



═══════════ Maestría en Ingeniería Geotécnica - MIG ═══════════  
(Carrera Binacional Argentina - Alemania)

Asignatura ACMIG03:

# Comportamiento Mecánico de Suelos

---

Dr. Juan Pablo Ibañez

[juan.pablo.ibanez@ingenieria.uncuyo.edu.ar](mailto:juan.pablo.ibanez@ingenieria.uncuyo.edu.ar)

+54 261 5796326



═══════ Maestría en Ingeniería Geotécnica - MIG ═══════  
(Carrera Binacional Argentina - Alemania)

# Introducción al comportamiento mecánico de suelos

---

ACMIG03: Comportamiento Mecánico de Suelos

Dr. Juan Pablo Ibañez

[juan.pablo.ibanez@ingenieria.uncuyo.edu.ar](mailto:juan.pablo.ibanez@ingenieria.uncuyo.edu.ar)

+54 261 5796326

## Estudios de caso: Comportamientos que impactan

**CASO I: Tragedia de Mariana**

**CASO II: Tragedia de Brumadinho**

**CASO III: Tragedia en Petropolis**

**CASO IV: Tragedia en Las Tejerias**

**CASO V: Túnel de METRO RIO en Gávea**

**CASO VI: Soterramiento del FFCC Sarmiento (CABA)**

## Comportamientos que impactan I

**5-11-2015 - Colapso de la presa de residuo minero en Bento Rodrigues, MG (Brasil).**

La magnitud del evento y el costo humano y posibles causas del colapso

<https://www.youtube.com/watch?v=KIQf3PvaWCY>

Las represas contenían desechos de la extracción del mineral de hierro de numerosas minas de la región. Es considerado el mayor desastre ambiental de la historia de Minas Gerais. Los desechos llegaron al río Doce, cuya cuenca hidrográfica abarca 230 municipios que utilizan sus aguas para abastecer a la población. Ambientalistas creen que los desechos recién comenzarán a ser eliminados del mar en aproximadamente 100 años.

Posibles causas: liquefacción por eventos sísmicos de baja intensidad o colapso de pila de esteriles próxima.



## Comportamientos que impactan II

**25-01-2019 - Colapso de la presa de residuo minero de Brumadinho, MG (Brasil).**

El momento del colapso

<https://www.youtube.com/watch?v=L1Feq5-y5J0>

La magnitud del evento y el costo humano

<https://www.youtube.com/watch?v=xyhaCbVtR9Q>

Análisis del colapso

[https://www.youtube.com/watch?v=ZR8OeTzy\\_Ds](https://www.youtube.com/watch?v=ZR8OeTzy_Ds)

Un dique minero con aguas residuales de la mina Córrego de Feijão,, se derrumbó y derramó miles de metros cúbicos de agua y barro eventualmente tóxico sobre la región. Fue la segunda catástrofe protagonizada por la empresa en menos de cuatro años, luego de la catástrofe de las represas de Bento Rodrigues.

Se contabilizan 261 muertos y 9 desaparecidos.



## Comportamientos que impactan II

<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/video/chuva-causa-enxurrada-em-comunidade-de-petropolis-10304942.ghtml>

### 25-01-2019 - Colapso de la presa de residuo minero de Brumadinho, MG (Brasil).

**05 octubre 2021** Un informe de la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), divulgado este lunes, señaló como posibles causas de la tragedia minera que dejó 270 muertos en Brasil **un fenómeno de licuefacción provocado por una perforación en la represa** de la compañía Vale, que colapsó el 25 de enero de 2019.

Los trabajos realizados por el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (Cimne), vinculado a la UPC, corroboran las conclusiones a las que llegó en febrero pasado la Policía Federal de Brasil. Para llegar a esas conclusiones, la institución catalana llevó a cabo **simulaciones con computadores y desarrollaron un modelo a partir de un conjunto de datos sobre el local**, cómo eran los materiales que había en la represa, cómo fue construida o los registros de precipitaciones de los últimos 40 años, entre otros factores.

El estudio apuntó que la rotura del dique situado en la ciudad de Brumadinho (sudeste), en el que Vale almacenaba una enorme cantidad de residuos, se produjo a partir de un **fenómeno de licuefacción, mediante el cual los sedimentos pasan de estado sólido a líquido**. El "potencial detonante" de esa licuefacción fue una perforación que se estaba realizando en un punto crítico de la represa.

“Es indiscutible que el colapso de la presa involucró el fenómeno de flujo por licuefacción”, **proceso "intrínsecamente relacionado con el comportamiento frágil del suelo no drenado"**, indicó el informe. Ello sobrecargó de tal forma la estructura del dique que ésta terminó por venirse abajo, lo que generó un 'tsunami' de residuos que cubrió miles de hectáreas y dejó 261 muertos y 9 desaparecidos.

## Comportamientos que impactan III

25-01-2019 – Deslizamiento laderas de por lluvias intensas en Petrópolis, RJ (Brasil).

El flujo de lodo por las calles

<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/video/chuva-causa-enxurrada-em-comunidade-de-petropolis-10304942.ghtml>



## Comportamientos que impactan IV

**08-10-2022 – Deslizamiento laderas de por lluvias intensas en Las Tejerías, (Venezuela).**

22 muertos y 52 desaparecidos dejó un deslave en Las Tejerías, un pueblo industrial en el centro de Venezuela, aumentando el saldo trágico de las fuertes lluvias, que registraron récords este año. Otras 13 personas murieron en diferentes regiones del país, también como consecuencia de las lluvias de las últimas semanas.

<https://www.infobae.com/america/venezuela/2022/10/10/tragedia-en-venezuela-la-cifra-de-muertos-por-un-deslave-aumento-a-31-mientras-continua-la-frenetica-busqueda-de-sobrevivientes/>





## Comportamientos que impactan V

12-10-2022 – Túnel de Estación de Metro en Gávea (Rio de Janeiro).

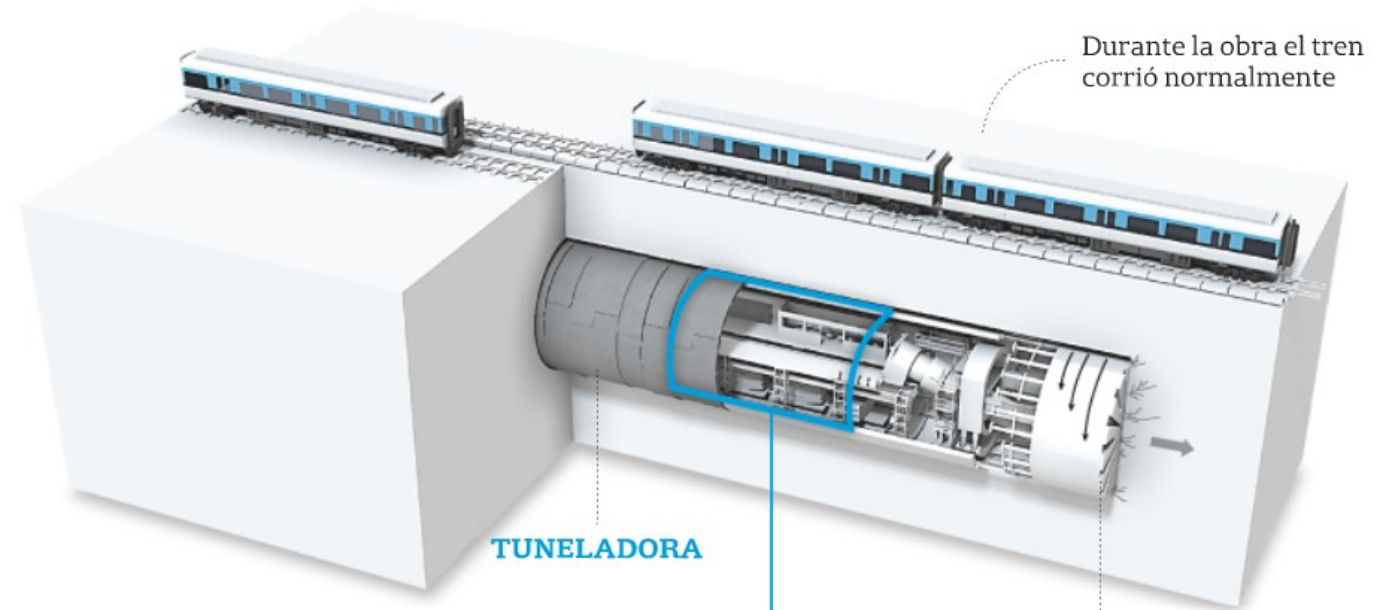
<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2021/04/15/estudo-aponta-que-estacao-do-metro-da-gavea-tem-risco-de-afundamento.ghtml>



## Comportamientos que impactan VI

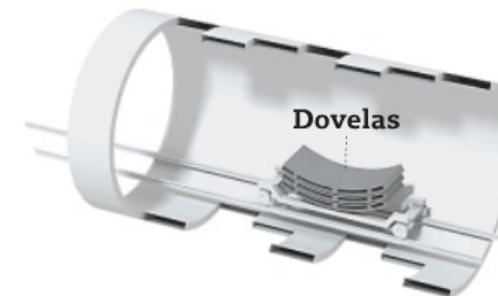
12-10-2022 – Soterramiento del Ferrocarril Sarmiento (CABA).

<https://www.lanacion.com.ar/economia/se-gastaron-millones-de-dolares-es-la-obra-mas-ambiciosa-de-la-historia-ferroviaria-moderna-pero-nid12102022/>



### CÓMO SE ARMA EL TÚNEL

- Las dovelas (bloques prearmados de hormigón) son llevadas hasta el frente de la máquina mediante un sistema de rieles



### Cabeza de corte

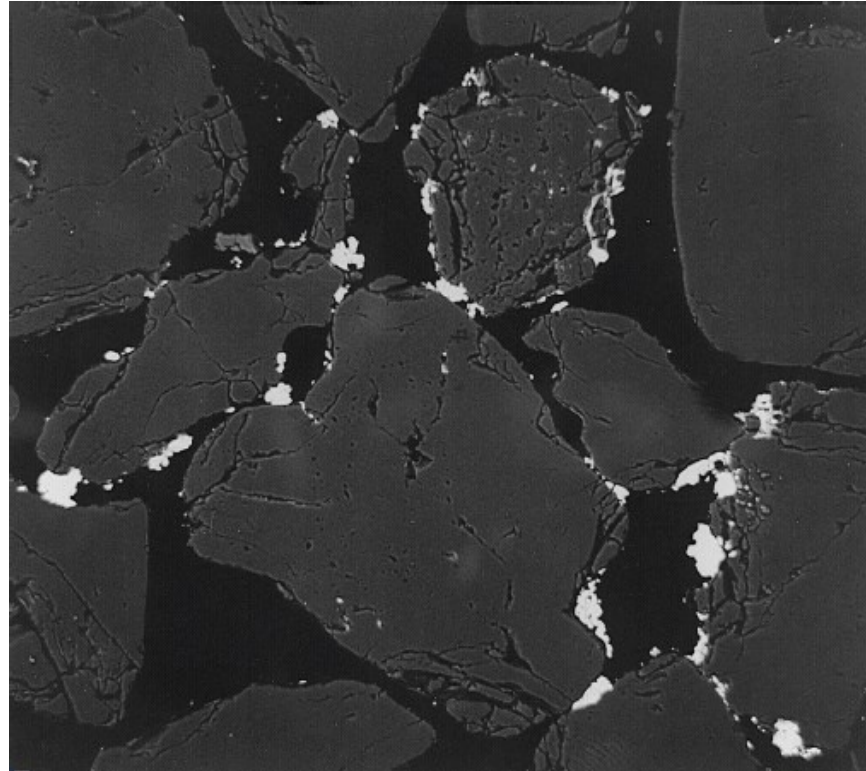
Es la parte delantera. A medida que gira, avanza horadando la tierra con discos de corte

## Tres tipos de material tipo y sus características

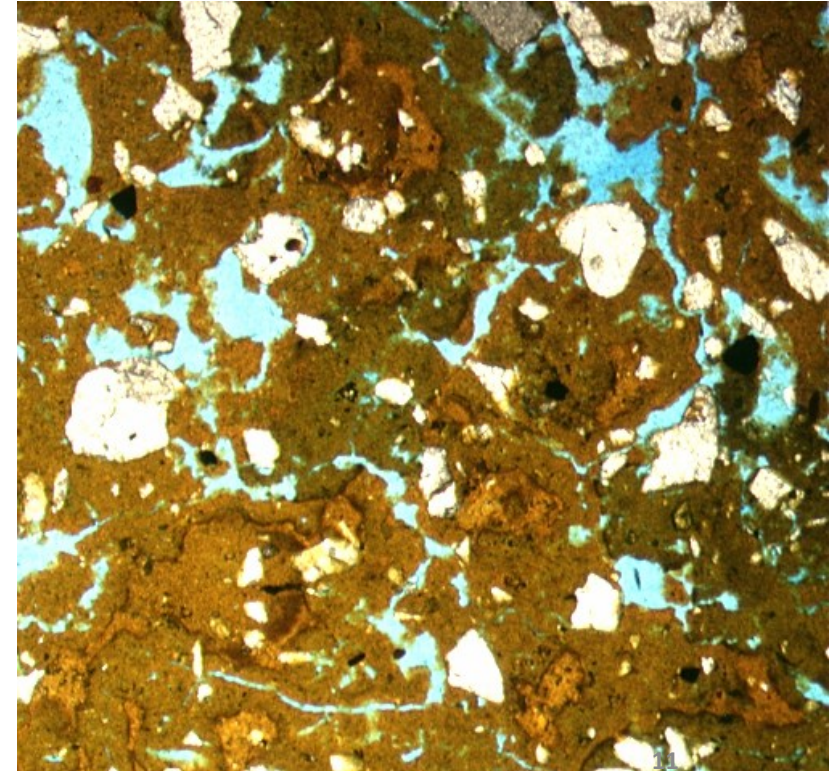
**Rocas  
(macizo)**



**Suelos granulares  
(grano grueso)**



**Suelos cohesivos  
(grano fino)**



## Tres tipos de material tipo y sus características

### **Rocas (macizo)**

MINERALOGIA y ORIGEN  
RIGIDEZ  
DENSIDAD  
ELASTICIDAD  
DIACLASADO  
FUERZAS DE MASA  
DILATANCIA

### **Suelos granulares (grano grueso)**

MINERALOGIA y ORIGEN  
FORMA DE LAS PARTICULAS  
GRADACION y DENSIDAD RELATIVA  
FUERZAS DE MASA  
ELASTOPLASTICIDAD  
DILATANCIA  
CONDICIONES DRENADAS

### **Suelos cohesivos (grano fino)**

MINERALOGIA y ORIGEN  
ESPEORES DE LAS LAMINAS  
LIMITES DE CONSISTENCIA  
FUERZAS DE SUPERFICIE  
PLASTICIDAD  
EXPANSION y CONTRACCION  
CONSOLIDACION  
CONDICIONES NO DRENADAS

# Comportamiento mecánico de Suelos

## CONSOLIDACIÓN

DEFORMABILIDAD  
ADENSAMIENTO y RIGIDIZACION  
TIEMPOS  
TRAYECTORIAS de CARGA, DESCARGA y RECARGA  
CONDICIONES DRENADAS

## RESISTENCIA AL CORTE

TENSIONES DE ROTURA  
DEFORMACIONES ELASTICAS y PLASTICAS  
TRAYECTORIAS de CARGA y DESCARGA  
DILATANCIA y CONTRACCION  
CONFINAMIENTO y CONSOLIDACIÓN  
CONDICIONES DRENADAS y NO DRENADAS