

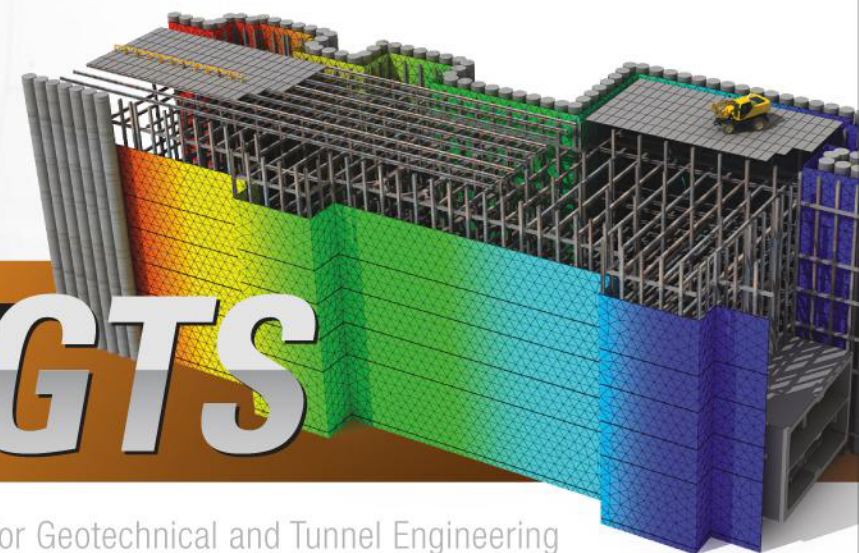
REALIZACIONES PROFESIONALES CON MIDAS GTS

Geotechnical and Tunnel Analysis System

CASOS DE USO

midas GTS

Next Generation Solution for Geotechnical and Tunnel Engineering



. PROGRAMA UTILIZADO EN LOS CÁLCULOS Y MODELIZACIONES:



- Midas GTS

. PROYECTOS Y AUTORES:



- Modelación del hincado de una tubería (Autopista Tang. Ovest Milano).
- Línea de Metro MM5 (Milano, Viale Zara)
- Excavación de pantallas en área urbana.
- Estabilidad de depósitos de arena suelta.



- Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).



- Estudio de Seguridad y Deformabilidad de Cimentación para Edificación a Media Ladera



- Excavaciones subterráneas con geometrías complejas: Central Hidroeléctrica Subterránea.
- Puerto en zona de alta sismicidad.
- Tensiones y deformaciones en la cimentación de un edificio en altura en Riyadh, bajo distintas combinaciones de carga.

Modelación del hincado de una tubería (Autopista Tang. Ovest Milano).

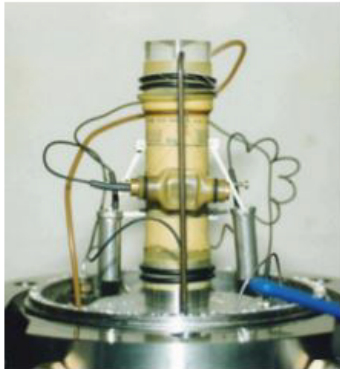


Comportamiento mecánico de los geomateriales

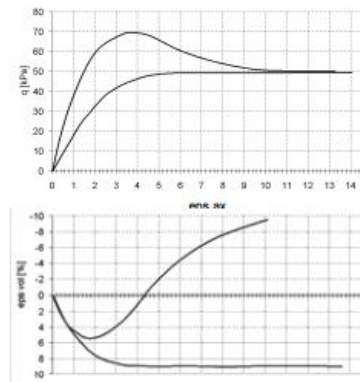
3



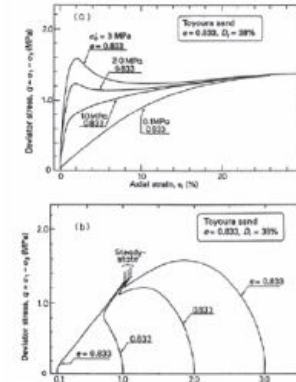
Ensayos de laboratorio



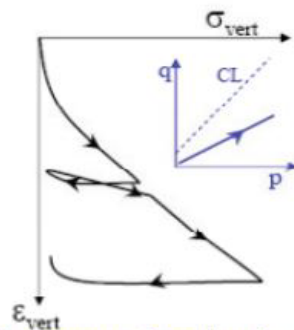
• drenados



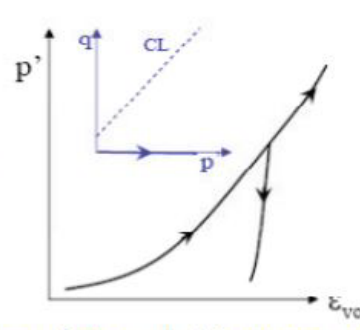
• no drenado



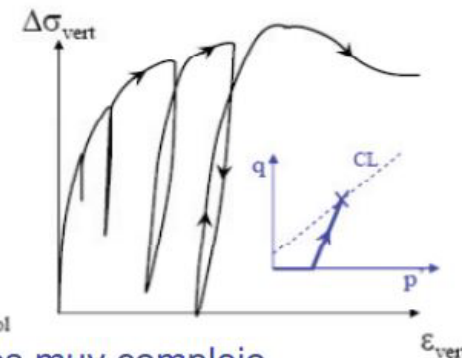
ensayo edometrico



compresion isotropa



ensayo triaxial



El comportamiento mecánico del terreno es muy complejo



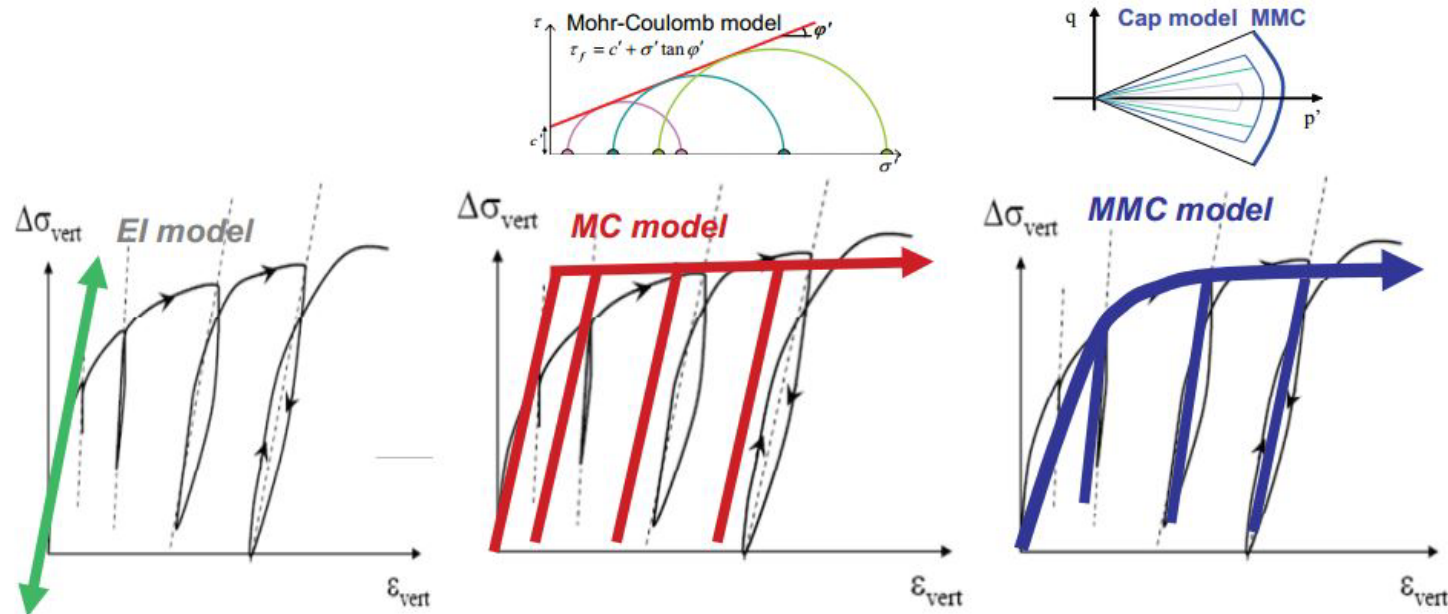
Modelos constitutivos de los geomateriales

7



$$\dot{\varepsilon}_{hk} = C_{hkij} \dot{\sigma}'_{ij}$$

$$\dot{\sigma}'_{hk} = D_{hkij} \left(\sigma'_{ij}, \frac{\delta \sigma'_{ij}}{\|\delta \sigma'\|}, \varepsilon_{hk}^p, \dots \right) \dot{\varepsilon}_{ij}$$

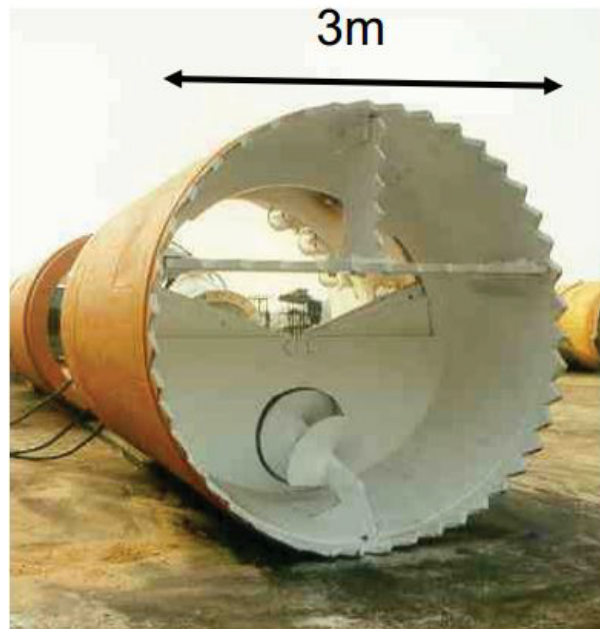


Modelación del hincado de una tubería (Autopista Tang. Ovest Milano).

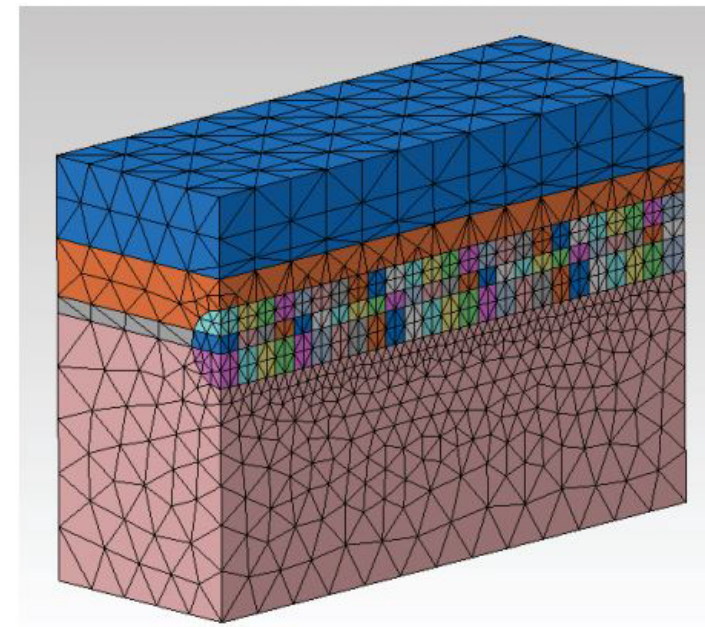


Ejemplo 1.1: Modelación del hincado de una tubería (autopista Tang. Ovest milano)

8



15m



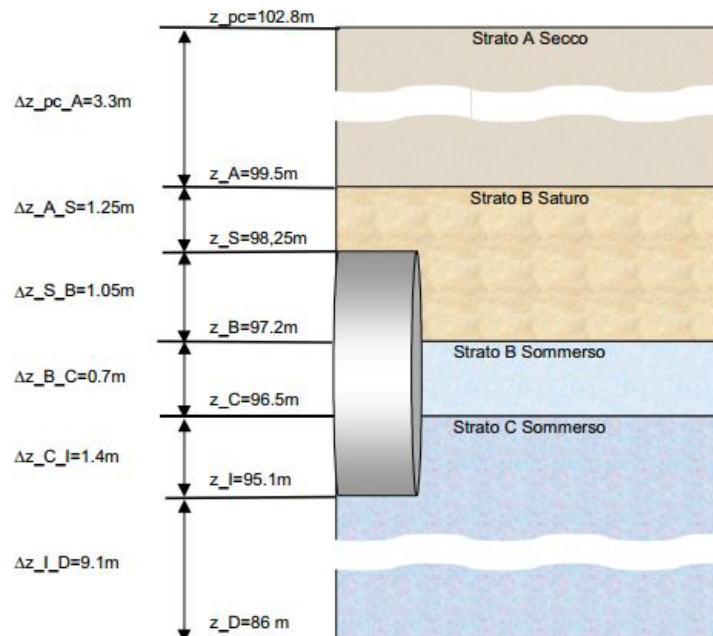
Escudo, presión al frente, etapas de construcción

Modelación del hincado de una tubería (Autopista Tang. Ovest Milano).

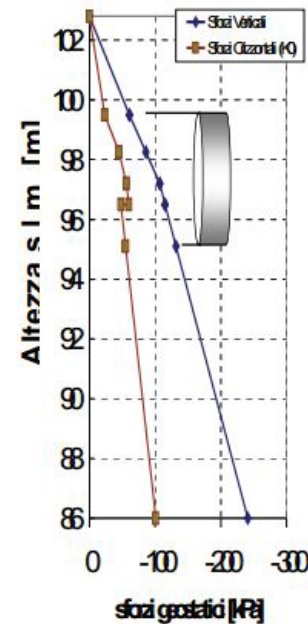


Ejemplo 1.1: Modelación del hincado de una tubería (autopista Tang. Ovest milano)

9



Z_coordinate s.l.m [m]



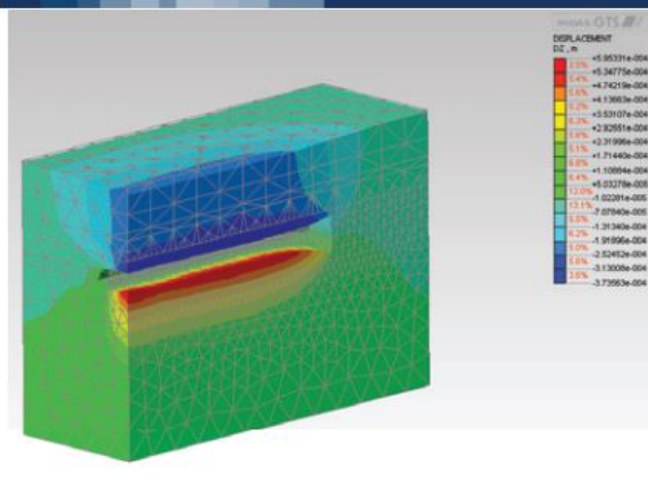
Geostatic stresses [kPa]

Modelación del hincado de una tubería (Autopista Tang. Ovest Milano).

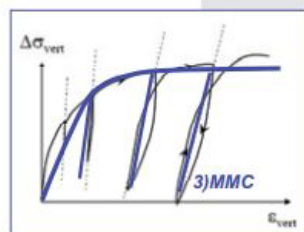


Ejemplo 1.1: Modelo MMC (Modified Mohr-Coulomb)

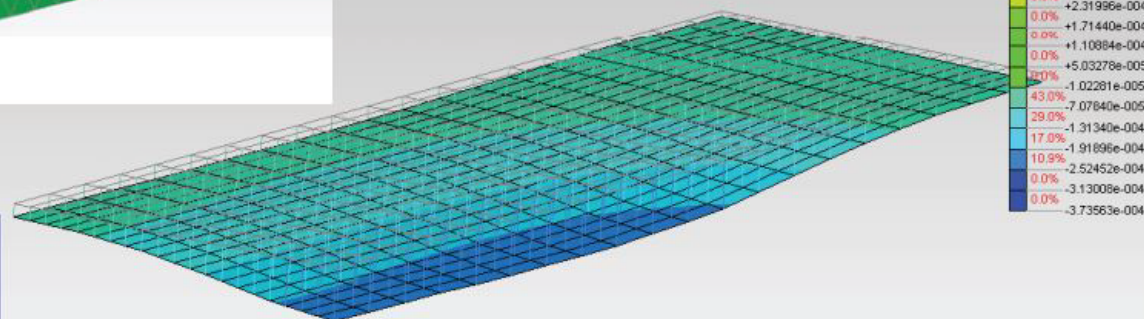
13



Nota: con el modelo MMC **no** se producen levantamientos



[UNIT] kN , m
[DATA] CS : spingitubo , CS17-Last Step , DZ(V)



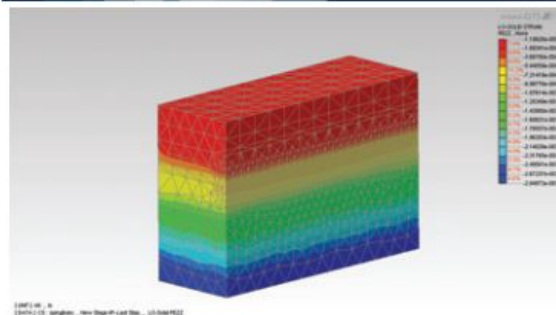
caso MMC: asientos superficiales

Modelación del hincado de una tubería (Autopista Tang. Ovest Milano).

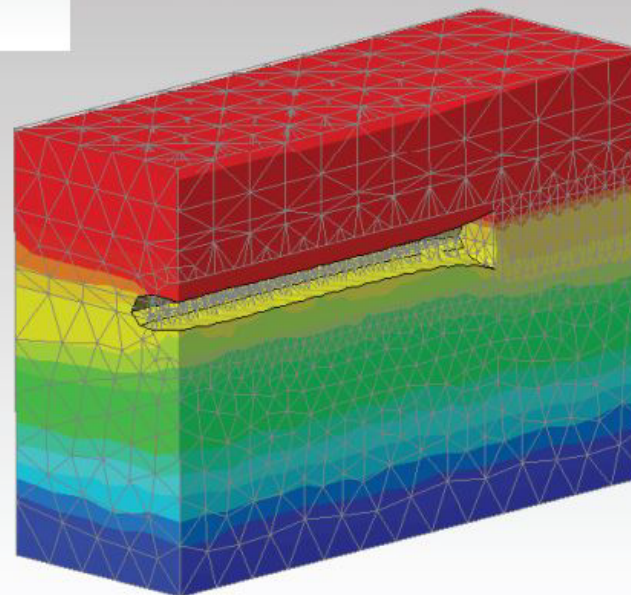
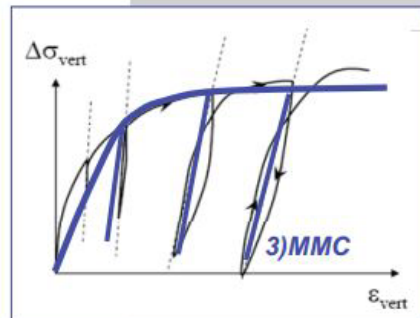


Ejemplo 1.1: Modelo MMC (Modified Mohr-Coulomb)

14



caso MMC: deformaciones plásticas finales



[UNIT] kN , m
[DATA] CS : springtubo , CS17-Last Step , LO-Solid PEZZ



Ejemplo 1.2: Línea metropolitana MM5 (Milano, viale Zara)

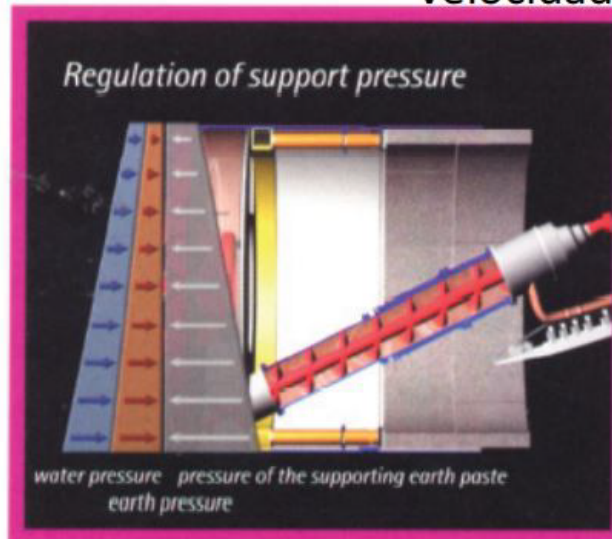


TECNOLOGÍA DE EXCAVACIÓN

TBM - EPB (Earth Pressure Balance)

Diameter: 9,4m

Velocidad : 25 m/dia ca.





Ejemplo 1.2: Línea metropolitana MM5 (Milano, viale Zara)

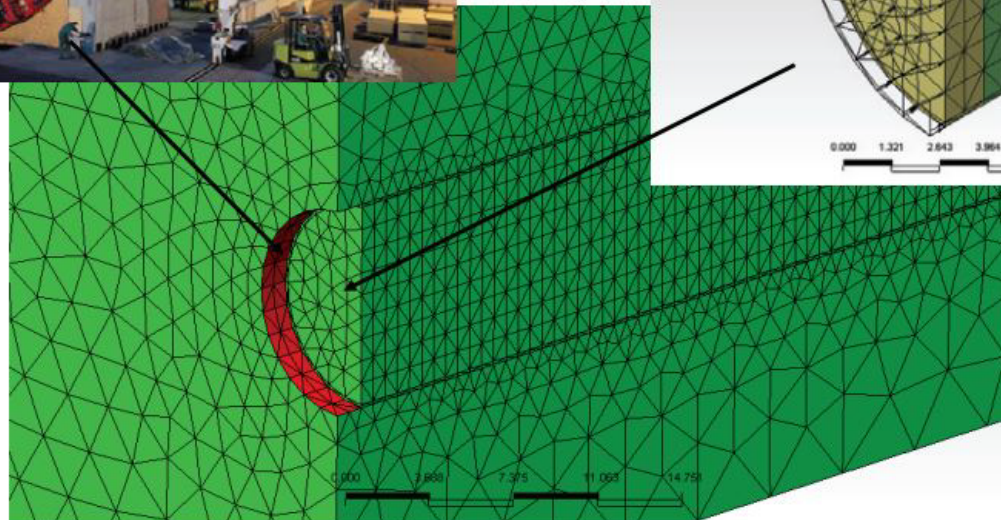
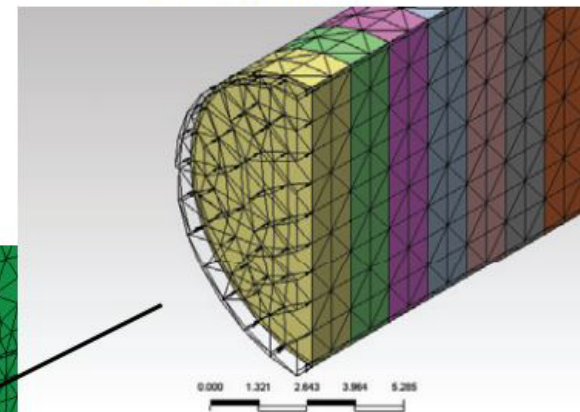


Step 1

EscudoTBM



Presión al frente





Ejemplo 1.2: Línea metropolitana MM5 (Milano, viale Zara)

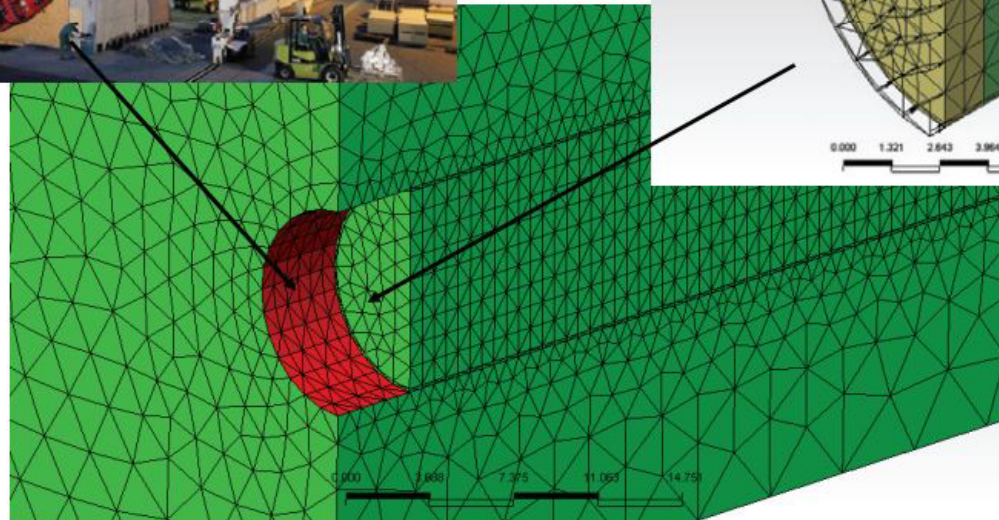
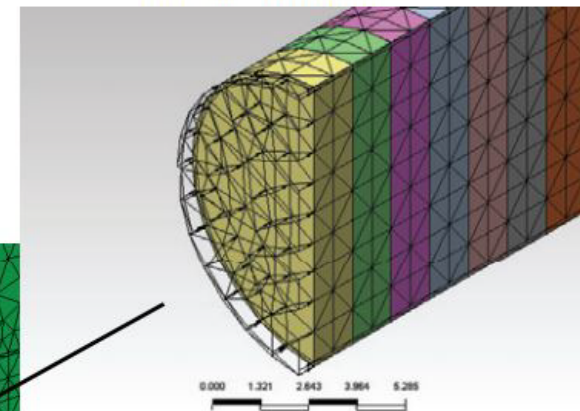


Step 3

EscudoTBM



Presión al frente





Ejemplo 1.2: Línea metropolitana MM5 (Milano, viale Zara)



Step 6

Segmentos Prefabricado



Frente TBM

presión al frente



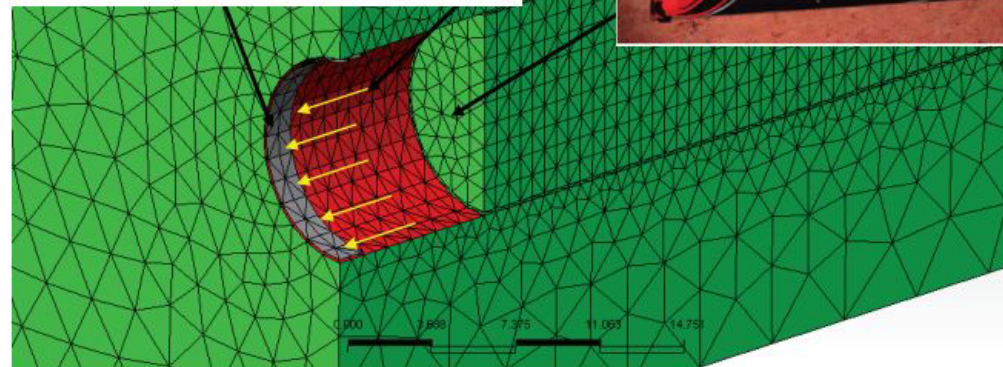
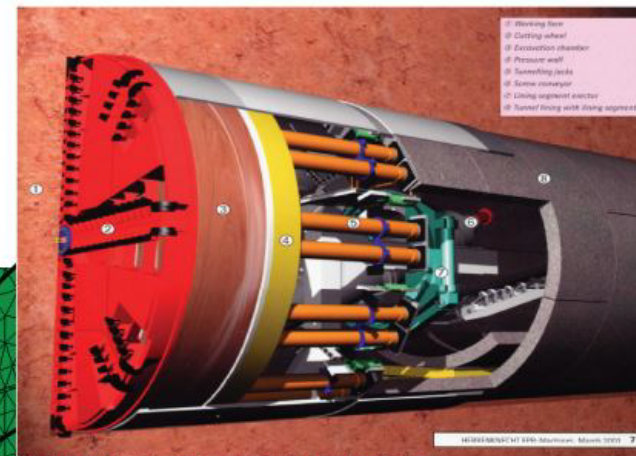
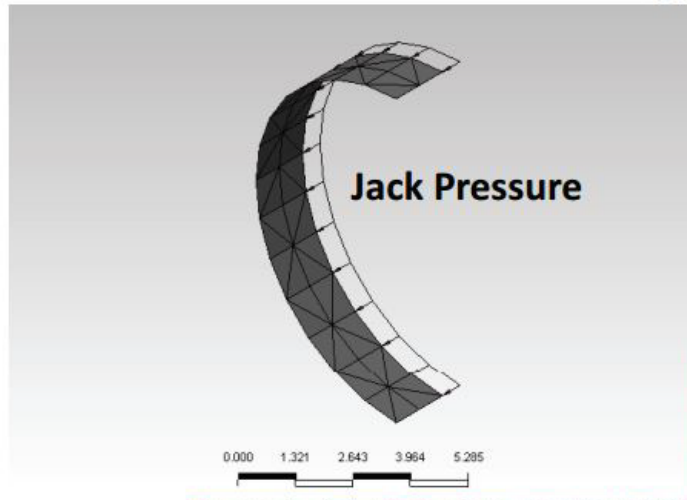


Ejemplo 1.2: Línea metropolitana MM5 (Milano, viale Zara)



Step 6

La presión ejercida sobre el último anillo de segmentos prefabricado





Ejemplo 1.2: modelación de la excavación con TBM



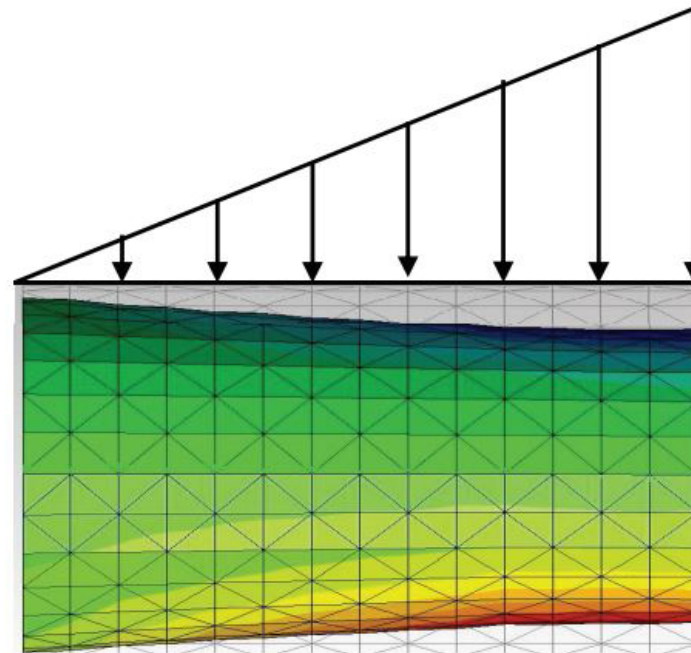
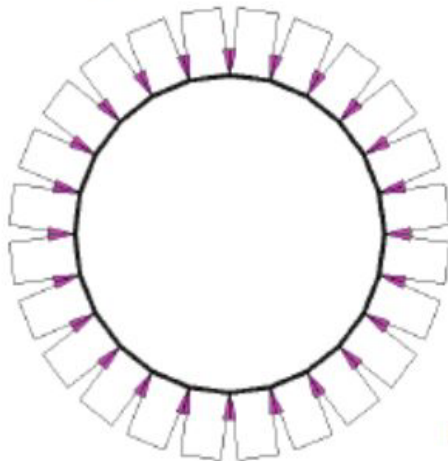
Conicidad

$$\sigma_r = \frac{p \cdot R}{e}$$

$$\varepsilon_r = \frac{\sigma_r}{E} = \frac{1}{E} \frac{p \cdot R}{e}$$

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta R}{R}$$

$$p = \frac{e \cdot E \cdot \Delta R}{R^2}$$



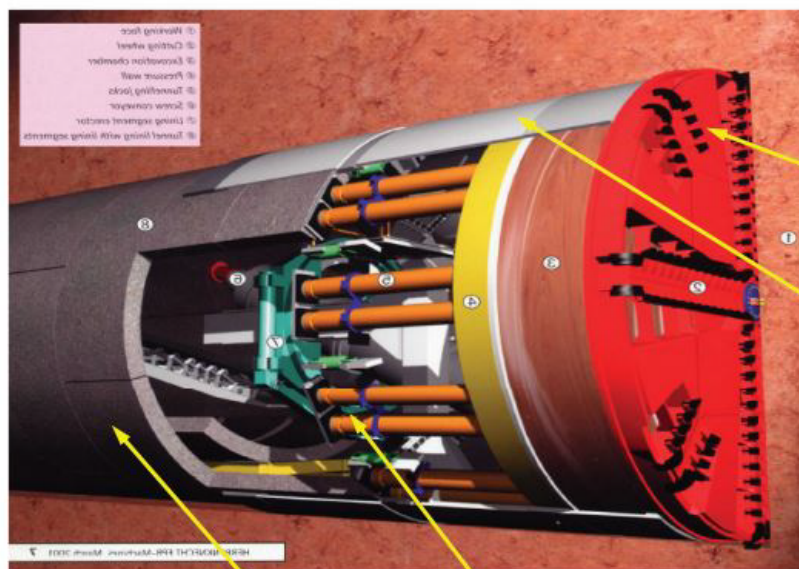
$D_{\max} = 9,414 \text{ m}$

$L = 10,5 \text{ m}$

$D_{\min} = 9,376 \text{ m}$



Ejemplo 1.2: modelación de la excavación con TBM

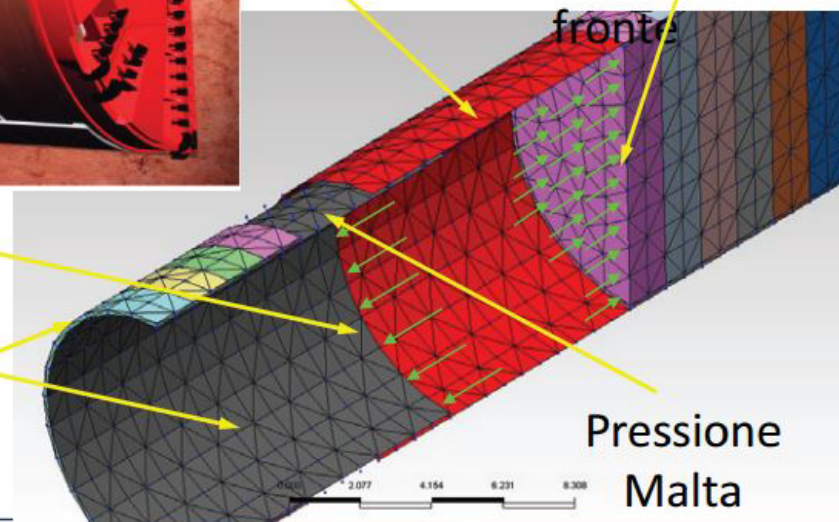


Scudo TBM Pressione al fronte

Jack

Conci

Malta Indurita



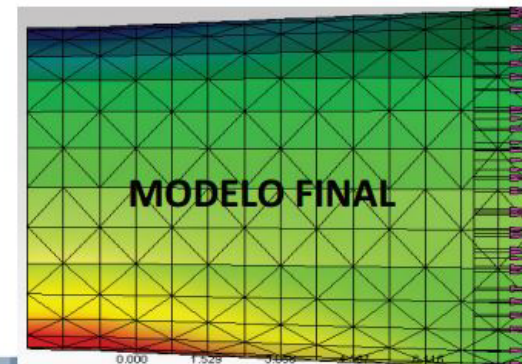
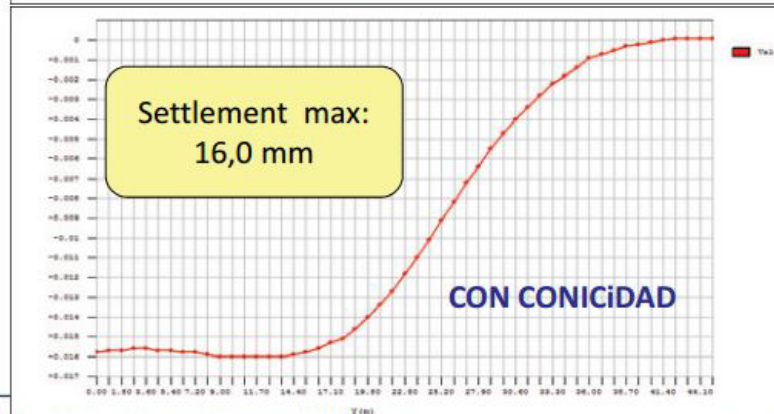
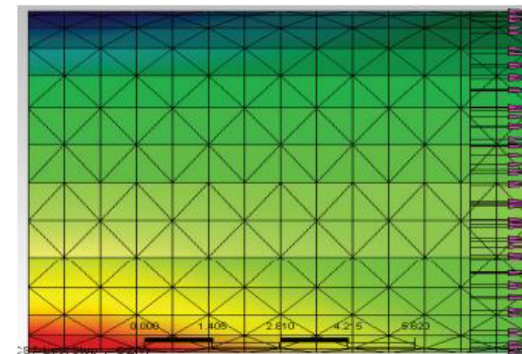
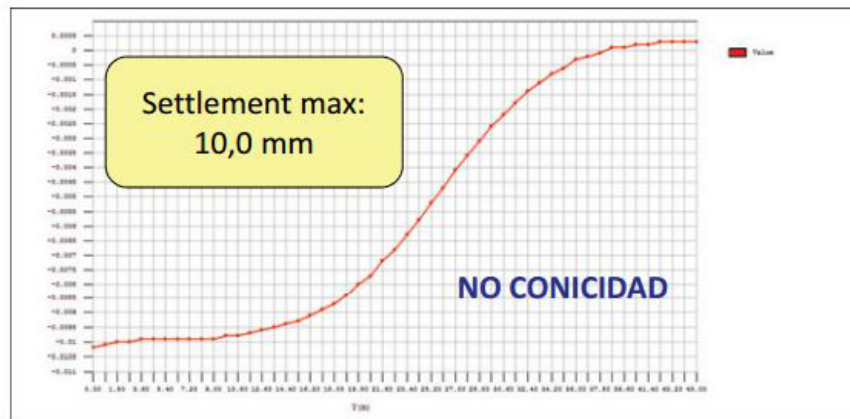
Pressione
Malta



Ejemplo 1.2: FREE FIELD: BACK ANALYSIS



estudios paramétrico

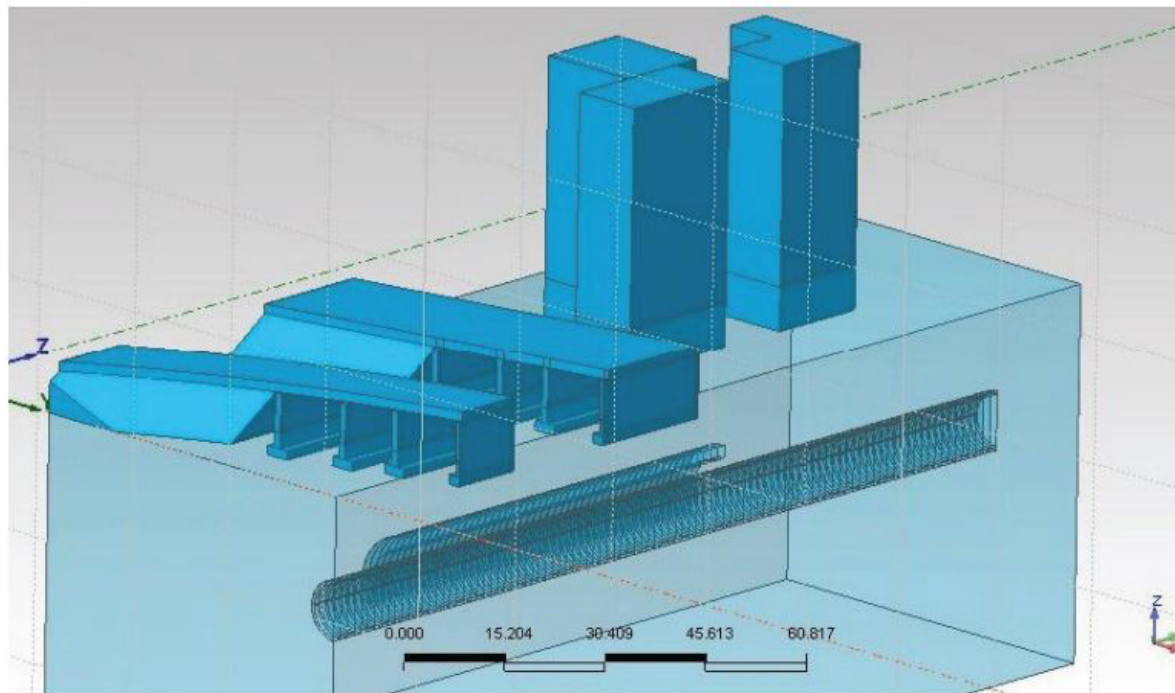




Ejemplo 1.2: predicción de asientos bajo de puentes



Representación geométrica 3D

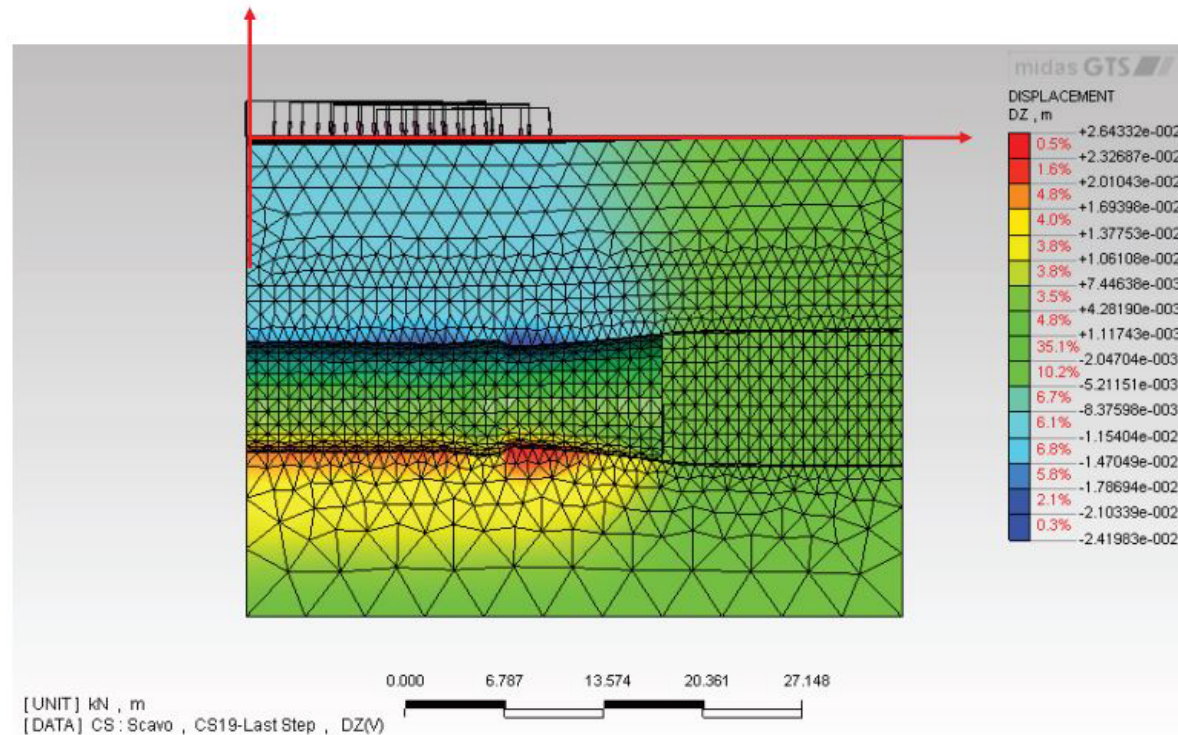




Ejemplo 1.2: predicción de asientos bajo puentes



Asientos superficiales

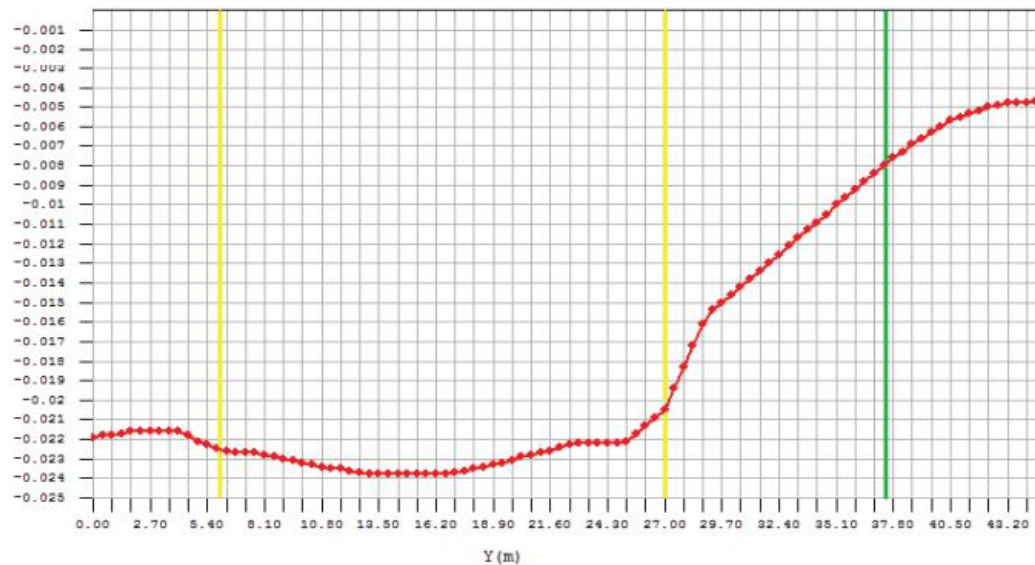
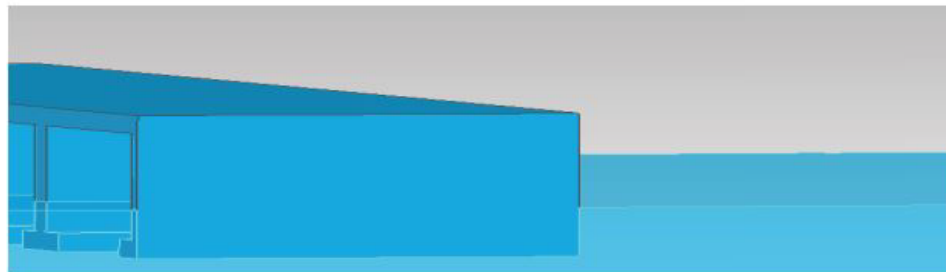




Ejemplo 1.2: predicción de asentos bajo puentes



Asientos superficiales puente 2



settlement max:
23,8 mm

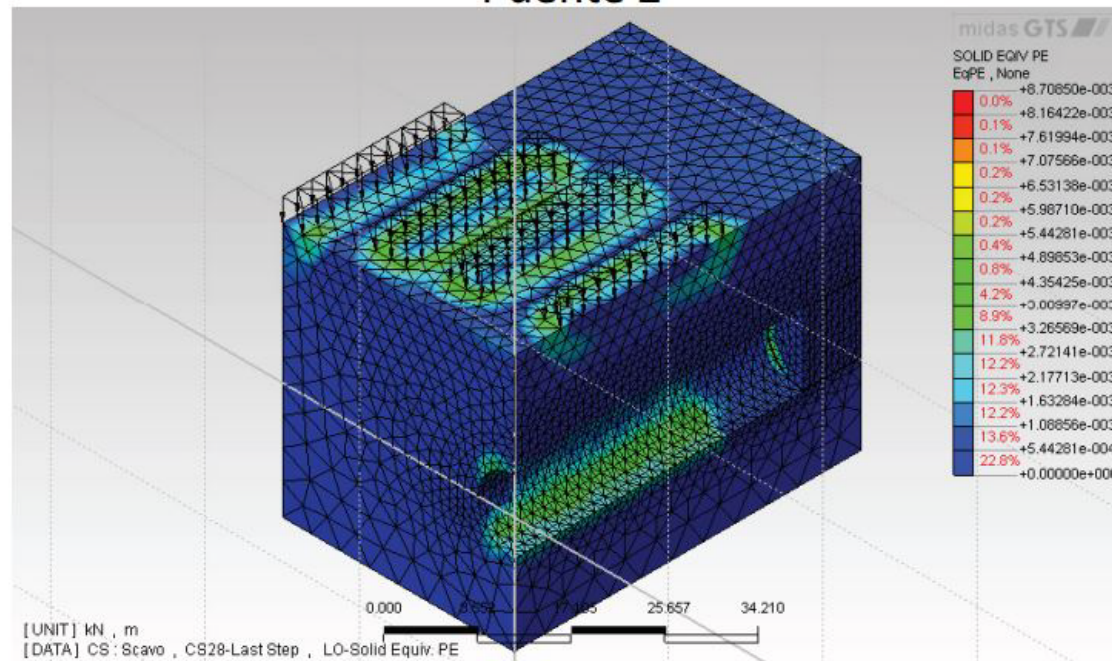


Ejemplo 1.2: predicción de asientos bajo puentes



Plasticidad

Puente 2



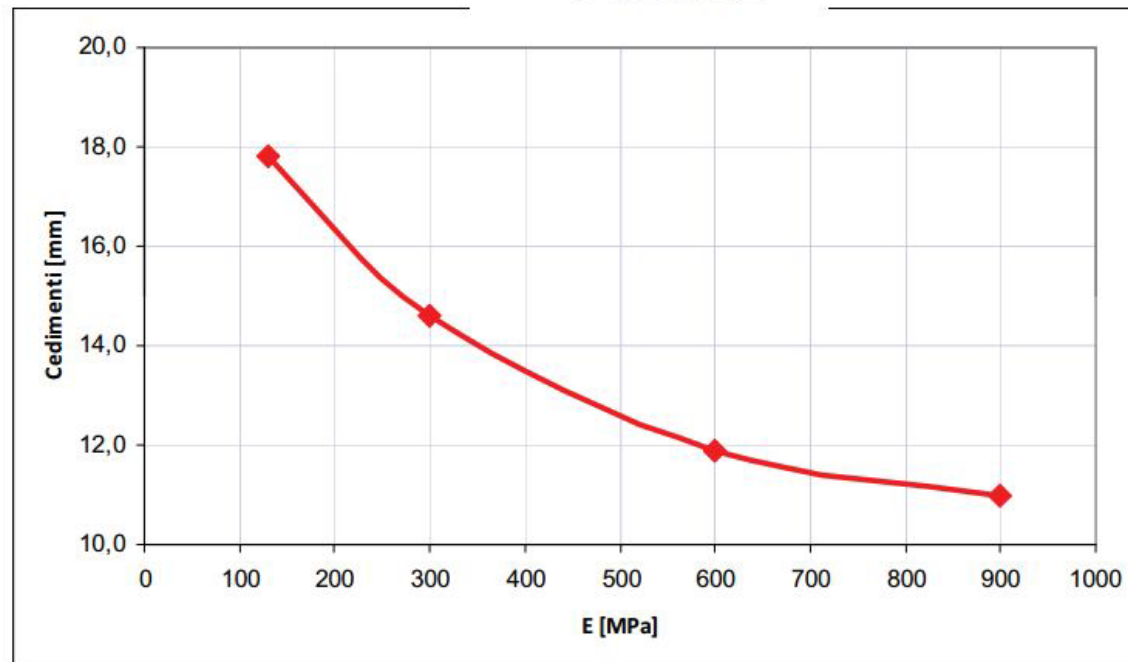


Ejemplo 1.2: efecto de grouting



Determinación del módulo de suelo + grouting

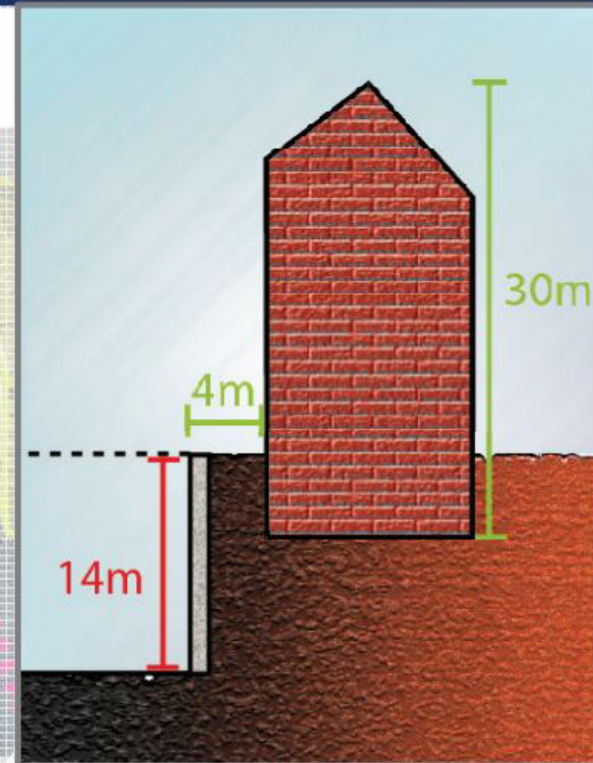
Puente 1



E [MPa]	130	300	600	900
Settlement[mm]	17,8	14,6	11,9	11,0



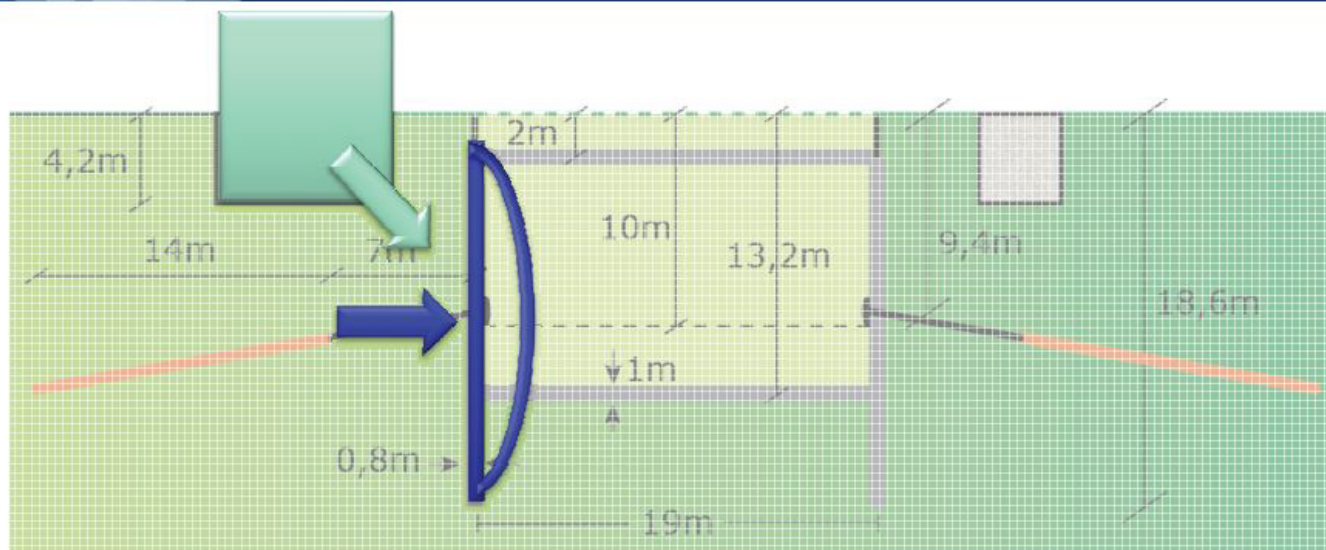
Ejemplo 2.1: Excavación de pantalla en área urbana (piazzale Lagosta Milano)



edificios a 4m de la excavación



Ejemplo 2.1: Excavación de pantalla en área urbana (piazzale Lagosta Milano)



Geometria excavación: Dimensioni: 34,50m x 20,00m x 18,60m

Tirantes: $L_{libera} = 7m$ $L_{bulbo} = 14m$ $T = 864KN$ $t = 345,6KN/m$
Carico Edifici limitrofi: 150 KN/m^2

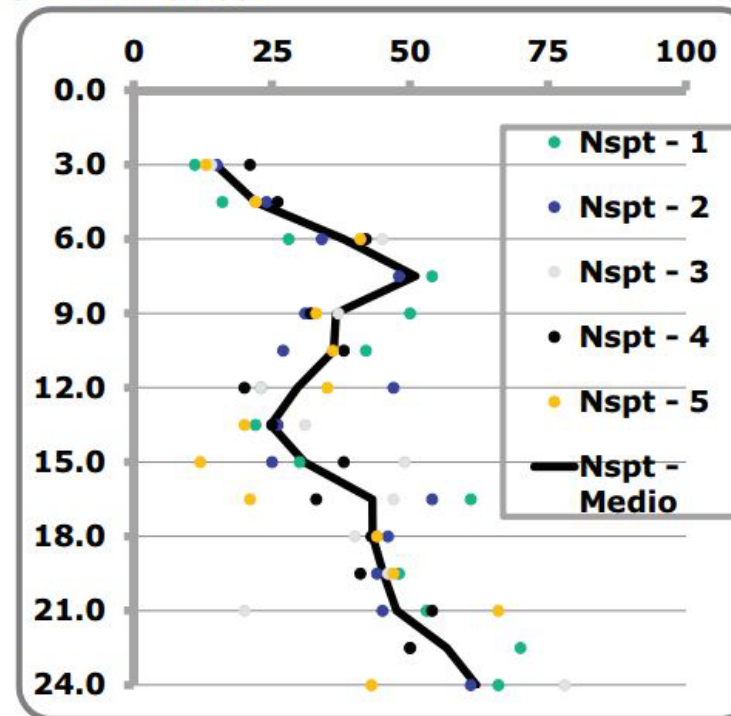


Ejemplo 2.1: Excavación de pantalla en área urbana (piazzale Lagosta Milano)



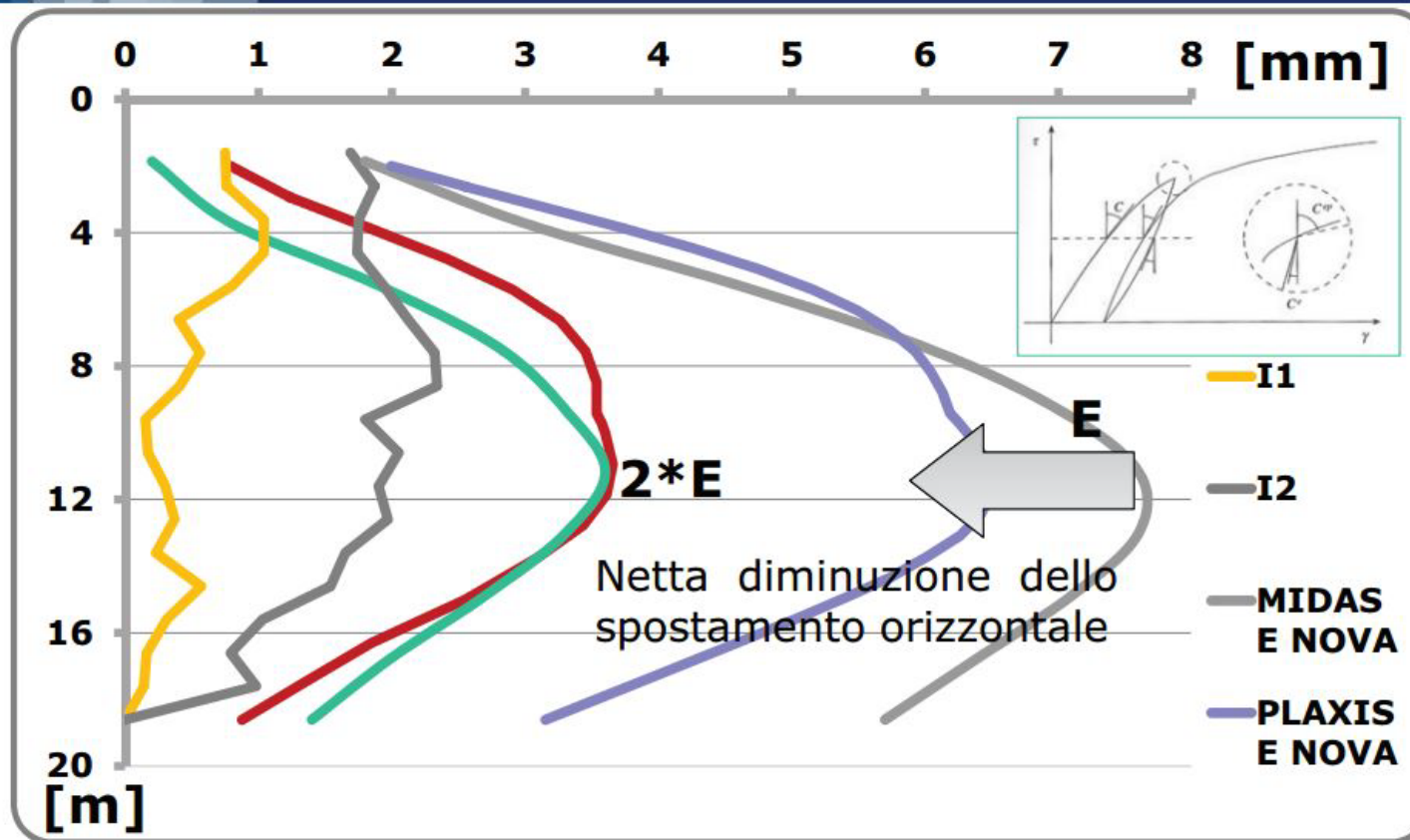
Prove SPT su 5 carotaggi tra Bignami e Bicocca.
Falda a 20-21m circa.

Profondità [m]	N _{spt} - medio
3,00	14,80
4,50	22,00
6,00	38,00
7,50	51,00
9,00	36,60
10,50	36,20
12,00	29,60
13,50	24,80
15,00	30,80
16,50	43,20
18,00	43,25
19,50	45,20
21,00	47,60
22,50	56,67
24,00	62,00
Falda	21,30





Ejemplo 2.1: Excavación de pantalla en área urbana (piazzale Lagosta Milano)

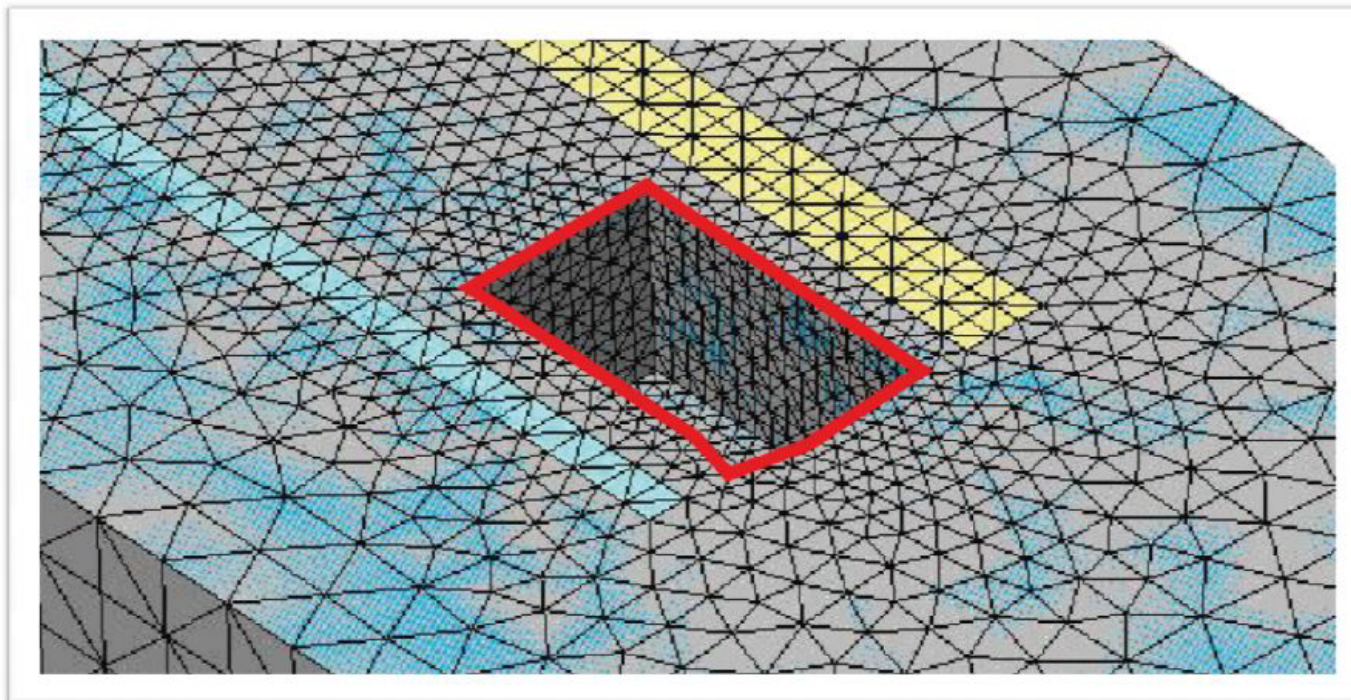




Ejemplo 2.1: Escavacion de pantalla en area urbana (piazzale Lagosta Milano)

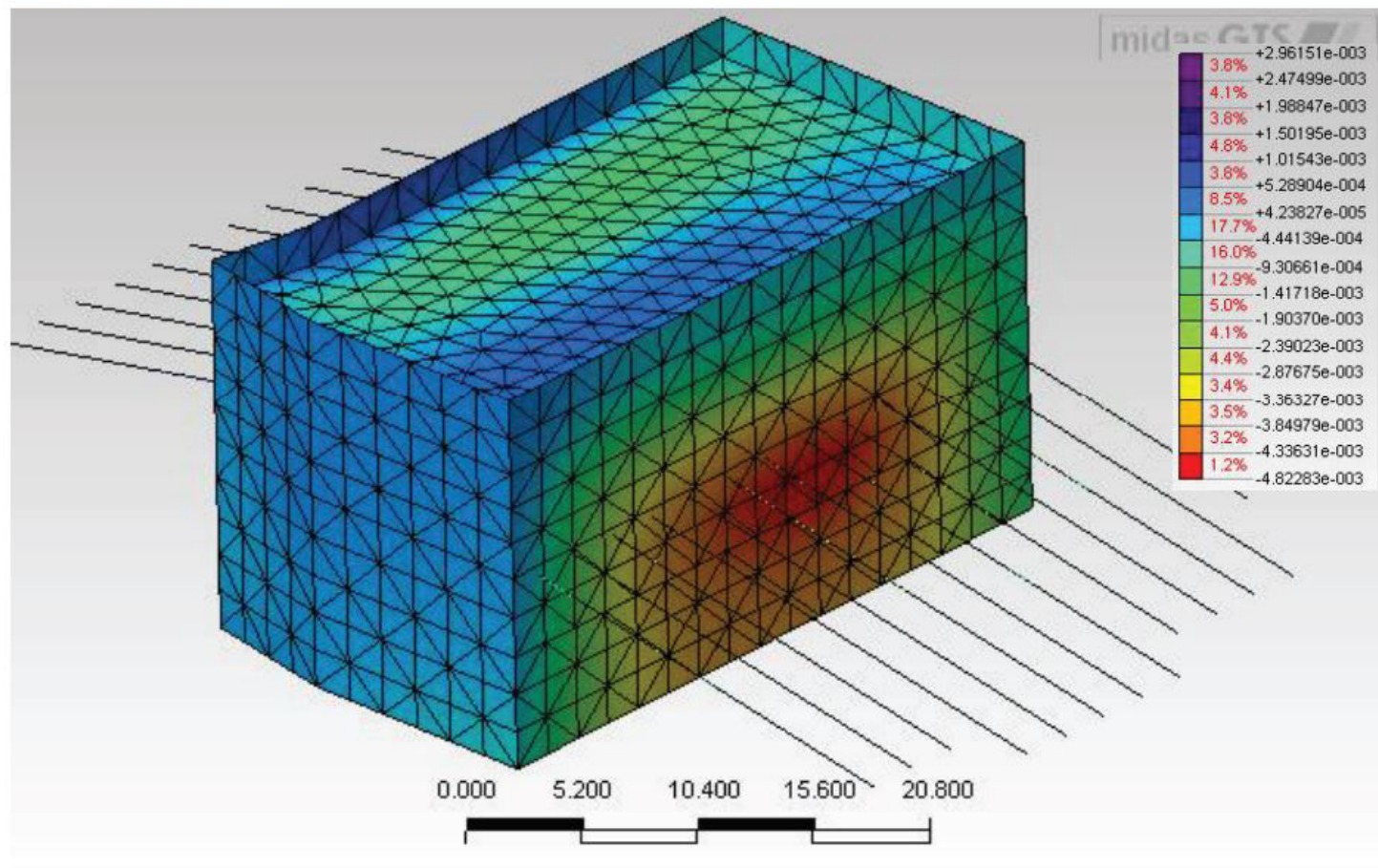


EFEECTO 3D





Ejemplo 2.1: Excavación de pantalla en área urbana (piazzale Lagosta Milano)

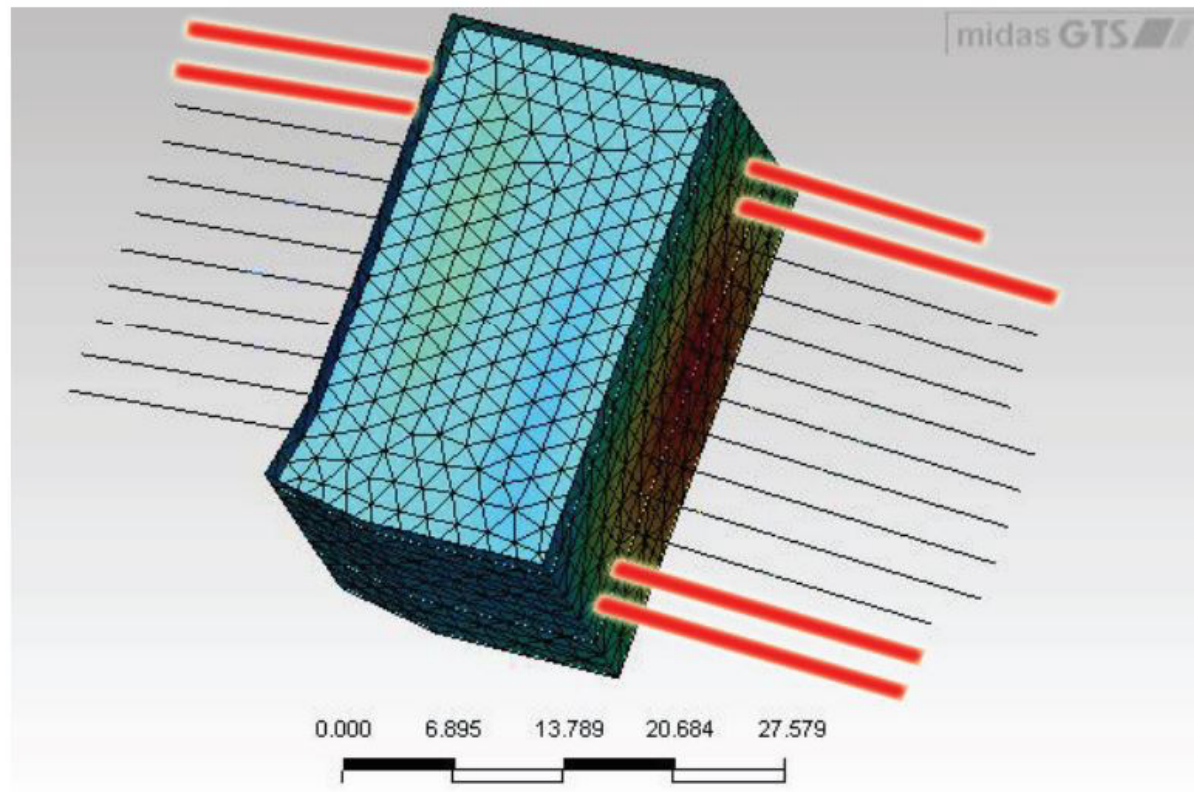




Ejemplo 2.1: Escavacion de pantalla en area urbana (piazzale Lagosta Milano)



Los tirantes cerca de las esquinas son tan necesarias?
Repetir el análisis en 3D mediante la eliminación de los tirantes en las esquinas

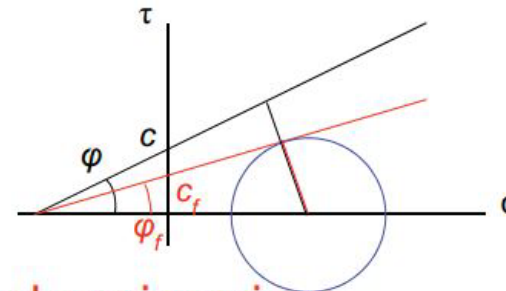
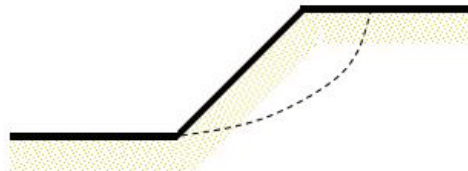




c-φ reduction method



Factor of Safety



- Factor of safety, FS, in geotechnical engineering:

$$FS = \frac{\int_{\Gamma} |\tau| d\Gamma}{\int_{\Gamma} |\tau_f| d\Gamma}$$

Nominal shear capacity
Reduced shear capacity causing failure

$$FS > 1$$

τ is the shear stress along the failure surface Γ

- Strength Reduction Factor, SRF, in c-φ reduction method:

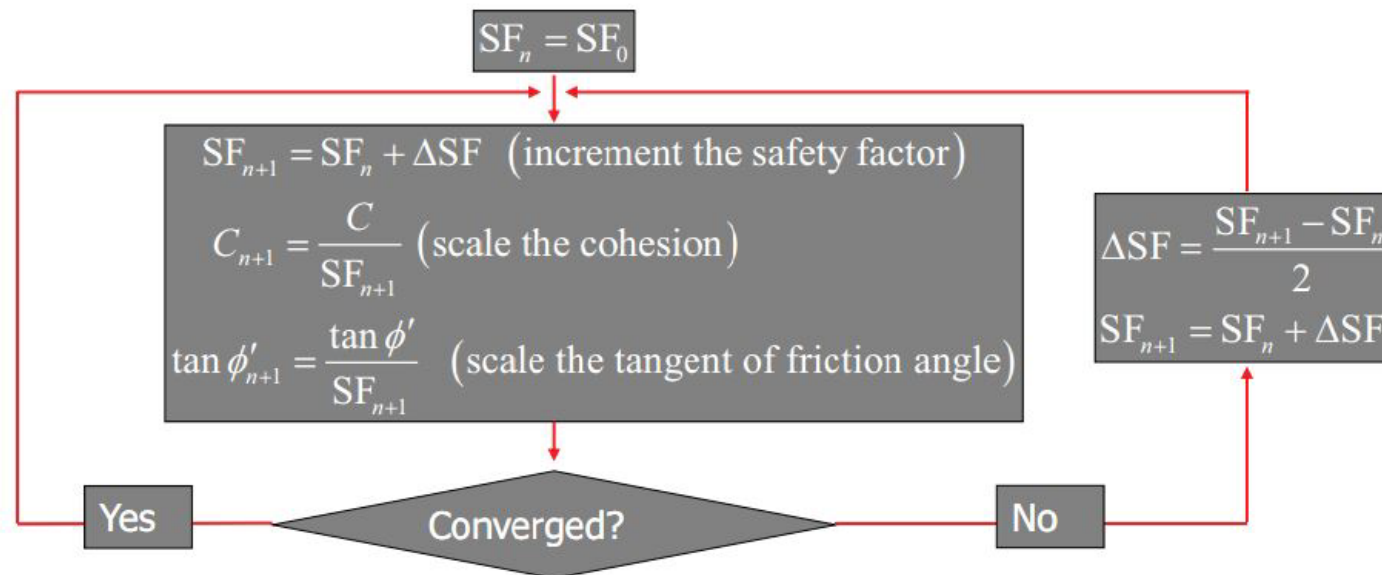
$$c_f = \frac{c}{SRF}, \quad \phi_f = \tan^{-1} \left(\frac{\tan \phi}{SRF} \right) \quad \Rightarrow \quad FS = \frac{\tau}{\tau_f} = \frac{c + \sigma_n \tan \phi}{c_f + \sigma_n \tan \phi_f} = SRF$$



Strength reduction procedure



- The strength reduction factor, SRF, is bracketed by bi-section method:

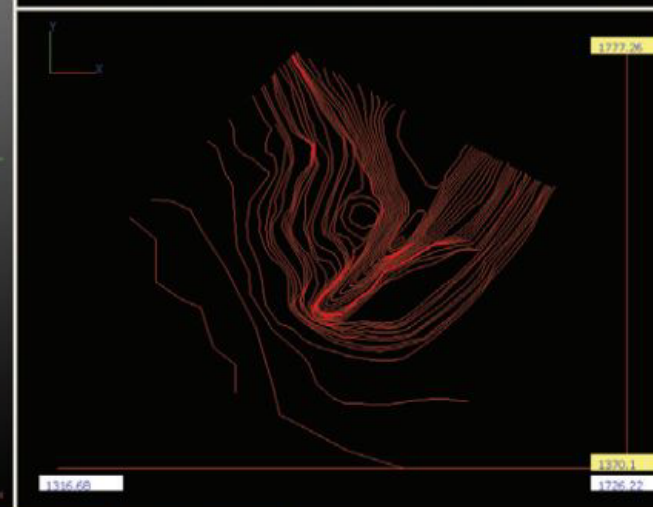
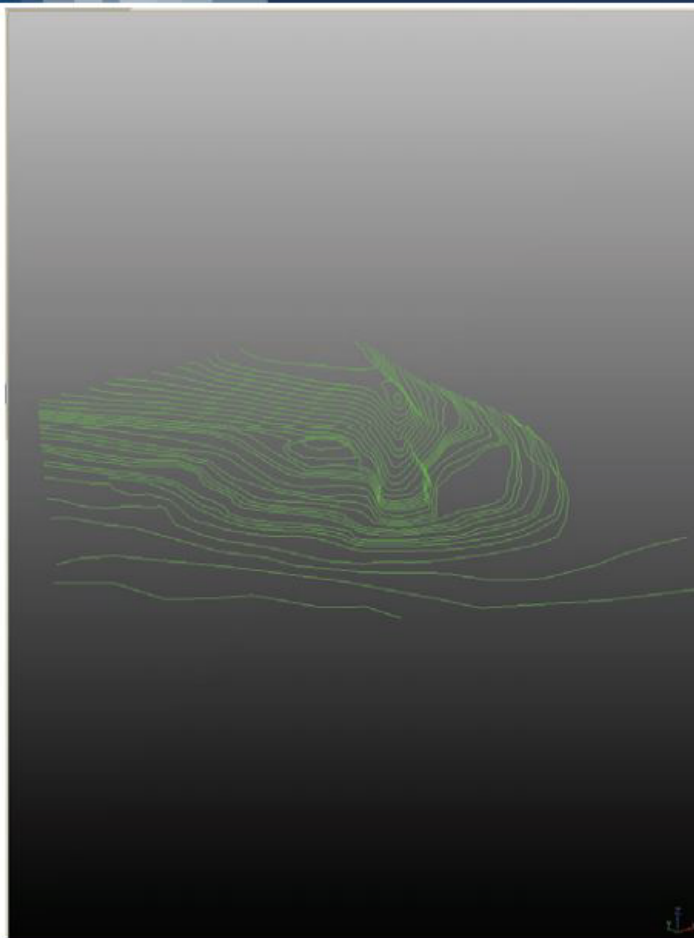


The incremental procedure stops when the bracket reaches the required accuracy



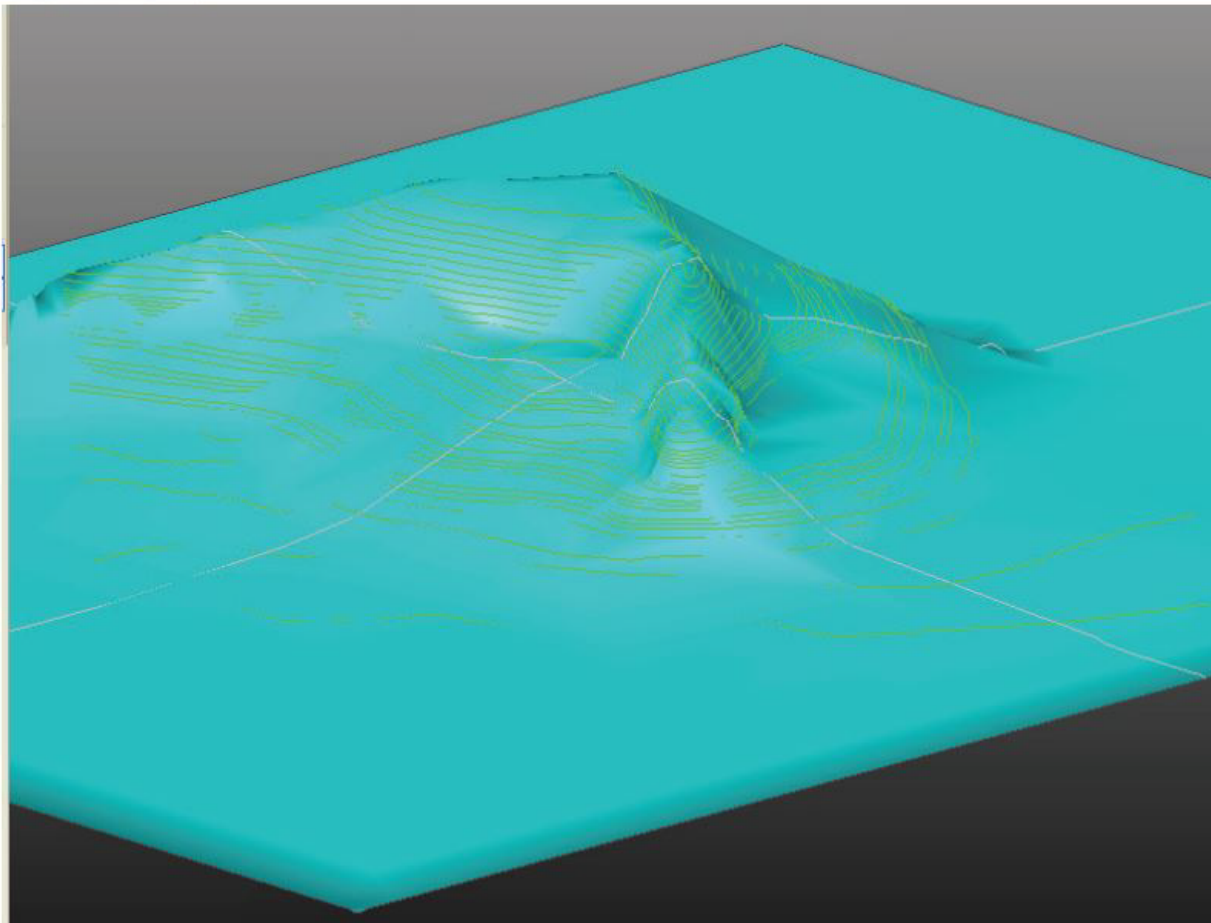
Ejemplo 3.1: Estabilidad de depósitos de arena suelta

83





Ejemplo 3.1: Estabilidad de depósitos de arena suelta

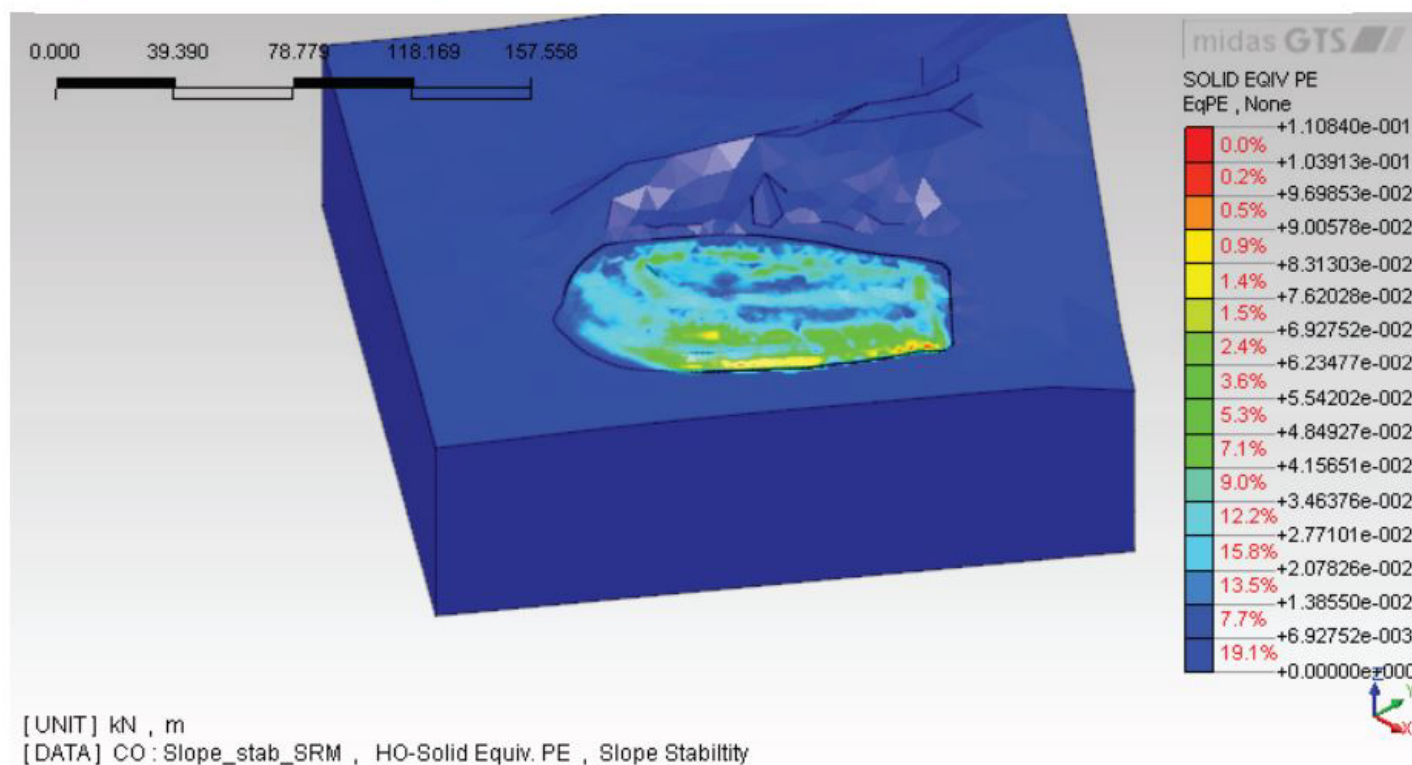




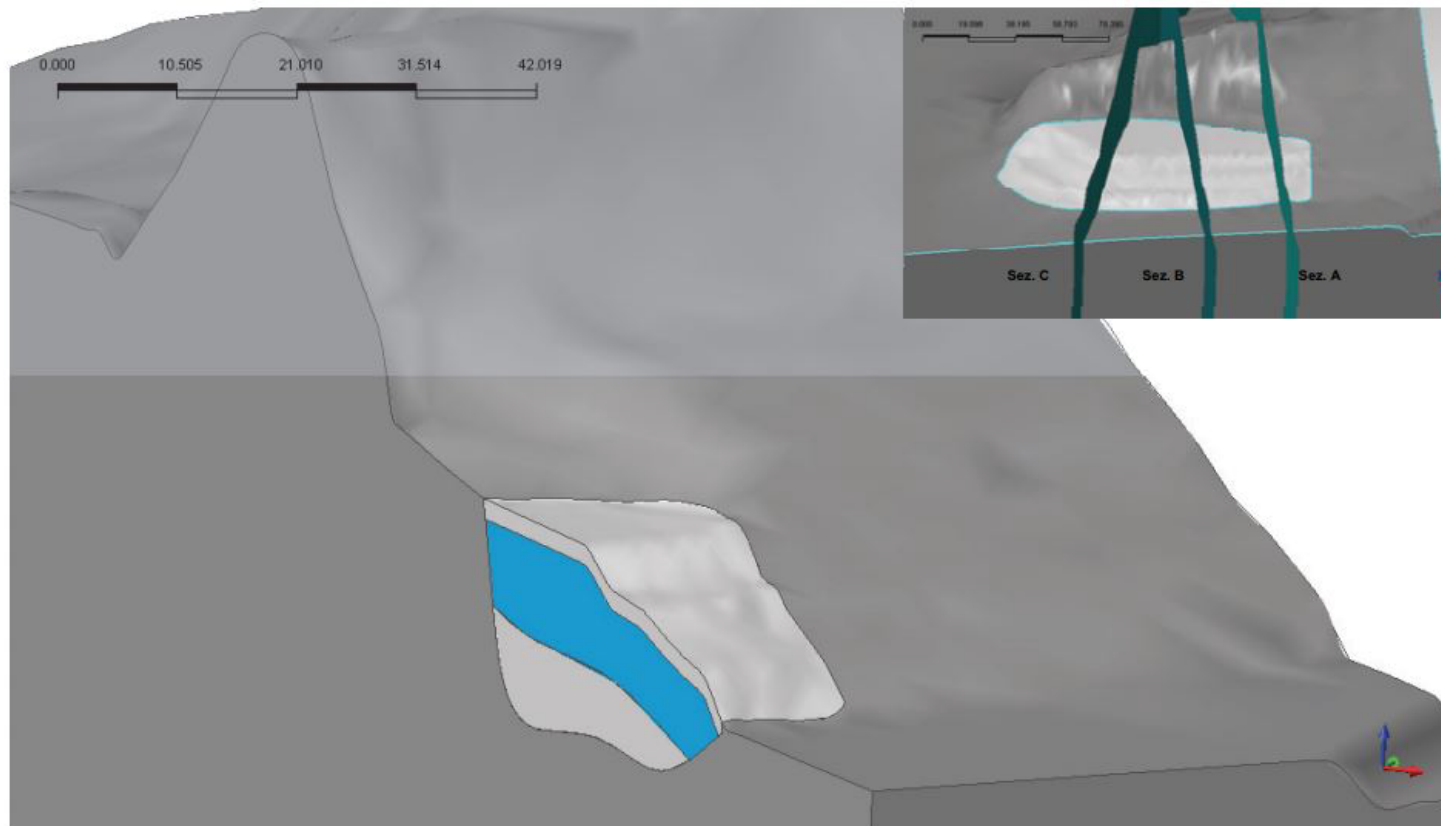
Ejemplo 3.1: Estabilidad de depósitos de tierra suelta



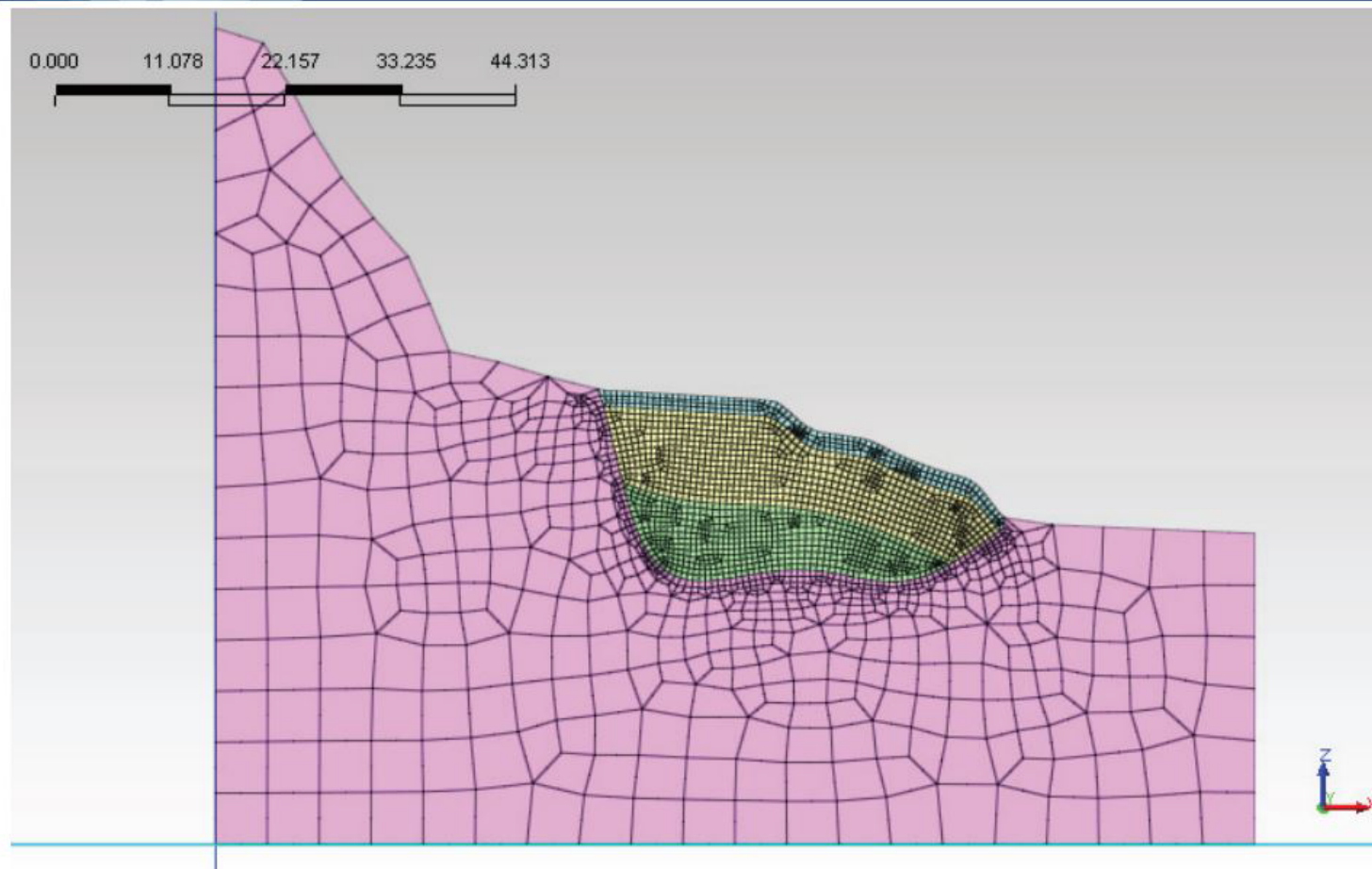
Deposito A: analisi 3D c- ϕ reduction - $F_s > 4$



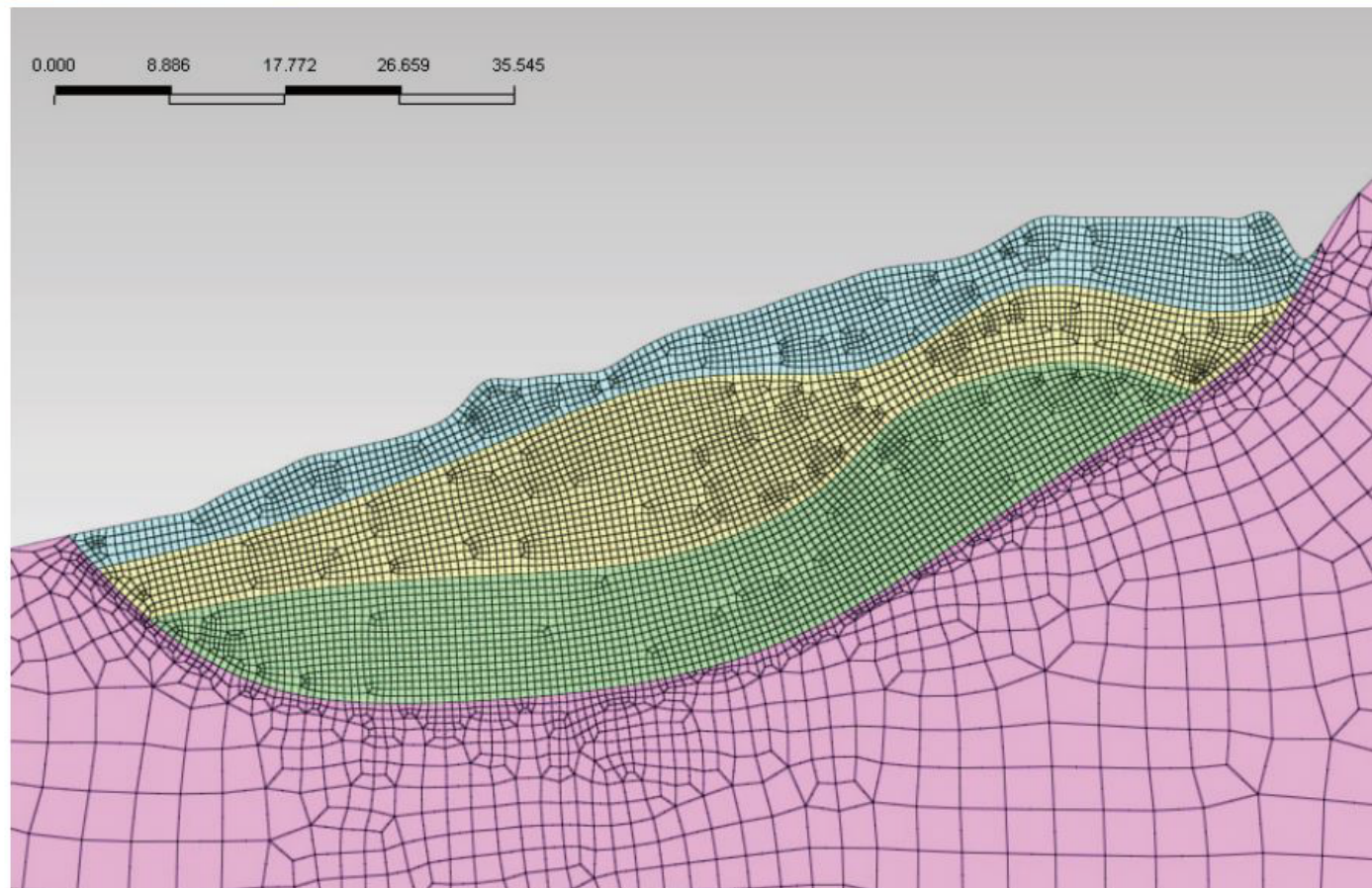
Ejemplo 3.1: Estabilidad de depósitos de tierra suelta



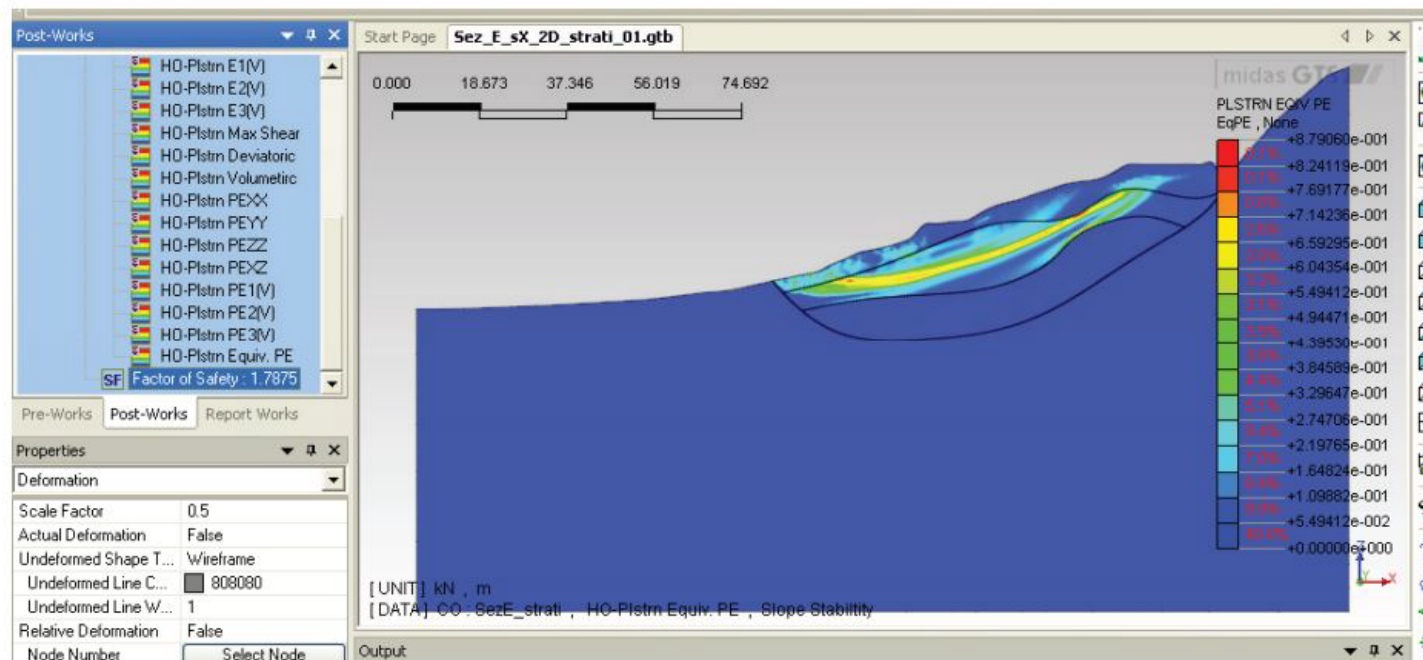
Ejemplo 3.1: Estabilidad de depósitos de tierra suelta



Ejemplo 3.1: Estabilidad de depósitos de tierra suelta



Ejemplo 3.1: : modello 3D, analisi 2D e 3D **Fase 7d – analisi SRM e risultati_ sez . E - $F_s = 1.78$**

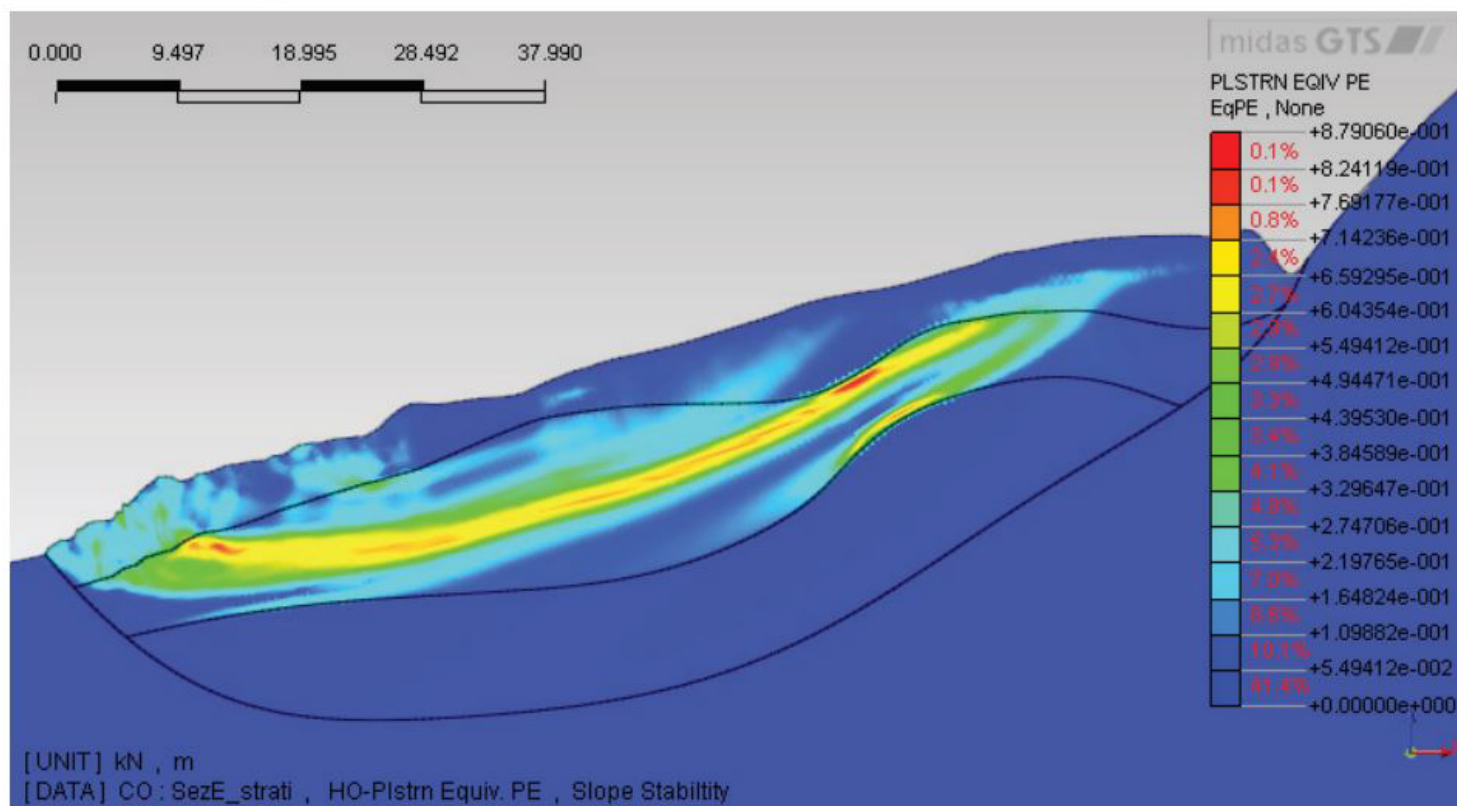




Ejemplo 3.1: : modello 3D, analisi 2D e 3D Fase 7d – analisi SRM e risultati_ sez . E - $F_s = 1.78$



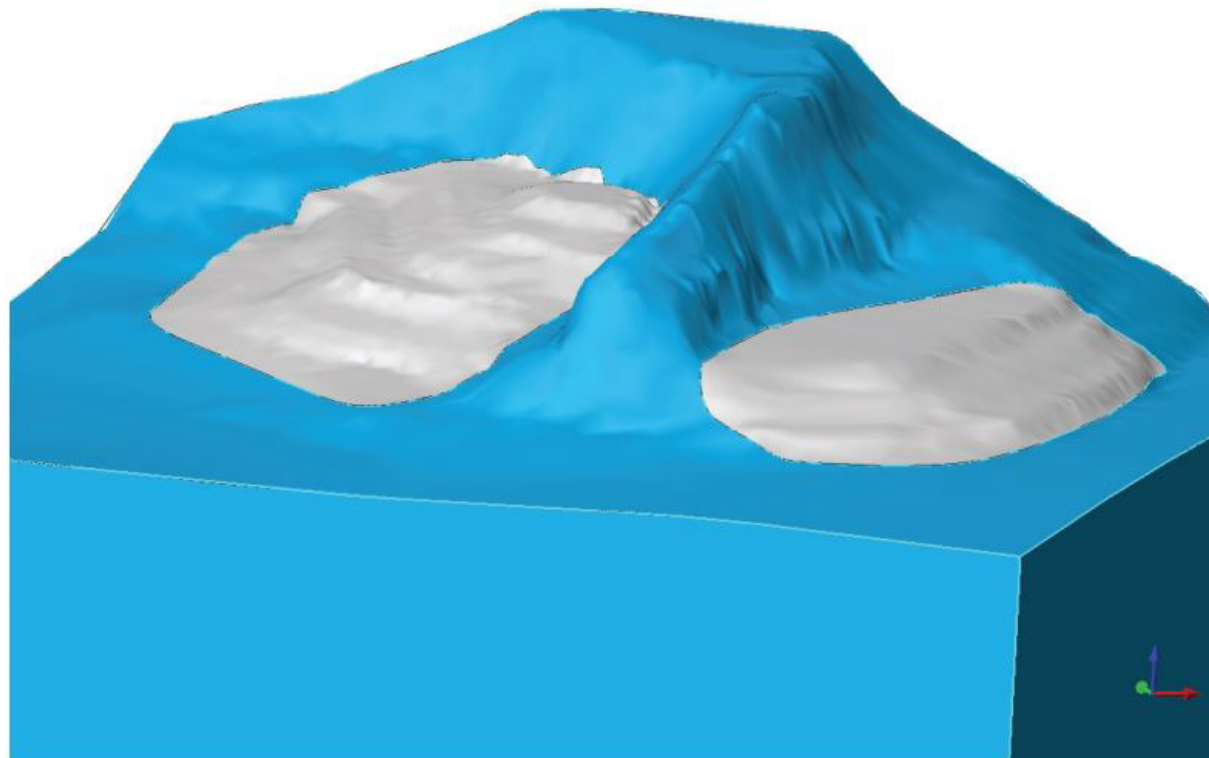
Deformazioni plastiche



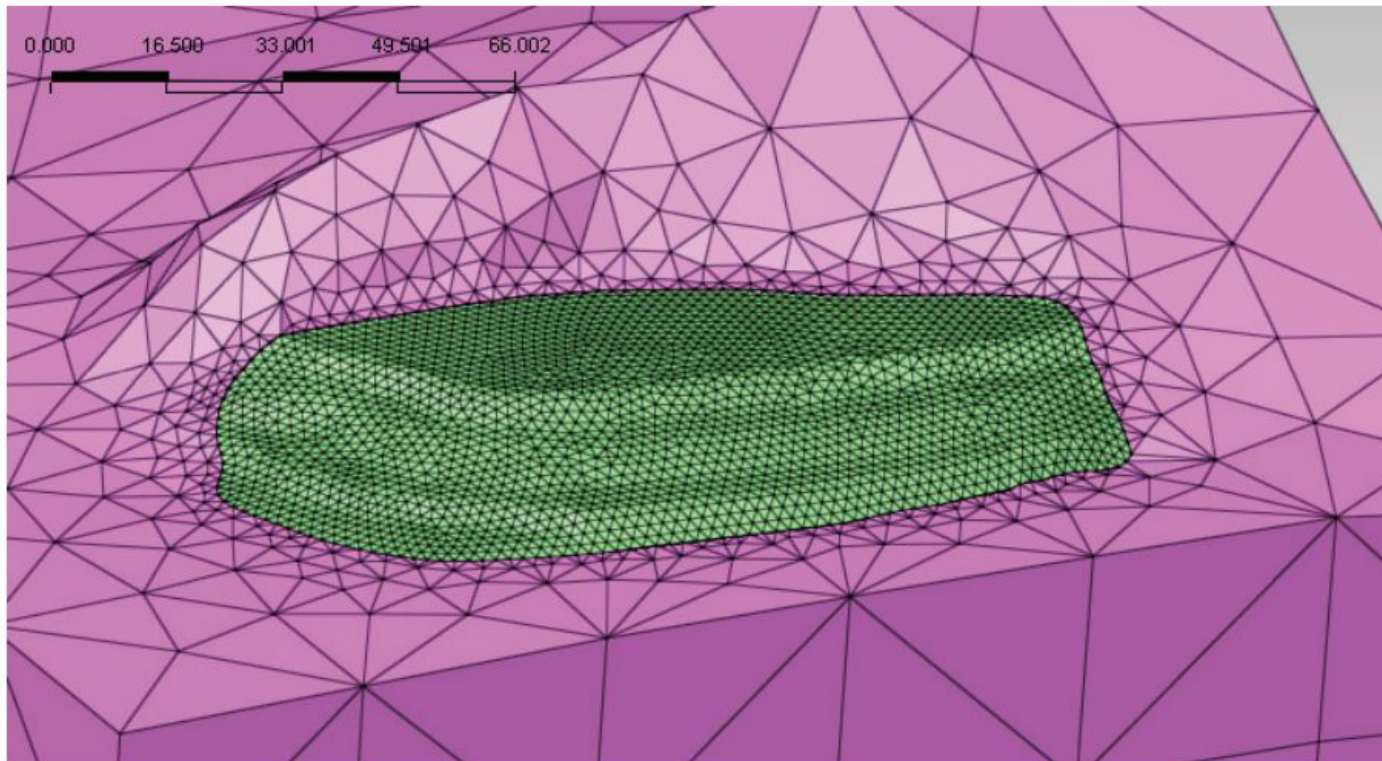
Ejemplo 3.1: Estabilidad de depósitos de tierra suelta



0.000 19.071 38.143 57.214 76.266



Ejemplo 3.1: Estabilidad de depósitos de tierra suelta



Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A

Edificio histórico

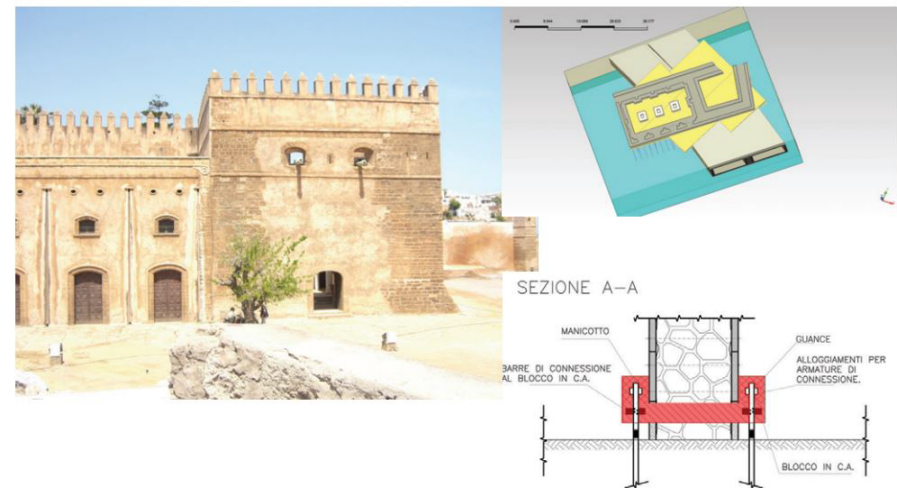
Alpina S.p.A



Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

El proyecto

Alpina S.p.A



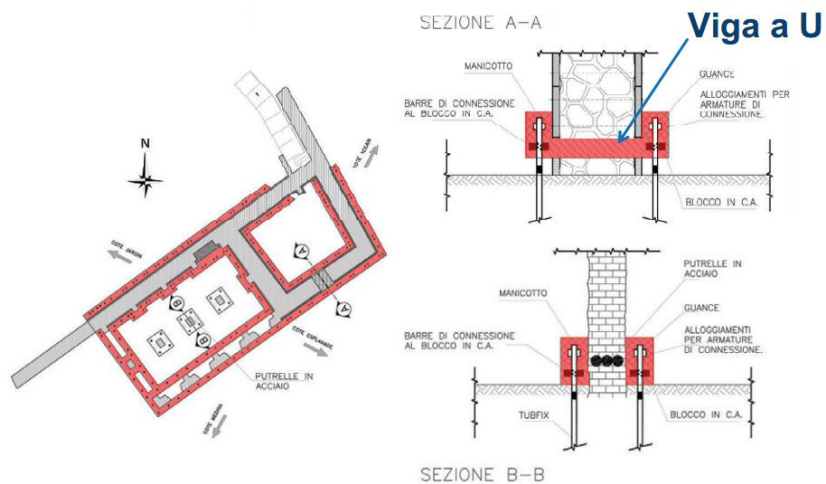
Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A

El proyecto

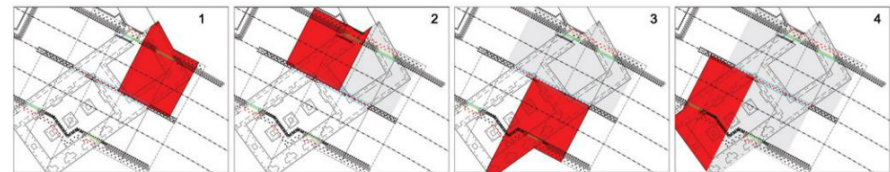
Alpina S.p.A



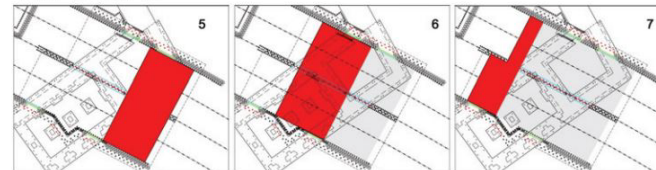
El proyecto

Alpina S.p.A

FASI DI SCAVO



FASI DI GETTO



Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

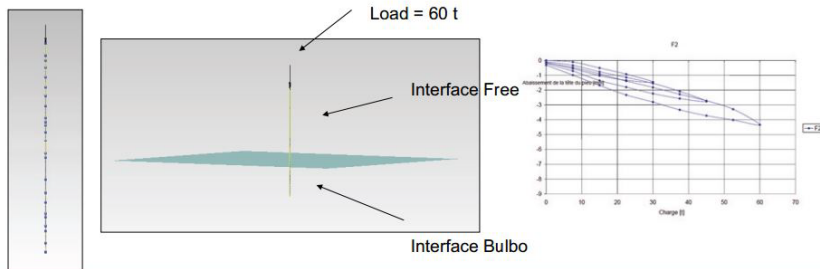
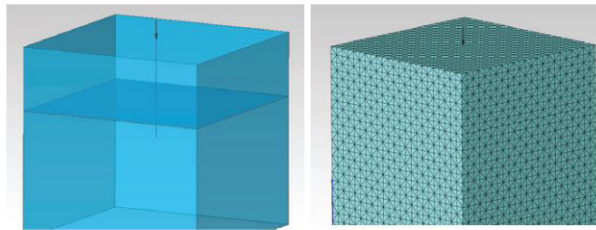
Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A

Paso 1 (Mod A) calibración embedded pile

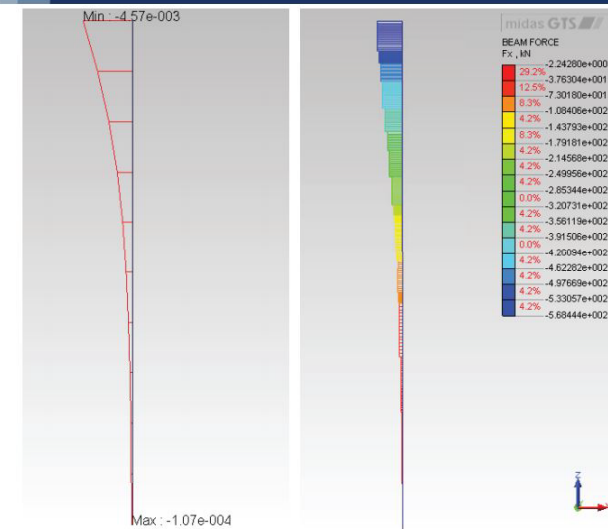
Alpina S.p.A



Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Paso 1 (Mod A) calibración embedded pile

Alpina S.p.A



Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

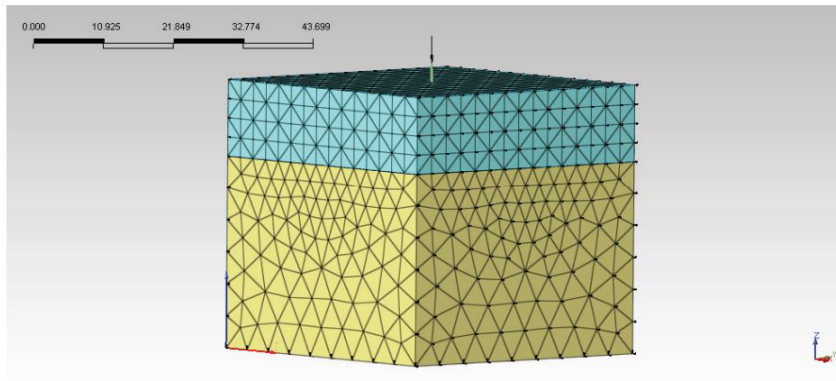
Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A



Paso 2 (Mod_B1): transferir la carga de un micropilote individual con carga puntual

Alpina S.p.A

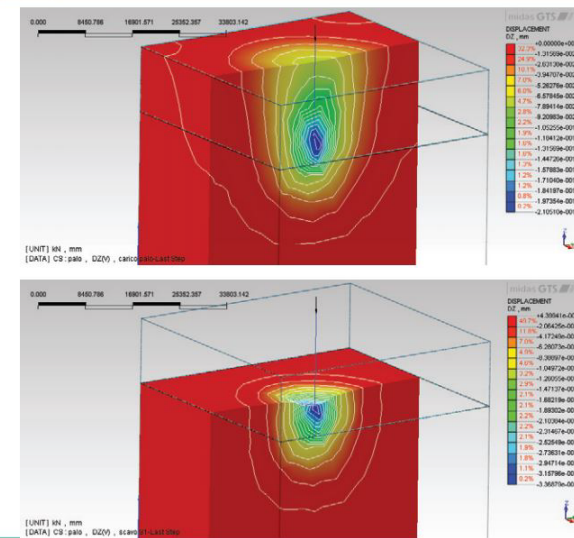


Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani



Paso 2 (Mod_B1): transferir la carga de un micropilote individual con carga puntual

Alpina S.p.A



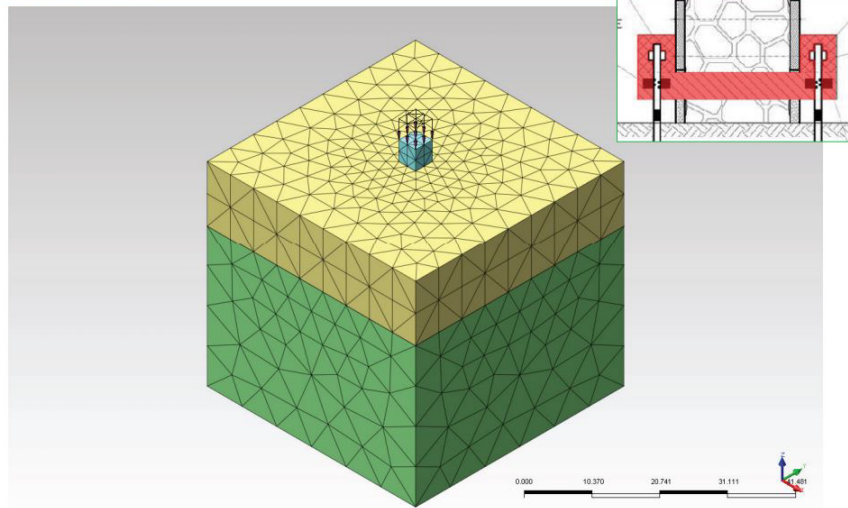
Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A

Paso 3 (Mod_B2): transferir la carga de un micropilote individual con viga a U

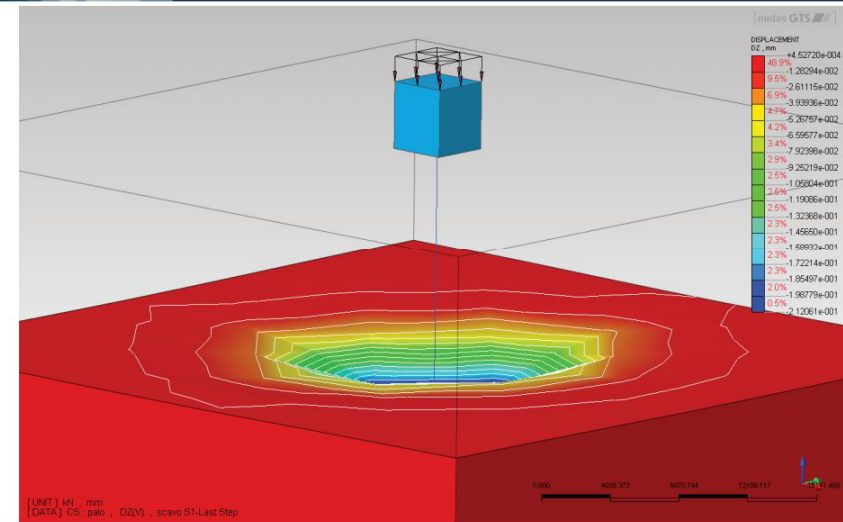
Alpina S.p.A



Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Paso 3 (Mod_B2): transferir la carga de un micropilote individual con viga U

Alpina S.p.A



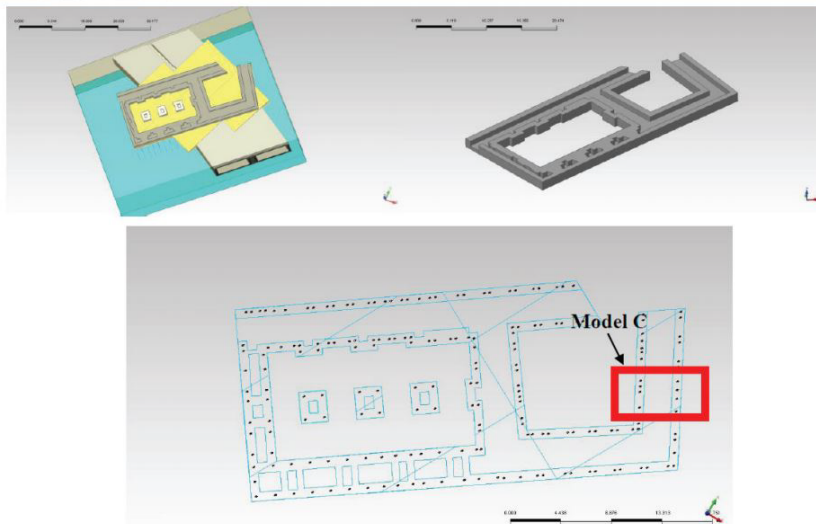
Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A

Paso 4 (Mod_C): transferir la carga de una porción de la viga U

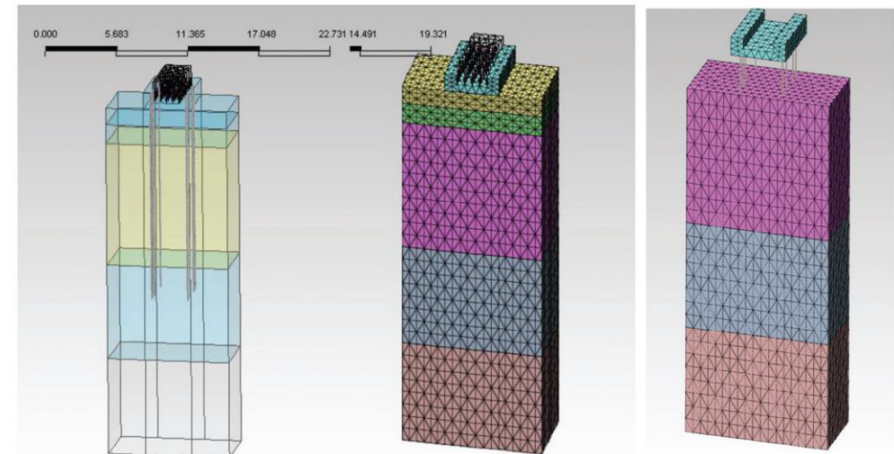
Alpina S.p.A



Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Paso 4 (Mod_C): transferir la carga de una porción de la viga U

Alpina S.p.A



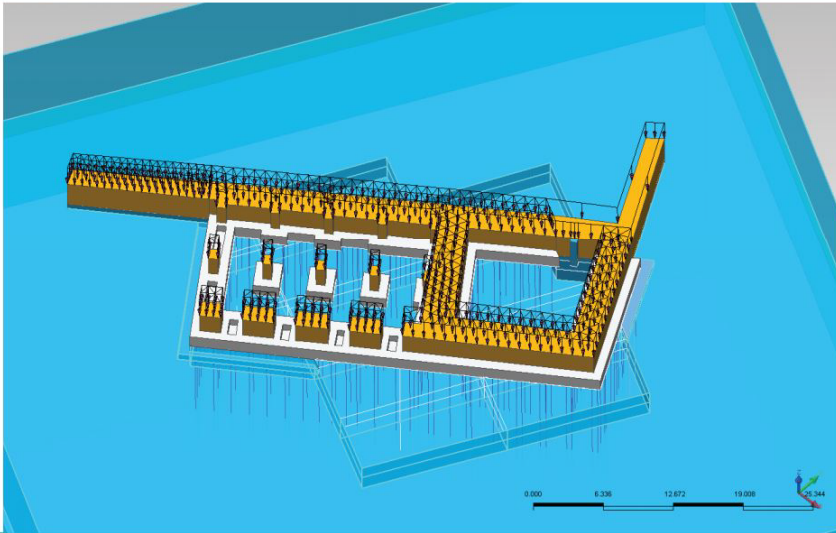
Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A

➔ Paso 5 (Mod_D): interacción suelo-estructura - la edificio parciales - fases de excavación - losa

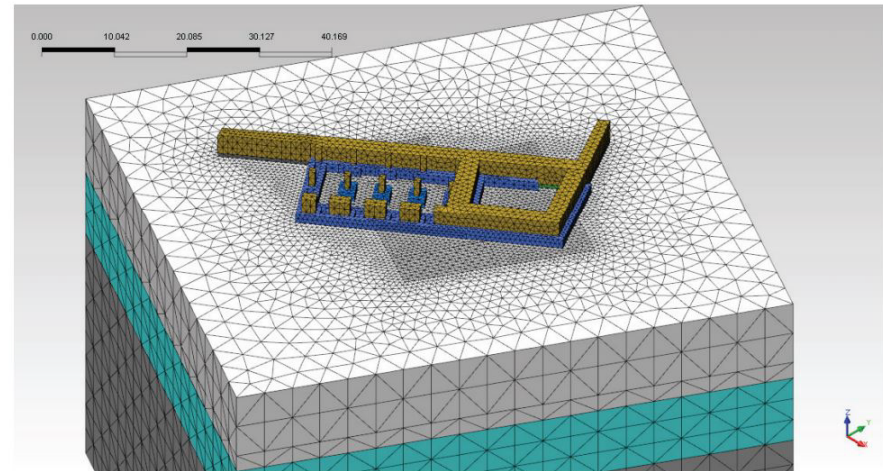
Alpina S.p.A



Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

➔ Paso 5 (Mod_D): interacción suelo-estructura - la edificio parciales - fases de excavación - losa

Alpina S.p.A



Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

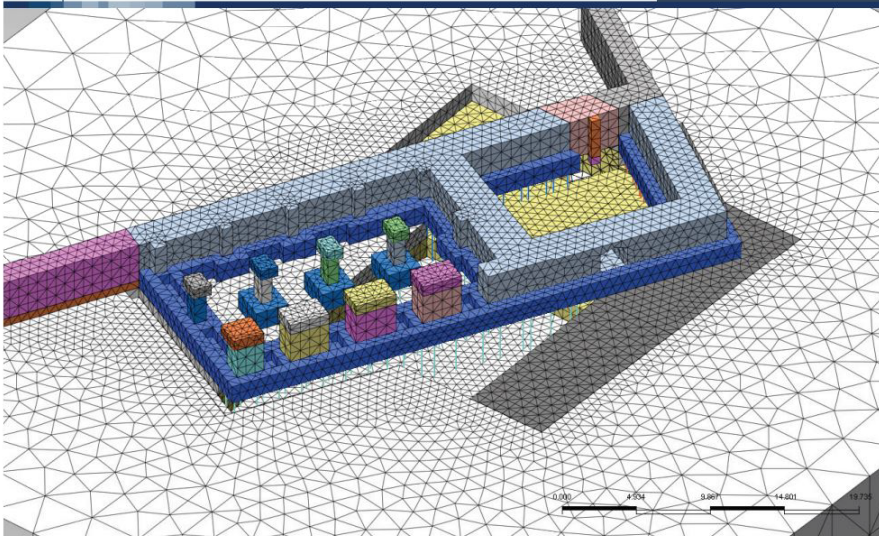
Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A



Paso 5 (Mod_D): interacción suelo-estructura - la edificio parciales - fases de excavación - losa

Alpina S.p.A

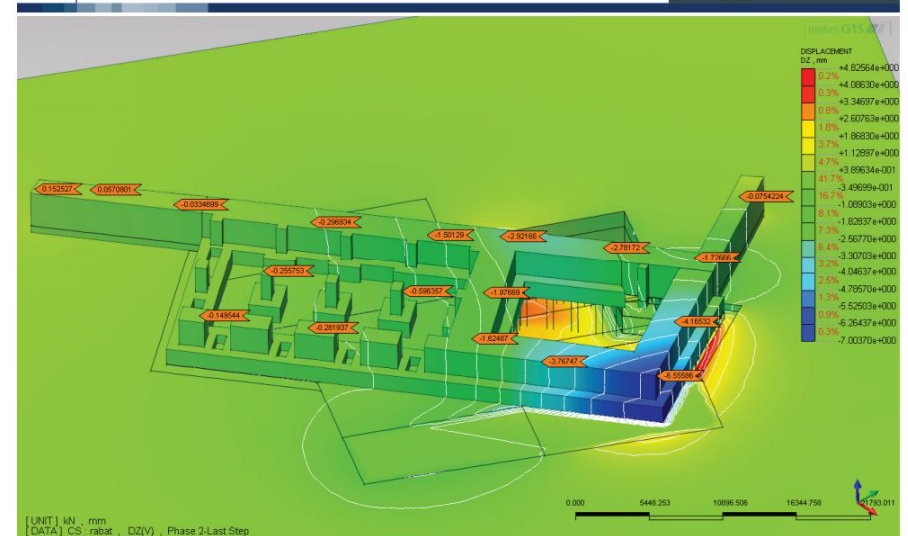


Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani



Paso 5 (Mod_D): interacción suelo-estructura - la edificio parciales - fases de excavación - losa

Alpina S.p.A



Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

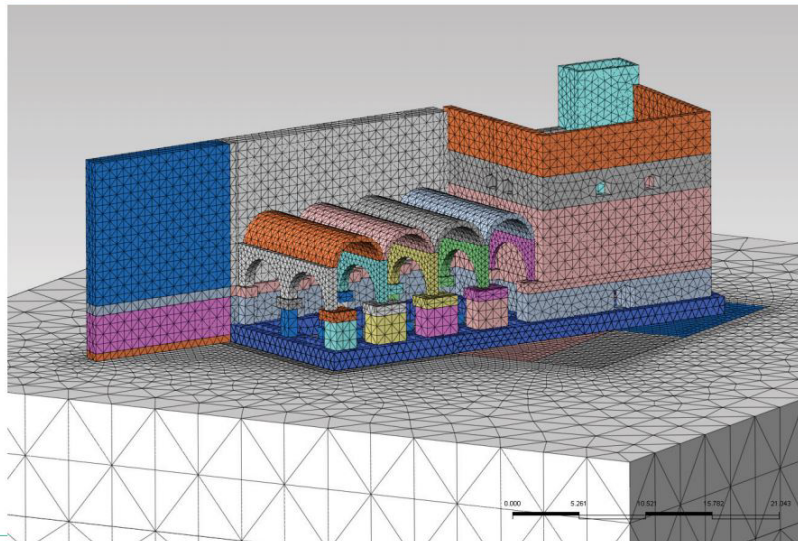
Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A



Paso 6 (Mod_E): interacción suelo-estructura - la edificio completo - fases de excavación - losa

Alpina S.p.A

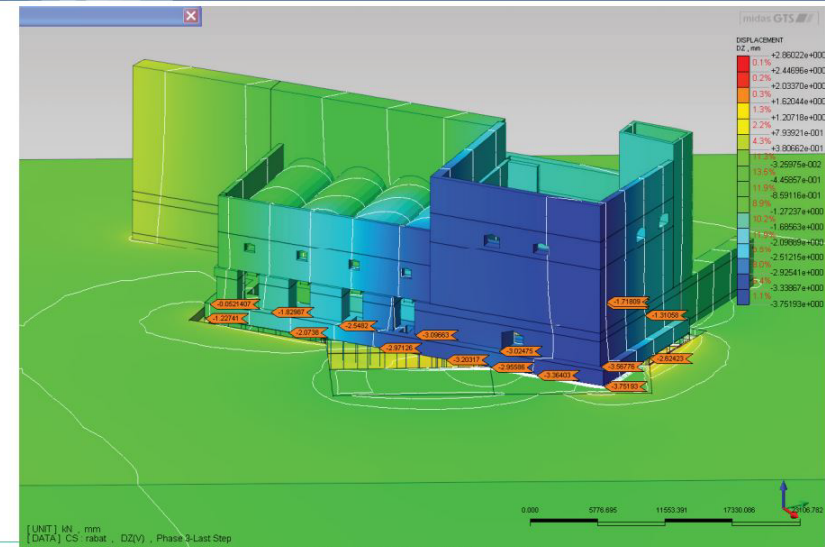


Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani



Paso 6 (Mod_E): interacción suelo-estructura - la edificio completo - fases de excavación - losa

Alpina S.p.A



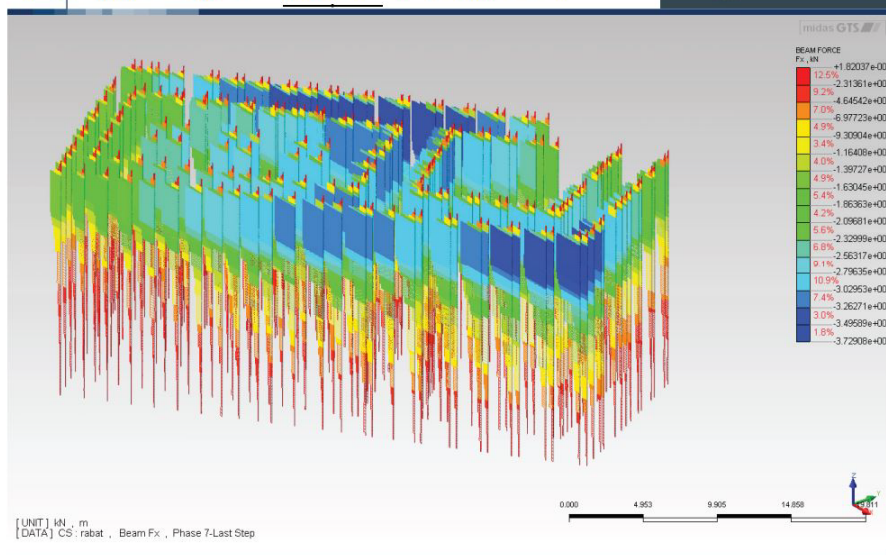
Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A

Paso 6 (Mod_E): interacción suelo-estructura - edificio completo - fases de excavación - losa

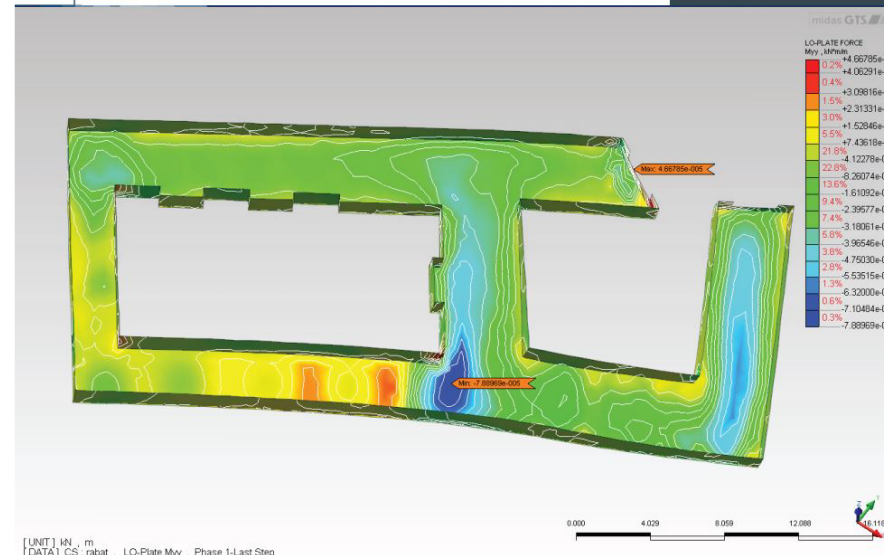
Alpina S.p.A



Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa , Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Paso 6 (Mod_E): Momentos en el viga U

Alpina S.p.A



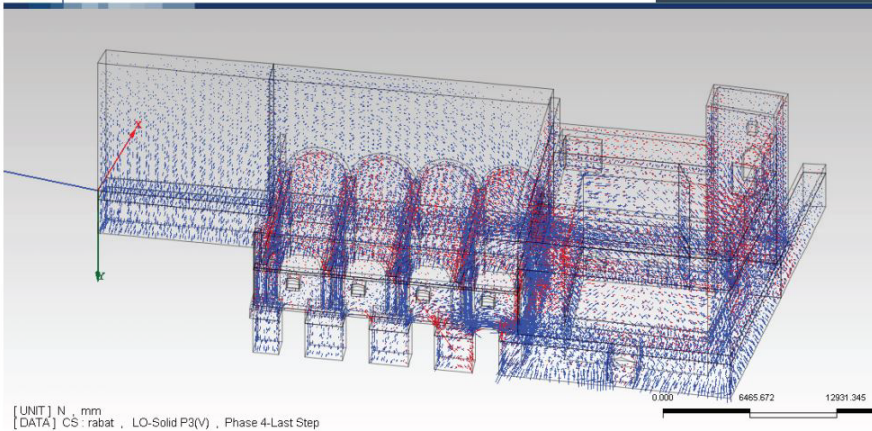
Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa , Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A

Paso 6 (Mod_E): tensiones en el edificio

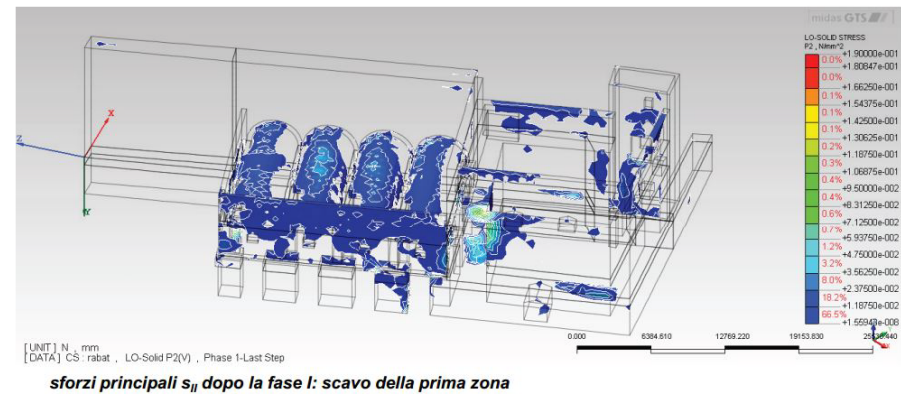
Alpina S.p.A



Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa , Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Paso 6 (Mod_E): tensiones en el edificio

Alpina S.p.A



sforzi principali s_{II} dopo la fase I: scavo della prima zona

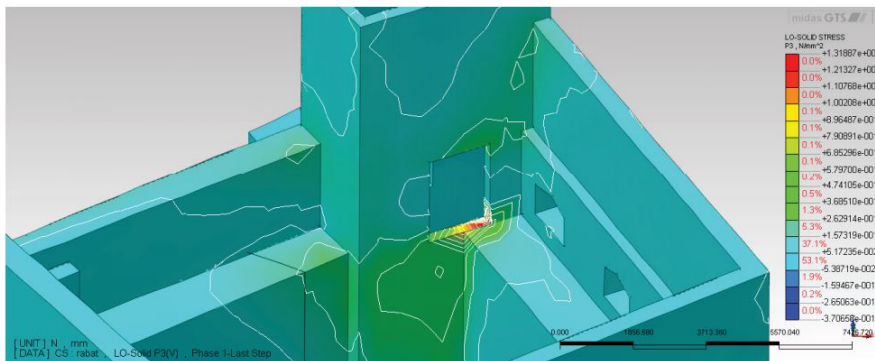
Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa , Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A

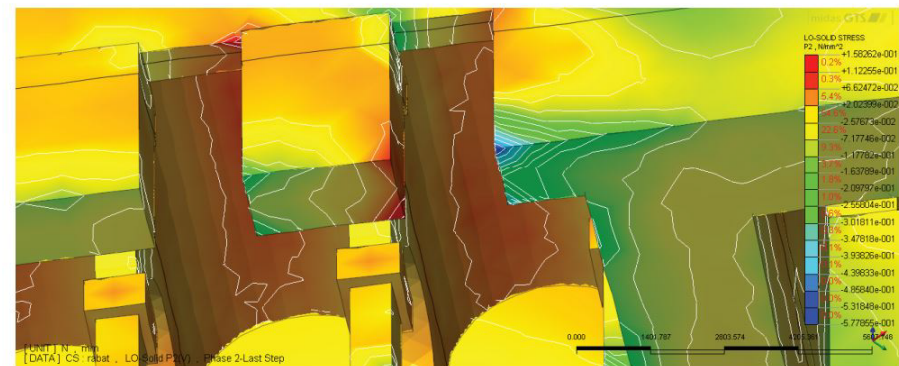
Paso 6 (Mod_E): tensiones en el edificio

Alpina S.p.A



Paso 6 (Mod_E): tensiones en el edificio

Alpina S.p.A



Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

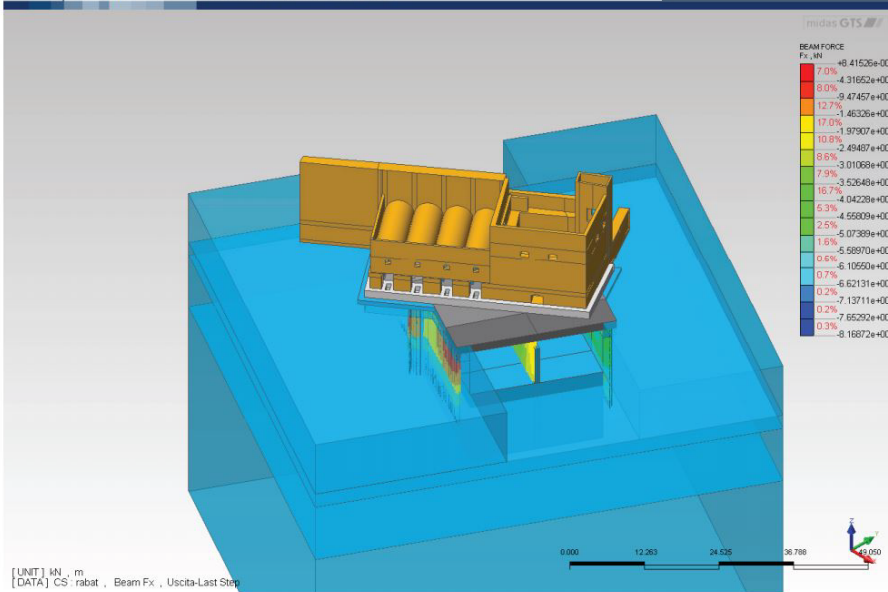
Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A



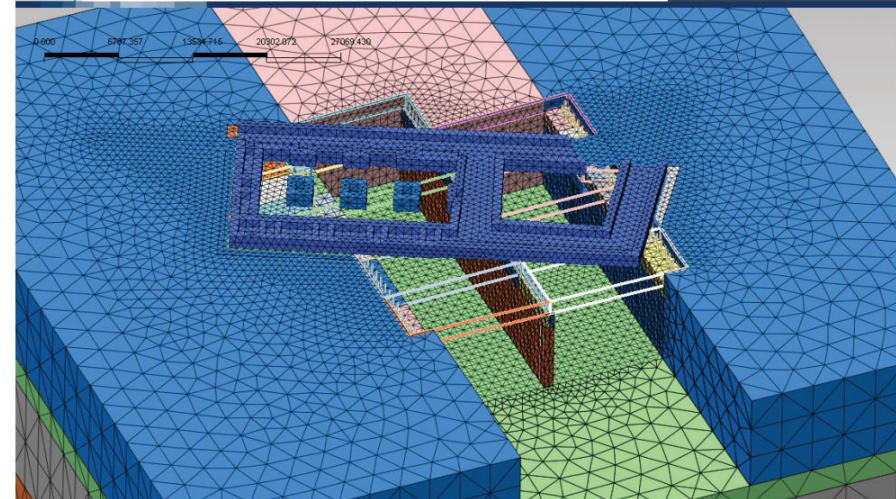
Paso 7 (Mod_F): interacción suelo-estructura - la ed completo - excavación túneles

Alpina S.p.A



Paso 7 (Mod_F): interacción suelo-estructura - edificio completo - excavación túneles

Alpina S.p.A



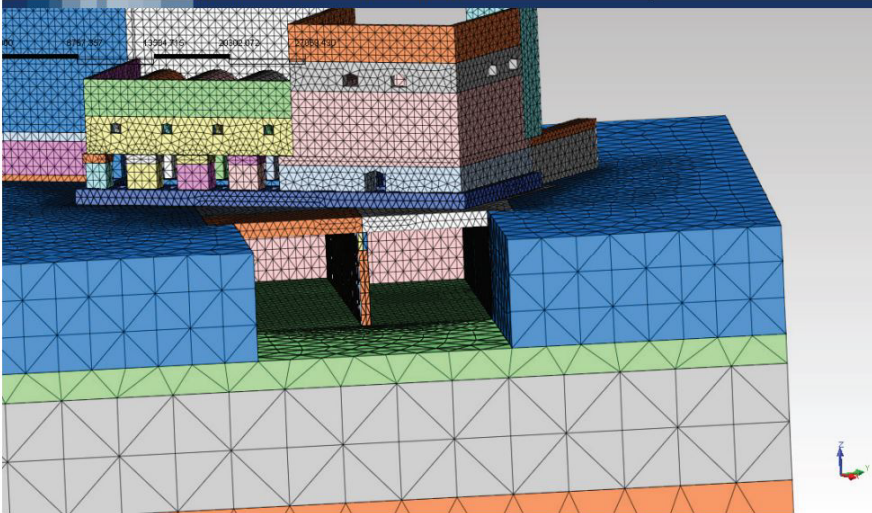
Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A

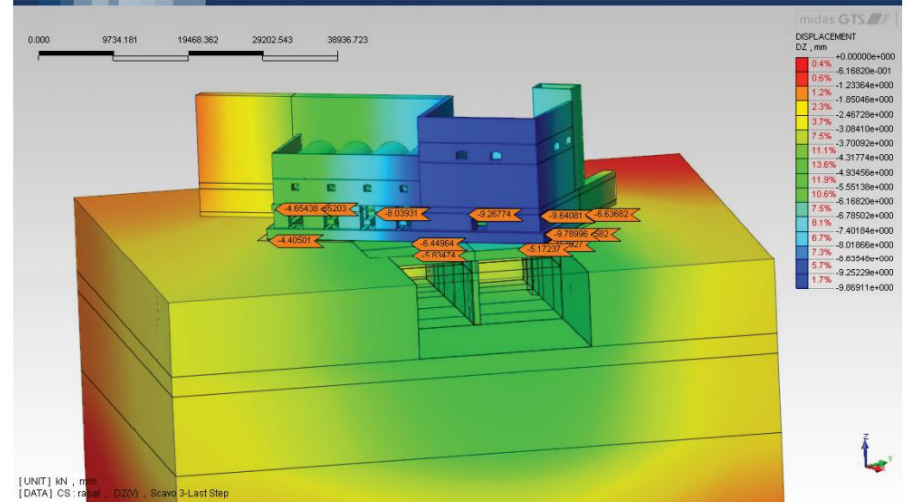
Paso 7 (Mod_F): interacción suelo-estructura - edificio completo - excavación túneles

Alpina S.p.A



Paso 7 (Mod_F): interacción suelo-estructura - edificio completo - excavación túneles

Alpina S.p.A



Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

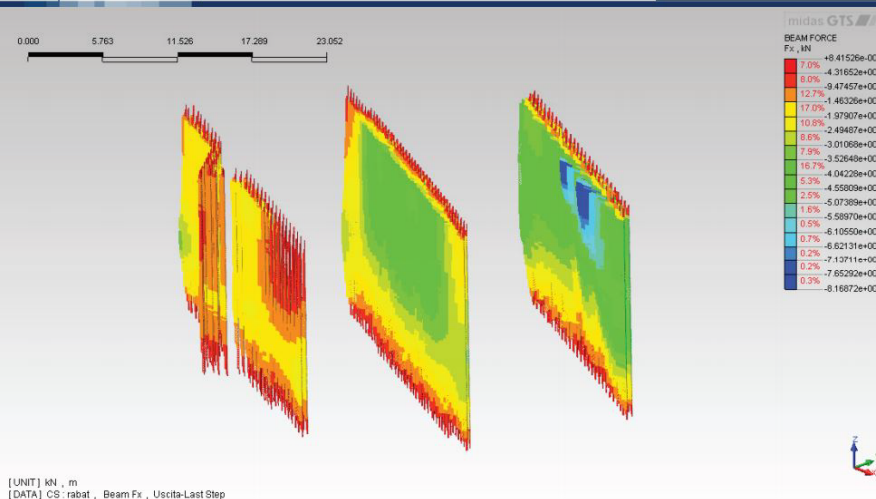
Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A

Paso 7 (Mod_F): interacción suelo-estructura - edificio completo - excavación túneles

Alpina S.p.A



Paso 10: Comparación del modelo 3D y el trabajo real

Alpina S.p.A



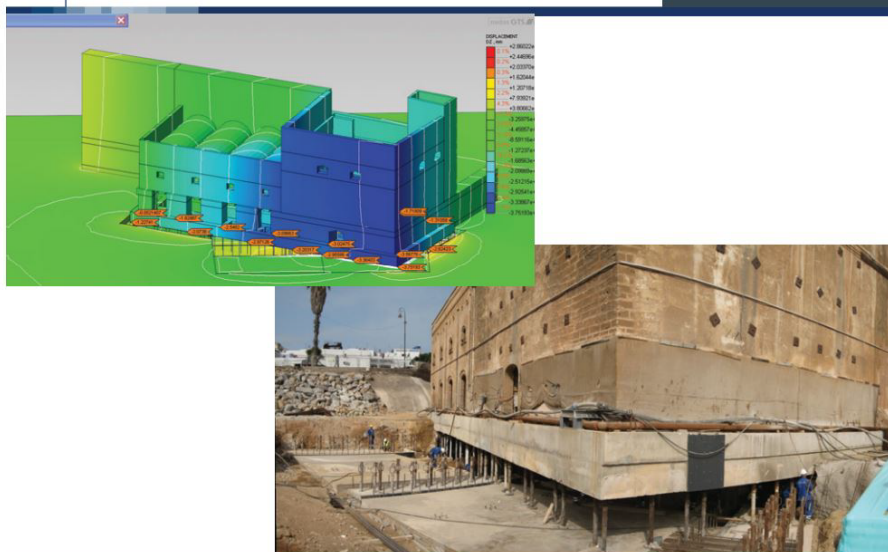
Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Sub-excavación de edificio histórico (Rabat, Marruecos).

Alpina S.p.A

Paso 10: Comparación del modelo 3D y el trabajo real

Alpina S.p.A



Paso 10: Comparación del modelo 3D y el trabajo real

Alpina S.p.A



Grazie per l'attenzione

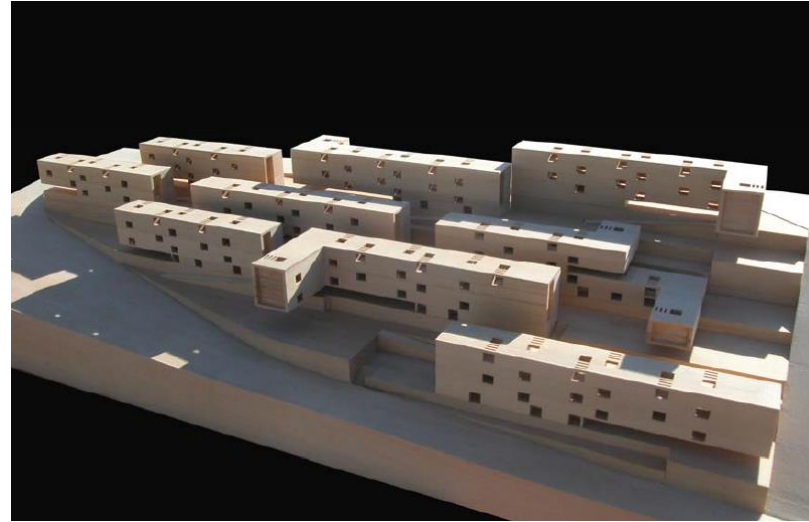
Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

Progetto esecutivo: Ing. Adriano Fava, Ing. Marco Ghidoli, Ing. Francesco Gamba Alpina Spa, Milano
Consulenza per la modellazione 3D: Prof. Riccardo Castellanza, Ing. David Betti, Ing. Francesca Giussani

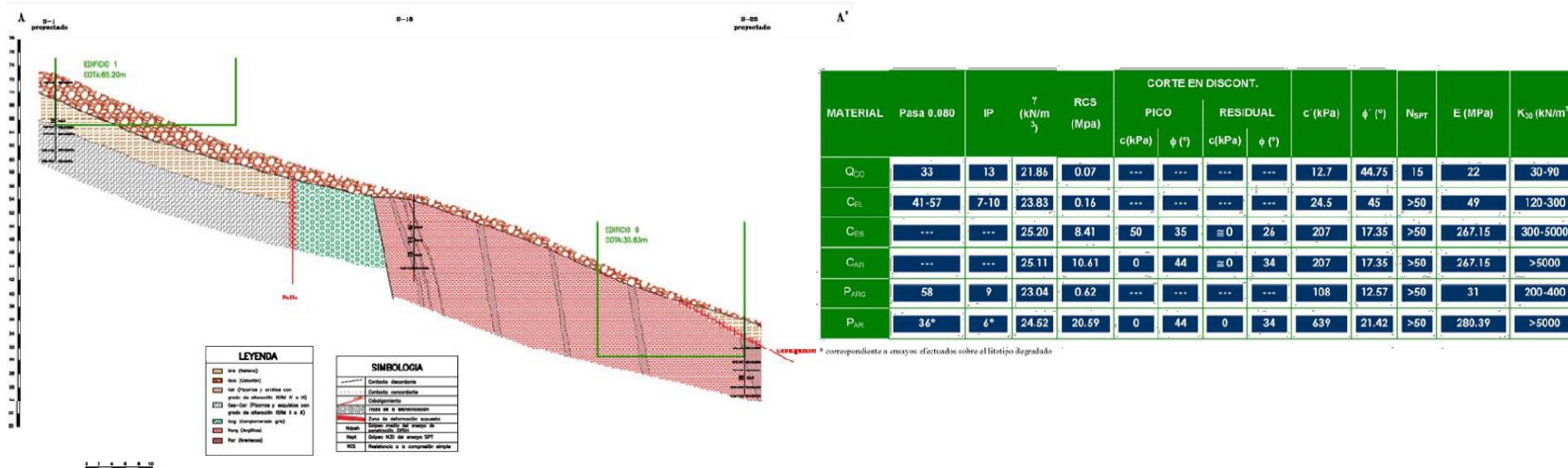
- Situación



- Edificación



- Estratigrafía y geotecnia



Estudio de Seguridad y Deformabilidad de Cimentación para Edificación a Media Ladera.

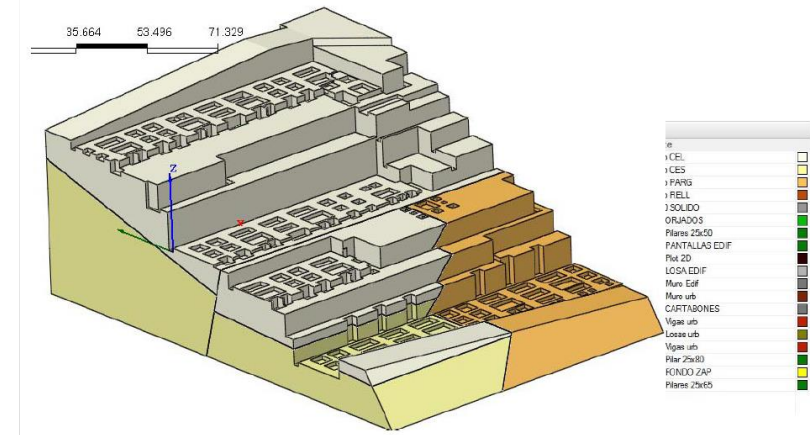
NEXT FORCE
Creative Structural Engineering

MODELIZACIÓN

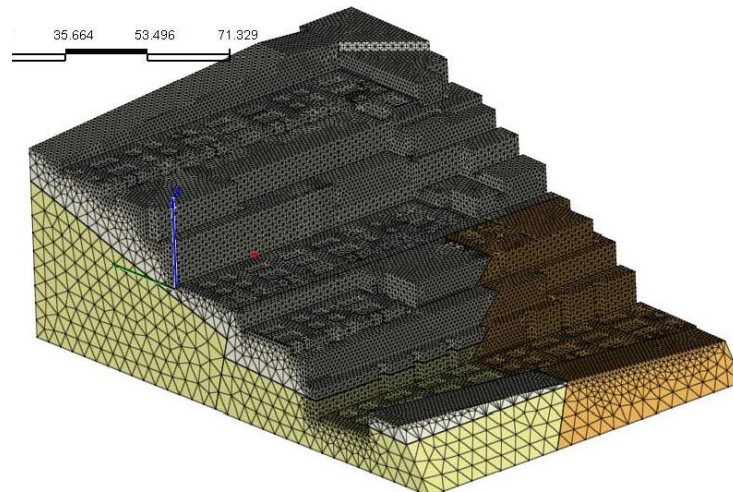
- Edificios y sistema de contención



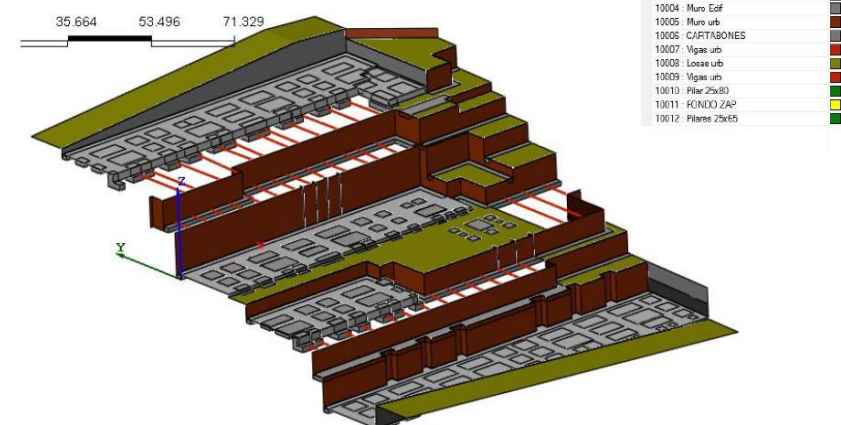
- Terreno y excavación



- Terreno y edificios. Modelo MEF.



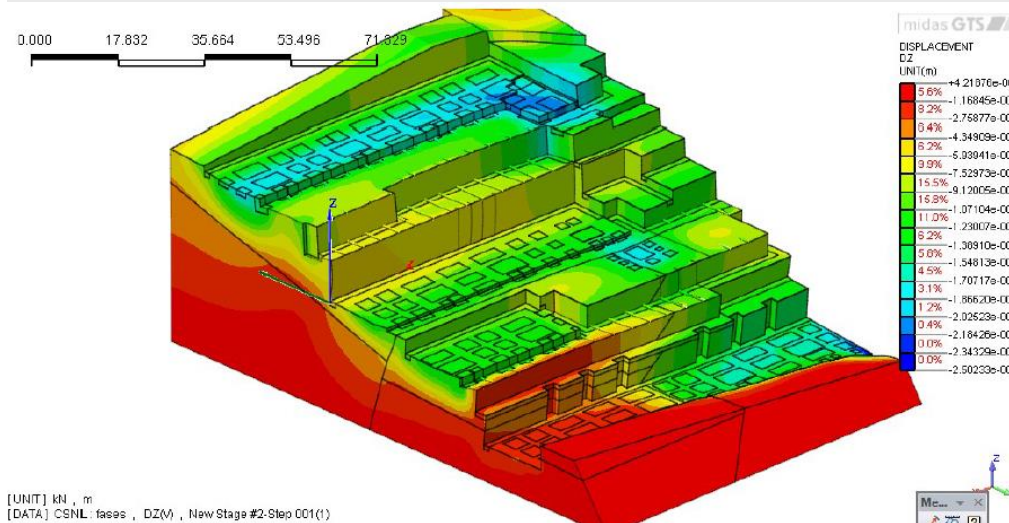
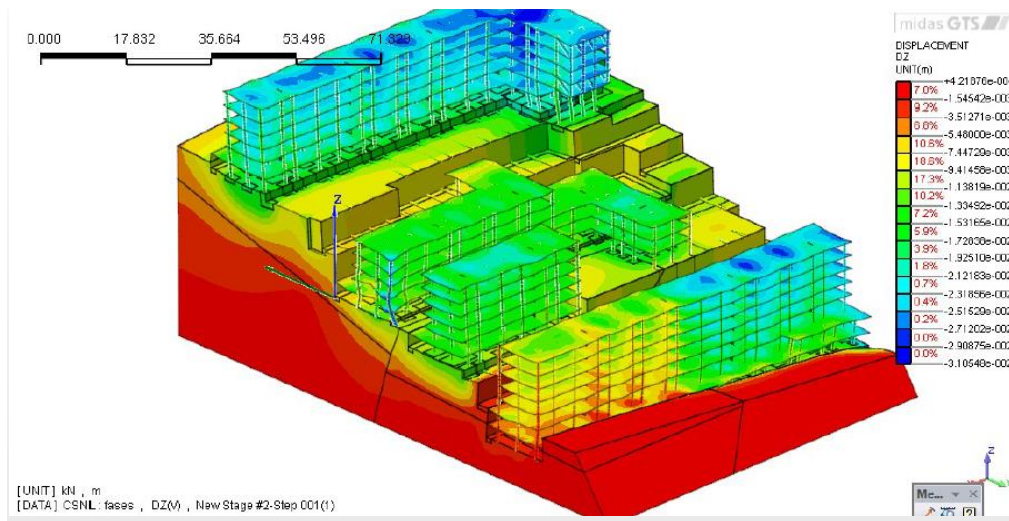
- Cimentaciones y muros



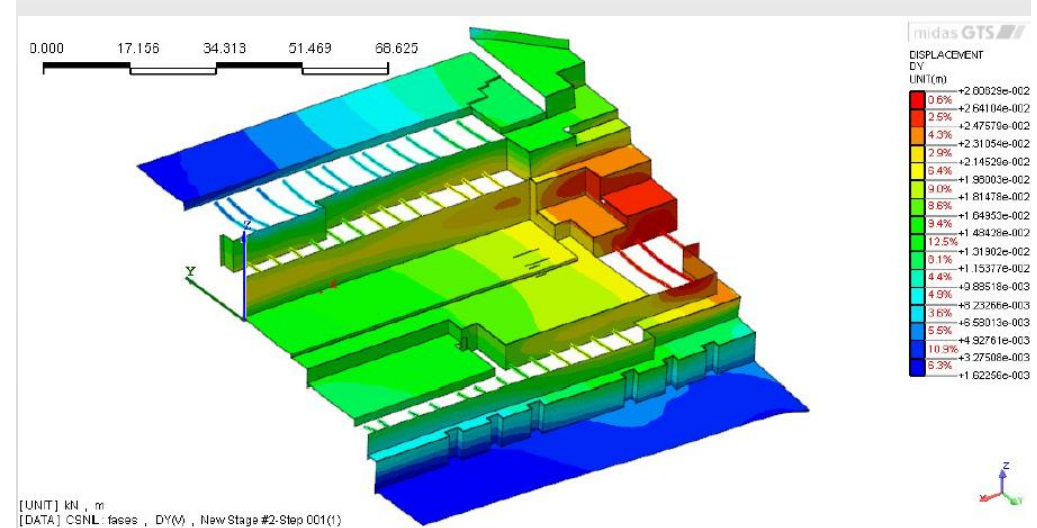
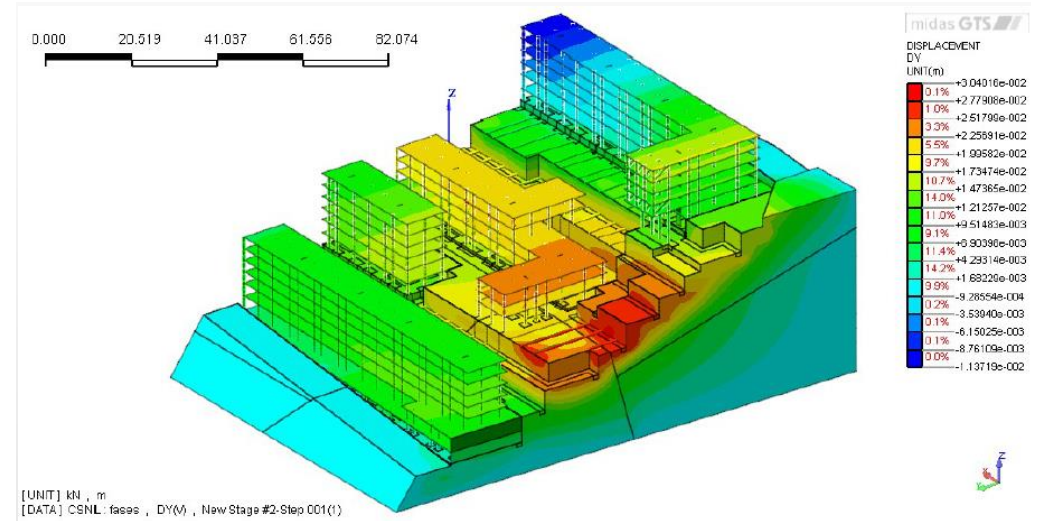
Estudio de Seguridad y Deformabilidad de Cimentación para Edificación a Media Ladera.

NEXT FORCE
Creative Structural Engineering

- Desplazamientos verticales.



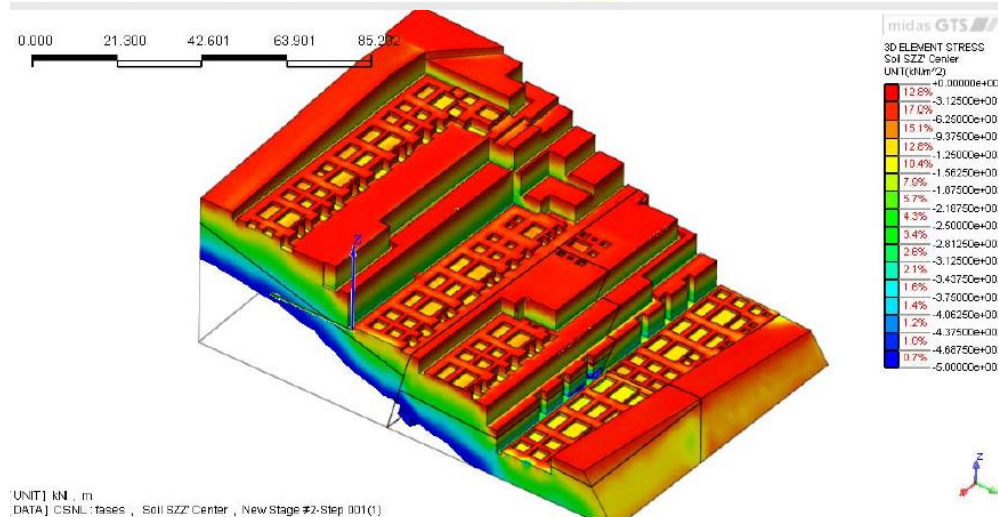
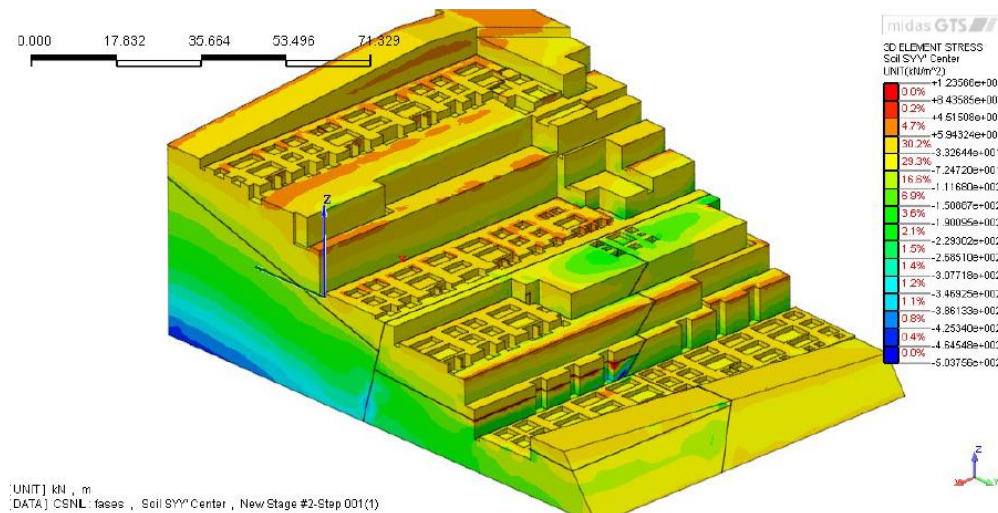
- Desplazamientos laterales.



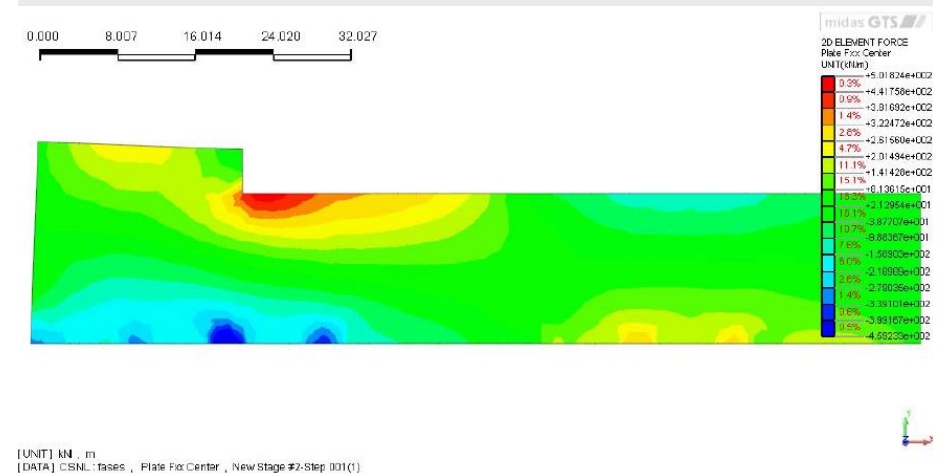
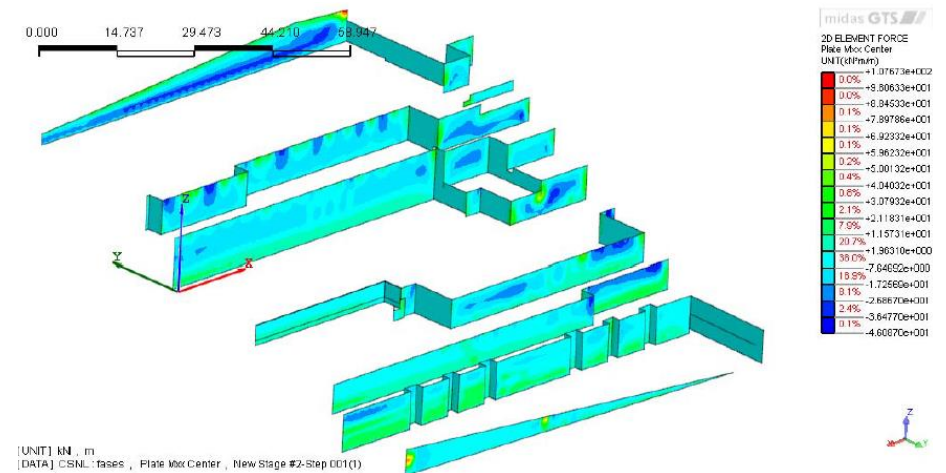
Estudio de Seguridad y Deformabilidad de Cimentación para Edificación a Media Ladera.

NEXT FORCE
Creative Structural Engineering

- Presiones verticales y empuje del terreno.

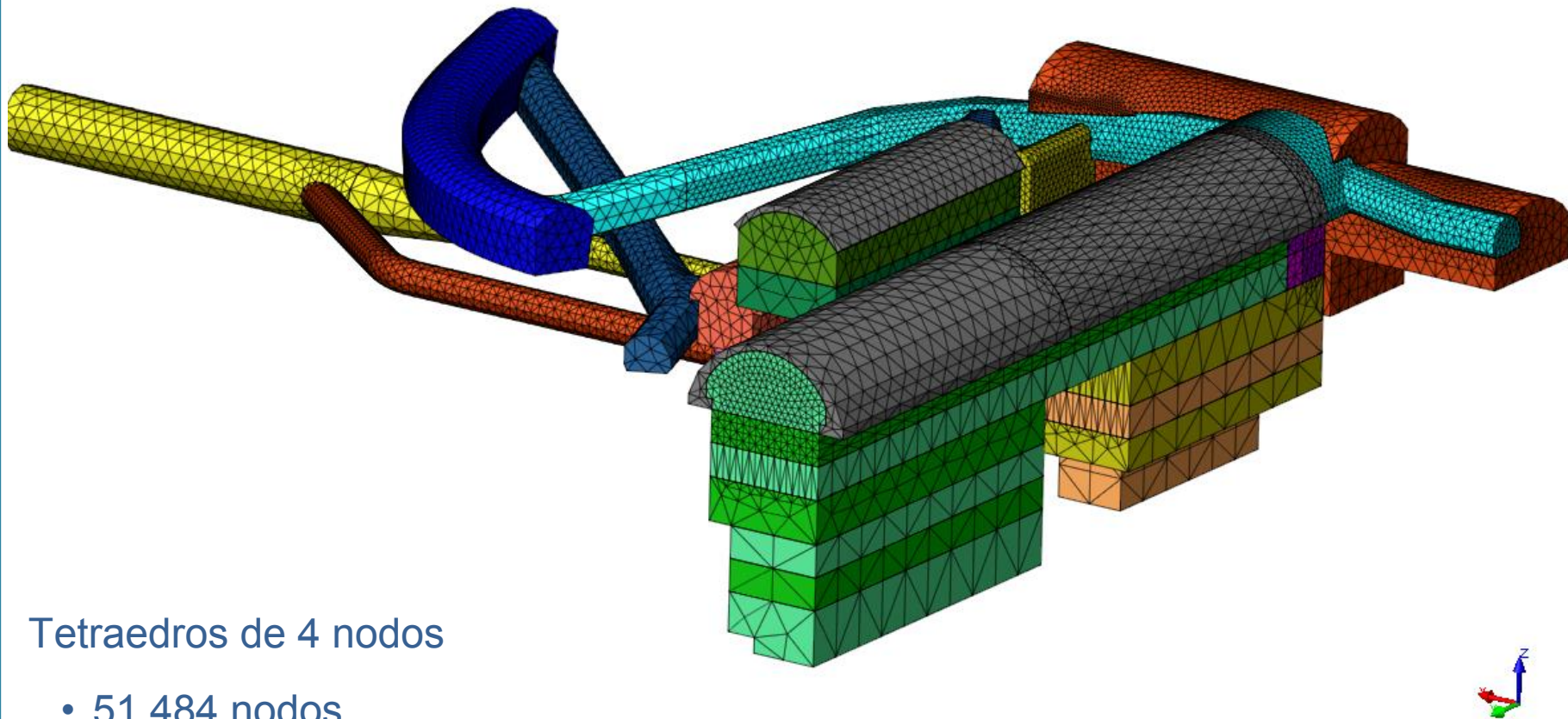


- Esfuerzos en muros de urbanización y empujes sobre forjados.



Excavaciones subterráneas con geometrías complejas: Central Hidroeléctrica Subterránea.

1.4 – MALLADO

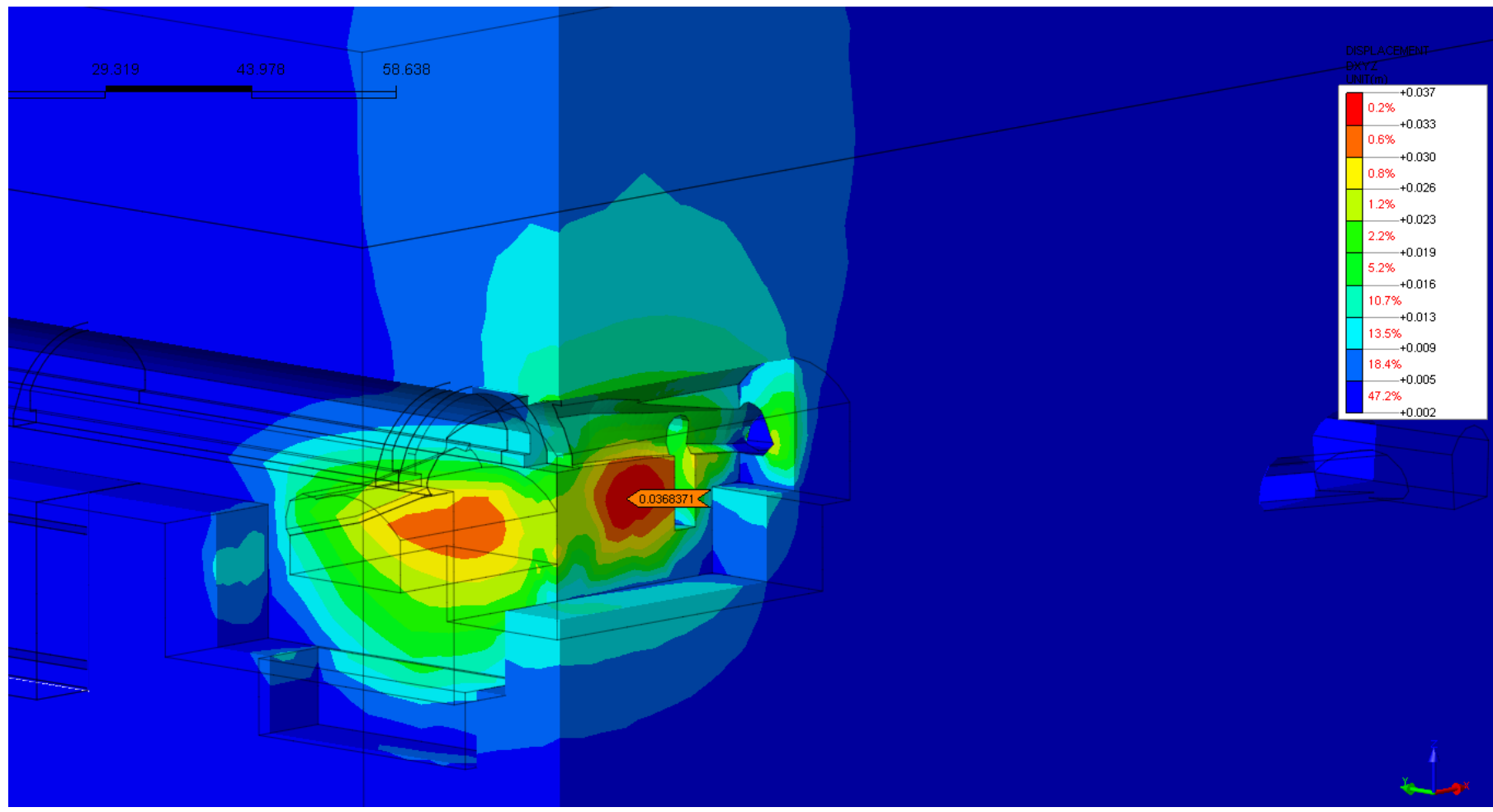


Tetraedros de 4 nodos

- 51.484 nodos
- 303.846 elementos

1.7 – RESULTADOS

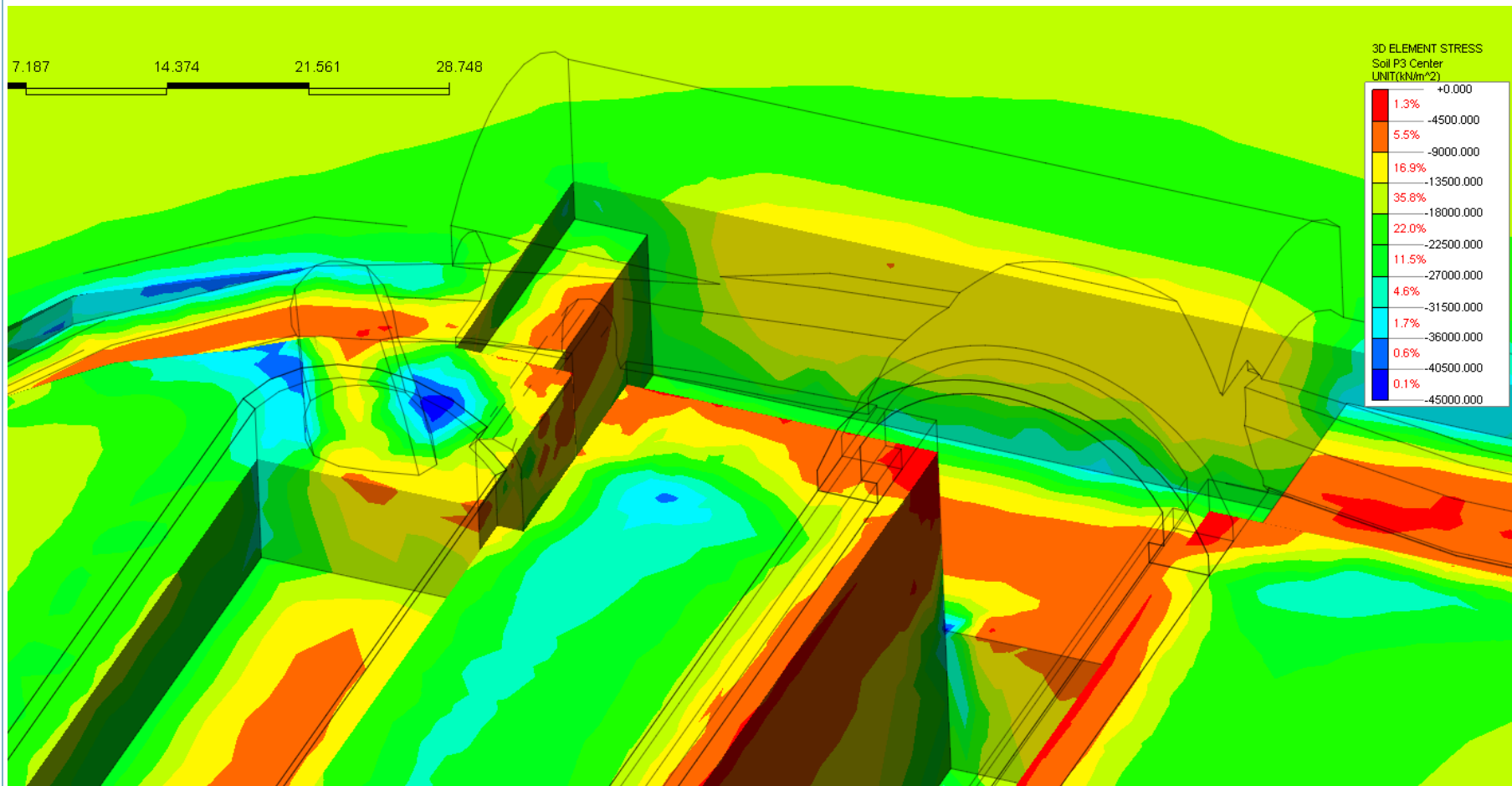
Ampliación - Desplazamientos:



Excavaciones subterráneas con geometrías complejas: Central Hidroeléctrica Subterránea.

1.7 – RESULTADOS

Ampliación - Tensiones:

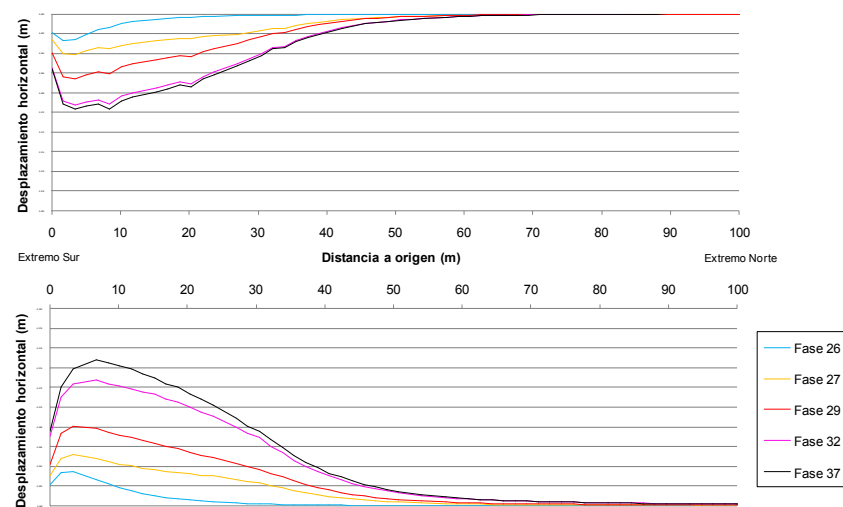
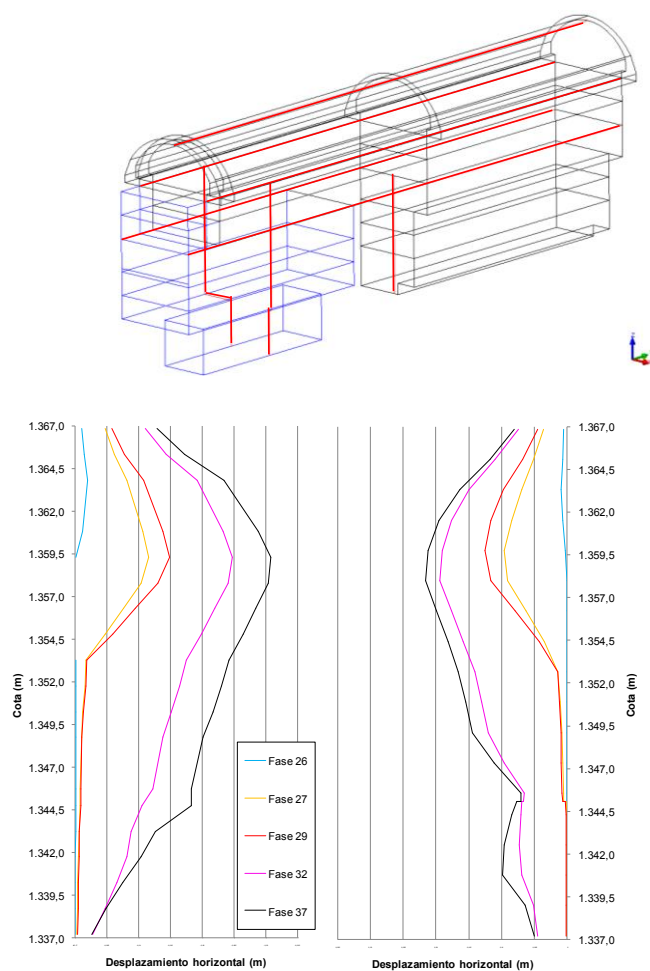


Excavaciones subterráneas con geometrías complejas: Central Hidroeléctrica Subterránea.

TYPSA
INGENIEROS
CONSULTORES
Y ARQUITECTOS

1.7 – RESULTADOS

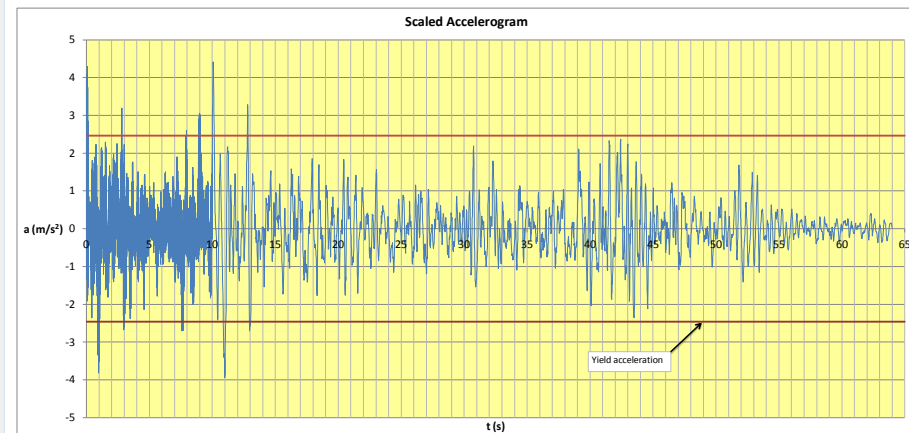
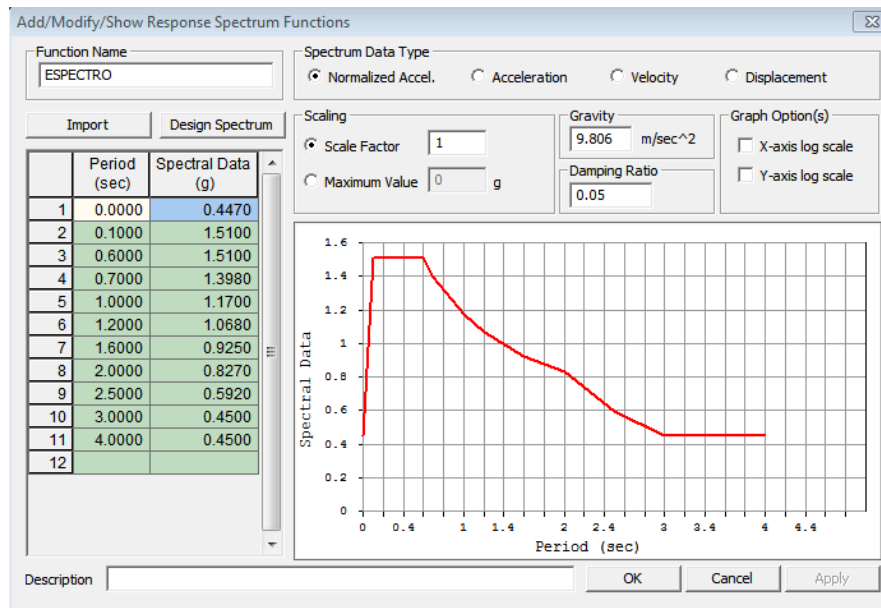
Ampliación – Interacción entre elementos:



NIVEL	MOVIMIENTO MÁXIMO (mm)	ACCIÓN
VERDE	<i>Definido en Proyecto</i>	<i>Definida en Proyecto</i>
ÁMBAR	<i>Definido en Proyecto</i>	<i>Definida en Proyecto</i>
ROJO	<i>Definido en Proyecto</i>	<i>Definida en Proyecto</i>

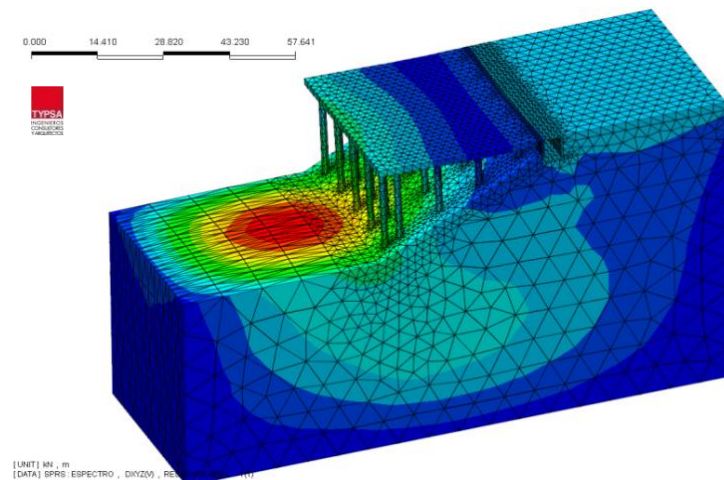
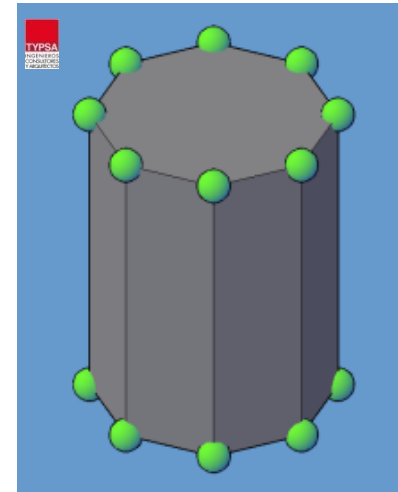
2.4 – ACCIONES SÍSMICAS

- Obtenidas de los ensayos de campo y de los registros acelerográficos. Escalamiento en PGA, energía, y duración. Modulación de la señal.
- Cumplimiento de normativa

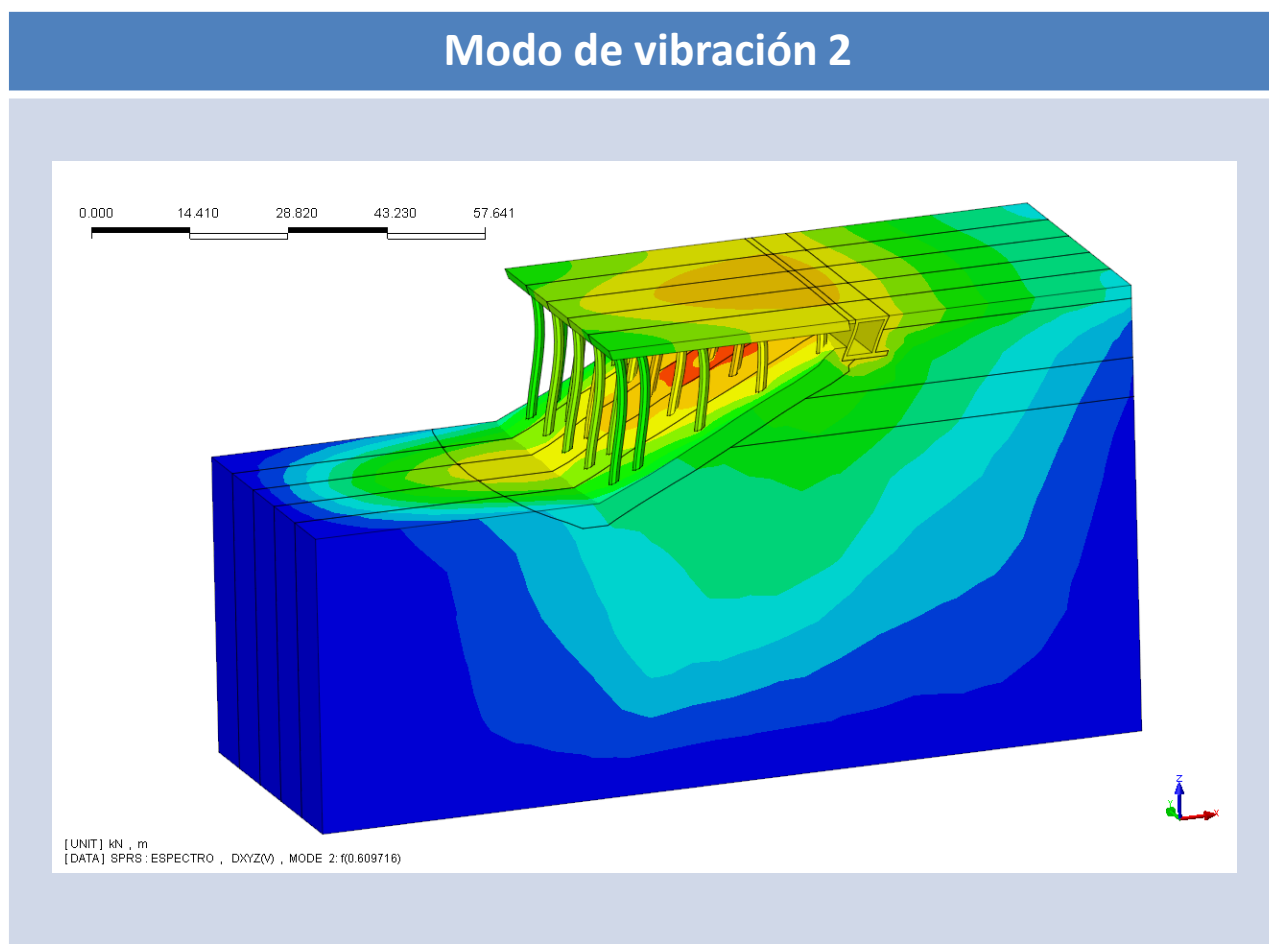


2.6 – CÁLCULOS NUMÉRICOS

- Viscosidad en talud sumergido. Equivalencia de energía de presión hidrodinámica, con energía cinética.
- Masas nodales añadidas a los pilotes sumergidos
- Rigidez visco-elástica en contornos exteriores del modelo por consideraciones elásticas y mecánicas
- Ratio de amortiguación 5% del crítico

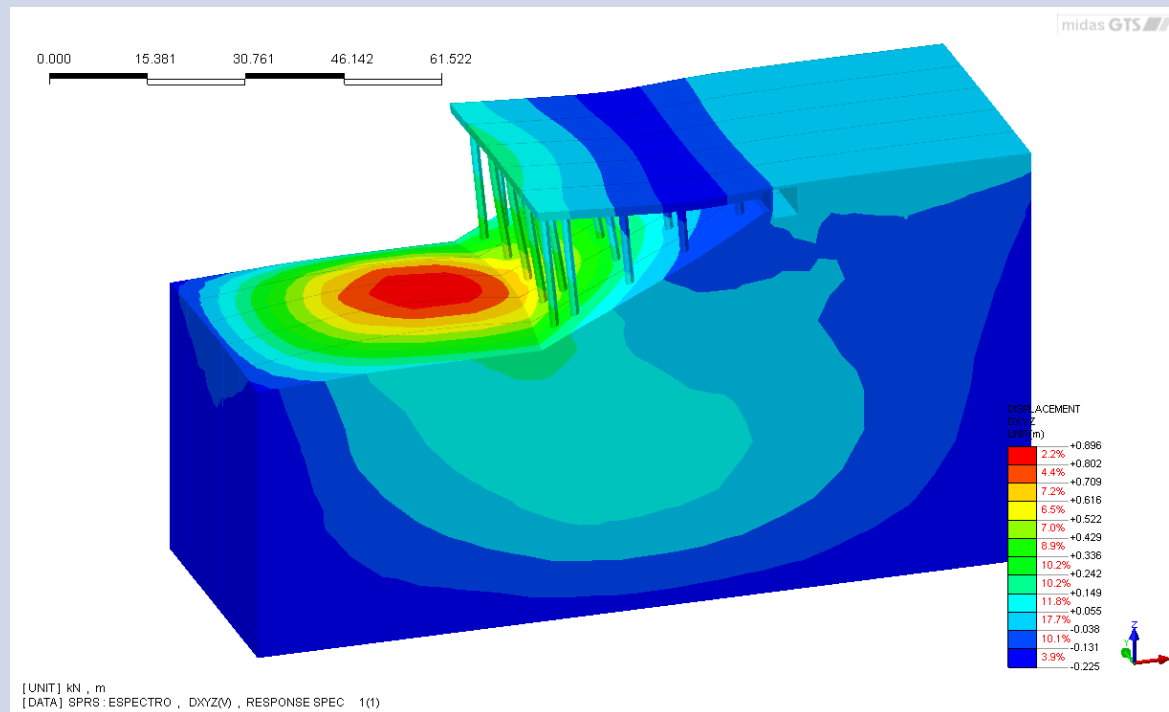


2.6 – CÁLCULOS NUMÉRICOS



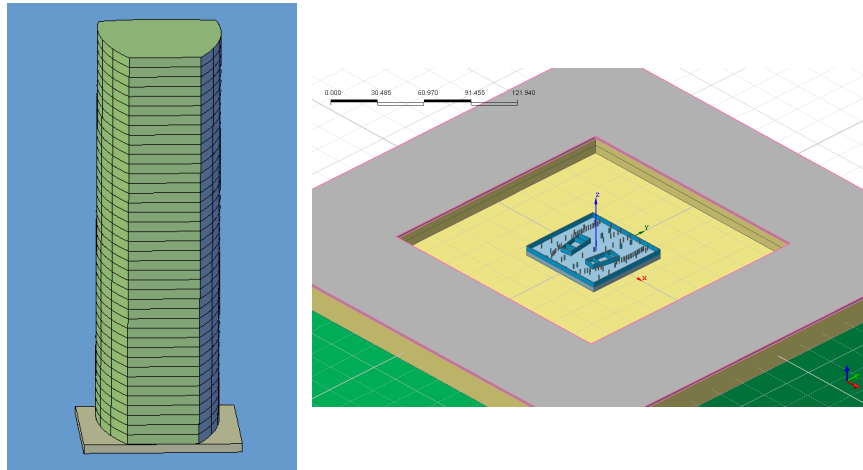
2.6 – CÁLCULOS NUMÉRICOS

Desplazamientos relativos con espectro de aceleraciones



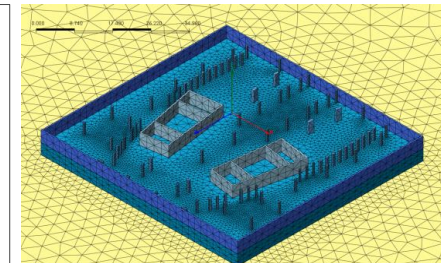
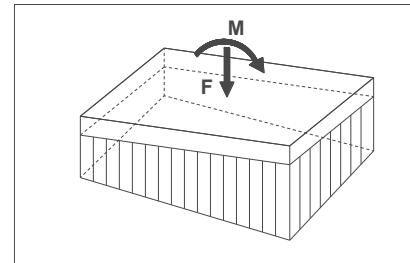
Tensiones y deformaciones en la cimentación de un edificio en altura en Riyadh.

3.2 – GEOMETRÍA Y MOVIMIENTOS ADMISIBLES



3.1 – INTRODUCCIÓN

- Entorno urbano
- 160 metros de altura
- Aparcamiento subterráneo colindante
- Presencia de agua en el terreno
- Optimización de la tipología de cimentación
- Minimizar efectos de segundo orden

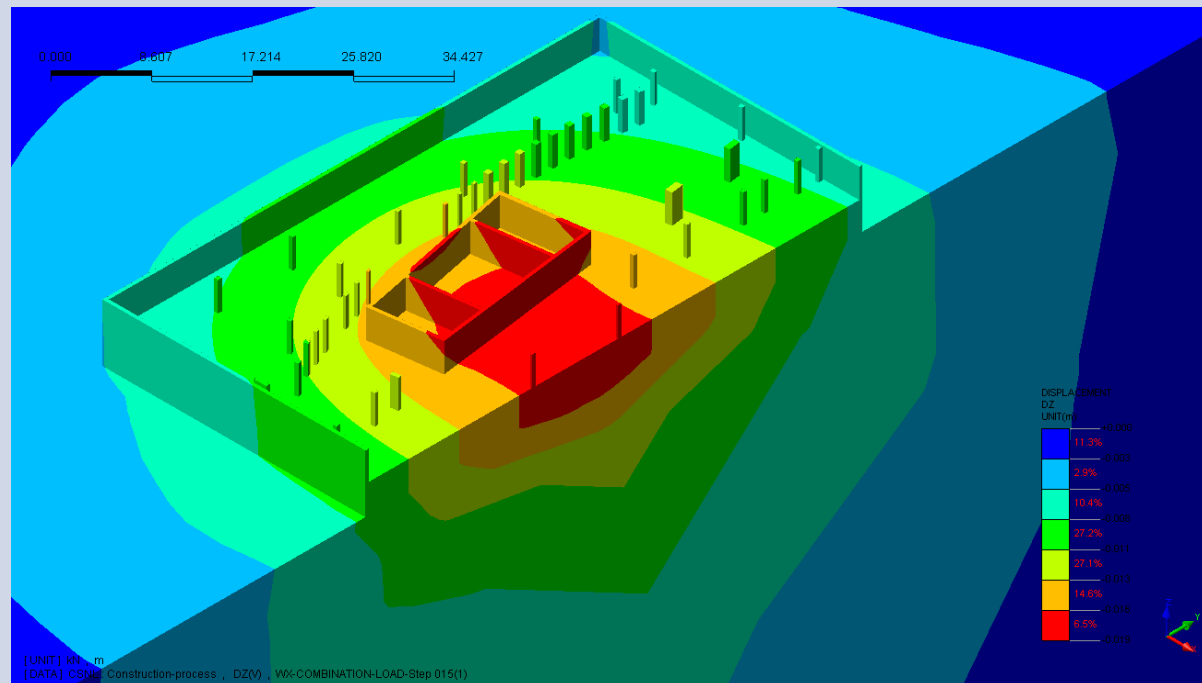


3.2 – GEOMETRÍA Y MOVIMIENTOS ADMISIBLES

- Edificio con 145m de altura sobre rasante
- Losa de cimentación de 63x60mx3m
- Deflexión máxima en la cimentación $= 1 / 670$ (Código de Construcción Saudí)
- Asiento máximo 50mm (Código de Construcción Saudí)

3.6 – RESULTADOS COMBINACIÓN WX

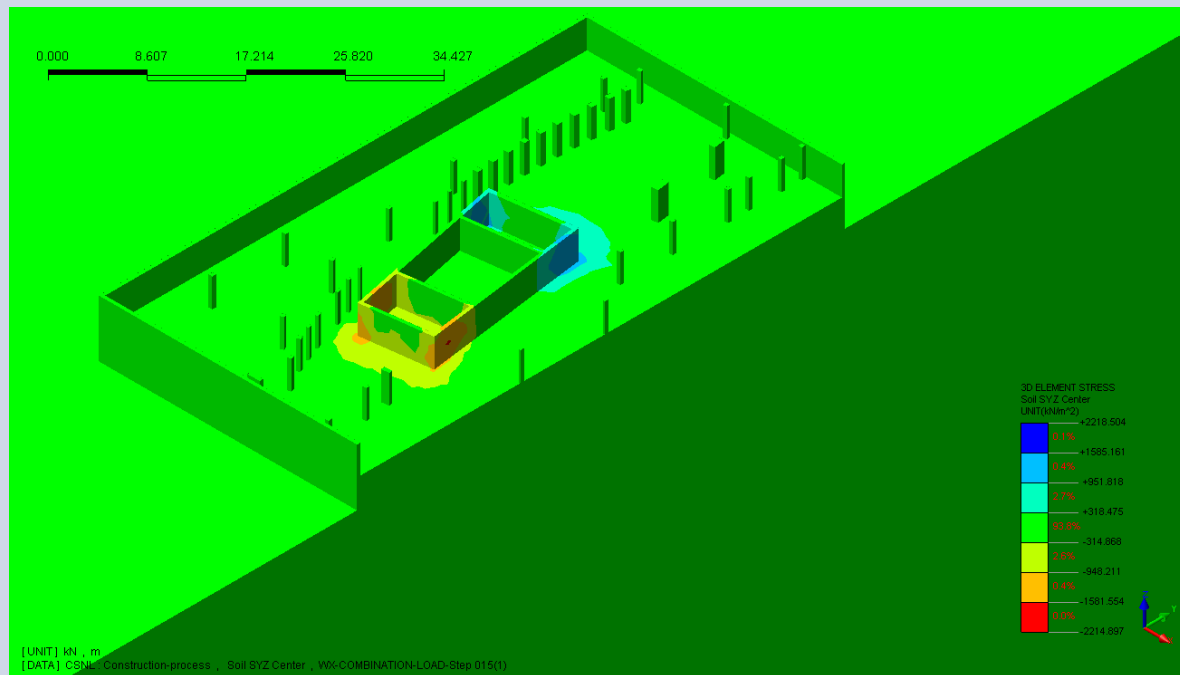
Fase final: desplazamientos verticales (plano S-N)



Tensiones y deformaciones en la cimentación de un edificio en altura en Riyadh.

3.6 – RESULTADOS COMBINACIÓN WX

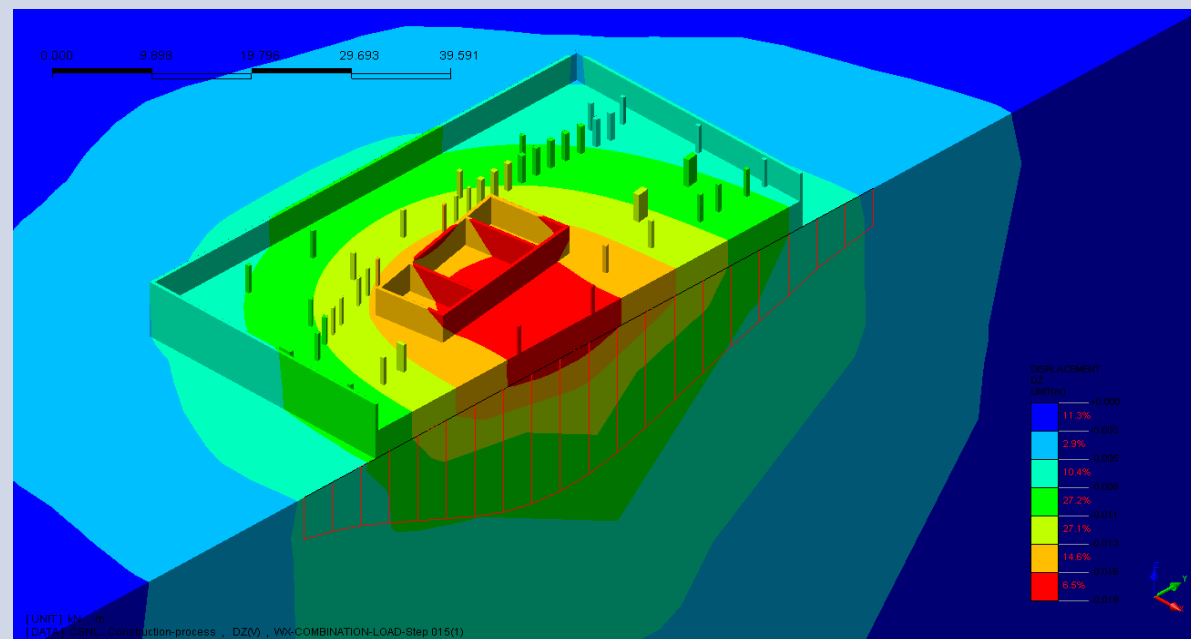
Fase final: tensiones de cortante (plano S-N)



Tensiones y deformaciones en la cimentación de un edificio en altura en Riyadh.

3.6 – RESULTADOS COMBINACIÓN WX

Fase final: perfil de asientos (plano S-N)



3.6 – RESULTADOS COMBINACIÓN WX

Fase final: zonas de plastificación

