



Edificis 12 i 13: 118-120



Edifici 14: 122



Edifici 15: 130



Edifici 16: 132-134



Edifici 17: 97



Edifici 18: 99

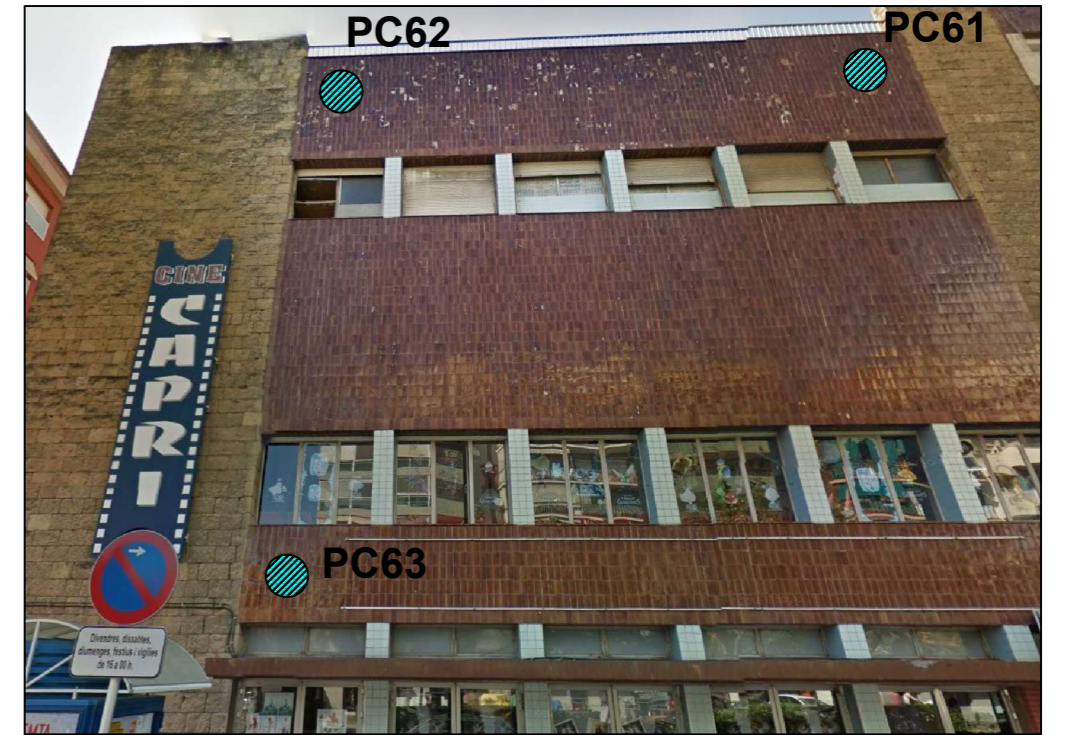




Edifici 19: 101



Edificis 20 i 21: 103 i 105



Edifici 22: 107-111



Edifici 23: 113

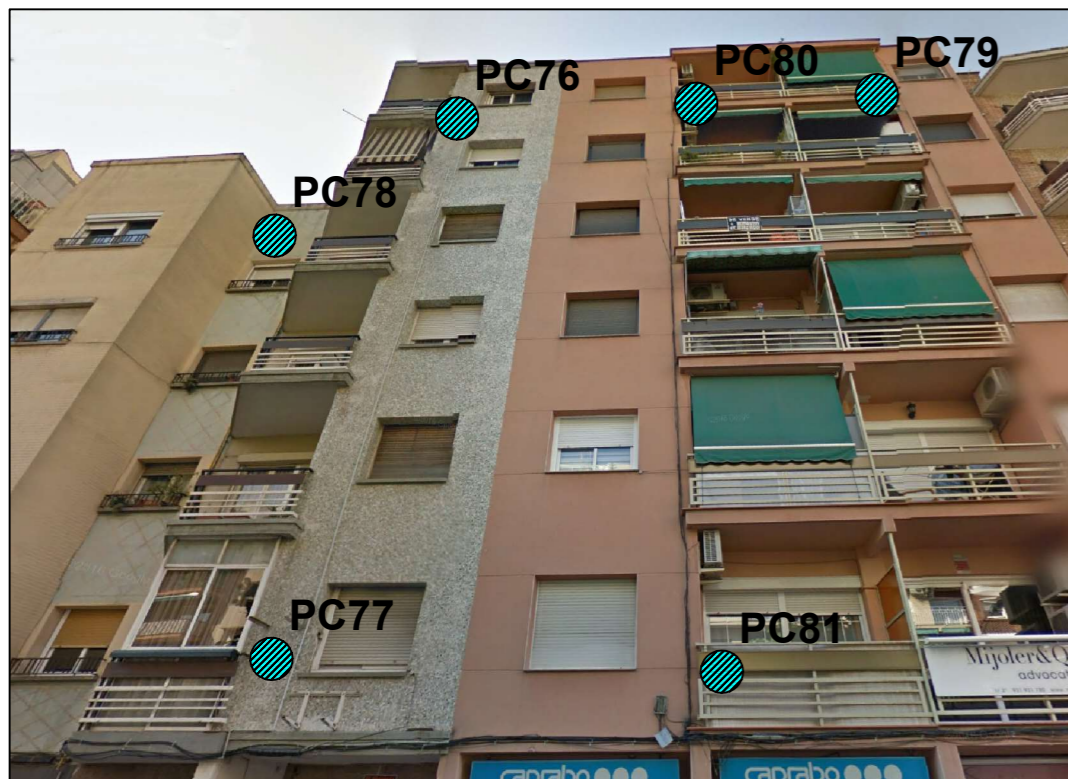


Edifici 24: 115



Edificis 25 i 26: 117-119





Edificis 27 i 28: 121-123



Edificis 29 i 30: 125-127



Edifici 31: 129



Edifici 32: 131



Edifici 33: 133



Edificis 34 i 35: 135-137



**ANNEX 2**

**LLISTAT CÀLCULS**



# REPORT

octubre 27, 2016

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

## 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

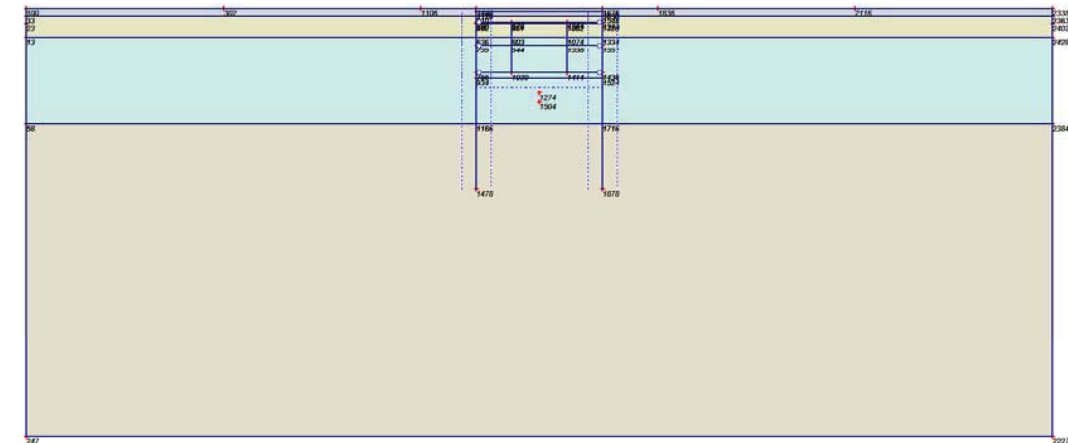


Fig. 1 Plot of geometry model with significant nodes

Table [4] Table of significant nodes

Node no.	x-coord.	y-coord.	Node no.	x-coord.	y-coord.
1274	0,000	-6,322	1126	-8,000	4,000
23	-65,000	2,500	910	-8,000	3,500
247	-65,000	-50,000	1630	8,000	4,000
2402	65,000	2,500	1548	8,000	3,500
2227	65,000	-50,000	803	-3,500	0,750
13	-65,000	0,750	1074	3,500	0,750
2428	65,000	0,750	1440	-8,000	4,500
58	-65,000	-10,250	1676	8,000	4,500
2384	65,000	-10,250	739	-8,000	-0,250
880	-8,000	2,750	1351	8,000	-0,250
1374	8,000	2,750	944	-3,500	-0,250
100	-65,000	4,500	1338	3,500	-0,250
2338	65,000	4,500	755	-8,000	-3,750
33	-65,000	3,500	1436	8,000	-3,750
2363	65,000	3,500	1414	3,500	-3,750
302	-40,000	4,500	1030	-3,500	-3,750
1106	-15,000	4,500	934	-8,000	-4,500
1836	15,000	4,500	1524	8,000	-4,500
2116	40,000	4,500	1504	0,000	-7,500
1166	-8,000	-10,250	682	-8,000	2,500
636	-8,000	0,750	1320	8,000	2,500
1334	8,000	0,750	861	-3,500	2,500
1716	8,000	-10,250	1052	3,500	2,500



Node no.	x-coord.	y-coord.	Node no.	x-coord.	y-coord.
976	-3,500	2,750	1478	-8,000	-18,500
1361	3,500	2,750	1878	8,000	-18,500

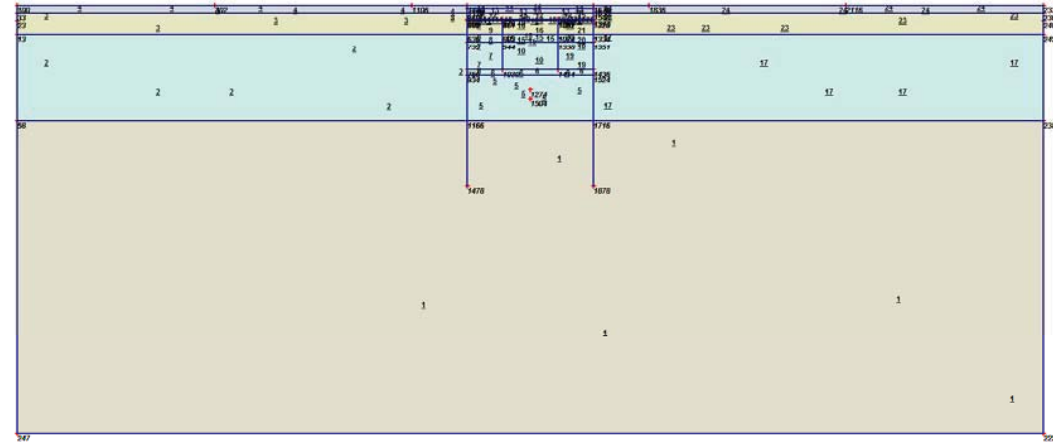


Fig. 2 Plot of geometry model with cluster numbers

Table [5] Table of clusters

Cluster no.	Nodes
1	247, 2227, 58, 2384, 1166, 1716, 1478, 1878.
2	13, 58, 1166, 636, 739, 755, 934.
3	23, 13, 880, 33, 636, 910, 682.
4	100, 33, 302, 1106, 1126, 910, 1440.
5	1274, 1166, 1716, 934, 1524, 1504.
6	755, 1436, 1414, 1030, 934, 1524.
7	739, 944, 755, 1030.
8	636, 803, 739, 944.
9	636, 803, 682, 861.
10	944, 1338, 1414, 1030.
11	880, 976, 682, 861.
12	880, 1374, 976, 1361, 910, 1548.
13	1126, 910, 1630, 1548.
14	1126, 1630, 1440, 1676.
15	803, 1074, 944, 1338.
16	803, 1074, 861, 1052.
17	2428, 2384, 1334, 1716, 1351, 1436, 1524.
18	976, 1361, 861, 1052.
19	1351, 1338, 1436, 1414.
20	1334, 1074, 1351, 1338.
21	1334, 1074, 1320, 1052.
22	1374, 1361, 1320, 1052.
23	2402, 2428, 1374, 2363, 1334, 1548, 1320.

Cluster no.	Nodes
24	2338, 2363, 1836, 2116, 1630, 1548, 1676.



### 3. STRUCTURES

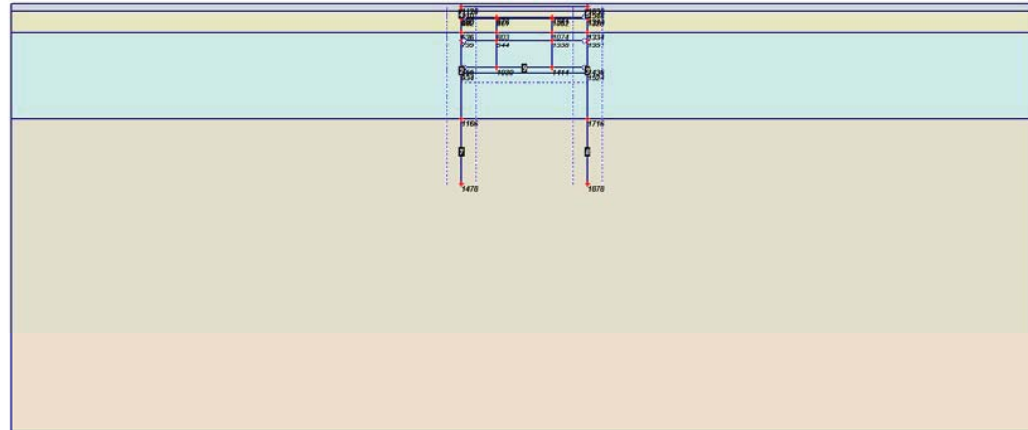


Fig. 3 Plot of geometry model with structures

Table [6] Beams

Plate no.	Data set	Length [m]	Nodes
1	Pantalles Contenció	21,250	1166, 636, 739, 755, 934, 880, 682, 636.
2	Pantalles Contenció	21,250	1716, 1334, 1351, 1436, 1524, 1374, 1320, 1334.
3	Espatller	1,250	1126, 910, 880.
4	Espatller	1,250	1630, 1548, 1374.
5	Pilars	3,500	1338, 1414.
6	Pilars	3,500	944, 1030.
7	Pilars	3,000	944, 803, 861, 976.
8	Pilars	3,000	1338, 1074, 1052, 1361.
9	Forjat Interior	16,000	739, 944, 1338, 1351.
10	Llosa fonamentació	16,000	755, 1030, 1414, 1436.
11	Coberta	16,000	1361, 976, 880, 976.

Table [7] Interfaces

Interface no.	Data set	Nodes
1	Unitat sorrenca Unitat sorrenca Unitat sorrenca Unitat sorrenca Argiles llimoses plana deltaïca	934, 1166. 755, 934. 739, 755. 636, 739. 682, 636.

Interface no.	Data set	Nodes
	Argiles llimoses plana deltaïca	880, 682.
2	Unitat sorrenca Argiles llimoses plana deltaïca	739, 636, 755, 739, 934, 755, 1166, 934. 682, 880, 636, 682.
3	Unitat sorrenca Unitat sorrenca Unitat sorrenca Unitat sorrenca Unitat sorrenca Argiles llimoses plana deltaïca Argiles llimoses plana deltaïca Argiles llimoses plana deltaïca	1716, 1524. 1524, 1436. 1334, 1351, 1351, 1436, 1436, 1524, 1524, 1716. 1436, 1351. 1351, 1334. 1334, 1320. 1320, 1374. 1374, 1320, 1320, 1334.
4	Argiles llimoses plana deltaïca Rebliment Argiles llimoses plana deltaïca Rebliment	880, 910. 910, 1126. 910, 880. 1126, 910.
5	Argiles llimoses plana deltaïca Rebliment Argiles llimoses plana deltaïca Rebliment	1374, 1548. 1548, 1630. 1548, 1374. 1630, 1548.
6	Llims falca intermitja	1166, 1478.
7	Llims falca intermitja	1478, 1166.
8	Llims falca intermitja	1716, 1878, 1878, 1716.
9	Unitat sorrenca	1030, 755, 1414, 1030, 1436, 1414.



### 4. LOADS & BOUNDARY CONDITIONS

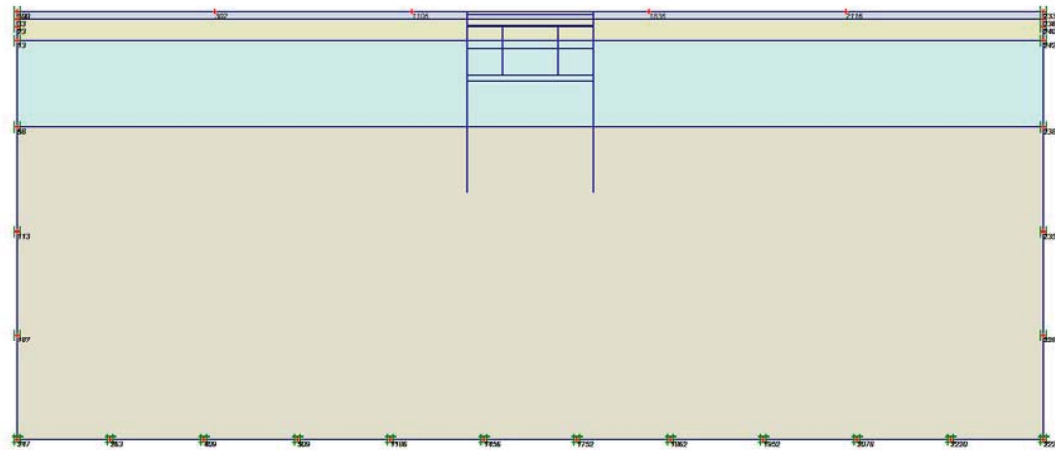


Fig. 4 Plot of geometry with loads & boundary conditions

Table [8] Node fixities

Node no.	Sign	Horizontal	Vertical	Node no.	Sign	Horizontal	Vertical
247	#	Fixed	Fixed	2402		Fixed	Free
2227	#	Fixed	Fixed	13		Fixed	Free
2220	#	Fixed	Fixed	2428		Fixed	Free
2078	#	Fixed	Fixed	58		Fixed	Free
1952	#	Fixed	Fixed	2384		Fixed	Free
1862	#	Fixed	Fixed	100		Fixed	Free
1752	#	Fixed	Fixed	2338		Fixed	Free
1456	#	Fixed	Fixed	33		Fixed	Free
1186	#	Fixed	Fixed	2363		Fixed	Free
509	#	Fixed	Fixed	113		Fixed	Free
409	#	Fixed	Fixed	187		Fixed	Free
263	#	Fixed	Fixed	2358		Fixed	Free
23		Fixed	Free	2292		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	100	0,000	0,000	302	0,000	0,000
2	302	0,000	0,000	1106	0,000	0,000
3	1836	0,000	0,000	2116	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	2116	0,000	0,000	2338	0,000	0,000







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	22
<Phase 8>	8	7	Plastic	Staged construction	23	28
<Phase 9>	9	8	Plastic	Staged construction	29	30
<Phase 10>	10	9	Plastic	Staged construction	31	32
<Phase 11>	11	10	Plastic	Staged construction	33	35
<Phase 12>	12	11	Plastic	Staged construction	36	46

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, 3, 4.		
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, 3, 4.		
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, 3, 4.		
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, 3, 4, 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, 3, 4, 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, 3, 4, 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, 3, 4, 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	1,920
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	0,502	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	0,010	3278	483	0	0	0	6	0
2	0,008	3278	491	48	0	0	6	6

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	100	0,000	-20,000	302	0,000	-20,000
2	302	0,000	-40,000	1106	0,000	-40,000
3	1836	0,000	-40,000	2116	0,000	-40,000
4	2116	0,000	-20,000	2338	0,000	-20,000

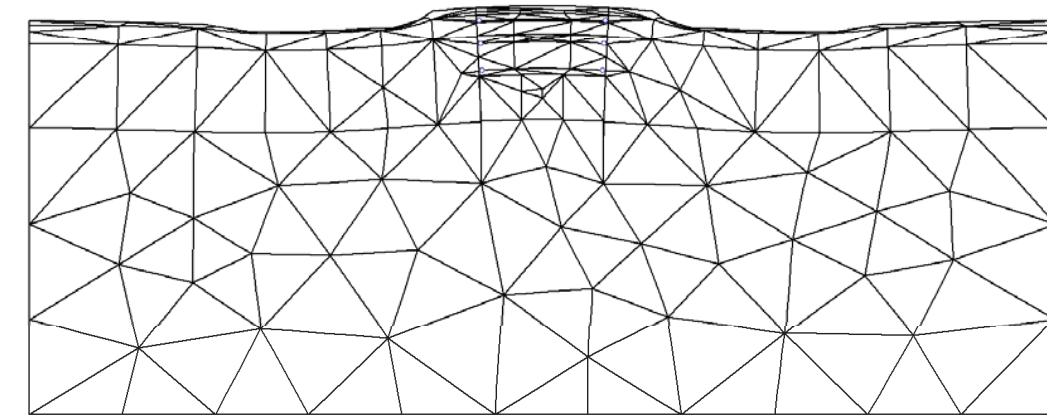


Fig. 7 Plot of deformed mesh - step no: 4 - ( phase: 1 )

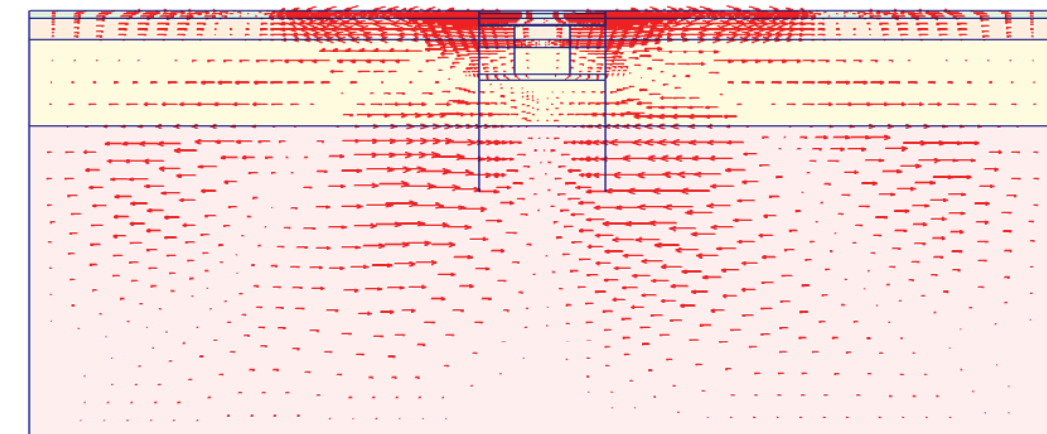
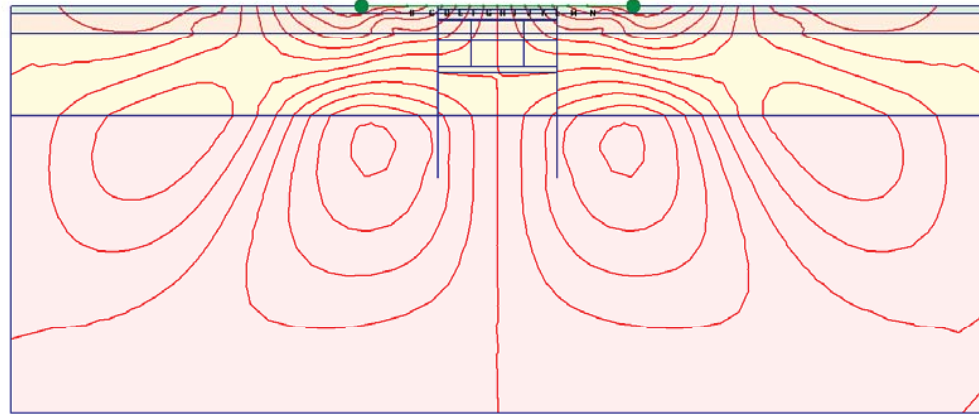


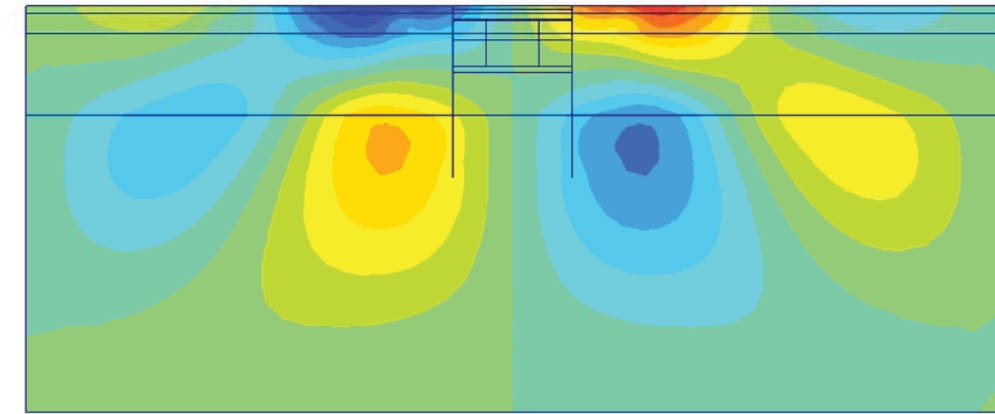
Fig. 8 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



[10<sup>-3</sup>]  
A: -14.000  
B: -12.000  
C: -10.000  
D: -8.000  
E: -6.000  
F: -4.000  
G: -2.000  
H: 0.000  
I: 2.000  
J: 4.000  
K: 6.000  
L: 8.000  
M: 10.000  
N: 12.000  
O: 14.000

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

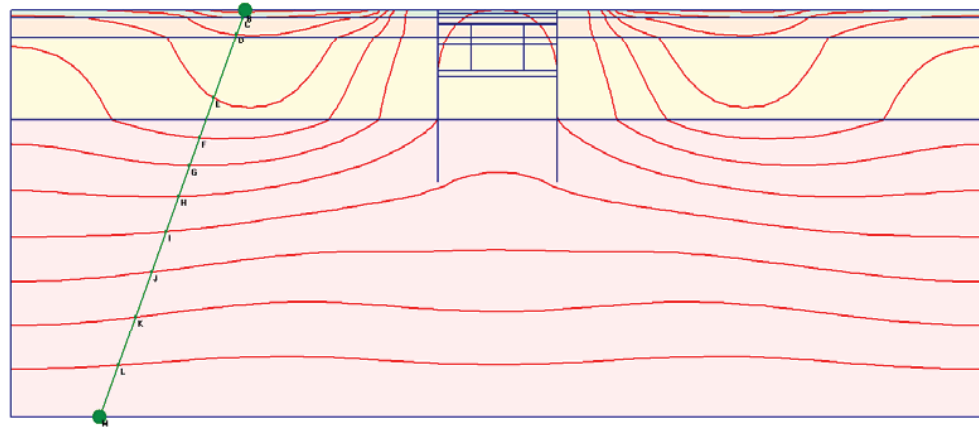
Fig. 10 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



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



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 )

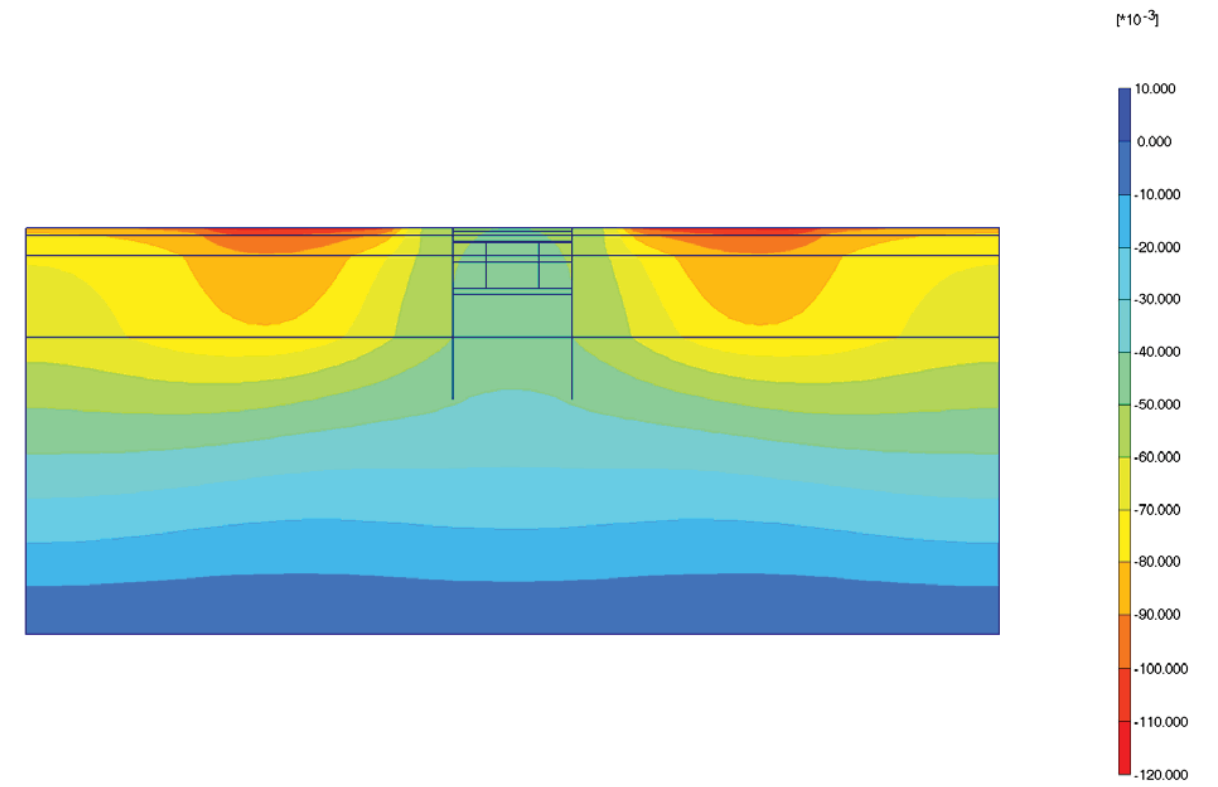


Fig. 13 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )

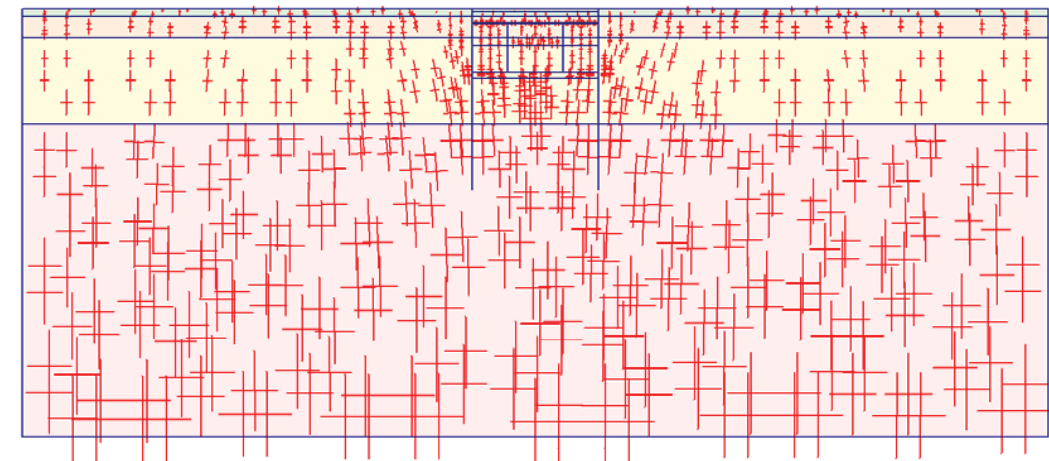
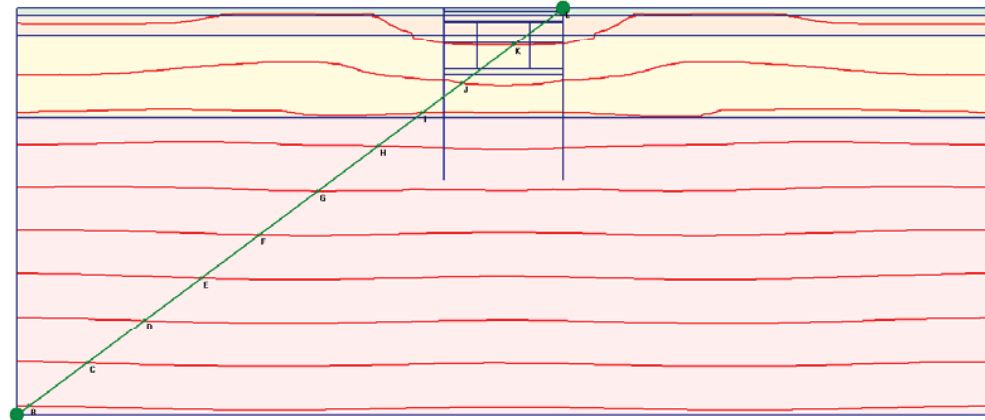


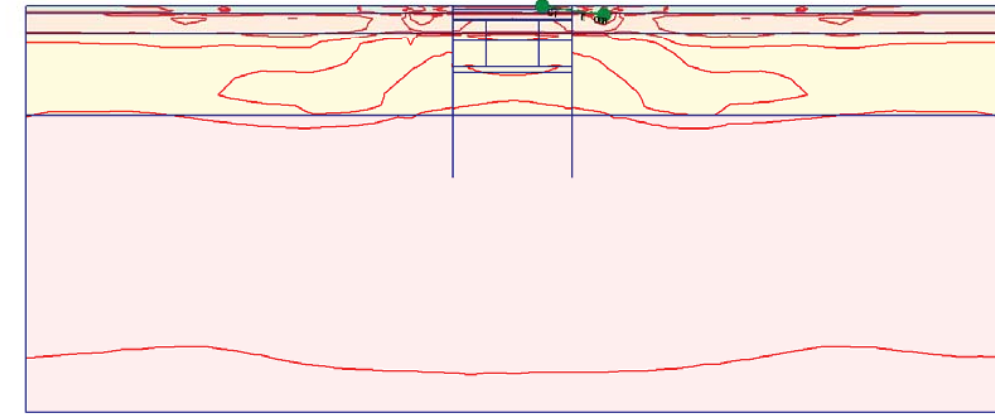
Fig. 14 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



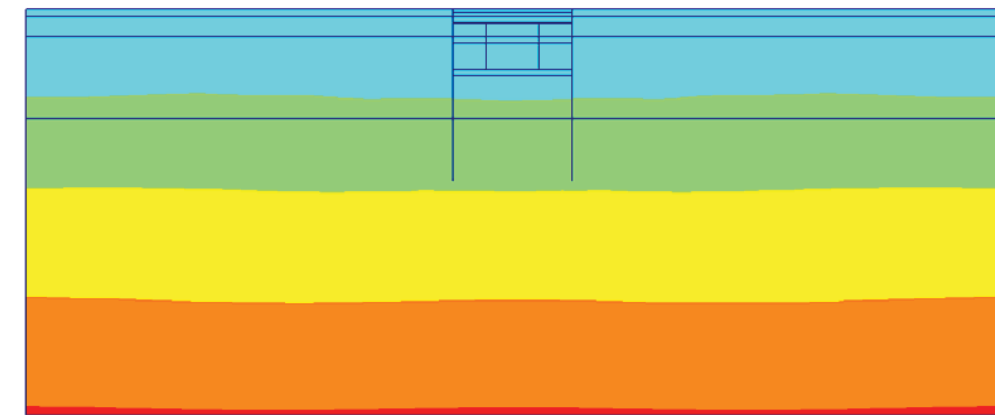
A: -440.000  
B: -400.000  
C: -360.000  
D: -320.000  
E: -280.000  
F: -240.000  
G: -200.000  
H: -160.000  
I: -120.000  
J: -80.000  
K: -40.000  
L: 0.000  
M: 40.000

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 )

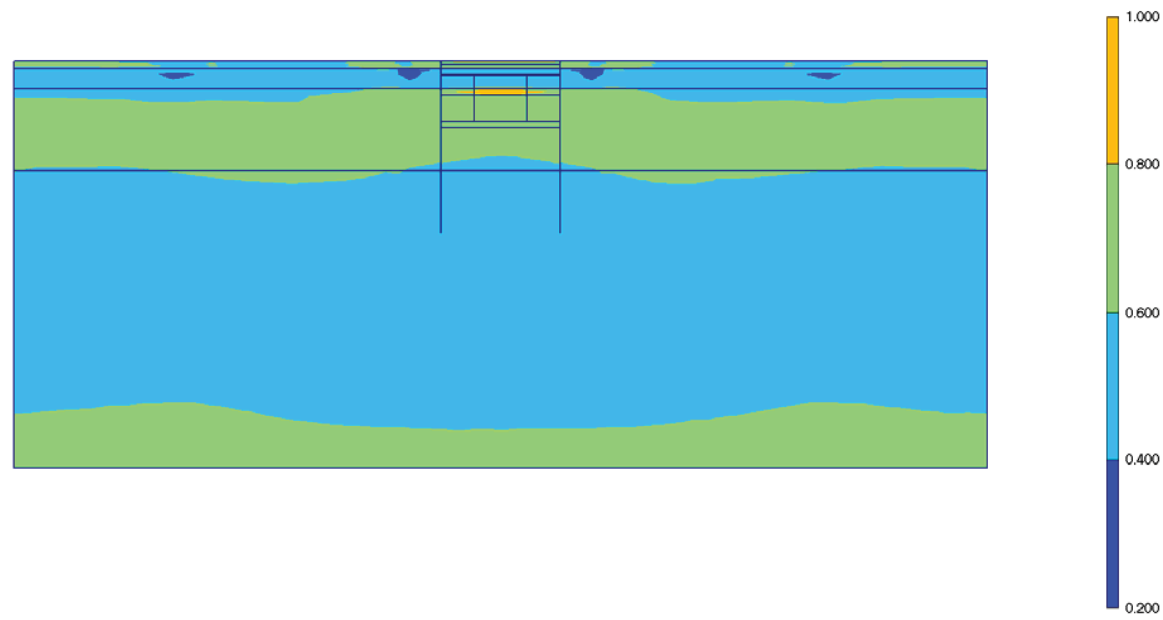


Fig. 18 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )

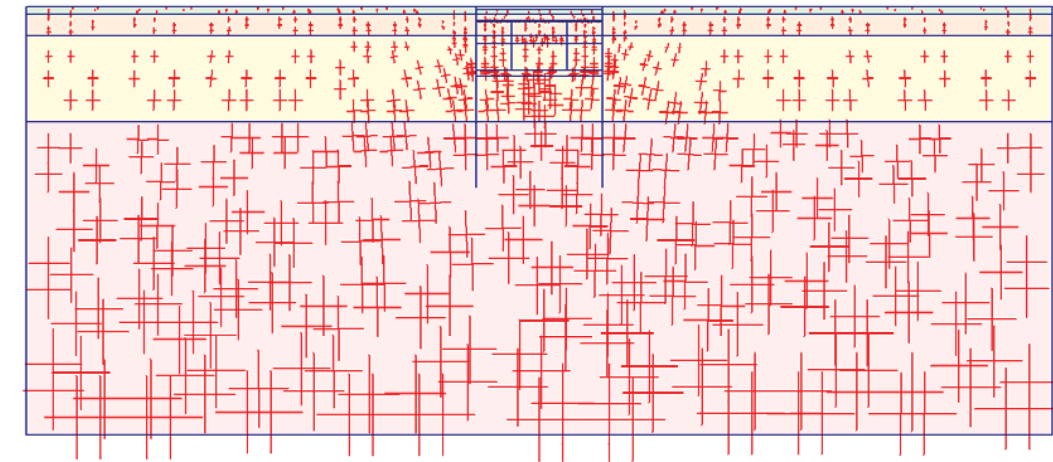
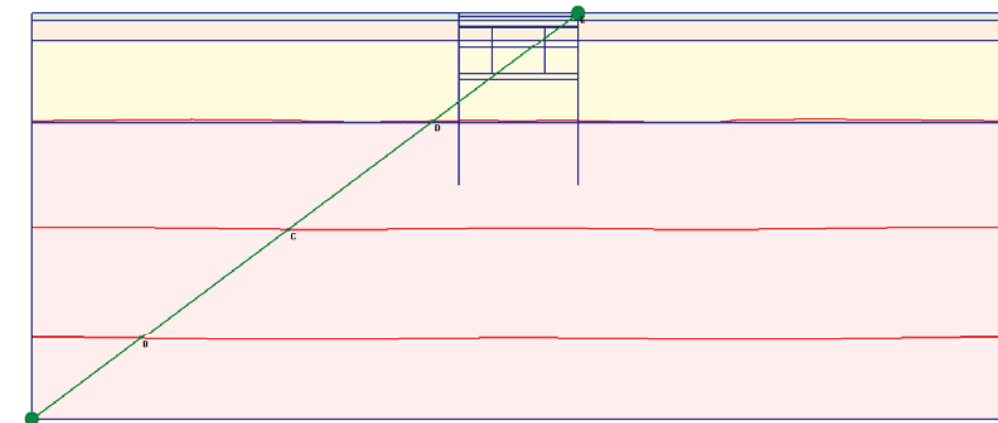
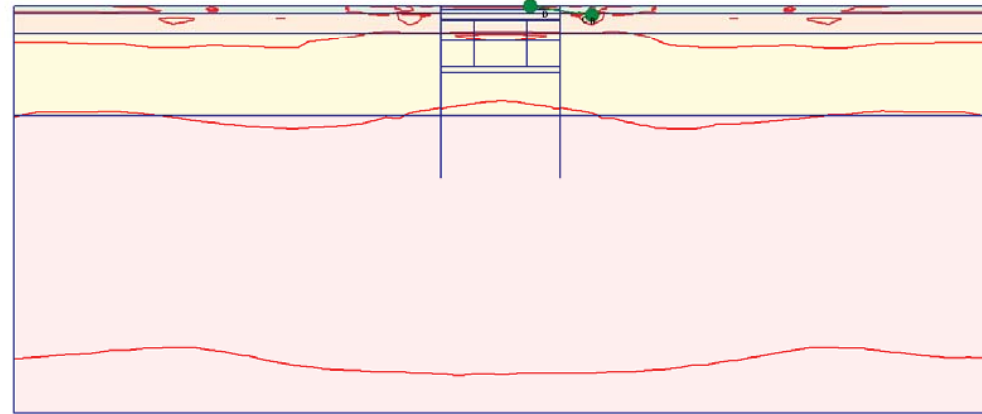


Fig. 19 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



- 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 )

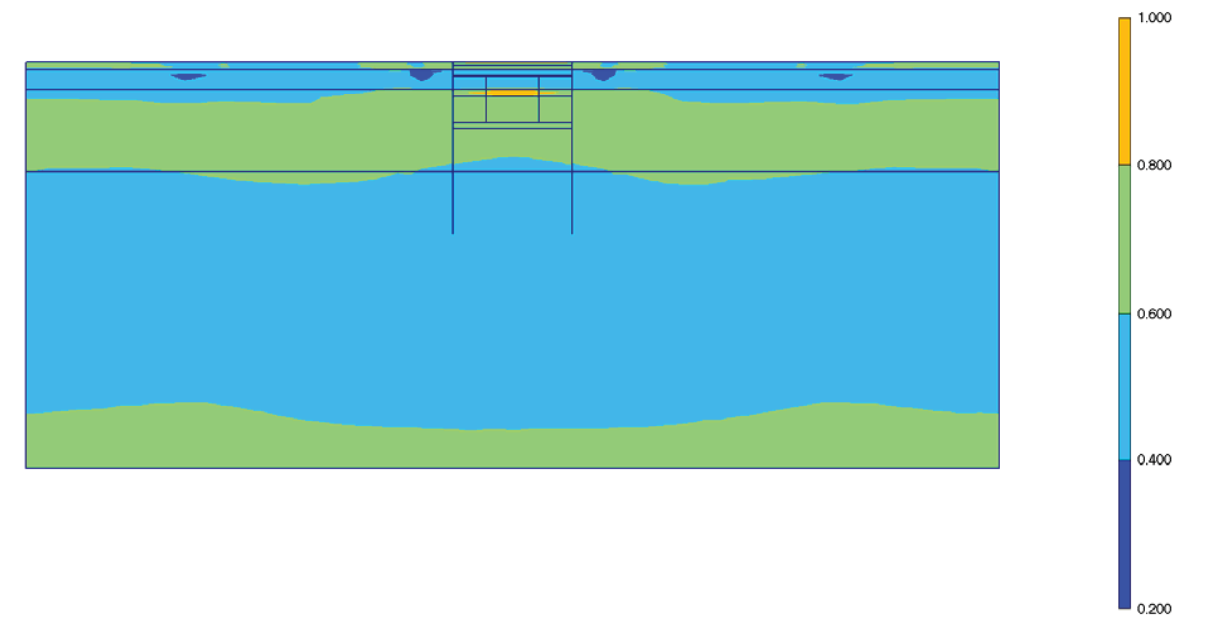
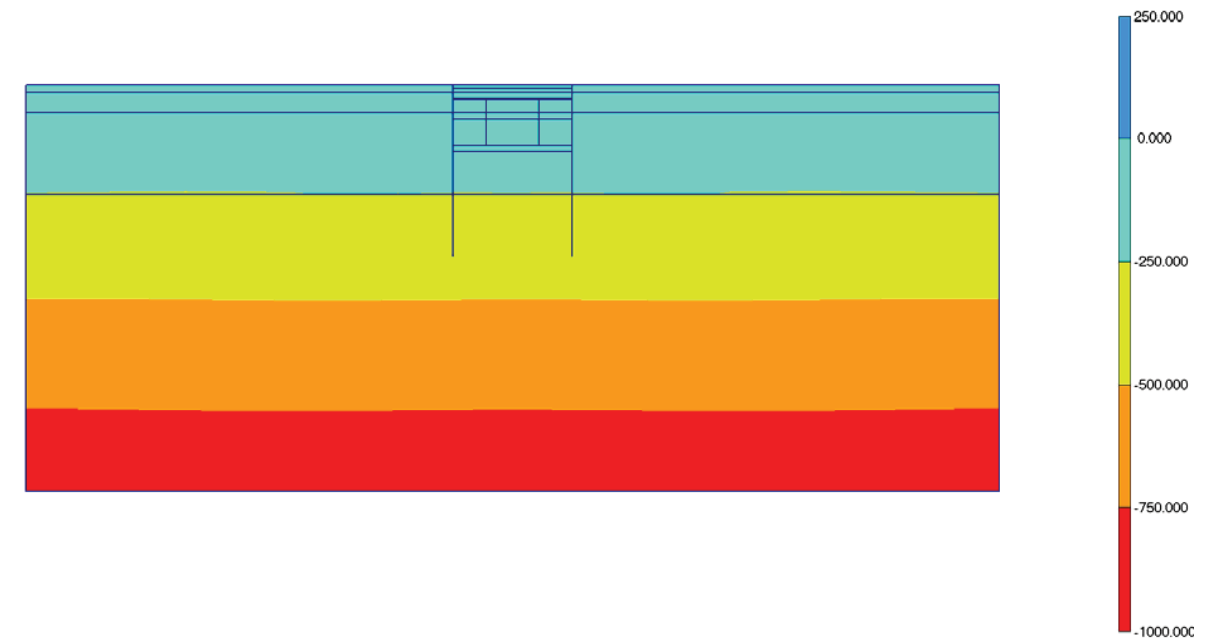
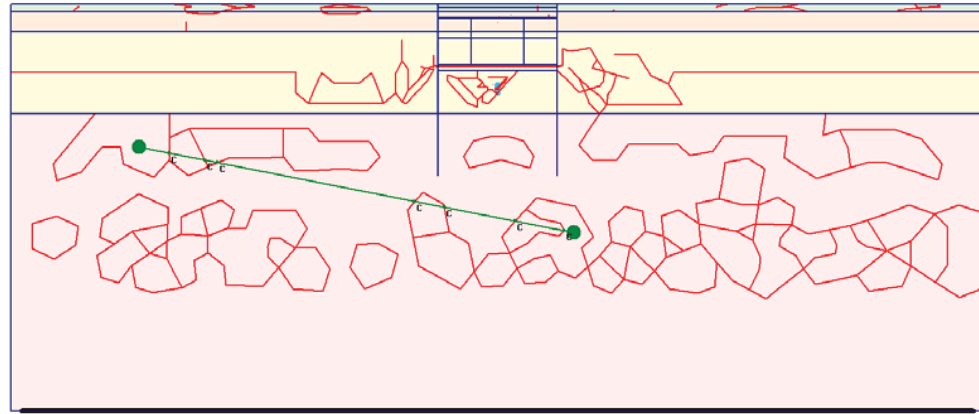




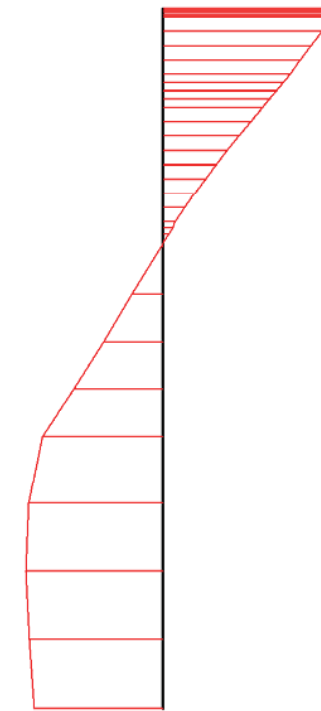
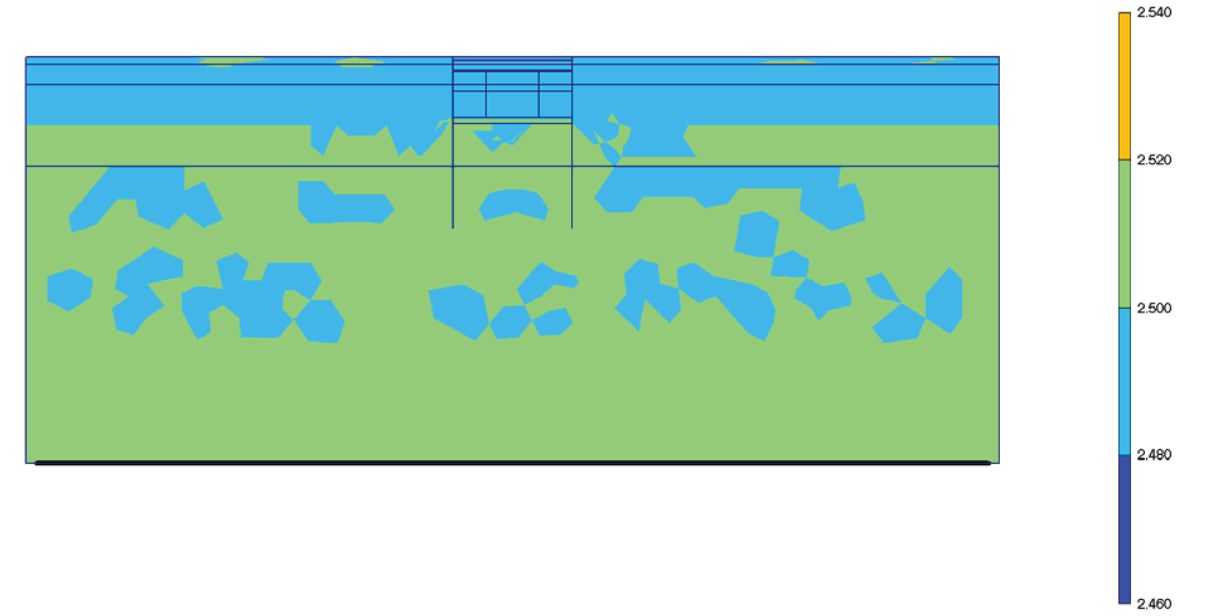
Fig. 23 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 4 - ( phase: 1 )



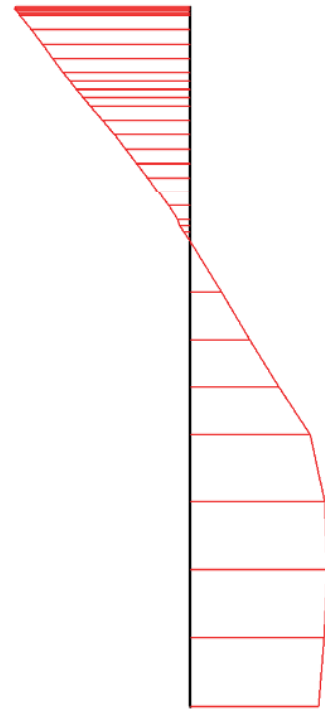
- A: 2.460
- B: 2.480
- C: 2.500
- D: 2.520
- E: 2.540

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: 2)**  
Extreme value  $6,73 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 1)



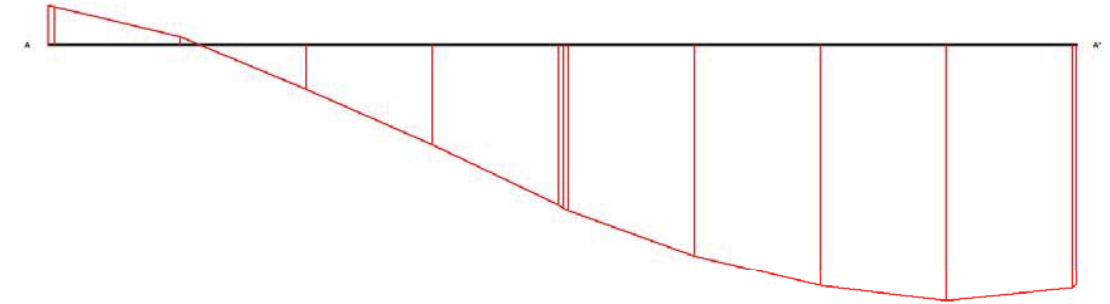
**Fig. 27 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)**  
Extreme value  $-6,74 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 1)



**Fig. 28 Vertical displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $-52,38 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 1)

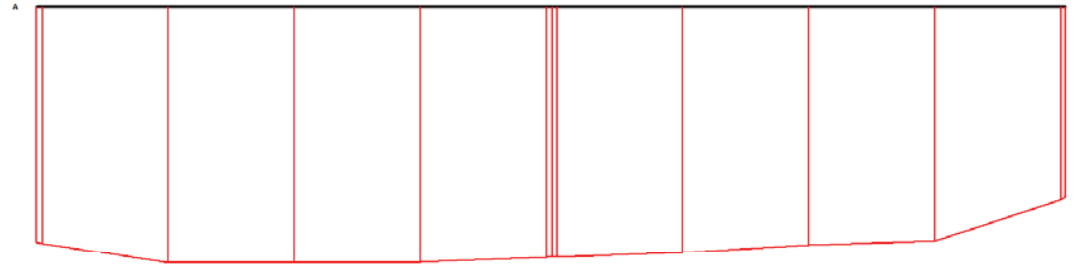


**Fig. 29 Vertical displacements in beam (plate no: 1)**  
Extreme value  $-52,37 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 1)



**Fig. 30 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $-13,87 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 1)





**Fig. 31 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-114,12 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 1)

### 9. RESULTS FOR PHASE 2

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

Step no:	7
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	1,508
Relative stiffness	0,479

**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	0,410	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	2458	2203	10	0	0	2	2
2	0,001	2447	2197	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	100	0,000	-20,000	302	0,000	-20,000
2	302	0,000	-40,000	1106	0,000	-40,000
3	1836	0,000	-40,000	2116	0,000	-40,000
4	2116	0,000	-20,000	2338	0,000	-20,000

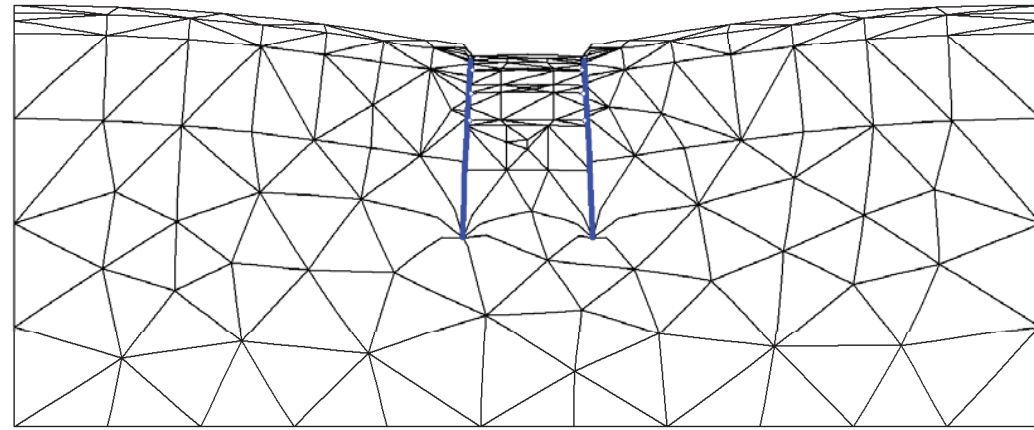


Fig. 32 Plot of deformed mesh  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

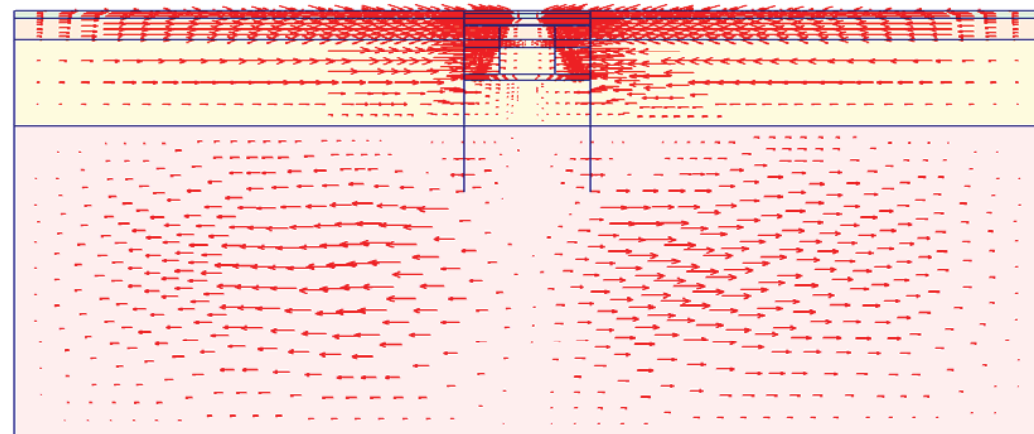
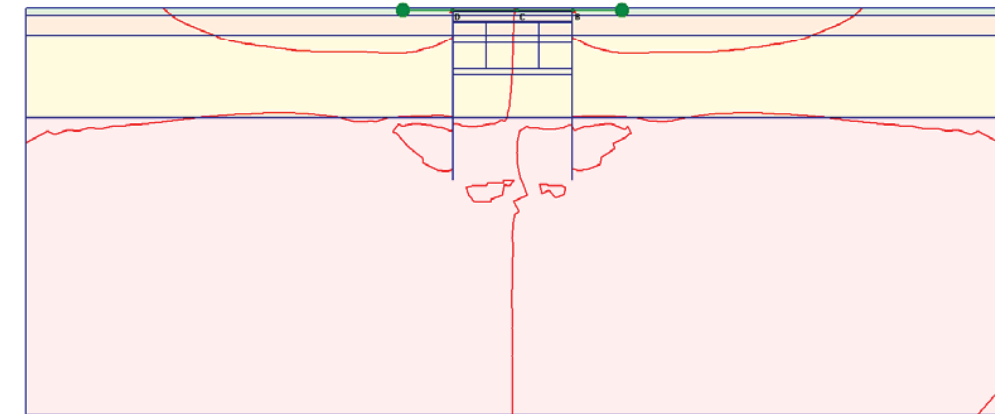


Fig. 33 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )



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

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

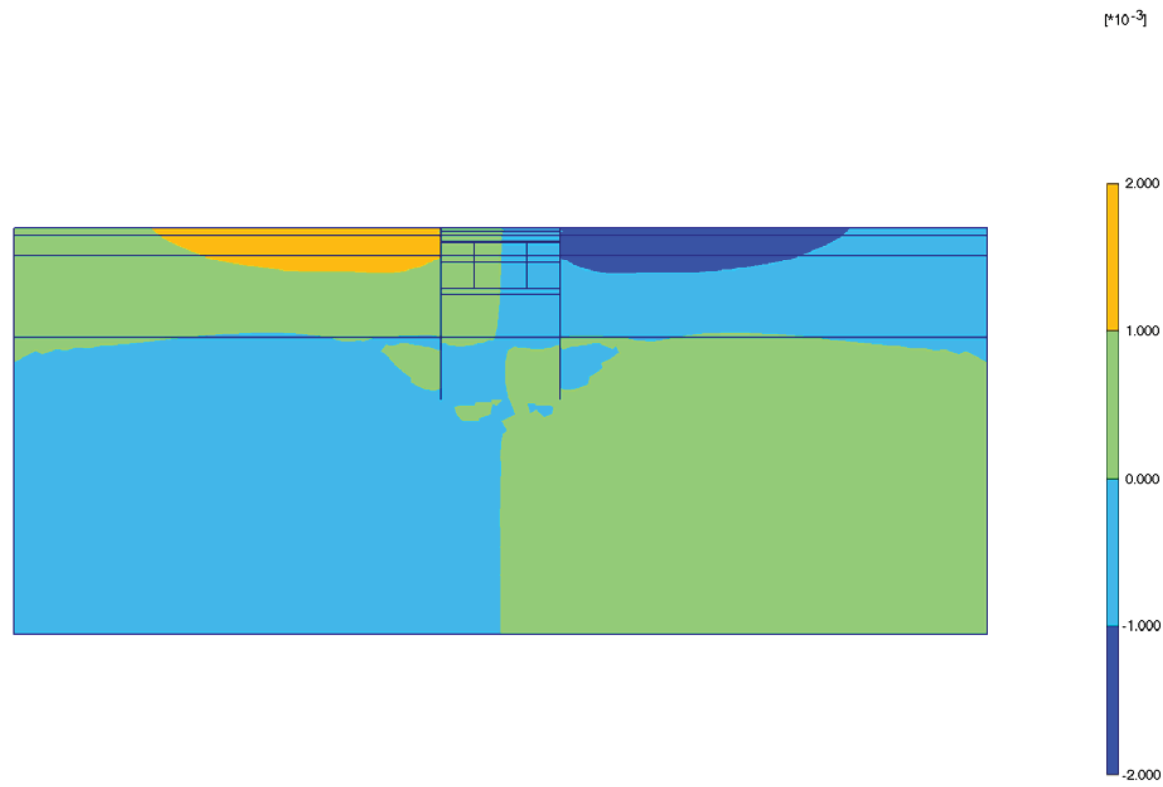


Fig. 35 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

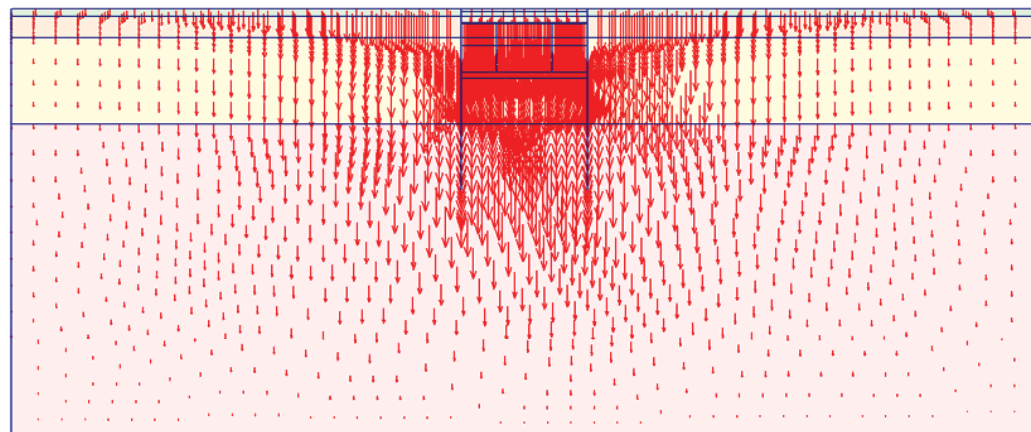


Fig. 36 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

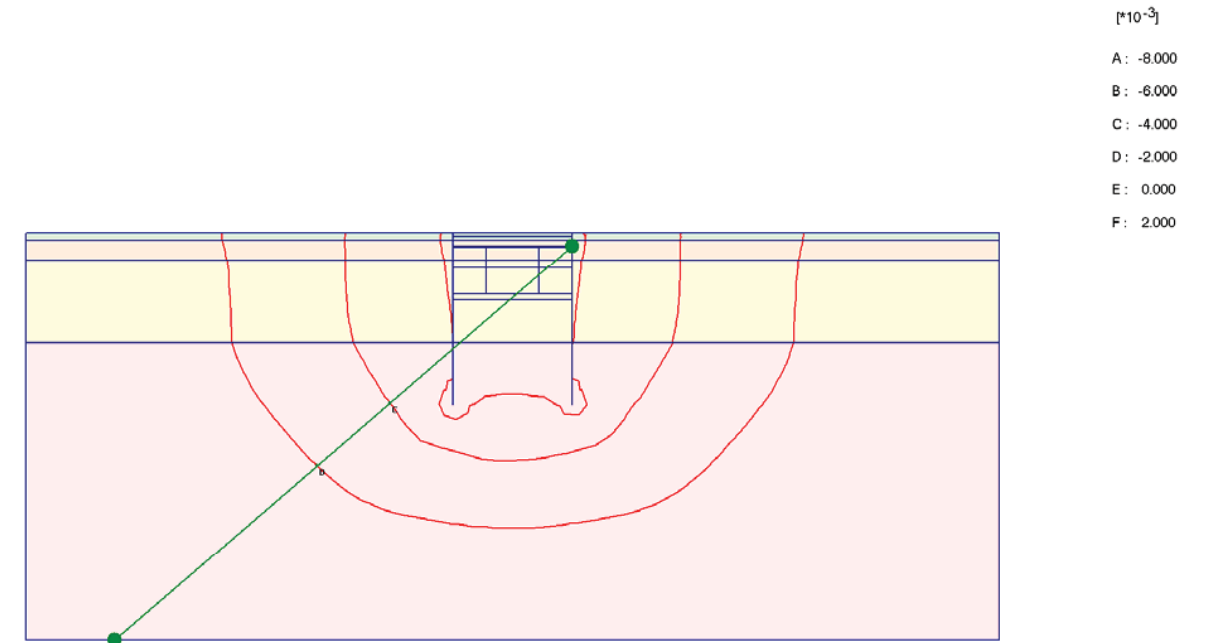


Fig. 37 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )



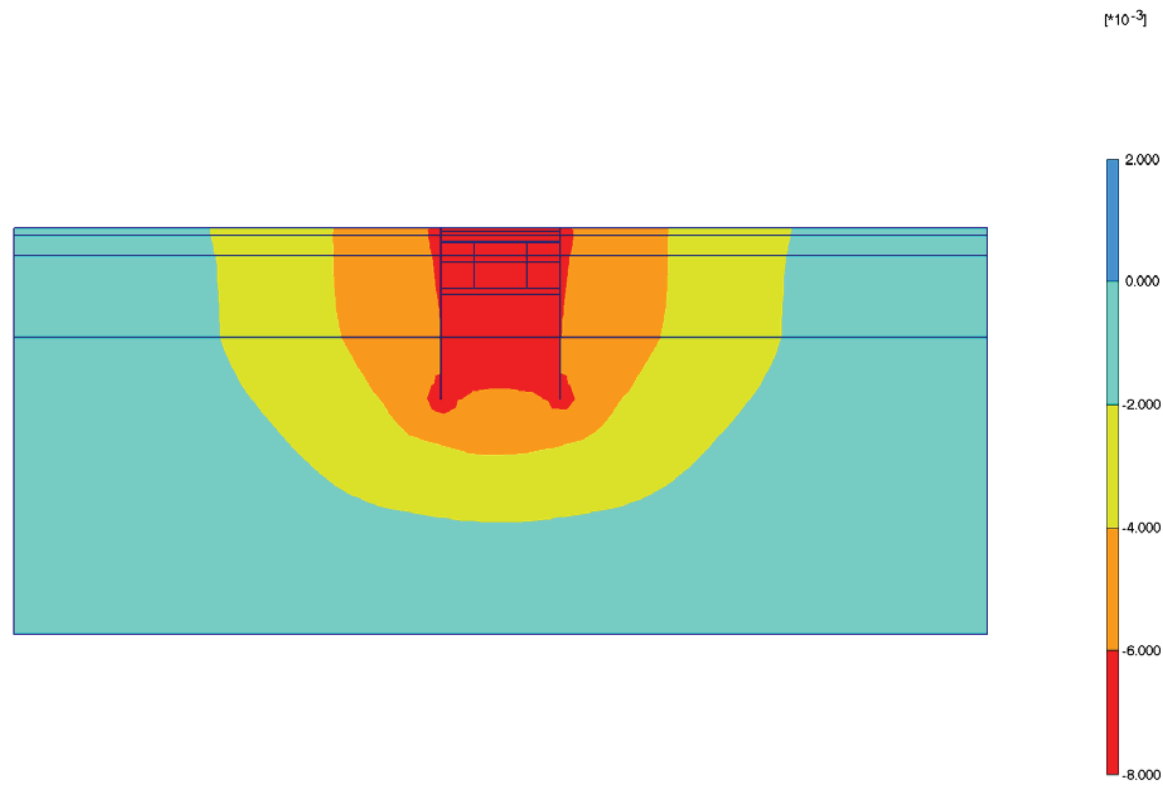


Fig. 38 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

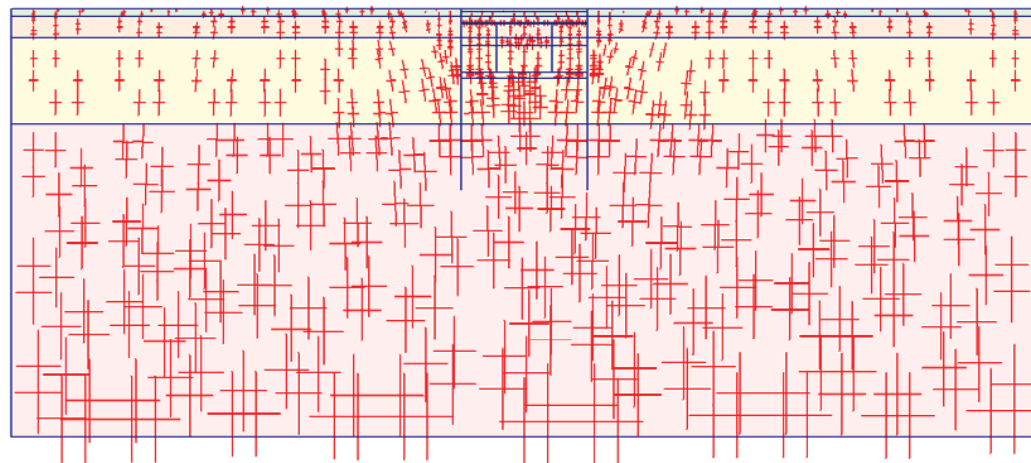


Fig. 39 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

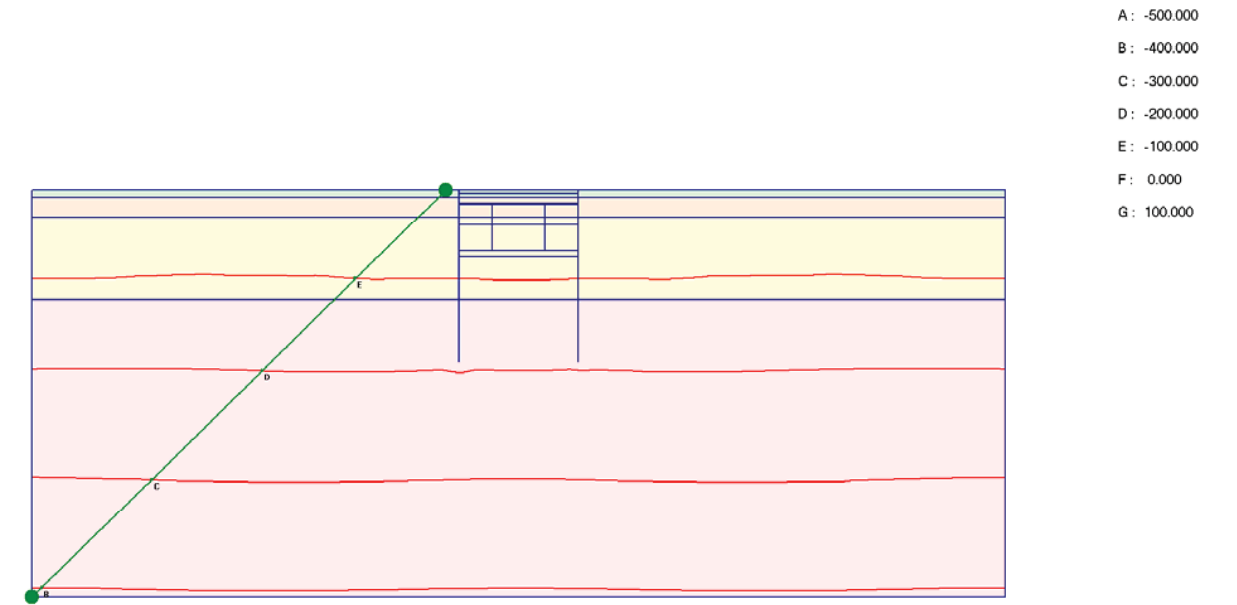


Fig. 40 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

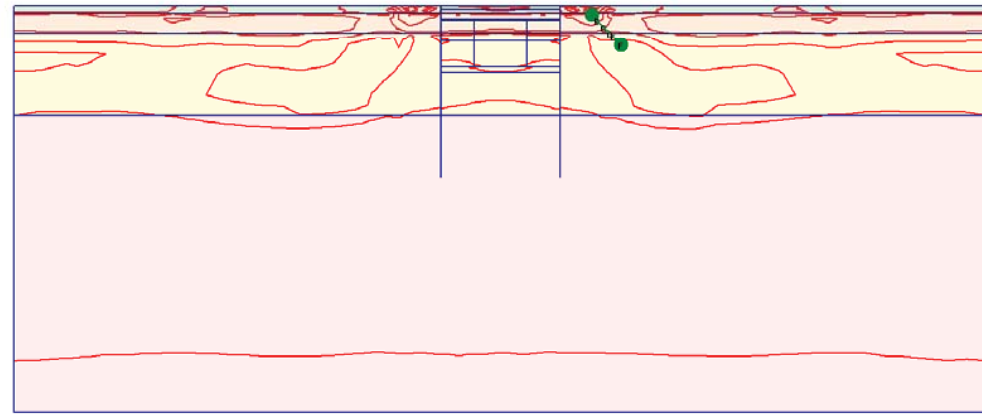


Fig. 41 Plot of effective stresses (relative shear contours) - step no: 7 - ( phase: 2 )

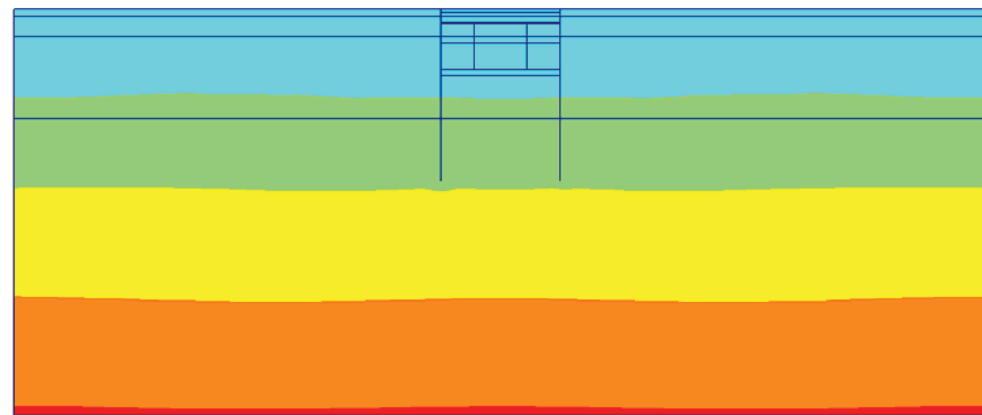


Fig. 42 Plot of effective stresses (mean shadings) - step no: 7 - ( phase: 2 )

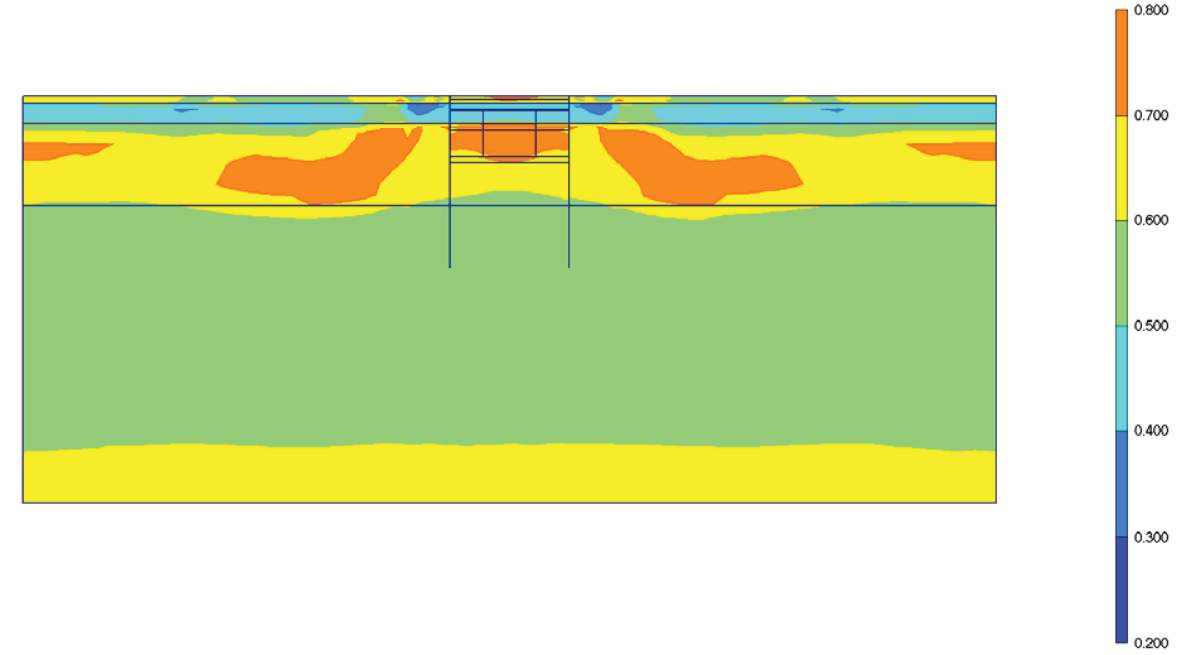


Fig. 43 Plot of effective stresses (relative shear shadings) - step no: 7 - ( phase: 2 )



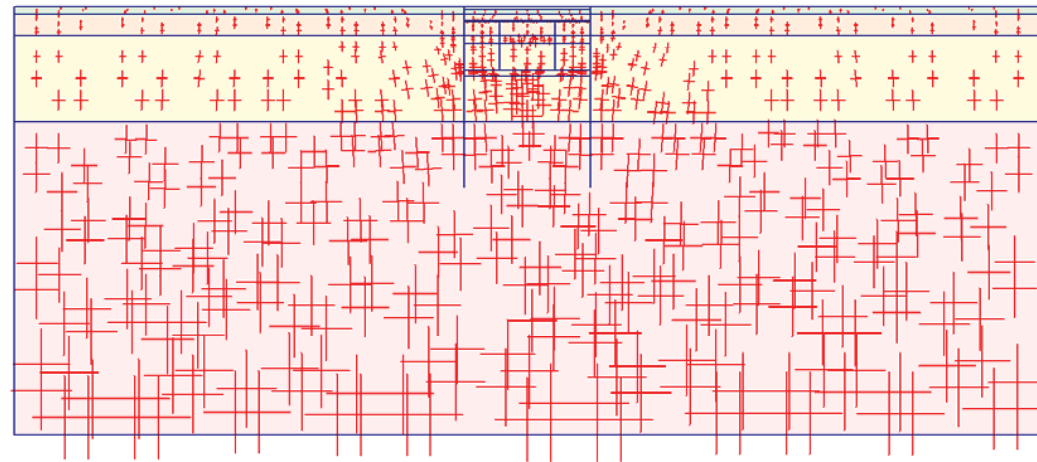


Fig. 44 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

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

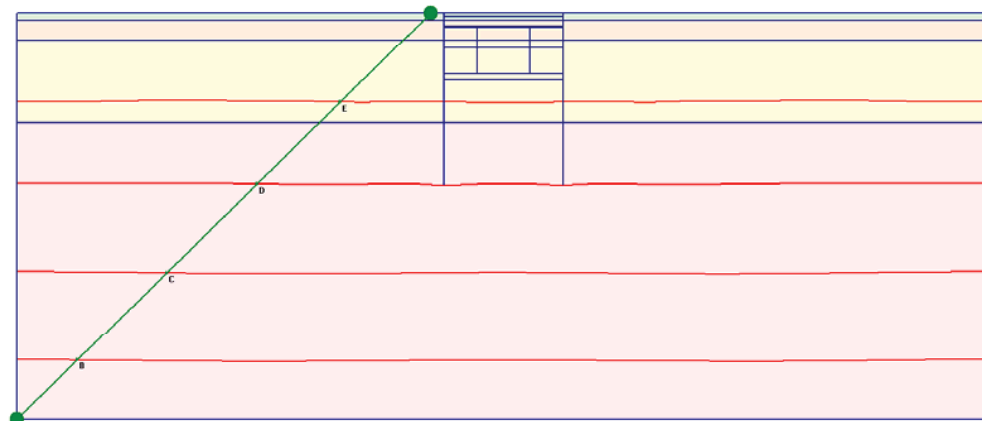
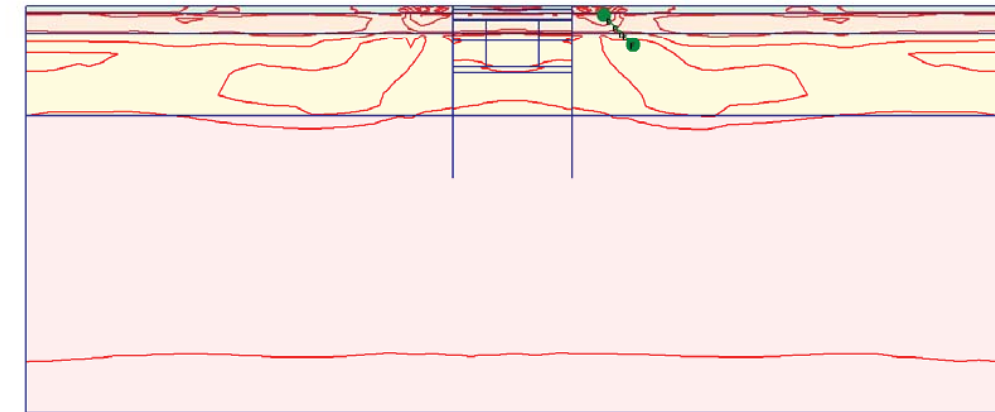


Fig. 44 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

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 )



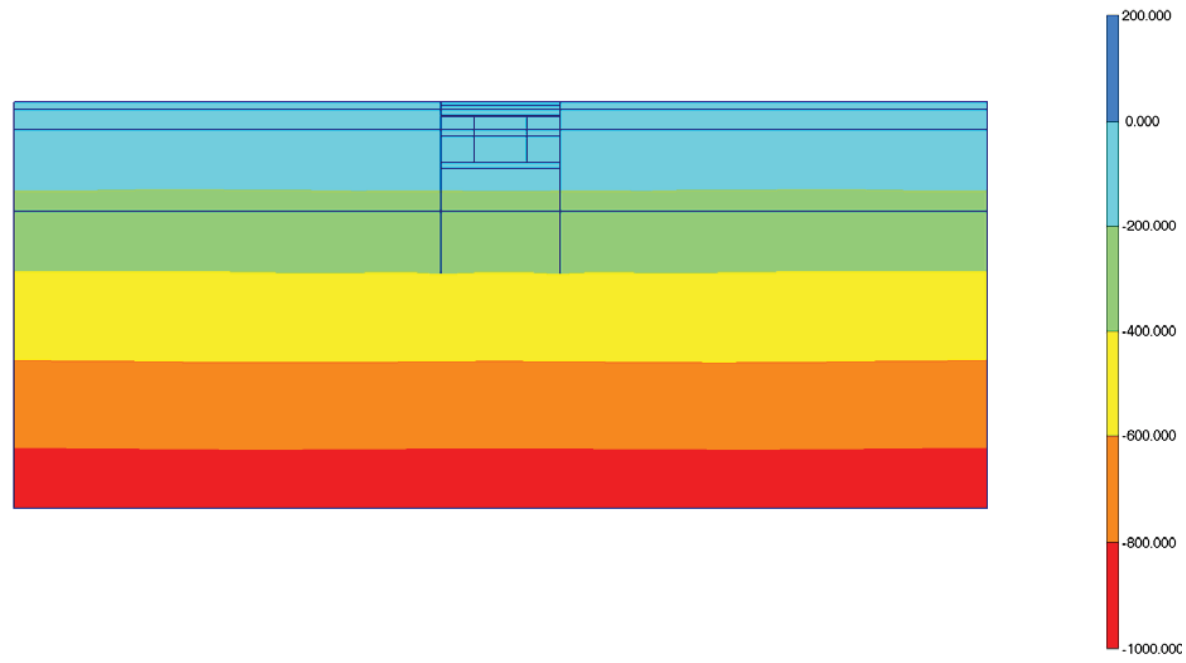


Fig. 47 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

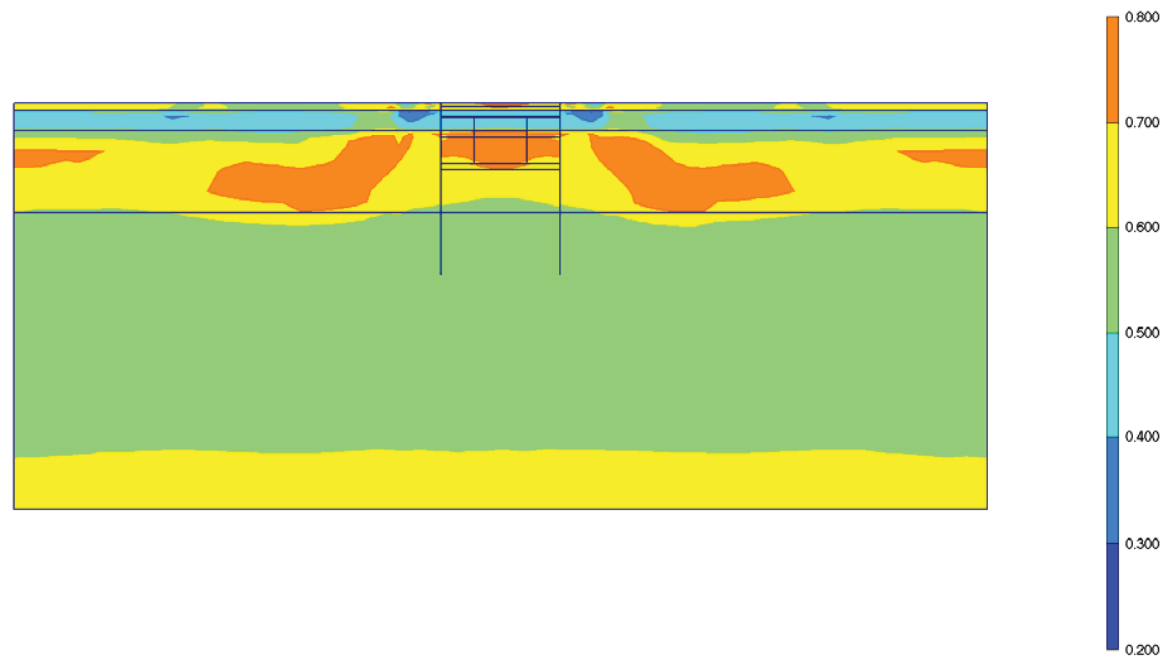


Fig. 48 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

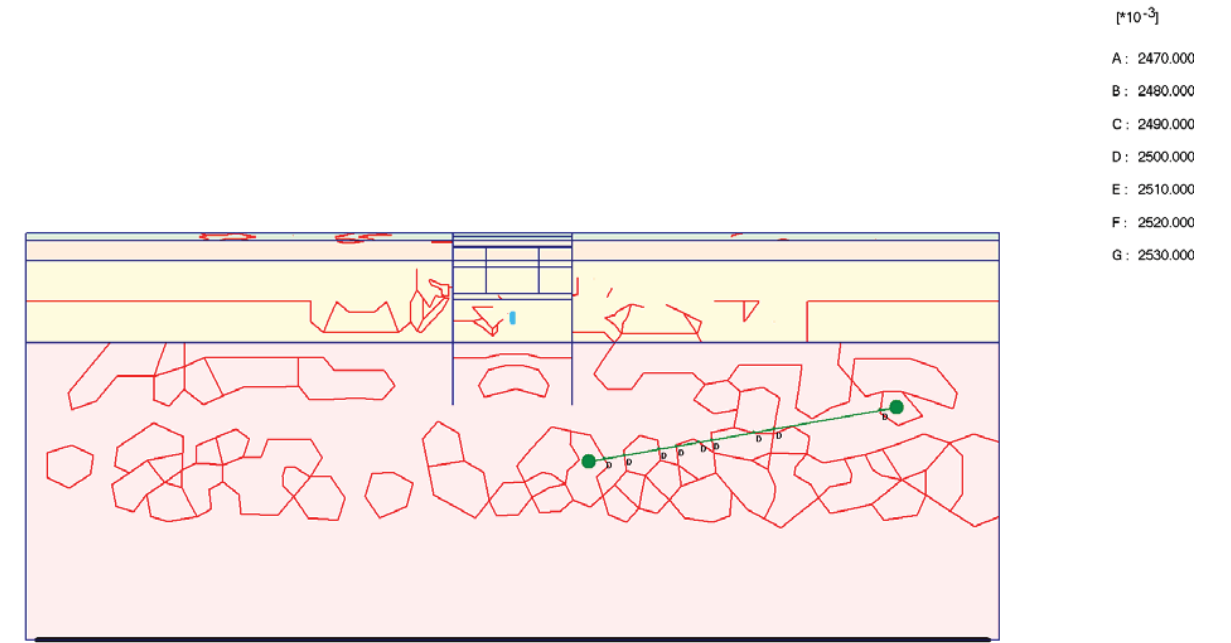


Fig. 49 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

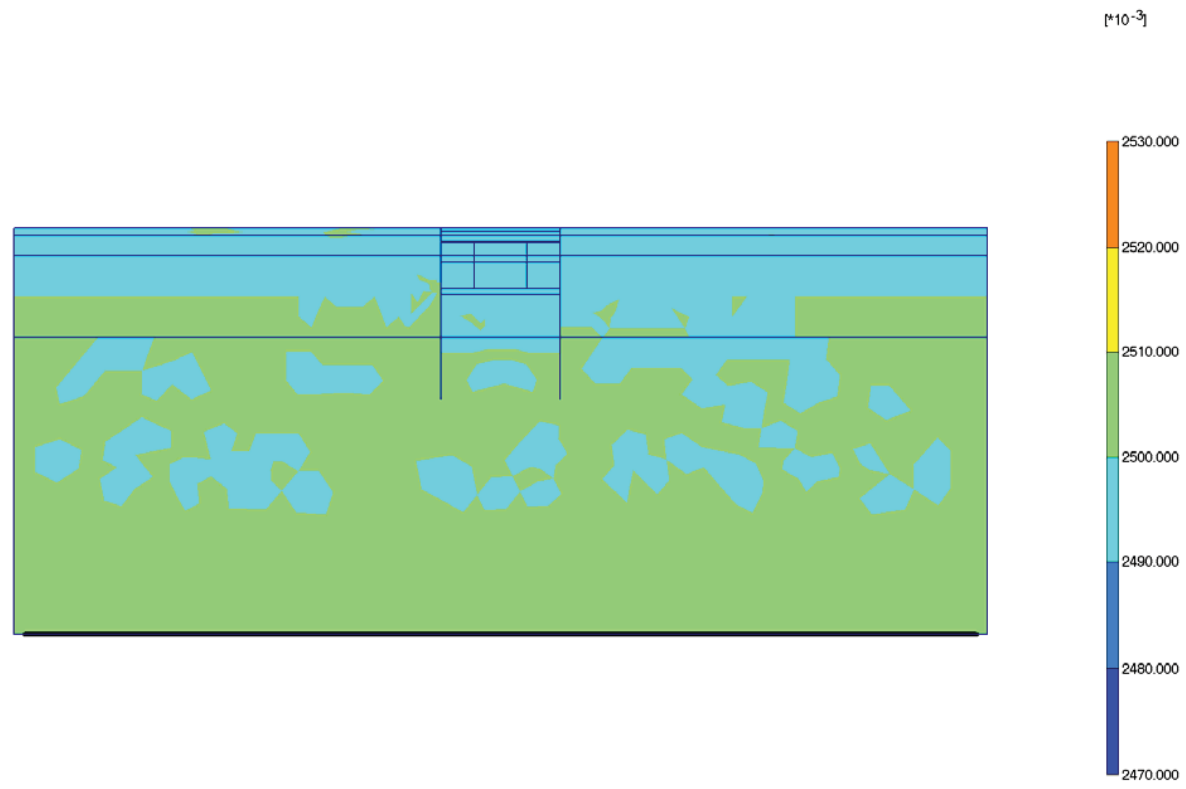


Fig. 50 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 7 - ( phase: 2 )

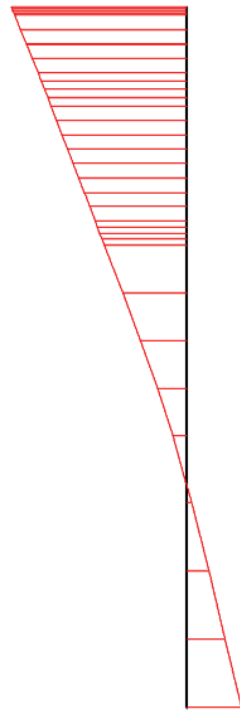


Fig. 51 Horizontal displacements in beam (plate no: 2)  
Extreme value  $-730,85 \cdot 10^{-6}$  m (phase: 2)

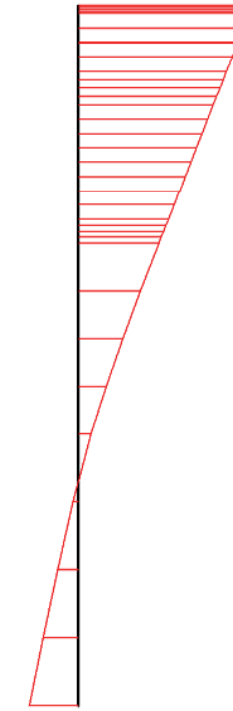


Fig. 52 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)  
Extreme value  $739,76 \cdot 10^{-6}$  m (phase: 2)

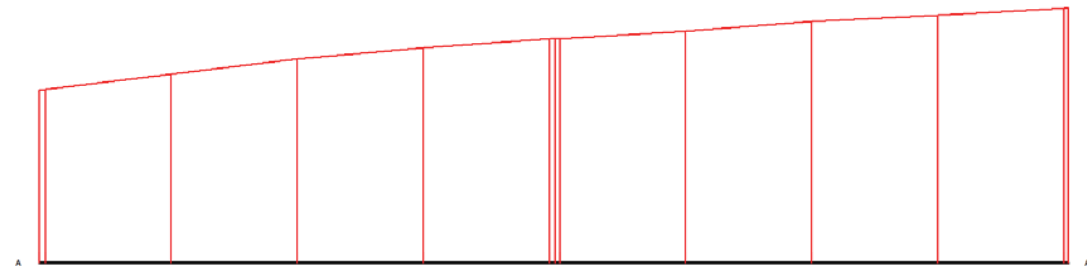


**Fig. 53 Vertical displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $-7,44 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 2)

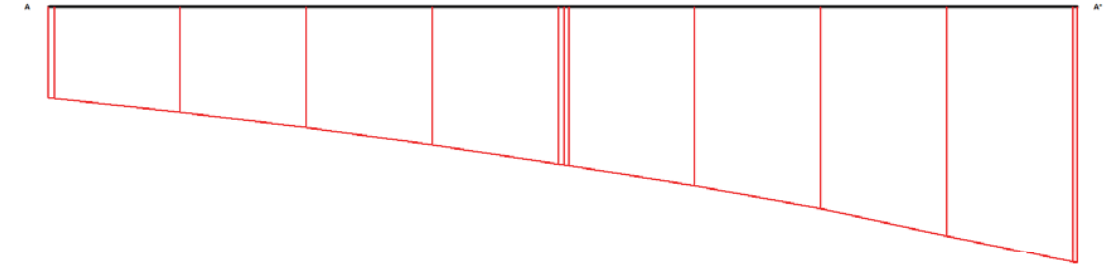


**Fig. 54 Vertical displacements in beam (plate no: 1)**  
Extreme value  $-7,40 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 2)





**Fig. 55 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $1,98 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 2)



**Fig. 56 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-5,31 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 2)

### 10. RESULTS FOR PHASE 3

Table [32] Step info phase no: 3

Step no:	9
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	1,061
Relative stiffness	0,831

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	301	268	87	0	0	8	8
2	0,000	296	265	31	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	100	0,000	-20,000	302	0,000	-20,000
2	302	0,000	-40,000	1106	0,000	-40,000
3	1836	0,000	-40,000	2116	0,000	-40,000
4	2116	0,000	-20,000	2338	0,000	-20,000

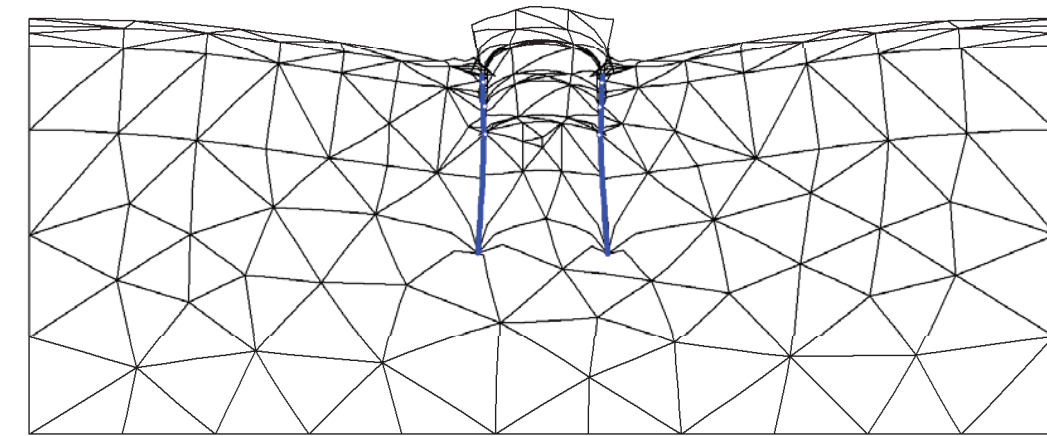


Fig. 57 Plot of deformed mesh - step no: 9 - ( phase: 3 )

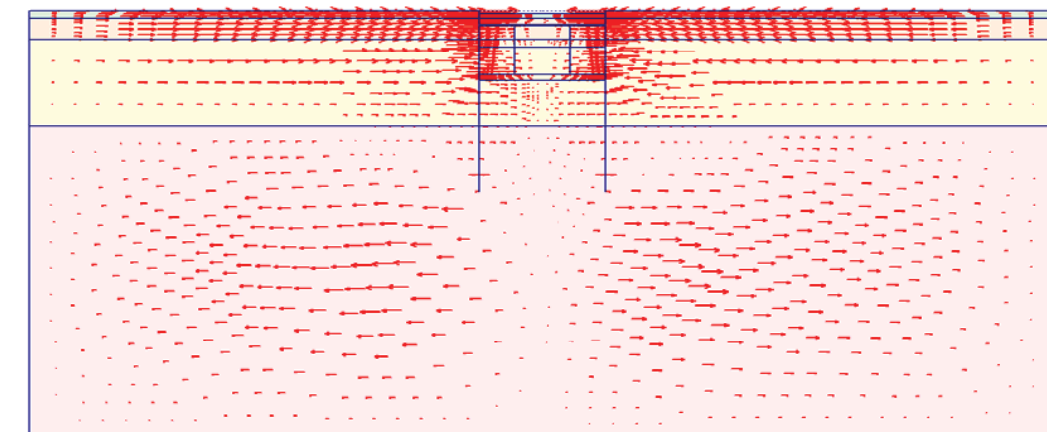
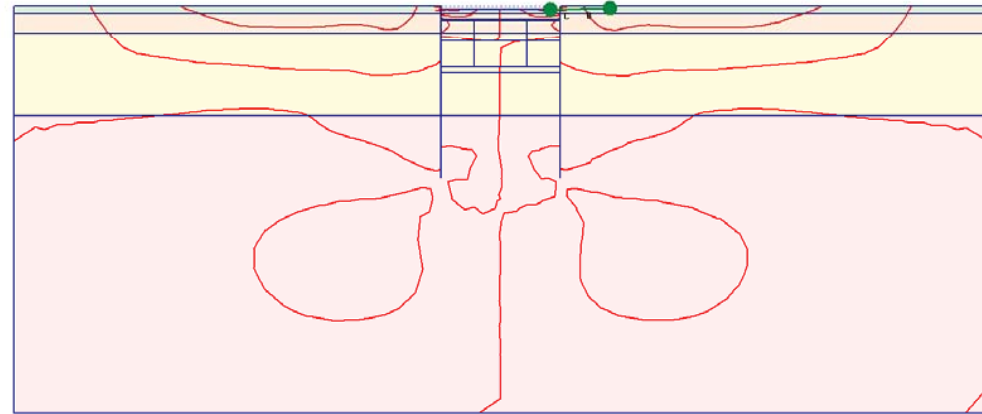


Fig. 58 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
A: -1.200  
B: -0.800  
C: -0.400  
D: 0.000  
E: 0.400  
F: 0.800  
G: 1.200  
H: 1.600

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

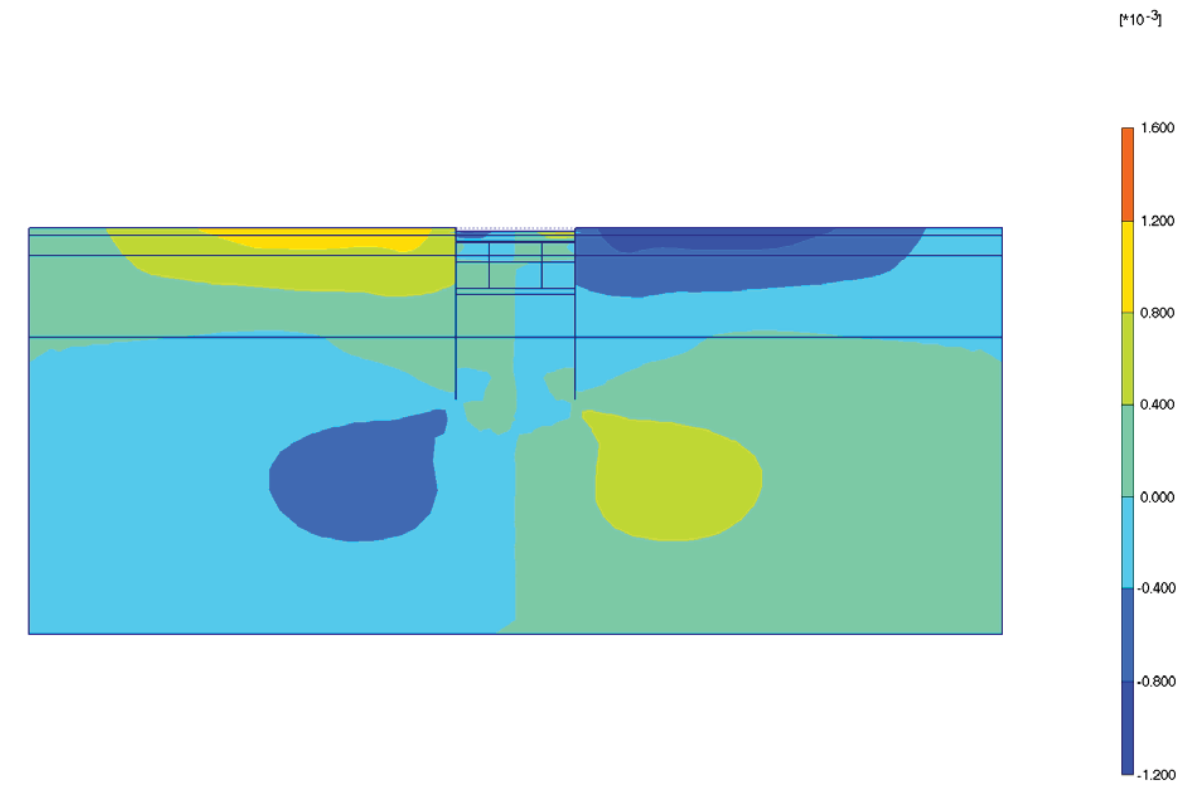


Fig. 60 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )

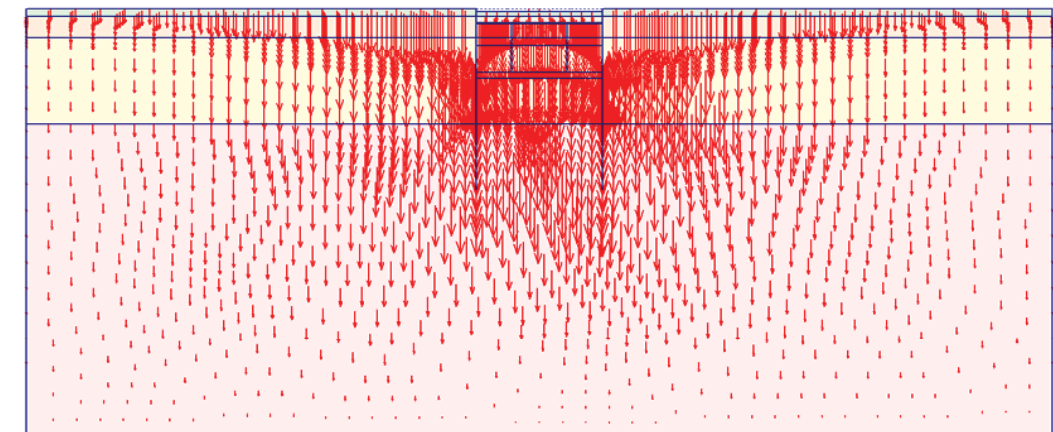
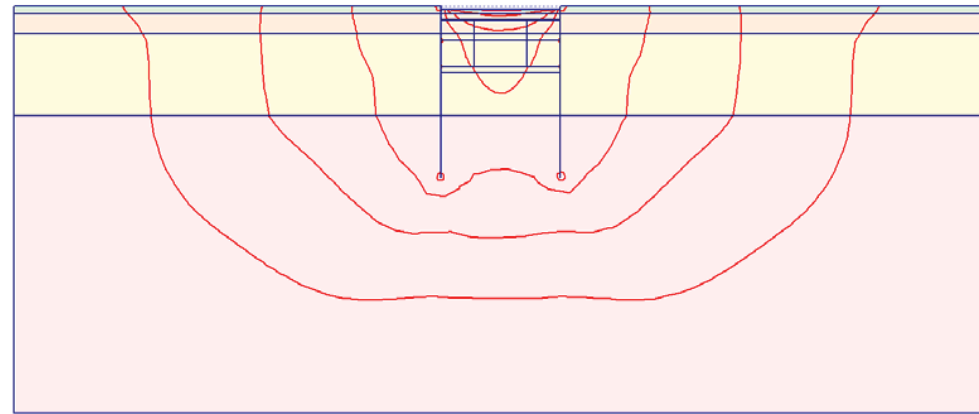


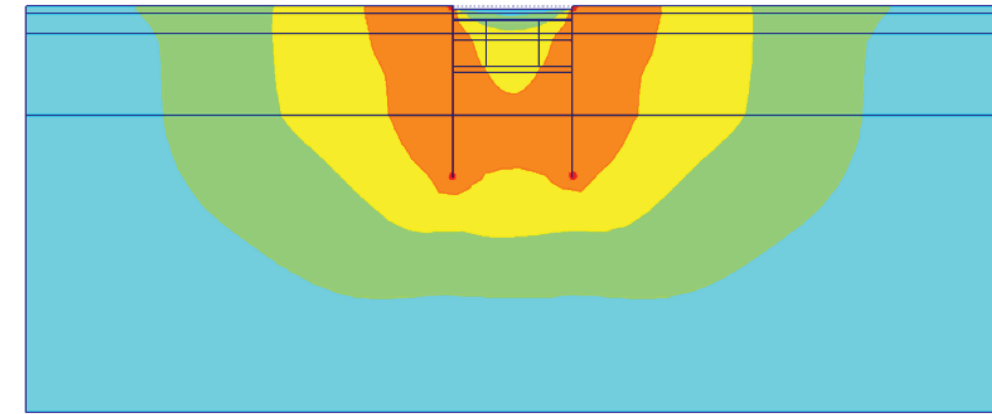
Fig. 61 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )



[\*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 )

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



[\*10<sup>-3</sup>]  
1.000  
0.000  
-1.000  
-2.000  
-3.000  
-4.000  
-5.000

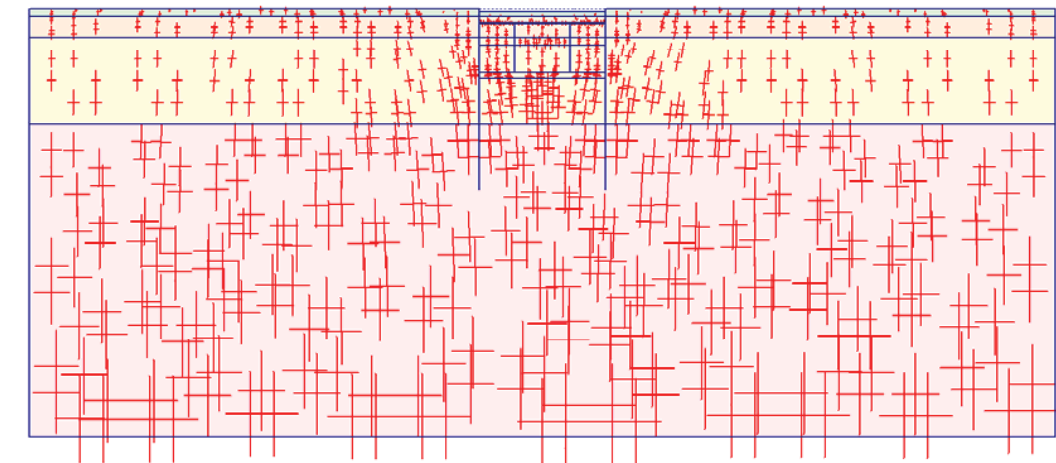
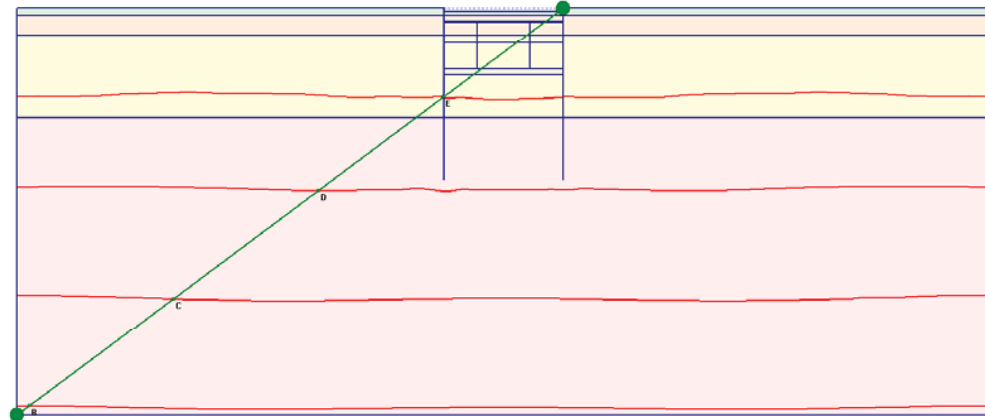




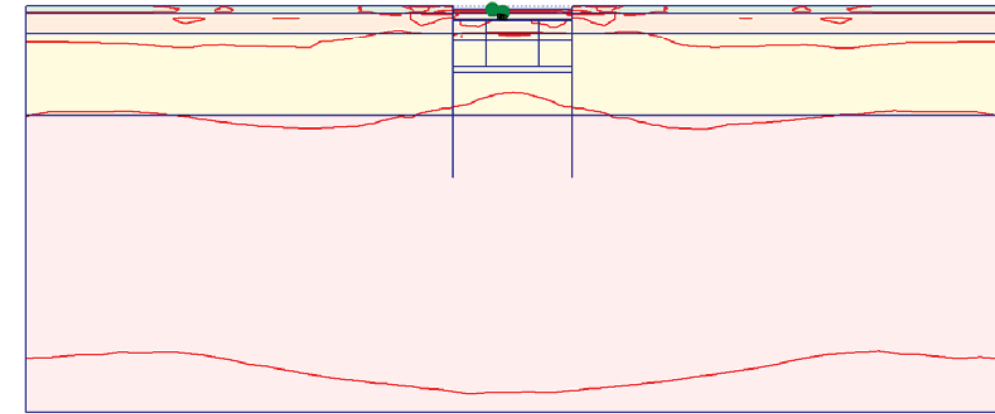
Fig. 64 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )



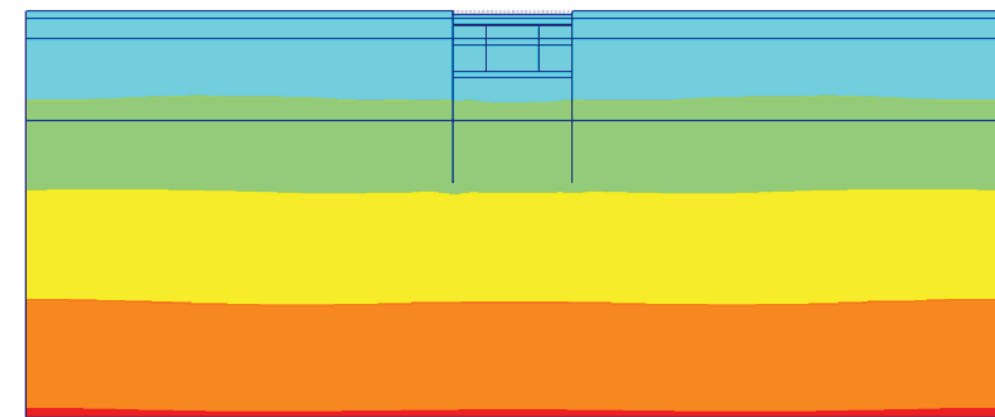
A: -500.000  
B: -400.000  
C: -300.000  
D: -200.000  
E: -100.000  
F: 0.000  
G: 100.000

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 )

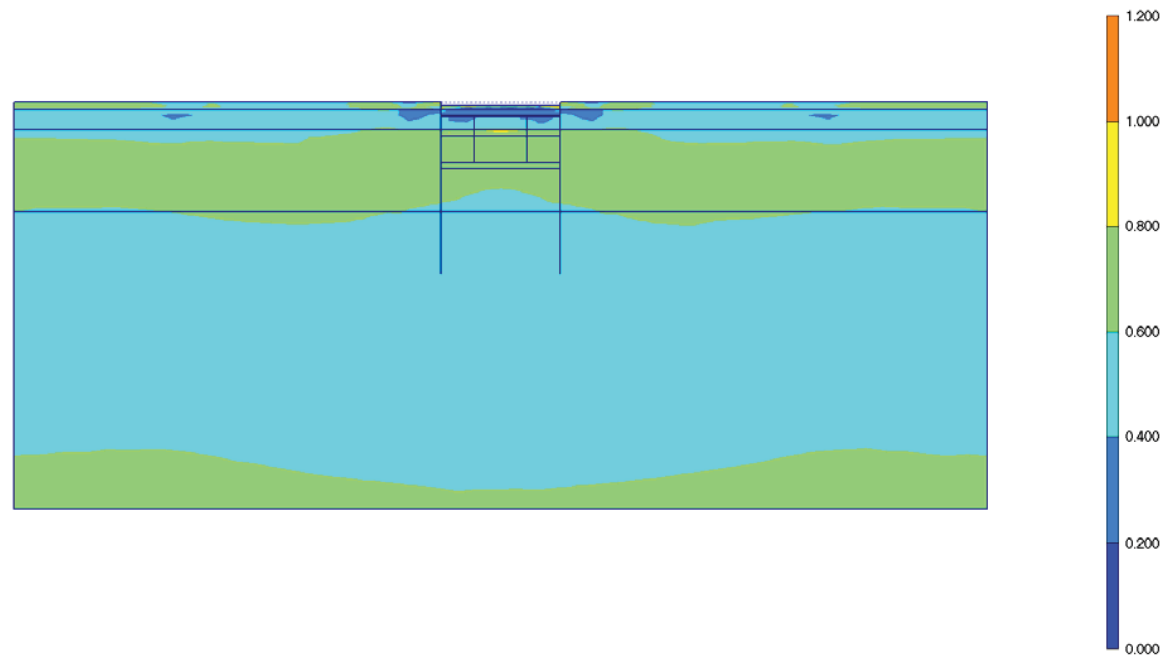
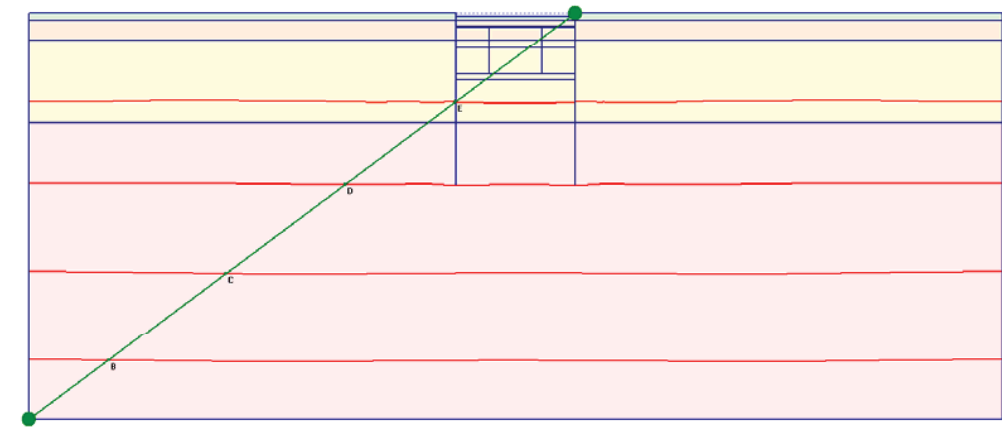
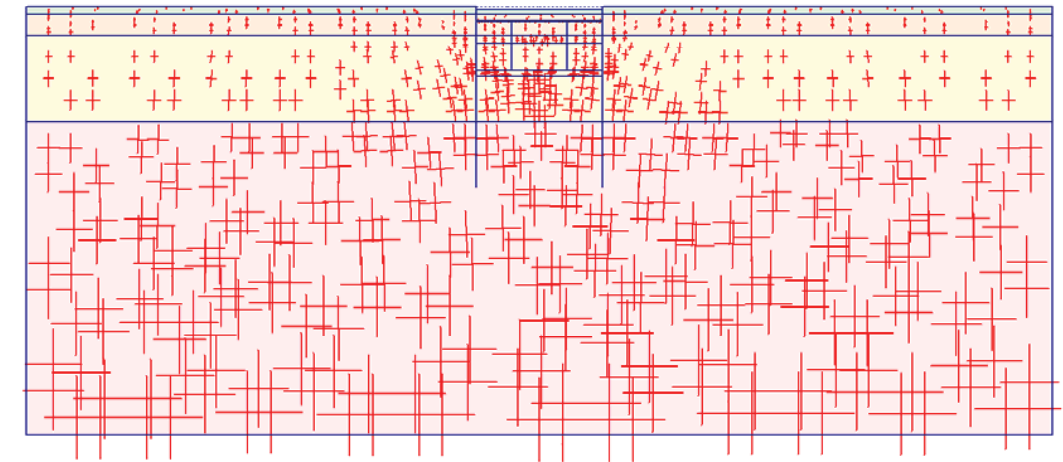


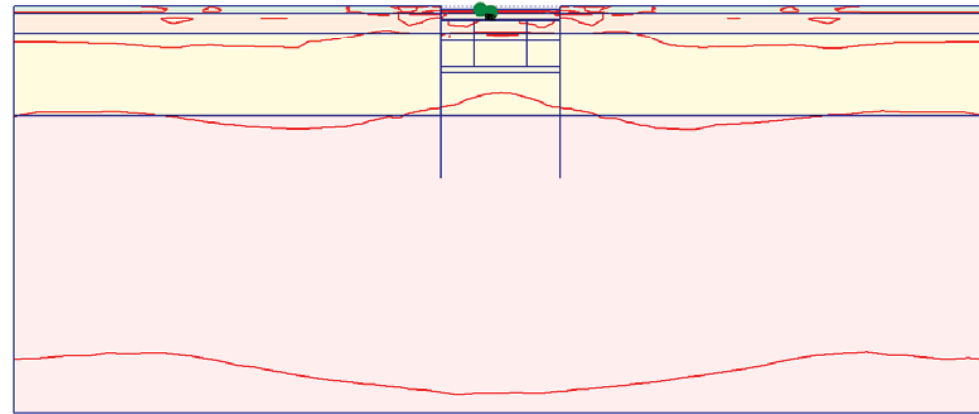
Fig. 68 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )

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



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

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 )

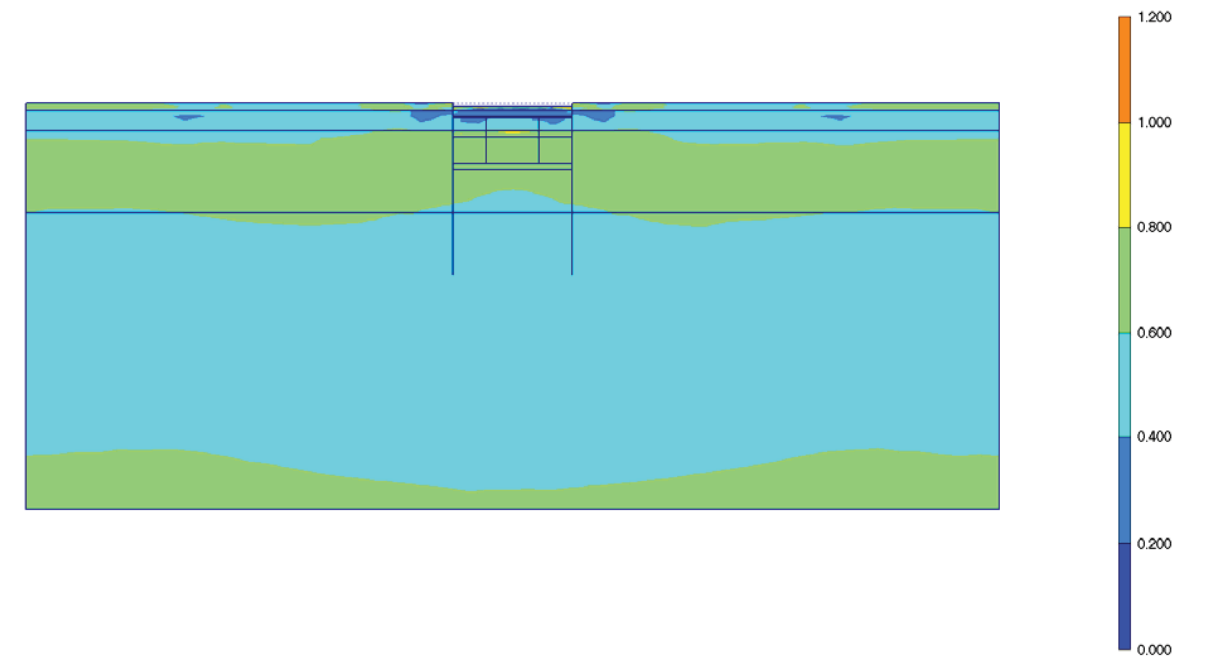
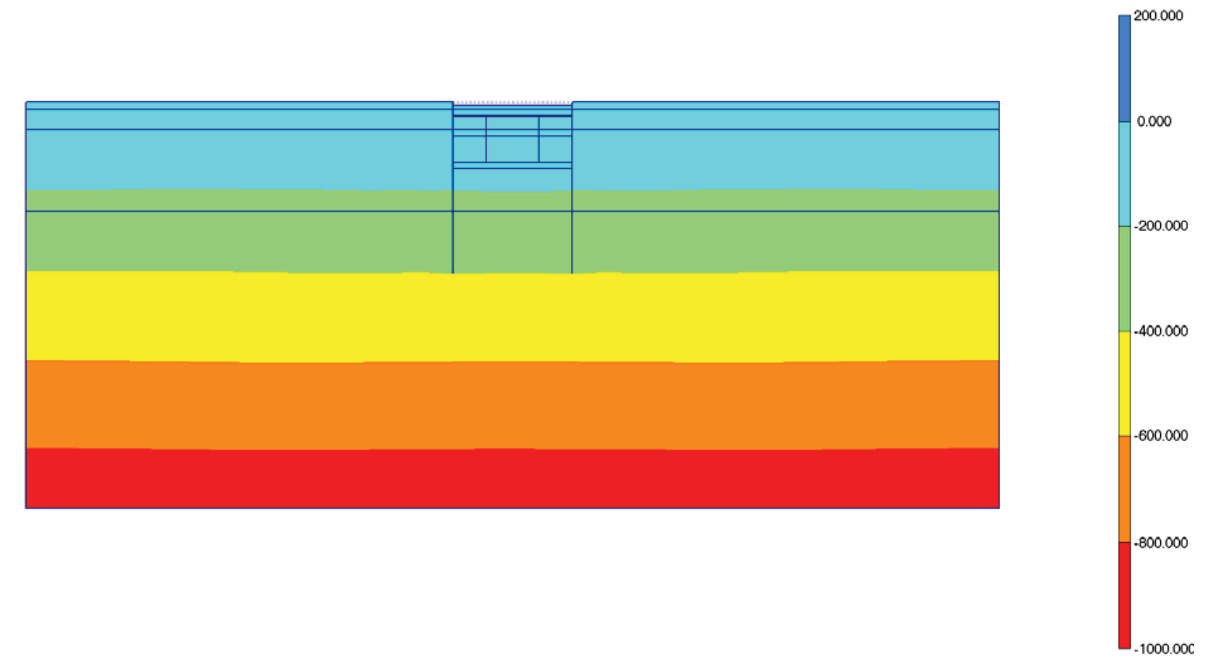
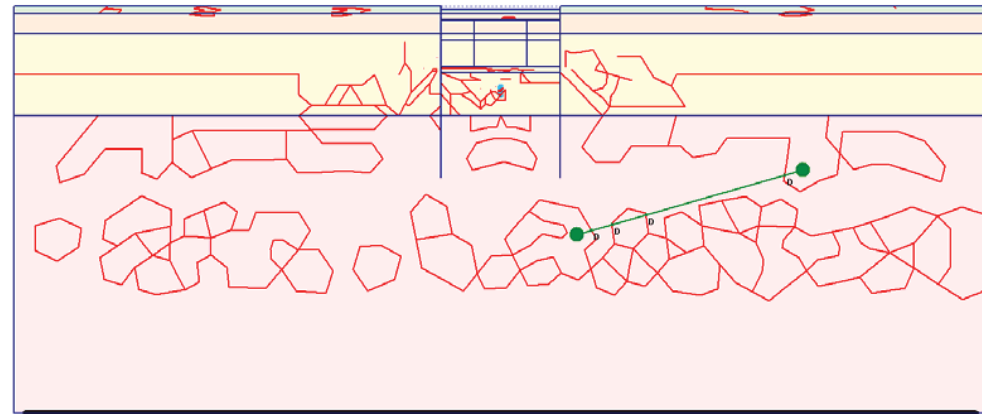


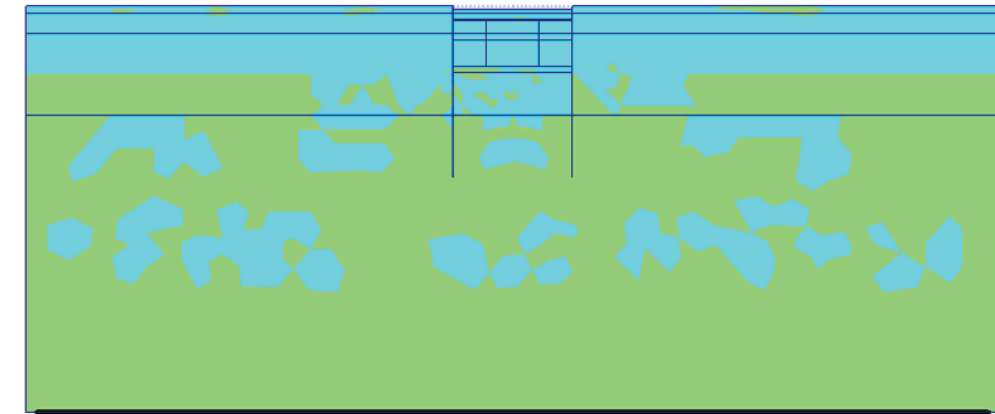
Fig. 73 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 9 - ( phase: 3 )



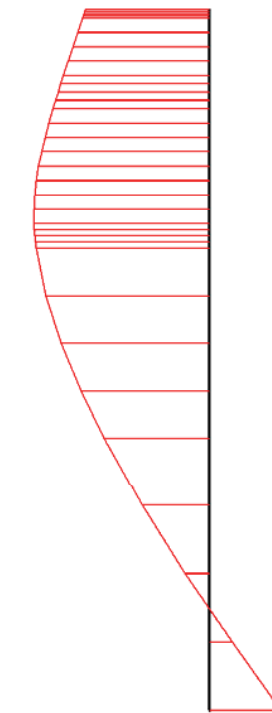
[\*10<sup>-3</sup>]  
A: 2470.000  
B: 2480.000  
C: 2490.000  
D: 2500.000  
E: 2510.000  
F: 2520.000  
G: 2530.000

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 )

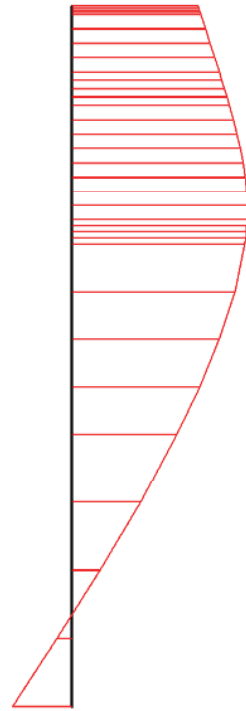


[\*10<sup>-3</sup>]  
2530.000  
2520.000  
2510.000  
2500.000  
2490.000  
2480.000  
2470.000





**Fig. 76 Horizontal displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $-293,52 \cdot 10^{-6}$  m (phase: 3)



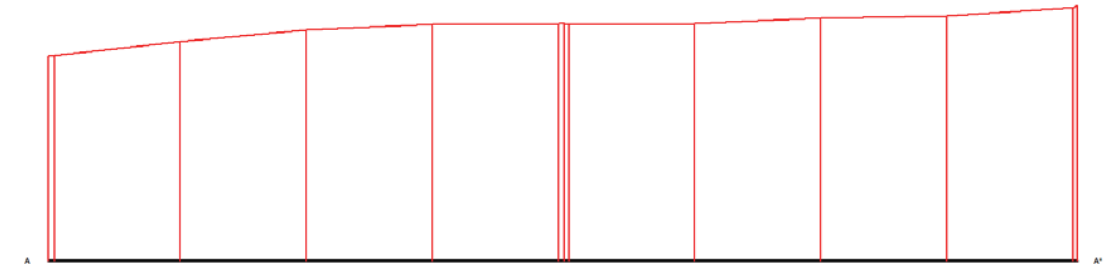
**Fig. 77 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)**  
Extreme value  $291,11 \cdot 10^{-6}$  m (phase: 3)

**Fig. 78 Vertical displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $-4,22 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 3)

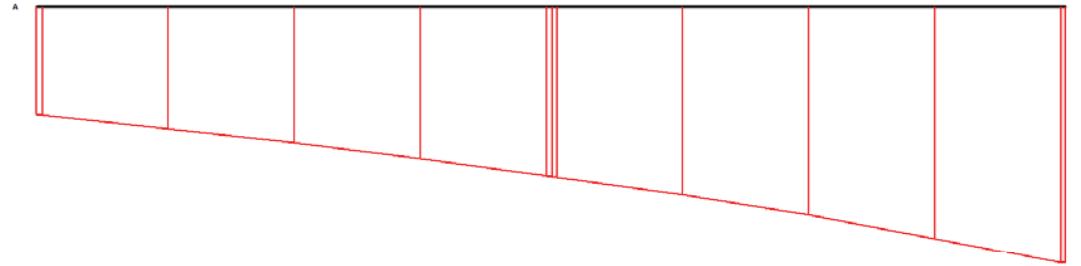




**Fig. 79 Vertical displacements in beam (plate no: 1)**  
Extreme value  $-4,19 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 3)



**Fig. 80 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $1,09 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 3)



**Fig. 81 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-3,52 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 3)

### 11. RESULTS FOR PHASE 4

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

Step no:	12
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,281
Relative stiffness	0,327

**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	0,105	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	1078	1021	213	42	42	12	12
2	0,003	1081	1020	56	42	2	9	9

**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	100	0,000	-20,000	302	0,000	-20,000
2	302	0,000	-40,000	1106	0,000	-40,000
3	1836	0,000	-40,000	2116	0,000	-40,000
4	2116	0,000	-20,000	2338	0,000	-20,000

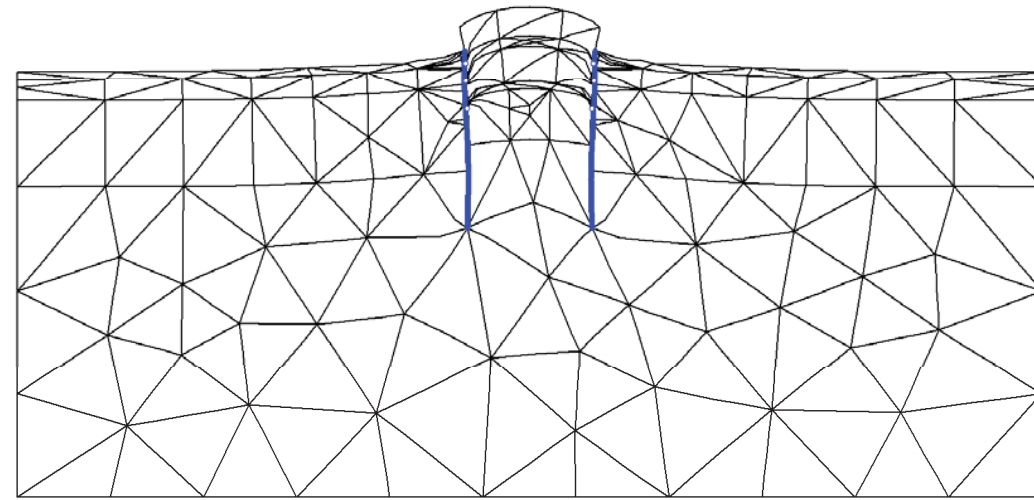


Fig. 82 Plot of deformed mesh  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

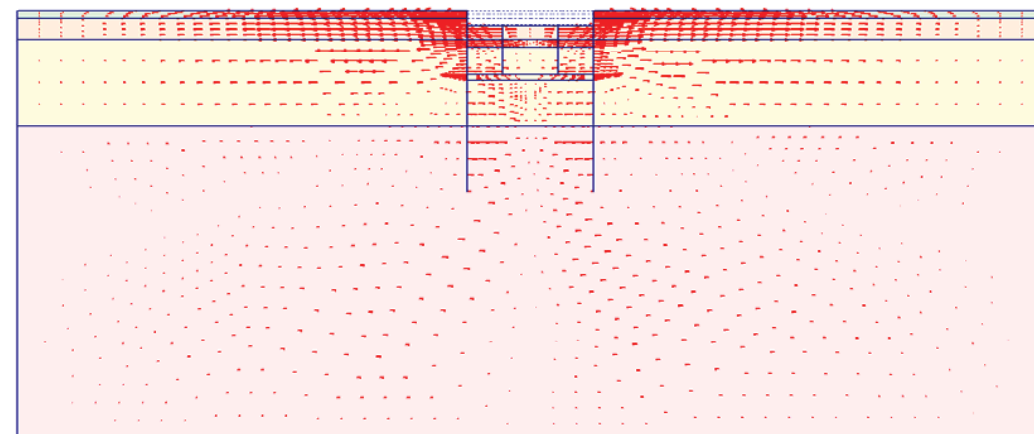
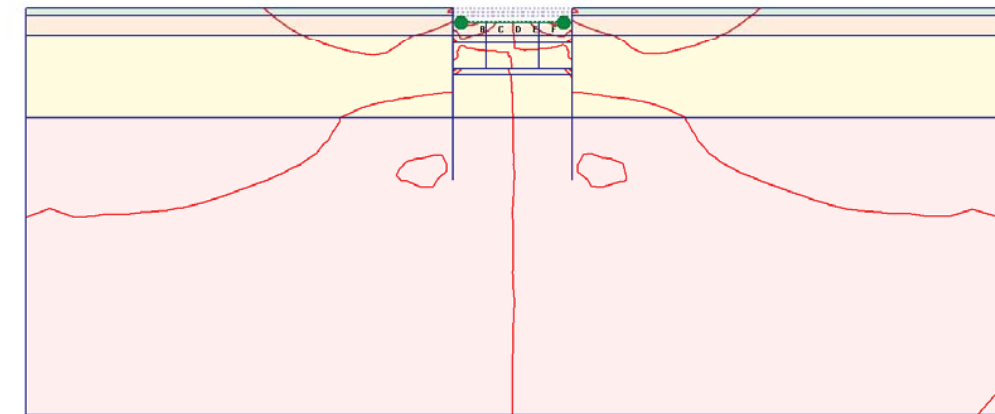


Fig. 83 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )



[\*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 )



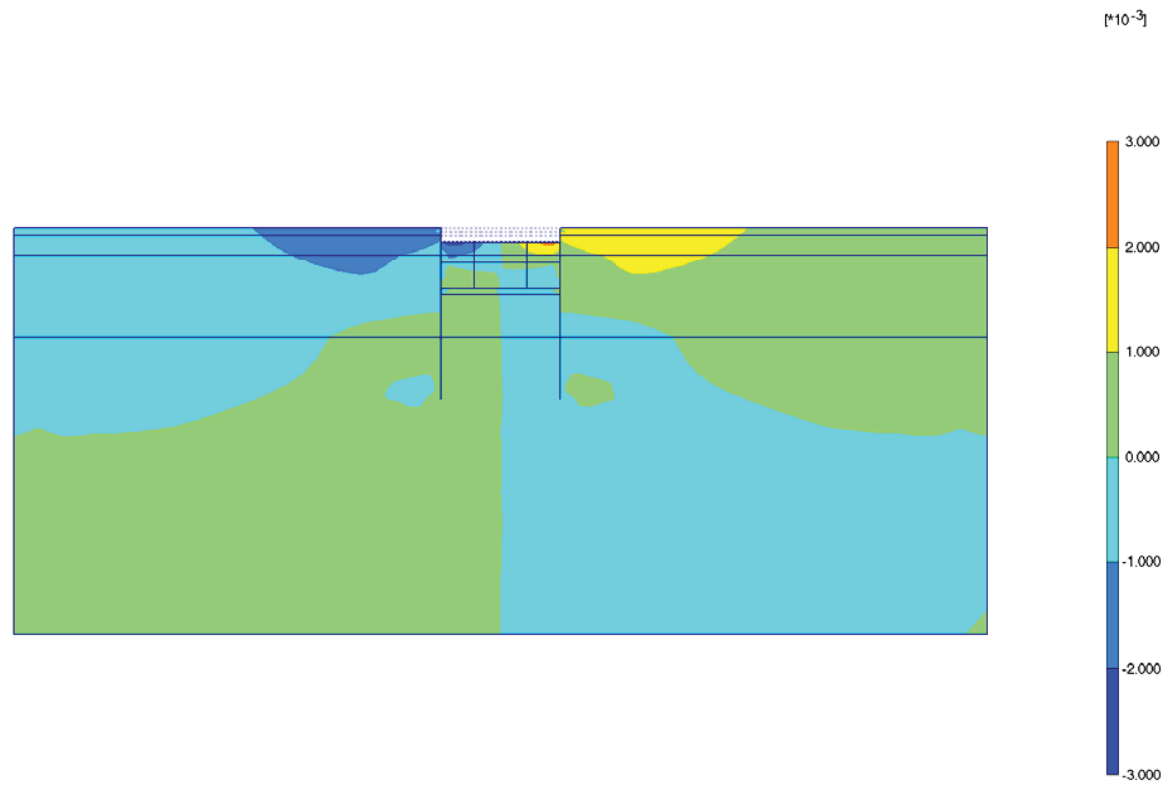


Fig. 85 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

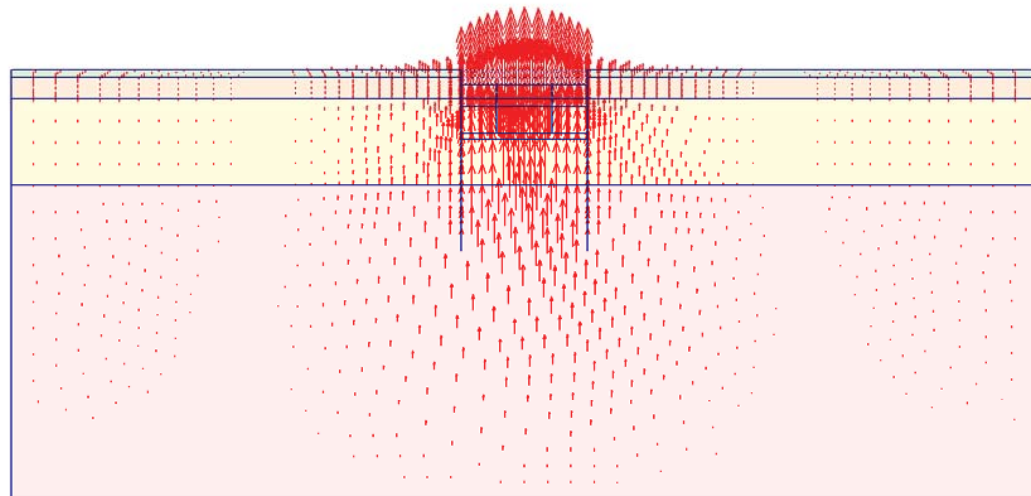


Fig. 86 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

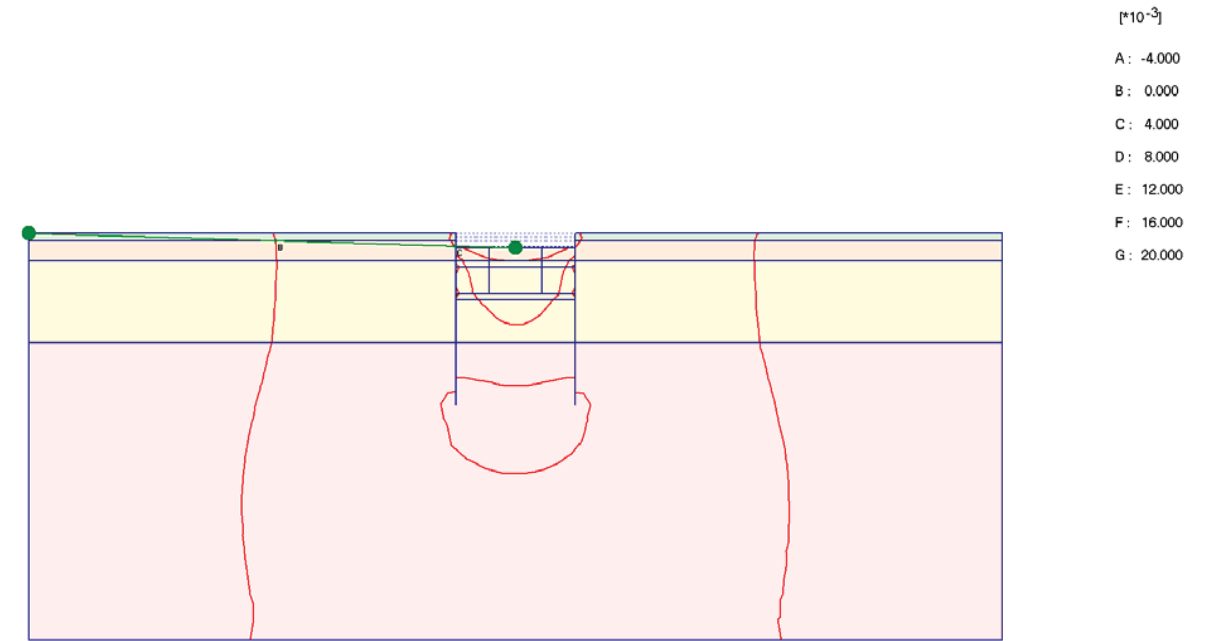
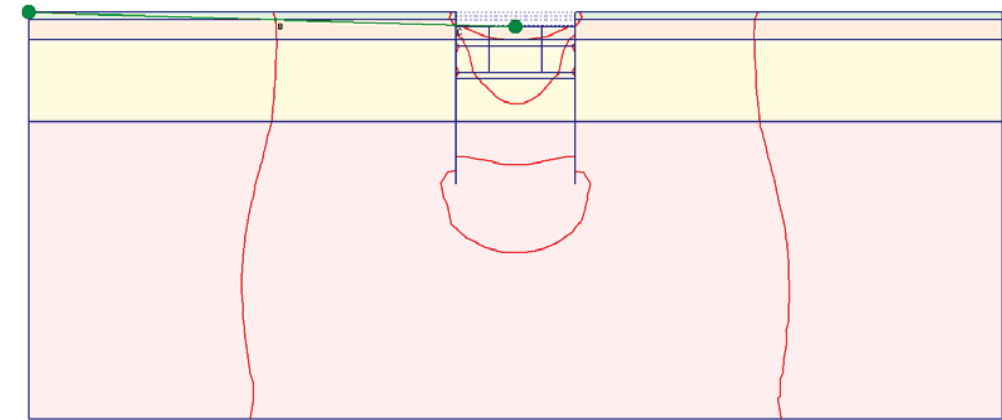


Fig. 87 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )



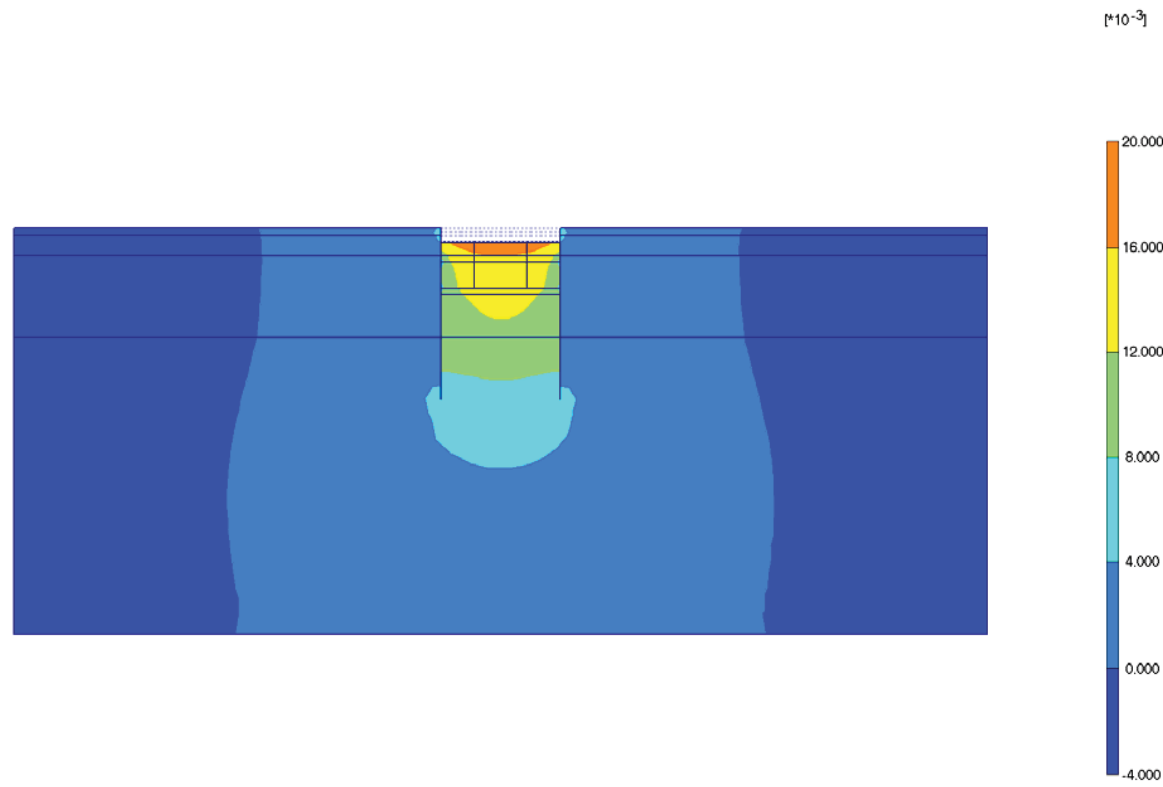


Fig. 88 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

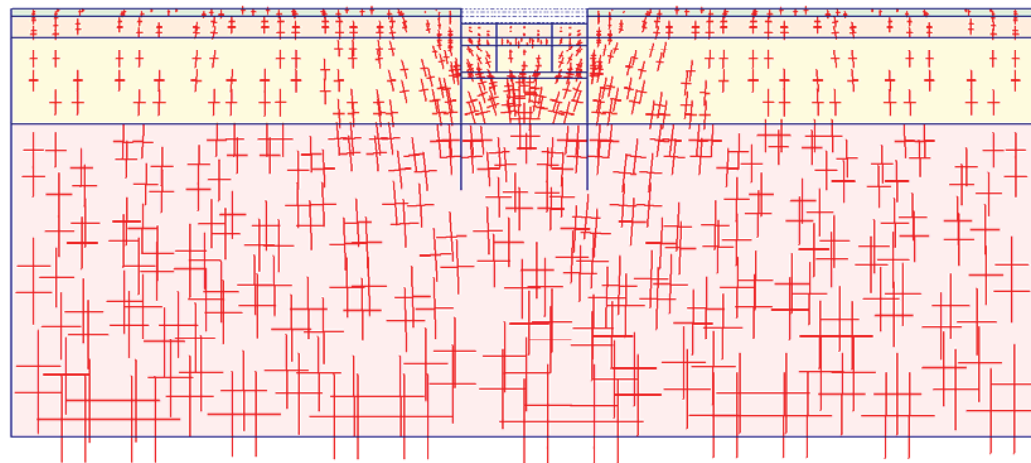


Fig. 89 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

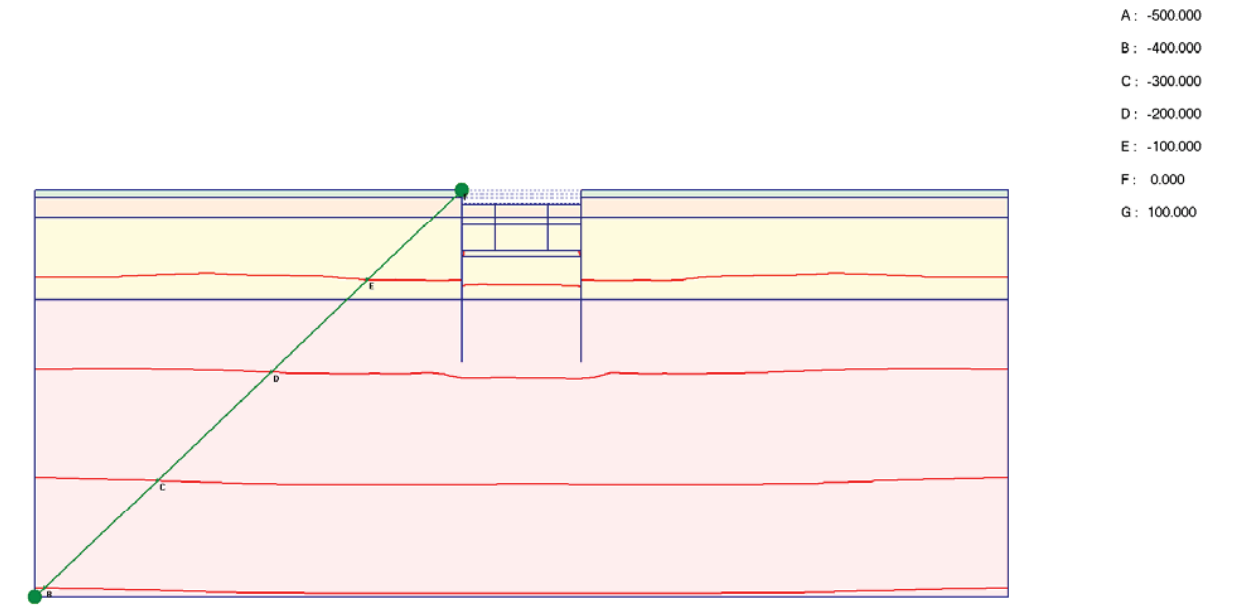
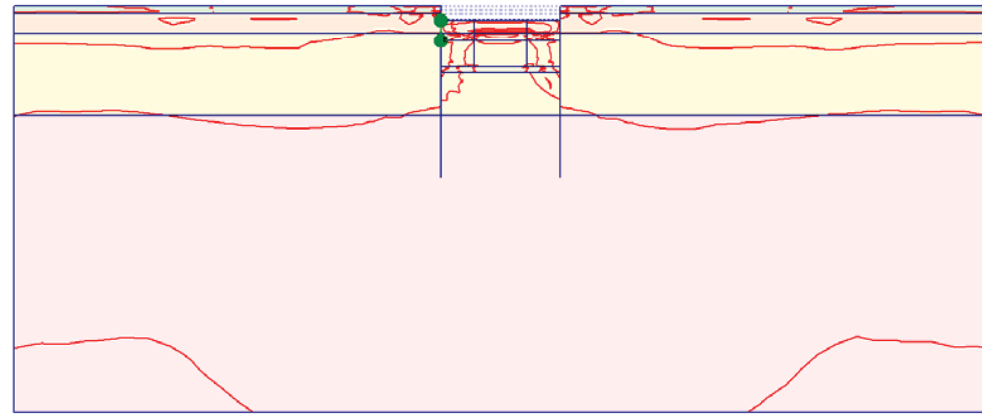
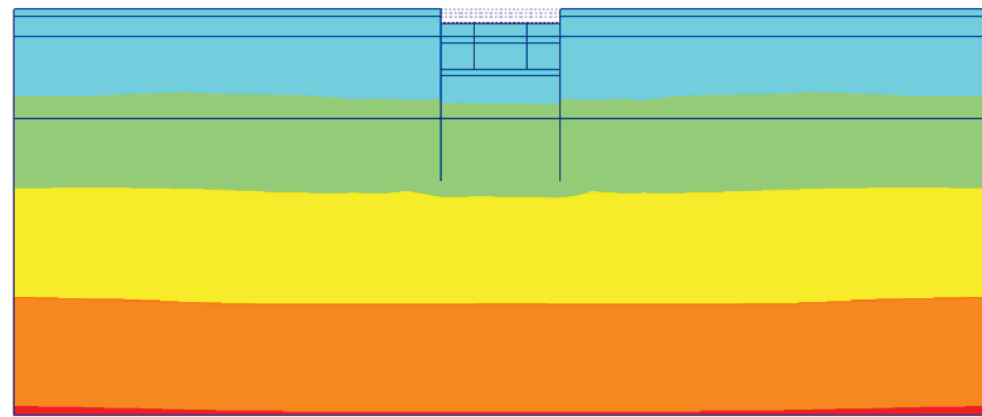


Fig. 90 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )



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

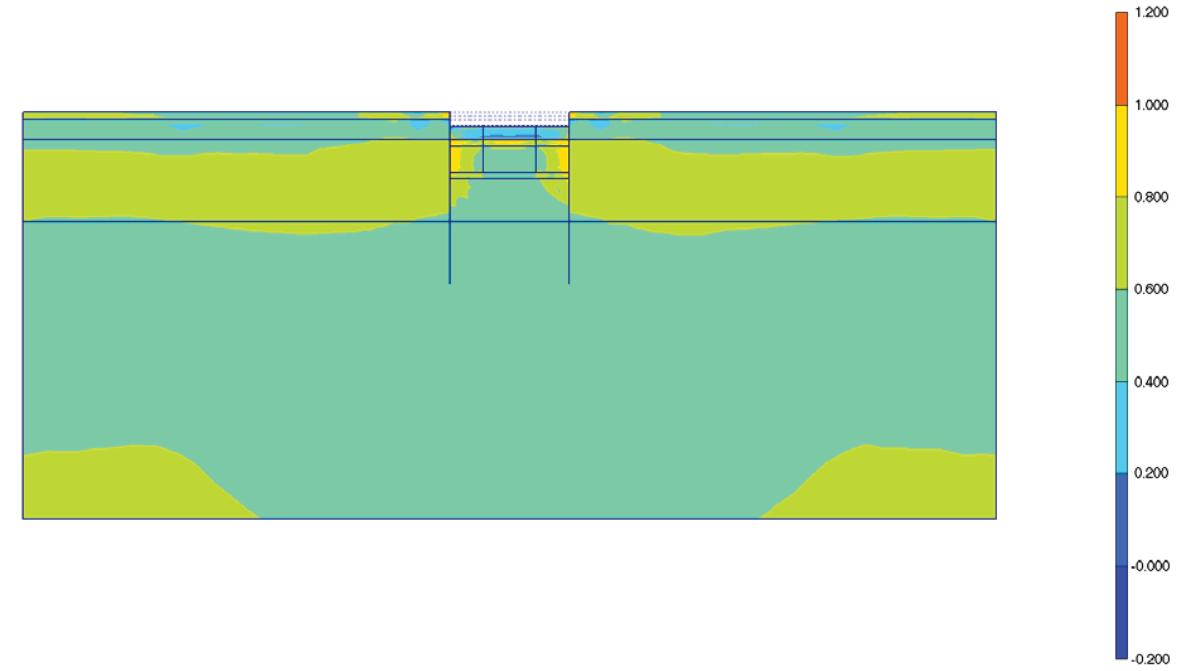


Fig. 93 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

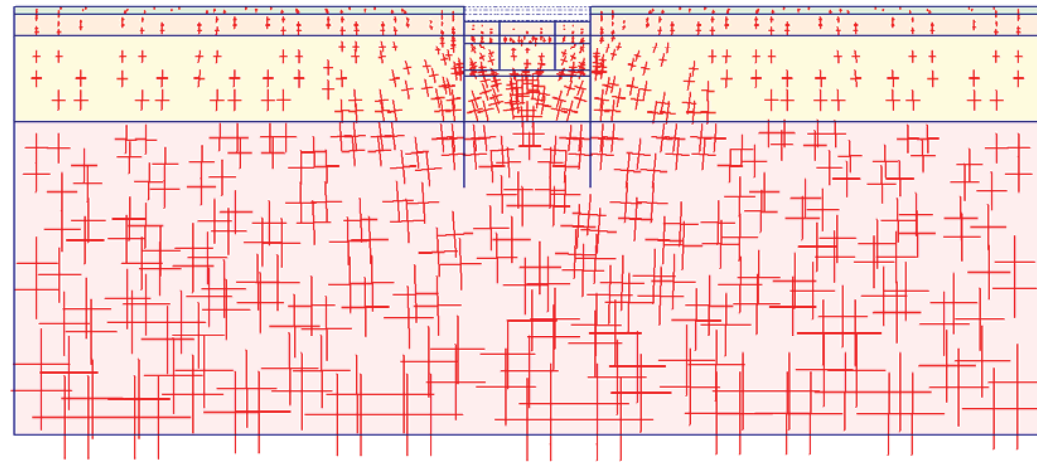


Fig. 94 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

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

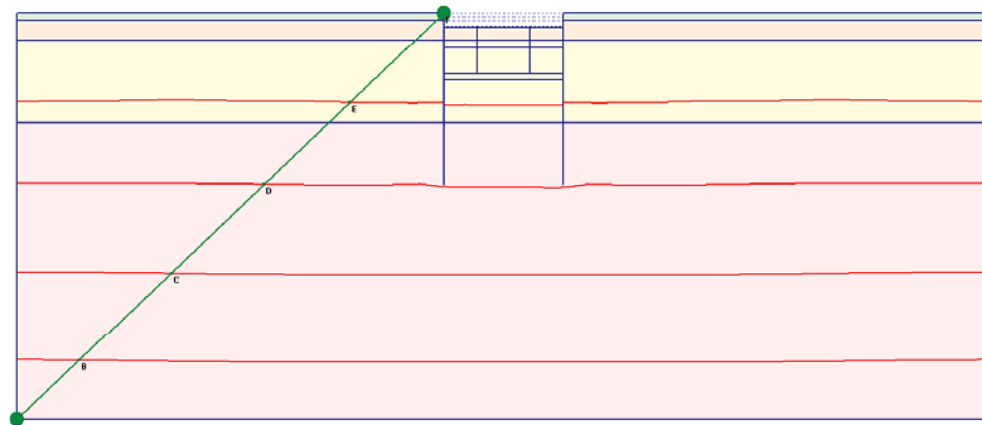


Fig. 95 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

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

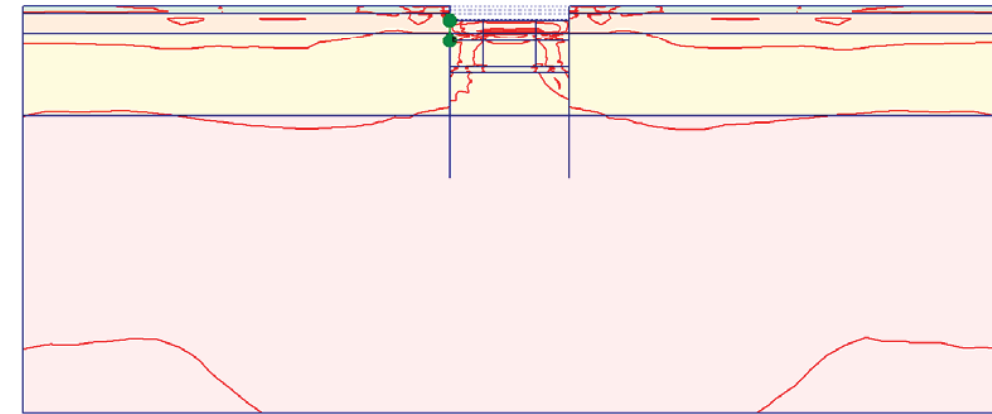


Fig. 96 Plot of total stresses (relative shear contours)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )



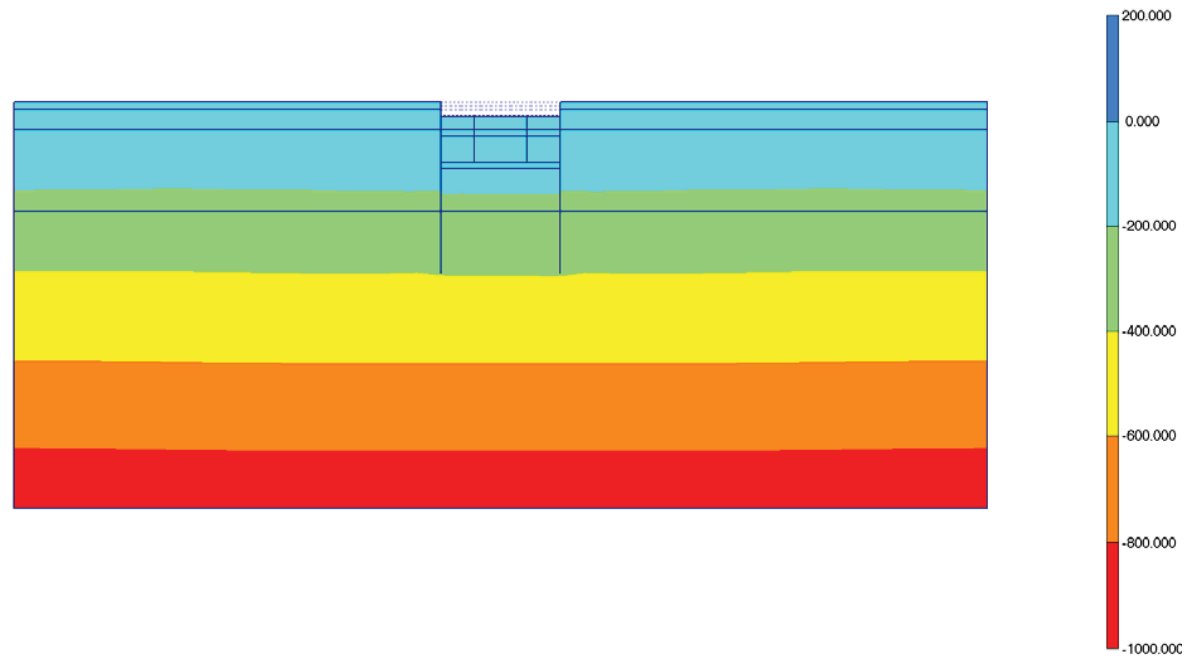


Fig. 97 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

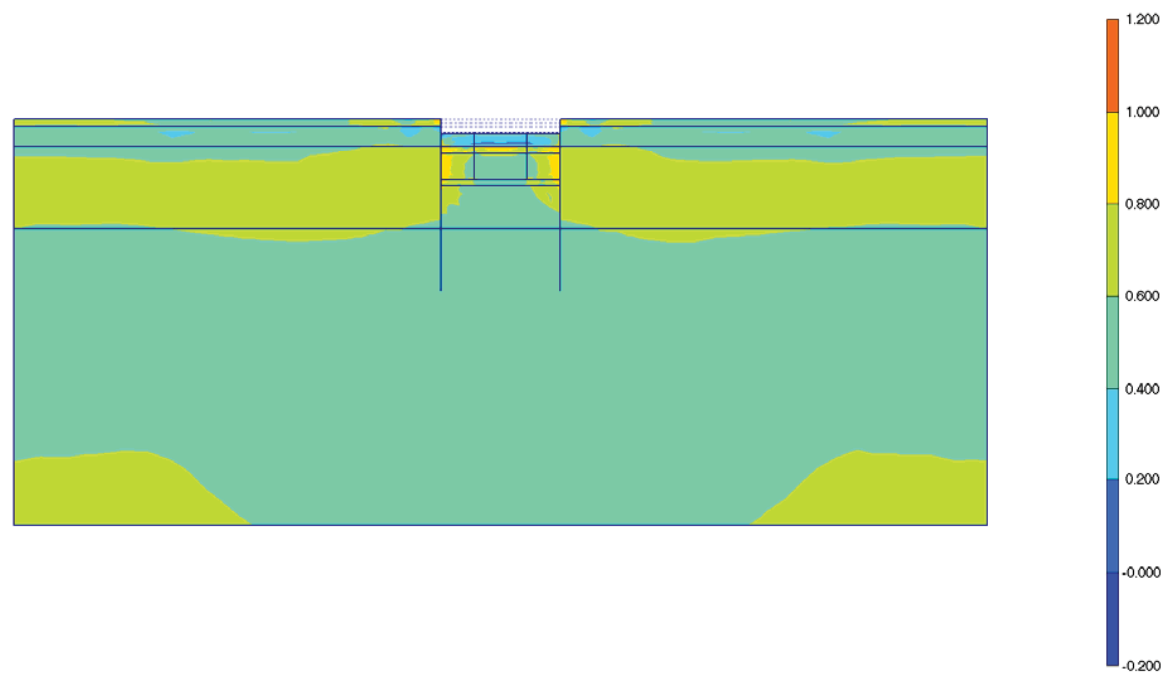


Fig. 98 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

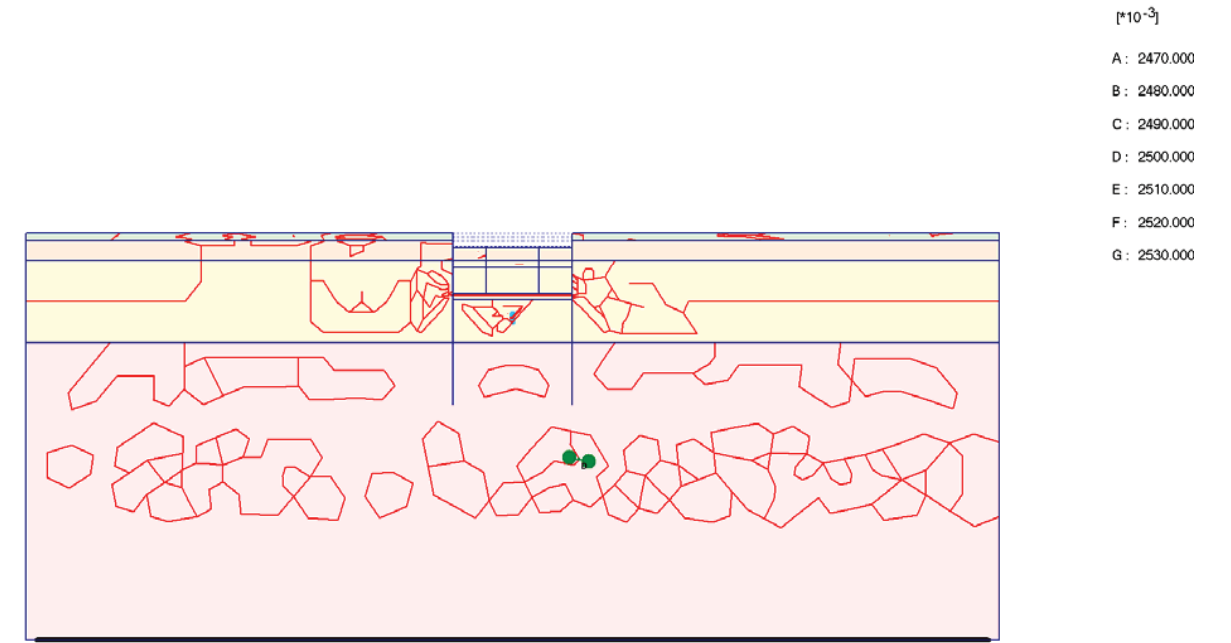


Fig. 99 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

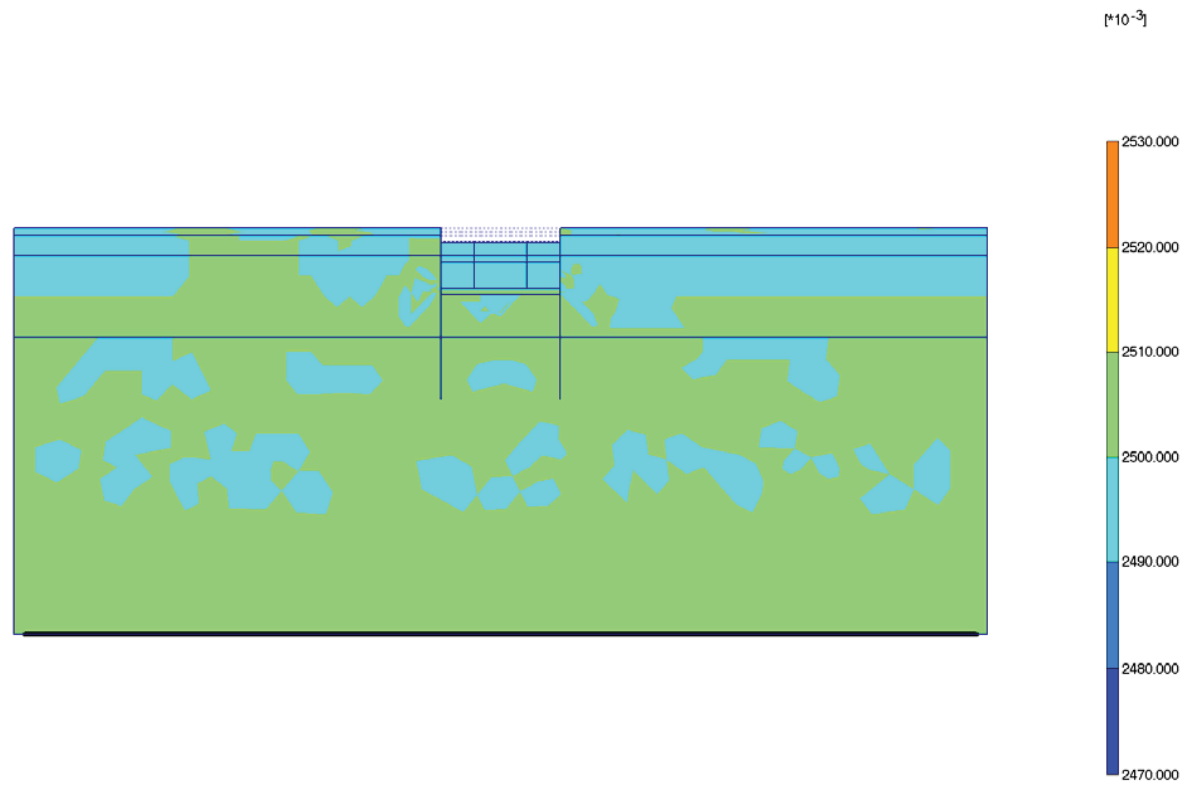


Fig. 100 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 12 - ( phase: 4 )

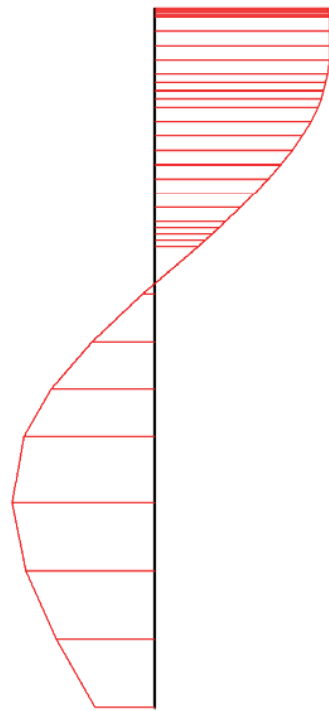


Fig. 101 Horizontal displacements in beam (plate no: 2)  
Extreme value  $544,02*10^{-6}$  m (phase: 4)

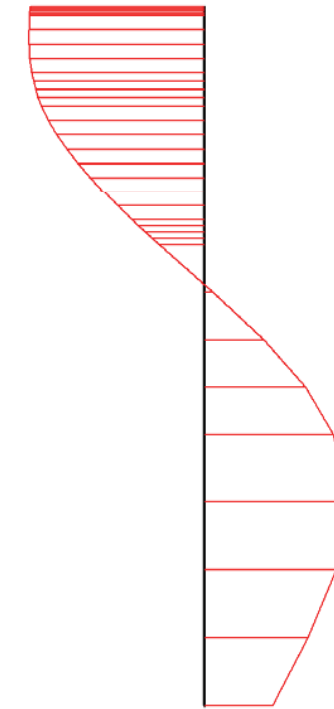
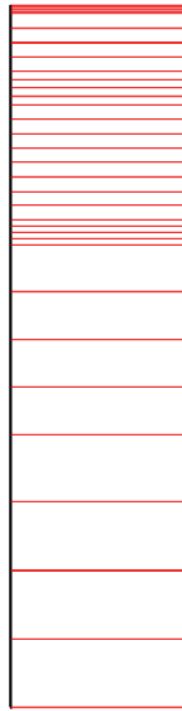
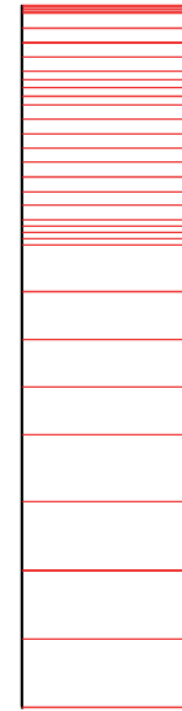


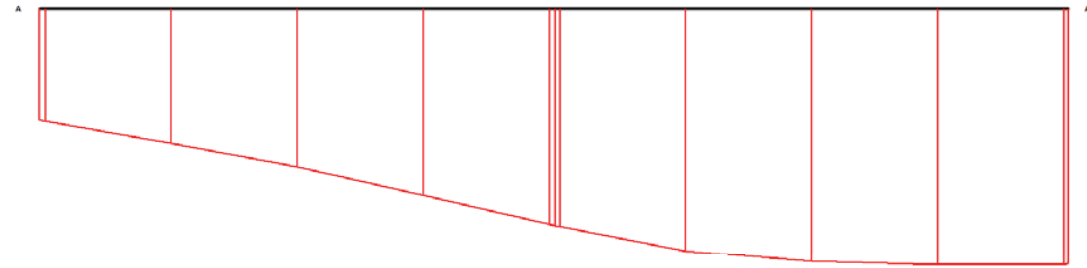
Fig. 102 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)  
Extreme value  $-560,34*10^{-6}$  m (phase: 4)



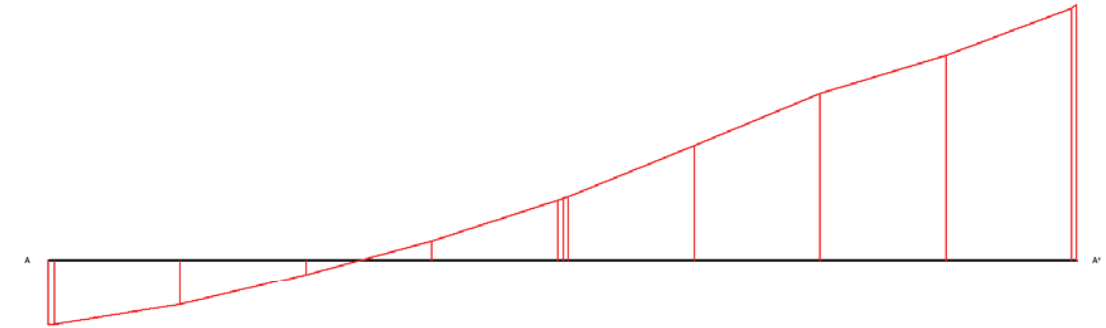
**Fig. 103 Vertical displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $5,59 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 4)



**Fig. 104 Vertical displacements in beam (plate no: 1)**  
Extreme value  $5,62 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 4)



**Fig. 105 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $-1,57 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 4)



**Fig. 106 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $1,50 \cdot 10^{-3}$  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	0,779

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	402	526	162	32	32	2	2
2	0,001	420	525	34	33	0	2	2
3	0,002	607	674	178	34	34	2	2
4	0,001	620	682	52	34	1	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	100	0,000	-20,000	302	0,000	-20,000
2	302	0,000	-40,000	1106	0,000	-40,000
3	1836	0,000	-40,000	2116	0,000	-40,000
4	2116	0,000	-20,000	2338	0,000	-20,000

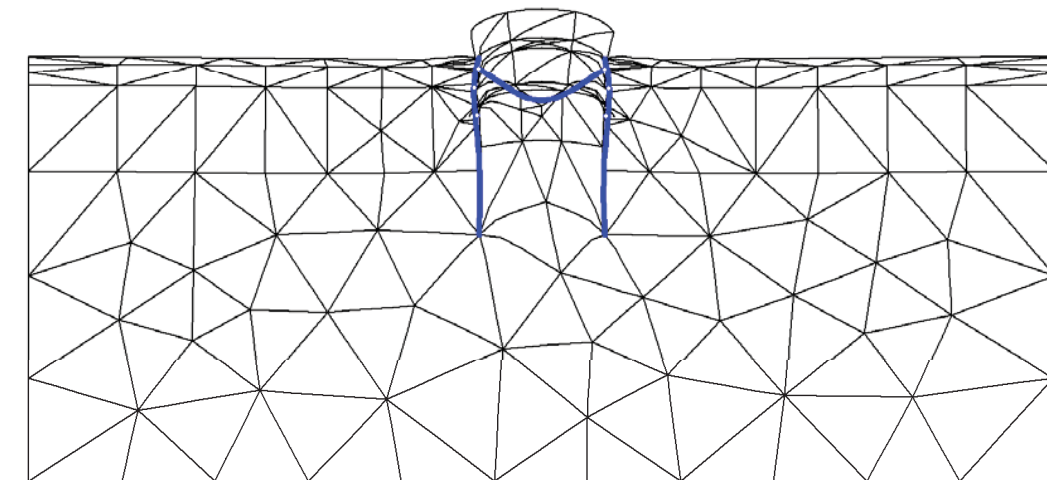


Fig. 107 Plot of deformed mesh - step no: 15 - ( phase: 5 )

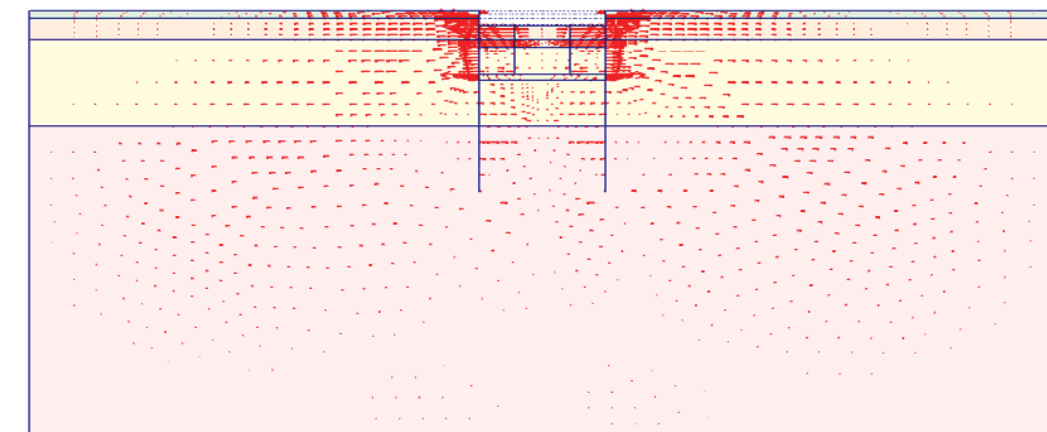
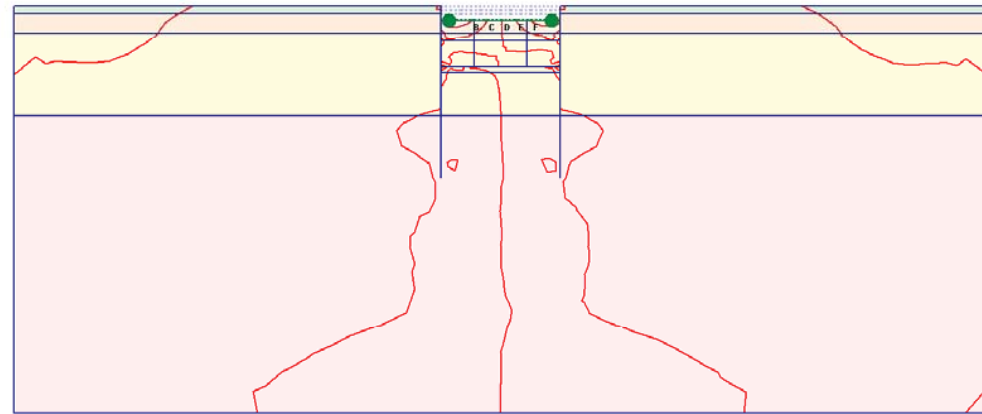


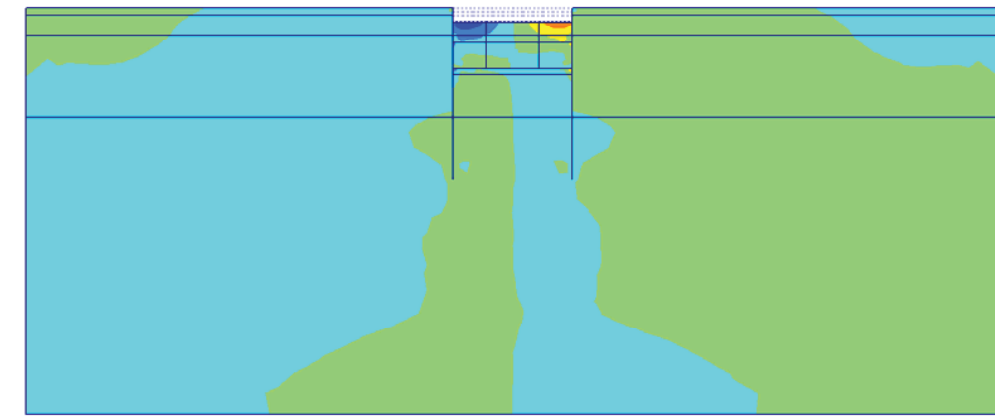
Fig. 108 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



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

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

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



[\*10<sup>-3</sup>]  
3.000  
2.000  
1.000  
0.000  
-1.000  
-2.000  
-3.000

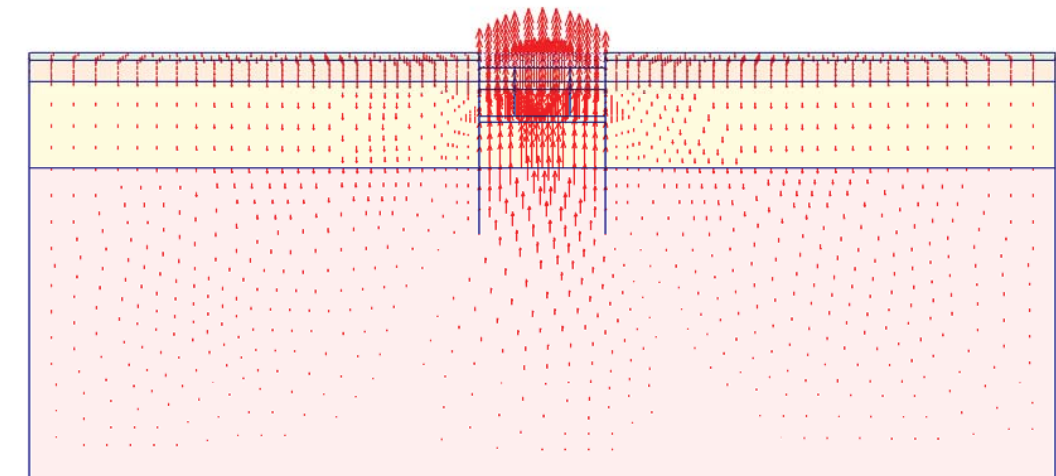
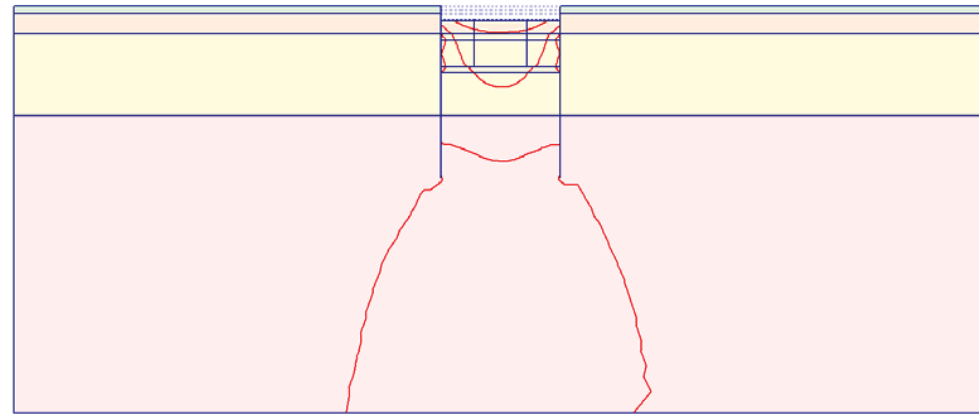




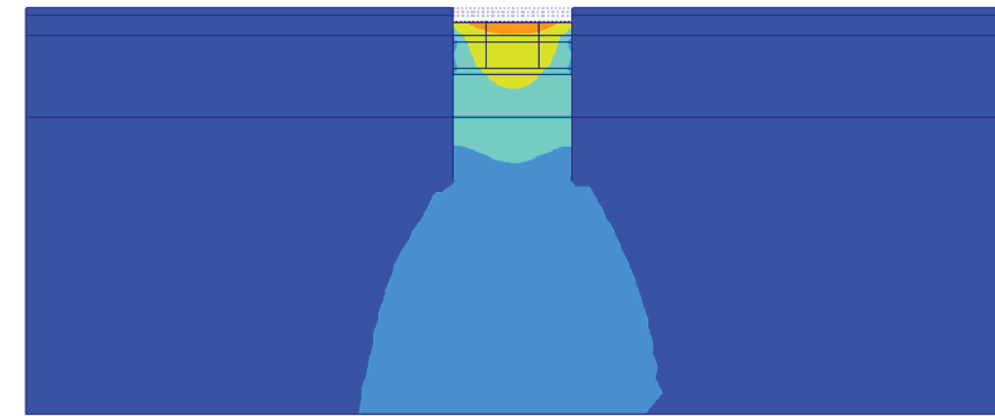
Fig. 111 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
A: -4.000  
B: 0.000  
C: 4.000  
D: 8.000  
E: 12.000  
F: 16.000

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>]

16.000  
12.000  
8.000  
4.000  
0.000  
-4.000

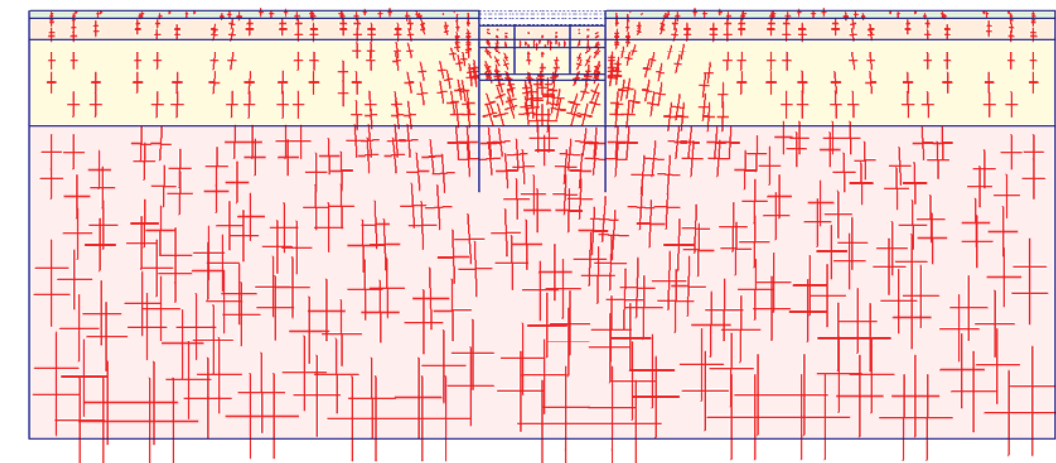


Fig. 114 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

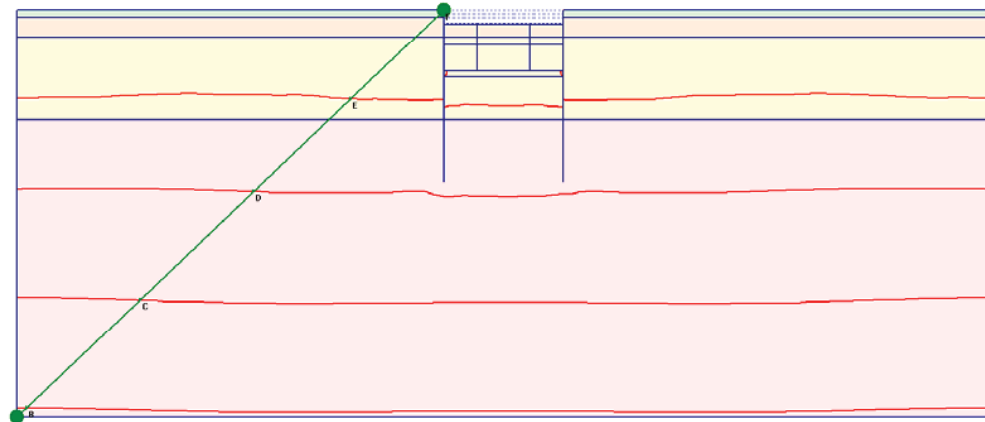


Fig. 115 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

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

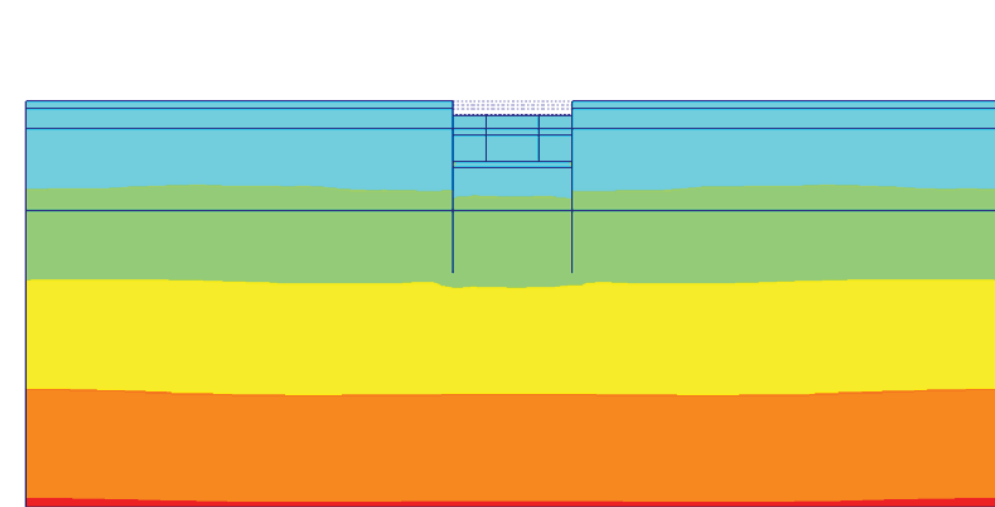
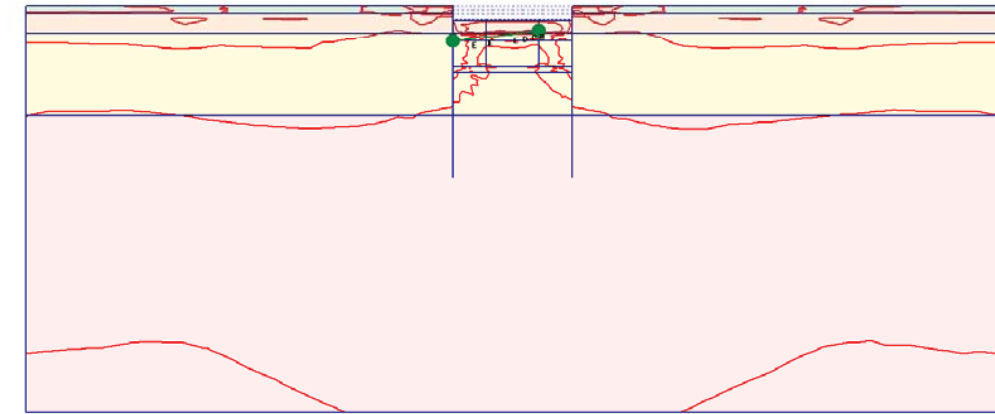


Fig. 117 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

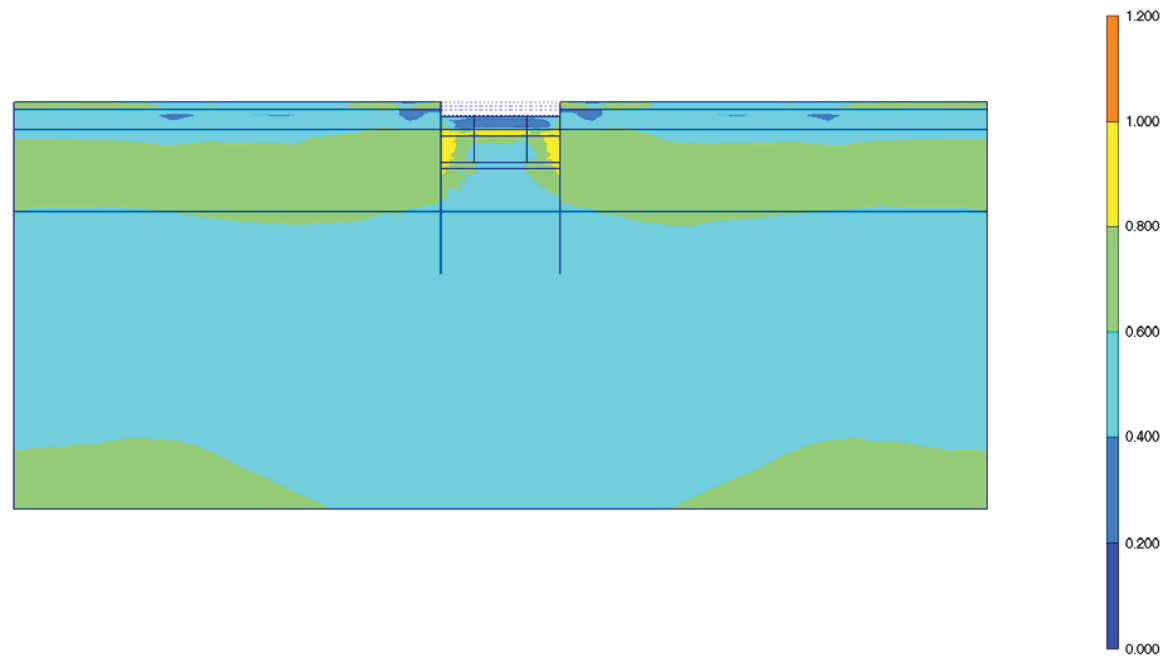


Fig. 118 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

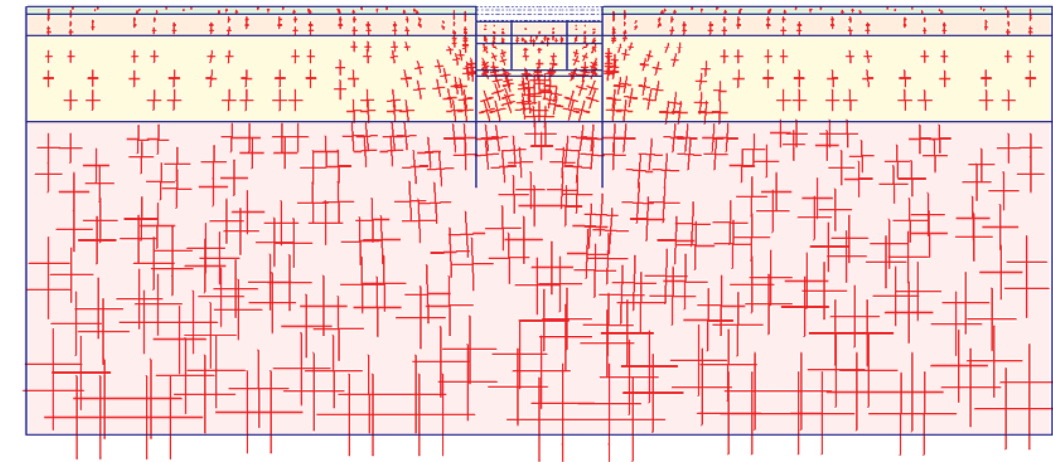


Fig. 119 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )

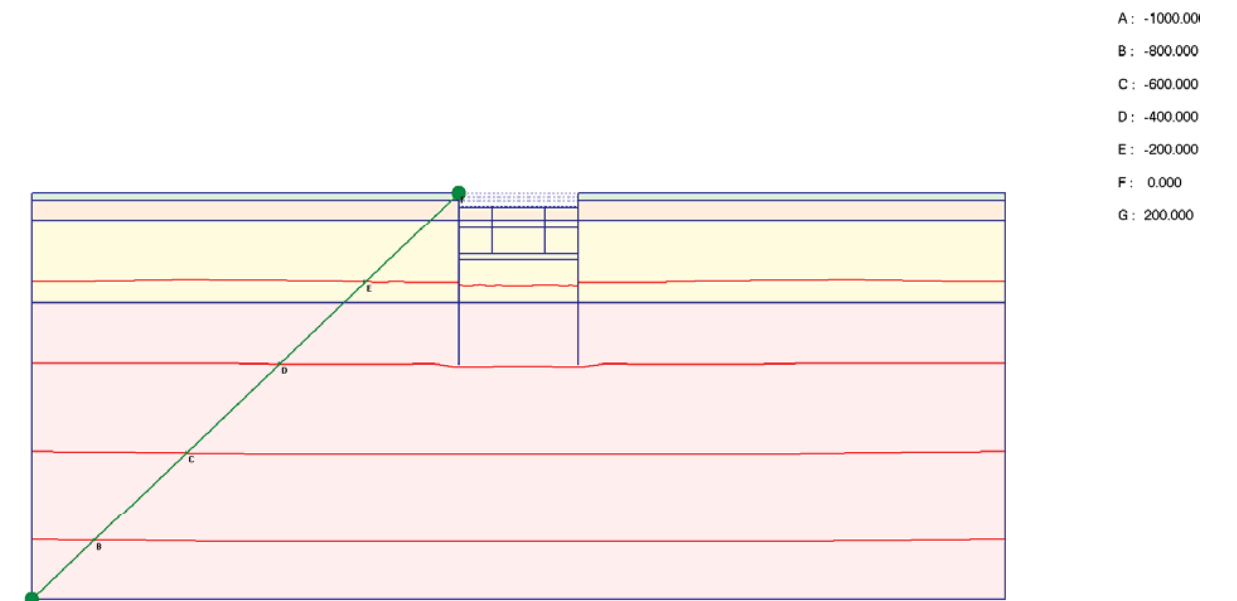
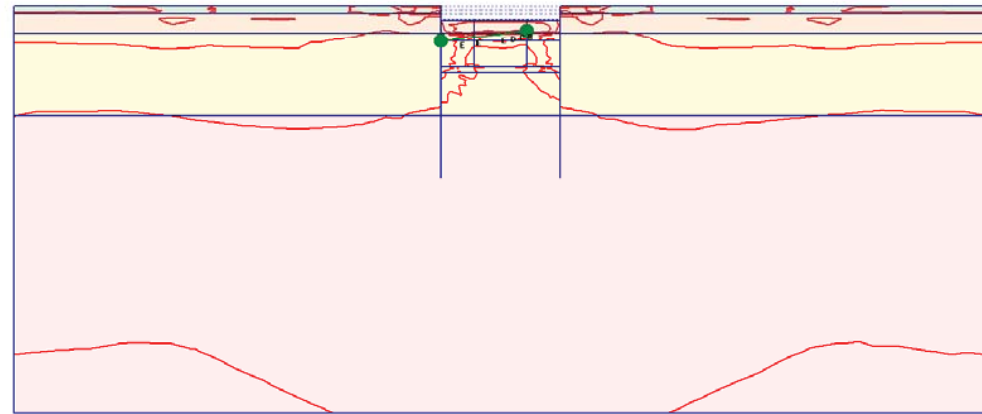


Fig. 120 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



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 )

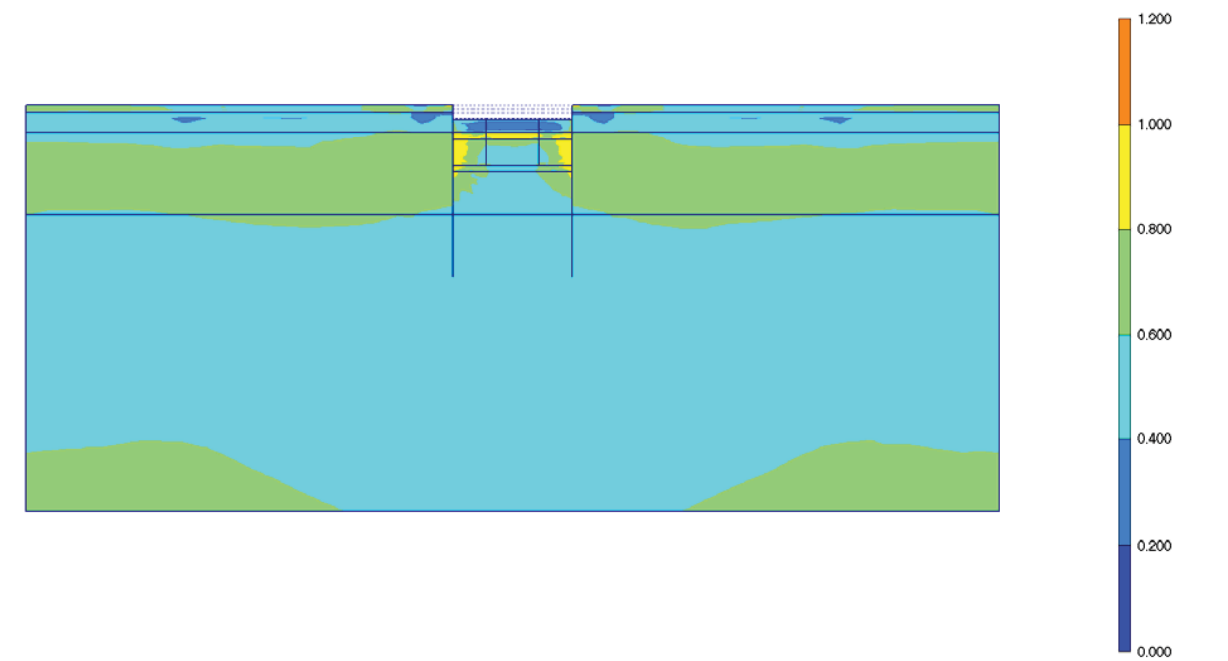
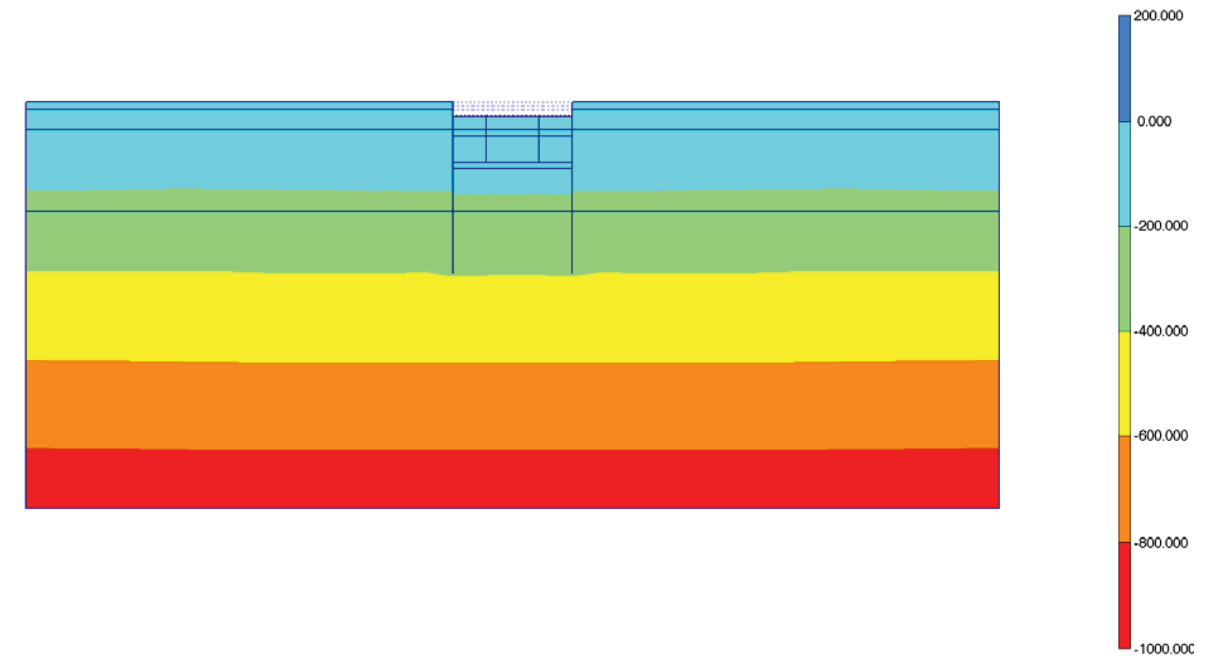
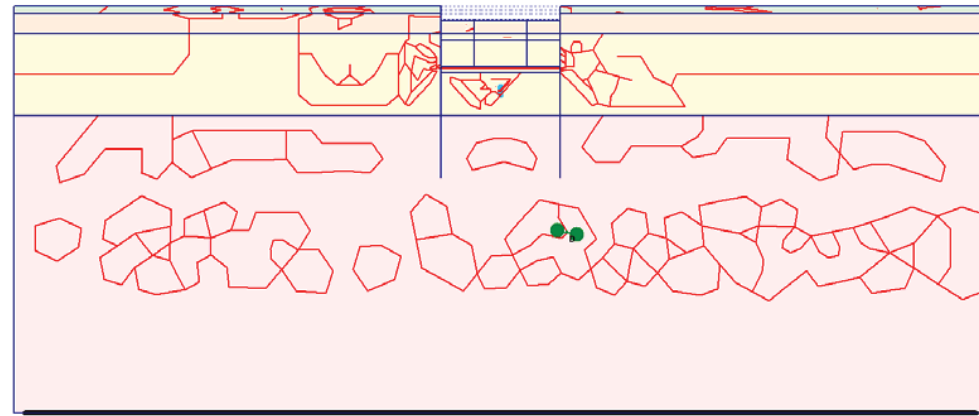


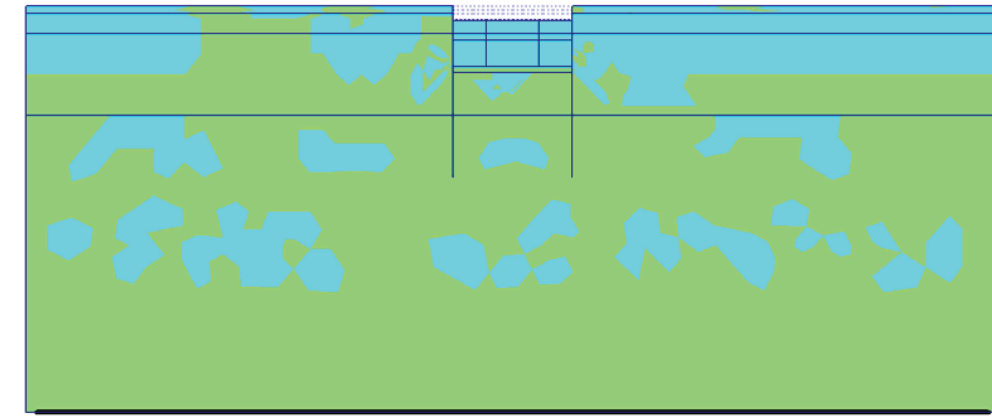
Fig. 123 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



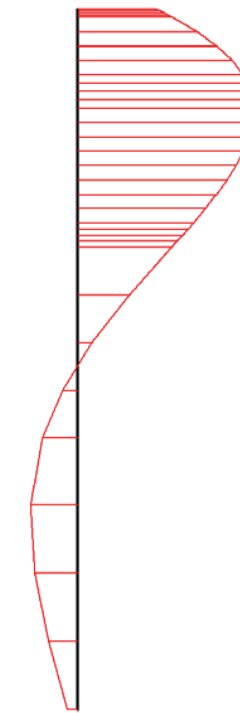
[\*10<sup>-3</sup>]  
A: 2470.000  
B: 2480.000  
C: 2490.000  
D: 2500.000  
E: 2510.000  
F: 2520.000  
G: 2530.000

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

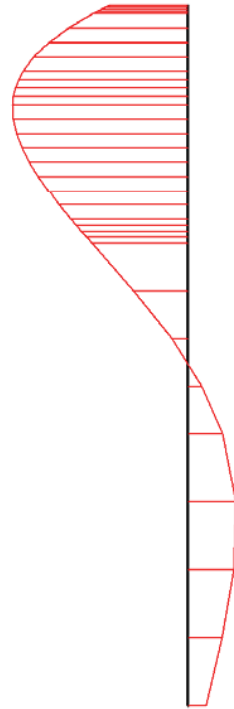
Fig. 125 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 15 - ( phase: 5 )



[\*10<sup>-3</sup>]  
2530.000  
2520.000  
2510.000  
2500.000  
2490.000  
2480.000  
2470.000



**Fig. 126 Horizontal displacements in beam (plate no: 2)**  
 Extreme value  $1,16 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 5)



**Fig. 127 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)**  
 Extreme value  $-1,18 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 5)

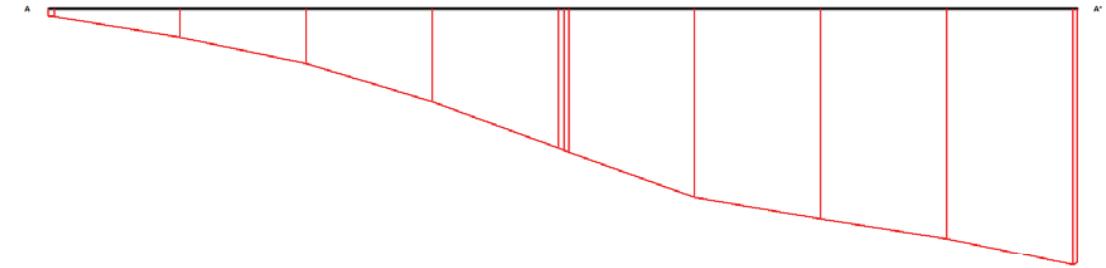


**Fig. 128 Vertical displacements in beam (plate no: 2)**  
 Extreme value  $-334,87 \cdot 10^{-6}$  m (phase: 5)

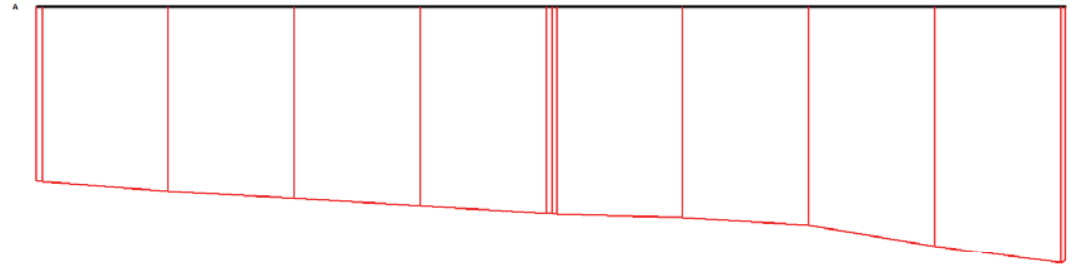




**Fig. 129 Vertical displacements in beam (plate no: 1)**  
 Extreme value  $-247,11 \cdot 10^{-6}$  m (phase: 5)



**Fig. 130 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-605,35 \cdot 10^{-6}$  m (phase: 5)



**Fig. 131 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-1,77 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 5)

### 13. RESULTS FOR PHASE 6

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

Step no:	17
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,455
Relative stiffness	0,509

**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	0,276	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	2321	1152	490	0	0	0	0
2	0,004	2313	1145	20	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	100	0,000	-20,000	302	0,000	-20,000
2	302	0,000	-40,000	1106	0,000	-40,000
3	1836	0,000	-40,000	2116	0,000	-40,000
4	2116	0,000	-20,000	2338	0,000	-20,000

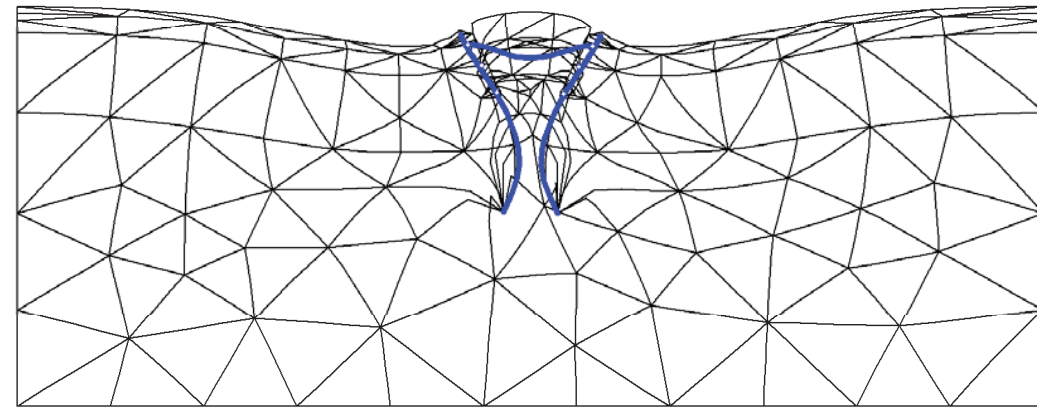


Fig. 132 Plot of deformed mesh  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

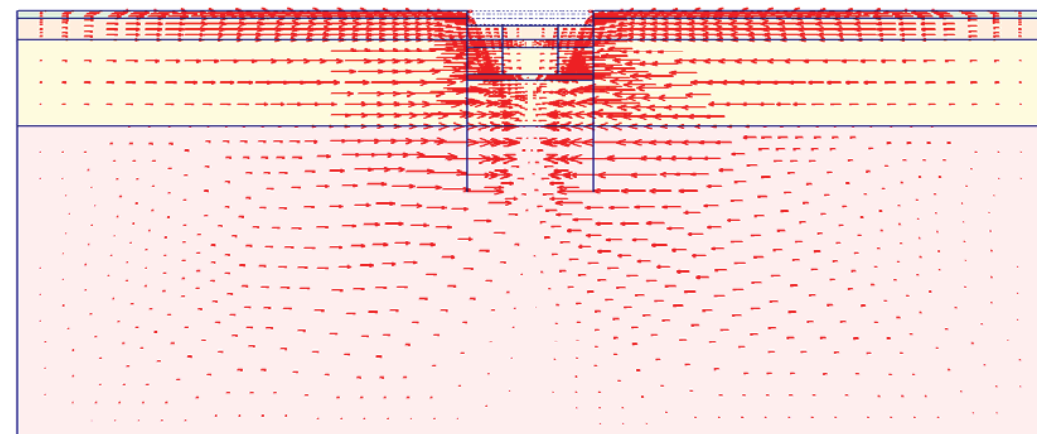
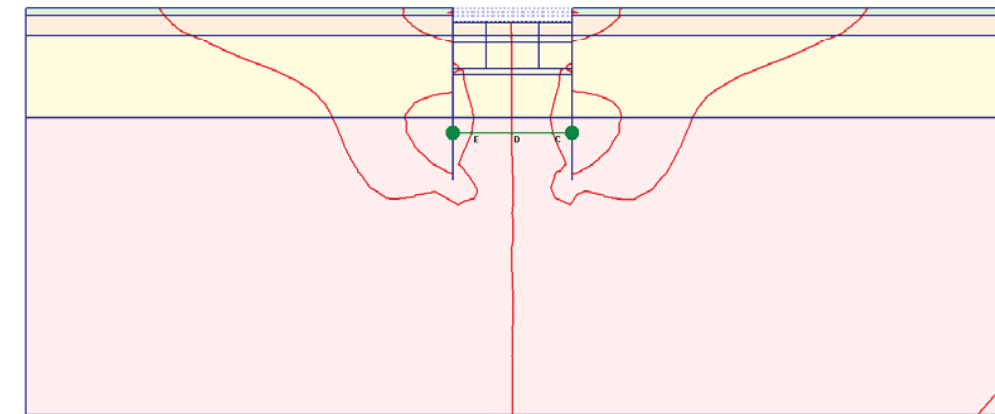


Fig. 133 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )



[\*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 )

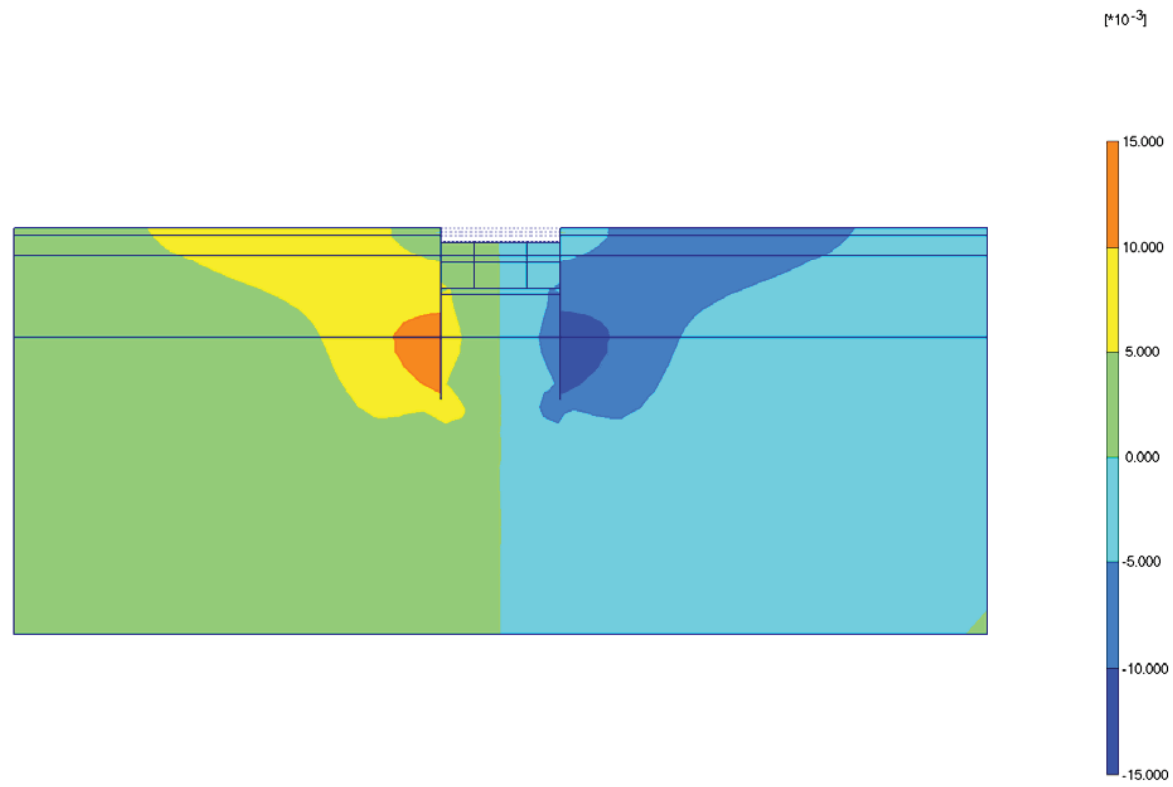


Fig. 135 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

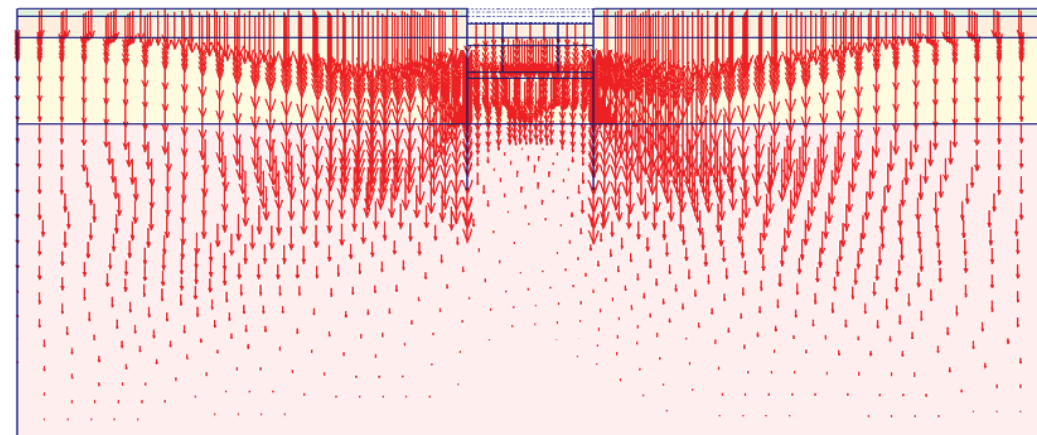


Fig. 136 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

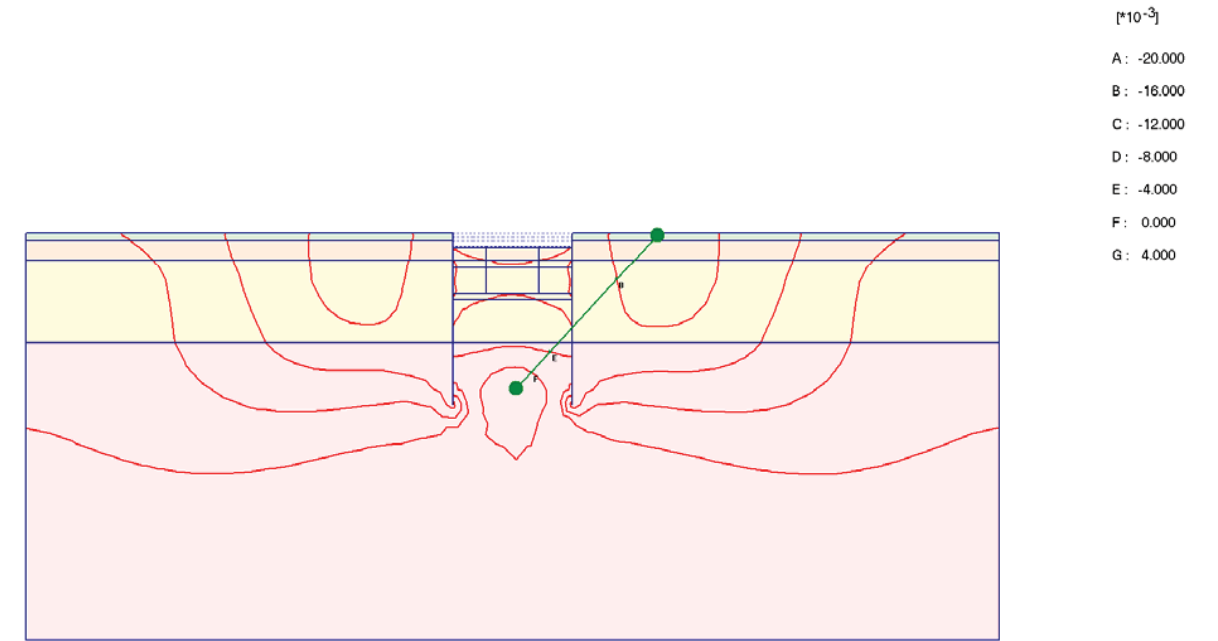


Fig. 137 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

Legend for Fig. 136:  
A: -20.000  
B: -16.000  
C: -12.000  
D: -8.000  
E: -4.000  
F: 0.000  
G: 4.000

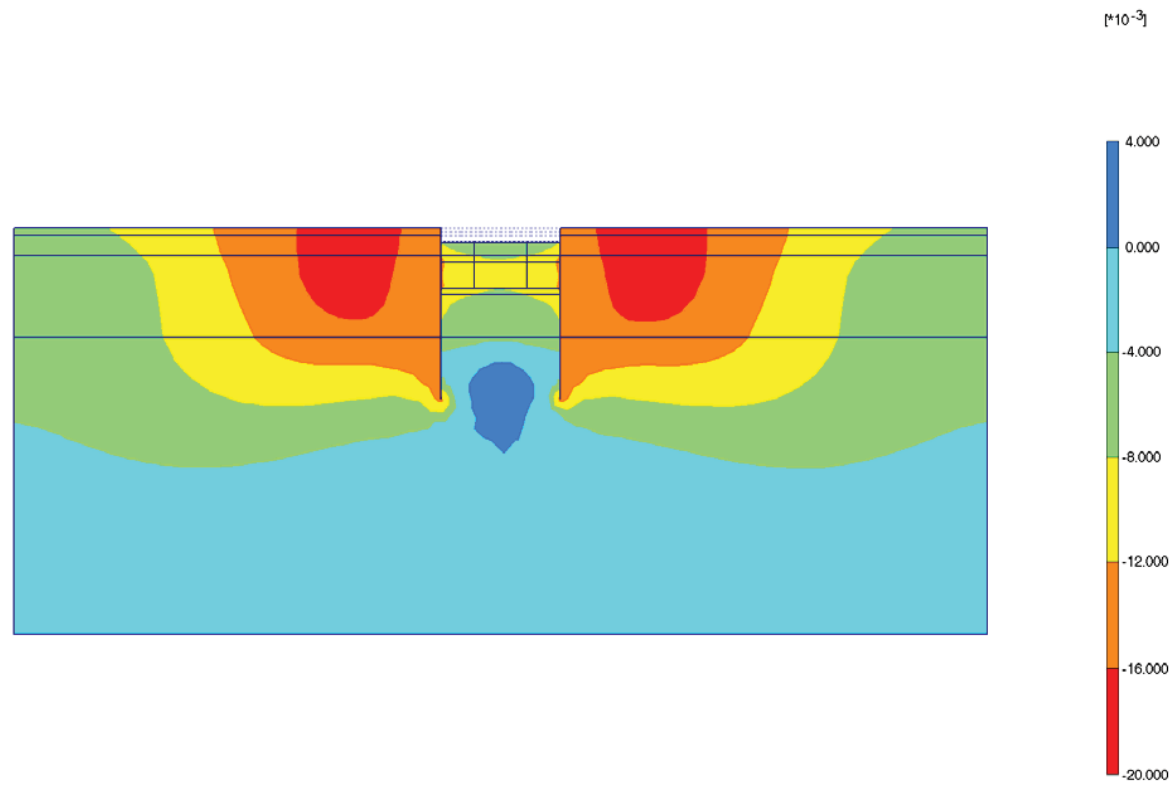


Fig. 138 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

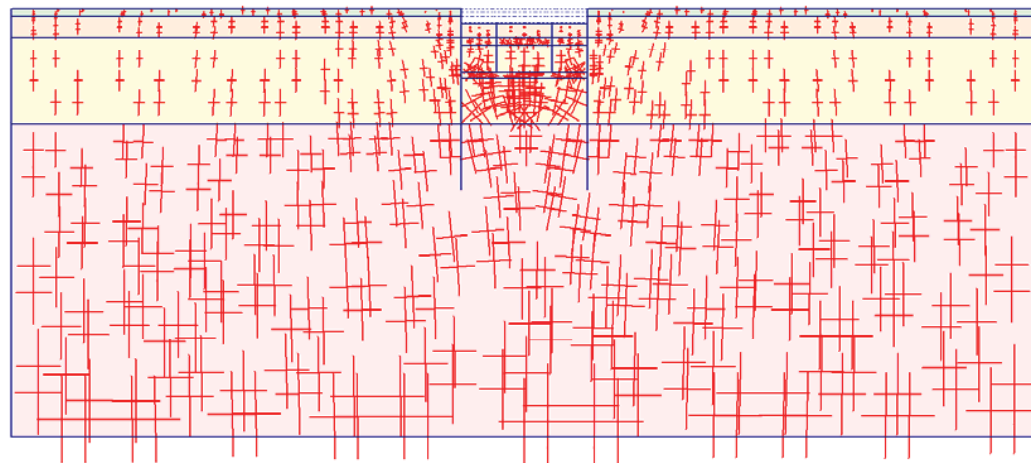


Fig. 139 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

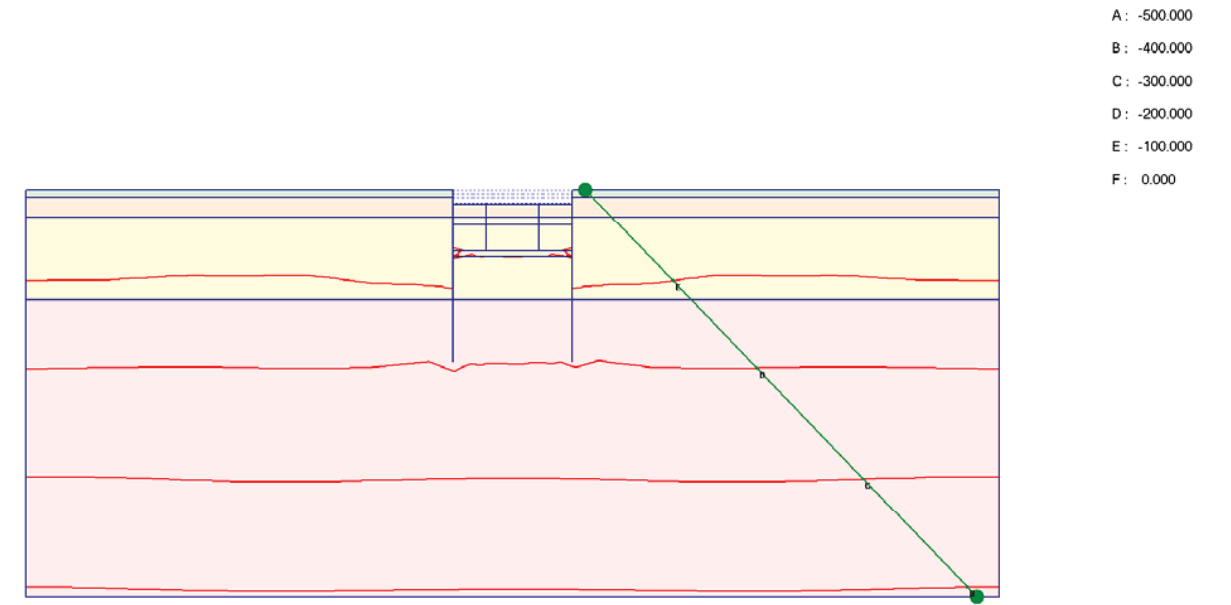
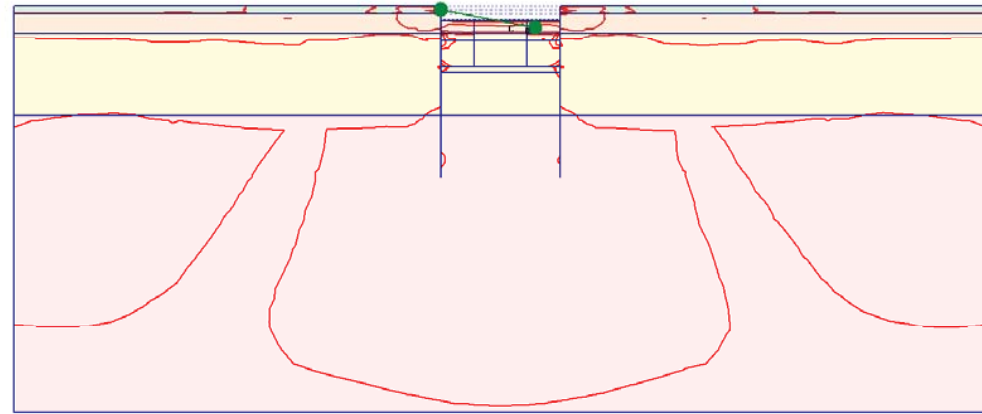
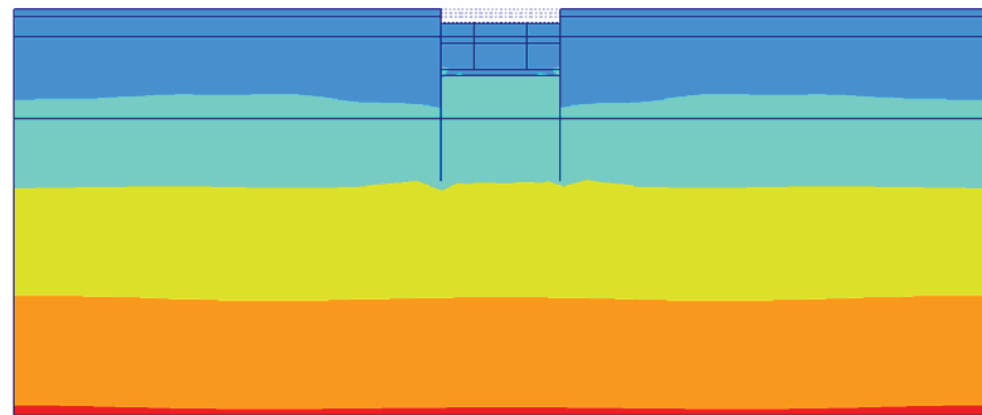


Fig. 140 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )



- 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 )

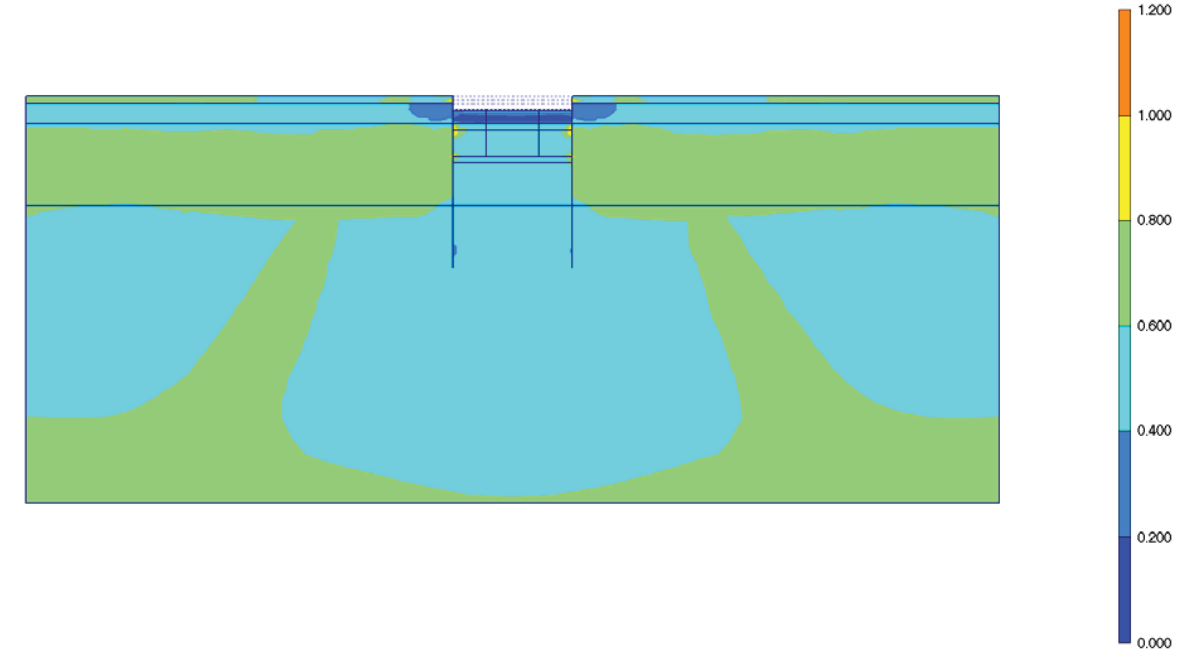


Fig. 143 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )



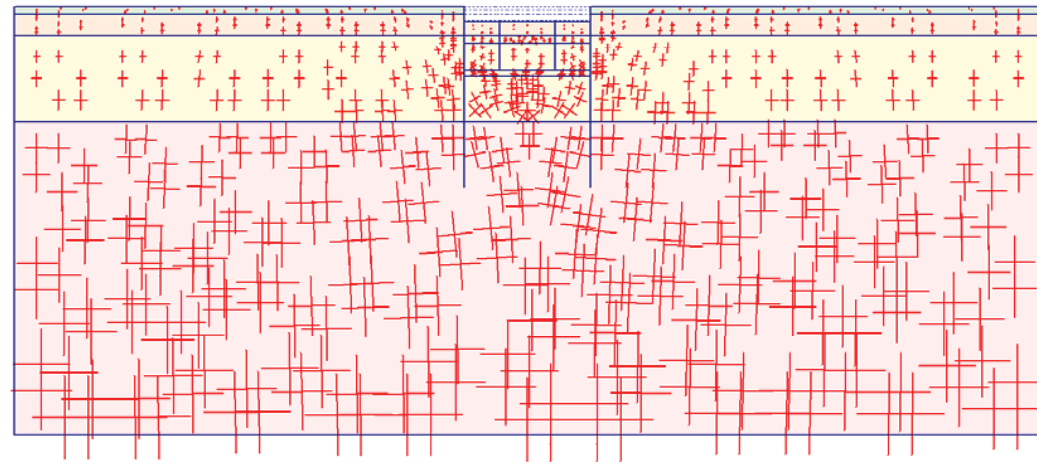


Fig. 144 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

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

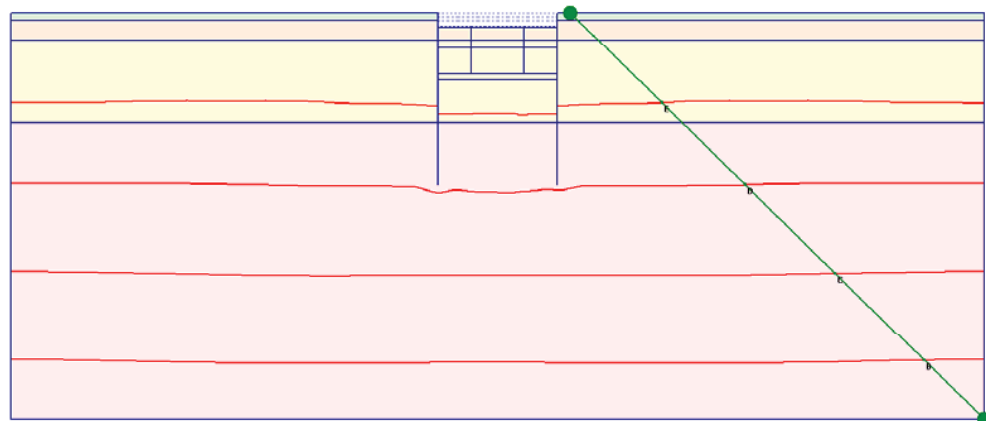
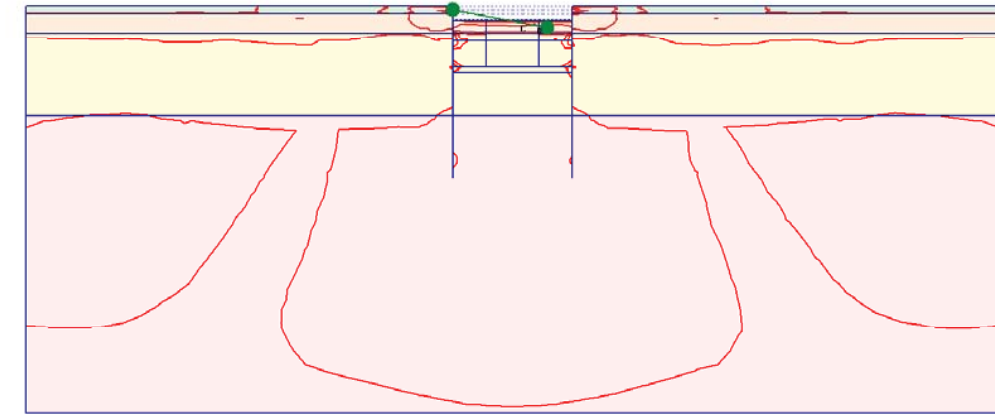


Fig. 145 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )



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 )

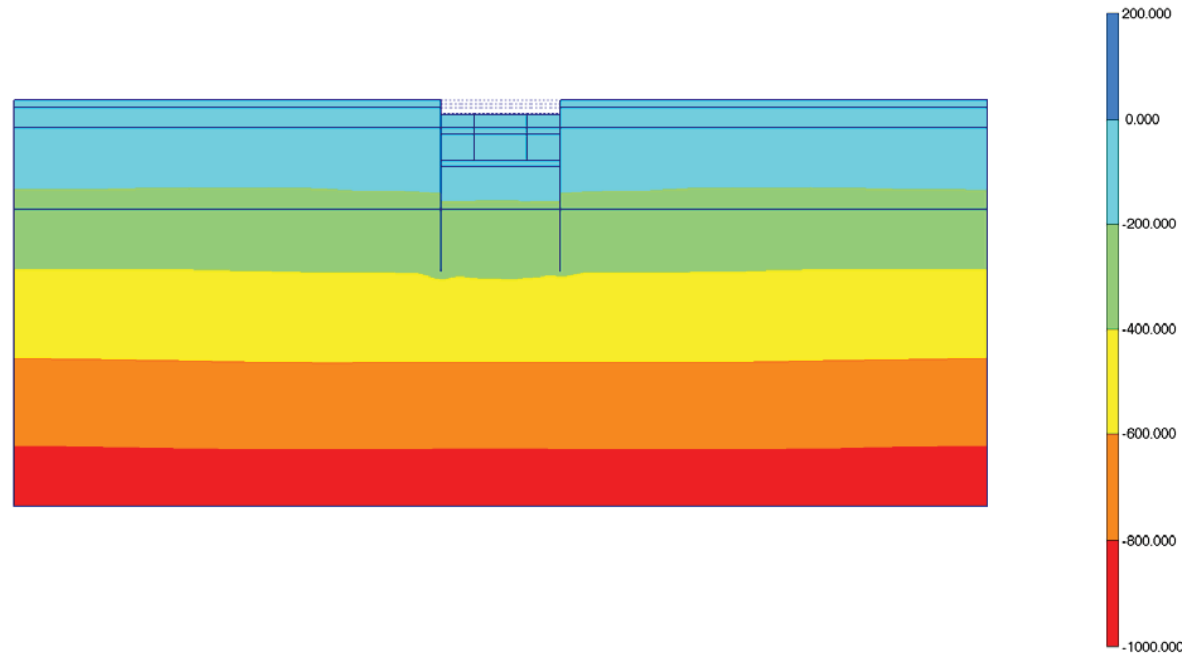


Fig. 147 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

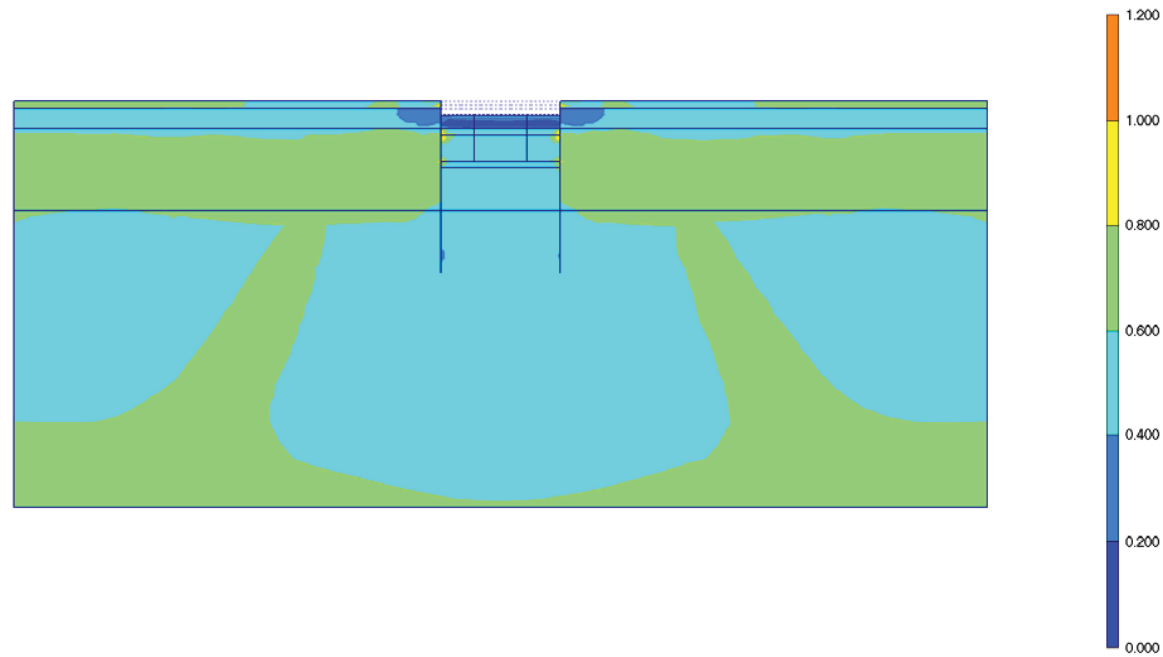


Fig. 148 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

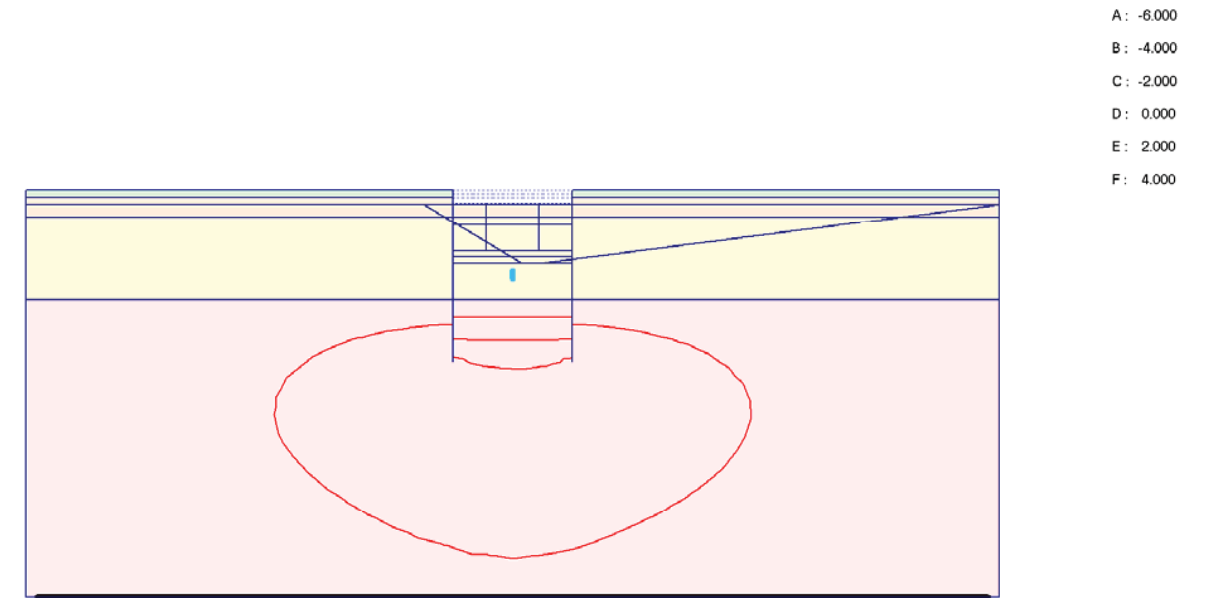


Fig. 149 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

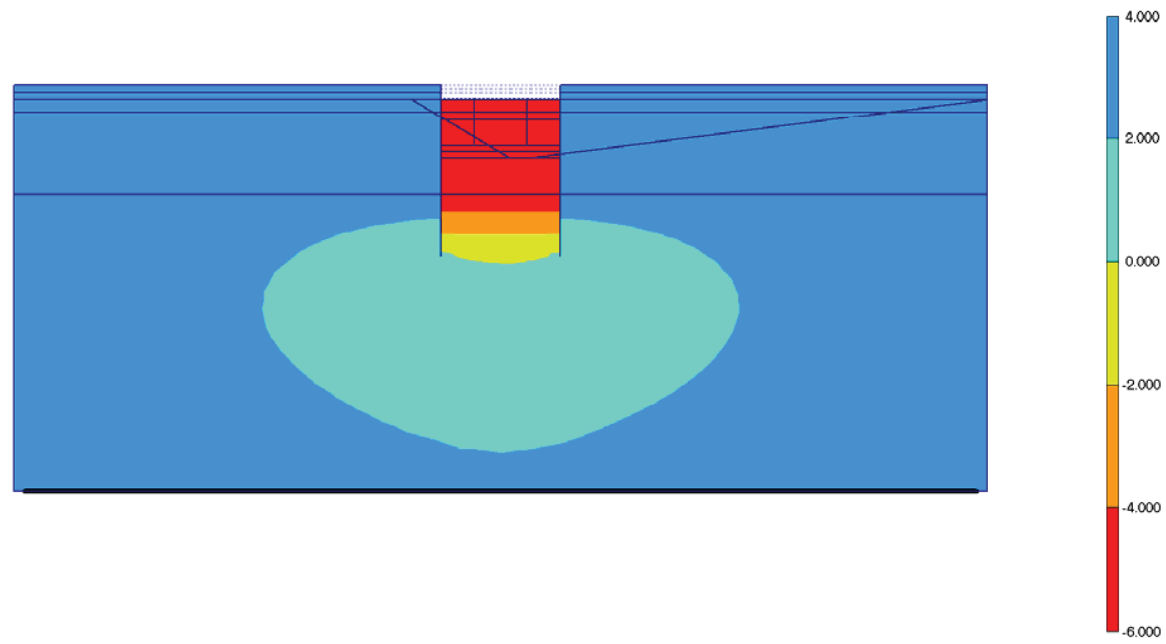


Fig. 150 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 17 - ( phase: 6 )

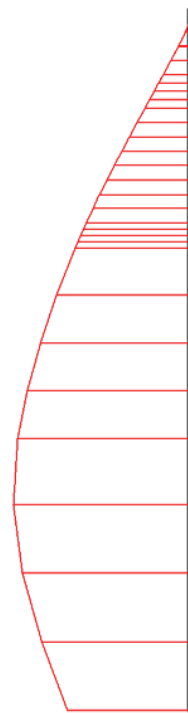


Fig. 151 Horizontal displacements in beam (plate no: 2)  
Extreme value  $-13,32 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 6)



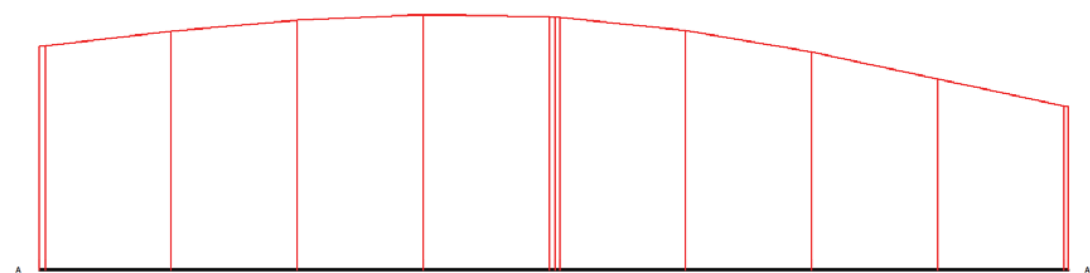
Fig. 152 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)  
Extreme value  $13,19 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 6)



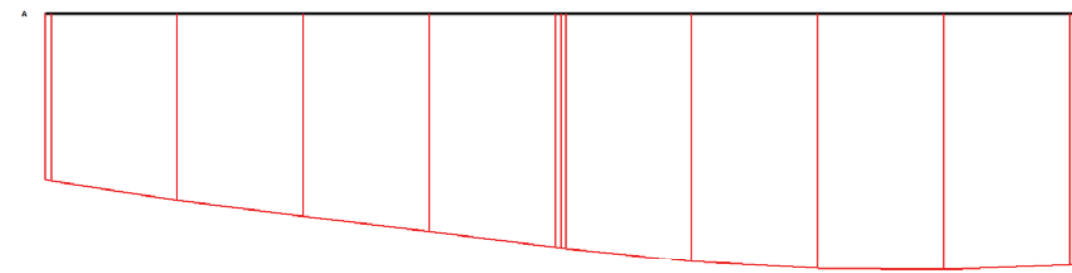
**Fig. 153 Vertical displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $-13,88 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 6)



**Fig. 154 Vertical displacements in beam (plate no: 1)**  
Extreme value  $-13,53 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 6)



**Fig. 155 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $8,04 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 6)



**Fig. 156 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-17,39 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 6)

### 14. RESULTS FOR PHASE 7

Table [56] Step info phase no: 7

Step no:	22
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,181
Relative stiffness	0,013

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	0,004	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	0,003	1043	692	567	68	59	6	6
2	0,003	1042	690	56	68	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	100	0,000	-20,000	302	0,000	-20,000
2	302	0,000	-40,000	1106	0,000	-40,000
3	1836	0,000	-40,000	2116	0,000	-40,000
4	2116	0,000	-20,000	2338	0,000	-20,000

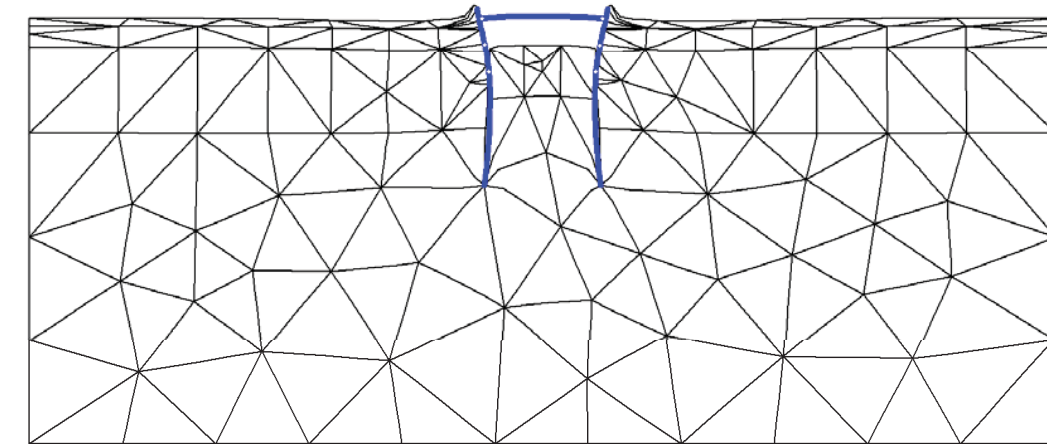


Fig. 157 Plot of deformed mesh - step no: 22 - ( phase: 7 )

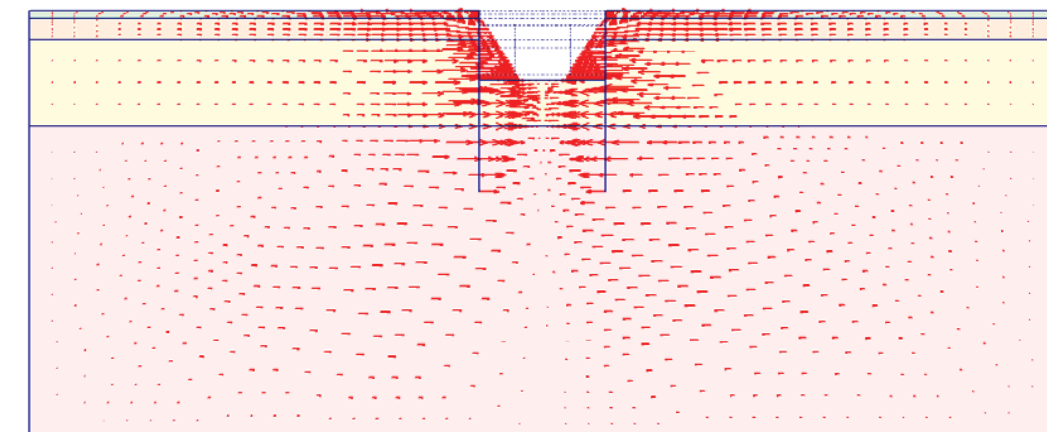
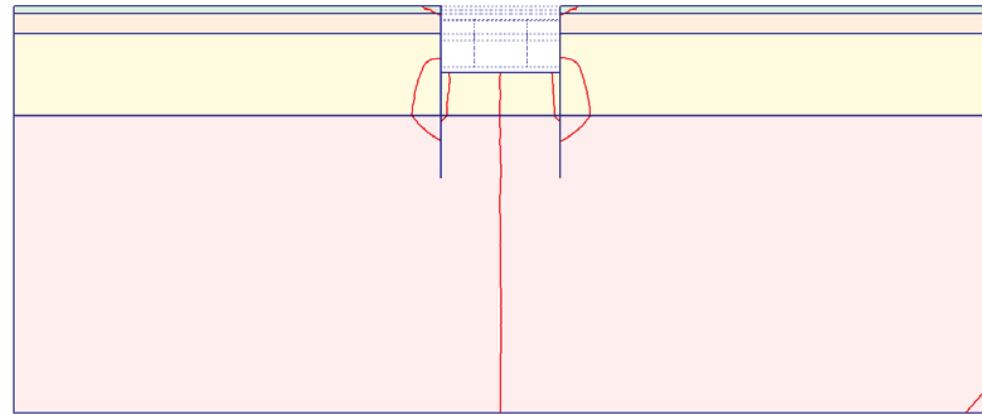


Fig. 158 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )



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: 22 - ( phase: 7 )

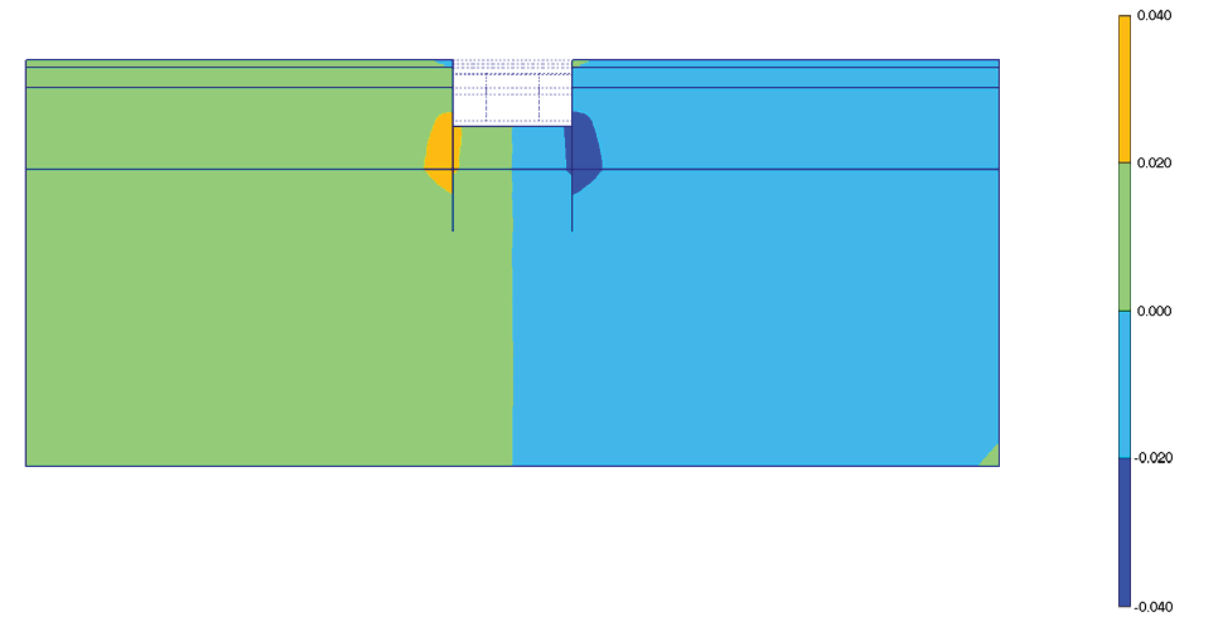


Fig. 160 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )

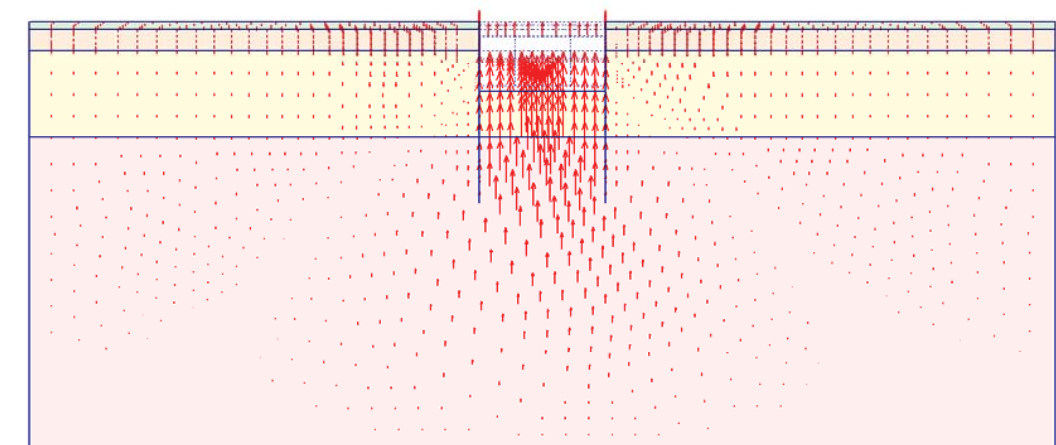
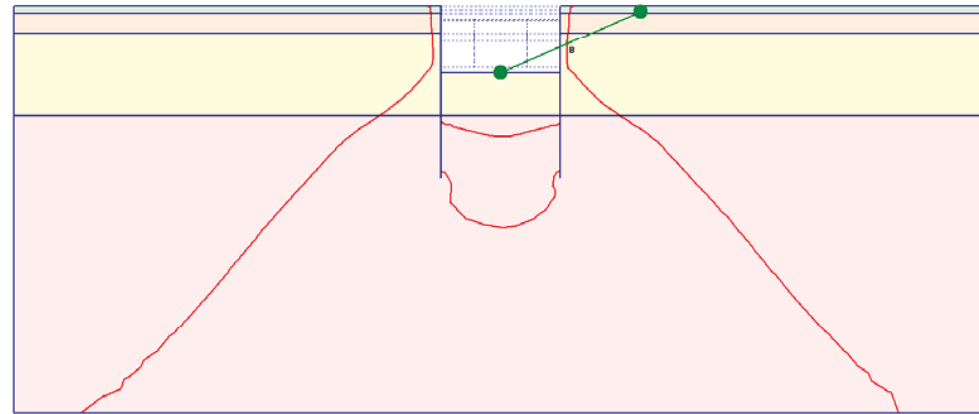




Fig. 161 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )



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: 22 - ( phase: 7 )

Fig. 163 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )

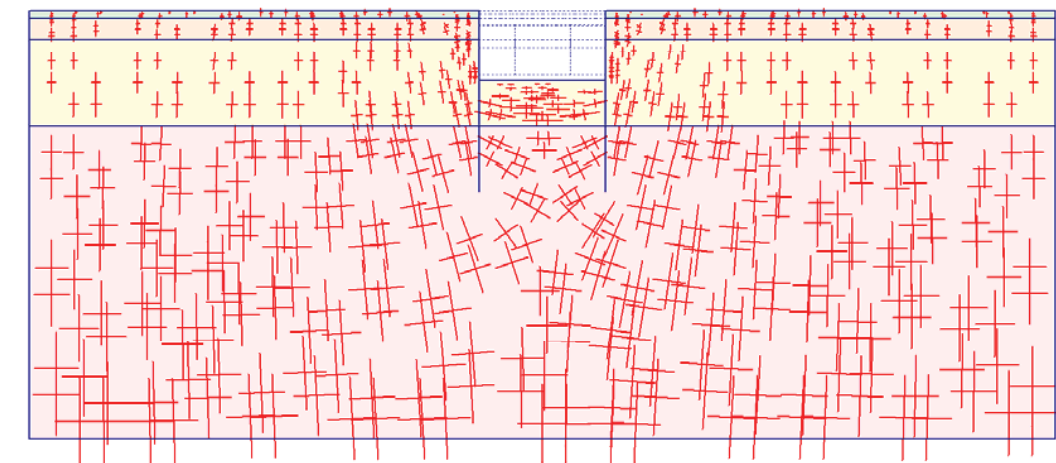
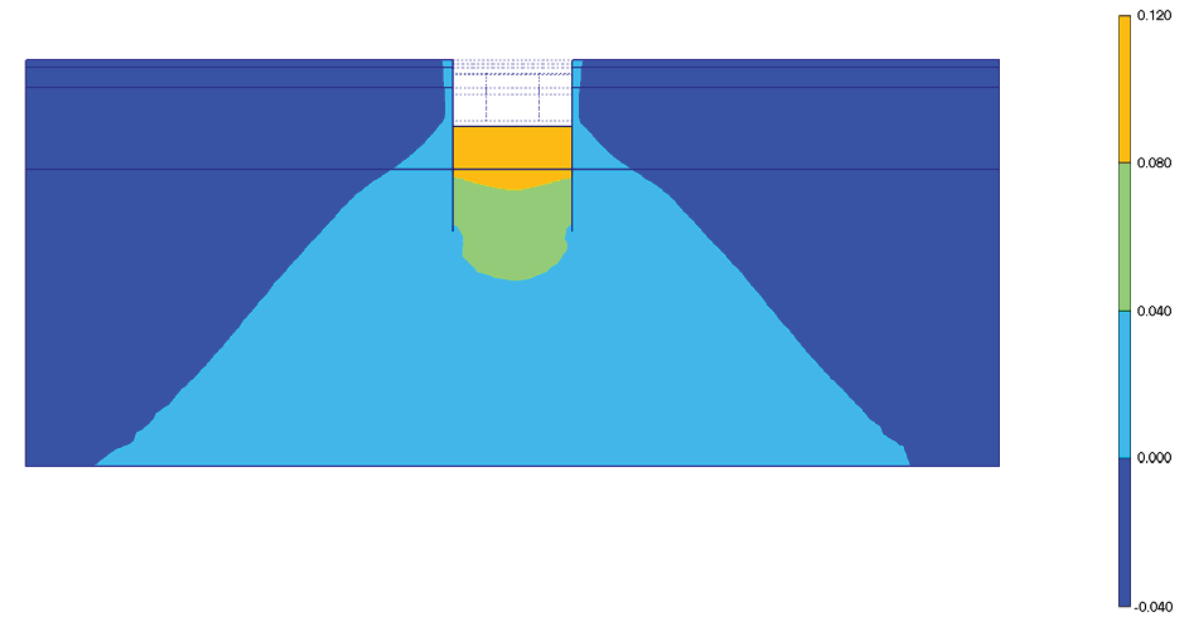


Fig. 164 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )

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

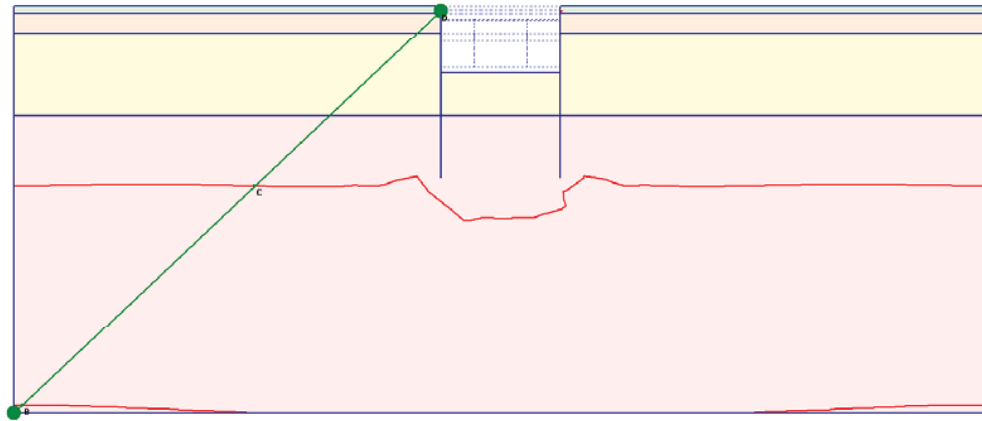


Fig. 165 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )

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

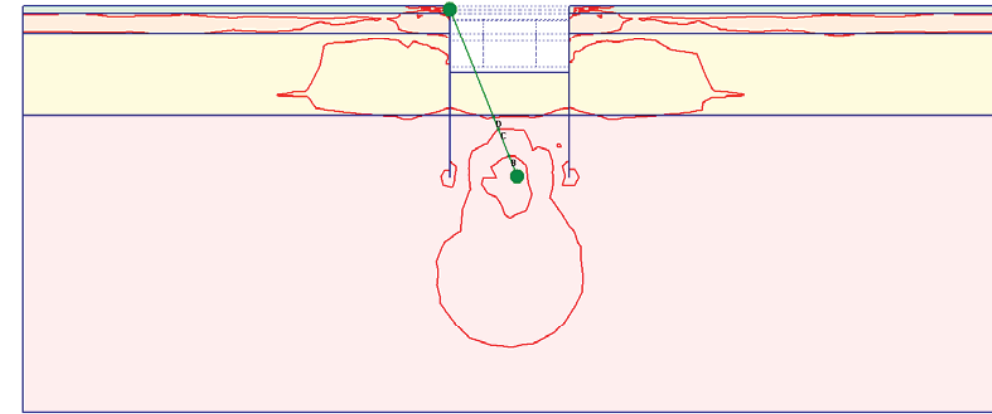


Fig. 166 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )

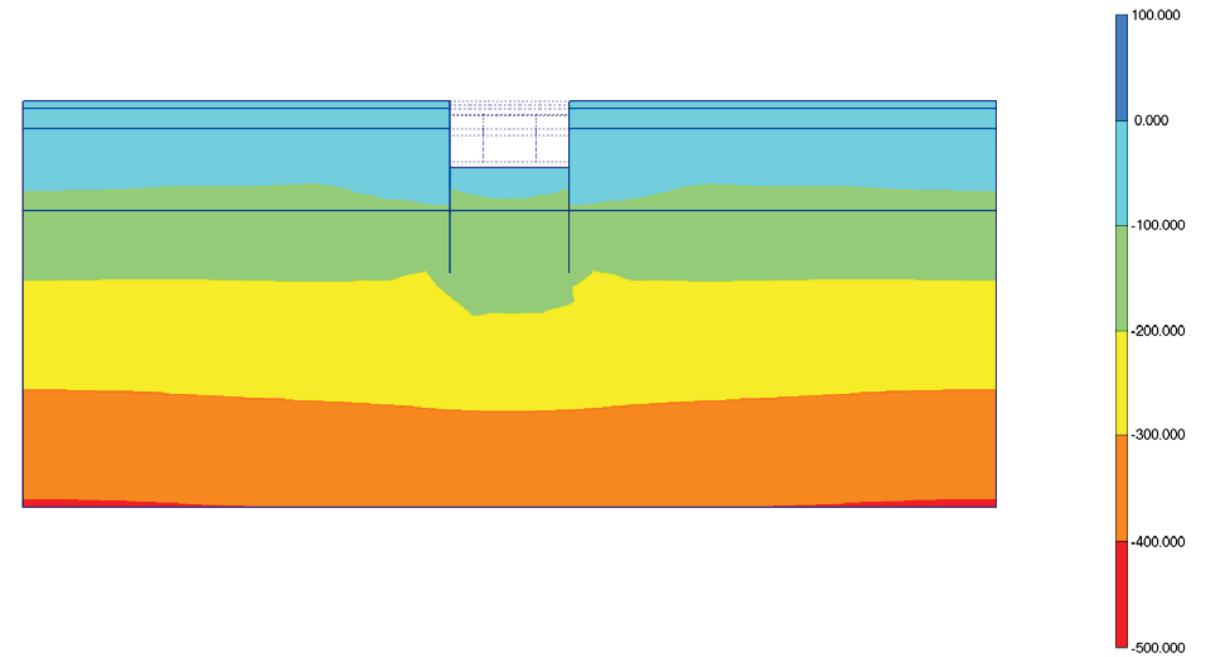


Fig. 167 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )

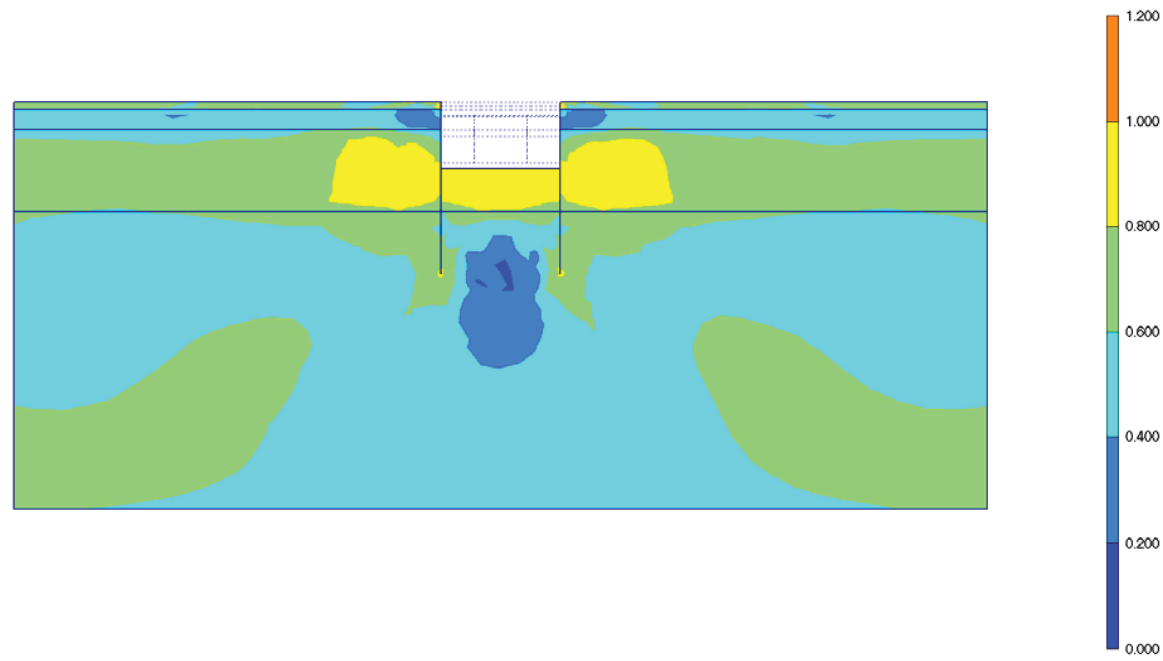


Fig. 168 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )

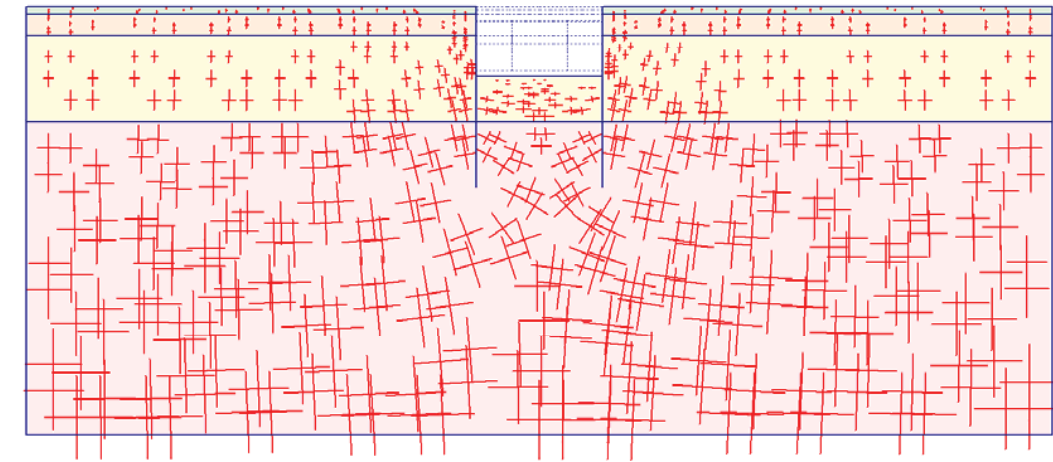


Fig. 169 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )

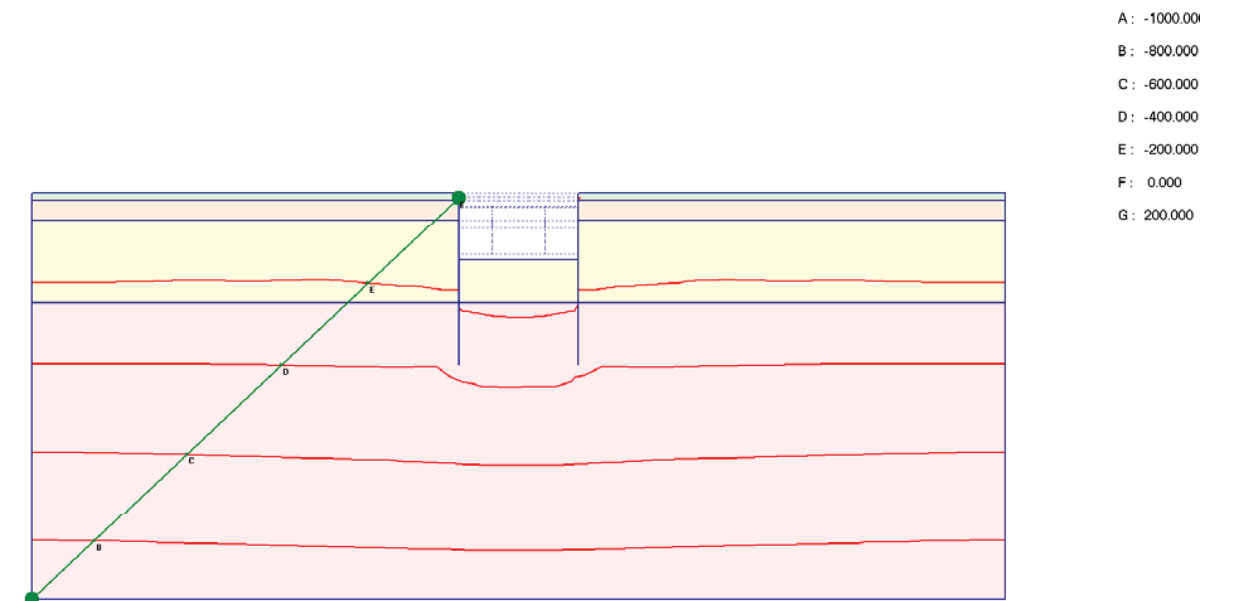
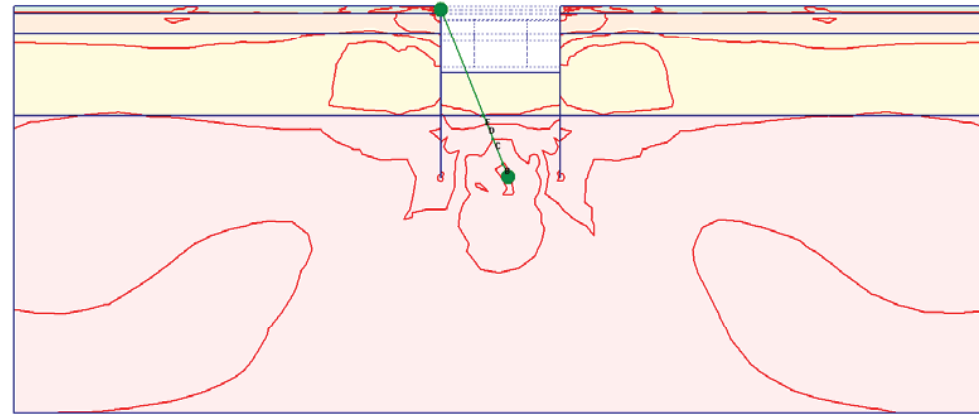


Fig. 170 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )



- 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: 22 - ( phase: 7 )

Fig. 172 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )

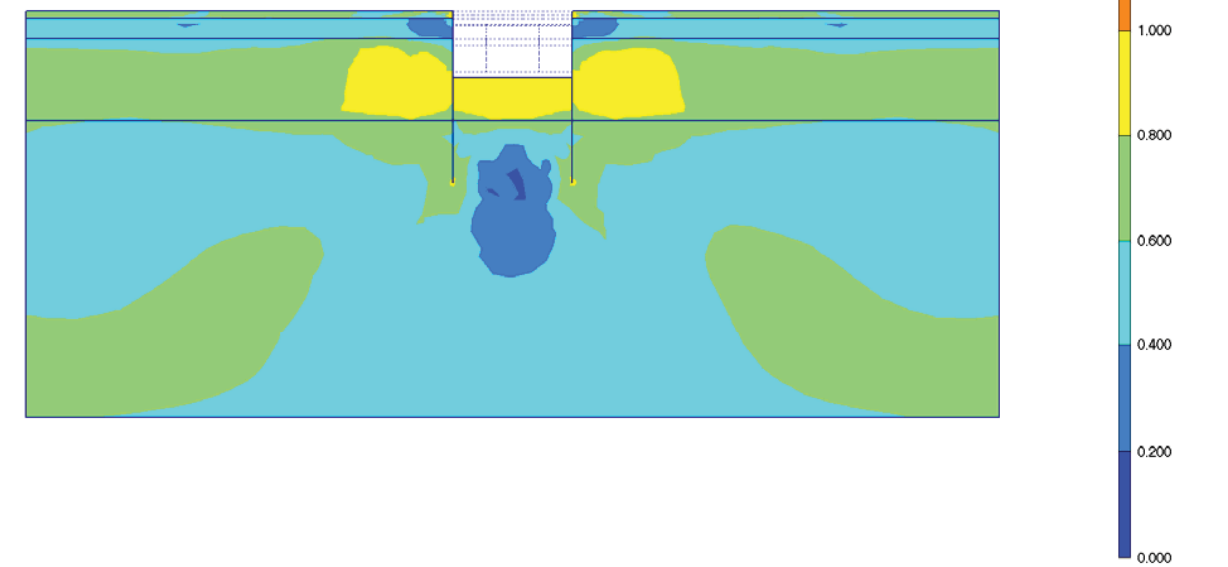
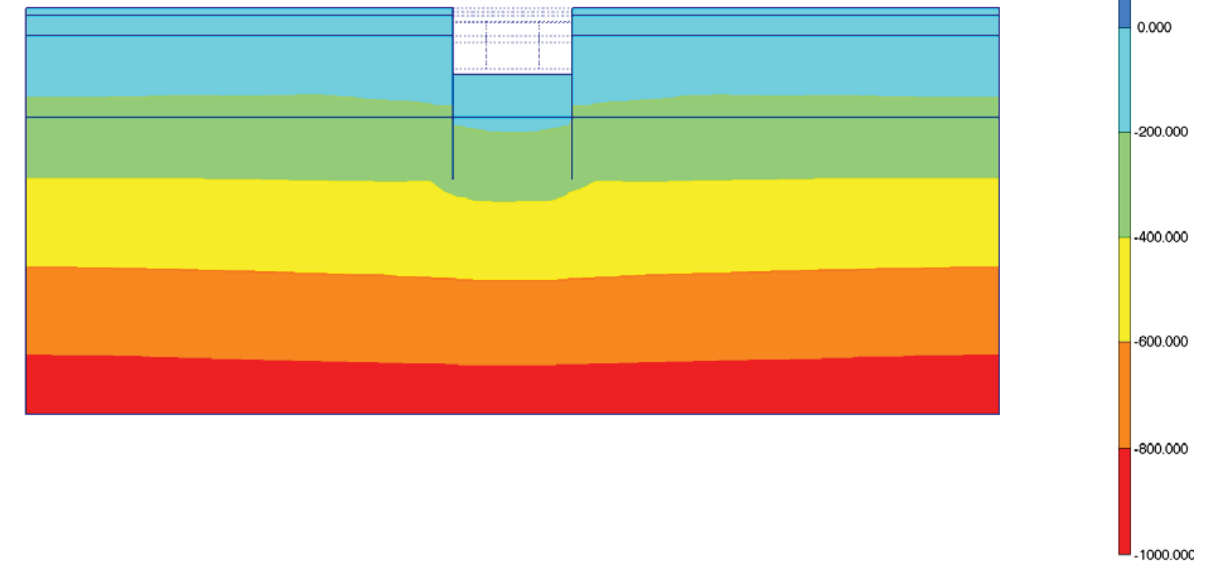
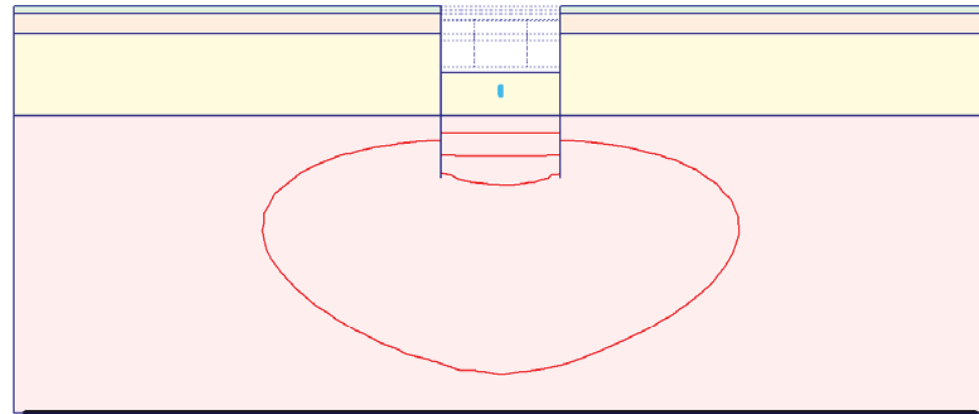


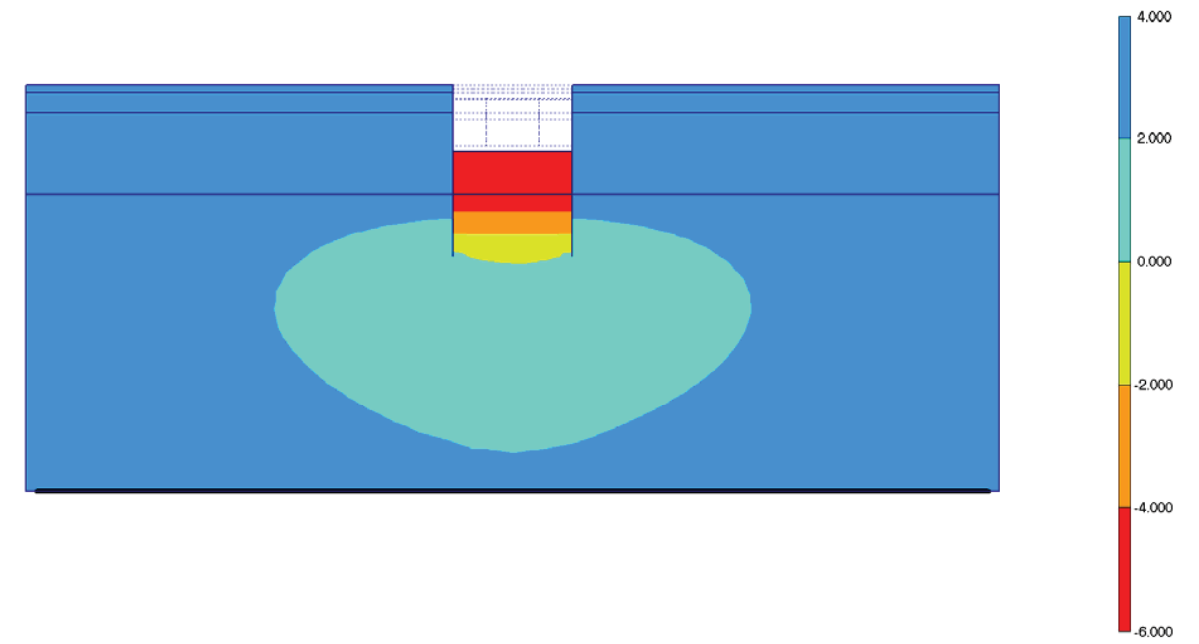
Fig. 173 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )



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: 22 - ( phase: 7 )

Fig. 175 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 22 - ( phase: 7 )

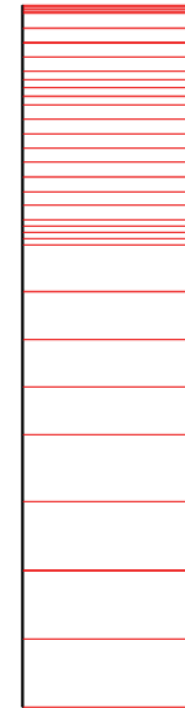


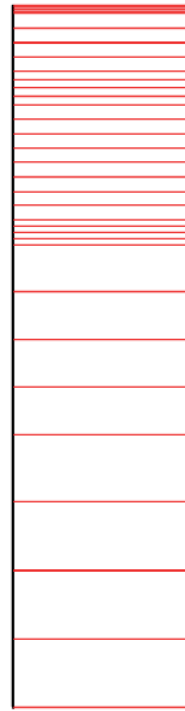
**Fig. 176 Horizontal displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $-27,55 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 7)



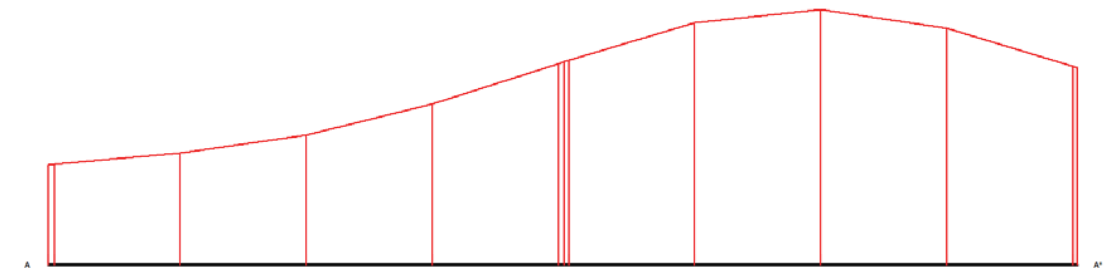
**Fig. 177 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)**  
Extreme value  $27,37 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 7)

**Fig. 178 Vertical displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $26,81 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 7)



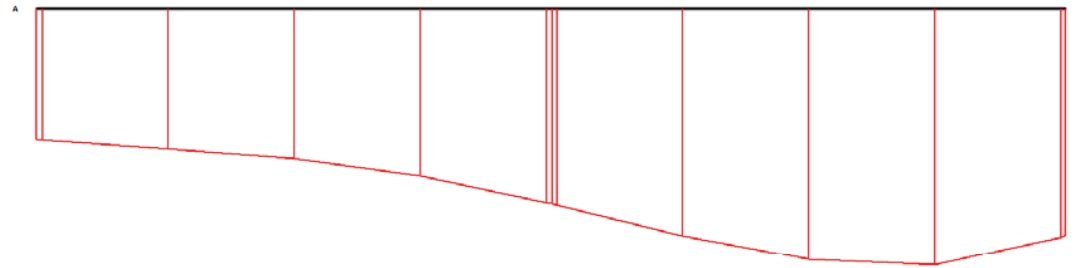


**Fig. 179 Vertical displacements in beam (plate no: 1)**  
 Extreme value  $28,05 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 7)



**Fig. 180 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $9,71 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 7)





**Fig. 181 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-13,83 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 7)

### 15. RESULTS FOR PHASE 8

**Table [62] Step info phase no: 8**

Step no:	28
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,354
Relative stiffness	0,515

**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	0,083	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	607	445	73	15	15	10	10
2	0,000	607	440	14	15	2	10	6

**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	100	0,000	-20,000	302	0,000	-20,000
2	302	0,000	-40,000	1106	0,000	-40,000
3	1836	0,000	-40,000	2116	0,000	-40,000
4	2116	0,000	-20,000	2338	0,000	-20,000

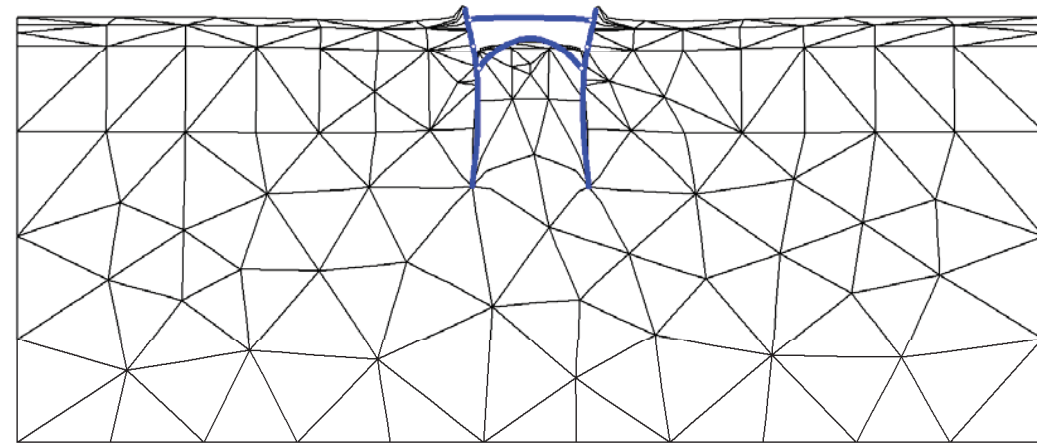


Fig. 182 Plot of deformed mesh  
- step no: 28 - ( phase: 8 )

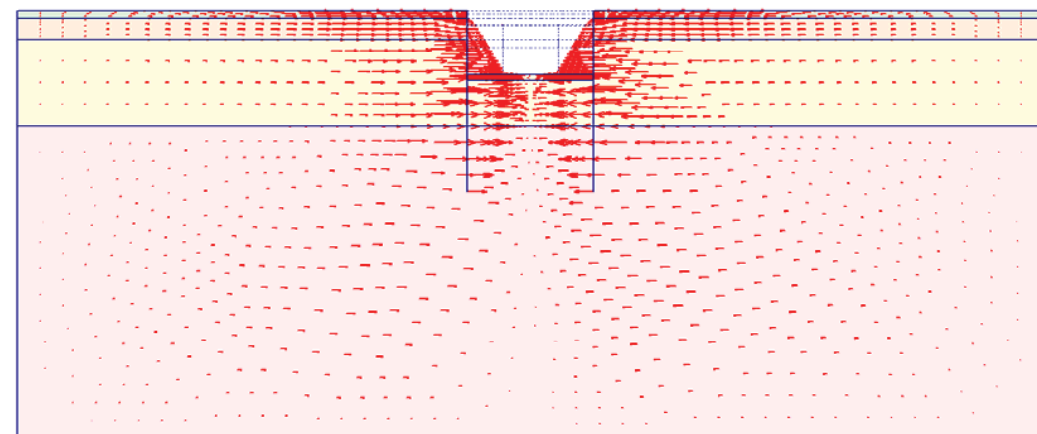
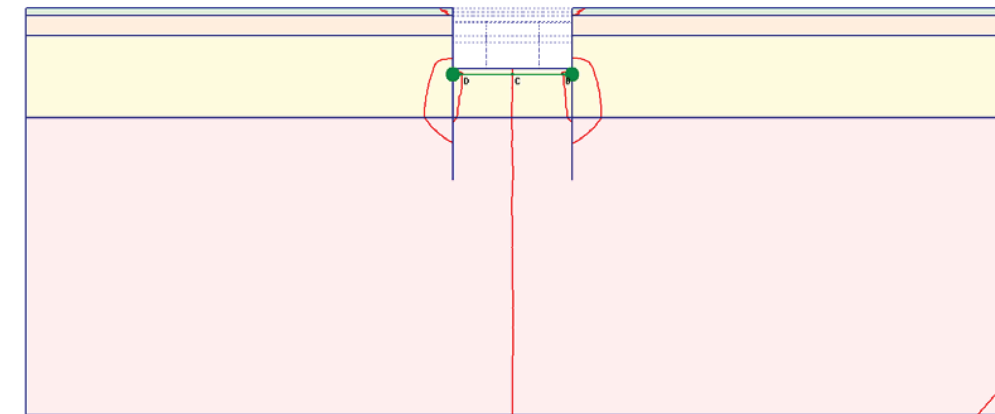


Fig. 183 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 28 - ( phase: 8 )



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: 28 - ( phase: 8 )

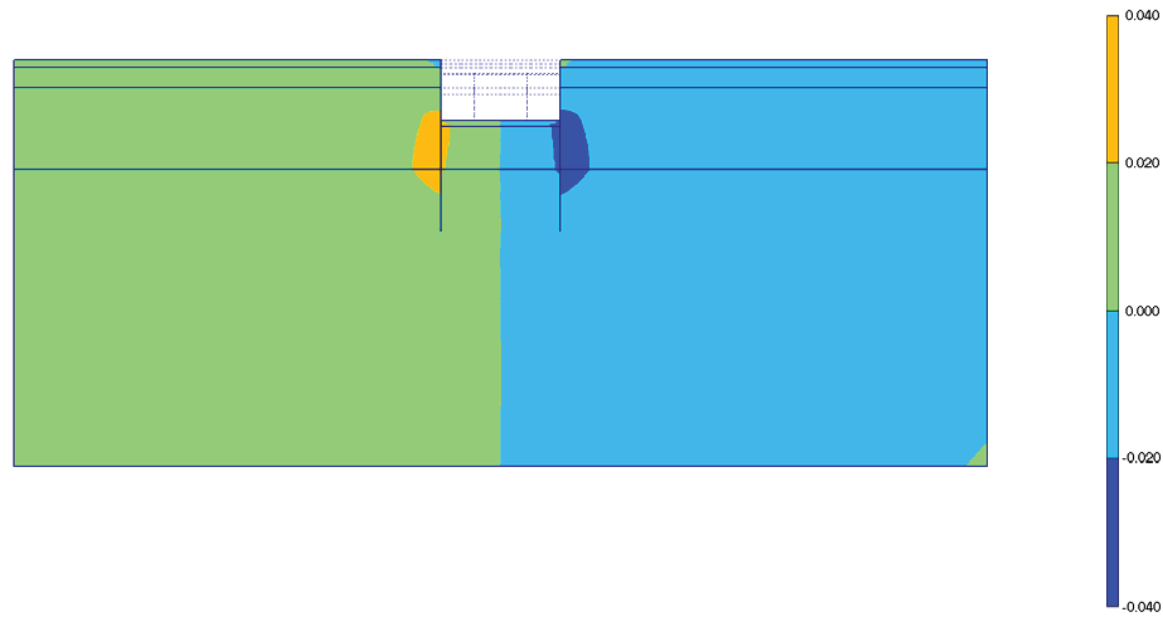


Fig. 185 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 28 - ( phase: 8 )

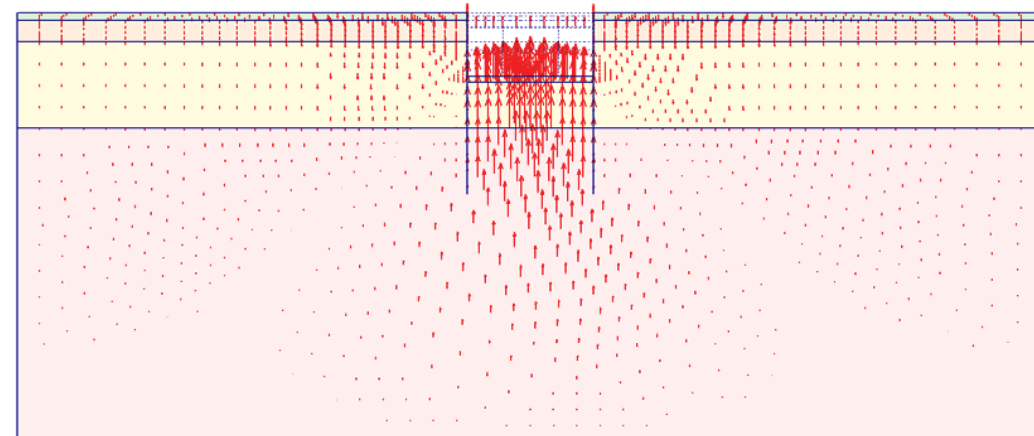


Fig. 186 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 28 - ( phase: 8 )

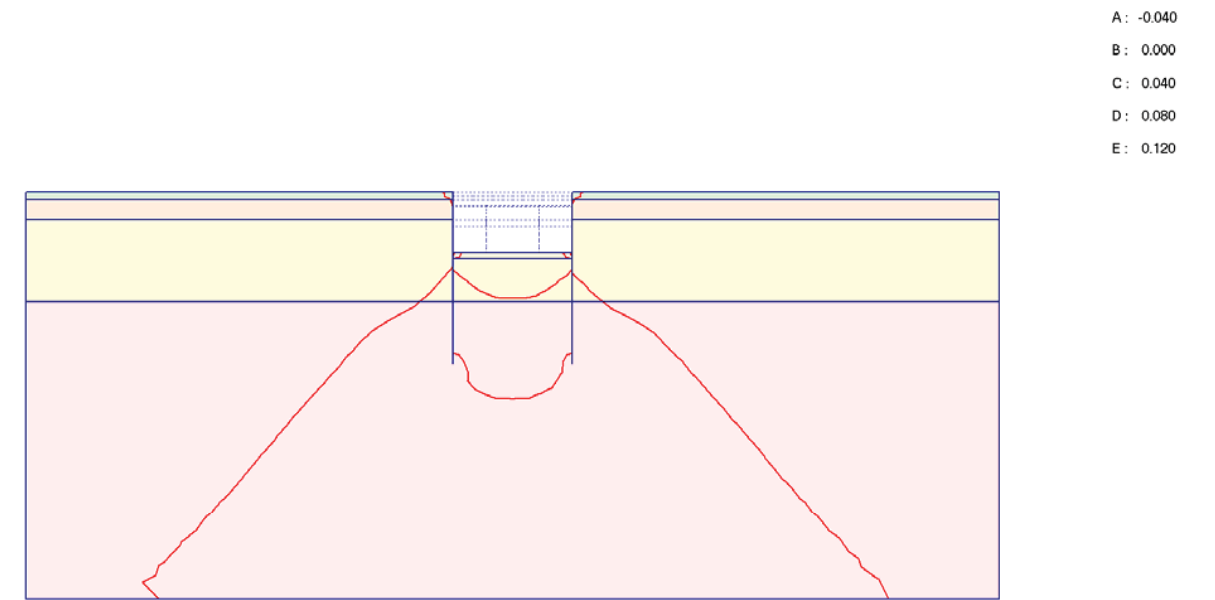
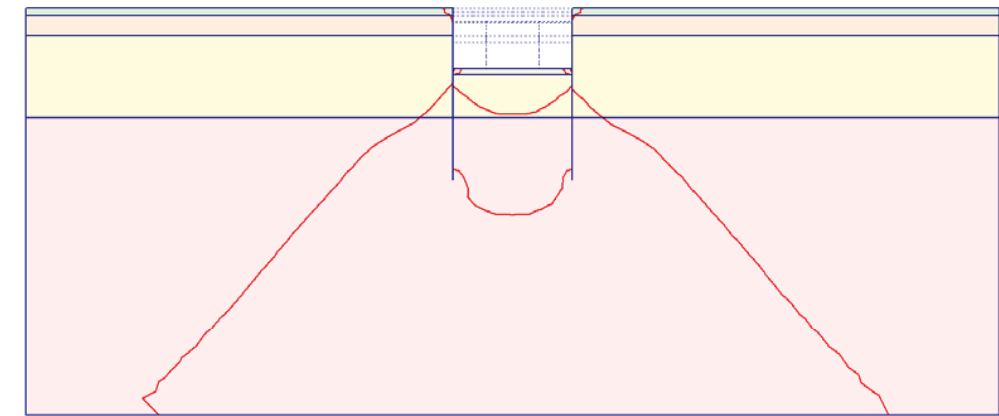


Fig. 187 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 28 - ( phase: 8 )



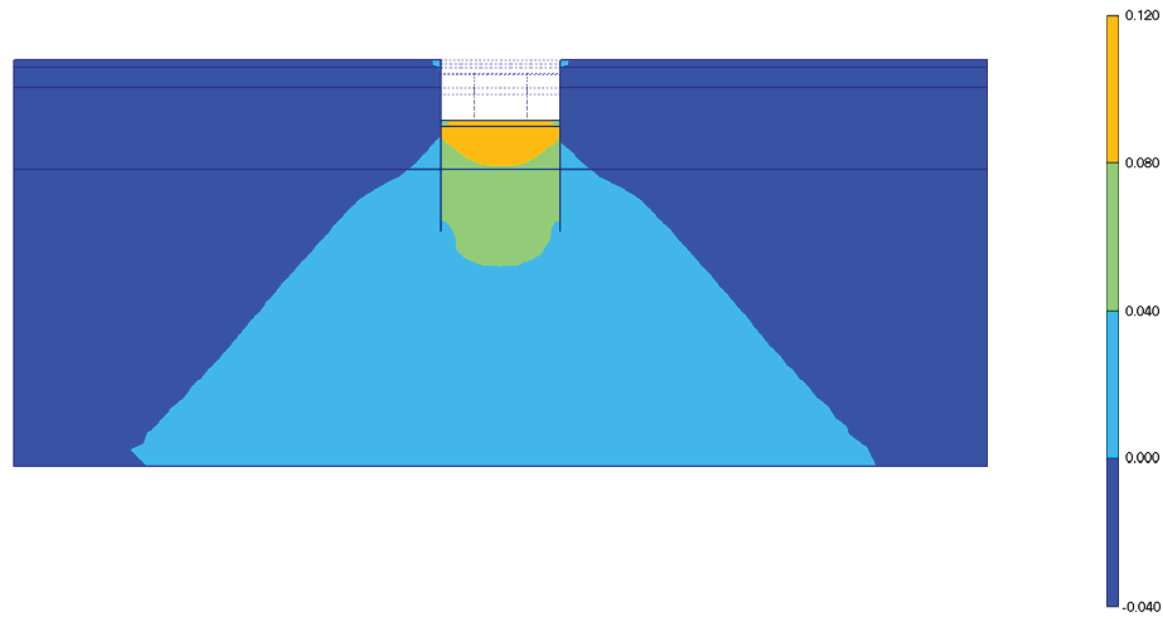


Fig. 188 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 28 - ( phase: 8 )

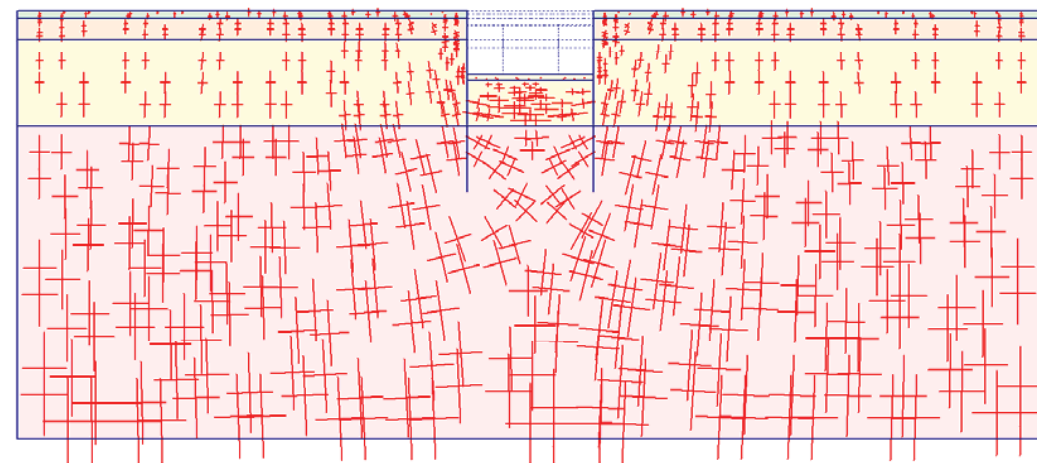


Fig. 189 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 28 - ( phase: 8 )

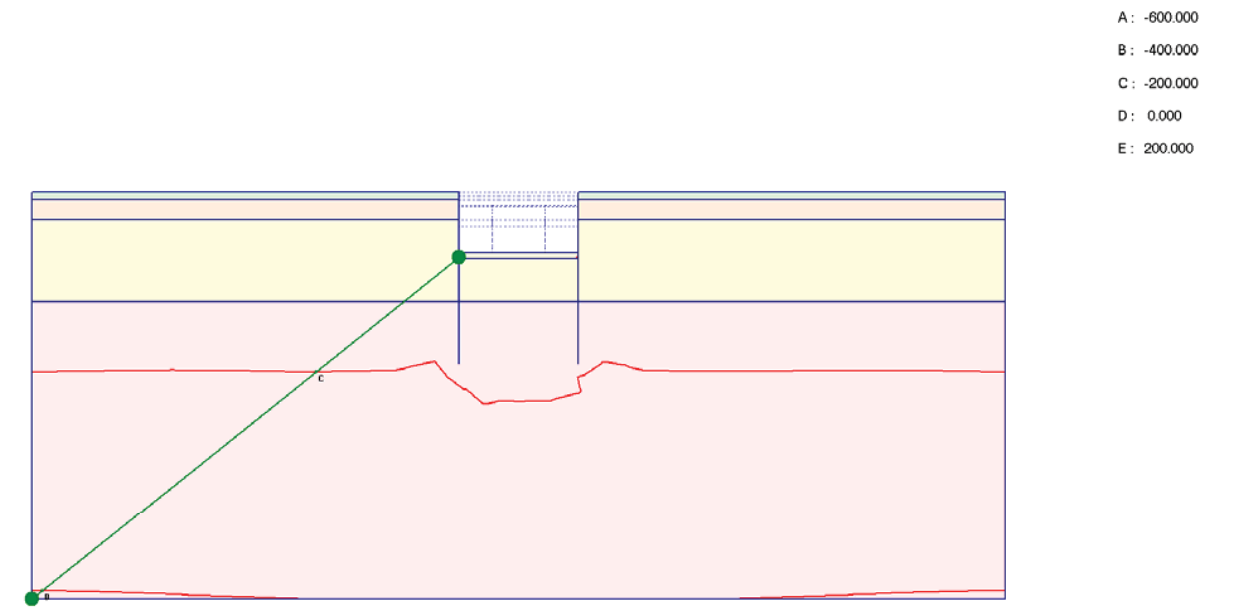


Fig. 190 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 28 - ( phase: 8 )

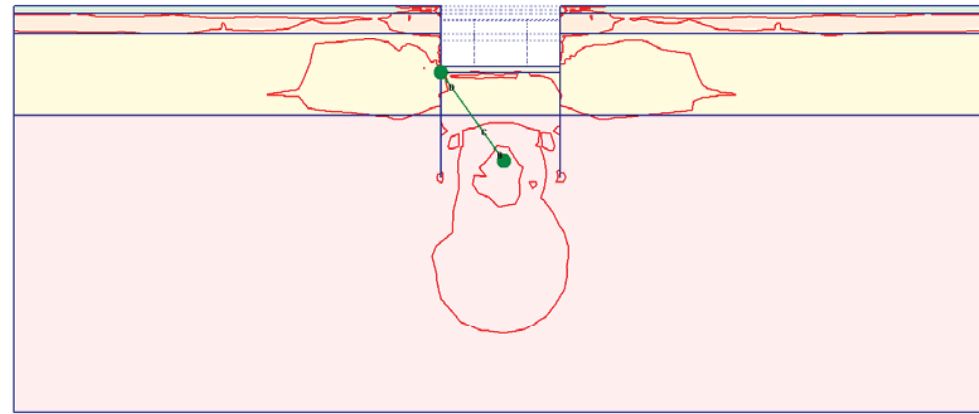


Fig. 191 Plot of effective stresses (relative shear contours) - step no: 28 - ( phase: 8 )

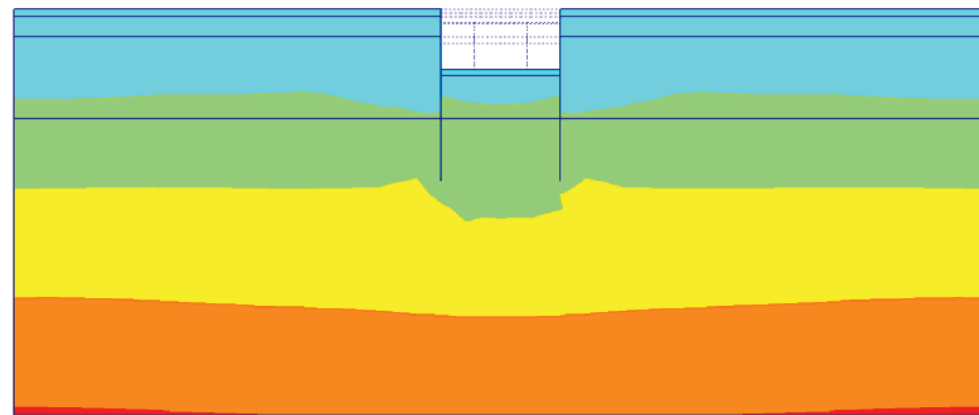


Fig. 192 Plot of effective stresses (mean shadings) - step no: 28 - ( phase: 8 )

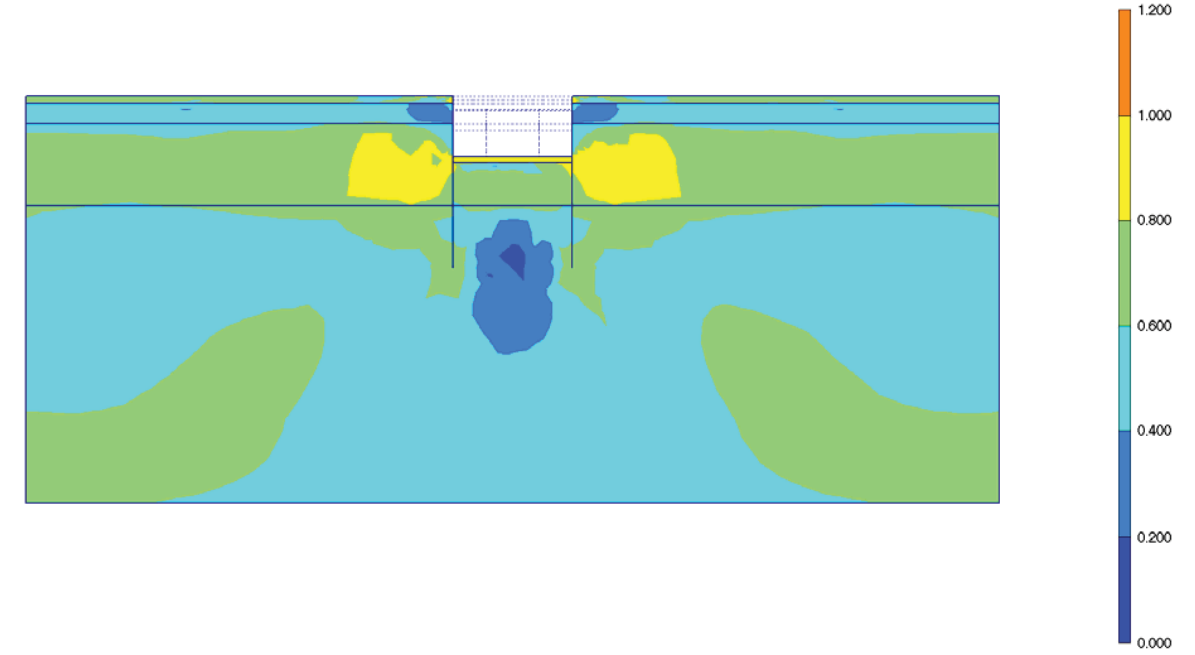


Fig. 193 Plot of effective stresses (relative shear shadings) - step no: 28 - ( phase: 8 )

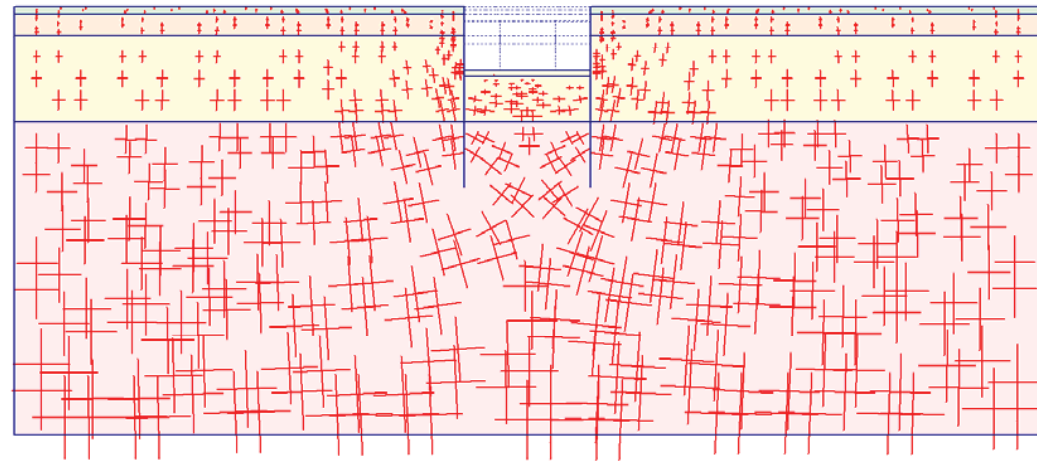


Fig. 194 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 28 - ( phase: 8 )

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

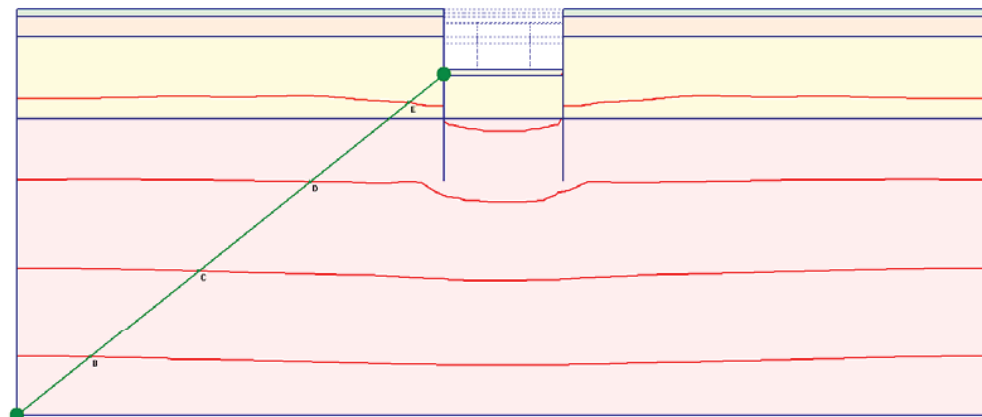
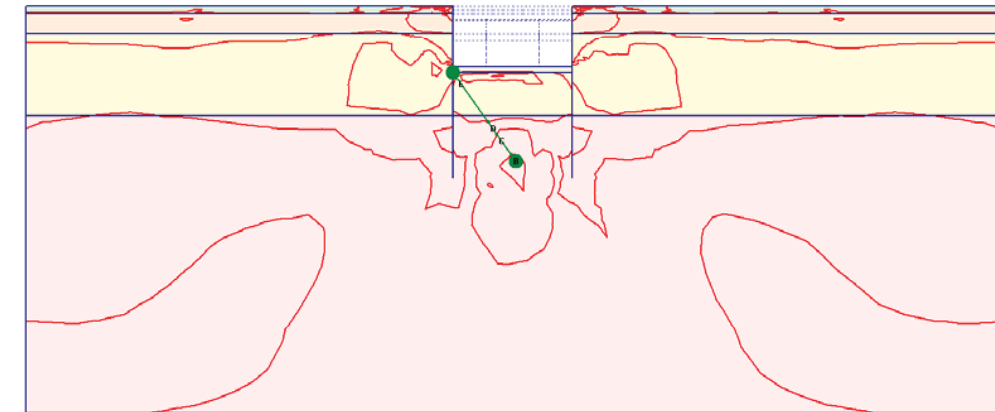


Fig. 195 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 28 - ( phase: 8 )



- 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: 28 - ( phase: 8 )

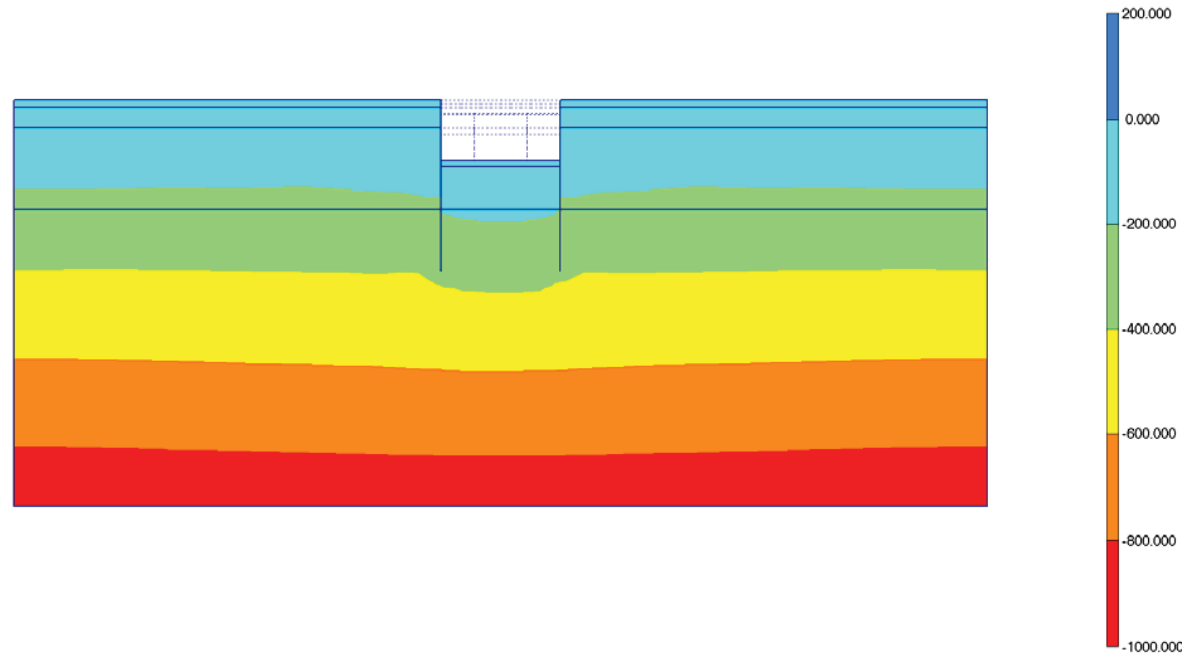


Fig. 197 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 28 - ( phase: 8 )

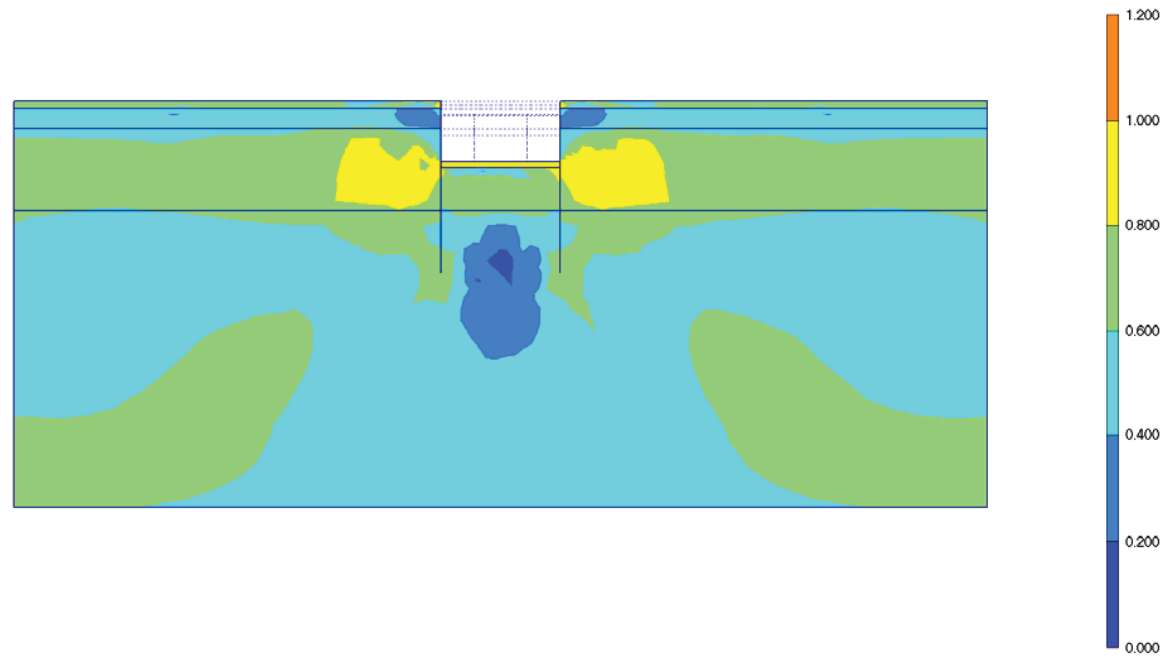


Fig. 198 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 28 - ( phase: 8 )

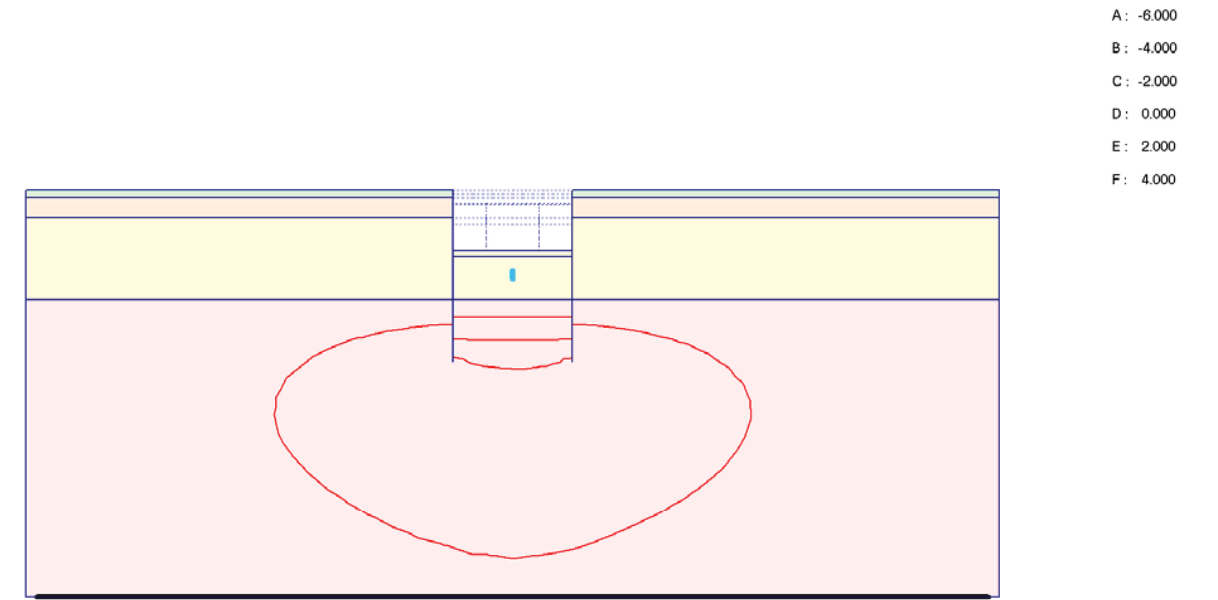


Fig. 199 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 28 - ( phase: 8 )



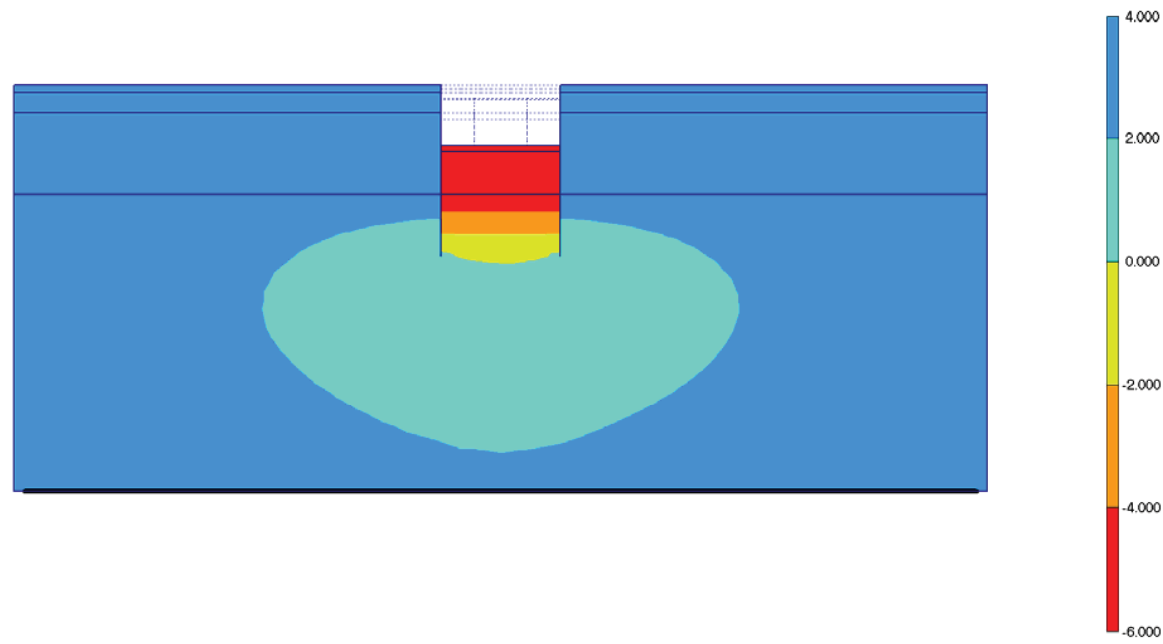


Fig. 200 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 28 - ( phase: 8 )

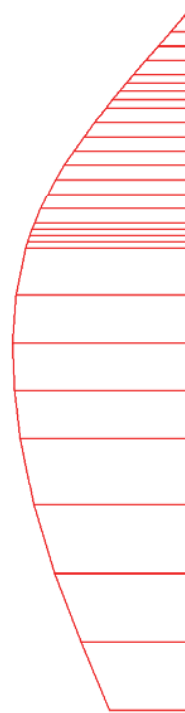


Fig. 201 Horizontal displacements in beam (plate no: 2)  
Extreme value  $-27,47 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 8)

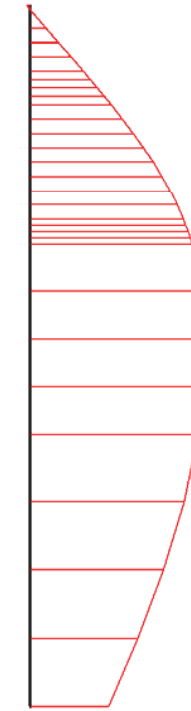
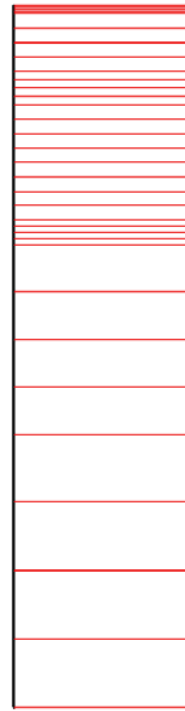
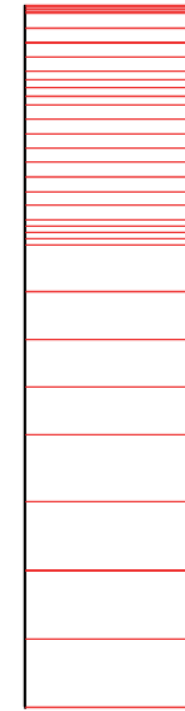


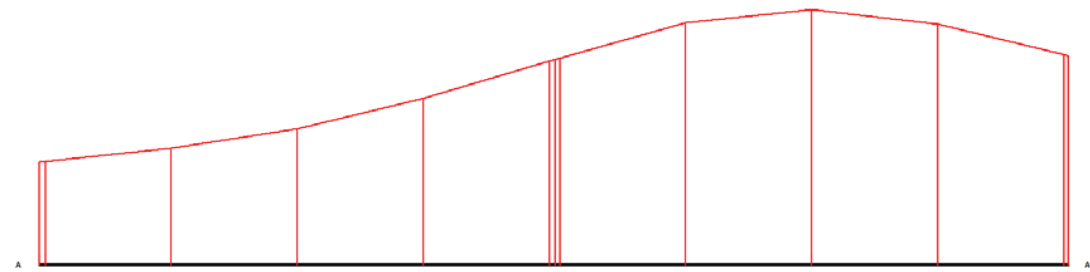
Fig. 202 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)  
Extreme value  $27,30 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 8)



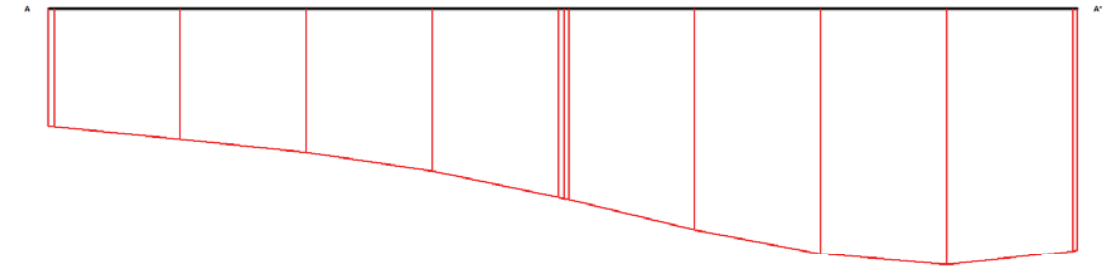
**Fig. 203 Vertical displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $19,99 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 8)



**Fig. 204 Vertical displacements in beam (plate no: 1)**  
Extreme value  $21,32 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 8)



**Fig. 205 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $11,51 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 8)



**Fig. 206 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-17,31 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 8)

### 16. RESULTS FOR PHASE 9

Table [68] Step info phase no: 9

Step no:	30
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	1,000
Relative stiffness	0,958

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	673	478	104	2	2	9	9
2	0,000	661	471	16	2	2	9	9

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	100	0,000	-20,000	302	0,000	-20,000
2	302	0,000	-40,000	1106	0,000	-40,000
3	1836	0,000	-40,000	2116	0,000	-40,000
4	2116	0,000	-20,000	2338	0,000	-20,000

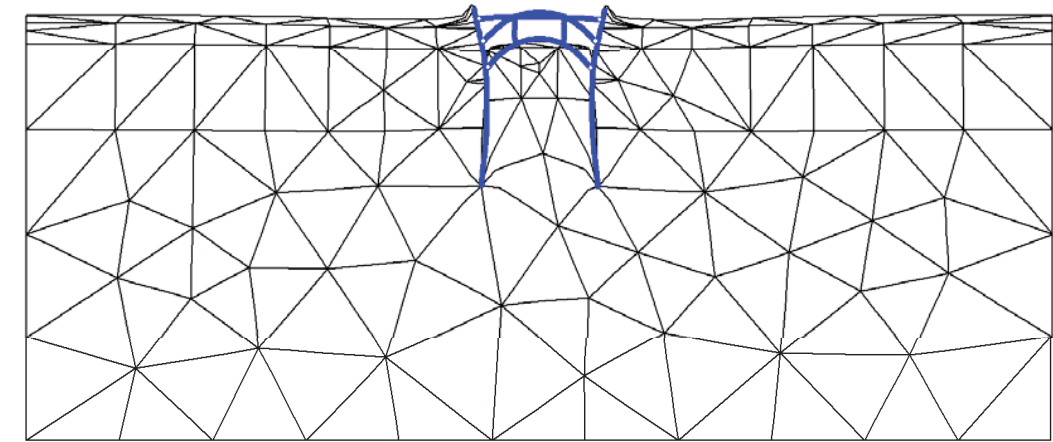


Fig. 207 Plot of deformed mesh - step no: 30 - ( phase: 9 )

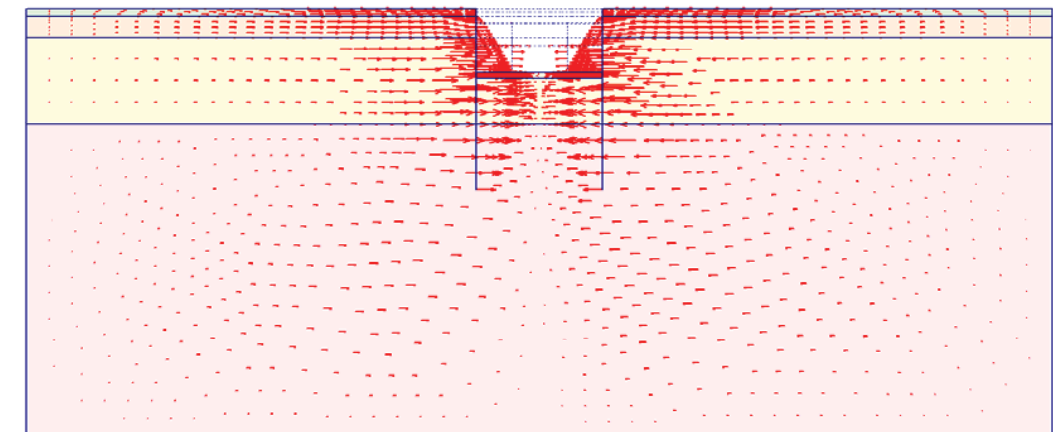
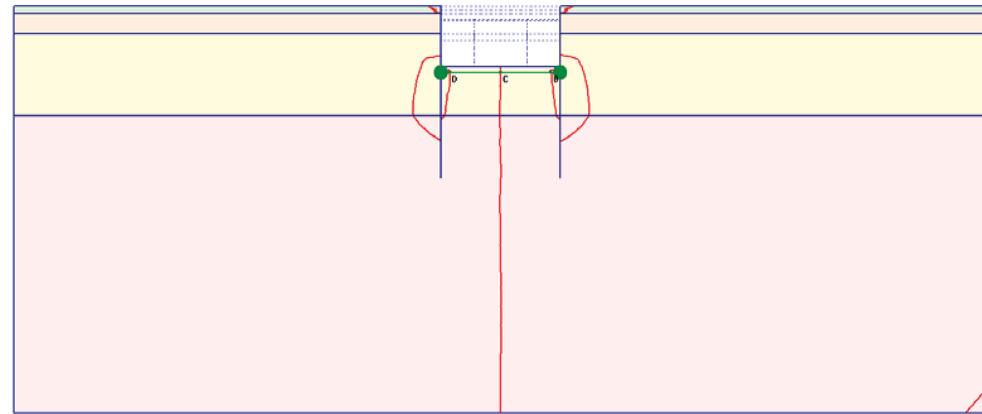


Fig. 208 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 30 - ( phase: 9 )



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: 30 - ( phase: 9 )

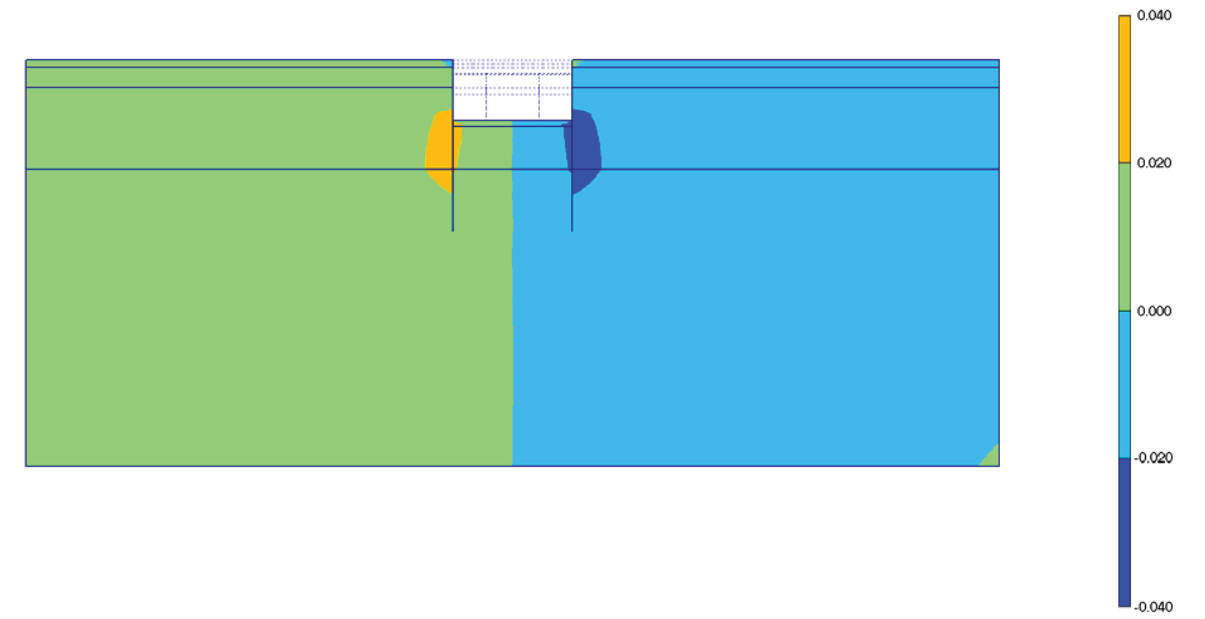


Fig. 210 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 30 - ( phase: 9 )

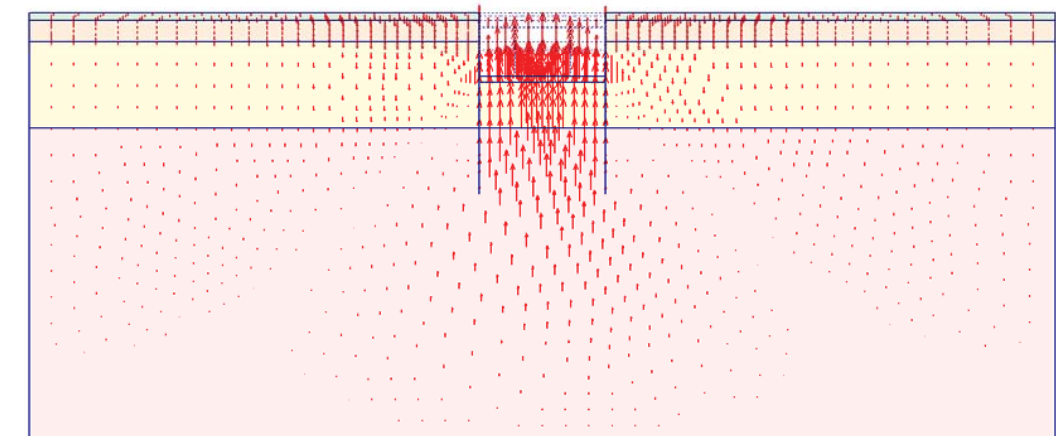
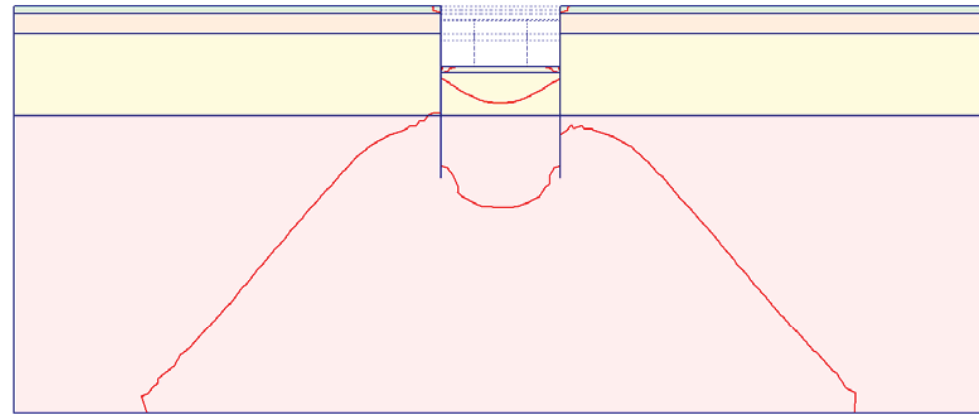


Fig. 211 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 30 - ( phase: 9 )



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: 30 - ( phase: 9 )

Fig. 213 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 30 - ( phase: 9 )

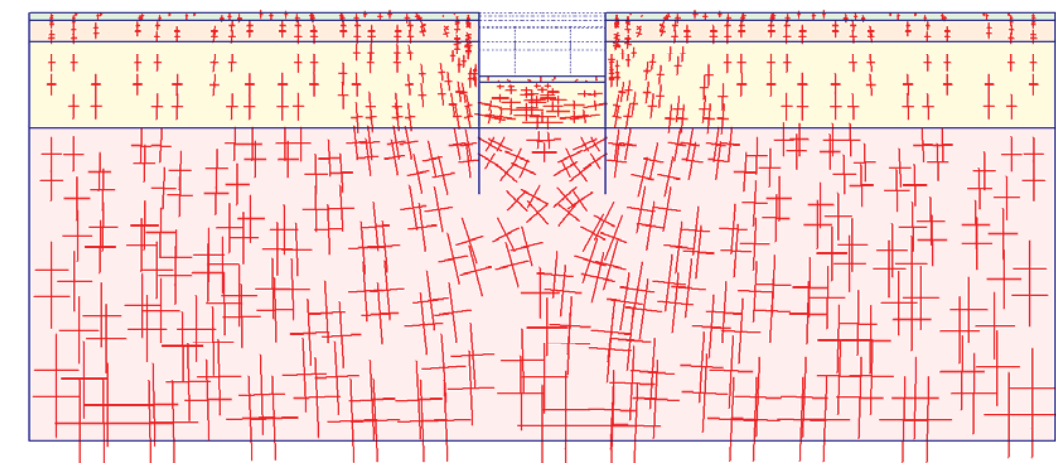
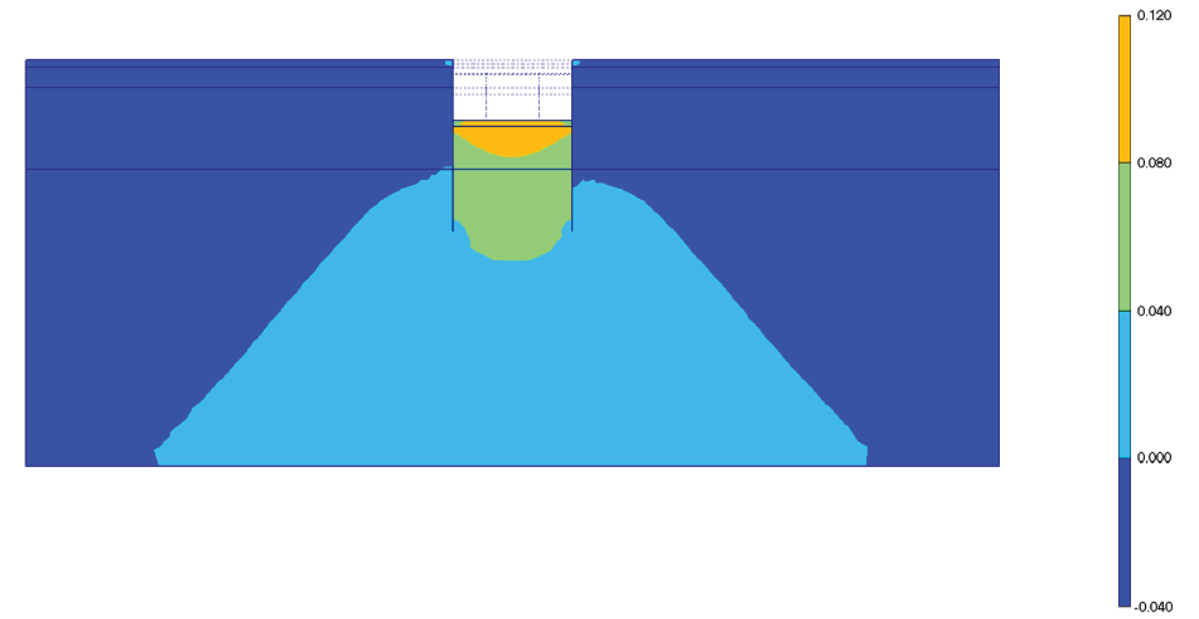


Fig. 214 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 30 - ( phase: 9 )

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

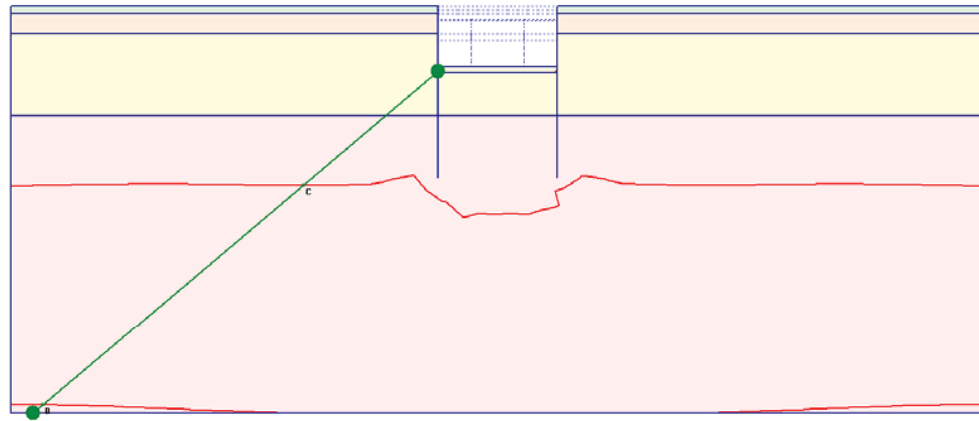


Fig. 215 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 30 - ( phase: 9 )

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

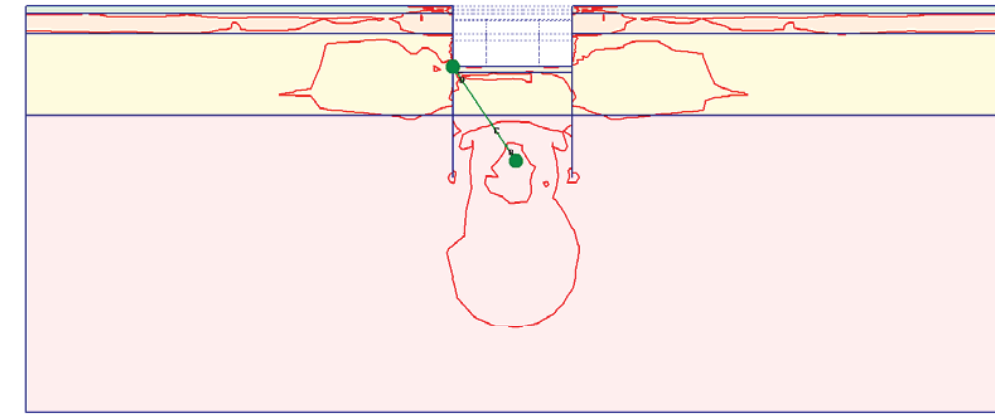


Fig. 216 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 30 - ( phase: 9 )

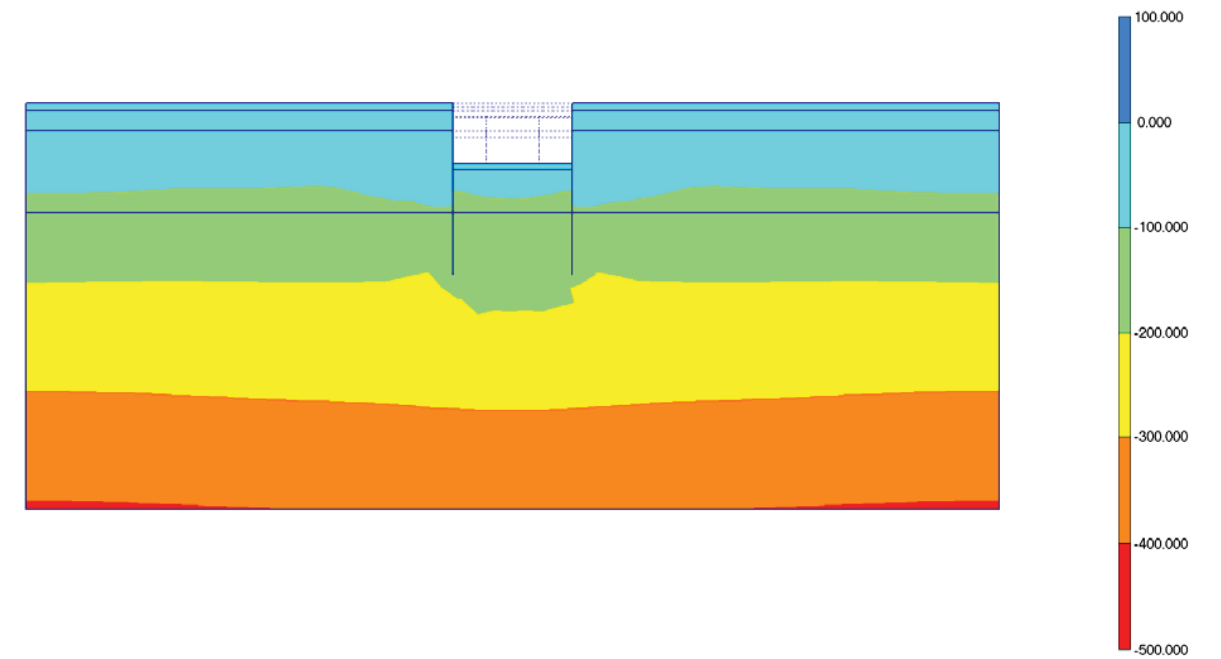


Fig. 217 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 30 - ( phase: 9 )

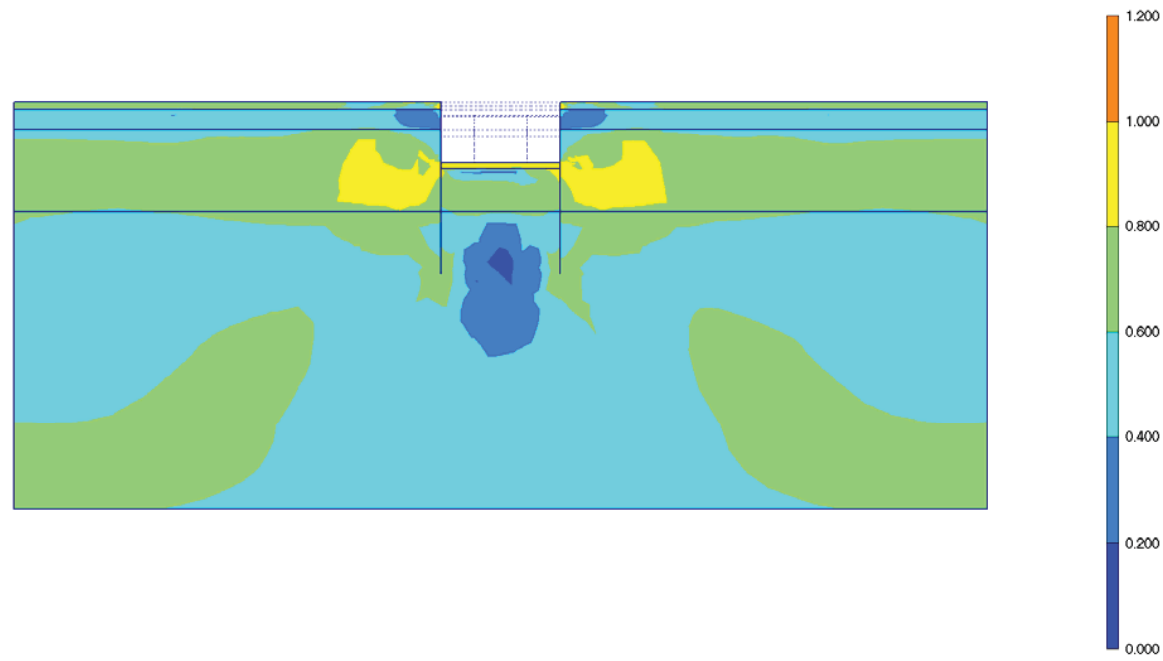


Fig. 218 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 30 - ( phase: 9 )

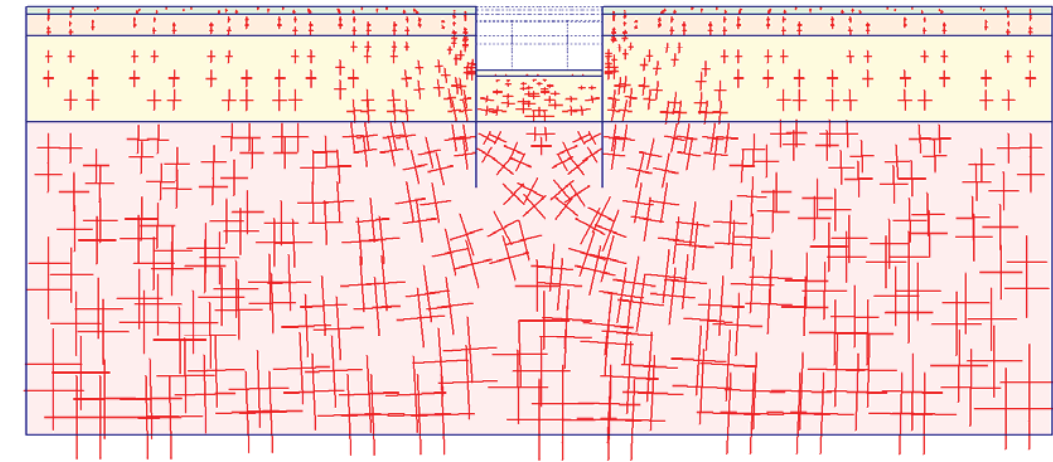
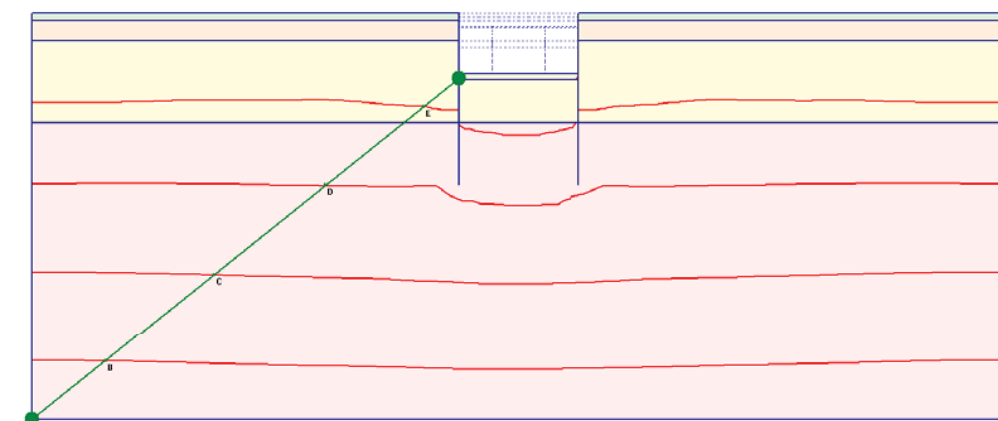


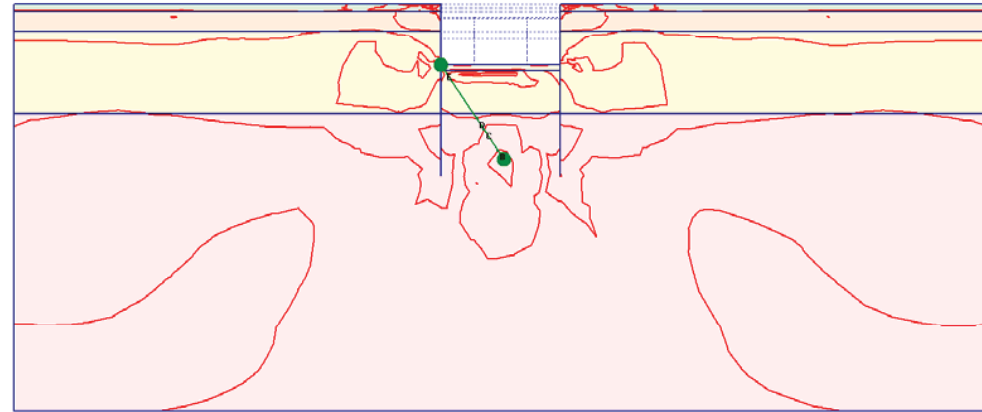
Fig. 219 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 30 - ( phase: 9 )



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



Fig. 220 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 30 - ( 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: 30 - ( phase: 9 )

Fig. 222 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 30 - ( phase: 9 )

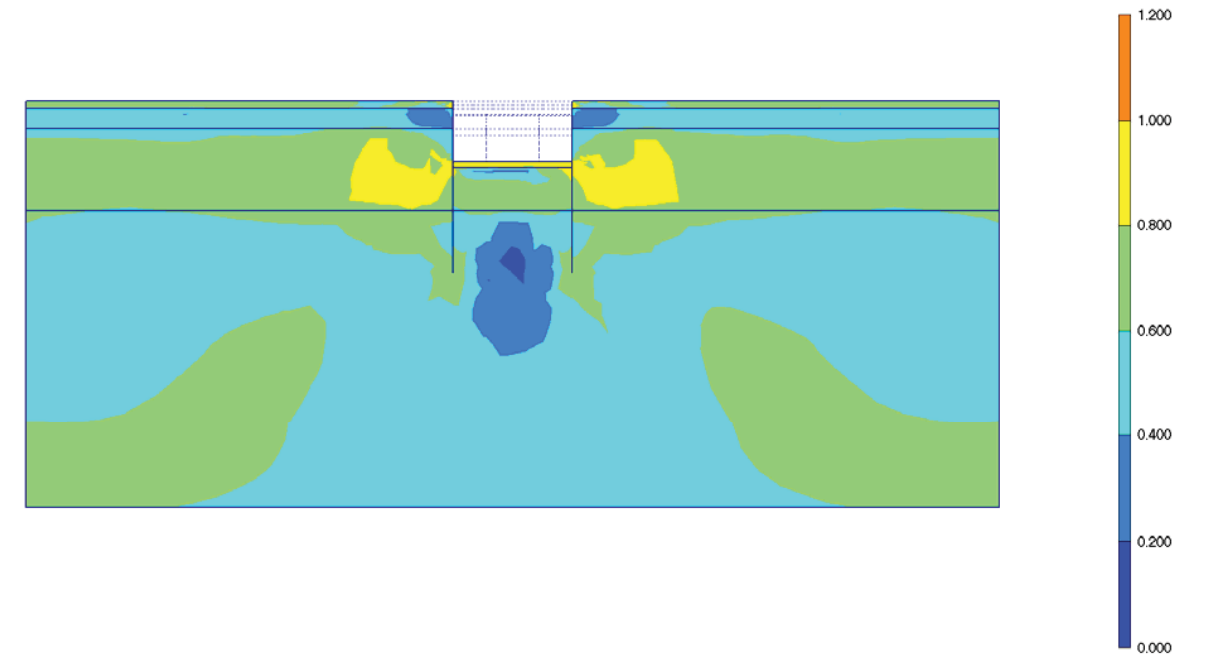
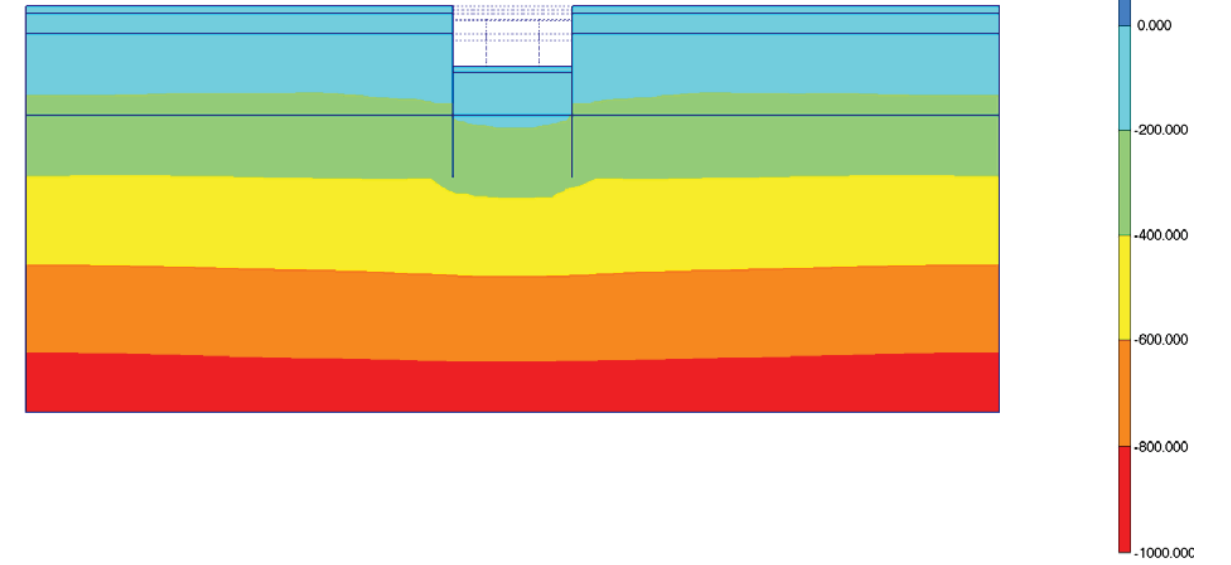
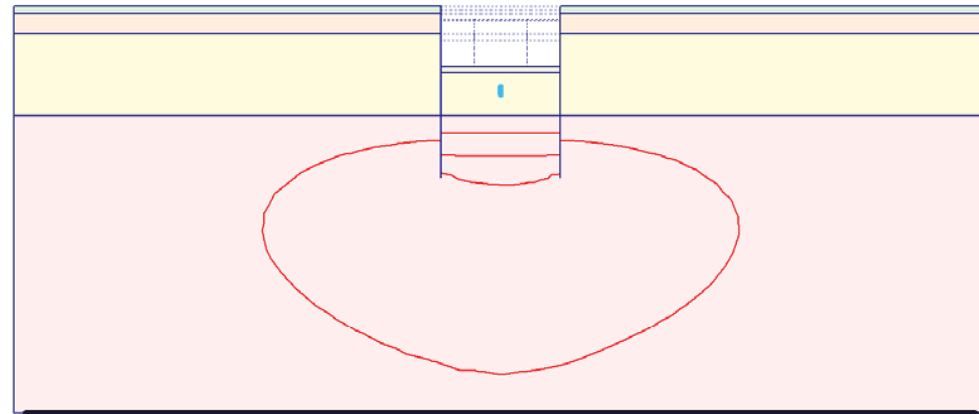


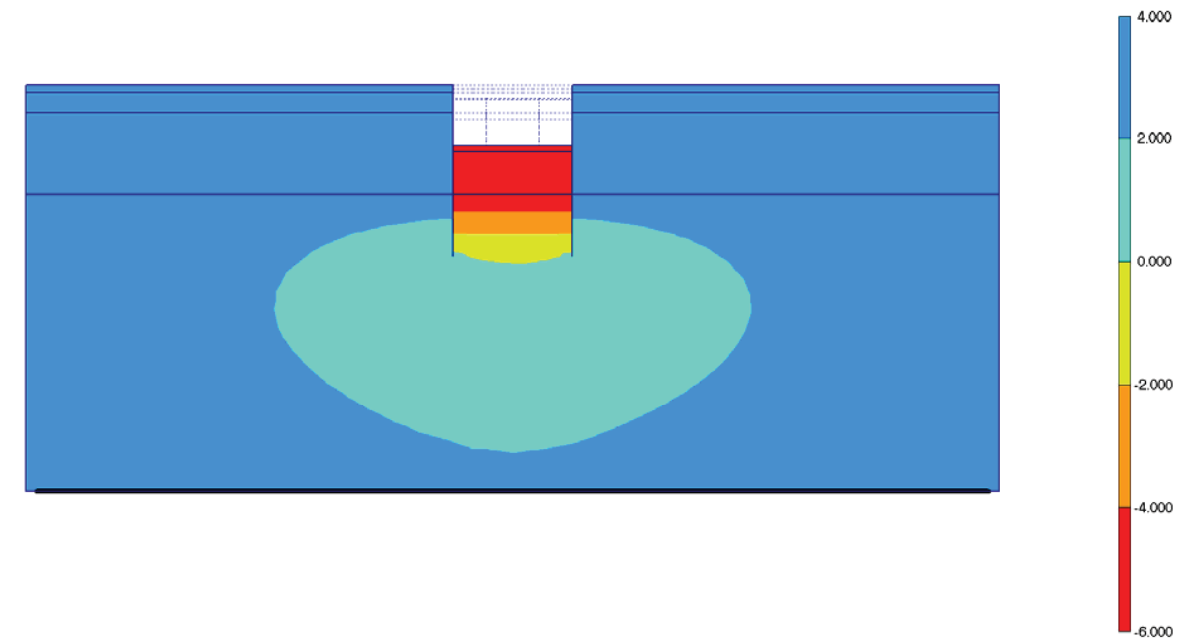
Fig. 223 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 30 - ( phase: 9 )



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: 30 - ( phase: 9 )

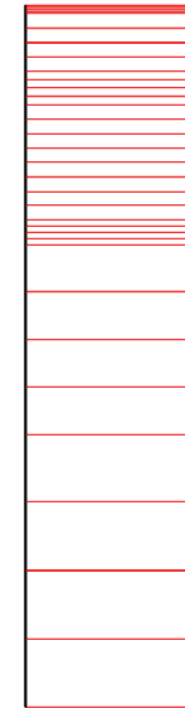
Fig. 225 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 30 - ( phase: 9 )



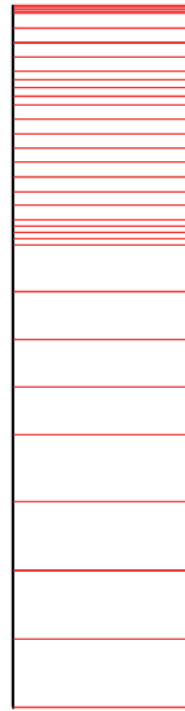
**Fig. 226 Horizontal displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $-27,45 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 9)



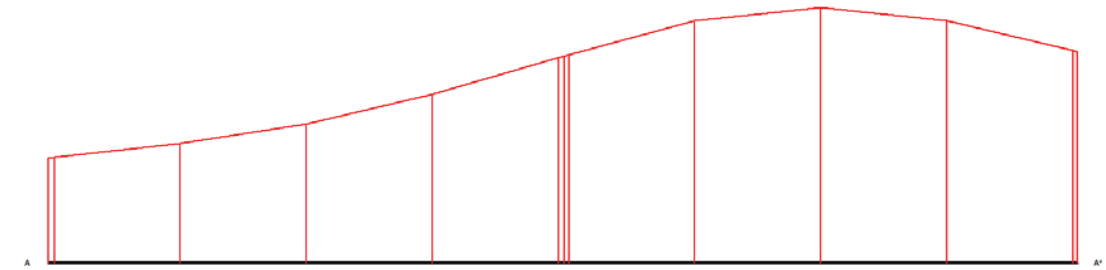
**Fig. 227 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)**  
Extreme value  $27,28 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 9)



**Fig. 228 Vertical displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $16,91 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 9)



**Fig. 229 Vertical displacements in beam (plate no: 1)**  
 Extreme value  $18,28 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 9)



**Fig. 230 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $12,23 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 9)

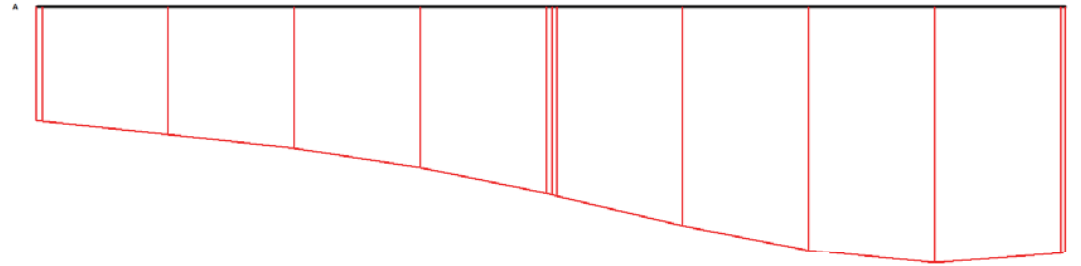


Fig. 231 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)  
Extreme value  $-18,85 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 9)

### 17. RESULTS FOR PHASE 10

Table [74] Step info phase no: 10

Step no:	32
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	1,000
Relative stiffness	0,701

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	347	325	16	0	0	9	9
2	0,000	357	312	12	0	0	9	7

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	100	0,000	-20,000	302	0,000	-20,000
2	302	0,000	-40,000	1106	0,000	-40,000
3	1836	0,000	-40,000	2116	0,000	-40,000
4	2116	0,000	-20,000	2338	0,000	-20,000

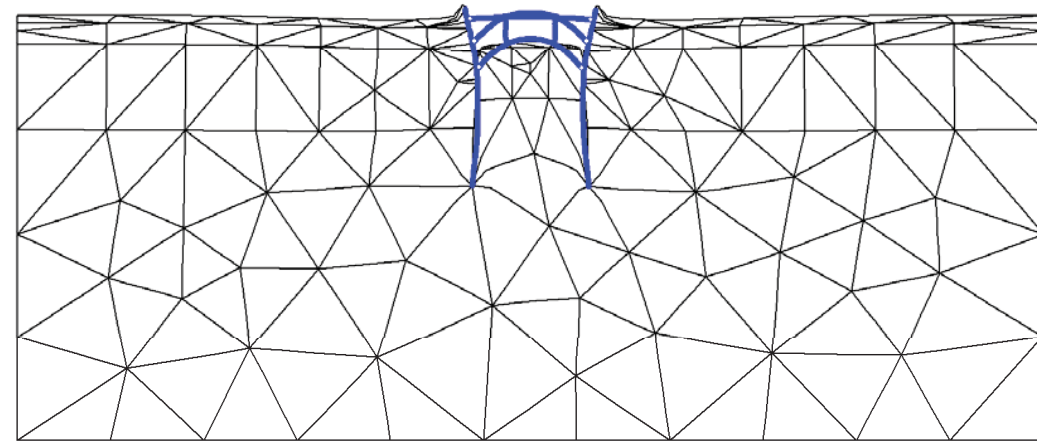


Fig. 232 Plot of deformed mesh  
- step no: 32 - ( phase: 10 )

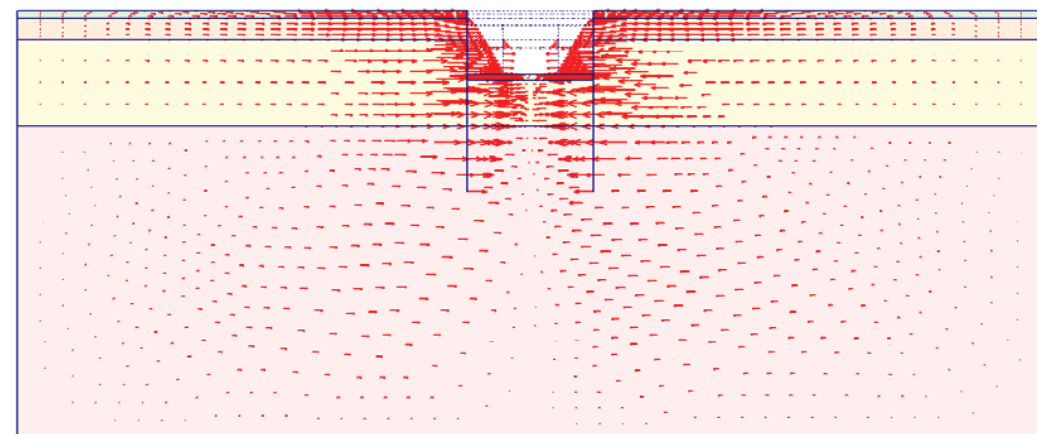
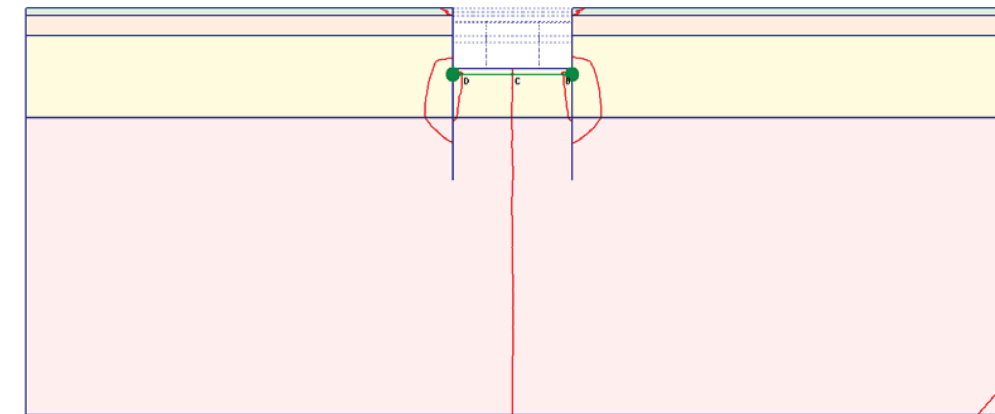


Fig. 233 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )



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: 32 - ( phase: 10 )

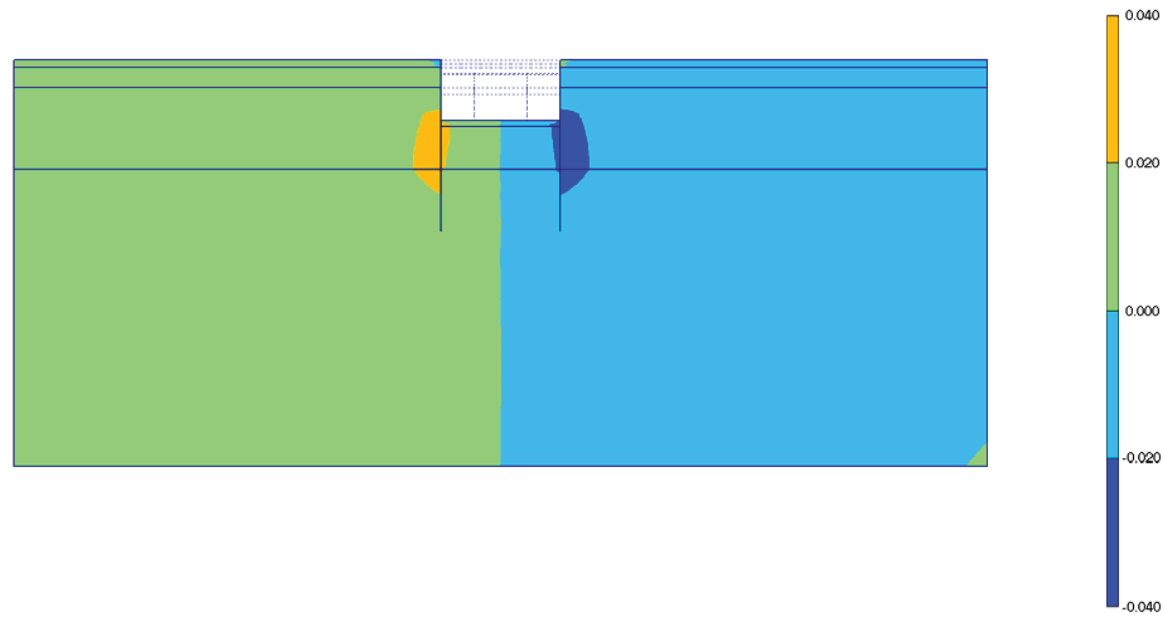


Fig. 235 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )

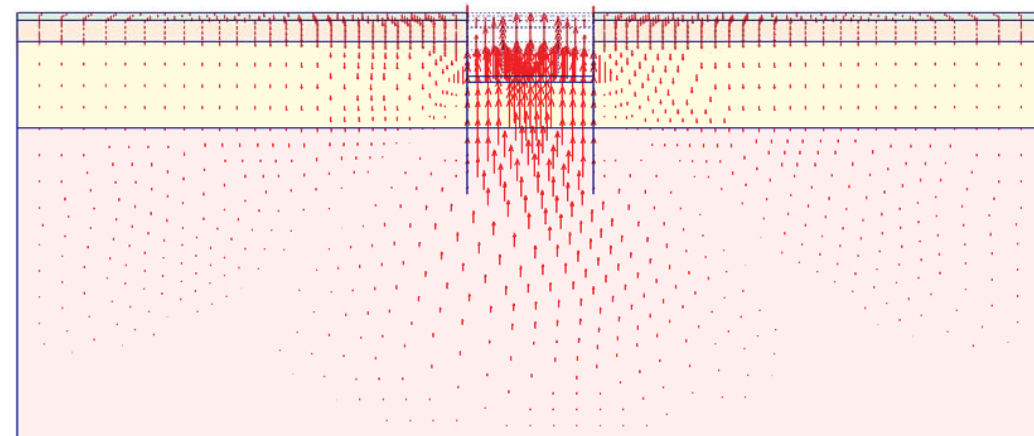


Fig. 236 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )

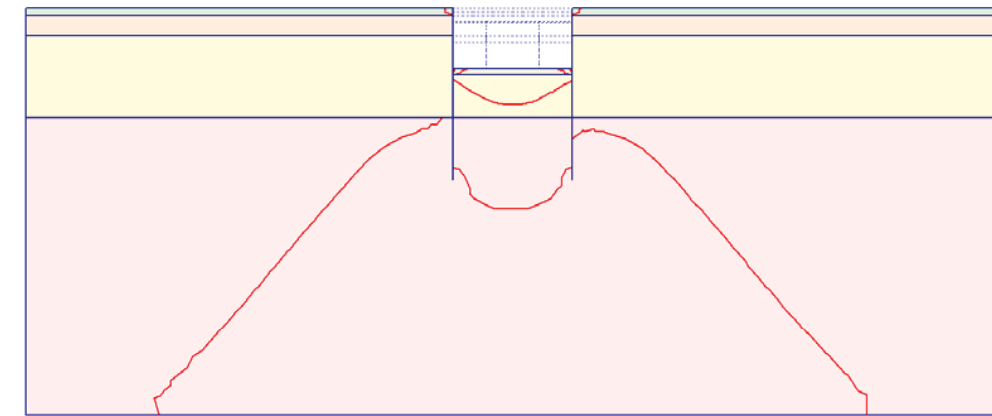


Fig. 237 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )

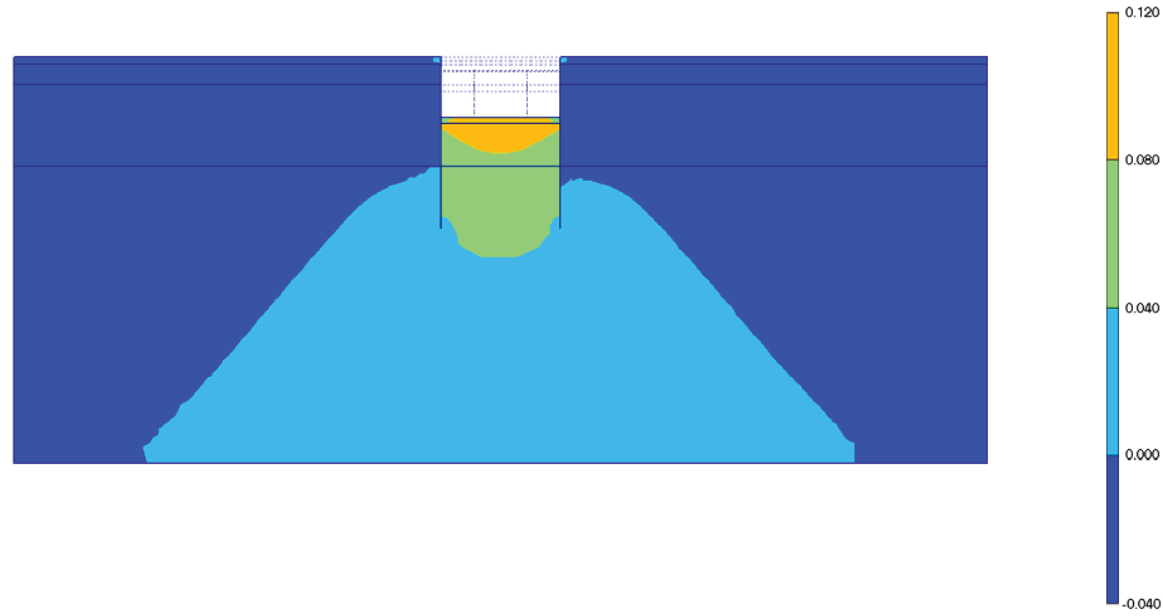


Fig. 238 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )

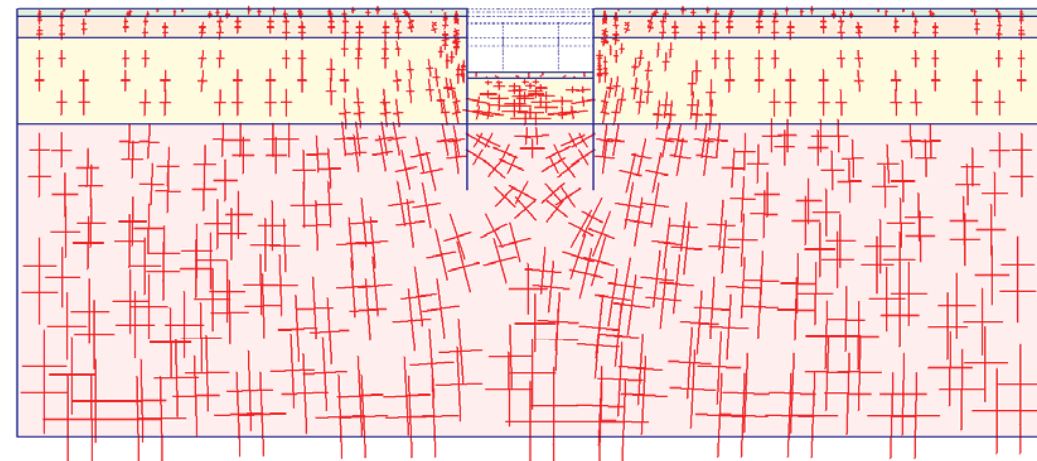


Fig. 239 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )

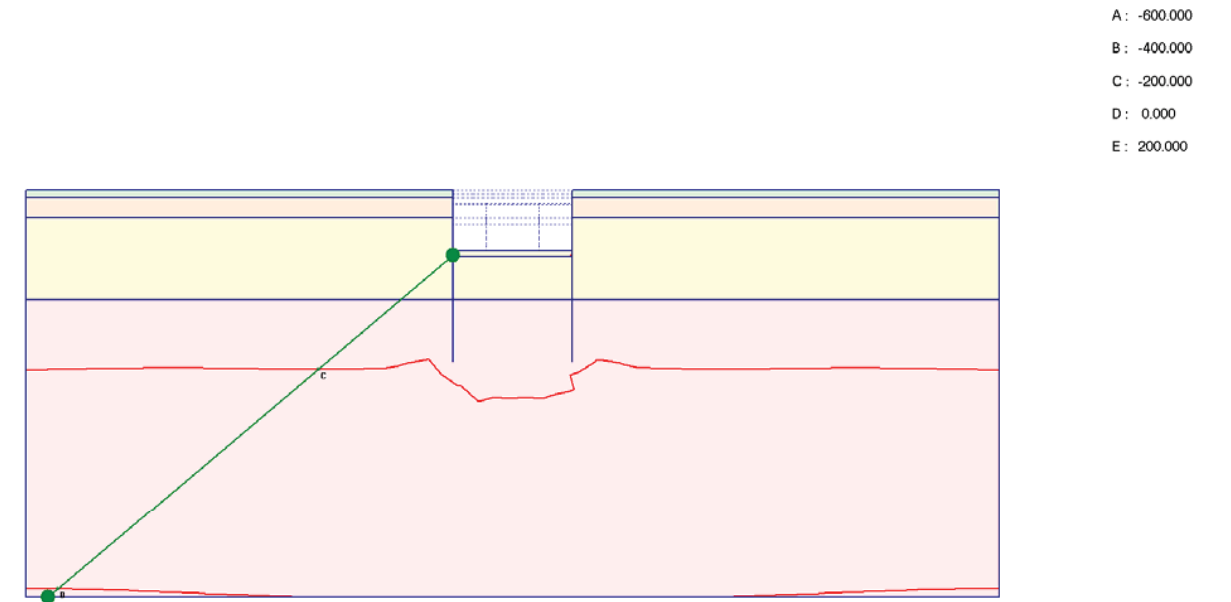
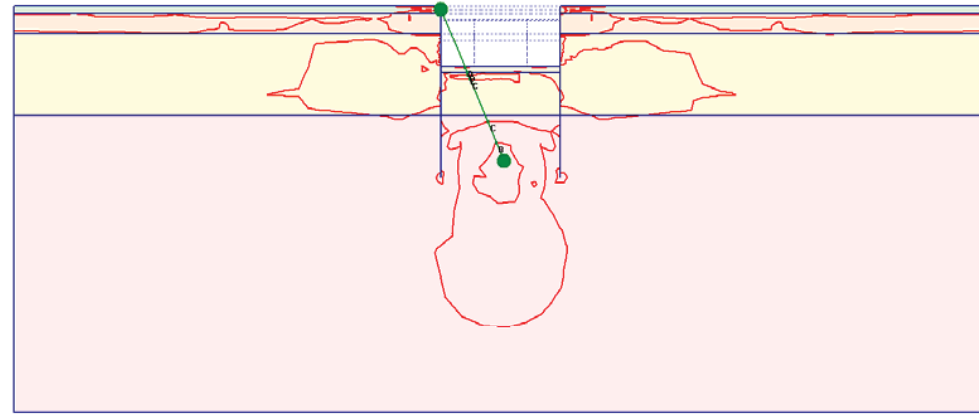


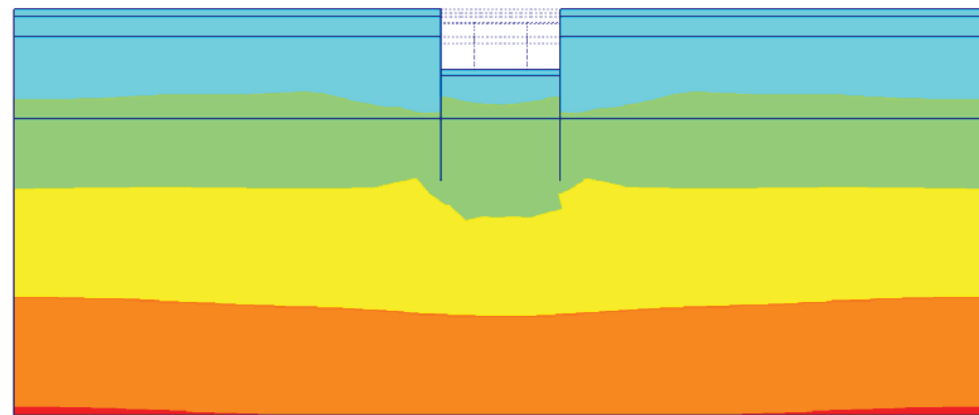
Fig. 240 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )





- 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: 32 - ( 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: 32 - ( phase: 10 )

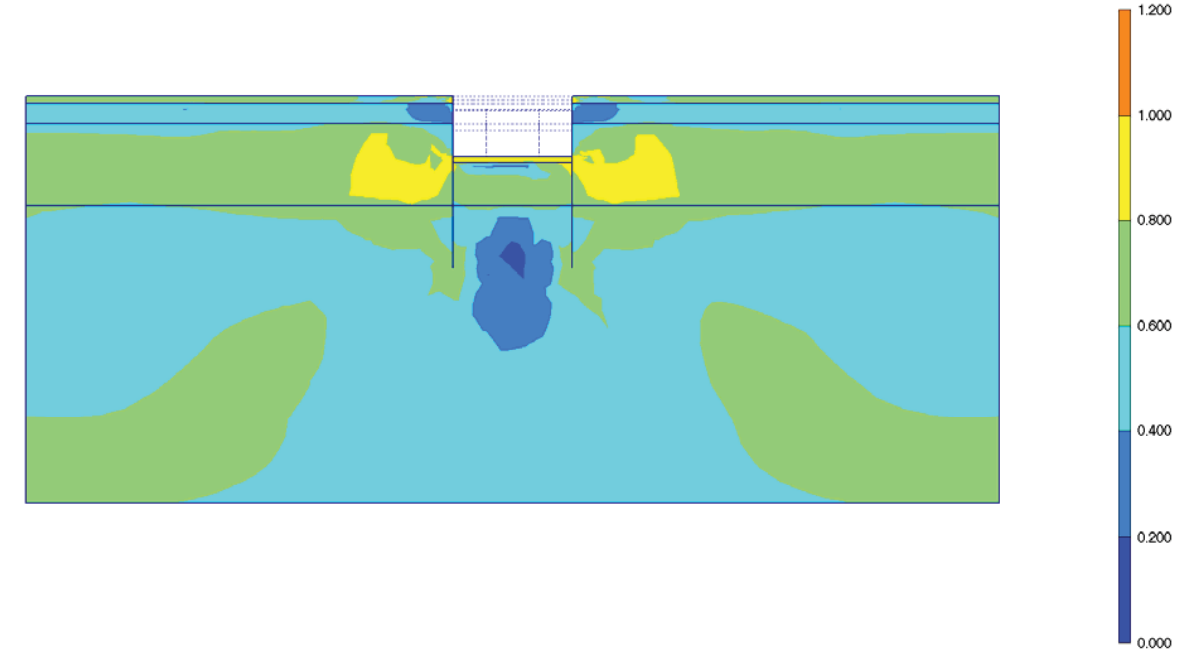


Fig. 243 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )

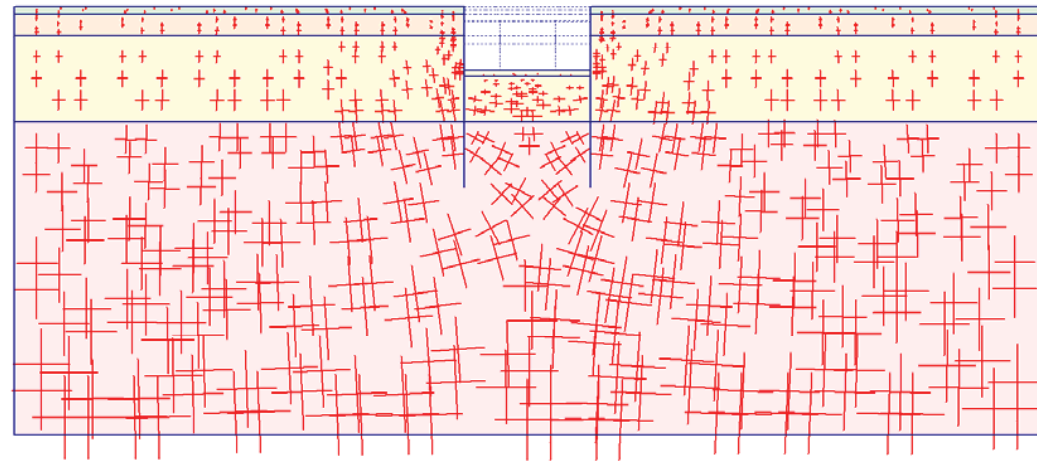


Fig. 244 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )

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

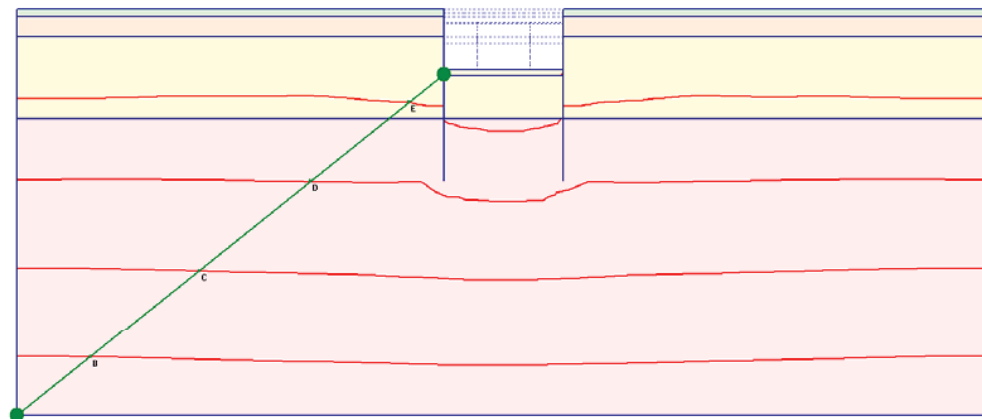
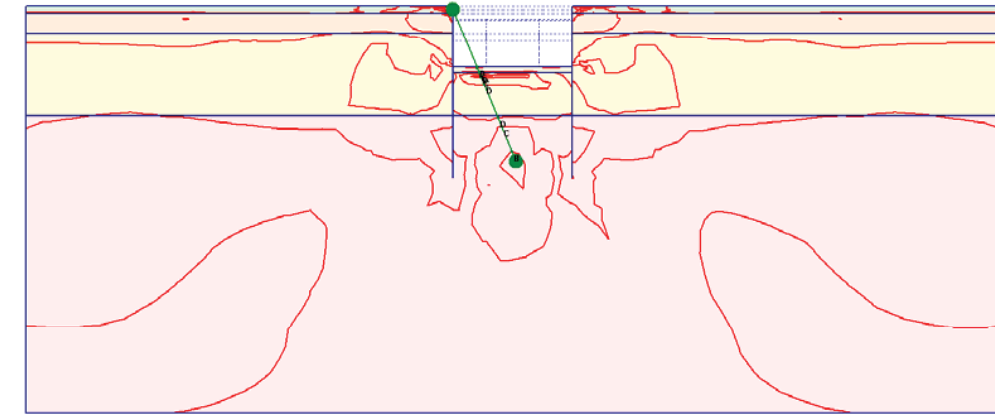


Fig. 245 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )



- 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: 32 - ( phase: 10 )

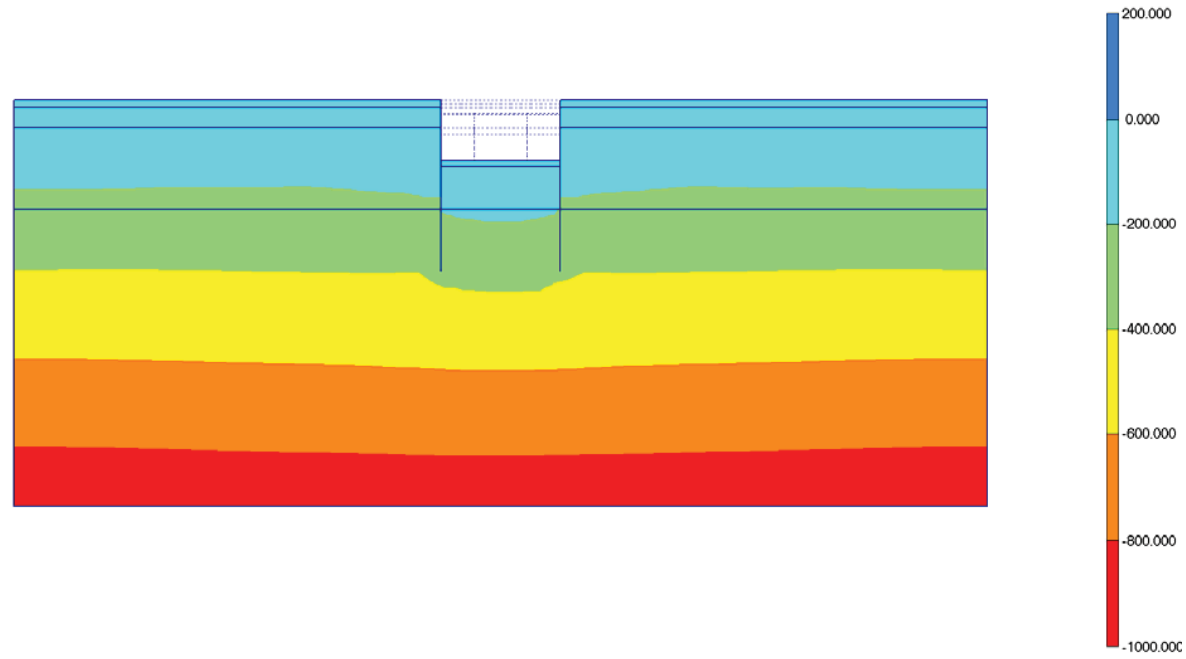


Fig. 247 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )

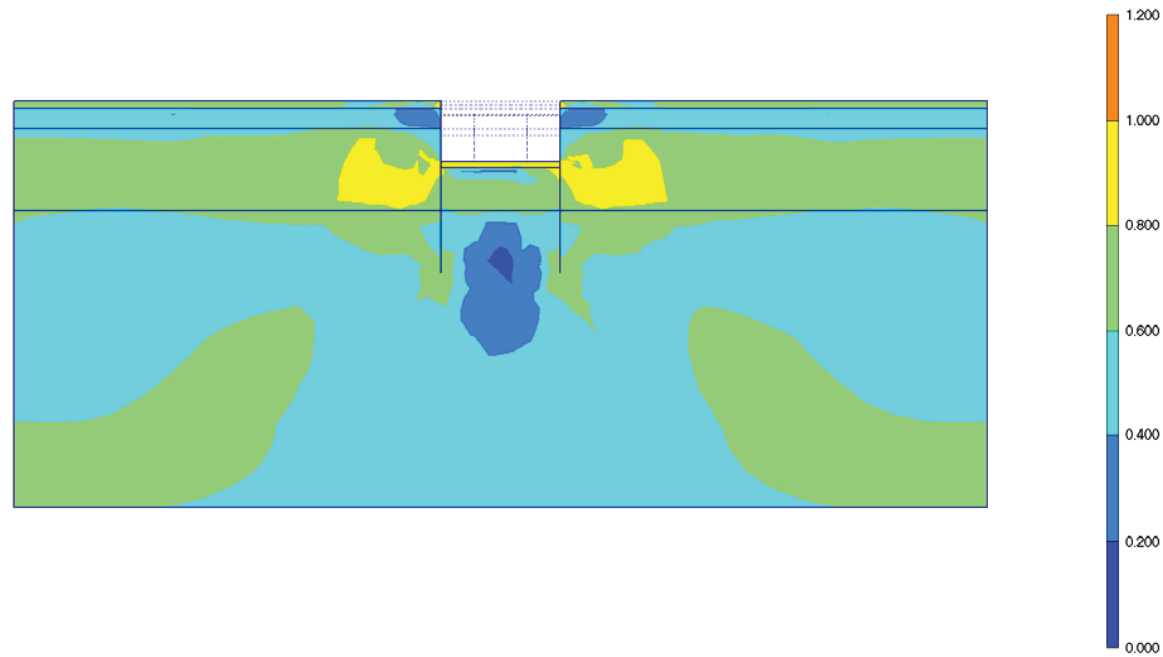


Fig. 248 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )

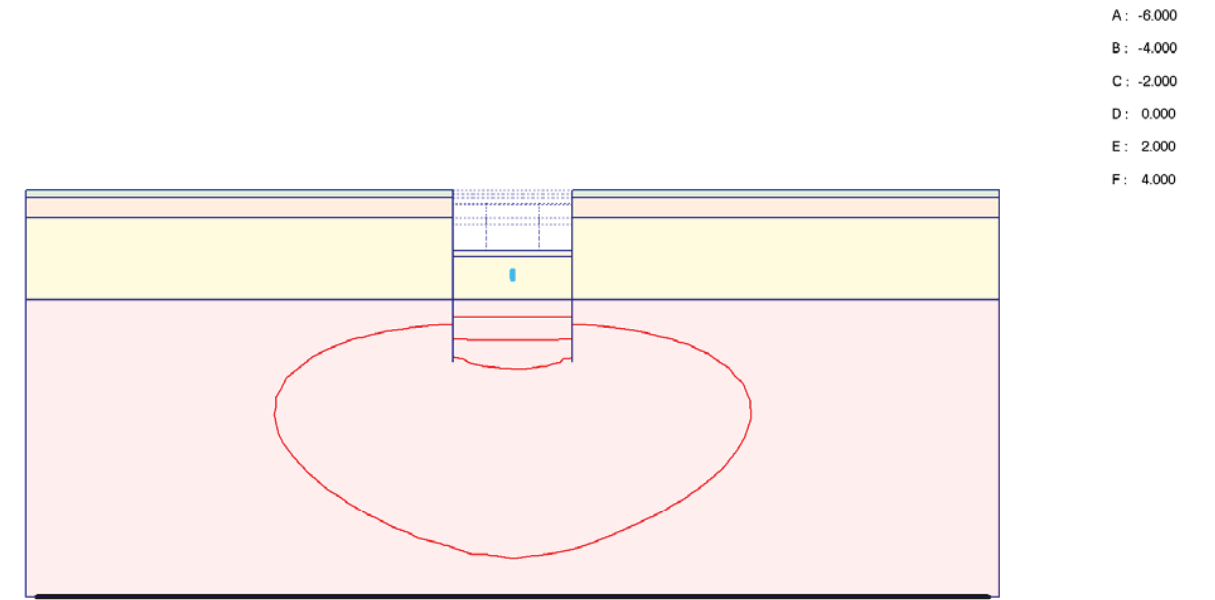


Fig. 249 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )

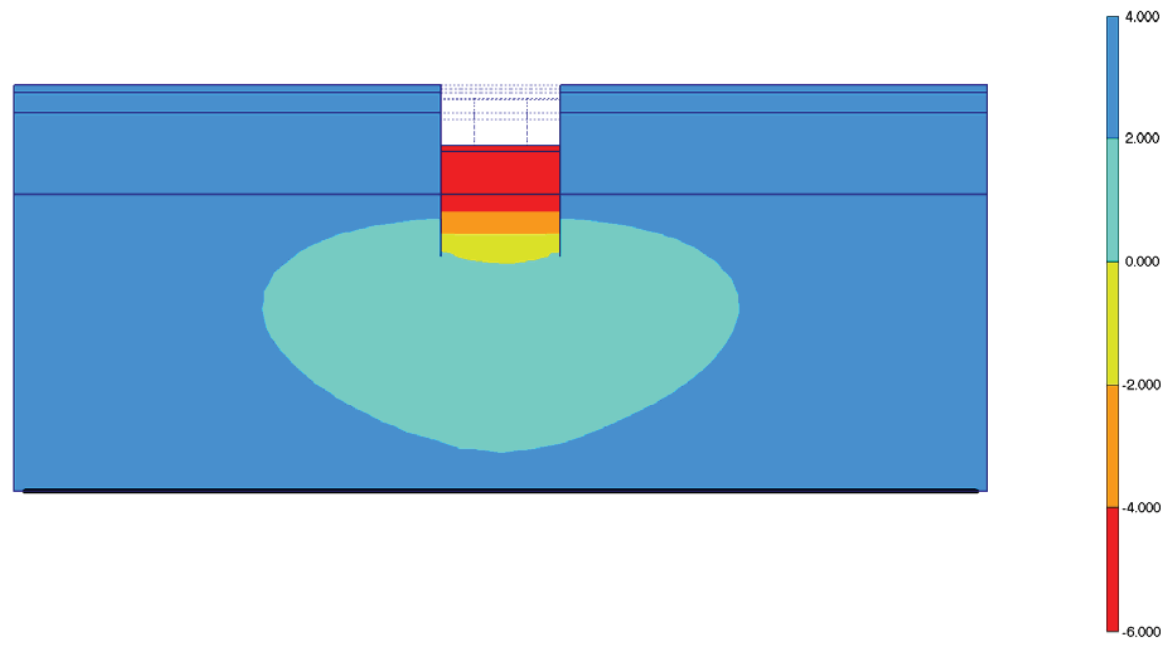


Fig. 250 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 32 - ( phase: 10 )

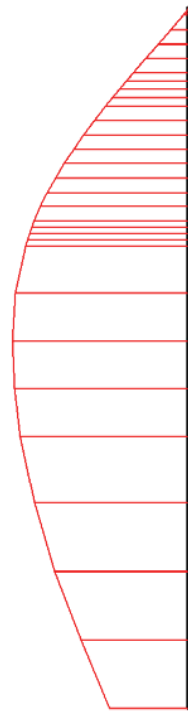


Fig. 251 Horizontal displacements in beam (plate no: 2)  
Extreme value  $-27,45 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 10)

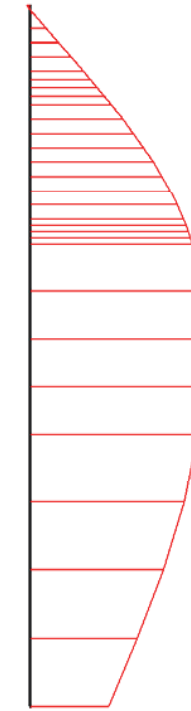
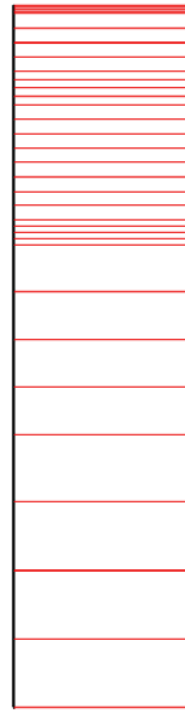
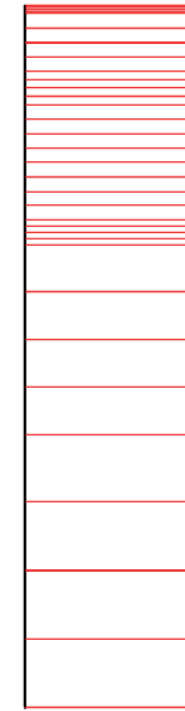


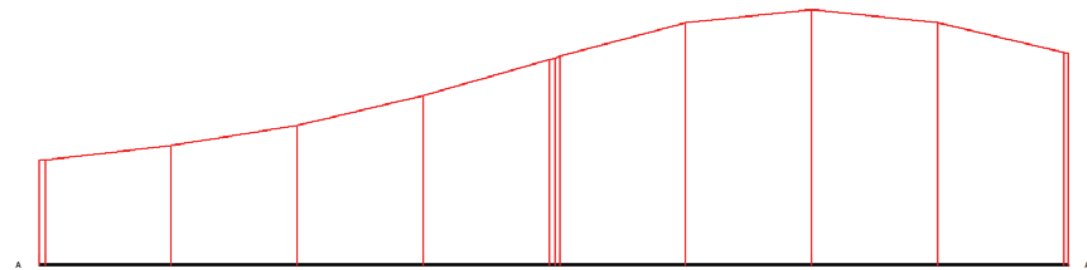
Fig. 252 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)  
Extreme value  $27,28 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 10)



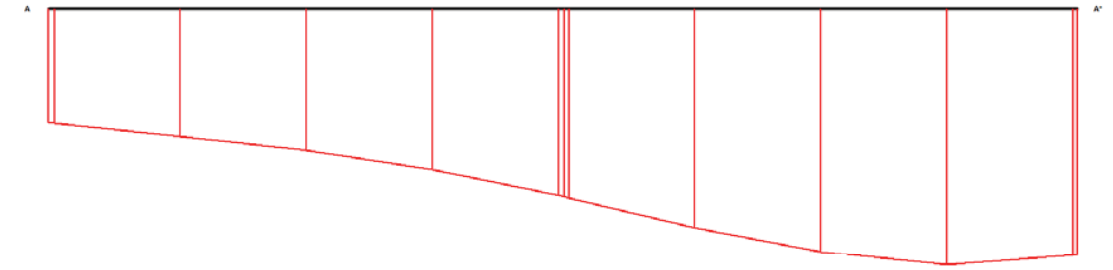
**Fig. 253 Vertical displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $16,74 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 10)



**Fig. 254 Vertical displacements in beam (plate no: 1)**  
Extreme value  $18,11 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 10)



**Fig. 255 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $12,28 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 10)



**Fig. 256 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $-18,94 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 10)

### 18. RESULTS FOR PHASE 11

Table [80] Step info phase no: 11

Step no:	35
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,268
Relative stiffness	0,752

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	0,116	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	1061	714	314	0	0	6	6
2	0,000	1046	705	57	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	100	0,000	-20,000	302	0,000	-20,000
2	302	0,000	-40,000	1106	0,000	-40,000
3	1836	0,000	-40,000	2116	0,000	-40,000
4	2116	0,000	-20,000	2338	0,000	-20,000

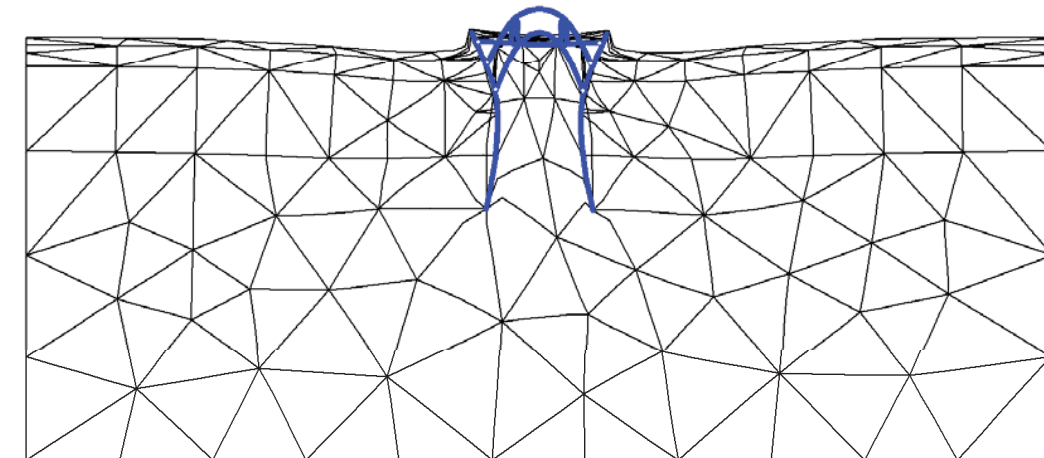


Fig. 257 Plot of deformed mesh - step no: 35 - ( phase: 11 )

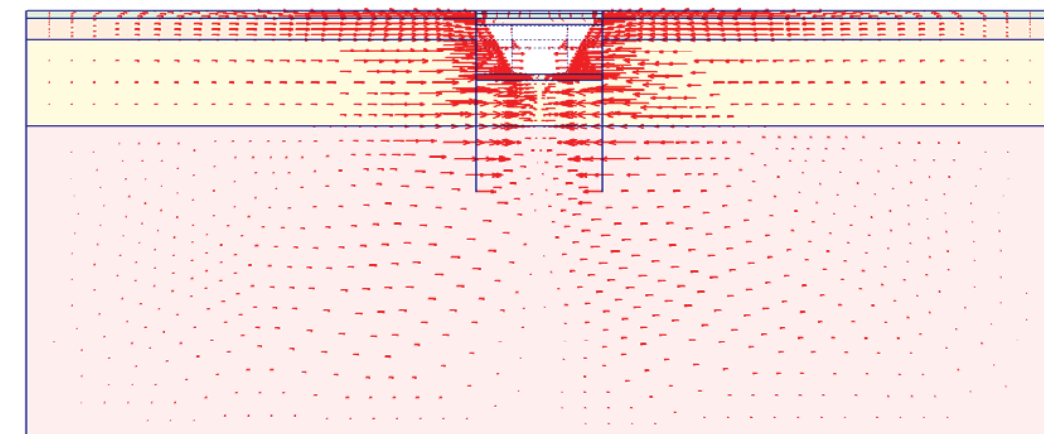
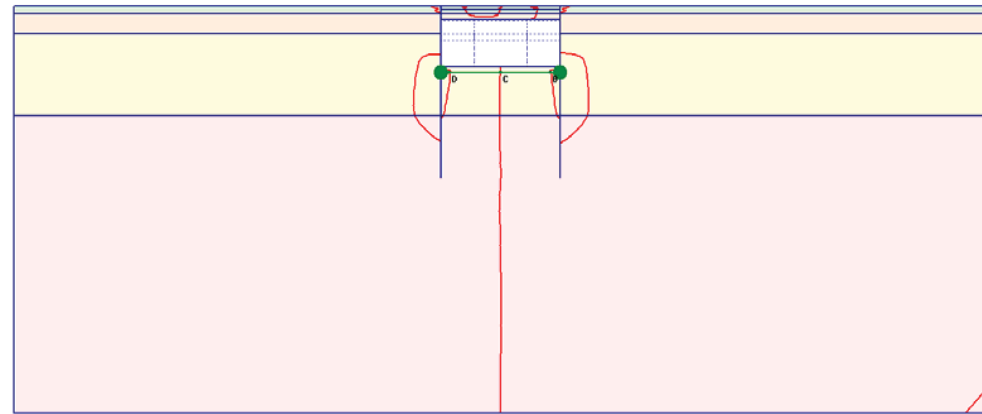


Fig. 258 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )



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: 35 - ( phase: 11 )

Fig. 260 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )

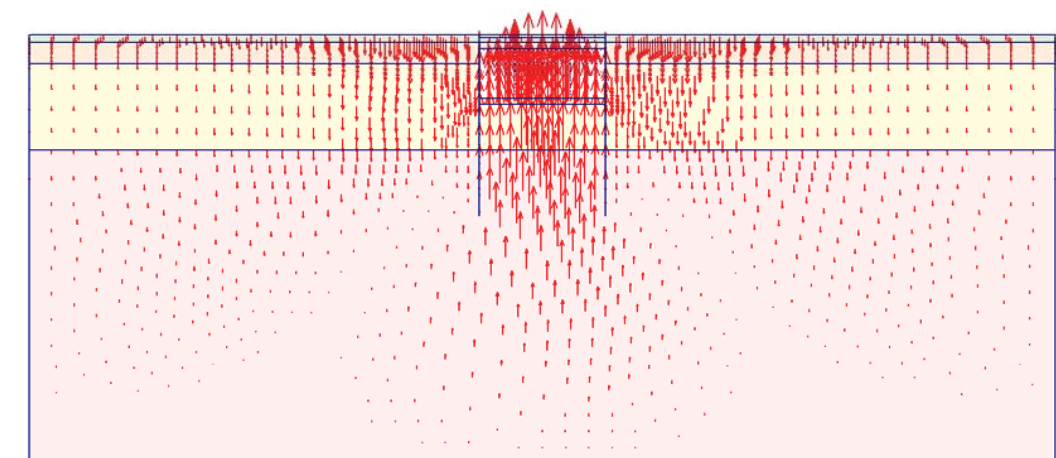
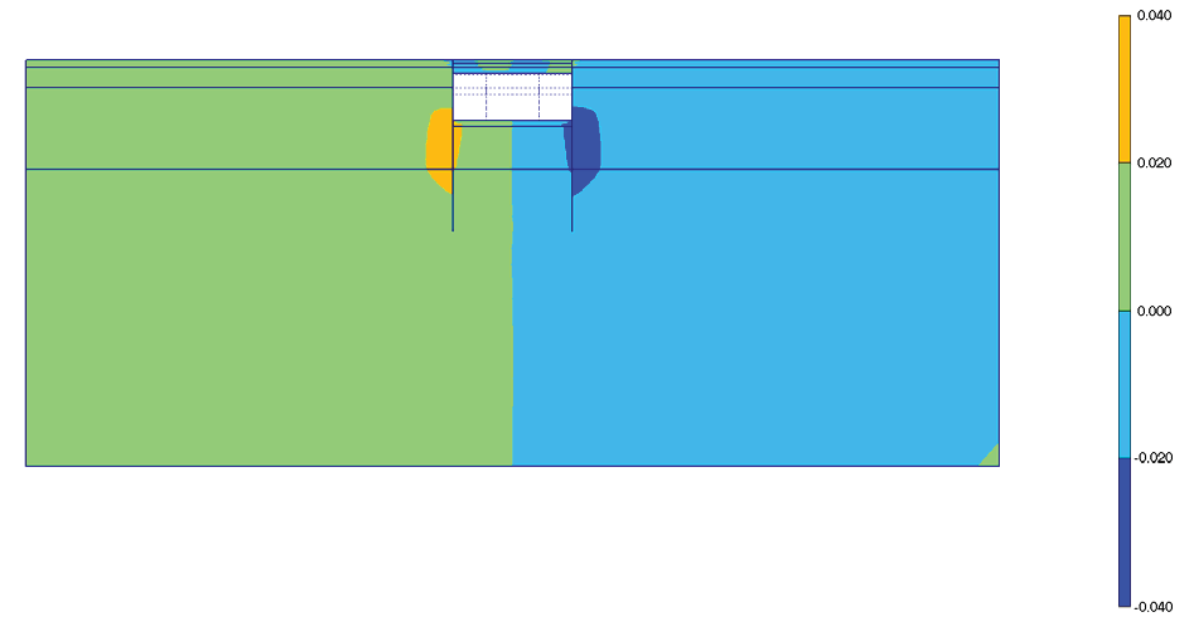
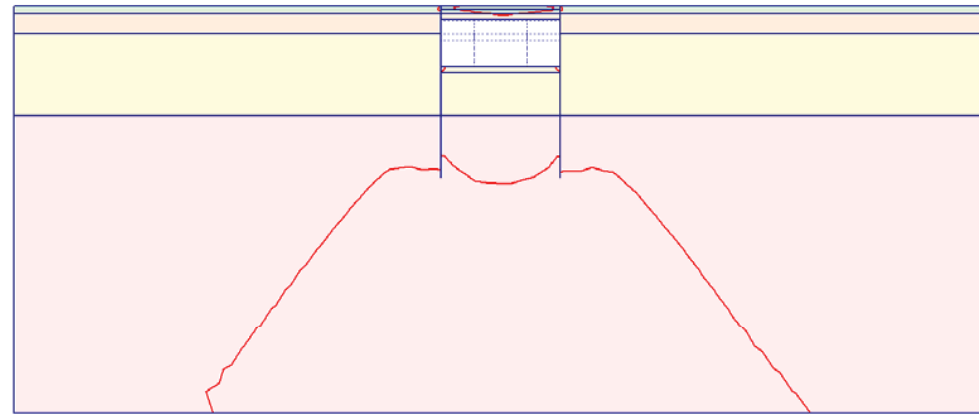




Fig. 261 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )



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

Fig. 262 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )

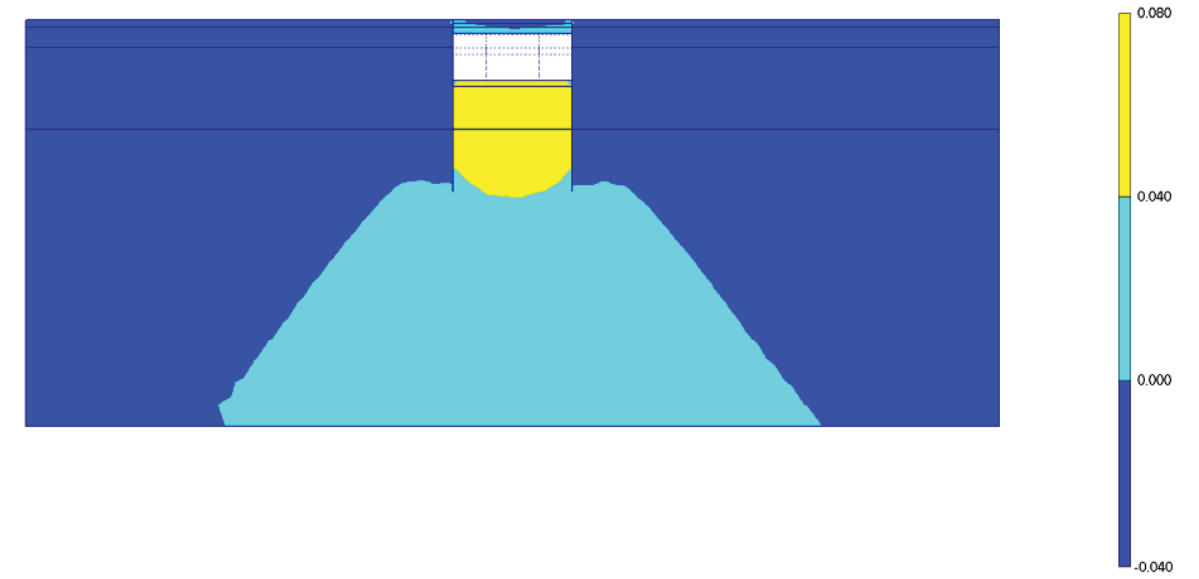


Fig. 263 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )

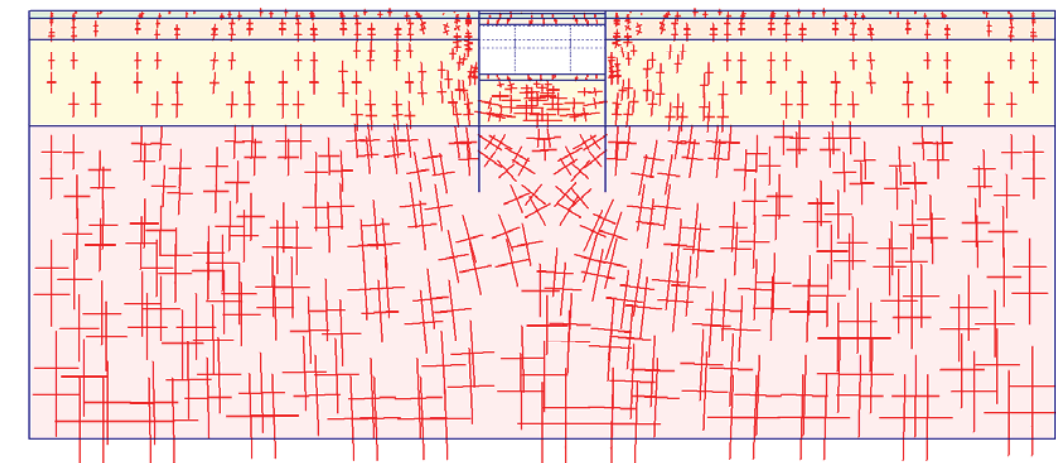


Fig. 264 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )

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

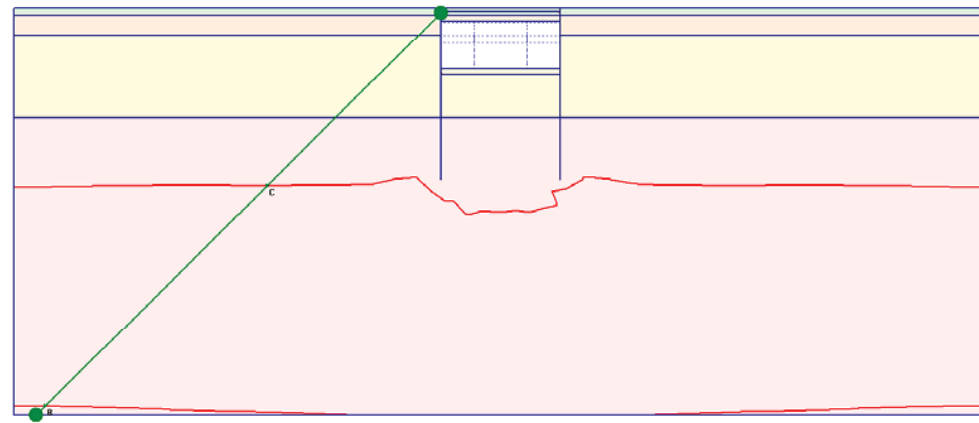


Fig. 265 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )

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

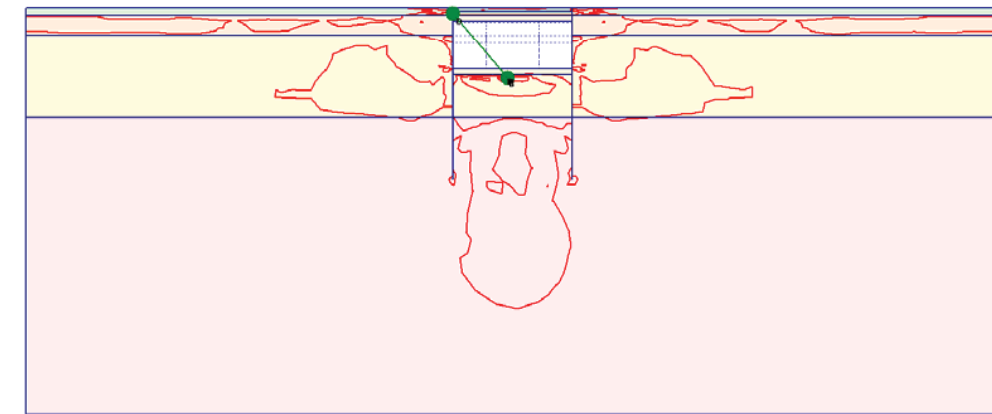


Fig. 266 Plot of effective stresses (relative shear contours)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )

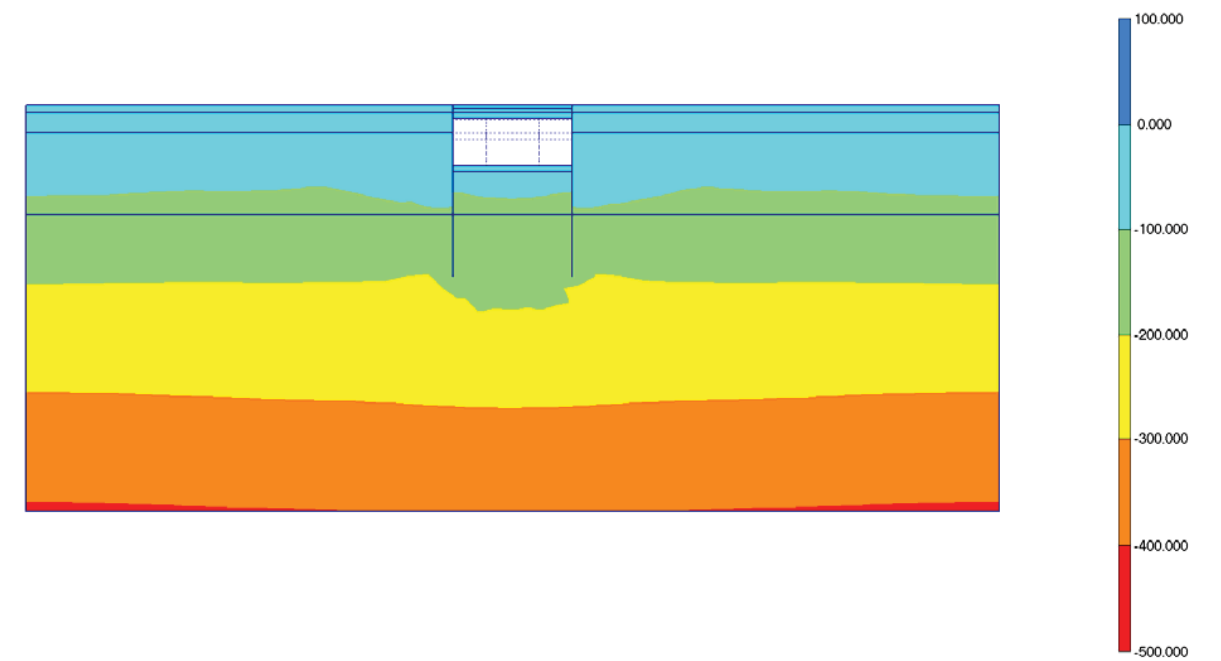


Fig. 267 Plot of effective stresses (mean shadings)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )

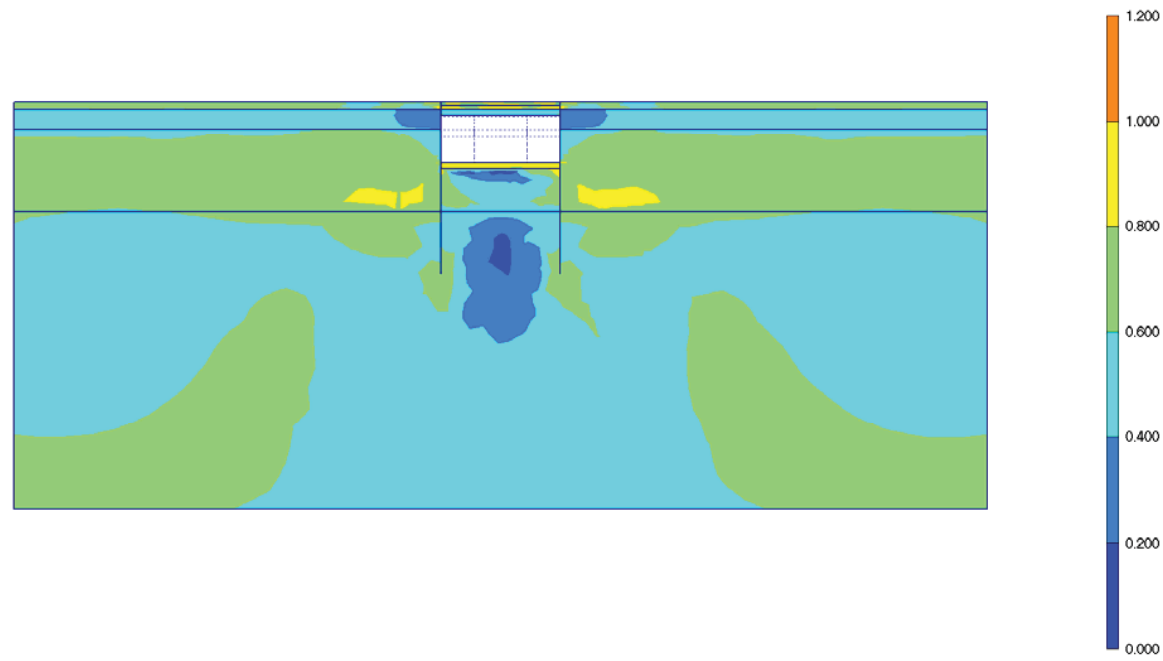


Fig. 268 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )

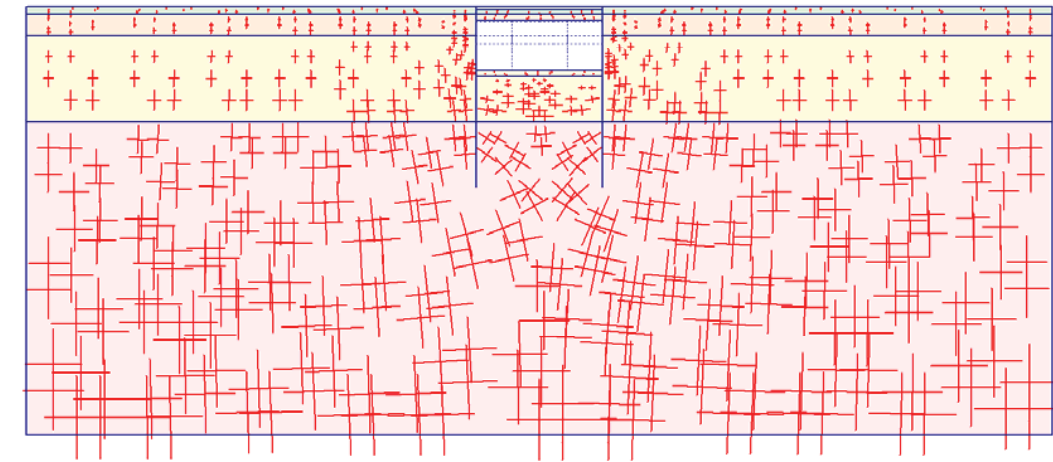


Fig. 269 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )

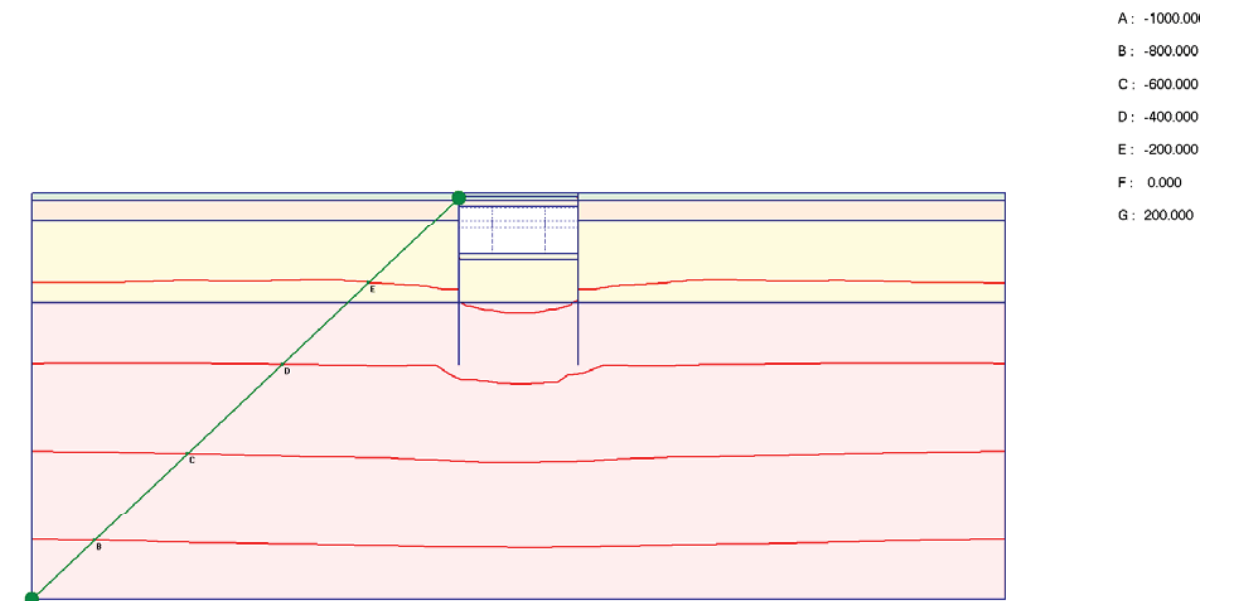
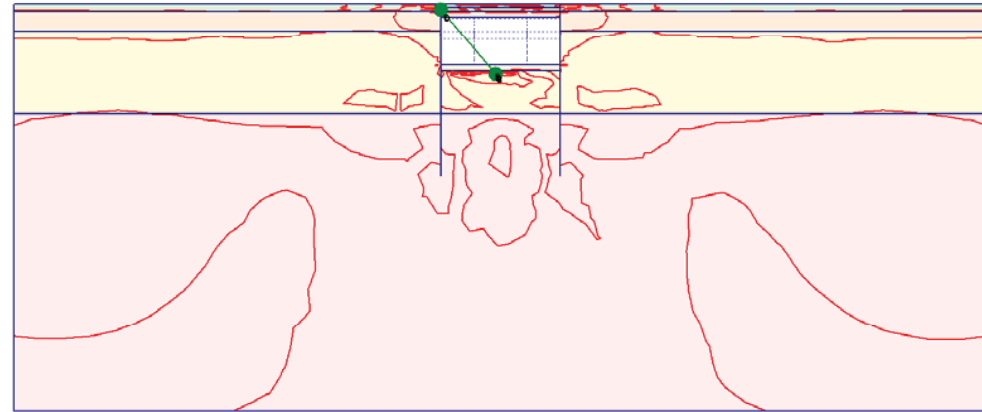


Fig. 270 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )



- 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: 35 - ( phase: 11 )

Fig. 272 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )

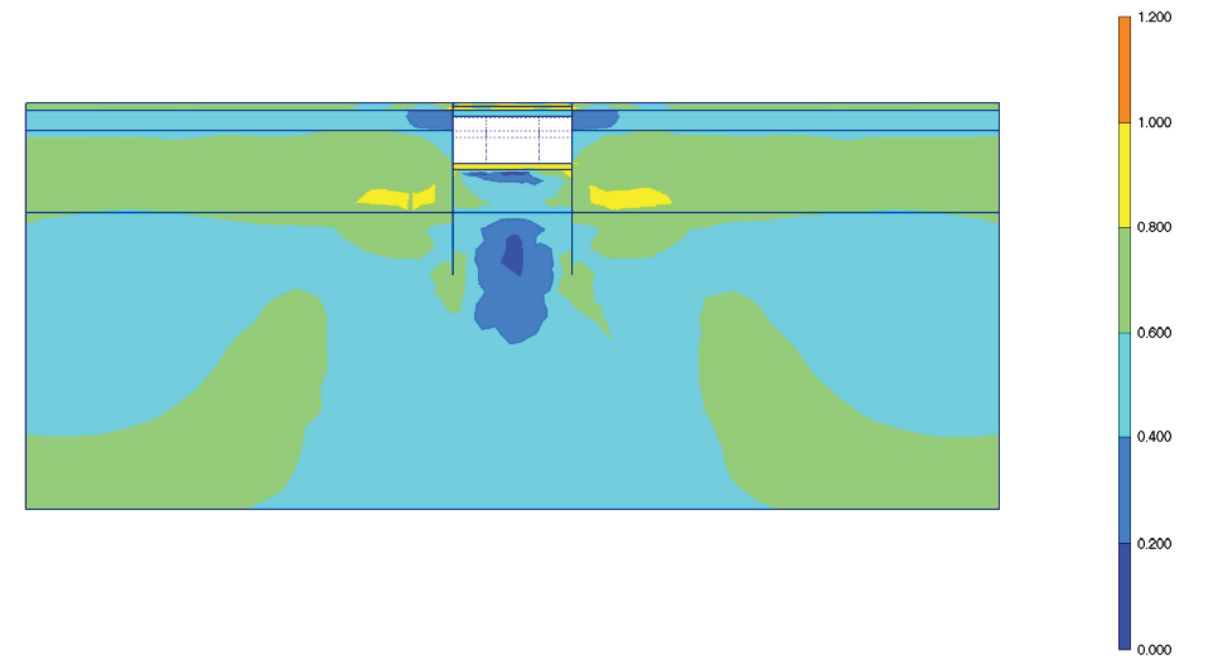
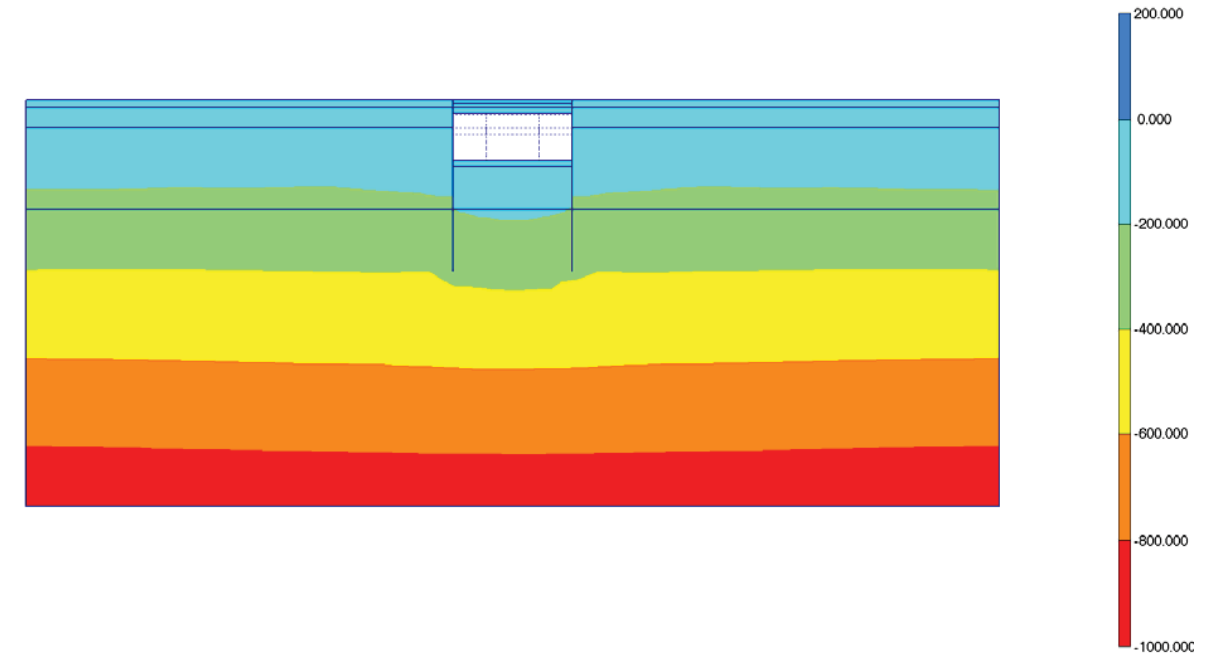
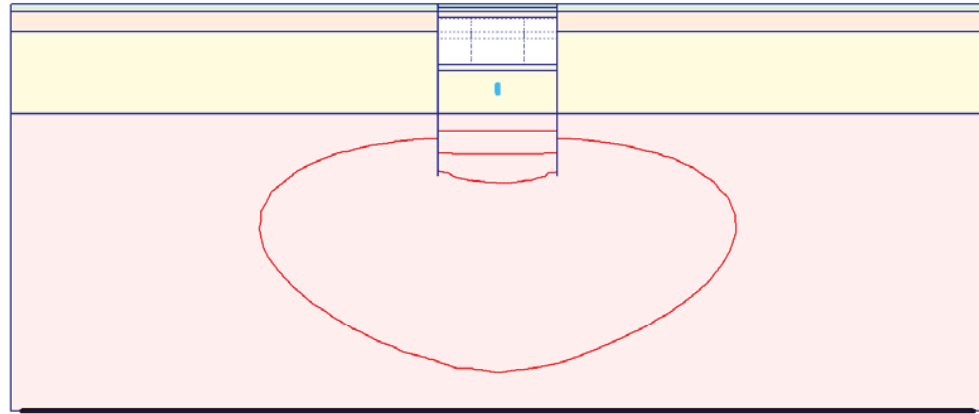


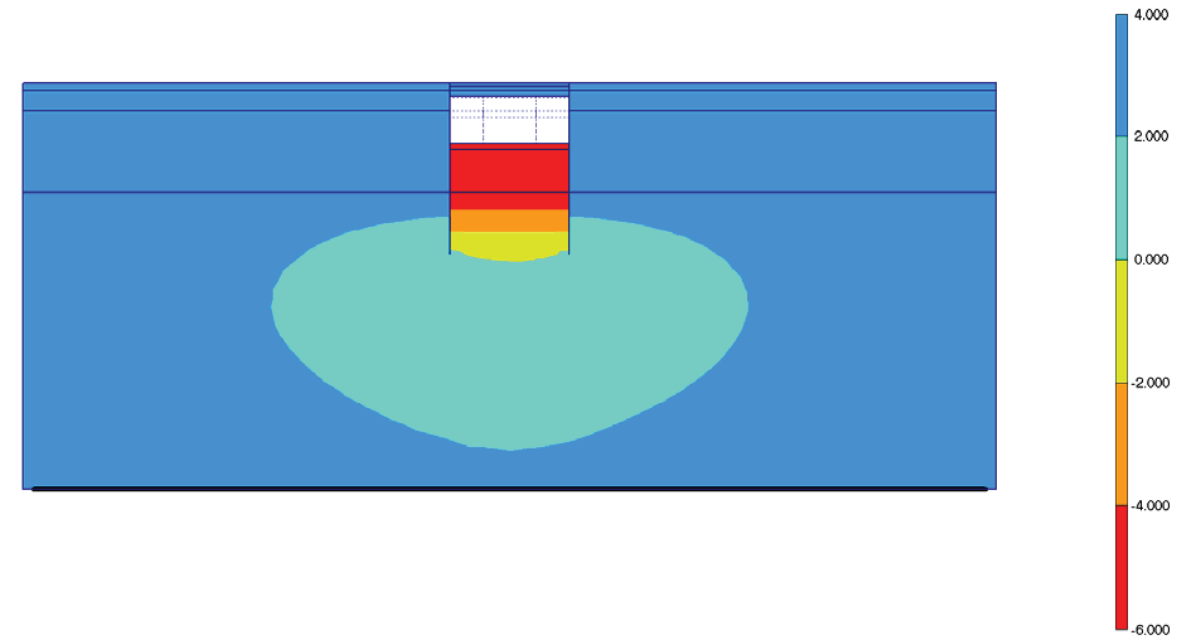
Fig. 273 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )



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: 35 - ( phase: 11 )

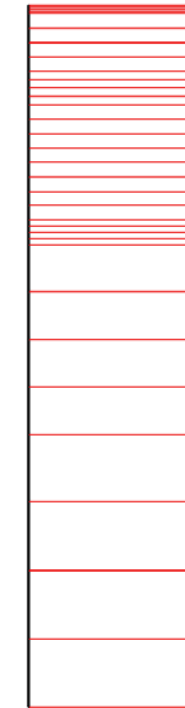
Fig. 275 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 35 - ( phase: 11 )



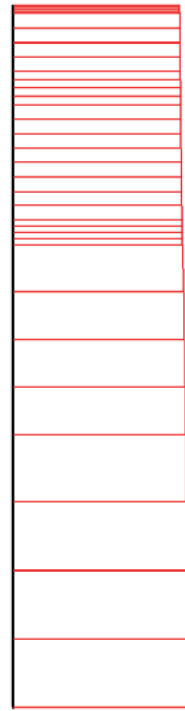
**Fig. 276 Horizontal displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $-27,43 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 11)



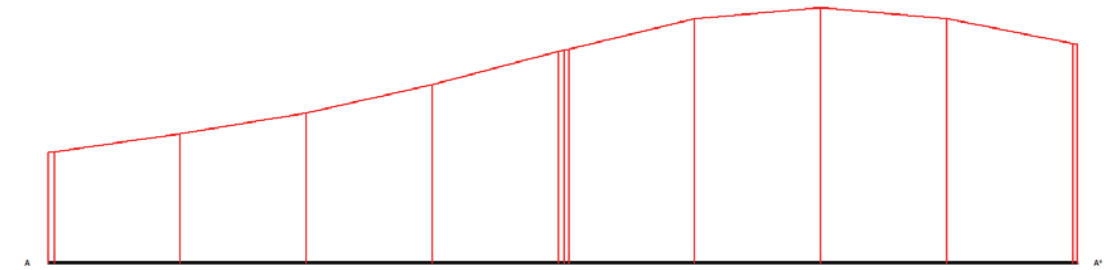
**Fig. 277 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)**  
Extreme value  $27,17 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 11)



**Fig. 278 Vertical displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $3,33 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 11)



**Fig. 279 Vertical displacements in beam (plate no: 1)**  
 Extreme value  $5,03 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 11)



**Fig. 280 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
 Extreme value  $15,45 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 11)

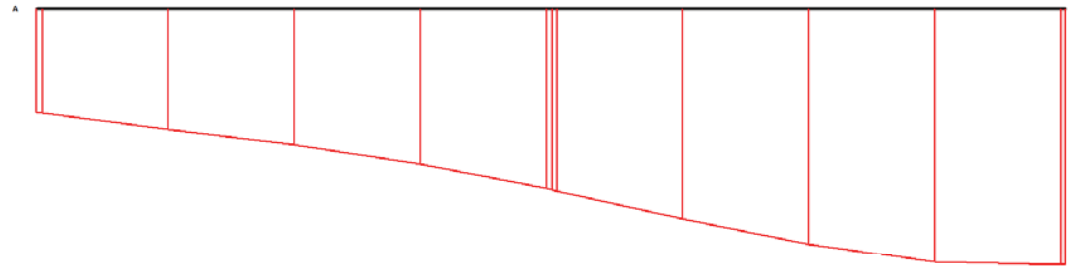


Fig. 281 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)  
Extreme value  $-26,06 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 11)

### 19. RESULTS FOR PHASE 12

Table [86] Step info phase no: 12

Step no:	46
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,368
Relative stiffness	0,440

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	0,029	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	526	480	70	13	13	7	7
2	0,000	524	478	10	13	1	7	6

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	100	0,000	-20,000	302	0,000	-20,000
2	302	0,000	-40,000	1106	0,000	-40,000
3	1836	0,000	-40,000	2116	0,000	-40,000
4	2116	0,000	-20,000	2338	0,000	-20,000



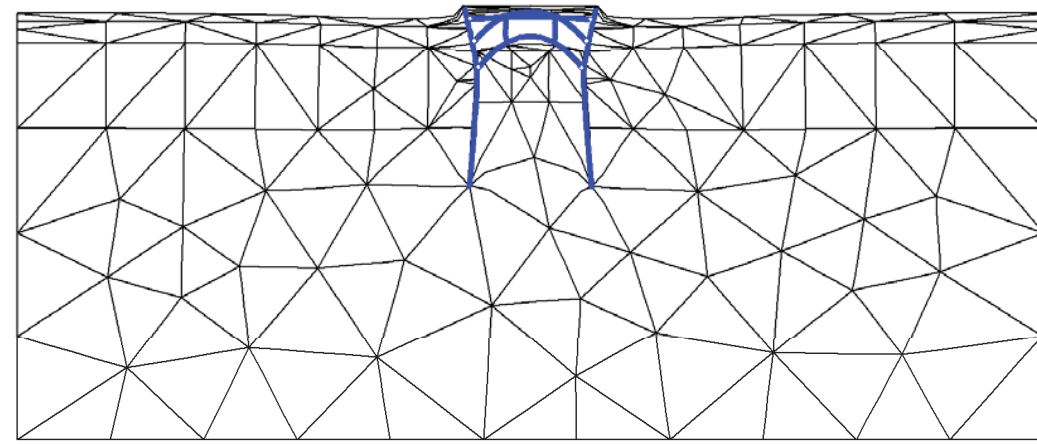


Fig. 282 Plot of deformed mesh  
- step no: 46 - ( phase: 12 )

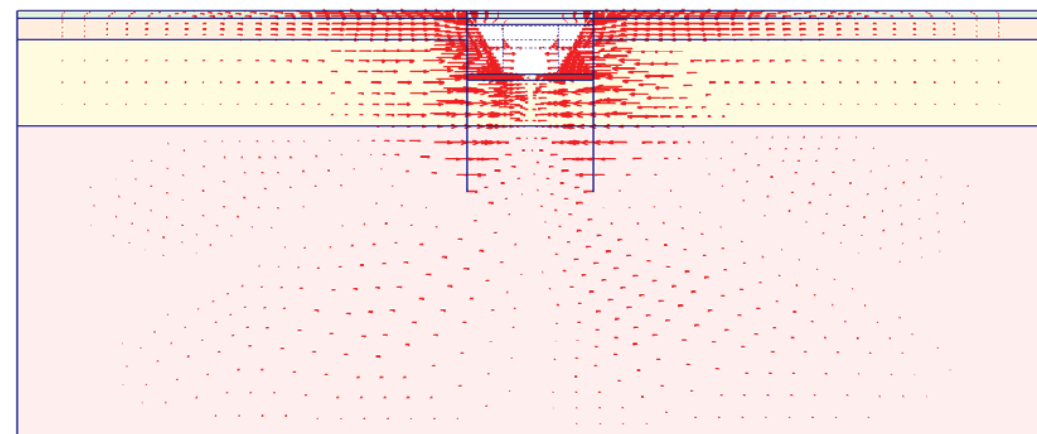
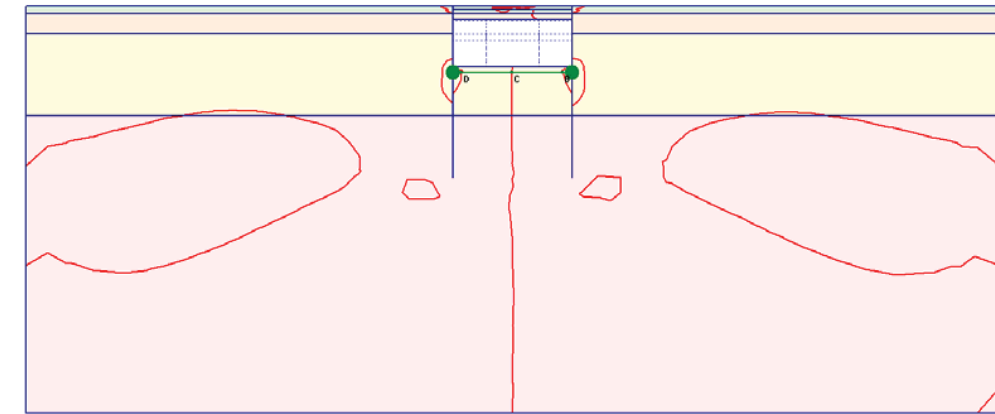


Fig. 283 Plot of horizontal displacements (arrows)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )



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: 46 - ( phase: 12 )

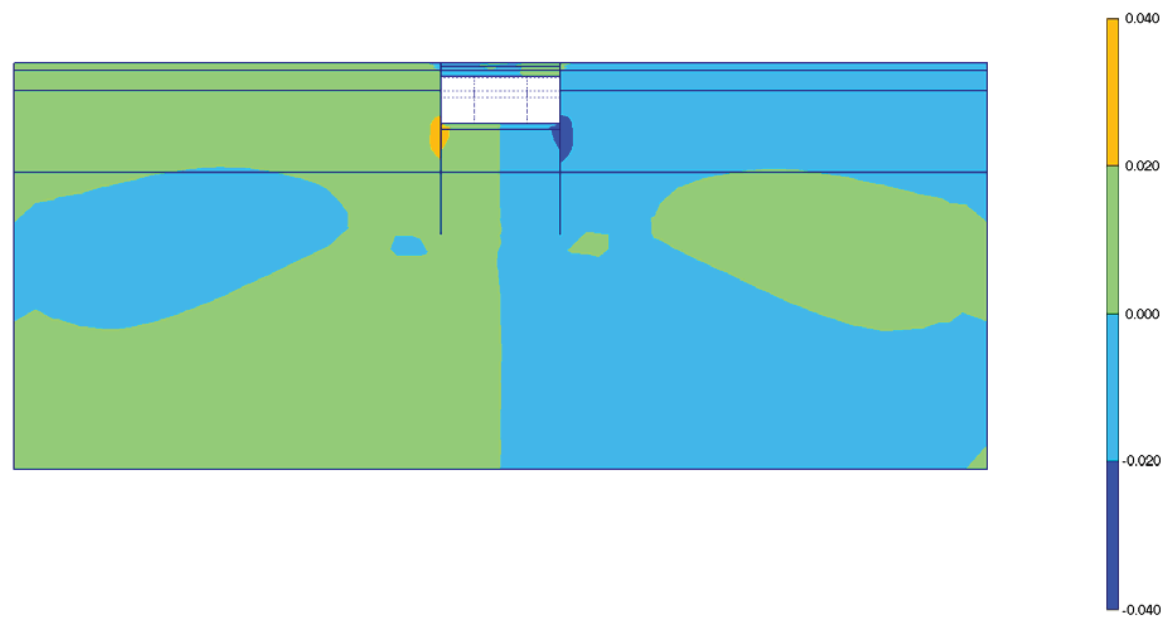


Fig. 285 Plot of horizontal displacements (shadings)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )

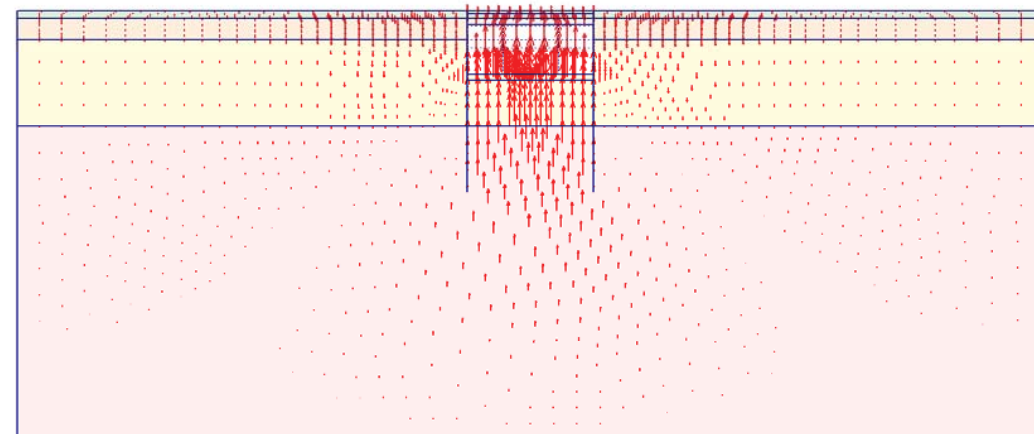


Fig. 286 Plot of vertical displacements (arrows)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )

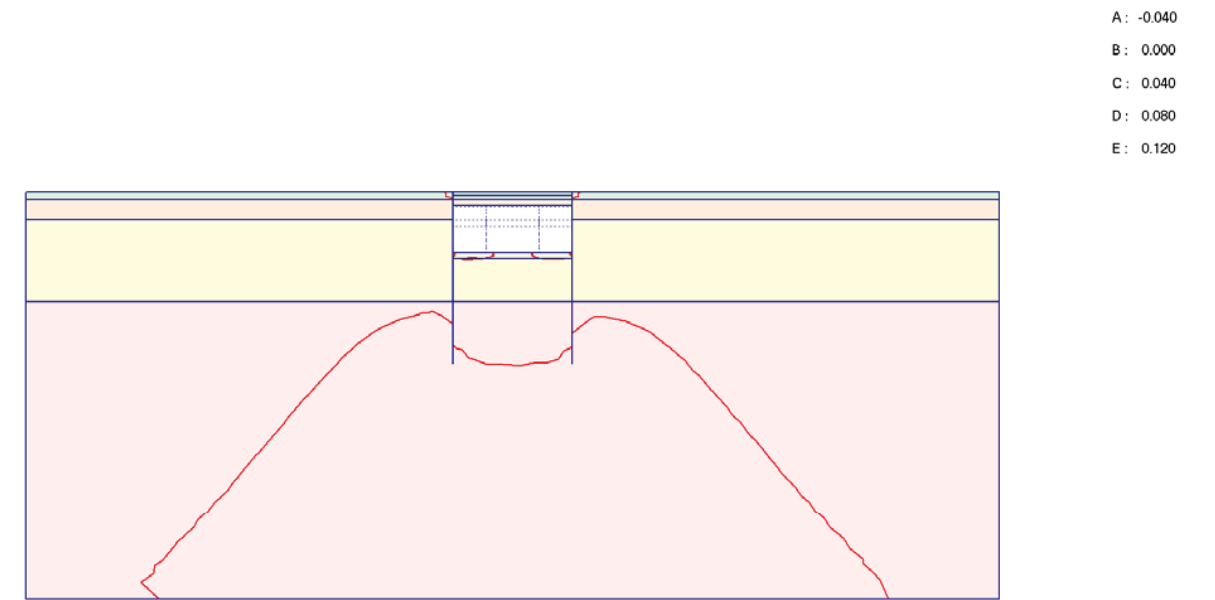
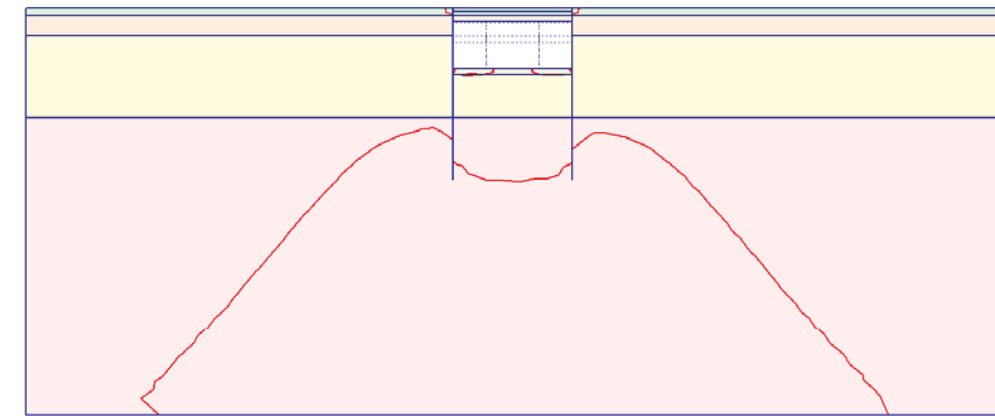


Fig. 287 Plot of vertical displacements (contour lines)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )



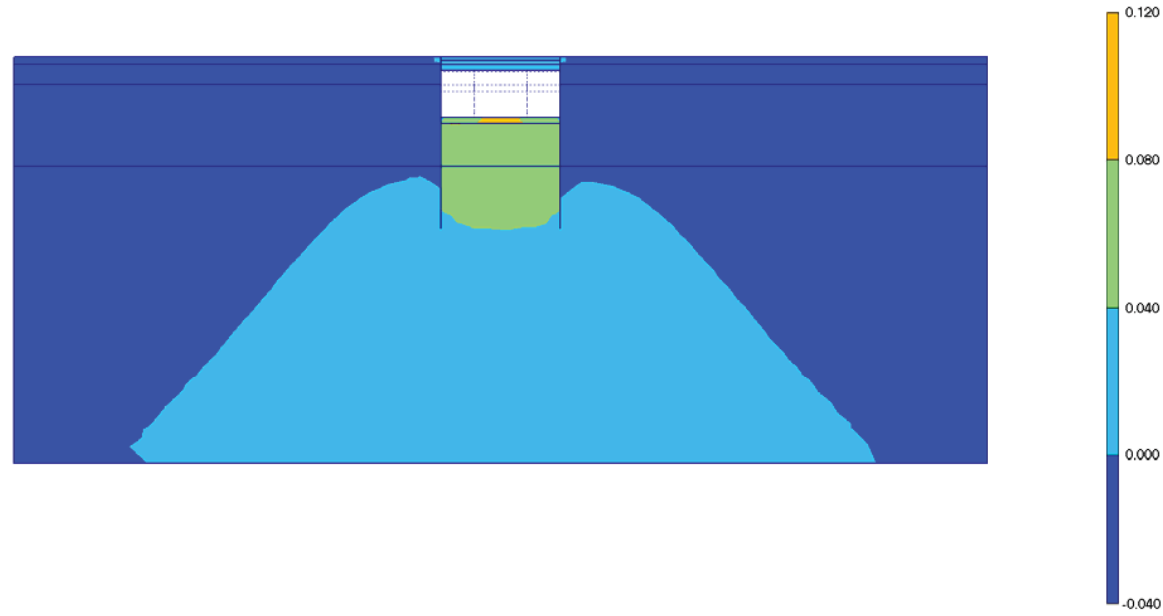


Fig. 288 Plot of vertical displacements (shadings)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )

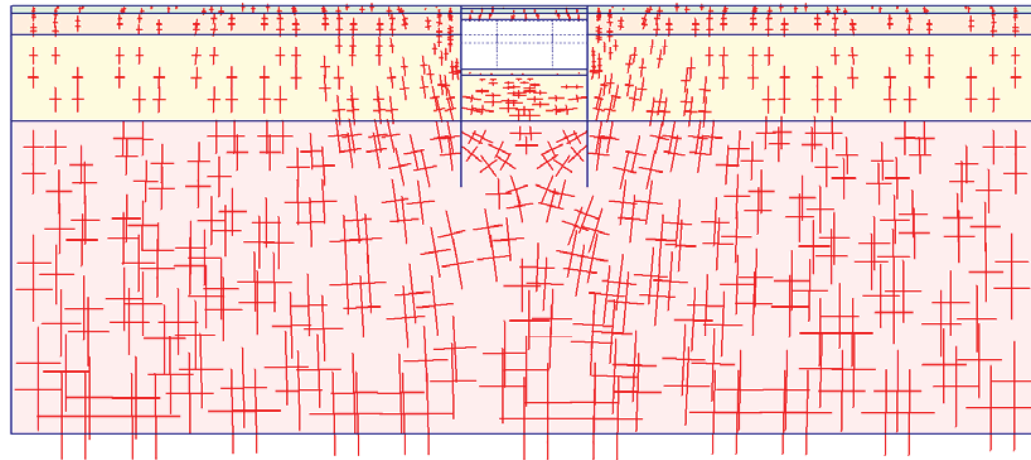


Fig. 289 Plot of effective stresses (principal directions)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )

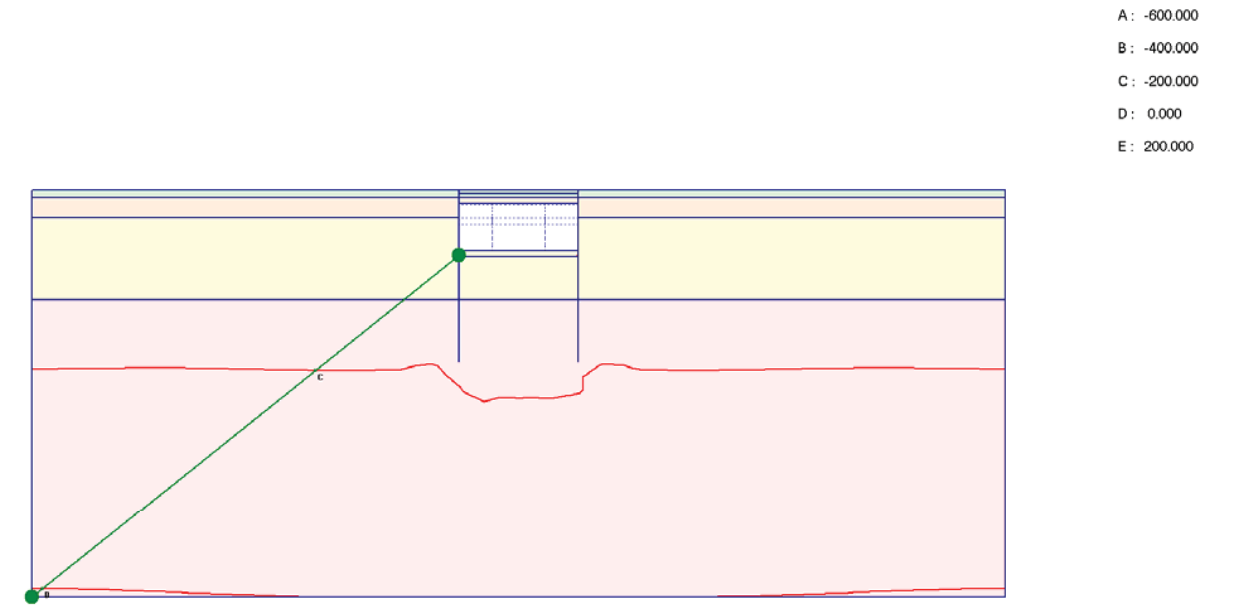
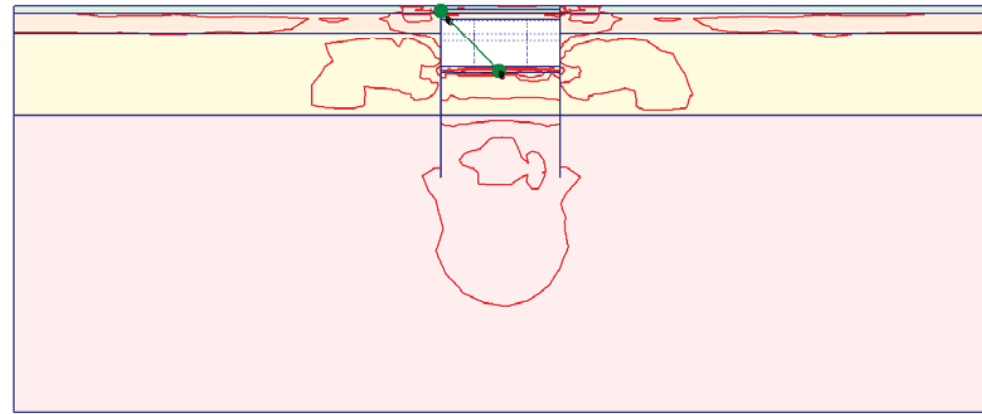
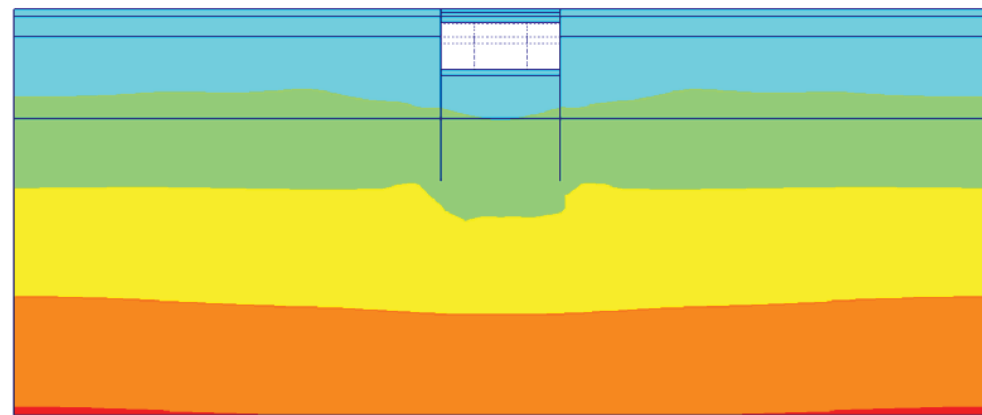


Fig. 290 Plot of effective stresses (mean contours)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )



- 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: 46 - ( 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: 46 - ( phase: 12 )

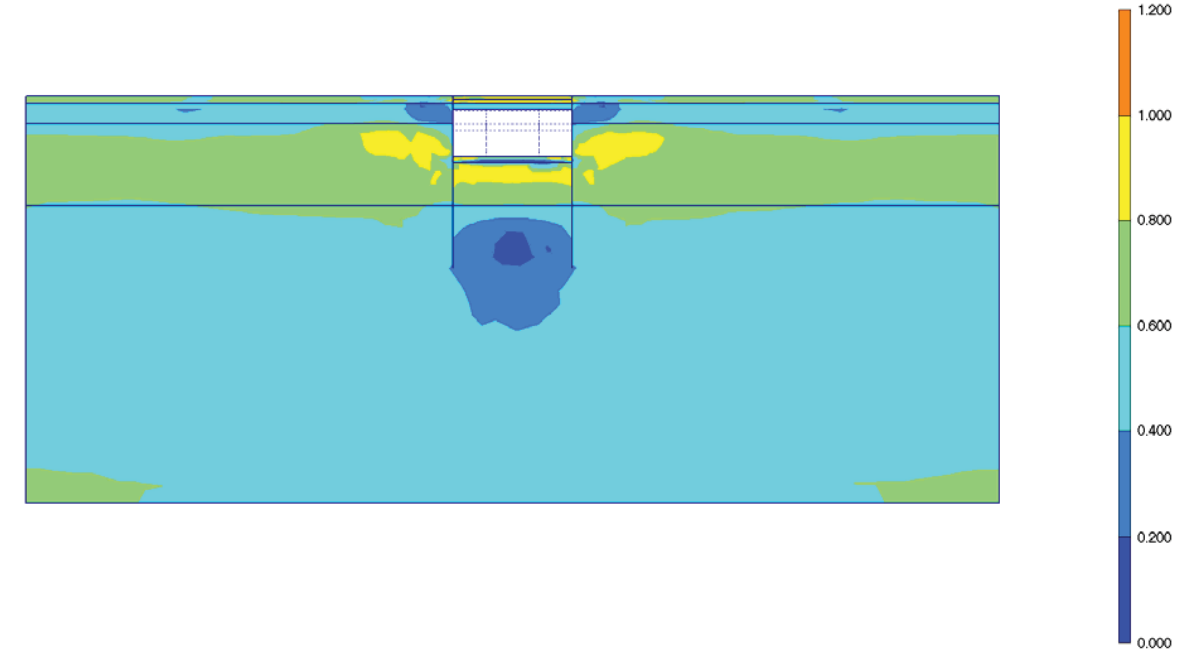


Fig. 293 Plot of effective stresses (relative shear shadings)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )

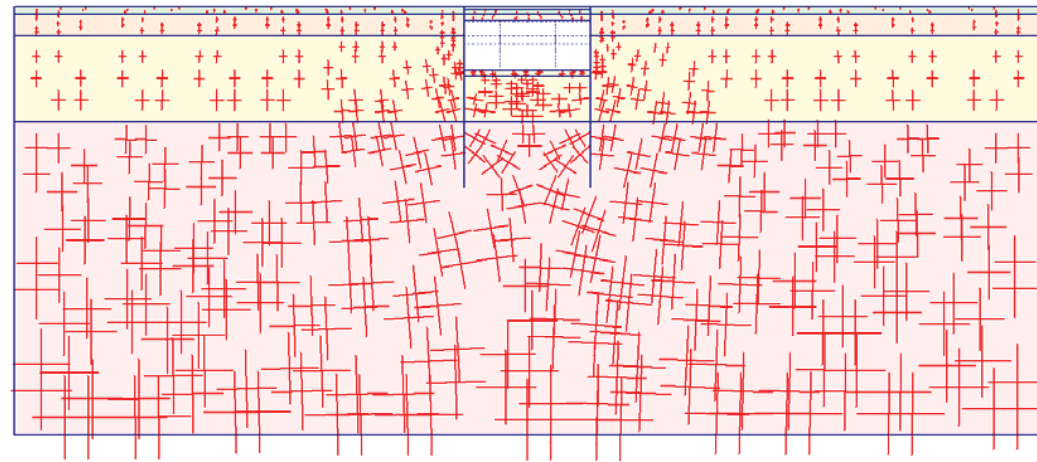


Fig. 294 Plot of total stresses (principal directions)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )

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

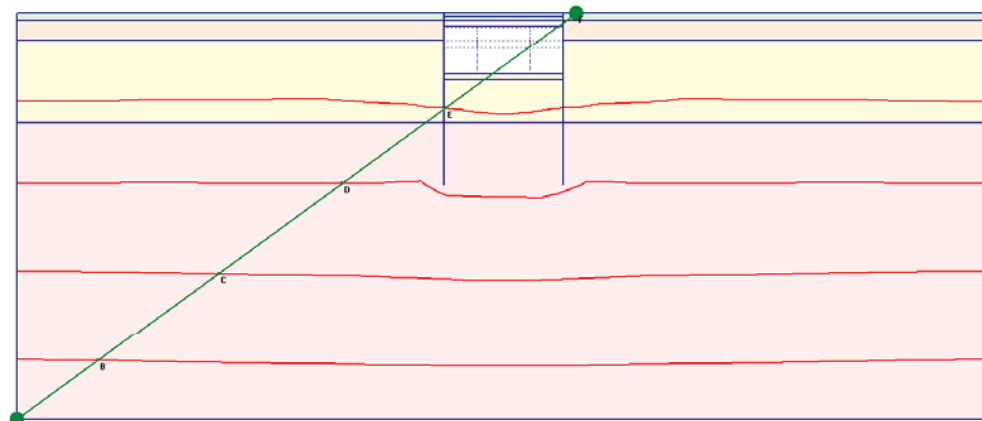
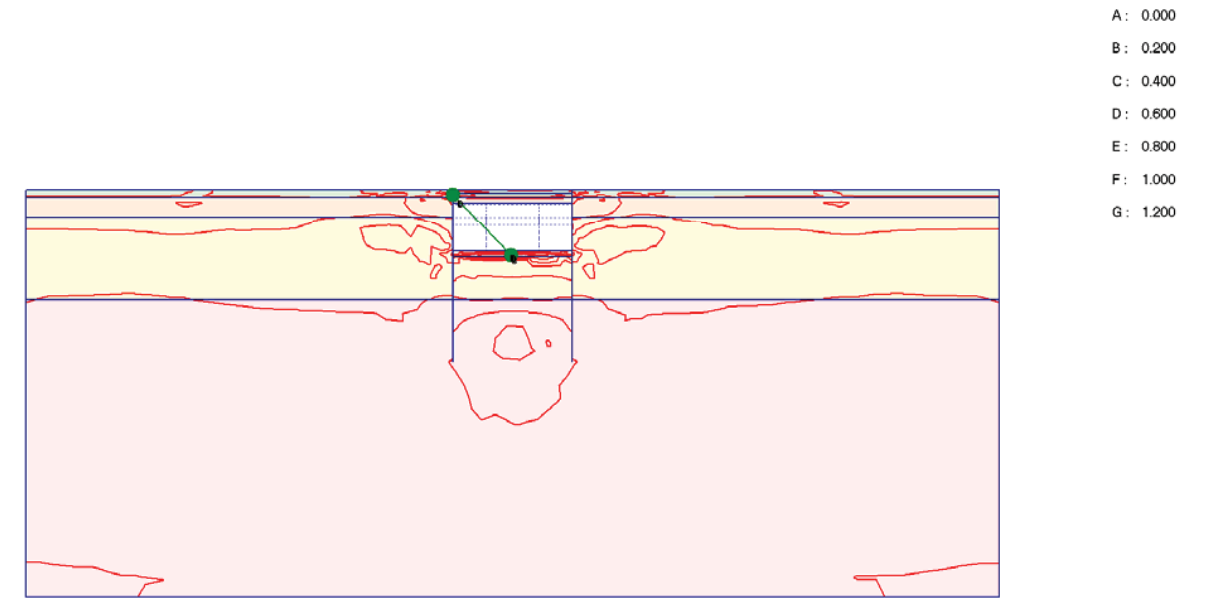


Fig. 295 Plot of total stresses (mean contours)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )



- 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: 46 - ( phase: 12 )

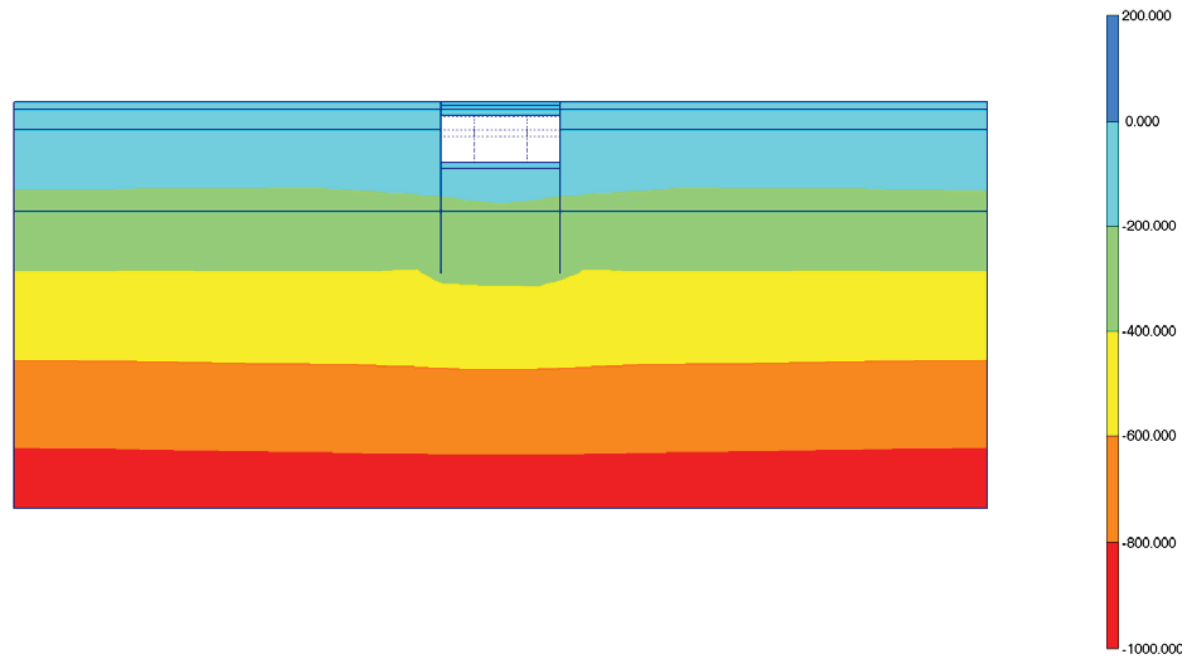


Fig. 297 Plot of total stresses (mean shadings)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )

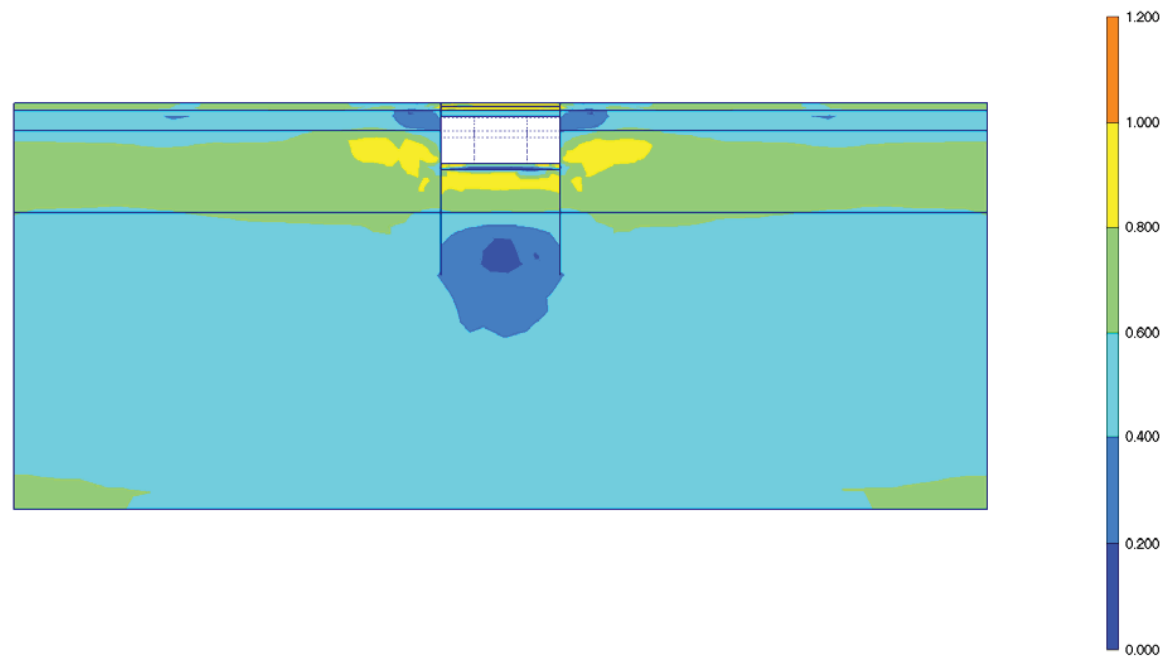


Fig. 298 Plot of total stresses (relative shear shadings)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )

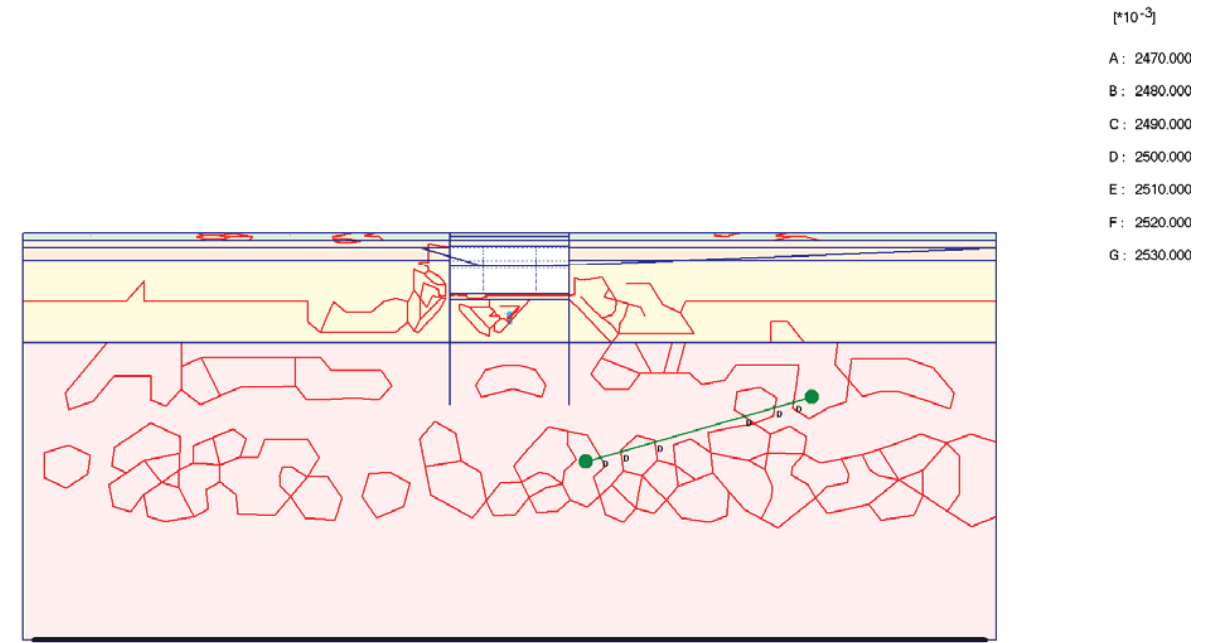


Fig. 299 Plot of groundwater head (contour lines)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )

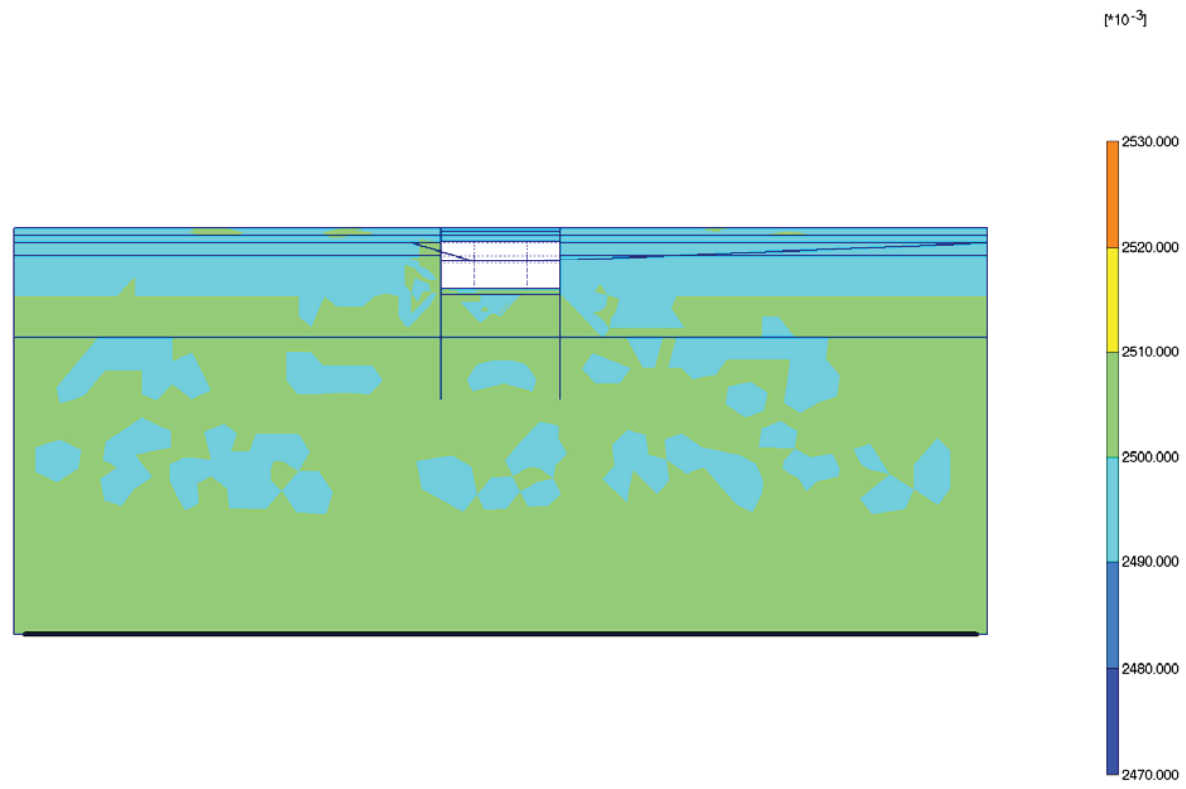


Fig. 300 Plot of groundwater head (shadings)  
- step no: 46 - ( phase: 12 )

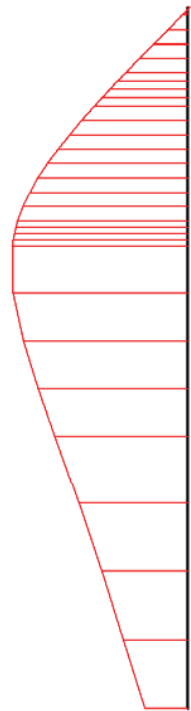


Fig. 301 Horizontal displacements in beam (plate no: 2)  
Extreme value  $-24,68*10^{-3}$  m (phase: 12)

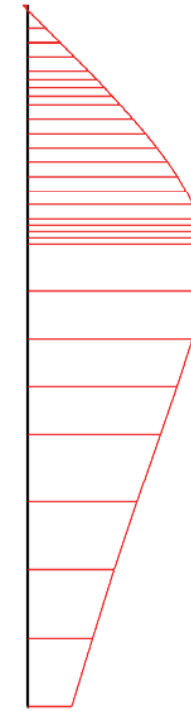
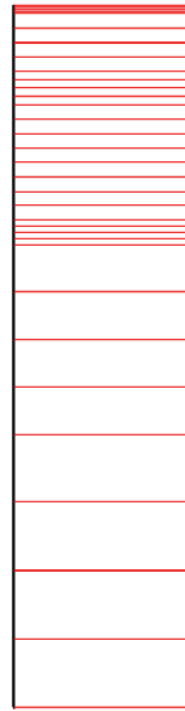
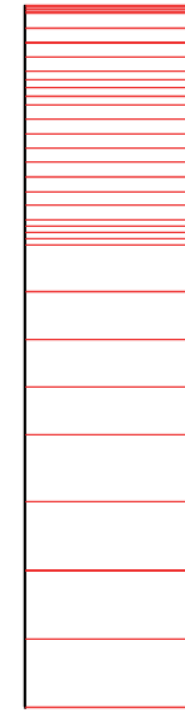


Fig. 302 Horizontal displacements in beam (plate no: 1)  
Extreme value  $24,40*10^{-3}$  m (phase: 12)

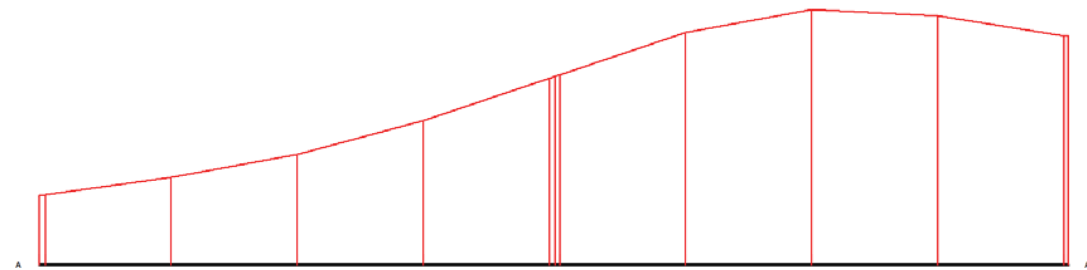


**Fig. 303 Vertical displacements in beam (plate no: 2)**  
Extreme value  $14,74 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 12)

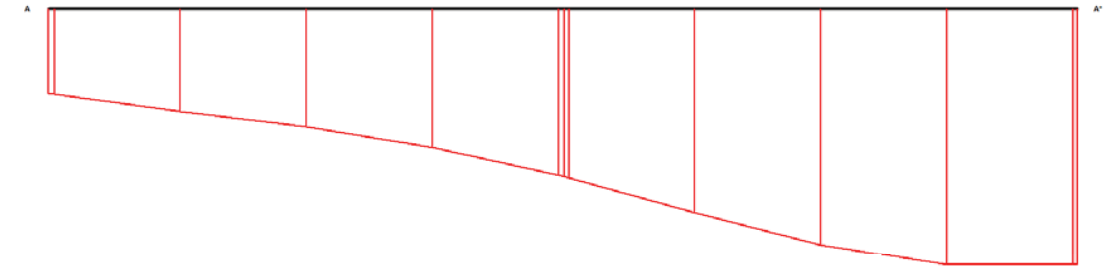


**Fig. 304 Vertical displacements in beam (plate no: 1)**  
Extreme value  $16,30 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 12)



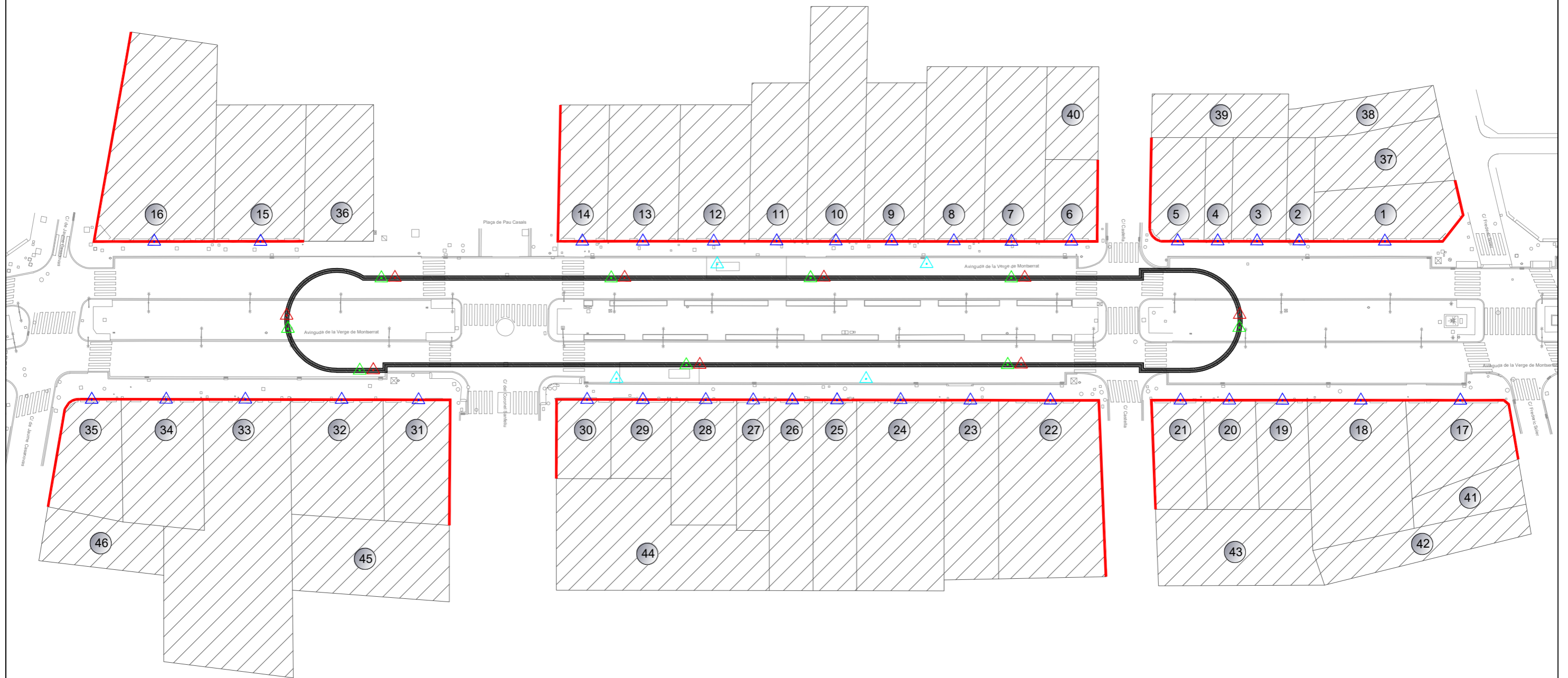


**Fig. 305 Horizontal displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $11,54 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 12)



**Fig. 306 Vertical displacements in cross section (cross section A - A\*)**  
Extreme value  $-17,84 \cdot 10^{-3}$  m (phase: 12)

**PLÀNOL INSTRUMENTACIÓ**



LLEGENDA	
	PUNTS SEGUIMENT TOPOGRÀFIC EN CORONACIÓ PANTALLES 9 (PUNTS)
	CONJUNT DE 3 PUNTS DE SEGUIMENT TOPOGRÀFIC EN FAÇANES 35 (PUNTS)
	PUNTS AUSCULTACIÓ INCLINOMÈTRICA-MICROMÈTRICA 9 (PUNTS)
	PUNTS AUSCULTACIÓ INCLINOMÈTRICA-MICROMÈTRICA EN TERRENY 4 (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:

- o 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:

- 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.

## 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 3000·10<sup>-6</sup> (0 a 3000 micro deformacions)

Precisió: 1 % del rang

Sensibilitat a la temperatura: menys de 1·10<sup>-6</sup> 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:

- o Lectura del sensor per a comprovar-ne el correcte funcionament
- o 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.
- o Lectura del sensor de l' extensímetre un cop finalitzades aquestes operacions
- o 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:

- o 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:

- 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 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.

## **4 Extensòmetres incrementals**

### **4.1 Definició**

Subministrament i instal·lació d'extensòmetre incremental .

### **4.2 Condicions dels equips**

Els extensòmetres incrementals son 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.

## **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.

- 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

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.



## 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.

## 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'abonarà 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'abonarà 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 encarcarat 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 nº1

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 Inclínòmetres

### 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 composades 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<sup>-7</sup> 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 està 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 de 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

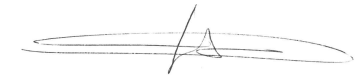
- d'acord amb el preu unitari del Quadre de Preus nº1

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.

Barcelona, Novembre del 2016.

PCG, Arquitectura e Ingeniería, S.L.



Federico Giacomelli Curletti - ECCP

**AMIDAMENTS**