

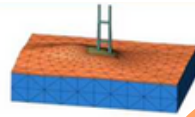
# TIPOS DE ANÁLISIS

midas GTS NX



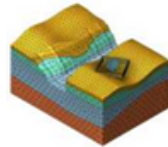
## Análisis Estático

- Análisis estático lineal
- Análisis estático no lineal



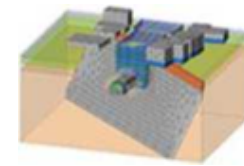
## Análisis de Estabilidad de Taludes

- Método de reducción de Resistencia (SRM)
- Método de análisis de esfuerzos(SAM)
- Análisis de estabilidad por etapas constructivas (SRM/SAM)



## Etapas Constructivas

- Análisis Esfuerzo (drenaje / no drenaje)
- Análisis de filtración por etapas



Análisis Estático

Etapas Constructivas

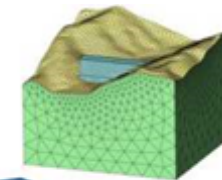
midas GTS NX

Análisis de Estabilidad de Taludes

Análisis de consolidación

## Análisis de Consolidación

- Análisis de consolidación
- Conexión completa entre el esfuerzo y la filtración

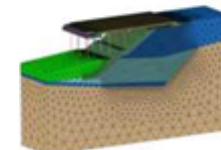


Análisis Dinámico

Análisis de Filtración

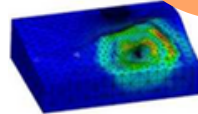
## Análisis de Filtración

- Análisis de flujo
- Estacionario Análisis de flujo transitorio

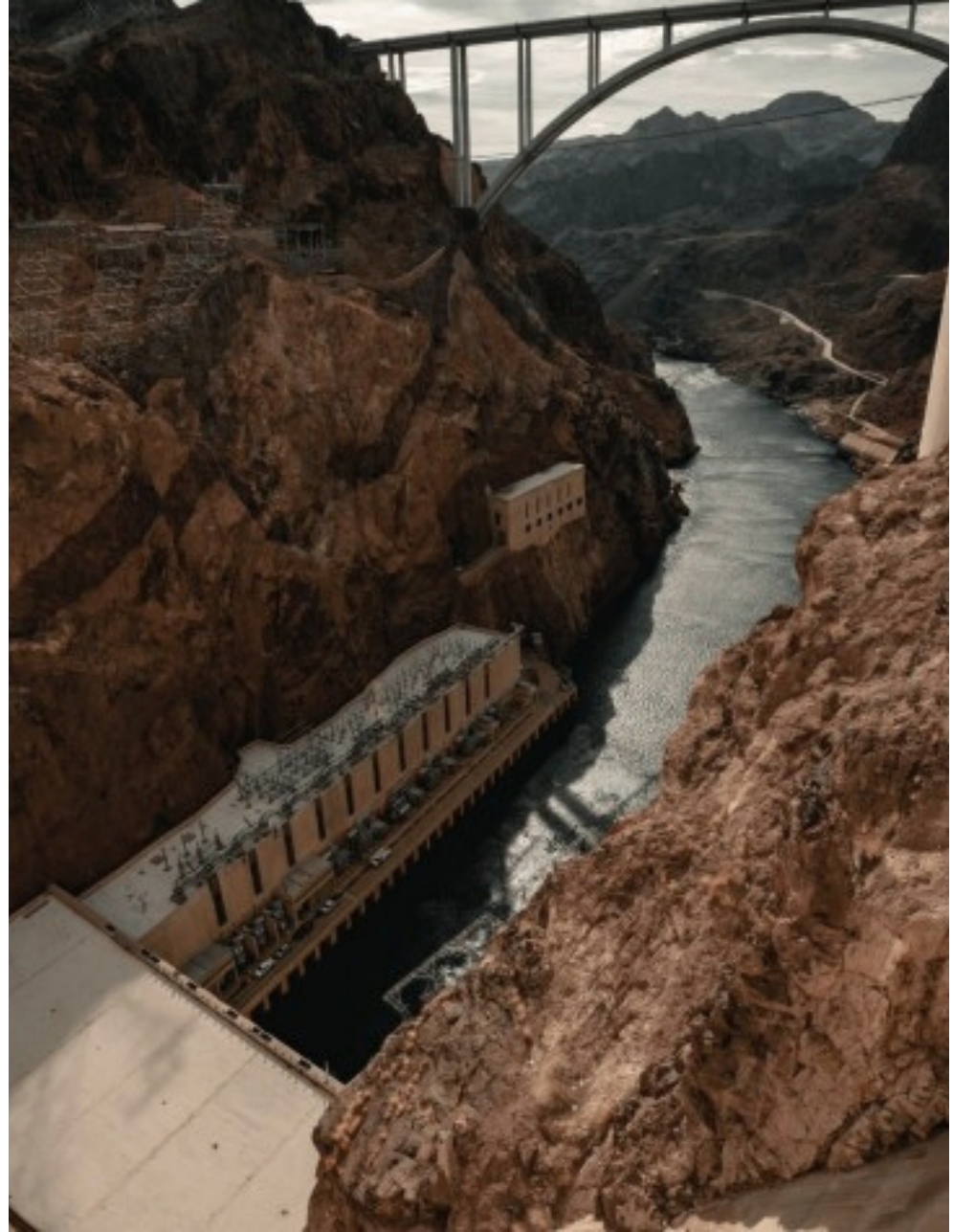


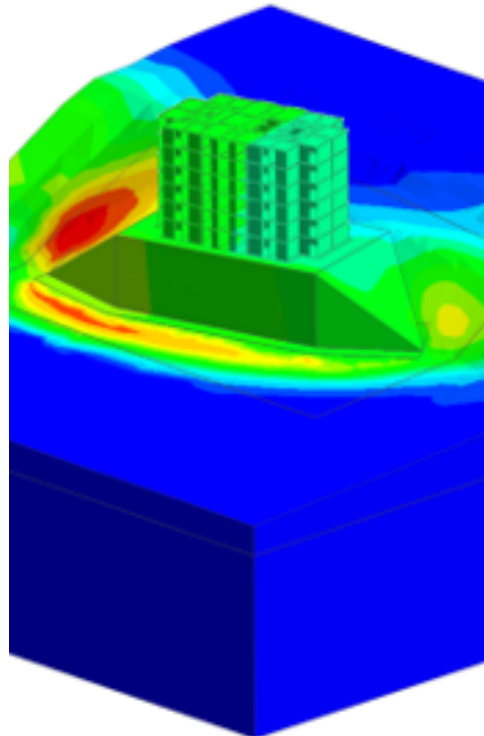
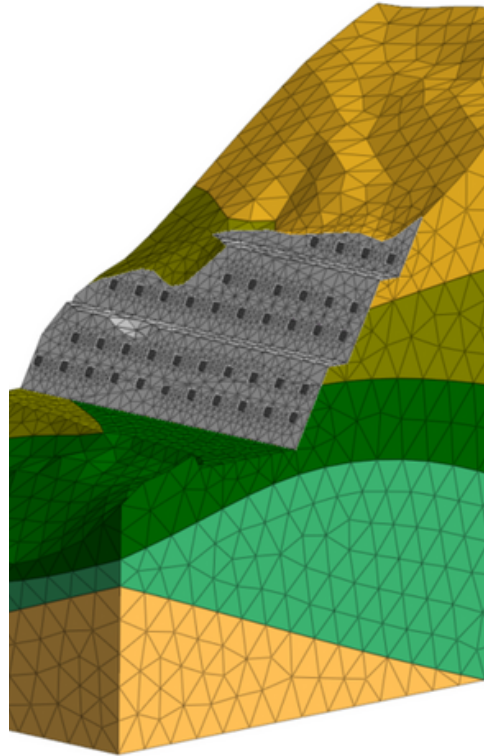
## Análisis Dinámico

- Eigenvalue/ Espectro de Respuesta
- Tiempo Historia Lineal (modal / método directo)
- Análisis tiempo
- Historia no lineal Análisis lineal equivalente 1D/2D
- Tiempo historia no lineal + análisis de estabilidad SRM



# Estabilidad de Taludes





El análisis de estabilidad de taludes evalúa el factor de seguridad usando dos tipos de métodos: El método de reducción de Resistencia (SRM) y el método de análisis de esfuerzos

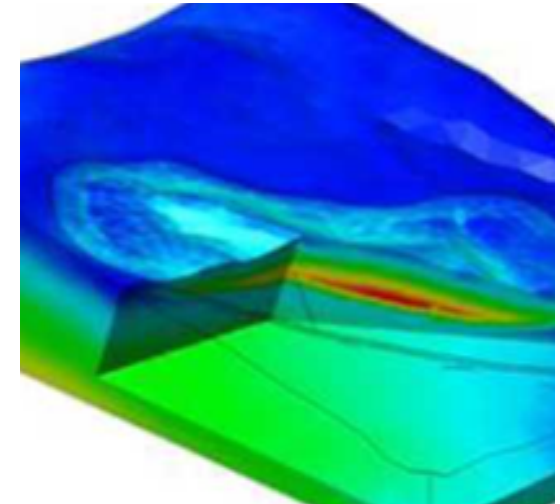
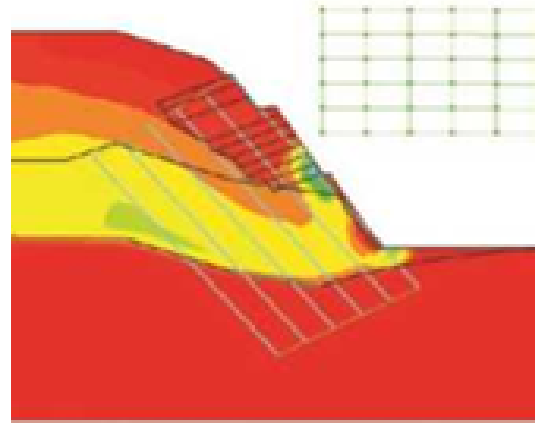
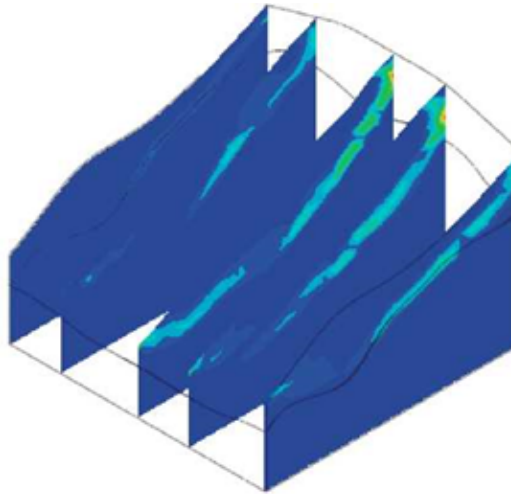
## Método de Reducción de Resistencia (SRM) 2D/3D:

- Un algoritmo busca la falla por medio de la reducción simultanea de los parámetros del material (C y  $\phi$ ).
- Controla el máximo número de interacciones.
- Considera el nivel inicial del agua usando un valor estático o una función definida por el usuario.
- Funciones de contorno robustas visualizando las deformaciones actuales

## Método de Análisis de Esfuerzos usando la teoría de equilibrio llmite (SAM)

- Desarrollo del análisis de esfuerzos usando el método de elementos finitos
- Extraer el mínimo y máximo factor de seguridad y superficie crítica de los resultados obtenidos del analisis de esfuerzos y las superficies virtuales de deslizamiento





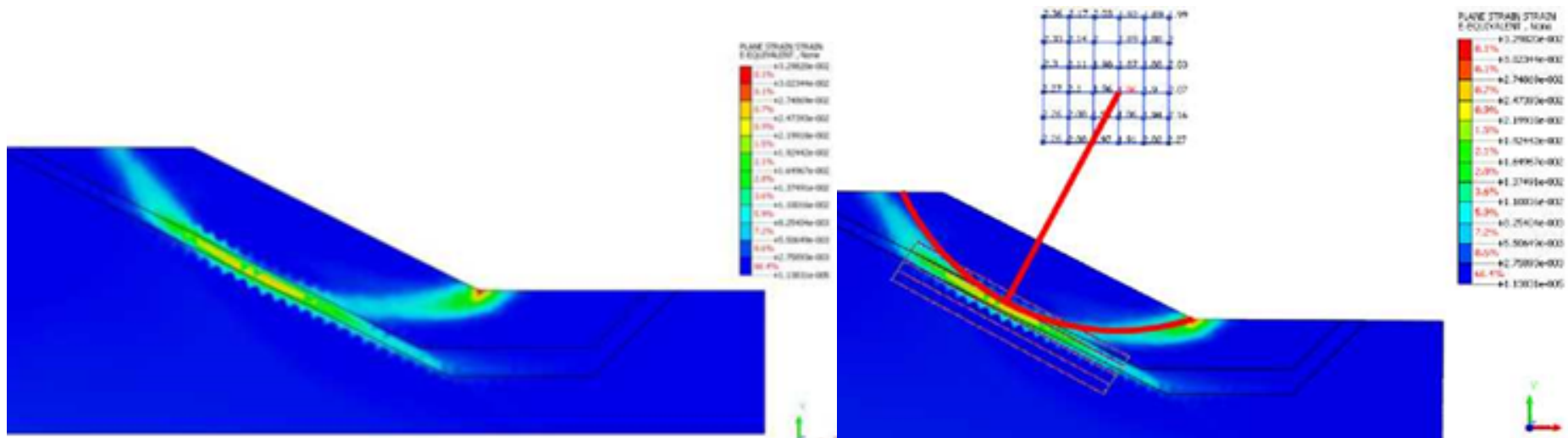
## Consideraciones de Diseño

- Estabilidad General
- Reforzamiento
- Estabilidad a Largo Plazo (sismo / lluvia)
- Presión de Agua
- Etapas Constructivas

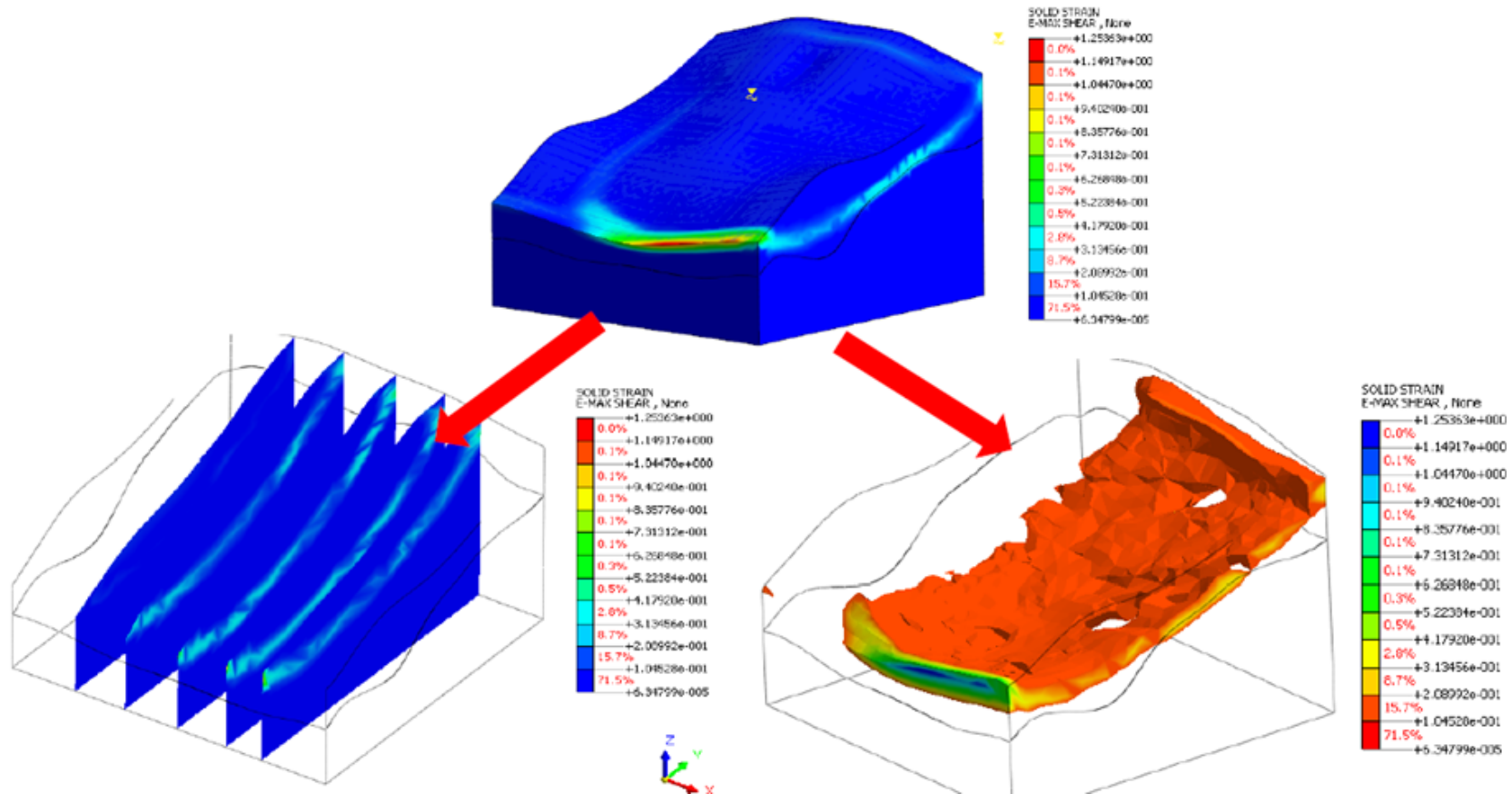


## Análisis de estabilidad de taludes en midas GTS NX

- Los siguientes métodos de análisis de estabilidad de taludes se pueden utilizar en midas GTS NX.
- Strength Reduction Method (SRM): Metodo de reduccion de la resistencia no lineal acoplado con FEM
- Stress Analysis Method (SAM): Metodo basado en la FEM no lineal y la teoría del equilibrio límite



## Estabilidad de taludes en 3D con método SRM



Secciones de deslizamiento

Iso superficies

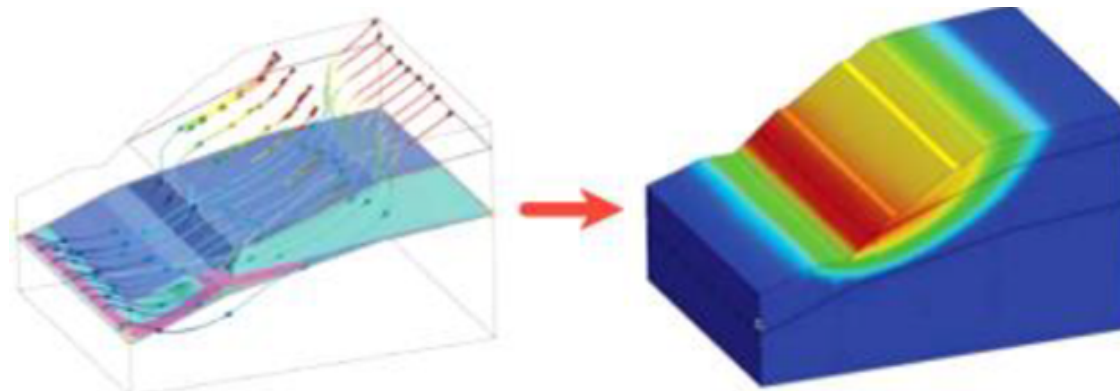


## Análisis de Estabilidad de Taludes con variación de nivel de agua

The image shows two dialog boxes from a software application. The first is the 'Seepage Boundary Function' dialog, which includes a table with the following data:

Time (sec)	Value
1	0.0000
2	3600.0000
3	7200.0000
4	14400.0000
5	28800.0000
6	

The second dialog is the 'Analysis Control' dialog, showing settings for 'Slope Stability(SRM)'. Key options include 'Define Water Level' set to 1 m and 'Max. Negative Pore Pressure Limit' checked.



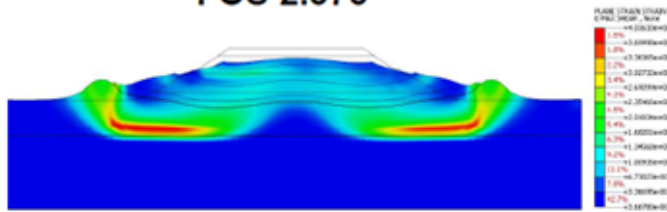
Estabilidad de taludes considerando la Lluvia





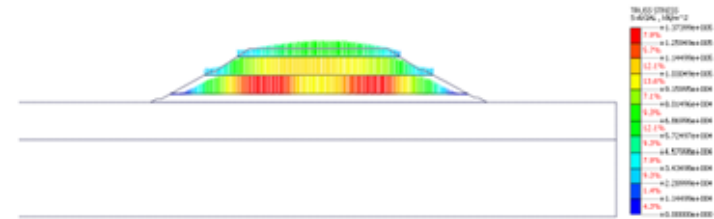
## Analisis de Estabilidad de Taludes con Geomalla

Terraplén sin Geomalla:  
**FOS 2.375**

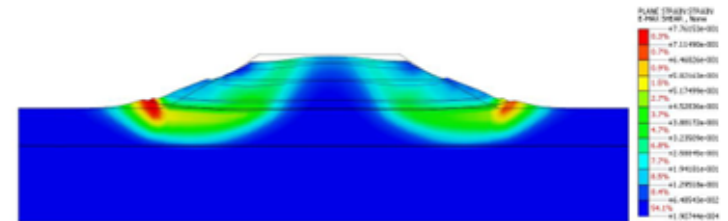


Maxima Fuerza Cortante

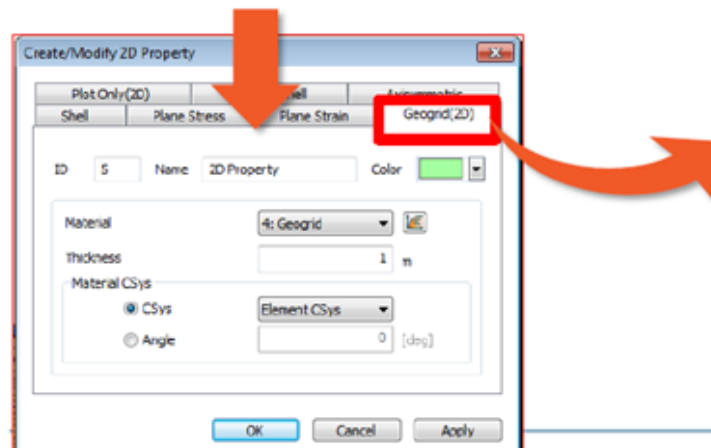
Terraplén con Geomalla:  
**FOS 5.05**



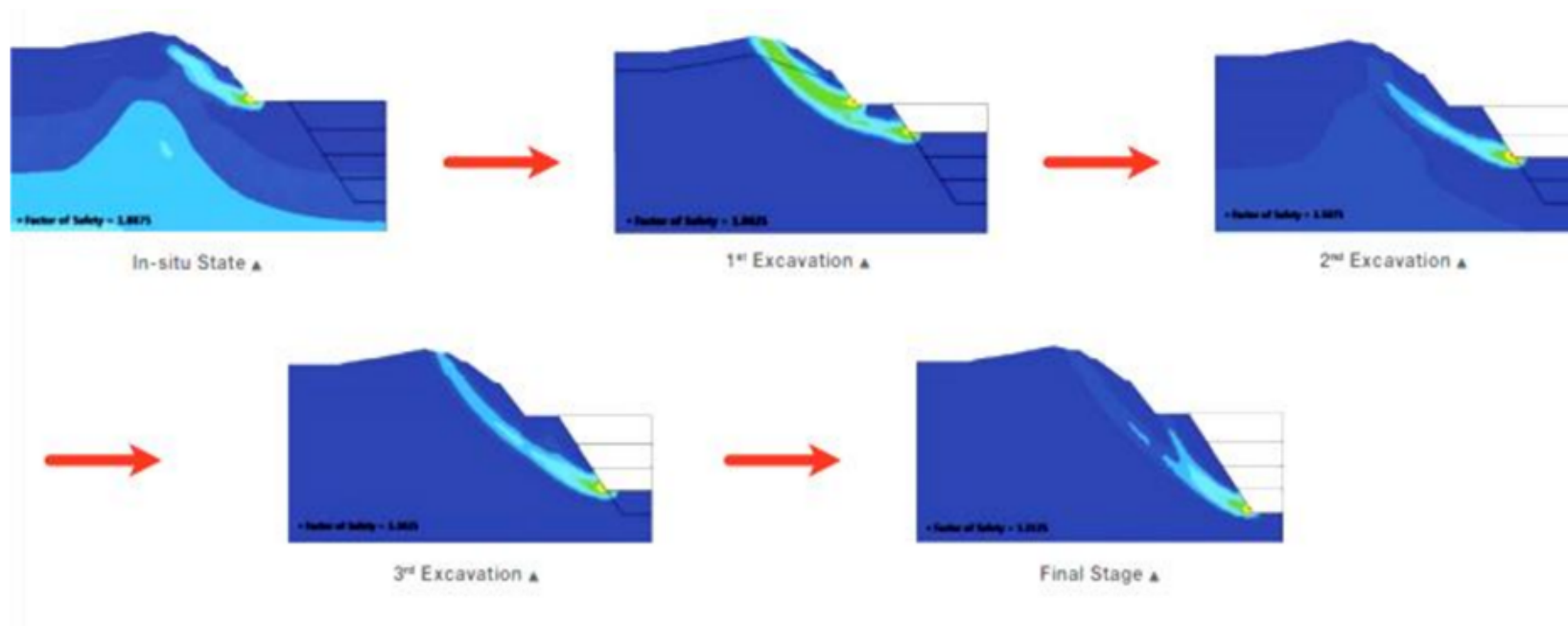
Tensiones en Geomalla



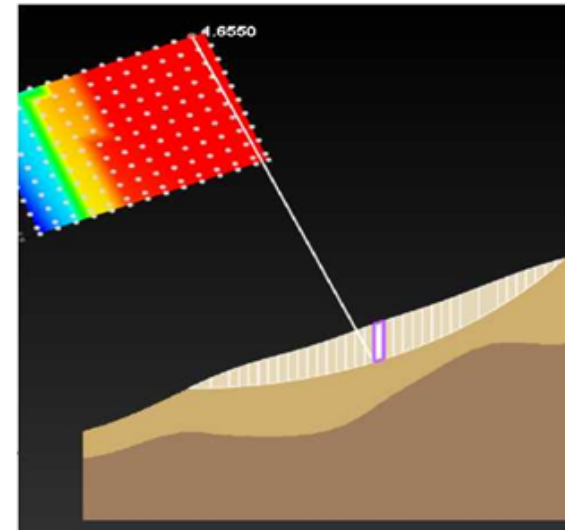
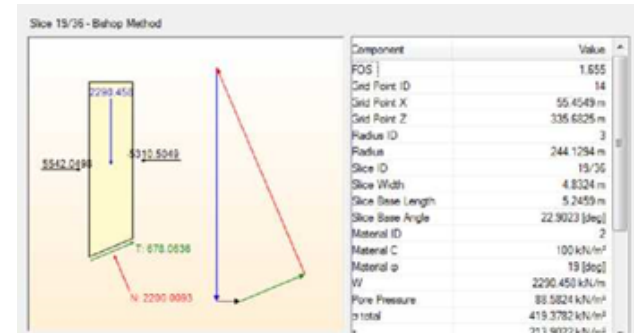
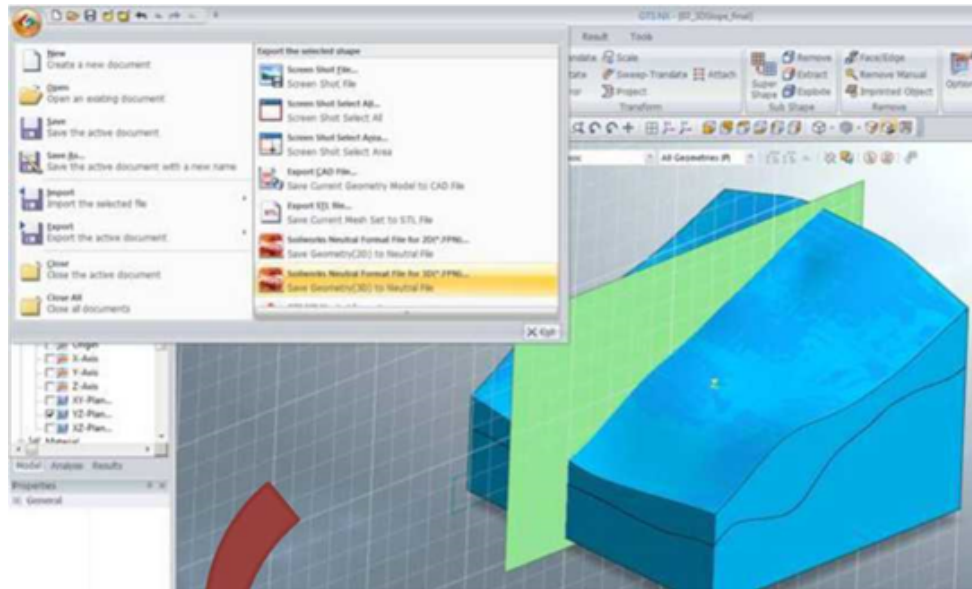
Maxima Fuerza Cortante



## Análisis de Estabilidad de Taludes durante excavación por etapas



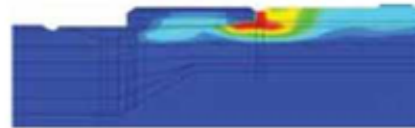
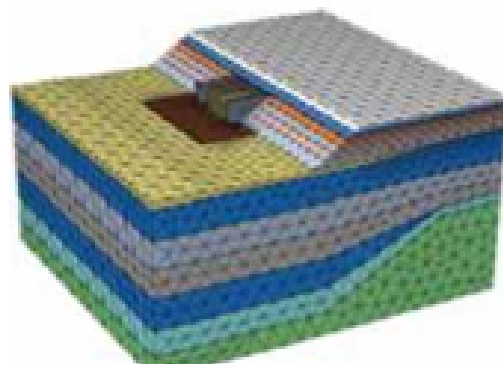
## Exportar de GTS NX a SoilWorks



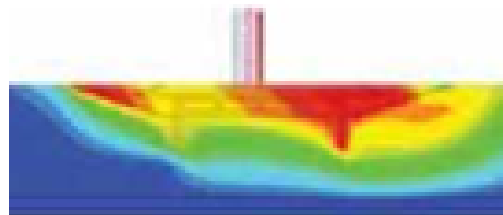
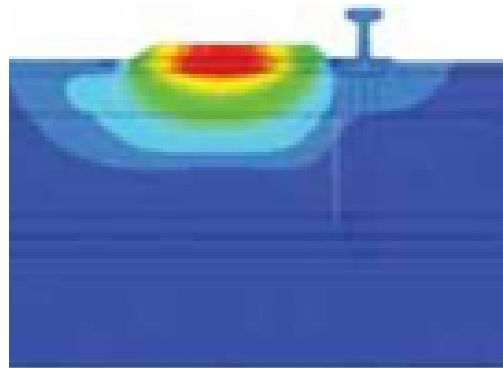
# Consolidación







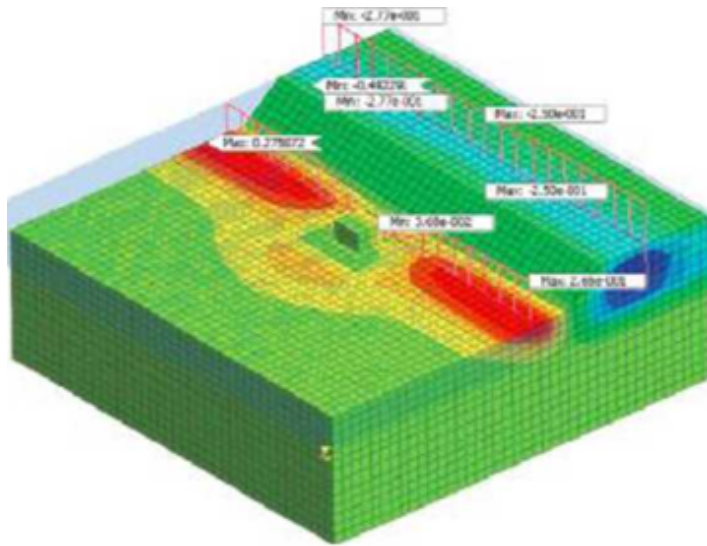
Análisis de consolidación en 2D



## Análisis de consolidación

Te permite visualizar la disipación del exceso de presión de poro debida a sobrecargas, así como visualizar el incremento de los esfuerzos efectivos a medida que se disipa la presión con el tiempo.

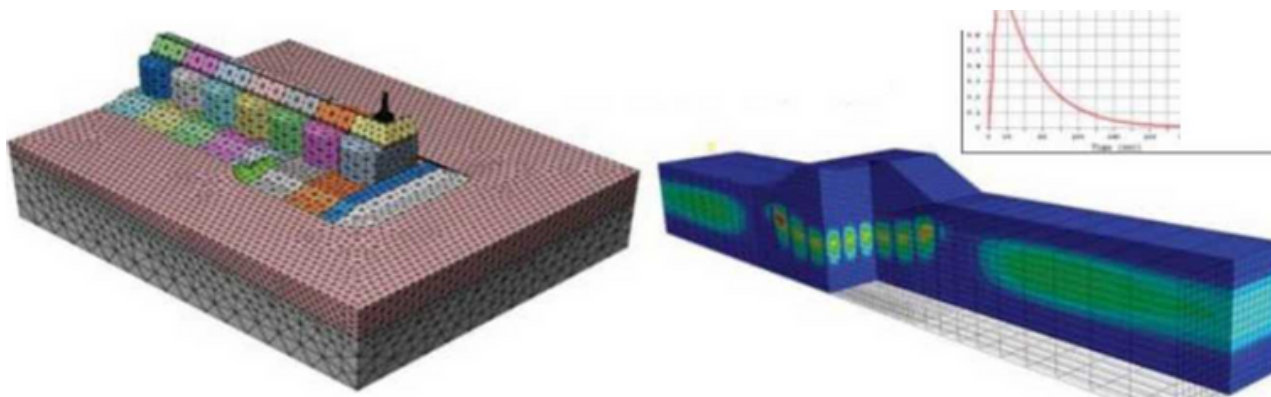
También podrás asignar condiciones de frontera de consolidación y no consolidación, y considerar las condiciones de frontera de drenaje bi-direccional para modelos en 2D y 3D



Interacción con estructura adyacente durante asentamiento de terraplén

## Consideraciones de Diseño

- Estabilidad a corto y largo plazo
- Compresibilidad
- Flujo lateral del suelo
- Falla de talud
- Asentamientos diferenciales
- Reducción de capacidad portante
- Métodos de mejoramiento



## Modelos constitutivos avanzados

- MODIFIED CAM CLAY
- SOFT SOIL CREEP para consolidación primaria y Secundaria

Material

ID: 6 Name: SCP Color: [Black]

Model Type: Soft Soil Creep  Structure

General Porous Non-Linear Time Dependent

Over Consolidation Ratio (OCR) [1]

Slope of Consol Line ( $\lambda$ ) 0.3

Slope of Over Consol Line ( $k$ ) 0.05

KNC 0.5

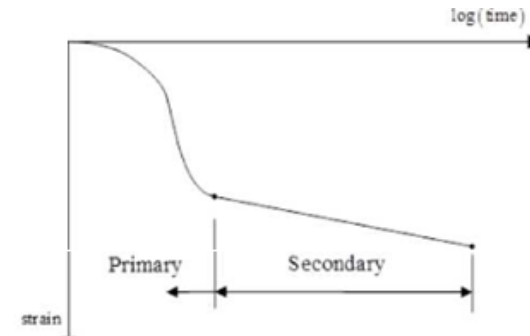
Pc  User Defined 0 tonf/m<sup>2</sup>

Cap Shape Factor (Alpha) 0.22

Cohesion (C) 30000 tonf/m<sup>2</sup>

Friction Angle (Phi) 36 [deg]

Dilatancy Angle 36 [deg]

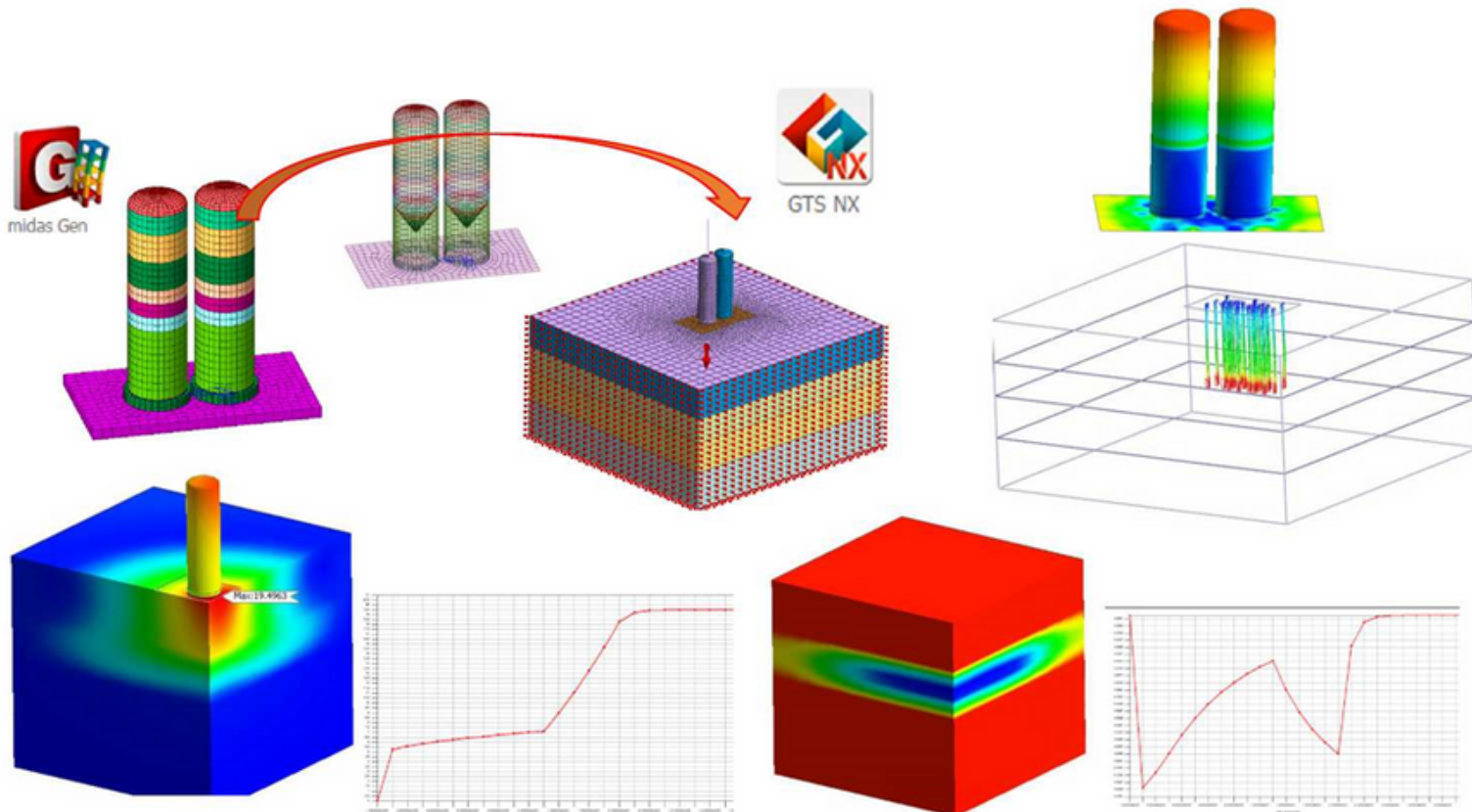


Following is the summary of parameters for the hardening soil model.

Parameter	Description	Reference value (kN. m)
Soil stiffness and failure		
A	Swelling index	$C_c / 2.303 / (1 + e)$
$\kappa$	Compression index	$C_s / 2.303(1 + e)$ ( $C_c / 5$ for a rough estimation)
M	Creep index	$C_c / 2D$ for a rough estimation
c	Cohesion	Failure parameter as in MC model
$\phi$	Friction angle	Failure parameter as in MC model
$\psi$	Dilatancy angle	0
Advanced parameters (Recommend to use Reference value)		
KNC	$K_0$ for normal consolidation	$1 - \sin \phi$ (< 1)
Cap yield surface		
OCR / Pc	Over Consolidation Ratio / Preoverburden pressure	When entering both parameters, Pc has the priority of usage
a	Cap Shape Factor (scale factor of preconsolidation stress)	from K1MC (Auto)



## Resultados claves



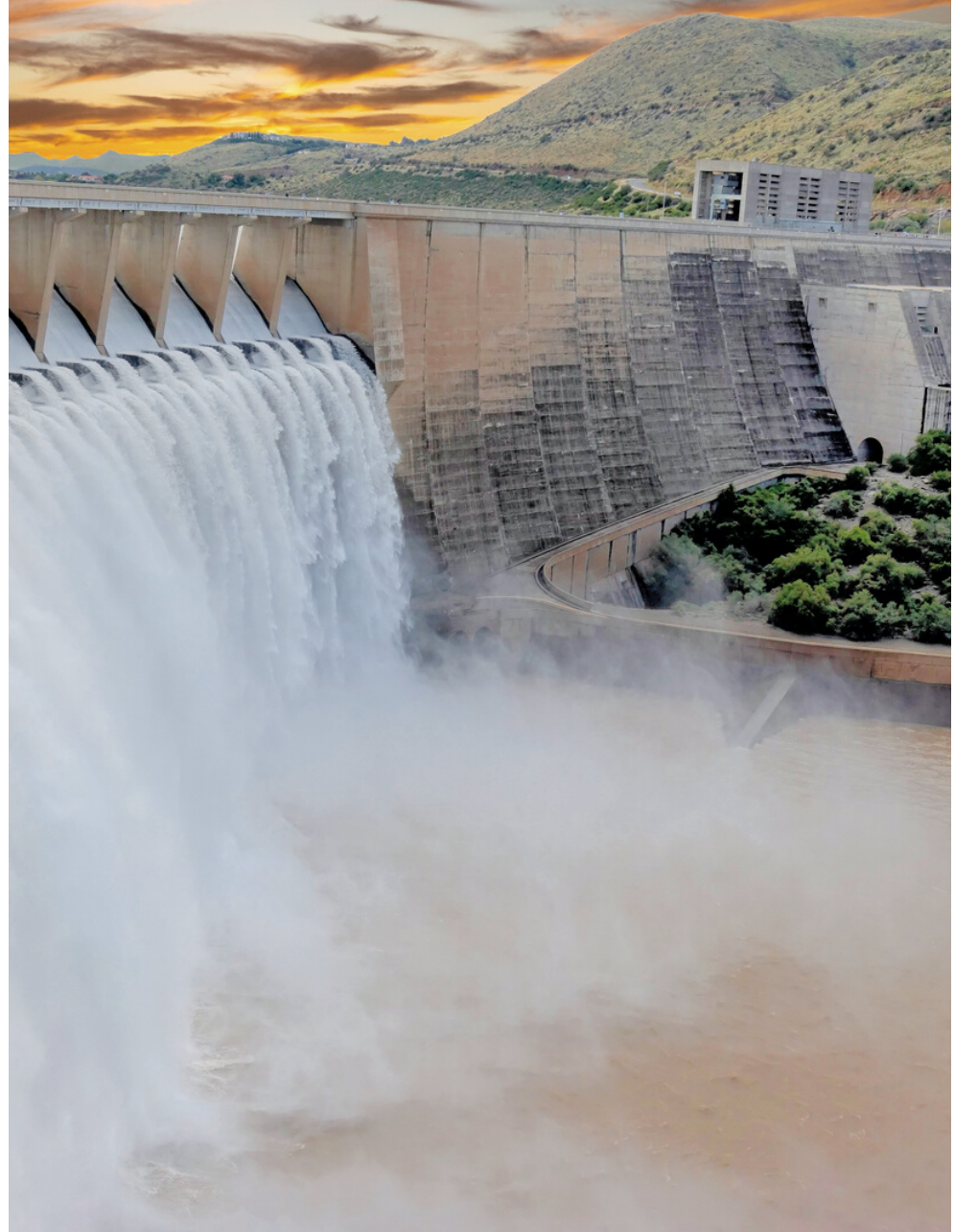
Perfil de asentamiento vs tiempo

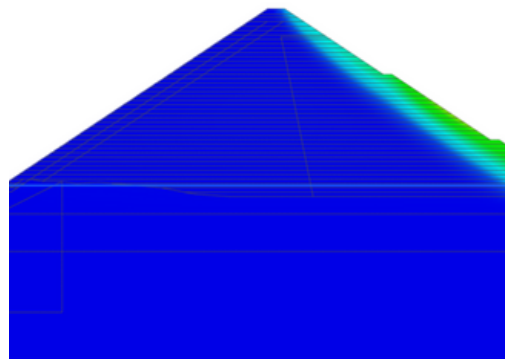
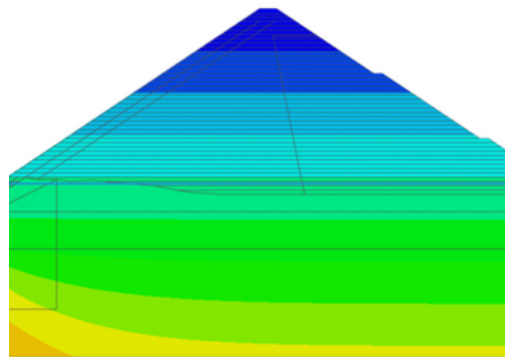
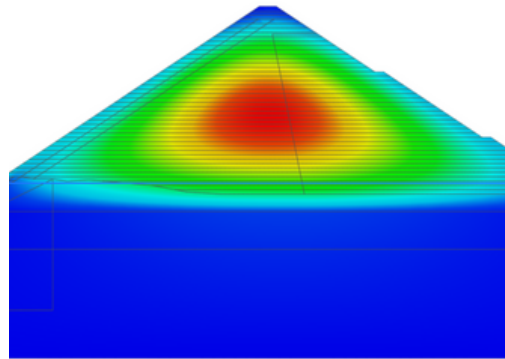
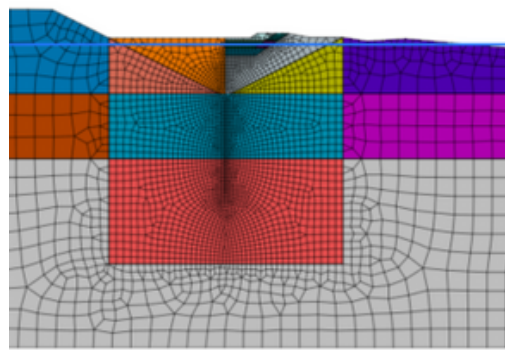
Exceso de presión de poro a través del tiempo





# Filtración





## Análisis semi - Acoplado

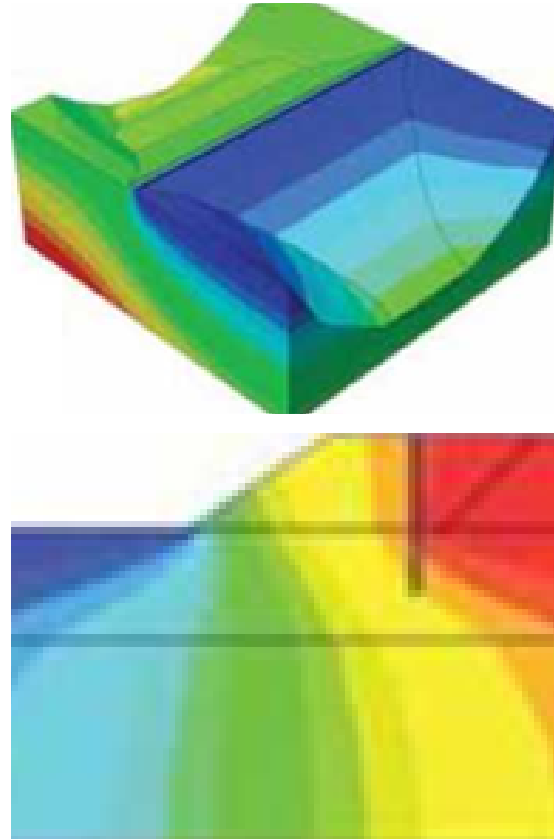
Se obtiene la fuerza de filtración del flujo de agua subterránea, la cual genera desplazamientos y esfuerzos en el suelo.

Se calculan las fuerzas de filtración usando la presión de poro obtenida del análisis de filtración. La fuerza de filtración se concentra alrededor de las fronteras donde la cabeza hidráulica total disminuye drásticamente.

La presión de confinamiento relativamente baja cerca de estas zonas causa una disminución de la resistencia al corte del suelo. Este efecto puede ser considerado de manera acoplada en los análisis de esfuerzos de un análisis de construcción por etapas

## Análisis de filtraciones

Permite solucionar los problemas de flujo de agua subterránea con los análisis de flujo establecido y transitorio



### Análisis de flujo establecido

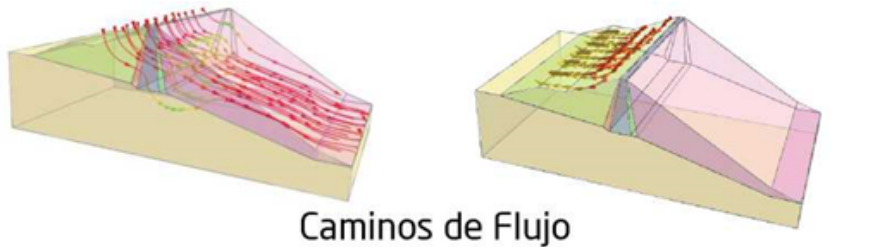
Permite aplicar las condiciones de carga total, de presión y flujo nodal usando condiciones estáticas o funciones definidas por el usuario.

### Análisis de flujo transitorio

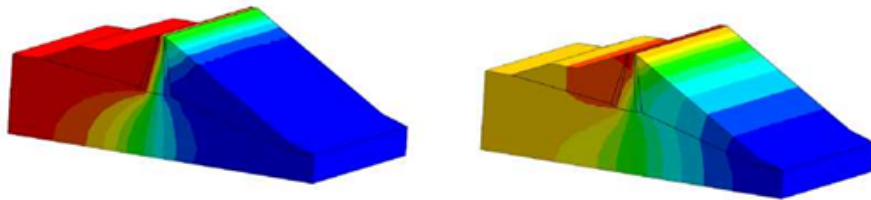
Cambios de frontera internos y externos en función del tiempo. Para ejecutarlos se requiere:

- Conocer el contenido volumétrico de agua
- El contenido de agua en suelo no saturado y la porosidad

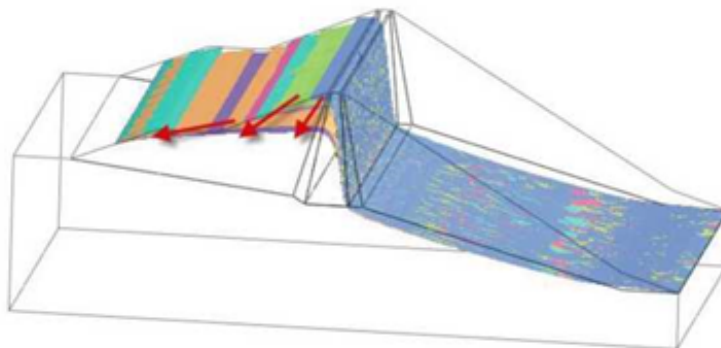
## Nivel Lleno (Flujo establecido) Desembalse (Flujo transitorio)



Caminos de Flujo

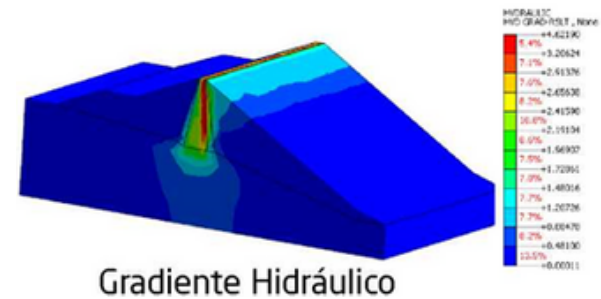


Carga Hidráulica

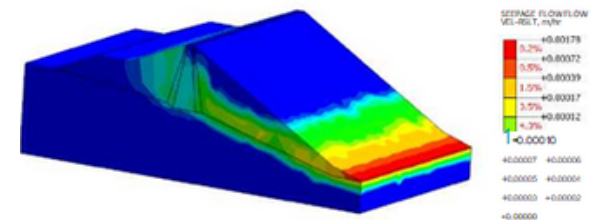


## Consideraciones de Diseño

- Cambio de nivel freático
- Distribución de presión de poro
- Drenaje o filtración
- Entrada o salida de flujo



Gradiente Hidráulico

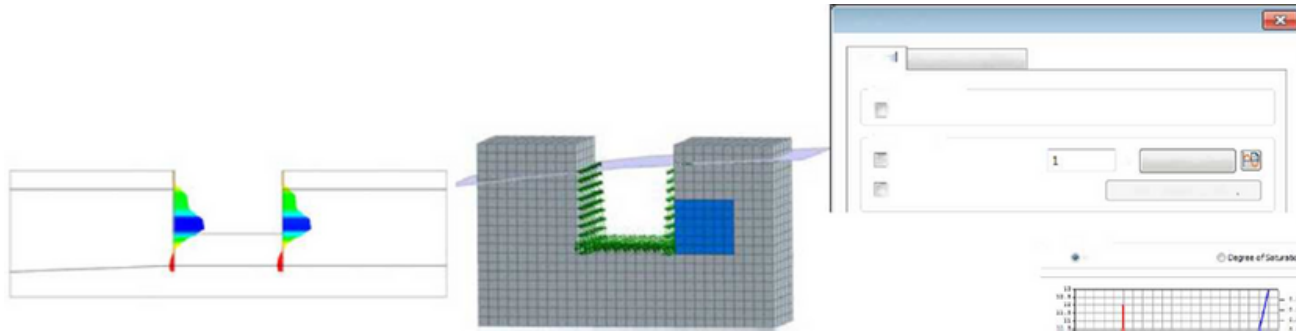


Velocidad de Flujo

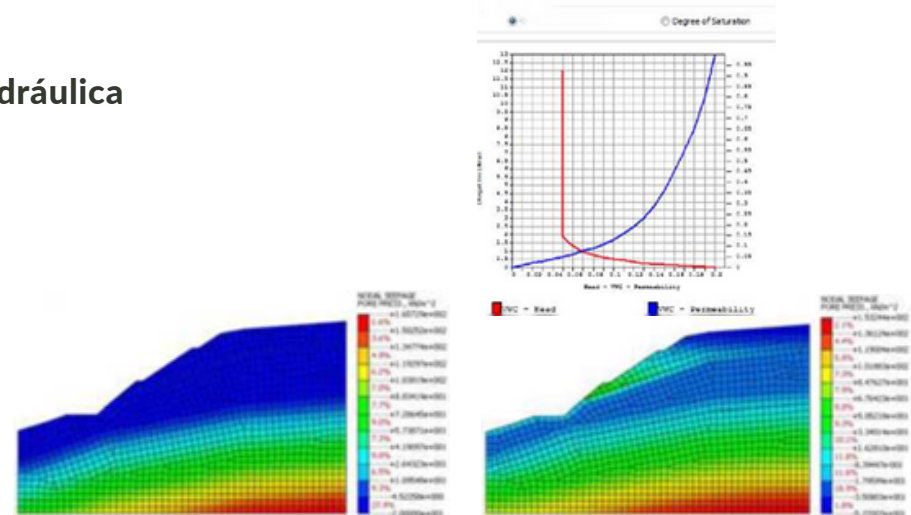
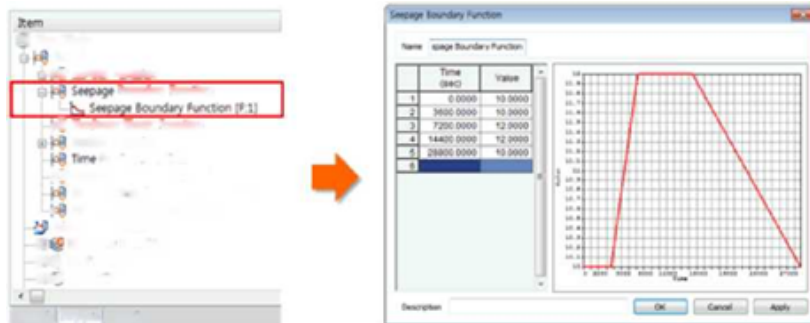




## Consideración automática de presión de agua



## Carga Hidráulica

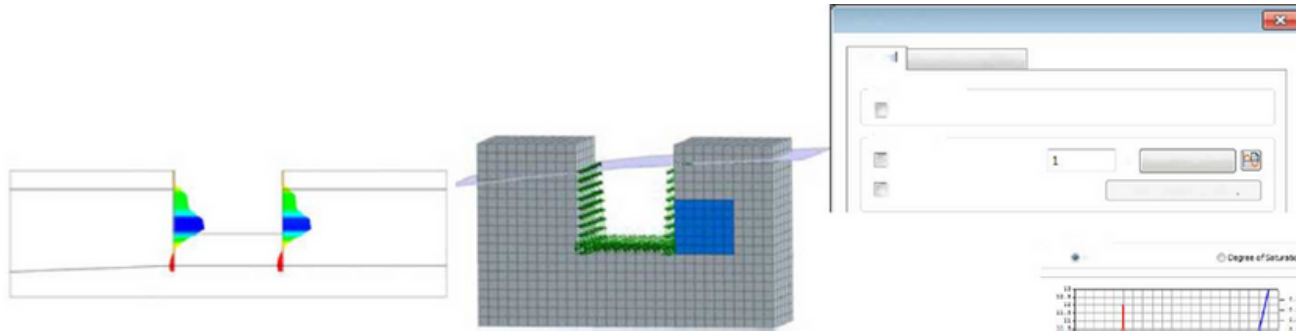


Tiempo = 0 hr

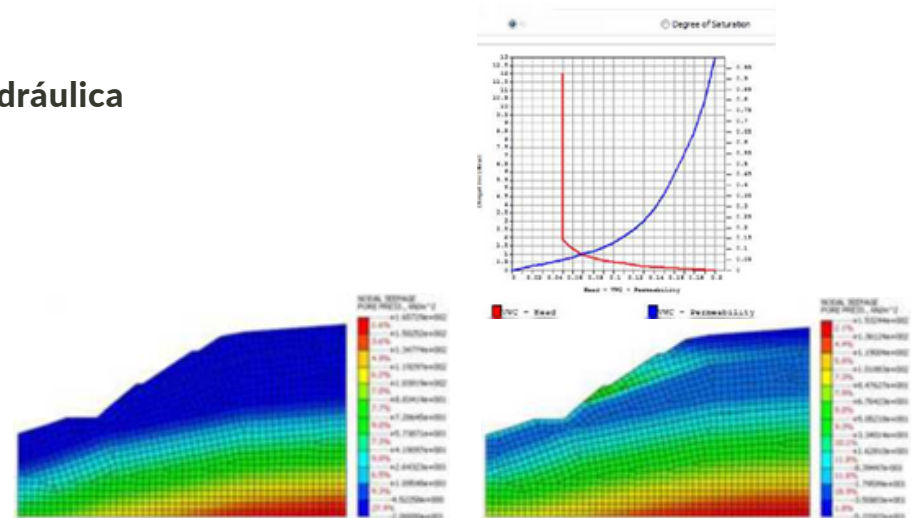
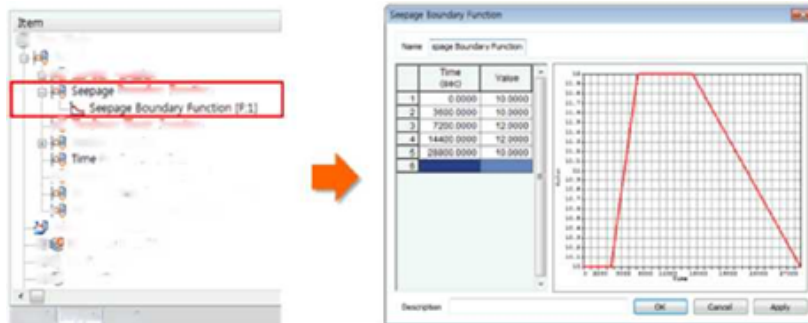
Tiempo = 72 hrs



## Consideración automática de presión de agua



## Carga Hidráulica

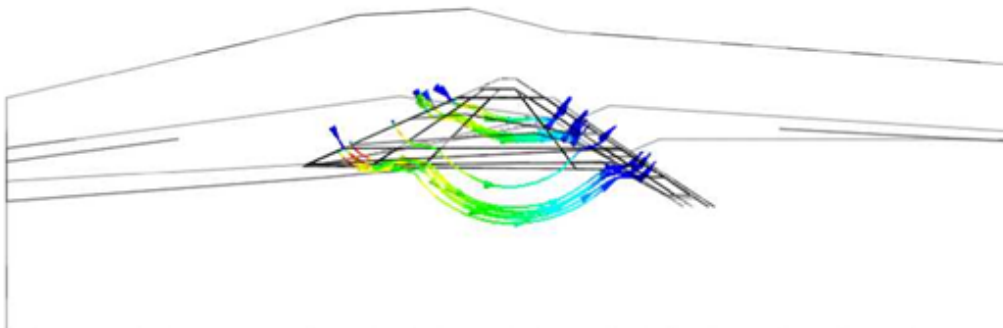
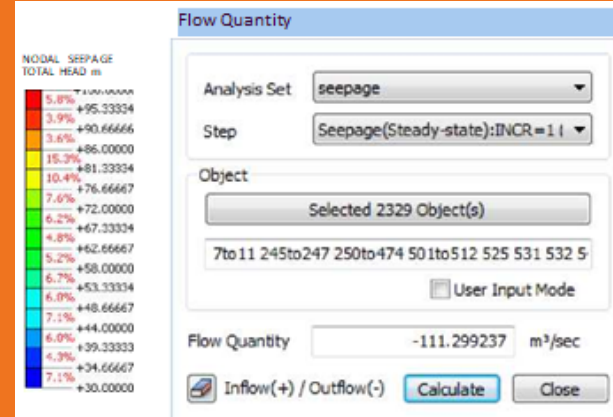
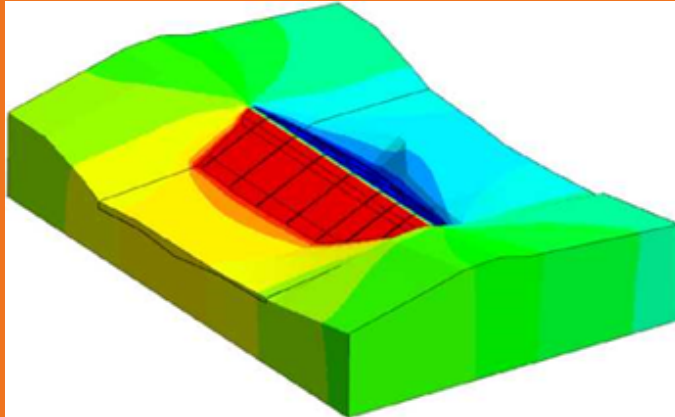


Tiempo = 0 hr

Tiempo = 72 hrs



## Presión de Poro en Presa



Red de Flujo



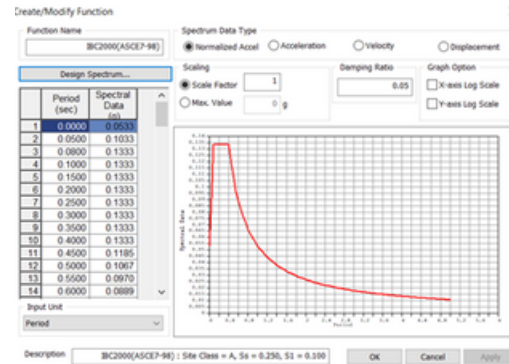
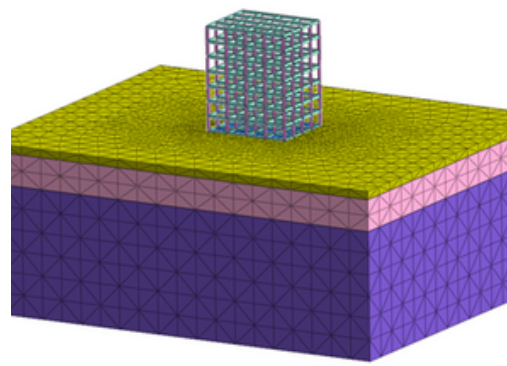
Cantidad de Flujo



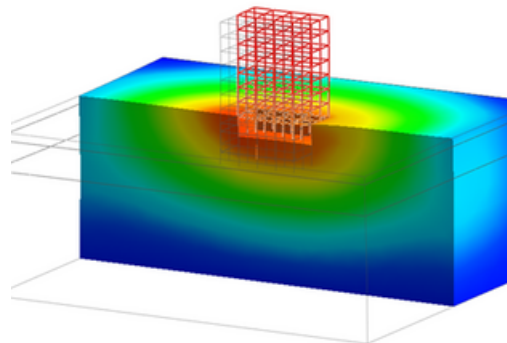
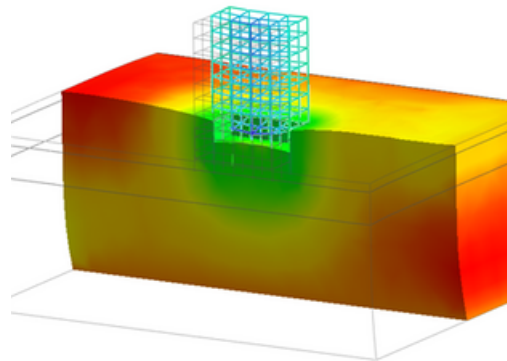


# Dinámico





## Análisis Dinámico (Análisis del Espectro de Respuesta)



Permite determinar la respuesta de un sistema de varios grados de libertad (MDOF) asumiéndolo como una combinación de un sistema de un grado de libertad (SDOF).

Valores pico de respuesta tales como desplazamientos, velocidades y aceleraciones, correspondientes a la frecuencia natural que es usada para el análisis de espectro de respuesta.

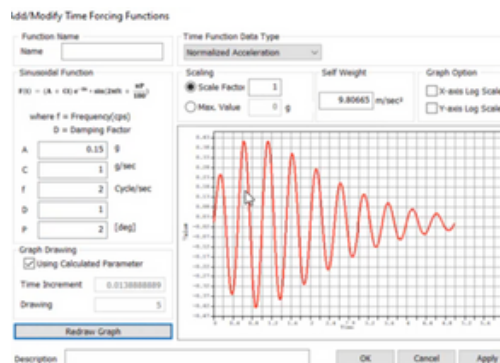
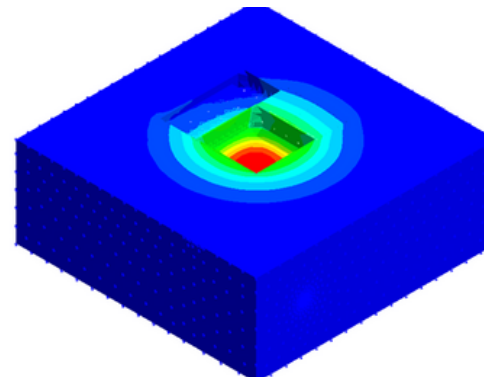
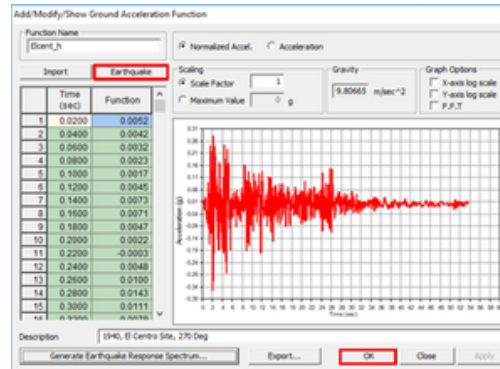
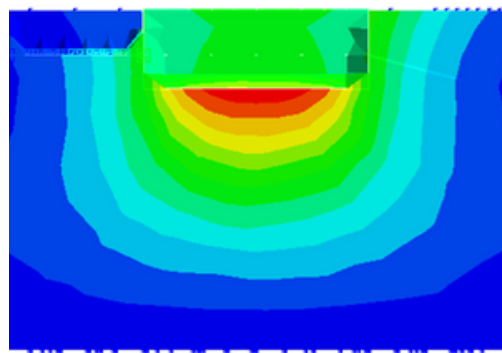
Información espectral que puede ser generada a partir de los parámetros sísmicos tales como el coeficiente dinámico, factor de fundación, factor de zona, factor de importancia y factor de respuesta sísmica.



Calcula las respuestas estructurales tales como desplazamientos y fuerzas en los elementos dentro de un periodo de tiempo dado, usando las características dinámicas de la estructura bajo las cargas dinámicas.

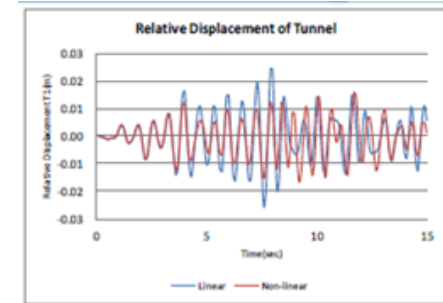
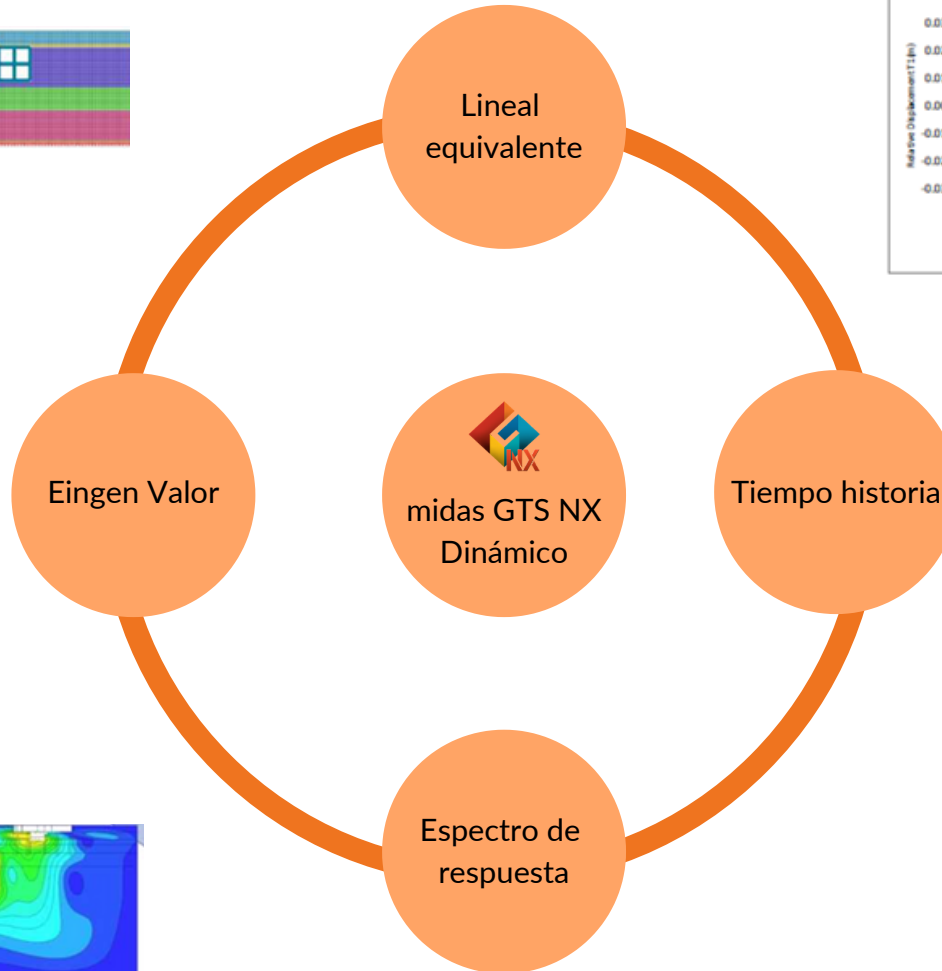
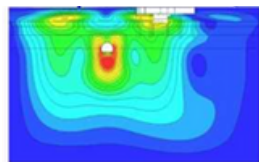
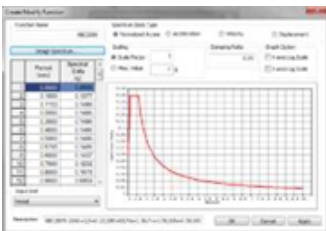
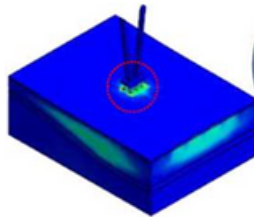
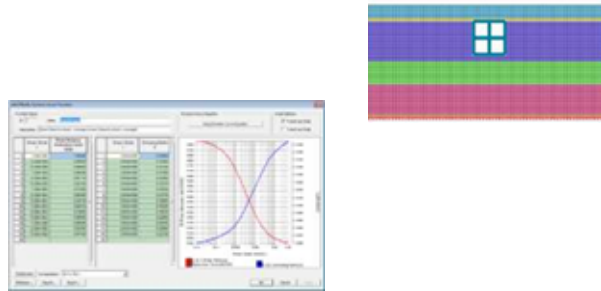
## Método de superposición modal

- Estima el desplazamiento de estructuras a partir de una superposición lineal de desplazamientos modales, ortogonales el uno al otro.
- La matriz de amortiguamiento es asumida como una combinación lineal de las matrices de masa y rigidez método de integración directa
- Integración de la ecuación de equilibrio dinámico sobre incrementos de tiempo dados sin cambios en la misma

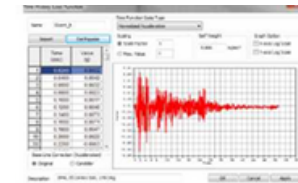


## Análisis Dinámico (Análisis del Espectro de Respuesta)

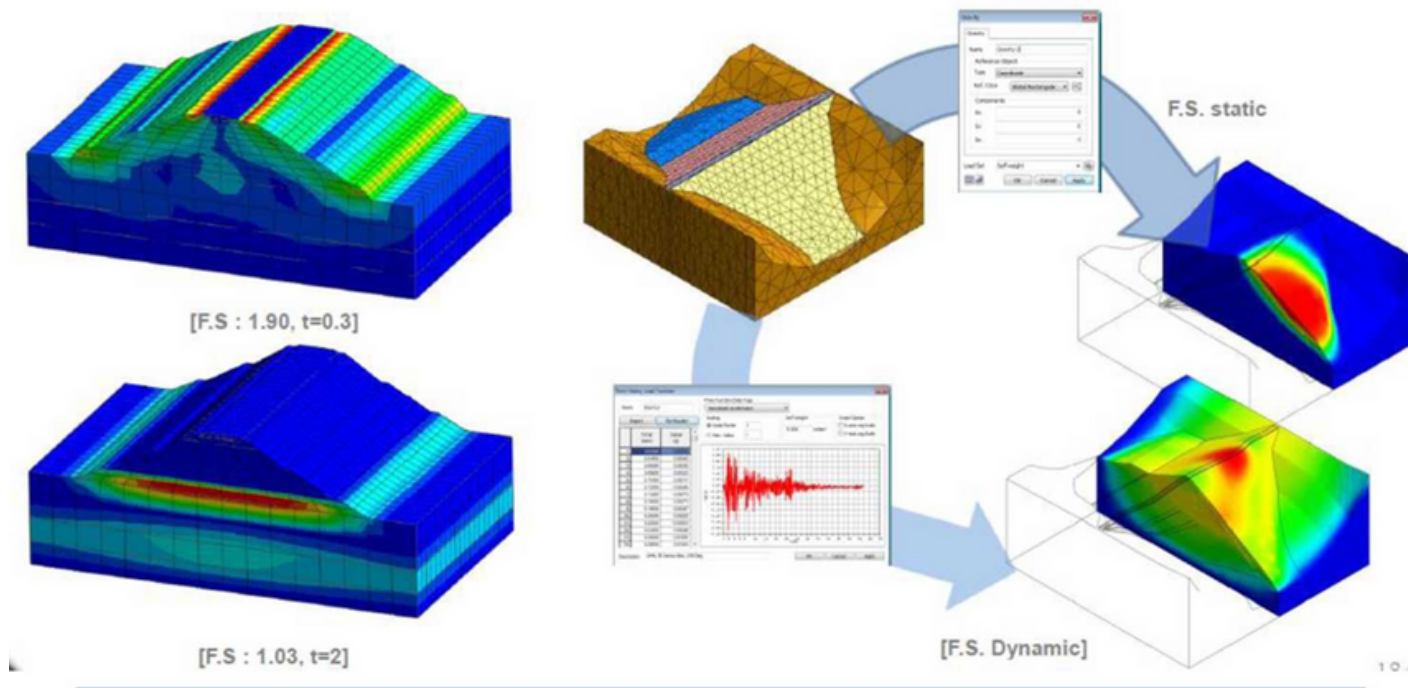
## Análisis de Campo Libre Lineal Equivalente 2D



- Lineal (Directo)
- Lineal (Modal)
- No lineal (Directo)
- No lineal + SRM
- Licuefacción

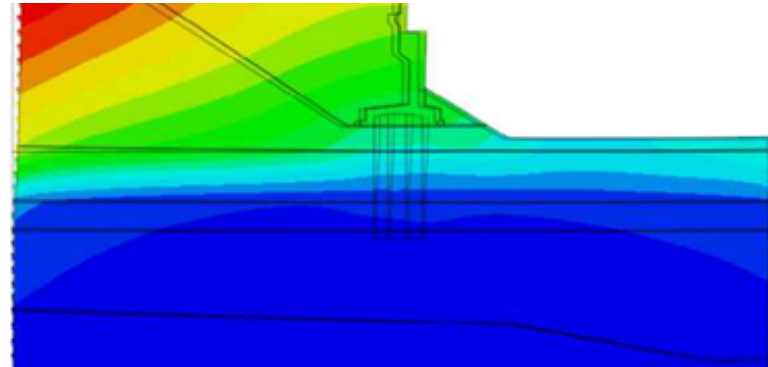
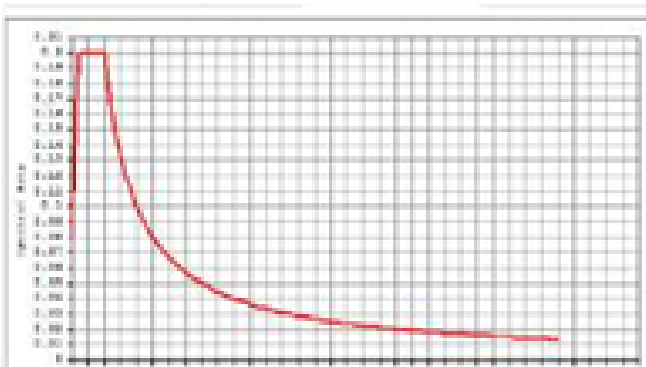


## Verificación de estabilidad de talud durante sismo



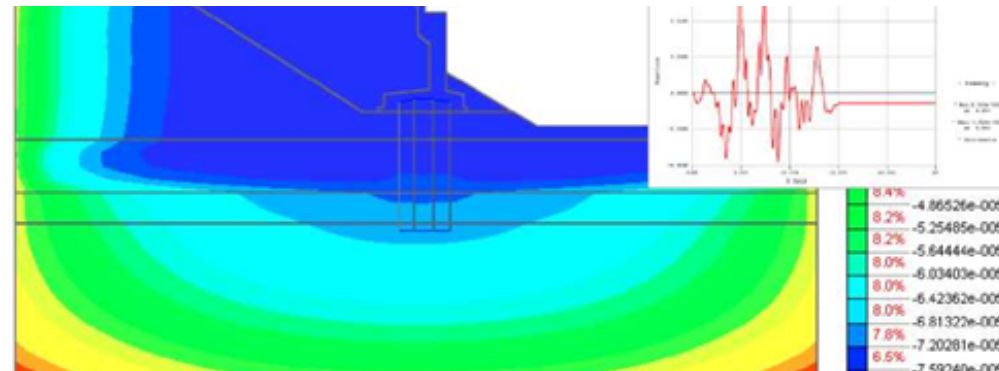
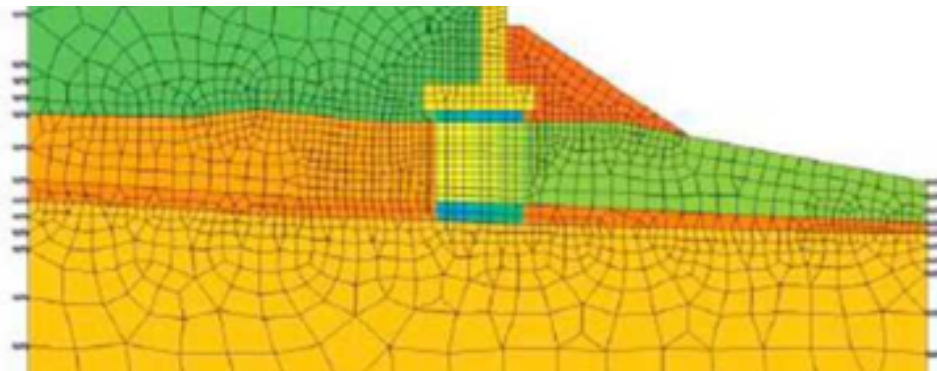
## Verificación de estabilidad de talud durante sismo

	tgit	
1	0.0000	0.0000
2	0.0500	0.1700
3	0.0800	0.2000
4	0.1200	0.2000
5	0.1800	0.2000
6	0.2400	0.2000
7	0.3000	0.2000
8	0.3600	0.2000
9	0.4000	0.2000
10	0.4700	0.1800
11	0.4800	0.1600
12	0.5400	0.1400



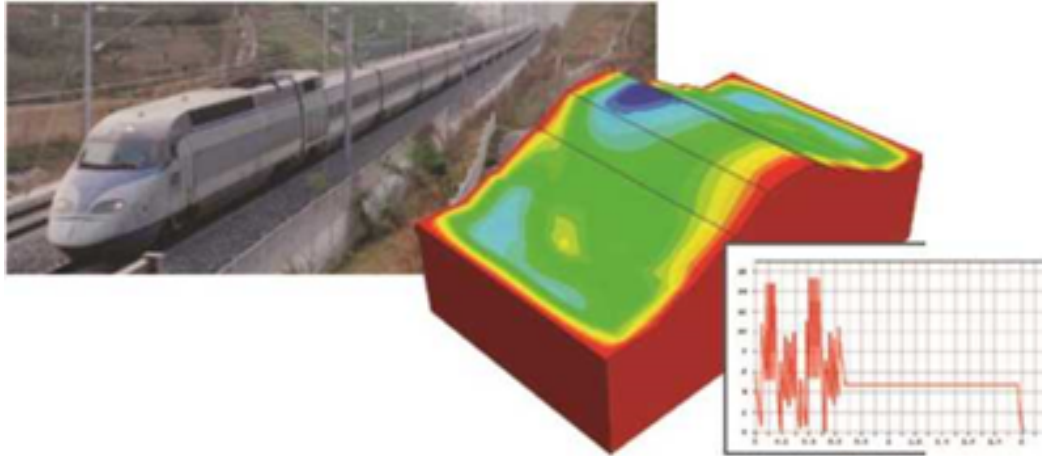
0.6%	-4.40354
1.9%	-4.15920
3.2%	-3.91486
3.9%	-3.67052
6.3%	-3.42618
5.9%	-3.18183
	-2.93749
4.6%	-2.69315
3.0%	-2.44881
5.2%	-2.20447
1.9%	+1.96013
2.9%	+1.71578
4.4%	+1.47144
4.3%	+1.22710
10.0%	-0.98276
4.1%	

## Verificación de estabilidad de talud durante sismo



8.4%	-4.86526e-005
8.2%	-5.25485e-005
8.2%	-5.64444e-005
8.0%	-6.03403e-005
8.0%	-6.42362e-005
8.0%	-6.81322e-005
7.8%	-7.20281e-005
6.5%	-7.59240e-005

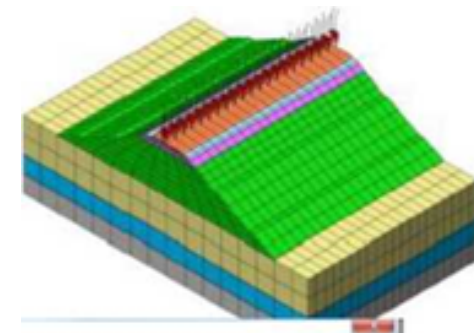
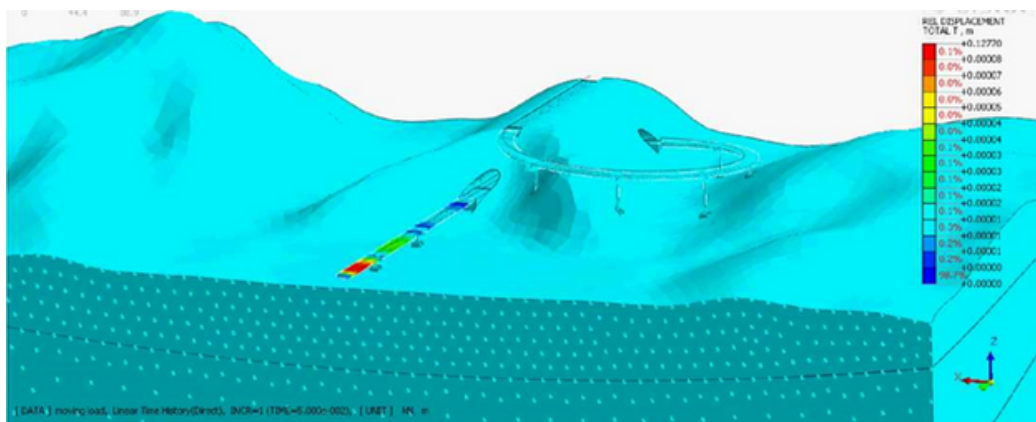




## Consideraciones de Diseño

- Materiales con propiedades dinámicas
- Sismo
- Carga Móvil
- Voladuras
- Cargas cíclicas
- Interacción suelo estructura

## Análisis de Vibraciones de Trenes

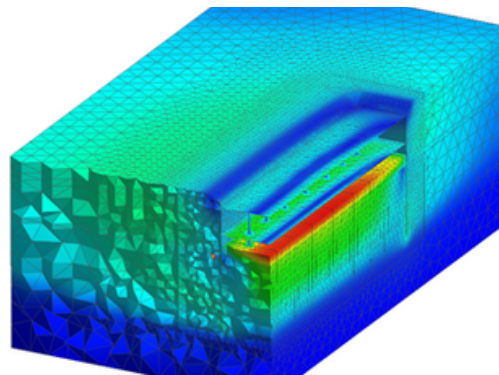
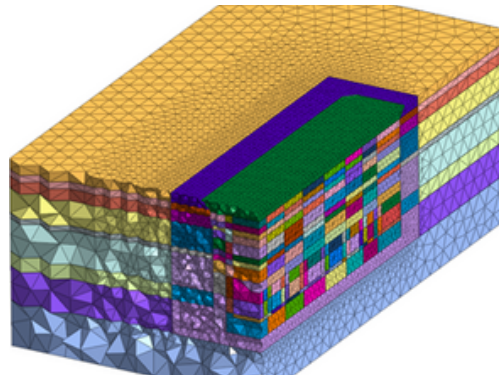
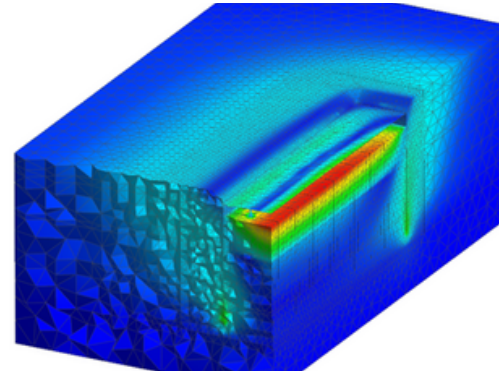
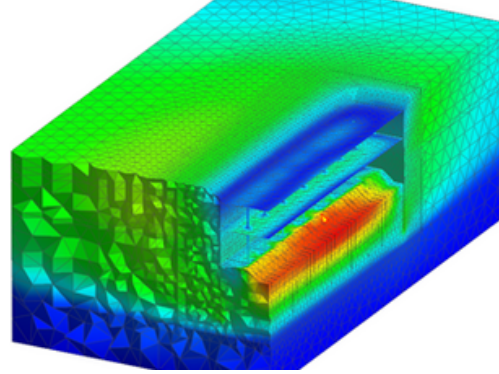




# Por etapas constructivas



## Análisis de construcción por etapas



Interfaz práctica para definir proyectos a gran escala usando análisis de construcción por etapas constructivas.

Se puede usar para los siguientes tipos de análisis: análisis de filtraciones, análisis de consolidación, análisis semi-acoplado y análisis de esfuerzos, estos análisis pueden ser aplicados en proyectos como túneles, excavaciones y cimentaciones.

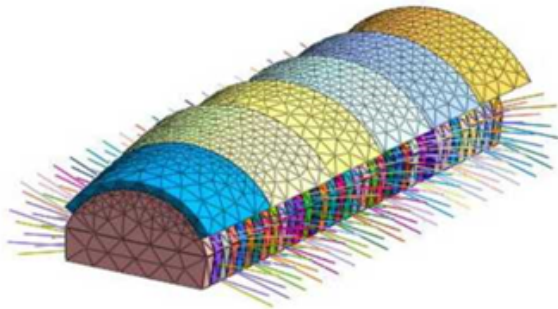
Este tipo de análisis te brinda fácil obtención de las condiciones del suelo en sitio para varios estratos de suelo, activar/desactivar las condiciones de frontera, cargas, también cuenta con un asistente para definir de manera automática las etapas constructivas.

Puedes controlar los pasos de tiempo y carga con las funciones definidas por el usuario, simular la secuencia real de construcción por etapas y función de distribución de carga (LDF)

## Excavación por método NATM



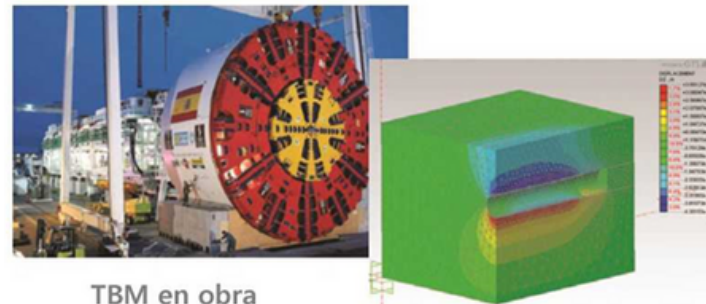
## Túnel con reforzamiento tipo paraguas



## Consideraciones de Diseño

- Relajación de esfuerzos
- Métodos de excavación
- Nivel Freático
- Reforzamiento
- Estado del Suelo (calidad de la roca)
- Coeficiente de presión del suelo ( $K_0$ )

## Análisis De Excavación Por Etapas Con Tuneladora



TBM en obra

Contornos de desplazamientos





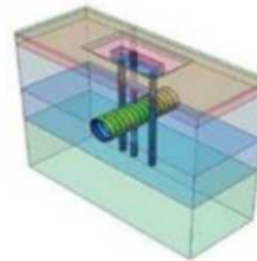
## Cualquier tipo de excavación de tunel



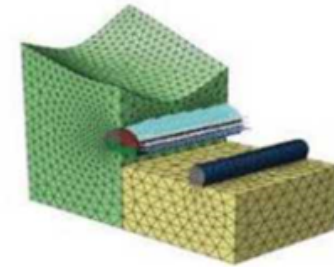
Excavación de túnel en roca



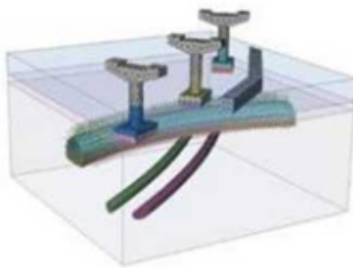
Excavación de túnel con TBM



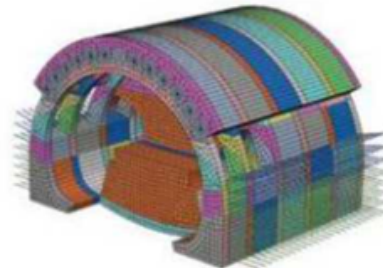
Excavación de túnel con TBM



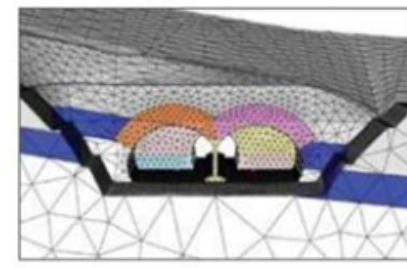
Excavación de túnel en roca



Excavación de túnel con TBM



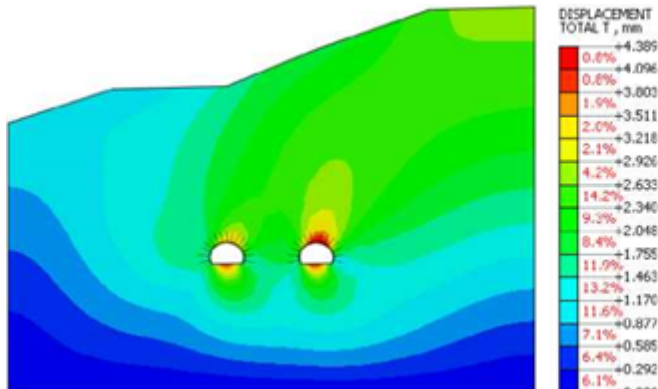
Excavación de túnel con TBM



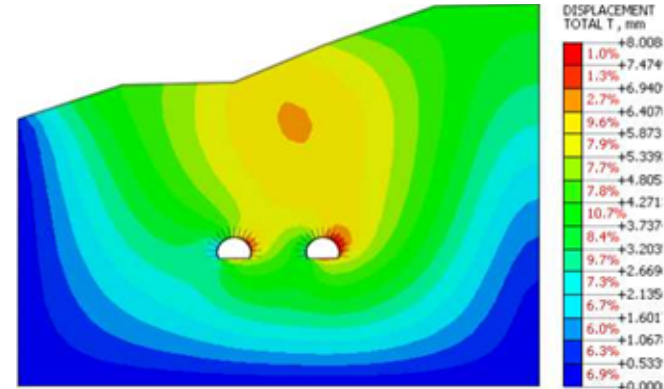
Excavación de túnel en roca



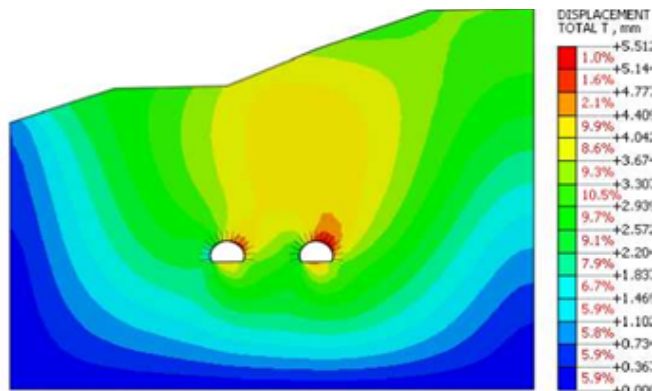
## Análisis paramétricos



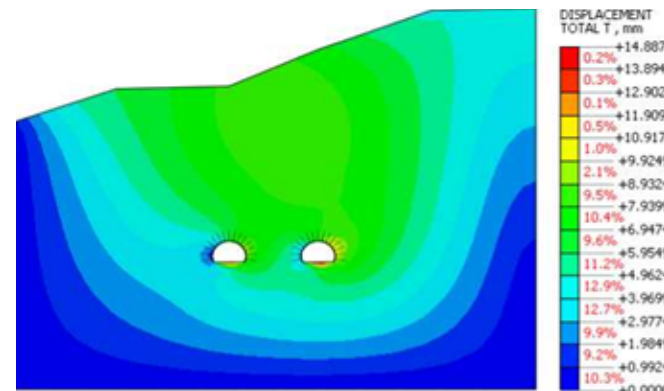
**K0 = 0.5 @ 4.3mm**



**K0 = 1.5 @ 8.3mm**



**K0 = 1.0 @ 5.5mm**

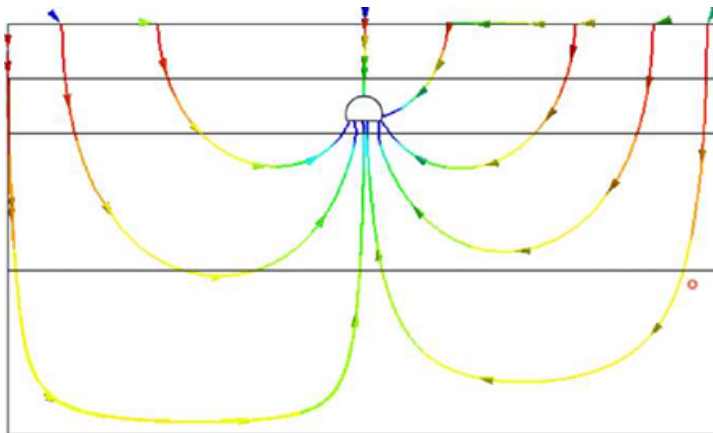
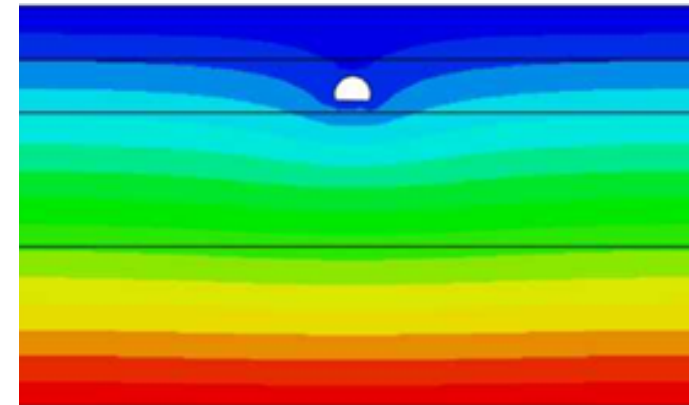
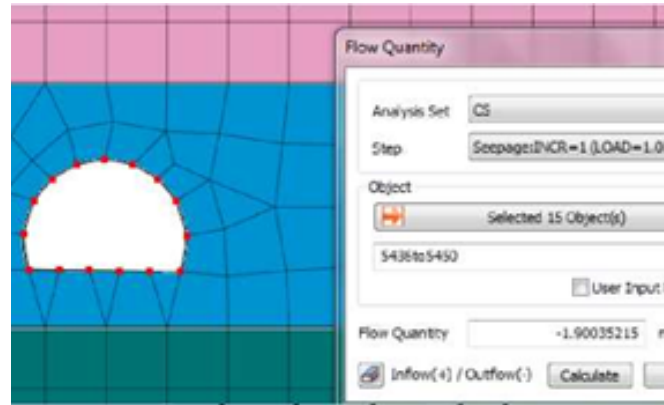
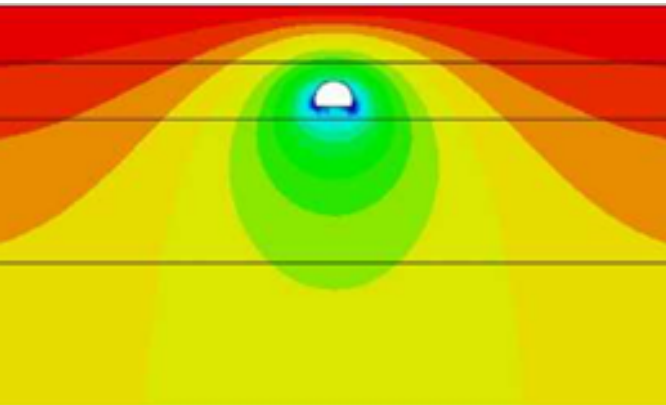


**K0 = 2.0 @ 14.5mm**





## Análisis semi acoplados

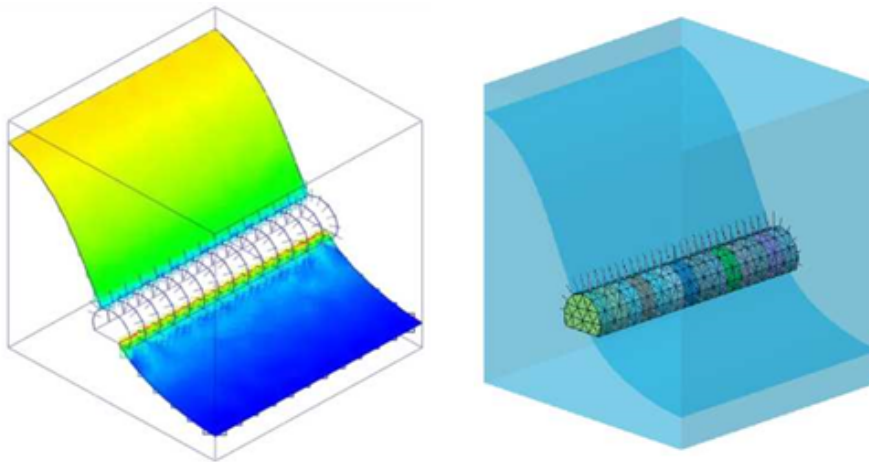


Líneas de Flujo

- Presión de Poro
- Flujo en muro
- Cabezal Nodal



## Jointed Rock Mass con Interfaz

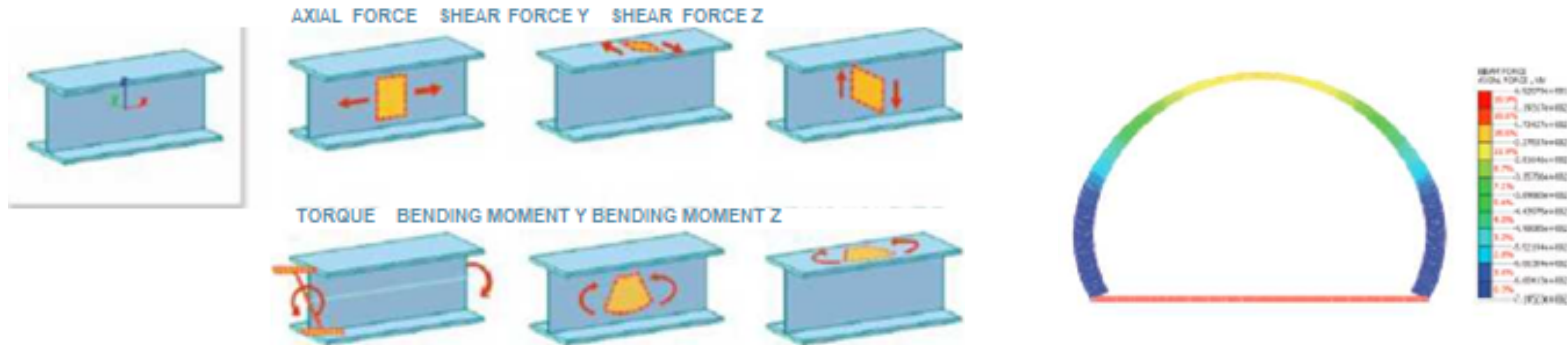


midas GTS NX también permite modelar las fallas de roca usando un interfaz.

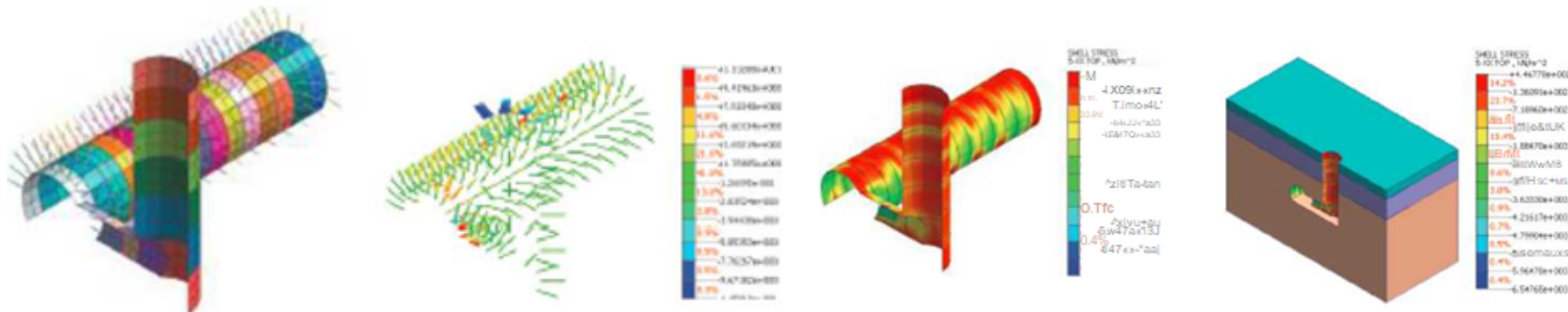
Se usa un plano de la superficie para modelar la discontinuidad.



## Reforzamiento 2D y 1D



## Extracción de elementos 2D y 1D para modelar reforzamiento como hormigón proyectado y pernos



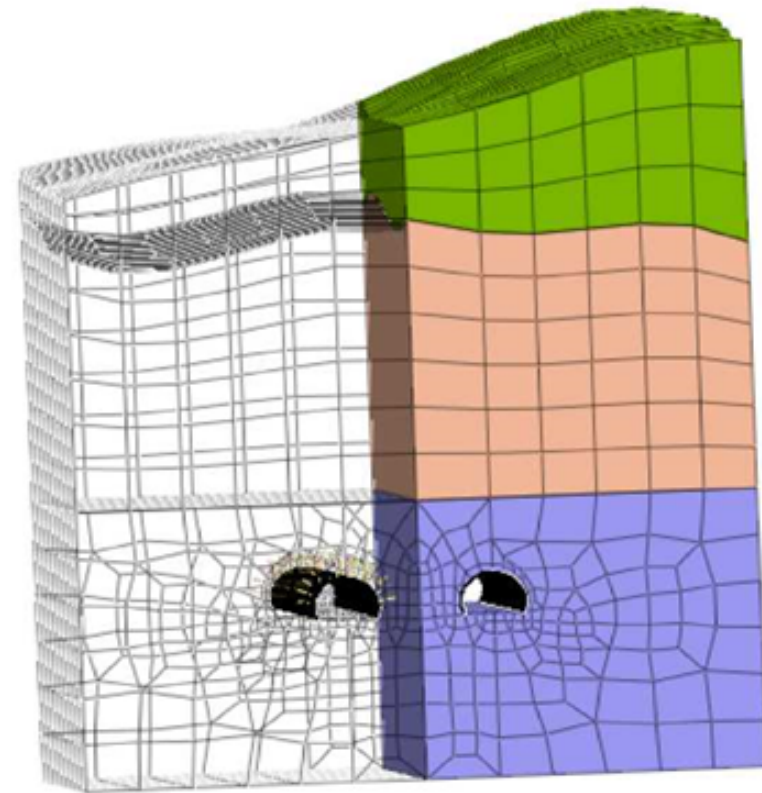
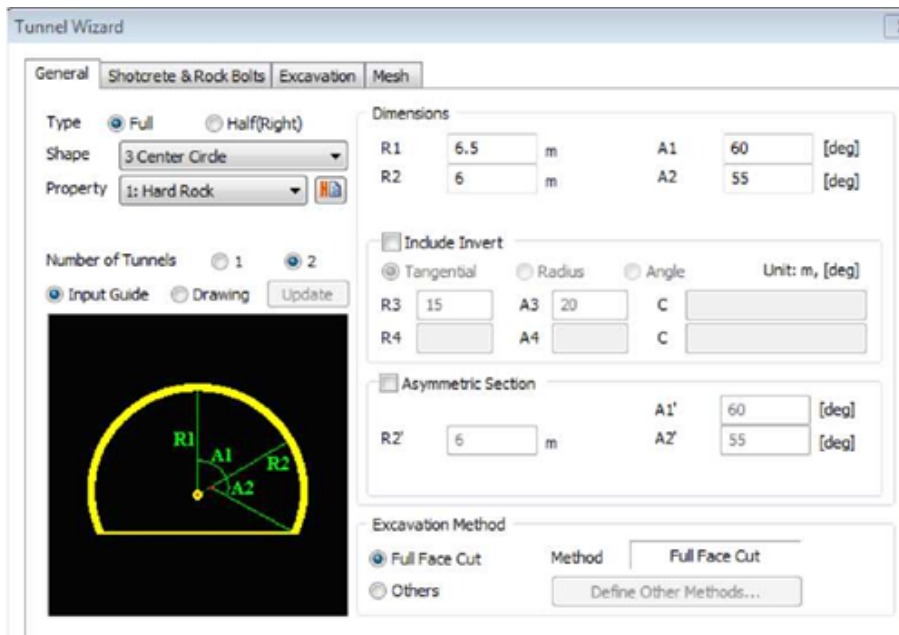
Extracción de muros Pernos de Roca

Hormigón Proyectado



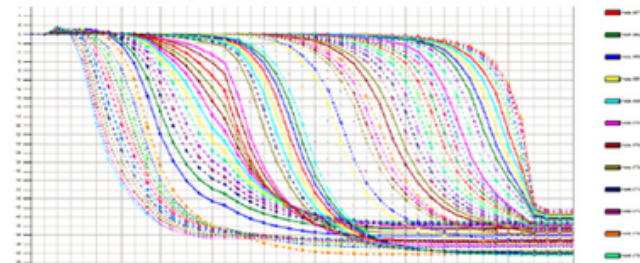
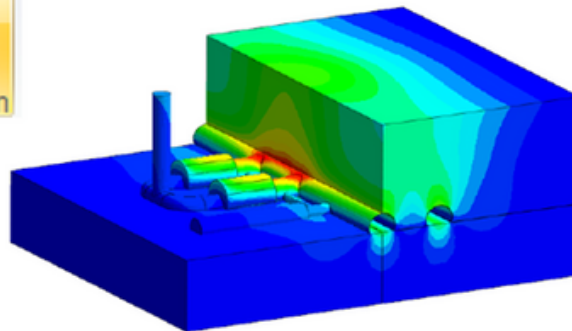
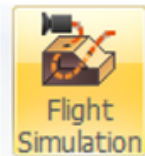
## Wizard tunnel

Standardized ground / structures modeling - automation wizard  
3D tunnel modeling wizard



## Resultados clave

### Resultados Claves



No	Dist. from Start Point (m)	Displacement (m)	Incline
1	0.00000	-0.00070	0.00000
2	6.222819	-0.00090	-0.00004
3	12.441295	-0.00092	-0.00002
4	18.660053	-0.00080	-0.00005
5	24.880471	-0.00042	-0.00003
6	31.100009	-0.00040	-0.00003
7	37.323706	-0.00043	-0.00003
8	43.544304	-0.00079	-0.00002
9	49.764942	-0.00073	-0.00001
10	55.985580	-0.00042	-0.00001
11	62.206177	-0.00081	-0.00001
12	68.426795	-0.00047	0.00000
13	74.647413	-0.00015	0.00000
14	80.868030	-0.00026	0.00001
15	87.088648	-0.00042	0.00001
16	93.309266	-0.00040	0.00001
17	99.529884	-0.00042	0.00001
18	105.750501	-0.00080	0.00001
19	111.971119	-0.00022	0.00001
20	118.191737	-0.00000	0.00000
21	124.412355	-0.00070	0.00000

Extract Results

Output Data

Analysis Set: cs

Result Type: Displacements

Results: TZ TRANSLATION (Y)

---

Step: Results

- I.S.:INCR=1 (LOAD=1.000):TZ TRANSLATIO
- null:INCR=1 (LOAD=1.000):TZ TRANSLATIO
- excavacion de suelo:INCR=1 (LOAD=1.000):TZ TRANSLATIO
- pipe umbrela:INCR=1 (LOAD=1.000):TZ TRANSLATIO
- S1:INCR=1 (LOAD=1.000):TZ TRANSLATIO
- S2:INCR=1 (LOAD=1.000):TZ TRANSLATIO
- K:INCR=1 (LOAD=1.000):TZ TRANSLATIO

Select All    Unselect All

---

Order

Step     Node

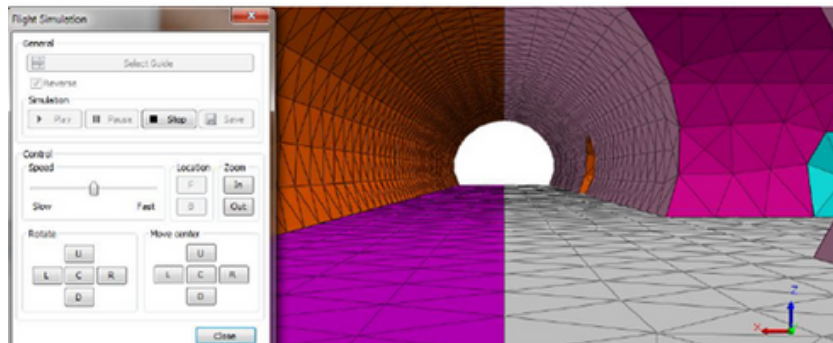
---

Nodal Results Extraction

User Defined

Sort: X Y Z     Ascending

Maximum     Minimum     Abs. Max

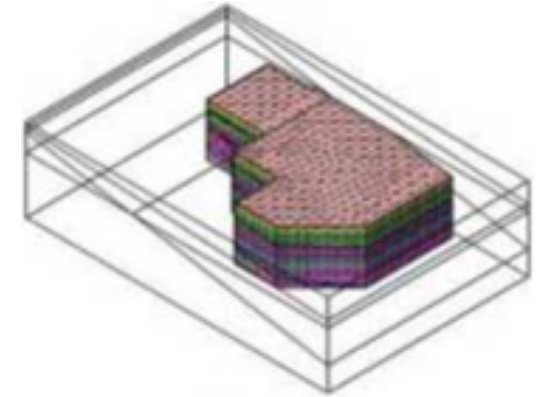
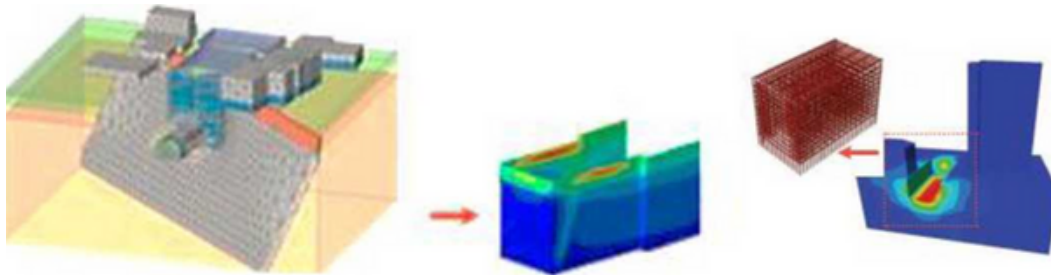




# Excavaciones y muros

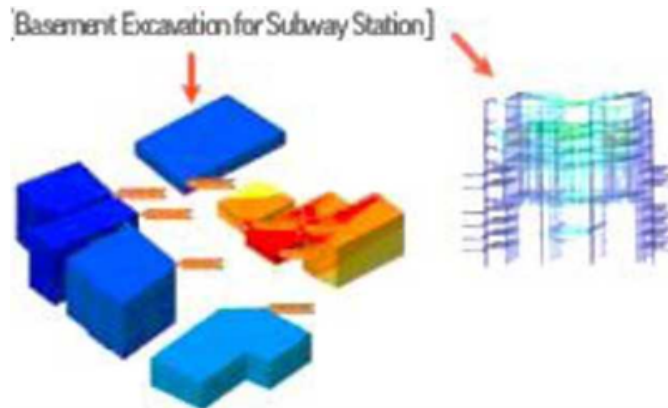


## Cualquier tipo de excavación

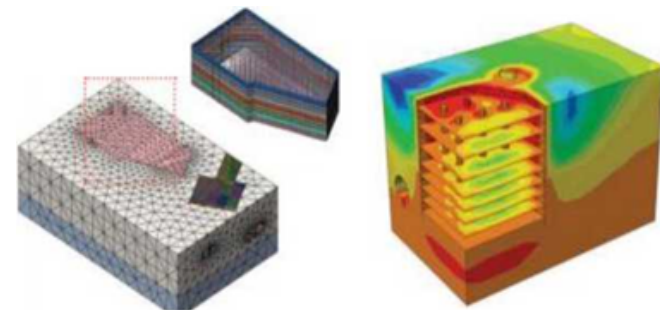


Muro de pantalla

## Estación de metro



Perfil de asentamientos a lo largo del terreno



Muro de Determinar la distribución de esfuerzos debido a la excavación de un edificio de la línea del metro

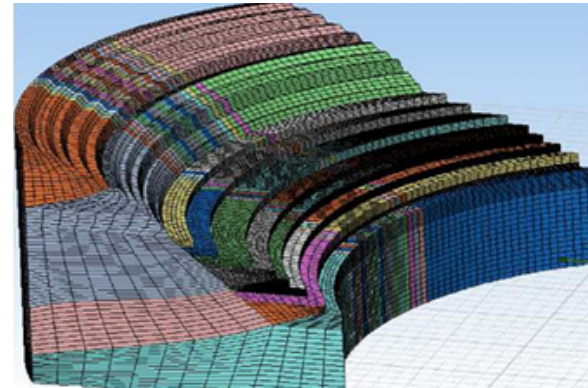




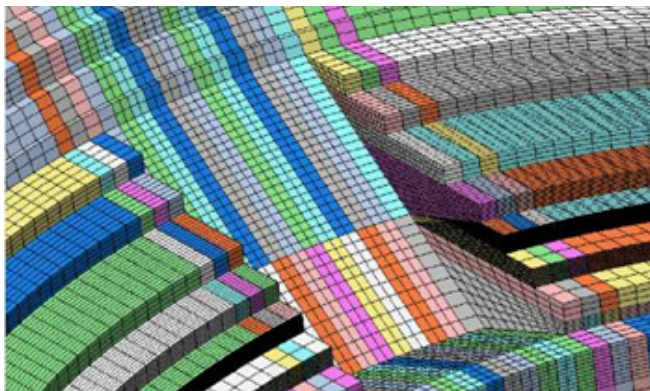
## Cualquier tipo de excavación



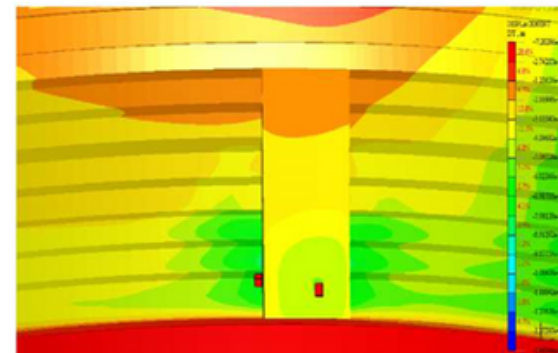
Proyecto minero en China, extracción de carbón



Modelo general



Modelo Post Excavación

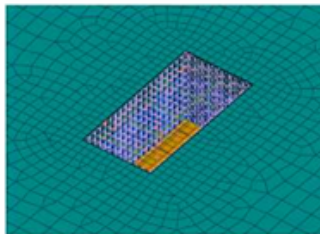
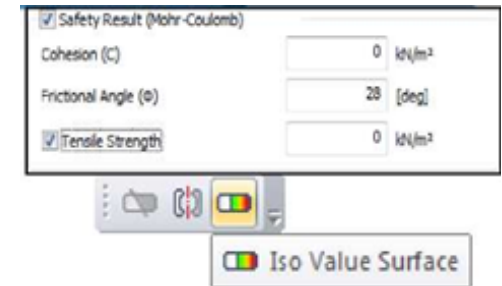


Desplazamientos máximos

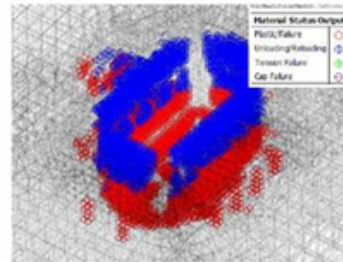


## Factor de seguridad

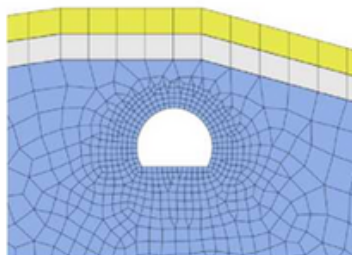
- Cohesión, ángulo de Fricción y Resistencia a la tensión admisible(Opcional) se pueden definir como los criterios de falla.
- Los usuarios pueden averiguar, falla potencial y zona de falla de plástica directamente.



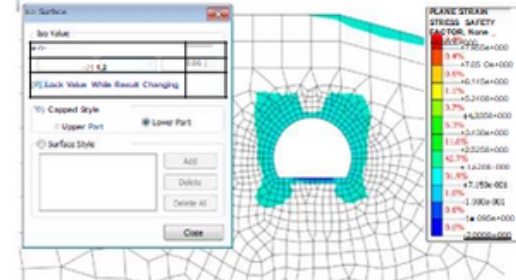
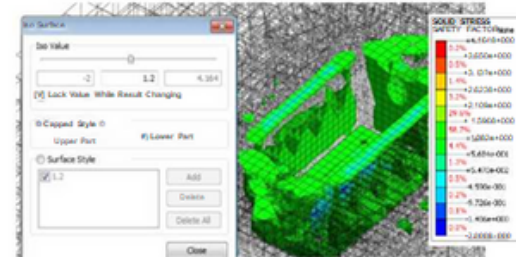
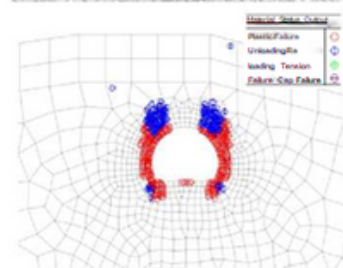
[Modelo : Excavation Profunda en 3D]



[Estado de plasticidad: Tension de Elementos]



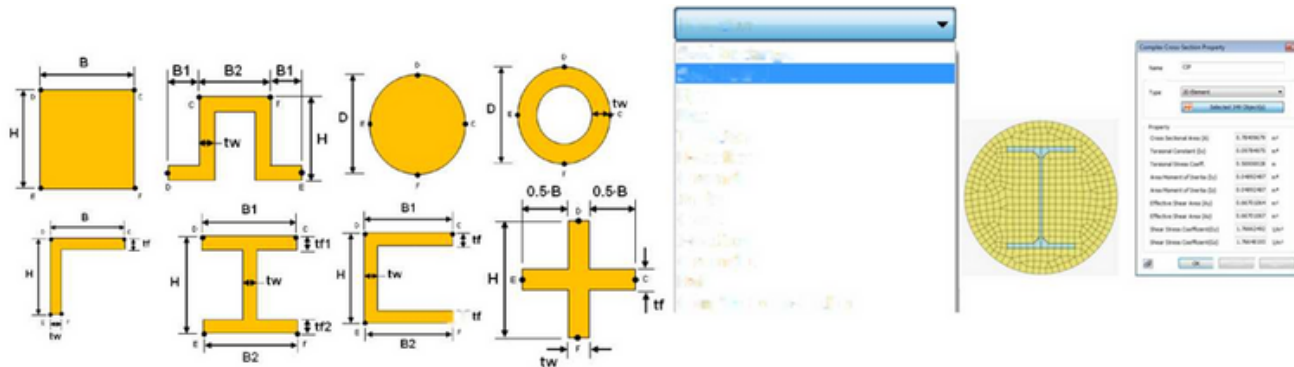
[Modelo : Excavation de tunel en 2D]



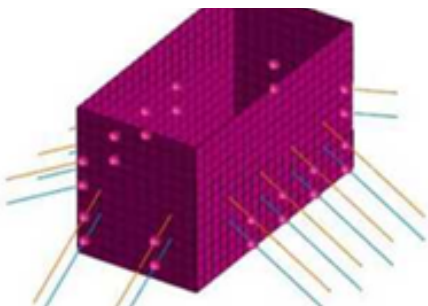
[Factor de Seguridad (solo aereas menor a 1.2)]



## Base de datos estructural



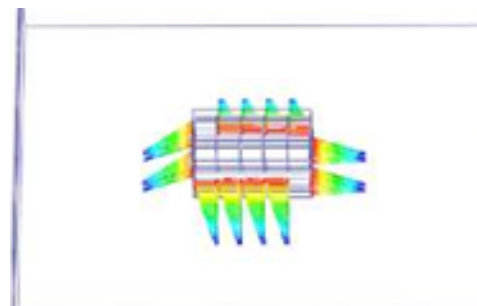
- Extracción de elementos 2D y 3D para modelar reforzamiento como hormigón proyectado y pernos



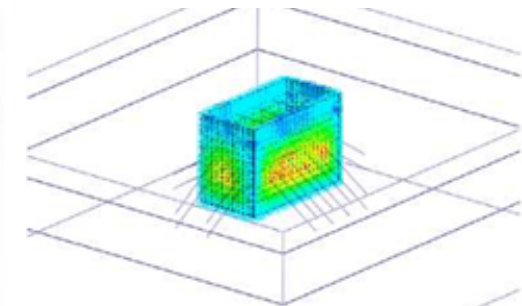
Muros y Anclaje



Soporte

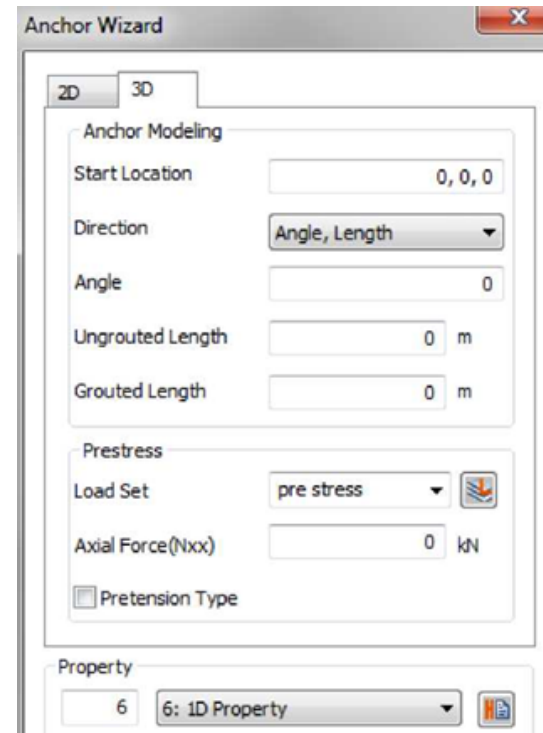
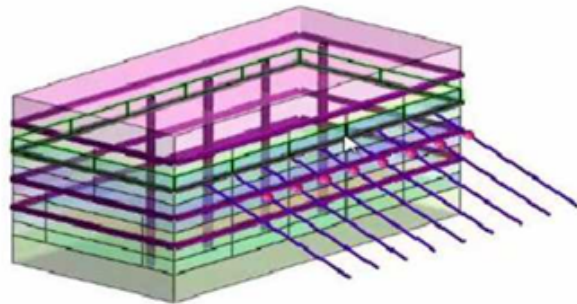
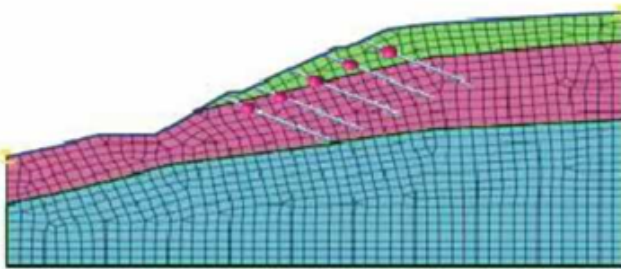


Resultados estructurales





## Wizard de Anclajes



Standardized ground / structures modeling automation wizard // 2D / 3D anchor modeling wizard



## Wizard de Interface

Structural Parameters

Normal Stiffness Modulus (Kn)  kN/m<sup>3</sup>

Shear Stiffness Modulus (Kt)  kN/m<sup>3</sup>

Interface Nonlinearities **Coulomb Friction**

Cohesion (C)  kN/m<sup>2</sup>

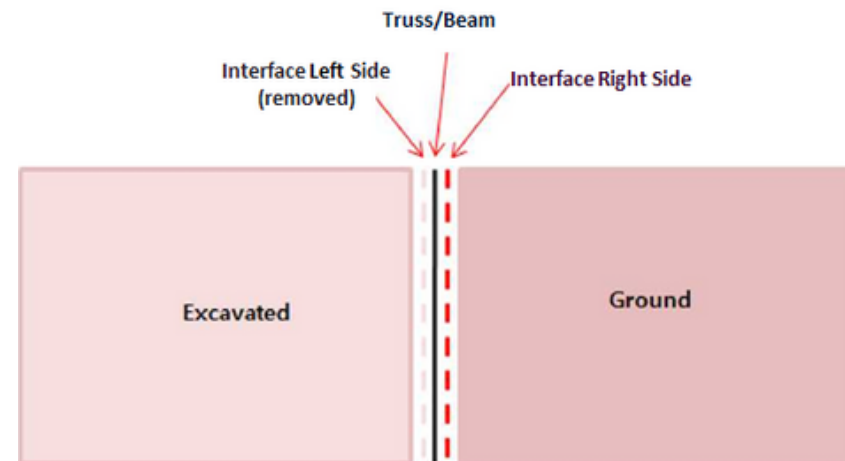
Frictional Angle  [deg]

Dilatancy Angle  [deg]

Tensile Strength  kN/m<sup>2</sup>

Crea un material de interfaz en los lugares donde el deslizamiento puede ocurrir. Es utilizada para simular el comportamiento de interfaz entre el terreno y miembros estructurales con variaciones relativamente grandes de rigidez

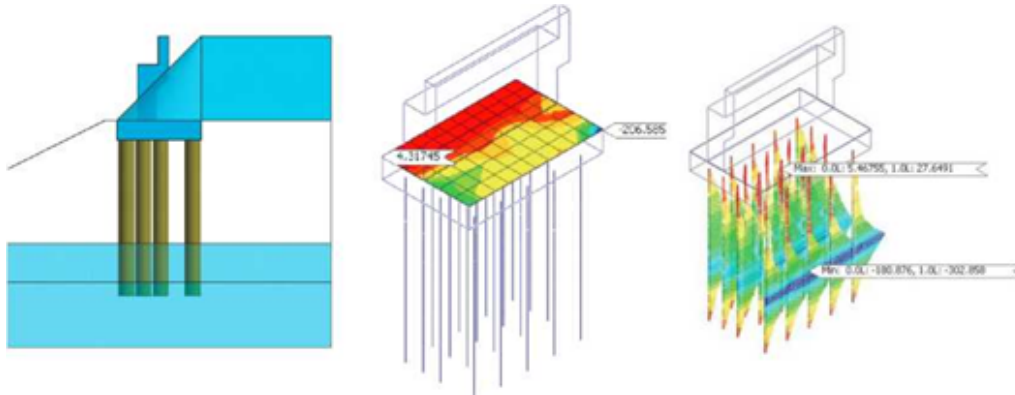
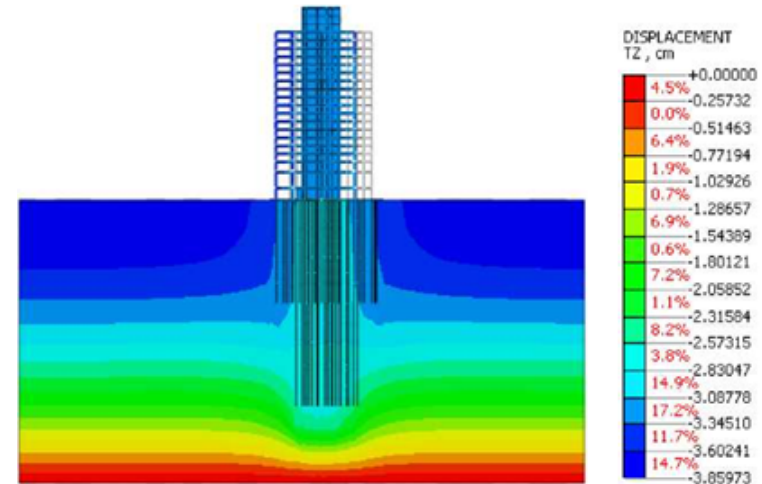
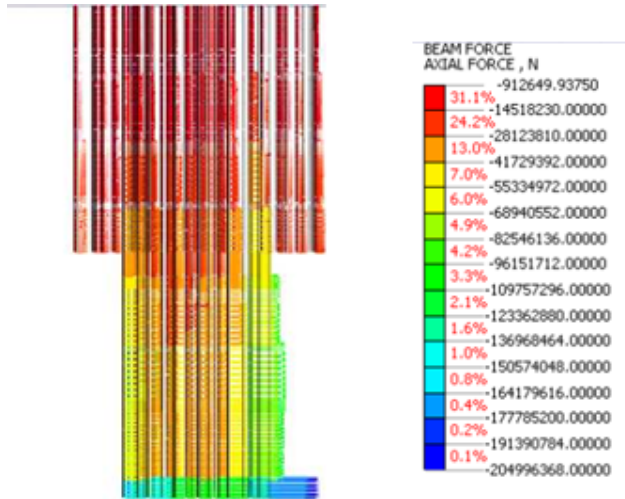
Interface Wizard Data		1*1	
Virtual Thickness Factor(tv)	0.1		
Strength Reduction Factor(R)	1		
<input type="checkbox"/> Consider Element Size			
Line Interface Thickness	1m		
<input type="checkbox"/> Conduction for Seepage flow	1e-010 m/sec/m		
		OK	Cancel



# Cimentaciones



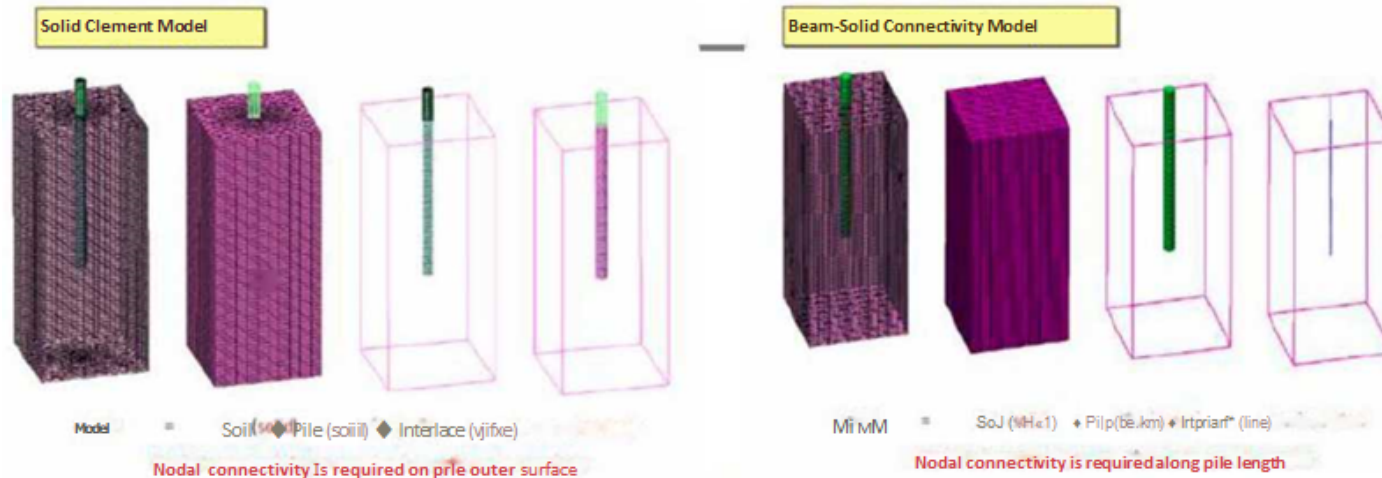




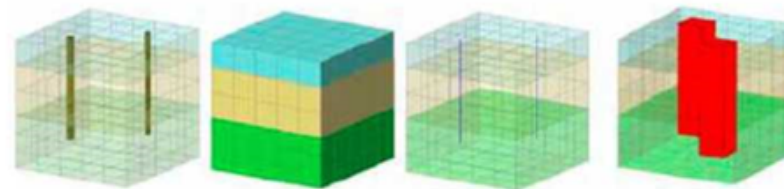
## Consideraciones de Diseño

- Fricción en el fuste / elemento punta
- Comportamiento del grupo
- Movimiento lateral
- Nivel del agua
- Asentamientos diferenciales
- Distribucion de esfuerzos
- Tipo de Pilote





**line-to-Solid Interface Model**



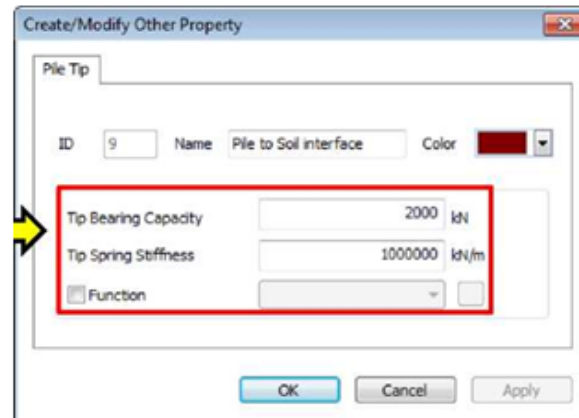
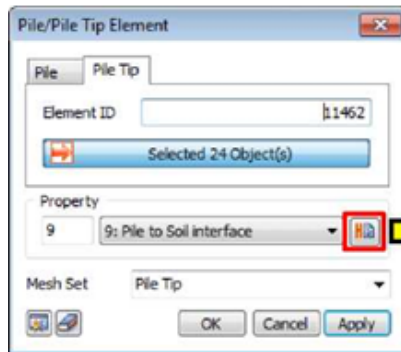
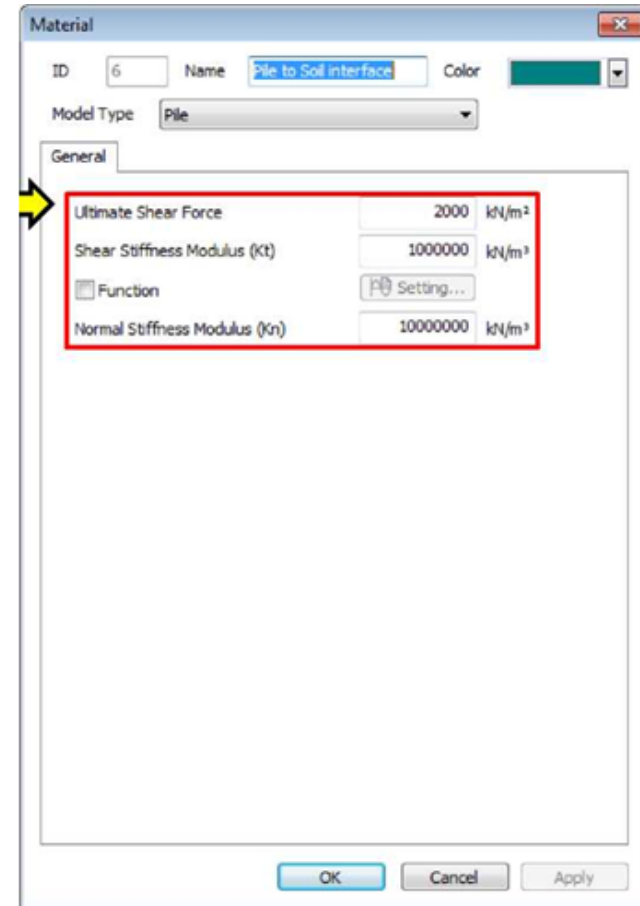
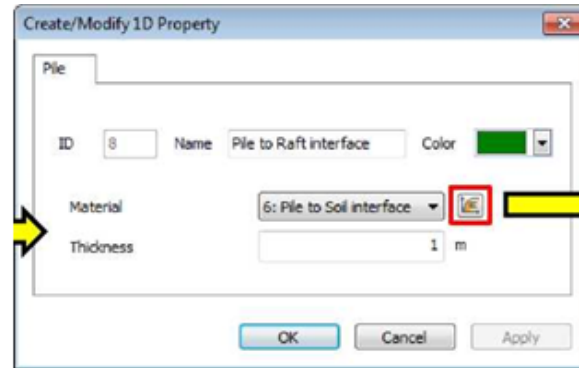
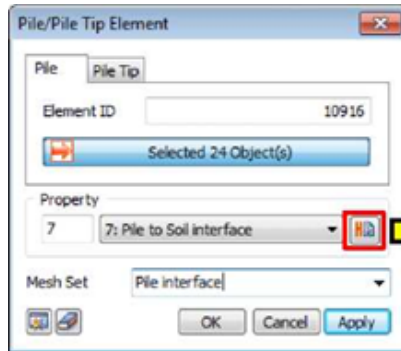
Model = Soil (solid) + Pile (Beam) + Interface (line-to-solid)

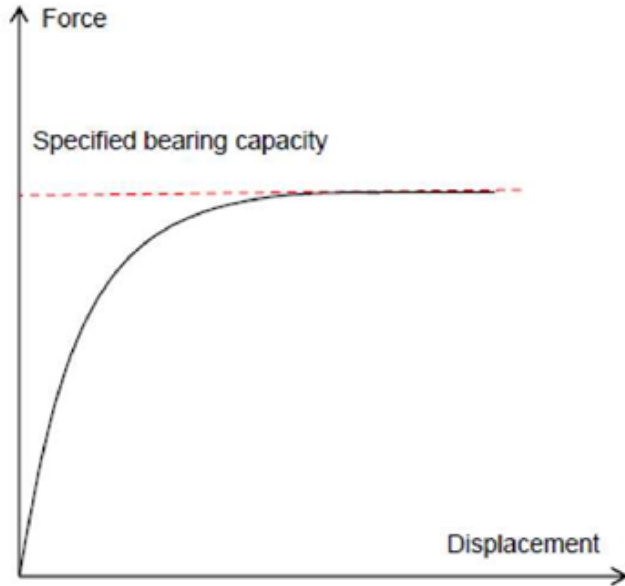
No Nodal connectivity required





# Interface de pilotes



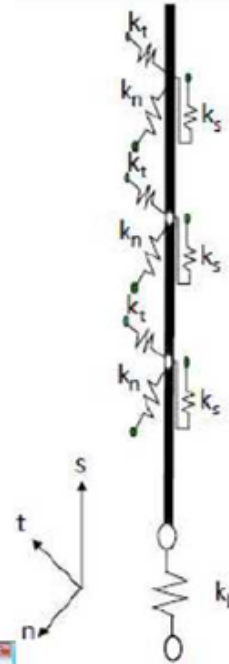
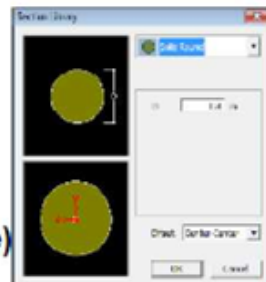


### Pile beam properties

Cross section properties

Length

Material properties (e.g. Concrete)

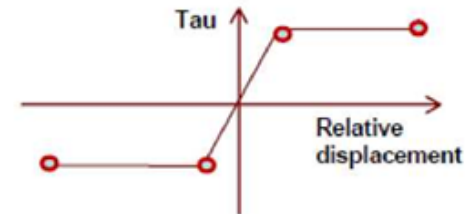


### Skin tractions

$$t_s = q_s / \text{length} = k_s * (\Delta u) \leq q_{ult}$$

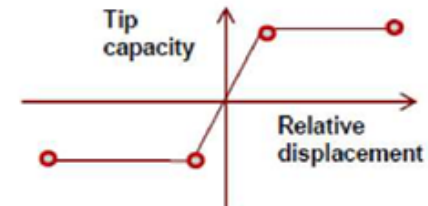
$$t_n = q_n / \text{length} = k_n * (\Delta u)$$

$$t_t = q_t / \text{length} = k_t * (\Delta u)$$



### Base (tip) bearing capacity

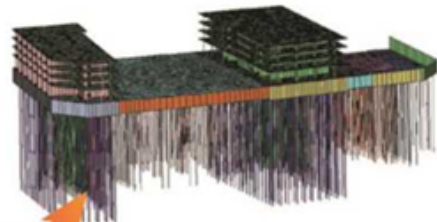
$$q_b = k_b * (\Delta u) \leq q_{built}$$



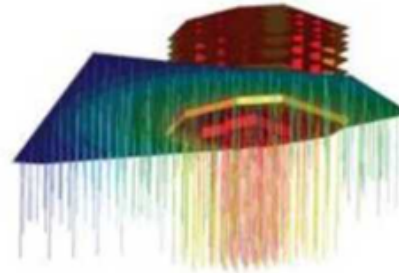
# Fundaciones



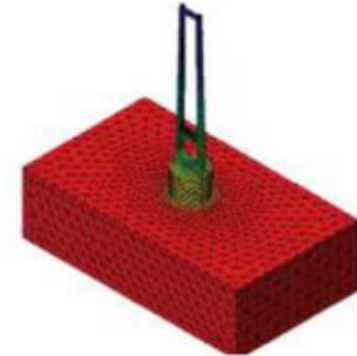
3D modeling



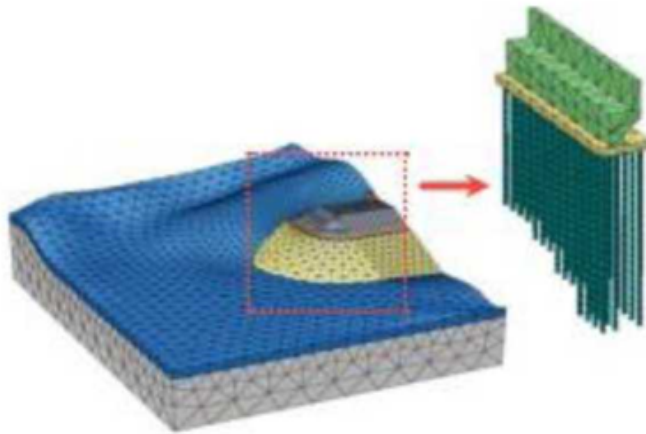
Losa pilotada para estructura 50 pisos



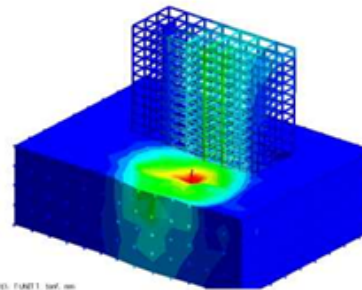
Cimentación profunda



Pozo de agua



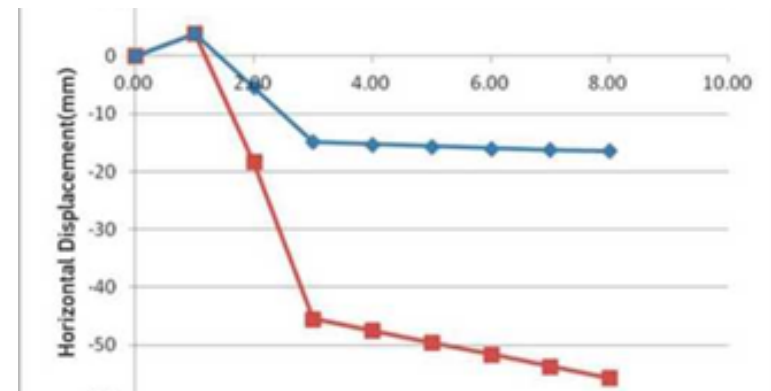
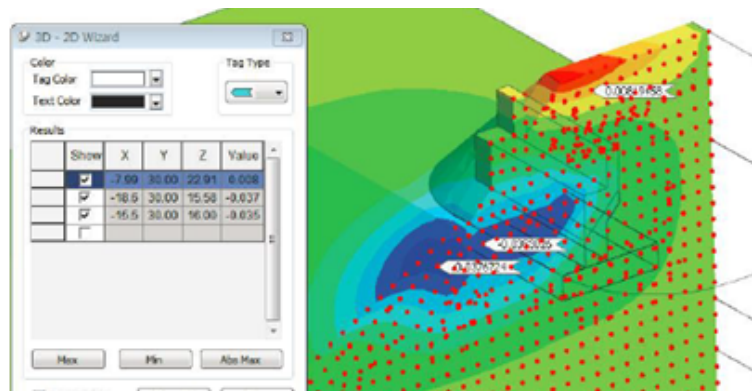
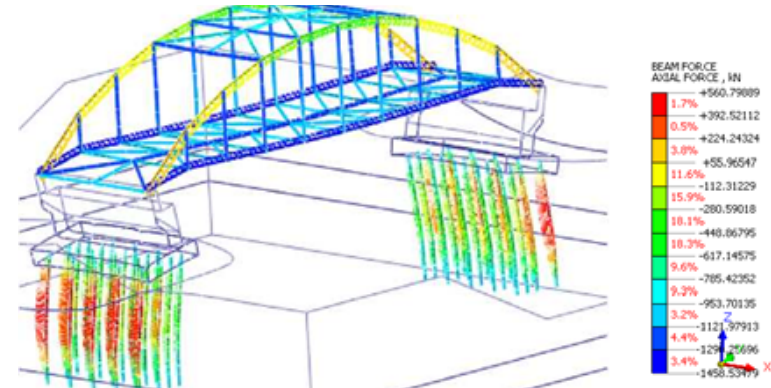
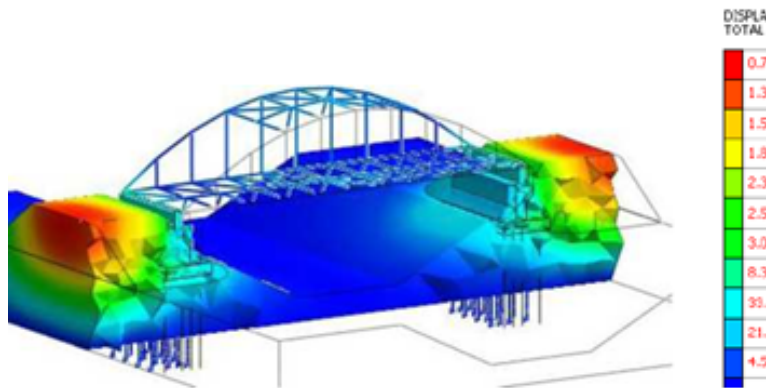
Cimentación de costa marina



Pilote Hincado



## Resultados claves



---

Visita nuestra página web

**[www.midasoft.com/es/latinoamerica](http://www.midasoft.com/es/latinoamerica)**

Síguenos en nuestras redes sociales

**@midaslatinoamerica**

Solicita una cotización

**[www.midasoft.com/es/latinoamerica/cotiza](http://www.midasoft.com/es/latinoamerica/cotiza)**



---

**¡Conectémonos!**





# midas Latinoamérica

Juntos, construimos un mundo mejor

[www.midasoft.com/es/latinoamerica](http://www.midasoft.com/es/latinoamerica)

