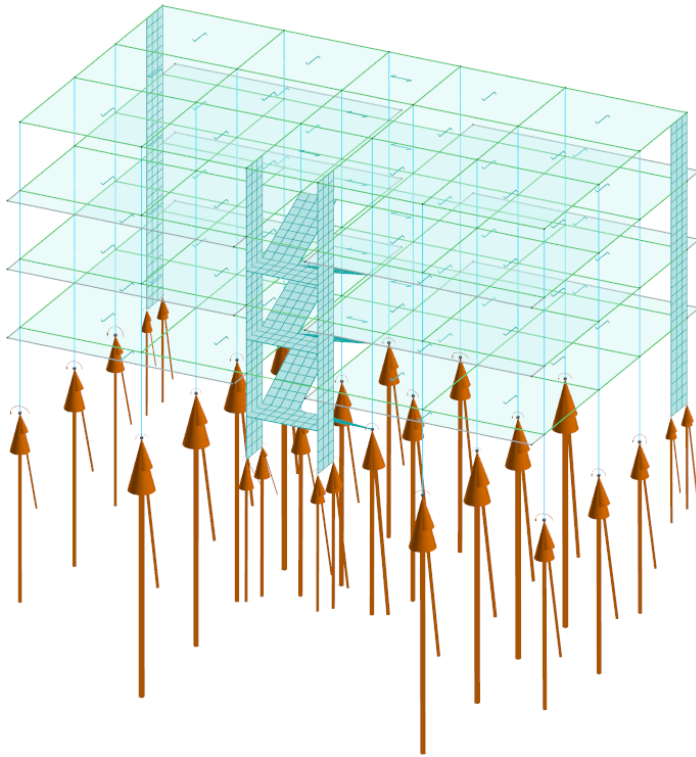
$\phi'_s=34.33$  <grad>;  $c'_s=0.00$  <daN/mq>;  
 $N_q=30.67$  ;  $N_c=43.44$  ;  $N_{\phi}=40.53$  ;  $b_q=1.00$   
 $b_c=1.00$  ;  $b_{\phi}=1.00$

CC	N	Tx	Ty	Mx	My	B'	L'	$\alpha_q$	$\alpha_c$	$\alpha_{\phi}$	$i_q$	$i_c$	$i_{\phi}$	$q_{lim}$	$R_d$	Sic.
	<daN>	<daN>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<m>	<m>							<daN/mq>	<daN>	
33	497270.00	-1996.58	669.60	-9833.99	-15755.00	1.16	24.94	1.03	1.03	0.99	1.00	1.00	1.00	86131.90	1083600.00	2.18
34	497338.00	2438.86	972.16	-9859.84	34266.90	1.16	24.86	1.03	1.03	0.99	1.00	1.00	1.00	86133.70	1080370.00	2.17
35	488094.00	180.06	-1008.44	-9140.80	8827.07	1.16	24.96	1.03	1.03	0.99	1.00	1.00	1.00	86174.70	1087360.00	2.23
36	506514.00	262.22	2649.20	-10552.90	9685.58	1.16	24.96	1.03	1.03	0.99	1.00	1.00	1.00	86086.00	1082210.00	2.14

Stampa Salva Chiudi

## Verifiche di capacità portante e stima dei cedimenti

Per le fondazioni su plinti e pali le sollecitazioni di verifica sono date direttamente dalle reazioni vincolari dei nodi relativi



Relazione di calcolo

File Cerca Opzioni Indietro

Verifiche capacità portante e cedimenti

Plinto n. 1

Tipo palo=Battuto prefabbricato  
Rotazione testa libera  
Coefficiente di efficienza=1.00  
Dp=0.650000 <m>; Lp=15.000000 <m>; Wp=12443.70 <daN>; D=0.38 <m>;  
Colonna stratigrafica numero 1

Verifiche in condizioni drenate

z <sub>p</sub>	τ <sub>s</sub>	k <sub>s</sub>	σ <sub>h</sub>	k <sub>h</sub>
<m>	<daN/cm²>	<daN/cm²>	<daN/cm²>	<daN/cm²>
0.38	0.01	0.31	0.23	3.08
10.00	0.42	1.54	13.80	15.38
15.38	0.65	1.54	21.21	15.38

QS<sub>1in</sub>=76980.20 <daN>  
q<sub>s</sub>=46.55 <daN/cm²>  
QP<sub>1in</sub>=154458.00 <daN>  
k<sub>p</sub>=10.45 <daN/cm²>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N	Ced	SicV	T	M	Sps	Sic0
		<daN>	<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<cm>	
1	1	-50612.70	0.25	2.34	7903.48	11258.40	0.67	2.18
2	2	-56924.50	0.29	2.08	7624.08	10904.00	0.64	2.25
3	3	-74576.40	0.37	1.59	6282.93	8465.59	0.47	2.81
4	4	-80788.20	0.42	1.47	8153.54	10080.80	0.66	2.16
5	5	-51752.90	0.25	2.29	7154.57	8493.31	0.54	2.49
6	6	-58942.00	0.29	2.01	5860.18	6509.75	0.39	3.25
7	7	-72458.90	0.36	1.63	8757.68	9490.44	0.70	2.06
8	8	-79648.00	0.41	1.49	9466.97	9905.54	0.79	1.93
9	9	-47876.00	0.23	2.47	8283.92	11144.00	0.71	2.08
10	10	-54087.80	0.26	2.19	6229.35	9153.41	0.48	2.75
11	11	-71839.60	0.36	1.65	7904.85	10590.90	0.65	2.22
12	12	-78051.50	0.40	1.52	7801.91	10467.70	0.64	2.23
13	13	-49016.20	0.24	2.42	9760.90	11073.40	0.85	1.86
14	14	-56205.20	0.27	2.11	9085.29	10285.00	0.76	1.97
15	15	-69722.20	0.35	1.70	5533.08	5661.48	0.35	3.56
16	16	-76211.30	0.39	1.54	6903.25	7281.66	0.49	2.68
17	17	-90297.50	0.53	1.31	244.51	697.61	0.02	>1
18	18	-64504.00	0.32	--	179.94	592.37	0.01	--
19	19	-60074.20	0.29	--	137.44	552.04	0.01	--
20	20	-58483.70	0.29	--	148.91	551.18	0.01	--

Stampa Salva Chiudi

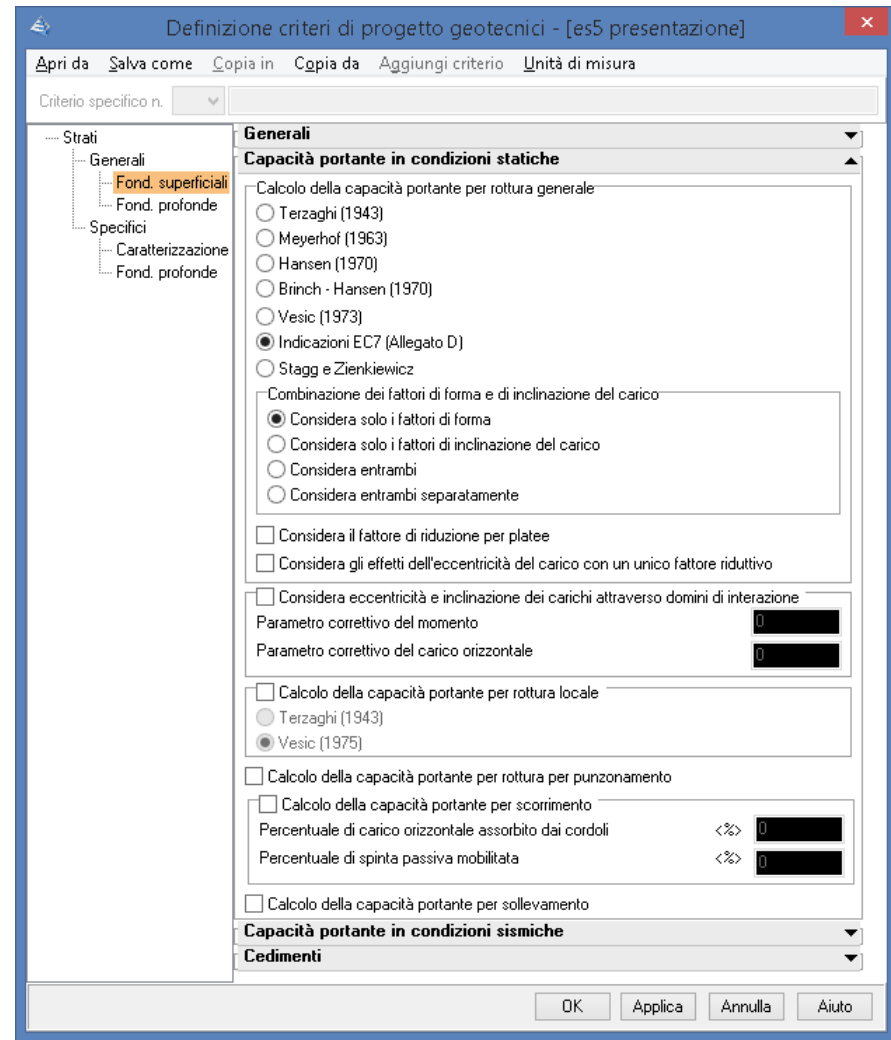
## Verifiche di capacità portante e stima dei cedimenti

### Capacità portante fondazioni superficiali:

- Rottura generale
- Rottura locale
- Punzonamento
- Scorrimento
- Sollevamento

Condizioni Drenate / Non drenate

Condizioni Statiche / Sismiche



Definizione criteri di progetto geotecnici - [es5 presentazione]

Apri da Salva come Copia in Copia da Aggiungi criterio Unità di misura

Criterio specifico n. [ ]

Strati

- Generali
  - Fond. superficiali
  - Fond. profonde
- Specifici
  - Caratterizzazione
  - Fond. profonde

**Generali**

**Capacità portante in condizioni statiche**

Calcolo della capacità portante per rottura generale

Terzaghi (1943)  
 Meyerhof (1963)  
 Hansen (1970)  
 Brinch - Hansen (1970)  
 Vesic (1973)  
 Indicazioni EC7 (Allegato D)  
 Stagg e Zienkiewicz

Combinazione dei fattori di forma e di inclinazione del carico

Considera solo i fattori di forma  
 Considera solo i fattori di inclinazione del carico  
 Considera entrambi  
 Considera entrambi separatamente

Considera il fattore di riduzione per platee  
 Considera gli effetti dell'eccentricità del carico con un unico fattore riduttivo

Considera eccentricità e inclinazione dei carichi attraverso domini di interazione  
 Parametro correttivo del momento [ ]  
 Parametro correttivo del carico orizzontale [ ]

Calcolo della capacità portante per rottura locale  
 Terzaghi (1943)  
 Vesic (1975)

Calcolo della capacità portante per rottura per punzonamento  
 Calcolo della capacità portante per scorrimento  
 Percentuale di carico orizzontale assorbito dai cordoli < % > [ ]  
 Percentuale di spinta passiva mobilitata < % > [ ]

Calcolo della capacità portante per sollevamento

**Capacità portante in condizioni sismiche**

**Cedimenti**

OK Applica Annulla Aiuto



Verifiche di capacità portante e stima dei cedimenti

Cedimenti fondazioni superficiali:

E <kN/mq>	G <kN/mq>	$k_j$	$\nu$	$E_{ed}$ <kN/mq>
64015.9	25606.4	0	0.25	76819.1

Definizione criteri di progetto geotecnici - [es5 presentazione]

Apri da Salva come Copia in Copia da Aggiungi criterio Unità di misura

Criterio specifico n.

- Strati
  - Generali
    - Fond. superficiali**
    - Fond. profonde
  - Specifici
    - Caratterizzazione
    - Fond. profonde

**Generali**

Capacità portante in condizioni statiche

Capacità portante in condizioni sismiche

**Cedimenti**

Terzaghi (1955)

Costante di sottofondo standardizzata  $k_f$  <kN/mc>

Bowles

Spessore del terreno responsabile del cedimento

Dal rapporto con le dimensioni della fondazione pari a

Dalla rigidezza del terreno di fondazione maggiore di <daN/mq>

Metodo edometrico

Schmertmann (1978)

Tempo di calcolo <anni>

Burland e Burbidge (1985)

Spessore del terreno responsabile del cedimento

Dal rapporto con le dimensioni della fondazione  $f$

Dalla rigidezza del terreno di fondazione maggiore di <daN/mq>

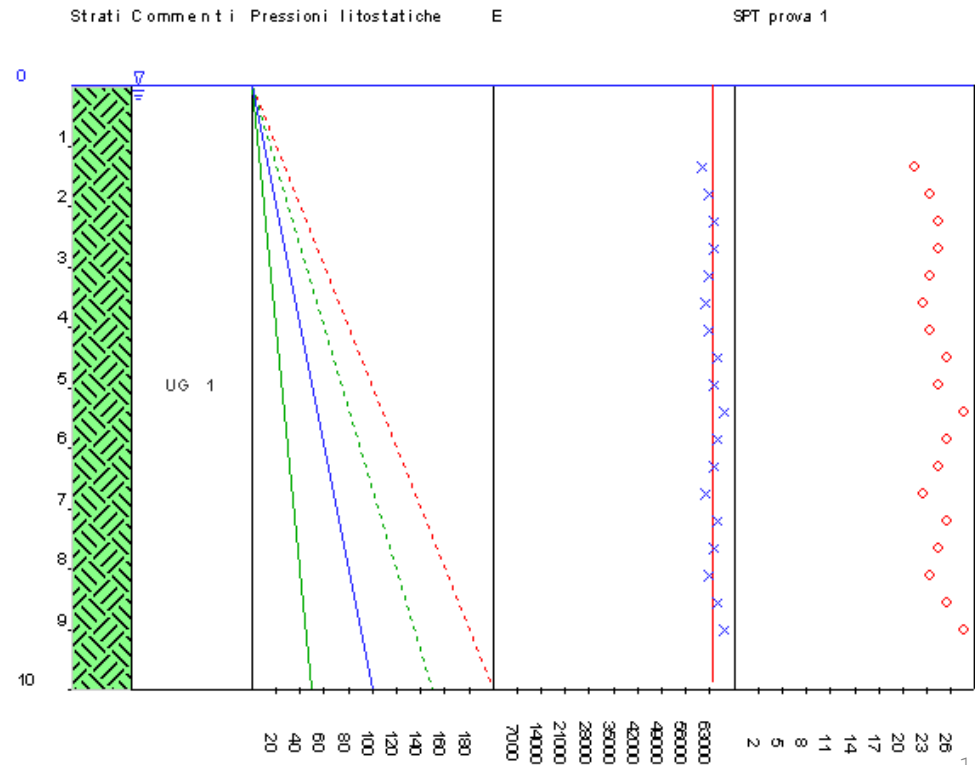
Tempo di calcolo <anni>

Tipo di carico

Costante

Ciclico

OK Applica Annulla Aiuto

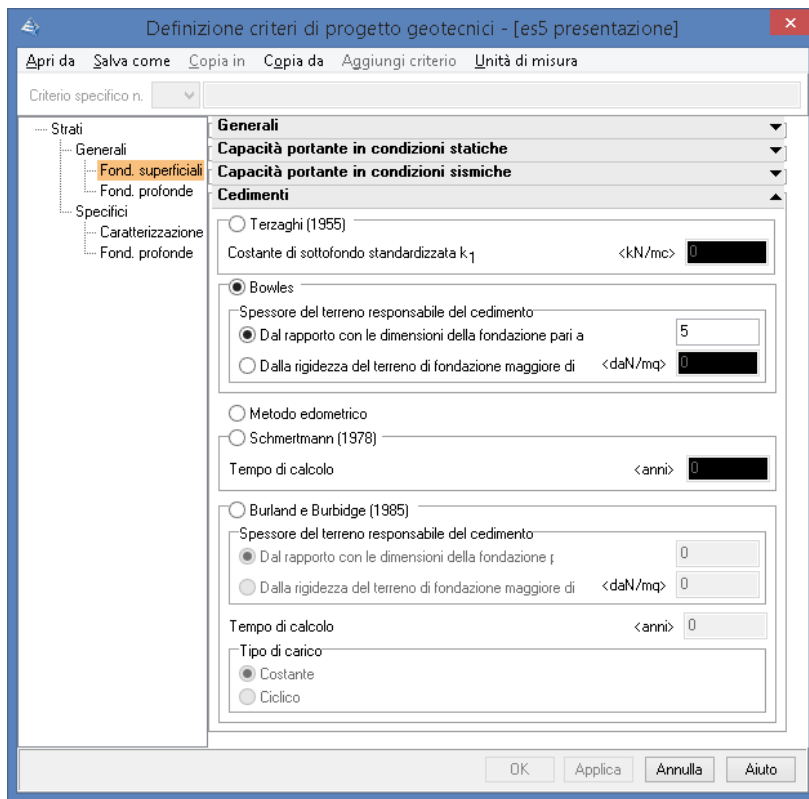


Verifiche di capacità portante e stima dei cedimenti

$$ced = f(p, E \dots N_{SPT} \dots , B, L)$$

$$K_t = \frac{p}{ced}$$

Cedimenti fondazioni superficiali:



Definizione criteri di progetto geotecnici - [es5 presentazione]

Strati

- Generali
  - Fond. superficiali
  - Fond. profonde
- Specifici
  - Caratterizzazione
  - Fond. profonde

**Generali**

Capacità portante in condizioni statiche

Capacità portante in condizioni sismiche

**Cedimenti**

Terzaghi (1955)

Costante di sottofondo standardizzata  $k_1$  <kN/mc> 0

Bowles

Spessore del terreno responsabile del cedimento

Dal rapporto con le dimensioni della fondazione pari a 5

Dalla rigidezza del terreno di fondazione maggiore di <daN/mq> 0

Metodo edometrico

Schmertmann (1978)

Tempo di calcolo <anni> 0

Burland e Burbidge (1985)

Spessore del terreno responsabile del cedimento

Dal rapporto con le dimensioni della fondazione ; 0

Dalla rigidezza del terreno di fondazione maggiore di <daN/mq> 0

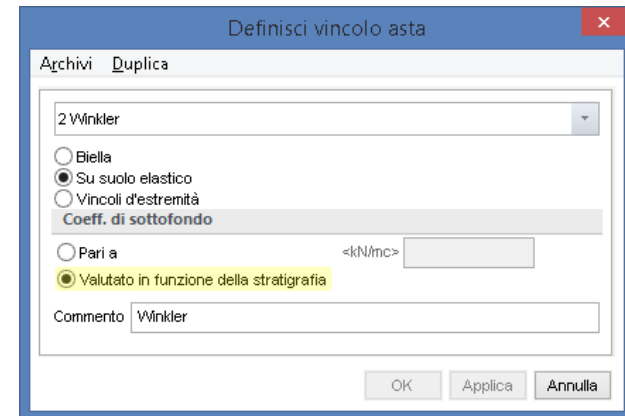
Tempo di calcolo <anni> 0

Tipo di carico

Costante

Ciclico

OK Applica Annulla Aiuto



Definisci vincolo asta

Archivi Duplica

2 Winkler

Biella

Su suolo elastico

Vincoli d'estremità

Coeff. di sottofondo

Pari a <kN/mc> [ ]

Valutato in funzione della stratigrafia

Commento Winkler

OK Applica Annulla



Informazioni aste

Stampa

Asta	H1	H2	Sez.	Vinc.	Rot. <grad>	Par.	FF	Dy1 <m>	Dy2 <m>	Dz1 <m>	Dz2 <m>	TC1	TC2	Kt <kN/mc>
701	1	2	3	2	0		11	0	0	0	0	ND	ND	26005.5
701	2	23	3	2	0		11	0	0	0	0	ND	ND	26005.5
701	23	24	3	2	0		11	0	0	0	0	ND	ND	26005.5
701	24	3	3	2	0		11	0	0	0	0	ND	ND	26005.5
701	3	4	3	2	0		11	0	0	0	0	ND	ND	26005.5

Modifica Elimina Seleziona elementi OK

## Verifiche di capacità portante e stima dei cedimenti

Relazione di calcolo

### Fondazioni superficiali

#### Simbologia

B	=	Base della fondazione
L	=	Lunghezza della fondazione (L>B)
D	=	Profondità del piano di posa della fondazione
g	=	Inclinazione del piano di campagna
η	=	Inclinazione del piano di posa della fondazione
γ <sub>s</sub>	=	Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
c <sub>v,t</sub>	=	Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
α'	=	Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
c'	=	Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
N <sub>s</sub>	=	Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
N <sub>v</sub>	=	Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N <sub>g</sub>	=	Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
g <sub>s</sub>	=	Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale
g <sub>v</sub>	=	Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
g <sub>g</sub>	=	Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
b <sub>s</sub>	=	Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
b <sub>v</sub>	=	Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
b <sub>g</sub>	=	Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
CC	=	Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N	=	Sforzo normale
T <sub>x</sub>	=	Ftaglio in dir. X
T <sub>y</sub>	=	Ftaglio in dir. Y
M <sub>x</sub>	=	Momento intorno all'asse X
M <sub>y</sub>	=	Momento intorno all'asse Y
B'	=	Base della fondazione reagente
L'	=	Lunghezza della fondazione reagente
s <sub>s</sub>	=	Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale
s <sub>v</sub>	=	Fattore di forma relativo alla coesione
s <sub>g</sub>	=	Fattore di forma relativo al peso del terreno
d <sub>s</sub>	=	Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
d <sub>v</sub>	=	Fattore di profondità relativo alla coesione
d <sub>g</sub>	=	Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
i <sub>s</sub>	=	Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
i <sub>v</sub>	=	Fattore di inclinazione relativo alla coesione
i <sub>g</sub>	=	Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
q <sub>lim</sub>	=	Pressione limite
R <sub>d</sub>	=	Resistenza di progetto (Carico limite)
Sic.	=	Sicurezza a rottura

Relazione di calcolo

Le verifiche degli elementi di fondazione sono eseguite utilizzando l'approccio 2.

Coefficienti parziali per le azioni, per verifiche in condizioni statiche:

Permanenti strutturali, sicurezza a favore	γ <sub>s</sub> = 1.00;
Permanenti strutturali, sicurezza a sfavore	γ <sub>s</sub> = 1.30;
Permanenti non strutturali, sicurezza a favore	γ <sub>s</sub> = 0.00;
Permanenti non strutturali, sicurezza a sfavore	γ <sub>s</sub> = 1.50;
Variabili, sicurezza a favore	γ <sub>s</sub> = 0.00;
Variabili, sicurezza a sfavore	γ <sub>s</sub> = 1.50.

I coefficienti parziali per le azioni sono posti pari all'unità per le verifiche in condizioni sismiche.

Tali coefficienti sono comunque desumibili dalla tabella delle combinazioni delle CCE (Parametri di calcolo).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici:

Tangente dell'angolo di attrito	γ <sub>m</sub> = 1.00;
Coesione efficace	γ <sub>m</sub> = 1.00;
Coesione non drenata	γ <sub>m</sub> = 1.00;

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni superficiali:

Capacità portante	γ <sub>m</sub> = 2.30;
Scorrimento	γ <sub>m</sub> = 1.10;

Relazione di calcolo

### Verifiche capacità portante

#### Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Plinto n. 1

B=1.00 <m>; L=1.00 <m>; D=1.50 <m>; β=0.00 <grad>; η=0.00 <grad>; γ<sub>s</sub>=950.00 <daN/mc>  
c<sub>v,t</sub>=2875.00 <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

q'<sub>s</sub>=26.49 <grad>; c'<sub>s</sub>=1500.00 <daN/mq>;  
N<sub>s</sub>=12.50 ; N<sub>v</sub>=23.07 ; N<sub>g</sub>=13.46 ; g<sub>s</sub>=1.00  
g<sub>v</sub>=1.00 ; g<sub>g</sub>=1.00 ; b<sub>s</sub>=1.00 ; b<sub>v</sub>=1.00 ; b<sub>g</sub>=1.00

CC	N <daN>	T <sub>x</sub> <daN>	T <sub>y</sub> <daN>	M <sub>x</sub> <daNm>	M <sub>y</sub> <daNm>	B' <m>	L' <m>	s <sub>s</sub>	s <sub>v</sub>	s <sub>g</sub>	d <sub>s</sub>	d <sub>v</sub>	i <sub>s</sub>	i <sub>v</sub>	i <sub>g</sub>	q <sub>lim</sub> <daN/mq>	R <sub>d</sub> <daN>	Sic.
1	31128.30	-52.08	2866.90	-4235.80	-120.42	0.73	0.99	1.19	1.38	0.81	1.34	1.37	1.00	1.00	1.00	126881.00	39841.70	1.28
2	31411.80	120.16	2790.77	-4062.50	249.85	0.74	0.98	1.20	1.39	0.80	1.34	1.37	1.00	1.00	1.00	127455.00	40428.00	1.29
3	31262.00	54.28	2792.89	-4061.37	107.74	0.74	0.99	1.19	1.39	0.81	1.34	1.37	1.00	1.00	1.00	127178.00	40645.60	1.30
4	31278.10	13.82	2864.79	-4236.93	21.68	0.73	1.00	1.19	1.38	0.81	1.34	1.37	1.00	1.00	1.00	126745.00	40121.20	1.28

Relazione di calcolo

### Cedimenti

Metodo utilizzato: Bowles

#### Simbologia

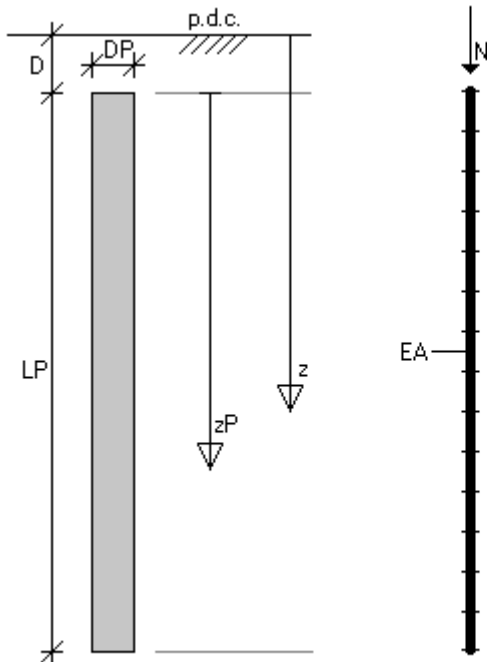
B	=	Base della fondazione
L	=	Lunghezza della fondazione (L>B)
D	=	Profondità del piano di posa della fondazione
H	=	Spessore del terreno responsabile del cedimento
E <sub>r</sub>	=	Modulo elastico rappresentativo del terreno di fondazione
γ <sub>s</sub>	=	Coefficiente di Poisson rappresentativo del terreno di fondazione
I <sub>v</sub>	=	Coefficiente di influenza
I <sub>p</sub>	=	Coefficiente di profondità
kw	=	Costante di sottofondo
CC	=	Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N	=	Sforzo normale
q <sub>r</sub>	=	Pressione di esercizio
Ced	=	Cedimento calcolato

Plinto n. 1

B=1.00 <m>; L=1.00 <m>; D=1.50 <m>; H=5.00 <m>; E<sub>r</sub>=1049000.00 <daN/mq>; γ<sub>s</sub>=0.33  
I<sub>v</sub>=0.51 ; I<sub>p</sub>=0.59 ; kw=19507.00 <daN/mc>

CC	N <daN>	q <sub>r</sub> <daN/mq>	Ced <cm>
1	31128.30	31128.30	1.60
2	31411.80	31411.80	1.61
3	31262.00	31262.00	1.60
4	31278.10	31278.10	1.60
5	22040.50	22040.50	1.13
6	22324.10	22324.10	1.14
7	22174.20	22174.20	1.14
8	22190.40	22190.40	1.14
9	19754.80	19754.80	1.01
10	20038.30	20038.30	1.03
11	19888.50	19888.50	1.02
12	19904.60	19904.60	1.02
13	18993.80	18993.80	0.97
14	19277.40	19277.40	0.99
15	19127.50	19127.50	0.98
16	19143.70	19143.70	0.98

Analisi dei pali di fondazione



<Nuovo tipo plinto/palo> <<

Tipologia  Palo

**Dimensioni**

Dp <m> 0.6

**Tipo di palo**

Trivellato

Lp <m> 15

Rot. testa bloccata

**Rotazione**

Automatica

Imposta

Criterio di progetto 1

Commento

**Bicchiere**

s1 <m>

s2 <m>

sp1 <m>

sp2 <m>

He <m>

Hi <m>

**Magrone**

c1 <m>

c2 <m>

h <m>

Non definito

Battuto prefabbricato

Battuto gettato in opera

**Trivellato**

Trivellato con elica continua

Micropalo

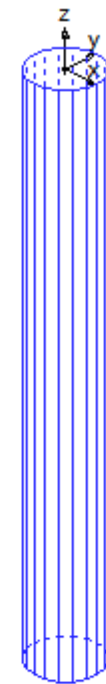
XY

ZX

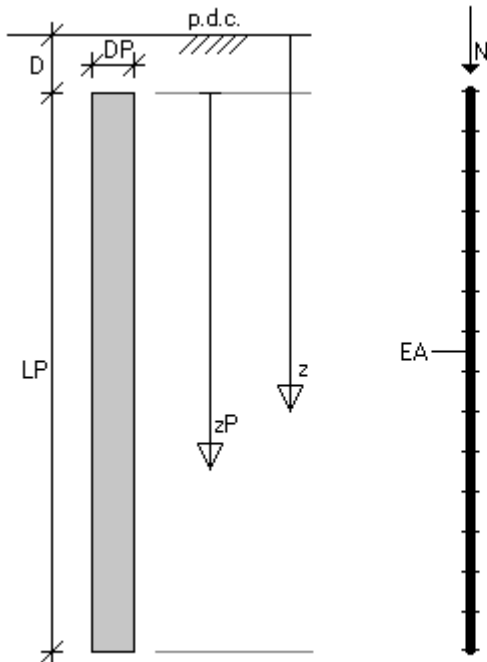
YZ

PROS

Plinto/Palo reale  Assi



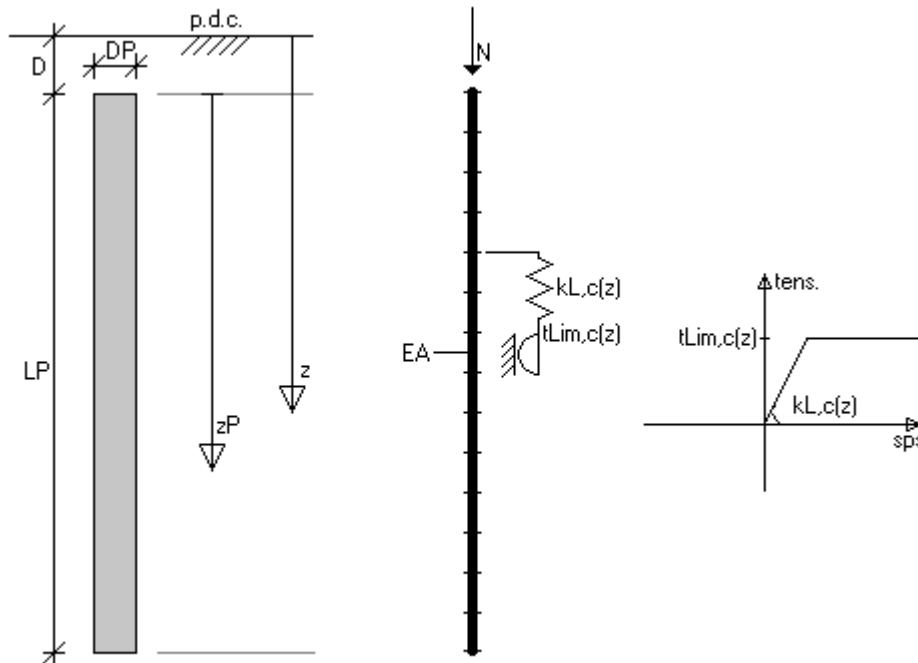
Analisi dei pali di fondazione



Calcestruzzo	
Tipo di calcestruzzo	C28/35
Rck calcestruzzo	<daN/cmq> 350
Modulo elastico	<daN/cmq> 337216
Resistenza caratteristica cilindrica (Fck)	<daN/cmq> 290.5
Resistenza caratteristica a trazione (Fctk)	<daN/cmq> 20.2228
<input checked="" type="checkbox"/> Riduci Fcd per tutte le verifiche secondo il D.M. 08	
$\gamma_c$ per stati limite ultimi	
<input checked="" type="radio"/> Automatico	
<input type="radio"/> Pari a	
$\sigma_{amm}$ calcestruzzo	<daN/cmq> 110
$\tau_{c0}$	<daN/cmq> 6.7
$\tau_{c1}$	<daN/cmq> 19.7
Acciaio	
D.M. 92/96	
Tipo di acciaio (Fe B 22+44 k)	44
Modulo elastico	<daN/cmq> 2060000
Tensione caratteristica di snervamento (Fyk)	<daN/cmq> 4300
$\sigma_{amm}$ acciaio	<daN/cmq> 2600
$\sigma_{amm}$ reti e tralicci	<daN/cmq> 2600
D.M. 08	
Tipo di acciaio (B450A+B450C)	B450C
Modulo elastico	<daN/cmq> 2060000
Tensione caratteristica di snervamento (Fyk)	<daN/cmq> 4500
$\gamma_s$ per stati limite ultimi	
<input checked="" type="radio"/> Automatico	
<input type="radio"/> Pari a	
Coeff. di omogeneizzazione	
15	



Analisi dei pali di fondazione



$$[U] \tau_s = \alpha C_u$$

$$[D] \tau_s = \beta \sigma'_{v0} ; \beta = k \tan(\delta)$$

Condizioni non drenate

Calcolo di  $\alpha$

Pari a  
 A.G.I. (1984)  
 A.P.I. (1984)  
 Viggiani (1999)  
 Olson e Dennis (1982)  
 Stas e Kulhavy (1984)  
 Skempton (1986)  
 Reese e O'Neill (1989)

Metodo di Bustamente e Doix (1985) per micropali  
 Iniezioni ripetute  
 Unica iniezione

---

Condizioni drenate

Calcolo di  $\beta$

Pari a  
 Reese e O'Neill (1989)  
 Calcolato

Calcolo di k

Pari a  
 Dal rapporto con  $k_0$  pari a  
 Fleming (1985)

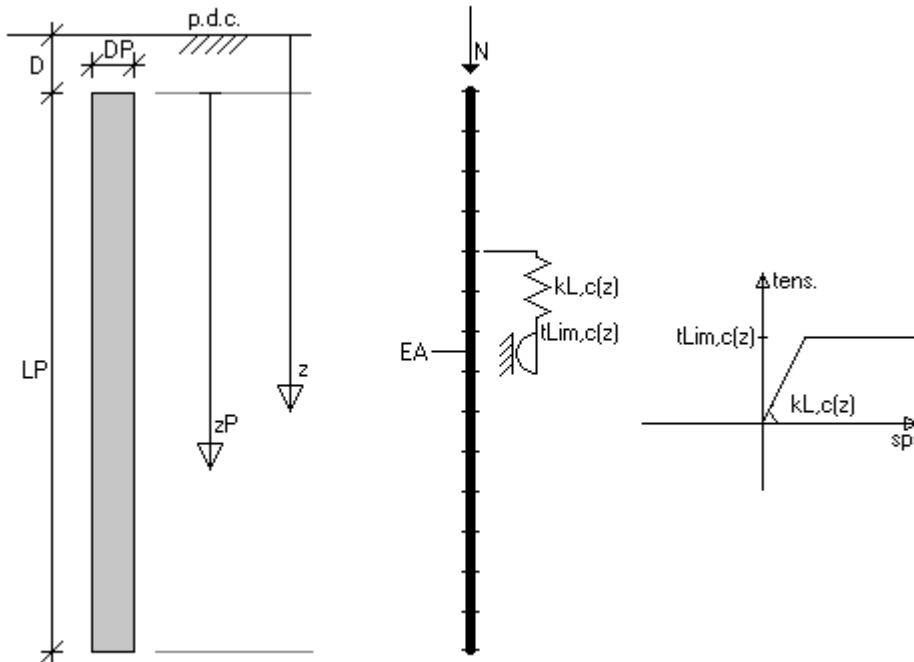
Calcolo di  $\delta$

Pari a  
 Dal rapporto con  $\phi'$  pari a

Calcolo di  $a'$  dal rapporto con  $c'$

Analisi dei pali di fondazione

## AGI (1984)



Valori indicativi di  $\alpha$ :

Palo	$c_u < \text{kN/m}^2 >$			
	$\leq 25$	25-50	50-75	$> 75$
Battuto in cls	1.00	0.85	0.65	$\text{Min}\{0.50; 120/c_u\}$
Battuto in acciaio	1.00	0.80	0.65	$\text{Min}\{0.50; 100/c_u\}$
Trivellato in cls	0.90	0.80	0.60	$\text{Min}\{0.40; 100/c_u\}$

Valori indicativi di  $\beta$ :

Terreni coesivi:

$$\beta = 0.25 \text{ per terreni NC}$$

con valori crescenti con OCR e per pali trivellati

Terreni incoerenti:

$$k = 1-2; \delta = \frac{3}{4}\varphi \text{ per pali in cls prefabbricato}$$

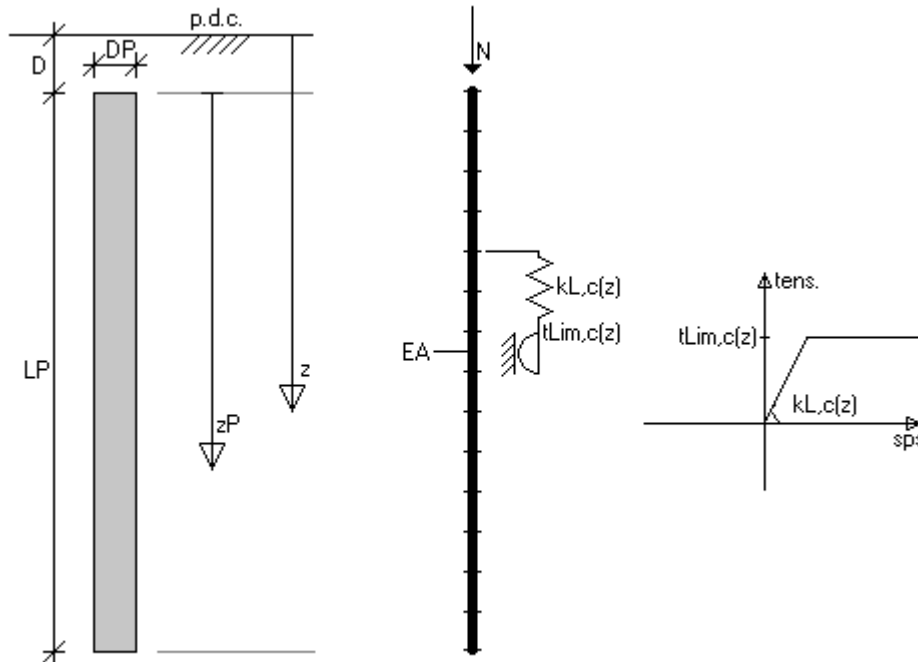
$$k = 1-3; \delta = \varphi \text{ per pali in cls gettato in opera}$$

$$k = 0.5-0.7; \delta = \varphi \text{ per pali in cls trivellati}$$

$$[U] \tau_s = \alpha C_u$$

$$[D] \tau_s = \beta \sigma'_{v0}; \beta = k \tan(\delta)$$

Analisi dei pali di fondazione



[CPT]  $\tau_s = f_s$  ;  $\tau_{Lim} = f(q_c)$

[SPT]  $\tau_s = f(N_{SPT})$

Correlato con prove CPT

Dal rapporto con  $f_s$  pari a

Dal rapporto con  $q_c$

Pari a

AGI (1984)

De Beer (1985)

Metodo di Bustamente e Doix (1985) per micropali

Iniezioni ripetute

Iniezione unica

Correlato con prove SPT

Tensioni di correlazione secondo tabella

Tensioni di correlazione pari a

Termine costante  <kN/mq>

Termine variabile  <kN/mq>

Metodo di Wright e Reese (1977)

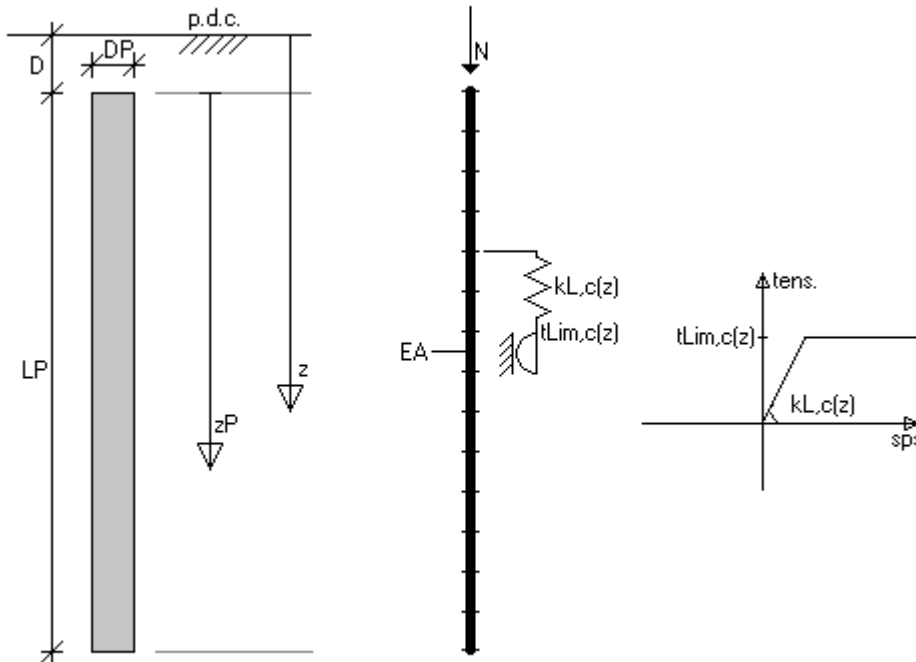
Metodo di Bustamente e Doix (1985) per micropali

Iniezioni ripetute

Iniezione unica

Fattore di riduzione attrito laterale per pali trivellati

Analisi dei pali di fondazione



Risposta elastica laterale

Calcolata dalla rigidezza dello strato

Coefficiente di influenza

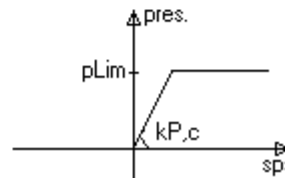
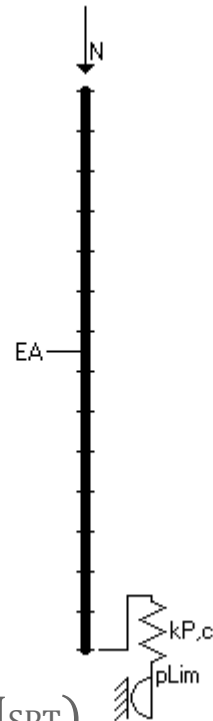
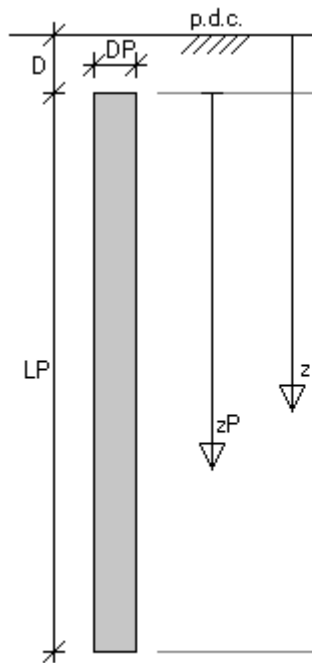
Pari a

<daN/cm<sup>2</sup>>

$$\text{coeff. influenza} = r_{\max}/R$$

$$k_L = (G/R) \ln(\text{coeff. influenza})$$

Analisi dei pali di fondazione



$$q_p = f(\varphi', c', c_u; q_c; N_{SPT})$$

$$k_p = (G/R) \frac{4/\pi}{1-\eta}$$

Calcolo della pressione limite alla base del palo

- Terzaghi (1943)
- Meyerhof (1963)
- Hansen (1970)
- Vesic (1975)
- Berezantzev (1961)
- Berezantzev (1965)
- Stagg e Zienkiewicz (1968)

Relazione generale, coefficienti di capacità portante

In condizioni drenate:

$N_q$

$N_c$

In condizioni non drenate:

$N_c$

Fattore di riduzione per terreni coesivi sovraconsolidati

Correlata con prove CPT

Dal rapporto con  $q_c$  pari a

Correlata con prove SPT

- Tensioni di correlazione secondo tabella
- Tensioni di correlazione pari a   
<kN/mq>
- Metodo di Wright e Reese (1977)

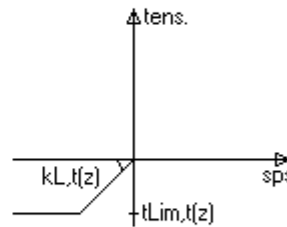
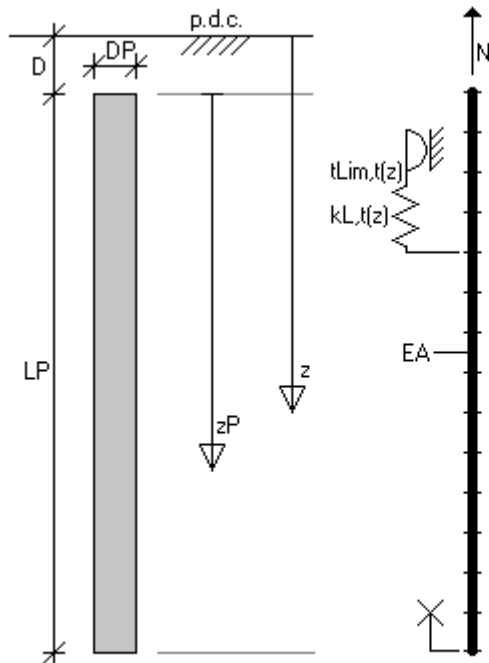
Fattore di riduzione pressione limite alla base per pali trivellati

Risposta elastica alla base

- Calcolata dalla rigidità dello strato
- Pari a   
<kN/mq>



Analisi dei pali di fondazione



Calcolo dell'attrito laterale limite per trazione

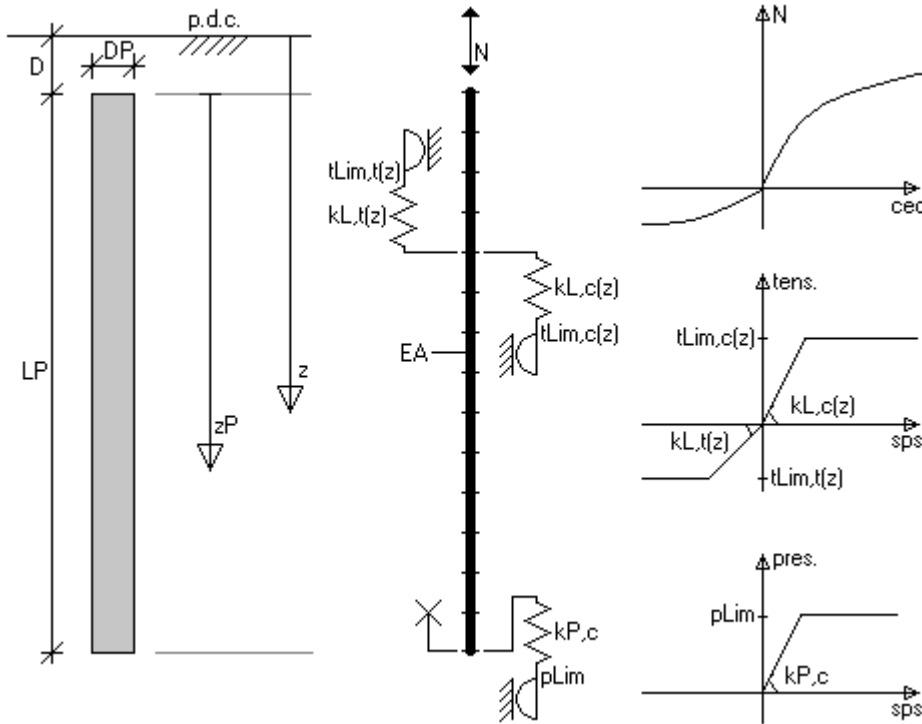
Considera i risultati del calcolo per l'attrito laterale limite per compressione con un fattore di riduzione pari a

Sowa (1970)

Bowles (1991)

Rapporto di elasticità trazione/compressione pari a

Analisi dei pali di fondazione



$$QS_{Lim} = \pi D_P \int_{0,LP} \tau_{Lim}(z_p) dz_p$$

$$QP_{Lim} = \pi (D_P^2 / 4) p_{Lim}$$

$$[C] R = QS_{Lim} / \gamma_s + QP_{Lim} / \gamma_b$$

$$[T] R = QS_{Lim} / \gamma_{st}$$

$$R_D = \min\{R / \xi_3 ; R / \xi_4\} \quad (1) \quad \xi_3 = \xi_4 = 1.7$$

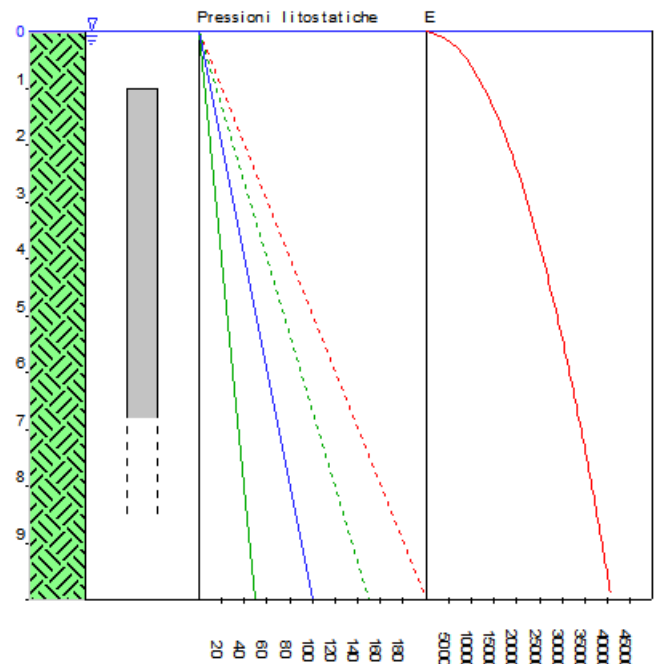
$$s_{ic} = \frac{R_D}{E_D}$$

## Analisi dei pali di fondazione

Strati

St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.	Prove	$\gamma$ <kN/mc>	$\gamma_{sat}$ <kN/mc>	$D_r$ <%>	$I_p$ <°>	$\phi$ <grad>	$c'$ <kN/mq>	$c_u$ <kN/mq>	OCR	$\kappa_0$	E <kN/mq>	G <kN/mq>	$k_j$	$\nu$	$E_{ed}$ <kN/mq>	$E_u$ <kN/mq>	Crit.
1	0	1	Incoerente		19	20			30	0		1	0.5	50000	20000	0.5	0.25	60000		1

X <m> 0    Y <m> 0    Z <m> 1     Falda a profondità <m> 0    Commento Stratigrafia



Legenda pressioni litostatiche:

- $\sigma_v' 0$  - - - - -
- $\sigma_v 0$  - - - - -
- $\sigma_h' 0$  - - - - -
- $\sigma_h 0$  - - - - -
- $u$  - - - - -

$$E = E_0 \left( \frac{p'}{p_{atm}} \right)^{k_j}$$

Dimensioni

$D_p$  <m> 0.5

Tipo di palo

Trivellato

$L_p$  <m> 10

Rot. testa bloccata

Risposta elastica laterale

Calcolata dalla rigidità dello strato

Coefficiente di influenza 4

Pari a <kN/mq>

Risposta elastica alla base

Calcolata dalla rigidità dello strato

Pari a <kN/mq>

Calcolo della profondità critica

Pari a <cm> 15

Come un multiplo del diametro del palo pari a

In funzione della densità relativa e del diametro del palo

Condizioni drenate

Calcolo di  $\beta$

Pari a 0.25

Reese e O'Neill (1989)

Calcolato

Calcolo di k

Pari a

Dal rapporto con  $k_0$  pari a

Fleming (1985)

Calcolo di  $\delta$

Pari a <grad>

Dal rapporto con  $\phi'$  pari a

Calcolo di  $a'$  dal rapporto con  $c'$  1

Calcolo della pressione limite alla base del palo

Terzaghi (1943)

Meyerhof (1963)

Hansen (1970)

Vesic (1975)

Berezantzev (1961)

Berezantzev (1965)

Stagg e Zienkiewicz (1968)

Relazione generale, coefficienti di capacità portante

In condizioni drenate

$N_q$

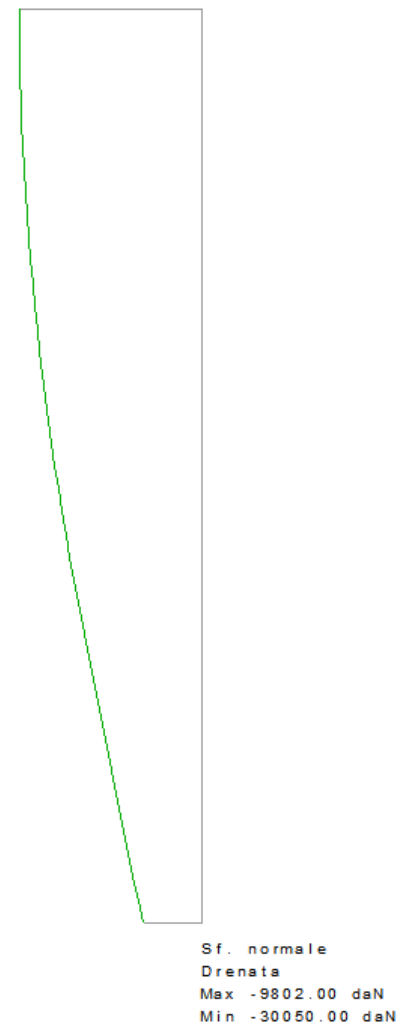
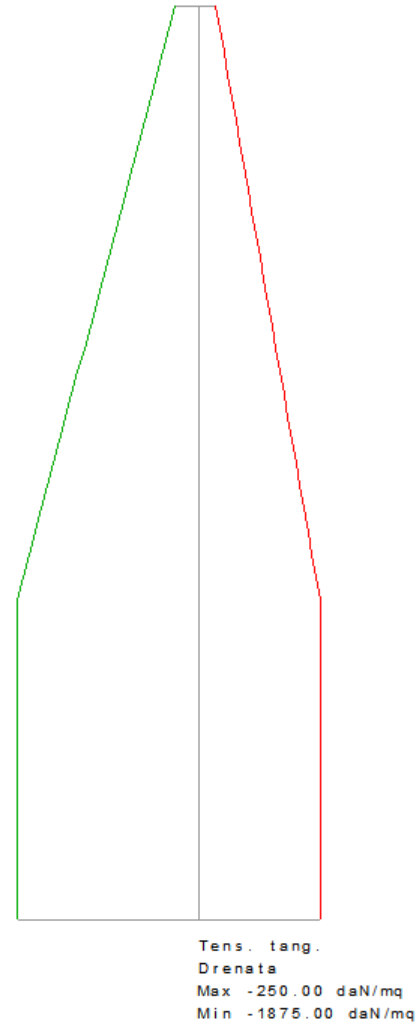
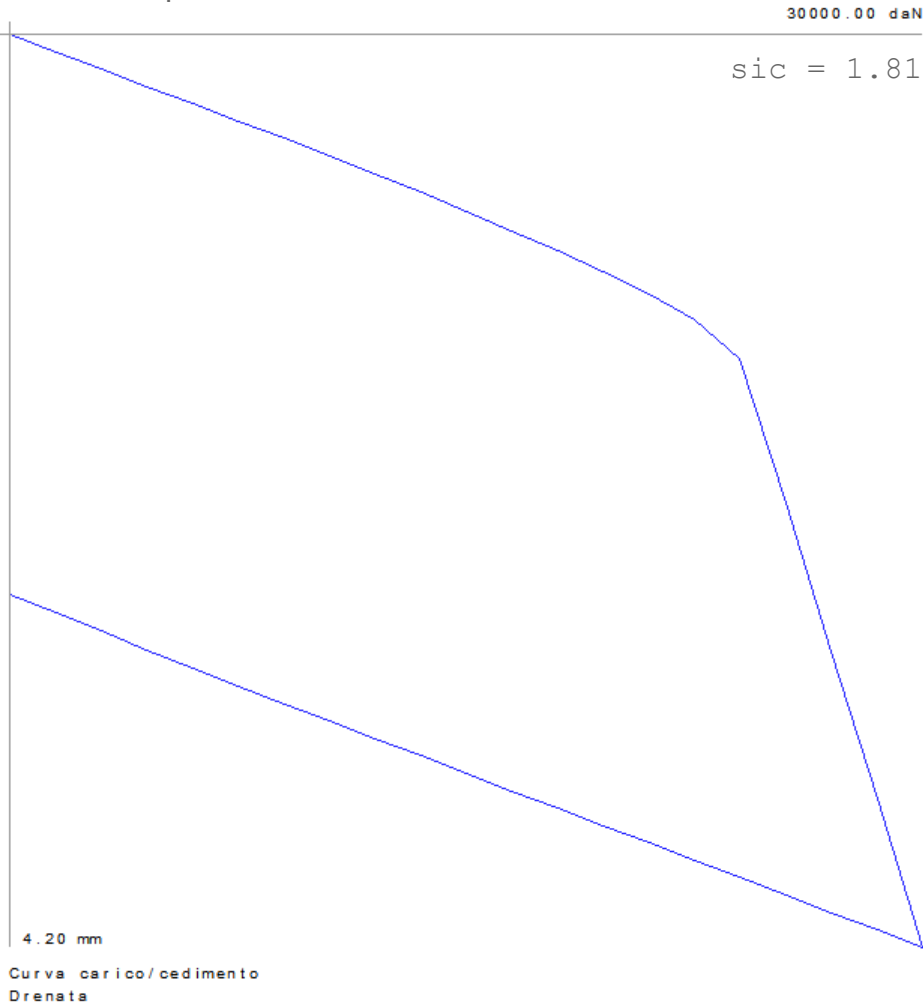
$N_c$

In condizioni non drenate

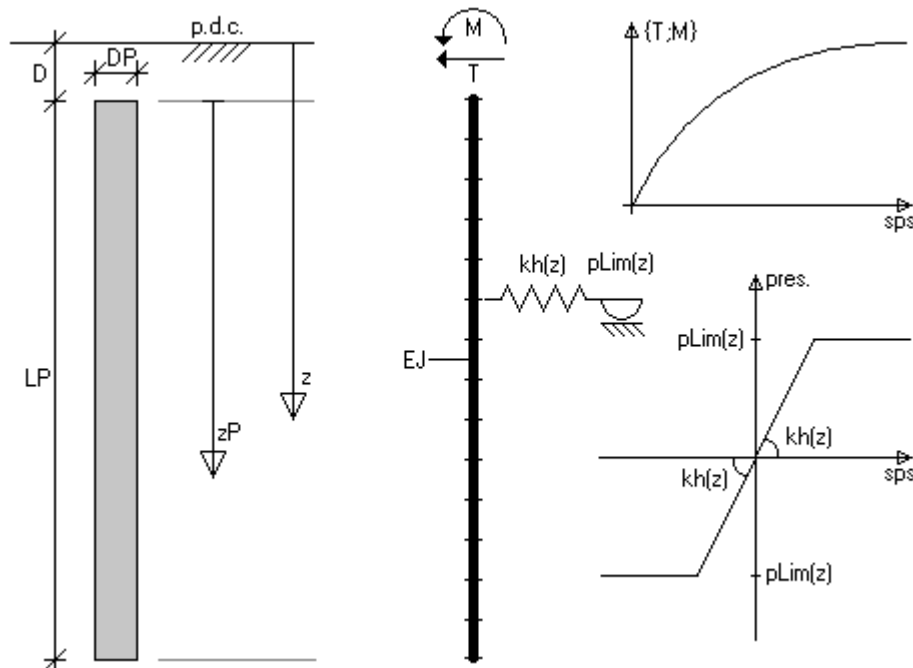
$N_c$

Fattore di riduzione per terreni coesivi sovraconsolidati

Analisi dei pali di fondazione



Analisi dei pali di fondazione



Risposta elastica in funzione della stratigrafia

Binomia esponenziale

AW <kN/mc>

BW <kN/mc>

nW

Binomia trigonometrica

AW <kN/mc>

BW <kN/mc>

Palmer e Thompson (1948)

AW <kN/mc>

nW

Risposta elastica

- Vesic (1961)
- Broms (1964)
- Glick (1948)
- Chen (1978)
- Pari a <kN/mq>

Dal modulo elastico

Coefficiente effetto tridimensionale

Resistenza limite

Calcolata dai parametri plastici

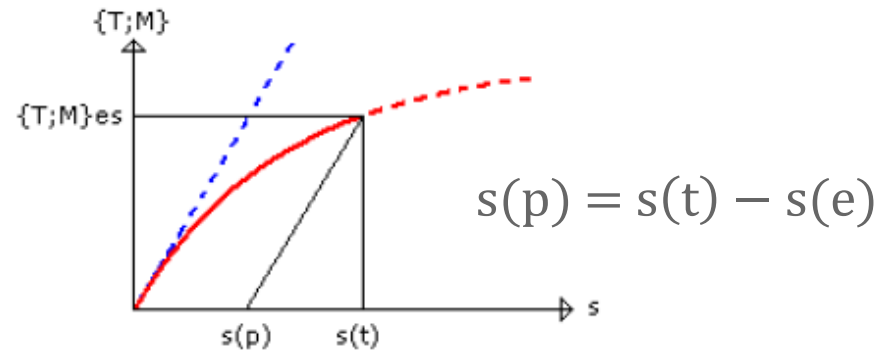
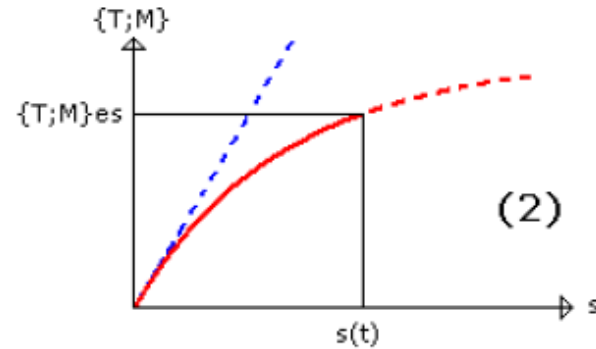
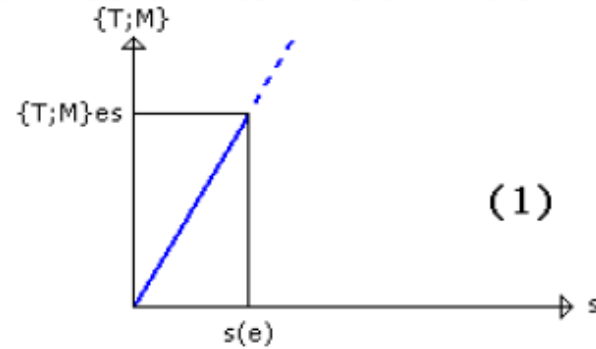
Coefficiente effetto tridimensionale resistenza per attrito

Coefficiente effetto tridimensionale resistenza per coesione

Pari a <kN/mq>

Analisi dei pali di fondazione

$$s_{ic} = \frac{1}{\gamma_T} \frac{s(t)}{s(p)}$$





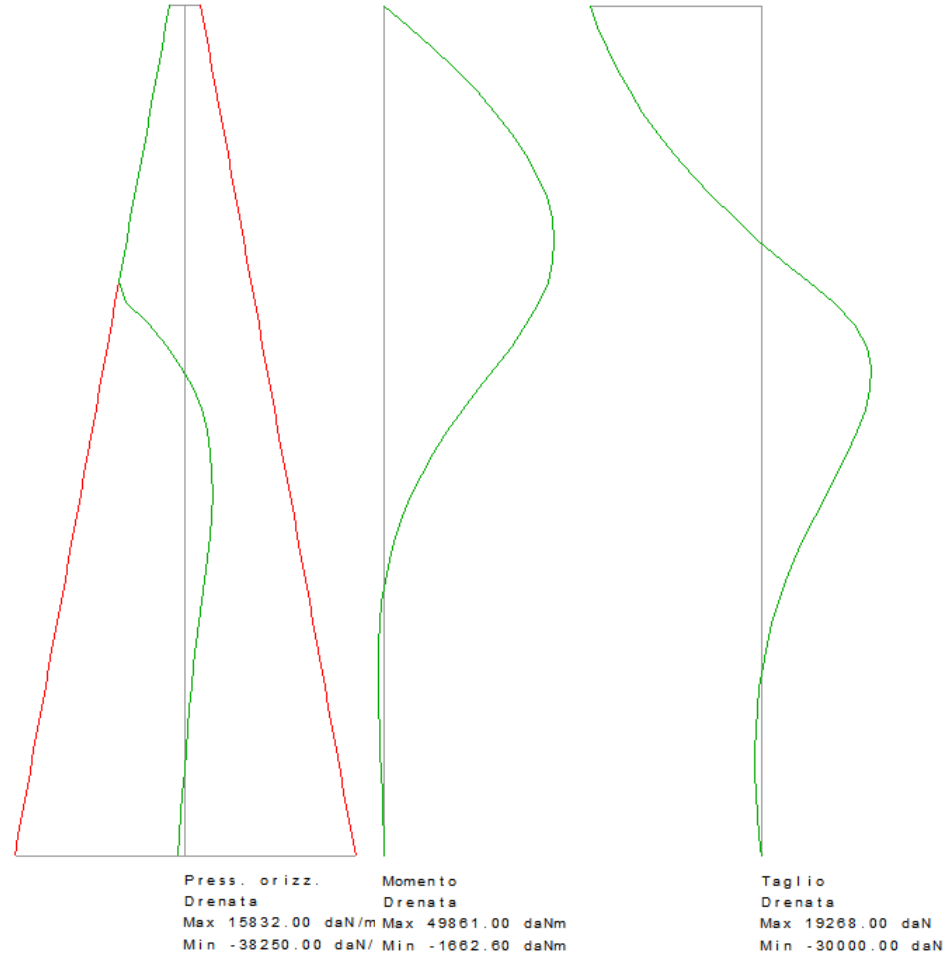
Analisi dei pali di fondazione

30000.00 daN

sic = 0.97



47.98 mm



Curva carico/ spostamento  
Drenata

## Verifiche di capacità portante e stima dei cedimenti

### Relazione di calcolo

Le verifiche degli elementi di fondazione sono eseguite utilizzando l'approccio 2.

Coefficienti parziali per le azioni, per verifiche in condizioni statiche:

Permanenti strutturali, sicurezza a favore	$\gamma_A = 1.00$ ;
Permanenti strutturali, sicurezza a sfavore	$\gamma_A = 1.30$ ;
Permanenti non strutturali, sicurezza a favore	$\gamma_A = 0.00$ ;
Permanenti non strutturali, sicurezza a sfavore	$\gamma_A = 1.50$ ;
Variabili, sicurezza a favore	$\gamma_A = 0.00$ ;
Variabili, sicurezza a sfavore	$\gamma_A = 1.50$ .

I coefficienti parziali per le azioni sono posti pari all'unità per le verifiche in condizioni sismiche.

Tali coefficienti sono comunque desumibili dalla tabella delle combinazioni delle CCE (Parametri di calcolo).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici:

Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_M = 1.00$ ;
Coesione efficace	$\gamma_M = 1.00$ ;
Coesione non drenata	$\gamma_M = 1.00$ ;

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni profonde:

Per pali infissi:

Resistenza alla base	$\gamma_{s,b} = 1.15$ ;
Resistenza laterale in compressione	$\gamma_{s,s} = 1.15$ ;
Resistenza laterale in trazione	$\gamma_{s,t} = 1.25$ ;

Per pali trivellati:

Resistenza alla base	$\gamma_{s,b} = 1.35$ ;
Resistenza laterale in compressione	$\gamma_{s,s} = 1.15$ ;
Resistenza laterale in trazione	$\gamma_{s,t} = 1.25$ ;

Per pali ad elica continua:

Resistenza alla base	$\gamma_{s,b} = 1.30$ ;
Resistenza laterale in compressione	$\gamma_{s,s} = 1.15$ ;
Resistenza laterale in trazione	$\gamma_{s,t} = 1.25$ ;

Fattore di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica desumibile dai criteri di progetto.

### Relazione di calcolo

## Fondazioni profonde

### Simbologia

Dp	=	Diametro pali
Lp	=	Lunghezza pali
Wp	=	Peso del palo
D	=	Profondità della testa del palo
QS <sub>lim</sub>	=	Resistenza laterale di progetto per compressione
q <sub>p</sub>	=	Pressione limite alla base del palo
QP <sub>lim</sub>	=	Resistenza di progetto alla base del palo
k <sub>p</sub>	=	Risposta elastica alla base del palo
Zp	=	Profondità del tratto di integrazione
t <sub>s</sub>	=	Attrito laterale limite per compressione
k <sub>s</sub>	=	Risposta elastica laterale per compressione
G <sub>s</sub>	=	Pressione limite per carichi orizzontali
k <sub>s</sub>	=	Risposta elastica per carichi orizzontali
Caso	=	Caso di verifica
CC	=	Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N	=	Sforzo normale
Ced	=	Cedimento calcolato
SicV	=	Sicurezza a rottura verticale
T	=	Taglio in testa
M	=	Momento flettente
Sps	=	Spostamento
SicO	=	Sicurezza a rottura orizzontale

## Verifiche capacità portante e cedimenti

### Palo n. 1

Tipo palo=Trivellato  
Rotazione testa libera  
Coefficiente di efficienza=1.00  
Dp=0.500000 <m>; Lp=10.000000 <m>; Wp=4908.74 <daN>; D=1.00 <m>;  
Colonna stratigrafica numero 1 Stratigrafia

### Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	t <sub>s</sub> <daN/cm>	k <sub>s</sub> <daN/cm>	G <sub>s</sub> <daN/cm>	k <sub>s</sub> <daN/cm>
1.00	0.03	0.52	0.90	5.16
11.00	0.19	1.71	9.90	17.13

QS<sub>lim</sub>=21156.50 <daN>  
q<sub>p</sub>=50.88 <daN/cm>  
QP<sub>lim</sub>=99896.50 <daN>  
k<sub>p</sub>=11.63 <daN/cm>

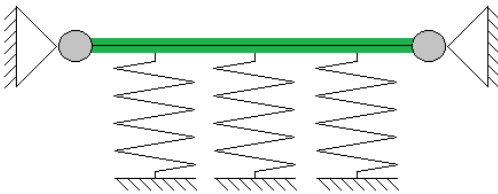
### Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-1000.00	0.01	54.35	1000.00	0.00	0.03	>1
2	2	-10000.00	0.05	5.43	10000.00	0.00	0.40	4.15
3	3	-20000.00	0.11	2.72	20000.00	0.00	1.70	1.25
4	4	-30000.00	0.42	1.81	30000.00	0.00	4.80	<1

Calcolo automatico dei vincoli esterni per la modellazione FEM della struttura

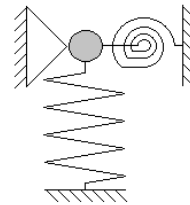
Travi rovesce e platee

↓  
calcolo analitico  
 $ced_1 = f(p_1)$   
↓  
vincolo elemento  
 $kt = p_1/ced_1 [F/L^3]$



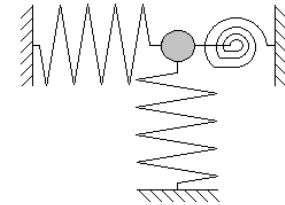
Plinti

↓  
calcolo analitico  
 $ced_1 = f(p_1)$   
↓  
vincolo nodale  
 $k_z = A(p_1/ced_1) [F/L]$   
 $k_{RX} = J_Y(p_1/ced_1) [FL/rad]$   
 $k_{RY} = J_X(p_1/ced_1) [FL/rad]$



Pali

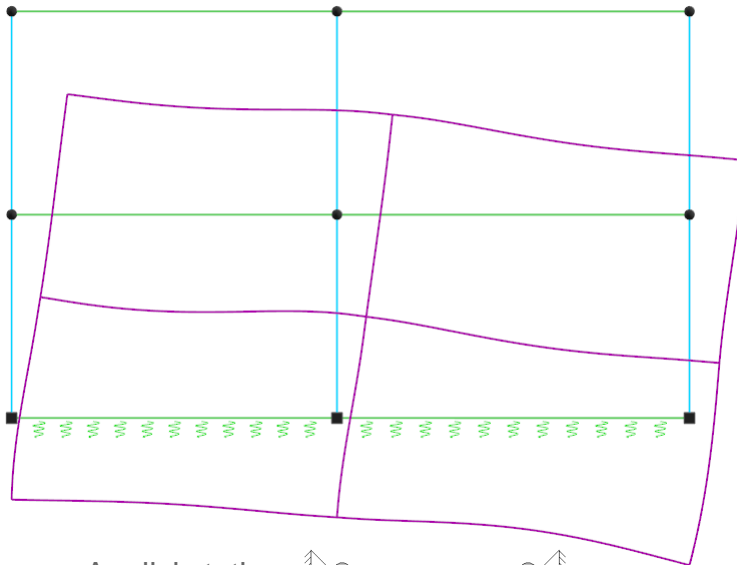
↓  
calcolo numerico  
 $ced_1 = f(N=N_1, T=0, M=0)$   
 $sps_1 = f(N=0, T=T_1, M=0)$   
 $rot_1 = f(N=0, T=0, M=M_1)$   
↓  
vincolo nodale  
 $k_z = N_1/ced_1 [F/L]$   
 $k_X = k_Y = T_1/sps_1 [F/L]$   
 $k_{RX} = k_{RY} = M_1/rot_1 [FL/rad]$



Analisi per azioni statiche con vincoli elastici ed  
per azioni sismiche con l'incastro alla base

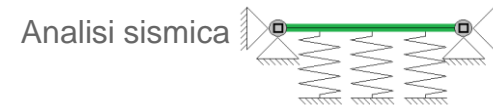
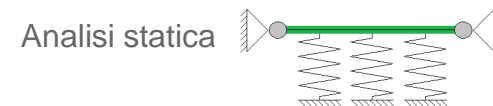
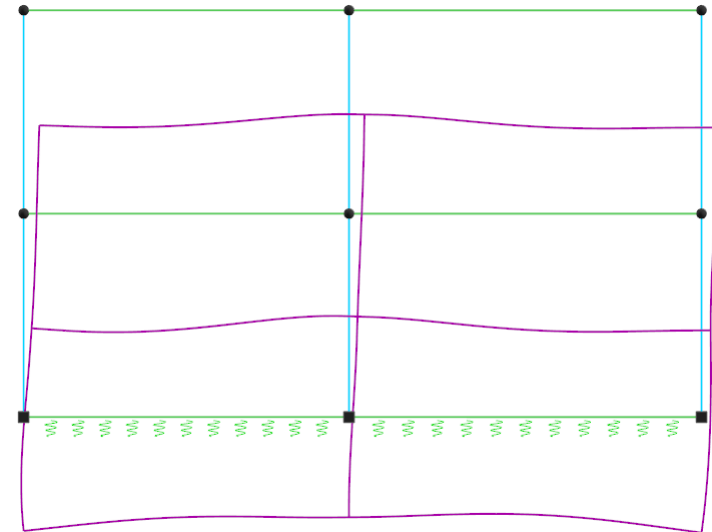
**Vincoli esterni**

- Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
- Considera incastrate fondazioni per analisi sismiche



**Vincoli esterni**

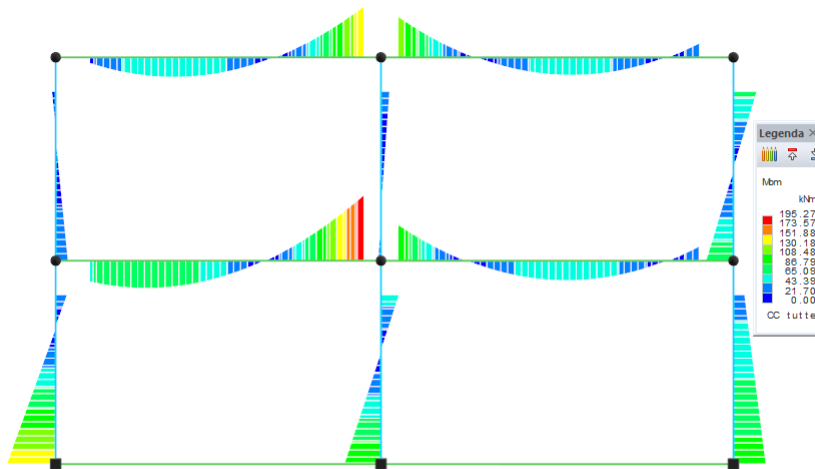
- Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
- Considera incastrate fondazioni per analisi sismiche



Analisi per azioni statiche con vincoli elastici ed  
per azioni sismiche con l'incastro alla base

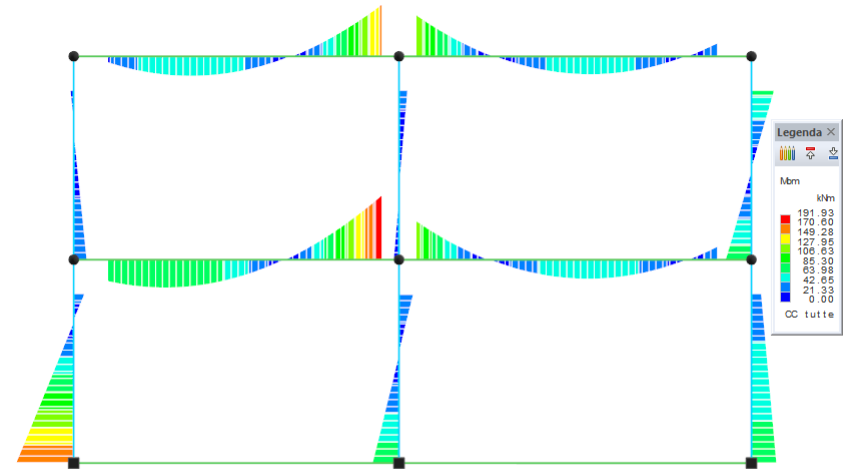
Vincoli esterni


- Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
- Considera incastrate fondazioni per analisi sismiche

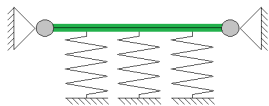


Vincoli esterni

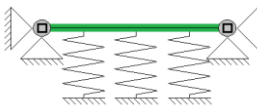
- Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
- Considera incastrate fondazioni per analisi sismiche



Analisi statica 

Analisi sismica 

Analisi statica 

Analisi sismica 

Analisi per azioni statiche con vincoli elastici ed  
per azioni sismiche con l'incastro alla base

Definisci vincolo nodo

Archivi Duplica

Definizione gradi di libertà  
 Pseudo plinto/palo  
 Valutato in funzione della stratigrafia

<p><b>Palo o plinto con pali</b></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>L</td> <td>B</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Sx Sy</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Sz</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Rx Ry</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Rz</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </table>		L	B	E	Sx Sy	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Sz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Rx Ry	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Rz	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<p><b>Plinto senza pali</b></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>L</td> <td>B</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Sx Sy</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Sz</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Rx Ry</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Rz</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> </table>		L	B	E	Sx Sy	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Rx Ry	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Rz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	L	B	E																																						
Sx Sy	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																																						
Sz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																																						
Rx Ry	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																																						
Rz	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																						
	L	B	E																																						
Sx Sy	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																						
Sz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																																						
Rx Ry	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																						
Rz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																																						

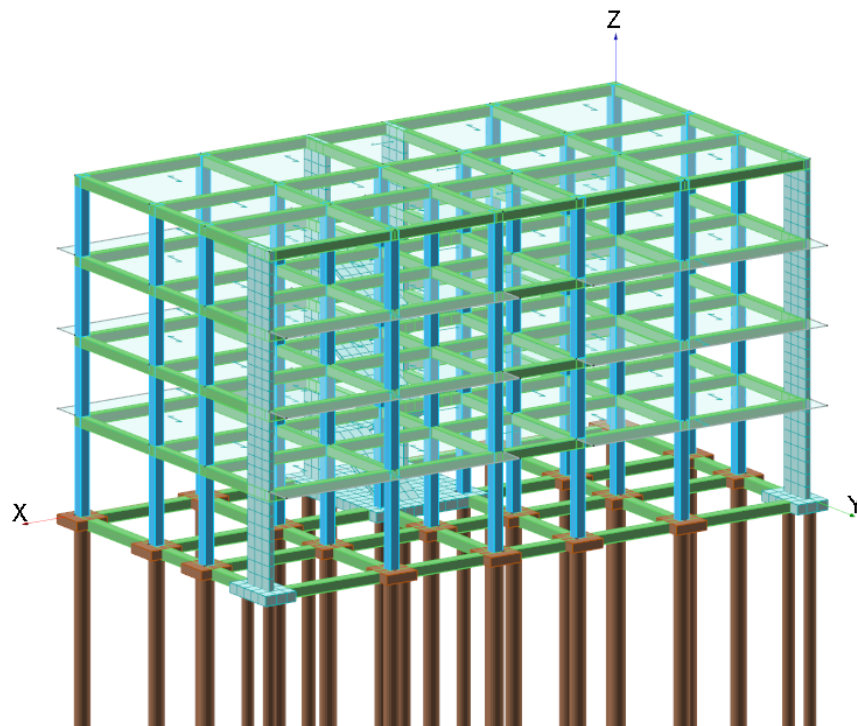
Commento

### Geometria

### Elenco costanti elastiche nodali

### Simbologia

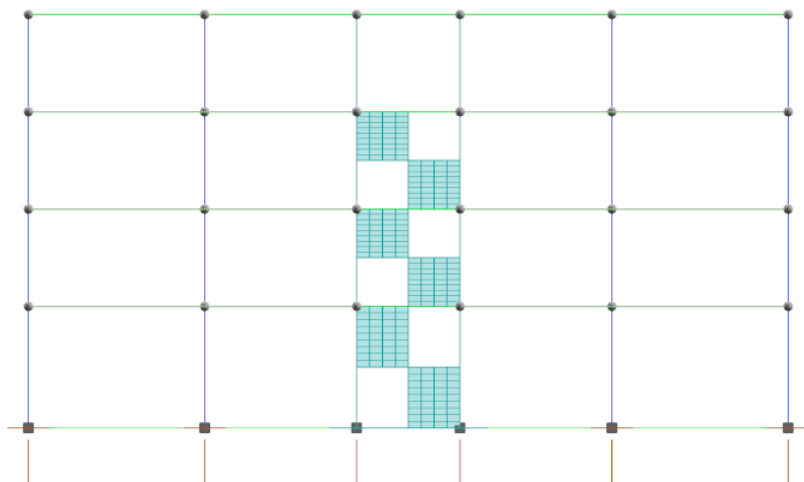
Nodo = Numero del nodo  
 Kx = Costante elastica in dir. X  
 Ky = Costante elastica in dir. Y  
 Kz = Costante elastica in dir. Z  
 KRx = Costante elastica intorno all'asse  
 KRy = Costante elastica intorno all'asse



Nodo	Kx <kN/m>	Ky <kN/m>	Kz <kN/m>	KRx <kNm/rad>	KRy <kNm/rad>	Nodo	Kx <kN/m>	Ky <kN/m>	Kz <kN/m>	KRx <kNm/rad>	KRy <kNm/rad>
-217	11730.70	11730.70	47003.30	42438.00	42438.00	-212	11730.70	11730.70	47003.30	42438.00	42438.00
-193	11730.70	11730.70	47003.30	42438.00	42438.00	-188	11730.70	11730.70	47003.30	42438.00	42438.00
-60	13047.90	13047.90	47553.50	56120.10	56120.10	-53	13047.90	13047.90	47553.50	56120.10	56120.10
-22	13047.90	13047.90	47553.50	56120.10	56120.10	-15	13047.90	13047.90	47553.50	56120.10	56120.10
1	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80	2	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80
3	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80	4	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80
5	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80	6	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80
7	13047.90	13047.90	47553.50	56120.10	56120.10	8	13047.90	13047.90	47553.50	56120.10	56120.10
9	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80	10	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80
11	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80	12	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80
13	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80	14	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80
15	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80	16	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80
17	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80	18	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80
19	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80	20	15662.30	15662.30	49357.70	91994.80	91994.80



Analisi per azioni statiche con vincoli elastici ed  
per azioni sismiche con l'incastro alla base



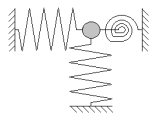
Vincoli esterni

- Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
- Considera incastrate fondazioni per analisi sismiche

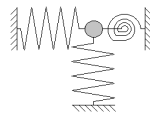
Vincoli esterni

- Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
- Considera incastrate fondazioni per analisi sismiche

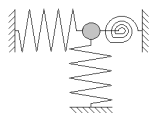
Analisi statica



Analisi statica



Analisi sismica



Analisi sismica



Vincoli esterni

- Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
- Considera incastrate fondazioni per analisi sismiche

Informazioni risultati

Esporta Stampa

	Risultato	Cons.	Per.	%Diff.	%Mx	%My	%Jpz
<b>Totali:</b>					99.2	99.5	99.40
1	Modo n. 1	<input checked="" type="checkbox"/>	0.84	9.69	92.9	0.00	1.00
2	Modo n. 2	<input checked="" type="checkbox"/>	0.77	5.02	0.00	93.0	0.00
3	Modo n. 3	<input checked="" type="checkbox"/>	0.73	5.02	0.99	0.00	92.45
4	Modo n. 4	<input checked="" type="checkbox"/>	0.24	24.60	5.36	0.00	0.00
5	Modo n. 5	<input checked="" type="checkbox"/>	0.19	2.55	0.00	0.02	5.93
6	Modo n. 6	<input checked="" type="checkbox"/>	0.19	2.55	0.00	6.42	0.02

3 Modi calcolati

OK Annulla

Vincoli esterni

- Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
- Considera incastrate fondazioni per analisi sismiche

Informazioni risultati

Esporta Stampa

	Risultato	Cons.	Per.	%Diff.	%Mx	%My	%Jpz
<b>Totali:</b>					97.8	95.5	96.16
1	Modo n. 1	<input checked="" type="checkbox"/>	0.66	24.41	88.9	0.00	0.86
2	Modo n. 2	<input checked="" type="checkbox"/>	0.53	21.88	0.87	0.01	83.74
3	Modo n. 3	<input checked="" type="checkbox"/>	0.43	21.88	0.00	83.6	0.01
4	Modo n. 4	<input checked="" type="checkbox"/>	0.22	41.31	8.09	0.01	0.00
5	Modo n. 5	<input checked="" type="checkbox"/>	0.15	9.71	0.00	0.03	11.53
6	Modo n. 6	<input checked="" type="checkbox"/>	0.14	9.71	0.00	11.8	0.03

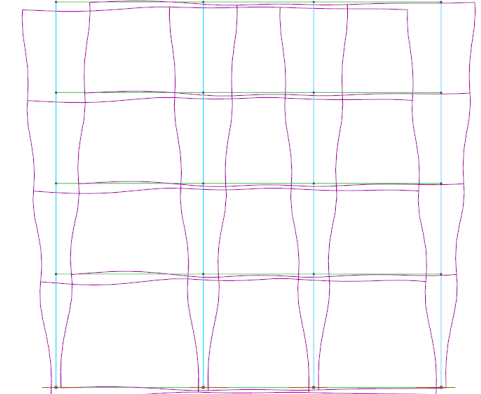
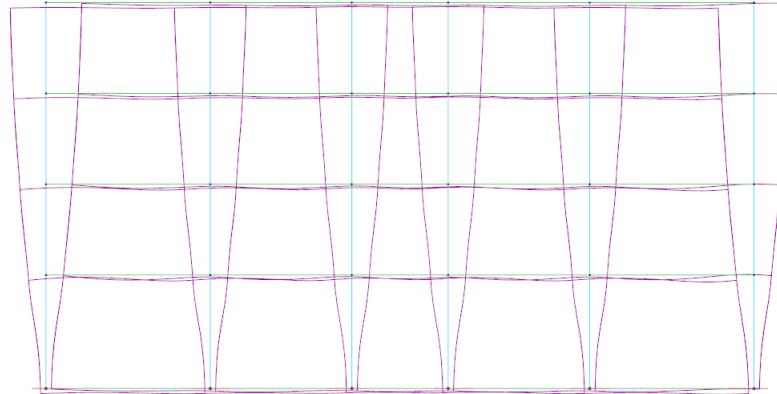
3 Modi calcolati

OK Annulla

Analisi per azioni statiche con vincoli elastici ed  
per azioni sismiche con l'incastro alla base

Sisma direzione X

Sisma direzione Y



Vincoli esterni

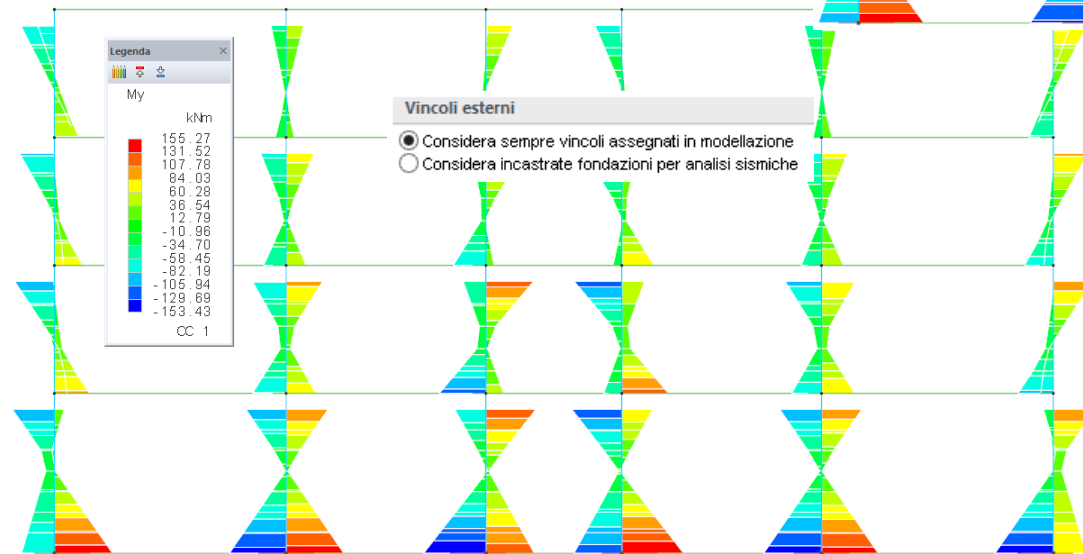
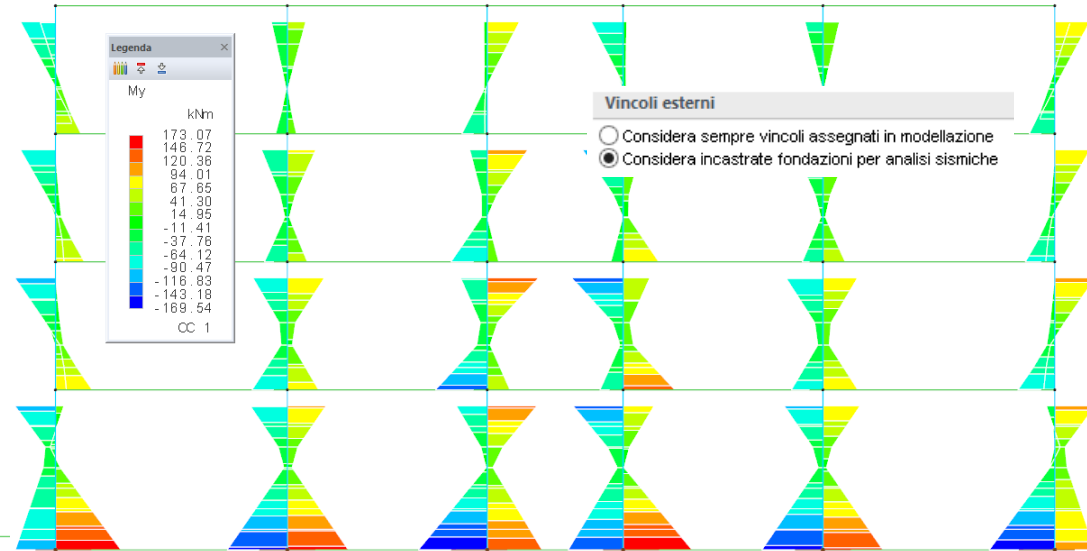
- Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
- Considera incastrate fondazioni per analisi sismiche

Vincoli esterni

- Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
- Considera incastrate fondazioni per analisi sismiche

Analisi per azioni statiche con vincoli elastici ed  
per azioni sismiche con l'incastro alla base

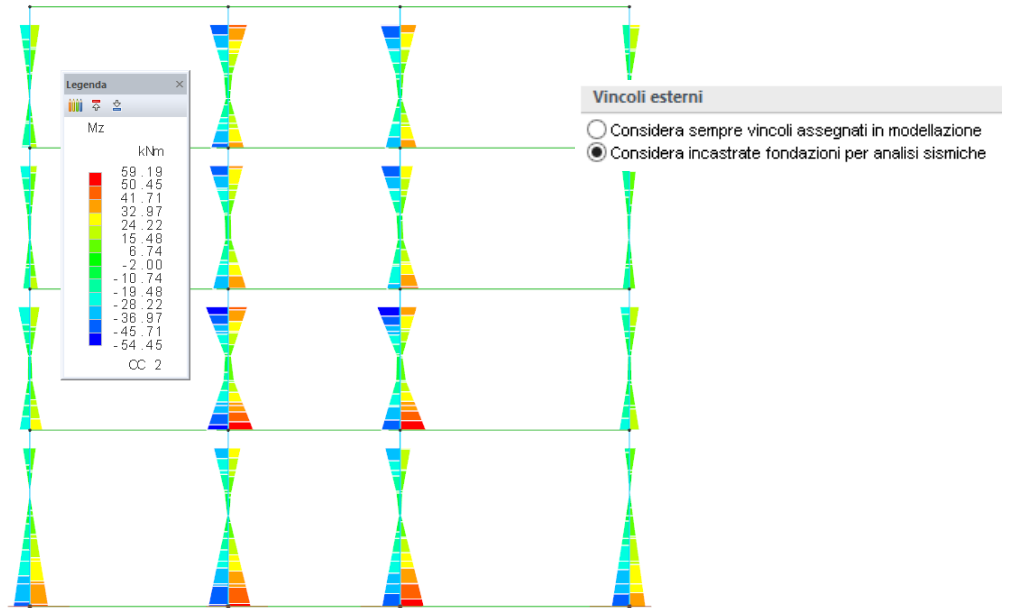
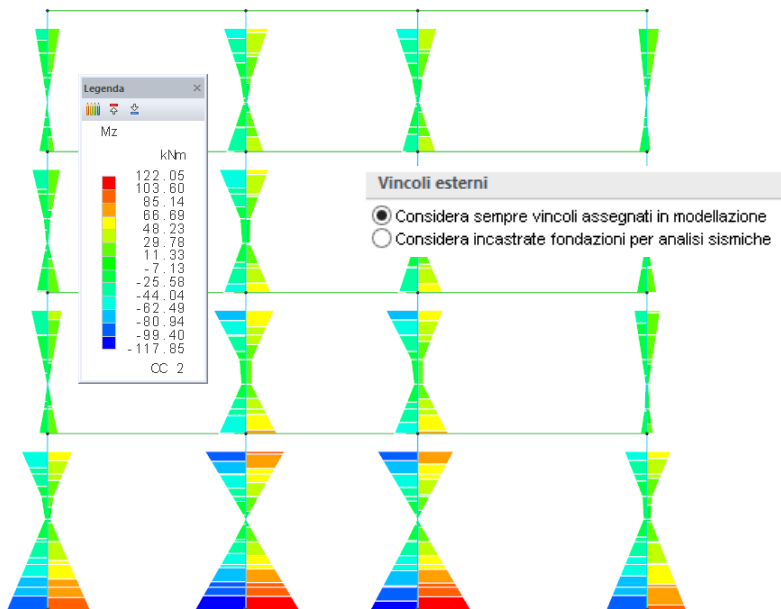
Sisma direzione X



Sollecitazioni maggiori  
con l'incastro

Analisi per azioni statiche con vincoli elastici ed  
per azioni sismiche con l'incastro alla base

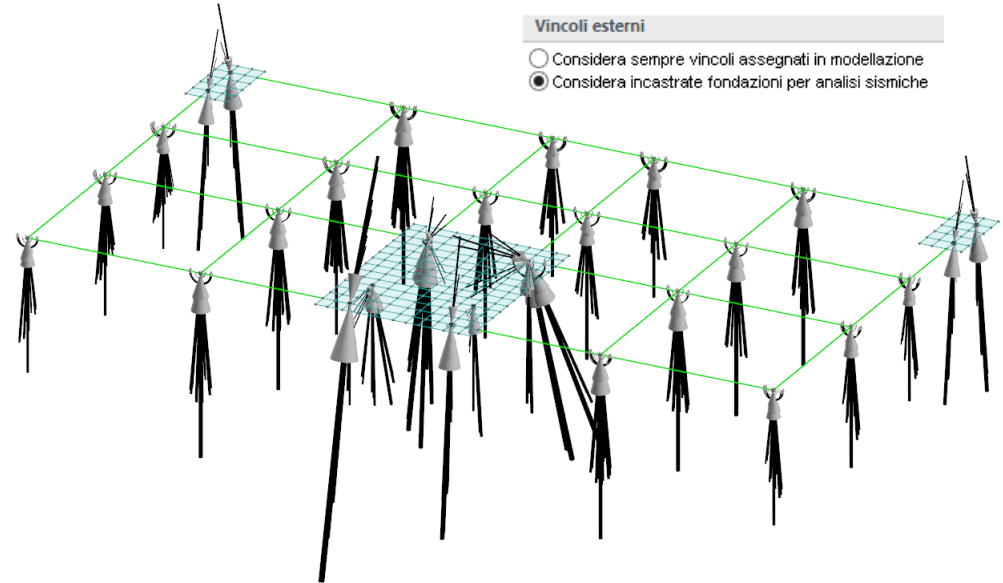
Sisma direzione Y



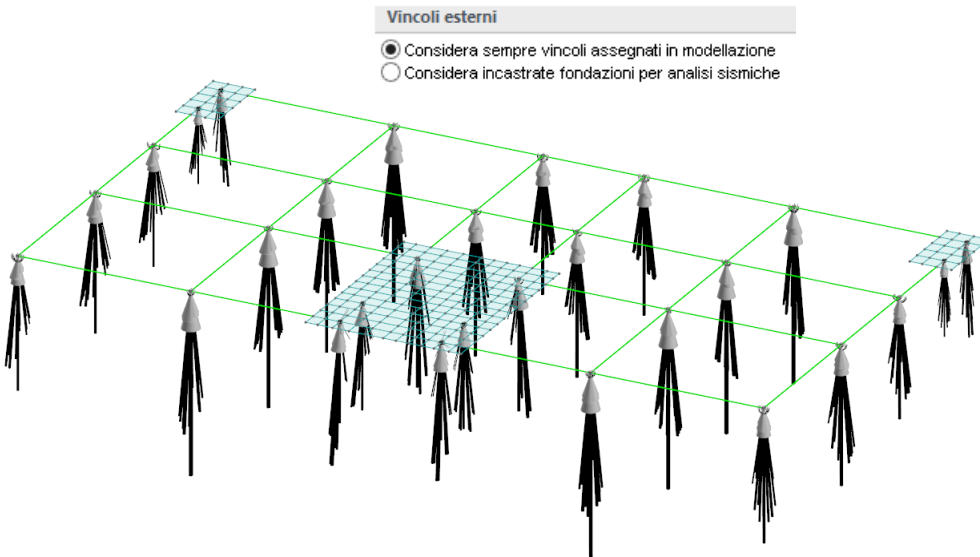
Sollecitazioni maggiori  
con il vincolo elastico

Analisi per azioni statiche con vincoli elastici ed  
per azioni sismiche con l'incastro alla base

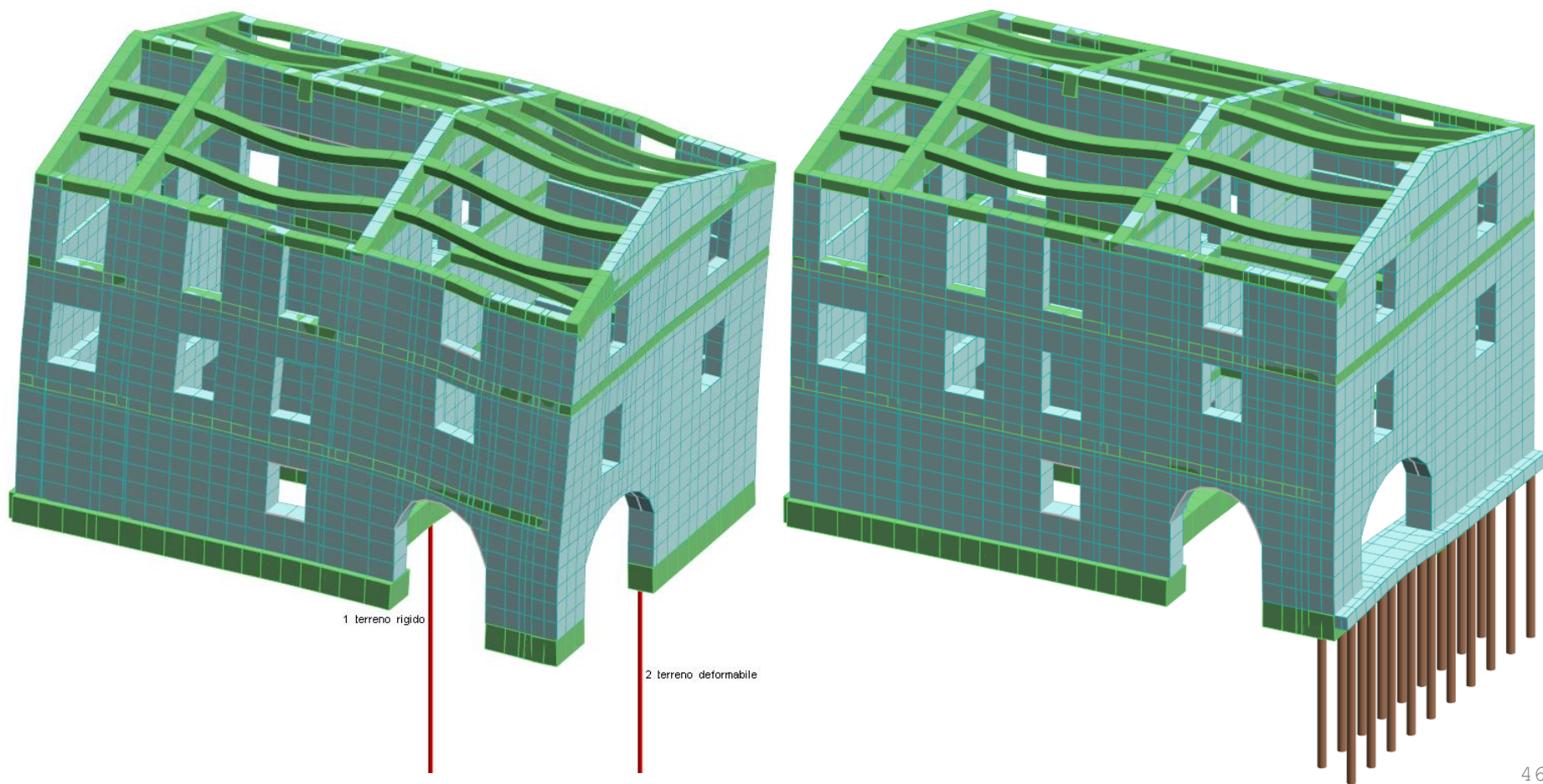
Azioni in fondazione



Sollecitazioni maggiori  
con l'incastro

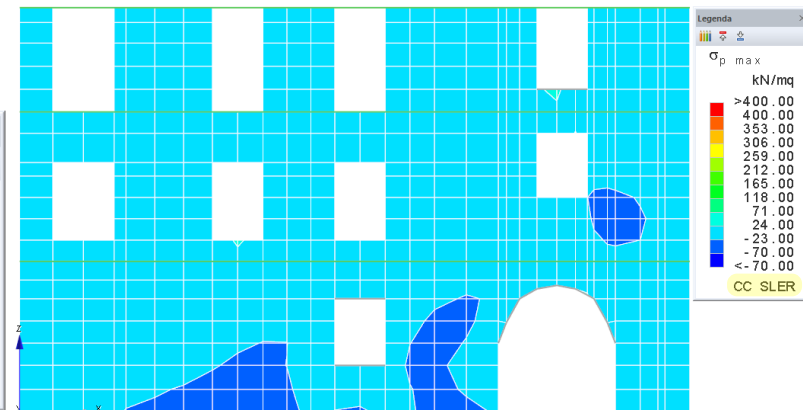
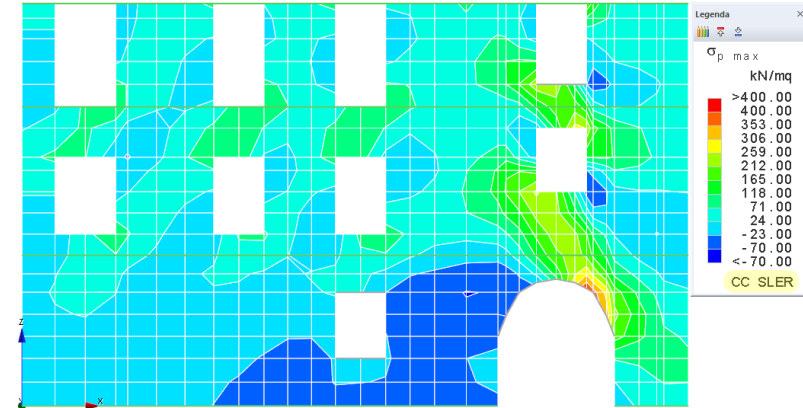
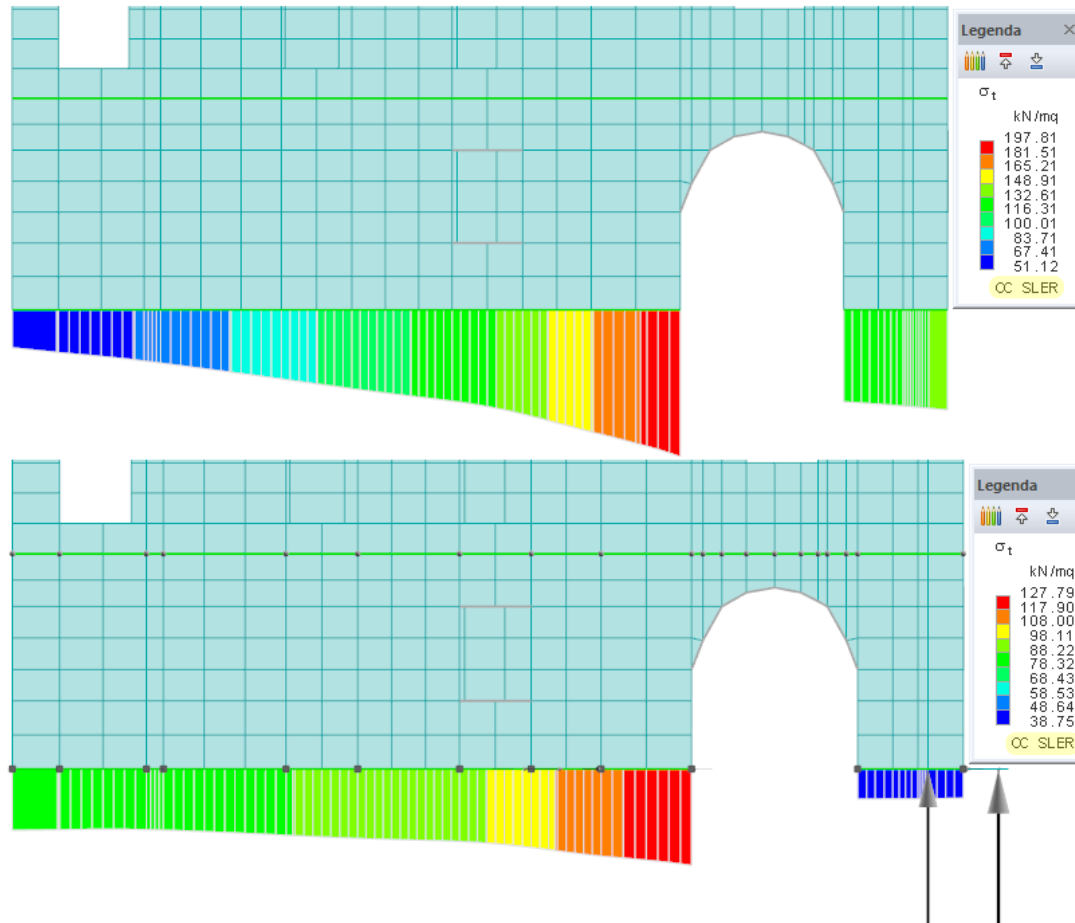


Modellazione con il suolo elastico per la stima dei cedimenti differenziali in condizioni di esercizio





Modellazione con il suolo elastico per la stima dei cedimenti differenziali in condizioni di **esercizio**



## Modellazione dei soli elementi di fondazione

I carichi della sovrastruttura sono dati come input in un file esterno

1	Nodo	CC	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
			<kN>	<kN>	<kN>	<kNm>	<kNm>	<kNm>
1	1	1	52.942	15.883	312.088	-119.913	399.712	0
2	1	2	52.942	-15.883	312.088	119.913	399.712	0
3	1	3	-52.942	15.883	312.088	-119.913	-399.712	0
4	1	4	-52.942	-15.883	312.088	119.913	-399.712	0
5	1	5	15.883	52.942	312.088	-399.712	119.913	0
6	1	6	-15.883	52.942	312.088	-399.712	-119.913	0
7	1	7	15.883	-52.942	312.088	399.712	119.913	0
8	1	8	-15.883	-52.942	312.088	399.712	-119.913	0
9	1	9	0	0	463.314	0	0	0
10	1	10	0	0	348.088	0	0	0
11	1	11	0	0	319.288	0	0	0
12	1	12	0	0	312.088	0	0	0
13	2	1	88.971	26.691	492.088	-201.519	671.731	0
14	2	2	88.971	-26.691	492.088	201.519	671.731	0
15	2	3	-88.971	26.691	492.088	-201.519	-671.731	0
16	2	4	-88.971	-26.691	492.088	201.519	-671.731	0
17	2	5	26.691	88.971	492.088	-671.731	201.519	0
18	2	6	-26.691	88.971	492.088	-671.731	-201.519	0
19	2	7	26.691	-88.971	492.088	671.731	201.519	0
20	2	8	-26.691	-88.971	492.088	671.731	-201.519	0
21	2	9	0	0	769.314	0	0	0
22	2	10	0	0	573.088	0	0	0
23	2	11	0	0	508.288	0	0	0
24	2	12	0	0	492.088	0	0	0
25	3	1	116.216	34.865	528.088	-263.228	877.428	0
26	3	2	116.216	-34.865	528.088	263.228	877.428	0
27	3	3	-116.216	34.865	528.088	-263.228	-877.428	0
28	3	4	-116.216	-34.865	528.088	263.228	-877.428	0
29	3	5	34.865	116.216	528.088	-877.428	263.228	0
30	3	6	-34.865	116.216	528.088	-877.428	-263.228	0
31	3	7	34.865	-116.216	528.088	877.428	263.228	0
32	3	8	-34.865	-116.216	528.088	877.428	-263.228	0
33	3	9	0	0	769.314	0	0	0

Il file può essere generato anche esportando le reazioni vincolari del calcolo della sola sovrastruttura

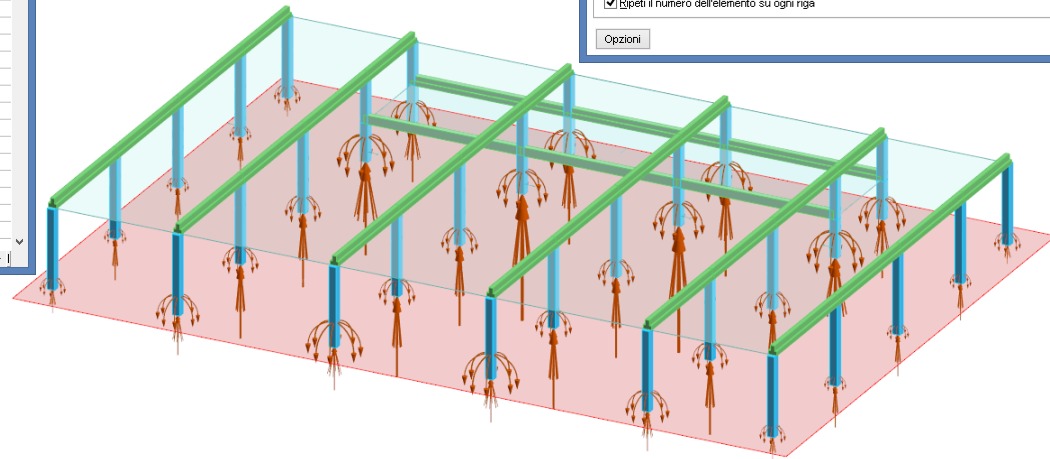
Informazioni reazioni vincolari

Esporta Stampa

Nodo	CC	Rx <kN>	Ry <kN>	Rz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
1	1	52.942	15.883	312.088	-119.913	399.712	0.000
1	2	52.942	-15.883	312.088	119.913	399.712	0.000
1	3	-52.942	15.883	312.088	-119.913	-399.712	0.000
1	4	-52.942	-15.883	312.088	119.913	-399.712	0.000
1	5	15.883	52.942	312.088	-399.712	119.913	0.000
1	6	-15.883	52.942	312.088	-399.712	-119.913	0.000
1	7	15.883	-52.942	312.088	399.712	119.913	0.000
1	8	-15.883	-52.942	312.088	399.712	-119.913	0.000
1	9	0.000	0.000	463.314	0.000	0.000	0.000
1	10	0.000	0.000	348.088	0.000	0.000	0.000
1	11	0.000	0.000	319.288	0.000	0.000	0.000
1	12	0.000	0.000	312.088	0.000	0.000	0.000
2	1	88.971	26.691	492.088	-201.519	671.731	0.000
2	2	88.971	-26.691	492.088	201.519	671.731	0.000
2	3	-88.971	26.691	492.088	-201.519	-671.731	0.000
2	4	-88.971	-26.691	492.088	201.519	-671.731	0.000
2	5	26.691	88.971	492.088	-671.731	201.519	0.000
2	6	-26.691	88.971	492.088	-671.731	-201.519	0.000
2	7	26.691	-88.971	492.088	671.731	201.519	0.000
2	8	-26.691	-88.971	492.088	671.731	-201.519	0.000
2	9	0.000	0.000	769.314	0.000	0.000	0.000
2	10	0.000	0.000	573.088	0.000	0.000	0.000
2	11	0.000	0.000	508.288	0.000	0.000	0.000
2	12	0.000	0.000	492.088	0.000	0.000	0.000
3	1	116.216	34.865	528.088	-263.228	877.428	0.000
3	2	116.216	-34.865	528.088	263.228	877.428	0.000
3	3	-116.216	34.865	528.088	-263.228	-877.428	0.000
3	4	-116.216	-34.865	528.088	263.228	-877.428	0.000
3	5	34.865	116.216	528.088	-877.428	263.228	0.000
3	6	-34.865	116.216	528.088	-877.428	-263.228	0.000
3	7	34.865	-116.216	528.088	877.428	263.228	0.000
3	8	-34.865	-116.216	528.088	877.428	-263.228	0.000

Ripeti il numero dell'elemento su ogni riga

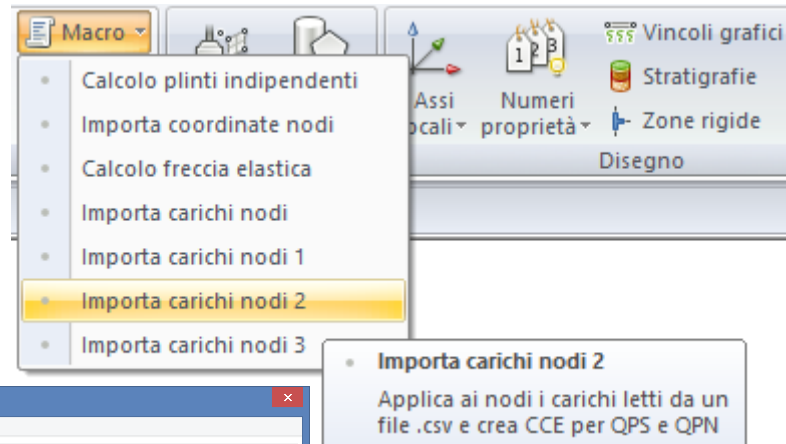
Opzioni OK



## Modellazione dei soli elementi di fondazione

I carichi della sovrastruttura sono dati come input in un file esterno

L'inserimento dei carichi avviene con una macro che permette la lettura del file con i dati e l'applicazione dei carichi al modello



Informazioni combinazioni condizioni di carico elementari

Salva Carica Esporta Importa Stampa

CC	Commento	TCC	An.	Bk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	SX	SY
1	CC Sisma +1.0X+0	SLV	L		1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	CC Sisma +1.0X-0	SLV	L		1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	CC Sisma -1.0X+0	SLV	L		1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	CC Sisma -1.0X-0	SLV	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	CC Sisma +1.0Y+0	SLV	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	CC Sisma +1.0Y-0	SLV	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	CC Sisma -1.0Y+0	SLV	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	CC Sisma -1.0Y-0	SLV	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	CC Statico SLU SL	SLU	L		1.30	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	CC Statico SLE rar	SLE R	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	CC Statico SLE fre	SLE F	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
12	CC Statico SLE qpe	SLE Q	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

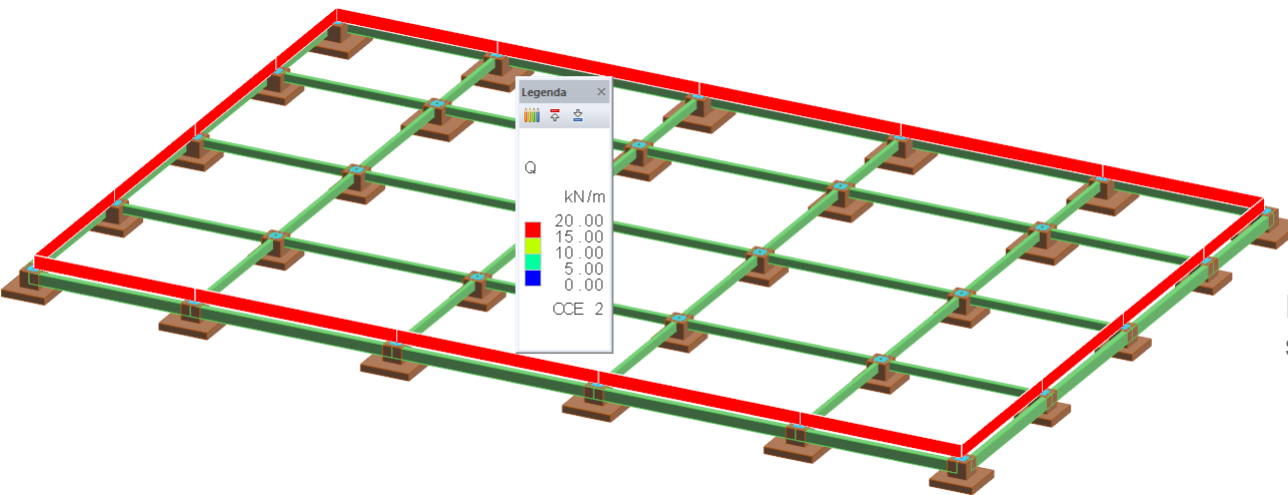
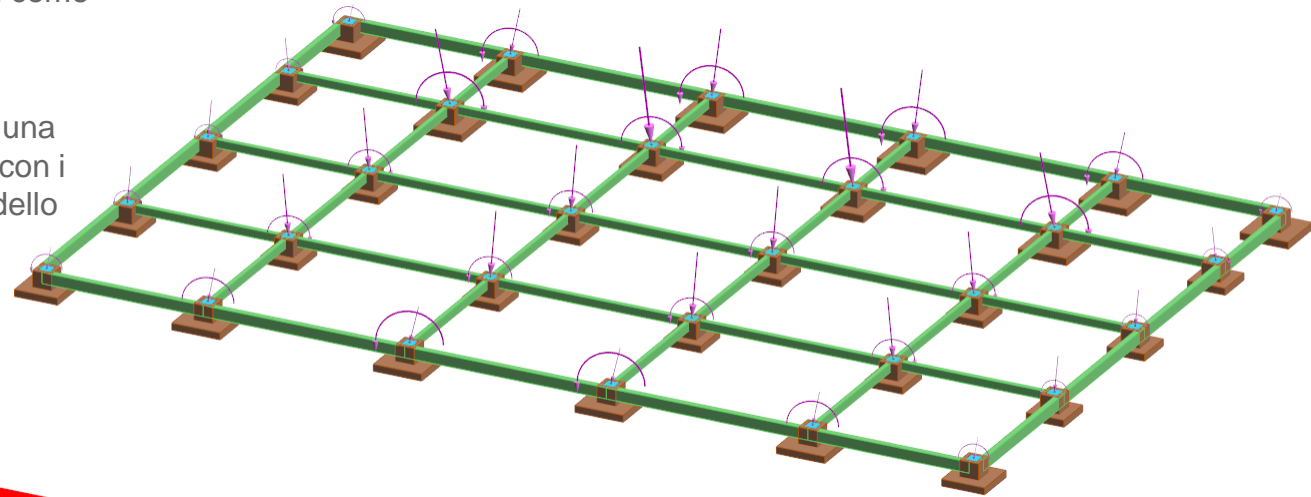
Elimina Inserisci OK Applica Annulla

ModeSt permette la personalizzazione dei comandi attraverso l'utilizzo di VBScript per creare procedure di automatizzazione

## Modellazione dei soli elementi di fondazione

I carichi della sovrastruttura sono dati come input in un file esterno

L'inserimento dei carichi avviene con una macro che permette la lettura del file con i dati e l'applicazione dei carichi al modello

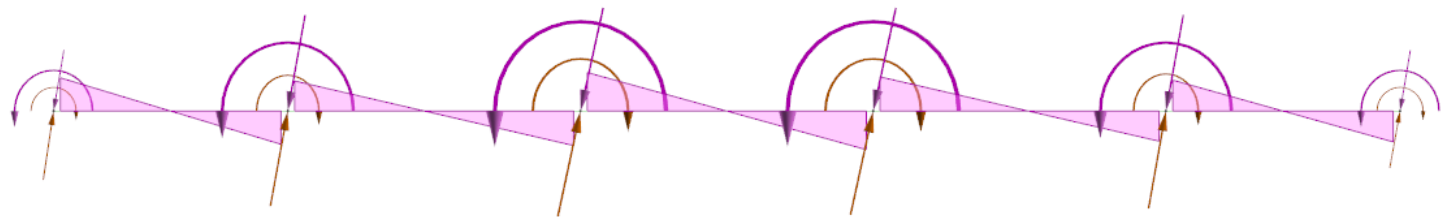
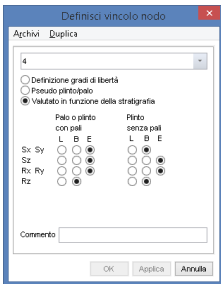
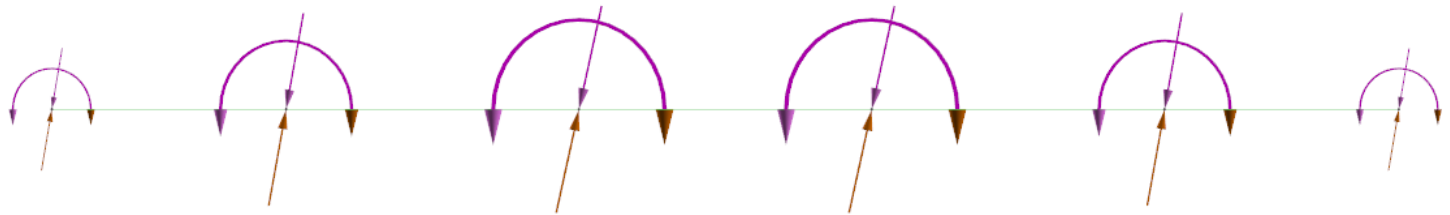
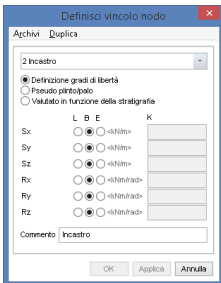
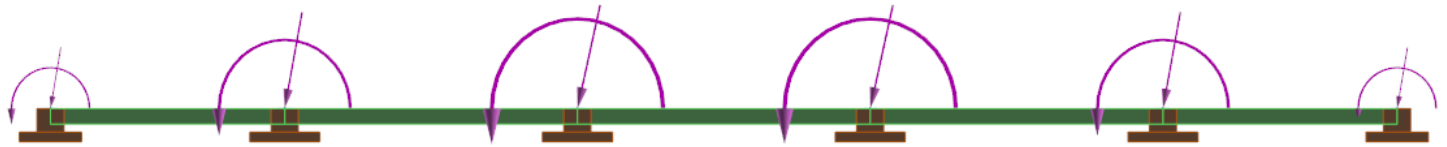


I carichi agenti solo sulla fondazione sono definiti direttamente nel modello

Modellazione dei soli elementi di fondazione

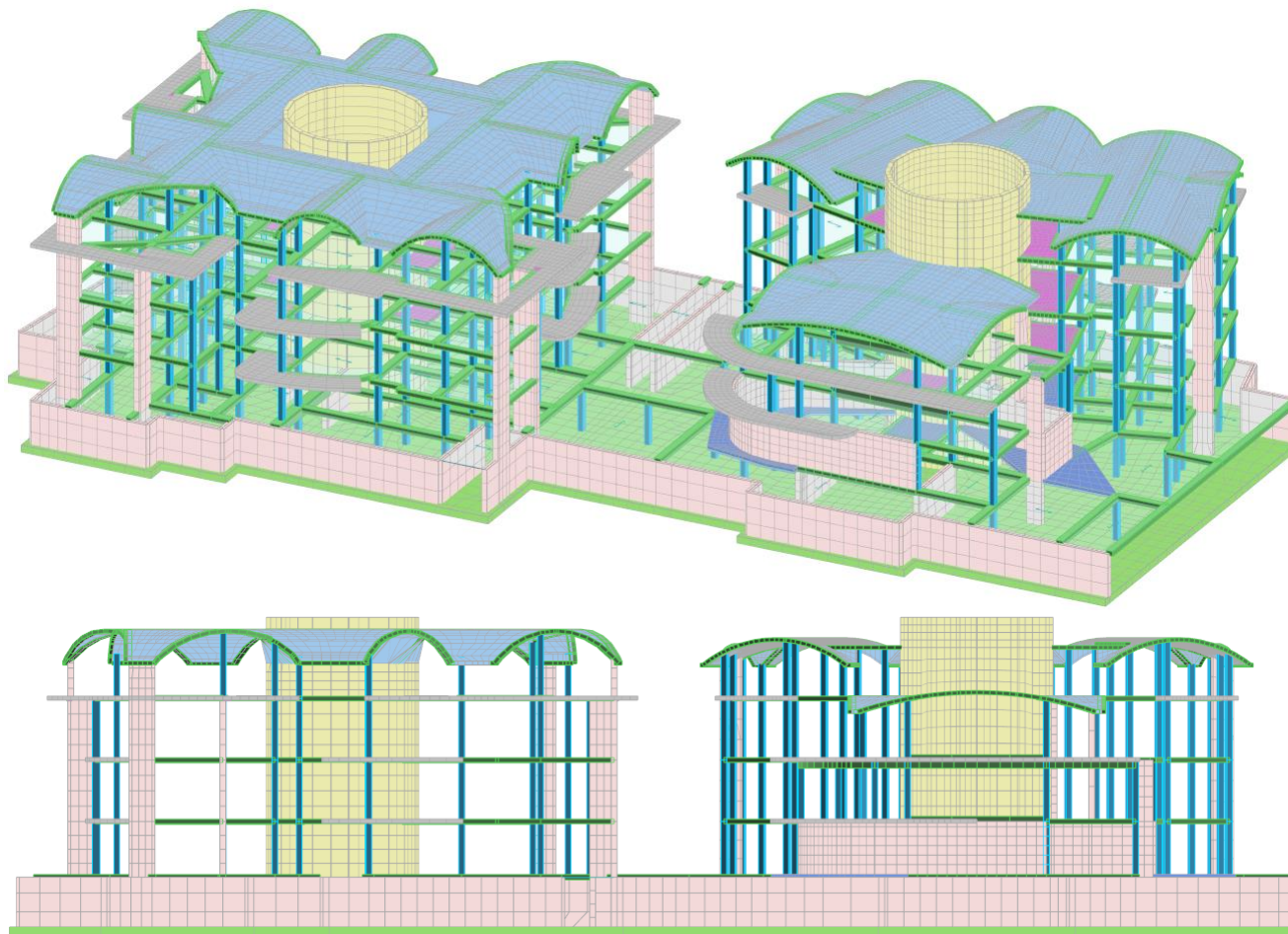
I carichi della sovrastruttura sono dati come input in un file esterno

Le sollecitazioni di progetto dipendono dalle ipotesi di deformabilità dei plinti e delle rigidezze flessionali dei cordoli



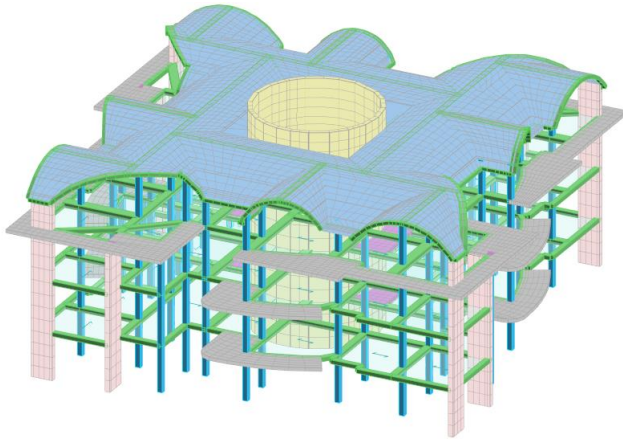


Modellazione di strutture giuntate in  
elevazione con fondazione unica

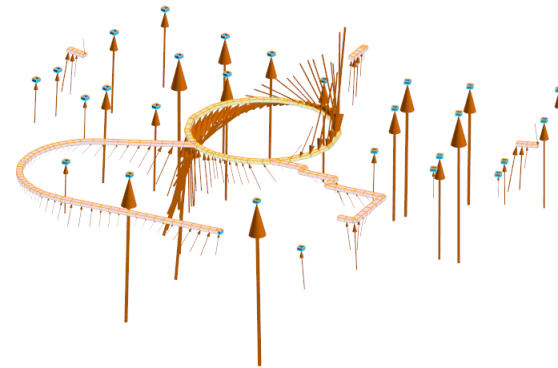
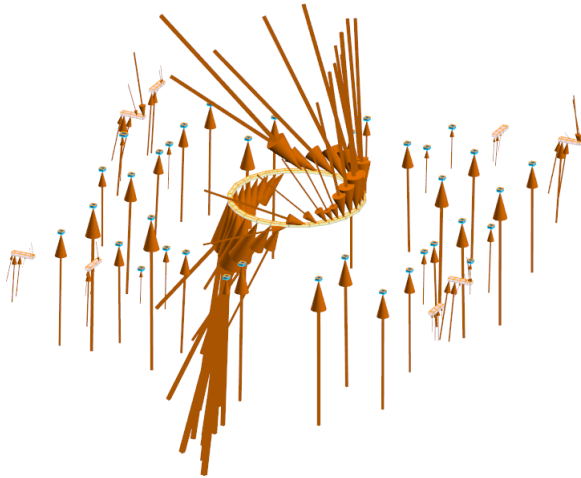
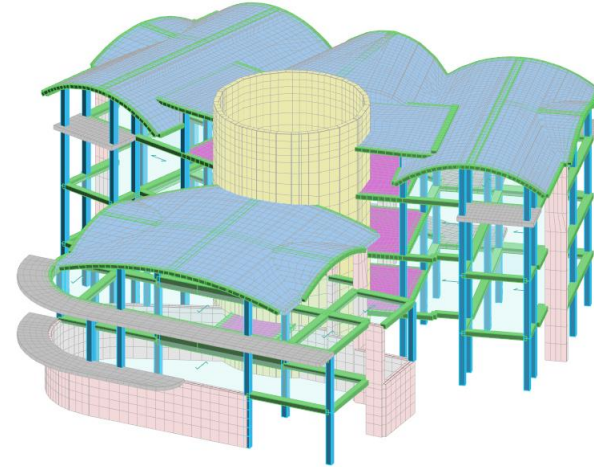




Modellazione di strutture giuntate in  
elevazione con fondazione unica

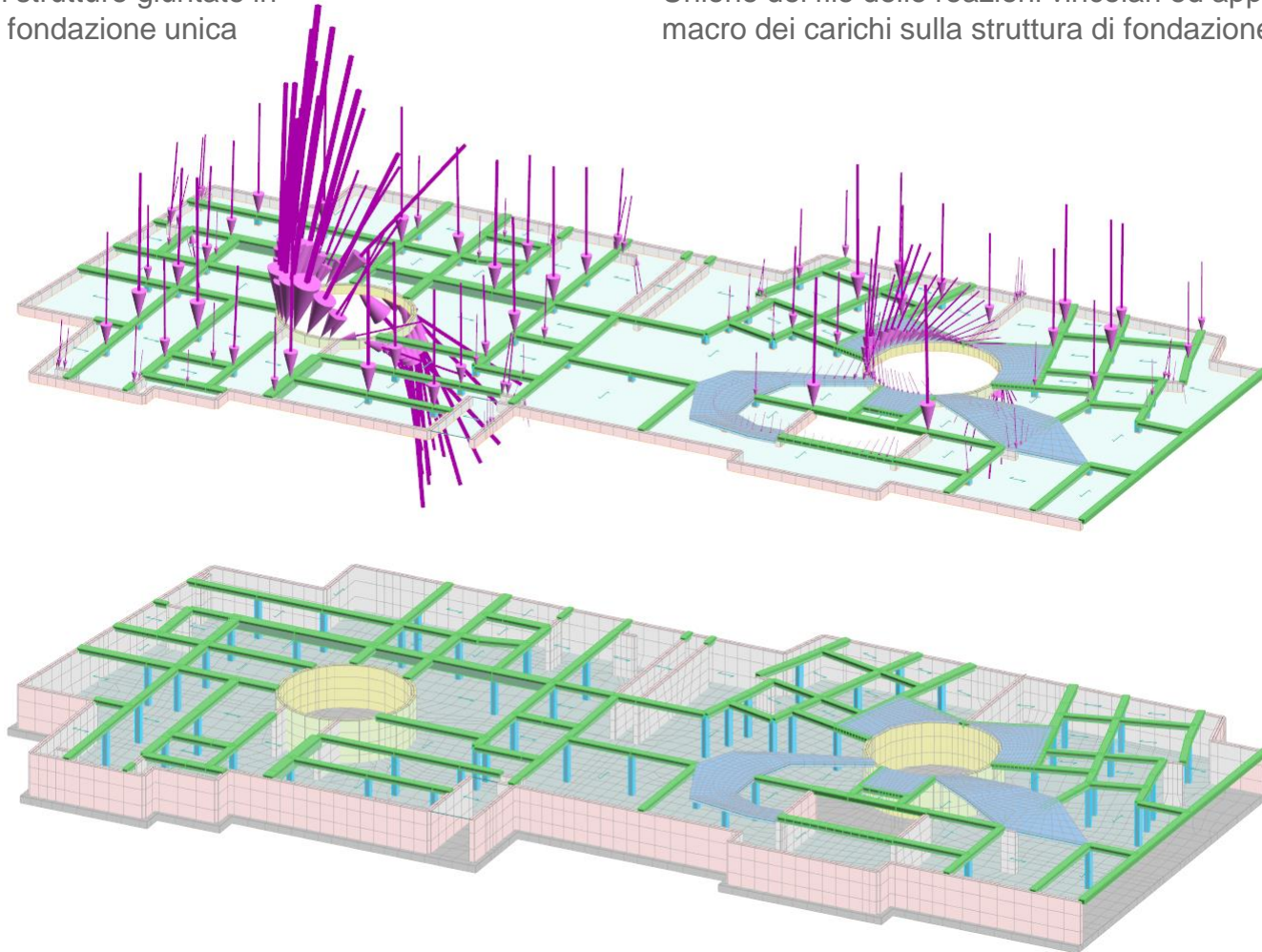


Calcolo delle strutture in elevazione analizzate singolarmente  
ed esportazione delle reazioni vincolari



Modellazione di strutture giuntate in  
elevazione con fondazione unica

Unione dei file delle reazioni vincolari ed applicazione tramite  
macro dei carichi sulla struttura di fondazione



# *tecnisoft*

Strumenti solidi come i vostri progetti

**MODEST**

Seminario sulle fondazioni profonde - Perugia, 6 novembre 2015

