

## **CORRECCIONES DE INESTABILIDADES EN VERTEDEROS. CASOS PRÁCTICOS.**



**Alfredo Alvarez Gutiérrez y Javier Alonso Vázquez**  
**DIVISIÓN DE ACTUACIONES AMBIENTALES**

**IV Congreso sobre Mejores Tecnologías Disponibles en vertederos, suelos  
contaminados y gestión de residuos**

# INDICE

## CORRECCIONES DE INESTABILIDADES EN VERTEDEROS. CASOS PRÁCTICOS.

- 1. Introducción a la corrección de inestabilidades: problemática.
- 2. Corrección de inestabilidades de un vaso de vertido.
  - 2.1. Modificación de la geometría del talud
  - 2.2. Correcciones por drenaje (Aguas y Lixiviados)
  - 2.3. Correcciones con elementos de contención
  - 2.4. Correcciones con otro tipo de elementos o actuaciones
  - 2.5. Correcciones de inestabilidad de la capa de sellado
- 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

CADA EMPLAZAMIENTO TIENE UNAS CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONANTES QUE HACEN QUE LAS SOLUCIONES A DESARROLLAR PARA SU ESTABILIZACIÓN SEAN “UN TRAJE A MEDIDA” QUE HAY QUE DISEÑAR ADECUADAMENTE.

## 1. Introducción a la corrección de inestabilidades: problemática .

Vamos a describir las medidas más usuales de restitución del equilibrio de taludes inestables, con objeto de ordenarlas y adaptarlas al campo de los vertederos. Tras analizar cuales son las causas más frecuentes de inestabilidad, las agruparemos según actúen más o menos directamente. Así, se identifican cuatro causas principales:

- Desequilibrio geométrico
- Acciones externas desfavorables
- Aumento de las presiones intersticiales
- Pérdida de resistencia del terreno/material depositado

Para corregirlas se pueden tomar, entre otras, las siguientes medidas:

- Restitución del equilibrio geométrico (modificación de la geometría de los residuos)
- Aplicación de acciones externas favorables (p.e. elementos de contención)
- Drenaje de aguas/lixiviados (superficial y profundo) y de gases
- Mejora de las propiedades resistentes del terreno/material depositado

ES MUY IMPORTANTE HACER UN BUEN DISEÑO, CONTEMPLANDO YA EN LA FASE DE PROYECTO ESTOS ASPECTOS PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES

### 2.1. Modificación de la geometría del talud

Es la forma teóricamente más fácil de aumentar la seguridad de un talud y persigue disminuir la intensidad de las fuerzas desestabilizantes en unas zonas y aumentar la resistencia al corte del material en otras.

Su principal inconveniente es que el movimiento de residuos:

- Suele llevar asociado la generación de olores y la posible presencia o aparición de lixiviados
- Es un material heterogéneo y pueden producirse inestabilidades en estas operaciones, por lo que han de ejecutarse con mucho cuidado



UN BUEN PLAN DE EXPLOTACIÓN Y SU CUMPLIMIENTO, ASÍ COMO UN SEGUIMIENTO DE LA EVOLUCIÓN DE LA MORFOLOGÍA CON ELEMENTOS DE CONTROL DE MOVIMIENTOS PUEDEN ADELANTARSE A LA APARICIÓN DE FENOMENOS DE INESTABILIDAD

### 2.2. Correcciones por drenaje (Aguas y Lixiviados)

Señalar que algunos de los fenómenos de inestabilidad tienen lugar, durante o después de lluvias y son debidos básicamente al aumento de peso debido a la saturación de la masa deslizante y/o a la presencia de elevadas presiones intersticiales en su interior.

EL DRENAJE SUPERFICIAL O PROFUNDO, COMBINADOS O NO, SERÁ SIEMPRE PUES, UNA MEDIDA POSITIVA PARA ESTABILIZAR UN TALUD Y DEL CONJUNTO DE RESIDUOS.

Es preciso recordar que para proyectar un adecuado sistema de drenaje, del tipo que sea, es necesario conocer previamente las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas de la zona. Así como la morfología y fases de explotación del vaso de vertido, estimándose también la generación lixiviados, ya que en ocasiones los sistemas de drenaje son poco o nada eficaces debido al desconocimiento previo de estas condiciones.

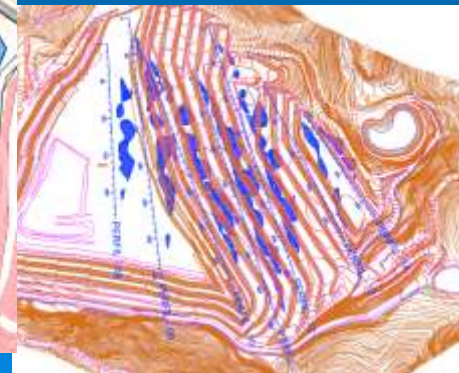


### 2.2. Correcciones por drenaje (Aguas y Lixiviados)

Dos aspectos de particular importancia, que no deben olvidarse nunca, son los de dar salida adecuada a las aguas evacuadas por los distintos elementos de drenaje, así como a los lixiviados, y el de su periódico mantenimiento y conservación.

Suele ser frecuente prestarle poca atención en los proyectos, convirtiéndose en un problema difícil de resolver cuando la obra ya ha sido construida y está en explotación.

Con el paso del tiempo, las cunetas ven reducida su sección por las acumulaciones de materiales arrastrados por el agua, por asientos y por la presencia de plantas que en ellas arraigan, etc. Los elementos de captación de lixiviados pierden sección por el depósito de sólidos y otros elementos perdiendo capacidad de drenaje. Por ello es preciso prestarles unos mínimos cuidados para que se encuentren en perfectas condiciones, ya que de ello puede depender, como se ha dicho anteriormente, el grado de estabilidad futuro del talud. En consecuencia, el no prestar la debida atención a todos estos elementos implica que a la larga se conviertan en perjudiciales más que beneficiosos.



## 2. Corrección de inestabilidades de un vaso de vertido.

### 2.2. Correcciones por drenaje (Aguas y Lixiviados)

Es mejor elementos de drenaje abiertos, fáciles de limpiar y conservar que cerrados en los cuales no se ven los fallos hasta que se producen. Si no es posible, como suele ser el caso de los lixiviados, mejor dejar puntos de control para su inspección, limpieza y mantenimiento.



### 2.3. Correcciones con elementos de contención

Este método se basa en aplicar al talud o masa de residuos una fuerza resistente que contrarreste a la que desarrolla la masa de residuos a lo largo de la superficie de deslizamiento pésima, para alcanzar un coeficiente de seguridad preestablecido y aceptable a largo plazo.

Se emplean normalmente como sistemas de contención los diques de materiales sueltos y en algunos casos muros de hormigón armado (menor volumen), escollera o gaviones.

Siempre han de impermeabilizarse y contemplar medidas para el drenaje de aguas pluviales y de lixiviados para evitar problemas en el futuro.





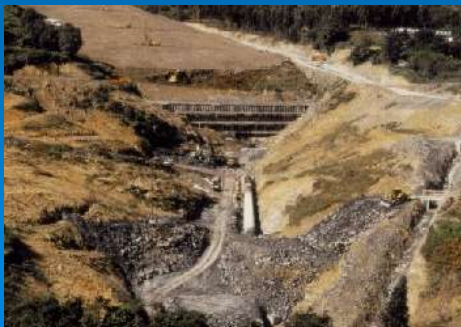
## 2. Corrección de inestabilidades de un vaso de vertido.

### 2.4. Correcciones con otro tipo de elementos o actuaciones

Dentro del apartado de correcciones con otro tipo de elementos o actuaciones, estarían otros métodos de estabilización que consistirían en la ejecución de elementos de sostenimiento de taludes o cimentaciones clásicos como son las pantallas, pantallas de pilotes o micropilotes, etc, pantallas drenantes o elementos de subdrenaje para la corrección de la afección de aguas subterráneas, o actuaciones encaminadas a aliviar presiones de gases en la masa de residuos, entre otras.



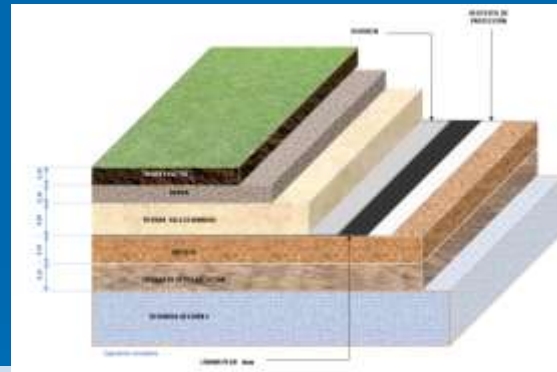
Se trata de métodos de estabilización singulares y que han de estudiarse muy en profundidad su aplicación. En general, los sistemas comentados en los apartados anteriores se empleará en multitud de ocasiones, mientras que éstos últimos se llevarán a cabo pocas veces, porque los elementos han de sostener sin atravesar el vaso si éste está impermeabilizado, por lo que han de ser sistemas de sostenimiento adosados o accesorios a los principales, que ayuden o refuercen a éstos .



## 2. Corrección de inestabilidades de un vaso de vertido.

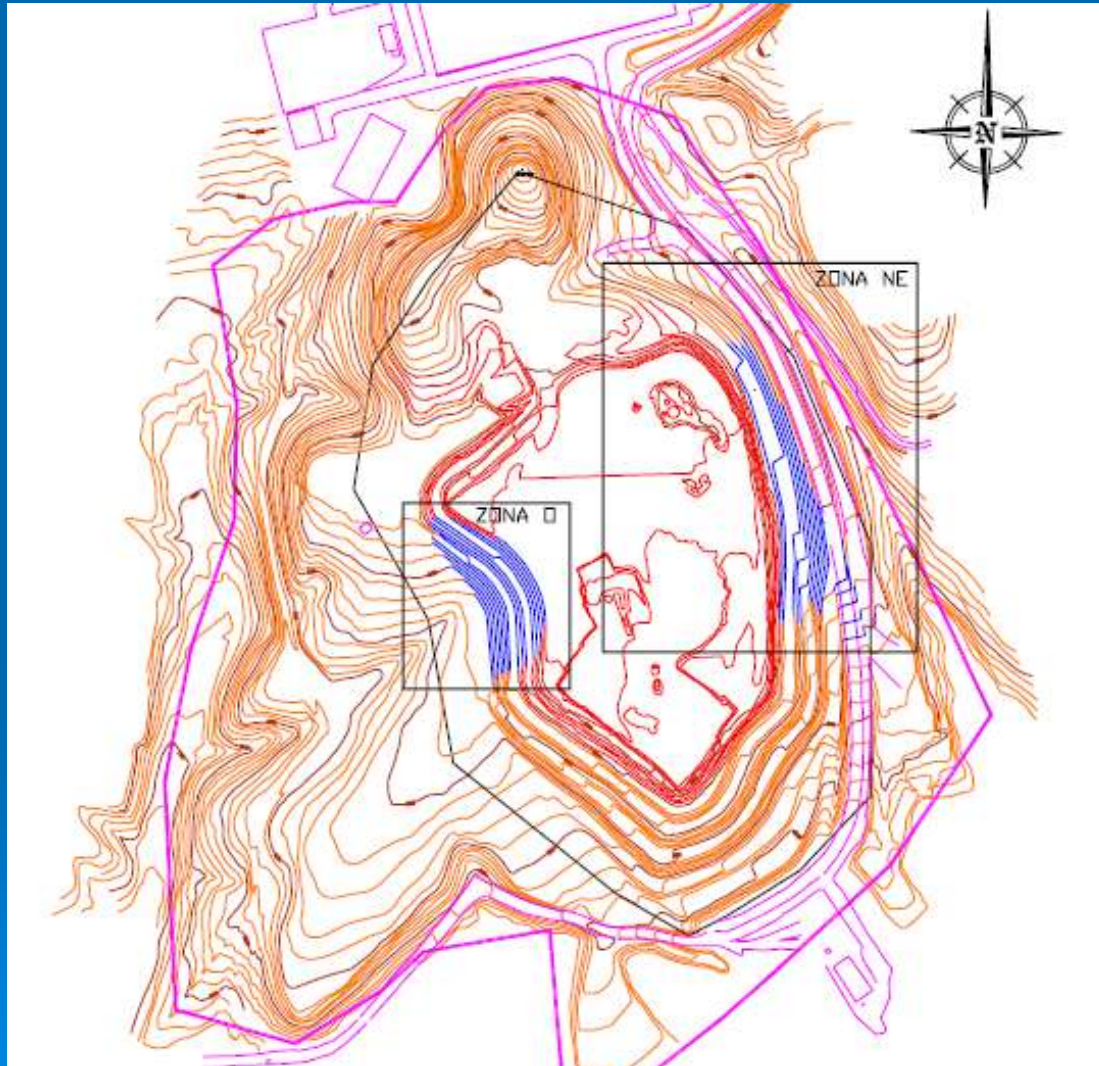
### 2.5. Correcciones de inestabilidad de la capa de sellado

En el diseño de la capa de sellado de un depósito controlado ha de comprobarse también la estabilidad en la fase de proyecto y, además, verificarse antes de la ejecución porque pueden existir diferencias que hagan que los materiales seleccionados no sean los adecuados o se haya variado la morfología proyecta haciendo que no se cumplan las premisas tomadas en el diseño y haya que adaptarla a la situación actual. También ha de prestarse atención a la ejecución, para que ésta se realice con los materiales y espesores de diseño, colocándose para obtener las características resistentes de diseño y se haga el tratamiento de revegetación que ayude a la estabilidad a largo plazo.



### 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

#### 3.1. Modificación de la geometría del talud y empleo de elementos de contención



### 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

#### 3.1. Modificación de la geometría del talud y empleo de elementos de contención



**ESTADO INICIAL  
DEL  
EMPLAZAMIENTO**



### 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

#### 3.1. Modificación de la geometría del talud y empleo de elementos de contención

#### ESTADO INICIAL DEL EMPLAZAMIENTO

Zona NE. Bermas eliminadas durante la explotación de la celda



Zona NE. Talud con pendientes superiores a 1,3H:1V



Zona O. Talud con pendientes superiores a 1,7H:1V



### 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

#### 3.1. Modificación de la geometría del talud y empleo de elementos de contención



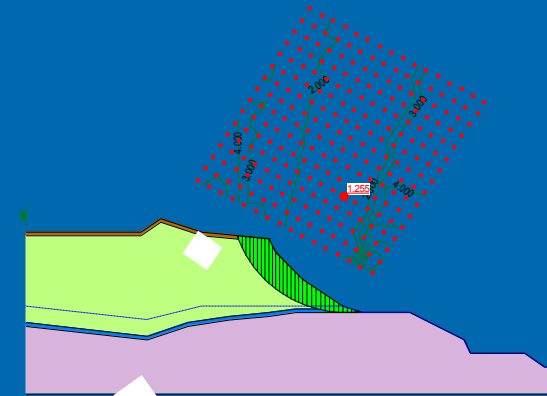
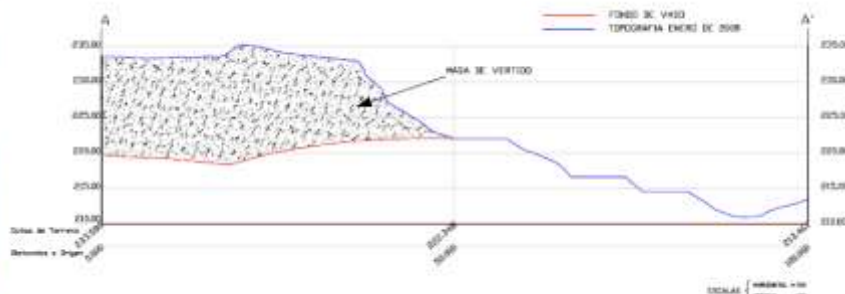
**ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL ESTADO INICIAL**  
Caracterización de materiales

# 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

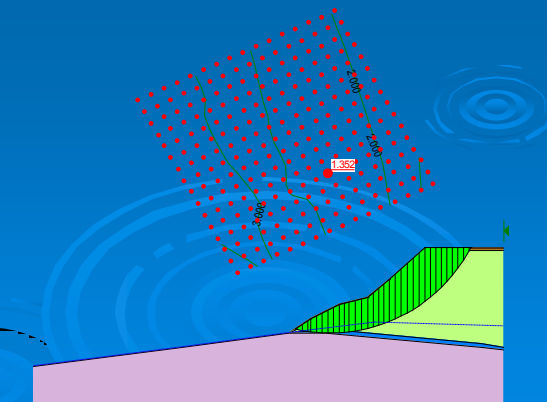
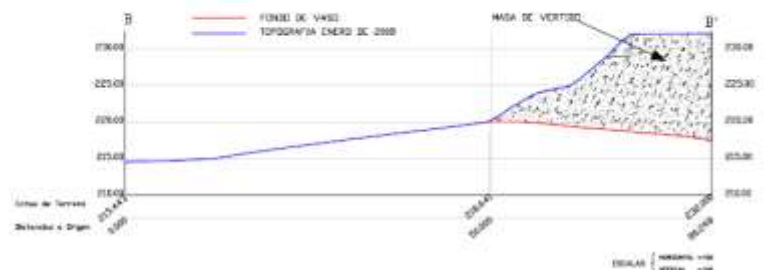
## 3.1. Modificación de la geometría del talud y empleo de elementos de contención

### ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL ESTADO INICIAL

ZONA NE



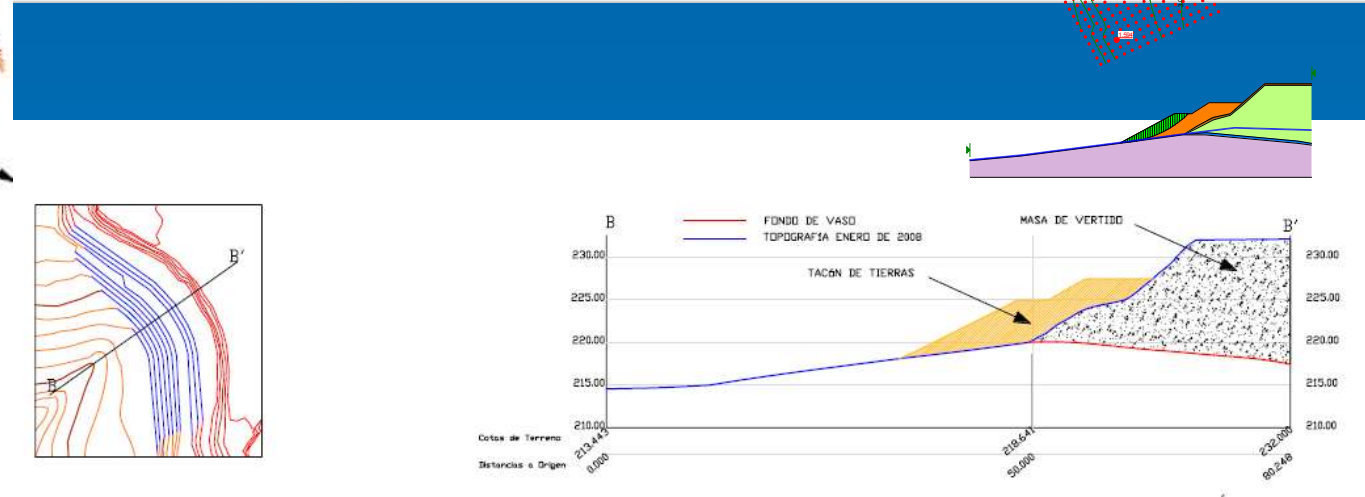
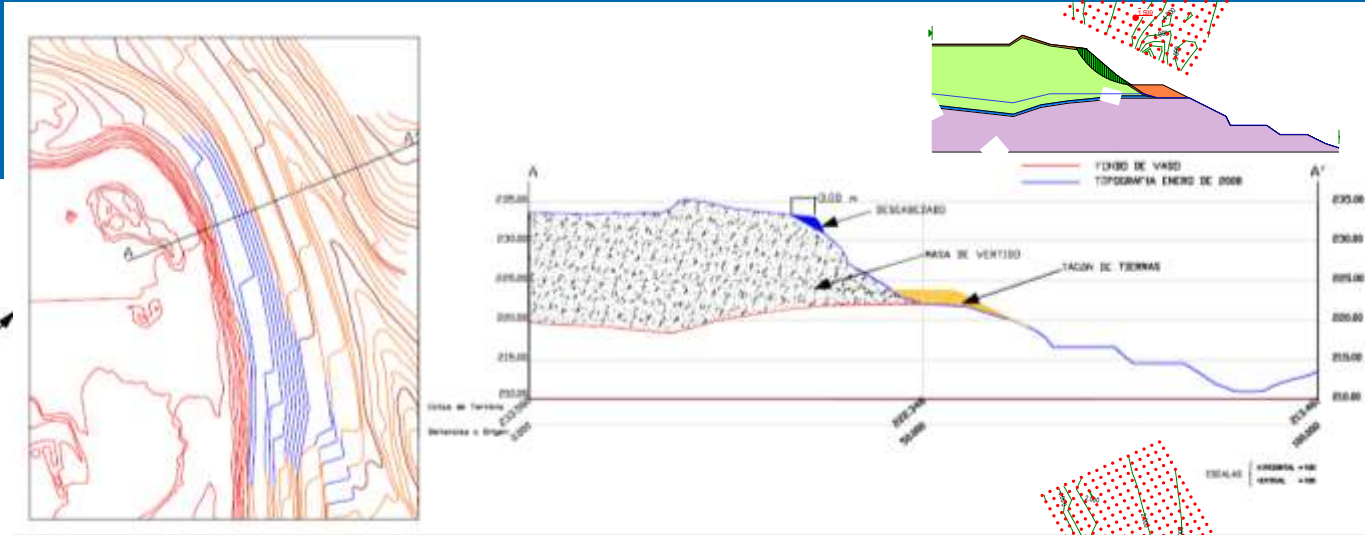
ZONA O



# 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

## 3.1. Modificación de la geometría del talud y empleo de elementos de contención

### SOLUCIONES PROPUESTAS

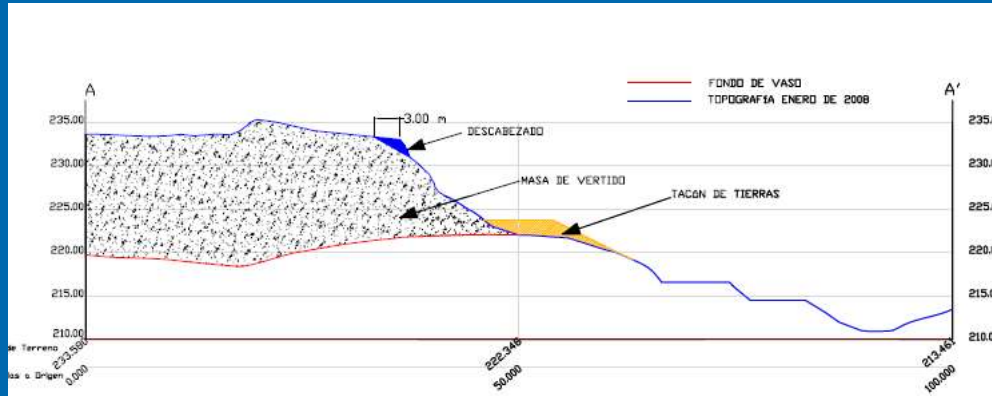




### 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

#### 3.1. Modificación de la geometría del talud y empleo de elementos de contención

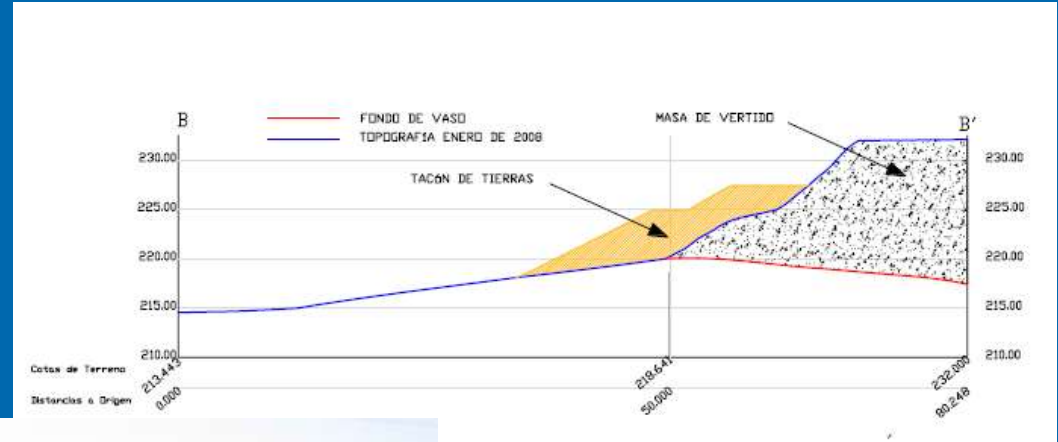
#### SOLUCIÓN PROPUESTA TALUD ZONA NE



### 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

#### 3.1. Modificación de la geometría del talud y empleo de elementos de contención

## SOLUCIÓN PROPUESTA TALUD ZONA O



### 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

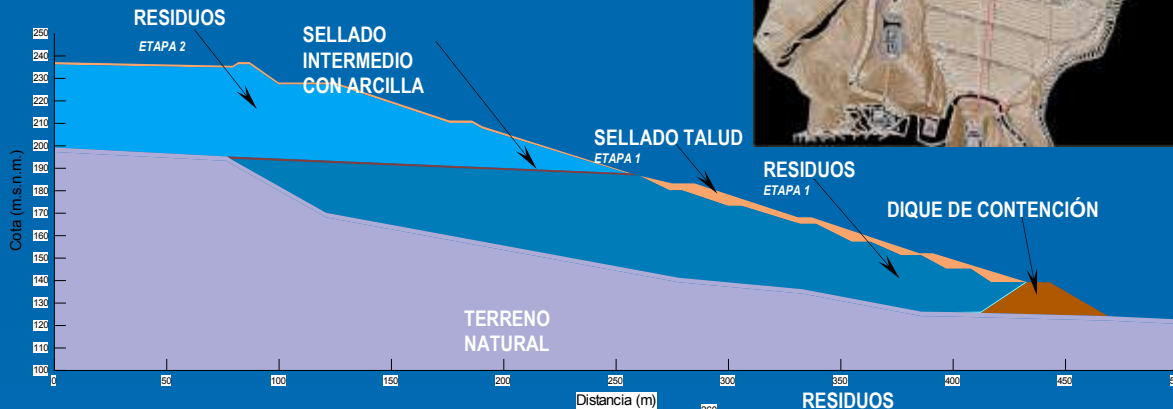
#### 3.2. Drenaje de aguas/lixiviados (superficial y profundo) y de gases



# 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

## 3.2. Drenaje de aguas/lixiviados (superficial y profundo) y de gases

### ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL ESTADO INICIAL DEL EMPLAZAMIENTO

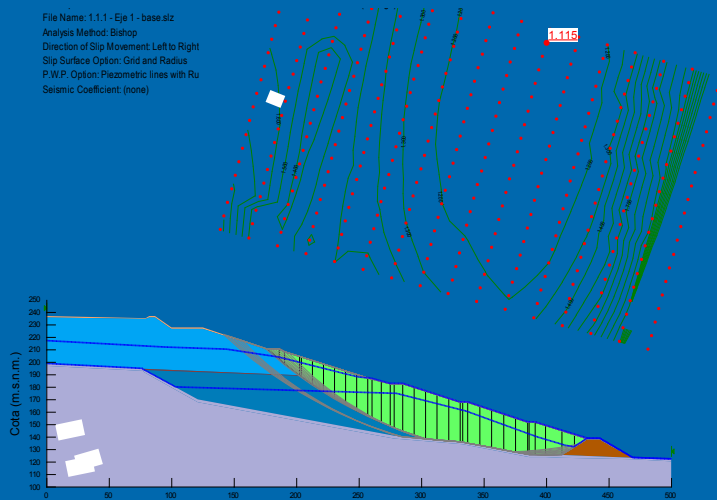


# 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

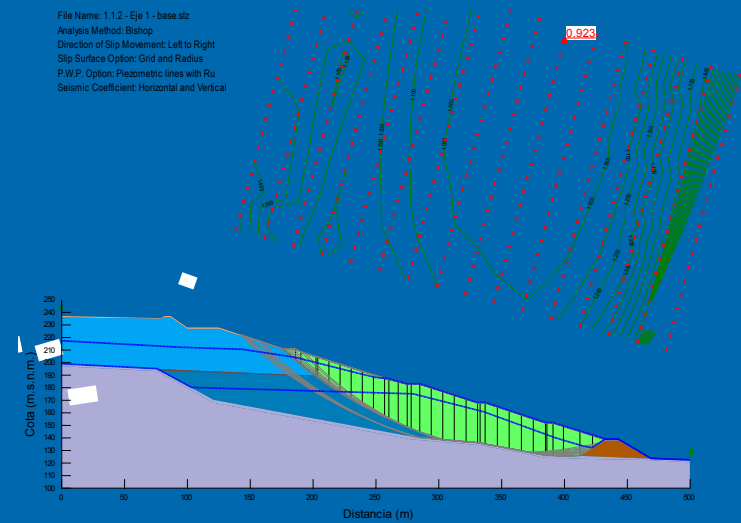
## 3.2. Drenaje de aguas/lixiviados (superficial y profundo) y de gases

### ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL ESTADO INICIAL y BALANCE HIDRICO

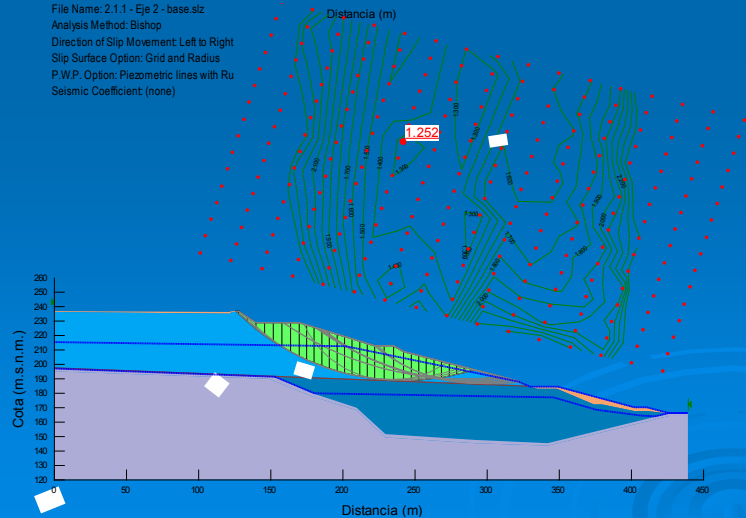
File Name: 1.1.1 - Eje 1 - base.siz  
 Analysis Method: Bishop  
 Direction of Slip Movement: Left to Right  
 Slip Surface Option: Grid and Radius  
 P.W.P. Option: Piezometric lines with Ru  
 Seismic Coefficient: (none)



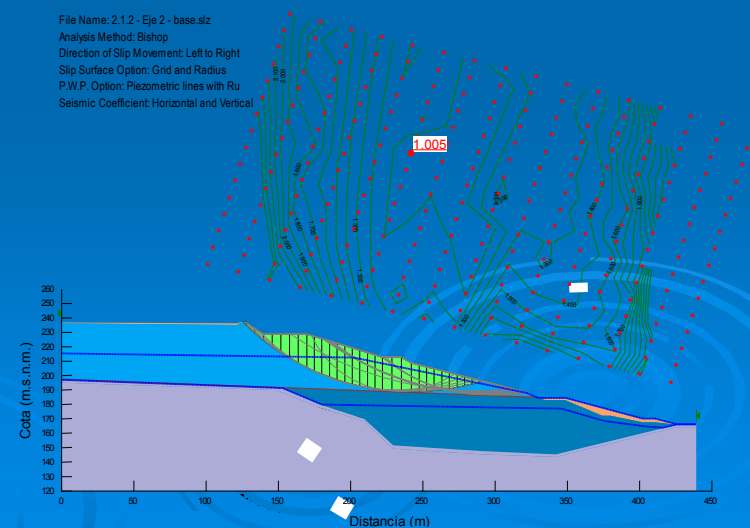
File Name: 1.1.2 - Eje 1 - base.siz  
 Analysis Method: Bishop  
 Direction of Slip Movement: Left to Right  
 Slip Surface Option: Grid and Radius  
 P.W.P. Option: Piezometric lines with Ru  
 Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



File Name: 2.1.1 - Eje 2 - base.siz  
 Analysis Method: Bishop  
 Direction of Slip Movement: Left to Right  
 Slip Surface Option: Grid and Radius  
 P.W.P. Option: Piezometric lines with Ru  
 Seismic Coefficient: (none)



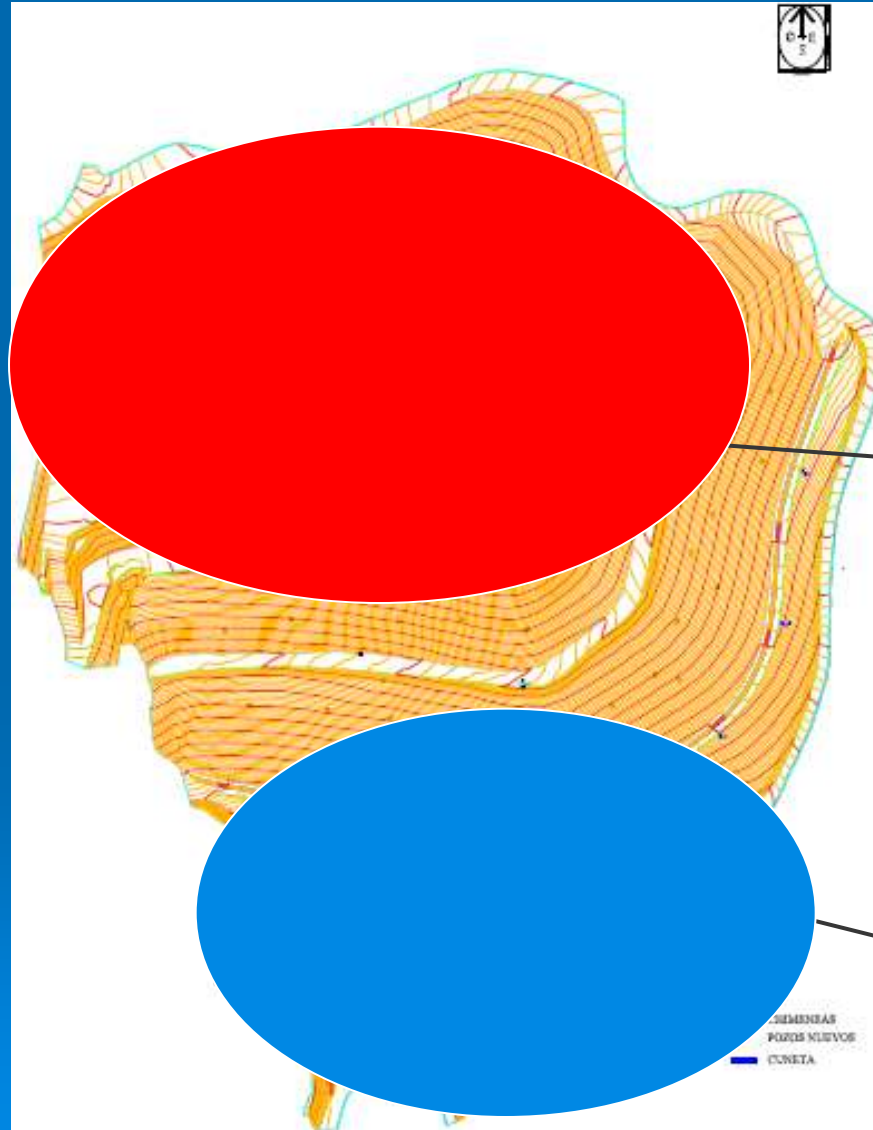
File Name: 2.1.2 - Eje 2 - base.siz  
 Analysis Method: Bishop  
 Direction of Slip Movement: Left to Right  
 Slip Surface Option: Grid and Radius  
 P.W.P. Option: Piezometric lines with Ru  
 Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



### 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

#### 3.2. Drenaje de aguas/lixiviados (superficial y profundo) y de gases

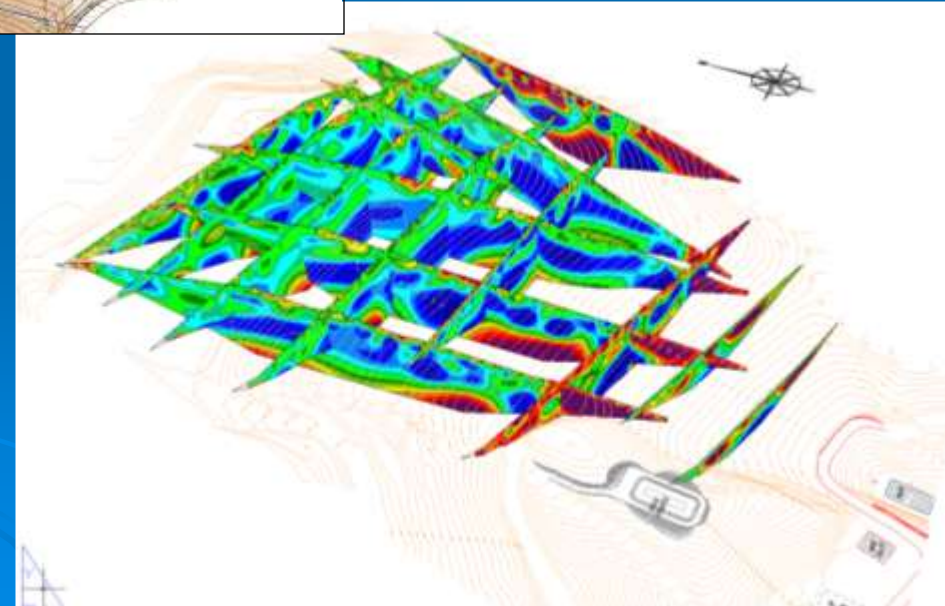
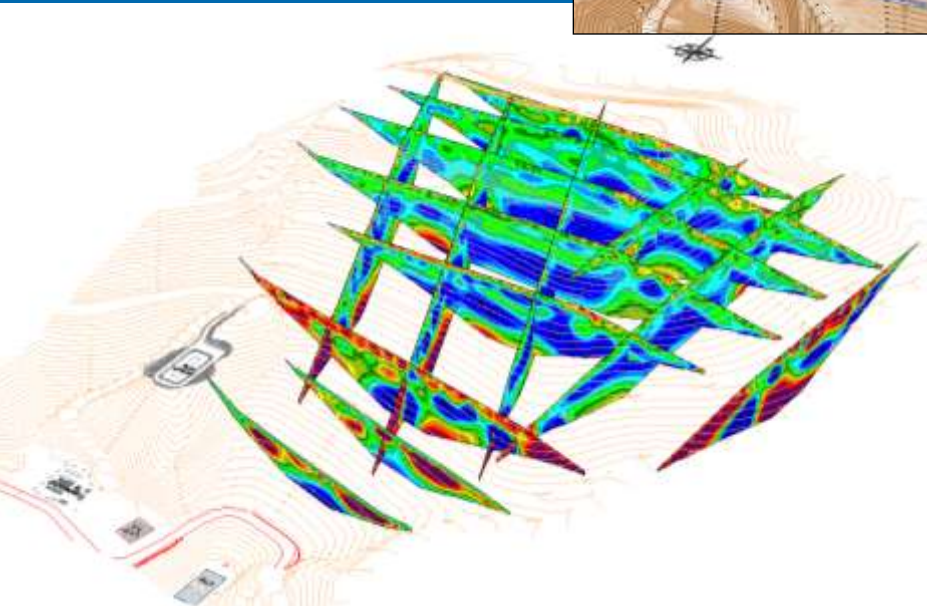
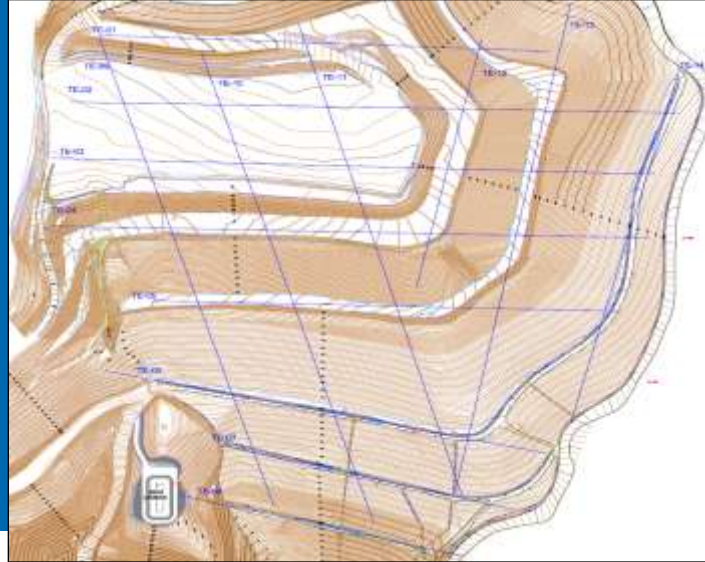
- CAMPAÑA DE SONDEOS DE INVESTIGACIÓN
- 1ª CAMPAÑA DE POZOS DE EXTRACCIÓN - INFILTRACIÓN DE LIXIVIADOS/BIO GAS
- POZOS DE EXTRACCIÓN DE BIOGAS



### 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

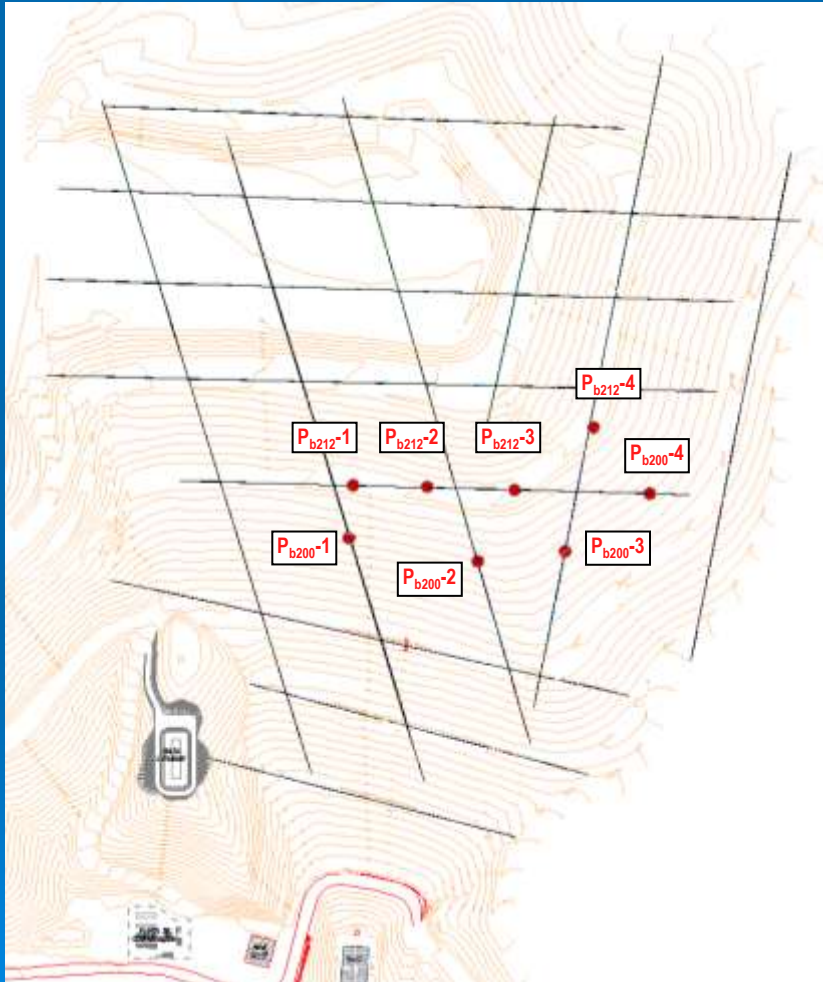
#### 3.2. Drenaje de aguas/lixiviados (superficial y profundo) y de gases

## ESTUDIO DE NIVELES DE LIXVIADOS



### 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

#### 3.2. Drenaje de aguas/lixiviados (superficial y profundo) y de gases



### 2ª CAMPAÑA DE POZOS DE EXTRACCIÓN - INFILTRACIÓN DE LIXIVIADOS/BIOGAS

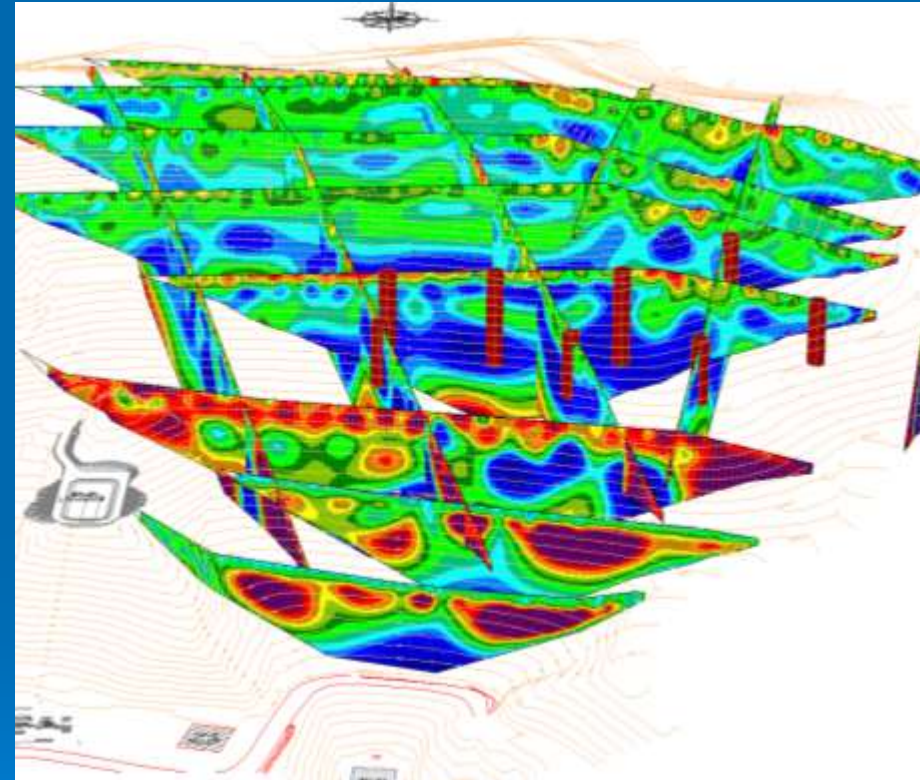
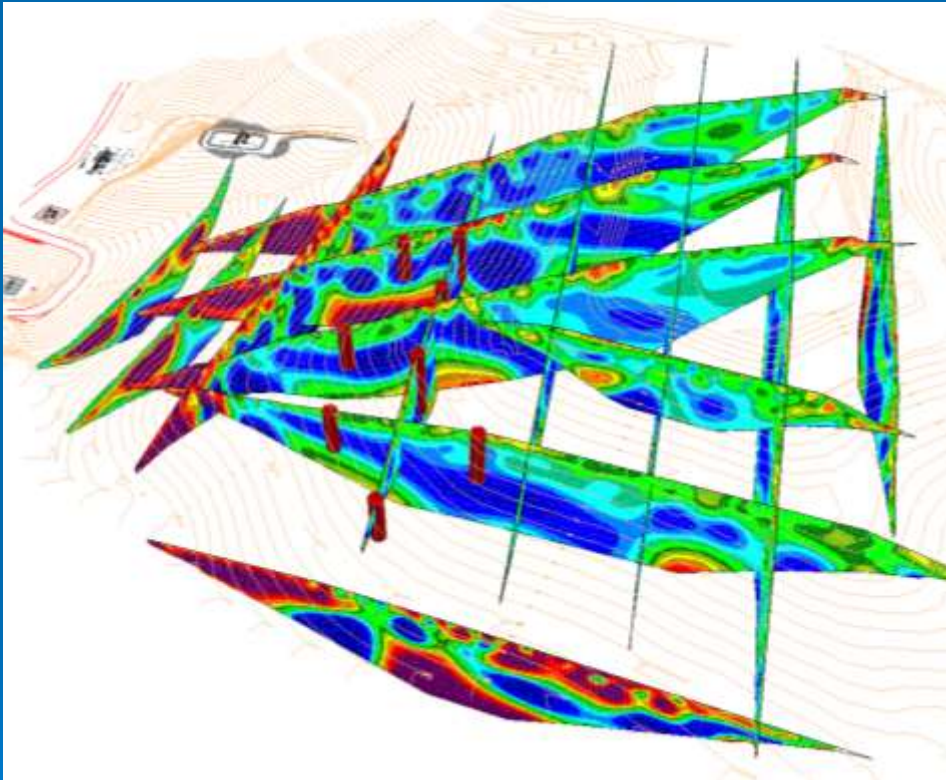




### 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

3.2. Drenaje de aguas/lixiviados (superficial y profundo) y de gases

#### 2ª CAMPAÑA DE POZOS DE EXTRACCIÓN DE LIXIVIADOS/BIOGAS



### 3. Ejemplos de correcciones de estabilidad referidos a los apartados anteriores.

#### 3.2. Drenaje de aguas/lixiviados (superficial y profundo) y de gases



#### TRABAJOS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LAS ACTUACIONES

- Red de hitos de control de movimientos
- Red de inclinómetros de control de movimientos
- Red de piezómetros de control de niveles de lixiviados
- Control de caudales extraídos



# **GEOCISA**

## **CORRECCIONES DE INESTABILIDADES EN VERTEDEROS. CASOS PRÁCTICOS.**

# **¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!**

**Alfredo Alvarez Gutiérrez** [aalvarezg@geocisa.com](mailto:aalvarezg@geocisa.com)

**Javier Alonso Vázquez** [jalonsov@geocisa.com](mailto:jalonsov@geocisa.com)

**DIVISIÓN DE ACTUACIONES AMBIENTALES  
SERVICIO TECNICO E I+D+I**

[www.geocisa.com](http://www.geocisa.com)

**IV Congreso sobre Mejores Tecnologías Disponibles en vertederos, suelos  
contaminados y gestión de residuos**