



## **PROJECTE EXECUTIU**

APARCAMENT SUBTERRANI A  
L'AVINGUDA DE LA VERGE DE  
MONTSERRAT ENTRE EL  
CARRER FREDERIC SOLER I LA  
CARRETERA DE LA MARINA, DEL  
PRAT DE LLOBREGAT

BARCELONA, NOVEMBRE DE 2016

EXP. 0954-11

ANNEX Nº 10

PROJECTE AUSCULTACIÓ

## **PCG**

**Arquitectura e ingeniería**  
Proyectos, consulting y gestión de obras

**MEMÒRIA**

**PROJECTE AUSCULTACIÓ  
APARCAMENT SUBTERRANI A L'AVINGUDA DE LA  
VERGE DE MONTSERRAT ENTRE ELS CARRERS  
FREDERIC SOLER I LA CARRETERA DE LA MARINA, DEL  
PRAT DE LLOBREGAT**

**1. - OBJECTIUS**

El protocol d'auscultació, corresponent a les obres de l'aparcament subterrani a l'avinguda de la Verge de Montserrat entre els carrers Frederic Soler i la carretera de la Marina, del Prat de Llobregat, té com objectiu establir un procediment de control dels moviments dels murs pantalla i de les façanes dels edificis propers, així com el mètode d'actuació en el cas que es superin uns valors de control determinats.

**2. - PROCEDIMENT**

La instrumentació d'auscultació a utilitzar estarà constituïda per prismes de control ubicats en els murs pantalla i en les façanes dels edificis, així com per inclinòmetres/micròmetres situats en l'interior dels murs pantalla. Els prismes de control es fixaran amb claus o resines en els murs pantalla i façanes d'edificis propers, així com s'identificaran mitjançant el número de mòdul de pantalla o façana d'edifici al que pertanyin i la seva situació en alçat (exemple P8F1; Pantalla 8, Fila 1.)

Els amidaments de camp es realitzaran sempre per el mateix equip de mesura i topografia implantat en obra. La cadència de les lectures dependrà de la fase d'obra i de la zona a controlar, segons la freqüència que es detalla a continuació:

	<b>Instrumentació Edificis</b>	<b>Inclinòmetres</b>	<b>Prismes Pantalles</b>
<b>Excavació Pantalles</b>	1 lectura/setmana	1 lectura/setmana	0 lectura/setmana
<b>Excavació Interior</b>	3 lectura/setmana	3 lectura/setmana	1 lectura/setmana
<b>Estructura Interior</b>	1 lectura/setmana	1 lectura/setmana	1 lectura/2 setmana

**La Direcció Facultativa de les obres podrà modificar la freqüència de lectura** en funció del següents aspectes:

- Fase d'execució crítica (excavació en voladís, excavació solera, etc.)
- Existència de sobrecarregues addicionals.
- Moviments majors als límits establerts en el següent apartat.

La presa de dades començarà amb una primera lectura (lectura zero), anterior al inici de l'excavació i perfilat dels talussos corresponents als murs pantalla de l'aparcament.

L'error en la presa de dades de la totalitat del sistema de lectura topogràfic s'estableix en un màxim de +/- **3 mm** per als punts de control situats en els murs pantalla, i de +/- **4 mm** per als prismes de control ubicats en els edificis.

**3. - VALORS ESTABLERTS I ACTUACIONS**

Els valors a estudiar es basen en vectors perpendiculars als plans continguts en els murs pantalla i en les façanes dels edificis, així com el sentit dels mateixos serà des d'aquests plans cap a l'excavació interior de l'aparcament. El valor d'aquests vectors serà absolut prenent com a referència la lectura zero.

S'establirà els següents límits depenent del tipus d'element a controlar (aquests valors no tindran en compte l'interval d'error del sistema de lectura):

	<b>Façanes Edificis</b>	<b>Murs Pantalla</b>
<b>Límit d'Avís</b>	17 mm	38 mm
<b>Límit de Alerta</b>	35 mm	76 mm
<b>Límit d'Alarma</b>	74 mm	161 mm

**ACTUACIONS PER SUPERACIÓ DE LÍMITS****Límit d'avís:**

- El topògraf notificarà el avís via e-mail a la Constructora, a la Direcció Facultativa, i a l'ajuntament.
- La Constructora i la Direcció Facultativa analitzaran possibles orígens del moviment observat, per modificar els processos constructius causants del moviment.
- S'inspeccionarà visualment les voreres i talussos propers al punt de moviment.
- S'incrementarà al doble la freqüència dels amidaments.

**Límit de alerta:**

- El topògraf notificarà l'alerta via e-mail a la Constructora, a la Direcció Facultativa, i a l'ajuntament.
- La Constructora i la Direcció Facultativa realitzaran inspeccions visuals dels edificis situats en l'entorn del punt de alerta. Aquestes inspeccions seran freqüents fins que les obres causants del moviment finalitzin o els moviments s'estabilitzin.

→ **Si s'observen danys funcionals** en edificis s'establirà les mesures correctores que acordin la Constructora i la Direcció Facultativa.

## PCG

- S'analitzaran possibles orígens del moviment observat per modificar els processos constructius causants del moviment.
- La Constructora i la Direcció Facultativa aprovaran i establiran el procediment a seguir a partir d'aquest moment.
- La freqüència dels amidaments s'incrementarà el triple.

### Límit d'alarma:

- El topògraf notificarà l'alarma via e-mail a la Constructora, a la Direcció Facultativa, i a l'ajuntament.
- La Constructora i la Direcció Facultativa realitzaran inspeccions visuals dels edificis situats en l'entorn del punt d'alarma. Aquestes inspeccions seran freqüents fins que les obres causants dels moviments finalitzin o els moviments s'estabilitzin.
  - **Si no s'observen** danys funcionals ni estructurals en els edificis s'acordarà entre la Constructora i la Direcció Facultativa una nova definició dels límits, així com un procediment específic d'auscultació i resolució de alarmes.
  - **Si s'observen danys funcionals** en edificis es paralaran les activitats causants del moviment fins acordar les mesures.
  - **Si s'observen danys estructurals** en edificis la Constructora i la Direcció Facultativa proposaran les mesures de protecció de bens i persones pertinents; així com proposaran una nova definició dels límits i un procediment específic d'auscultació i resolució d'alarmes.
- La Constructora i la Direcció Facultativa analitzaran possibles orígens del moviment observat, per a modificar els processos constructius causants del moviment.
- Es realitzarà conjuntament un anàlisi **CAUSA-EFECTE** i d'eficàcia de les mesures preventives.
- La freqüència dels amidaments s'incrementarà al màxim permès per l'equip de mesura utilitzat.

### 4. - FINAL DE PRESA DE DADES

Les lectures finalitzaran, quan passat un temps des de l'entrada definitiva en servei dels murs pantalla (tancament de la solera, execució de forjat interior i de coberta), aquests últims ja no presenten moviments (3 lectures consecutives amb el mateix valor +/- el error de topografia.)

### 5.- PRESENTACIÓ DELS RESULTATS

Un cop quedi perfectament delimitat la freqüència en que s'ha de llegir cada dispositiu, s'haurà d'acordar entre la Direcció de les Obres, l'empresa especialitzada i altres que hi puguin intervenir, el format i freqüència d'enviament d'aquestes lectures.

## PCG

Com a criteri general:

1. Les lectures del inclinòmetre s'hauran de realitzar cada mig metre i en els dos eixos definits, un perpendicular a la pantalla i l'altre paral·lel. Els resultats s'hauran d'enviar en format numèric i també gràfic, amb els resultats expressats en mil·límetres i acumulats de peu a cap de pantalla. Les gràfiques hauran de contenir les últimes cinc lectures realitzades, i sempre ressaltant amb un format de corba diferent les dues últimes.  
La corba de desplaçaments hauria d'incloure un perfil geològic a escala, amb l'estat de l'excavació per tal de poder contextualitzar fàcilment les dades.
2. Les lectures de la topografia dels edificis també es presentaran en format gràfic i numèric.  
Els gràfics separaran cada eix de coordenades per separat. Els eixos es conformaran amb coordenades locals, de tal manera que la z correspongui a moviments verticals, la x a la component perpendicular a l'excavació i la y la paral·lela a la mateixa. Els signes de X i Y seran els mateixos que els eixos de l'inclinòmetre.
3. Els resultats dels fissuròmetres també s'enviaran en format gràfic i numèric.  
S'expressaran en diferencial respecte la lectura a origen (obertura de la fissura en el moment de la instrumentació de la mateixa) en mil·límetres. En funció de la transcendència i orientació de la fissura es poden col·locar potenciómetres per mesurar l'evolució en dos eixos.

### 6.- INFORMES DE CONTROL

Amb la informació generada, l'empresa especialitzada d'auscultació emetrà dos tipus d'informe:

1. Les dades corresponents a la topografia haurien de ser visibles de manera permanent, mitjançant pàgina web o dispositiu d'accés.
2. Un de caràcter ordinari i freqüència setmanal, amb dia fix d'emissió, on s'inclourà:
  - Les fitxes corresponents als dispositius llegits en aquell període, amb la nomenclatura corresponent, definida prèviament en el pla d'auscultació.
  - Un quadre resum de la instrumentació instal·lada a origen i el seu estat.
  - Tota la informació de l'avanç de l'obra i de qualsevol altre origen que serveixi a contextualitzar i interpretar les dades de la instrumentació (tractaments de terreny, canvis de disseny, etc.).
  - Una base de dades de les incidències, estudis, informes, fotografies que ajudin a la interpretació de les dades.
  - Els plànols corresponents a les seccions de la instrumentació en planta i secció, amb la nomenclatura corresponent de cada un dels dispositius.

## PCG

3. Un de caràcter extraordinari en el cas que es noti algun comportament estrany dels instruments instal·lats o canvi de tendència o evolució. El format i la seva freqüència serà consensuat amb la Direcció de les Obres.  
Els diferents tipus d'informe hauran d'estar signats pel responsable de l'equip de l'empresa responsable de l'auscultació.

### 7.- EQUIP DE L'EMPRESA ESPECIALITZADA D'AUSCULTACIÓ

L'organització d'aquest equip s'ha de pensar per tal que pugui assolir tots els objectius descrits en els apartats anteriors.

L'equip a peu d'obra estarà dirigit per un titulat superior amb experiència acreditada en el camp de la instrumentació d'obres subterrànies en zones densament poblades i direcció d'equips d'auscultació. Les seves tasques seran la supervisió de les instal·lacions, la supervisió i revisió de les lectures i dels informes, la direcció tècnica i productiva de l'equip i l'assistència a les reunions que la direcció facultativa els requereixi.

La resta de l'equip estarà format per un equip d'instrumentació manual, que s'encarregarà del muntatge, manteniment i lectura de la instrumentació no topogràfica de l'obra. Aquest equip el compondran un tècnic especialista en instrumentació amb experiència acreditada en aquestes funcions i un auxiliar d'aquest tècnic.

També hi haurà un equip d'instrumentació topogràfica, format per un enginyer tècnic topògraf i el seu auxiliar, amb experiència acreditada en obres d'aquest tipus. Les seves funcions seran el muntatge, manteniment i lectura de la instrumentació topogràfica de l'obra.

La dedicació de l'equip (entesa com a nombre de jornades setmanals consagrades al seguiment de les obres) serà funció de la fase de l'obra poden arribar a ser completa si la Direcció Facultativa o el promotor així ho consideren.

### 8.- EL PLA D'AUSCULTACIÓ

Serà desenvolupat en base al present projecte d'auscultació. Al mateix es concretaran detalls que per la seva concreció no es poden definir en el present document.

Constarà de quatre parts diferents:

1. Fitxa tècnica dels instruments a instal·lar: L'empresa especialista haurà d'elaborar unes fitxes de cada instrument instal·lat a l'obra, on s'haurà d'incloure la precisió de laboratori del mateix, la repetició, la fiabilitat i el funcionament mecànic del mateix.
2. Control de qualitat de lectures: L'empresa especialista haurà d'elaborar unes fitxes explicant quin és el procediment de les lectures de cada instrument, en quines unitats es llegeix i en quines es representa i la manera com vàlida o invàlida la lectura corresponent.

## PCG

3. Definició dels llindars d'avís, alerta i alarma: Aquesta part serà en base a la informació del present pla o en base a les dades complementaries que pugui subministrar la Direcció Facultativa. S'hauran de marcar per cada instrument els diferents llindars en funció dels moviments esperats i de les afeccions que aquests puguin causar, i un pla específic d'auscultació a l'obra per si es superen els llindars d'alarma
4. Proposta de nomenclatura dels instruments, així com els plànols (plantes i seccions): aquesta part també serà consensuada entre la Direcció d'Obra i l'empresa especialista. Es farà una proposta de nomenclatura racional que doni informació sobre el tipus d'instrument, el paràmetre que controla, la secció (o l'edifici) on està inclòs, el punt quilomètric de referència de l'obra on està ubicat o l'alçada (aquest últim en cas d'instrumentació d'edificis) i la distància a la pantalla (en cas d'instruments situats al trasdós d'aquests).

Barcelona, Novembre 2016.

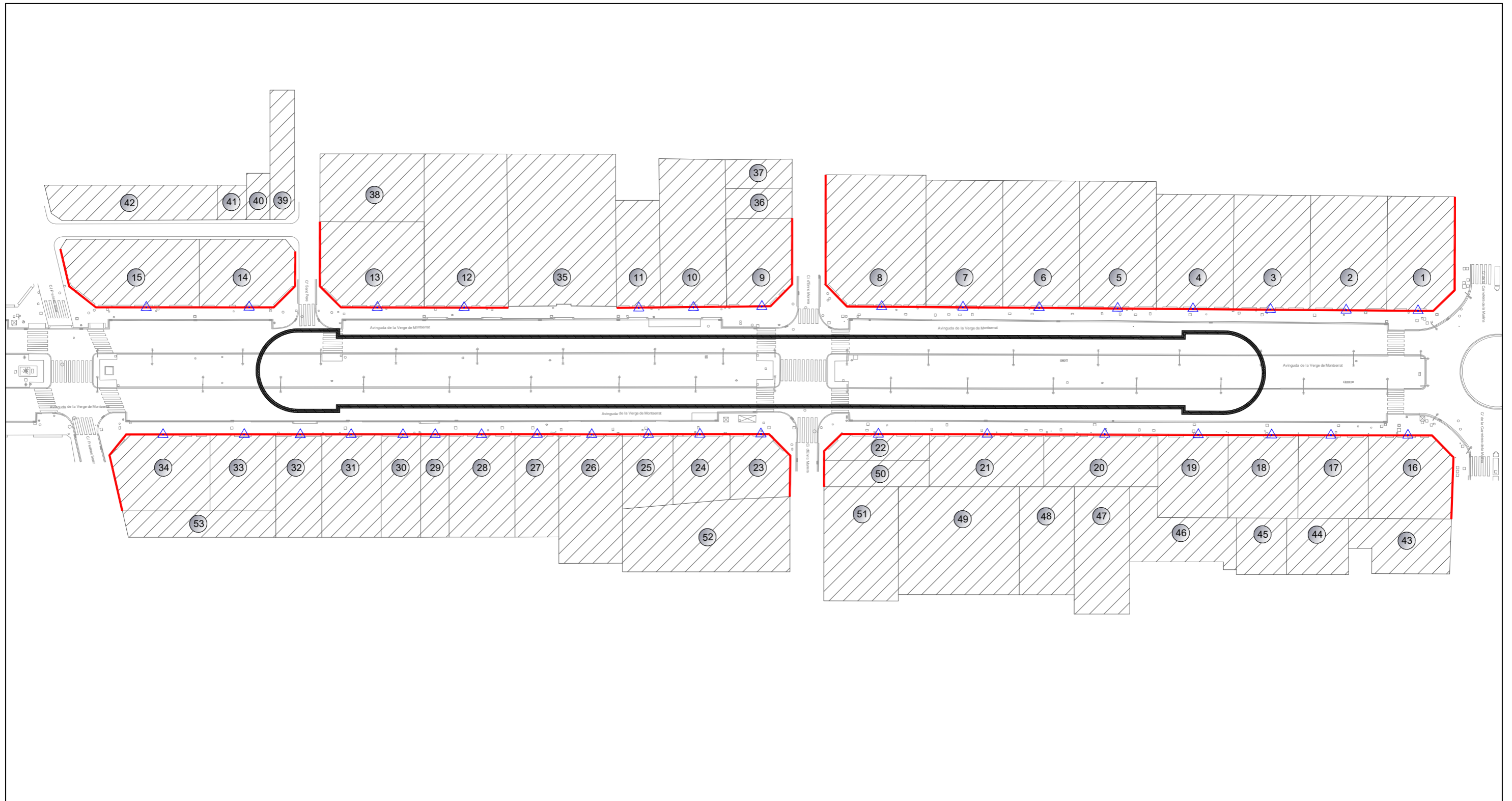
PCG, Arquitectura e Ingeniería, S.L.







Federico Giacomelli Curletti - ECCP

**ANNEX 1**

**SITUACIÓ PRISMES LECTURA**



LLEGENDA	
	CONJUNT DE 3 PUNTS DE SEGUIMENT TOPOGRÀFIC EN FAÇANES 35 (PUNTS)
	FAÇANES A INSPECCIONAR
	EDIFICIS A INSPECCIONAR
	Nº D'EDIFICI



Edifici 1: 24



Edifici 2: 40



Edifici 3: 42



Edifici 4: 44



Edifici 5: 46



Edifici 6: 48

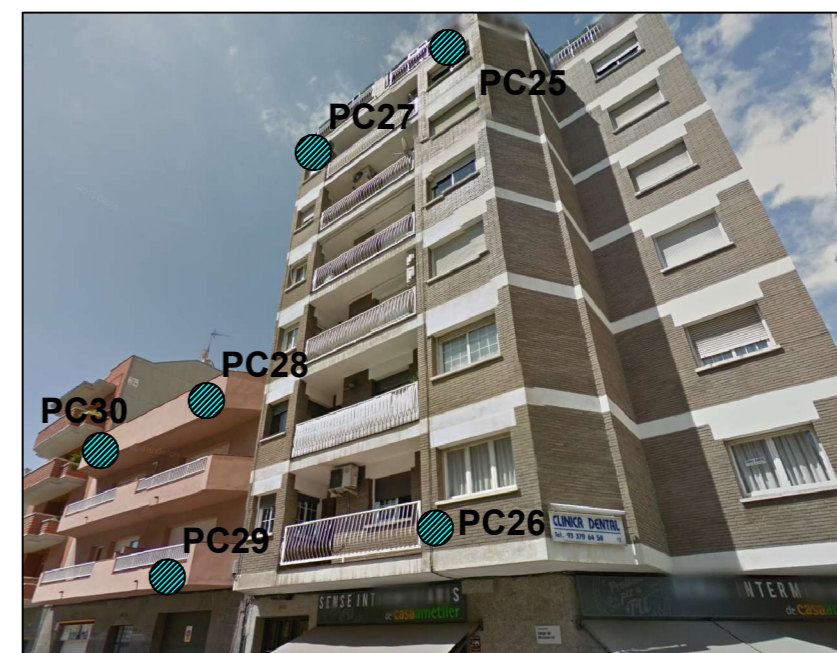




Edificio 7: 50



Edificio 8: 52



Edificios 9 i 10: 54-56, 58-60



Edificio 11: 62



Edificio 12: 64



Edificio 13: 74-76



Edifici 14: 78-82



Edifici 15: 84-90



Edifici 16: 37



Edifici 17: 39



Edifici 18: 41



Edifici 19: 43



Edifici 20: 45



Edifici 21: 47



Edifici 22: 51-53



Edifici 23: 55



Edificis 24 i 25: 57-61



Edificis 26 i 27: 63-67



Edificis 28 i 29: 69-73



Edificis 30 i 31: 77-81



Edificis 32 i 33: 85-87



Edifici 34: 91-93-95

**ANNEX 2**

**LLISTAT CÀLCULS**

# REPORT

octubre 27, 2016

**User:** PCG  
**Title:** 0954-AV-BARCELONA-EST

## Table of Contents

1. General Information .....	3
2. Geometry .....	4
3. Structures.....	7
4. Loads & boundary conditions.....	9
5. Mesh data .....	11
6. Material data .....	12
7. Calculation phases.....	14
8. Results for phase 1 .....	17
9. Results for phase 2.....	36
10. Results for phase 3.....	55
11. Results for phase 4.....	74
12. Results for phase 5.....	93
13. Results for phase 6.....	112
14. Results for phase 7.....	131
15. Results for phase 8.....	150
16. Results for phase 9.....	169
17. Results for phase 10.....	188
18. Results for phase 11.....	207
19. Results for phase 12.....	226

### 1. GENERAL INFORMATION

Table [1] Units

Type	Unit
Length	m
Force	kN
Time	day

Table [2] Model dimensions

	min.	max.
X	-65,000	65,000
Y	-50,000	4,500

Table [3] Model

Model	Plane strain
Element	15-Noded

### 2. GEOMETRY

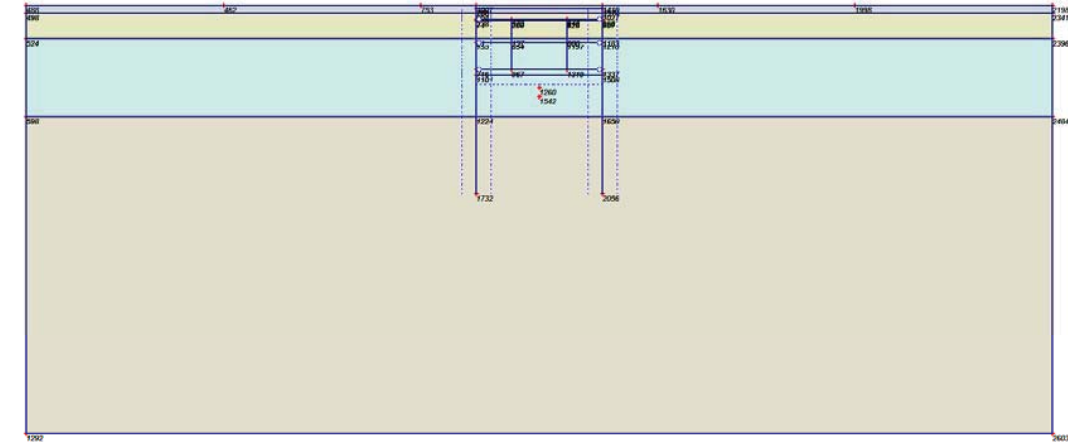


Fig. 1 Plot of geometry model with significant nodes

Table [4] Table of significant nodes

Node no.	x-coord.	y-coord.	Node no.	x-coord.	y-coord.
1292	-65,000	-50,000	716	-8,000	-3,750
2603	65,000	-50,000	1337	8,000	-3,750
238	-8,000	2,750	1319	3,500	-3,750
956	8,000	2,750	967	-3,500	-3,750
488	-65,000	4,500	1101	-8,000	-4,500
2198	65,000	4,500	1508	8,000	-4,500
498	-65,000	3,500	74	-8,000	2,500
2341	65,000	3,500	957	8,000	2,500
462	-40,000	4,500	209	-3,500	2,500
753	-15,000	4,500	626	3,500	2,500
1630	15,000	4,500	524	-65,000	0,250
1998	40,000	4,500	2396	65,000	0,250
373	-3,500	2,750	51	-8,000	0,250
916	3,500	2,750	1183	8,000	0,250
766	-8,000	4,000	137	-3,500	0,250
254	-8,000	3,500	680	3,500	0,250
1374	8,000	4,000	598	-65,000	-9,750
1027	8,000	3,500	2484	65,000	-9,750
1007	-8,000	4,500	1224	-8,000	-9,750
1410	8,000	4,500	1650	8,000	-9,750
153	-8,000	-0,250	1542	0,000	-7,250
1210	8,000	-0,250	1260	0,000	-6,072
654	-3,500	-0,250	1732	-8,000	-19,500

Node no.	x-coord.	y-coord.	Node no.	x-coord.	y-coord.
1197	3,500	-0,250	2056	8,000	-19,500

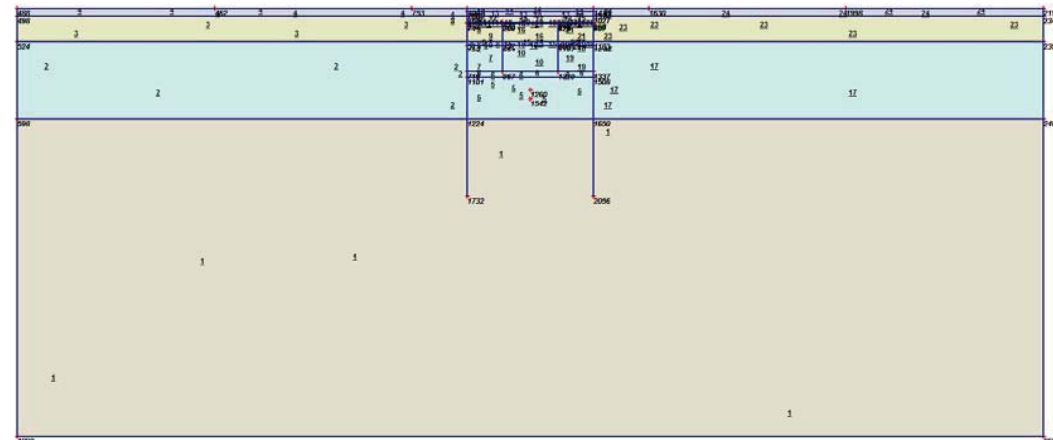


Fig. 2 Plot of geometry model with cluster numbers

Table [5] Table of clusters

Cluster no.	Nodes
1	1292, 2603, 598, 2484, 1224, 1650, 1732, 2056.
2	153, 716, 1101, 524, 51, 598, 1224.
3	238, 498, 254, 74, 524, 51.
4	488, 498, 462, 753, 766, 254, 1007.
5	1101, 1508, 1224, 1650, 1542, 1260.
6	716, 1337, 1319, 967, 1101, 1508.
7	153, 654, 716, 967.
8	153, 654, 51, 137.
9	74, 209, 51, 137.
10	654, 1197, 1319, 967.
11	238, 373, 74, 209.
12	238, 956, 373, 916, 254, 1027.
13	766, 254, 1374, 1027.
14	766, 1374, 1007, 1410.
15	654, 1197, 137, 680.
16	209, 626, 137, 680.
17	1210, 1337, 1508, 2396, 1183, 2484, 1650.
18	373, 916, 209, 626.
19	1210, 1197, 1337, 1319.
20	1210, 1197, 1183, 680.
21	957, 626, 1183, 680.
22	956, 916, 957, 626.
23	956, 2341, 1027, 957, 2396, 1183.
24	2198, 2341, 1630, 1998, 1374, 1027, 1410.



### 3. STRUCTURES

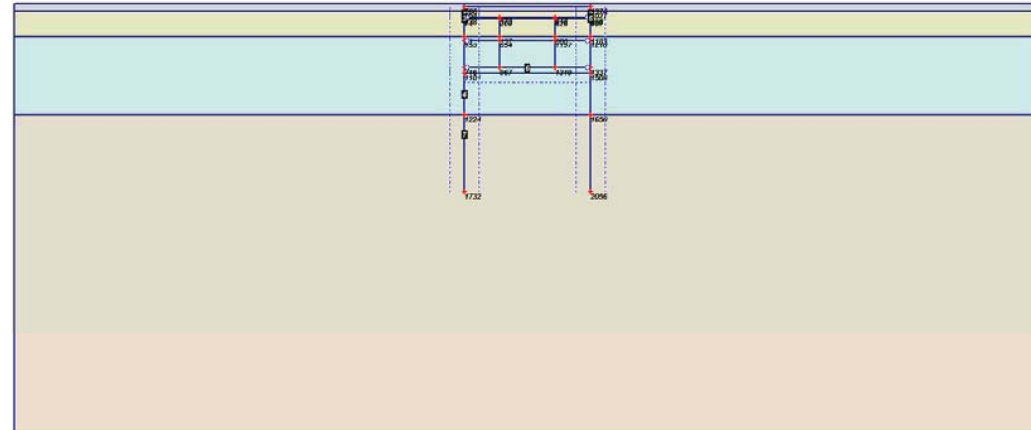


Fig. 3 Plot of geometry model with structures

Table [6] Beams

Plate no.	Data set	Length [m]	Nodes
1	Espatller	1,250	766, 254, 238.
2	Espatller	1,250	1374, 1027, 956.
3	Pilars	3,500	1197, 1319.
4	Pilars	3,500	654, 967.
5	Pantalles Contenció	22,250	238, 74, 51, 153, 716, 1101, 1224, 1732.
6	Pantalles Contenció	22,250	956, 957, 1183, 1210, 1337, 1508, 1650, 2056.
7	Pilars	3,000	654, 137, 209, 373.
8	Pilars	3,000	1197, 680, 626, 916.
9	Forjat Interior	16,000	153, 654, 1197, 1210.
10	Llosa fonamentació	16,000	716, 967, 1319, 1337.
11	Coberta	16,000	238, 373, 916, 956.

Table [7] Interfaces

Interface no.	Data set	Nodes
1	Argiles llimoses plana deltaica Rebliment Argiles llimoses plana deltaica Rebliment	238, 254. 254, 766. 254, 238. 766, 254.

Interface no.	Data set	Nodes
2	Argiles llimoses plana deltaica Rebliment Argiles llimoses plana deltaica Rebliment	956, 1027. 1027, 1374. 1027, 956. 1374, 1027.
3	Llims falca intermitja Unitat sorrenca Unitat sorrenca Unitat sorrenca Unitat sorrenca Argiles llimoses plana deltaica Argiles llimoses plana deltaica	1224, 1732. 1101, 1224. 716, 1101. 153, 716. 51, 153. 74, 51. 238, 74.
4	Unitat sorrenca Argiles llimoses plana deltaica	716, 153, 1101, 716, 1224, 1101, 153, 51. 74, 238, 51, 74.
5	Llims falca intermitja Unitat sorrenca Unitat sorrenca Unitat sorrenca Unitat sorrenca Unitat sorrenca Argiles llimoses plana deltaica Argiles llimoses plana deltaica Argiles llimoses plana deltaica	1650, 2056, 2056, 1650. 1650, 1508. 1508, 1337. 1210, 1337, 1337, 1508, 1508, 1650, 1183, 1210. 1337, 1210. 1210, 1183. 1183, 957. 957, 956. 956, 957, 957, 1183.
6	Unitat sorrenca	967, 716, 1319, 967, 1337, 1319.
7	Llims falca intermitja	1732, 1224.

### 4. LOADS & BOUNDARY CONDITIONS

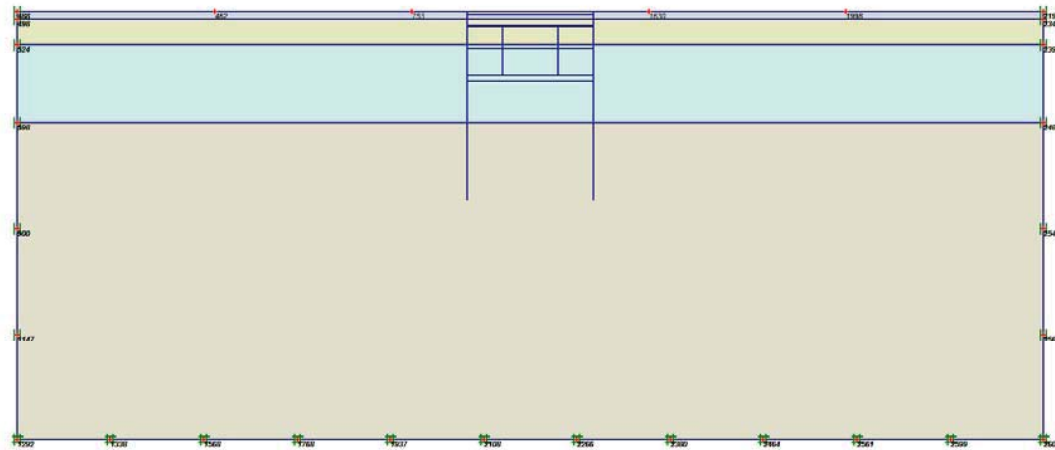


Fig. 4 Plot of geometry with loads & boundary conditions

Table [8] Node fixities

Node no.	Sign	Horizontal	Vertical	Node no.	Sign	Horizontal	Vertical
1292	#	Fixed	Fixed	488		Fixed	Free
2603	#	Fixed	Fixed	2198		Fixed	Free
2599	#	Fixed	Fixed	498		Fixed	Free
2561	#	Fixed	Fixed	2341		Fixed	Free
2464	#	Fixed	Fixed	524		Fixed	Free
2380	#	Fixed	Fixed	2396		Fixed	Free
2266	#	Fixed	Fixed	598		Fixed	Free
2108	#	Fixed	Fixed	2484		Fixed	Free
1937	#	Fixed	Fixed	900		Fixed	Free
1768	#	Fixed	Fixed	1147		Fixed	Free
1568	#	Fixed	Fixed	2546		Fixed	Free
1338	#	Fixed	Fixed	2562		Fixed	Free

Table [9] Distributed loads A

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	488	0,000	0,000	462	0,000	0,000
2	462	0,000	0,000	753	0,000	0,000
3	1630	0,000	0,000	1998	0,000	0,000

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
4	1998	0,000	0,000	2198	0,000	0,000

5. MESH DATA

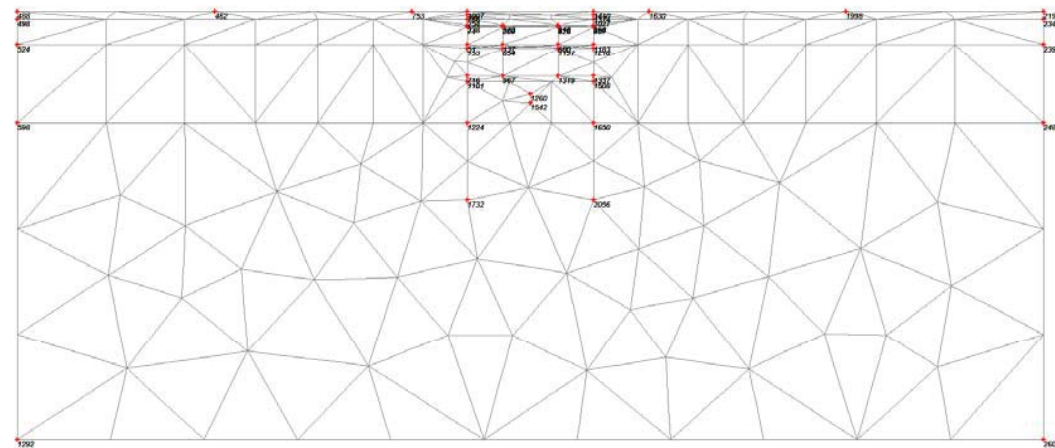


Fig. 5 Plot of the mesh with significant nodes

Table [10] Numbers, type of elements, integrations

Type	Type of element	Type of integration	Total no.
Soil	15-noded	12-point Gauss	296
Plate	5-node line	4-point Gauss	39
Interface	5-node line	4-point Newton-Cotes	47

6. MATERIAL DATA

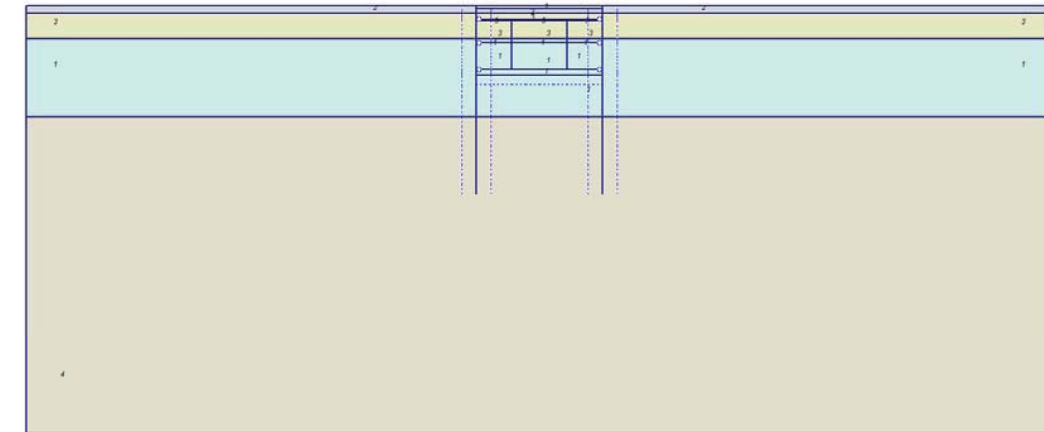


Fig. 6 Plot of geometry with material data sets

Table [11] Soil data sets parameters

<i>Hardening Soil</i>		1 Unitat sorrenca	2 Rebliment	3 Argiles llimoses plana deltaica	4 Llims falca intermitja
Type		Drained	Drained	Drained	Drained
$\gamma_{unsat}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	19,00	18,00	19,00	19,00
$\gamma_{sat}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20,00	18,00	20,00	19,50
$k_x$	[m/day]	55,000	85,000	0,300	0,003
$k_y$	[m/day]	22,000	85,000	0,200	0,001
$e_{init}$	[-]	0,50	0,50	0,50	0,50
$e_{min}$	[-]	0,00	0,00	0,00	0,00
$e_{max}$	[-]	999,00	999,00	999,00	999,00
$c_k$	[-]	1E15	1E15	1E15	1E15
$E_{50}^{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	40000,00	6000,00	10000,00	8000,00
$E_{oed}^{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	40000,00	6000,00	10000,00	8000,00
power (m)	[-]	0,50	0,50	0,50	0,50
$c_{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,20	0,20	10,00	10,00
$\phi$	[°]	35,00	25,00	27,00	25,00
$\psi$	[°]	0,00	0,00	0,00	0,00
$E_{ur}^{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	120000,00	18000,00	30000,00	24000,00
$\nu_{ur}^{(nu)}$	[-]	0,150	0,150	0,150	0,150
$p^{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	100,00	100,00	100,00	100,00
$c_{increment}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00	0,00	0,00
$y_{ref}$	[m]	0,00	0,00	0,00	0,00

Hardening Soil		1	2	3	4
		Unitat sorrenca	Rebliment	Argiles llimoses plana deltaica	Llims falca intermitja
R <sub>r</sub>	[-]	0,90	0,90	0,90	0,90
T <sub>strength</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,00	0,00	0,00	0,00
R <sub>inter</sub>	[-]	0,33	0,33	0,33	0,33
δ <sub>inter</sub>	[m]	0,00	0,00	0,00	0,00
Interface permeability		Neutral	Neutral	Neutral	Neutral

Table [12] Beam data sets parameters

No.	Identification	EA [kN/m]	EI [kNm <sup>2</sup> /m]	w [kN/m/m]	v [-]	Mp [kNm/m]	Np [kN/m]
1	Pantalles Contenció	2,4E7	1,28E6	4,00	0,20	1E15	1E15
2	Coberta	1,8E7	5,4E5	15,00	0,20	1E15	1E15
3	Forjat Interior	9E6	67500,00	7,50	0,20	1E15	1E15
4	Llosa fonamentació	3E7	2,5E6	5,00	0,20	1E15	1E15
5	Pilars	4,8771E5	26011,00	1,07	0,20	1E15	1E15
6	Espatller	1,1431E7	1,5241E5	2,00	0,20	1E15	1E15

## 7. CALCULATION PHASES

Table [13] List of phases

Phase	Ph-No.	Start phase	Calculation type	Load input	First step	Last step
Initial phase	0	0		-	0	0
<Phase 1>	1	0	Plastic	Staged construction	1	4
<Phase 2>	2	1	Plastic	Staged construction	5	7
<Phase 3>	3	2	Plastic	Staged construction	8	9
<Phase 4>	4	3	Plastic	Staged construction	10	12
<Phase 5>	5	4	Plastic	Staged construction	13	15
<Phase 6>	6	5	Plastic	Staged construction	16	17
<Phase 7>	7	6	Plastic	Staged construction	18	23
<Phase 8>	8	7	Plastic	Staged construction	24	29
<Phase 9>	9	8	Plastic	Staged construction	30	31
<Phase 10>	10	9	Plastic	Staged construction	32	33
<Phase 11>	11	10	Plastic	Staged construction	34	36
<Phase 12>	12	11	Plastic	Staged construction	37	43

Table [14] Staged construction info

Ph-No.	Active clusters	Inactive clusters	Active beams	Active geotextiles	Active anchors
0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.				
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.				
2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.		1, 2, 5, 6.		
3	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.	14.	1, 2, 5, 6.		
4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24.	11, 12, 13, 14, 18, 22.	1, 2, 5, 6.		
5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24.	11, 12, 13, 14, 18, 22.	1, 2, 5, 6, 11.		
6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24.	11, 12, 13, 14, 18, 22.	1, 2, 5, 6, 11.		

Ph-No.	Active clusters	Inactive clusters	Active beams	Active geotextiles	Active anchors
7	1, 2, 3, 4, 5, 17, 23, 24.	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22.	1, 2, 5, 6, 11.		
8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 17, 23, 24.	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22.	1, 2, 5, 6, 10, 11.		
9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 17, 23, 24.	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11.		
10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 17, 23, 24.	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.		
11	1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 14, 17, 23, 24.	7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.		
12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 14, 17, 23, 24.	7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.		

Table [15] Control parameters 1

Ph-No.	Additional steps	Reset displacements to zero	Ignore undrained behaviour	Delete intermediate steps
1	250	No	No	Yes
2	250	Yes	No	Yes
3	250	No	No	Yes
4	250	No	No	Yes
5	250	No	No	Yes
6	250	No	No	Yes
7	250	No	No	Yes
8	250	No	No	Yes
9	250	No	No	Yes
10	250	No	No	Yes
11	250	No	No	Yes
12	250	No	No	Yes

Table [16] Control parameters 2

Ph-No.	Iterative procedure	Tolerated error	Over relaxation	Max. iterations	Desired min.	Desired max.	Arc-Length control
1	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
2	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
3	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
4	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
5	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
6	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
7	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
8	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
9	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
10	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
11	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
12	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes

Table [17] Incremental multipliers (input values)

Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Table [18] Total multipliers - input values

Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
6	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
7	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
8	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
10	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
11	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
12	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000

Table [19] Total multipliers - reached values

Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
6	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
7	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
8	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
10	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
11	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
12	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000

### 8. RESULTS FOR PHASE 1

Table [20] Step info phase no: 1

Step no:	4
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	1,888
Relative stiffness	0,396

Table [21] Reached multipliers phase no: 1

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	0,0000	1,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [22] Staged construction info phase no: 1

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	1,000
Active proportion of stage	0,498	1,000

Table [23] Realised tunnel contraction info phase no: 1

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [24] Iteration info phase no: 1

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,009	3542	557	4	0	0	7	4
2	0,008	3542	569	38	0	0	7	7

Table [25] Active distributed loads A phase no: 1

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	488	0,000	-20,000	462	0,000	-20,000
2	462	0,000	-40,000	753	0,000	-40,000
3	1630	0,000	-40,000	1998	0,000	-40,000
4	1998	0,000	-20,000	2198	0,000	-20,000

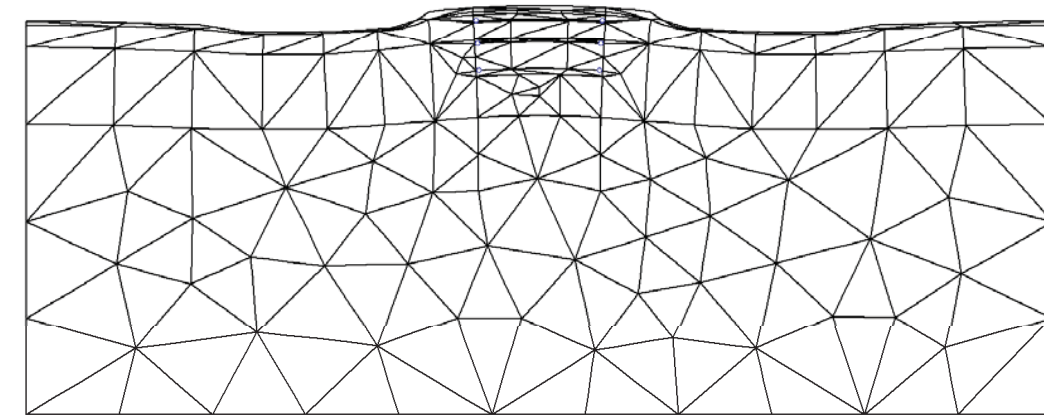


Fig. 7 Plot of deformed mesh - step no: 4 - ( phase: 1 )

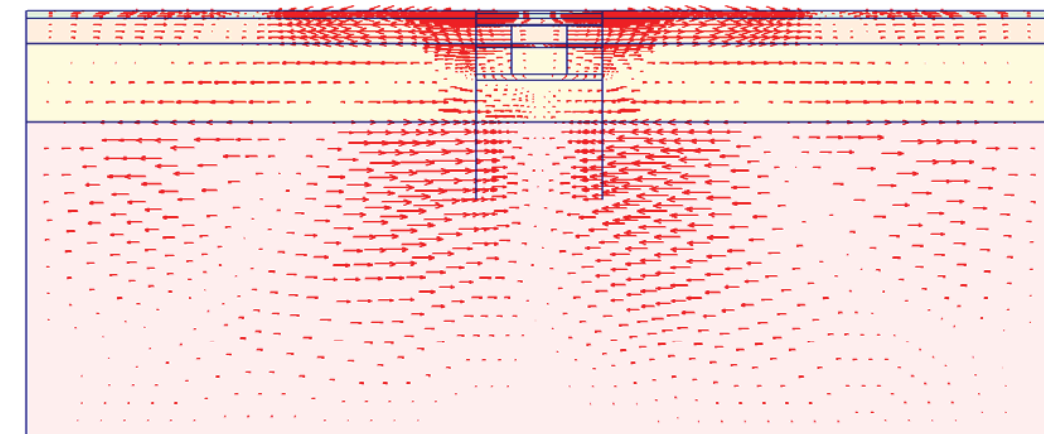
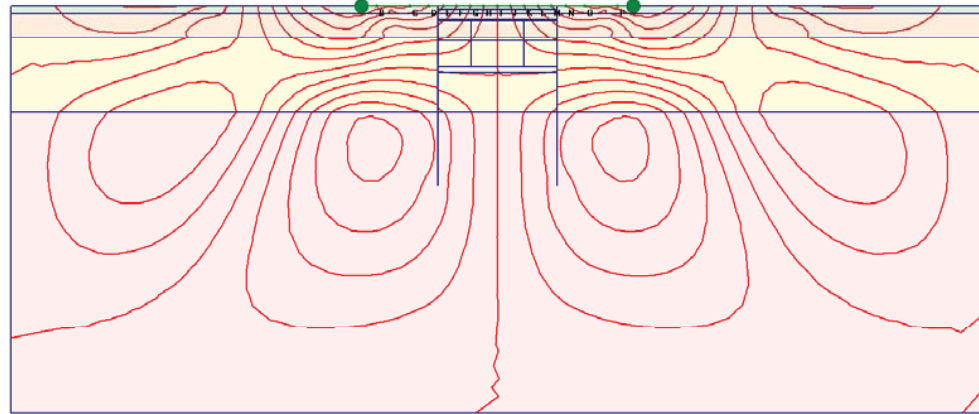
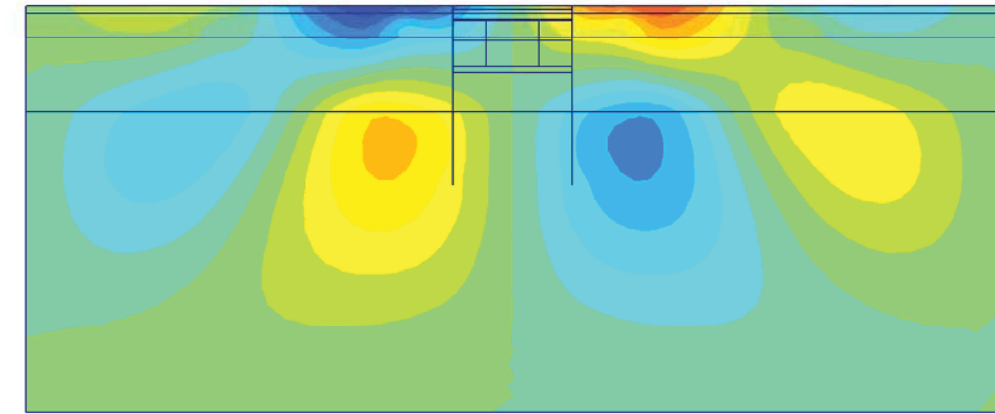


Fig. 8 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



[ $10^{-3}$ ]  
A: -16.000  
B: -14.000  
C: -12.000  
D: -10.000  
E: -8.000  
F: -6.000  
G: -4.000  
H: -2.000  
I: 0.000  
J: 2.000  
K: 4.000  
L: 6.000  
M: 8.000  
N: 10.000  
O: 12.000  
P: 14.000  
Q: 16.000

Fig. 9 Plot of horizontal displacements (contour lines)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



[ $10^{-3}$ ]  
16.000  
14.000  
12.000  
10.000  
8.000  
6.000  
4.000  
2.000  
0.000  
-2.000  
-4.000  
-6.000  
-8.000  
-10.000  
-12.000  
-14.000  
-16.000

Fig. 10 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )

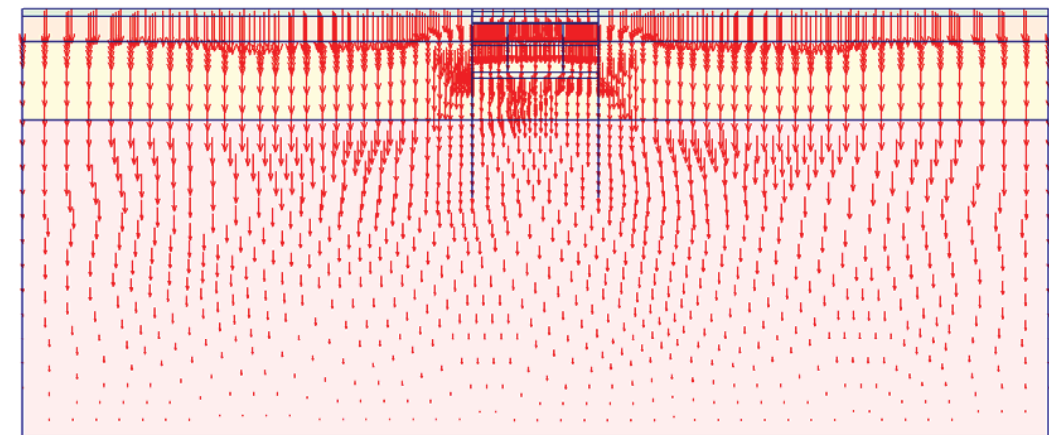
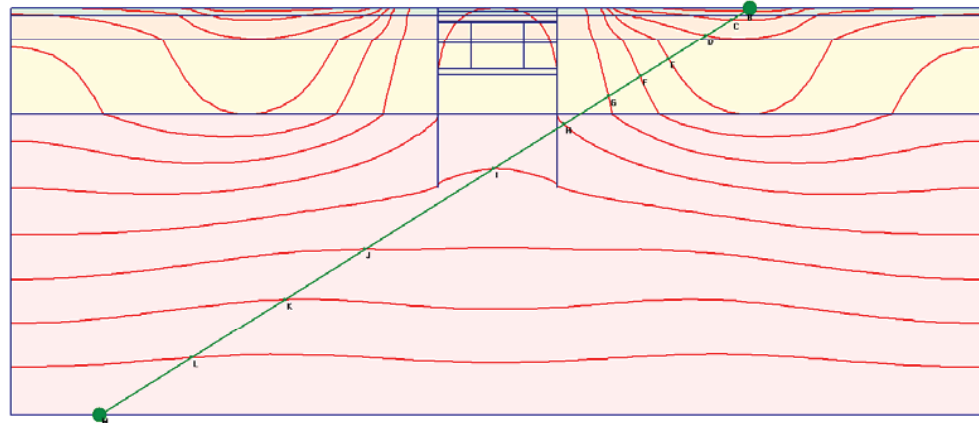
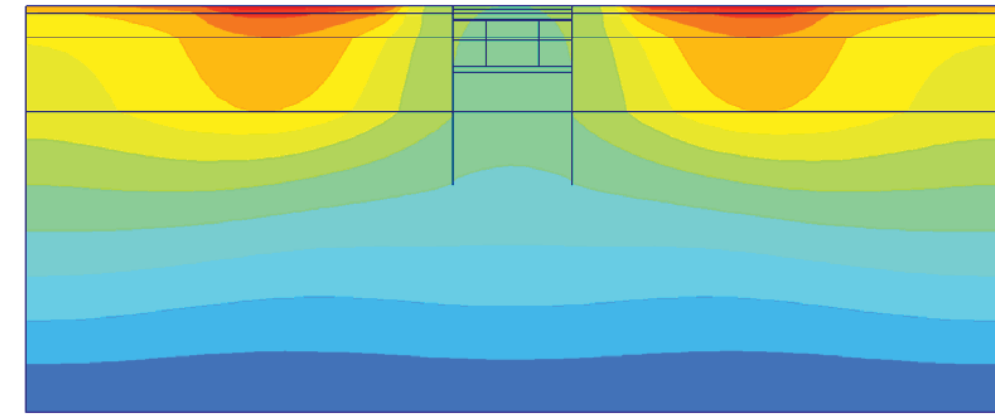


Fig. 11 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
A: -120.000  
B: -110.000  
C: -100.000  
D: -90.000  
E: -80.000  
F: -70.000  
G: -60.000  
H: -50.000  
I: -40.000  
J: -30.000  
K: -20.000  
L: -10.000  
M: -0.000  
N: 10.000

Fig. 12 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
10.000  
0.000  
-10.000  
-20.000  
-30.000  
-40.000  
-50.000  
-60.000  
-70.000  
-80.000  
-90.000  
-100.000  
-110.000  
-120.000

Fig. 13 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )

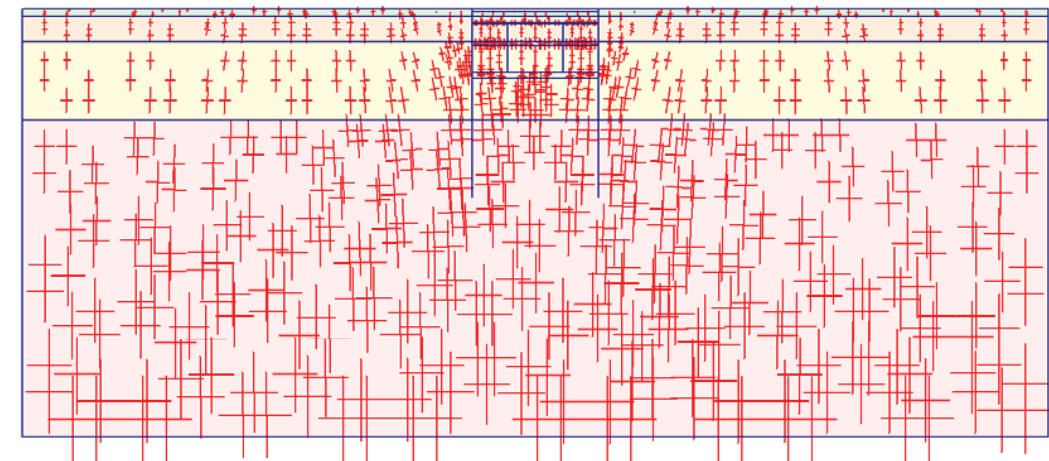
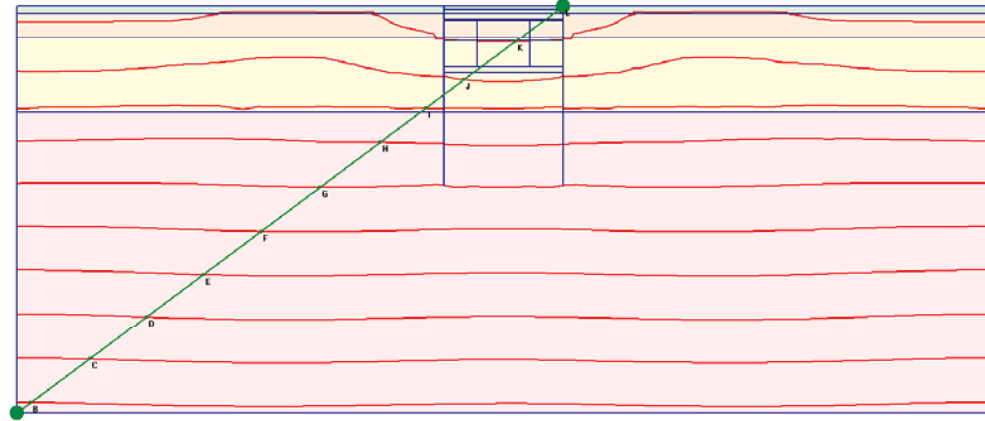




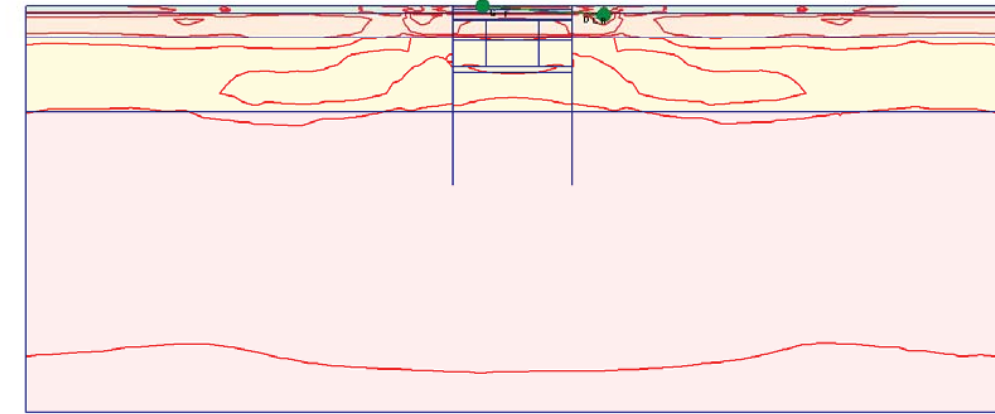
Fig. 14 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



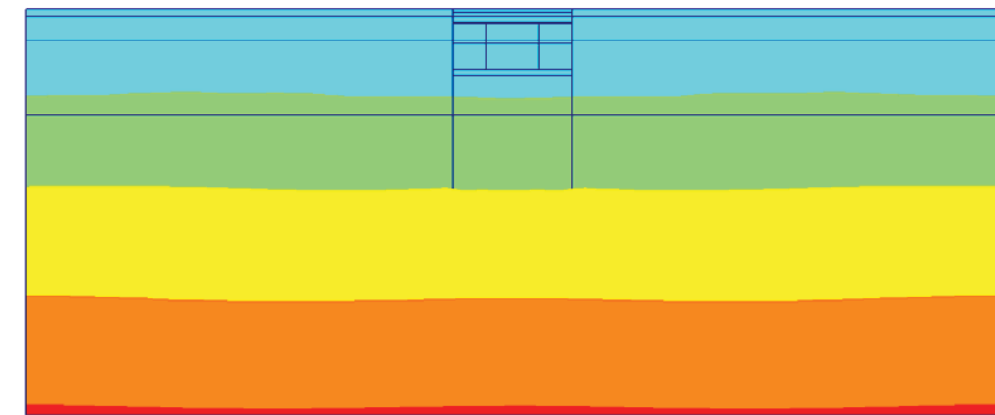
A: -440.000  
B: -400.000  
C: -360.000  
D: -320.000  
E: -280.000  
F: -240.000  
G: -200.000  
H: -160.000  
I: -120.000  
J: -80.000  
K: -40.000  
L: 0.000  
M: 40.000

Fig. 15 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )

Fig. 16 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



A: 0.300  
B: 0.400  
C: 0.500  
D: 0.600  
E: 0.700  
F: 0.800  
G: 0.900  
H: 1.000



100.000  
0.000  
-100.000  
-200.000  
-300.000  
-400.000  
-500.000

Fig. 17 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )

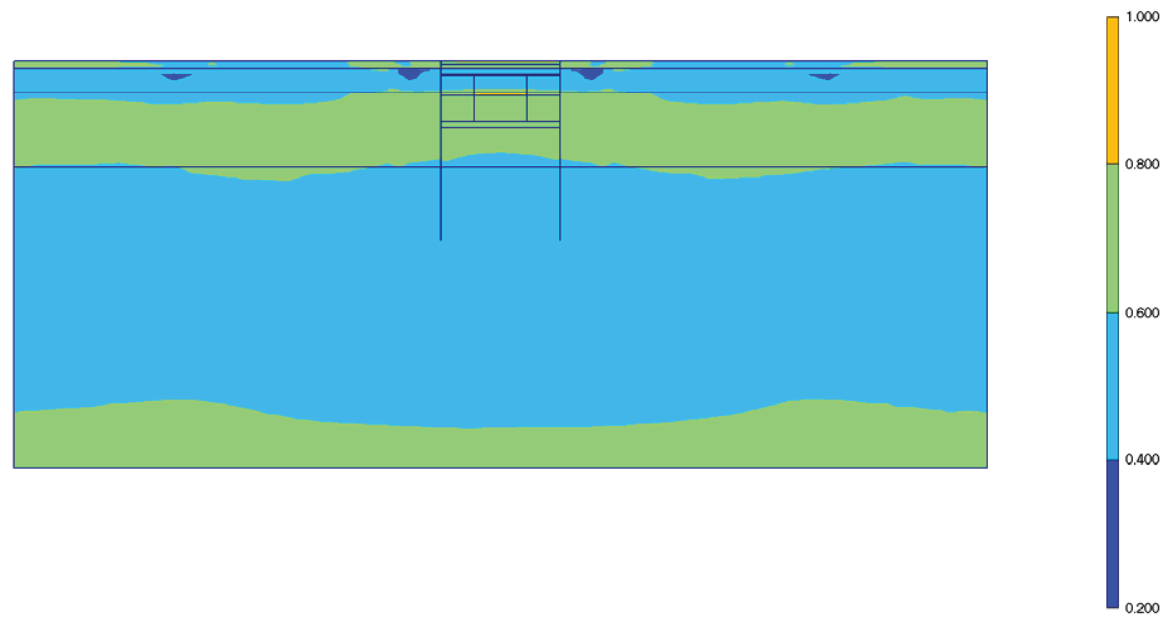


Fig. 18 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )

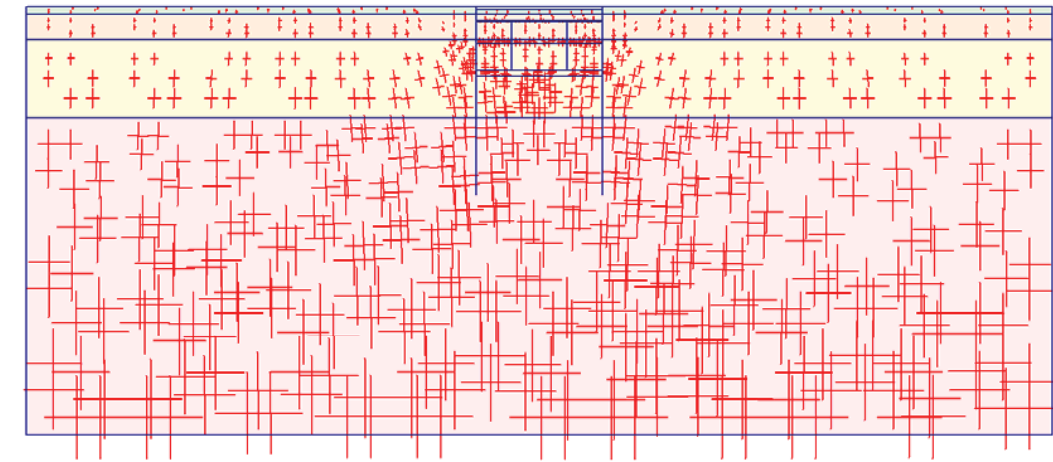
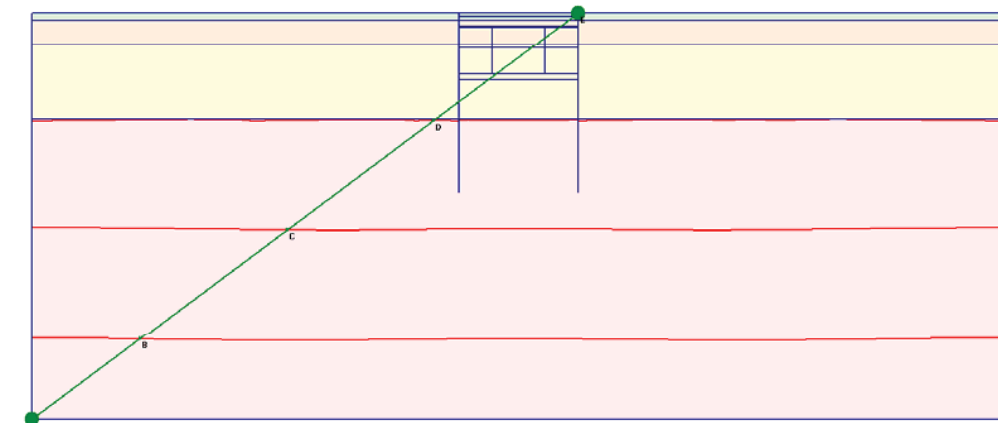
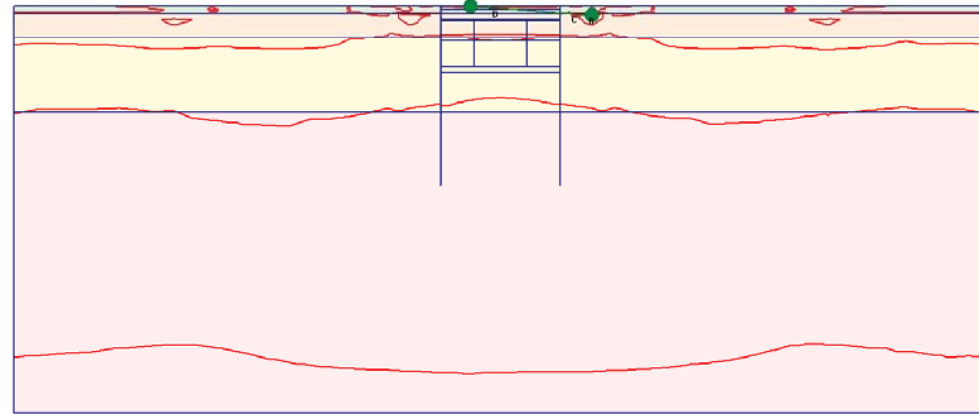


Fig. 19 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



A: -1000.00  
B: -750.000  
C: -500.000  
D: -250.000  
E: 0.000  
F: 250.000

Fig. 20 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



- A: 0.200
- B: 0.400
- C: 0.600
- D: 0.800
- E: 1.000

Fig. 21 Plot of total stresses (relative shear contours)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )

Fig. 22 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )

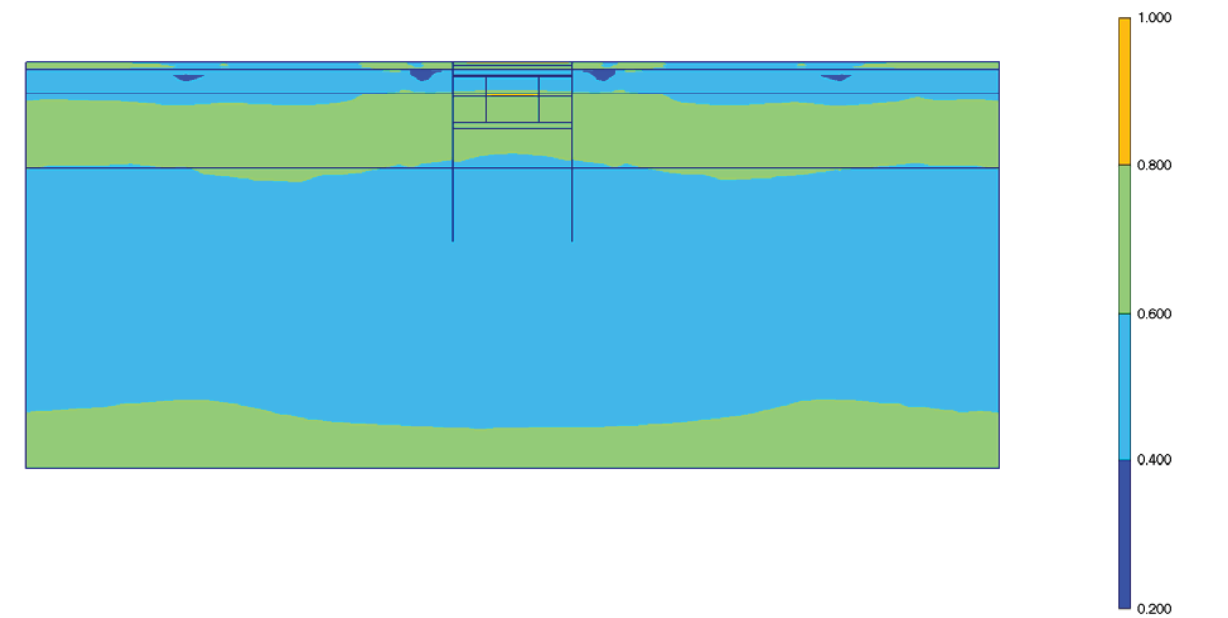
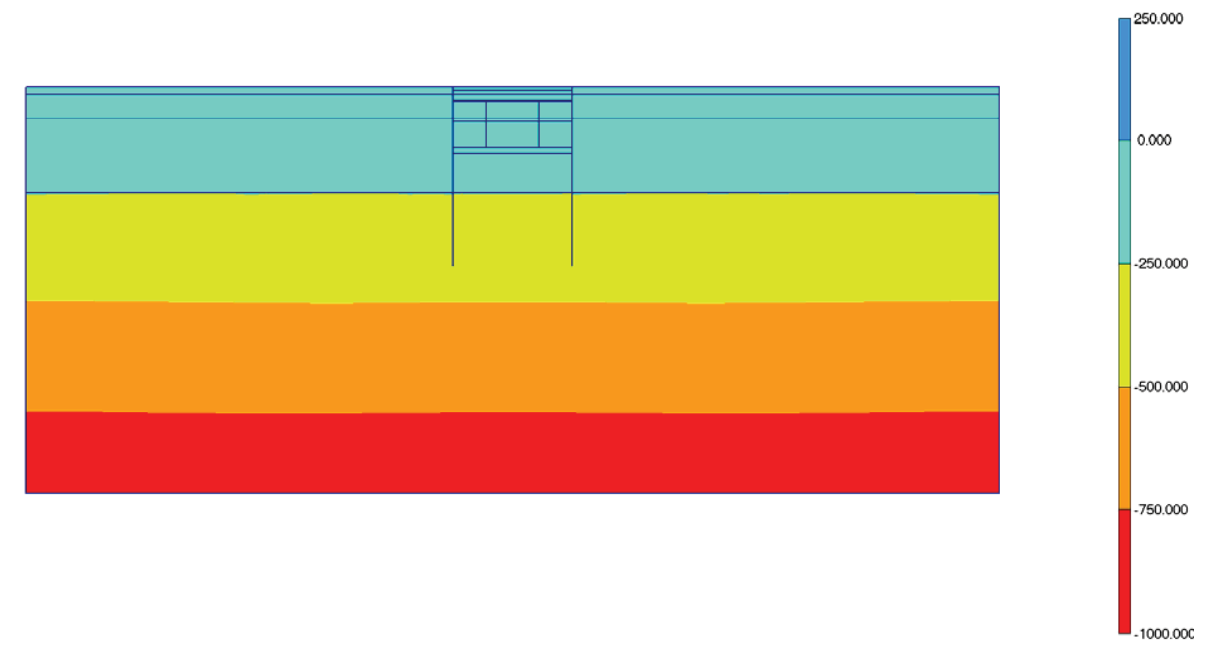
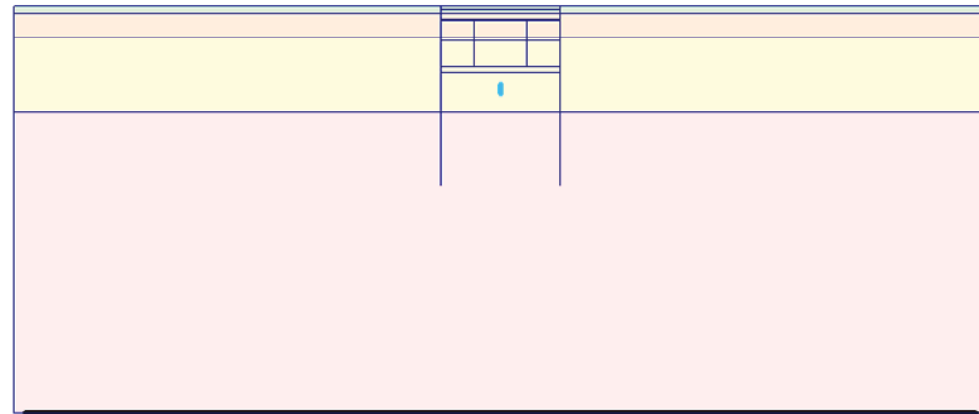


Fig. 23 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



A: 2.220  
B: 2.240  
C: 2.260  
D: 2.280

Fig. 24 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )

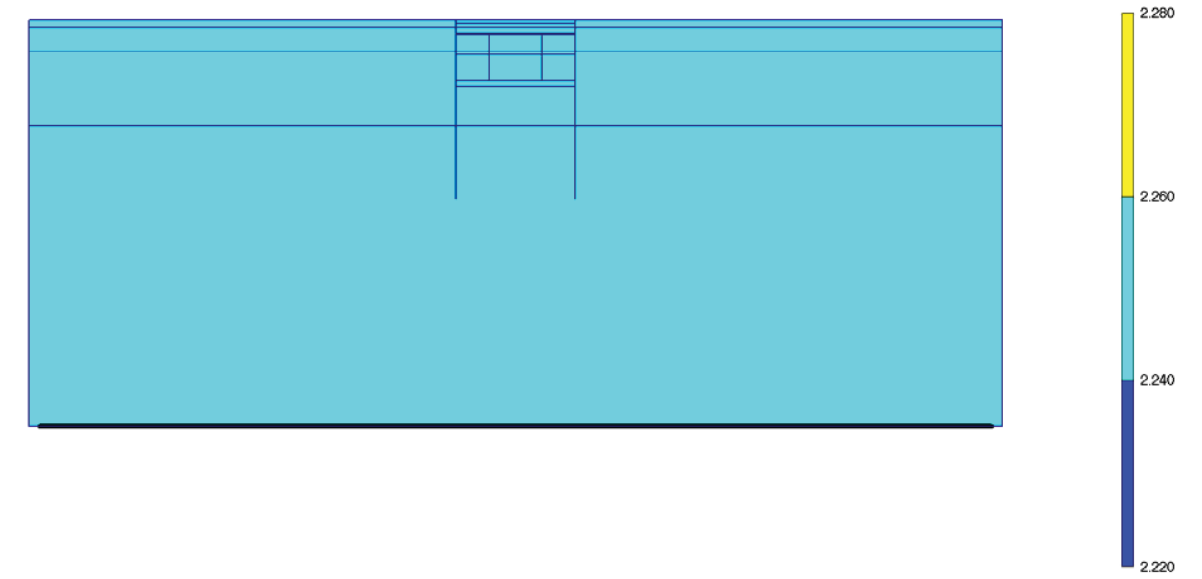
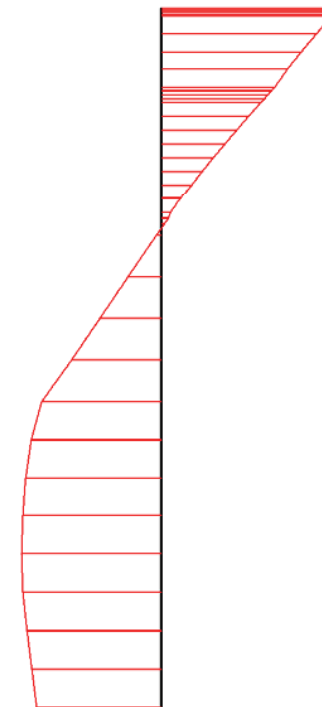
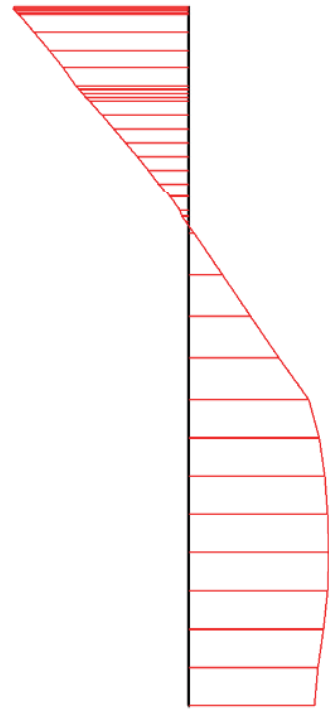


Fig. 25 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )

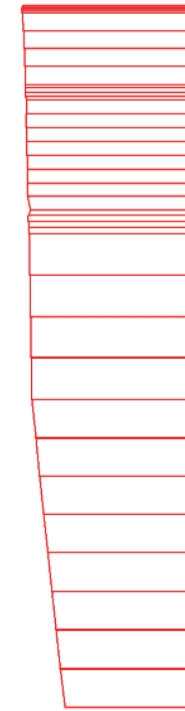


**Fig. 26 Horizontal displacements in beam (plate no: 6)**  
 Extreme value  $6,82 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 1)



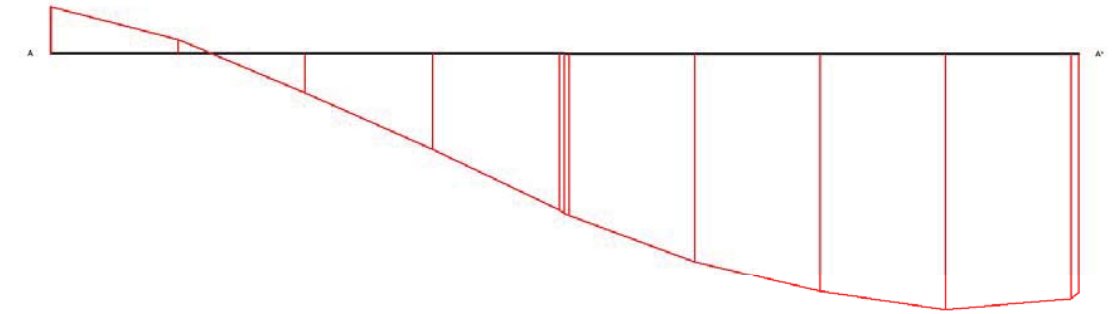
**Fig. 27 Horizontal displacements in beam (plate no: 5)**  
 Extreme value  $-6,81 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 1)

**Fig. 28 Vertical displacements in beam (plate no: 6)**  
 Extreme value  $-52,55 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 1)

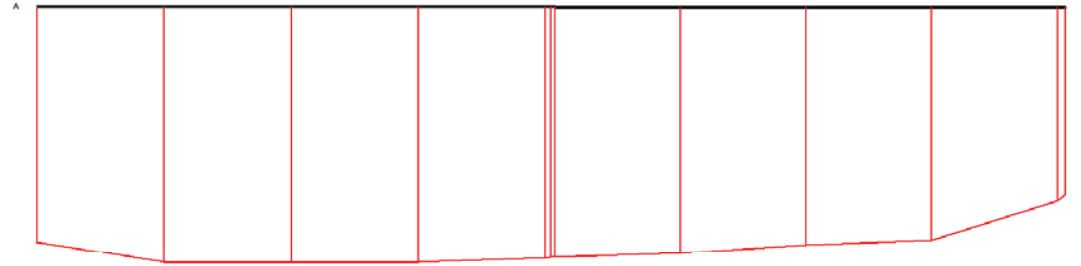




**Fig. 29 Vertical displacements in beam (plate no: 5)**  
 Extreme value  $-52,53 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 1)



**Fig. 30 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-14,25 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 1)



**Fig. 31 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-116,94 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 1)

### 9. RESULTS FOR PHASE 2

**Table [26] Step info phase no: 2**

Step no:	7
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	1,489
Relative stiffness	0,483

**Table [27] Reached multipliers phase no: 2**

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	0,0000	1,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

**Table [28] Staged construction info phase no: 2**

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	1,000
Active proportion of stage	0,406	1,000

**Table [29] Realised tunnel contraction info phase no: 2**

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

**Table [30] Iteration info phase no: 2**

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,002	2672	2375	11	0	0	2	2
2	0,001	2654	2372	4	0	0	2	2

**Table [31] Active distributed loads A phase no: 2**

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	488	0,000	-20,000	462	0,000	-20,000
2	462	0,000	-40,000	753	0,000	-40,000
3	1630	0,000	-40,000	1998	0,000	-40,000
4	1998	0,000	-20,000	2198	0,000	-20,000

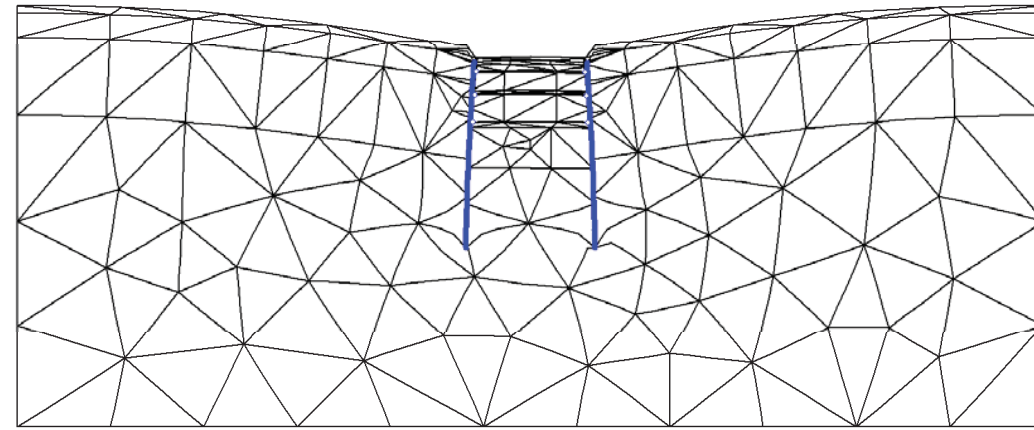


Fig. 32 Plot of deformed mesh  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

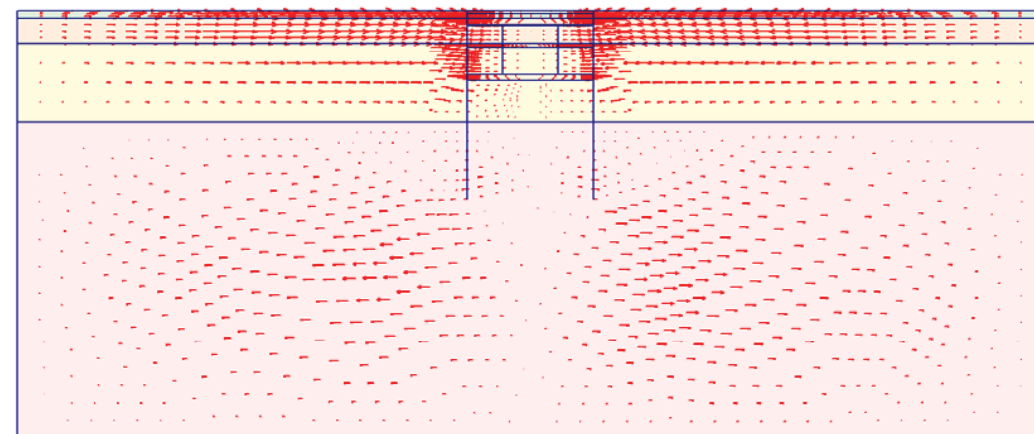
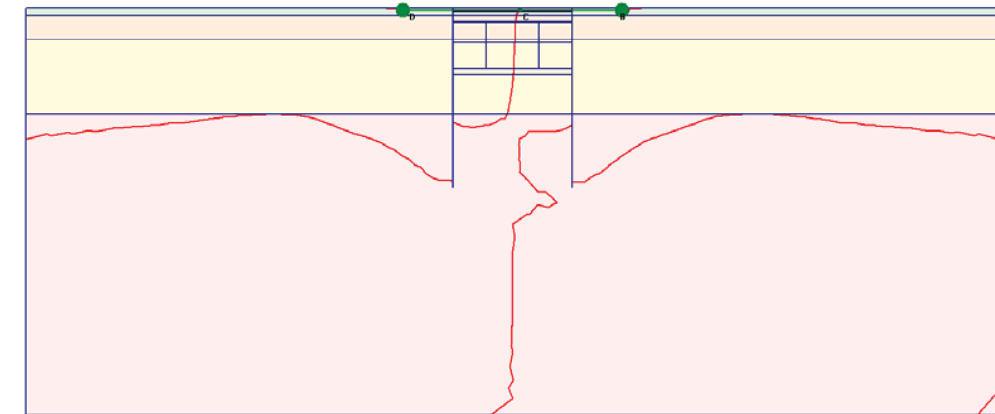


Fig. 33 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
A: -4.000  
B: -2.000  
C: 0.000  
D: 2.000  
E: 4.000

Fig. 34 Plot of horizontal displacements (contour lines)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )



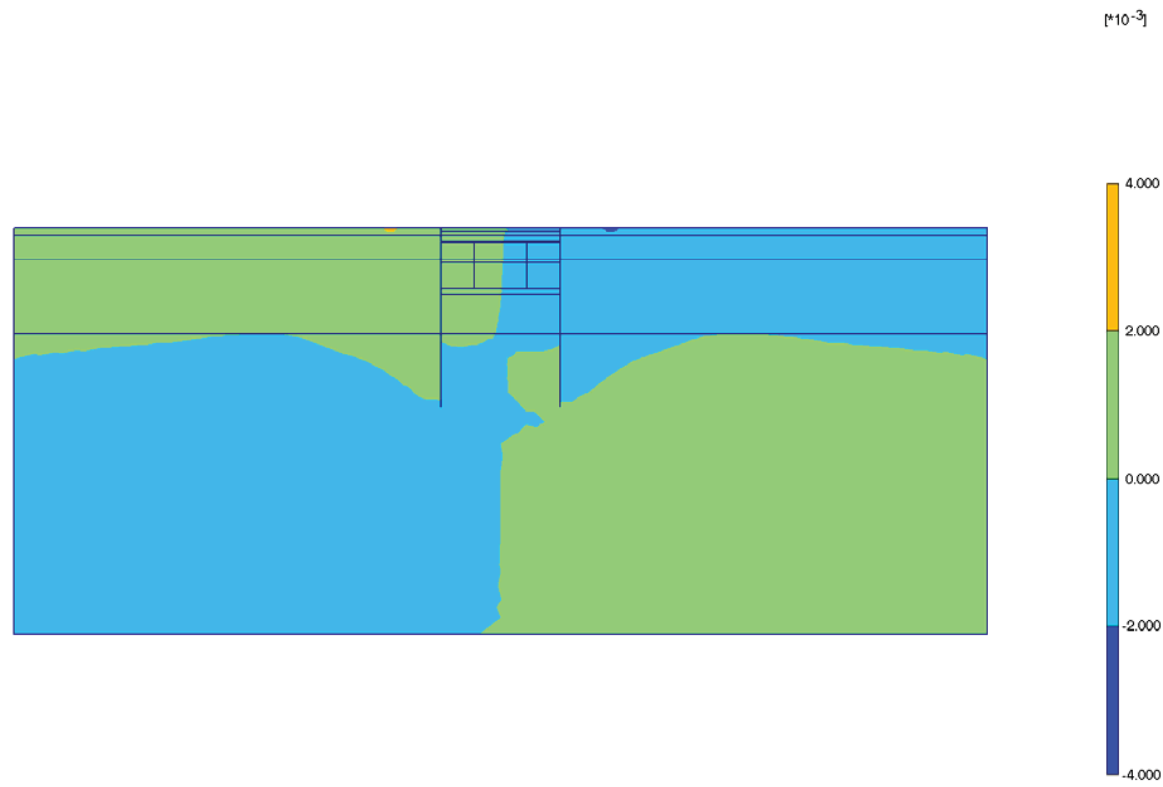


Fig. 35 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

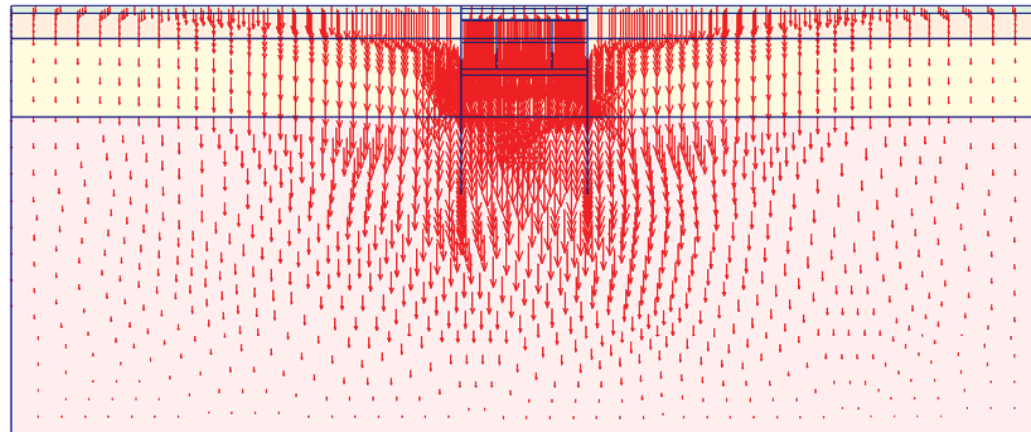


Fig. 36 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

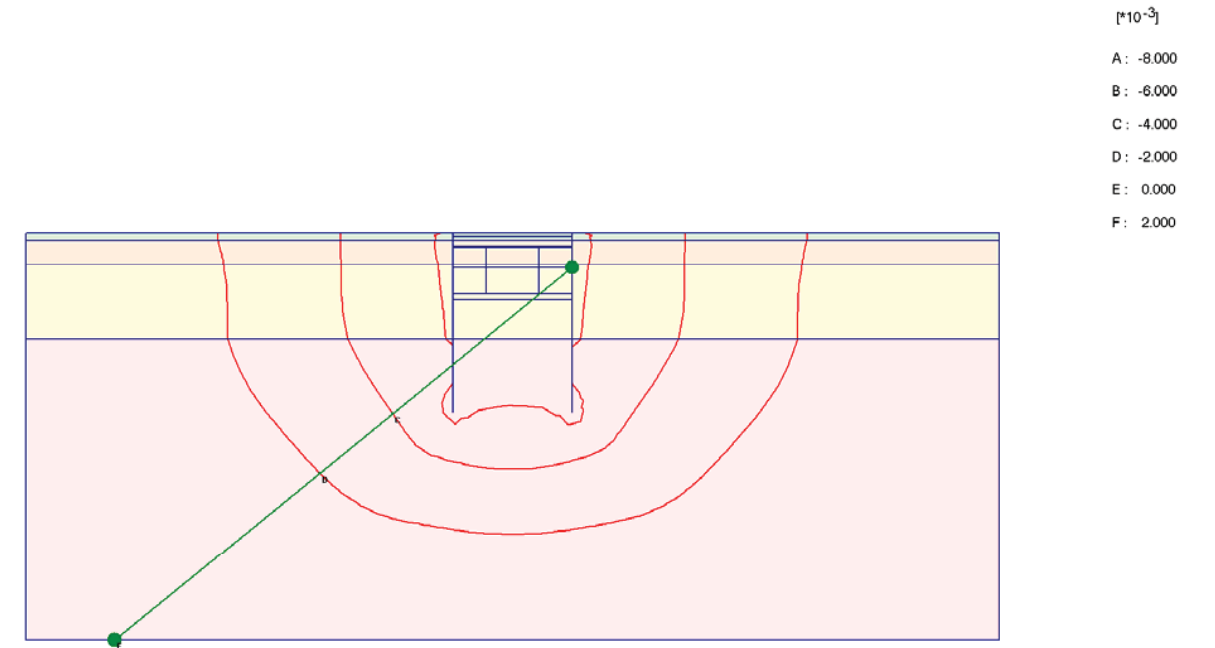
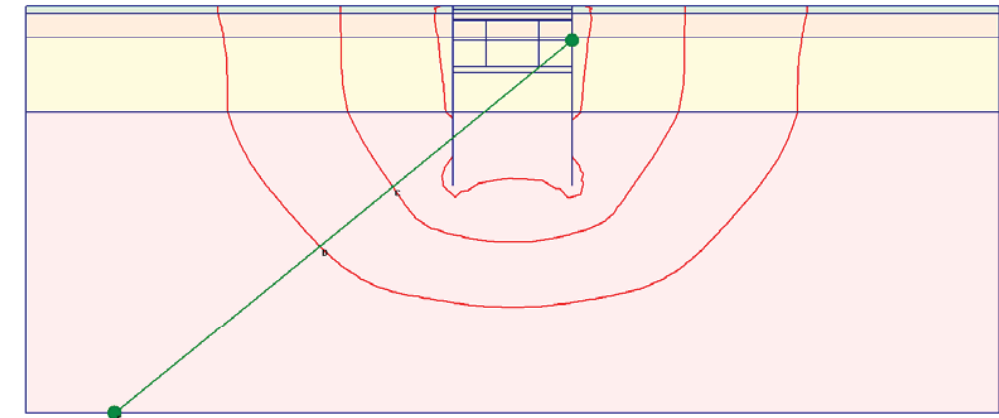


Fig. 37 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )



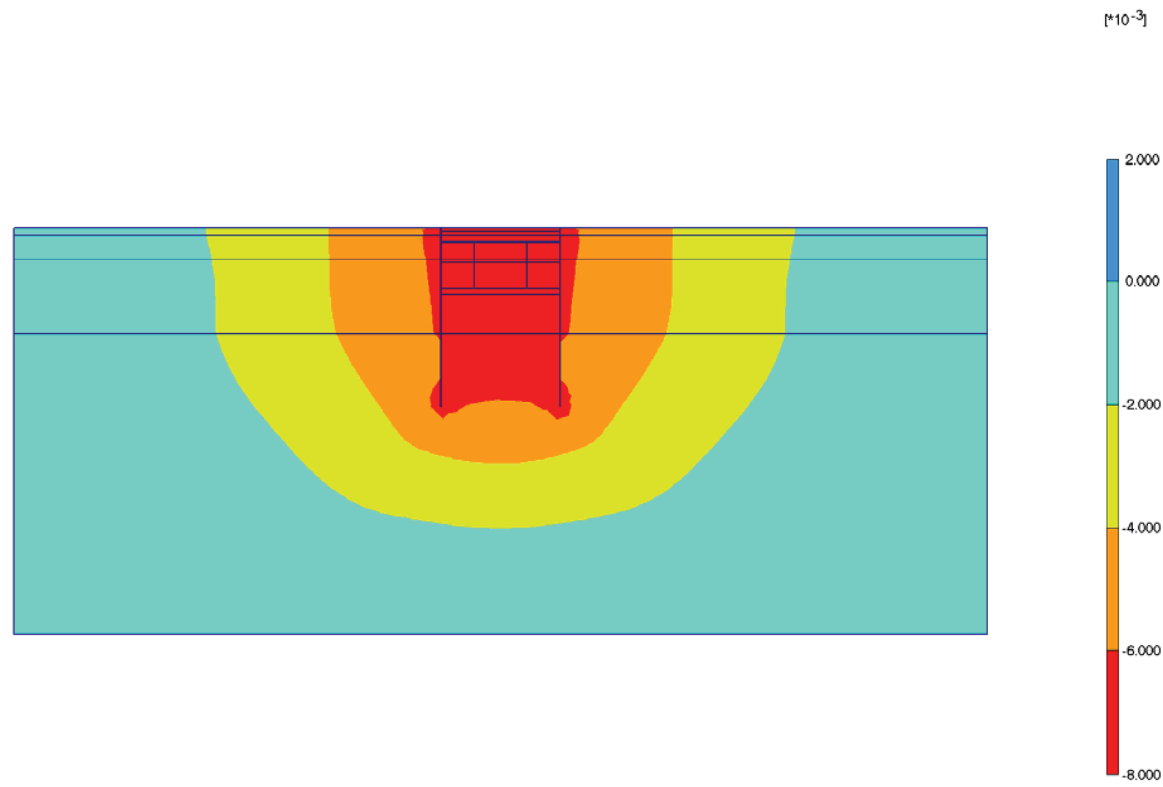


Fig. 38 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

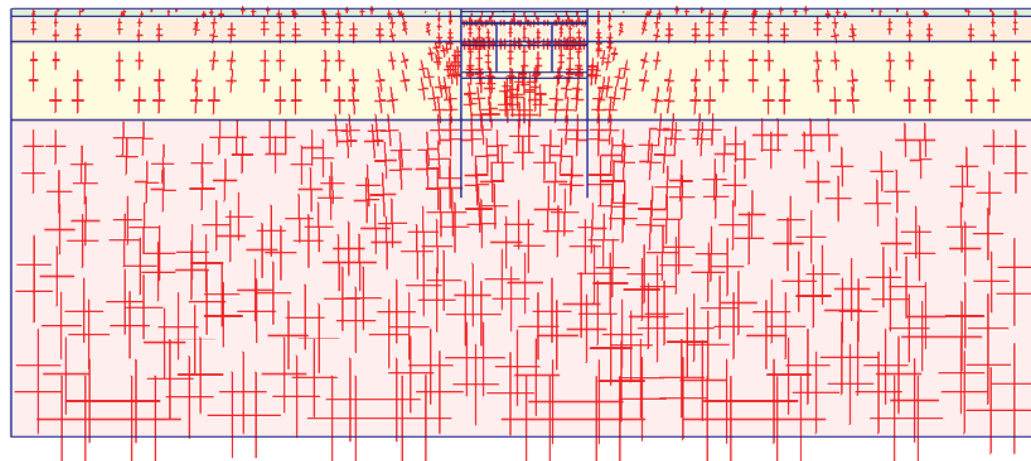


Fig. 39 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

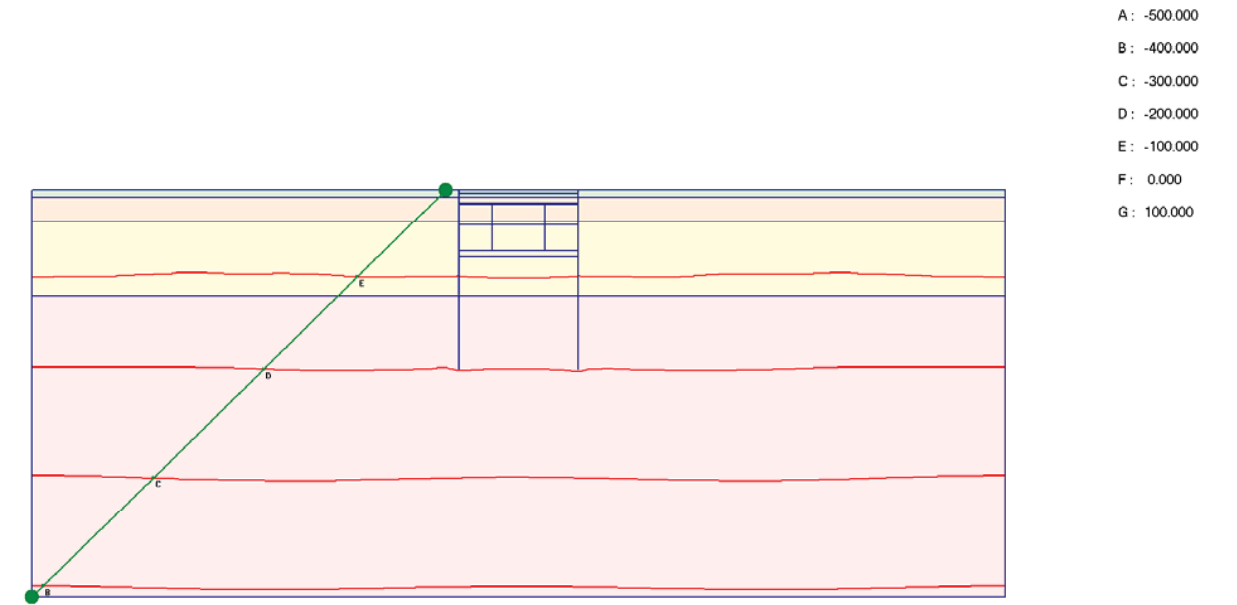
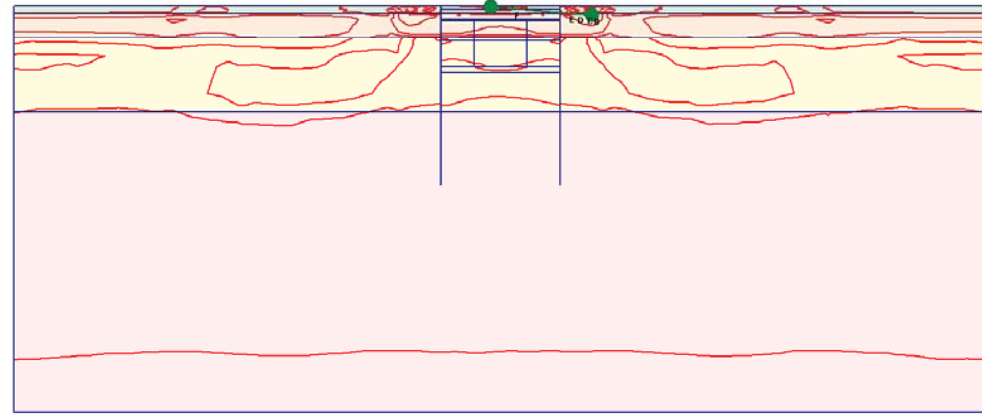
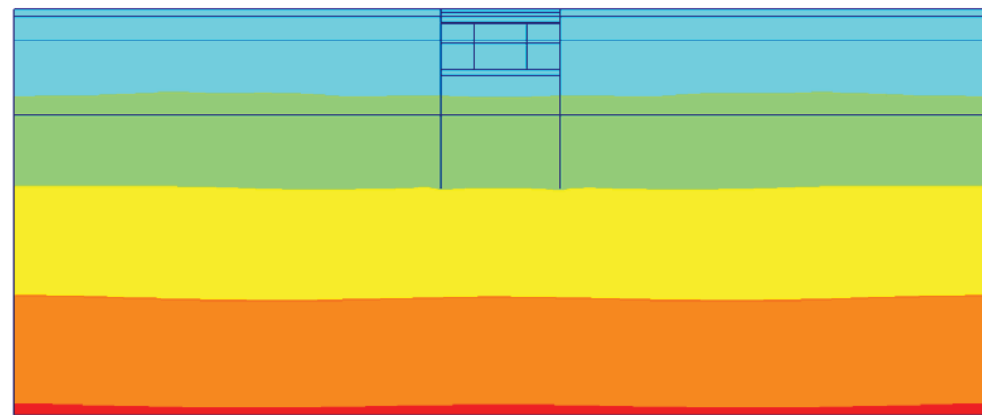


Fig. 40 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )



- A: 0.200
- B: 0.300
- C: 0.400
- D: 0.500
- E: 0.600
- F: 0.700
- G: 0.800

Fig. 41 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )



- 100.000
- 0.000
- 100.000
- 200.000
- 300.000
- 400.000
- 500.000

Fig. 42 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

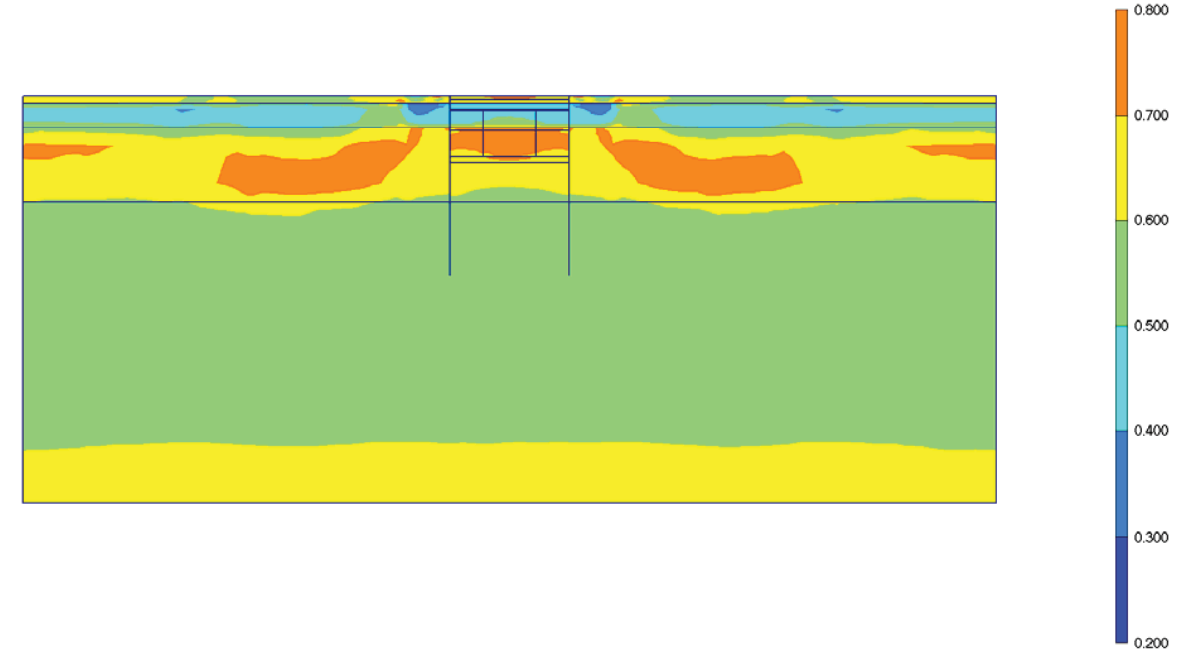


Fig. 43 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

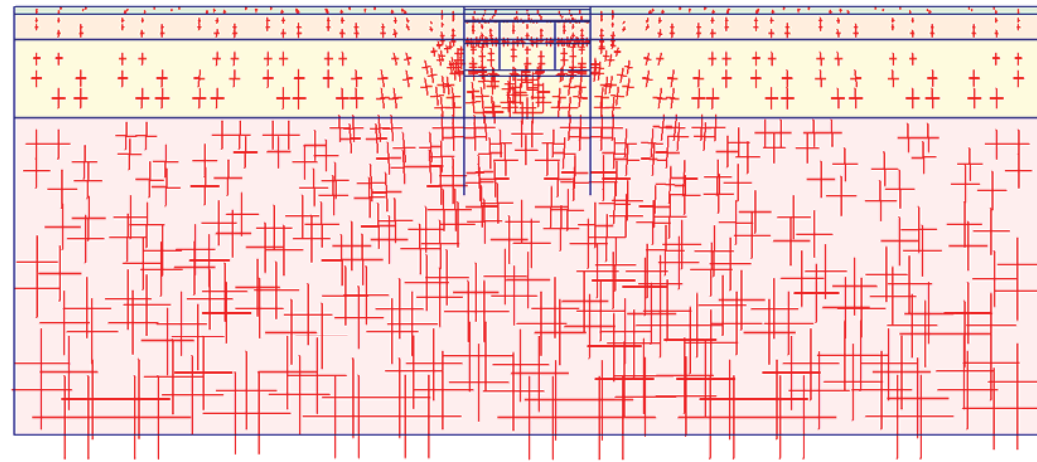


Fig. 44 Plot of total stresses (principal directions) - step no: 7 - ( phase: 2 )

- A: -1000.00
- B: -800.000
- C: -600.000
- D: -400.000
- E: -200.000
- F: 0.000
- G: 200.000

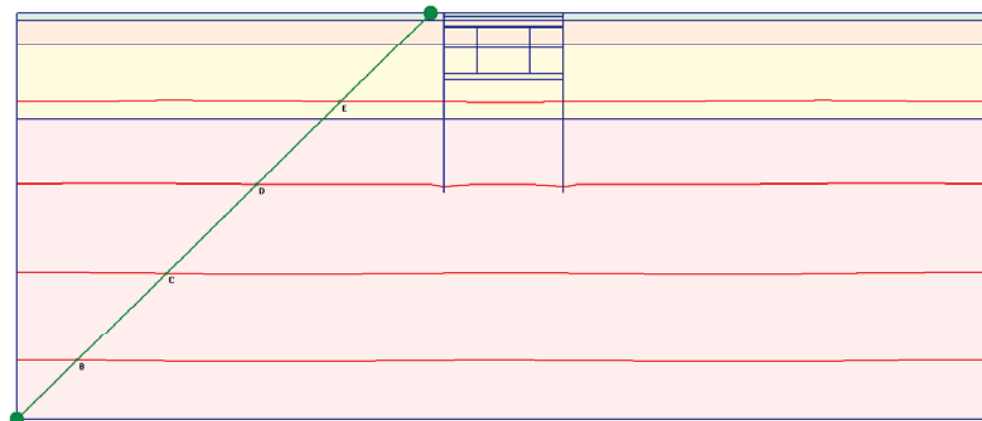
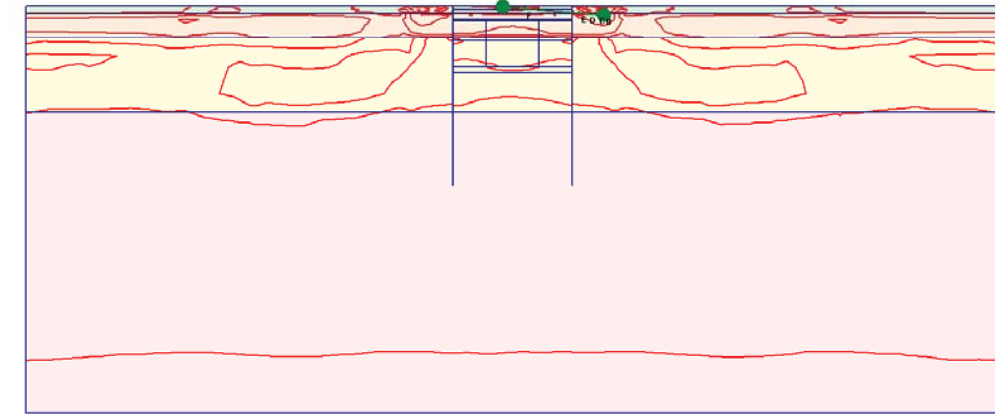


Fig. 44 Plot of total stresses (principal directions) - step no: 7 - ( phase: 2 )

Fig. 45 Plot of total stresses (mean contours) - step no: 7 - ( phase: 2 )



- A: 0.200
- B: 0.300
- C: 0.400
- D: 0.500
- E: 0.600
- F: 0.700
- G: 0.800

Fig. 46 Plot of total stresses (relative shear contours) - step no: 7 - ( phase: 2 )

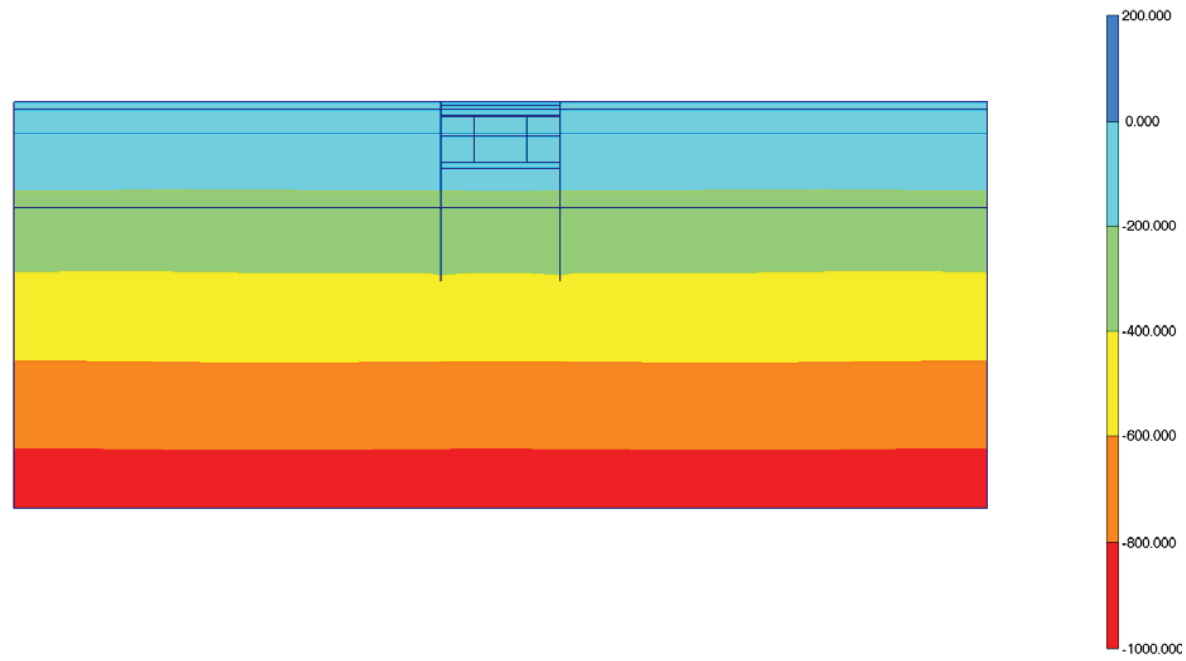


Fig. 47 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

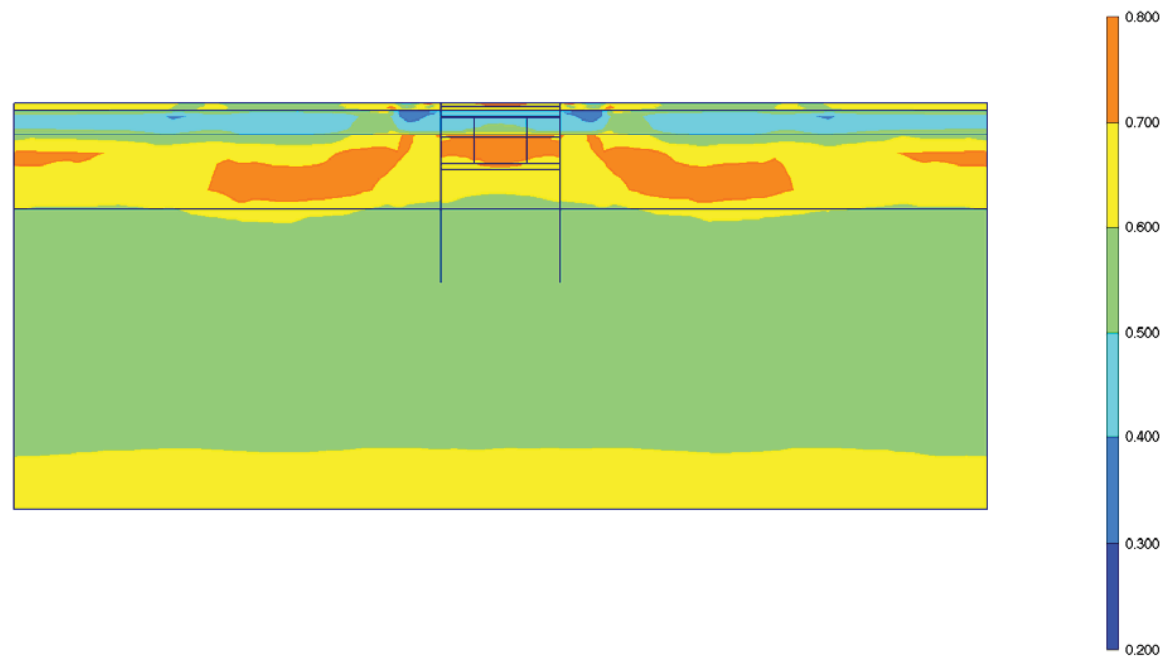


Fig. 48 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

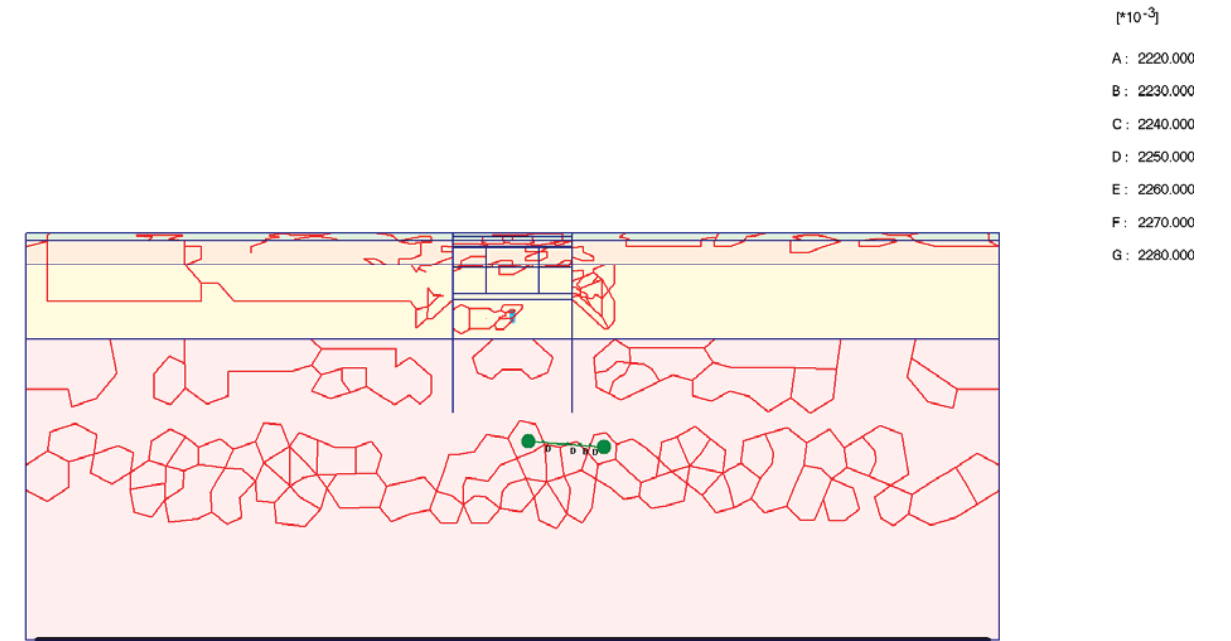


Fig. 49 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

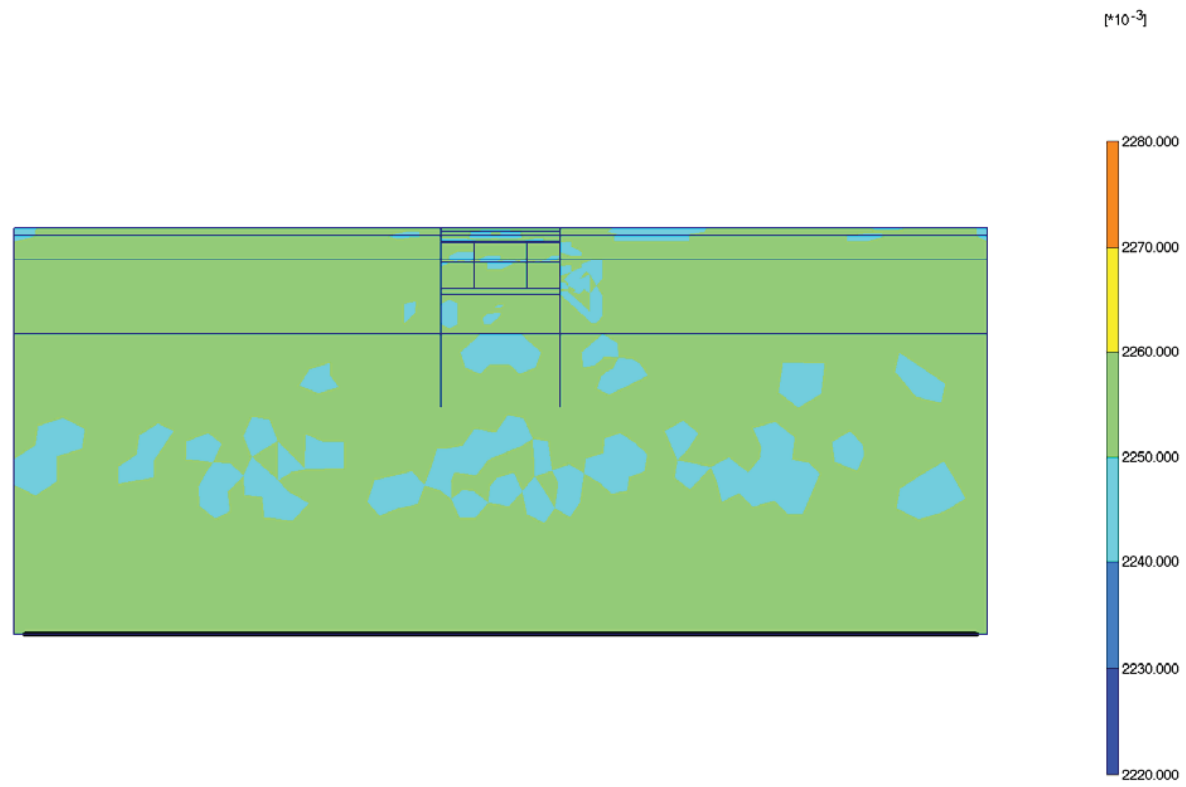


Fig. 50 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

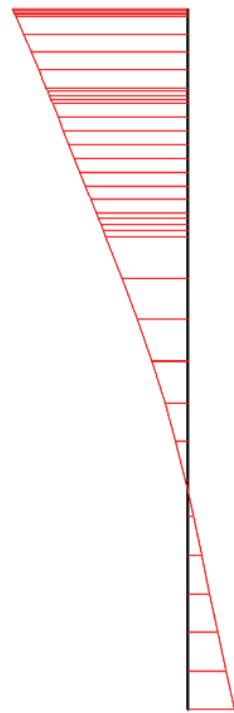


Fig. 51 Horizontal displacements in beam (plate no: 6)  
Extreme value  $-750,25*10^{-6}$  m (phase: 2)

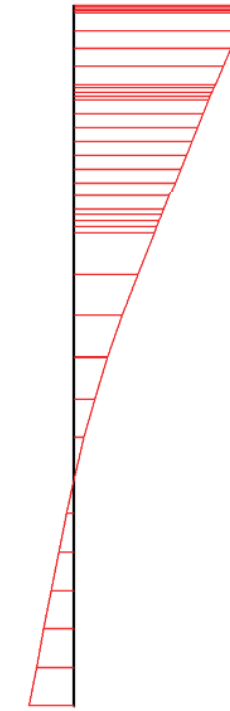
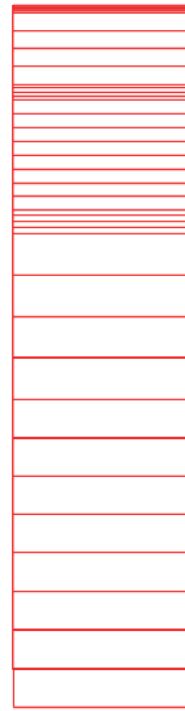


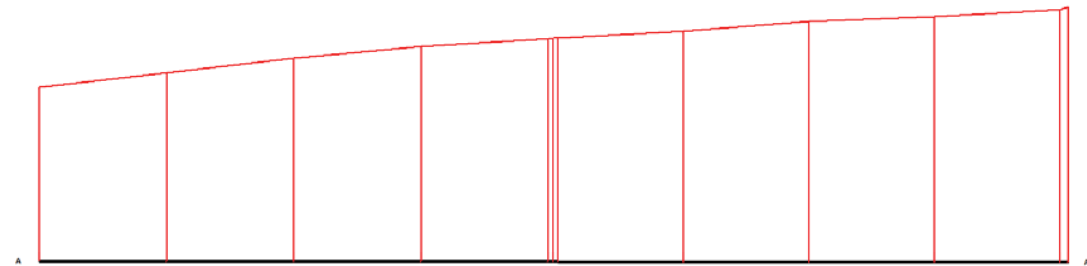
Fig. 52 Horizontal displacements in beam (plate no: 5)  
Extreme value  $777,65*10^{-6}$  m (phase: 2)



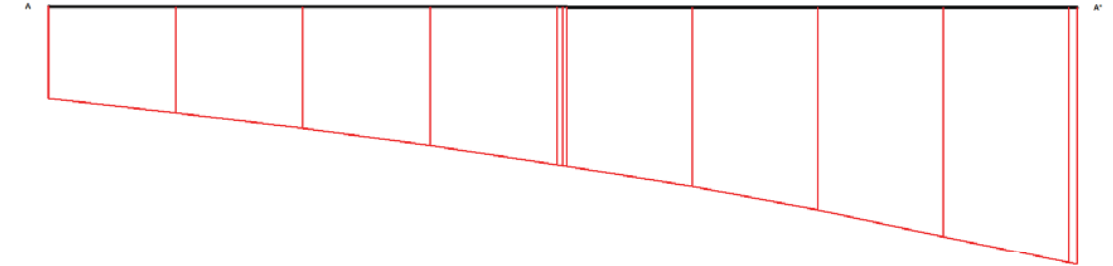
**Fig. 53 Vertical displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $-7,68 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 2)



**Fig. 54 Vertical displacements in beam (plate no: 5)**  
Extreme value  $-7,62 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 2)



**Fig. 55 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $2,04 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 2)



**Fig. 56 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-5,42 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 2)



### 10. RESULTS FOR PHASE 3

Table [32] Step info phase no: 3

Step no:	9
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	1,065
Relative stiffness	0,811

Table [33] Reached multipliers phase no: 3

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	0,0000	1,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [34] Staged construction info phase no: 3

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,999
Active proportion of stage	0,500	1,000

Table [35] Realised tunnel contraction info phase no: 3

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [36] Iteration info phase no: 3

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,000	281	240	86	0	0	10	10
2	0,000	274	238	33	0	0	10	10
3	0,000	272	237	31	0	0	6	6
4	0,000	270	239	26	0	0	6	6

Table [37] Active distributed loads A phase no: 3

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	488	0,000	-20,000	462	0,000	-20,000
2	462	0,000	-40,000	753	0,000	-40,000
3	1630	0,000	-40,000	1998	0,000	-40,000
4	1998	0,000	-20,000	2198	0,000	-20,000

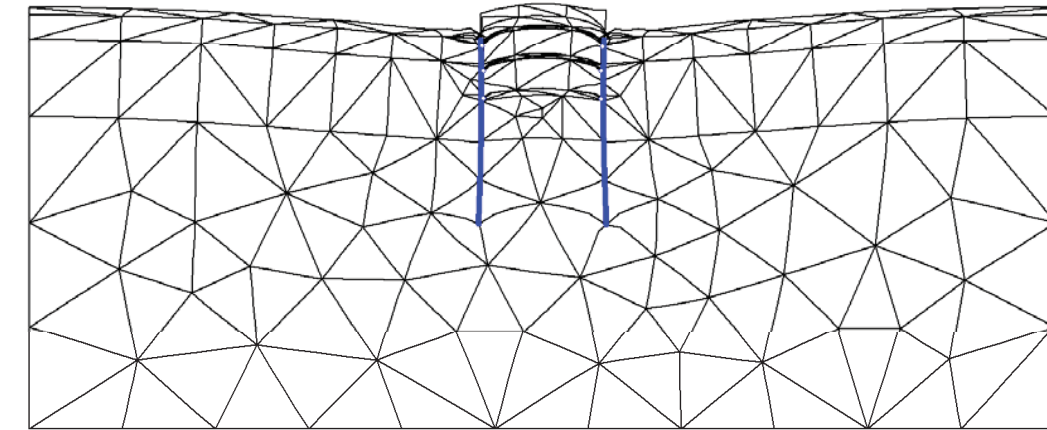


Fig. 57 Plot of deformed mesh - step no: 9 - ( phase: 3 )

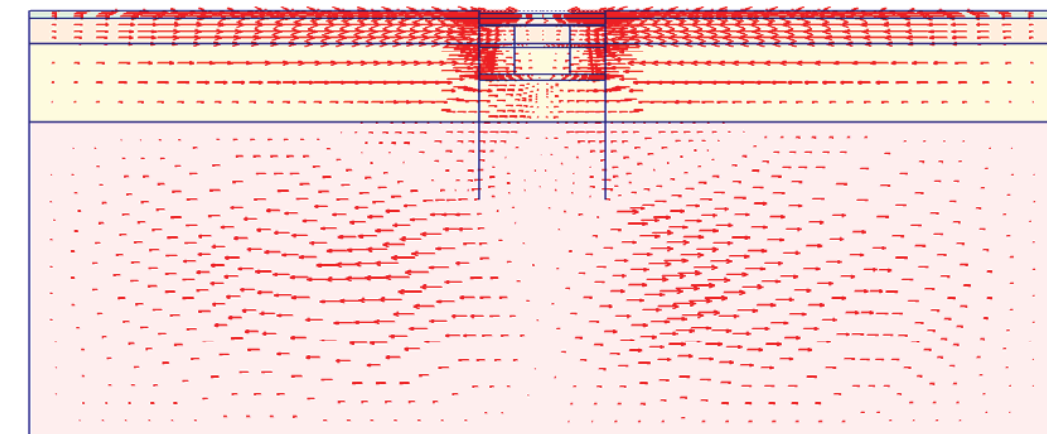
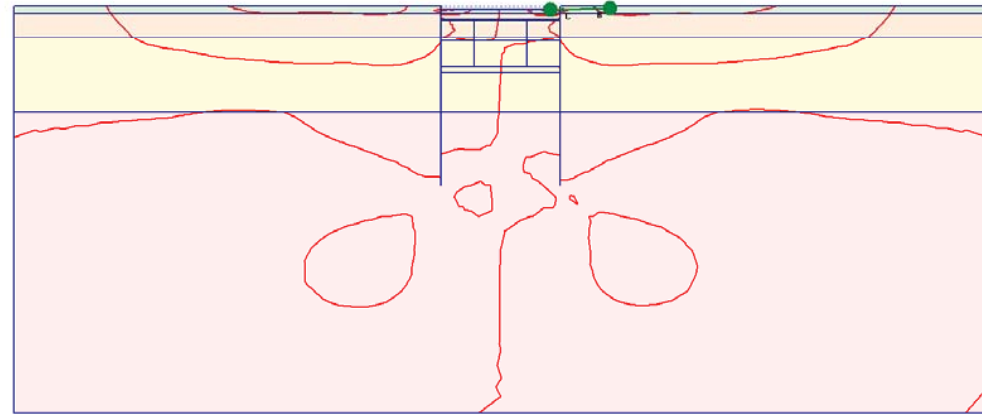
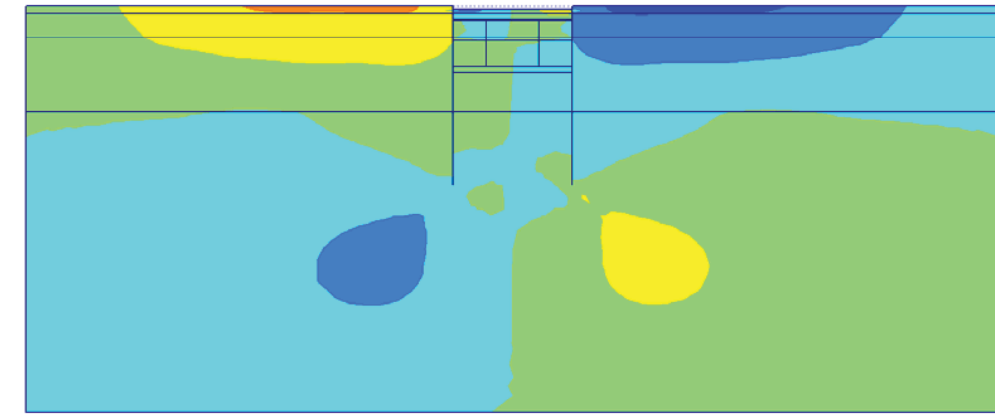


Fig. 58 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
A: -1.500  
B: -1.000  
C: -0.500  
D: 0.000  
E: 0.500  
F: 1.000  
G: 1.500

Fig. 59 Plot of horizontal displacements (contour lines)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
1.500  
1.000  
0.500  
0.000  
-0.500  
-1.000  
-1.500

Fig. 60 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )

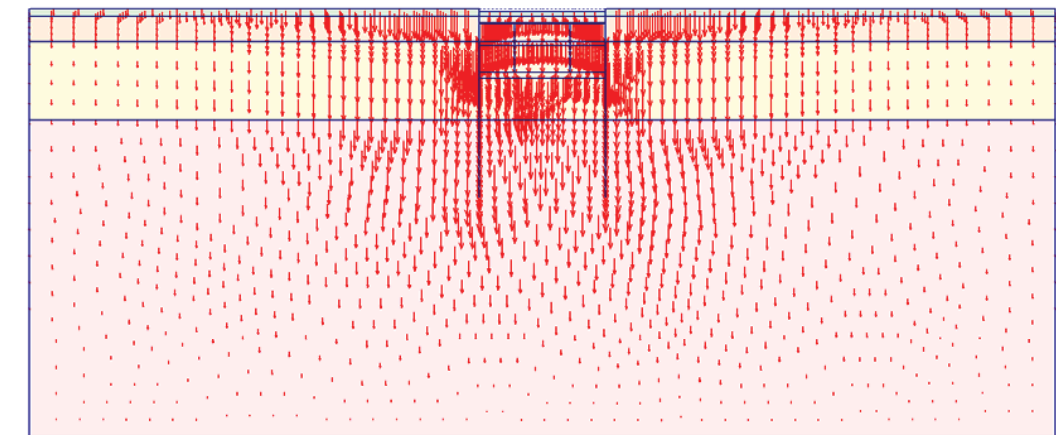
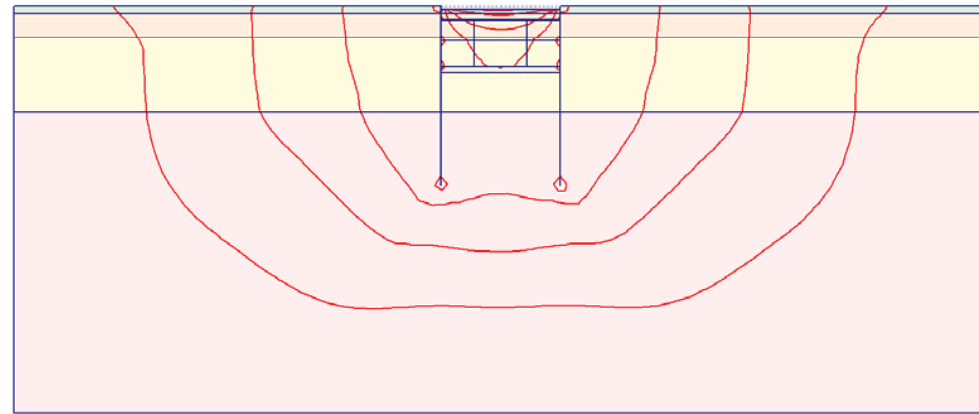


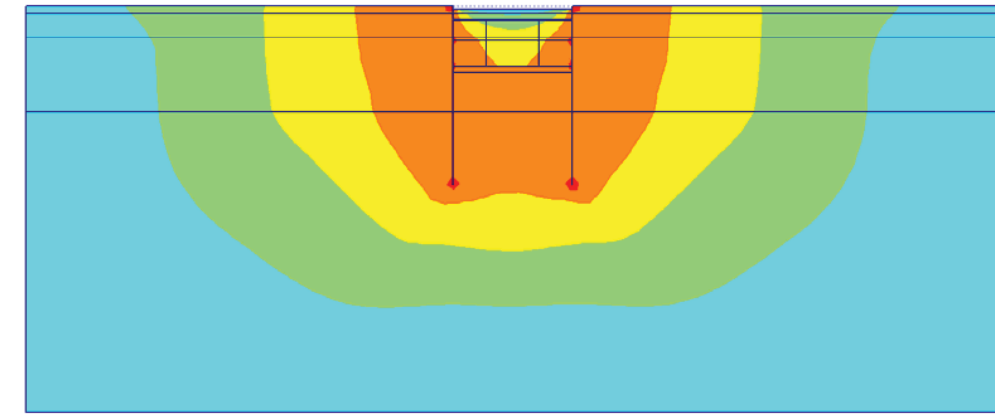
Fig. 61 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
A: -5.000  
B: -4.000  
C: -3.000  
D: -2.000  
E: -1.000  
F: 0.000  
G: 1.000

Fig. 62 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )

[\*10<sup>-3</sup>]



1.000  
0.000  
-1.000  
-2.000  
-3.000  
-4.000  
-5.000

Fig. 63 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )

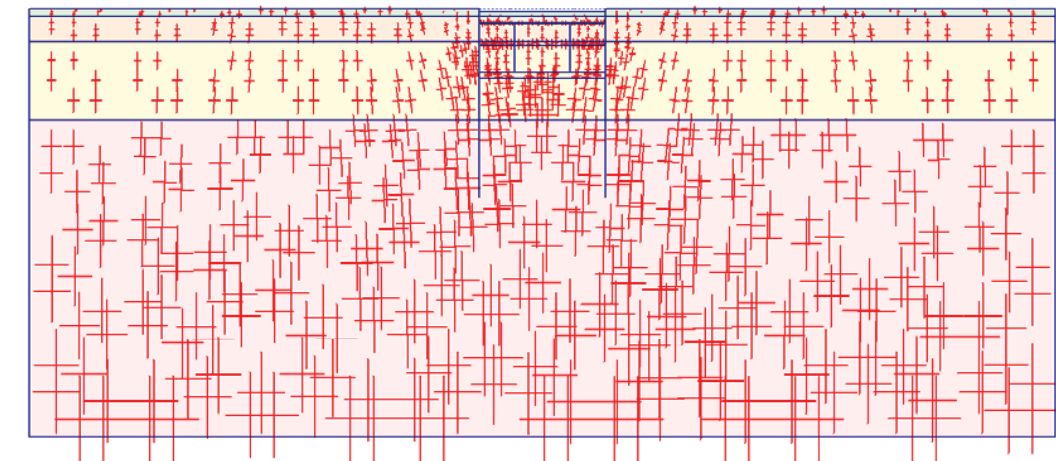
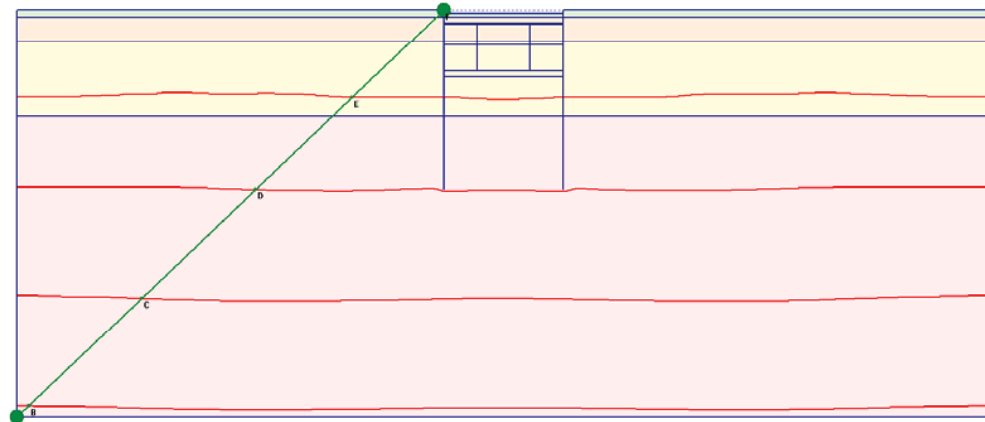


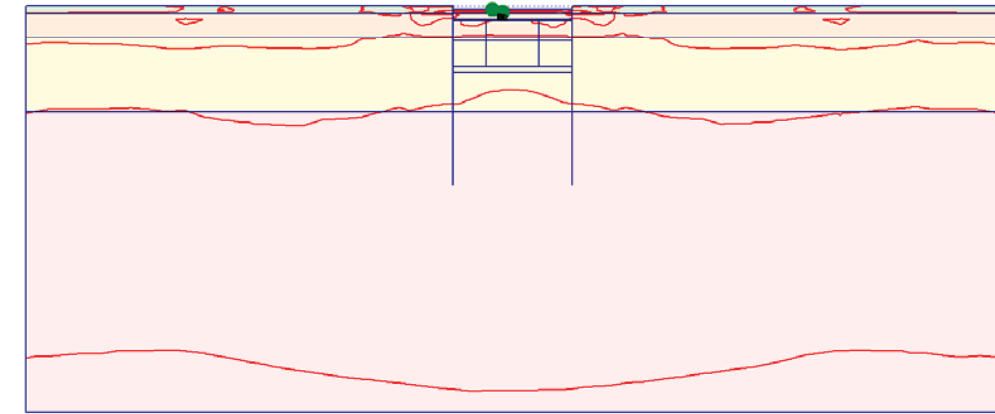
Fig. 64 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )



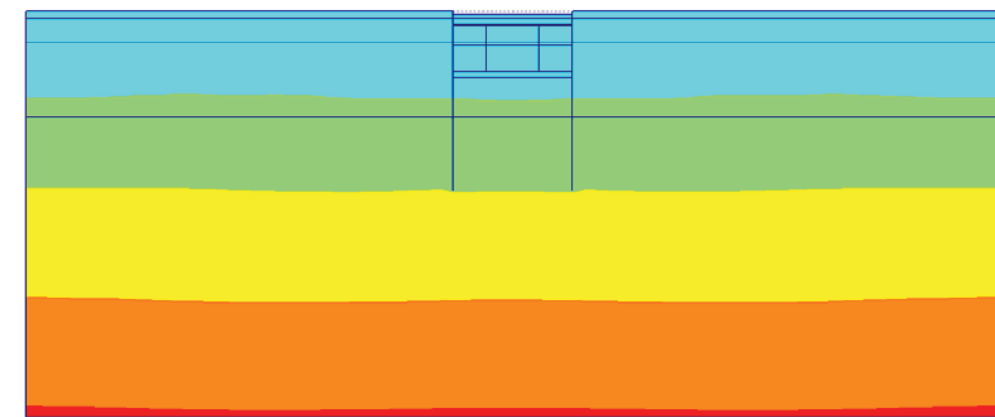
A: -500.000  
B: -400.000  
C: -300.000  
D: -200.000  
E: -100.000  
F: 0.000  
G: 100.000

Fig. 65 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )

Fig. 66 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )



A: 0.000  
B: 0.200  
C: 0.400  
D: 0.600  
E: 0.800  
F: 1.000  
G: 1.200



100.000  
0.000  
-100.000  
-200.000  
-300.000  
-400.000  
-500.000

Fig. 67 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )

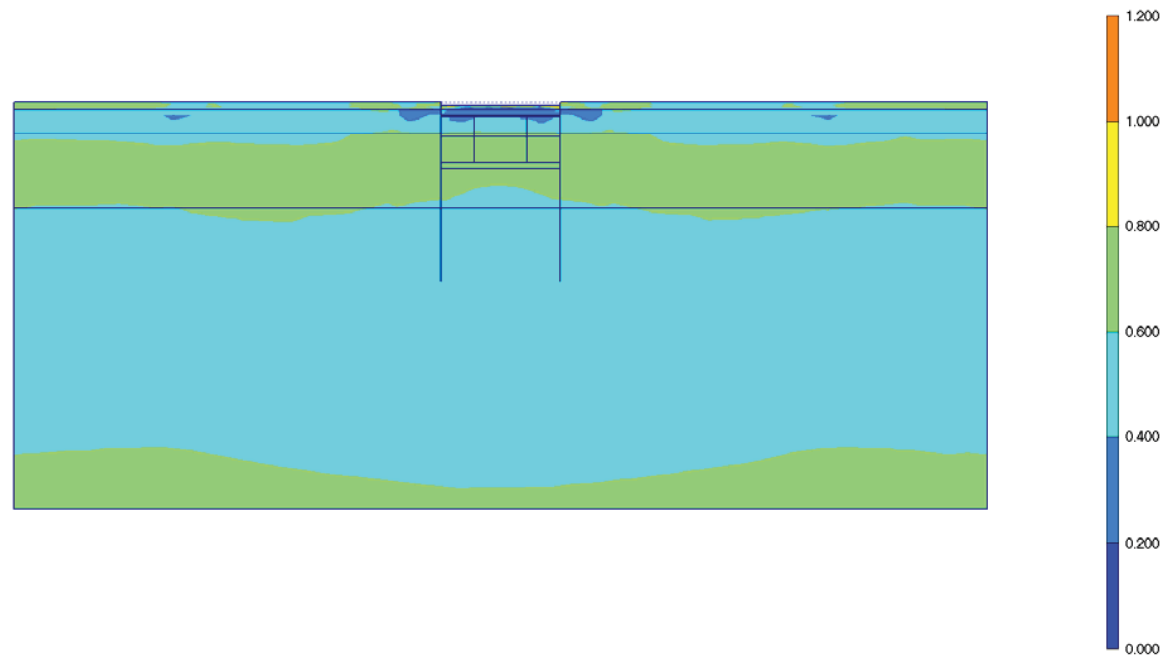


Fig. 68 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )

Fig. 69 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )

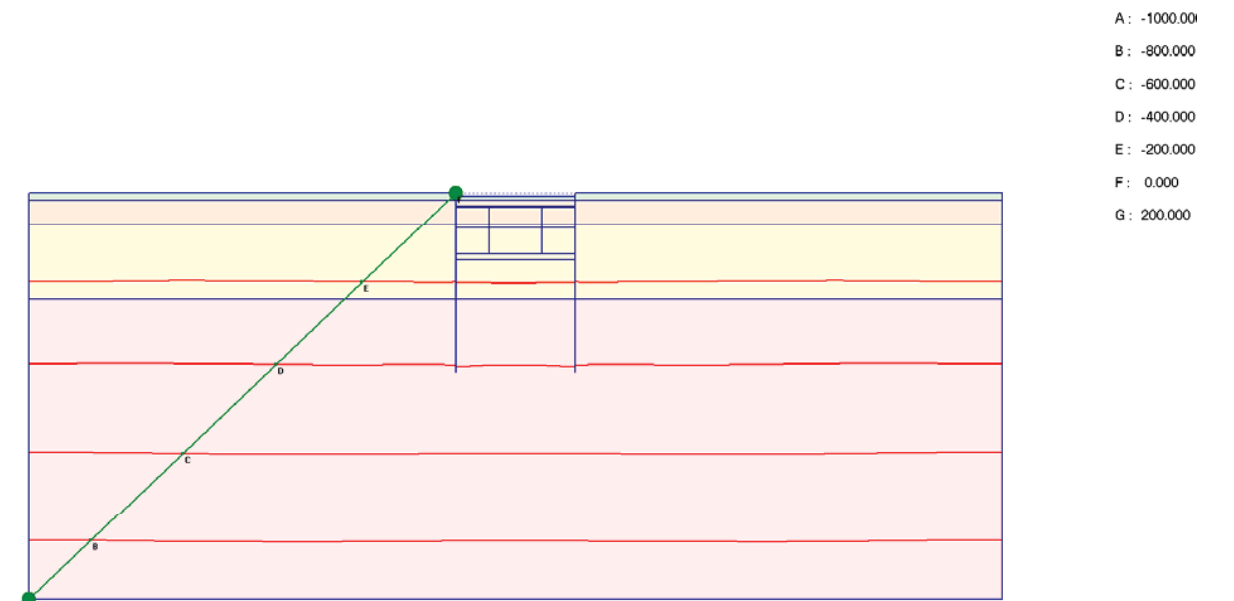
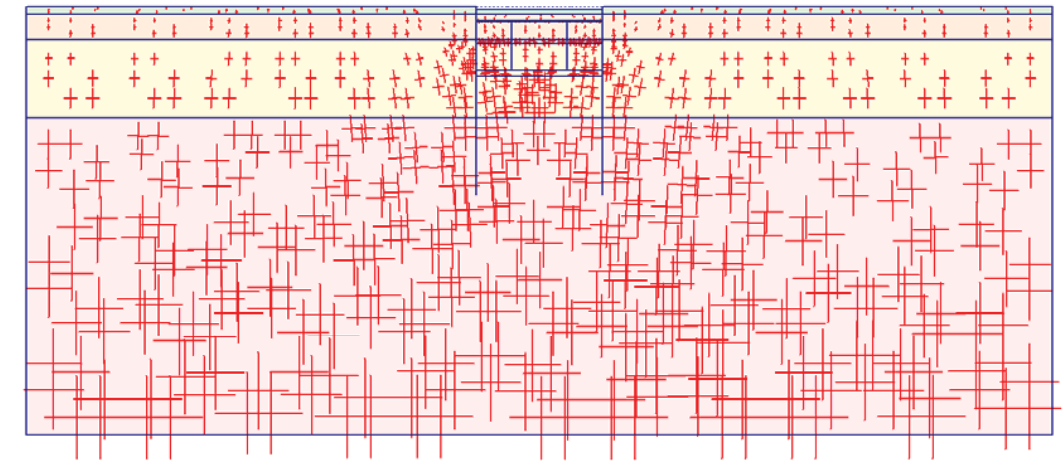
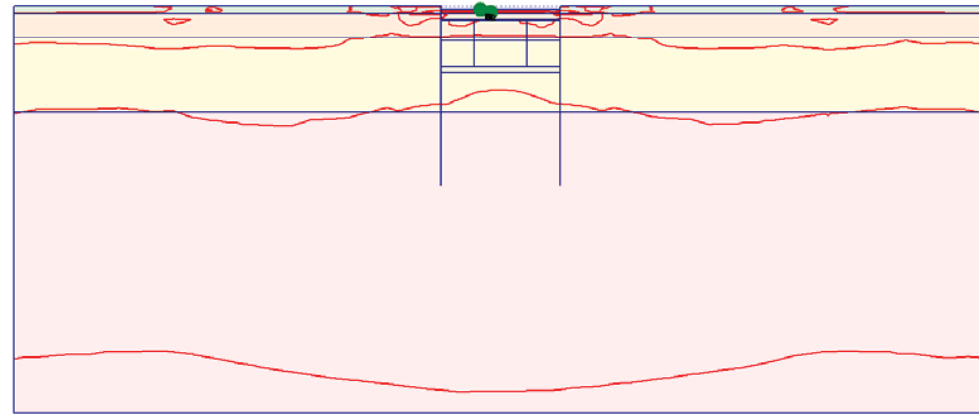


Fig. 70 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )



- A: 0.000
- B: 0.200
- C: 0.400
- D: 0.600
- E: 0.800
- F: 1.000
- G: 1.200

Fig. 71 Plot of total stresses (relative shear contours)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )

Fig. 72 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )

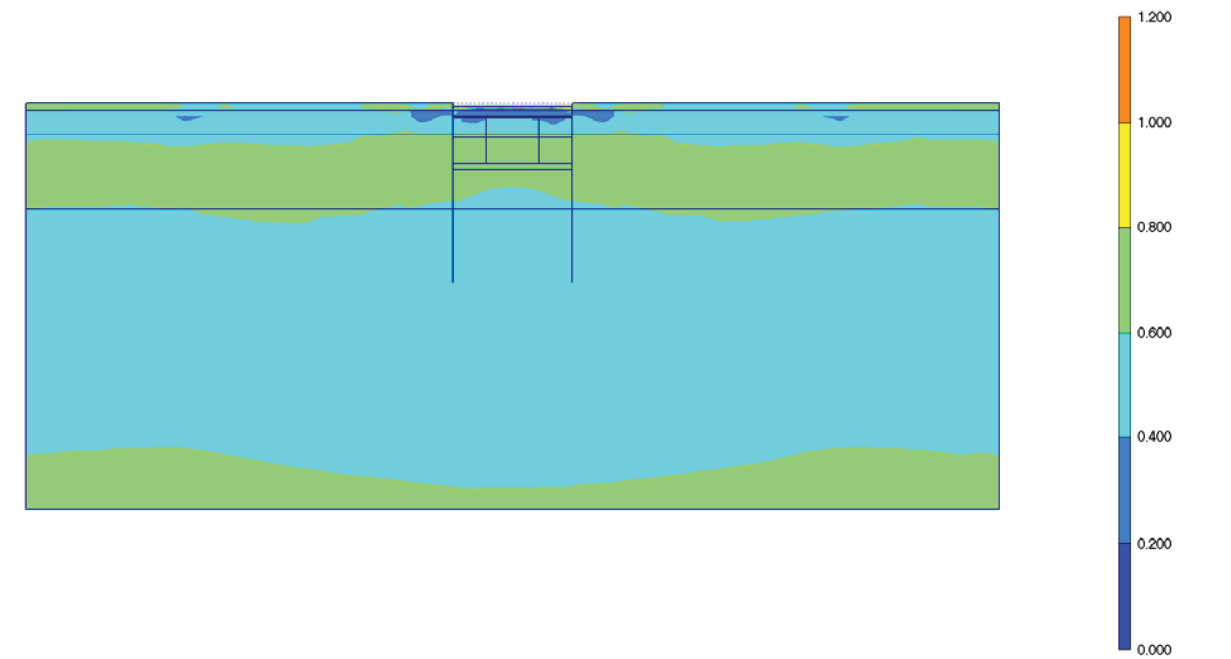
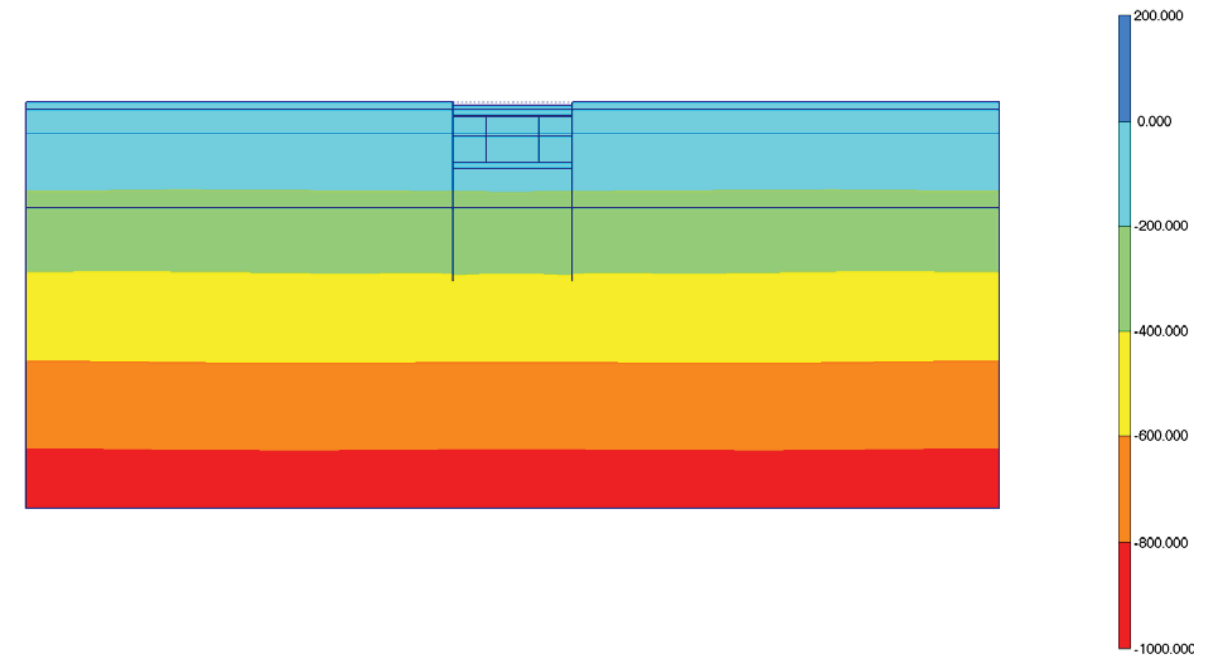
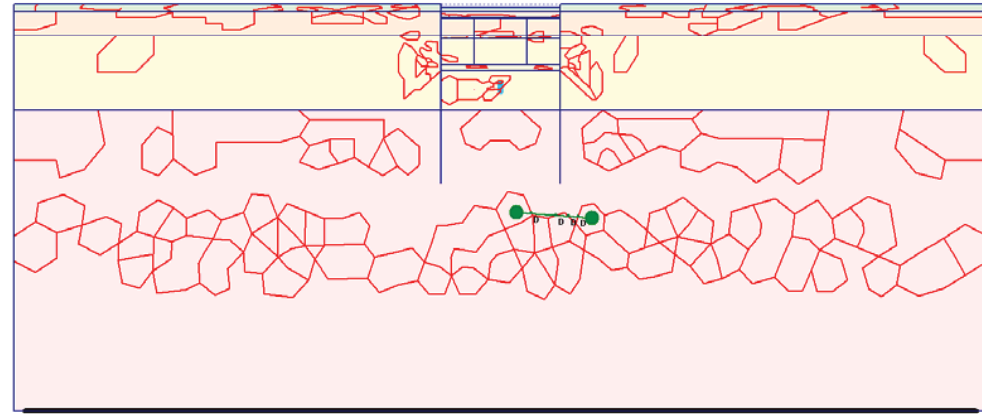


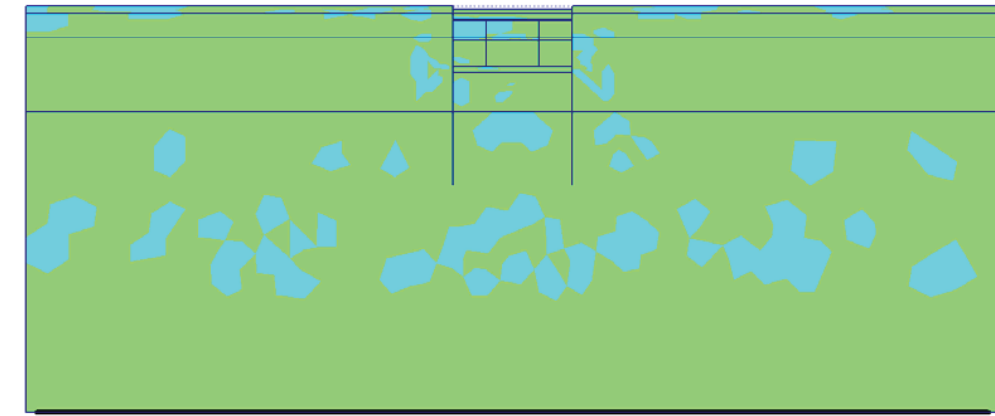
Fig. 73 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )



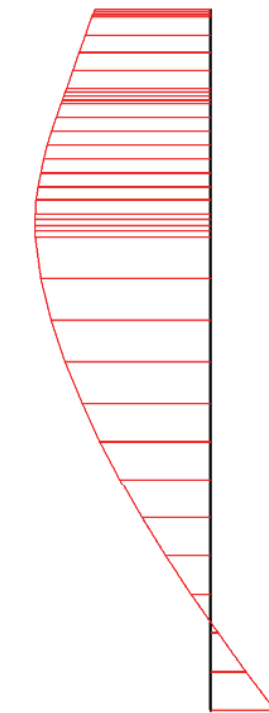
[\*10<sup>-3</sup>]  
A: 2220.000  
B: 2230.000  
C: 2240.000  
D: 2250.000  
E: 2260.000  
F: 2270.000  
G: 2280.000

Fig. 74 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )

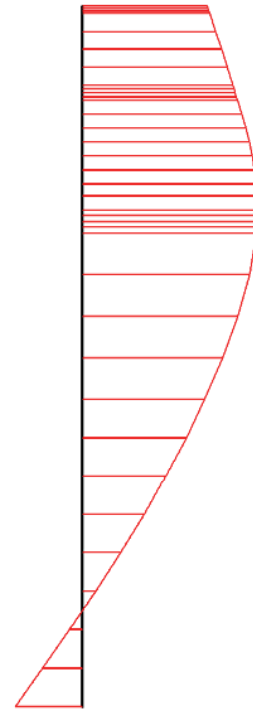
Fig. 75 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
2280.000  
2270.000  
2260.000  
2250.000  
2240.000  
2230.000  
2220.000



**Fig. 76 Horizontal displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $-297,49 \cdot 10^{-6}$  m (phase: 3)



**Fig. 77 Horizontal displacements in beam (plate no: 5)**  
Extreme value  $302,16 \cdot 10^{-6}$  m (phase: 3)

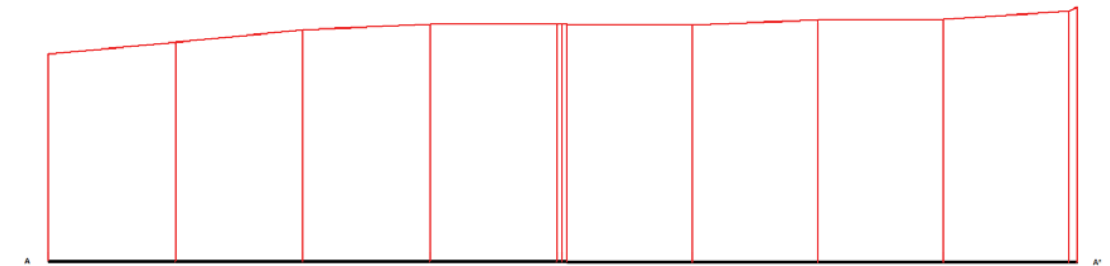
**Fig. 78 Vertical displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $-4,48 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 3)



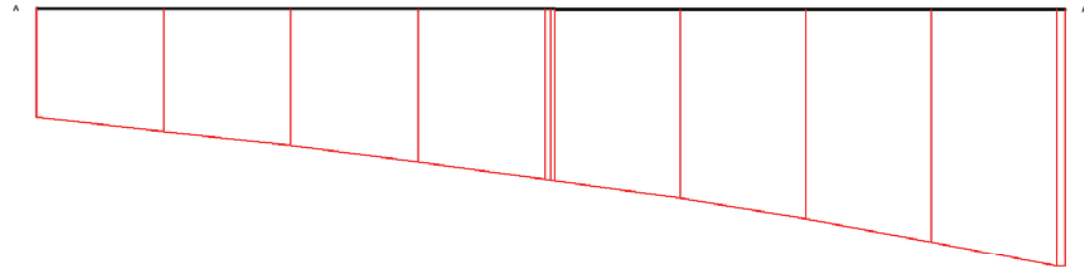




**Fig. 79 Vertical displacements in beam (plate no: 5)**  
Extreme value  $-4,41 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 3)



**Fig. 80 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $1,15 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 3)



**Fig. 81 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $-3,65 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 3)

### 11. RESULTS FOR PHASE 4

**Table [38] Step info phase no: 4**

Step no:	12
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,275
Relative stiffness	0,431

**Table [39] Reached multipliers phase no: 4**

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	0,0000	1,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

**Table [40] Staged construction info phase no: 4**

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,995
Active proportion of stage	0,111	1,000

**Table [41] Realised tunnel contraction info phase no: 4**

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

**Table [42] Iteration info phase no: 4**

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,003	1087	1102	166	44	44	2	2
2	0,002	1077	1076	78	44	8	2	2
3	0,002	1059	1065	75	44	5	2	2

**Table [43] Active distributed loads A phase no: 4**

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	488	0,000	-20,000	462	0,000	-20,000
2	462	0,000	-40,000	753	0,000	-40,000
3	1630	0,000	-40,000	1998	0,000	-40,000
4	1998	0,000	-20,000	2198	0,000	-20,000

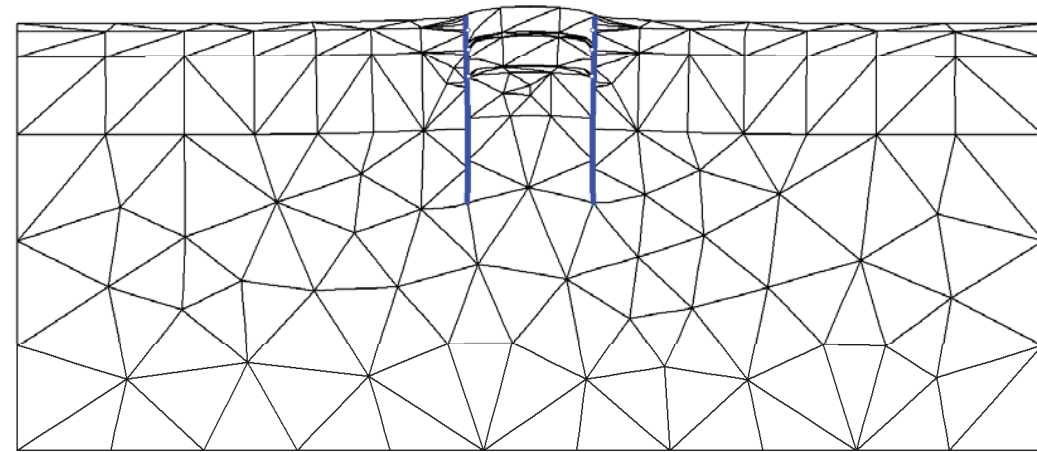


Fig. 82 Plot of deformed mesh  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

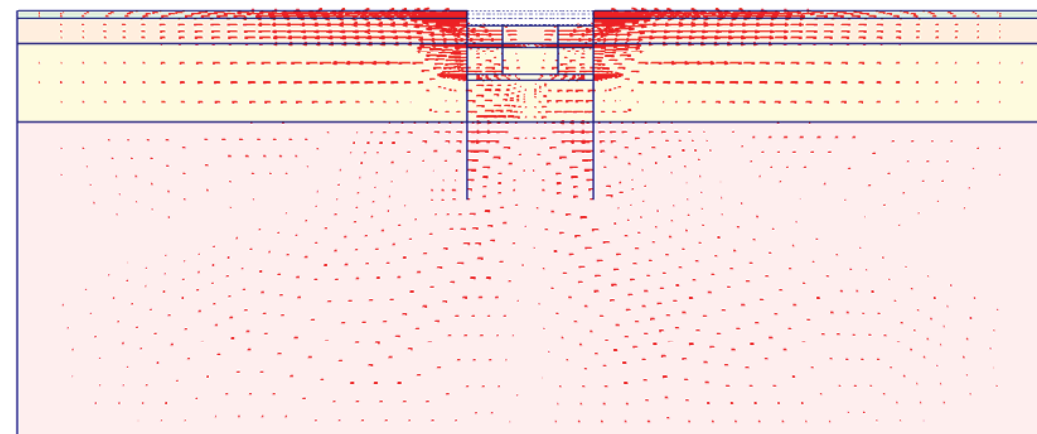
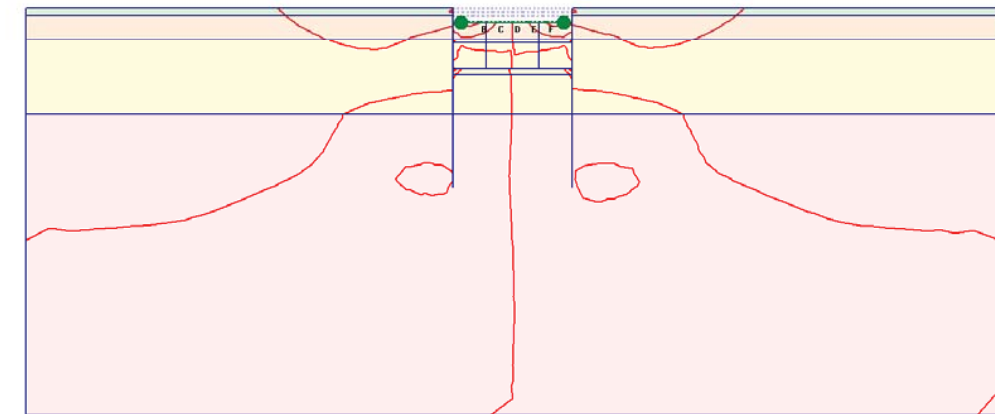


Fig. 83 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
A: -3.000  
B: -2.000  
C: -1.000  
D: 0.000  
E: 1.000  
F: 2.000  
G: 3.000

Fig. 84 Plot of horizontal displacements (contour lines)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

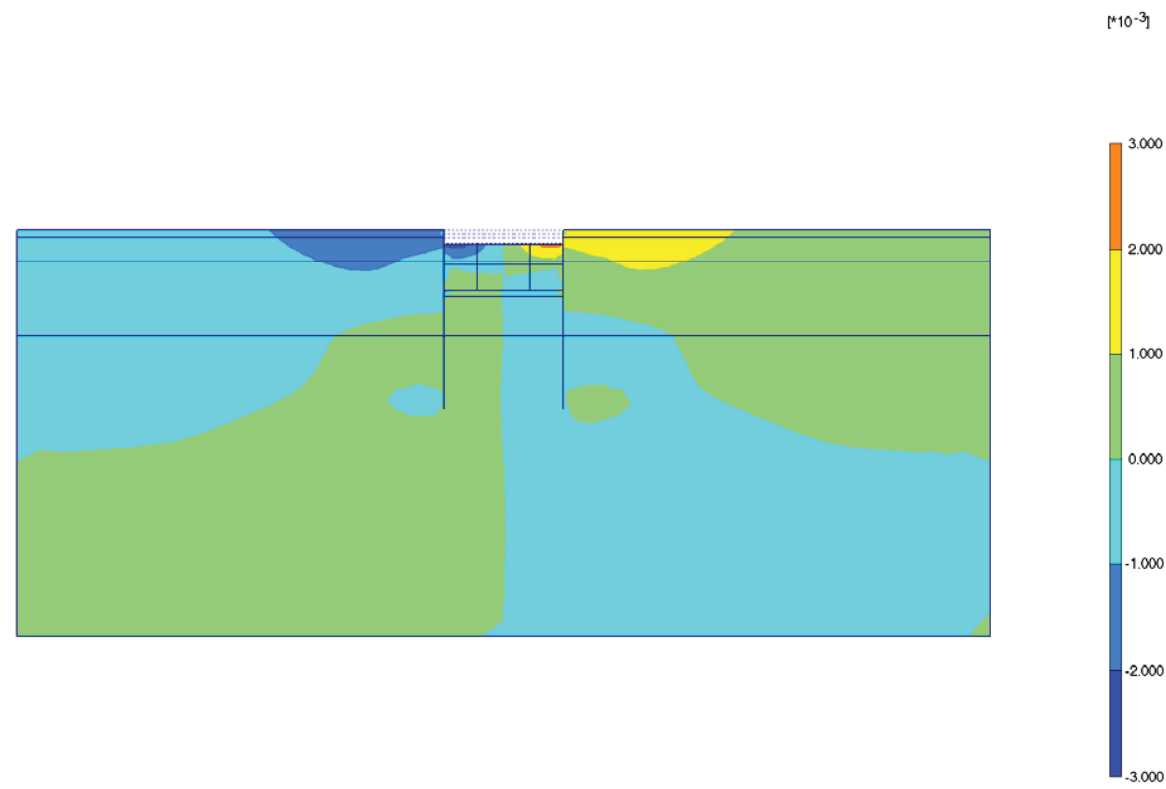


Fig. 85 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

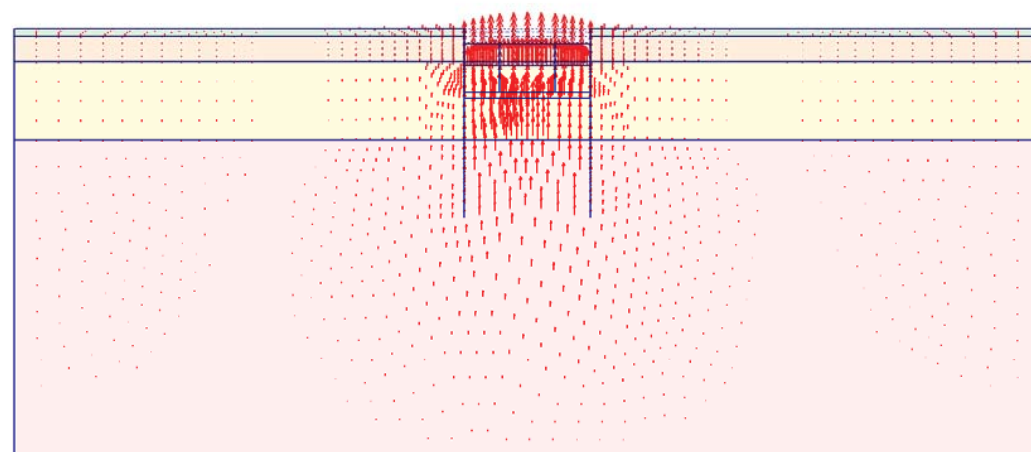


Fig. 86 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

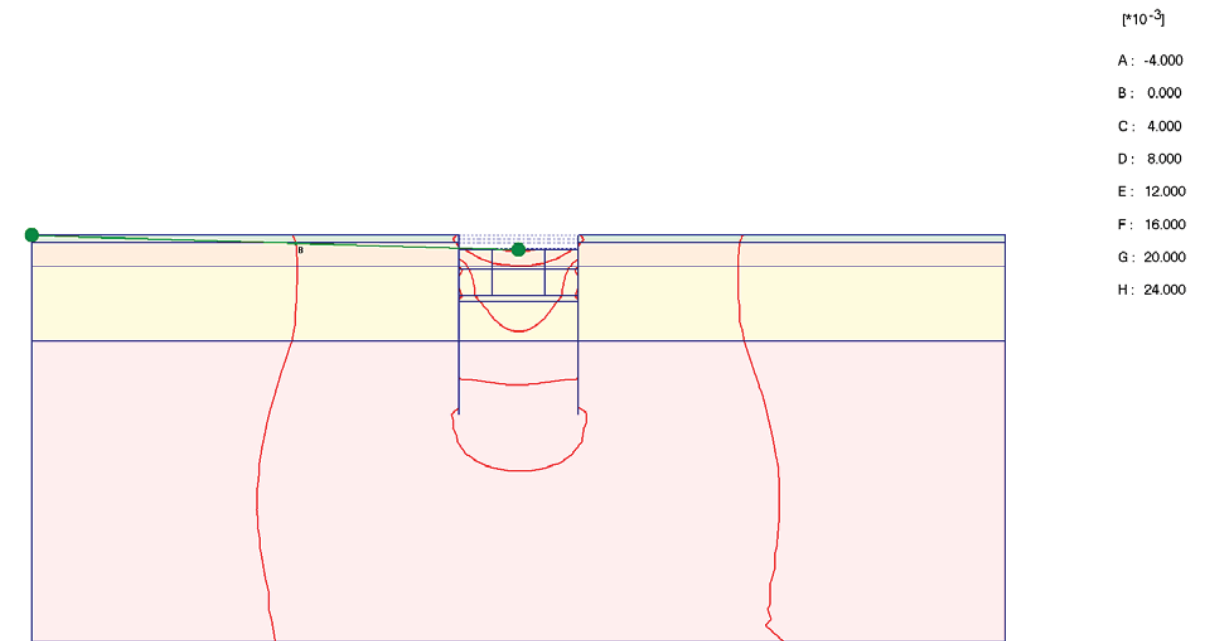


Fig. 87 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

Vertical displacement contour lines are shown in red. A legend on the right lists the contour levels in  $10^{-3}$  meters:

- A: -4.000
- B: 0.000
- C: 4.000
- D: 8.000
- E: 12.000
- F: 16.000
- G: 20.000
- H: 24.000

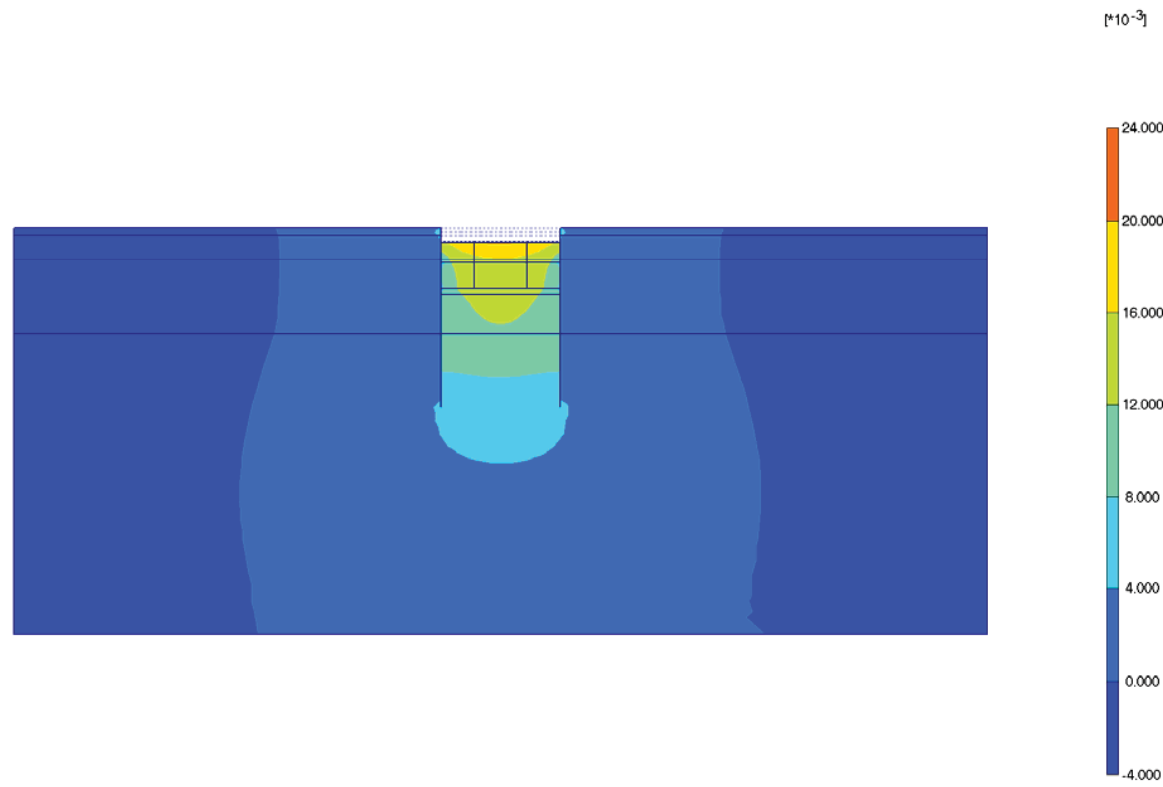


Fig. 88 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

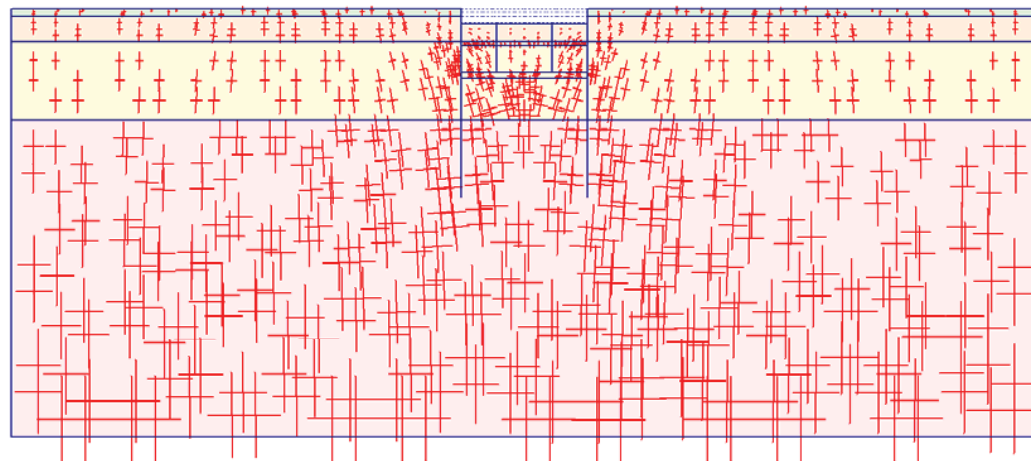


Fig. 89 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

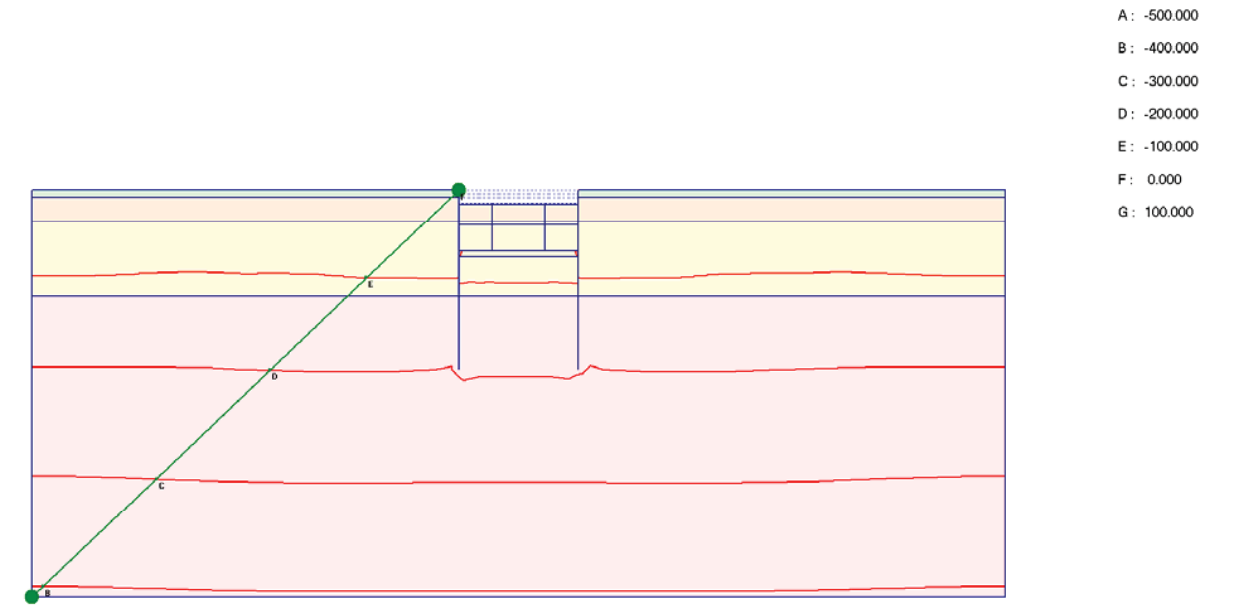
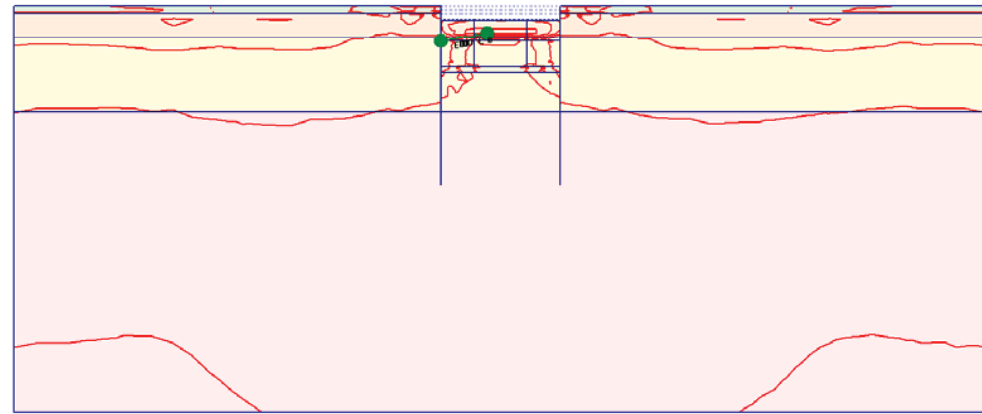
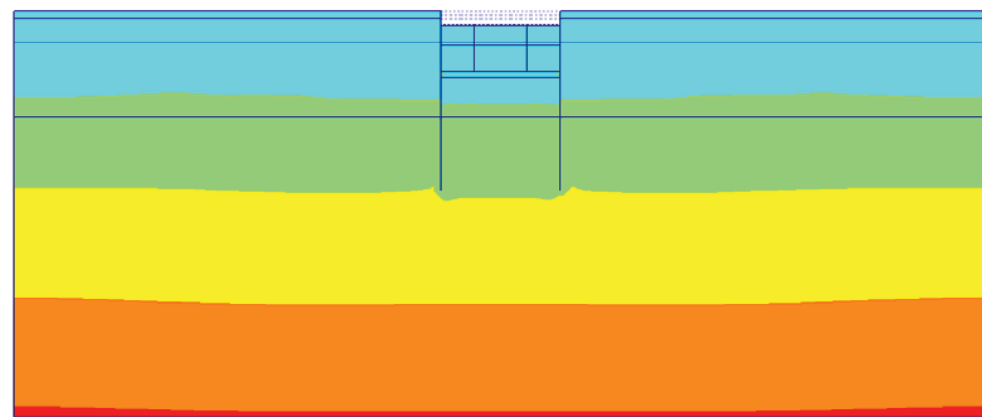


Fig. 90 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )



- A: 0.000
- B: 0.200
- C: 0.400
- D: 0.600
- E: 0.800
- F: 1.000
- G: 1.200

Fig. 91 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )



- 100.000
- 0.000
- 100.000
- 200.000
- 300.000
- 400.000
- 500.000

Fig. 92 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

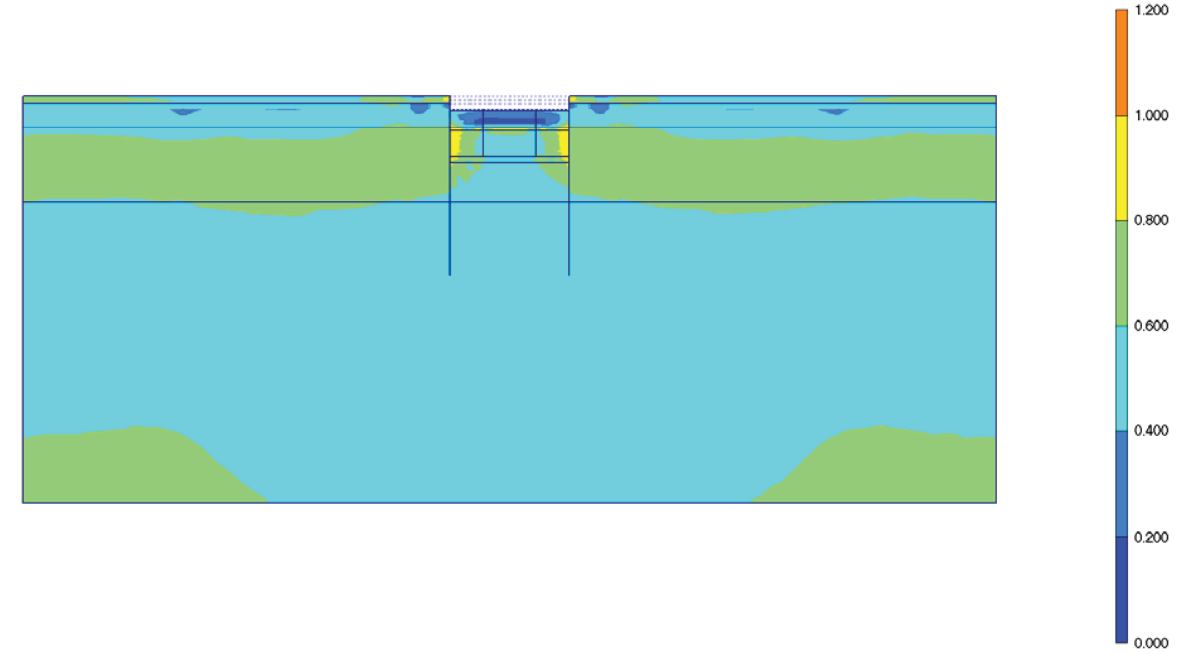


Fig. 93 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

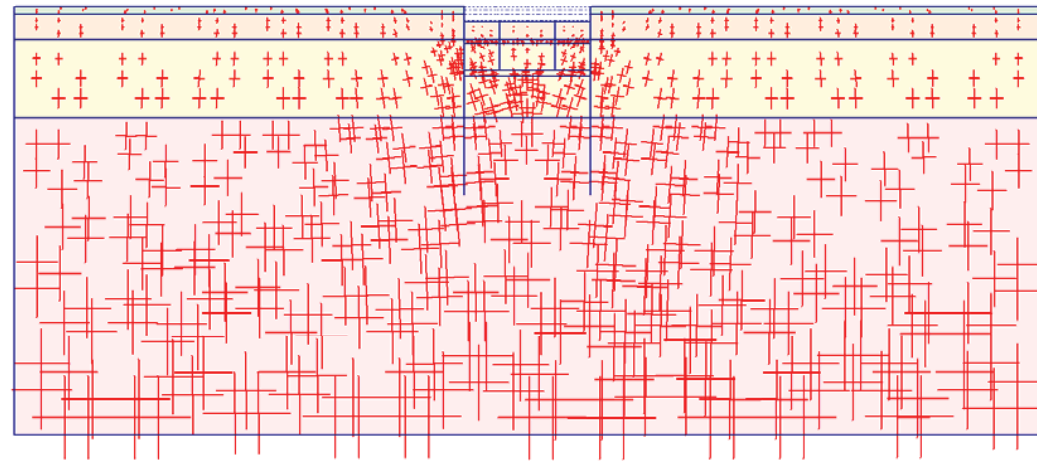


Fig. 94 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

- A: -1000.00
- B: -800.000
- C: -600.000
- D: -400.000
- E: -200.000
- F: 0.000
- G: 200.000

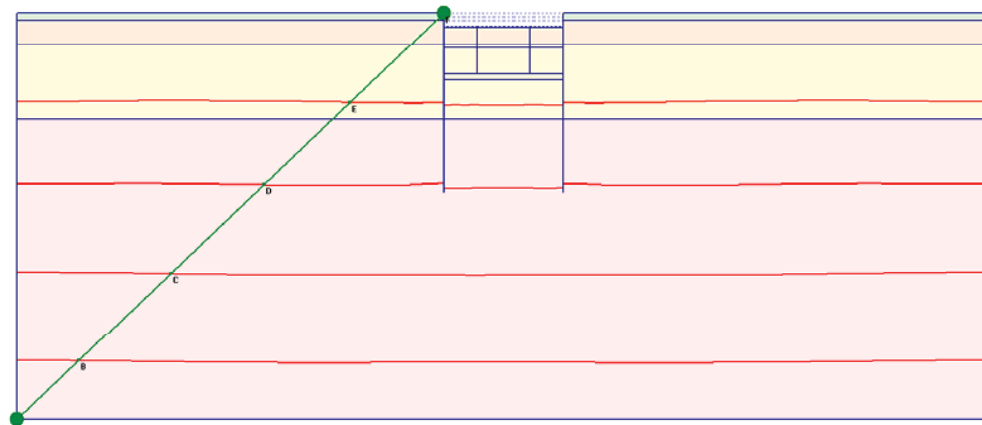


Fig. 95 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

- A: 0.000
- B: 0.200
- C: 0.400
- D: 0.600
- E: 0.800
- F: 1.000
- G: 1.200

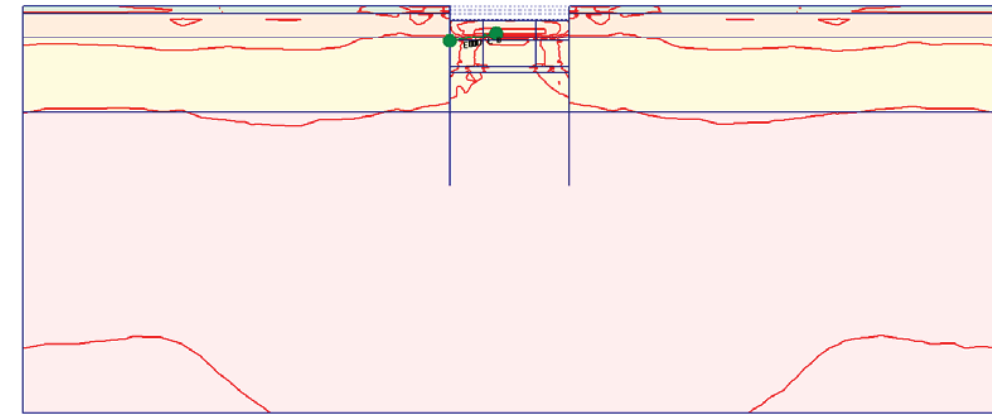


Fig. 96 Plot of total stresses (relative shear contours)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

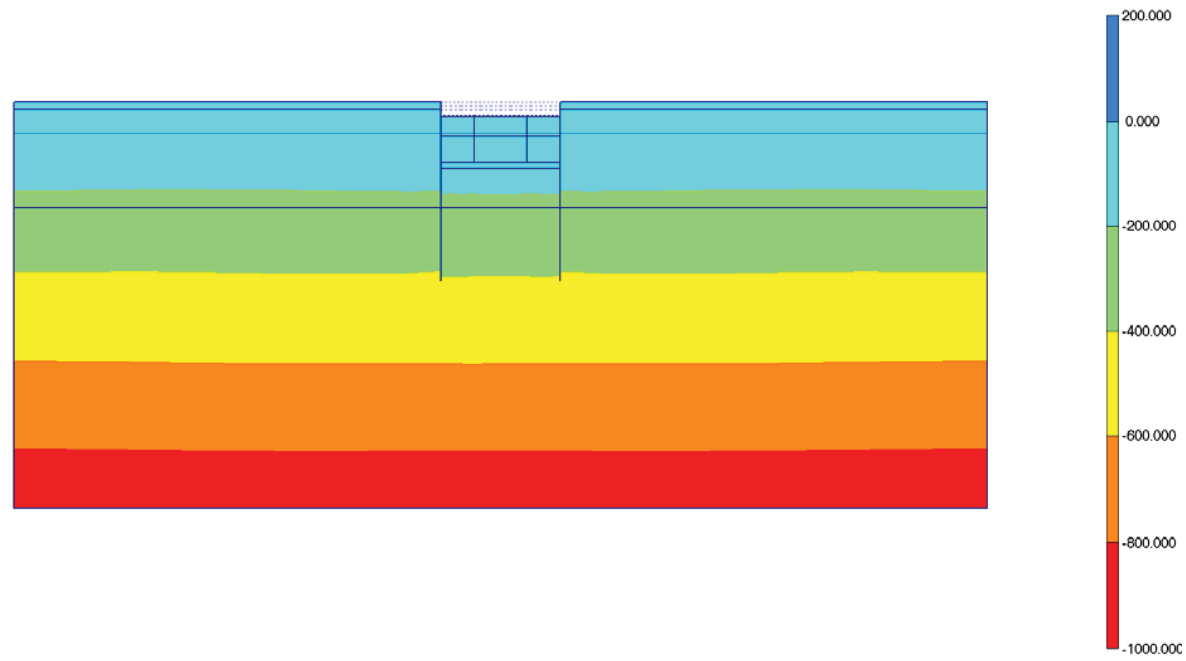


Fig. 97 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

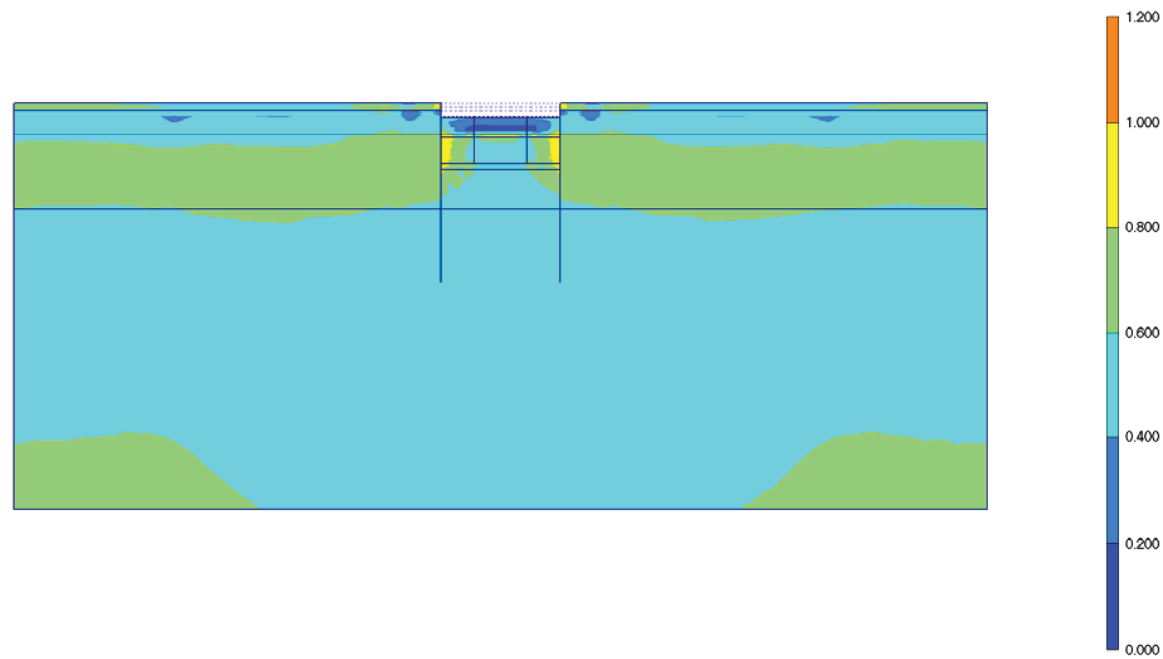


Fig. 98 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

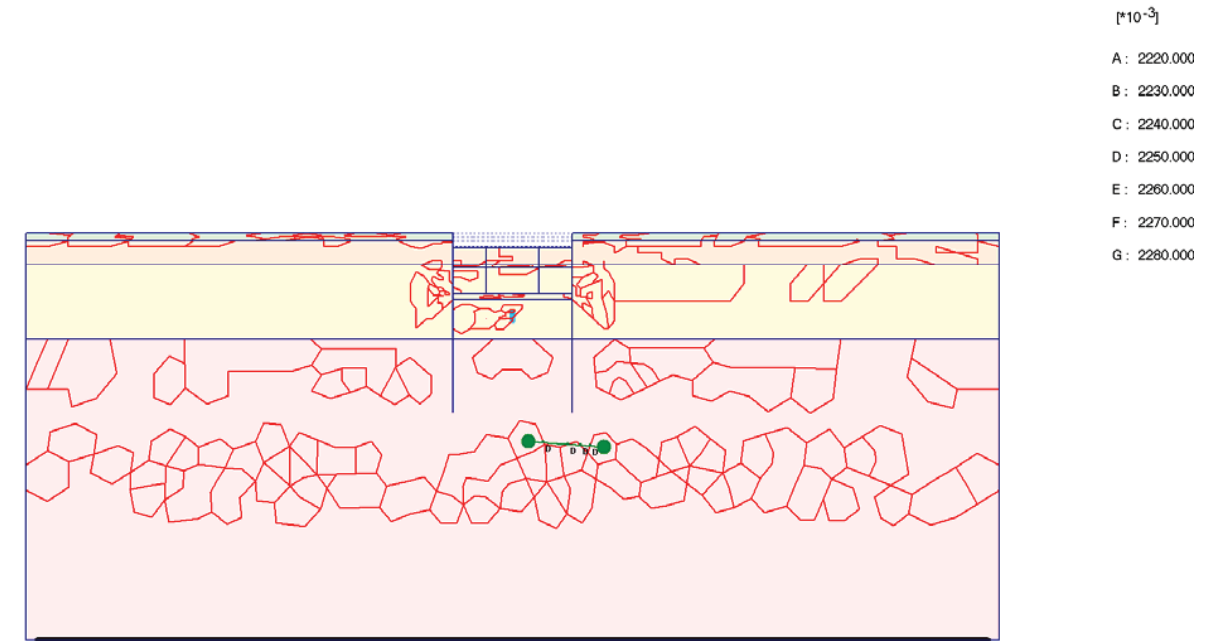


Fig. 99 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )



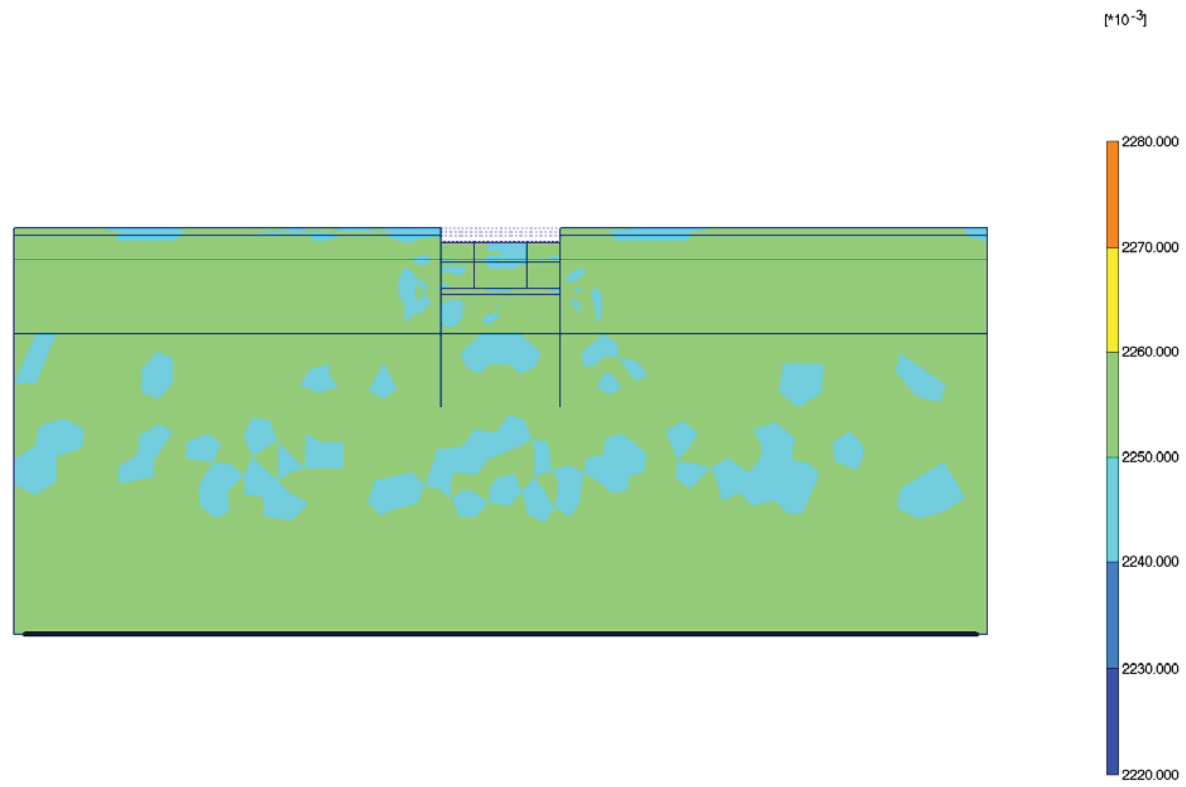


Fig. 100 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

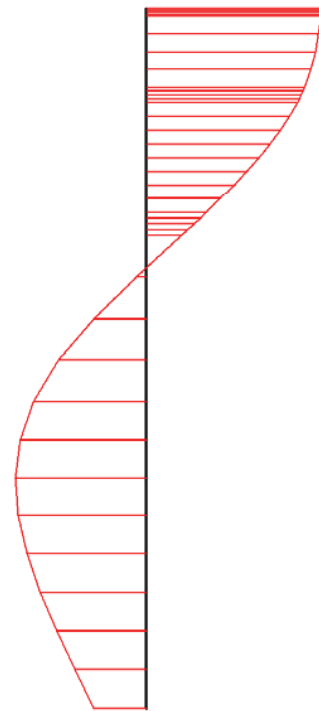


Fig. 101 Horizontal displacements in beam (plate no: 6)  
Extreme value  $689,15*10^{-6}$  m (phase: 4)

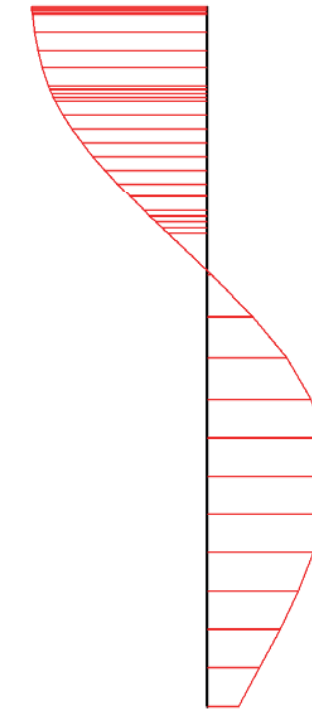
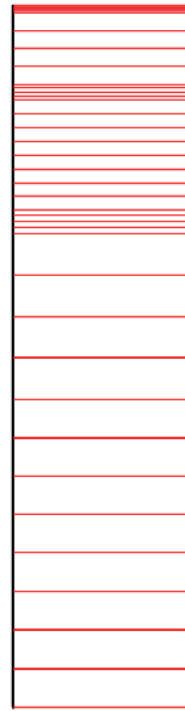
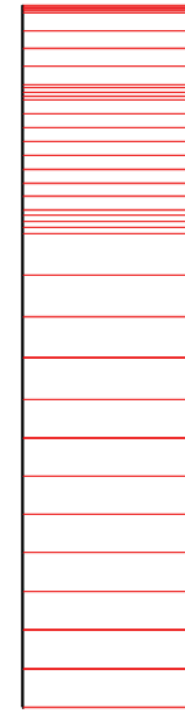


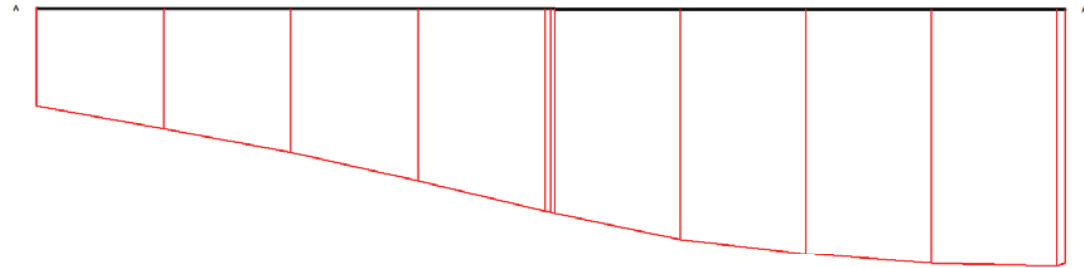
Fig. 102 Horizontal displacements in beam (plate no: 5)  
Extreme value  $-707,92*10^{-6}$  m (phase: 4)



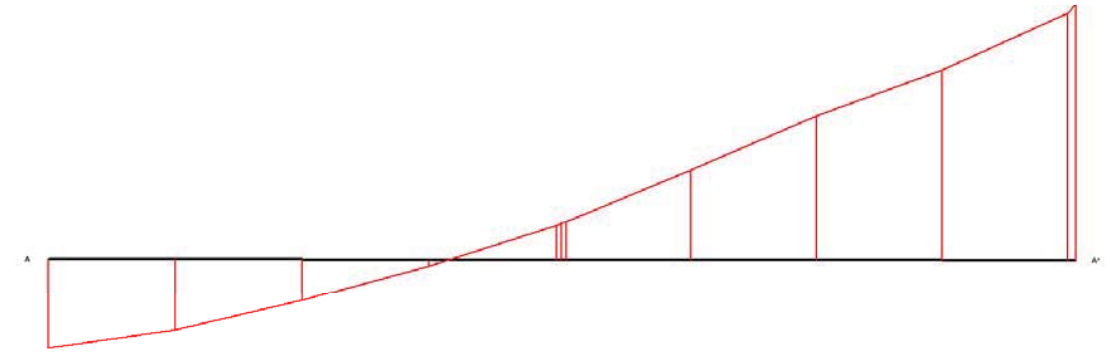
**Fig. 103 Vertical displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $5,27 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 4)



**Fig. 104 Vertical displacements in beam (plate no: 5)**  
Extreme value  $5,31 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 4)



**Fig. 105 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $-1,55 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 4)



**Fig. 106 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $1,35 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 4)

## 12. RESULTS FOR PHASE 5

Table [44] Step info phase no: 5

Step no:	15
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	2,000
Relative stiffness	0,704

Table [45] Reached multipliers phase no: 5

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	0,0000	1,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [46] Staged construction info phase no: 5

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,995
Active proportion of stage	0,500	1,000

Table [47] Realised tunnel contraction info phase no: 5

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [48] Iteration info phase no: 5

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,001	468	585	227	34	34	2	2
2	0,001	481	590	53	34	0	2	2
3	0,001	485	591	53	34	0	2	2
4	0,001	486	589	46	34	0	2	2
5	0,002	725	791	245	34	34	2	2
6	0,001	751	796	64	34	0	2	2

Table [49] Active distributed loads A phase no: 5

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	488	0,000	-20,000	462	0,000	-20,000
2	462	0,000	-40,000	753	0,000	-40,000
3	1630	0,000	-40,000	1998	0,000	-40,000
4	1998	0,000	-20,000	2198	0,000	-20,000

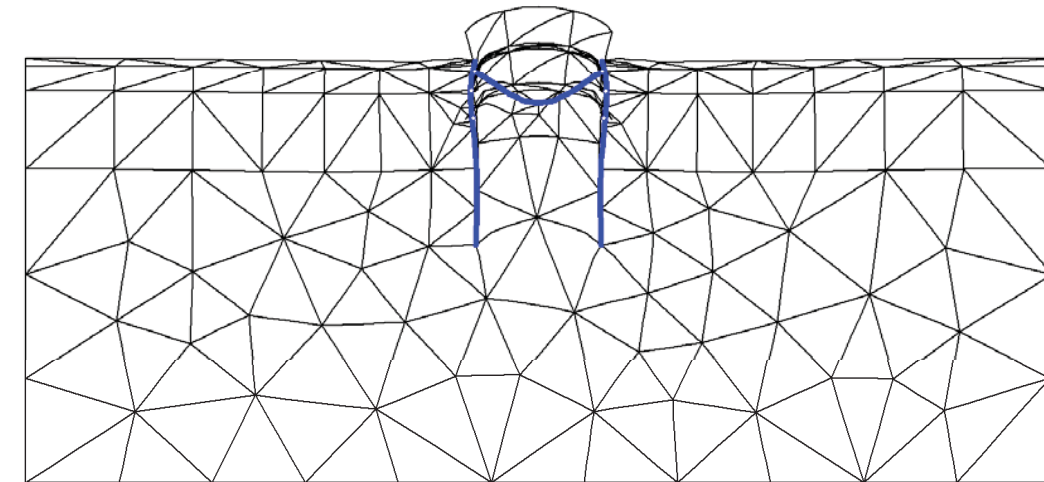


Fig. 107 Plot of deformed mesh - step no: 15 - ( phase: 5 )

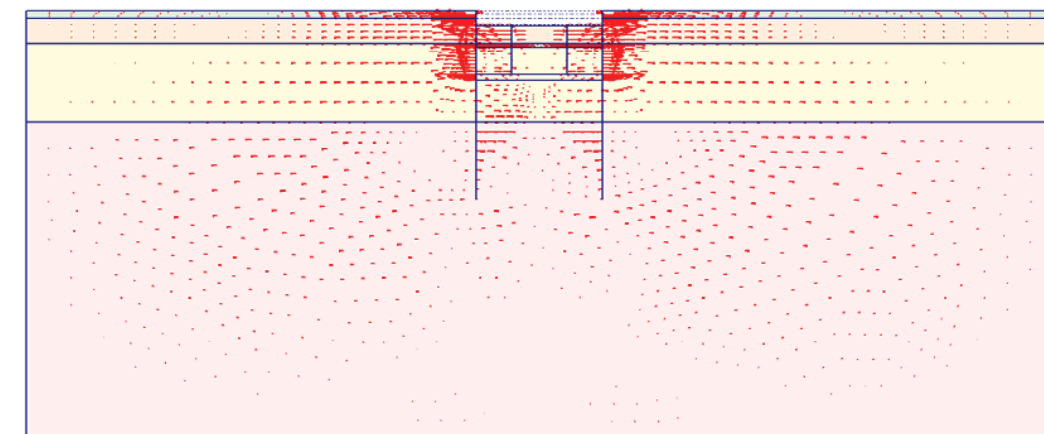
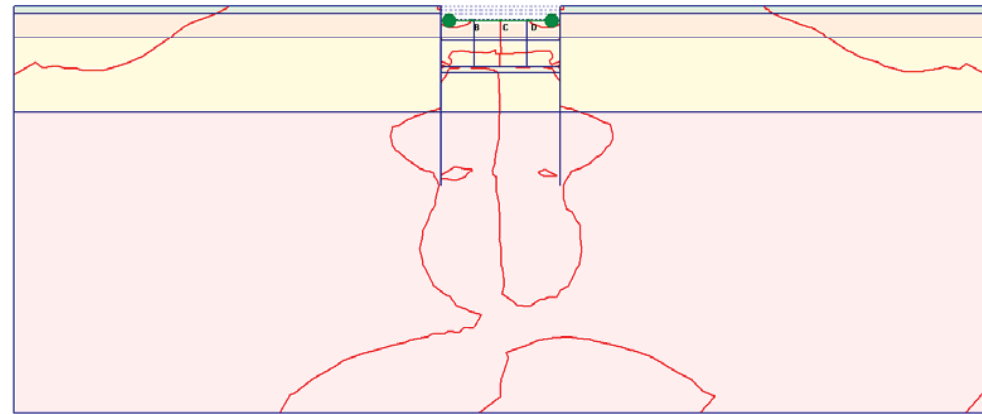


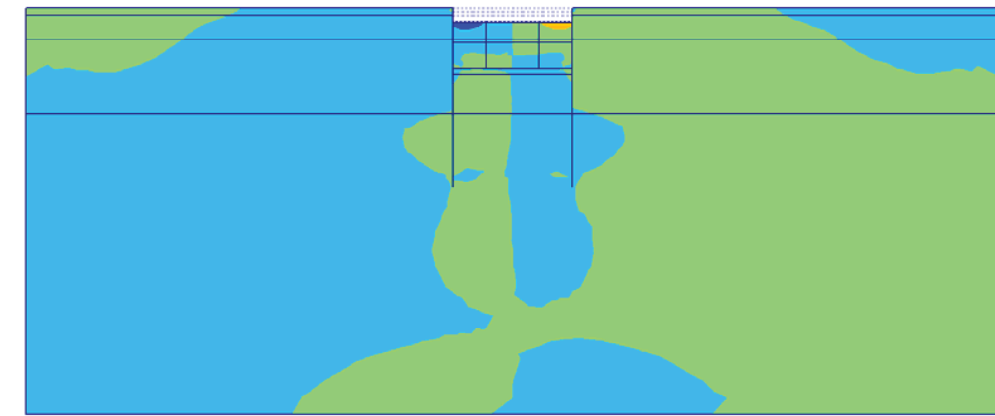
Fig. 108 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
A: -4.000  
B: -2.000  
C: 0.000  
D: 2.000  
E: 4.000

Fig. 109 Plot of horizontal displacements (contour lines)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

[\*10<sup>-3</sup>]



4.000  
2.000  
0.000  
-2.000  
-4.000

Fig. 110 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

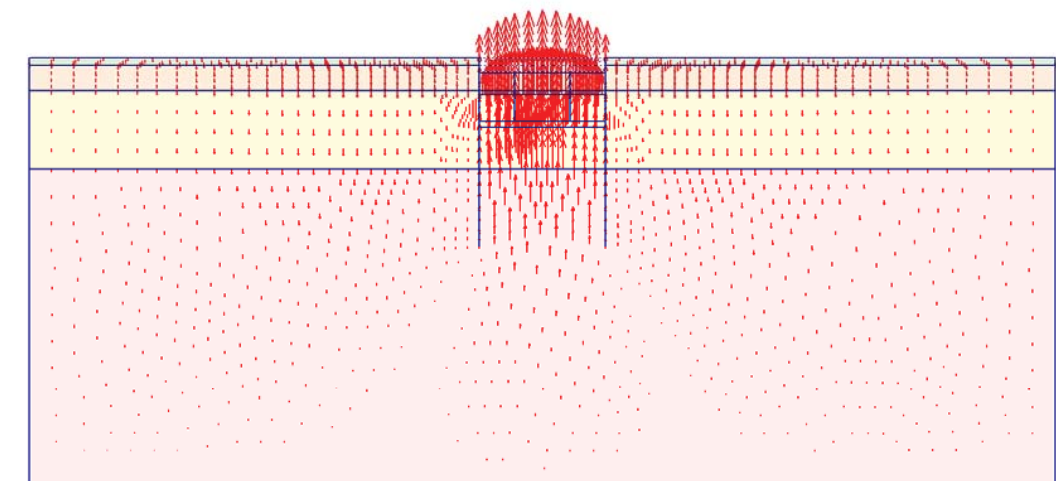
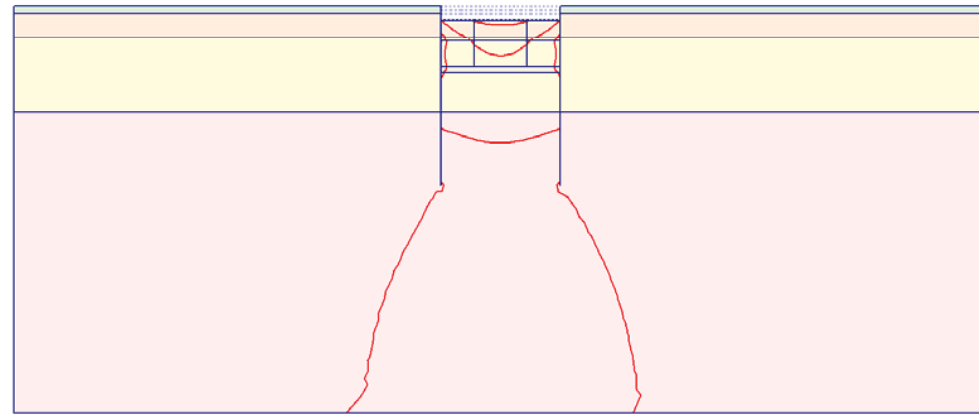


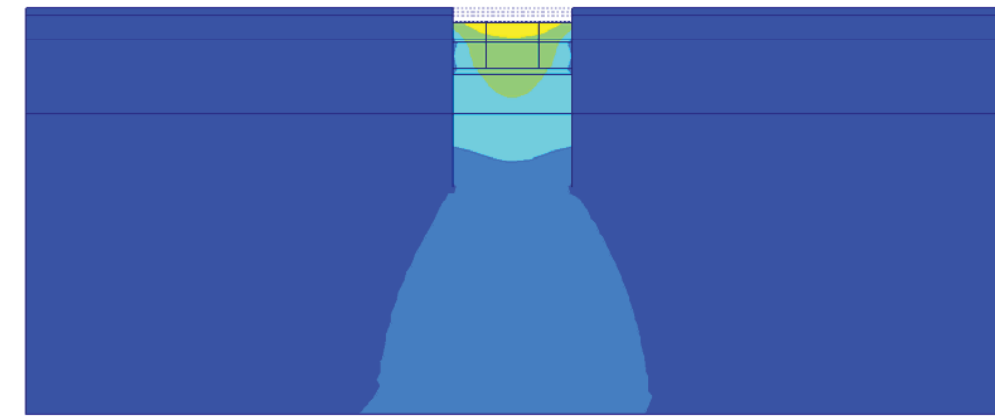
Fig. 111 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
A: -5.000  
B: 0.000  
C: 5.000  
D: 10.000  
E: 15.000  
F: 20.000

Fig. 112 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

Fig. 113 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
20.000  
16.000  
12.000  
8.000  
4.000  
0.000  
-4.000

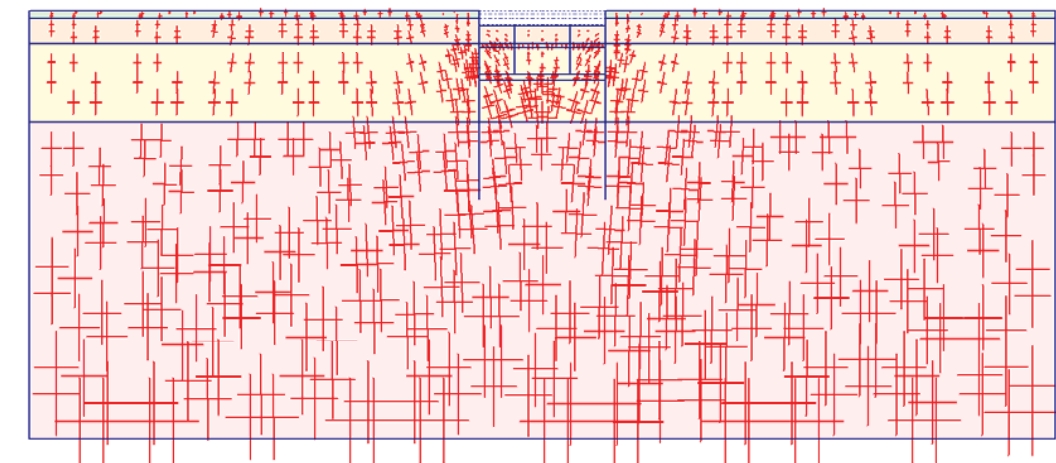
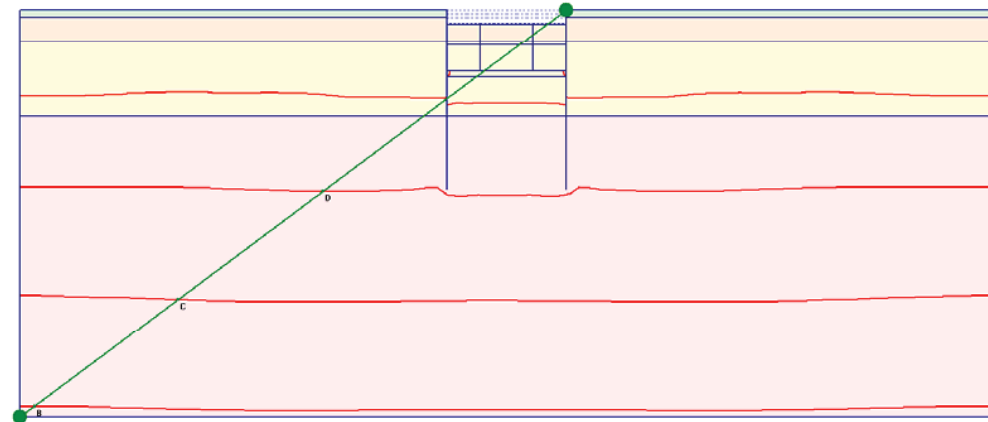


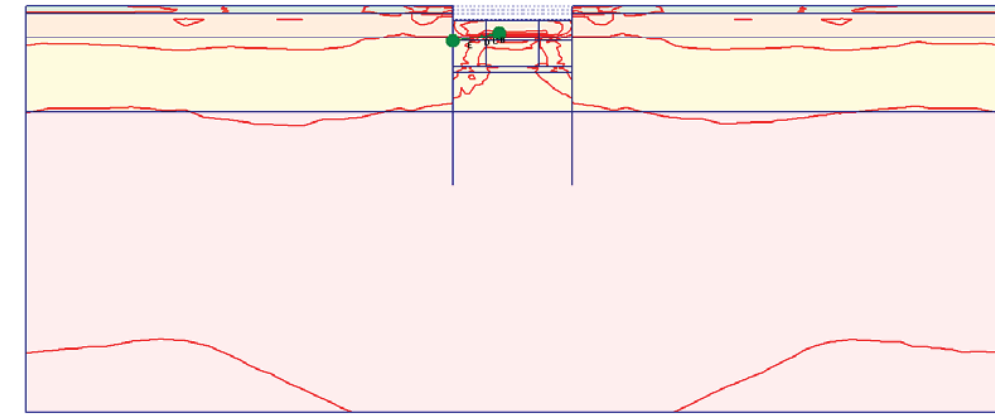
Fig. 114 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



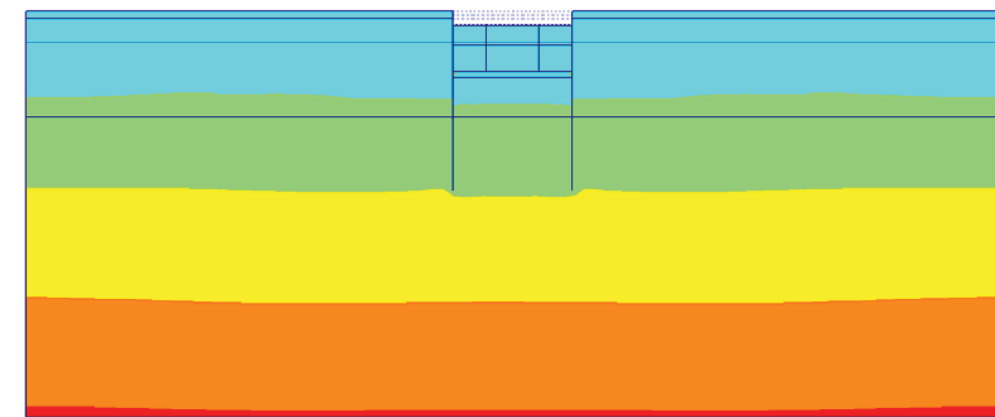
A: -500.000  
B: -400.000  
C: -300.000  
D: -200.000  
E: -100.000  
F: 0.000  
G: 100.000

Fig. 115 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

Fig. 116 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



A: 0.000  
B: 0.200  
C: 0.400  
D: 0.600  
E: 0.800  
F: 1.000  
G: 1.200



100.000  
0.000  
-100.000  
-200.000  
-300.000  
-400.000  
-500.000

Fig. 117 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

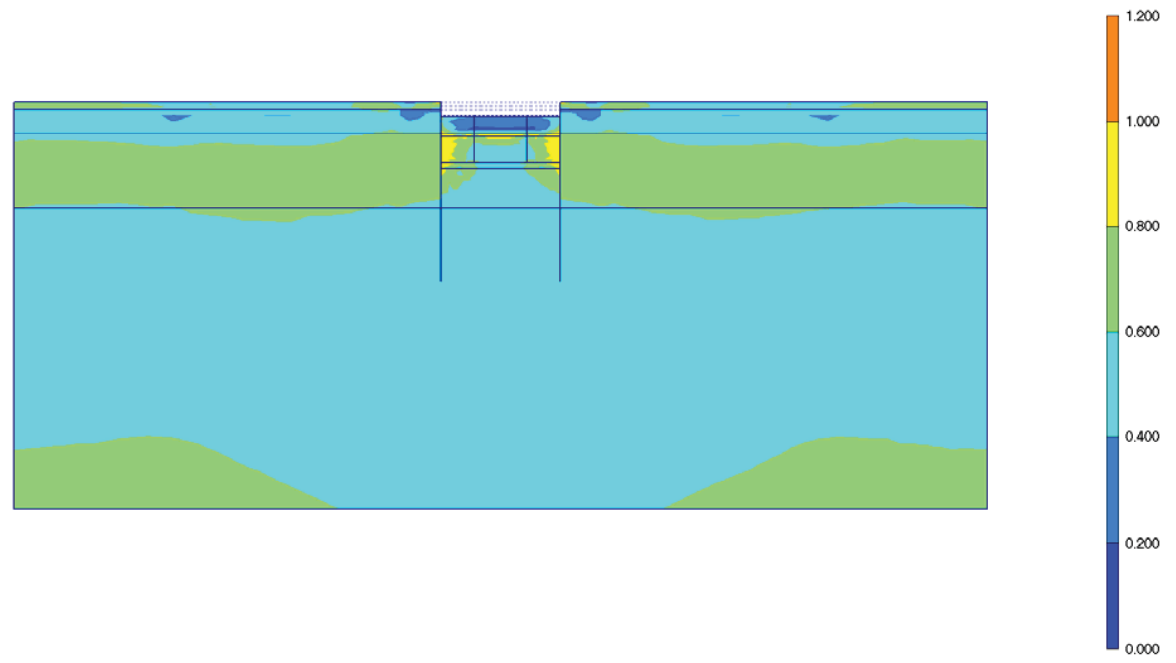


Fig. 118 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

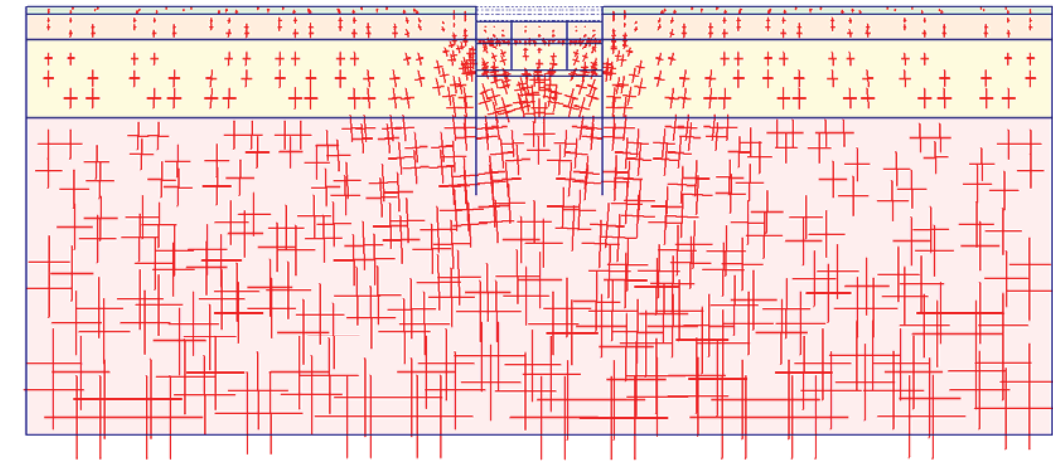
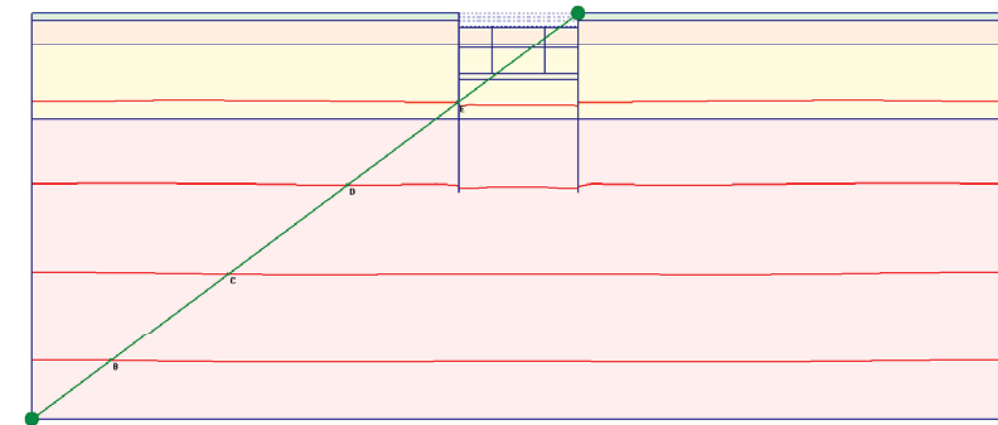


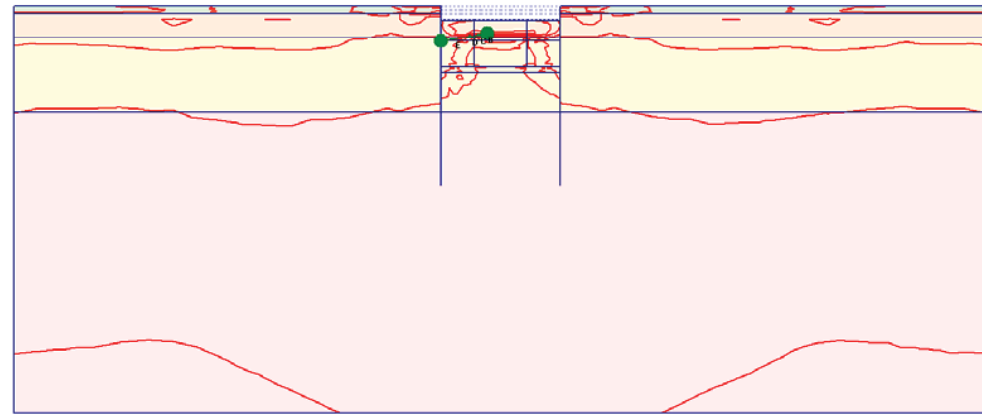
Fig. 119 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



- A: -1000.00
- B: -800.000
- C: -600.000
- D: -400.000
- E: -200.000
- F: 0.000
- G: 200.000



Fig. 120 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



A: 0.000  
B: 0.200  
C: 0.400  
D: 0.600  
E: 0.800  
F: 1.000  
G: 1.200

Fig. 121 Plot of total stresses (relative shear contours)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

Fig. 122 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

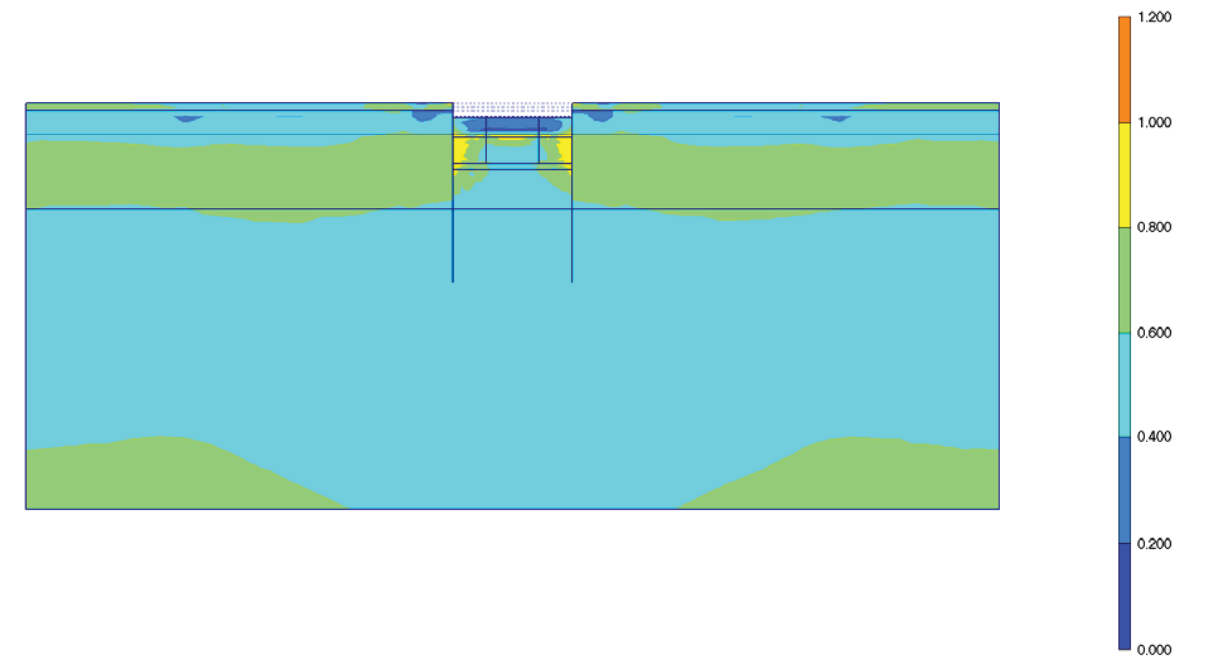
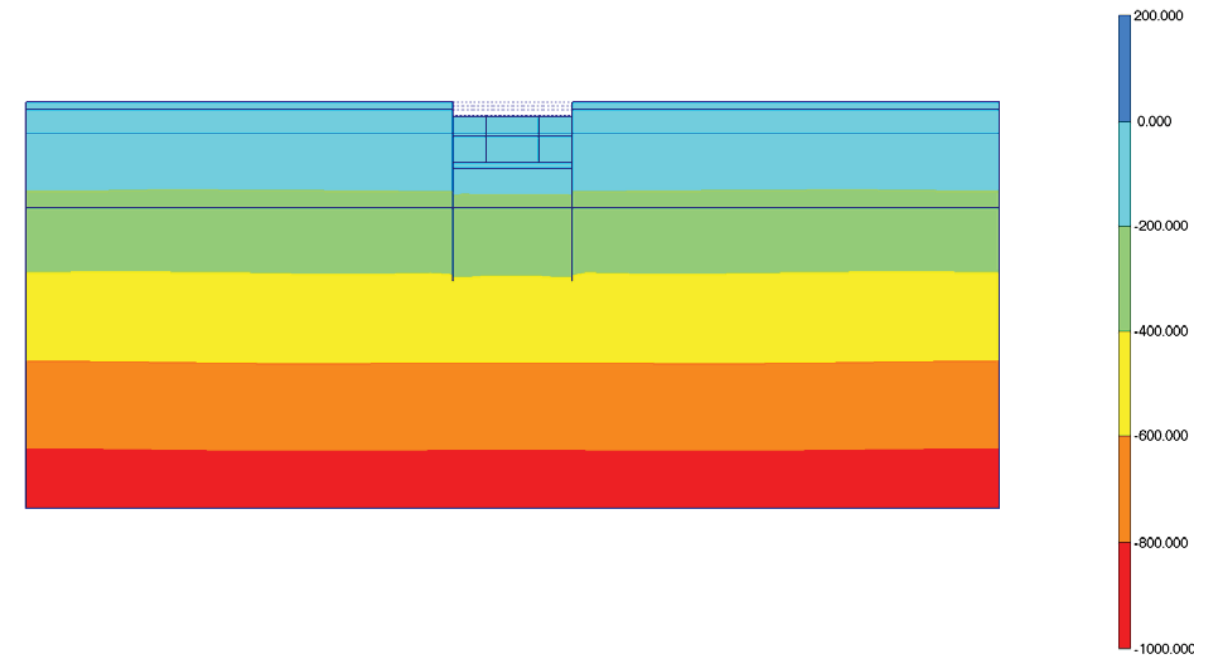
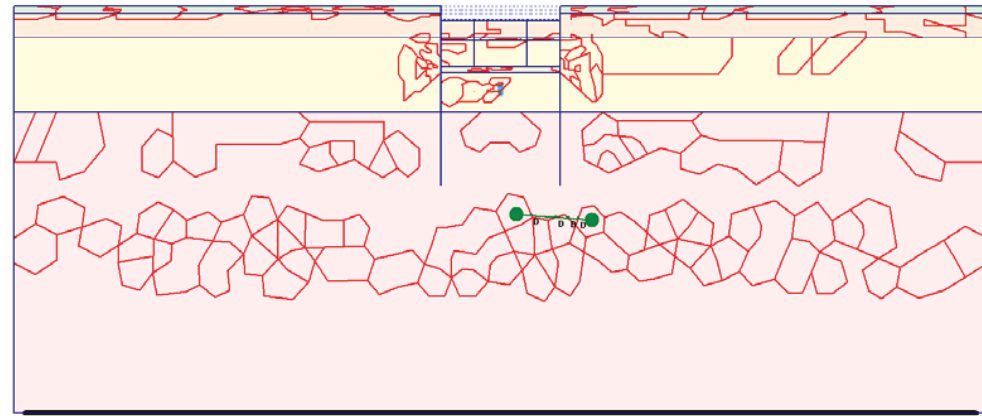


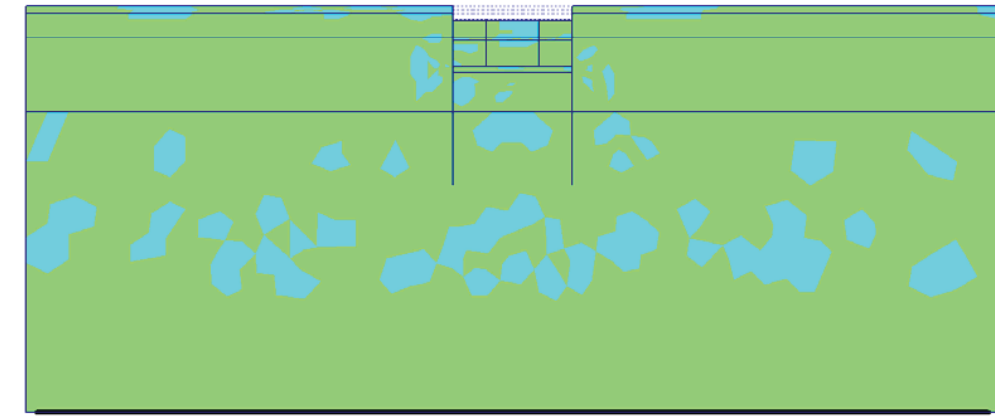
Fig. 123 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



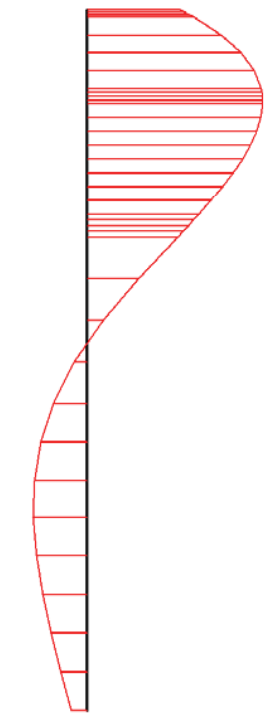
[\*10<sup>-3</sup>]  
A: 2220.000  
B: 2230.000  
C: 2240.000  
D: 2250.000  
E: 2260.000  
F: 2270.000  
G: 2280.000

Fig. 124 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

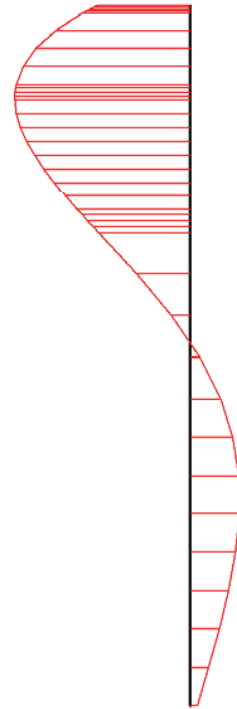
Fig. 125 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
2280.000  
2270.000  
2260.000  
2250.000  
2240.000  
2230.000  
2220.000



**Fig. 126 Horizontal displacements in beam (plate no: 6)**  
 Extreme value  $1,26 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 5)



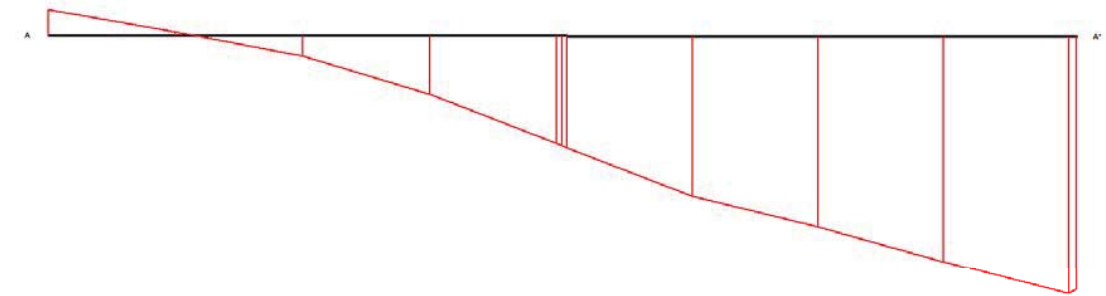
**Fig. 127 Horizontal displacements in beam (plate no: 5)**  
 Extreme value  $-1,28 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 5)



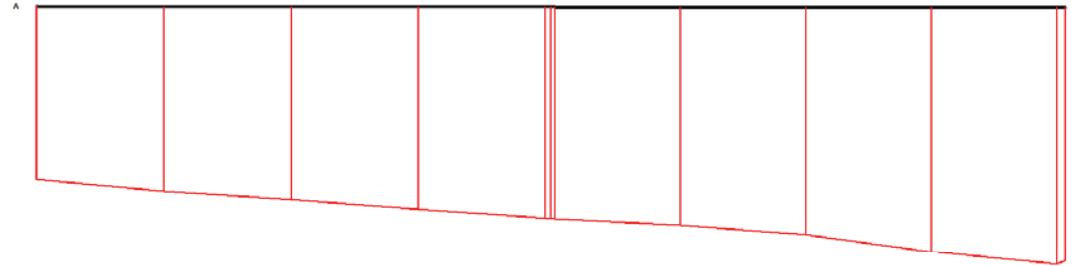
**Fig. 128 Vertical displacements in beam (plate no: 6)**  
 Extreme value  $-631,24 \cdot 10^{-6}$  m (phase: 5)



**Fig. 129 Vertical displacements in beam (plate no: 5)**  
 Extreme value  $-575,83 \cdot 10^{-6}$  m (phase: 5)



**Fig. 130 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-595,54 \cdot 10^{-6}$  m (phase: 5)



**Fig. 131 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-1,89 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 5)

### 13. RESULTS FOR PHASE 6

**Table [50] Step info phase no: 6**

Step no:	17
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,499
Relative stiffness	0,520

**Table [51] Reached multipliers phase no: 6**

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	0,0000	1,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

**Table [52] Staged construction info phase no: 6**

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,995
Active proportion of stage	0,295	1,000

**Table [53] Realised tunnel contraction info phase no: 6**

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

**Table [54] Iteration info phase no: 6**

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,006	2450	1200	393	0	0	0	0
2	0,004	2436	1189	22	0	0	0	0

**Table [55] Active distributed loads A phase no: 6**

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	488	0,000	-20,000	462	0,000	-20,000
2	462	0,000	-40,000	753	0,000	-40,000
3	1630	0,000	-40,000	1998	0,000	-40,000
4	1998	0,000	-20,000	2198	0,000	-20,000

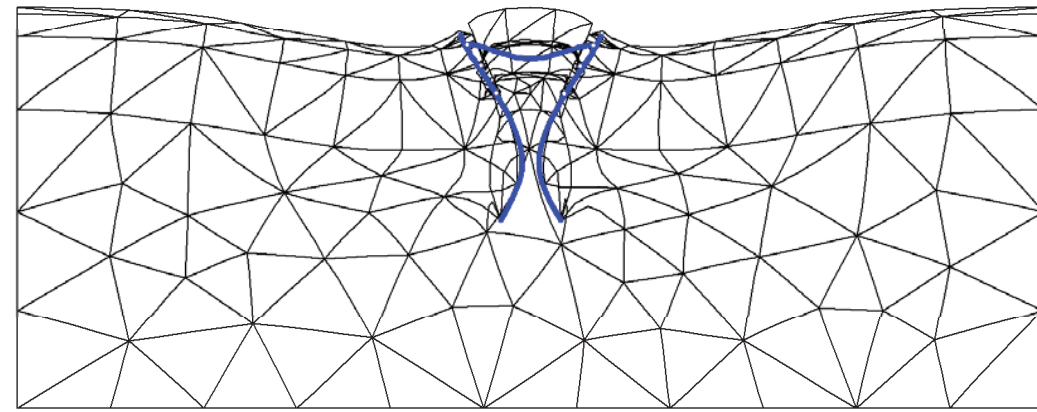


Fig. 132 Plot of deformed mesh  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

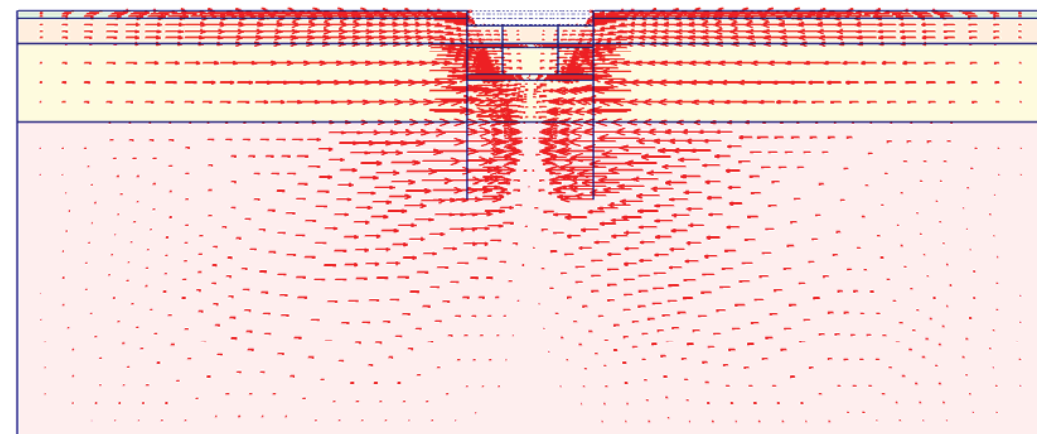
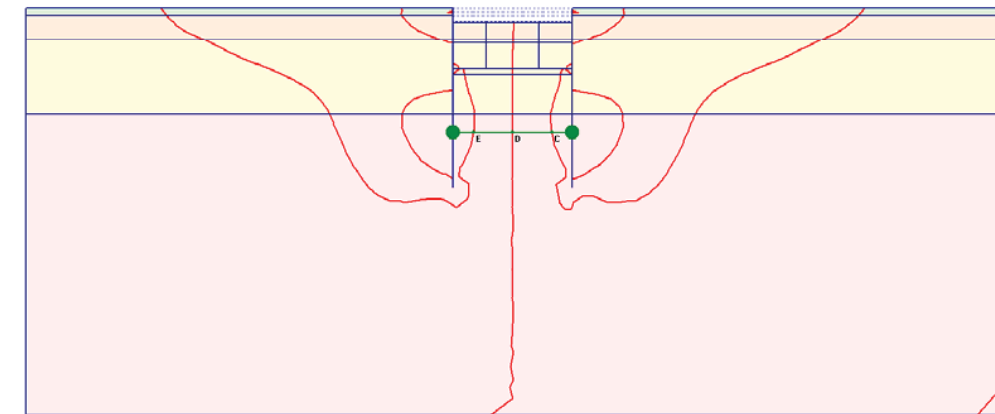


Fig. 133 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
A: -15.000  
B: -10.000  
C: -5.000  
D: 0.000  
E: 5.000  
F: 10.000  
G: 15.000

Fig. 134 Plot of horizontal displacements (contour lines)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

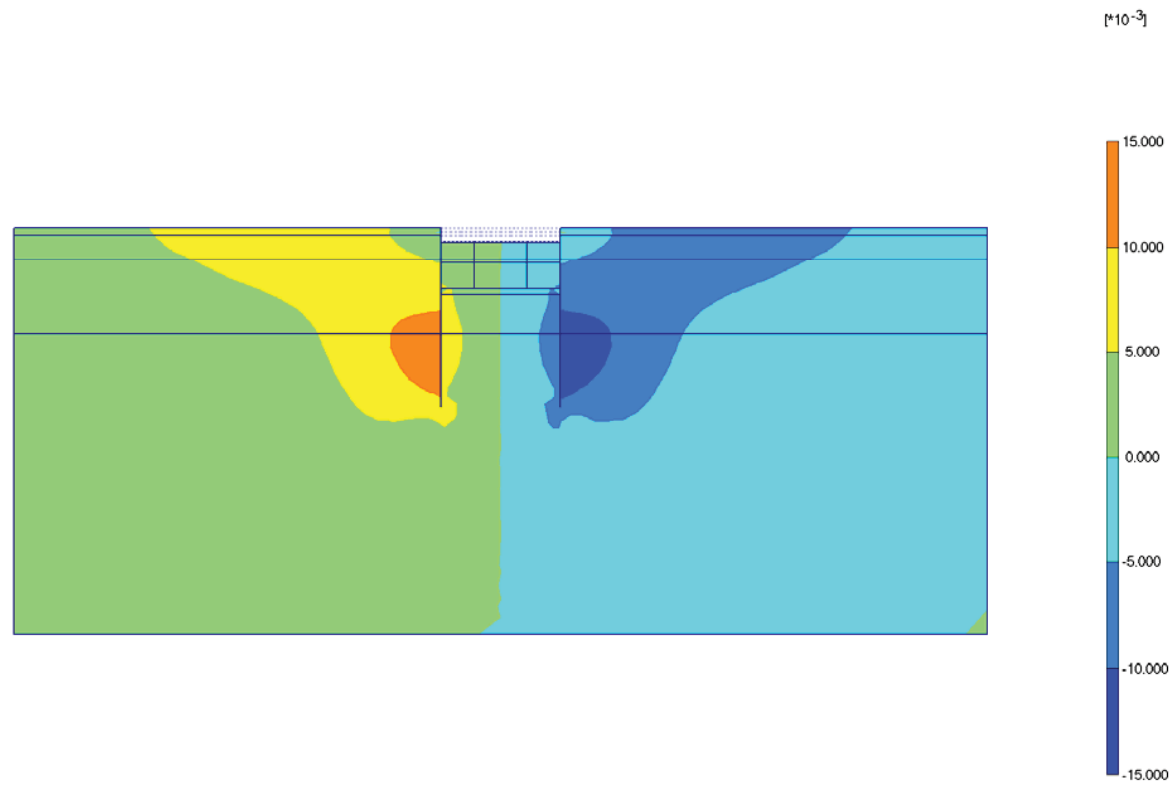


Fig. 135 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

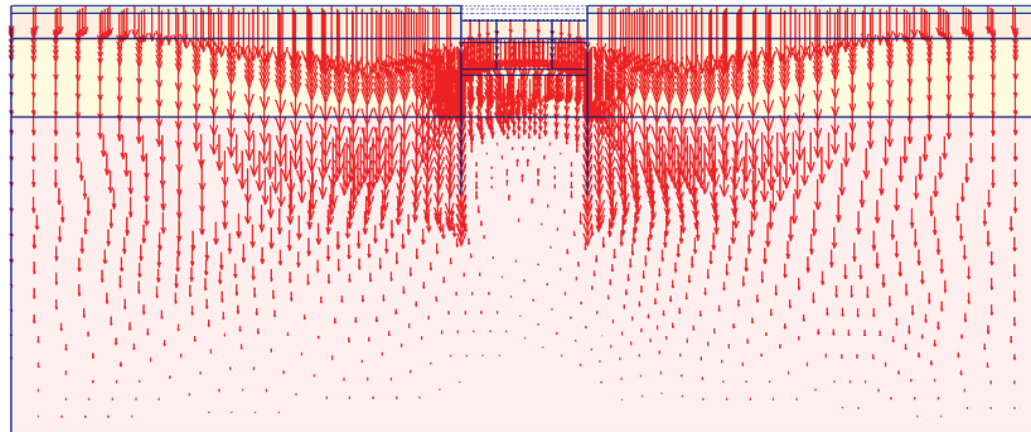


Fig. 136 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

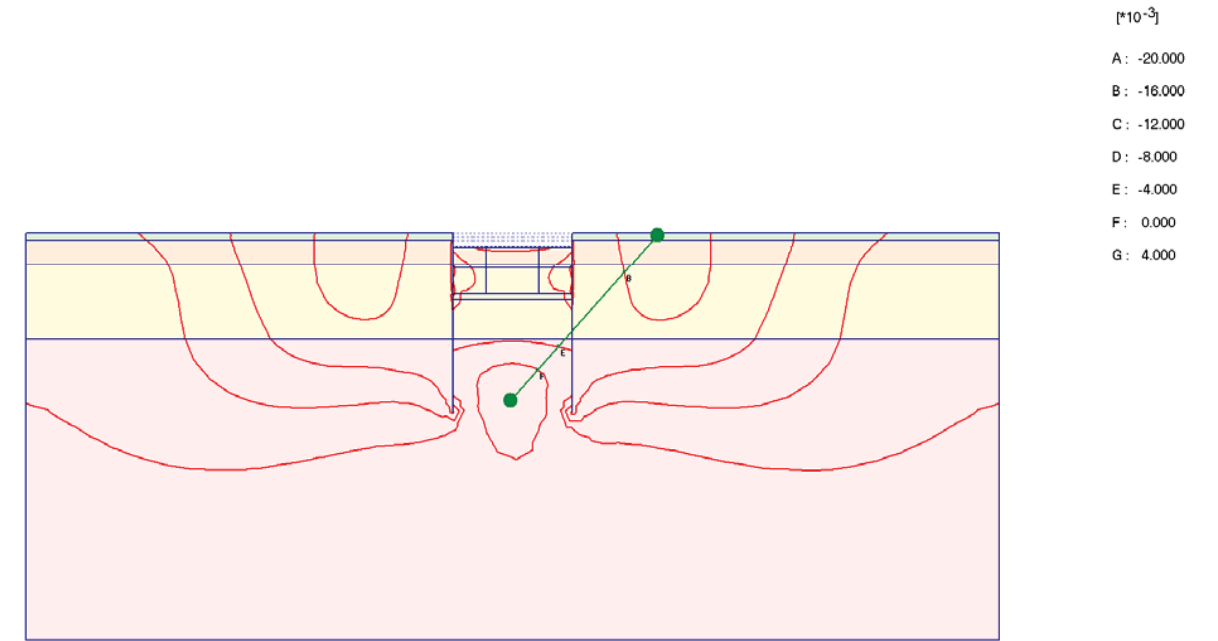
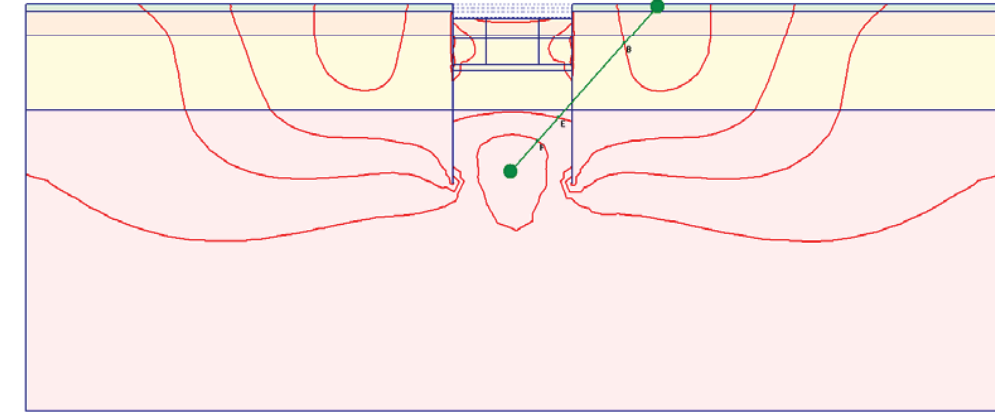


Fig. 137 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )



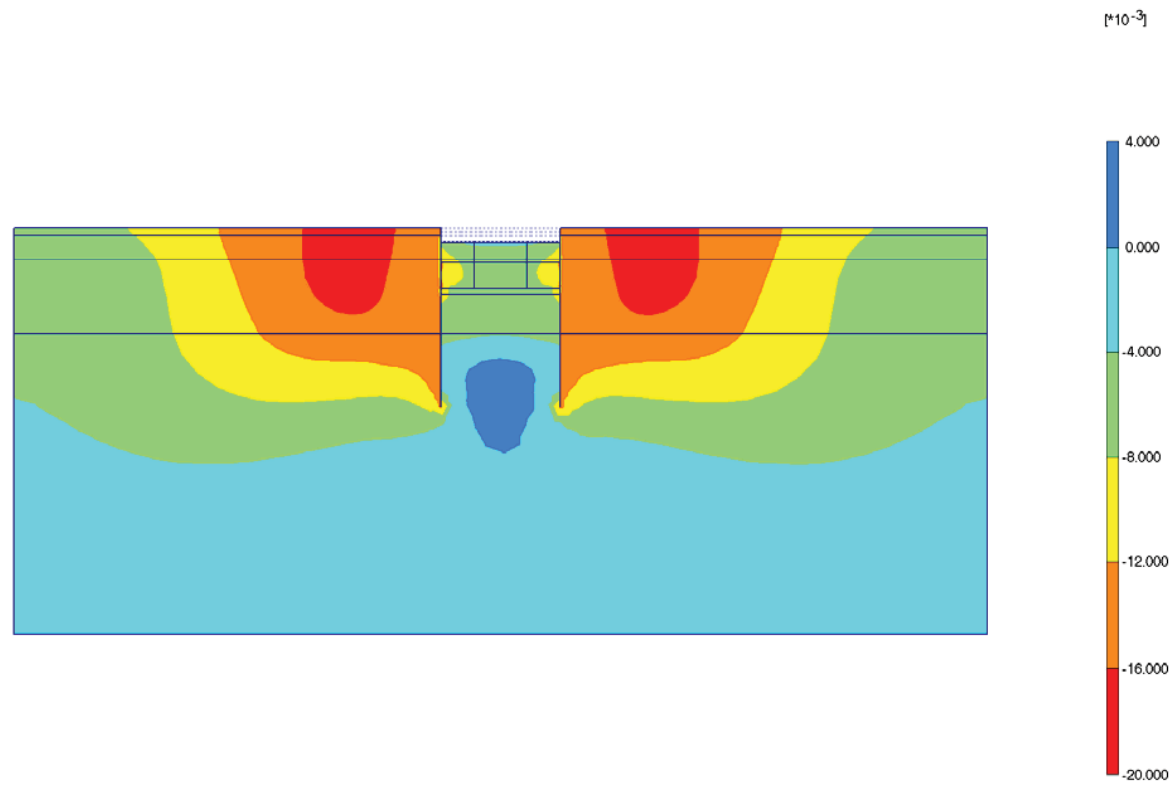


Fig. 138 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

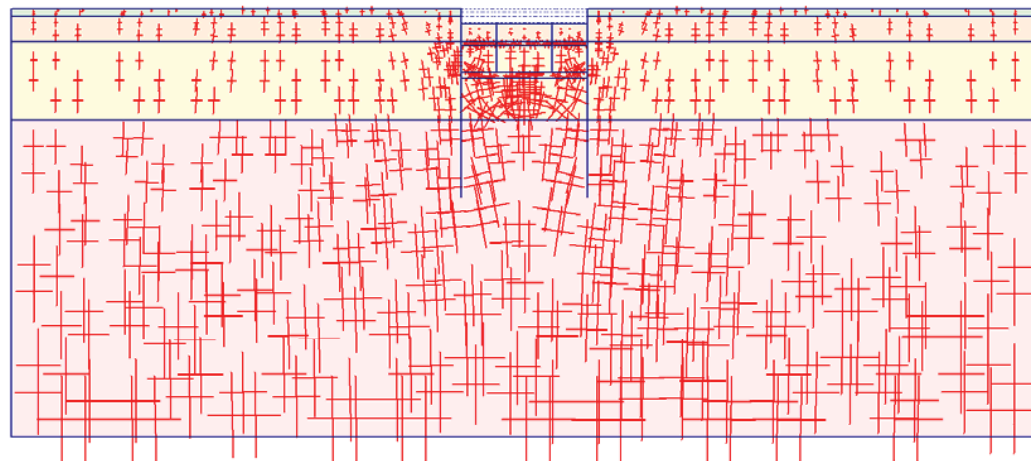


Fig. 139 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

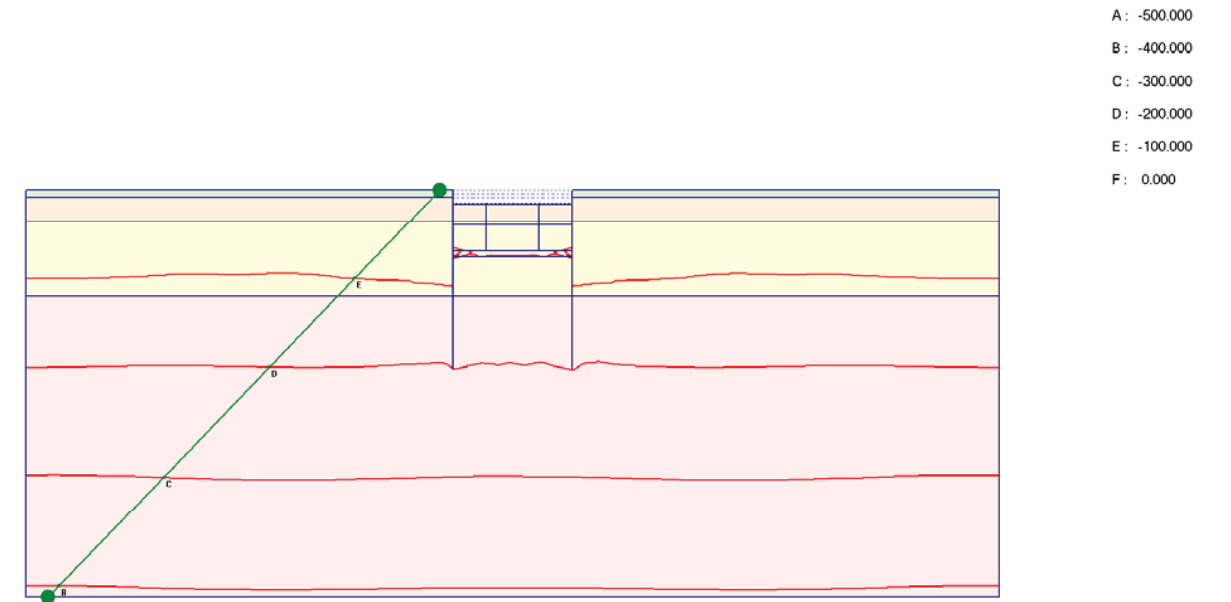
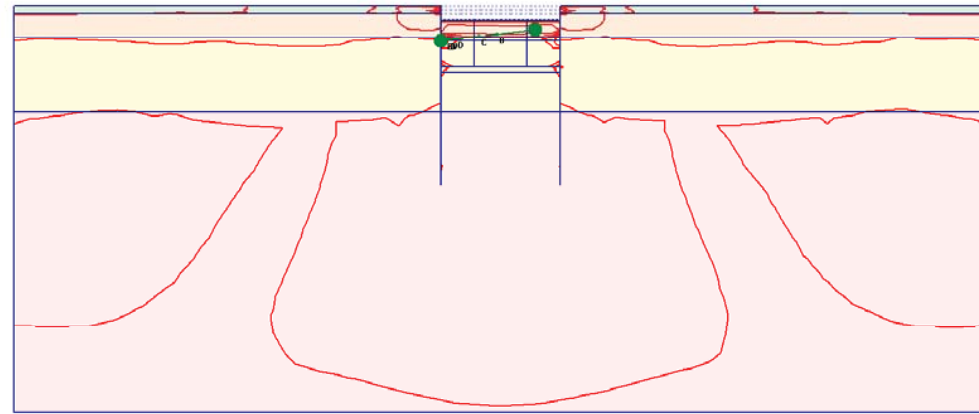


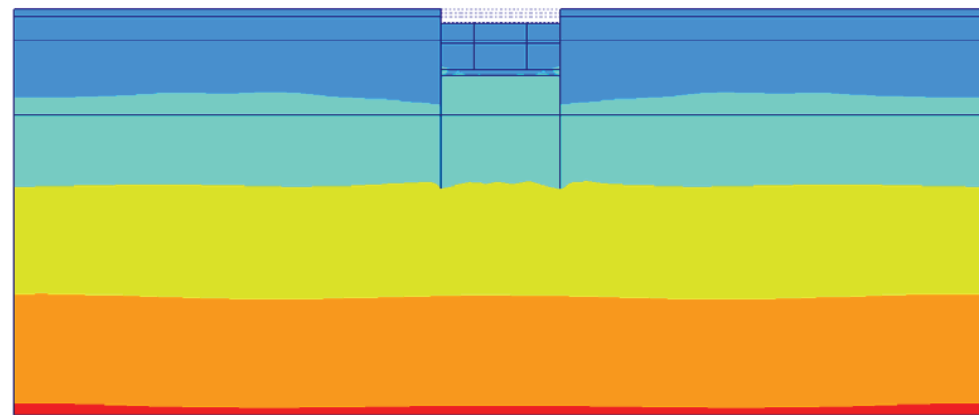
Fig. 140 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )





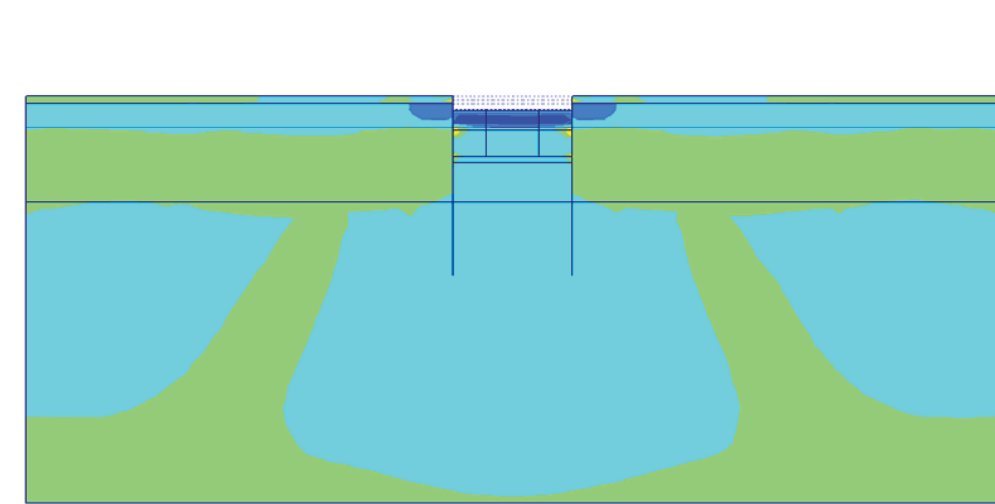
A: 0.000  
B: 0.200  
C: 0.400  
D: 0.600  
E: 0.800  
F: 1.000  
G: 1.200

Fig. 141 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )



0.000  
-100.000  
-200.000  
-300.000  
-400.000  
-500.000

Fig. 142 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )



1.200  
1.000  
0.800  
0.600  
0.400  
0.200  
0.000

Fig. 143 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

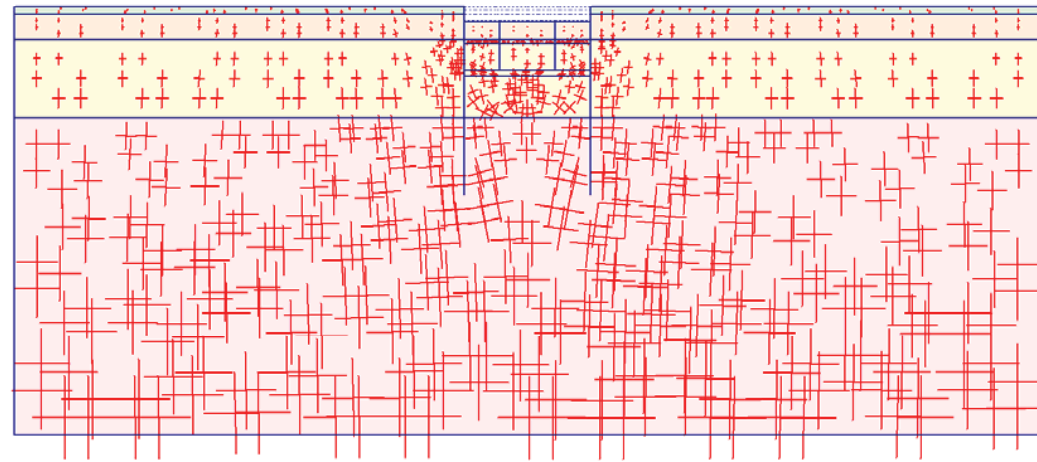


Fig. 144 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

- A: -1000.00
- B: -800.000
- C: -600.000
- D: -400.000
- E: -200.000
- F: 0.000
- G: 200.000

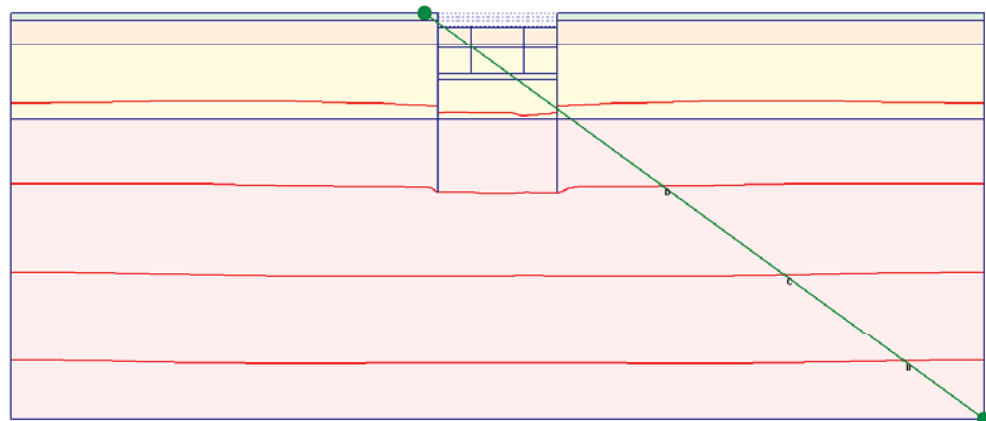
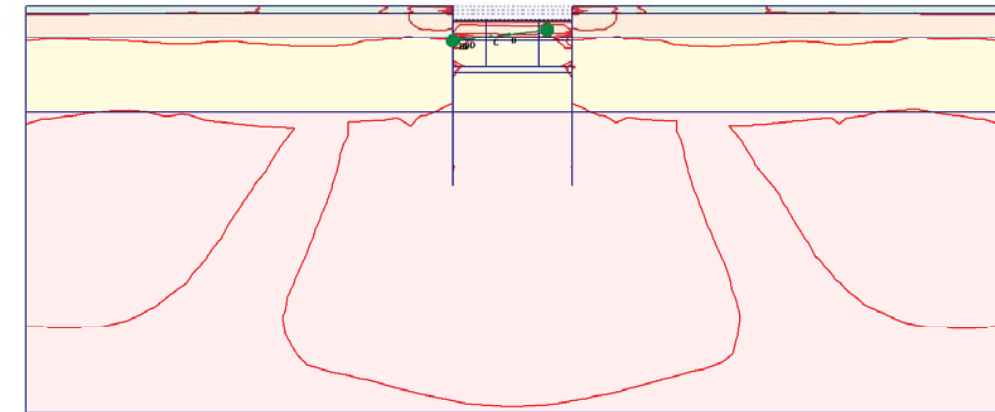


Fig. 145 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )



- A: 0.000
- B: 0.200
- C: 0.400
- D: 0.600
- E: 0.800
- F: 1.000
- G: 1.200

Fig. 146 Plot of total stresses (relative shear contours)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

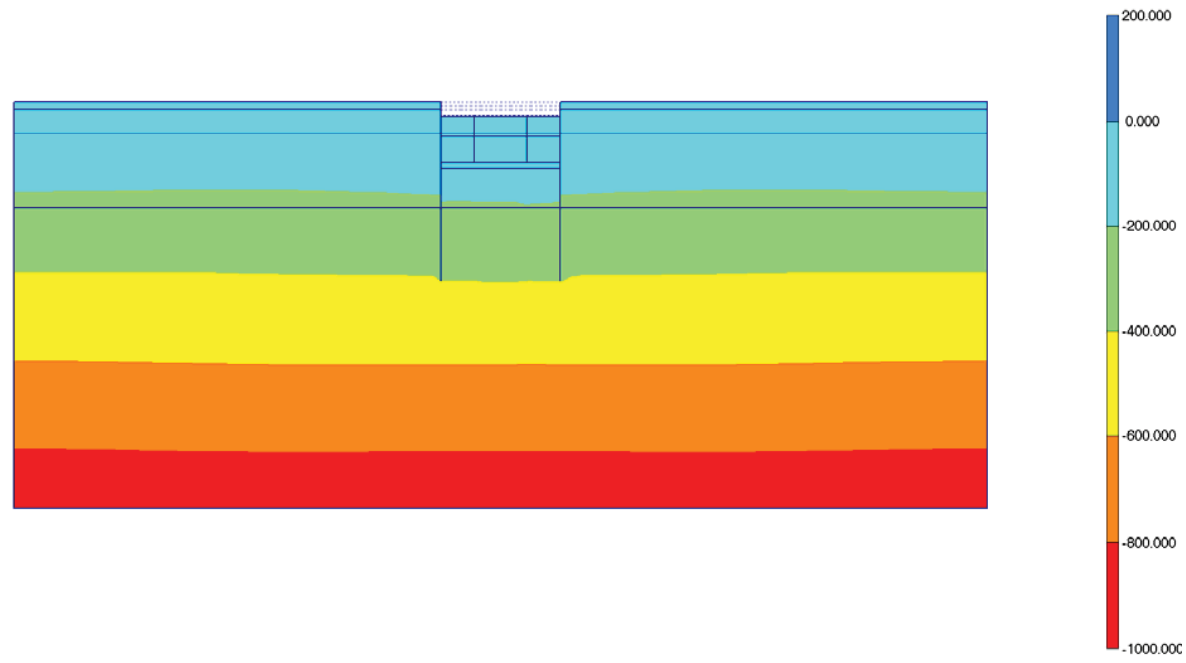


Fig. 147 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

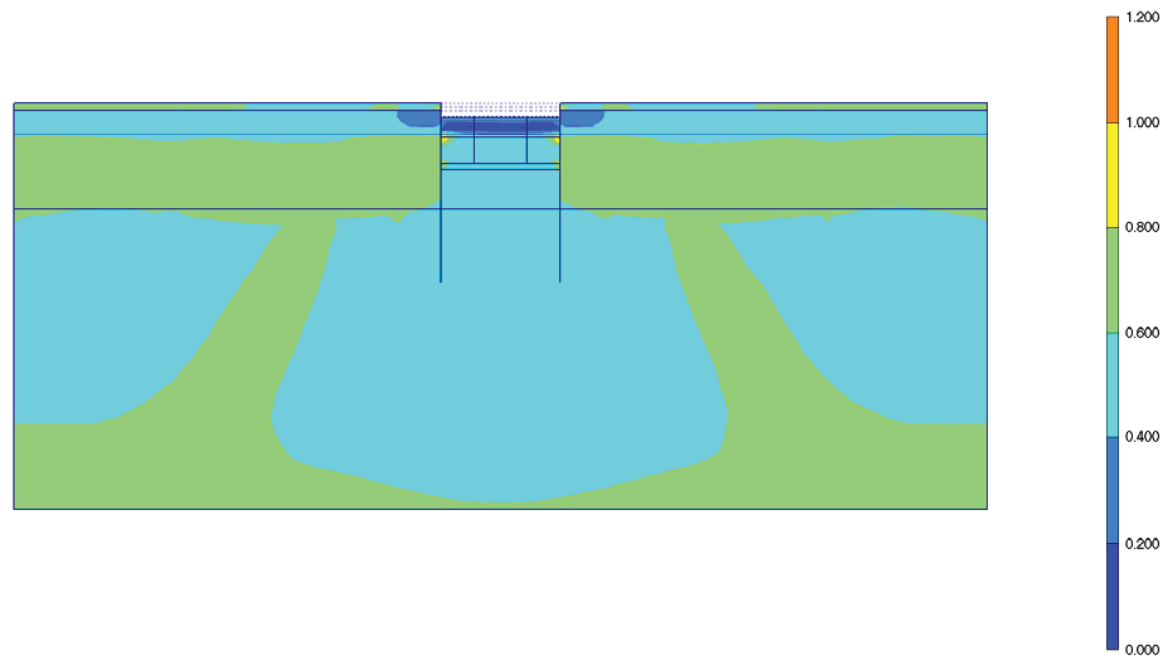


Fig. 148 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

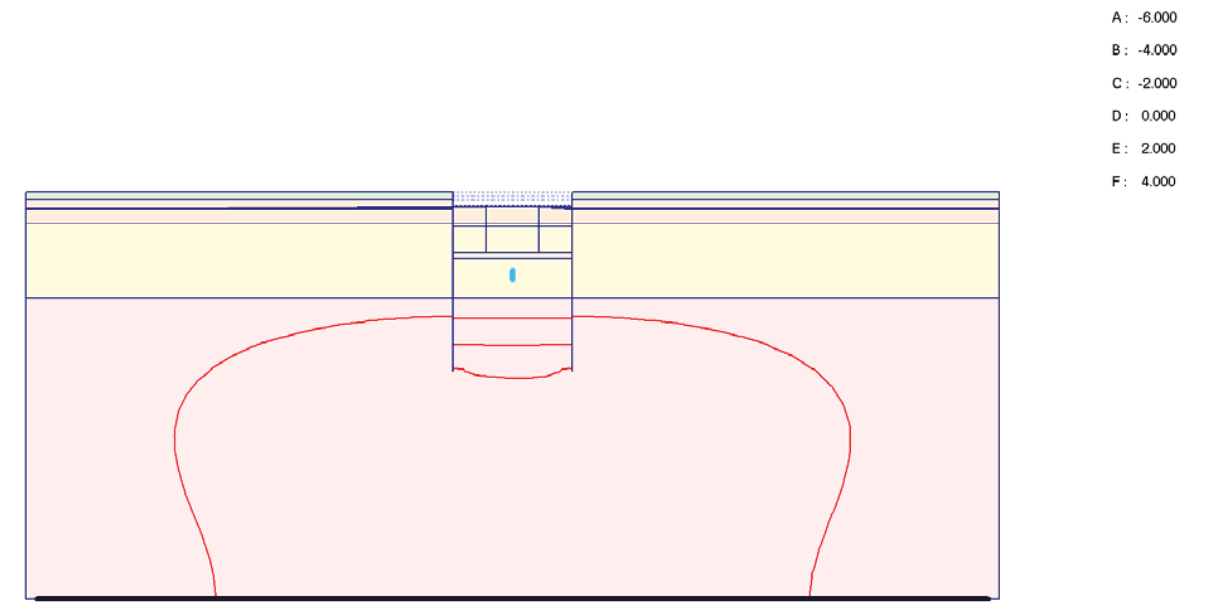


Fig. 149 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

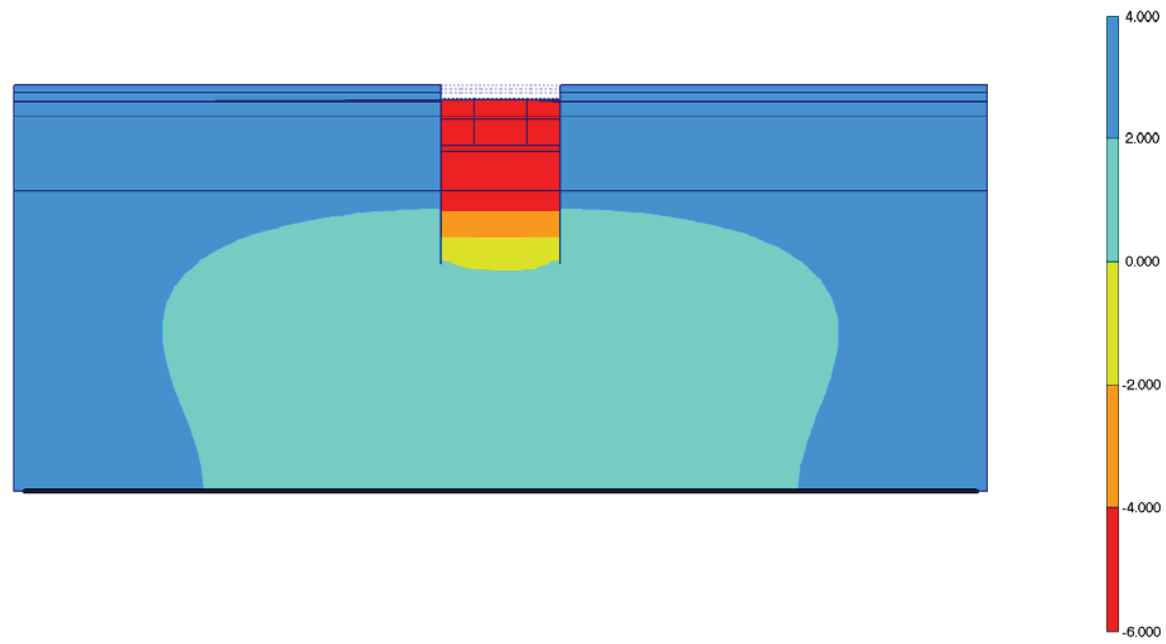


Fig. 150 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

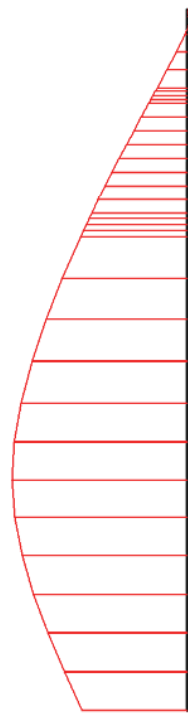


Fig. 151 Horizontal displacements in beam (plate no: 6)  
Extreme value  $-13,91 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 6)

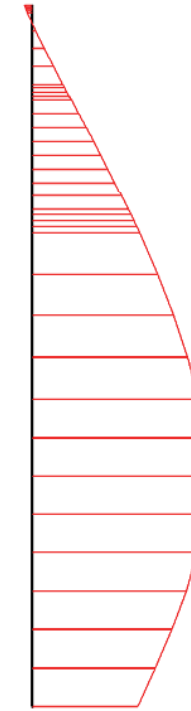


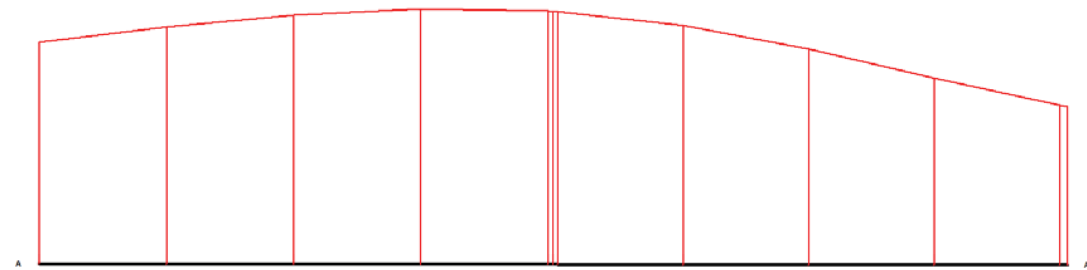
Fig. 152 Horizontal displacements in beam (plate no: 5)  
Extreme value  $13,93 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 6)



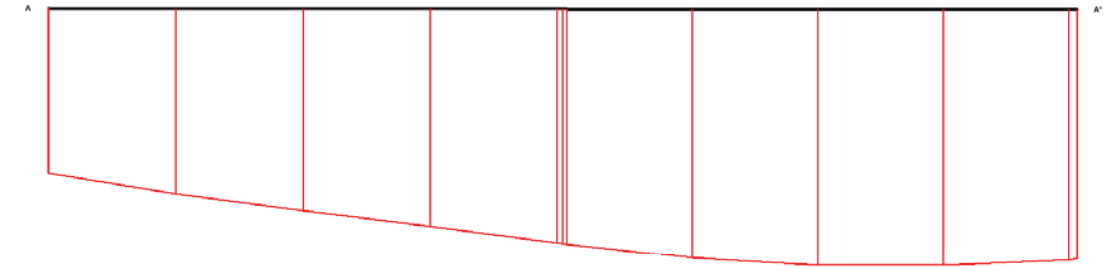
**Fig. 153 Vertical displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $-13,24 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 6)



**Fig. 154 Vertical displacements in beam (plate no: 5)**  
Extreme value  $-13,11 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 6)



**Fig. 155 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $8,12 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 6)



**Fig. 156 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $-17,11 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 6)

### 14. RESULTS FOR PHASE 7

Table [56] Step info phase no: 7

Step no:	23
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,419
Relative stiffness	0,035

Table [57] Reached multipliers phase no: 7

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	0,0000	1,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [58] Staged construction info phase no: 7

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,980
Active proportion of stage	0,013	1,000

Table [59] Realised tunnel contraction info phase no: 7

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [60] Iteration info phase no: 7

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,007	1149	737	237	72	29	6	6
2	0,006	1148	737	85	72	2	6	6

Table [61] Active distributed loads A phase no: 7

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	488	0,000	-20,000	462	0,000	-20,000
2	462	0,000	-40,000	753	0,000	-40,000
3	1630	0,000	-40,000	1998	0,000	-40,000
4	1998	0,000	-20,000	2198	0,000	-20,000

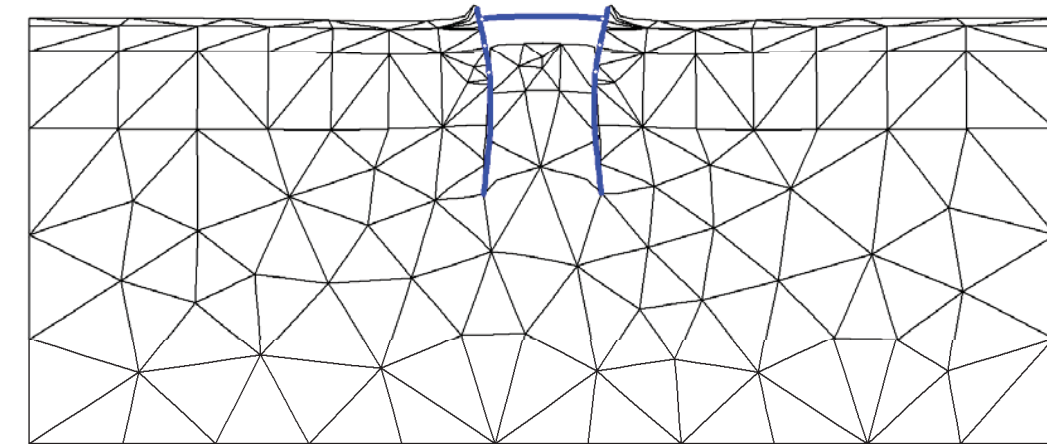


Fig. 157 Plot of deformed mesh - step no: 23 - ( phase: 7 )

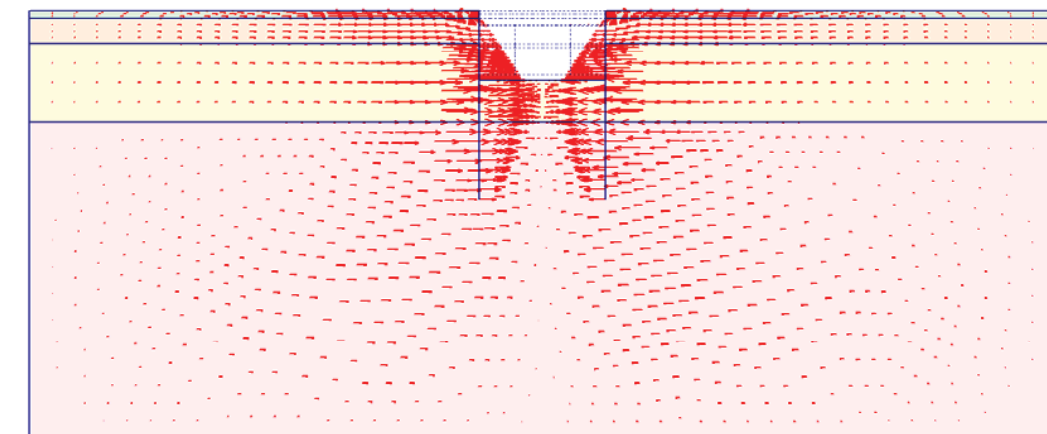
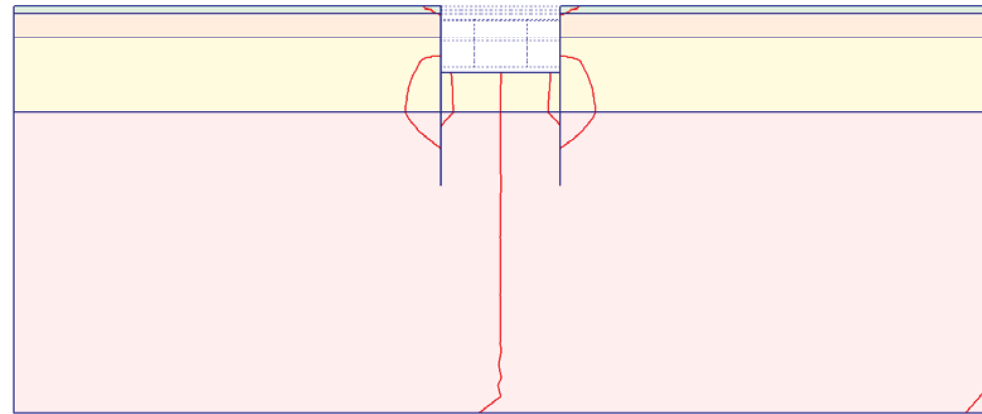


Fig. 158 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )



A: -0.040  
B: -0.020  
C: -0.000  
D: 0.020  
E: 0.040

Fig. 159 Plot of horizontal displacements (contour lines)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

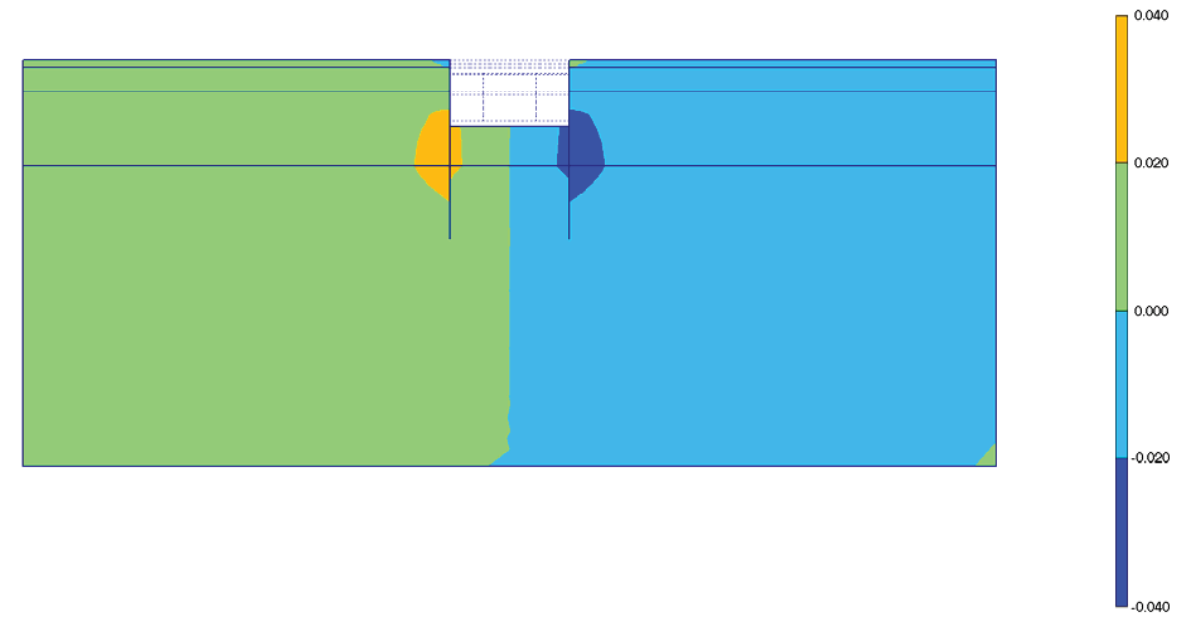


Fig. 160 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

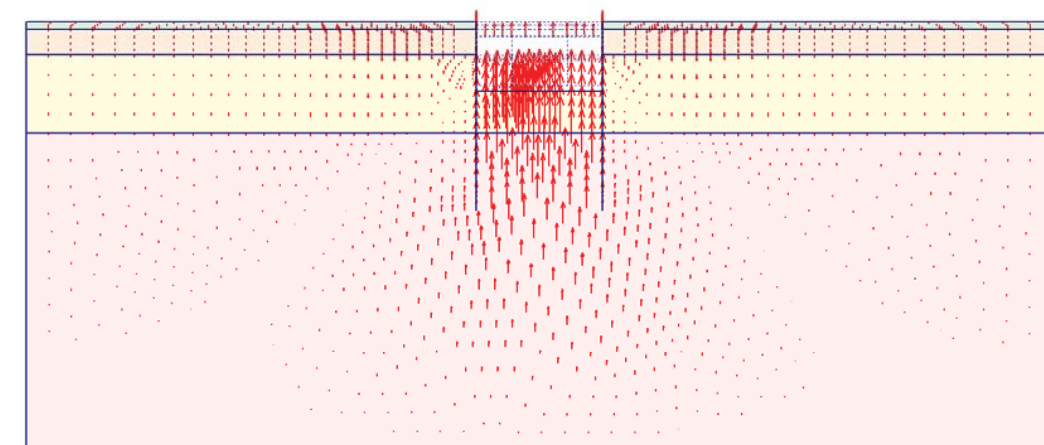
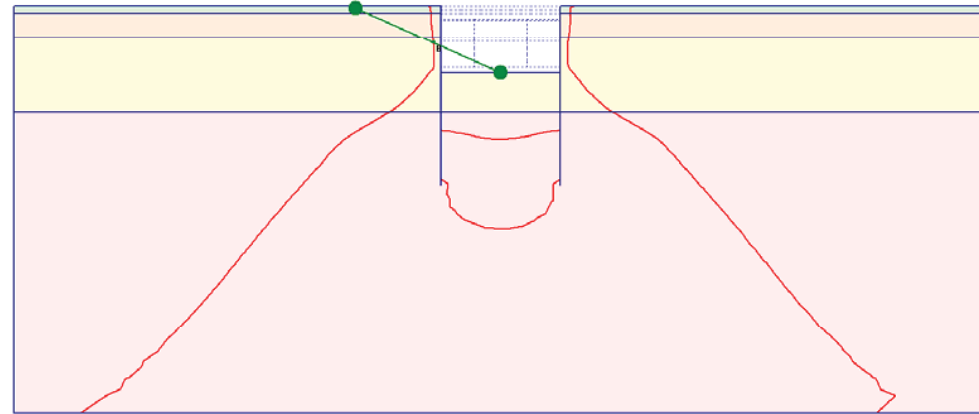




Fig. 161 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )



A: -0.040  
B: 0.000  
C: 0.040  
D: 0.080  
E: 0.120

Fig. 162 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

Fig. 163 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

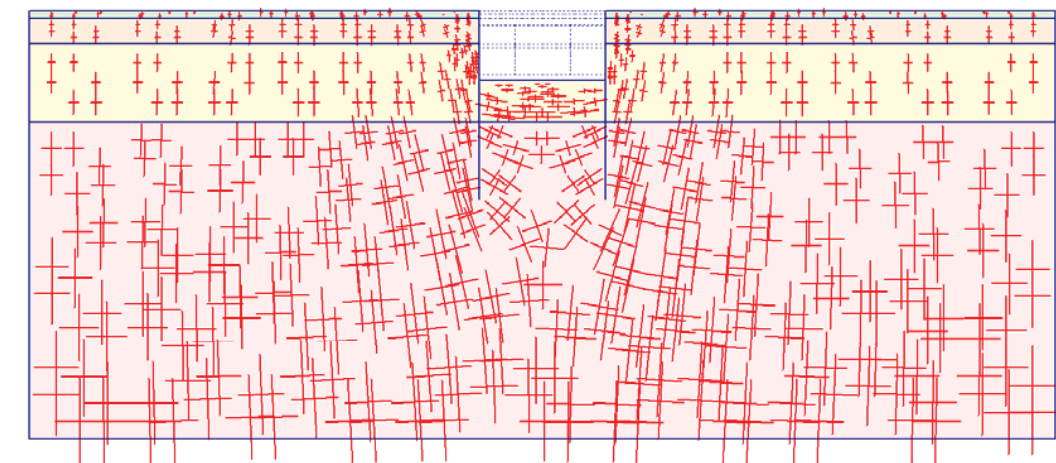
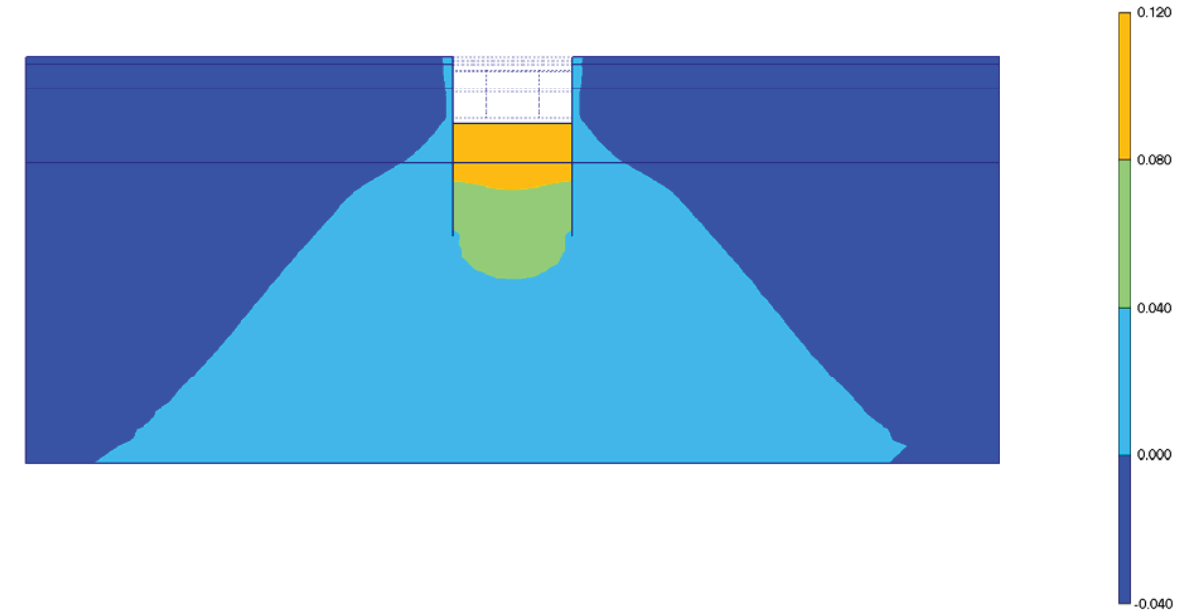


Fig. 164 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

A: -600.000  
B: -400.000  
C: -200.000  
D: 0.000  
E: 200.000

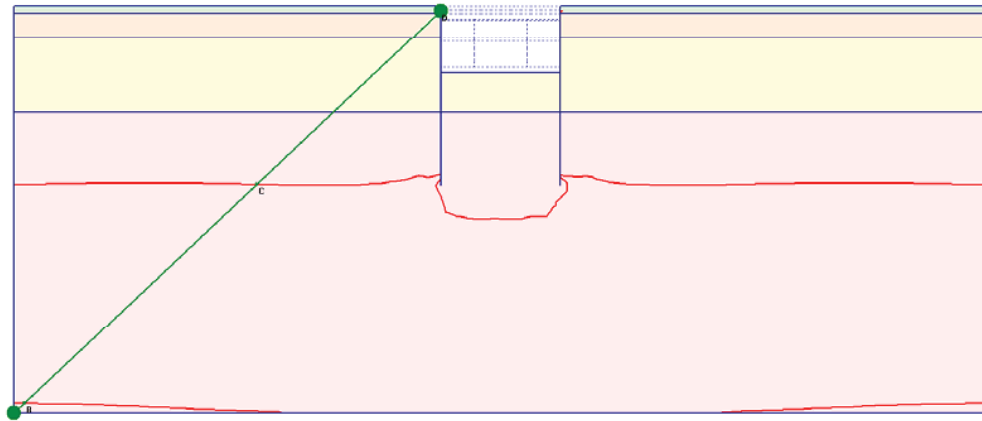


Fig. 165 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

A: 0.000  
B: 0.250  
C: 0.500  
D: 0.750  
E: 1.000  
F: 1.250

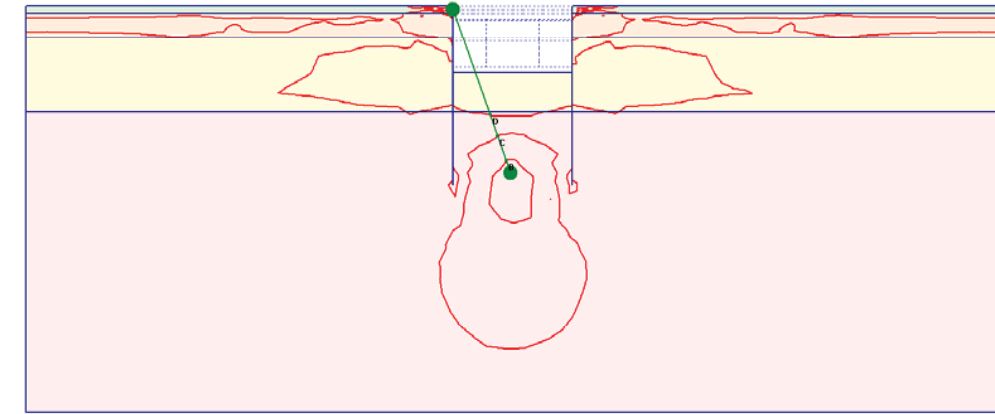


Fig. 166 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

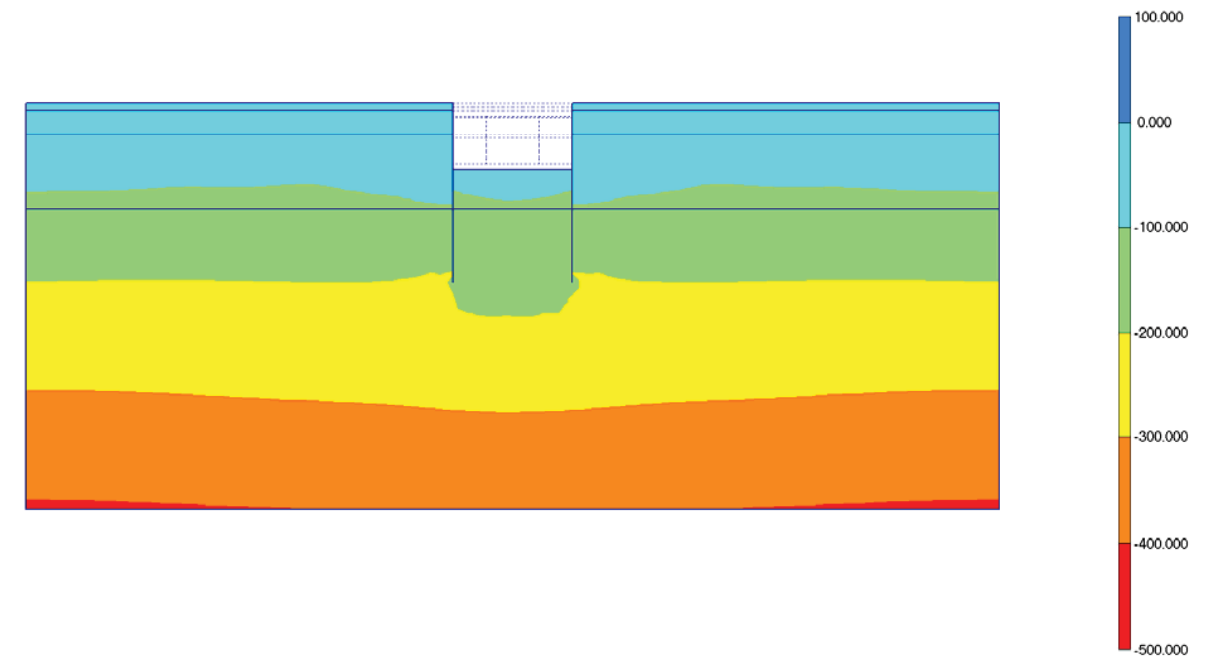


Fig. 167 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

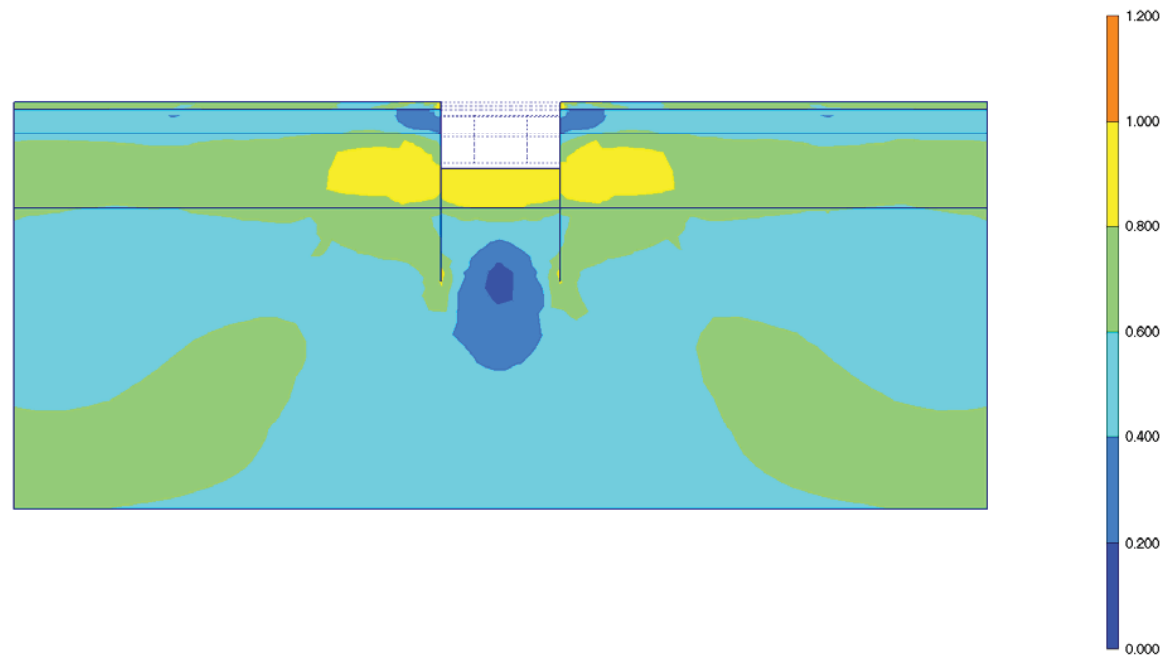


Fig. 168 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

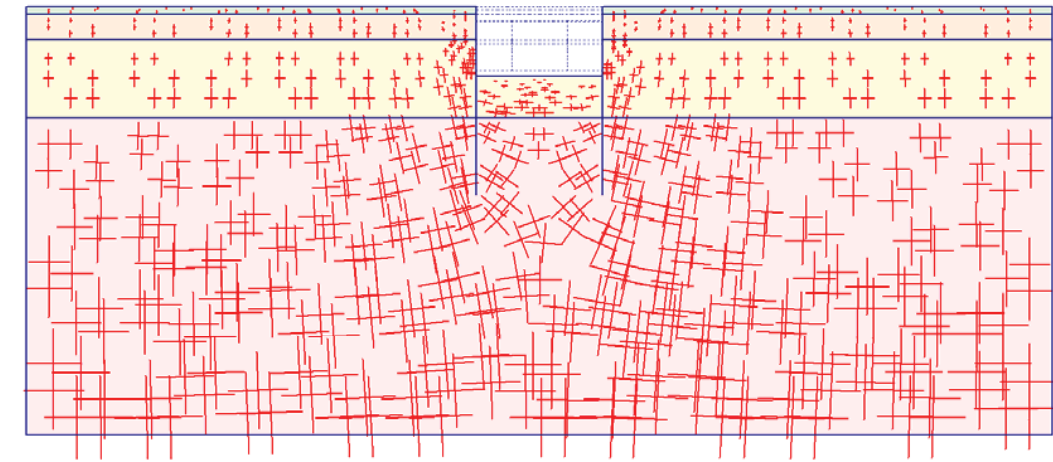


Fig. 169 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

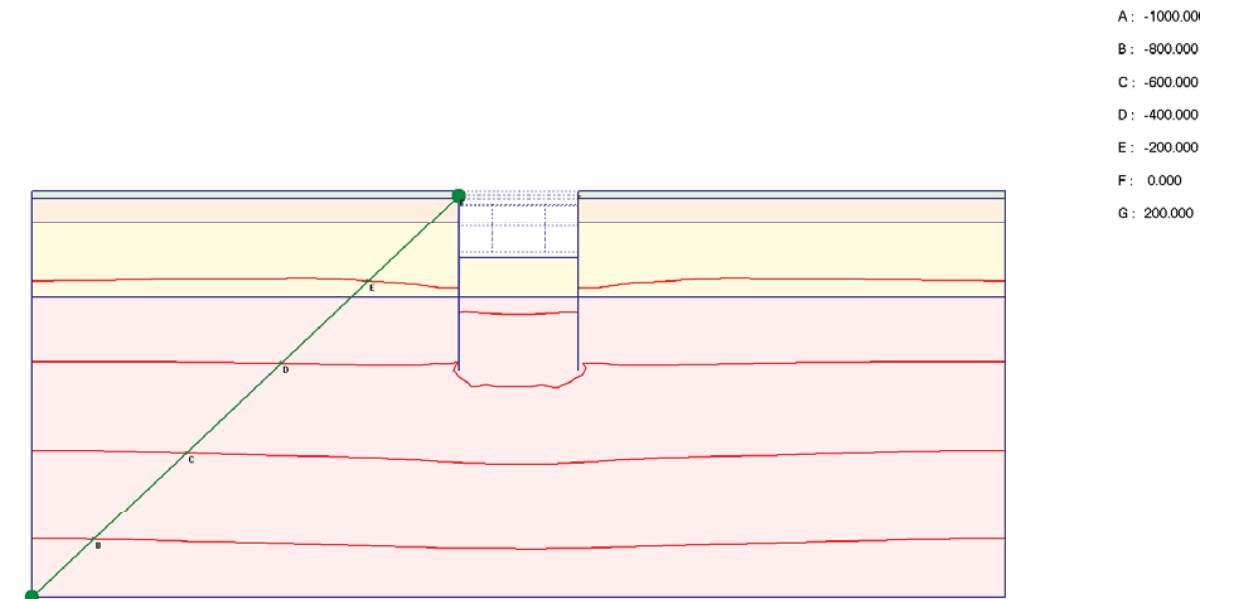
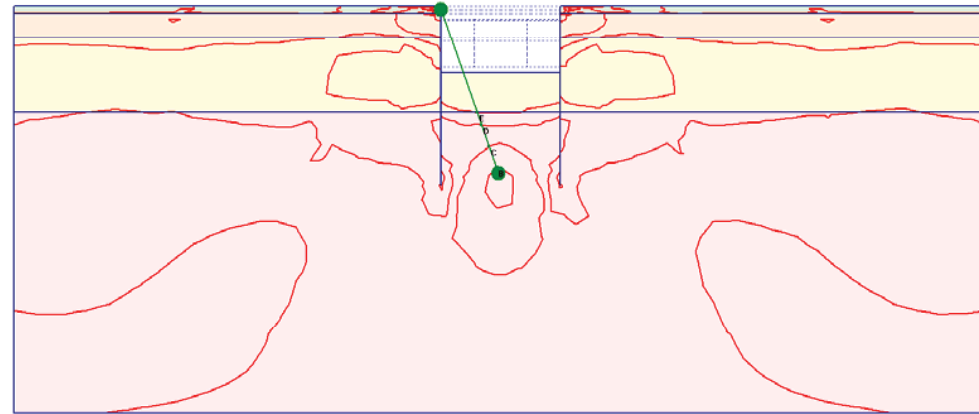


Fig. 170 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )



- A: 0.000
- B: 0.200
- C: 0.400
- D: 0.600
- E: 0.800
- F: 1.000
- G: 1.200

Fig. 171 Plot of total stresses (relative shear contours)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

Fig. 172 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

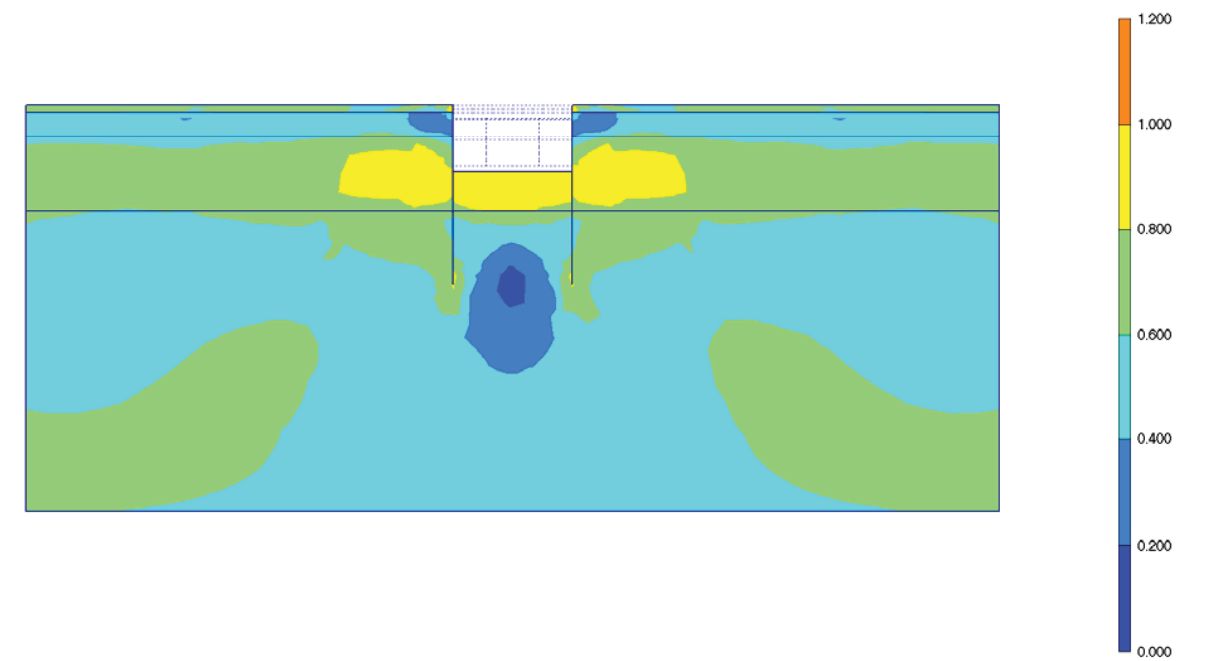
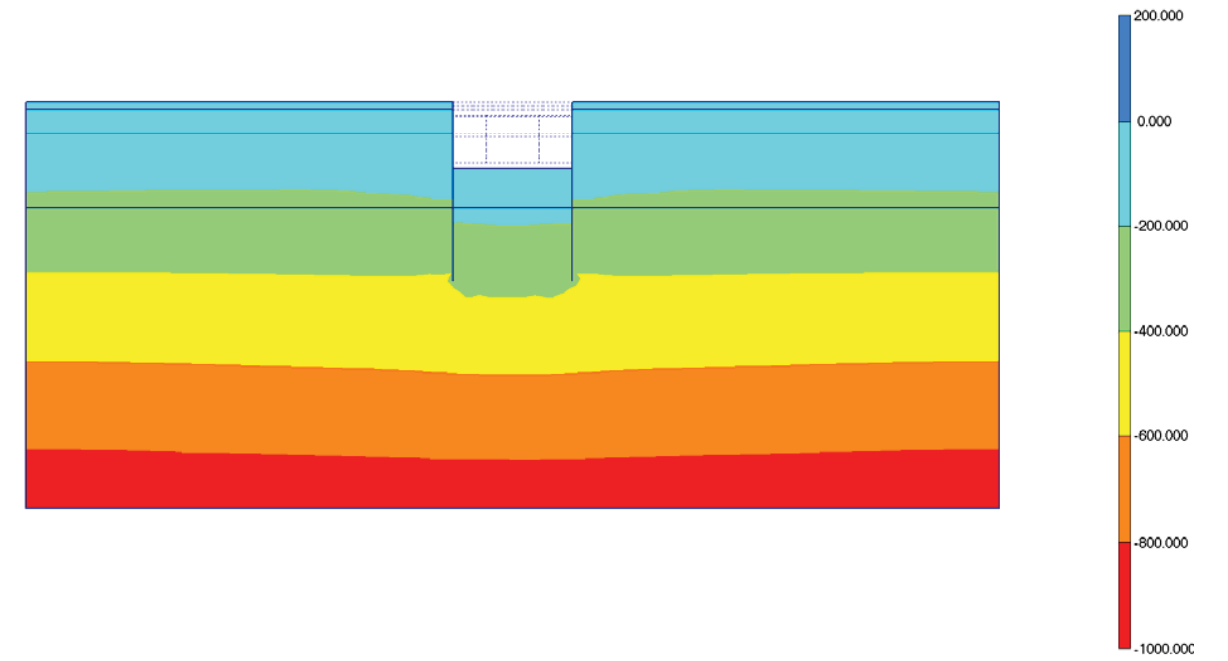
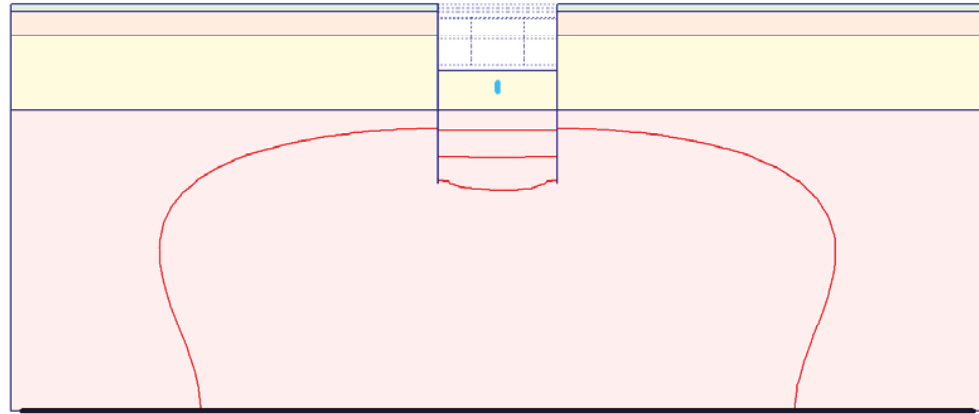


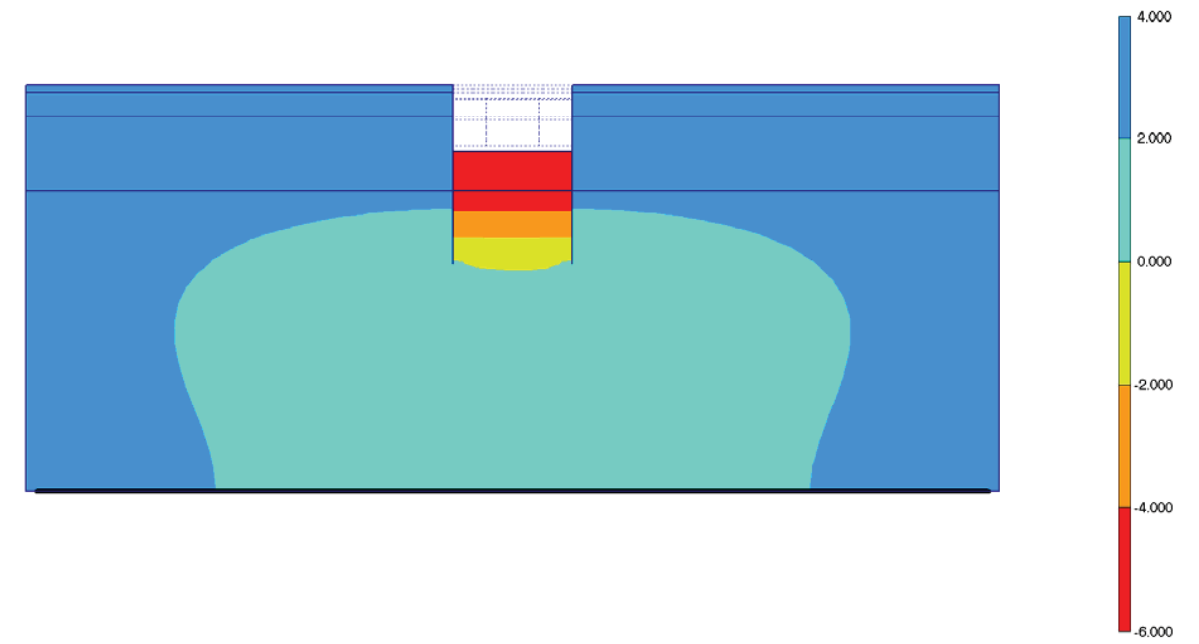
Fig. 173 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )



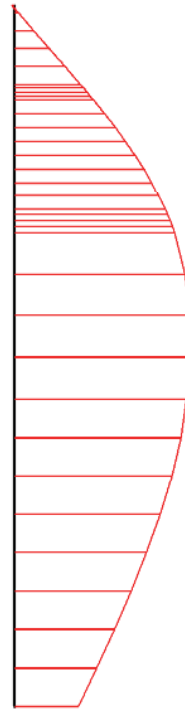
A: -6.000  
B: -4.000  
C: -2.000  
D: 0.000  
E: 2.000  
F: 4.000

Fig. 174 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

Fig. 175 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 23 - ( phase: 7 )

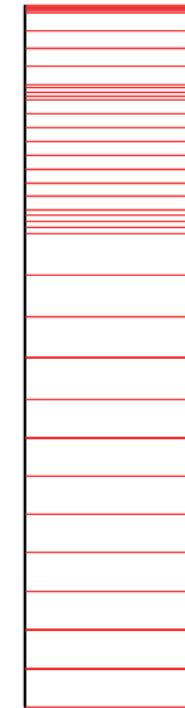


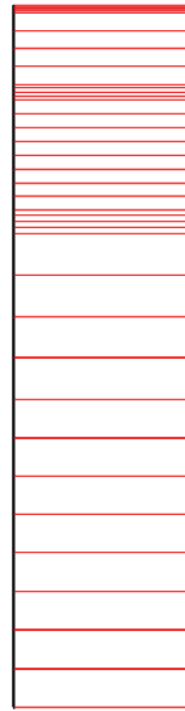
**Fig. 176 Horizontal displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $-28,94 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 7)



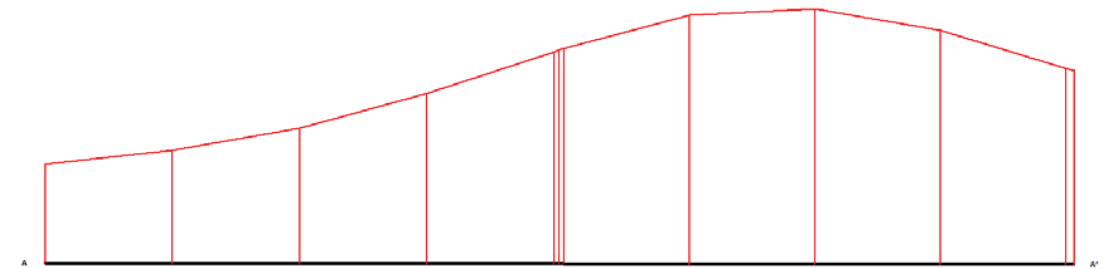
**Fig. 177 Horizontal displacements in beam (plate no: 5)**  
Extreme value  $29,10 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 7)

**Fig. 178 Vertical displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $27,50 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 7)





**Fig. 179 Vertical displacements in beam (plate no: 5)**  
 Extreme value  $26,74 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 7)



**Fig. 180 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $10,68 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 7)

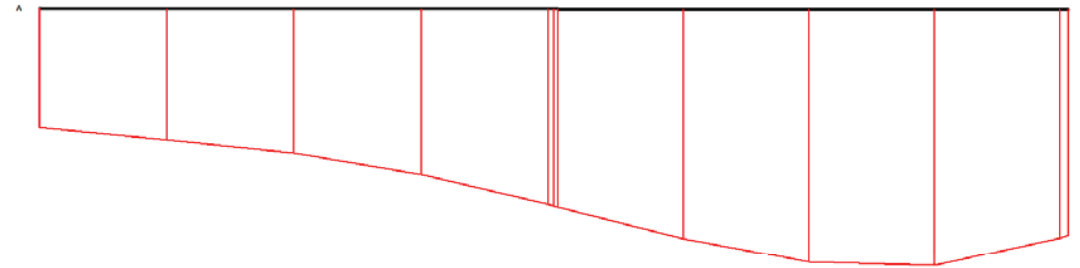


Fig. 181 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)  
Extreme value  $-14,82 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 7)

### 15. RESULTS FOR PHASE 8

Table [62] Step info phase no: 8

Step no:	29
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,025
Relative stiffness	0,161

Table [63] Reached multipliers phase no: 8

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	0,0000	1,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [64] Staged construction info phase no: 8

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,981
Active proportion of stage	0,005	1,000

Table [65] Realised tunnel contraction info phase no: 8

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [66] Iteration info phase no: 8

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,000	121	493	59	13	13	10	10
2	0,000	122	488	6	13	0	10	4

Table [67] Active distributed loads A phase no: 8

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	488	0,000	-20,000	462	0,000	-20,000
2	462	0,000	-40,000	753	0,000	-40,000
3	1630	0,000	-40,000	1998	0,000	-40,000
4	1998	0,000	-20,000	2198	0,000	-20,000



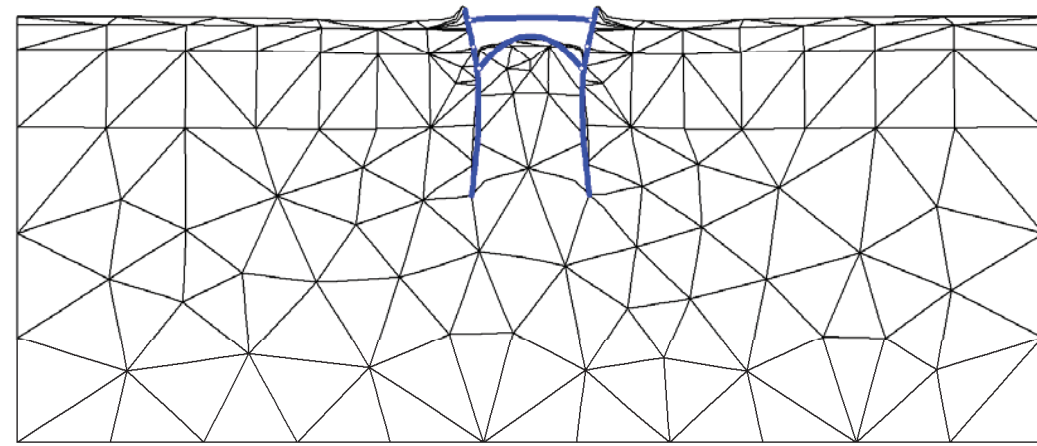


Fig. 182 Plot of deformed mesh  
- step no: 29 - ( phase: 8 )

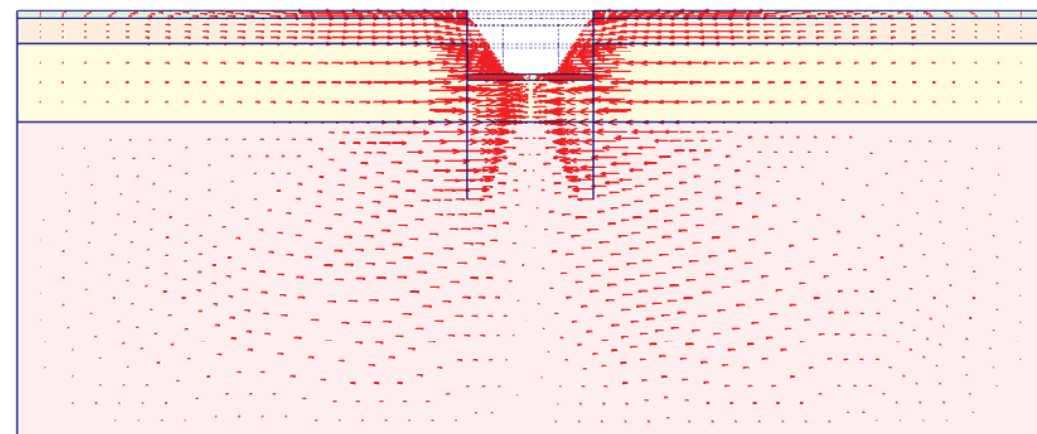
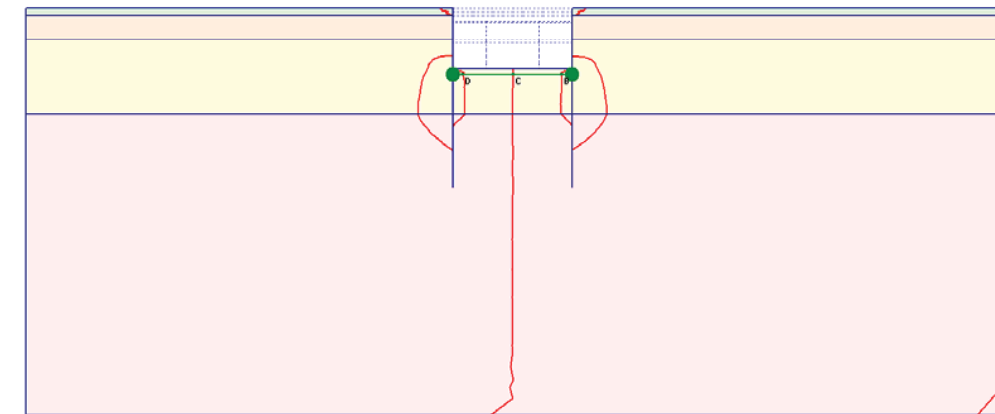


Fig. 183 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )



A: -0.040  
B: -0.020  
C: -0.000  
D: 0.020  
E: 0.040

Fig. 184 Plot of horizontal displacements (contour lines)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )

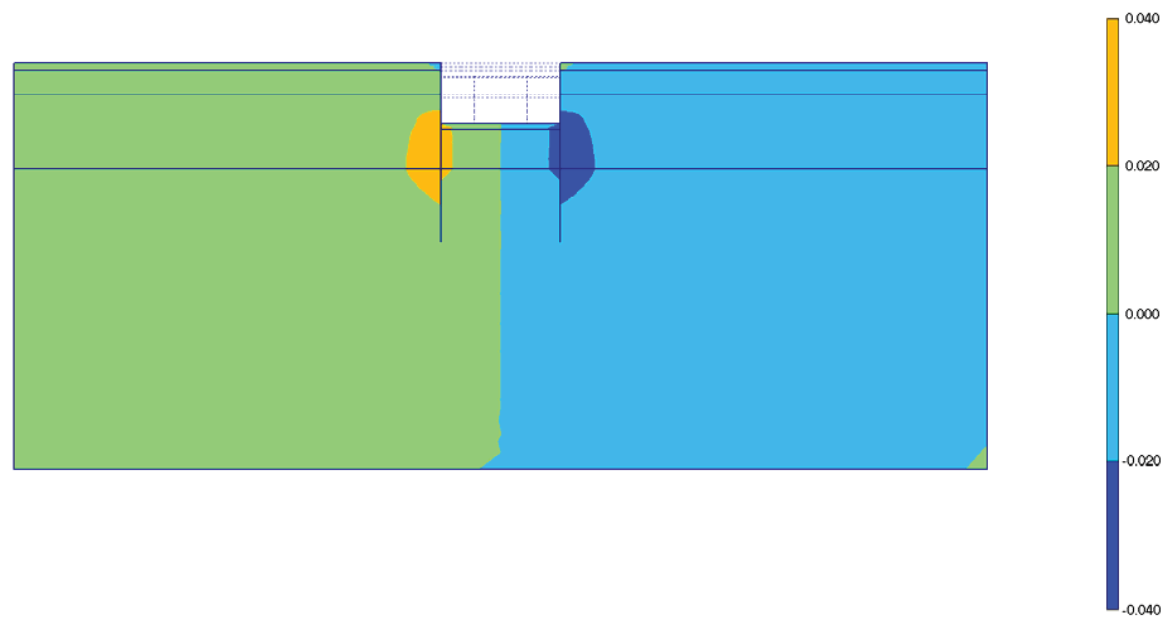


Fig. 185 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )

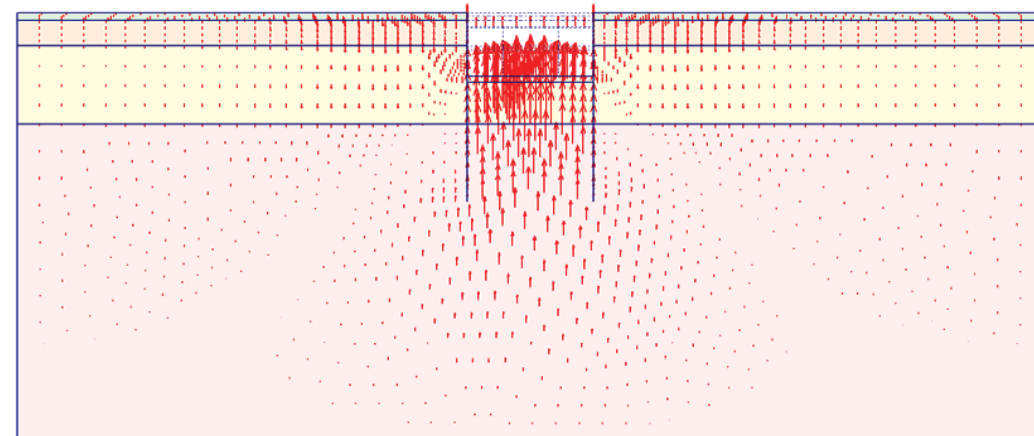


Fig. 186 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )

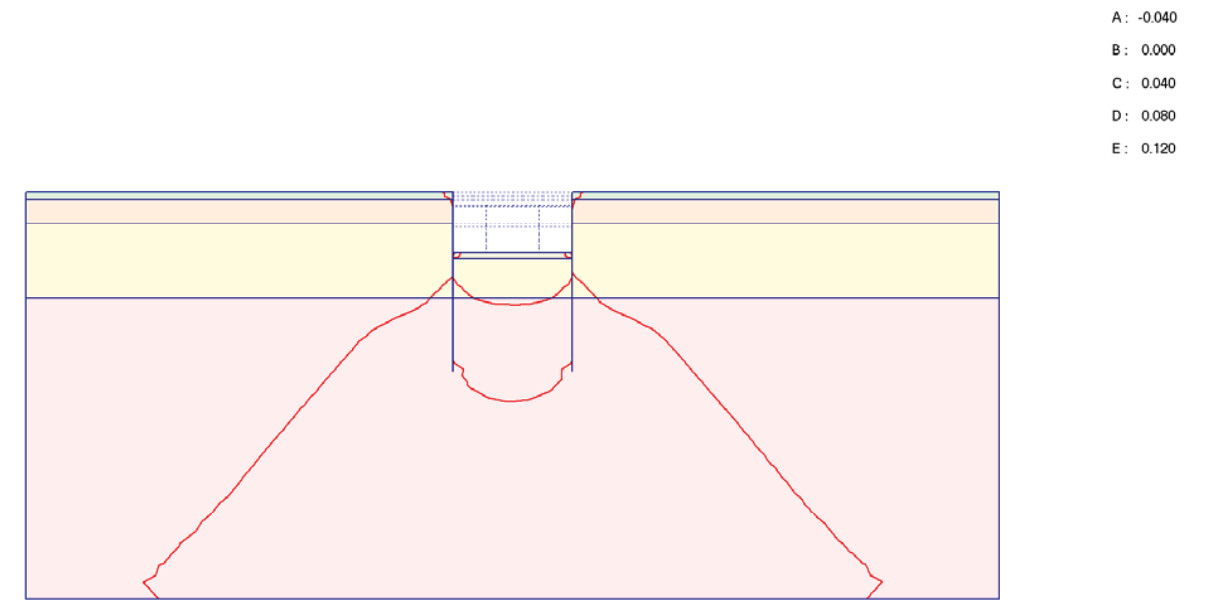
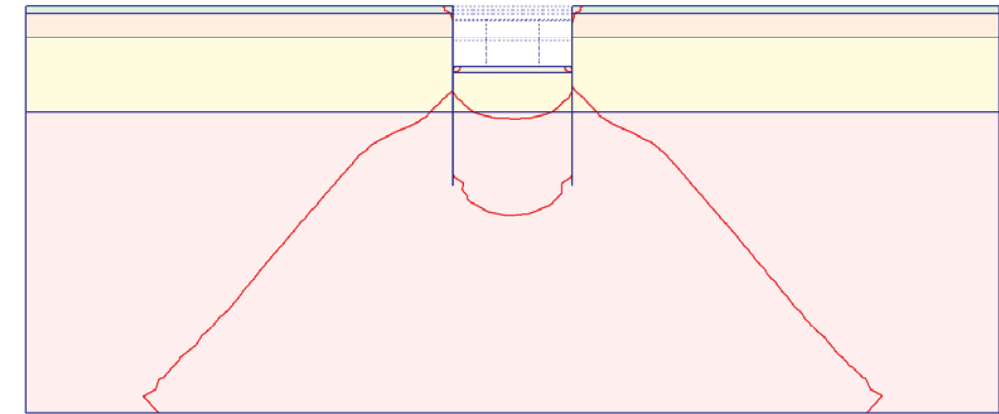


Fig. 187 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )



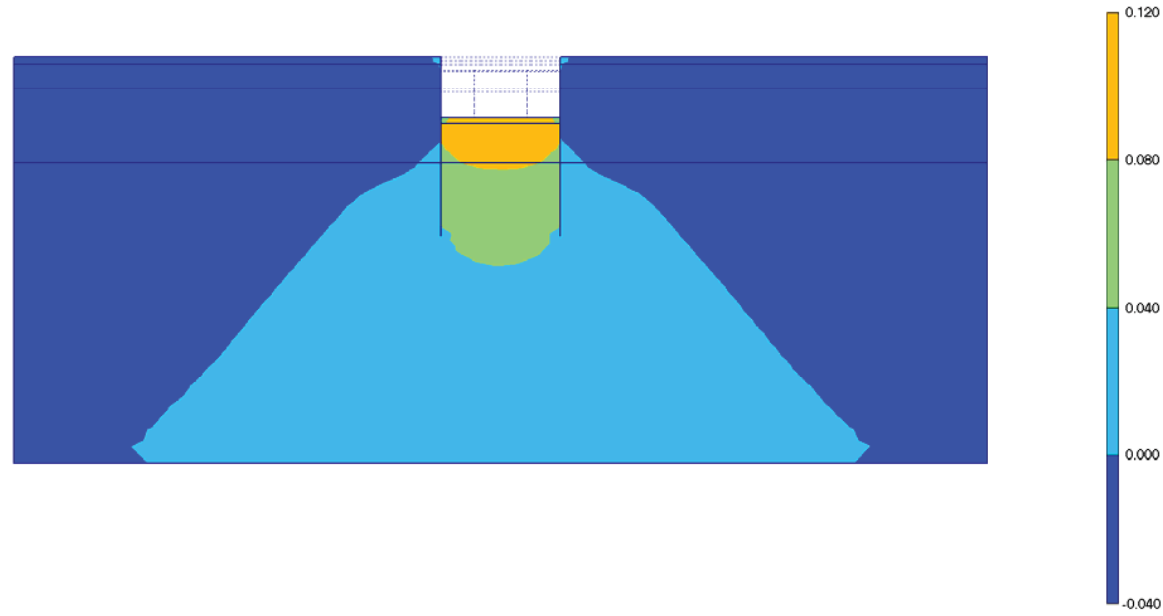


Fig. 188 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )

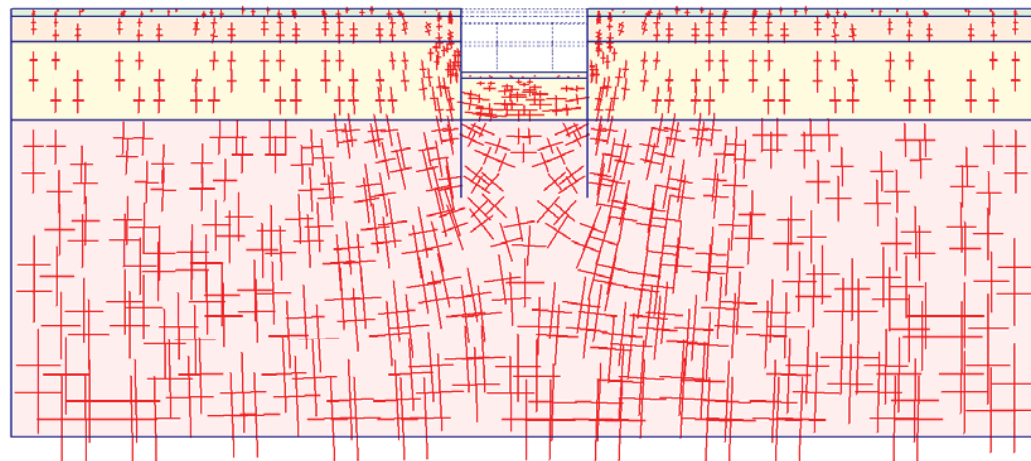


Fig. 189 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )

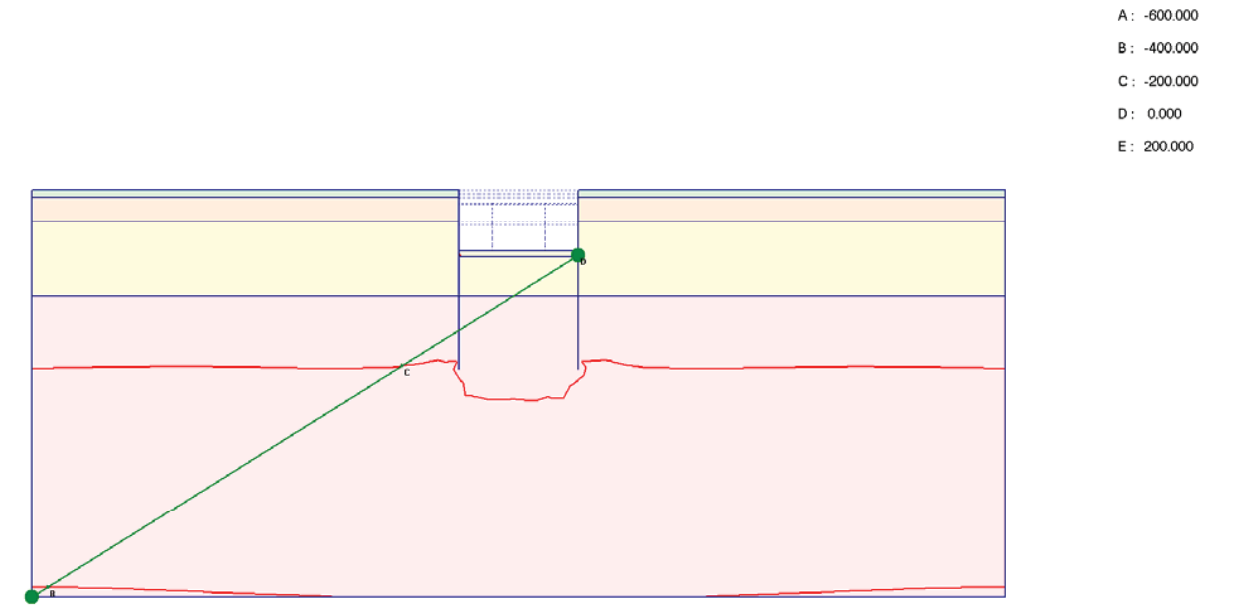


Fig. 190 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )

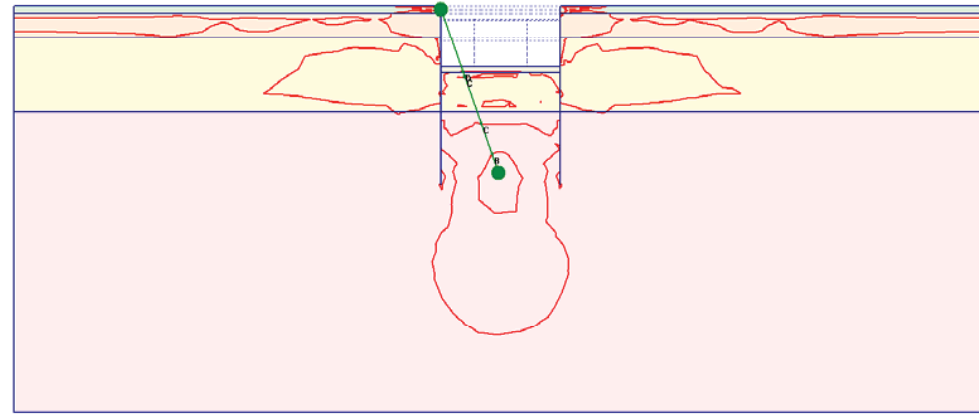


Fig. 191 Plot of effective stresses (relative shear contours) - step no: 29 - ( phase: 8 )

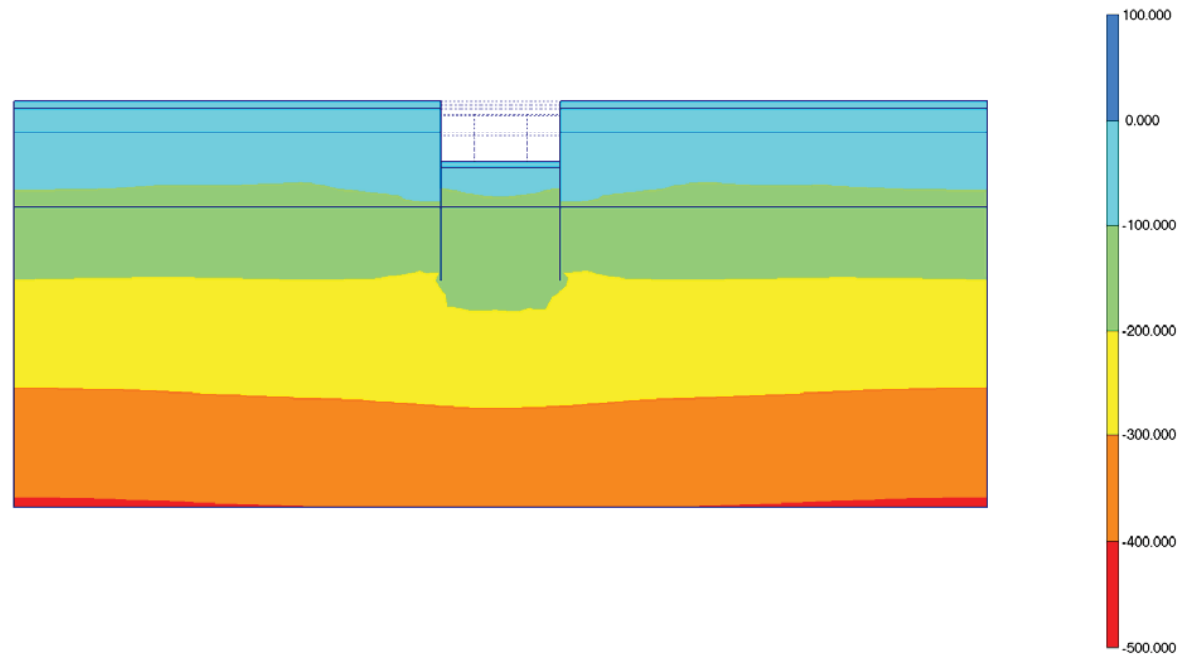


Fig. 192 Plot of effective stresses (mean shadings) - step no: 29 - ( phase: 8 )

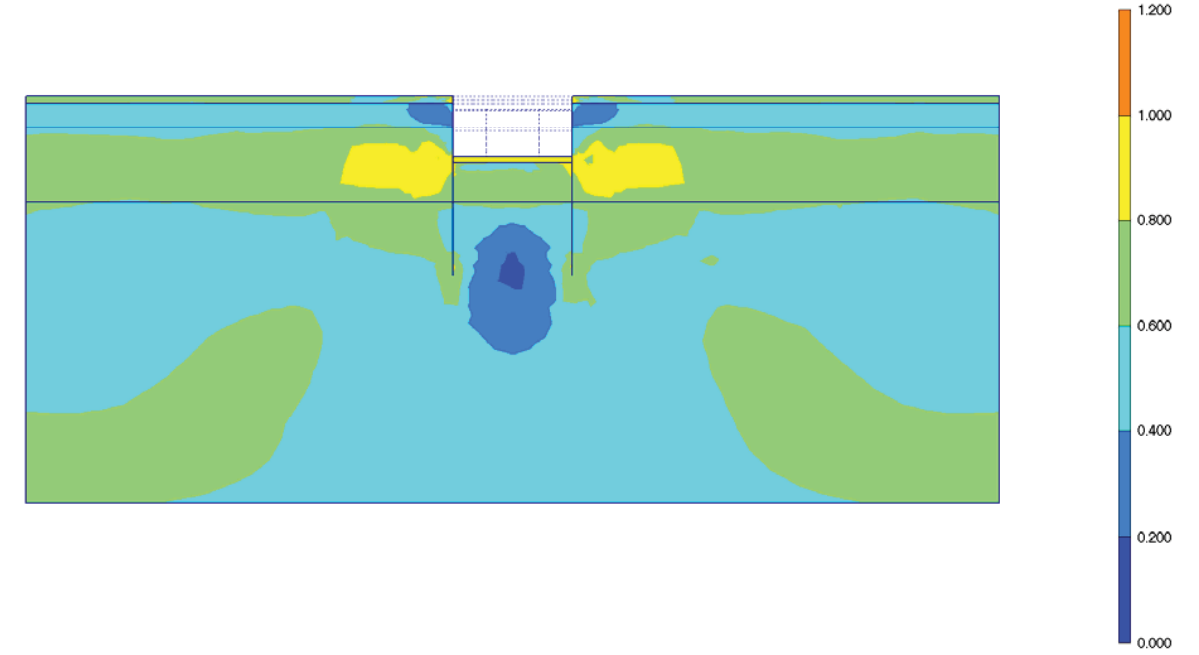


Fig. 193 Plot of effective stresses (relative shear shadings) - step no: 29 - ( phase: 8 )

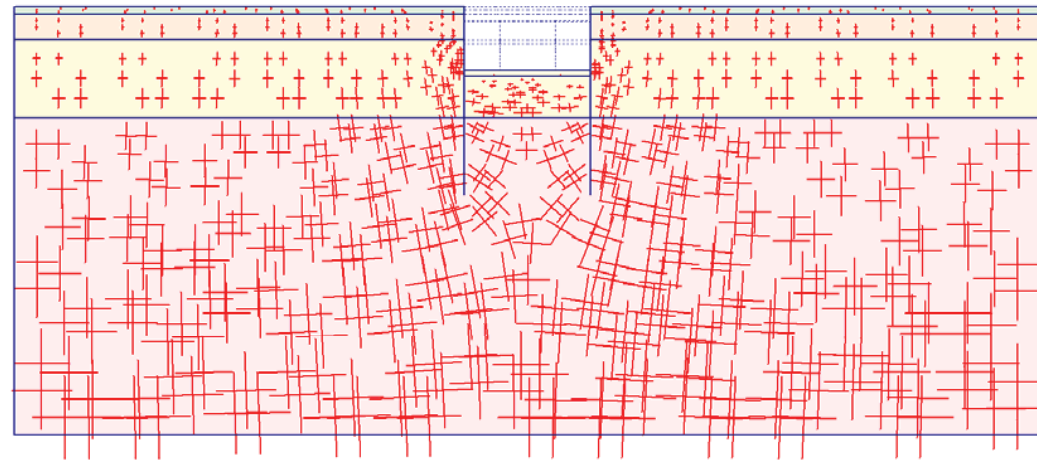


Fig. 194 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )

- A: -1000.00
- B: -800.000
- C: -600.000
- D: -400.000
- E: -200.000
- F: 0.000
- G: 200.000

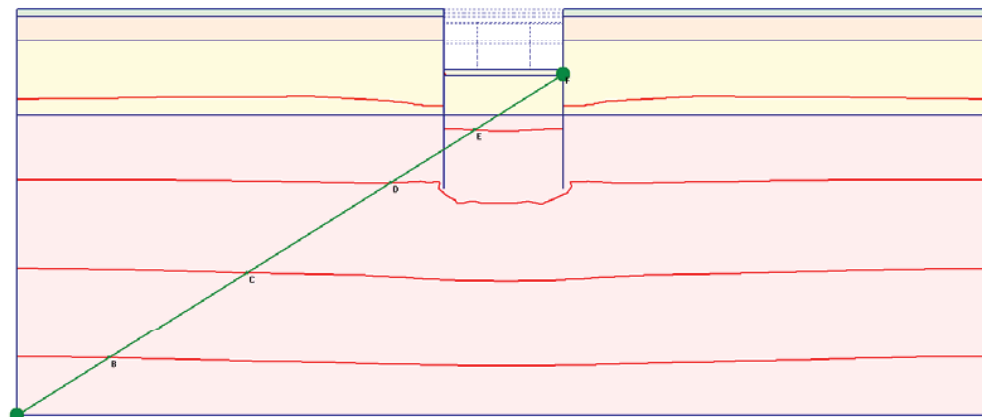
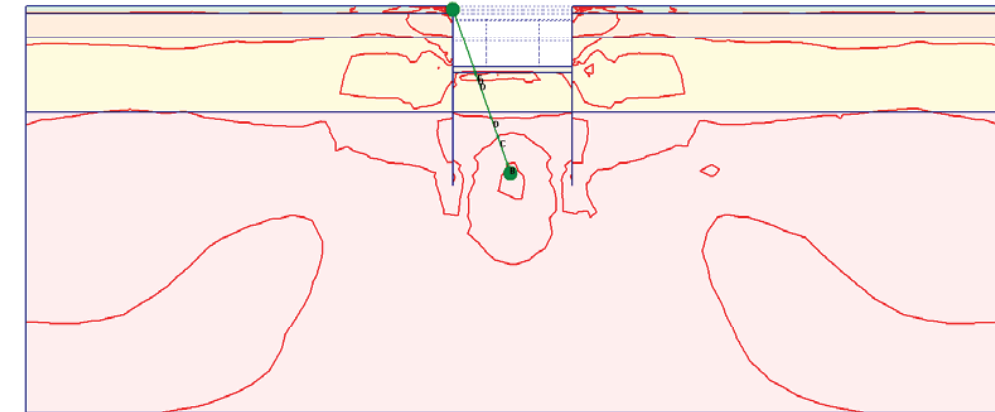


Fig. 195 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )



- A: 0.000
- B: 0.200
- C: 0.400
- D: 0.600
- E: 0.800
- F: 1.000
- G: 1.200

Fig. 196 Plot of total stresses (relative shear contours)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )

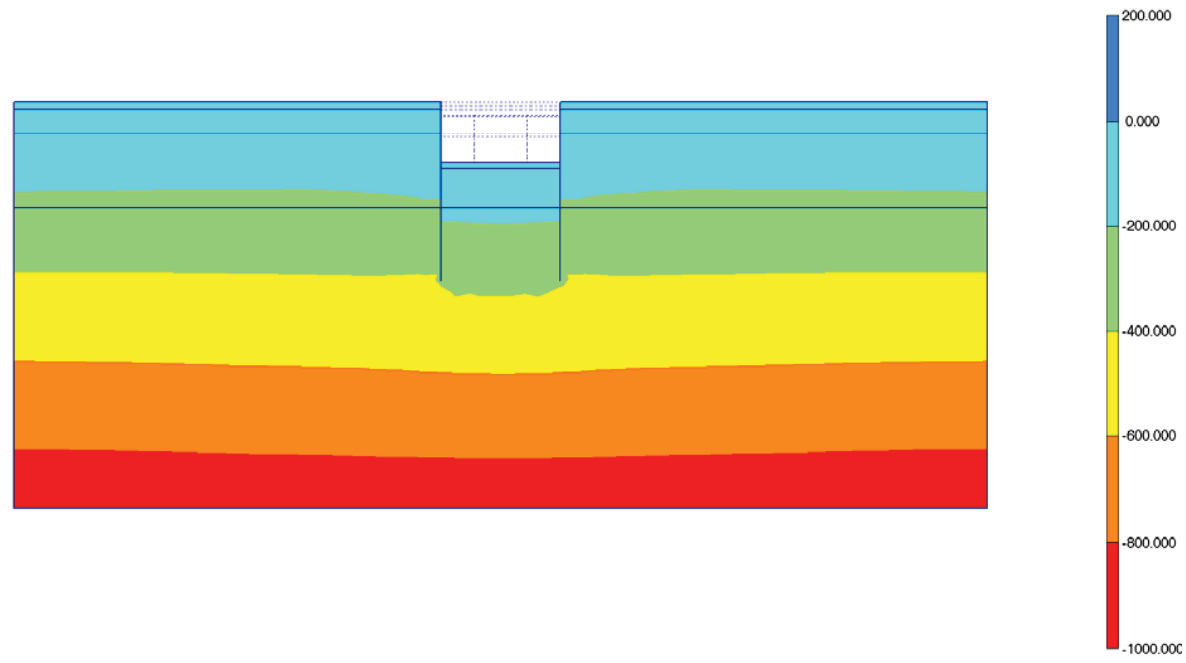


Fig. 197 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )

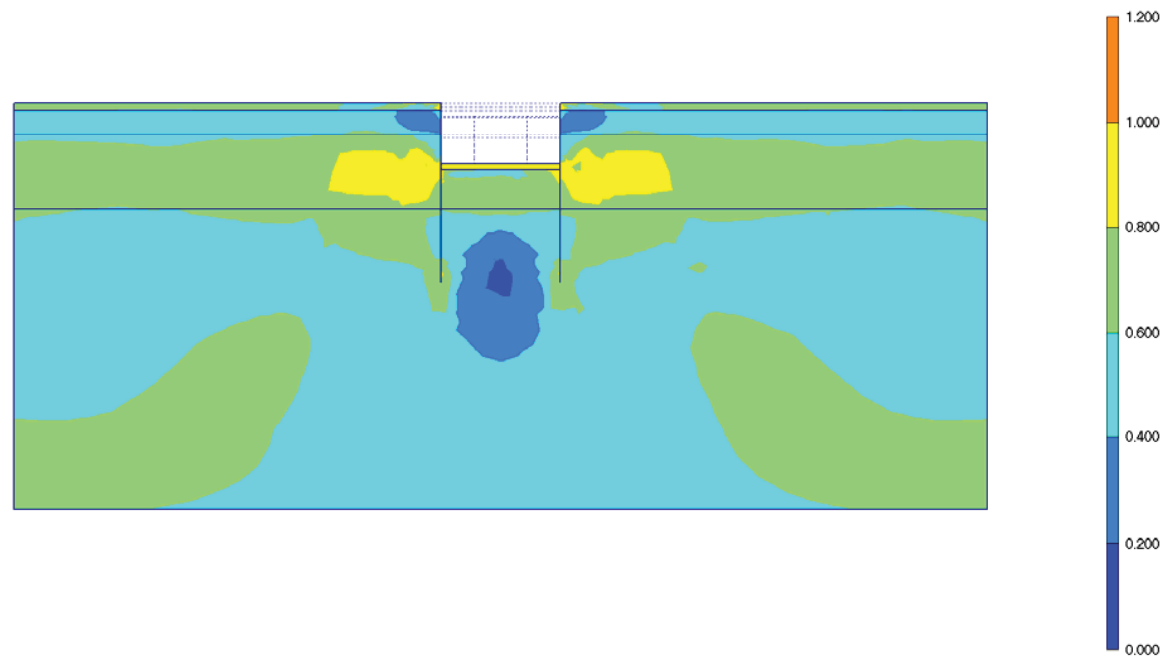


Fig. 198 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )

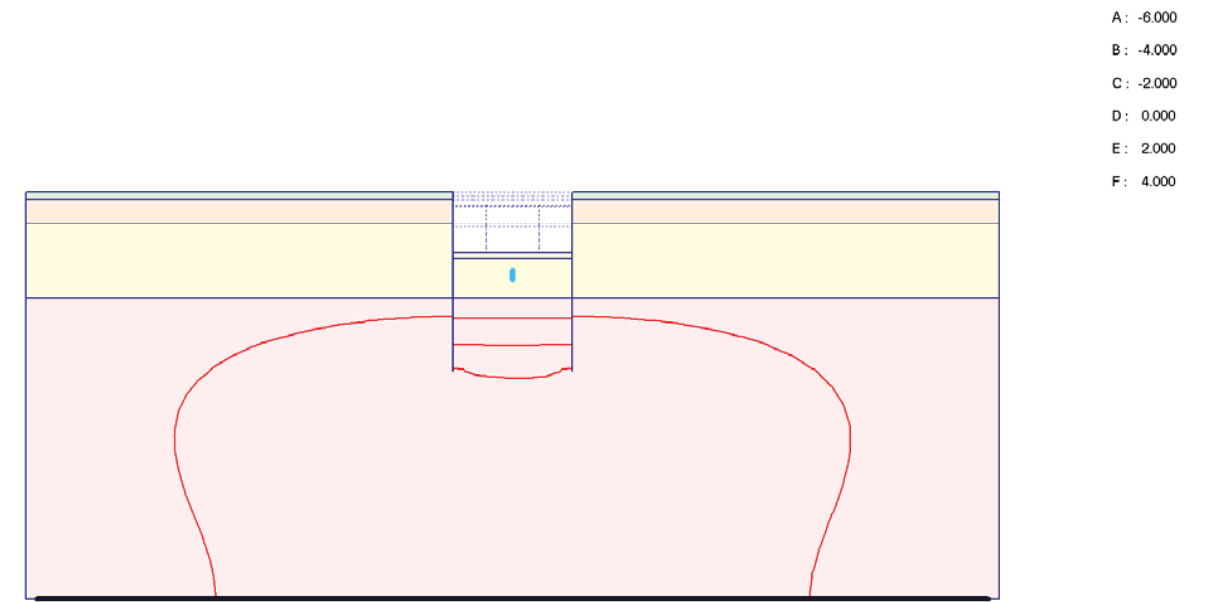


Fig. 199 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )

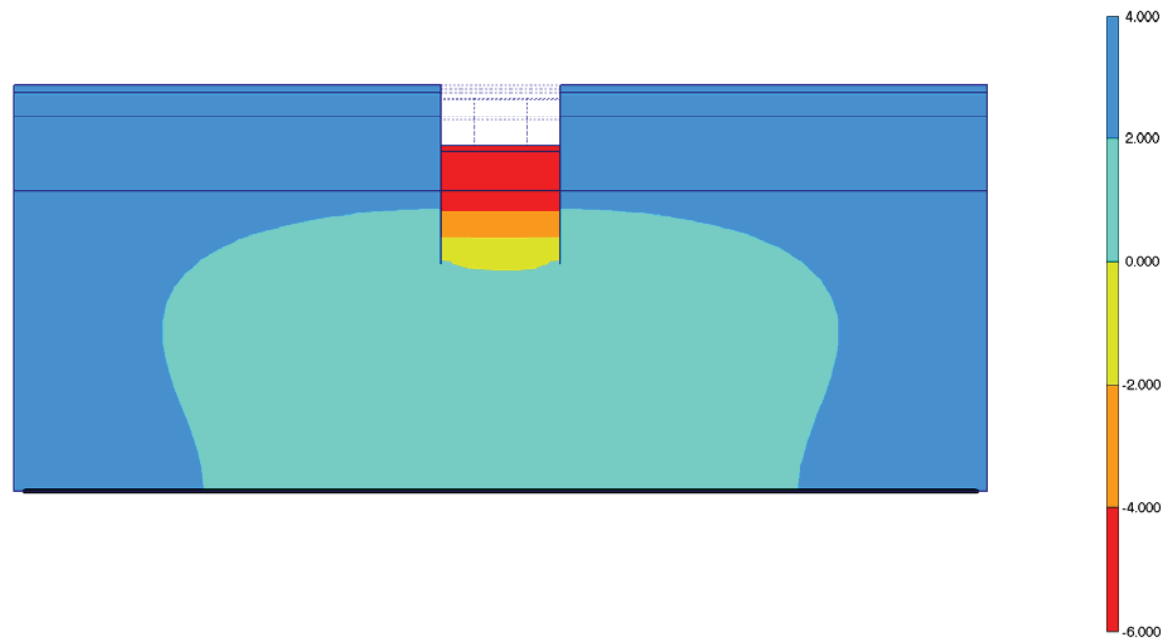


Fig. 200 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 29 - ( phase: 8 )

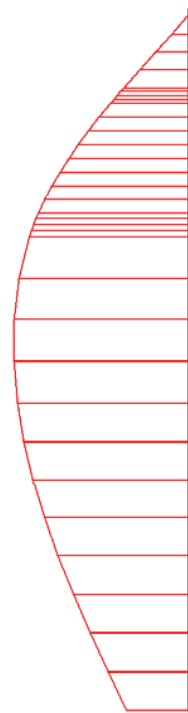


Fig. 201 Horizontal displacements in beam (plate no: 6)  
Extreme value  $-28,82 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 8)

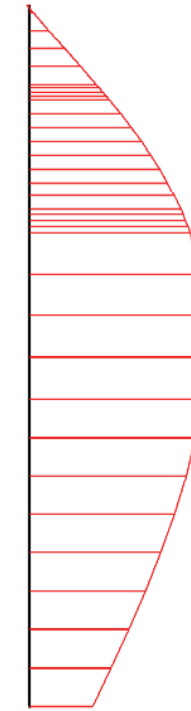
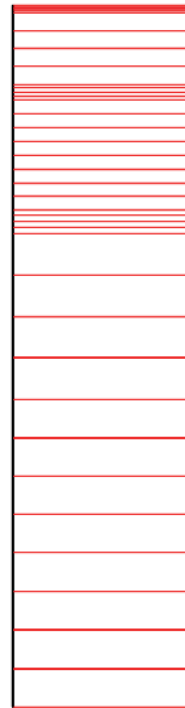
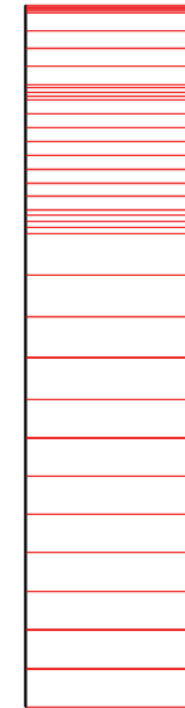


Fig. 202 Horizontal displacements in beam (plate no: 5)  
Extreme value  $29,00 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 8)

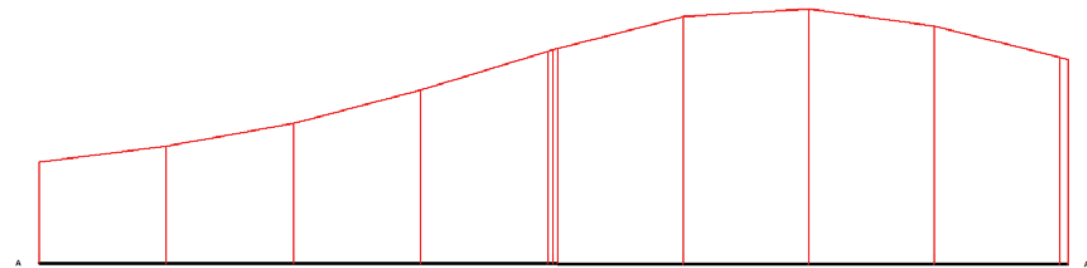


**Fig. 203 Vertical displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $20,80 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 8)

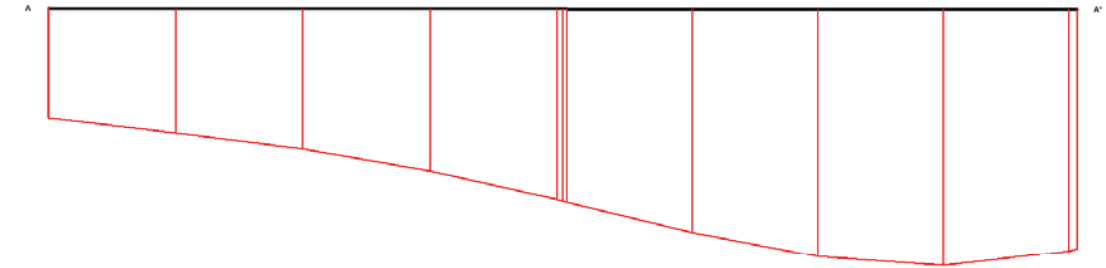


**Fig. 204 Vertical displacements in beam (plate no: 5)**  
Extreme value  $20,00 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 8)





**Fig. 205 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $12,48 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 8)



**Fig. 206 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $-18,22 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 8)

### 16. RESULTS FOR PHASE 9

Table [68] Step info phase no: 9

Step no:	31
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	1,000
Relative stiffness	0,951

Table [69] Reached multipliers phase no: 9

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	0,0000	1,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [70] Staged construction info phase no: 9

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,981
Active proportion of stage	0,500	1,000

Table [71] Realised tunnel contraction info phase no: 9

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [72] Iteration info phase no: 9

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,001	706	491	105	2	2	10	10
2	0,000	707	482	15	2	2	10	10

Table [73] Active distributed loads A phase no: 9

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	488	0,000	-20,000	462	0,000	-20,000
2	462	0,000	-40,000	753	0,000	-40,000
3	1630	0,000	-40,000	1998	0,000	-40,000
4	1998	0,000	-20,000	2198	0,000	-20,000

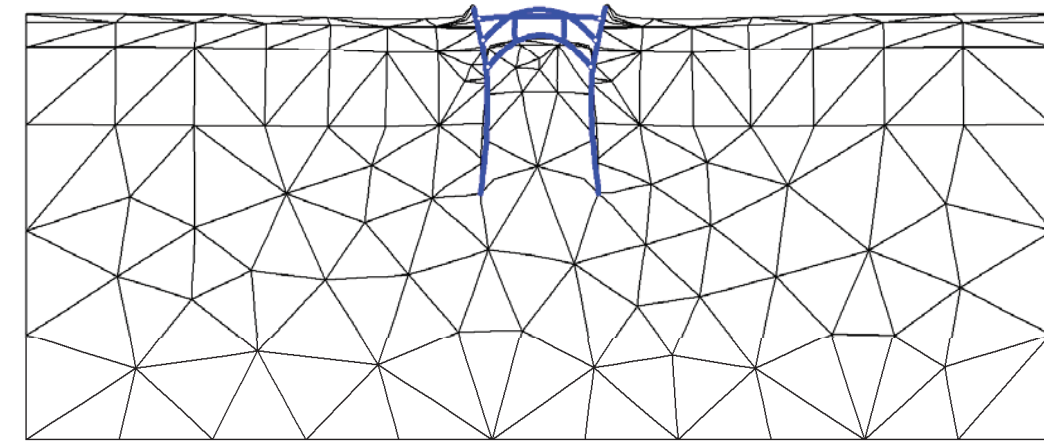


Fig. 207 Plot of deformed mesh - step no: 31 - ( phase: 9 )

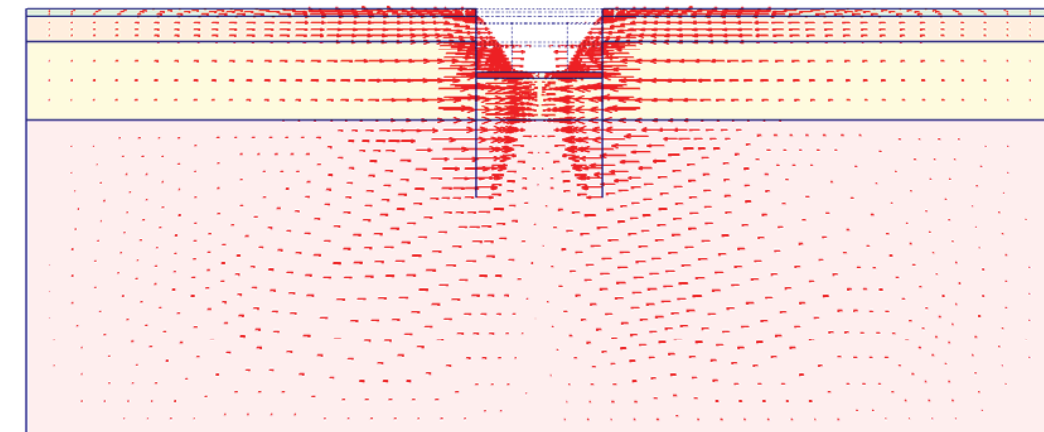
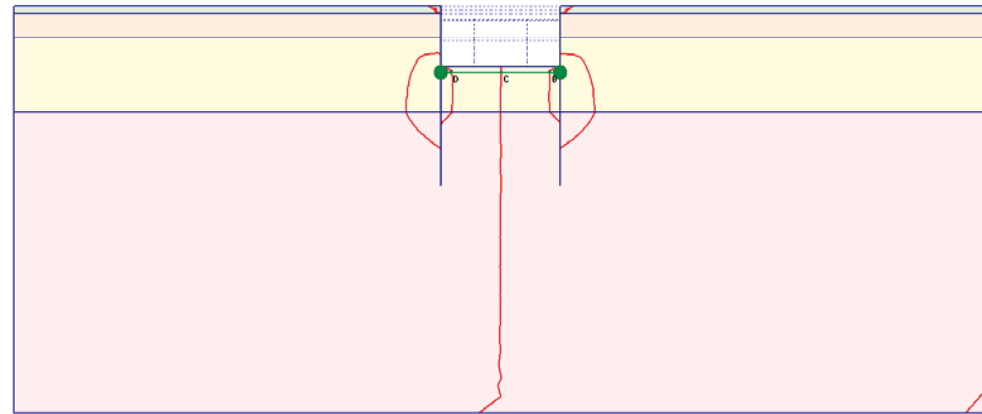


Fig. 208 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )



A: -0.040  
B: -0.020  
C: -0.000  
D: 0.020  
E: 0.040

Fig. 209 Plot of horizontal displacements (contour lines)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )

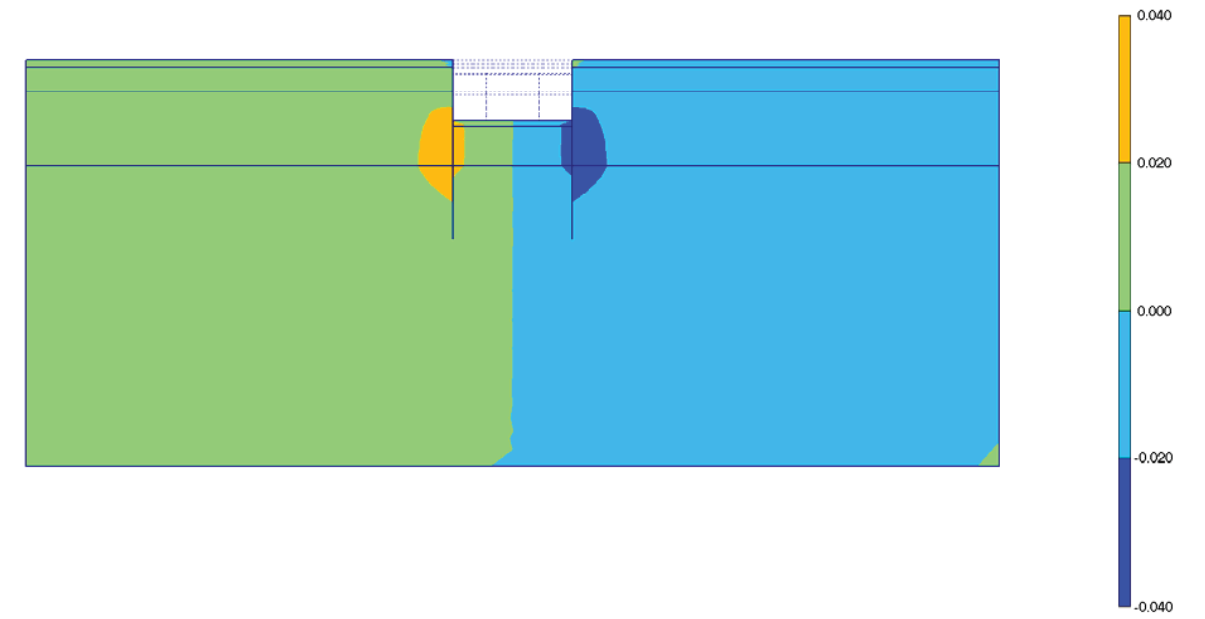


Fig. 210 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )

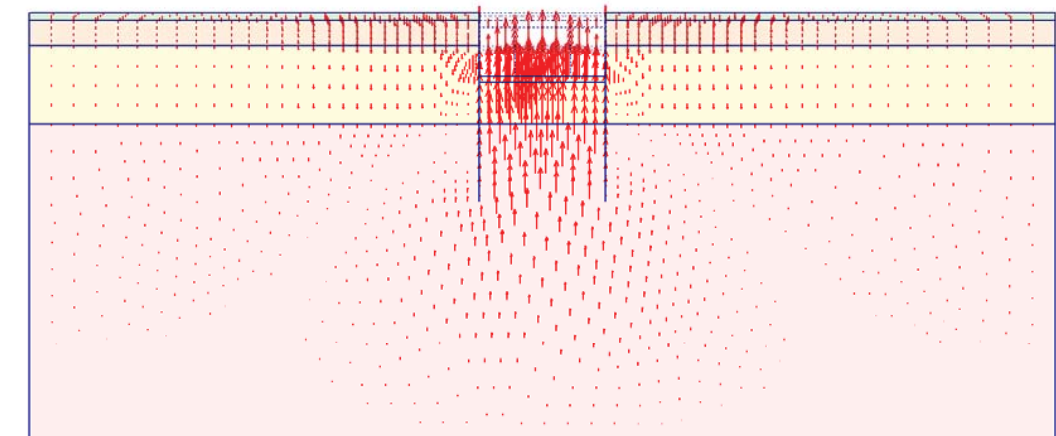
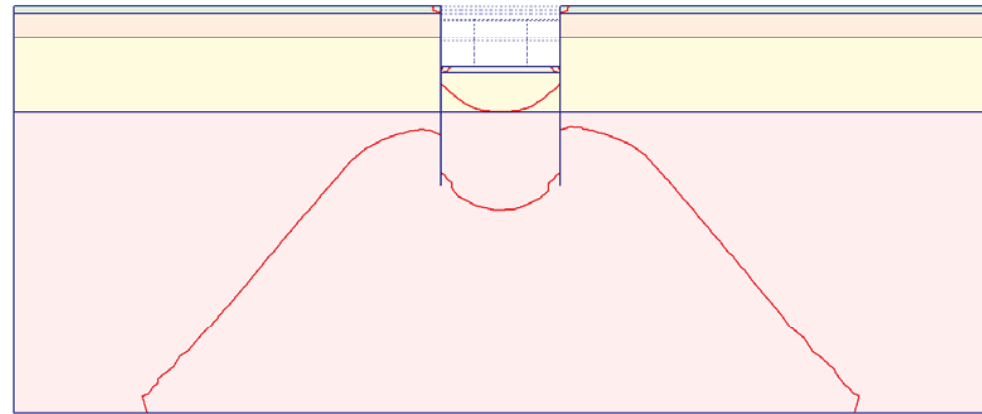


Fig. 211 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )



A: -0.040  
B: 0.000  
C: 0.040  
D: 0.080  
E: 0.120

Fig. 212 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )

Fig. 213 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )

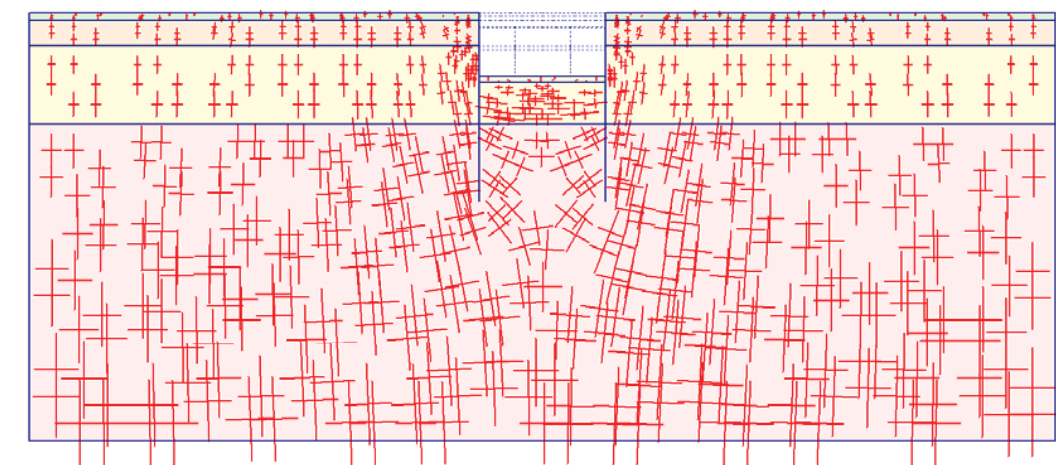
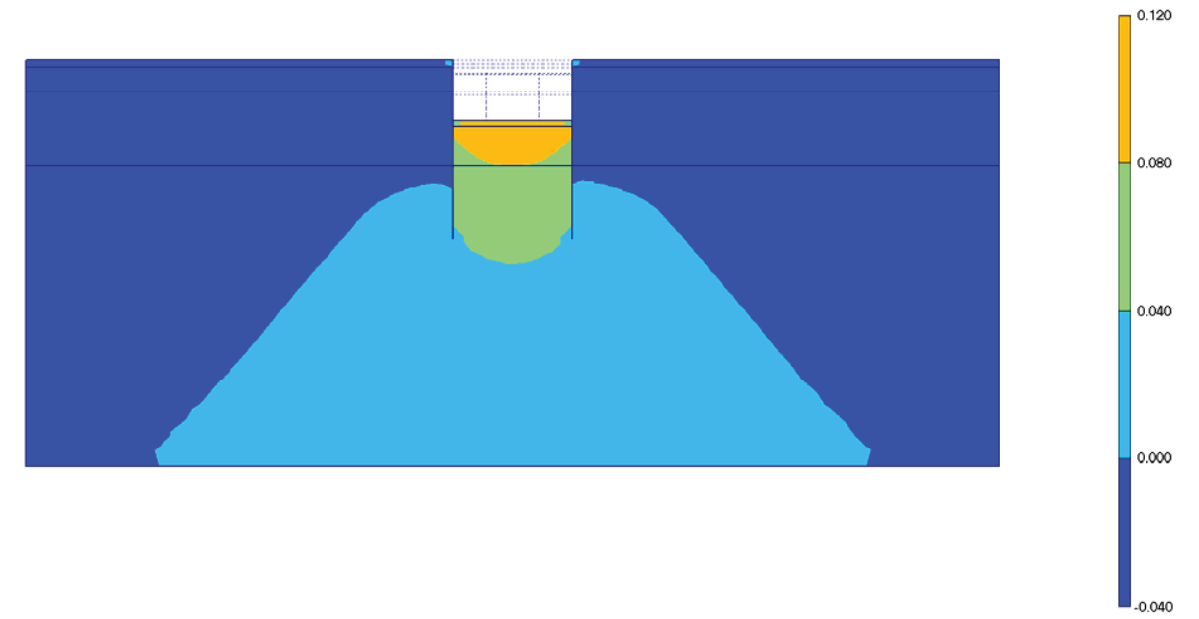


Fig. 214 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )

A: -600.000  
B: -400.000  
C: -200.000  
D: 0.000  
E: 200.000

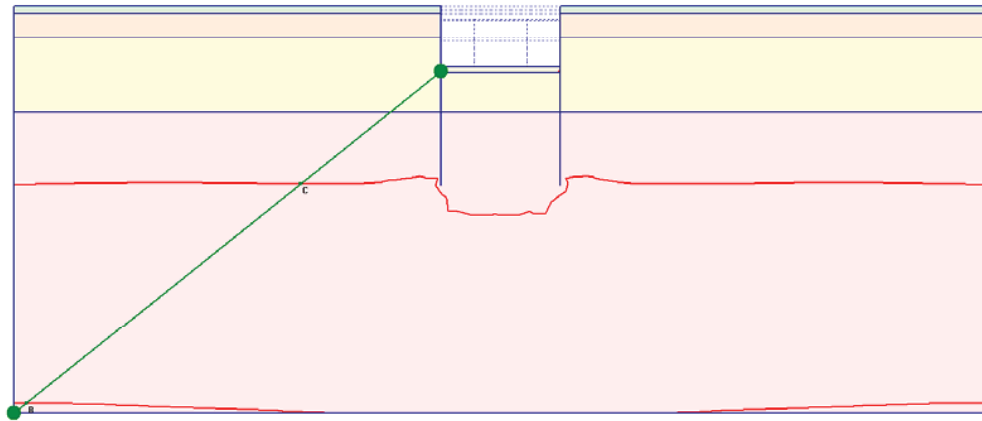


Fig. 215 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )

A: 0.000  
B: 0.250  
C: 0.500  
D: 0.750  
E: 1.000  
F: 1.250

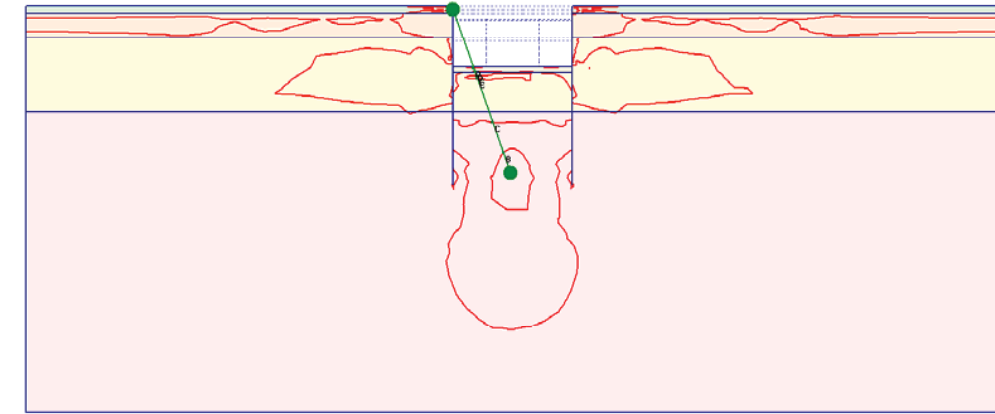


Fig. 216 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )

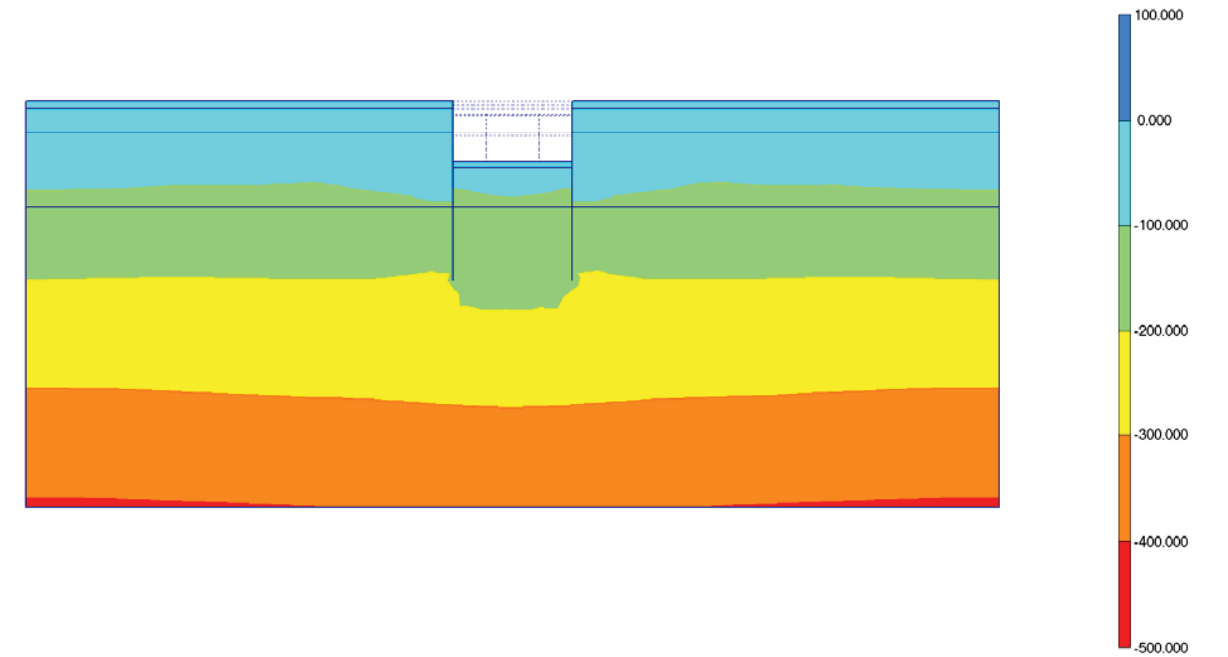


Fig. 217 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )

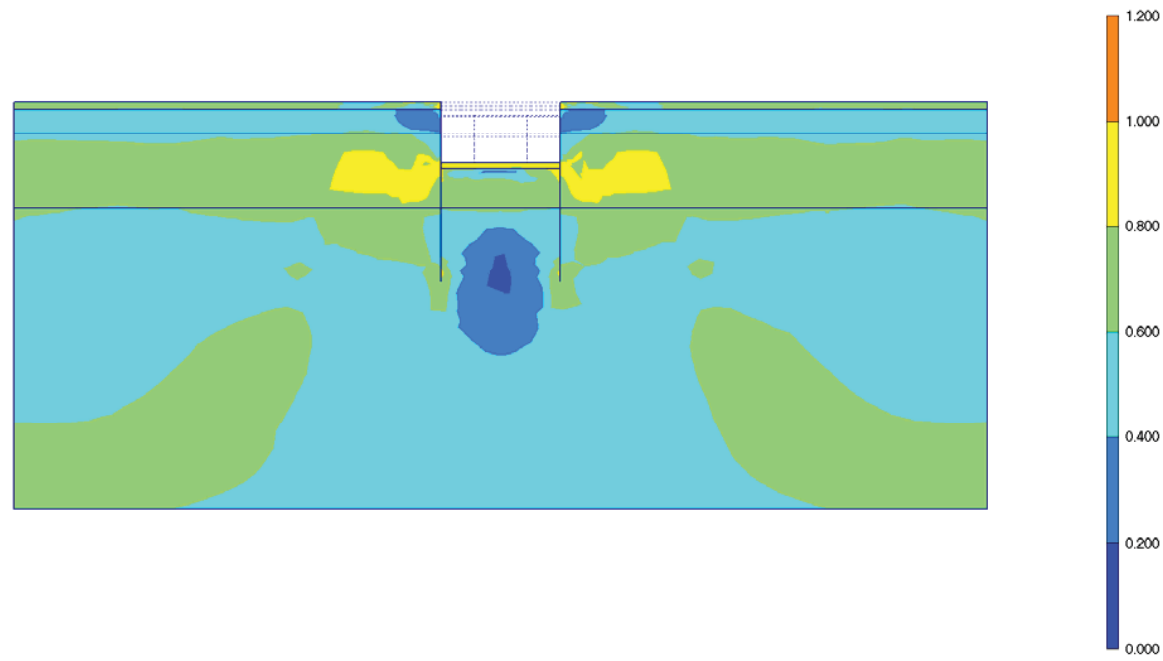


Fig. 218 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )

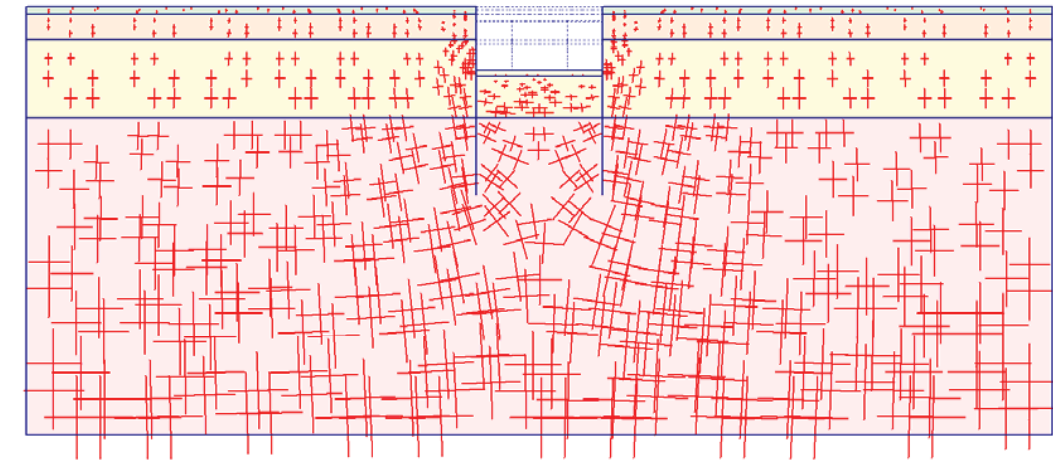


Fig. 219 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )

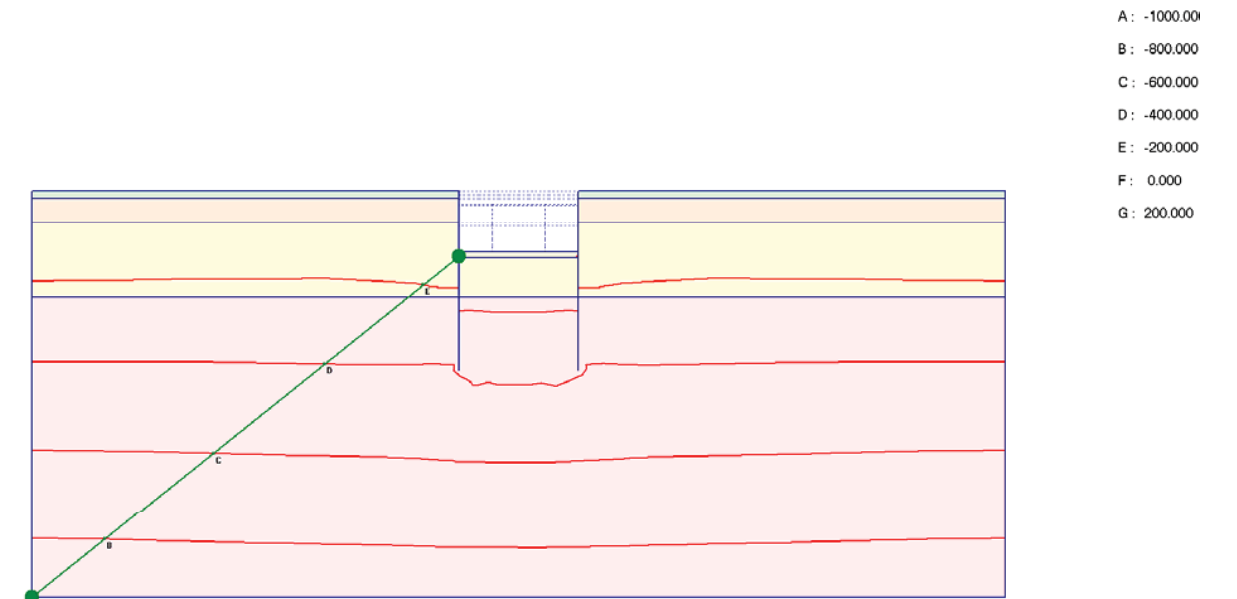
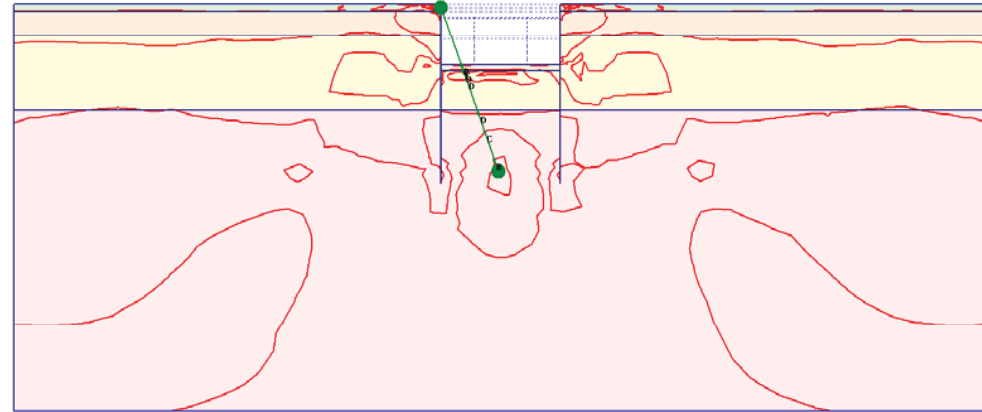


Fig. 220 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )



- A: 0.000
- B: 0.200
- C: 0.400
- D: 0.600
- E: 0.800
- F: 1.000
- G: 1.200

Fig. 221 Plot of total stresses (relative shear contours)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )

Fig. 222 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )

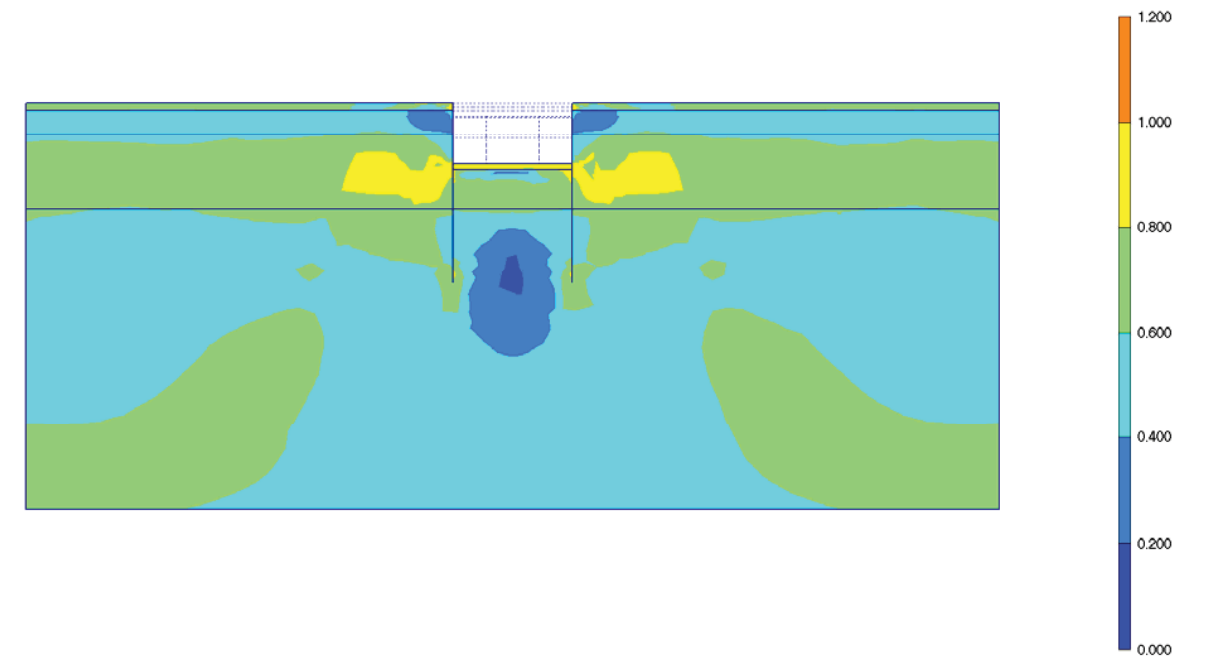
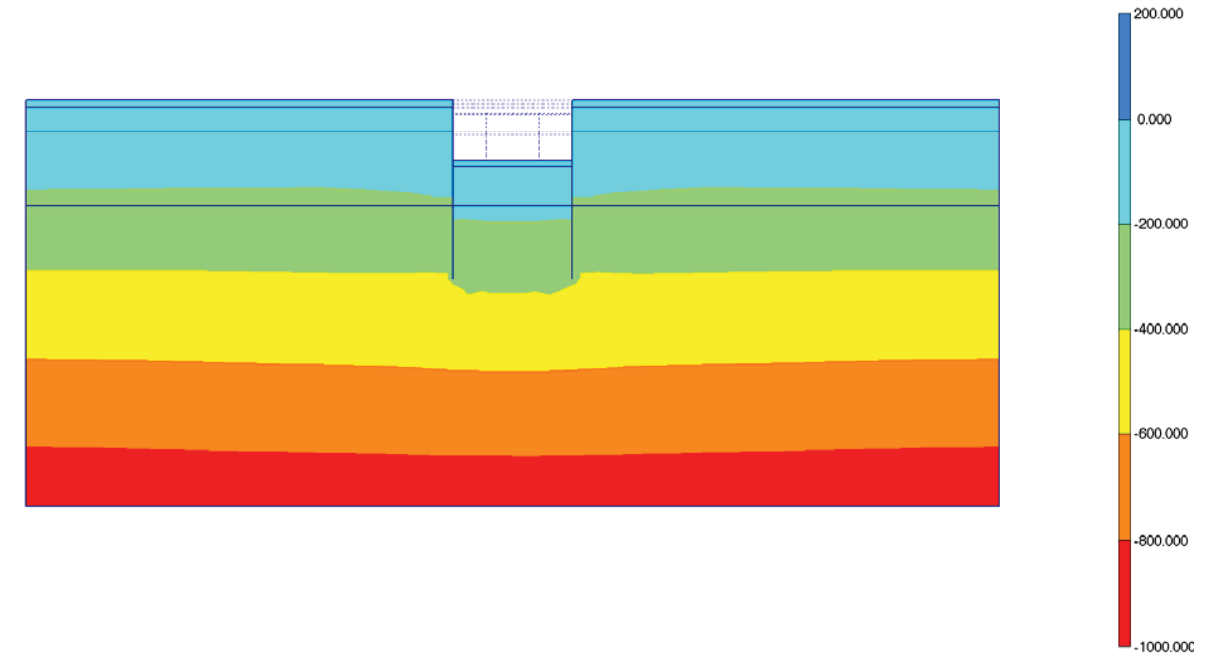
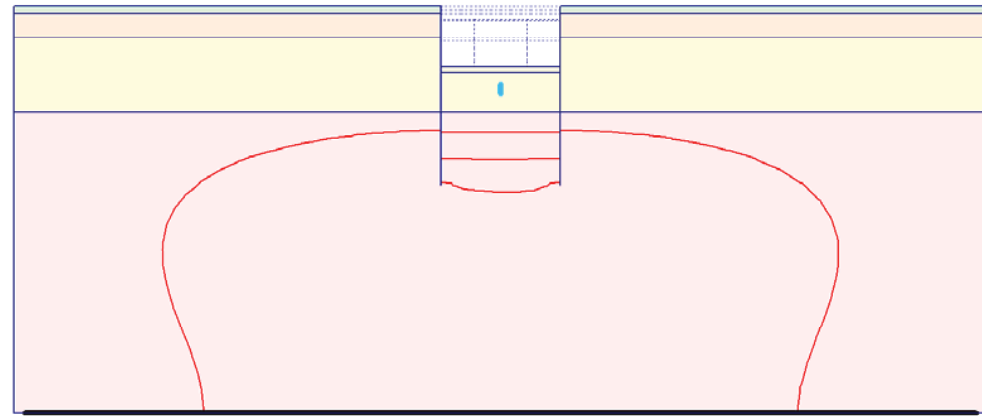


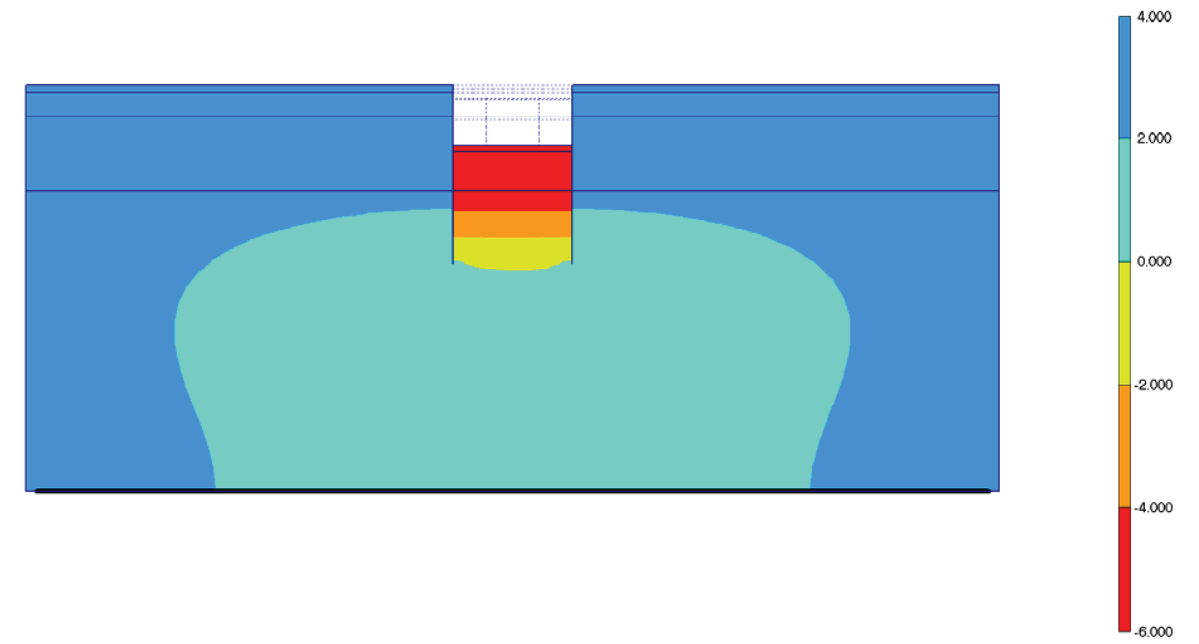
Fig. 223 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )



A: -6.000  
B: -4.000  
C: -2.000  
D: 0.000  
E: 2.000  
F: 4.000

Fig. 224 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )

Fig. 225 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 31 - ( phase: 9 )



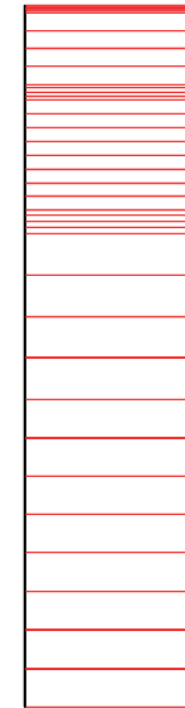


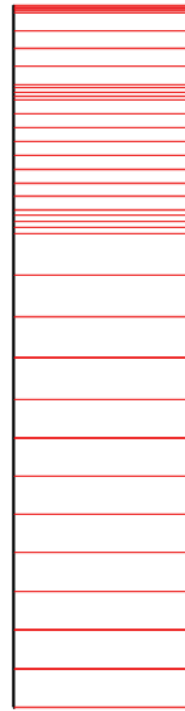
**Fig. 226 Horizontal displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $-28,78 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 9)



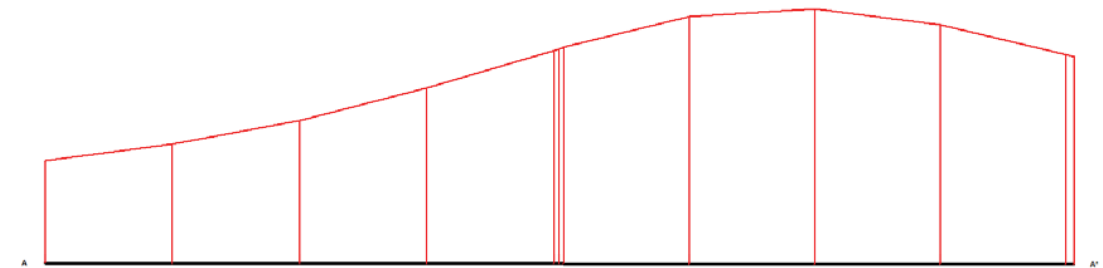
**Fig. 227 Horizontal displacements in beam (plate no: 5)**  
Extreme value  $28,99 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 9)

**Fig. 228 Vertical displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $17,76 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 9)





**Fig. 229 Vertical displacements in beam (plate no: 5)**  
 Extreme value  $16,92 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 9)



**Fig. 230 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $13,21 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 9)

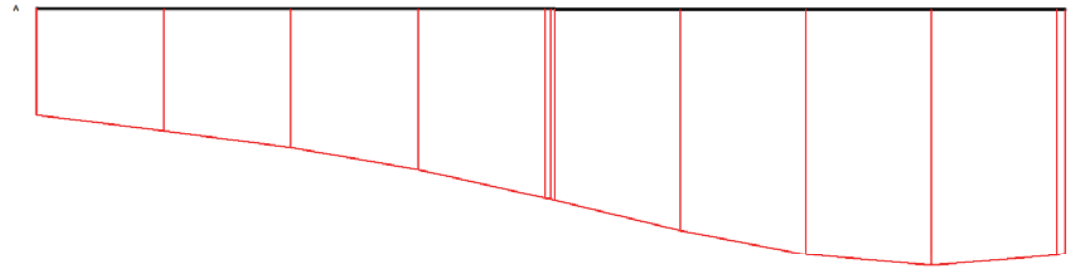


Fig. 231 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)  
Extreme value  $-19,72 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 9)

### 17. RESULTS FOR PHASE 10

Table [74] Step info phase no: 10

Step no:	33
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	1,000
Relative stiffness	0,634

Table [75] Reached multipliers phase no: 10

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	0,0000	1,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [76] Staged construction info phase no: 10

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,981
Active proportion of stage	0,500	1,000

Table [77] Realised tunnel contraction info phase no: 10

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [78] Iteration info phase no: 10

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,000	394	347	17	0	0	9	9
2	0,000	403	330	8	0	0	9	3

Table [79] Active distributed loads A phase no: 10

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	488	0,000	-20,000	462	0,000	-20,000
2	462	0,000	-40,000	753	0,000	-40,000
3	1630	0,000	-40,000	1998	0,000	-40,000
4	1998	0,000	-20,000	2198	0,000	-20,000

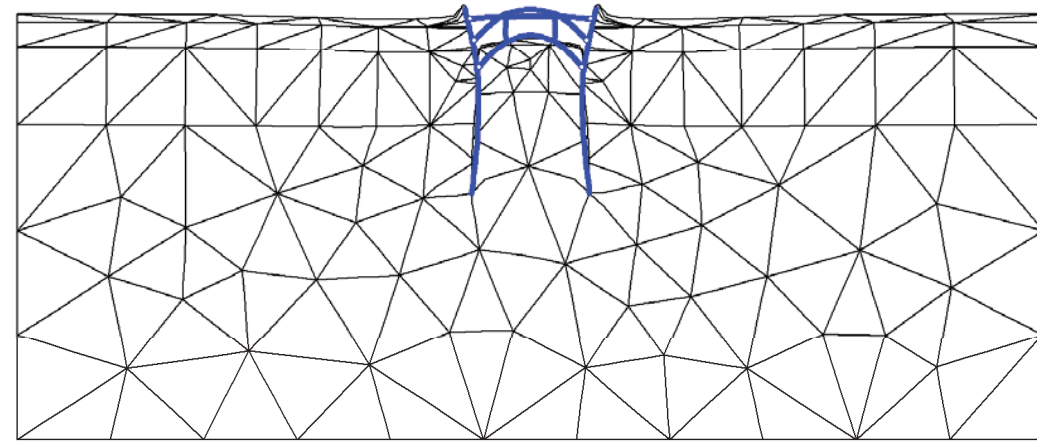


Fig. 232 Plot of deformed mesh  
- step no: 33 - ( phase: 10 )

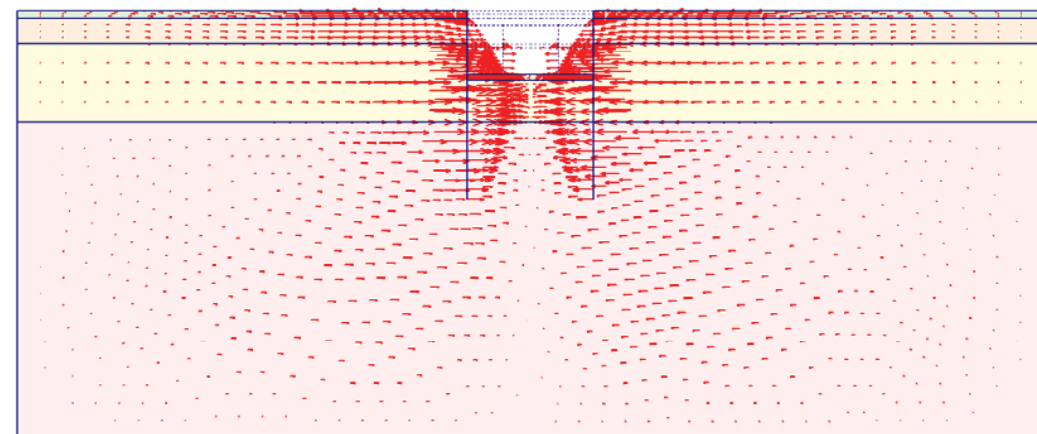
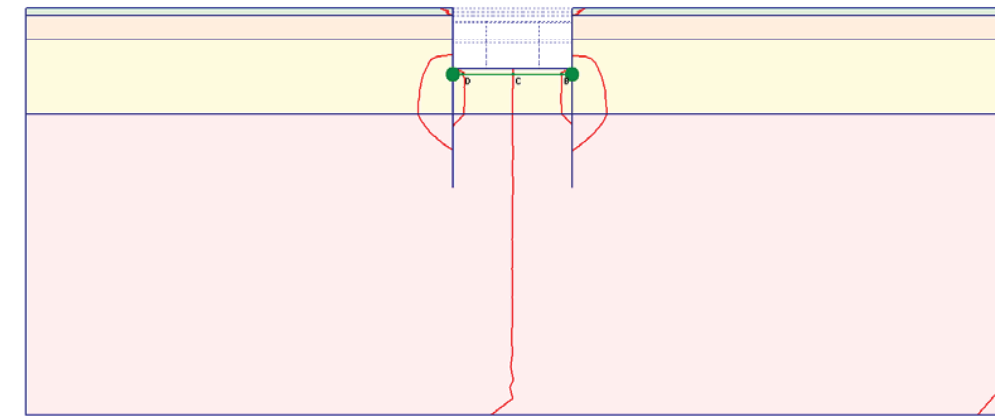


Fig. 233 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )



A: -0.040  
B: -0.020  
C: -0.000  
D: 0.020  
E: 0.040

Fig. 234 Plot of horizontal displacements (contour lines)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )

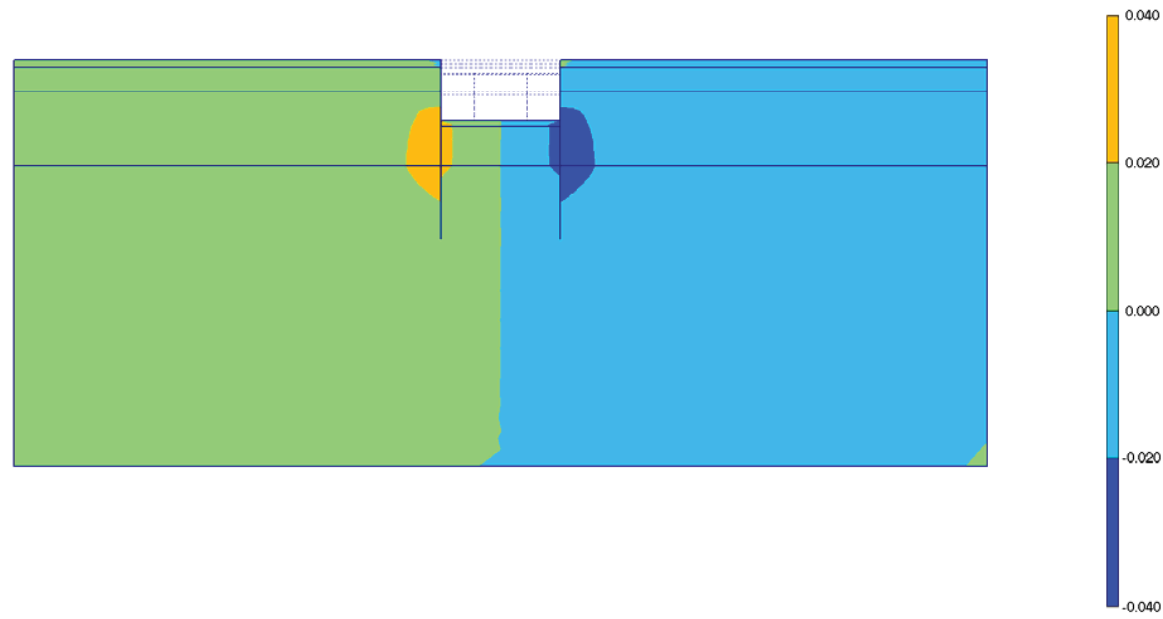


Fig. 235 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )

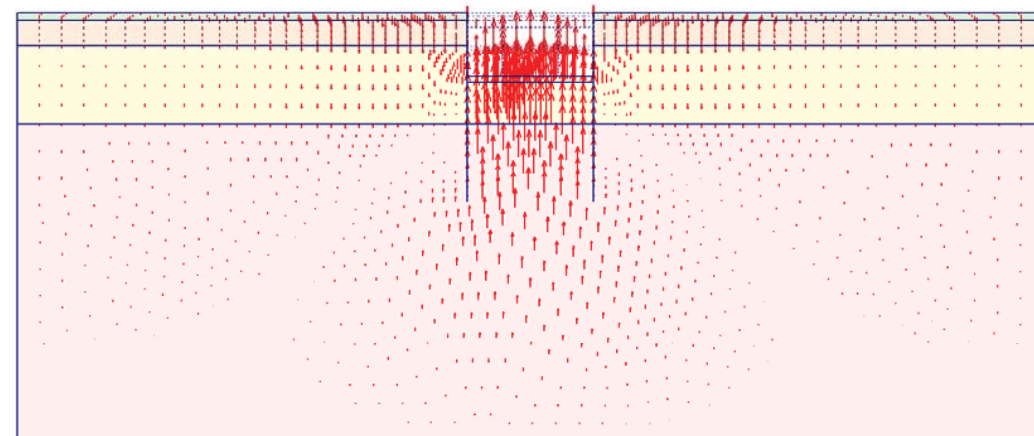
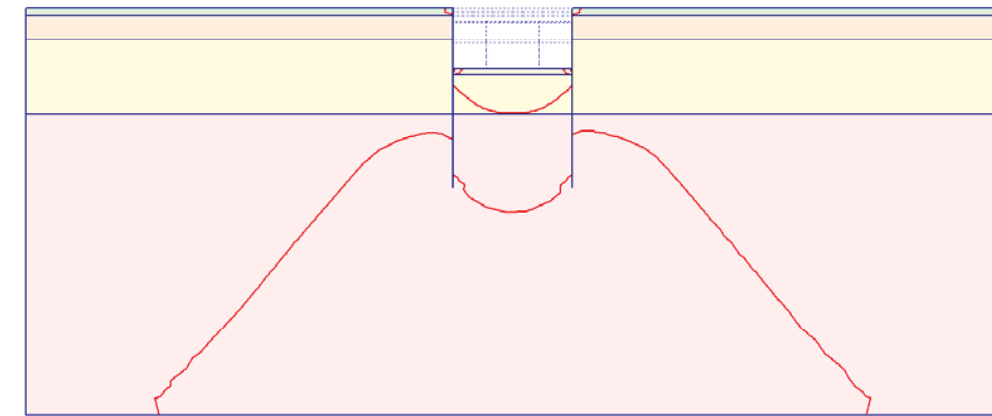


Fig. 236 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )



A: -0.040  
B: 0.000  
C: 0.040  
D: 0.080  
E: 0.120

Fig. 237 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )

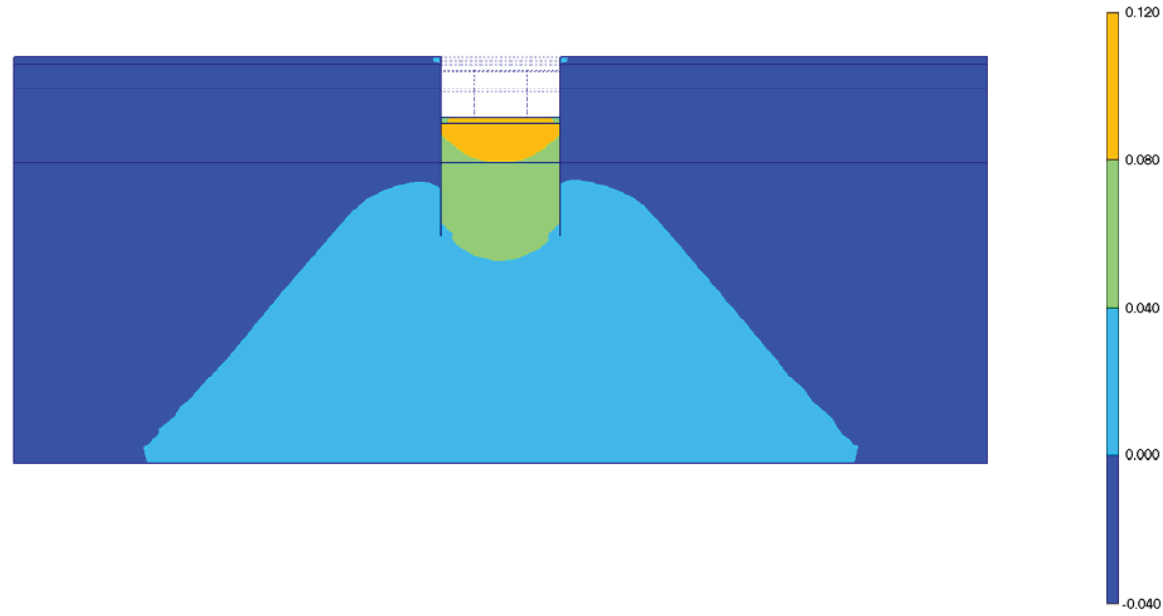


Fig. 238 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )

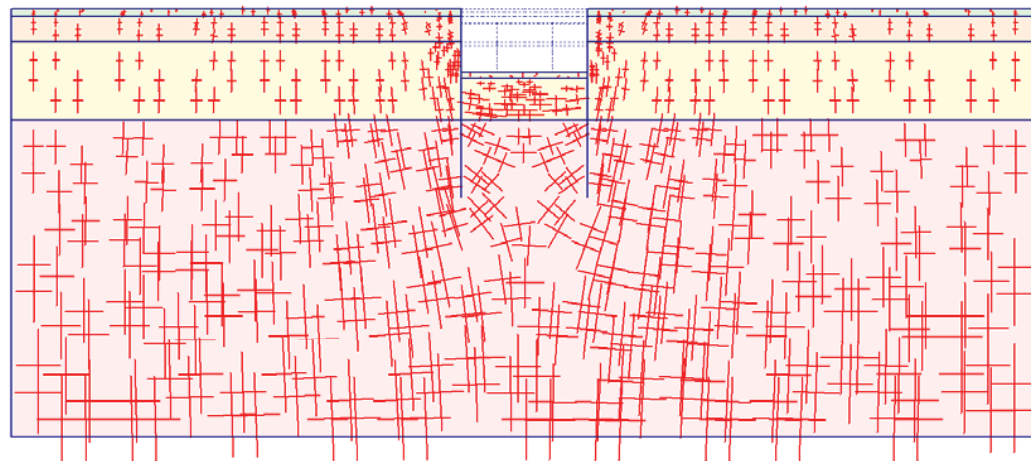


Fig. 239 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )

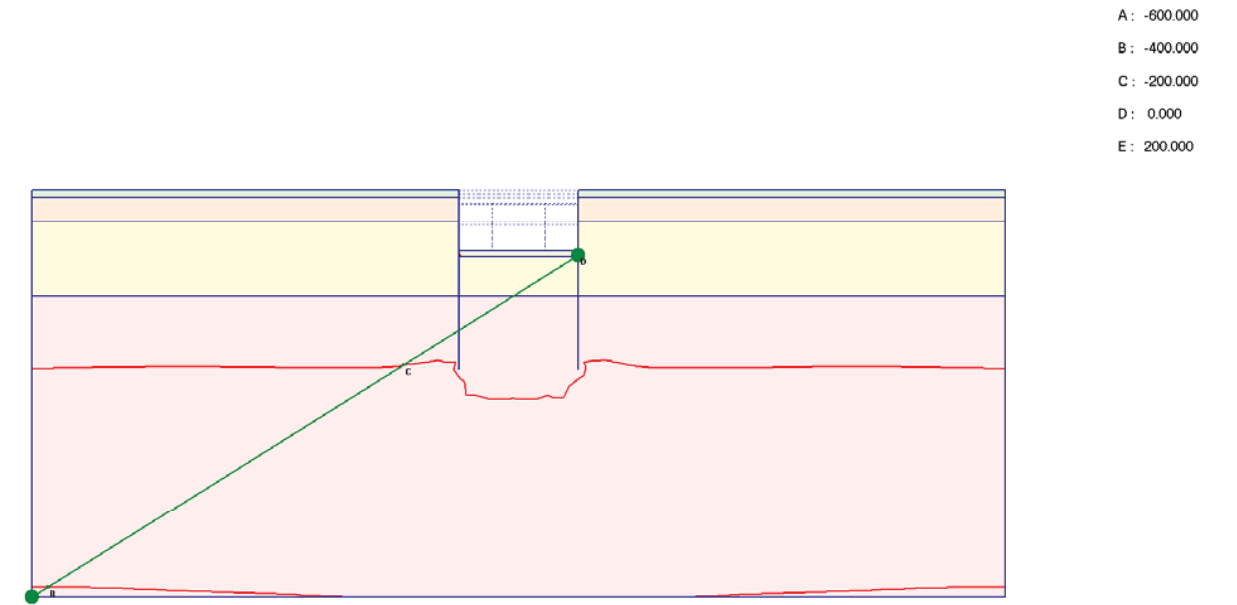
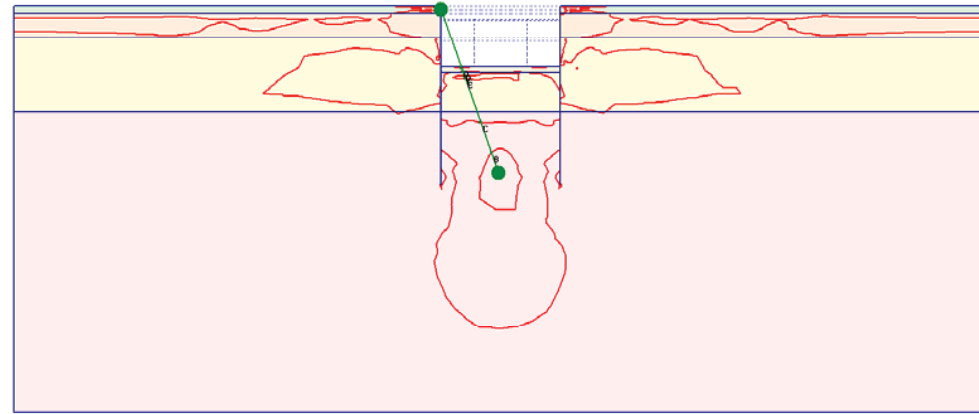
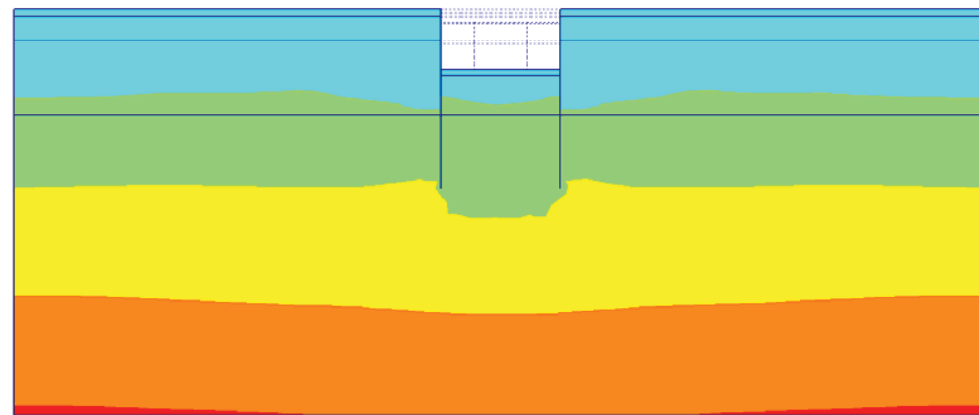


Fig. 240 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )



- A: 0.000
- B: 0.250
- C: 0.500
- D: 0.750
- E: 1.000
- F: 1.250

Fig. 241 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )



- 100.000
- 0.000
- 100.000
- 200.000
- 300.000
- 400.000
- 500.000

Fig. 242 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )

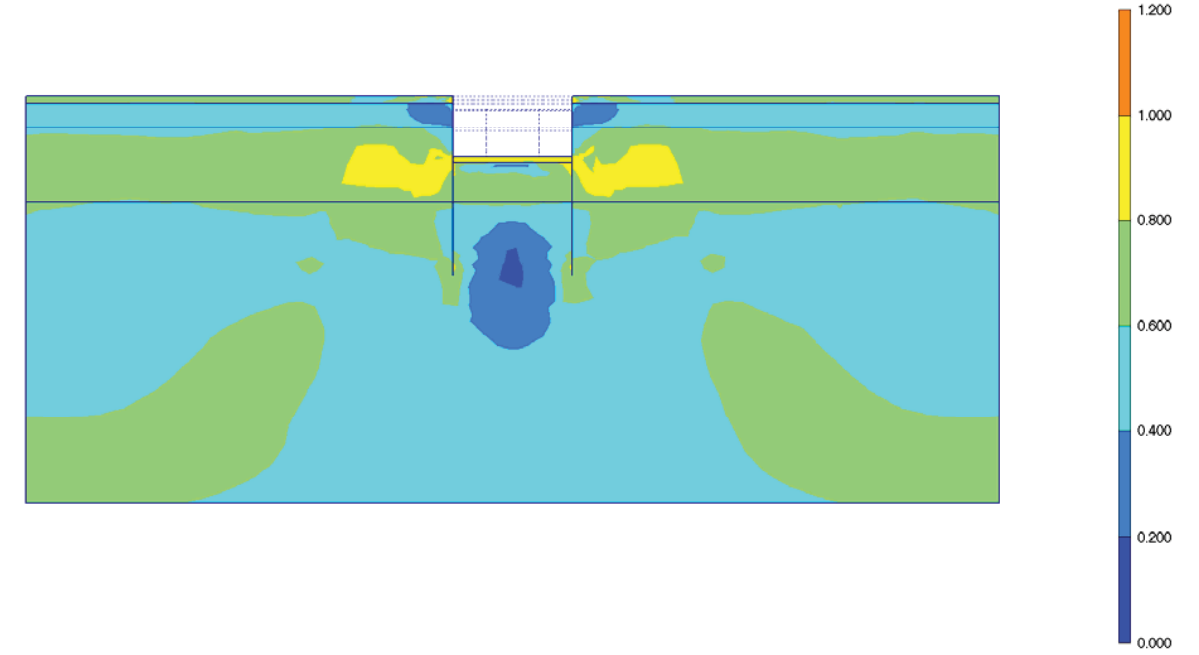


Fig. 243 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )

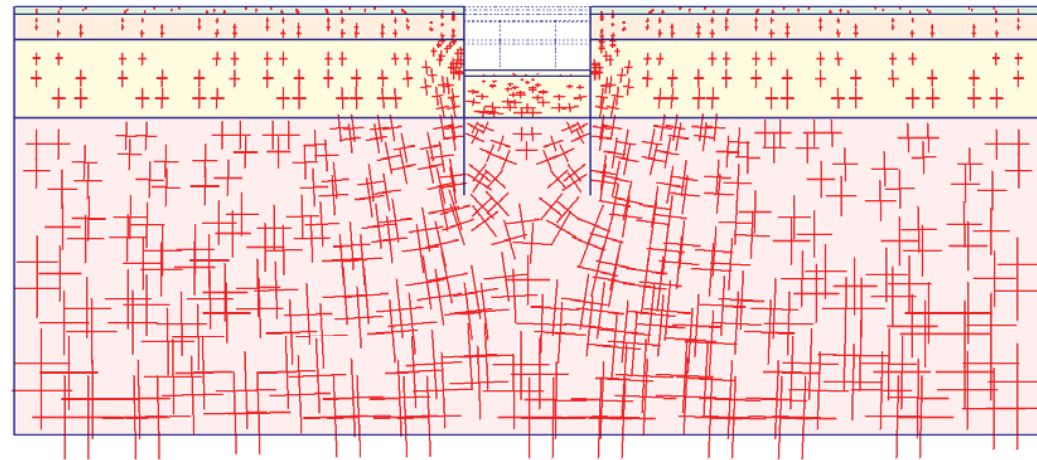


Fig. 244 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )

- A: -1000.00
- B: -800.000
- C: -600.000
- D: -400.000
- E: -200.000
- F: 0.000
- G: 200.000

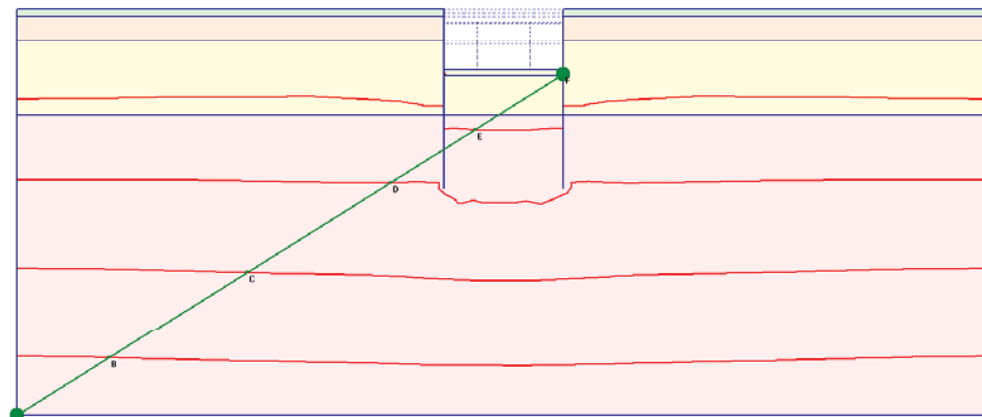
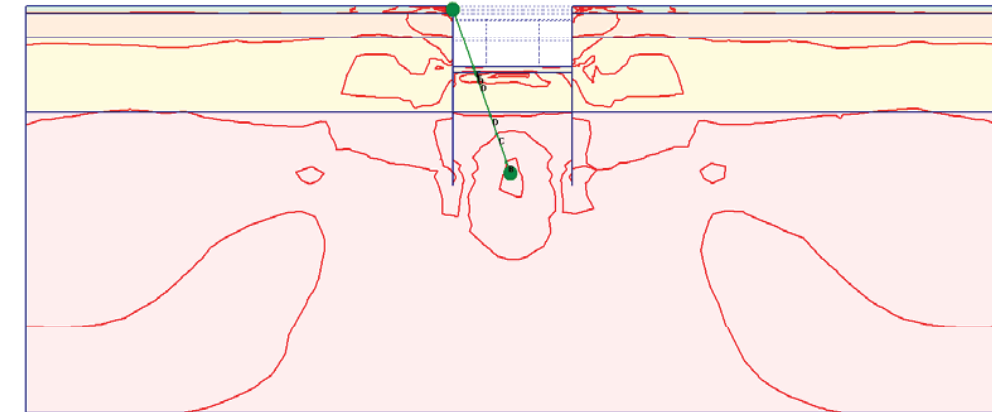


Fig. 245 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )



- A: 0.000
- B: 0.200
- C: 0.400
- D: 0.600
- E: 0.800
- F: 1.000
- G: 1.200

Fig. 246 Plot of total stresses (relative shear contours)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )



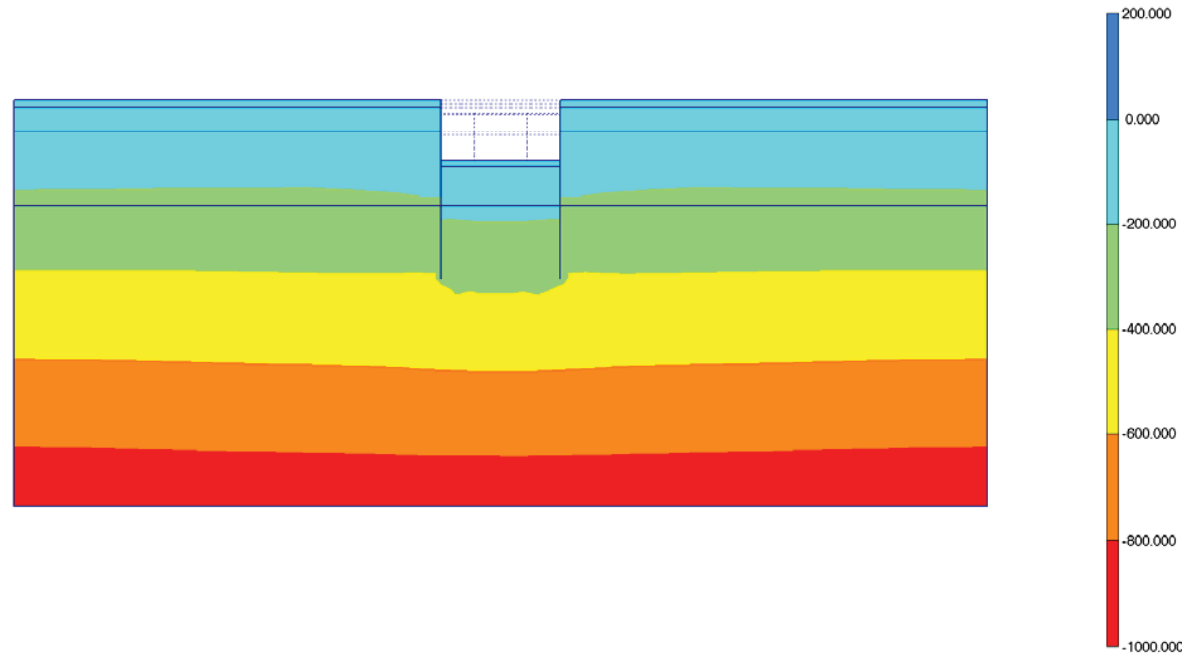


Fig. 247 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )

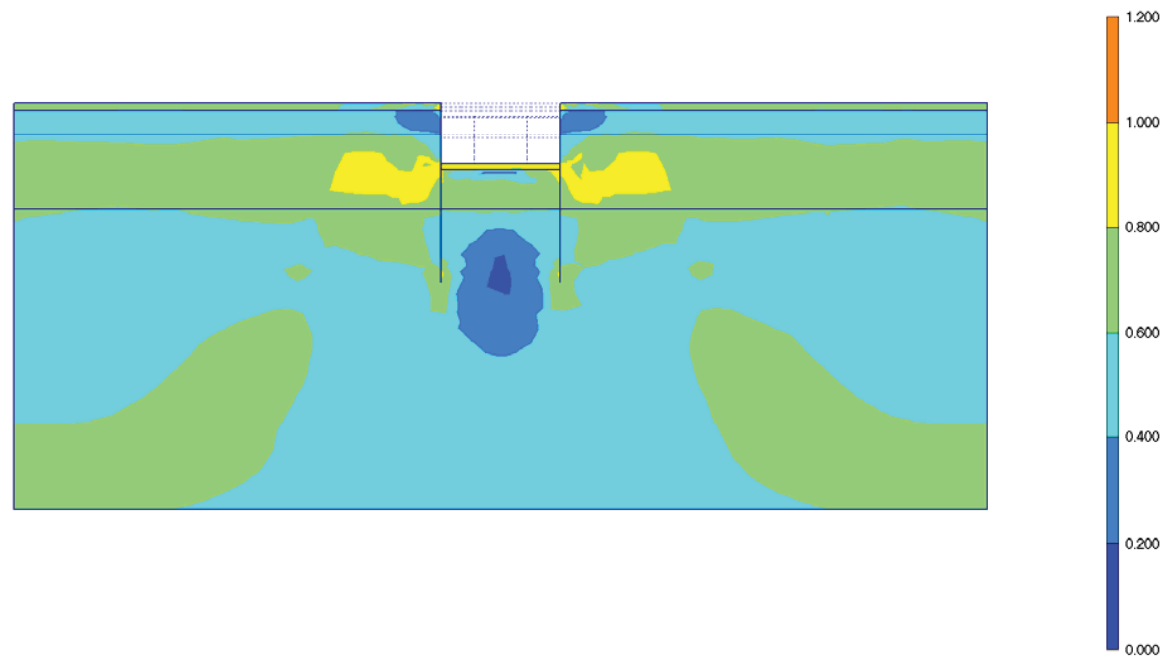


Fig. 248 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )

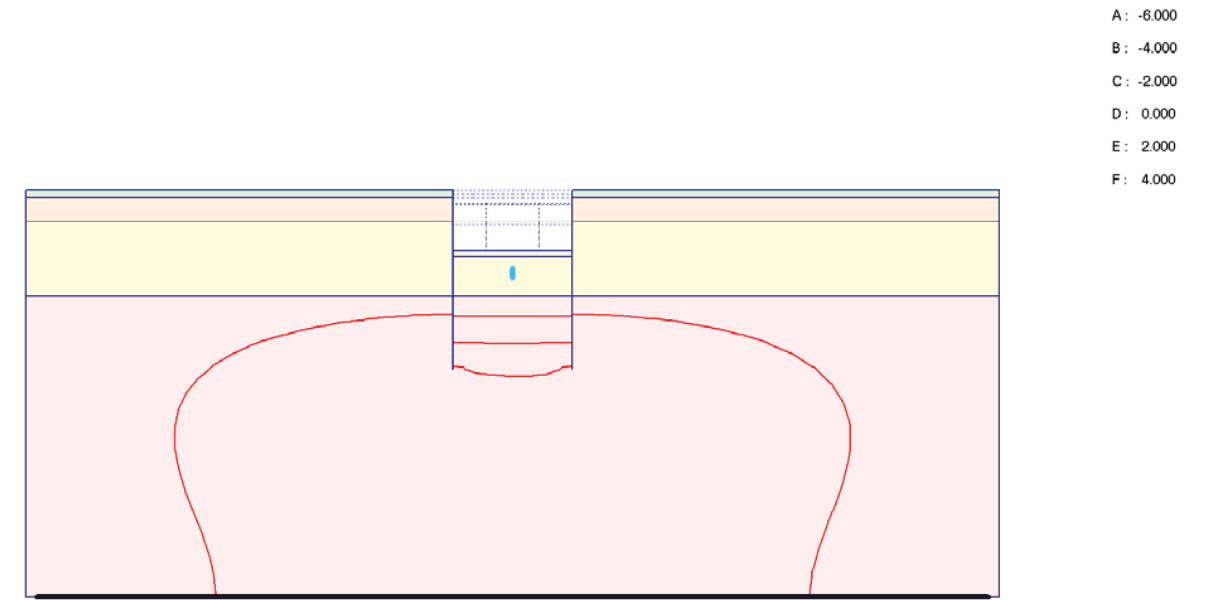


Fig. 249 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )

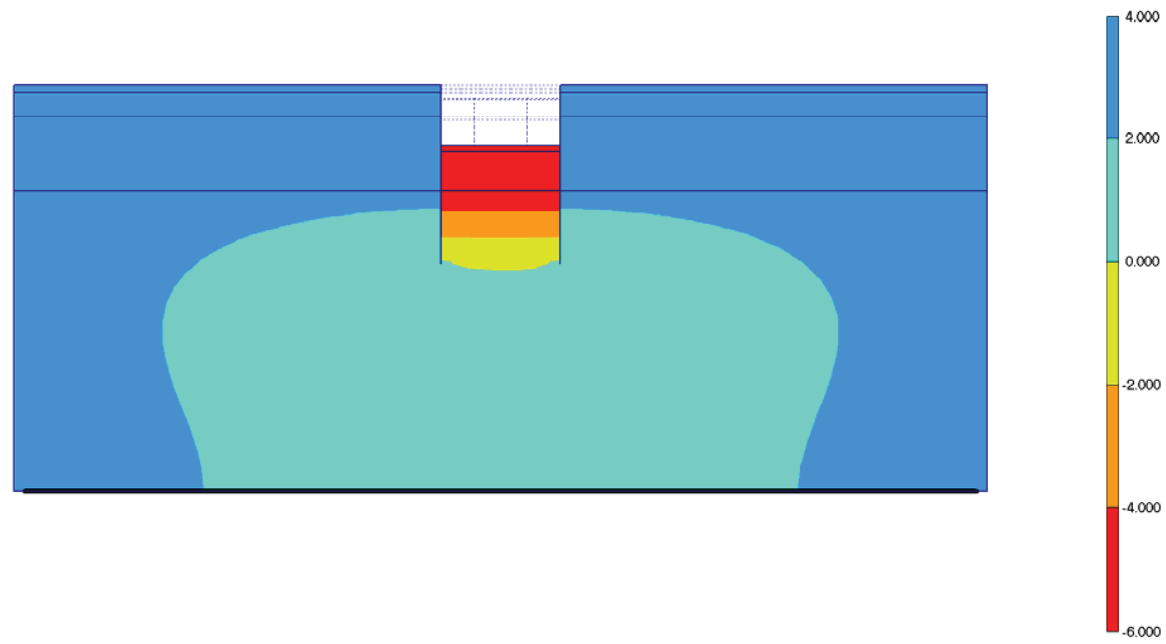


Fig. 250 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 33 - ( phase: 10 )

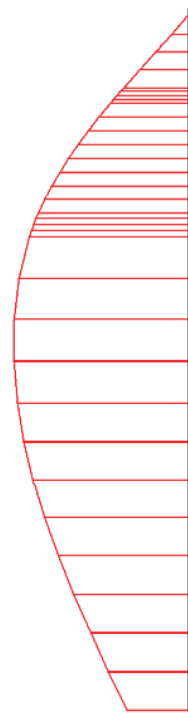


Fig. 251 Horizontal displacements in beam (plate no: 6)  
Extreme value  $-28,78 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 10)

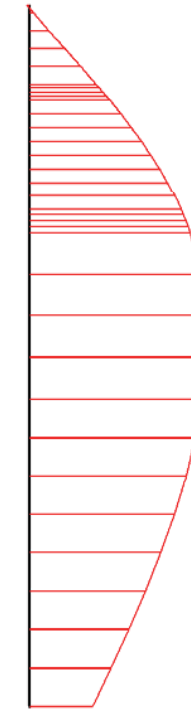
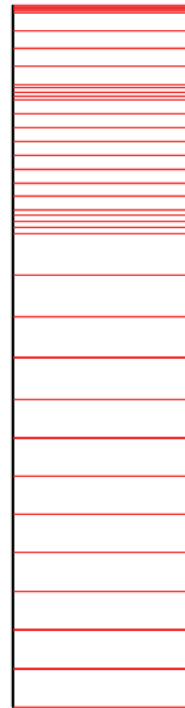
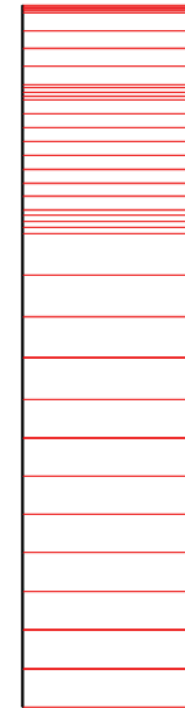


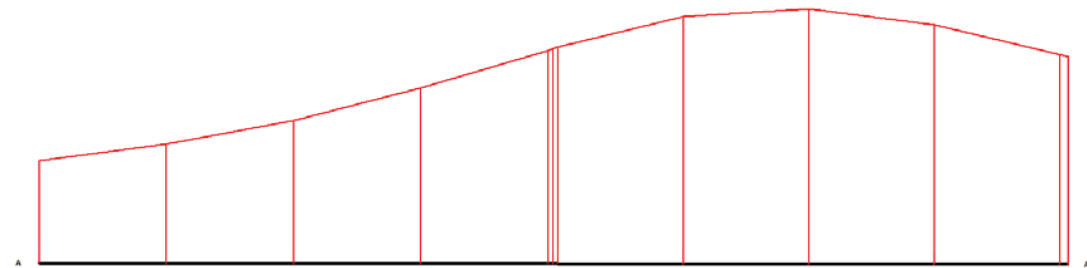
Fig. 252 Horizontal displacements in beam (plate no: 5)  
Extreme value  $28,99 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 10)



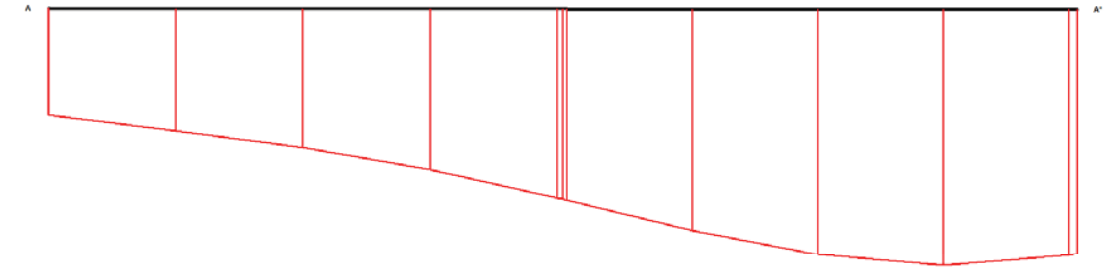
**Fig. 253 Vertical displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $17,58 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 10)



**Fig. 254 Vertical displacements in beam (plate no: 5)**  
Extreme value  $16,75 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 10)



**Fig. 255 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $13,26 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 10)



**Fig. 256 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-19,81 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 10)

### 18. RESULTS FOR PHASE 11

Table [80] Step info phase no: 11

Step no:	36
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,271
Relative stiffness	0,753

Table [81] Reached multipliers phase no: 11

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	0,0000	1,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [82] Staged construction info phase no: 11

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,985
Active proportion of stage	0,117	1,000

Table [83] Realised tunnel contraction info phase no: 11

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [84] Iteration info phase no: 11

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,001	1121	764	308	0	0	6	6
2	0,001	1102	742	59	0	0	6	4

Table [85] Active distributed loads A phase no: 11

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	488	0,000	-20,000	462	0,000	-20,000
2	462	0,000	-40,000	753	0,000	-40,000
3	1630	0,000	-40,000	1998	0,000	-40,000
4	1998	0,000	-20,000	2198	0,000	-20,000

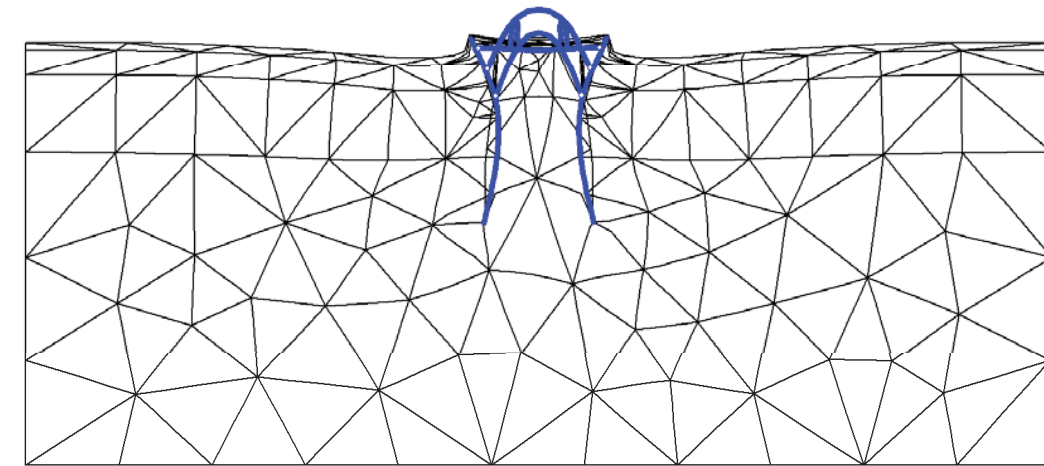


Fig. 257 Plot of deformed mesh - step no: 36 - ( phase: 11 )

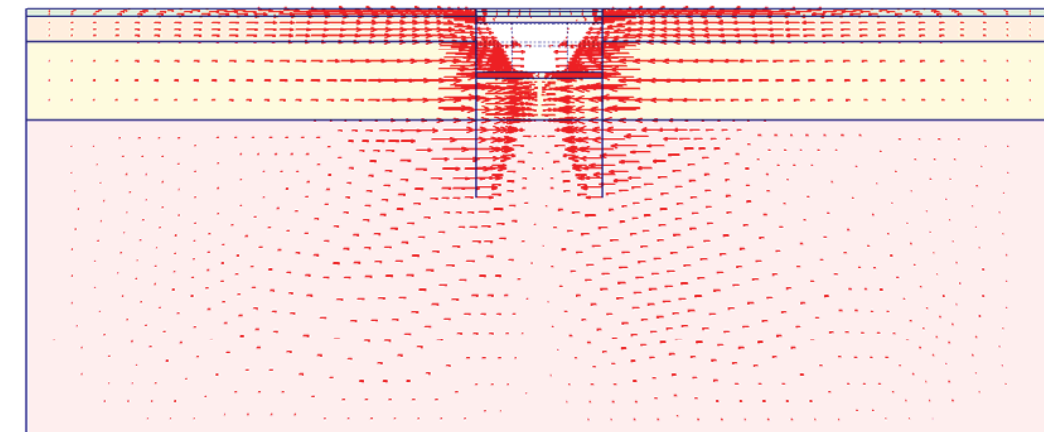
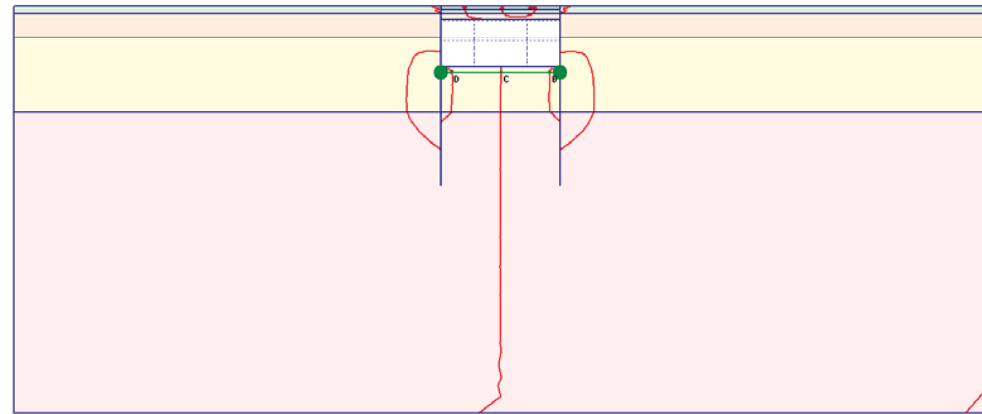


Fig. 258 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )



A: -0.040  
B: -0.020  
C: -0.000  
D: 0.020  
E: 0.040

Fig. 259 Plot of horizontal displacements (contour lines)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

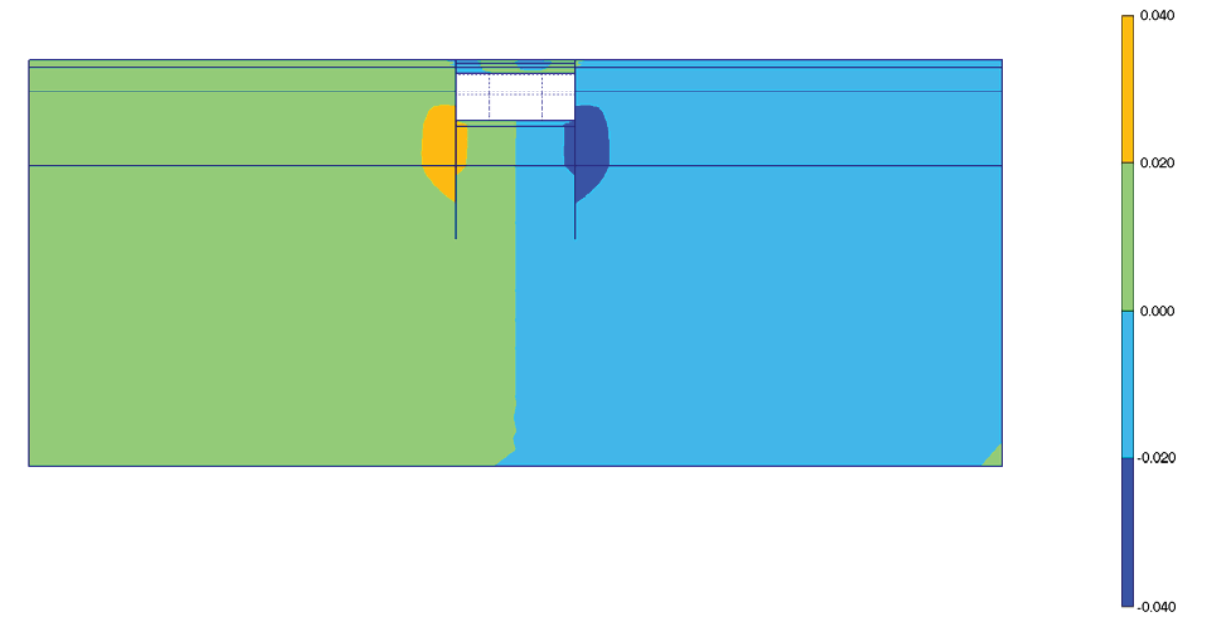


Fig. 260 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

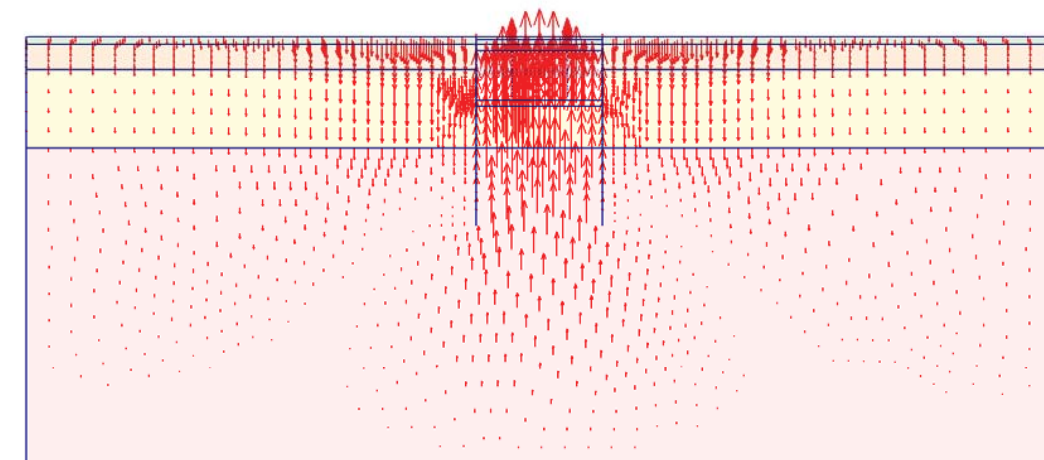
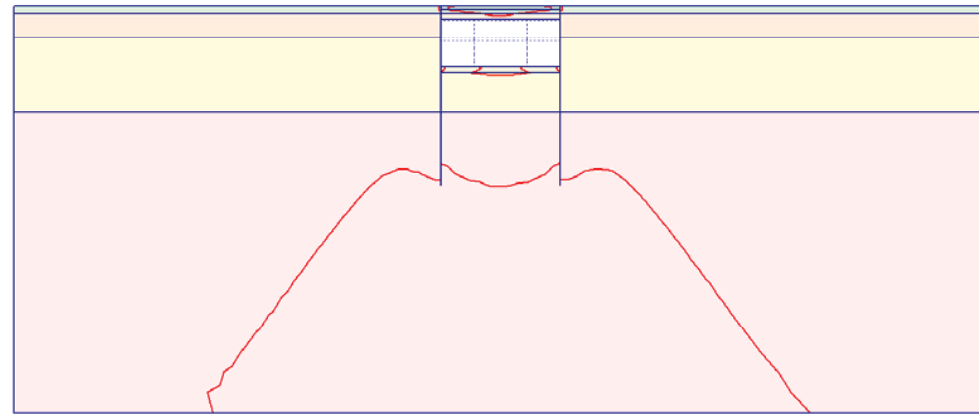


Fig. 261 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )



A: -0.040  
B: 0.000  
C: 0.040  
D: 0.080  
E: 0.120

Fig. 262 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

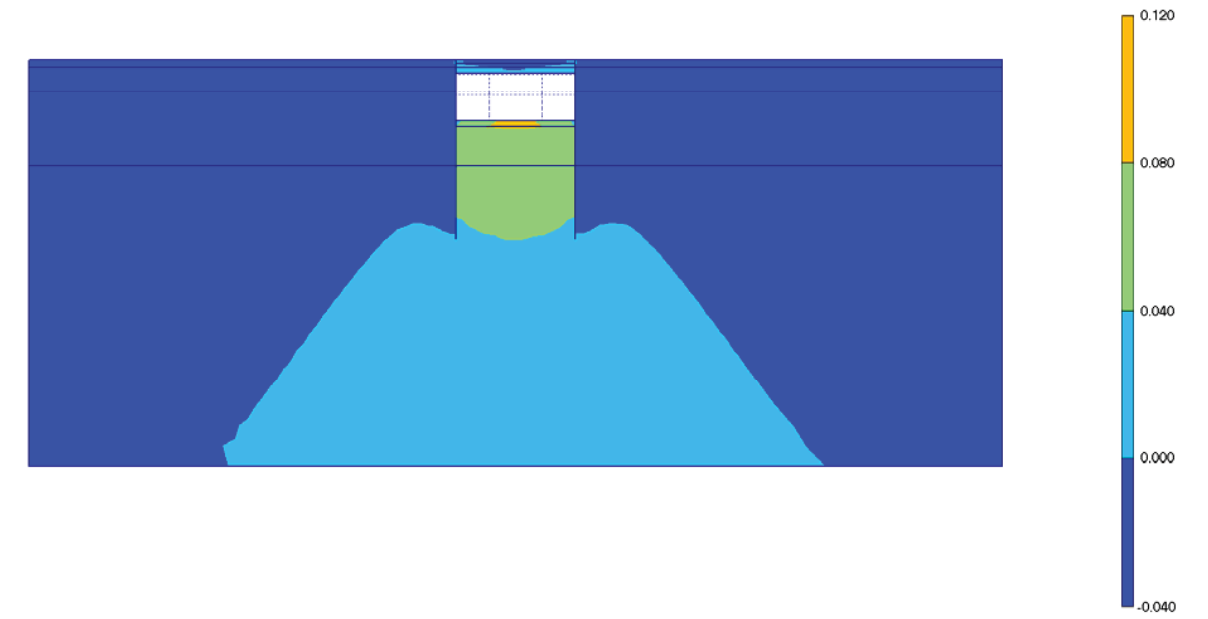


Fig. 263 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

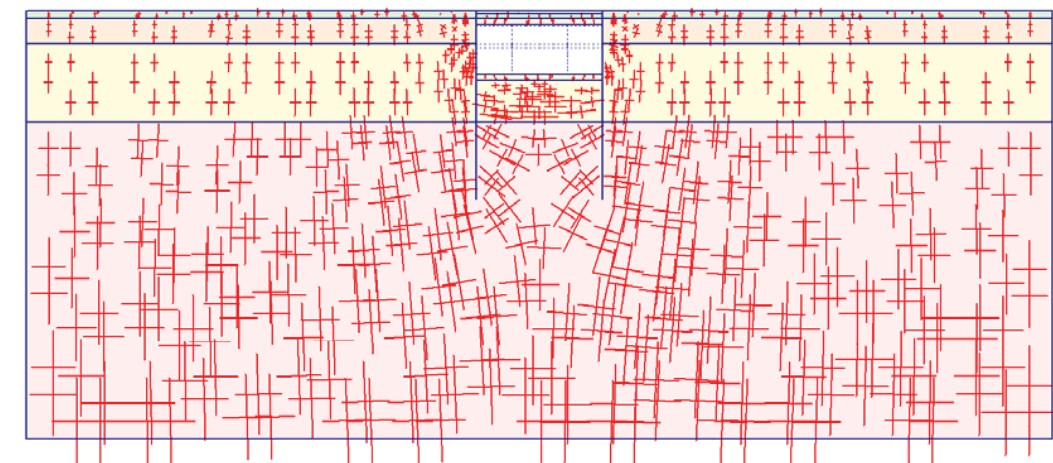


Fig. 264 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

A: -600.000  
B: -400.000  
C: -200.000  
D: 0.000  
E: 200.000

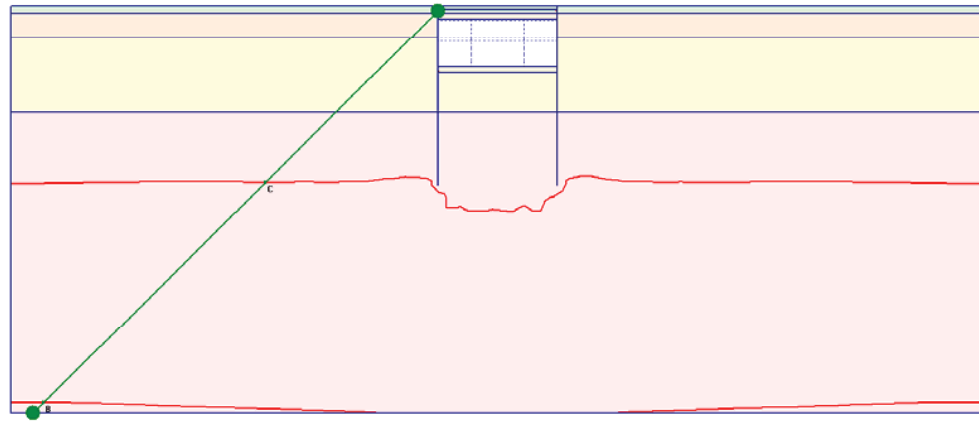


Fig. 265 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

A: 0.000  
B: 0.250  
C: 0.500  
D: 0.750  
E: 1.000  
F: 1.250

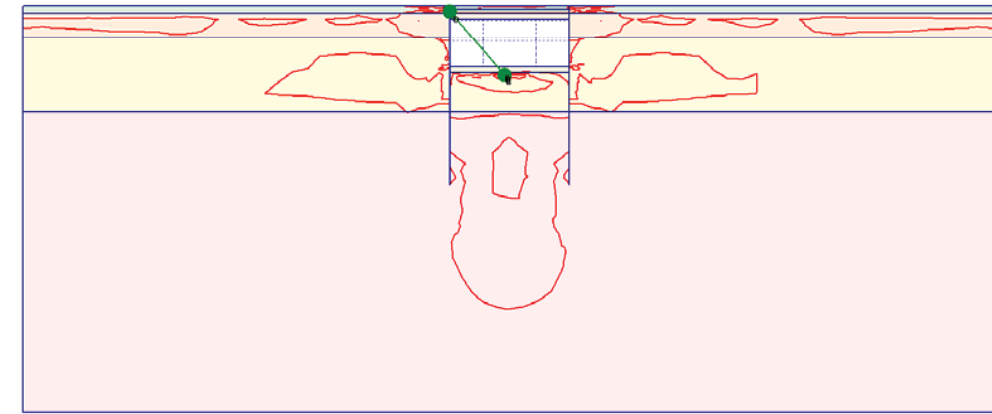


Fig. 266 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

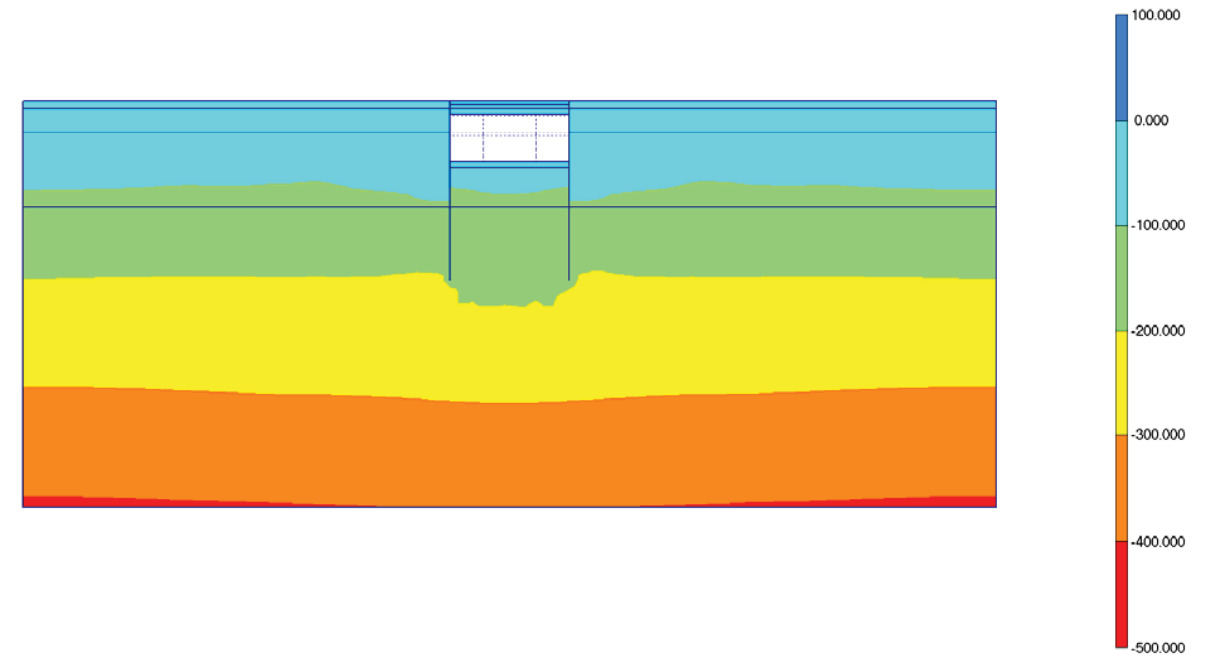




Fig. 267 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

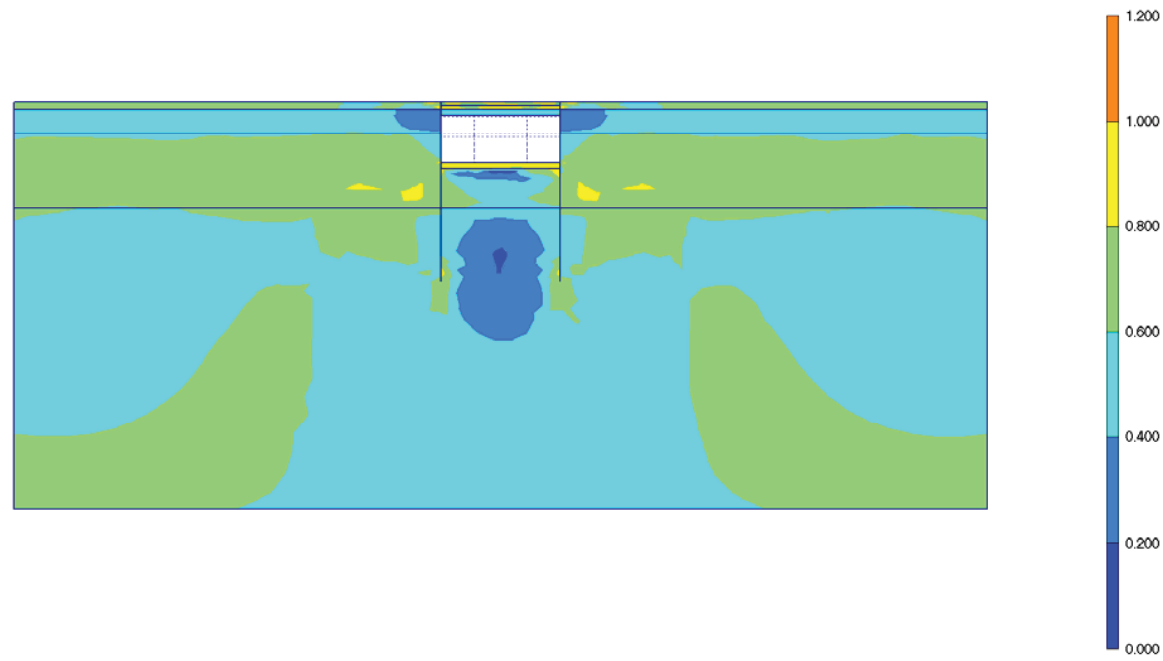


Fig. 268 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

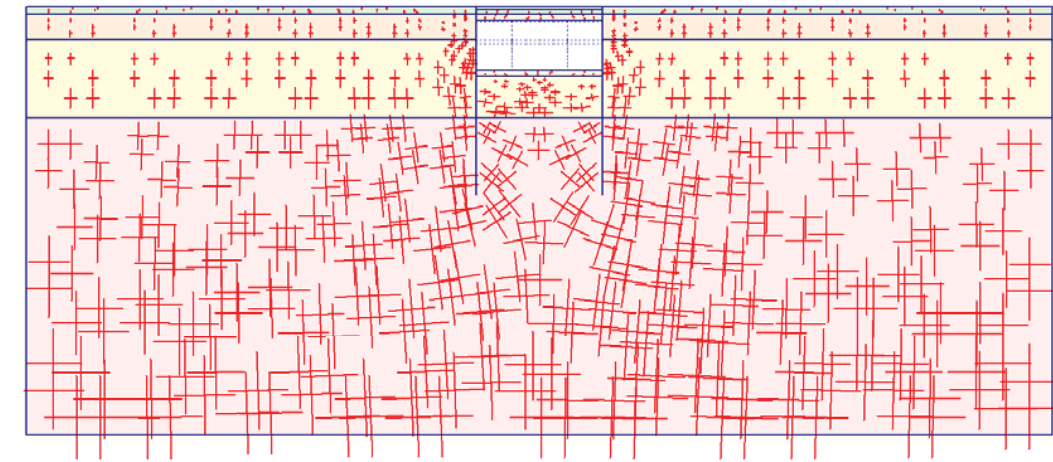


Fig. 269 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

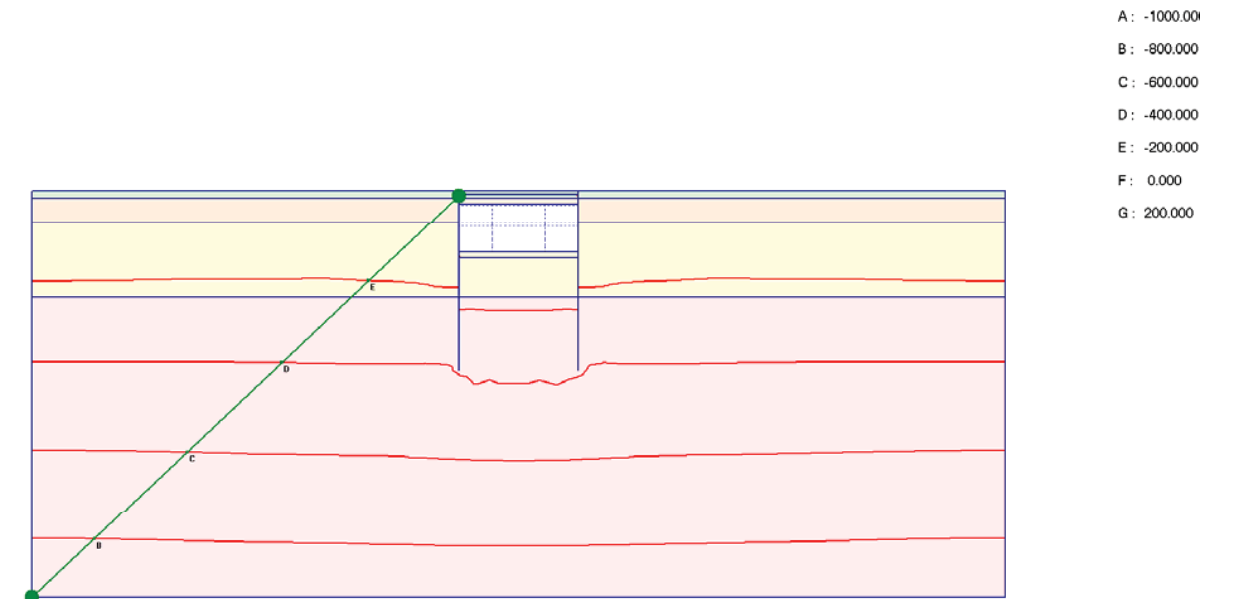
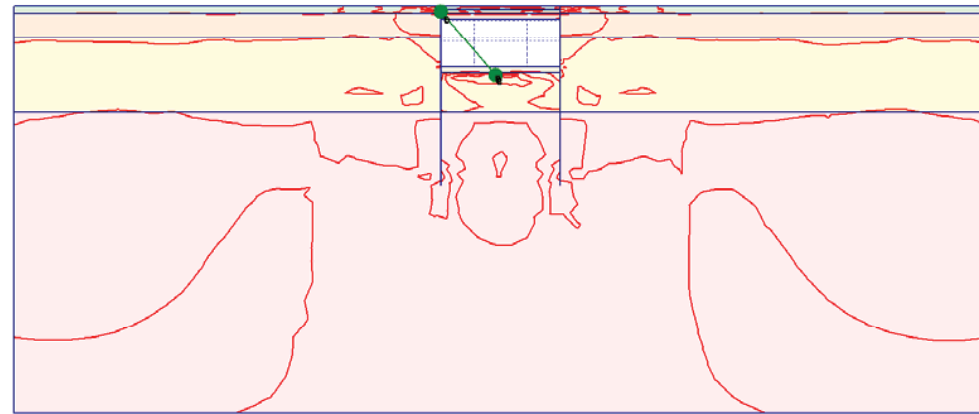


Fig. 270 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )



A: 0.000  
B: 0.200  
C: 0.400  
D: 0.600  
E: 0.800  
F: 1.000  
G: 1.200

Fig. 271 Plot of total stresses (relative shear contours)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

Fig. 272 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

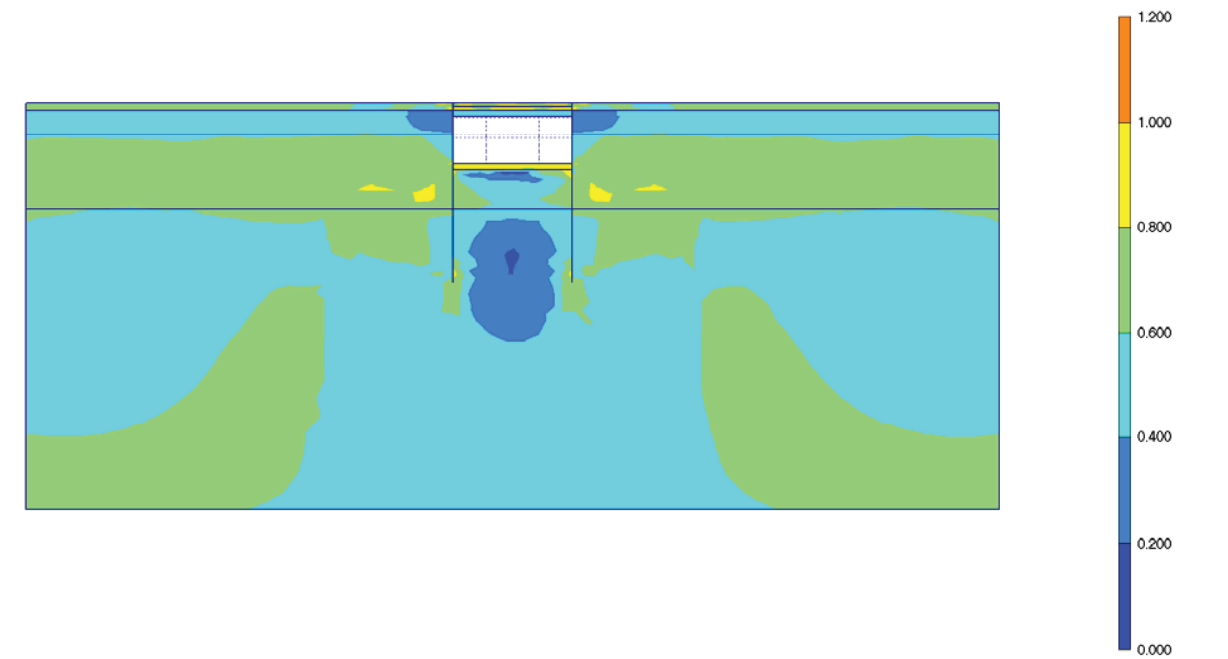
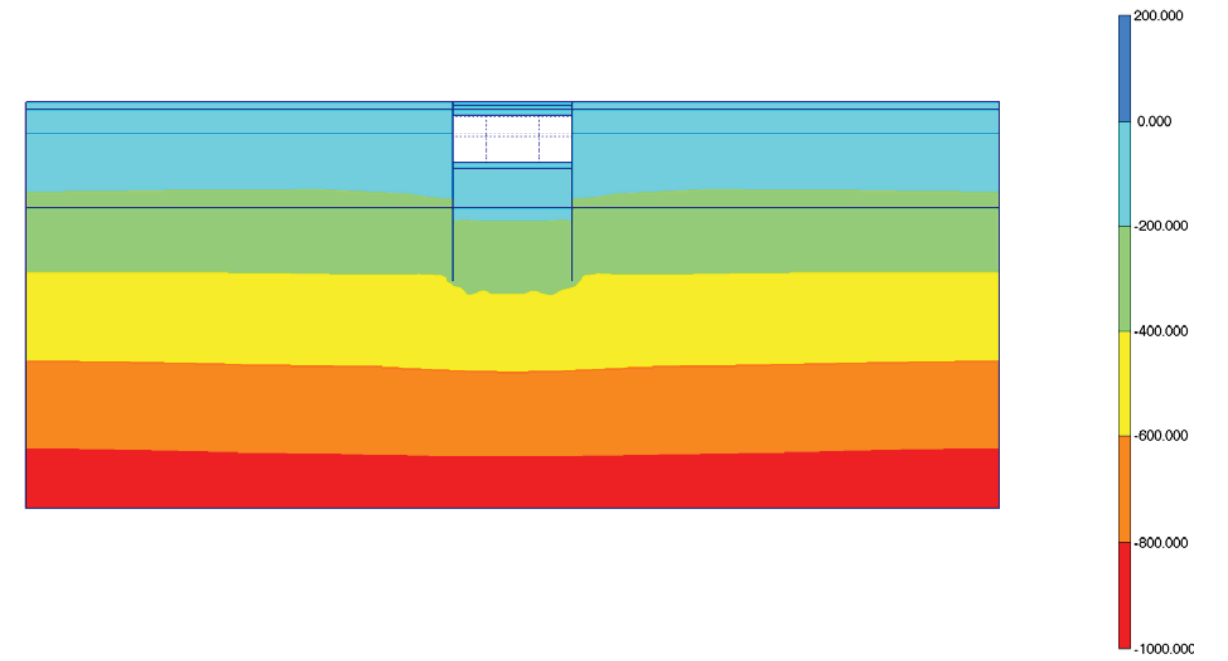
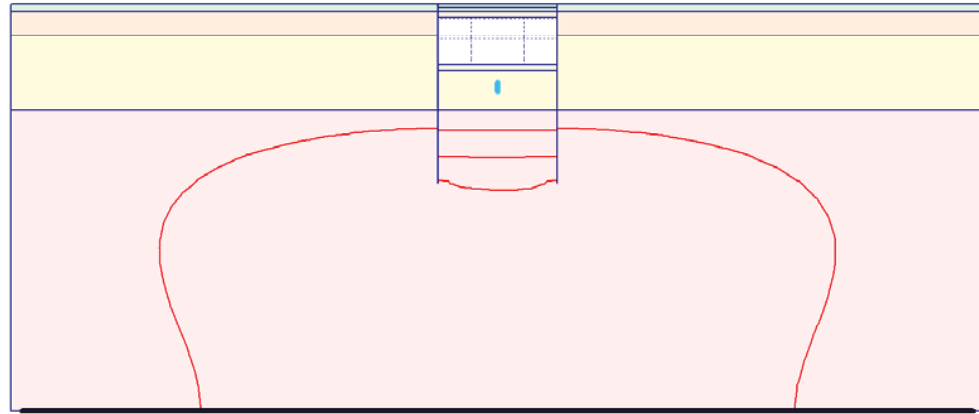


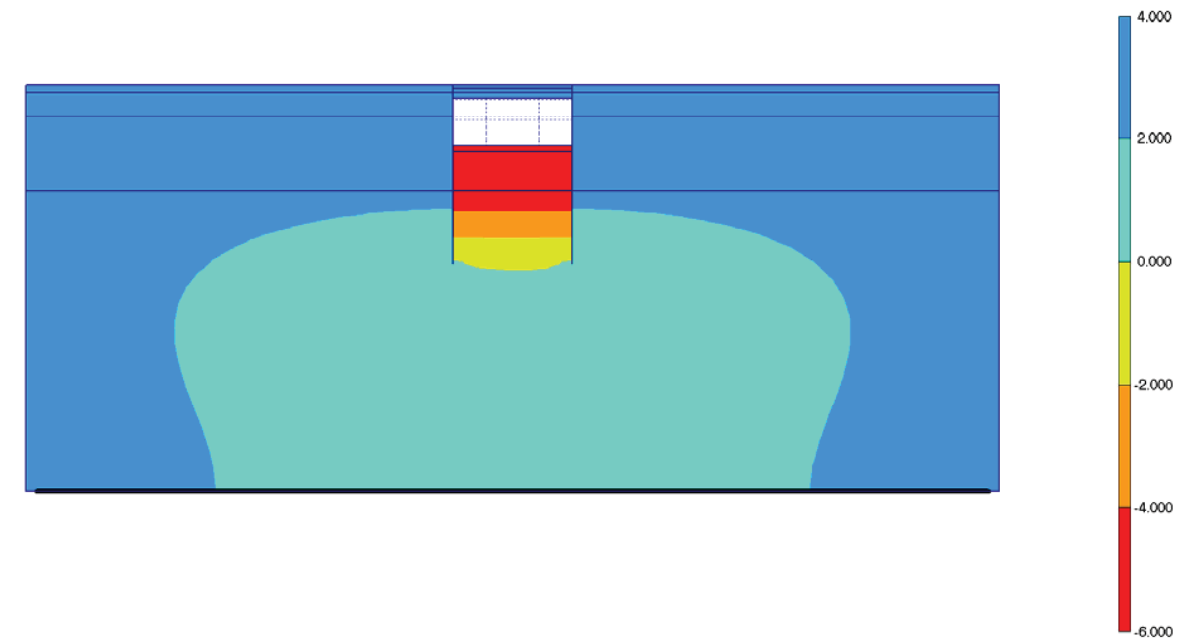
Fig. 273 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )



A: -6.000  
B: -4.000  
C: -2.000  
D: 0.000  
E: 2.000  
F: 4.000

Fig. 274 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

Fig. 275 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 36 - ( phase: 11 )

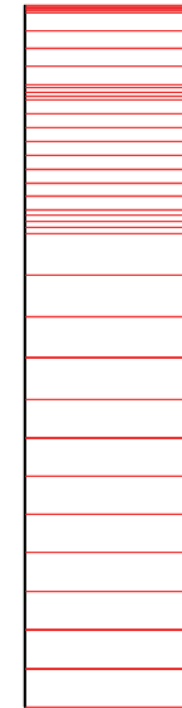


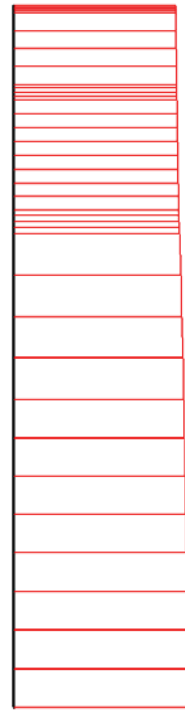
**Fig. 276 Horizontal displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $-28,74 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 11)



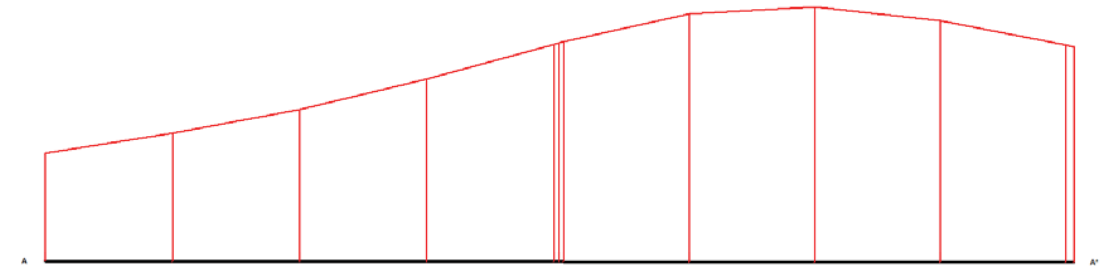
**Fig. 277 Horizontal displacements in beam (plate no: 5)**  
Extreme value  $28,90 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 11)

**Fig. 278 Vertical displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $4,23 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 11)

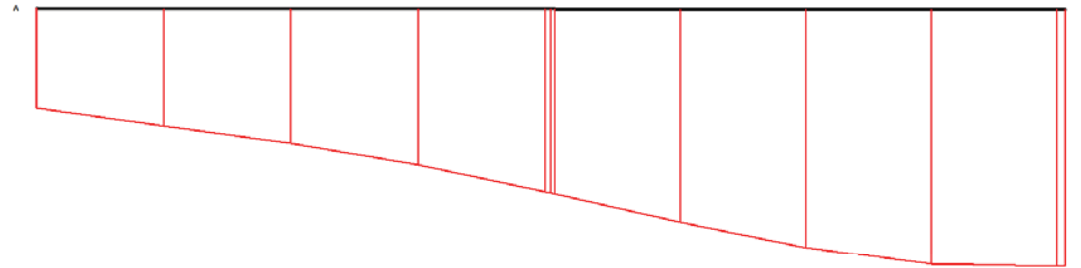




**Fig. 279 Vertical displacements in beam (plate no: 5)**  
 Extreme value  $3,61 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 11)



**Fig. 280 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $16,44 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 11)



**Fig. 281 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-26,69 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 11)

**19. RESULTS FOR PHASE 12**

**Table [86] Step info phase no: 12**

Step no:	43
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,869
Relative stiffness	0,448

**Table [87] Reached multipliers phase no: 12**

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	0,0000	1,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

**Table [88] Staged construction info phase no: 12**

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	0,985
Active proportion of stage	0,141	1,000

**Table [89] Realised tunnel contraction info phase no: 12**

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

**Table [90] Iteration info phase no: 12**

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,000	529	412	23	13	13	9	8
2	0,000	527	412	14	13	0	9	8

**Table [91] Active distributed loads A phase no: 12**

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	488	0,000	-20,000	462	0,000	-20,000
2	462	0,000	-40,000	753	0,000	-40,000
3	1630	0,000	-40,000	1998	0,000	-40,000
4	1998	0,000	-20,000	2198	0,000	-20,000

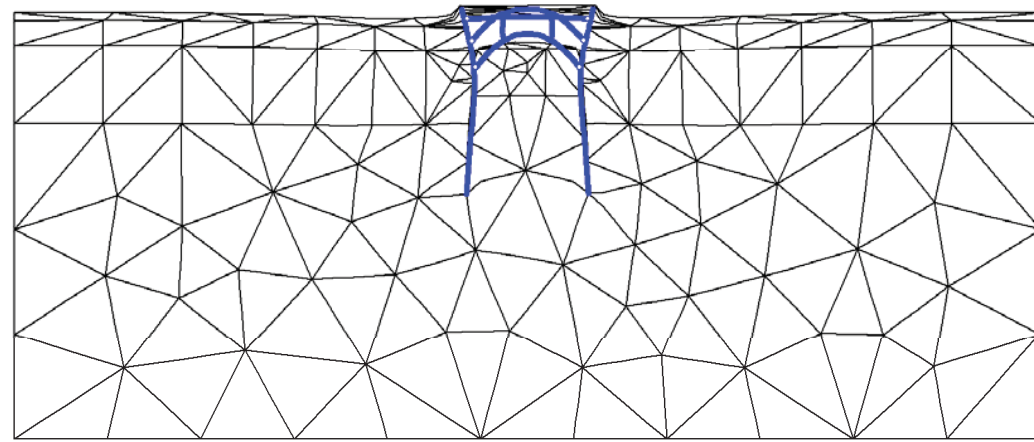


Fig. 282 Plot of deformed mesh  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

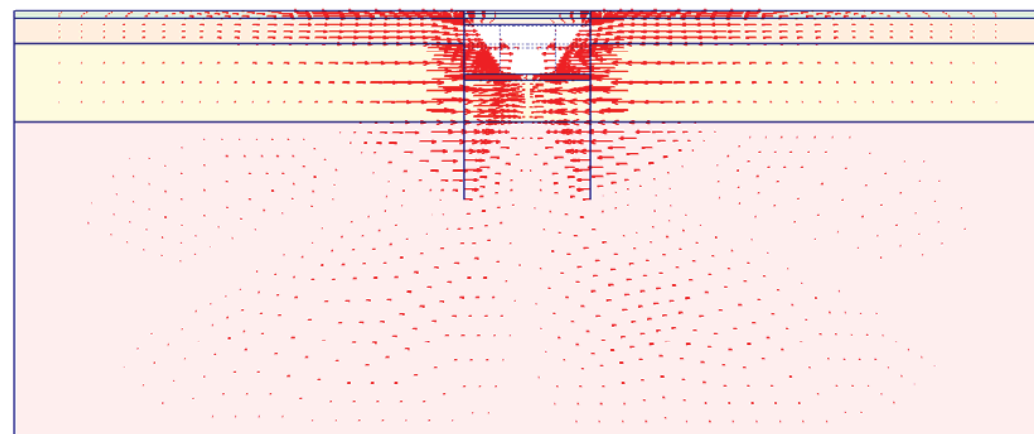
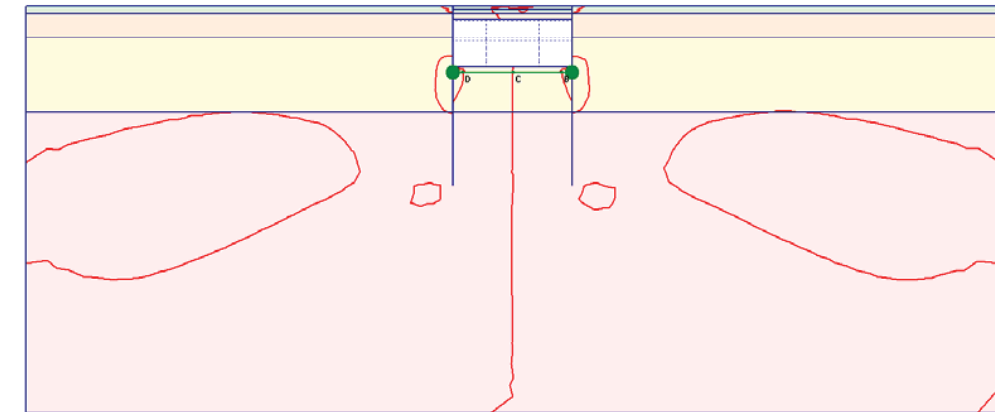


Fig. 283 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )



A: -0.040  
B: -0.020  
C: -0.000  
D: 0.020  
E: 0.040

Fig. 284 Plot of horizontal displacements (contour lines)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

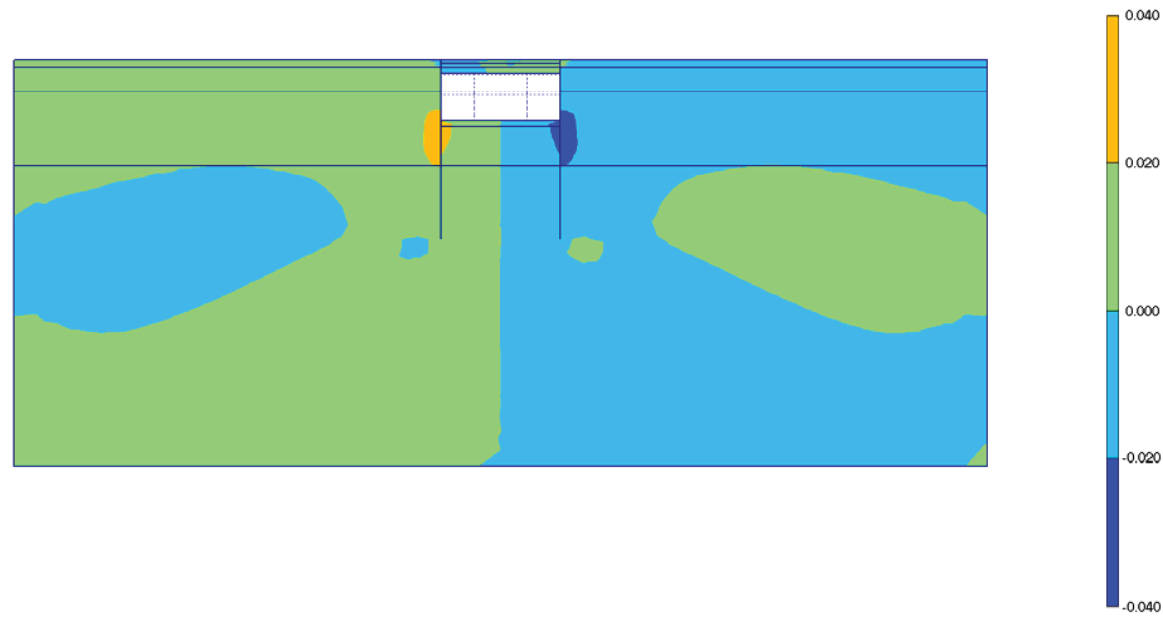


Fig. 285 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

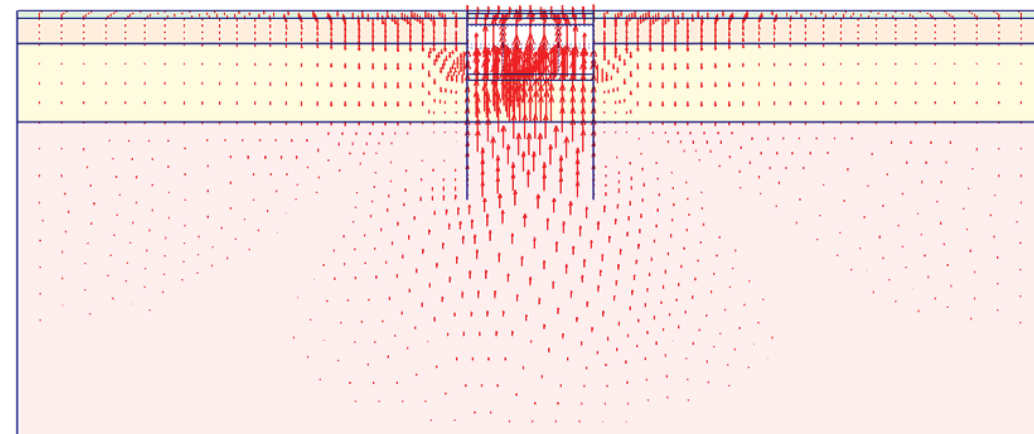


Fig. 286 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

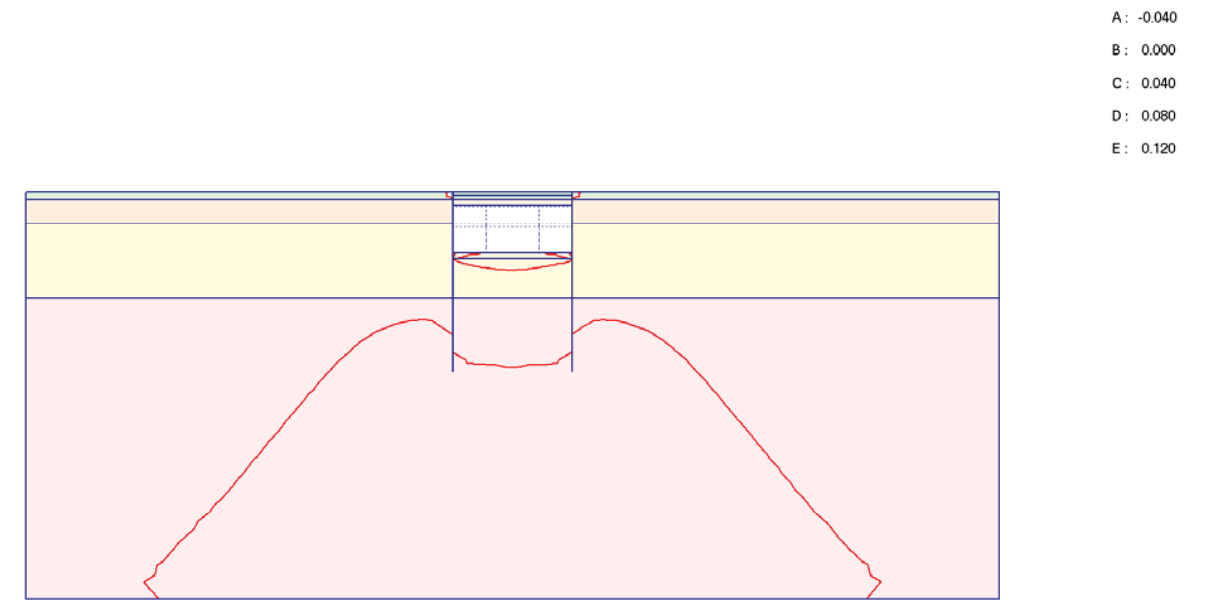
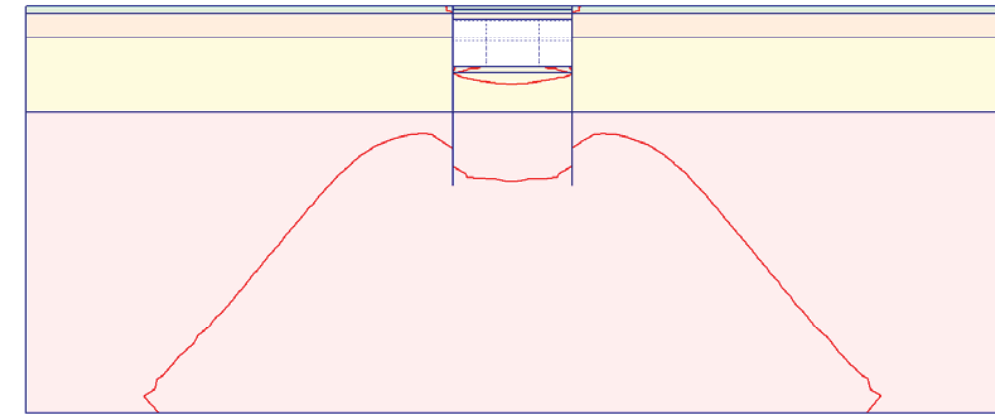


Fig. 287 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )





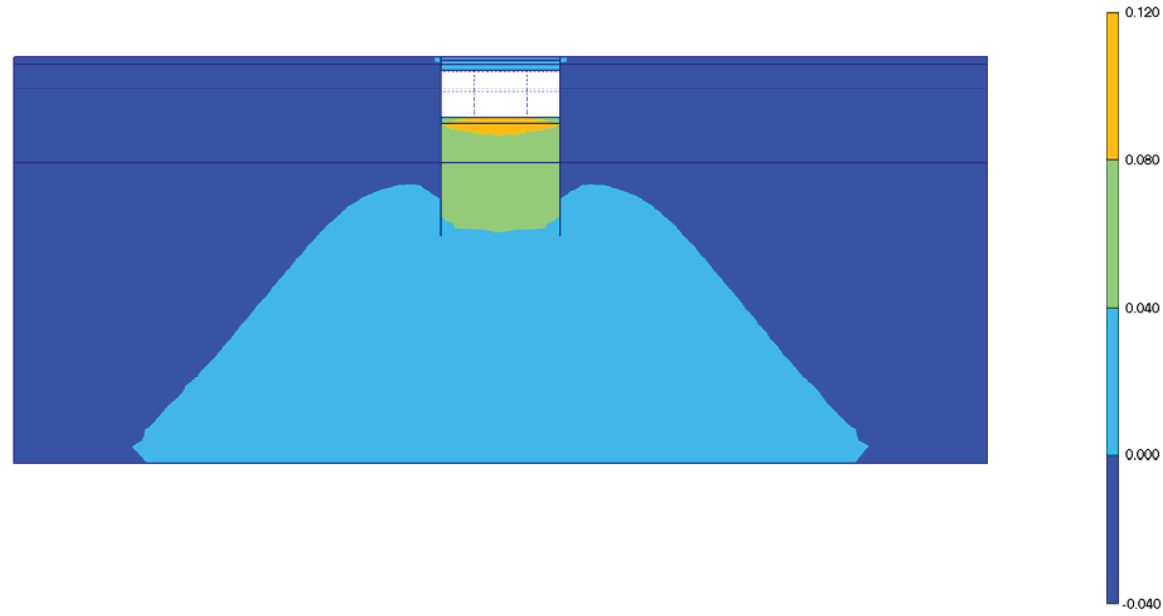


Fig. 288 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

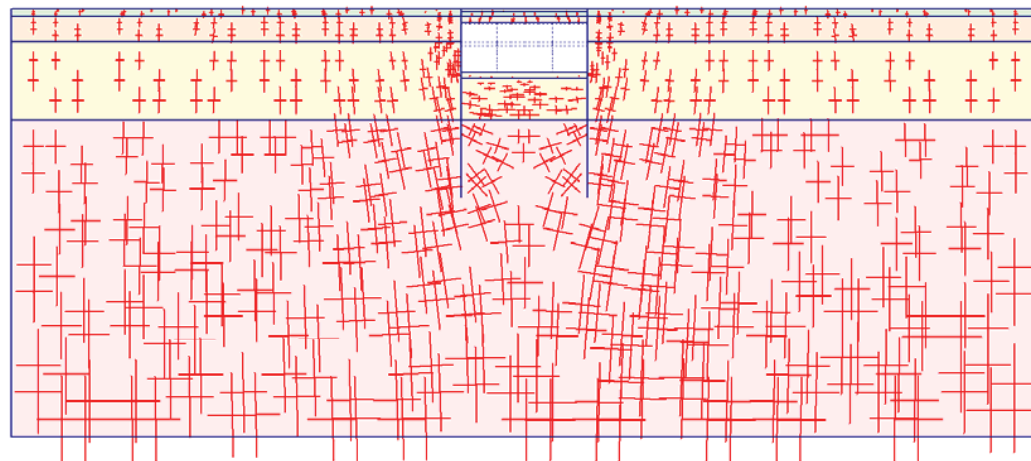


Fig. 289 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

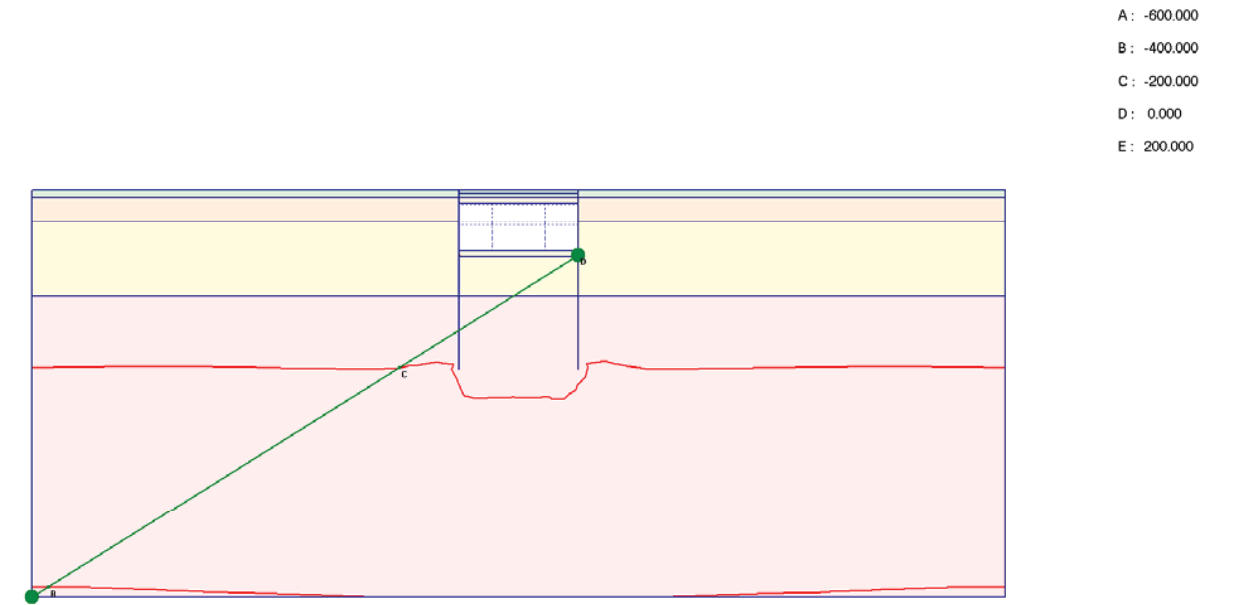
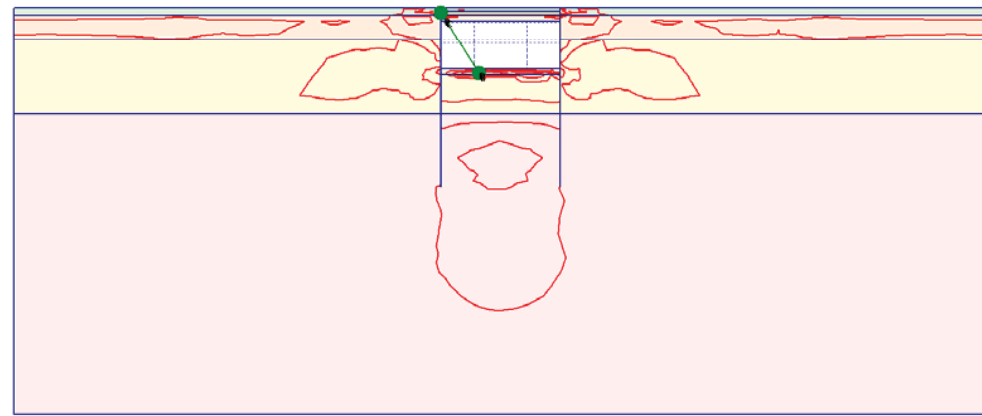
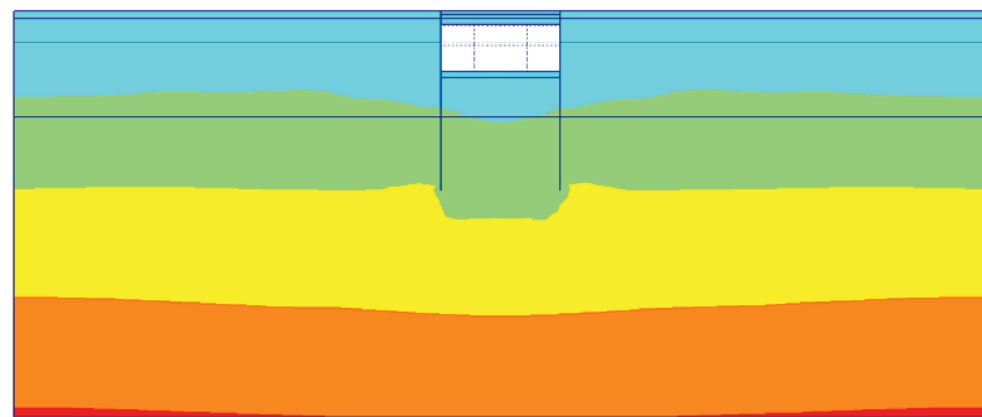


Fig. 290 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )



- A: 0.000
- B: 0.250
- C: 0.500
- D: 0.750
- E: 1.000
- F: 1.250

Fig. 291 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )



- 100.000
- 0.000
- 100.000
- 200.000
- 300.000
- 400.000
- 500.000

Fig. 292 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

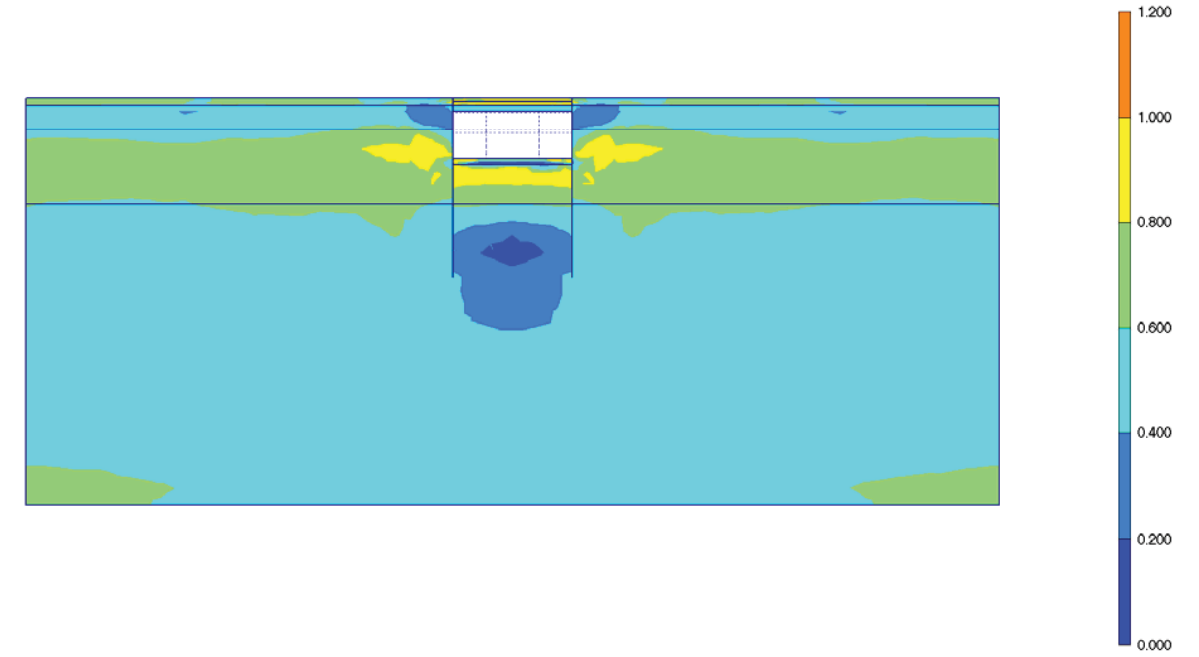


Fig. 293 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

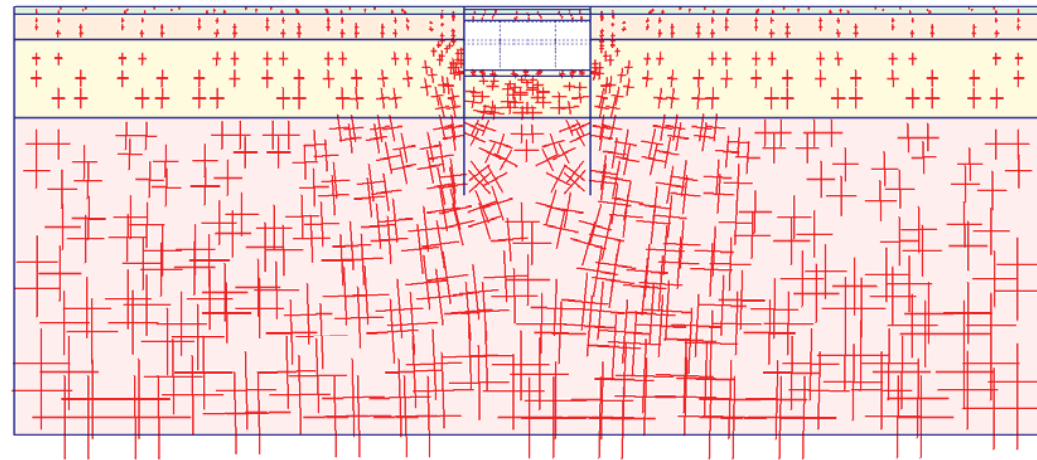


Fig. 294 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

- A: -1000.00
- B: -800.000
- C: -600.000
- D: -400.000
- E: -200.000
- F: 0.000
- G: 200.000

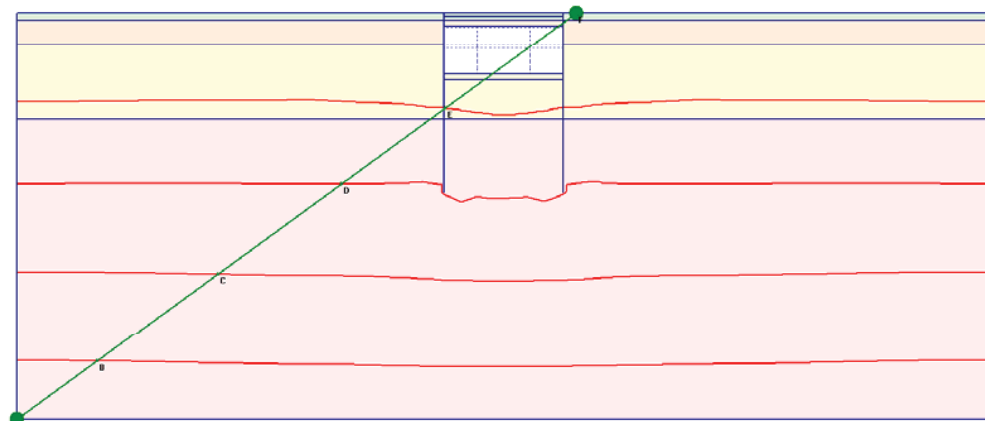
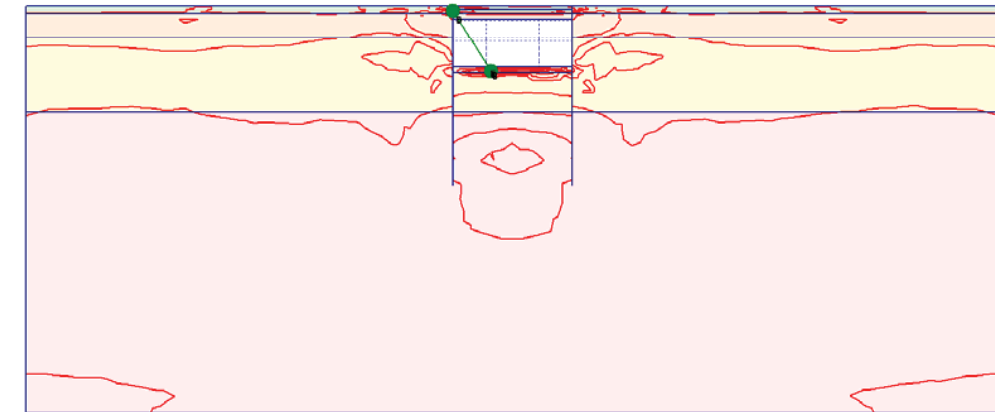


Fig. 295 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )



- A: 0.000
- B: 0.200
- C: 0.400
- D: 0.600
- E: 0.800
- F: 1.000
- G: 1.200

Fig. 296 Plot of total stresses (relative shear contours)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

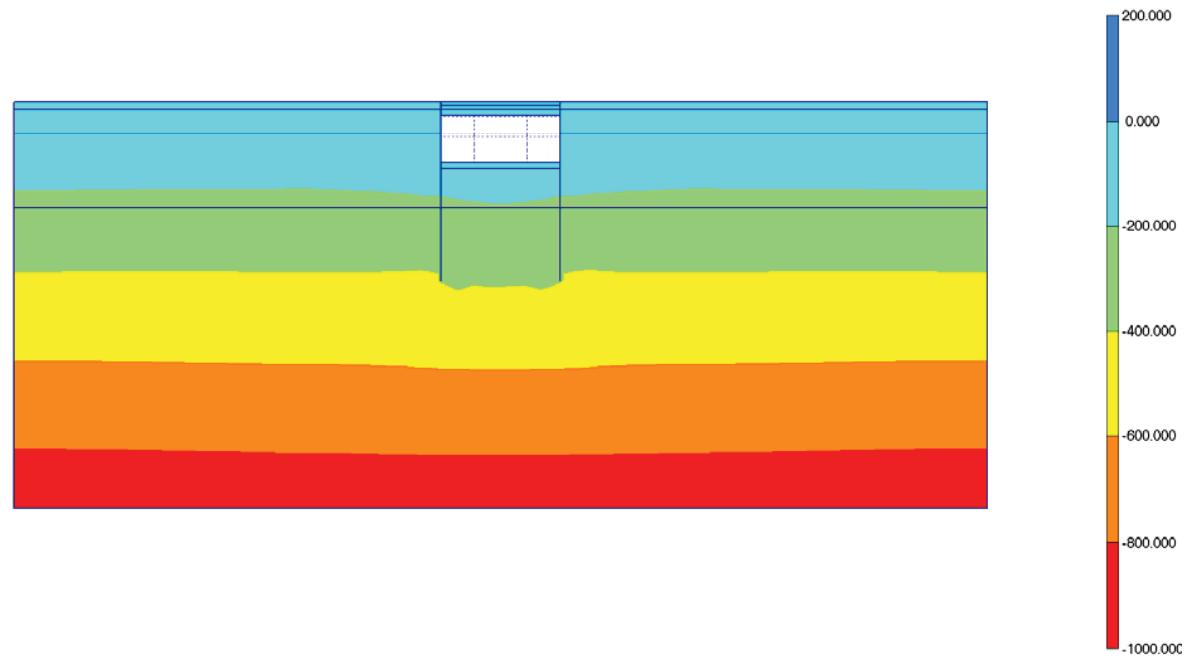


Fig. 297 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

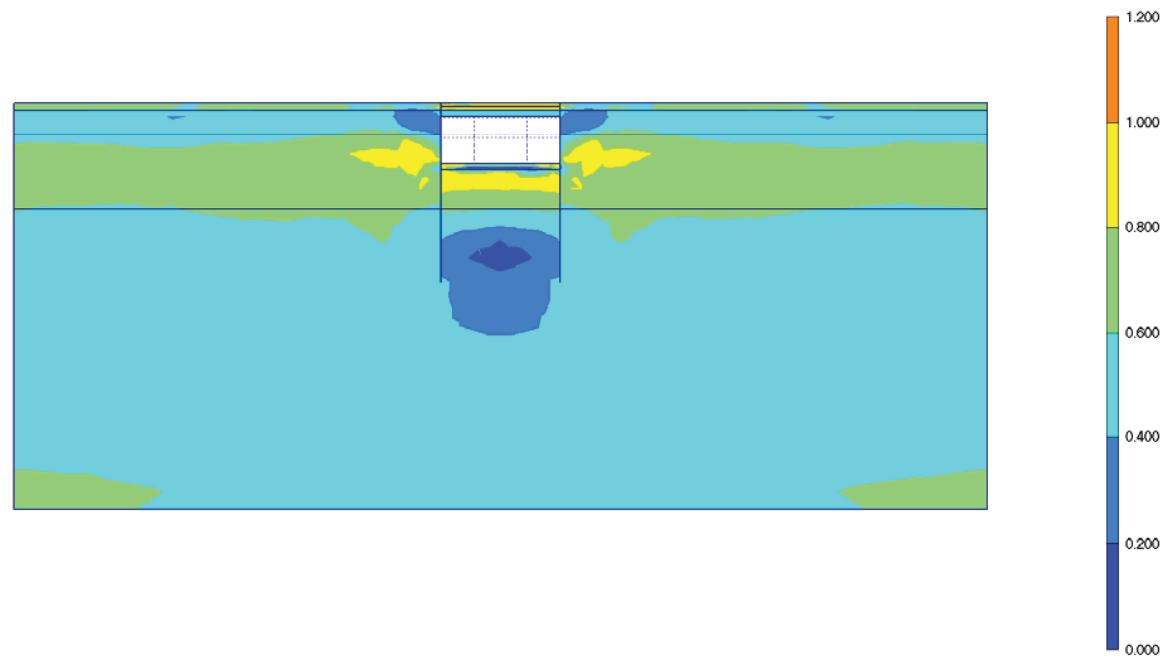


Fig. 298 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

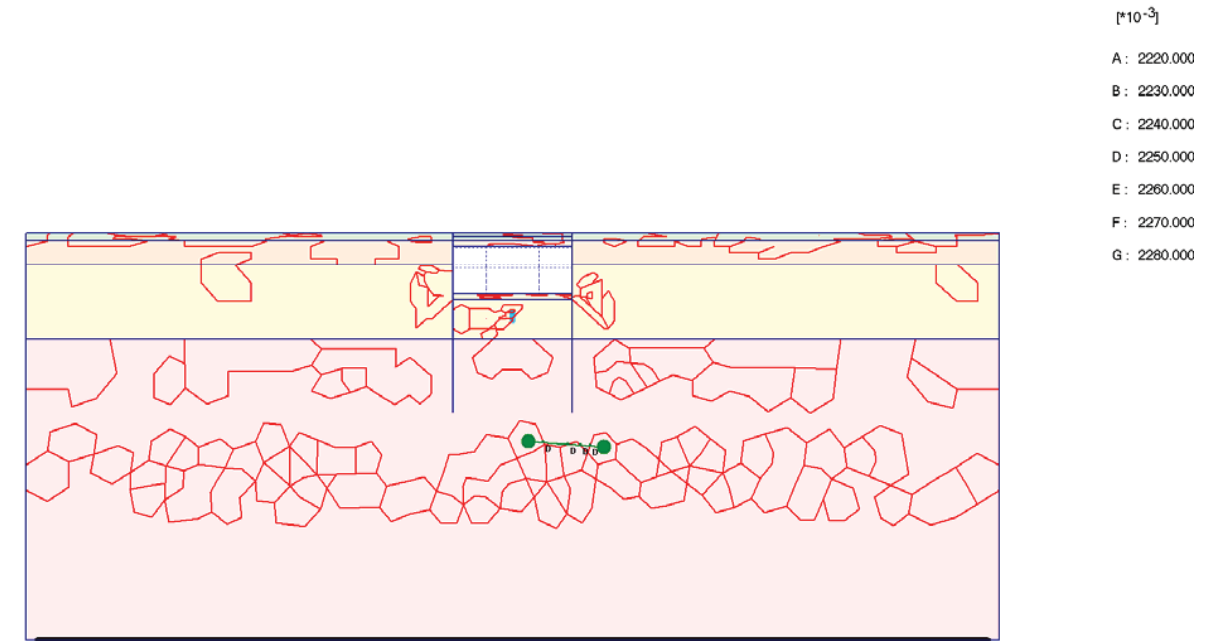


Fig. 299 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

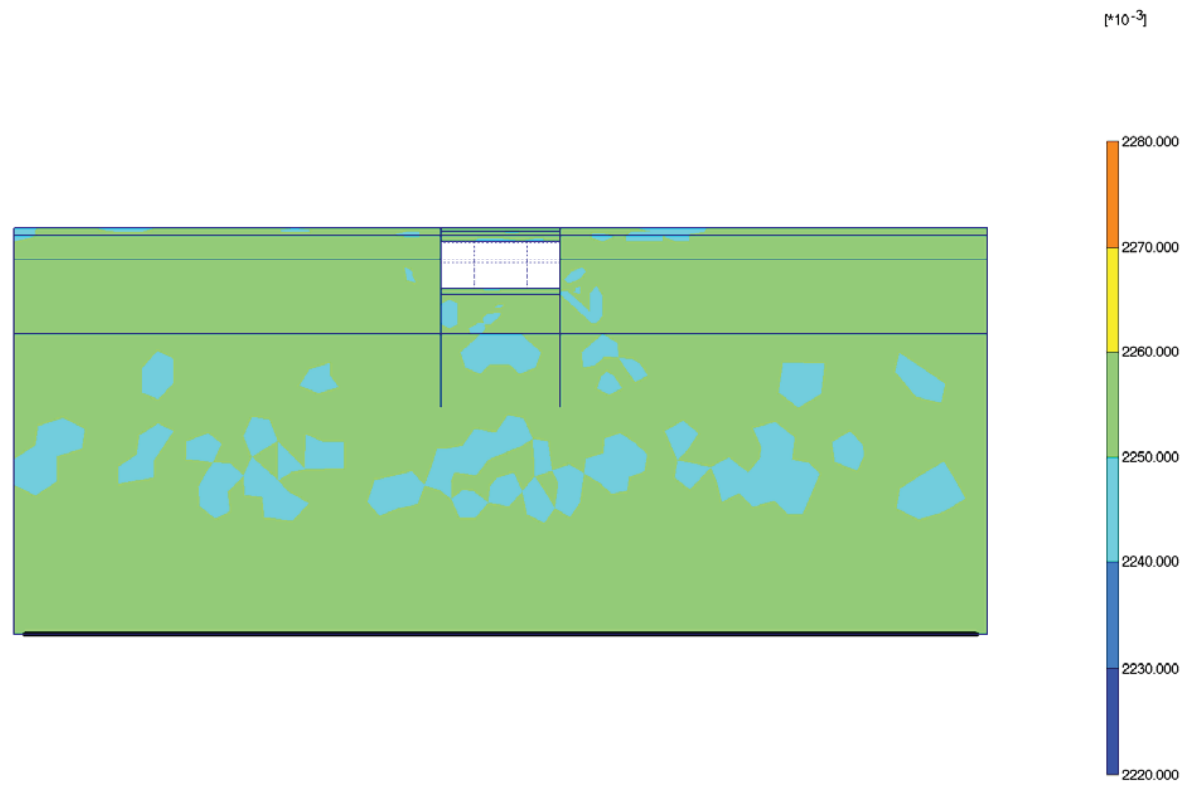


Fig. 300 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 43 - ( phase: 12 )

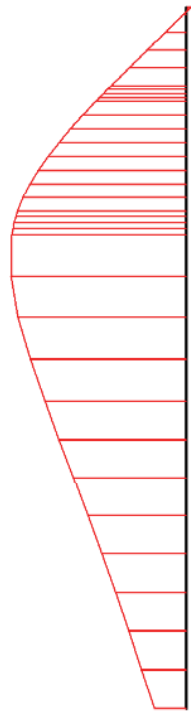
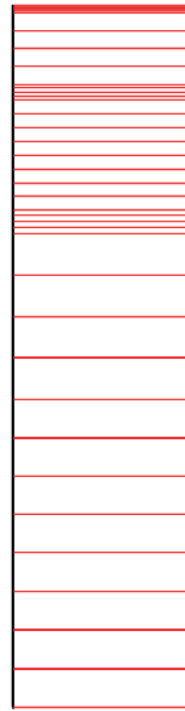


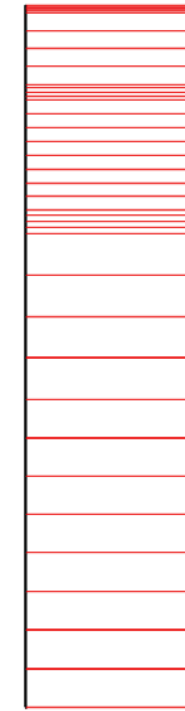
Fig. 301 Horizontal displacements in beam (plate no: 6)  
Extreme value  $-25,67*10^{-3}$  m (phase: 12)



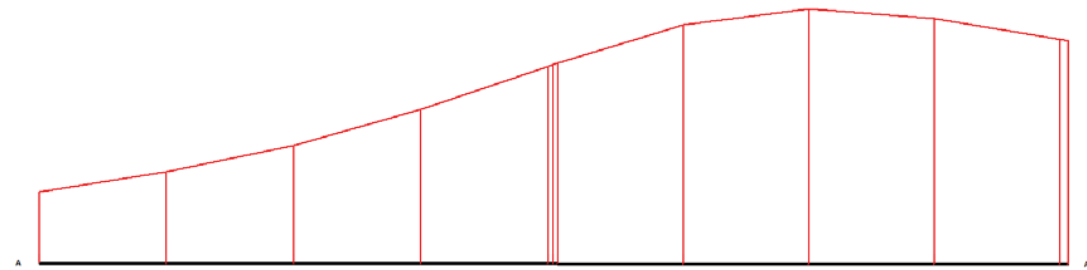
Fig. 302 Horizontal displacements in beam (plate no: 5)  
Extreme value  $25,83*10^{-3}$  m (phase: 12)



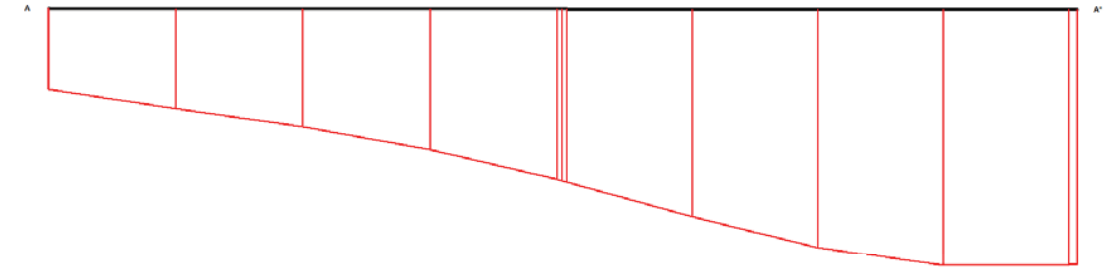
**Fig. 303 Vertical displacements in beam (plate no: 6)**  
Extreme value  $15,08 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 12)



**Fig. 304 Vertical displacements in beam (plate no: 5)**  
Extreme value  $14,41 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 12)



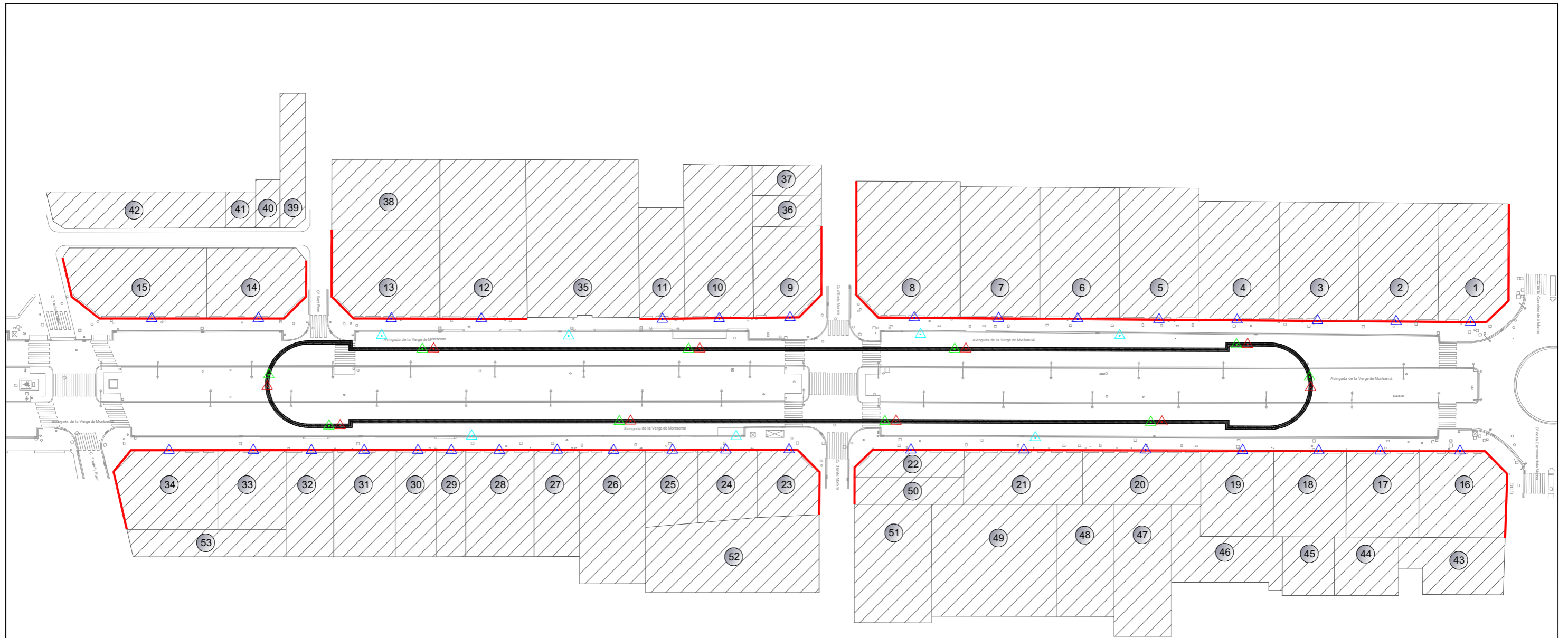
**Fig. 305 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $12,64 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 12)



**Fig. 306 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-18,98 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 12)

**PLÀNOL INSTRUMENTACIÓ**





LLEGGENDA	
	PUNTS SEGUIMENT TOPOGRÀFIC EN CORONACIÓ PANTALLES 10 (PUNTS)
	CONJUNT DE 3 PUNTS DE SEGUIMENT TOPOGRÀFIC EN FAÇANES 34 (PUNTS)
	PUNTS AUSCULTACIÓ INCLINOMÈTRICA-MICROMÈTRICA 10 (PUNTS)
	PUNTS AUSCULTACIÓ INCLINOMÈTRICA-MICROMÈTRICA EN TERRENY 7 (PUNTS)
	EDIFICIS A INSPECCIONAR
	FAÇANES A INSPECCIONAR
	Nº D'EDIFICI

**PLEC CONDICIONS**

## PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES

### 1- Condicions de lectura i interpretació de resultats

Durant el decurs de l'Obra, el Contractista d'Auscultació haurà de proporcionar els equips necessaris per a poder garantir les freqüències de lectura fixades en el Pla d'Auscultació o indicades per la Direcció Facultativa. Els equips que presenti el Contractista d'Auscultació hauran de complir les condicions descrites en els corresponents apartats del present plec.

La Direcció Facultativa podrà modificar la freqüència de presa de dades en qualsevol moment, així com la modificació de la localització dels instruments, en funció de l'evolució de l'obra, sense que això sigui motiu de reclamació per part del Contractista d'Auscultació.

Prèviament a l'inici de les lectures, caldrà que tots els instruments disposin de lectura zero. Aquestes lectures s'hauran de realitzar amb la suficient antelació respecte de l'inici de les obres. El termini per a la realització d'aquesta lectura haurà de ser el que s'indica en el Pla d'Auscultació o el que indiqui la Direcció Facultativa.

Els dispositius de lectura per als diferents tipus d'instrumentació hauran de complir amb les condicions descrites en el present plec. Tots aquells dispositius en els que sigui necessària una interfase humana per a l'adquisició del valor de la lectura, el sistema de visualització d'aquesta lectura haurà de ser digital i clarament visible per l'operador.

Serà responsabilitat de la Direcció Facultativa la interpretació final dels resultats i la presa de decisió sobre les mesures d'obra adequades per a fer les correccions necessàries que es desprenguin de l'evolució de la instrumentació i del seguiment.

**El contractista de les obres facilitarà l'accés als instruments en el cas que no s'hi pugui accedir en condicions de seguretat.**

## 2 Cèl·lules de pressió total

### 2.1 Definició

Subministrament i instal·lació de cèl·lula de pressió total.

### 2.2 Condicions dels equips

Les cèl·lules de pressió total són aparells que mesuren les càrregues a les que està sotmès un element estructural. En aquest cas les cèl·lules de pressió total mesuren les pressions d'equilibri entre el terreny i el trasdos de la pantalla.

Les cèl·lules de pressió total tindran una superfície activa rectangular i disposarà d'un sistema de compensació de la seva pressió interna. El sensor serà un transductor de corda vibrant.

L'aparell haurà de satisfer les característiques indicades a continuació:

Rang de mesura:	de 0 a 10 MPa
Precisió:	1 % del rang
Dimensions:	150 mm x 250 mm
Dimensions superfície activa:	145 mm x 245 mm
Longitud del tub de compensació:	600 mm

Les lectures d'un grup de cèl·lules es rebran centralitzades i s'enregistraran en un únic dispositiu d'adquisició de dades fàcilment accessible i protegit (situat a l'exterior de l'element instrumentat).

La comunicació entre cadascuna de les cèl·lules de pressió total i el dispositiu d'adquisició de dades del grup es realitzarà mitjançant cable de senyal. El dispositiu d'adquisició de dades del grup es trobarà a la caixa de centralització.

El cable de senyal serà acantellat, muntat superficialment (en el seu recorregut exterior) i protegit adequadament. En el punt de sortida del cable de l'element s'instal·larà una caixa de connexió amb els terminals.

### 2.3 Condicions d'execució

Instal·lació en pantalles

Les cèl·lules de pressió instal·lades es col·locaran al trasdos de les pantalles en la direcció paral·lela al mateix.

Durant la instal·lació de les cèl·lules a les pantalles aquestes es col·locaran mitjançant un gat hidràulic subjecte a l'armadura entre pantalla. Un cop instal·lades s'accionarà el gat per a situar aquestes cèl·lules contra el terreny.

# PCG

A les pantalles es fixarà a les armadures una canonada de PVC per cèl·lula instal·lada, des de la ubicació de la cèl·lula fins a la superfície de la pantalla per a que passin els cables de cada cèl·lula.

Es prendrà com a lectura inicial la que contindrà la fulla de calibració que tindrà el Contractista d'Auscultació subministrada per l'empresa especialista a qui s'hagi comprat l'equip. D'aquesta manera es coneixerà la pressió total que exerceixen les terres.

## 2.4 Amidament i abonament

Pel que fa a les cèl·lules de pressió instal·lades en pantalles o en túnel en mina, l'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà:

- per unitat (u) de cèl·lula realment instal·lada i amb lectura zero realitzada i introduïda en el sistema de gestió de dades segons la partida:

Cèl·lula de pressió total de corda vibrant de rang fins a 10 MPa i sensibilitat de l'1% subministrada i instal·lada en armadura de pantalla

Notes:

- No seran objecte d'amidament i abonament per aquest article els treballs que hagin estat considerats en la definició d'una altra unitat d'obra, més específica.

## 3 Extensímetres

### 3.1 Definició

Subministrament i instal·lació d'extensímetre.

### 3.2 Condicions dels equips

Els extensímetres son aparells que mesuren deformacions a les armadures.

El sensor és un transductor de corda vibrant.

Rang de mesura: de 0 a  $3000 \cdot 10^{-6}$  (0 a 3000 micro deformacions)

Precisió: 1 % del rang

Sensibilitat a la temperatura: menys de  $1 \cdot 10^{-6}$  per °C (entre -10 i +75 °C)

Màxima pressió d'aigua: 1 MPa

Les lectures d'un grup d' extensímetres es rebran centralitzades i s'enregistraran en un únic dispositiu d'adquisició de dades fàcilment accessible i protegit (situat a l'exterior de l'element instrumentat).

El cable de senyal serà apantallat, muntat superficialment (en el seu recorregut exterior) i protegit adequadament. En el punt de sortida del cable de l'element s'instal·larà una caixa de connexió amb els terminals.

# PCG

La transmissió de dades del dispositiu d'adquisició de dades a l'ordinador de gestió de dades es farà mitjançant un sistema de telecomunicació sense fils (proposat pel Contractista d'Auscultació i aprovada per la Direcció Facultativa).

## 3.3 Condicions d'execució

Instal·lació en altres estructures

Els passos a seguir durant la instal·lació i lectures de l' extensímetre a la pantalla són:

- Lectura del sensor per a comprovar-ne el correcte funcionament
- Muntatge de l' extensímetre a l'armadura de la pantalla seguint els passos que es mostren a continuació:
  - Es lligarà l' extensímetre a l'armadura col·locant, si és necessari, barres auxiliars de muntatge.
  - El cable, es muntarà perfectament protegit amb tub de PVC corrugat. Aquest tub es lligarà a diferents punts de l'armadura fins a la caixa de connexió.
- Lectura del sensor de l' extensímetre un cop finalitzades aquestes operacions
- La lectura 0 d'aquest dispositiu es prendrà just abans de l' inici de l'excavació del recinte apantallat, i presentats els valors en unitats de micro deformacions.

## 3.4 Amidament i abonament

En el cas dels extensímetres instal·lats en pantalles, l'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà:

- per unitat (u) d' extensímetre realment instal·lat i amb lectura zero realitzada i introduïda en el sistema de gestió de dades segons la partida:

Extensímetre amb rang de 0 a 3.000 micro deformacions i precisió millor que l'1% del fons d'escala; instal·lat a l'armat de pantalla, incloent el sistema de connexió per realitzar les mesures. Subministrat i instal·lat

L'abonament es realitzarà:

- d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus n°1

El preu inclou:

- tots els treballs i materials indicats al present plec
- El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.
- Qualsevol mà d'obra, maquinària, material o element auxiliar que la Direcció d'Obra consideri necessaris per a la correcta i completa realització de la unitat d'obra.
- La protecció de qualsevol element, equip o servei que pugui ser malmès per l'activitat.

Notes:

# PCG

- No seran objecte d'amidament i abonament per aquest article els treballs que hagin estat considerats en la definició d'una altra unitat d'obra, més específica.

## **4 Extensòmetres incrementals**

### **4.1 Definició**

Subministrament i instal·lació d'extensòmetre incremental.

### **4.2 Condicions dels equips**

Els extensòmetres incrementals són aparells que mesuren les deformacions del terreny longitudinalment a una perforació, mesurant amb una sonda les distàncies entre anells de referència instal·lats dins de la perforació.

Constitueixen l'extensòmetre incremental el conjunt format per tub, anells de referència i sonda.

El tub serà de plàstic (polipropilè o PVC) i incorporarà anells de referència a intervals regulars d'un metre que seran exteriors al tub, metàl·lics i magnètics. El metall que constitueix els anells serà un aliatge d'alumini anoditzat.

Aquests anells, que constitueixen la base de les mesures, generen un cap magnètic que pot ésser captat pels sensors de la sonda.

Els anells hauran de quedar en contacte amb el terreny (solidaritzats) després de ser instal·lat el tub dins del sondeig. D'aquesta manera, el desplaçament dels anells podrà ser representatiu de les deformacions del terreny. Posteriorment a la instal·lació del tub extensomètric dins del terreny i per evitar desplaçaments prematurs o no representatius dels anells, l'espai entre el tub i les parets de la perforació hauran de ser omplerts amb beurada de ciment injectada des de la base del sondeig cap a la superfície del terreny.

Les lectures es realitzaran amb una sonda inductiva en forma de torpede, constituïda per dos sensors inductius separats per una barra de longitud fixa. Aquesta sonda haurà de gaudir d'una precisió de lectura de 0,5 mm.

La lectura zero es realitzarà sempre abans de l'inici de l'excavació i serà la mitja de tres lectures, on la diferència entre aquestes mai superarà la precisió del sistema.

Les lectures es realitzaran mitjançant metodologia manual i hauran de ser enviades a la central d'adquisició de dades i introduïdes en el termini establert pels instruments de lectura manual.

Els valors es representaran en una gràfica de deformacions acumulades, sempre del fons de la canonada cap el cap. El valor numèric que es presentarà serà en mil·límetres.

# PCG

## **4.3 Condicions d'execució**

La profunditat de perforació serà com a mínim 0,5 m superior a la longitud del tub. El diàmetre serà variable i superior al diàmetre dels anells metàl·lics de l'extensòmetre.

Prèviament a l'inici dels treballs, serà necessari que el Contractista d'Auscultació presenti la tipologia concreta de canonada extensomètrica a utilitzar, que haurà de ser aprovada per la Direcció Facultativa, així com el diàmetre de perforació que correspondrà als sondeigs destinats a la instal·lació dels extensòmetres. Un diàmetre aconsellable és de 143mm.

Un cop executat el sondeig, s'hi instal·larà la canonada extensomètrica, els trams dels quals aniran fixats mitjançant sistemes de rosca o altres que assegurin la seva estanqueïtat i no separació.

Posteriorment s'injectarà l'espai entre el tub i les parets de perforació amb beurada de ciment i bentonita (en un contingut entre l'1 i el 10%). La composició d'aquesta beurada dependrà de la geologia de la zona i haurà de ser aprovada per la Direcció d'Obra.

A la zona superior de la canonada, s'instal·larà un capçal de protecció i s'executarà una arqueta de protecció amb la corresponent tapa amb pany. Totes les tapes corresponents a les arquetes protectores d'instrumentació incorporaran un distintiu clar i idèntic en totes elles que identifiquin la presència d'instruments. Aquestes marques hauran de ser realitzades a la pròpia fàbrica metal·lúrgica.

## **4.4 Amidament i abonament**

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà:

- per metre (m) de canonada per a extensòmetre incremental magnètic realment col·locada, incloent part proporcional de perforació, segons la partida:

Extensòmetre incremental magnètic, amb part proporcional de sonda inductiva de 0,5 mm de precisió mínima, subministrat i instal·lat en sondeig. Inclou part proporcional de sondeig i materials per a la seva instal·lació

L'abonament es realitzarà:

- d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus nº1

El preu inclou:

- la perforació a destroça o a recuperació per la col·locació de tub extensomètric.
- tots els treballs i materials indicats al present plec
- El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.

## PCG

- Qualsevol mà d'obra, maquinària, material o element auxiliar que la Direcció d'Obra consideri necessaris per a la correcta i completa realització de la unitat d'obra.
- Els camins d'accés als talls, així com el seu manteniment i la restitució a l'estat anterior, amb les corresponents mesures correctores.
- La protecció de qualsevol element, equip o servei que pugui ser malmès per l'activitat.

Notes:

- No seran objecte d'amidament i abonament per aquest article els treballs que hagin estat considerats en la definició d'una altra unitat d'obra, més específica.

### **5 Teodolits automàtics programables i motoritzats**

#### **5.1 Definició**

Subministrament i instal·lació de teodolit automàtic programable i motoritzat

#### **5.2 Condicions dels equips**

Els teodolits automàtics programables seran capaços de realitzar lectures sobre un conjunt de prismes de control i de referència. El teodolit apuntarà a aquests teodolits de manera cíclica, en un ordre preestablert i n'haurà de calcular les seves coordenades X, Y i Z absolutes, segons les coordenades ja definides prèviament.

Les característiques tècniques de precisió de mesura mínimes que haurà de presentar l'estació total s'indiquen a continuació:

Exactitud de mesura d'angles: 0,5" (0,15 mgon)

Exactitud de mesura de distància: 1 mm + 1 ppm

Temperatura de treball: entre -20°C i 50°C

Aquestes especificacions s'hauran de garantir dins un rang de mesura de 100 metres com a mínim.

El nombre de lectures que es realitzarà a cada prisma dependrà del nombre de prismes associats a cada un dels teodolits. Per qüestions de precisió, el teodolit haurà de llegir dues vegades el mateix prisma, de tal manera que el valor representat serà una mitja entre aquell mesurat pel cercle directe i l'invers.

Serà indispensable que l'estació total pugui trobar-se tant dins com fora de l'àrea d'influència de l'excavació. Serà necessari doncs que el sistema pugui garantir la lectura de coordenades absolutes dels prismes corregint els propis moviments que pugui patir, a través de la correcta instal·lació fora de la zona d'influència de l'obra de, com a mínim, quatre prismes de referència.

El teodolit haurà de garantir l'enviament de dades a la central d'emmagatzematge en temps real (garantint així la disponibilitat d'aquestes dades per a la seva consulta en el

## PCG

temps establert per a les lectures de caràcter automàtic). Per a l'enviament d'aquestes dades a l'ordinador de gestió de dades, s'haurà d'utilitzar un sistema de telecomunicació sense fils.

#### **5.3 Condicions d'execució**

Per a la instal·lació dels teodolits serà necessària una proposta tècnica del Contractista d'Auscultació que haurà de ser aprovada per la direcció Facultativa. Aquesta proposta indicarà la instal·lació del teodolit així com els prismes de control (per a mesura de moviments) i prismes de referència (per al posicionament de l'aparell previ a cada lectura del conjunt de prismes vinculats)

L'aparell s'haurà d'instal·lar en zones fora de l'abast d'actes vandàlics i degudament protegits front a una possible manipulació a càrrec de persones alienes al seu funcionament o manteniment. Aquesta protecció pot ser en forma de gàbia metàl·lica, amb una xapa metàl·lica a la zona superior o els sistemes de protecció equivalents que hauran de comptar amb el vist-i-plau de la Direcció d'Obra.

Adicionalment, serà necessari assegurar la connexió al sistema d'adquisició de dades i una correcta instal·lació que garanteixi l'existència de línies visuals cap a tots els prismes de control i de referència vinculats al corresponent teodolit.

El Contractista d'Auscultació serà l'encarregat de mantenir en correcte funcionament tots els teodolits automàtics. Per a prevenir una possible fallida del sistema de subministrament elèctric, el teodolit haurà d'incorporar un sistema d'alimentació autònom mitjançant bateries recanviables. Aquestes bateries hauran de ser de tipus recarregables a partir del subministrament elèctric que mantingui en funcionament el teodolit. En cas de fallida del sistema elèctric i esgotament de l'autonomia de les bateries, aquestes hauran de ser substituïdes manualment per a que el teodolit pugui continuar realitzant les lectures sobre els prismes corresponents.

En el moment en que el teodolit es trobi completament instal·lat i el sistema de representació gràfica de dades mostri les dades corresponents a les seves lectures, es podrà abonar l'import corresponent a una unitat d'instal·lació i manteniment de teodolit automàtic motoritzat.

Tots els materials per a la seva instal·lació i protecció aniran a càrrec del Contractista d'Auscultació, així com el subministrament elèctric o de qualsevol altre tipus que sigui necessari per al seu correcte funcionament.

## PCG

### 5.4 Amidament i abonament

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà:

- Per unitat (u) de teodolit necessari subministrat segons la partida:

Teodolit automàtic programable i motoritzat amb precisió de 0,5'' en angles i d'1 mm + 1ppm en distàncies, subministrat, inclòs sistema d'emmagatzematge i transmissió de dades

- Per unitat (u) de instal·lació de teodolit realitzada

Instal·lació i manteniment de teodolit automàtic programable i motoritzat, incloent gàbia de protecció, pal de suport i desmuntatge al final de la campanya parcial de lectures. Inclou subministrament elèctric i connexió al sistema d'adquisició de dades de topografia automàtica

Caldrà tenir en compte que en el cas de que un teodolit sigui reinstal·lat després de la finalització del seu servei en una determinada zona (sempre sota indicacions de la Direcció d'Obra) s'abonaria una nova instal·lació de teodolit i en cap cas un nou subministrament de teodolit.

L'abonament es realitzarà:

- D'acord amb els preus unitaris del Quadre de Preus n°1

El preu inclou:

- tots els treballs i materials indicats al present plec
- El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.
- Qualsevol mà d'obra, maquinària, material o element auxiliar que la Direcció d'Obra consideri necessaris per a la correcta i completa realització de la unitat d'obra.
- Els camins d'accés als talls, així com el seu manteniment i la restitució a l'estat anterior, amb les corresponents mesures correctores.
- La protecció de qualsevol element, equip o servei que pugui ser malmès per l'activitat.

Notes:

- No seran objecte d'amidament i abonament per aquest article els treballs que hagin estat considerats en la definició d'una altra unitat d'obra, més específica.

## PCG

### 6 Prismes per a seguiment topogràfic automàtic

#### 6.1 Definició

Subministrament i instal·lació de prismes per a mesures topogràfiques automàtiques.

#### 6.2 Condicions dels equips

Els prismes seran d'elevat contrast i aniran fixades mitjançant plaques a l'estructura.

Les plaques d'ancoratge seran peces metàl·liques de forma angular per a poder donar-li diferents orientacions. La fixació de les plaques en l'estructura es realitzarà mitjançant ancoratges d'expansió amb el seu corresponent cargol.

L'estructura dels prismes serà solidària amb l'estructura a mesurar, i haurà de ser totalment desmuntable.

#### 6.3 Condicions d'execució

Els punts d'instal·lació dels prismes seran els indicats en les propostes tècniques que emeti el Contractista d'Auscultació i aprovi la Direcció Facultativa. Aquests punts hauran de garantir el control sobre tots els edificis inclosos en les zones sensibles de ser auscultades.

Els prismes es fixaran a les façanes o zones definides i aprovades per la Direcció d'Obra de manera que s'asseguri la seva correcta fixació i per tant la qualitat de les lectures.

Els instruments s'hauran de situar en zones fora de l'àmbit del gàlib de pas de vianants i hauran de presentar les mesures necessàries front a qualsevol robatori o manipulació per part de persones alienes a la seva instal·lació, manteniment o desmuntatge. En el cas de que algun dels instruments hagin de trobar-se dins d'aquest àmbit hauran de trobar-se degudament senyalitzats.

En cas de prismes que puguin requerir d'un desplaçament en el seu punt d'instal·lació original i aquesta operació hagi estat requerida per la Direcció Facultativa (o aprovada en cas de petició del Contractista d'Auscultació), i un cop s'hagin desmuntat, netejat (si es necessari per a garantir la bona qualitat de les lectures), s'abonará la partida corresponent a un desmuntatge, neteja i instal·lació de prisma per a seguiment topogràfic amb teodolit automàtic programable i motoritzat. Aquesta partida es la que s'abonará en el cas de que els prismes que han estat desmuntats en una zona on les operacions d'auscultació es considerin finalitzades (sempre sota criteri de la Direcció Facultativa) siguin reutilitzats per a dur a terme el control d'una nova zona mitjançant un nou teodolit (o el mateix teodolit reinstal·lat en una nova zona). Abans de reutilitzar

## PCG

un prisma o abans de procedir al seu muntatge en una posició diferent a l'original, serà indispensable verificar el seu correcte funcionament.

### 6.4 Amidament i abonament

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà seguint els següents criteris:

- El 50% de la unitat d'obra (u) corresponent a un prisma instal·lat en façana es realitzarà en el moment de la presa de la primera lectura del prisma mitjançant el teodolit automàtic i visualització en el sistema de representació de dades.
- El 50% restant de la unitat d'obra (u) corresponent a aquesta partida d'obra es realitzarà en el moment de la retirada definitiva del prisma.
- La partida a considerar en aquests abonaments serà la següent:

Prisma per a seguiment topogràfic amb teodolit automàtic programable i motoritzat, subministrat i instal·lat i posteriorment desinstal·lat a la fi de les lectures

- La reinstal·lació d'un prisma prèviament instal·lat en una nova ubicació, sempre i quan es realitzi segons indicacions de la Direcció d'Obra, comportarà l'abonament d'una unitat d'obra (u) de desmuntatge, neteja i instal·lació de prisma.
- La neteja d'un prisma instal·lat sense procedir al seu desmuntatge, sempre i quan es realitzi segons indicacions de la Direcció d'Obra, comportarà l'abonament d'una unitat d'obra (u) de desmuntatge, neteja i instal·lació de prisma.
- En aquests casos, la partida a considerar serà la següent:

Desmuntatge, neteja i instal·lació de prisma per a seguiment topogràfic amb teodolit automàtic programable i motoritzat

L'abonament es realitzarà:

- d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus nº1

El preu inclou:

- tots els treballs i materials indicats present plec
- El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.
- Qualsevol mà d'obra, maquinària, material o element auxiliar que la Direcció d'Obra consideri necessaris per a la correcta i completa realització de la unitat d'obra.
- Els camins d'accés als talls, així com el seu manteniment i la restitució a l'estat anterior, amb les corresponents mesures correctores.
- La protecció de qualsevol element, equip o servei que pugui ser malmès per l'activitat.

Notes:

- No seran objecte d'amidament i abonament per aquest article els treballs que hagin estat considerats en la definició d'una altra unitat d'obra, més específica.

## PCG

### 7 Prismes per a seguiment topogràfic de convergències

#### 7.1 Definició

Subministrament i instal·lació de prismes per a mesures topogràfiques de convergències.

#### 7.2 Condicions dels equips

Els prismes seran d'elevat contrast i aniran fixades mitjançant plaques a l'estructura corresponent.

Les plaques d'ancoratge seran peces metàl·liques de forma angular per a poder donar-li diferents orientacions.

La fixació de les plaques en l'estructura es realitzarà mitjançant ancoratges d'expansió amb el seu corresponent cargol.

#### 7.3 Condicions d'execució

Les ubicacions d'aquests prismes es localitzarà dins el túnel o infraestructures subterrànies existents.

Eventualment i segons s'indica en plànols es pot indicar, per part de la direcció Facultativa la seva instal·lació al intradós de les pantalles objectes de la excavació i també per corregir els moviments en cap de pantalla dels inclinòmetres embeguts.

Caldrà que aquests prismes siguin visibles des del punt d'observació.

A l'hora d'orientar els prismes, cal vigilar que l'angle d'incidència de la visual sobre aquestes es mantingui dins dels límits marcats per l'equip de lectura.

Els prismes hauran de ser instal·lats, fora de l'abast de possibles actes de vandalisme.

#### 7.4 Amidament i abonament

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà seguint els mateixos criteris que els indicats per als prismes per a seguiment topogràfic automàtic.

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà:

- per unitat (u) de prisma realment instal·lat i amb lectura zero realitzada i introduïda en el sistema de gestió de dades segons la partida següent:

Prisma per a seguiment topogràfic de convergències, subministrat i instal·lat i posteriorment desinstal·lat a la fi de les lectures

L'abonament es realitzarà:

- d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus nº1

El preu inclou:

- tots els treballs i materials indicats al present plec



## PCG

- El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.
- Qualsevol mà d'obra, maquinària, material o element auxiliar que la Direcció d'Obra consideri necessaris per a la correcta i completa realització de la unitat d'obra.
- La protecció de qualsevol element, equip o servei que pugui ser malmès per l'activitat.

Notes:

No seran objecte d'amidament i abonament per aquest article els treballs que hagin estat considerats en la definició d'una altra unitat d'obra, més específica.

### **8 Fites per a mesura de moviments verticals i horitzontals**

#### **8.1 Definició**

Subministrament de fita de mesura d'assentaments i moviments horitzontals

#### **8.2 Condicions dels elements**

Les fites d'anivellació per a mesura d'assentaments o moviments horitzontals (fites combinades) s'utilitzaran per a la mesura de moviments horitzontals mitjançant la col·locació d'un prisma portàtil, i de moviments verticals (assentaments) mitjançant la mesura mitjançant un equip d'anivellació.

La localització on s'instal·lin aquestes fites serà la indicada en els plànols de projecte o per part de la direcció Facultativa.

Les cotes de les fites d'anivellació hauran de determinar-se mitjançant un anivellament de precisió amb apreciació d'una desena (0,1) de mil·límetre abans de l'execució de l'obra les afeccions de la qual vulguin ser instrumentades.

En el Pla d'auscultació es definiran els intervals de temps entre lectures sobre les fites d'anivellació.

#### **8.3 Condicions d'execució**

Les arquetes en les que s'instal·lin les fites seran de la mateixa tipologia que les arquetes de protecció per a la instrumentació profunda, i a la part central de l'arqueta es disposarà una barra d'acer que materialitzarà un punt de referència per a les mesures topogràfiques. Les condicions que haurà de complir aquesta barra seran les següents:

- Constituïdes d'acer inoxidable

## PCG

- Longitud de 1000mm, en el cas de les superficials, podent arribar-se a 10 metres en cas de les profundes, per a quedar ancorada en terreny natural. En el cas de que el gruix de formigó de les calçades o altres elements en els que s'instal·li l'arqueta, aquesta longitud haurà de ser superior garantint el recolzament sobre terreny natural.
- Cap amb rosca en el cas d'una fita per a mesura de moviments verticals i horitzontals
- Diàmetre 25 mm

Les fites aniran allotjades a terra en petits pous cilíndrics de 40 centímetres de diàmetre i 110 de profunditat, que és recobrirà amb un cilindre de xapa metàl·lica de 30 centímetres de diàmetre i 30 centímetres d'alçada, fent-lo descansar directament sobre el fons. S'omplirà amb sorra l'espai comprès entre el terreny i l'exterior del cilindre de recobriment.

En el fons del petit pou i prèvia l'excavació oportuna, és col·locarà el clau metàl·lic de cap encarcerat d'uns 60 centímetres de llargària fixant-lo amb una capa de morter de ciment.

L'arqueta de protecció incorporarà la corresponent tapa amb pany. Totes les tapes corresponents a les arquetes protectores d'instrumentació incorporaran un distintiu clar i idèntic en totes elles que identifiquin la presència d'instruments. Aquestes marques hauran de ser realitzades a la pròpia fàbrica metal·lúrgica.

#### **8.4 Amidament i abonament**

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà:

- per unitat (u) de fita realment instal·lada i amb lectura zero realitzada i introduïda en el sistema de gestió de dades, amb el corresponent preu ja sigui el cas d'una fita per a mesura de moviments verticals i horitzontals segons les partides indicades a continuació:

Fita per a mesura d'assentaments i moviments horitzontals, subministrada i col·locada, incloent pern de mesura i arqueta amb tapa

L'abonament es realitzarà:

- d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus n°1

El preu inclou:

- tots els treballs i materials indicats al present
- El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.
- Qualsevol mà d'obra, maquinària, material o element auxiliar que la Direcció Facultativa consideri necessaris per a la correcta i completa realització de la unitat d'obra.
- Els camins d'accés als talls, així com el seu manteniment i la restitució a l'estat anterior, amb les corresponents mesures correctores.
- La protecció de qualsevol element, equip o servei que pugui ser malmès per l'activitat.

# PCG

Notes:

- No seran objecte d'amidament i abonament per aquest article els treballs que hagin estat considerats en la definició d'una altra unitat d'obra, més específica.

## 9 Inclinòmetres

### 9.1 Definició

Subministrament i instal·lació d'inclinòmetre.

### 9.2 Condicions dels materials

Els inclinòmetres són aparells que mesuren desplaçaments laterals del terreny o element al que estan subjectes.

Constitueixen l'inclinòmetre el conjunt format per canonada inclinomètrica i sonda.

La sonda serà biaxial i complirà les següents característiques:

Rang de mesura:  $\pm 50^\circ$  respecte de la vertical.

Resolució: 0,01 mm

Temperatura de treball: e -20 a +50 °C.

La canonada inclinomètrica complirà les següents característiques:

Longitud de tram: 3000 mm

Diàmetre exterior: 54 mm

Diàmetre interior: 48 mm

A més, la canonada presentarà quatre estries per a guiar la sonda.

Les juntes entre trams de canonada compliran les següents especificacions:

Longitud: 300 mm

Diàmetre exterior: 63 mm

Diàmetre interior: 55 mm

Els moviments s'obtenen determinant la inclinació de l'eix de la sonda inclinomètrica respecte de la vertical a diverses profunditats i segons dos plans ortogonals que contenen l'eix del tub.

Per a obtenir la deformació del tub cal acumular els desplaçaments en cada profunditat des d'un punt fix, que serà el fons de la canonada. D'aquesta manera, les dades obtingudes s'han de representar en desplaçaments acumulats de fons a cap de la canonada.

Les lectures es realitzaran mitjançant metodologia manual i hauran de ser enviades a la central d'adquisició de dades i introduïdes en el termini establert pels instruments de lectura manual. El procediment de realització de lectura i tractament de dades es descriu a continuació:

# PCG

La sonda s'introdueix al tub i es fan les mesures que permeten determinar dels moviments produïts.

Les lectures de desplaçament es prenen a intervals de profunditat regulars (0,5m), mesurats mitjançant marcadors que es disposen sobre el cable del sensor.

D'aquesta forma s'obté un conjunt inicial de lectures (lectures zero) en profunditats especificades, de manera que les lectures posteriors són realitzades en idèntiques cotes.

La lectura inicial dels inclinòmetres embeguts a pantalla s'hauran de fer just abans de l'inici de l'excavació i just després que el formigó de la biga de lligat hagi endurit de manera adequada. En el cas d'inclinòmetres en terreny, la lectura inicial s'ha de prendre just abans de l'inici de la realització de pantalles.

### 9.3 Condicions d'execució

Prèviament a l'inici dels treballs, serà necessari que el Contractista d'Auscultació presenti la tipologia concreta de canonada inclinomètrica a utilitzar, que haurà de ser aprovada per la Direcció Facultativa, així com el diàmetre de perforació que correspondrà als sondeigs destinats a la instal·lació dels extensòmetres. Un bon diàmetre de perforació són els 110mm.

La canonada inclinomètrica situada en l'interior d'una perforació s'instal·larà un cop executat el sondeig i introduint-se dins del sondeig i omplint posteriorment l'espai entre el tub i les parets de la perforació amb beurada de ciment i bentonita (en un contingut entre l'1 i el 10%). S'haurà de garantir el contacte òptim entre la canonada inclinomètrica i el terreny, mitjançant aquesta injecció. La injecció es realitzarà des de la part inferior del sondeig cap a la superior. La composició d'aquesta beurada s'haurà d'adequar a la geologia de la zona i haurà de ser aprovada per la Direcció Facultativa.

A la zona superior de la canonada, s'instal·larà un capçal de protecció i s'executarà una arqueta de protecció amb la corresponent tapa amb pany. Totes les tapes corresponents a les arquetes protectores d'instrumentació incorporaran un distintiu clar i idèntic en totes elles que identifiquin la presència d'instruments. Aquestes marques hauran de ser realitzades a la pròpia fàbrica metal·lúrgica.

En el cas d'una instal·lació en armadura de pantalla, es pot procedir mitjançant a la instal·lació d'un tub rígid de PVC, amb el seu extrem inferior obturat amb un tap de fusta d'uns vint centímetres de diàmetre i una llargària igual a la de les pantalles, o bé es poden lligar directament a l'armadura de la pantalla. El contractista d'Auscultació haurà de justificar tècnicament un model d'instal·lació o bé l'altra. Haurà de tenir en compte, també de col·locar-lo tan al trasdós com sigui possible i alliberat de l'alineació dels ancoratges.

## PCG

### 9.4 Amidament i abonament

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà:

- per metre (m) de canonada inclinomètrica realment instal·lada i amb lectura zero realitzada i introduïda en el sistema de gestió de dades incloent part proporcional de perforació en el cas de la instal·lació en un sondeig o armadura de pantalla segons les partides que s'indiquen a continuació:

Canonada inclinomètrica de tub d'alumini anoditzat de 54 mm de diàmetre, amb part proporcional d'inclinòmetre biaxial amb rang de mesura de +/- 50° respecte la vertical i resolució de 0,01 mm. subministrada i instal·lada en un sondeig incloent part proporcional de sondeig. S'inclouen tots els materials necessaris per a la seva instal·lació

Canonada inclinomètrica de tub d'alumini anoditzat de 54 mm de diàmetre, amb part proporcional d'inclinòmetre biaxial amb rang de mesura de +/- 50° respecte la vertical i resolució de 0,01 mm. subministrada i instal·lada en armadura dins d'un tub de PVC. S'inclou el tub i tots els materials necessaris per a la seva instal·lació i la perforació sota base de pantalles

L'abonament es realitzarà:

- d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus nº1

El preu inclou:

- la perforació a destrossa o a recuperació per la col·locació del tub extensomètric
- tots els treballs i materials indicats al present plec
- El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.
- Qualsevol mà d'obra, maquinària, material o element auxiliar que la Direcció Facultativa consideri necessaris per a la correcta i completa realització de la unitat d'obra.
- Els camins d'accés als talls, així com el seu manteniment i la restitució a l'estat anterior, amb les corresponents mesures correctores.
- La protecció de qualsevol element, equip o servei que pugui ser malmès per l'activitat.

Notes:

- No seran objecte d'amidament i abonament per aquest article els treballs que hagin estat considerats en la definició d'una altra unitat d'obra, més específica.

## PCG

### 10 Fissuròmetres

#### 10.1 Definició

Subministrament de fissuròmetres

#### 10.2 Condicions dels materials

El fissuròmetres permet la mesura de l'obertura de les fissures en dues direccions ortogonals contingudes en el pla de la superfície plana en la que es produeix la fissura.

Les característiques de la mesura que haurà de satisfer l'instrument són les següents:

- Rang de mesura: entre -25 i 25 mm en la direcció perpendicular al pla de la fissura i entre -10 i 10 mm en la direcció paral·lela al pla de la fissura
- Precisió: 0.1 mm

El fissuròmetres incorpora una quadrícula per a l'observació del valor d'obertura i poder registrar així l'evolució d'aquest valor.

#### 10.3 condicions d'execució

Els instruments s'indicaran als punts indicats per part de la Direcció Facultativa o, en el seu defecte on el Contractista d'Auscultació proposi per a poder satisfer les necessitats indicades per aquesta. Qualsevol proposta a càrrec del Contractista d'Auscultació haurà de ser aprovada per la Direcció Facultativa.

Els instruments s'hauran de situar en zones fora de l'àmbit del gàlib de pas de vianants i hauran de presentar les mesures de protecció necessàries front a qualsevol robatori o manipulació per part de persones alienes a la seva instal·lació, manteniment o desmuntatge.

#### 10.4 Amidament i abonament

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà:

- per unitat (u) de fissuròmetres realment instal·lat i amb lectura zero realitzada i introduïda en el sistema de gestió de dades segons la partida següent:

Subministrament de fissuròmetres per mesura d'obertura de fissures. Incorporant quadrícula per a registre d'evolució i amb precisió de  $\pm 0,1$  mm

L'abonament es realitzarà:

- d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus nº1

El preu inclou:

- tots els treballs i materials indicats al present plec

## PCG

- El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.
- Qualsevol mà d'obra, maquinària, material o element auxiliar que la Direcció d'Obra consideri necessaris per a la correcta i completa realització de la unitat d'obra.
- La protecció de qualsevol element, equip o servei que pugui ser malmès per l'activitat.

Notes:

- No seran objecte d'amidament i abonament per aquest article els treballs que hagin estat considerats en la definició d'una altra unitat d'obra, més específica.

### **11 Cèl·lules de càrrega en ancoratges**

#### **11.1 Definició**

Subministrament i instal·lació de cèl·lules de càrrega.

#### **11.2 Condicions dels materials**

Les cèl·lules de càrrega són instruments per mesurar la càrrega d'un ancoratge. Aquest tipus d'instruments s'han de adequar a la tipologia, càrrega i geometria de l'ancoratge que finalment s'usi a l'obra.

Les lectures es realitzaran mitjançant metodologia manual i hauran de ser enviades a la central d'adquisició de dades i introduïdes en el termini establert pels instruments de lectura manual.

#### **11.3 Condicions d'execució**

Prèviament a l'inici dels treballs, serà necessari que el Contractista d'Auscultació presenti la tipologia concreta de cèl·lula de càrrega a utilitzar, que haurà de ser aprovada per la Direcció Facultativa.

La cèl·lula de càrrega s'ha d'instal·lar conjuntament amb la execució de l'ancoratge, i s'haurà de repenjar degudament sobre la placa de repartiment de la càrrega, per evitar excentricitats en la distribució de la càrrega.

La seva precisió serà, com a mínim, un 1% del rang, essent desitjable assolir el 0,5%.

Si les condicions d'instal·lació ho requerissin es pot procedir a protegir els cables que portaran la senyal de l'instrument fins la superfície a fi i efecte de protegir-los.

## PCG

### **11.4 Amidament i abonament**

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà:

- per unitat (u) de cèl·lula de càrrega realment instal·lada i amb lectura zero realitzada i introduïda en el sistema de gestió de dades incloent segons la partida que s'indica a continuació:

- Cèl·lula de càrrega de corda vibrant sensibilitat de l'1% subministrada i instal·lada en ancoratge.

L'abonament es realitzarà:

- d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus nº1

El preu inclou:

- tots els treballs i materials indicats al present plec
- El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.
- Qualsevol mà d'obra, maquinària, material o element auxiliar que la Direcció d'Obra consideri necessaris per a la correcta i completa realització de la unitat d'obra.
- Els camins d'accés als talls, així com el seu manteniment i la restitució a l'estat anterior, amb les corresponents mesures correctores.
- La protecció de qualsevol element, equip o servei que pugui ser malmès per l'activitat.

Notes:

No seran objecte d'amidament i abonament per aquest article els treballs que hagin estat considerats en la definició d'una altra unitat d'obra, més específica.

### **12 Regletes d'anivellació en edificis.**

#### **12.1 Definició**

Subministrament i instal·lació de regleta d'anivellació.

#### **12.2 Condicions dels materials**

Les regletes d'anivellació són aparells que mesuren desplaçaments verticals de l'element on es fixen.

Constitueixen un conjunt de regleta d'anivellació i l'equip d'anivellació per prendre'n les mesures corresponents.

## PCG

Les regletes estan compostades per un clau, del qual es penja una regleta graduada. La precisió de les lectures ha de ser de 0,1mm. Els claus es col·locaran a pilars i altres elements estructurals de les estructures a controlar.

Hauran d'estar col·locades i amb la lectura 0 presa abans de l' inici de l'execució de les pantalles.

Els moviments s'obtenen determinant la cota inicial del punt (lectura 0) . Aquest valor de lectura 0 es restarà de les diferents lectures que es vagin obtenint (I1, I2...), de tal manera que els valors positius signifiquin aixecaments i els negatius assentaments, que seran els valors que s'entregaran.

Les lectures es realitzaran mitjançant metodologia manual i hauran de ser enviades a la central d'adquisició de dades i introduïdes en el termini establert pels instruments de lectura manual. El procediment de realització de lectura i tractament de dades es descriu a continuació:

Un cop definit el recorregut d'anivellació, que partirà sempre d'una base profunda i de cota fixa situada fora de la zona d'afecció de l'obra, i s'anirà col·locant la regleta graduada al clau i prenent-ne la cota corresponent.

La lectura zero, serà el valor de fer tres mitges de tres lectures consecutives, on la diferència entre aquestes no superi la precisió del sistema.

### 12.3 Condicions d'execució

Prèviament a l' inici dels treballs, serà necessari que el Contractista d'Auscultació presenti la tipologia concreta de regleta graduada a utilitzar, que haurà de ser aprovada per la Direcció Facultativa, així com el diàmetre de perforació que correspondrà per tal de col·locar el clau a l'element estructural de l'edifici. L'espai entre la perforació i el clau s'haurà de reomplir amb una resina epoxy o similar.

El clau es protegirà de cara a possibles danys, podent-se col·locar una petita tapa de protecció si es considera necessari. Totes les tapes corresponents a les arquetes protectores d'instrumentació incorporaran un distintiu clar i idèntic en totes elles que identifiquin la presència d'instruments.

### 12.4 Amidament i abonament

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà:

- per unitat (u) de clau per penjar-hi regleta d'anivellació realment instal·lada i amb lectura zero realitzada i introduïda en el sistema de gestió de dades segons la partida que s'indica a continuació:

Clau en façana per penjar-hi regleta graduada, subministrada, instal·lada amb lectura 0

L'abonament es realitzarà:

## PCG

- d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus nº1

El preu inclou:

- la perforació per la col·locació del clau
- El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.
- Qualsevol mà d'obra, maquinària, material o element auxiliar que la Direcció Facultativa consideri necessaris per a la correcta i completa realització de la unitat d'obra.
- Els camins d'accés als talls, així com el seu manteniment i la restitució a l'estat anterior, amb les corresponents mesures correctores.
- La protecció de qualsevol element, equip o servei que pugui ser malmès per l'activitat.

Notes:

- No seran objecte d'amidament i abonament per aquest article els treballs que hagin estat considerats en la definició d'una altra unitat d'obra, més específica.

## 13 Piezòmetres de corda vibrant

### 13.1 Definició

Subministrament i instal·lació de piezòmetre de corda vibrant

### 13.2 Condicions dels equips

Els piezòmetres de corda vibrant son aparells que mesuren la pressió intersticial en el punt del terreny on es col·loca.

El sensor està format per el transductor de pressió de corda vibrant, filtre metàl·lic i amb carcassa d'acer inoxidable adequada per a les condicions del terreny.

Rang de mesura: de 0 a 0,5 MPa

Precisió: 0,5 % del rang

Resolució: 0,025 %

Temperatura de treball: de -10 a +50 °C

S'envoltarà el sensor amb un filtre de sorra o grava neta de fins i calibrada, en funció del tipus de terreny i es col·locarà un tap de bentonita a la part superior i a la part inferior que permeti aïllar la zona a mesurar de la resta de la perforació. El sondeig on es col·locarà el piezòmetre, baixarà un mínim de 0,5m per sota la cota on s'hagi d'instal·lar el piezòmetre, per tal de poder realitzar correctament el tap de bentonita al fons.

Sota criteri de la Direcció Facultativa, que així ho indicaria al Contractista d'Auscultació es podria realitzar la instal·lació d'un sensor de corda vibrant dins d'un sondeig existent i

## PCG

destinat a un altre tipus d'instrumentació. També es pot exigir la col·locació de diversos sensors de corda vibrant en un mateix sondeig. En aquest cas, s'abonaria l'import corresponent a la instal·lació de l'instrument en qüestió o el piezòmetre situat a major profunditat. Els sensors de corda vibrant addicionals, s'abonarien segons el preu unitari definit per un sensor de corda vibrant.

Les lectures es realitzaran mitjançant metodologia manual i hauran de ser enviades a la central d'adquisició de dades i introduïdes en el termini establert pels instruments de lectura manual. Per a la realització de la lectura manual, serà necessari una caixa de lectura per a instruments de corda vibrant. El subministrament dels sistemes necessaris per a la lectura d'aquest tipus d'instrumentació anirà a càrrec del Contractista d'Auscultació i haurà de ser suficient per a garantir la freqüència de lectures que s'estableixi per a tots els instruments.

D'altra banda, es pot contemplar la possibilitat de realitzar lectures dels piezòmetres de forma semiautomàtica, sempre i quan la Direcció Facultativa així ho indiqui o aprovi la corresponent proposta del contractista d'Auscultació. En aquest cas, les lectures d'un o diversos piezòmetres es rebrien en un dispositiu d'adquisició de dades comunicat amb els instruments mitjançant cable de senyal. El cable de senyal serà apantallat, es muntarà superficialment (en el seu recorregut exterior) i es protegirà adequadament. Protegint la boca de la perforació i els terminals, es construirà una arqueta que disposarà de marc i tapa de fosa, pany i clau. La transmissió de dades del dispositiu d'adquisició de dades a l'ordinador de gestió de dades es farà mitjançant un sistema de telecomunicació sense fils (proposat pel Contractista d'Auscultació i aprovada per la Direcció Facultativa).

L'ordinador de gestió de dades, amb el programari adequat, enregistrarà, convertirà a unitats d'Enginyeria Civil i analitzarà de forma automàtica les dades, avisarà i informarà dels canvis i generarà les corresponents alarmes.

### 13.3 Condicions d'execució

Els piezòmetres se subministraran amb la seva constant i la seva corba de tarat en laboratori.

També se subministraran amb un cable d'acer unit a la part superior del mateixos, que permetrà maniobrar-los sense que el cable de senyal suporti directament les càrregues durant el muntatge.

Abans de l'inici del treball de muntatge es replantejarà la ubicació en superfície del piezòmetre mitjançant coordenades UTM i es determinarà la seva profunditat.

Com a treball previ se saturarà el filtre del sensor per al correcte funcionament de l'equip.

## PCG

El diàmetre de la perforació ha de ser l'adequat per allotjar el piezòmetre i permetre realitzar el correcte rebliment amb el material de filtre granular, en principi una perforació de 98mm sembla adequada.

Posteriorment s'introduirà el sensor, havent de quedar a la profunditat prevista.

El cable de senyal s'anirà desenrotllant introduint-lo dins del tub de protecció.

Un cop instal·lat el piezòmetre, s'omplirà l'espai que l'envolta amb el material filtre adequat i fins a una profunditat que compensi la seva compactació (en principi fins entre 1 i 2 m per sobre de la cota del piezòmetre).

Un cop finalitzat el rebliment amb el material filtre, es procedirà a omplir un espai de com a mínim 50 cm amb bentonita en nòduls, que formarà un tap en contacte amb l'aigua del terreny.

Un cop el tap estigui correctament executat s'injectarà beurada de ciment a la perforació fins omplir-la.

Aquesta beurada haurà de tenir, un cop endurida, una permeabilitat de l'ordre de  $10^{-7}$  m/s o, en tot cas, anàloga a la del terreny circumdant.

A la zona de sortida del cablejat, s'instal·larà un capçal de protecció i s'executarà una arqueta de protecció amb la corresponent tapa amb pany. Totes les tapes corresponents a les arquetes protectores d'instrumentació incorporaran un distintiu clar i idèntic en totes elles que identifiquin la presència d'instruments. Aquestes marques hauran de ser realitzades a la pròpia fàbrica metal·lúrgica.

### 13.4 Amidament i abonament

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà:

- per unitat (u) de piezòmetre de corda vibrant complementari realment subministrat i instal·lat en perforació segons la partida:

Subministrament de piezòmetre de corda vibrant complementari amb rang de 0 a 0,5 MPa i precisió del 0,5% amb element porós, subministrat i instal·lat en perforació vertical. Inclou material granular de filtre i impermeabilització

L'abonament es realitzarà:

- d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus nº1

El preu inclou:

## PCG

- Tots els treballs i materials indicats al present plec
- El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.
- Qualsevol mà d'obra, maquinària, material o element auxiliar que la Direcció Facultativa consideri necessaris per a la correcta i completa realització de la unitat d'obra.
- Els camins d'accés als talls, així com el seu manteniment i la restitució a l'estat anterior, amb les corresponents mesures correctores.
- La protecció de qualsevol element, equip o servei que pugui ser malmès per l'activitat.

Notes:

- No seran objecte d'amidament i abonament per aquest article els treballs que hagin estat considerats en la definició d'una altra unitat d'obra, més específica.

### **14. Clinòmetre portàtil**

#### **14.1 Definició**

Subministrament de clinòmetre portàtil

#### **14.2 Condicions dels materials**

El clinòmetre consisteix en un transductor sensible a la gravetat, ubicat a l'interior d'una caixa que, utilitzant un sistema de pèndol, mesura la inclinació de la superfície sobre la qual es recolza.

Els sensors utilitzats poden ser de tipologia mecànica, acceleromètrica, de corda vibrant o de nivell electrolític.

El clinòmetre es col·locarà en una placa de bronze (base de mesura per a clinòmetre) fixada a la superfície objecte del control.

Les característiques que el clinòmetre haurà de satisfer relatives a les condicions de mesura seran una resolució de 0,001° i un rang de temperatura de treball entre -20° i 50°C.

#### **14.3 Amidament i abonament**

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà:

- per unitat (u) de clinòmetre subministrada i funcionant segons la partida següent:  
Subministrament de clinòmetre portàtil per a la realització de lectures sobre la base de mesura per a clinòmetre amb resolució de 0,001°

## PCG

L'abonament es realitzarà:

- d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus nº1

El preu inclou:

- El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.

### **15. Base de mesura per a clinòmetre portàtil**

#### **15.1 Definició**

Subministrament i instal·lació de base de mesura per a clinòmetre portàtil.

#### **15.2 Condicions dels materials**

La base de mesura per a clinòmetre portàtil esta constituïda en bronze i es fixarà a les superfícies que es vulguin controlar a indicació de la Direcció d'Obra. La base s'instal·larà en posició horitzontal, i es col·locarà un "para-sol" per tal que el sol no impacti directament sobre la base, impedit així que els canvis de temperatura distorsionin les lectures.

En general aquestes bases s'instal·laran en superfícies corresponents a façanes d'edificis sobre els quals es vulgui controlar la inclinació. A petició de la direcció d'Obra es pot realitzar la instal·lació sobre altres elements com poden ser, per exemple, les pantalles, els murs de cimentació, etc.

El criteri de signes per els clinòmetres serà el mateix que pels inclinòmetres, per tal de facilitar la interpretació de les dades.

La base de lectura haurà de ser totalment compatible amb el clinòmetre portàtil utilitzat per a la realització de les lectures.

#### **15.3 Condicions d'execució**

Els instruments s'indicaran als punts indicats per part de la Direcció d'Obra o, en el seu defecte on el Contractista d'Auscultació proposi per a poder satisfer les necessitats indicades per aquesta. Qualsevol proposta a càrrec del Contractista d'Auscultació haurà de ser aprovada per la Direcció d'Obra.

Els instruments s'hauran de situar en zones fora de l'àmbit del gàlib de pas de vianants i hauran de presentar les mesures de protecció necessàries front a qualsevol robatori o manipulació per part de persones alienes a la seva instal·lació, manteniment o desmuntatge. En el cas de que algun dels instruments hagin de trobar-se dins d'aquest àmbit hauran de trobar-se degudament senyalitzats.

## PCG

Els resultats de les mesures sobre aquestes bases, es prendran de forma manual, utilitzant el clinòmetre portàtil i hauran d'estar disponibles per a la seva consulta en el sistema en el termini indicat per a les mesures de caràcter manual. S'expressaran com a diferencial respecte la lectura 0 (que s'haurà de prendre abans de l' inici de les obres) i en unitats angulars.

### 15.4 Amidament i abonament

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà seguint els següents criteris:

- o La partida a tenir en compte per aquests abonaments s'indica a continuació:  
Subministrament de base de mesura per a clinòmetre portàtil, fabricat en bronze, instal·lada, incloent la primera lectura

L'abonament es realitzarà tenint en compte els criteris següents:

- o d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus nº1

El preu inclou:

- o tots els treballs i materials indicats al present plec
- o El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.
- o Qualsevol mà d'obra, maquinària, material o element auxiliar que la Direcció d'Obra consideri necessaris per a la correcta i completa realització de la unitat d'obra.
- o Els camins d'accés als talls, així com el seu manteniment i la restitució a l'estat anterior, amb les corresponents mesures correctores.
- o La protecció de qualsevol element, equip o servei que pugui ser malmès per l'activitat.

Notes:

- o No seran objecte d'amidament i abonament per aquest article els treballs que hagin estat considerats en la definició d'una altra unitat d'obra, més específica

## 16. Cap d'equip d'instrumentació

### 16.1 Definició

Jornada del Cap d'equip d'instrumentació.

## PCG

### 16.2 Condicions del personal

El Cap d'Instrumentació serà un enginyer amb experiència en la direcció d'una Unitat de Control Tècnic de Instrumentació a més de posseir experiència en obres subterrànies en entorns urbans

Les seves funcions seran les següents:

- serà el cap de la Unitat d'Instrumentació.
- serà el responsable dels treballs d'instrumentació de l'obra.
- serà el director de l'Oficina Tècnica.
- serà l'interlocutor de la Unitat d'Instrumentació davant de la Direcció d'Obra, el Contractista .
- coordinarà els equips d'instrumentació.
- s'ubicarà a l'Oficina Tècnica.
- assistirà a les reunions setmanals de l'obra o designarà a un membre de l'Oficina Tècnica per fer-ho.
- rebrà les actes de les reunions setmanals.
- serà informat de les incidències ocorregudes en el transcurs de les obres.
- controlarà que els treballs s'executin segons les directrius del Pla d'Auscultació, i dins dels terminis previstos.
- coordinarà els treballs d'instal·lació de la instrumentació
- supervisarà els treballs d'instal·lació de la instrumentació, assegurant-se que es compleixin les especificacions del Plec de Prescripcions Tècniques.
- proposarà modificacions, quan sigui necessari, per a la correcta instal·lació de la instrumentació.
- recopilarà totes les dades recollides pels diferents equips.
- s'assegurarà de la correcta transmissió de dades entre els dispositius d'adquisició de dades i l'Oficina Tècnica.
- redactarà i signarà l'Informe Setmanal d'Auscultació i l'informe Mensual d'Auscultació.
- informarà immediatament a la Direcció quan algun dispositiu sobrepassi el llindar d'alerta establert.
- rebrà de l'equip de topografia les lectures obtingudes.

A priori, donades les magnituds de les obres, serà suficient una única figura de Cap d'Instrumentació, tot i que en funció de la planificació de l'obra i del número de torns



## PCG

previstos, pot ser necessari la presència d'un Tècnic ajudant que realitzi les tasques de Substitut del Cap d'Instrumentació en un dels torns, depenent del primer.

### 16.3 Amidament i abonament

Donada la dedicació total del Cap d'Instrumentació, la jornada de servei d'aquesta figura s'abonarà segons l'import establert. En el cas que el servei es doni per un temps menor a aquest, l'import a abonar serà múltiple de 0.25 l'import per cada jornada de treball fins arribar a l'import total.

La partida a tenir en compte per a la realització d'aquest abonament segons els criteris indicats és la indicada a continuació:

Jornada del Cap d'equip d'instrumentació

Les jornades corresponents a les vacances del personal correran a càrrec de l'empresa Contractista d'Auscultació. En el cas de que algun dels equips o integrants dels equips es trobin en període de vacances, l'empresa Contractista d'Auscultació proposarà el corresponent personal en règim de substitució que haurà de ser aprovat per la Direcció d'Obra.

### 17. Personal per a lectura d'instrumentació no topogràfica

#### 17.1 Definició

Jornada d'equip de lectura d'instrumentació no topogràfica

#### 17.2 Condicions del personal

L'equip estarà compost per un Tècnic i un Auxiliar dedicat a mesurar la instrumentació no topogràfica, incloent l'ús dels equips i instruments de mesura necessaris i la part proporcional de mitjans informàtics necessaris.

Es contempla l'activitat d'aquest equip en jornades diürnes inclosos caps de setmana.

#### 17.3 Amidament i abonament

La jornada completa de servei per part d'un equip de lectura s'abonarà segons l'import establert. En cas de que el servei de l'equip de lectura es doni per un temps menor a aquesta jornada, l'import a abonar serà de múltiples de 0,25 l'import per cada jornada de treball fins arribar a l'import total.

La partida a tenir en compte per a la realització d'aquest abonament segons els criteris indicats és la indicada a continuació:

## PCG

Jornada d'equip compost per un Tècnic i un Auxiliar dedicat a mesurar la instrumentació no topogràfica en jornada diürna i cap de setmana incloent l'ús dels equips i instruments de mesura necessaris i la part proporcional de mitjans informàtics necessaris

Les jornades corresponents a les vacances del personal correran a càrrec de l'empresa Contractista d'Auscultació. En el cas de que algun dels equips o integrants dels equips es trobin en període de vacances, l'empresa Contractista d'Auscultació proposarà el corresponent personal en règim de substitució que haurà de ser aprovat per la Direcció d'Obra.

### 18 Personal per a lectura d'instrumentació topogràfica

#### 18.1 Definició

Jornada d'equip de lectura d'instrumentació topogràfica

#### 18.2 Condicions del personal

L'equip estarà compost per un Tècnic i un Auxiliar dedicat a mesurar la instrumentació topogràfica, incloent l'ús dels equips i instruments de mesura necessaris i la part proporcional de mitjans informàtics necessaris.

En funció del torn de treball, es distingiran dues tipologies d'equips:

- Equips de lectura en horari diürn o cap de setmana
- Equips de lectura en horari nocturn incloent dies festius o diürn en dies festius

#### 18.3 Amidament i abonament

La jornada completa de servei per part d'un equip de lectura s'abonarà segons l'import establert. En cas de que el servei de l'equip de lectura es doni per un temps menor a aquesta jornada, l'import a abonar serà en múltiples de 0,25 l'import per cada jornada de treball fins arribar a l'import total.

Les partides a tenir en compte per a la realització d'aquest abonament segons els criteris indicats són les indicades a continuació:

Jornada d'equip compost per un Tècnic i un Auxiliar dedicat a mesurar la instrumentació topogràfica en jornada diürna i cap de setmana, incloent l'ús dels equips i instruments de mesura necessaris i la part proporcional de mitjans informàtics necessaris

## PCG

Jornada d'equip compost per un Tècnic i un Auxiliar dedicat a mesurar la instrumentació topogràfica en jornada nocturna i festiva, incloent l'ús dels equips i instruments de mesura necessaris i la part proporcional de mitjans informàtics necessaris

Les jornades corresponents a les vacances del personal correran a càrrec de l'empresa Contractista d'Auscultació. En el cas de que algun dels equips o integrants dels equips es trobin en període de vacances, l'empresa Contractista d'Auscultació proposarà el corresponent personal en règim de substitució que haurà de ser aprovat per la Direcció d'Obra.

### **19. Acceleròmetre**

#### **19.1 Definició**

Posada en obra d'acceleròmetre.

#### **19.2 Condicions dels materials**

L'acceleròmetre consisteix en un transductor sensible a la gravetat, ubicat a l'interior d'una caixa que, utilitzant un sistema de pèndol, mesura acceleracions en superfície en relació a l'acceleració de la gravetat.

Els sensors utilitzats poden ser de tipologia mecànica, acceleromètrica, de corda vibrant o de nivell electrolític.

El dispositiu es col·locarà a l'interior d'una petita cala, protegit al vandalisme, pròxim a l'edifici o estructura a controlar.

Les característiques que l'acceleròmetre haurà de satisfer relatives a les condicions de mesura seran de lectura en continu, ampli rang de mesures respecte l'acceleració i la freqüència de les vibracions.

Conjuntament haurà de disposar-se un software capaç d'interpretar les vibracions recollides i a través de la Transformada de Fourier, la transformada de línia base i d'altres tractaments numèrics, integrar l'acceleració per obtenir la velocitat.

#### **19.3 Amidament i abonament**

L'amidament d'aquesta unitat d'obra es realitzarà:

- per jornada (jr) d'acceleròmetre subministrada i funcionant segons la partida següent:

Posada en obra d'acceleròmetre portàtil per a la realització de lectures

L'abonament es realitzarà:

## PCG

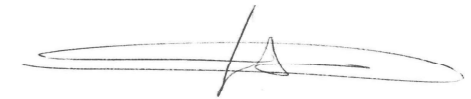
- d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus n°1

El preu inclou:

- El pagament de qualsevol cànon, patent, taxa, impost, lloguer o despesa que sigui necessària o pugui impedir directament o indirecta la realització de les operacions anteriors en qualsevol de les seves fases.

Barcelona, Novembre del 2016

PCG, Arquitectura e Ingeniería, S.L.



Federico Giacomelli Curletti - ECCP

**AMIDAMENTS**

**AMIDAMENTS**

Data: 15/11/16

Pàg.: 1

Obra 01 PRESUPUESTO 0954  
 Capítol 01 INSPECCIÓ EDIFICIS

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
1	INSP01	m	Inspecció de les façanes dels edificis designats i redacció dels informes corresponents.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Edificis 1 a 8		1,000	198,700	1,000	1,000	198,700	C#*D#*E#*F#
2	Edificis 9 a 13		1,000	120,000	1,000	1,000	120,000	C#*D#*E#*F#
3	Edificis 14 i 15		1,000	73,700	1,000	1,000	73,700	C#*D#*E#*F#
4	Edificis 16 a 22		1,000	173,700	1,000	1,000	173,700	C#*D#*E#*F#
5	Edificis 23 a 34		1,000	186,500	1,000	1,000	186,500	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **752,600**

2 INSP02 u Inspecció de totes les vivendes, locals comercials, zones comunes i parkings existents dels edificis designats, així com la redacció dels informes corresponents per a un màxim de 70 unitats d'inspecció per edifici. Amidament per unitat d'edifici.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Edificis		1,000	52,000	1,000	1,000	52,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **52,000**

3 INSP03 u Col·locació de testimonis de guix en possibles esquerdes observades als edificis.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			1,000	35,000	1,000	1,000	35,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **35,000**

4 INSP04 u Seguiment i lectura de l'evolució dels testimonis de guix.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			1,000	35,000	1,000	1,000	35,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **35,000**

5 INSP05 u Actes notarials de l'estat de totes les vivendes, locals comercials, zones comunes i parkings existents dels edificis designats. Per a un màxim de 70 unitats per edifici. Amidament per unitat d'edifici.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Edificis		1,000	52,000	1,000	1,000	52,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **52,000**

Obra 01 PRESUPUESTO 0954  
 Capítol 02 CONTROL TOPOGRÀFIC

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
------	------	----	------------

**AMIDAMENTS**

Data: 15/11/16

Pàg.: 2

1 CONT01 u Subministre i col·locació de punts de lectura topogràfica a coronació mur pantalla.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Pantalles		1,000	10,000	1,000	1,000	10,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **10,000**

2 CONT02 u Subministre i col·locació de punts de lectura topogràfica als edificis designats.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Edifici 1		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
2	Edifici 2		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
3	Edifici 3		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
4	Edifici 4		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
5	Edifici 5		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
6	Edifici 6		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
7	Edifici 7		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
8	Edifici 8		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
9	Edifici 9		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
10	Edifici 10		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
11	Edifici 11		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
12	Edifici 12		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
13	Edifici 13		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
14	Edifici 14		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
15	Edifici 15		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
16	Edifici 16		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
17	Edifici 17		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
18	Edifici 18		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
19	Edifici 19		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
20	Edifici 20		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
21	Edifici 21		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
22	Edifici 22		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
23	Edifici 23		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
24	Edifici 24		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
25	Edifici 25		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
26	Edifici 26		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
27	Edifici 27		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
28	Edifici 28		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
29	Edifici 29		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
30	Edifici 30		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
31	Edifici 31		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
32	Edifici 32		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
33	Edifici 33		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
34	Edifici 34		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#
35	Referència		1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	C#*D#*E#*F#

**AMIDAMENTS**

Data: 15/11/16

Pàg.: 3

TOTAL AMIDAMENT 

3 CONT03 u Jornada de lectura del la totalitat dels punts de topografia a coronació murs pantalla del parking, edificis designats, així com la presentació dels resultats obtinguts.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Excavació pantalles		1,000	3,000	4,500	1,000	13,500	C#*D#*E#*F#
2	Excavació interior		3,000	9,000	4,500	1,000	121,500	C#*D#*E#*F#
3	Estructura interior		1,000	4,000	4,500	1,000	18,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 

Obra 01 PRESUPUESTO 0954  
Capitulo 03 AUSCULTACIÓ

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
1	AUS01	u	Posada i retirada de maquinària per equip de perforació a l'àrea de treball.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 

2 AUS02 u Cala per detecció de serveis i reposició del paviment original.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			1,000	16,000	1,000	1,000	16,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 

3 AUS03 m Subministre i col·locació de tub micrometric-inclinometric. Instal·lació en sondeig de canonada combinada inclinòmetre lliscant amb punts de lectura de llautó i rang de 10 mm/m de compressió, subministrada i col·locada, incloent les parts proporcionals d'unions, peces de fons, proteccions de cap, injeccions laterals de beurada, etc. totalment acabada.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	En pantalla		10,000	23,670	1,000	1,000	236,700	C#*D#*E#*F#
2	En terreny		7,000	23,670	1,000	1,000	165,690	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 

4 AUS04 u Direcció tècnica, obtenció permisos via pública, seguiment de l'obra i redacció d'informe dels treballs realitzats amb mesura inicial o de referència de la auscultació micrometrica-inclinometrica.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	C#*D#*E#*F#

EUR

**AMIDAMENTS**

Data: 15/11/16

Pàg.: 4

TOTAL AMIDAMENT 

5 AUS05 u Jornada de lectura de la totalitat dels tubs d'instrumentació inclinòmetrica-micromètrica, piezòmetres, claus d'anivellació i redacció d'informes.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Excavació pantalles		1,000	3,000	4,500	1,000	13,500	C#*D#*E#*F#
2	Excavació interior		3,000	9,000	4,500	1,000	121,500	C#*D#*E#*F#
3	Estructura interior		1,000	4,000	4,500	1,000	18,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 

EUR