



CURSO GEOTECNIA III

EXCAVACIONES Y SOSTENIMIENTOS

Ing. Roberto TERZARIOL

Dr. Ing. Marcelo ZEBALLOS

Mg. Ing. Pedro COVASSI



APLICACIONES



CASOS DE APLICACION





CASOS DE APLICACION





CASOS DE APLICACION



■ Ghazipur underpass on NH24 is the only one in Delhi that has dedicated tracks for non-motorised vehicles.

RAJ K RAJ/ HT PHOTO





CASOS DE APLICACION





CASOS DE APLICACION

- **Pregunta 1. Cual es la máxima excavación que puedo realizar sin sostenimiento?.**
- Máxima solicitud que el terreno puede soportar, sin necesidad de sostenimiento.
- Vida útil de la excavación.
- Factores de Seguridad

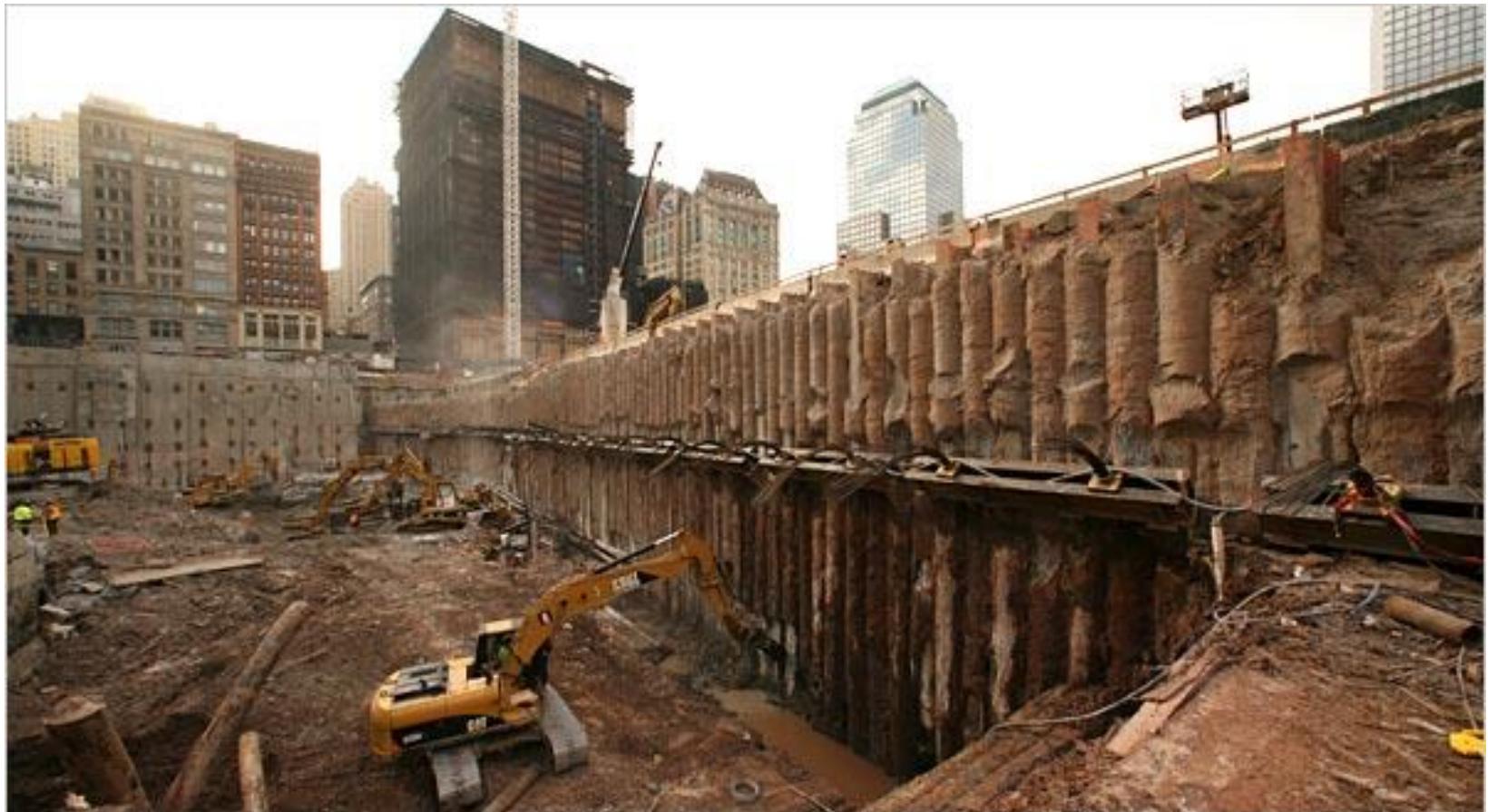




CASOS DE APLICACION

- **Pregunta 2.**

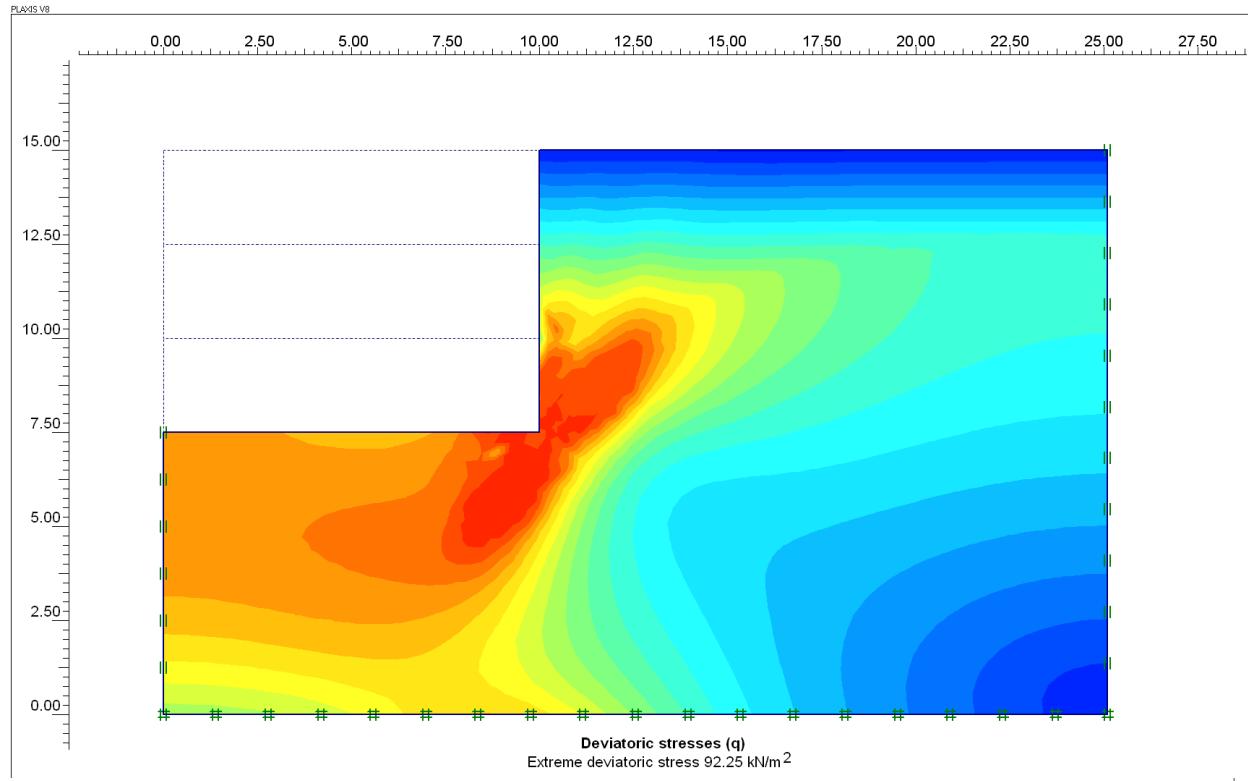
En el caso de aplicación del sostenimiento → Cuál es la solicitudación que genera el terreno sobre el sostenimiento?.





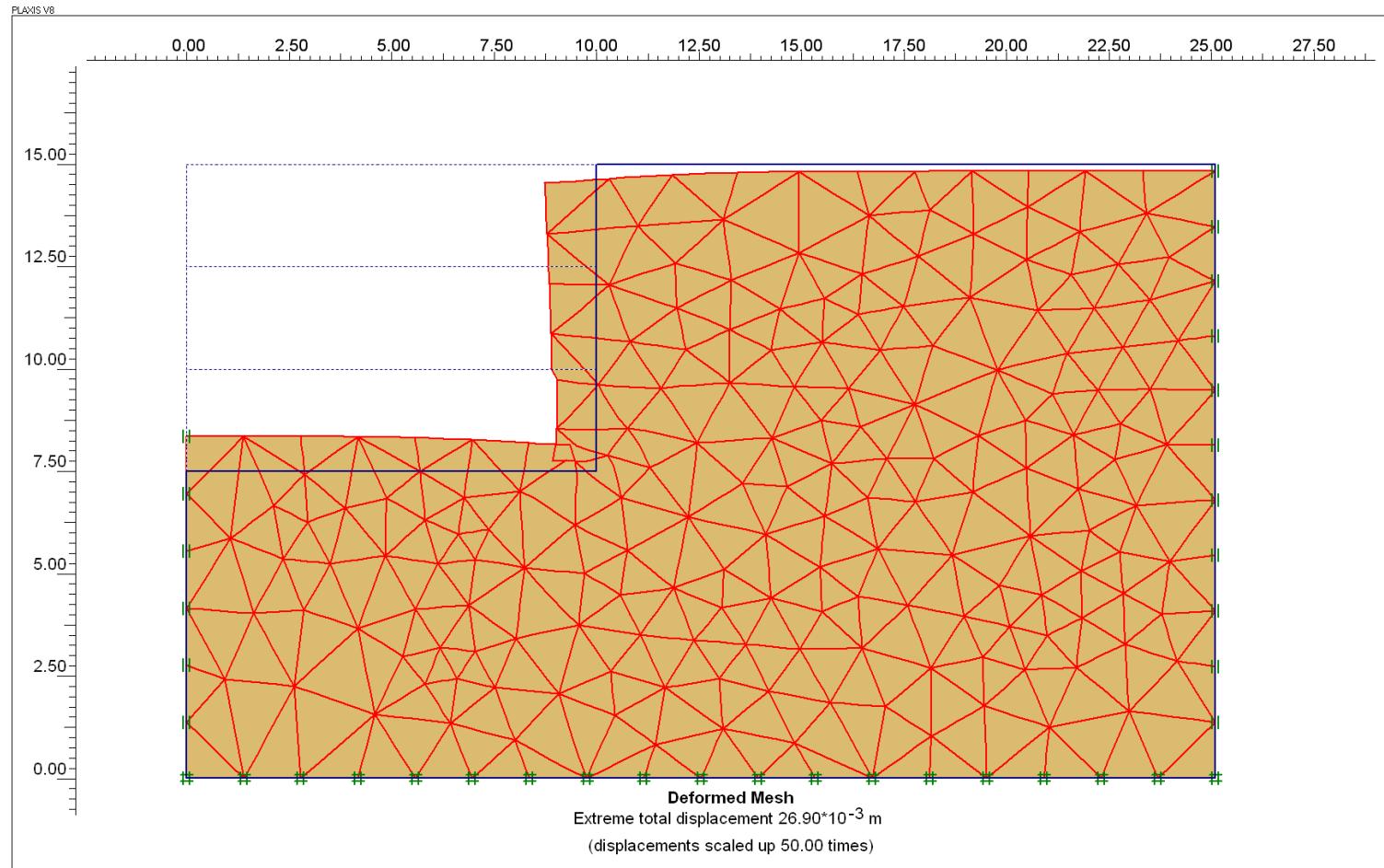
DESCRIPCION DEL PROBLEMA:

- La excavación es la extracción de “algo” del lugar donde se encuentra.
- Cómo queda el material “no excavado” luego de ejecutado el proceso?.





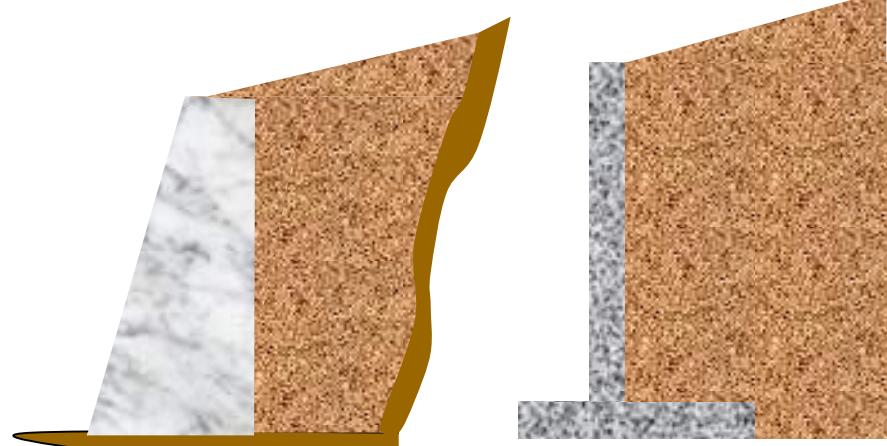
EFFECTOS DE LA EXCAVACIÓN... DESPLAZAMIENTOS



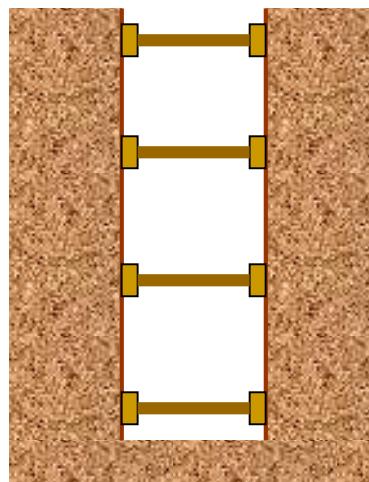
SOSTENIMIENTO DEL SUELO

DEFINICIÓN DEL SOSTENIMIENTO:

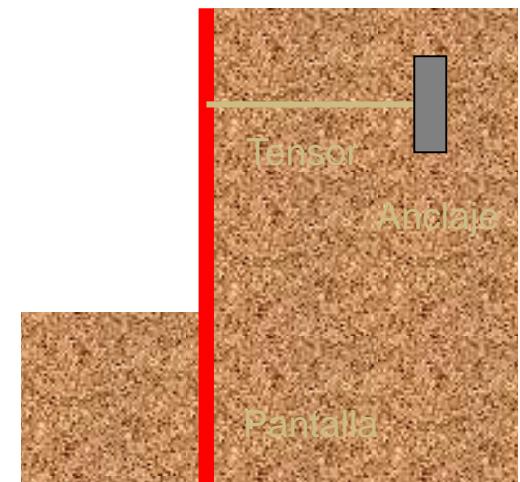
El sostenimiento se aplica cuando el suelo no puede autosoportar la excavación



Muro de sostenimiento



Excavación de
Zanjas



Pantallas Ancladas



SOSTENIMIENTO DEL SUELO



Muro de sostenimiento



SOSTENIMIENTO DEL SUELO



Muro de sostenimiento



SOSTENIMIENTO DEL SUELO



Muro de sostenimiento



OBJETIVO DEL SOSTENIMIENTO → EVITAR EL COLAPSO





OBJETIVO DEL SOSTENIMIENTO

EVITAR EL COLAPSO

Construcción
Túnel San Pablo





OBJETIVO DEL SOSTENIMIENTO

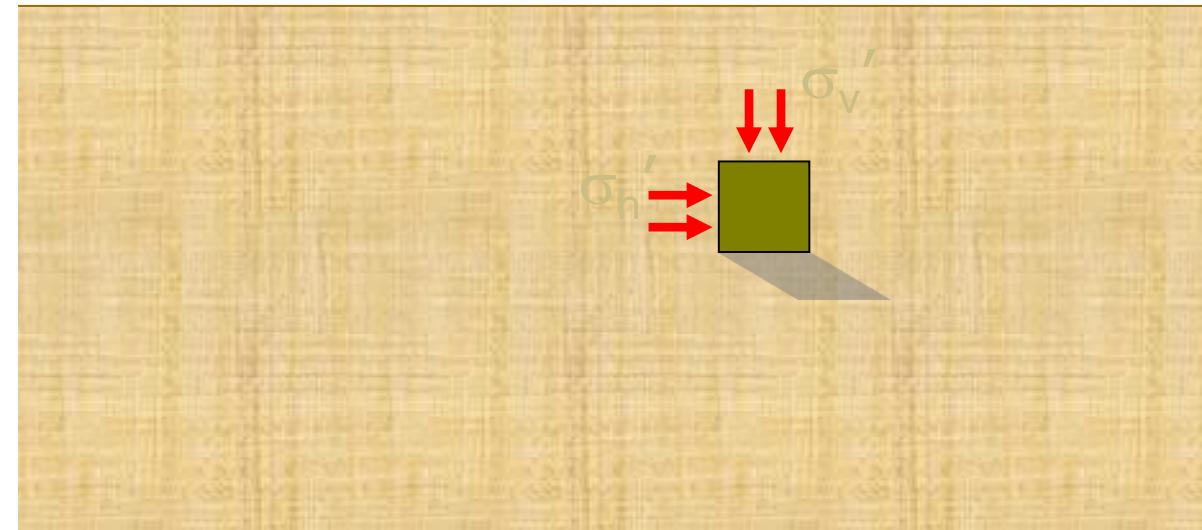
EVITAR EL COLAPSO





CONCEPTOS GENERALES DE EMPUJE

Depósito Natural
de Suelos
Homogéneos



La relación σ_h'/σ_v' → Coeficiente de Empuje en reposo (ko).

$$K_o = 1 - \sin \varphi$$

arenas

$$K_o = 0.44 + 0.42 [IP / 100]$$

arcillas Normalmente C

$$K_{o(oc)} = K_{o(NC)} (OCR)^{1/2}$$

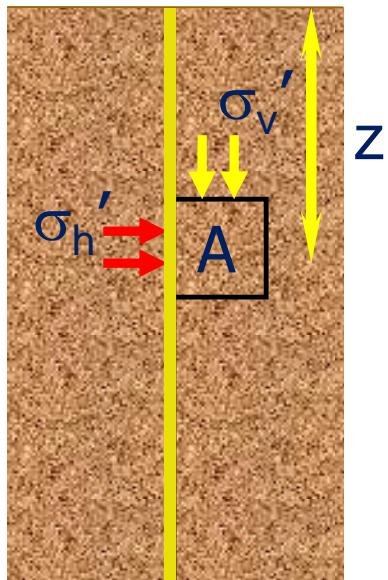
arcillas Sobreconsolidadas



EMPUJE ACTIVO DE SUELOS

$$\sigma_v' = \gamma z$$

- Suelo Friccional



Inicialmente, no hay movimiento lateral.

$$\therefore \sigma_h' = K_0 \sigma_v' = K_0 \gamma z$$

El muro se mueve “alejándose” del suelo

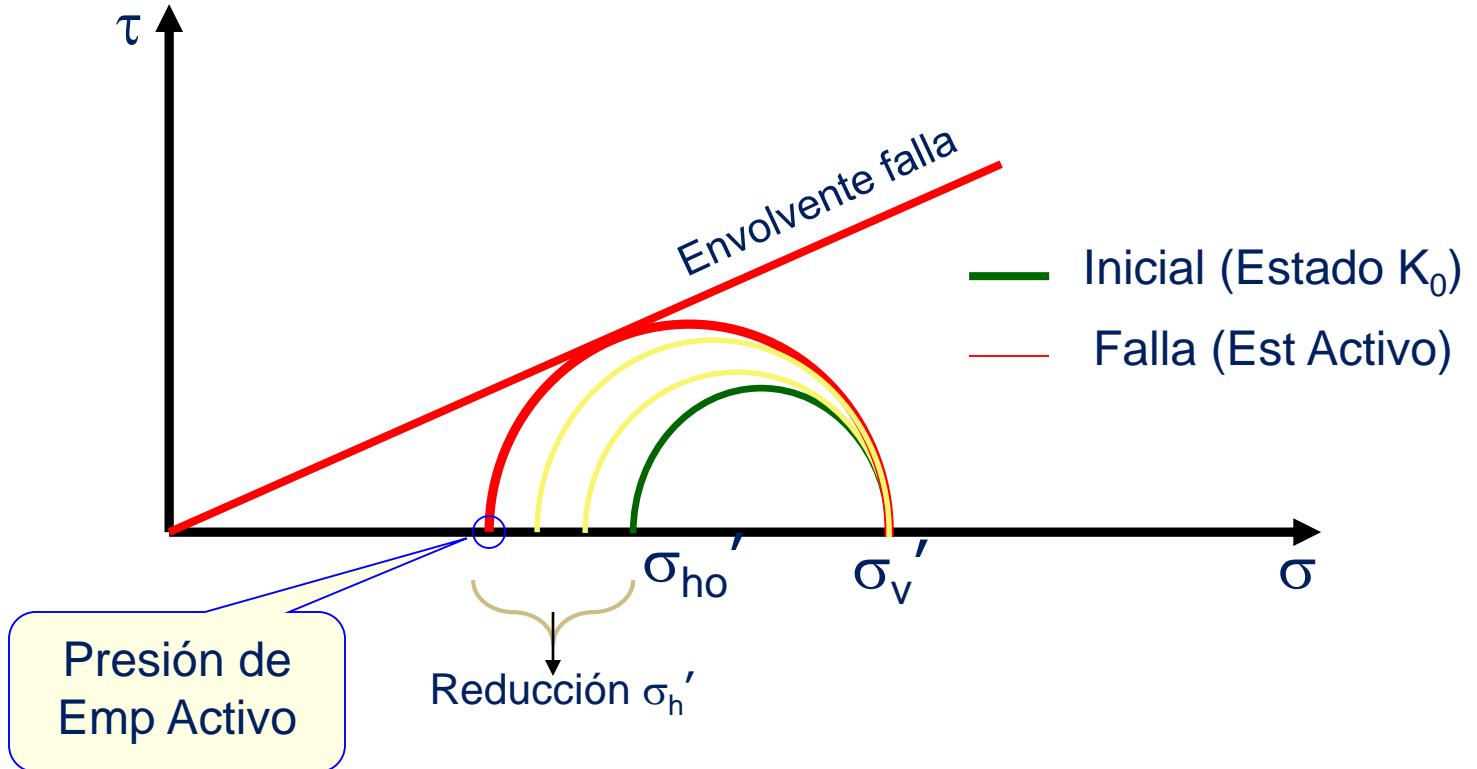
σ_v' permanece constante, y

σ_h' decrece, hasta que ocurre la falla

Estado
Activo



EMPUJE ACTIVO DE SUELOS

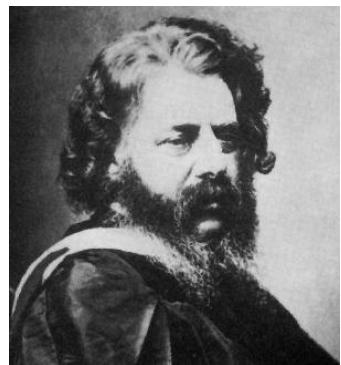


El muro se aleja del suelo

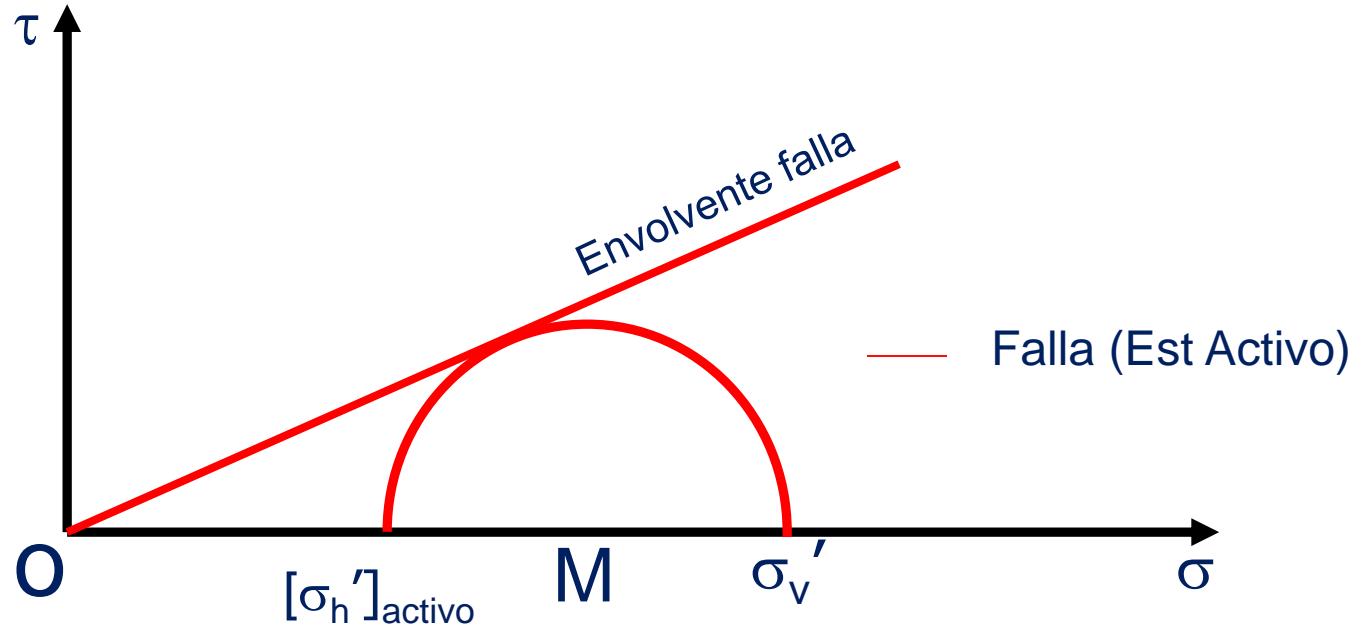
- Suelo Friccional



EMPUJE ACTIVO DE SUELOS



WJM Rankine
(1820-1872)



$$\sigma_h = OM - OM \sin \phi$$

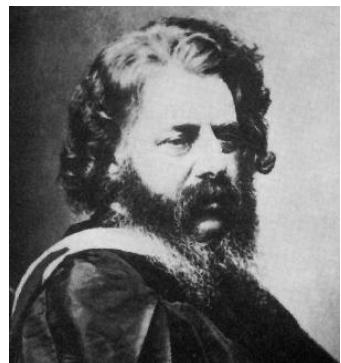
$$\sigma_v = OM + OM \sin \phi$$

$$\text{Si } \sigma_h = k_a \sigma_v \rightarrow k_a = \sigma_h / \sigma_v$$

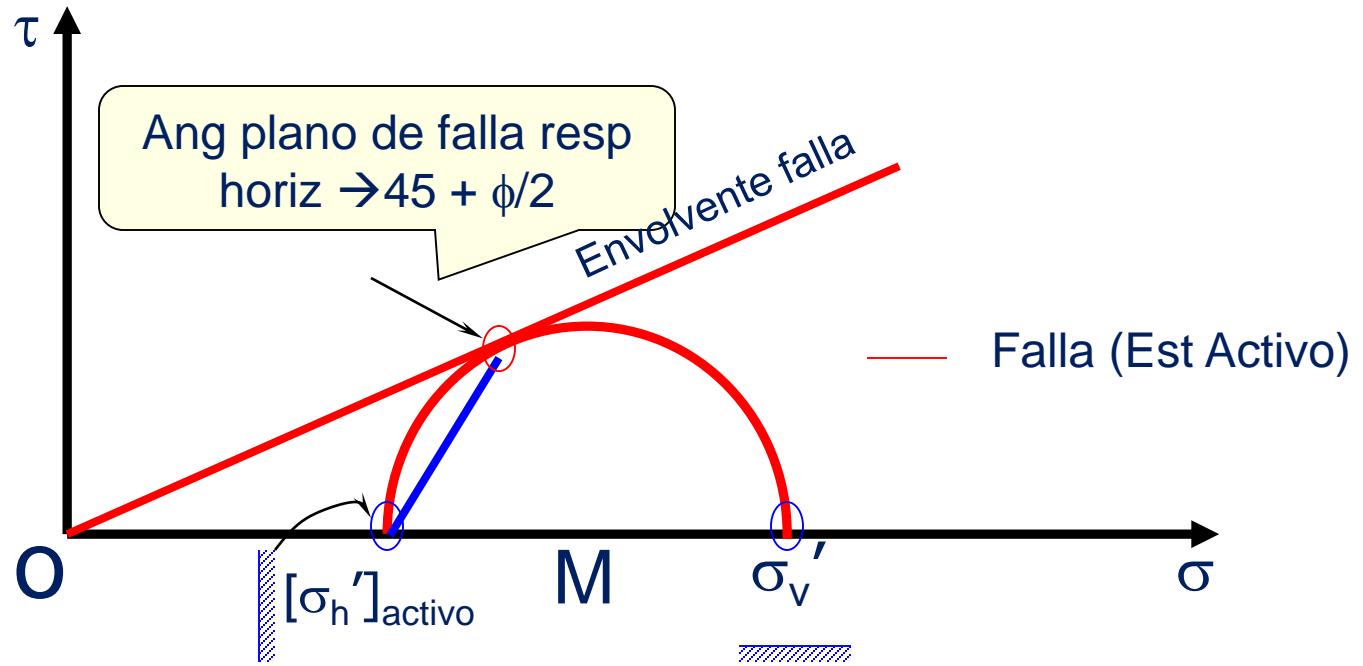
$$K_A = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2(45 - \phi/2)$$



EMPUJE ACTIVO DE SUELOS



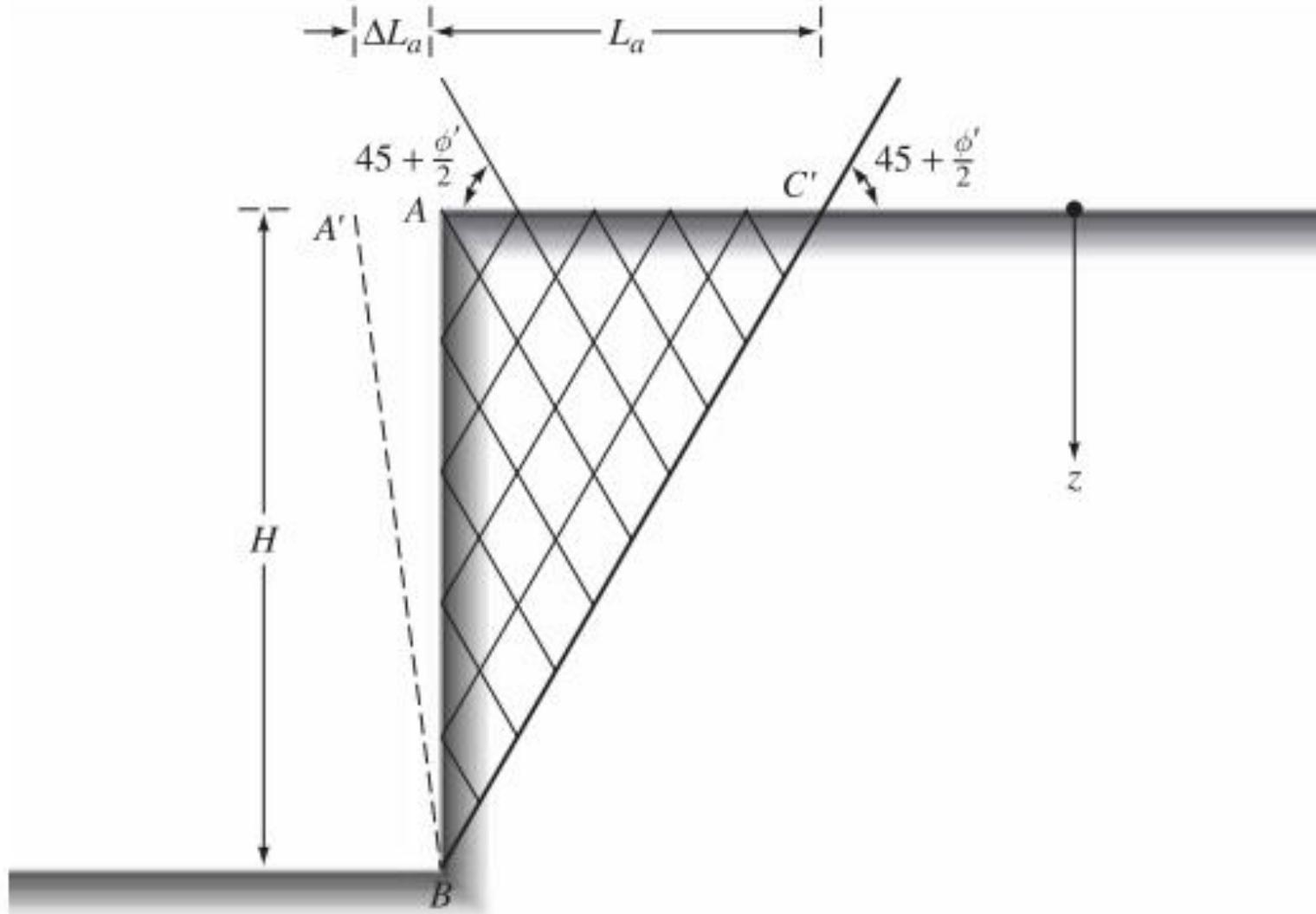
WJM Rankine
(1820-1872)



$$K_A = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} = \tan^2(45 - \phi/2)$$



EMPUJE ACTIVO DE SUELOS





Aplicaciones en Excavaciones

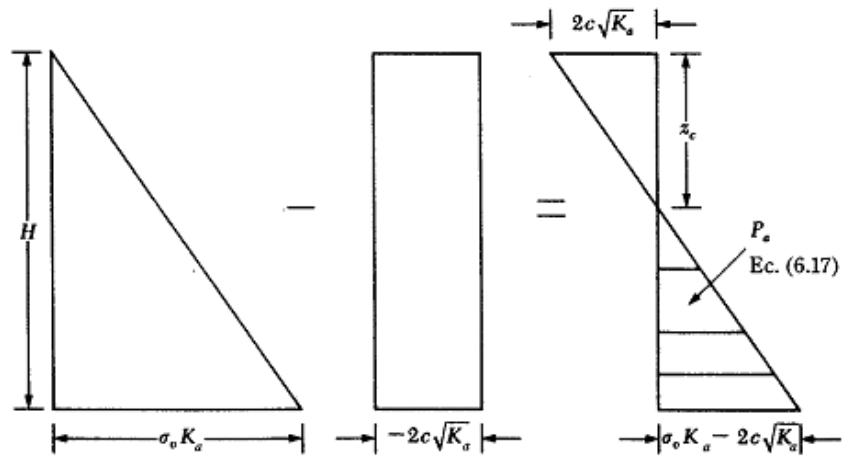
LIMOS LOESSICOS (Est Natural)

Parámetros:

Ang. Fricción 15º

Cohesión 30 kPa

Densidad 15 kN/m³



$$z = \frac{2c}{\gamma \cdot \sqrt{K_a}} = \frac{2 \cdot 30}{15 \cdot \sqrt{\left(\tan\left(45 - \frac{15}{2}\right)\right)^2}} = \frac{2 \cdot 30}{15 \cdot 0,76} = 5,2 \text{ mts}$$



Aplicaciones en Excavaciones

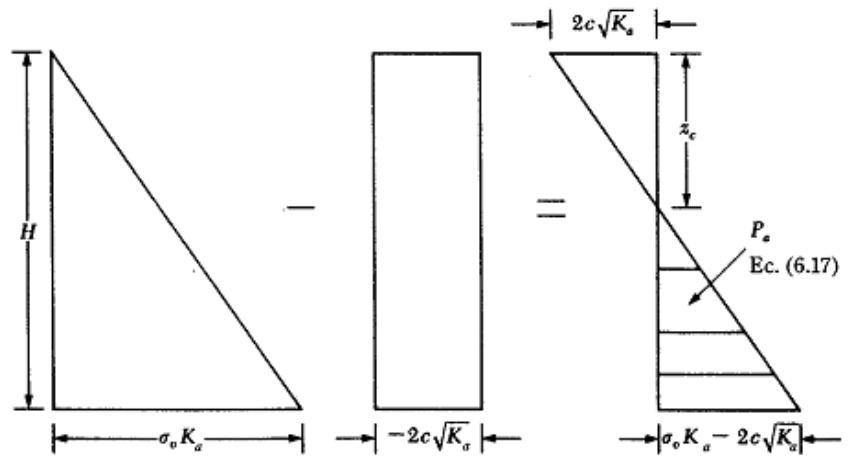
LIMOS LOESSICOS (Est Saturado)

Parámetros:

Ang. Fricción 15º

Cohesión 5 kPa

Densidad 15 kN/m³



$$z = \frac{2c}{\gamma \cdot \sqrt{K_a}} = \frac{2 \cdot 5}{15 \cdot \sqrt{\left(\tan\left(45 - \frac{15}{2}\right) \right)^2}} = \frac{2 \cdot 5}{15 \cdot 0,76} = 0,9 \text{ mts}$$



Aplicaciones en Excavaciones

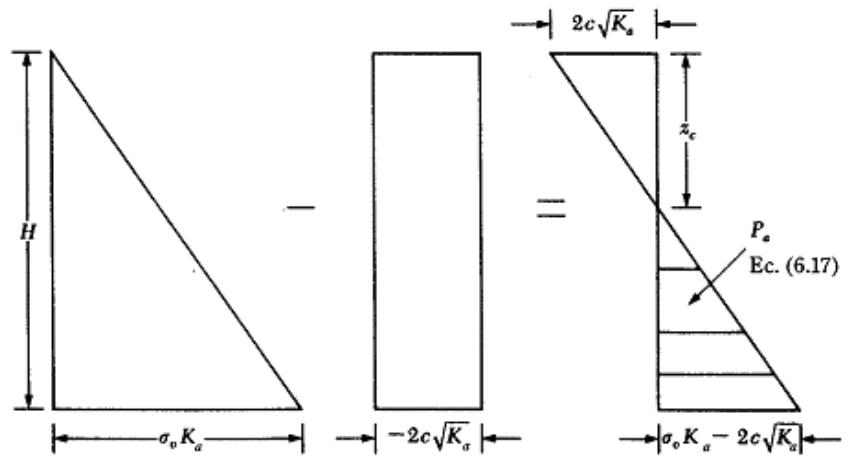
ARENAS DEL CENTRO (Est Natural)

Parámetros:

Ang. Fricción 40º

Cohesión 10 kPa

Densidad 16 kN/m³



$$z = \frac{2c}{\gamma \cdot \sqrt{K_a}} = \frac{2 \cdot 10}{16 \cdot \sqrt{\left(\tan\left(45 - \frac{40}{2}\right) \right)^2}} = \frac{2 \cdot 10}{16 \cdot 0,46} = 2,7 \text{ mts}$$



Aplicaciones en Excavaciones

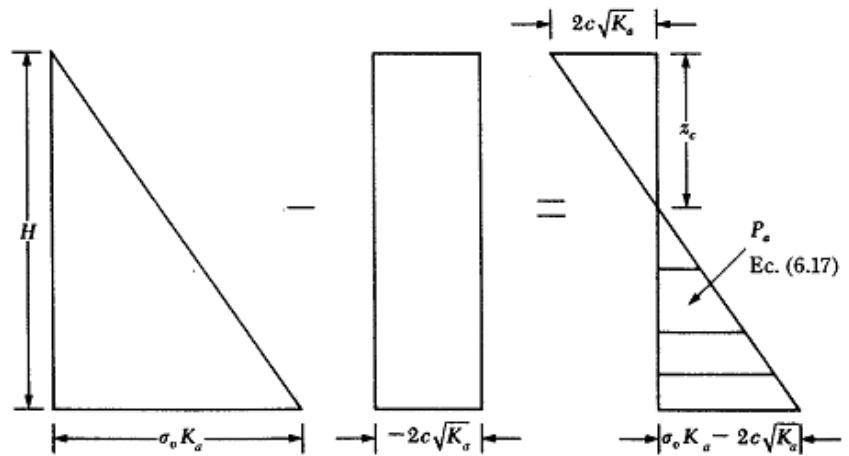
ARENAS DEL CENTRO (Est Saturado)

Parámetros:

Ang. Fricción 40º

Cohesión 10 kPa

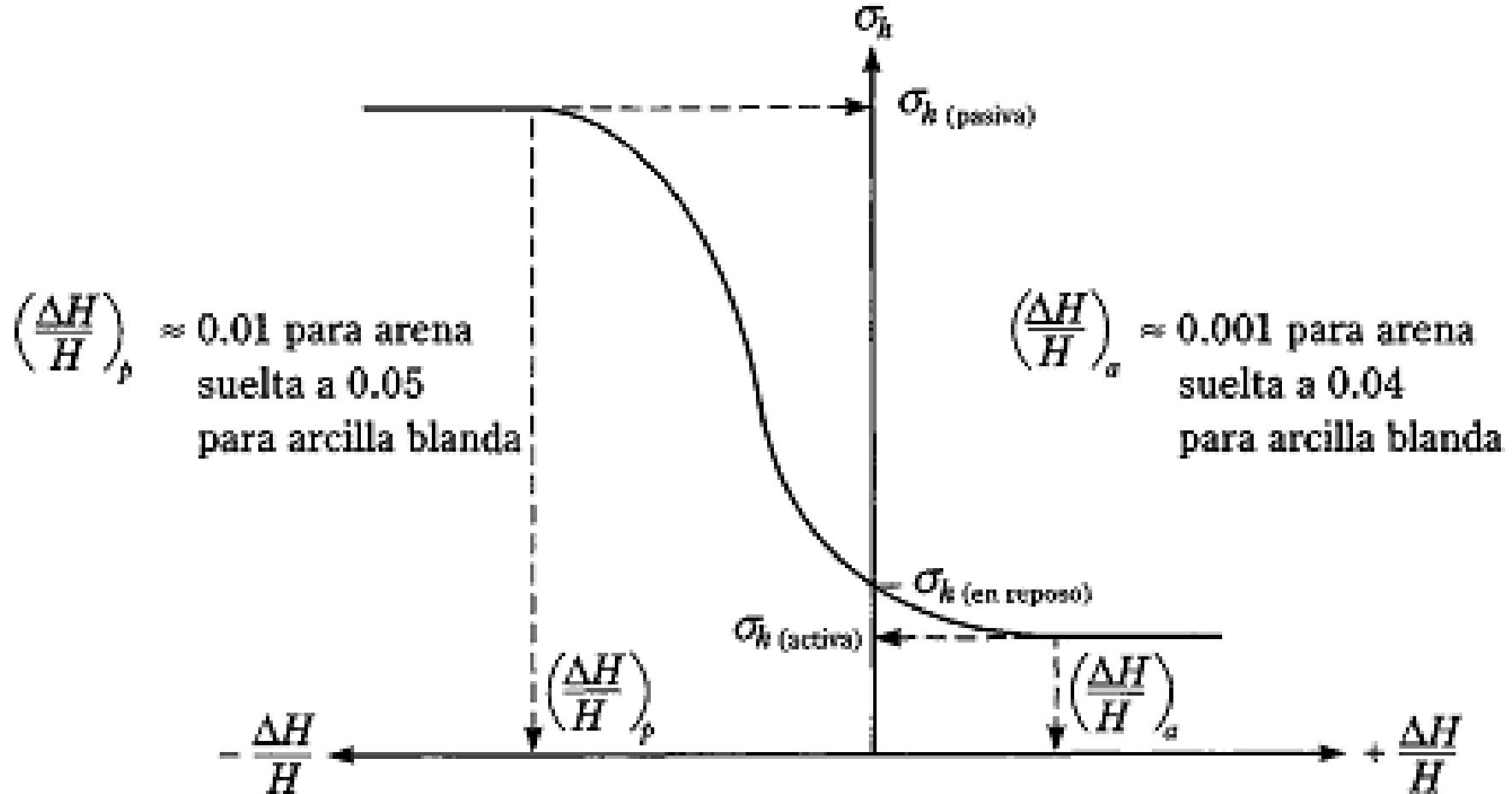
Densidad 16 kN/m³



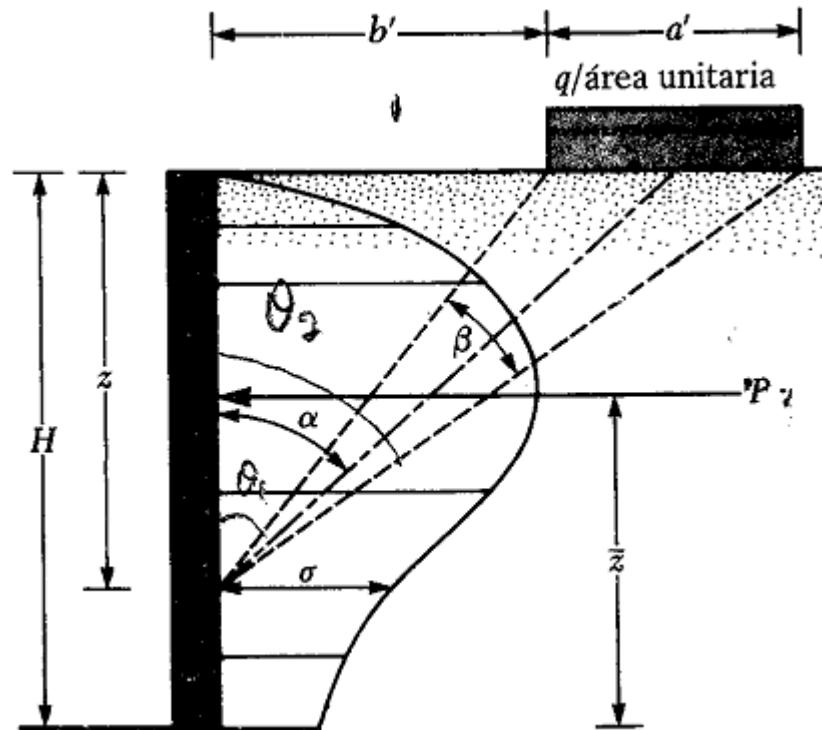
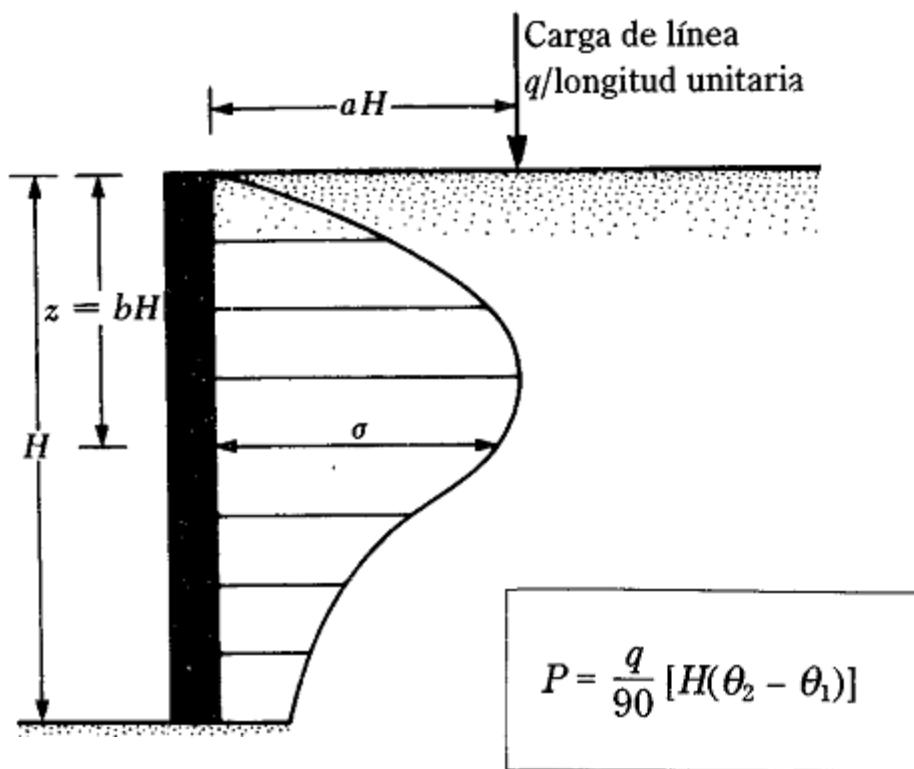
$$z = \frac{2c}{\gamma \cdot \sqrt{K_a}} = \frac{2 \cdot 1}{16 \cdot \sqrt{\left(\tan\left(45 - \frac{40}{2}\right) \right)^2}} = \frac{2 \cdot 1}{15 \cdot 0,46} = 0,3 \text{ mts}$$



Evolución del Coeficiente de Empuje



EFECTO DE CARGAS PUNTUALES

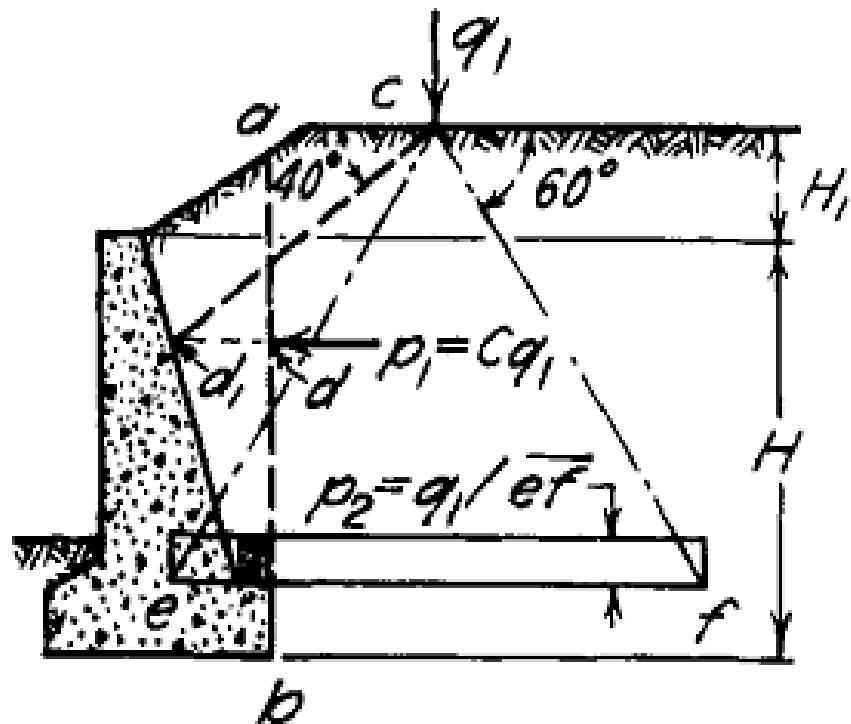
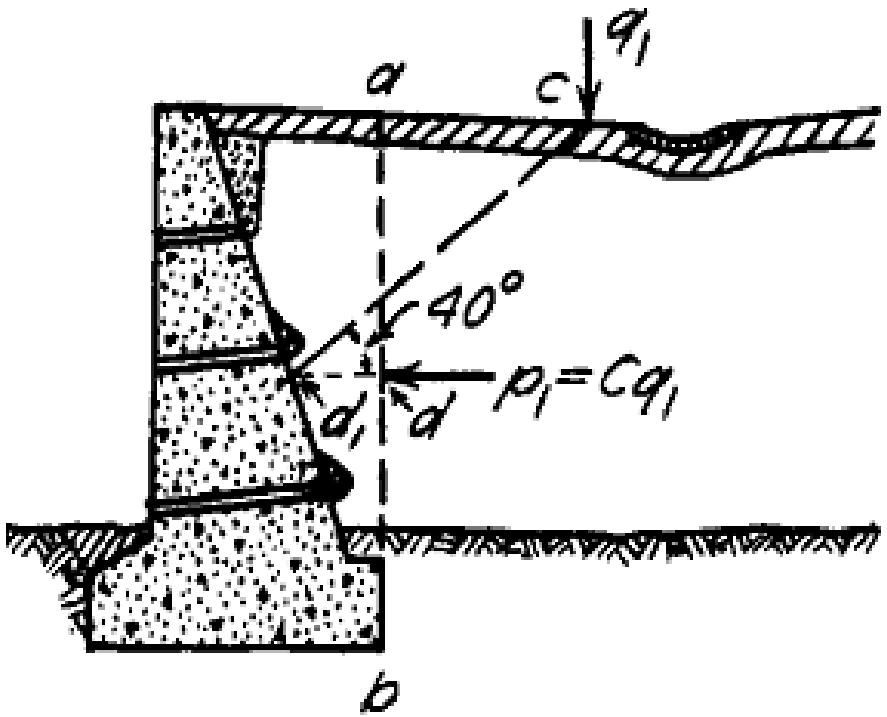


donde

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left(\frac{b'}{H} \right) \quad (\text{grados})$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left(\frac{a' + b'}{H} \right) \quad (\text{grados})$$

EFECTO DE CARGAS PUNTUALES

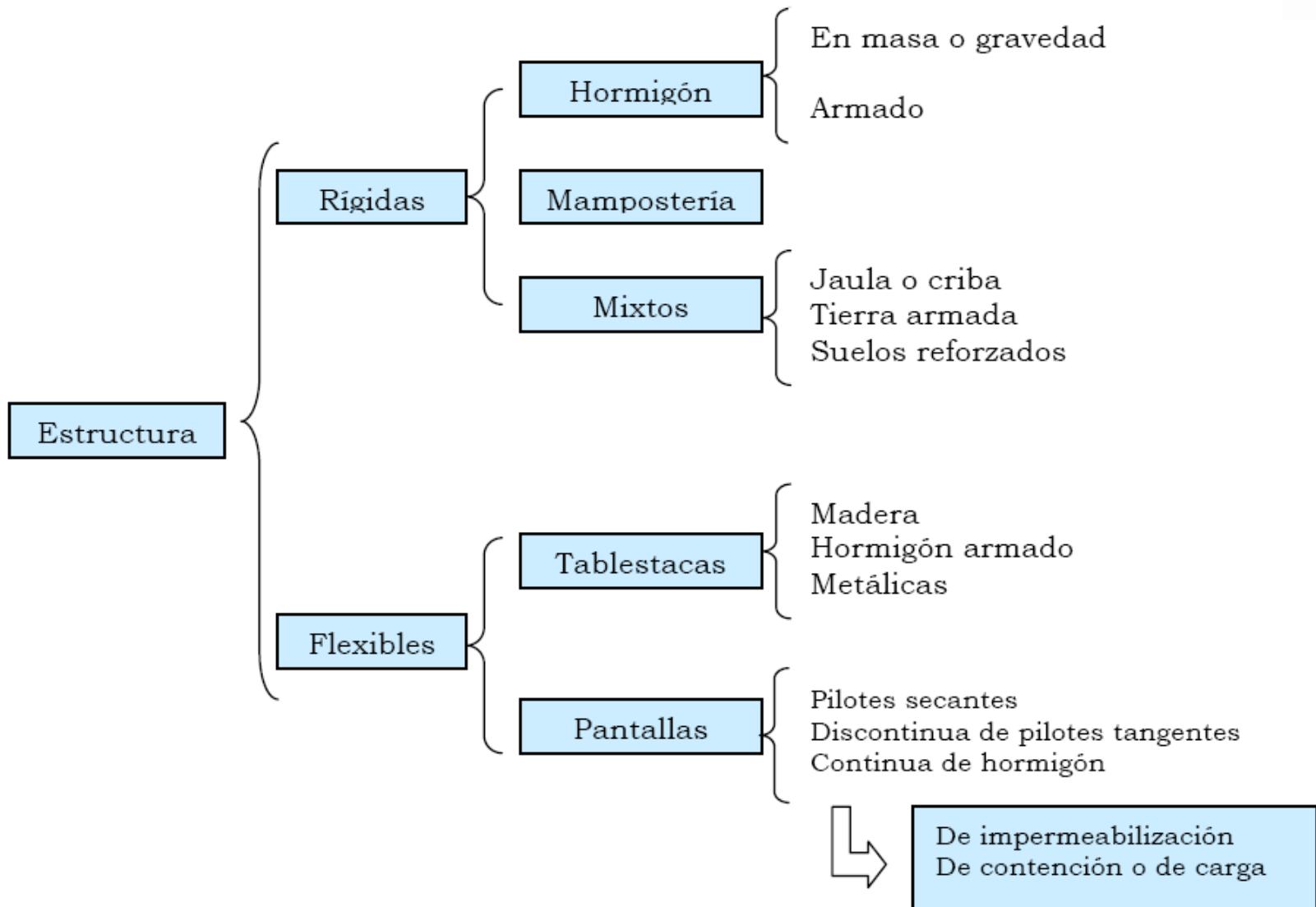




ESTRUCTURA DE SOSTENIMIENTO PERMANENTES

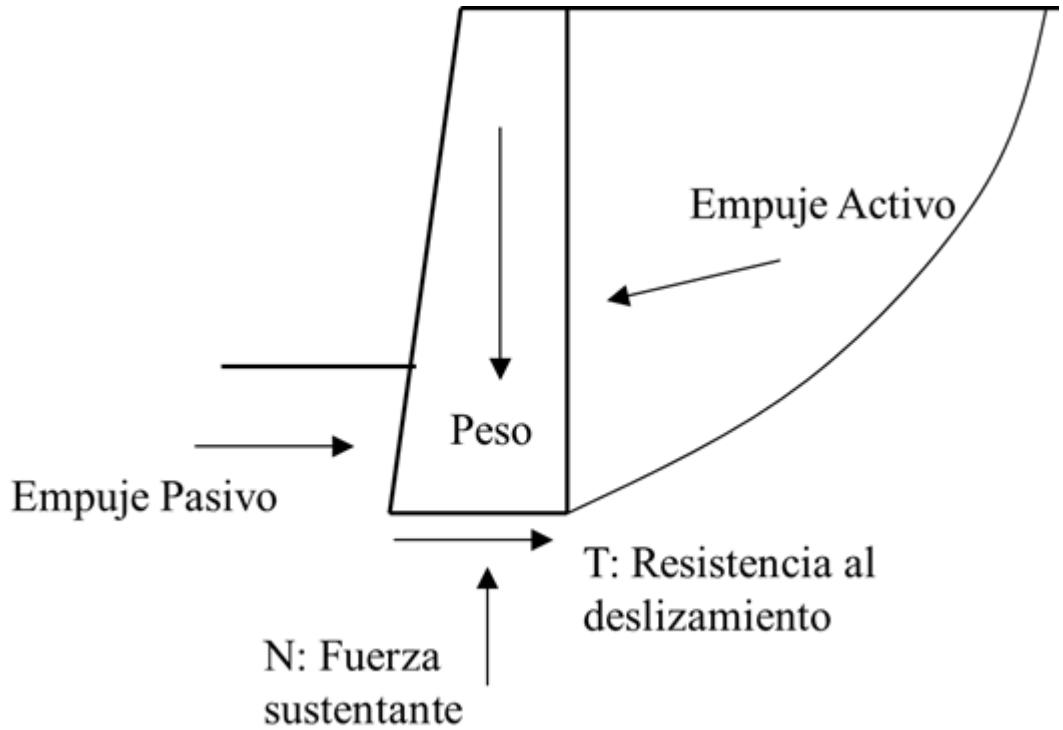
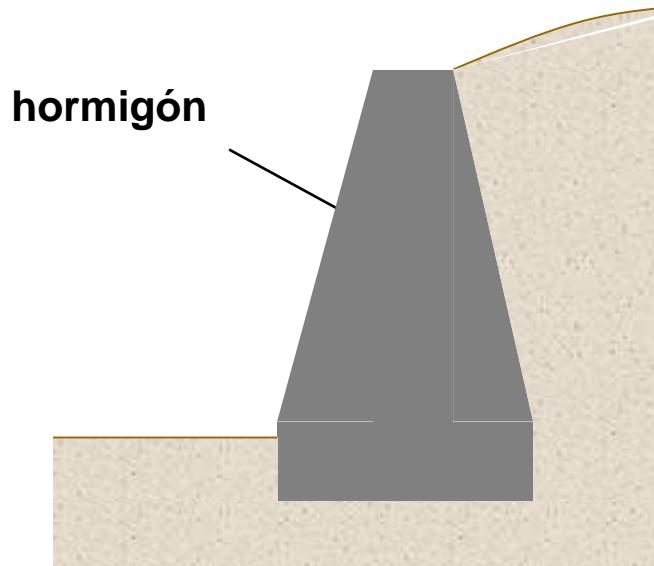


SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO



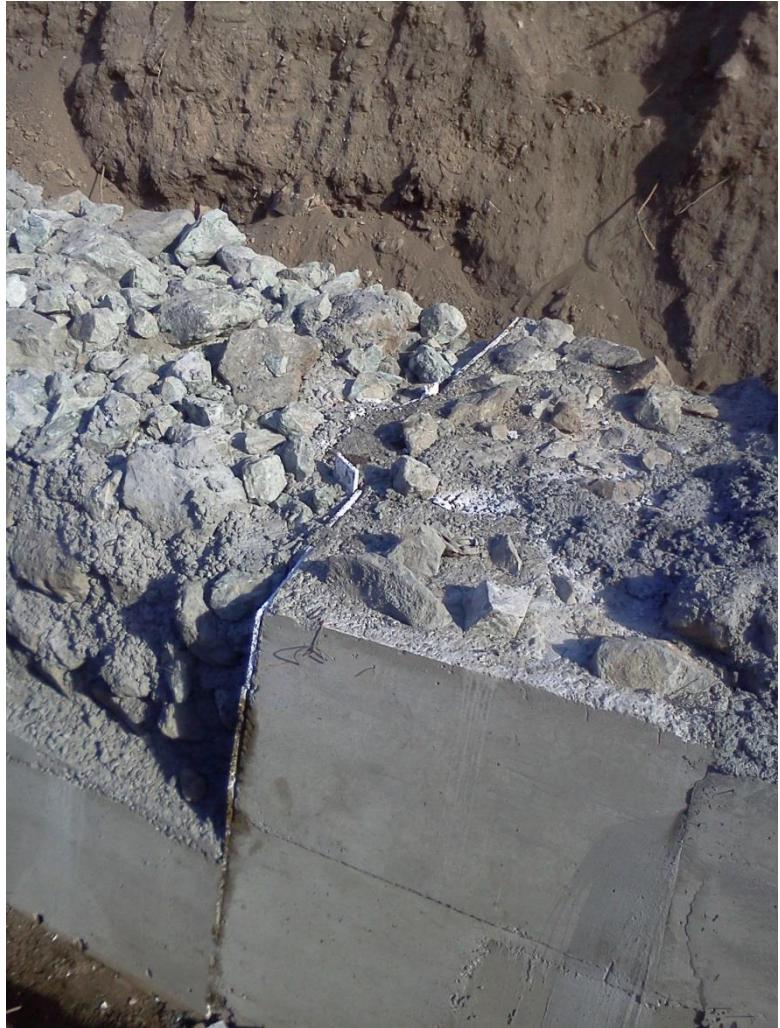


ESTRUCTURA RÍGIDA MURO DE GRAVEDAD



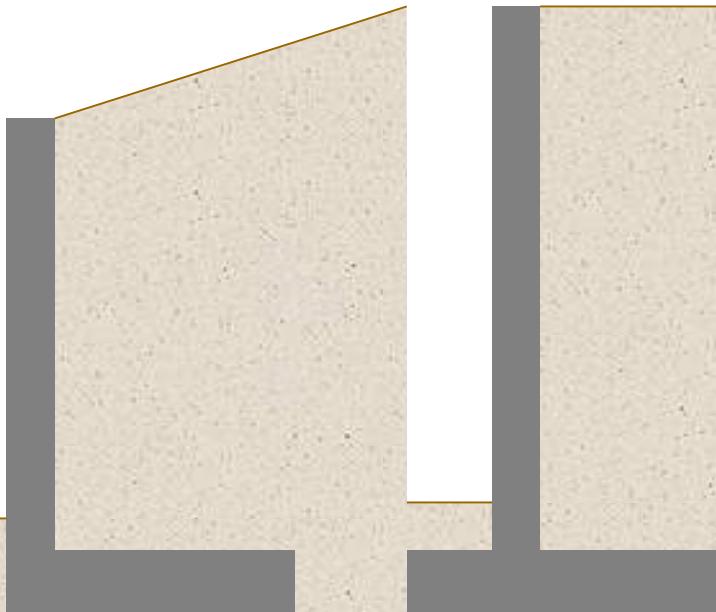


ESTRUCTURA RÍGIDA MURO DE GRAVEDAD



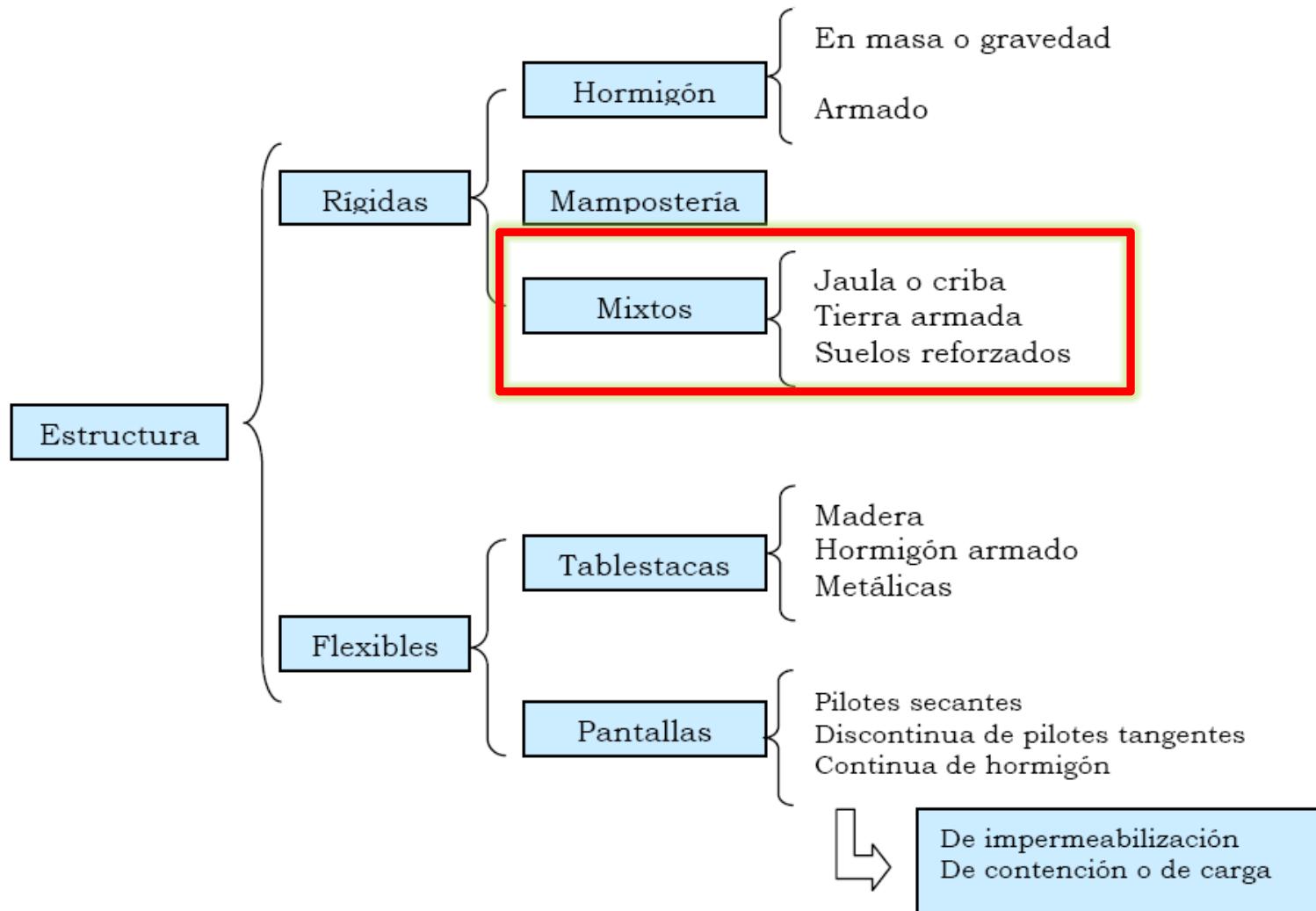


ESTRUCTURA RIGIDA MURO DE HORMIGON ARMADO IN SITU O PREMOLDEADO





SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO



Fuente: Snahueza-Plaza (2008)

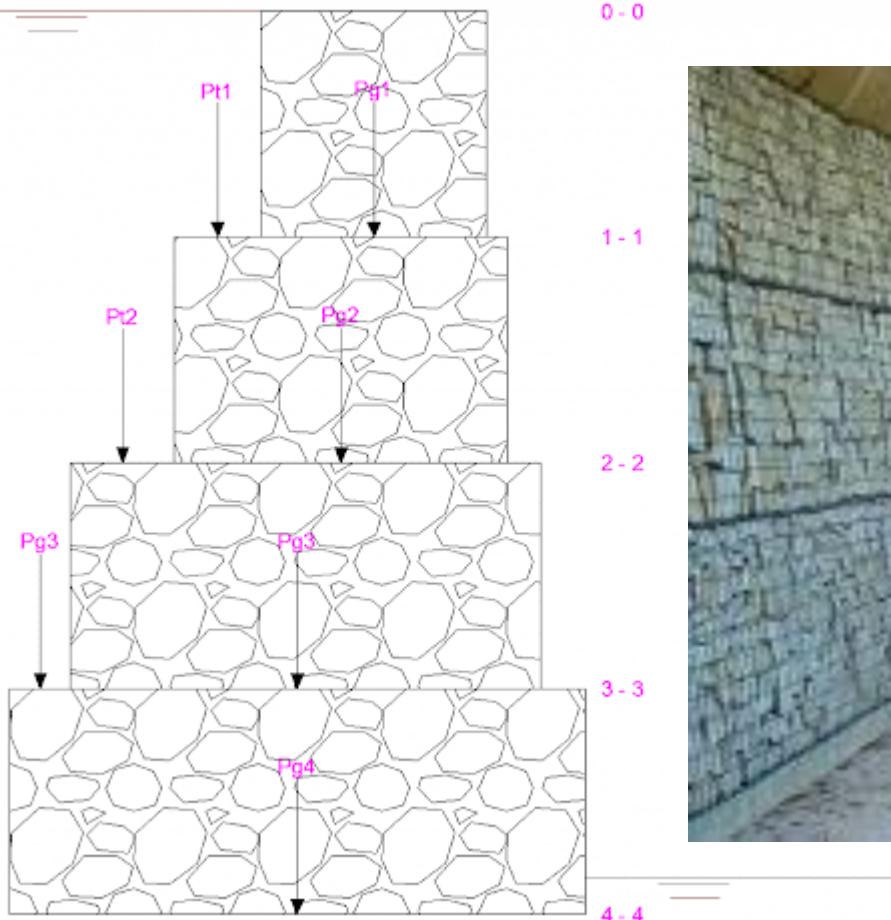


ESTABILIDAD

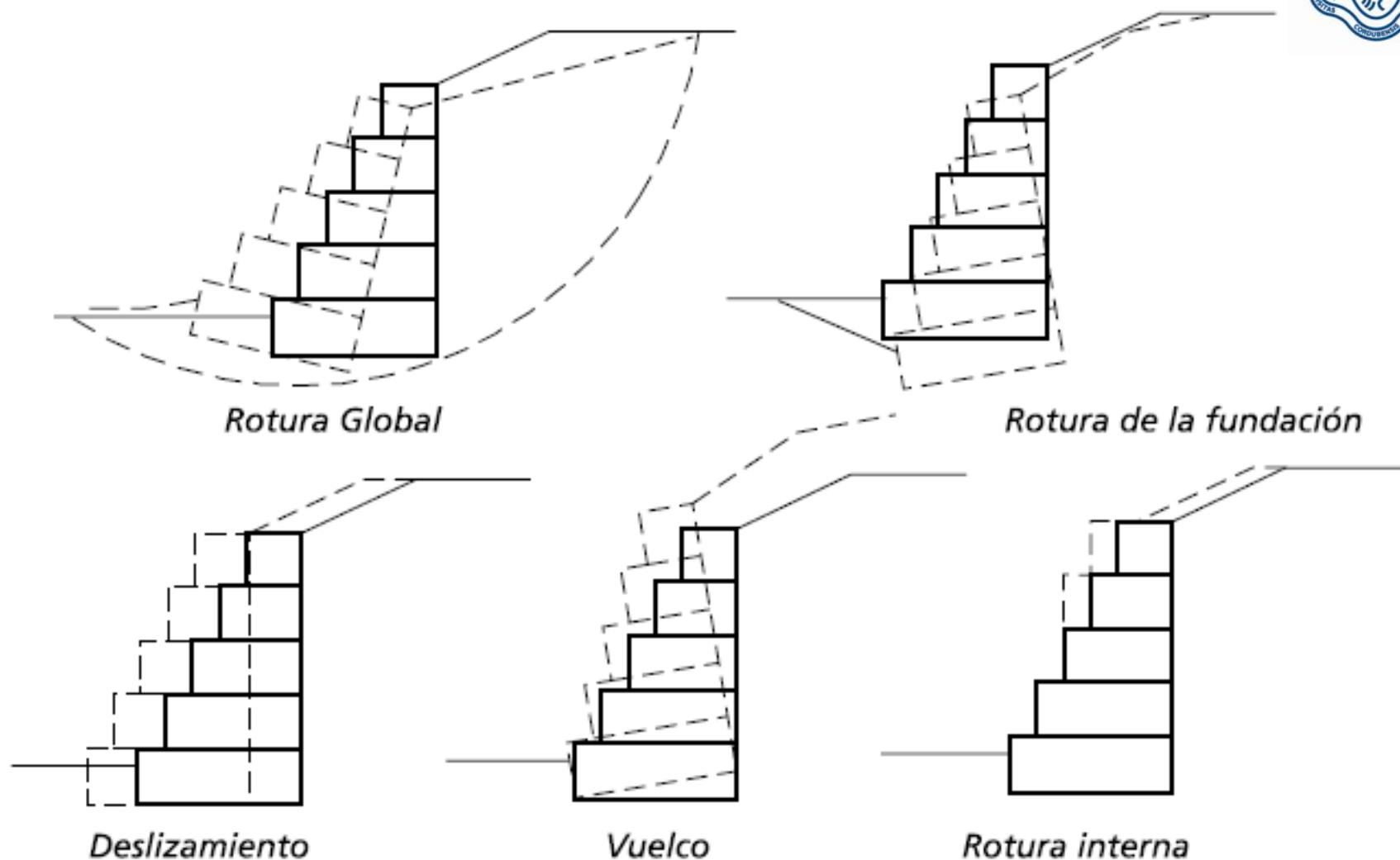


MUROS DE SOSTENIMIENTO - 2018

ESTABILIDAD

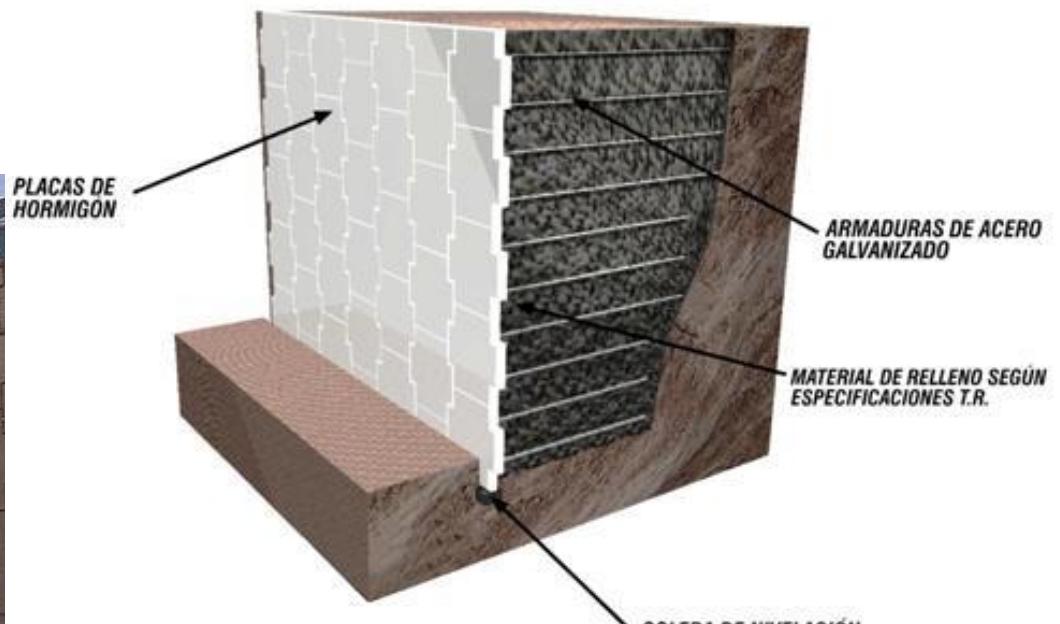


ESTABILIDAD





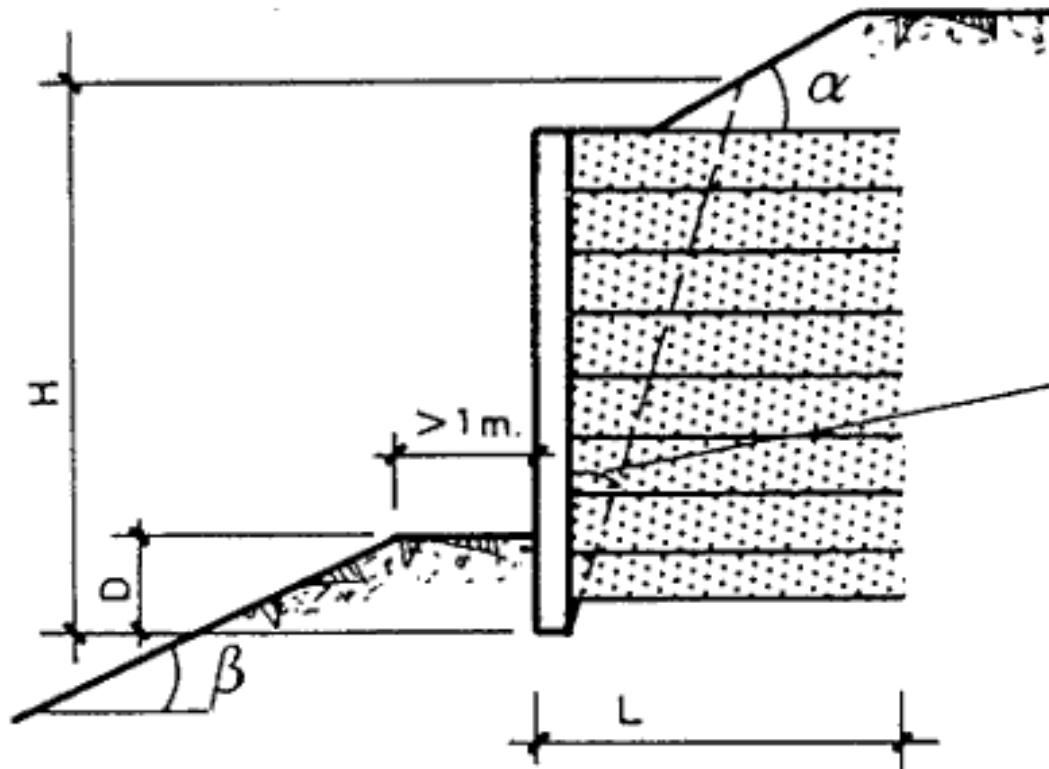
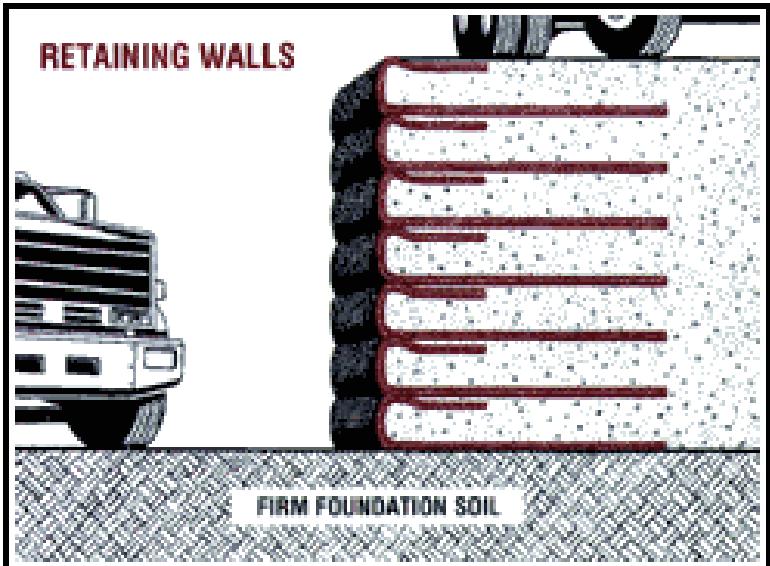
ESTRUCTURA MIXTA MUROS MECANICAMENTE ESTABILIZADOS





MUROS DE SUELOS MECANICAMENTE ESTABILIZADOS

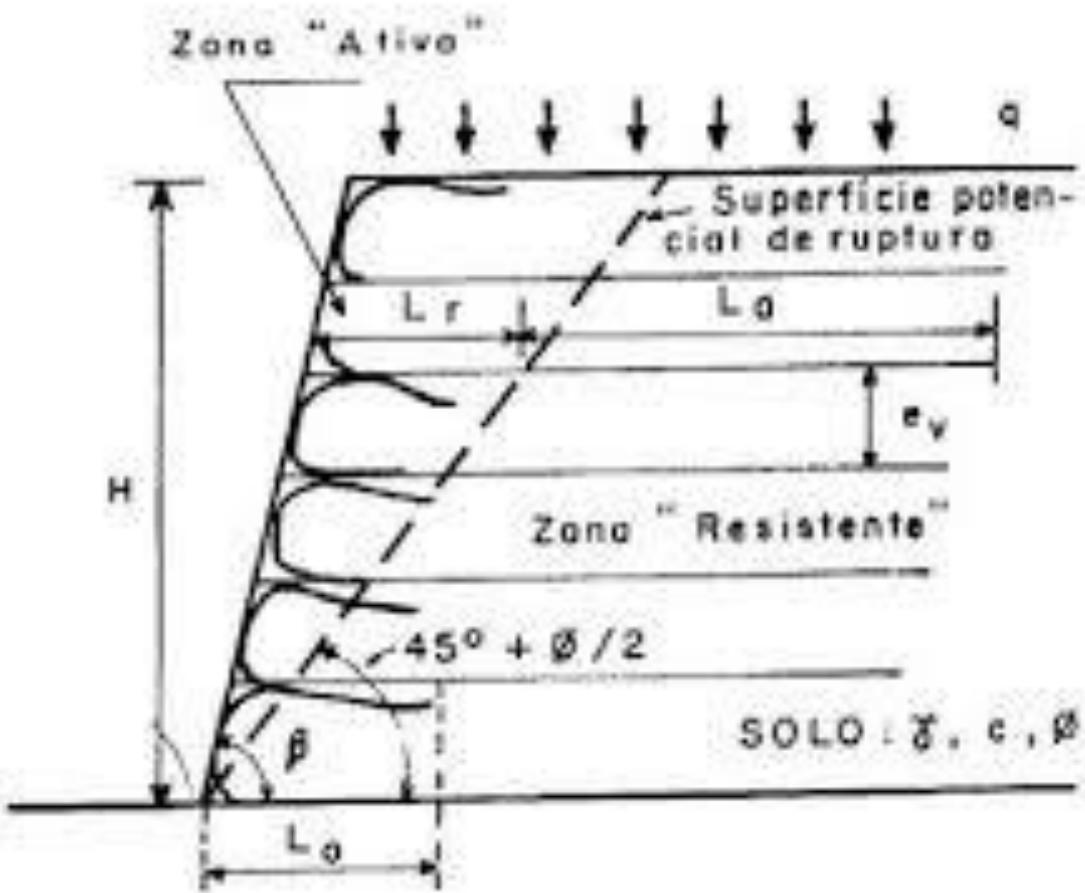
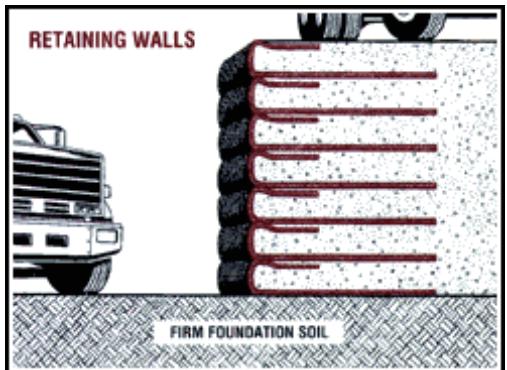
Estabilidad Interna





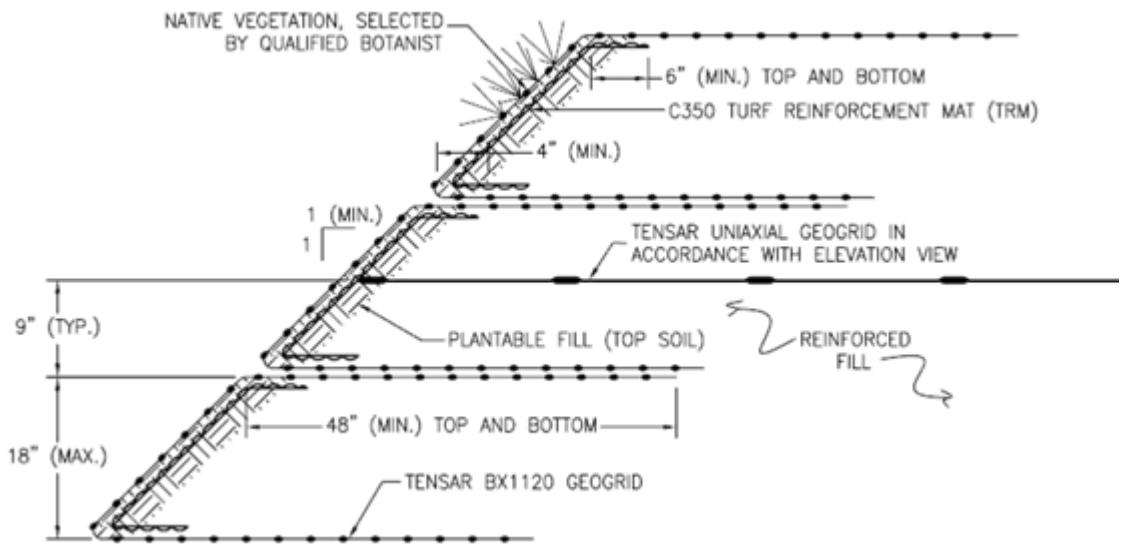
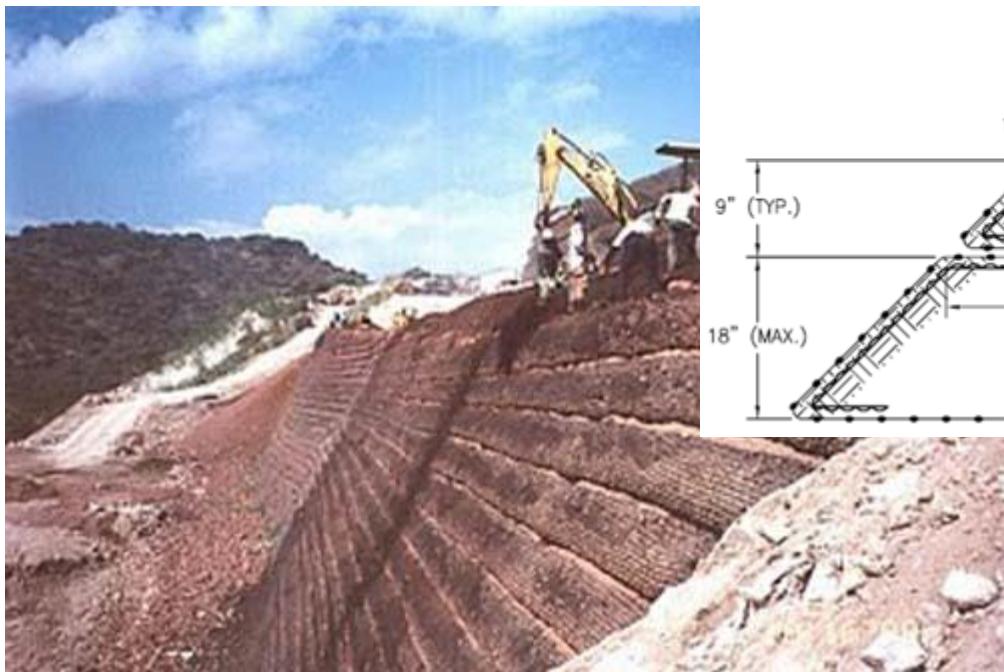
MUROS DE SUELOS MECANICAMENTE ESTABILIZADOS

Estabilidad Interna



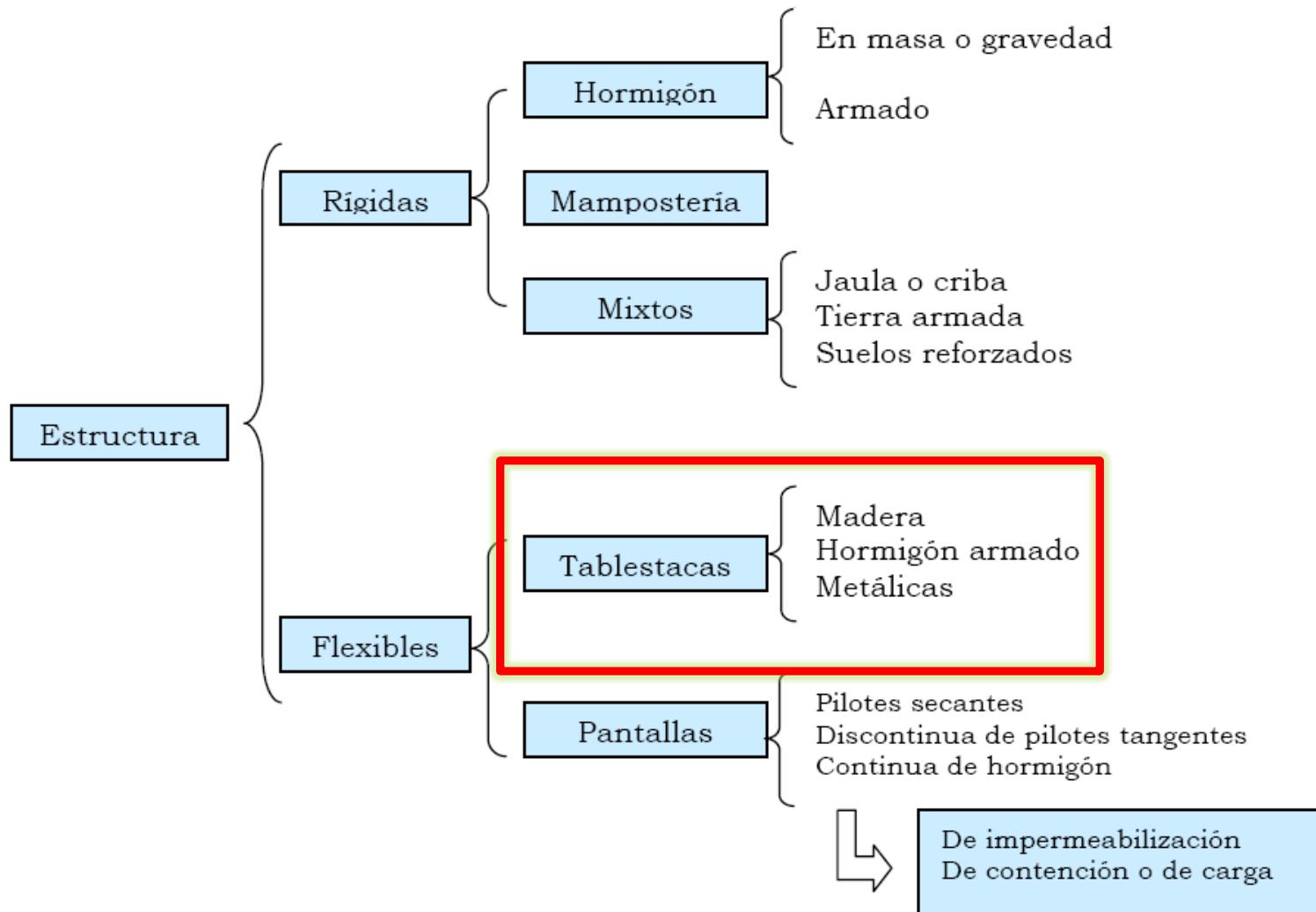


ESTRUCTURA MIXTA MUROS MECANICAMENTE ESTABILIZADOS





SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO



Fuente: Snahueza-Plaza (2008)



PANTALLA DE TABLESTACADO METÁLICO





PERFILES DE TABLESTACADO

Tablestacas – AZ



Tablestacas – AU



Tablestacas – PU-R



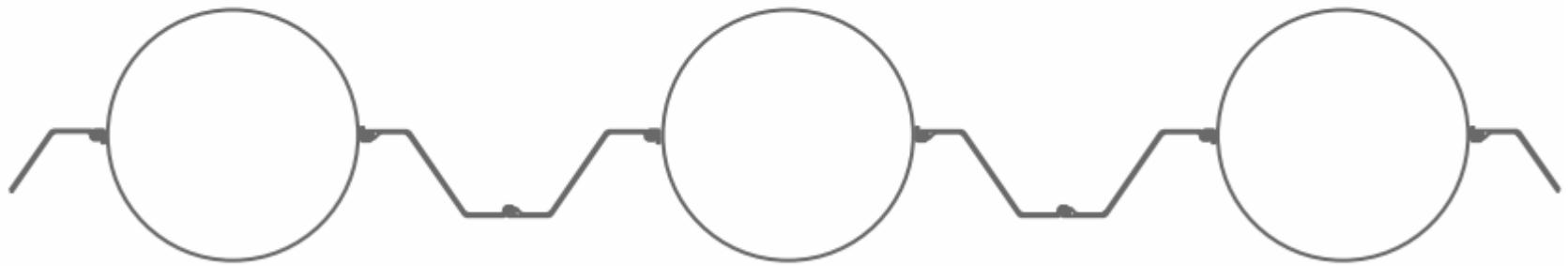


PERFILES DE TABLESTACADO

Paredes Combinadas HZM/AZ



Paredes Combinadas PAZ



Tablestacas Planas - AS





PANTALLA DE TABLESTACADO METÁLICO

Boardwalk, Aarschot, Belgium



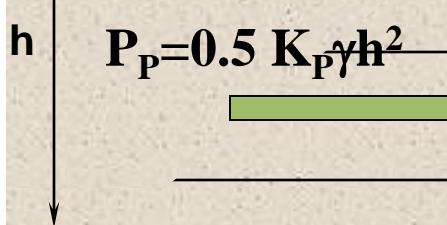
Distribucion de Presiones

Suelos Friccionales

P_A y P_P son los empujes activos y pasivos resultado de la integración de presiones

$[\sigma'_h]_{\text{passive}}$

$$P_P = 0.5 K_P \gamma h^2$$



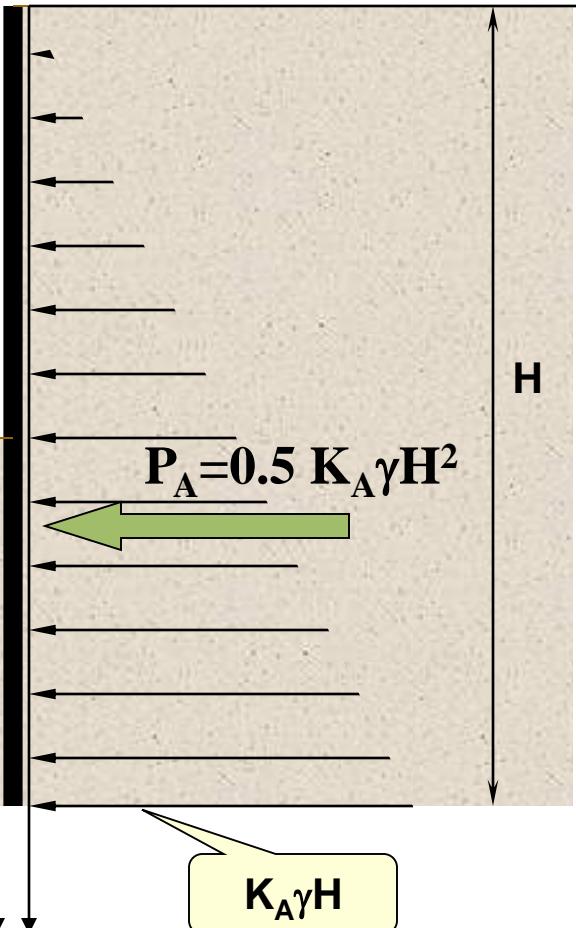
$$K_P \gamma h$$

$$K_A \gamma H$$

Suelos Friccionales

$[\sigma'_h]_{\text{active}}$

$$P_A = 0.5 K_A \gamma H^2$$





TABLESTACADOS CON APUNTALAMIENTO





**ESTRUCTURA DE
SOSTENIMIENTO
PERMANENTES
PANTALLAS**

MUROS PANTALLA DE H° COLADO





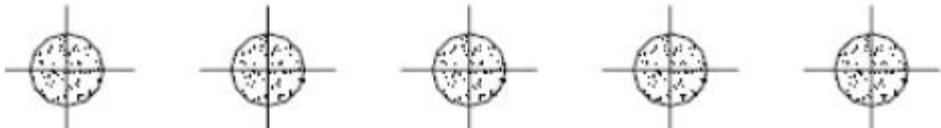
MUROS PANTALLA DE PILOTES



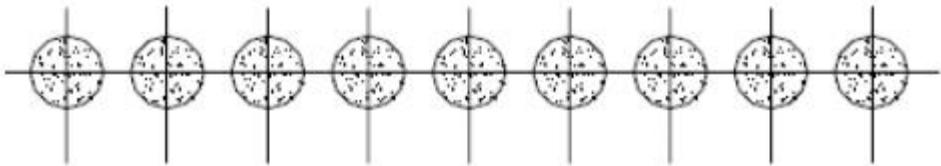


MUROS PANTALLA DE PILOTES

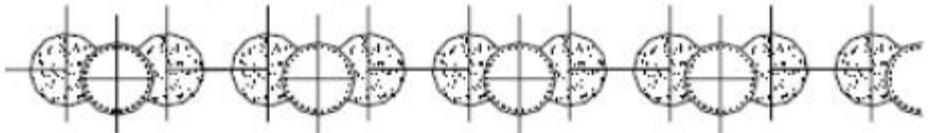
1) Aisladas



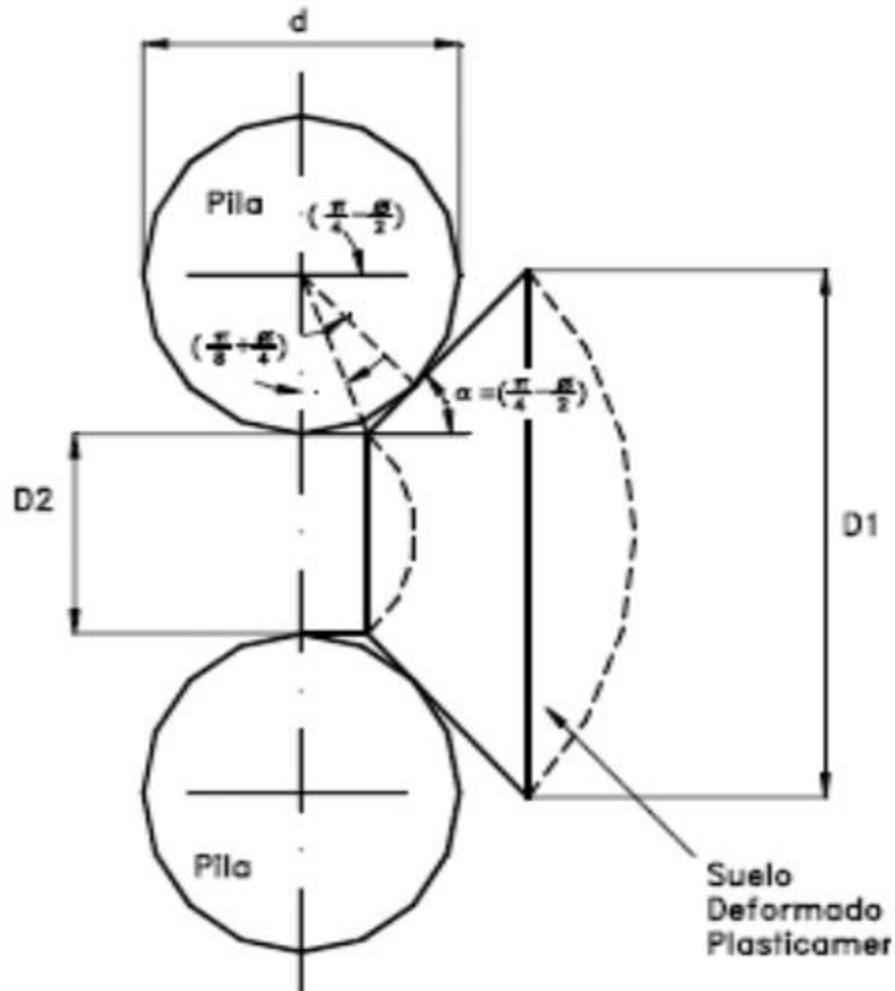
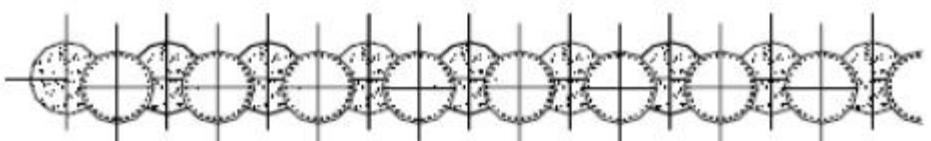
2) Cercanas



3) Traslapos en Grupos



4) Muro Continuo



MUROS PANTALLA DE PILOTES



MUROS PANTALLA DE PILOTES





MUROS PANTALLA DE PILOTES





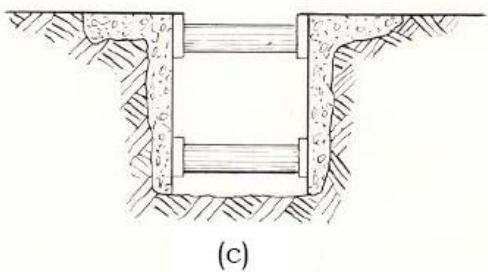
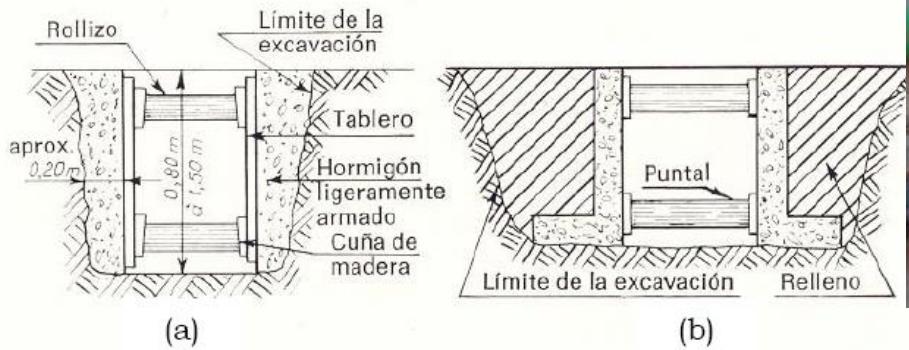
MUROS COLADOS



CONSTRUCCION – PASOS A SEGUIR

1. CONSTRUCCION DE MUROS DE GUÍA

2. EXCAVACION DE SECTOR DE PANTALLA
3. COLOCACIÓN DE TUBOS DE JUNTA
4. COLOCACIÓN DE ARMADURAS
5. HORMIGONADO
6. EXTRACCION DE JUNTAS
7. DEMOLICIÓN DE CABEZA DE PANELES
8. EJECUCIÓN VIGA DE ATADO
9. EXCAVACIÓN DEL TERRENO

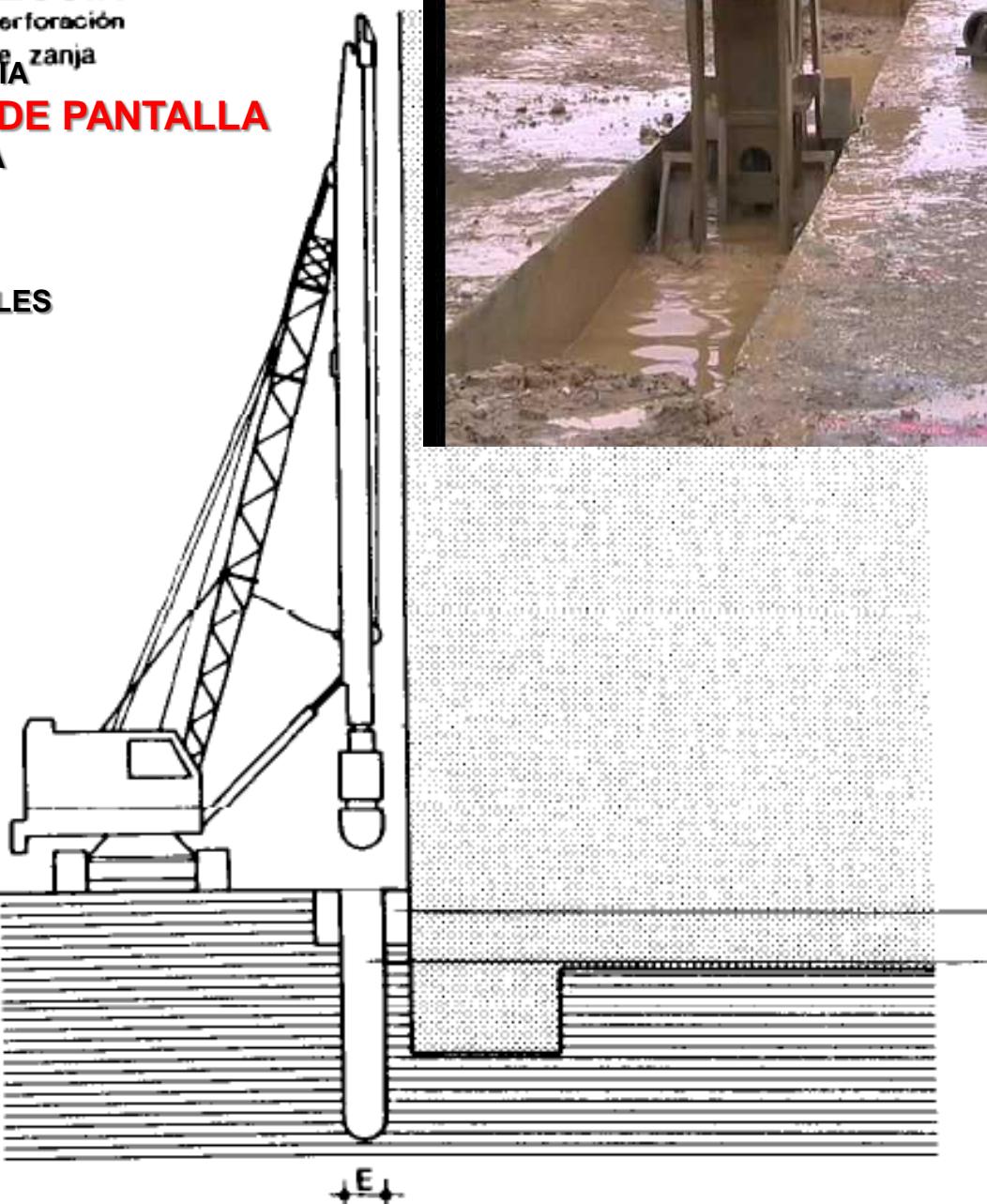
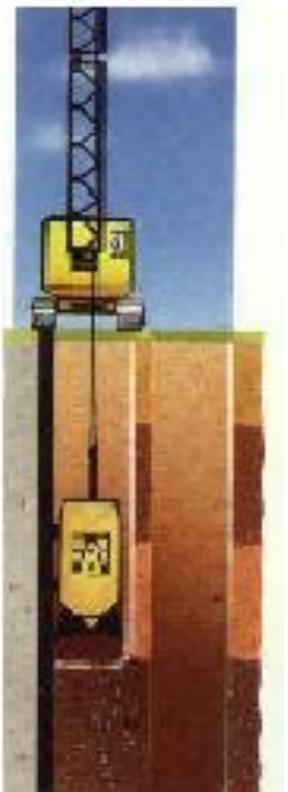




CONSTRUCCION – PASOS A SEGUIR

Perforación
de zanja

1. CONSTRUCCION DE MUROS DE GUIA
- 2. EXCAVACION DE SECTOR DE PANTALLA**
3. COLOCACIÓN DE TUBOS DE JUNTA
4. COLOCACIÓN DE ARMADURAS
5. HORMIGONADO
6. EXTRACCION DE JUNTAS
7. DEMOLICIÓN DE CABEZA DE PANELES
8. EJECUCIÓN VIGA DE ATADO
9. EXCAVACIÓN DEL TERRENO





CONSTRUCCION – PASOS A SEGUIR

1. CONSTRUCCION DE MUROS DE GUIA
2. EXCAVACION DE SECTOR DE PANTALLA
3. COLOCACION DE TUBOS DE JUNTA
4. COLOCACION DE ARMADURAS
5. HORMIGONADO
6. EXTRACCION DE JUNTAS
7. DEMOLICIÓN DE CABEZA DE PANELES
8. EJECUCIÓN VIGA DE ATADO
9. EXCAVACIÓN DEL TERRENO





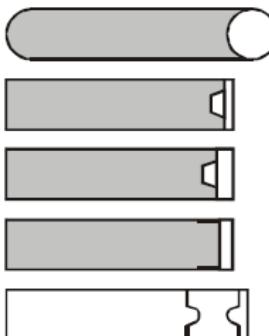
CONSTRUCCION – PASOS A SEGUIR

1. CONSTRUCCION DE MUROS DE GUIA
2. EXCAVACION DE SECTOR DE PANTALLA
- 3. COLOCACIÓN DE TUBOS DE JUNTA**
4. COLOCACIÓN DE ARMADURAS
5. HORMIGONADO
6. EXTRACCION DE JUNTAS
7. DEMOLICIÓN DE CABEZA DE PANELES
8. EJECUCIÓN VIGA DE ATADO
9. EXCAVACIÓN DEL TERRENO



Colocaci
ón de la junta

a) Tubo Junta



b) Chapa Junta

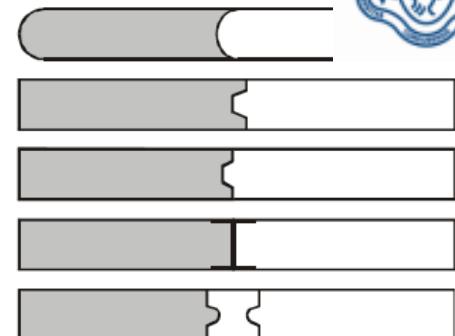
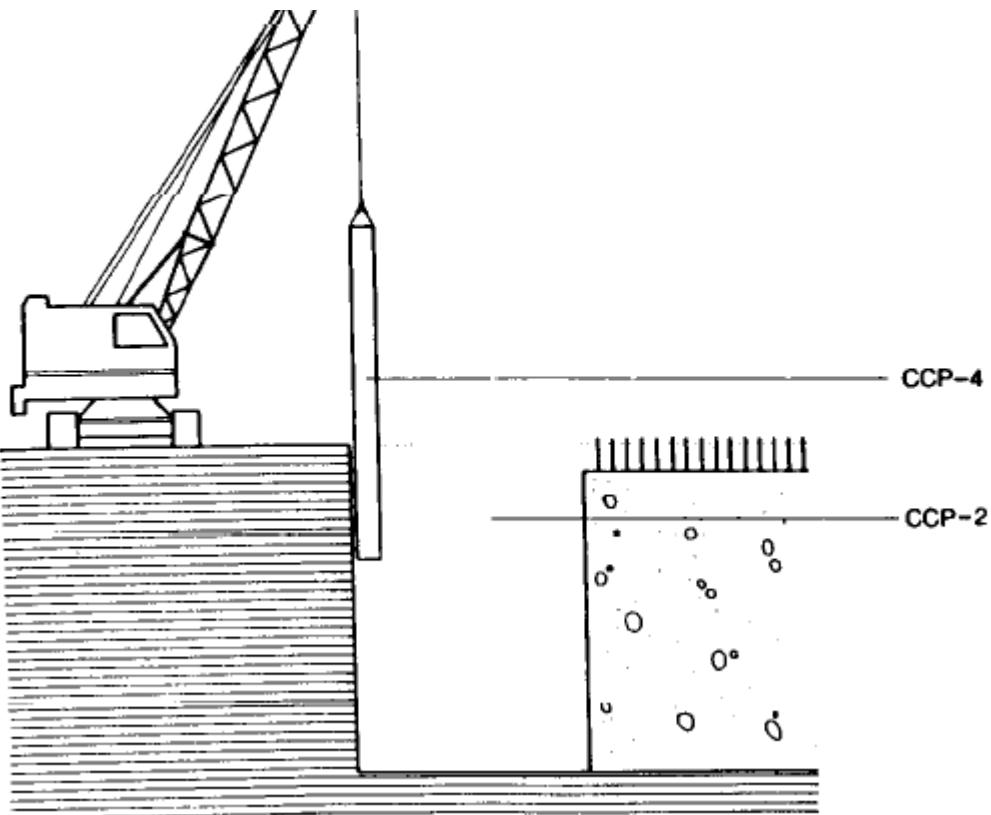


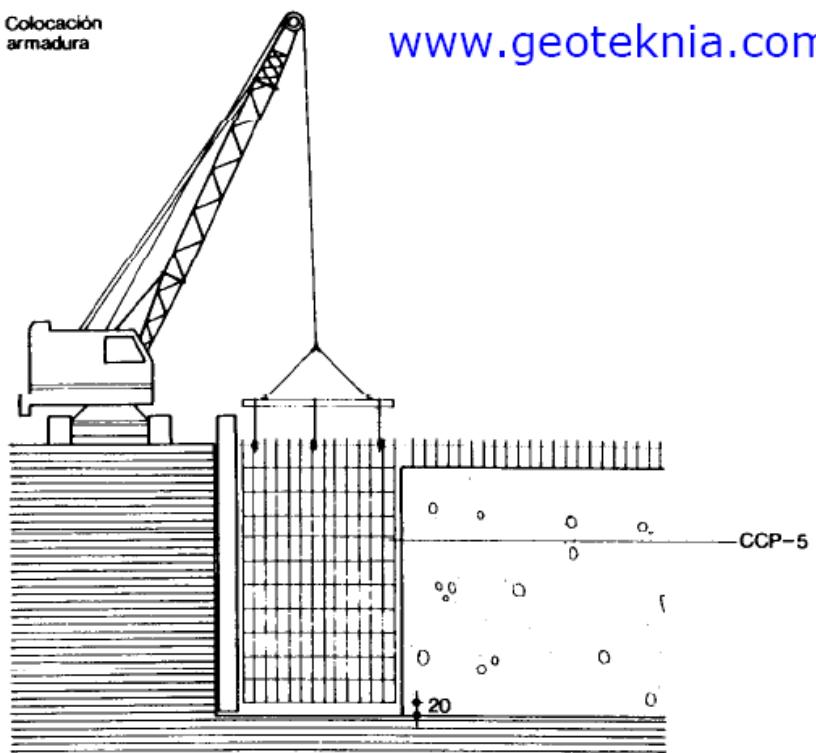
Figura 2 – Tipos de juntas para paredes diafragmas



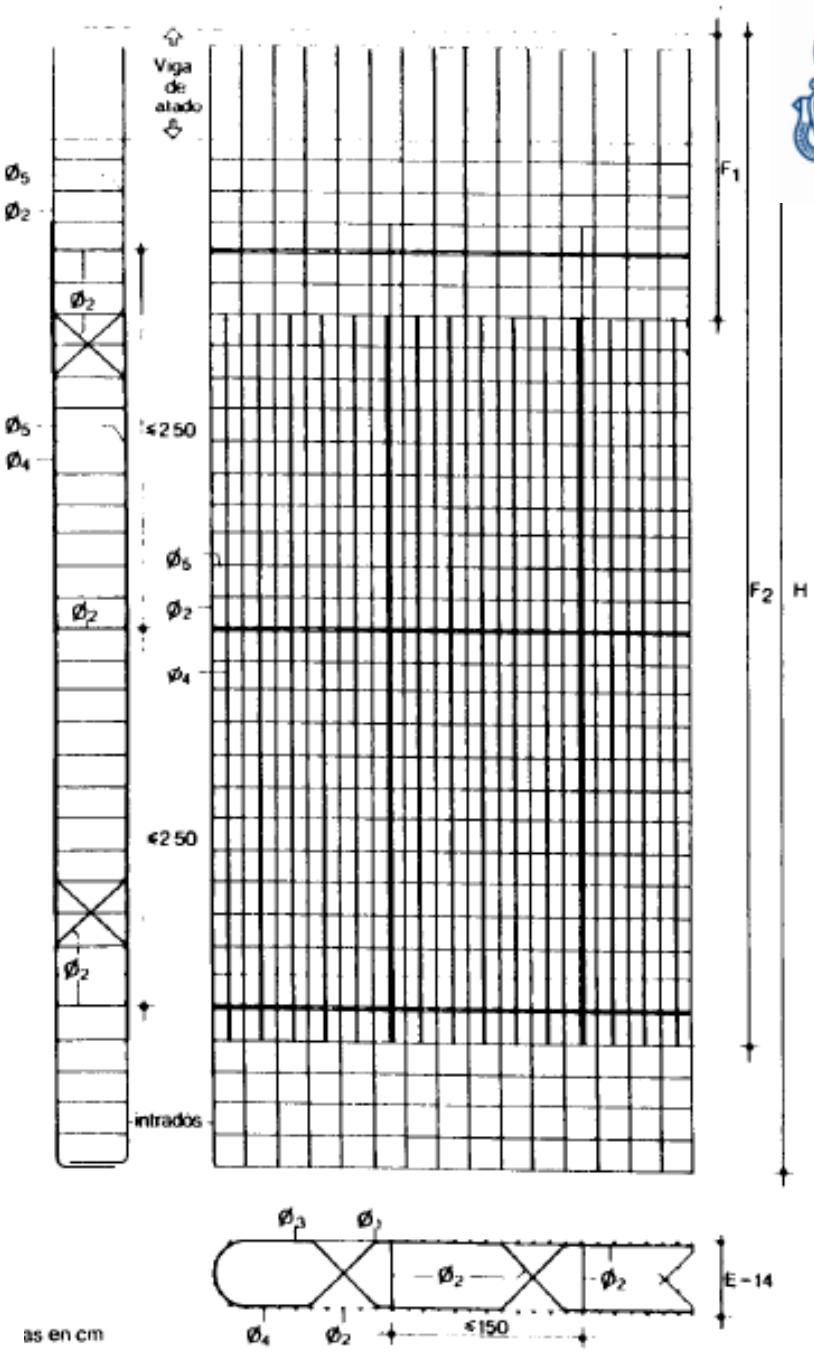
CONSTRUCCION – PASOS A SEGUIR

1. CONSTRUCCION DE MUROS DE GUIA
 2. EXCAVACION DE SECTOR DE PANTALLA
 3. COLOCACIÓN DE TUBOS DE JUNTA
 - 4. COLOCACIÓN DE ARMADURAS**
 5. HORMIGONADO
 6. EXTRACCION DE JUNTAS
 7. DEMOLICIÓN DE CABEZA DE PANELES
 8. EJECUCIÓN VIGA DE ATADO
 9. EXCAVACIÓN DEL TERRENO

Colocación armadura



www.geoteknia.com



CONSTRUCCION – PASOS A SEGUIR

1. CONSTRUCCION DE MUROS DE GUIA
2. EXCAVACION DE SECTOR DE PANTALLA
3. COLOCACIÓN DE TUBOS DE JUNTA
- 4. COLOCACIÓN DE ARMADURAS**
5. HORMIGONADO
6. EXTRACCION DE JUNTAS
7. DEMOLICIÓN DE CABEZA DE PANELES
8. EJECUCIÓN VIGA DE ATADO
9. EXCAVACIÓN DEL TERRENO

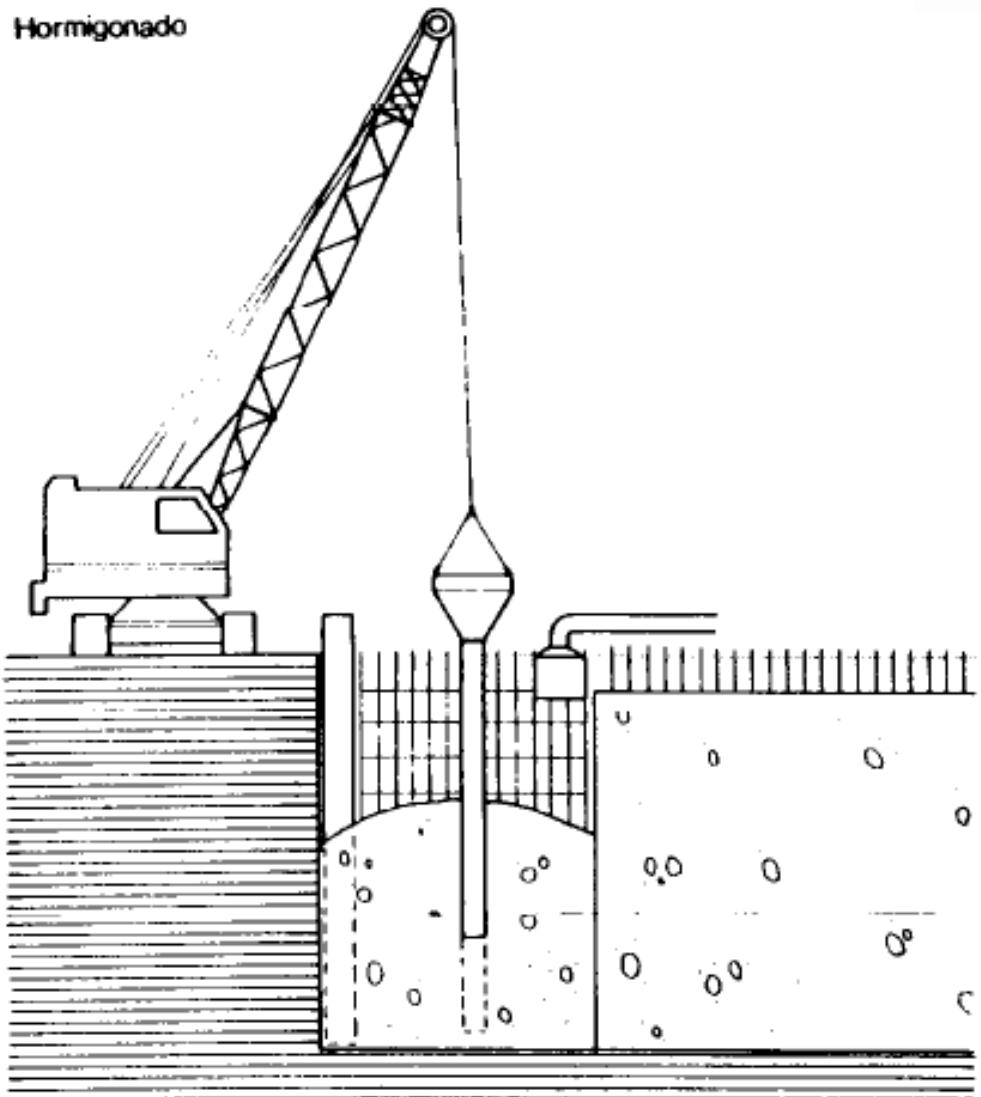


CONSTRUCCION – PASOS A SEGUIR

1. CONSTRUCCION DE MUROS DE GUIA
 2. EXCAVACION DE SECTOR DE PANTALLA
 3. COLOCACIÓN DE TUBOS DE JUNTA
 4. COLOCACIÓN DE ARMADURAS
 - 5. HORMIGONADO**
 6. EXTRACCION DE JUNTAS
 7. DEMOLICIÓN DE CABEZA DE PANELES
 8. EJECUCIÓN VIGA DE ATADO
 9. EXCAVACIÓN DEL TERRENO

- Siempre con el uso de manga.
- El diámetro interior debe ser igual o superior a 15 cm y 6 veces el tamaño máximo de los áridos empleados.
- El diámetro exterior no debe superar 0,8 veces el interior de la jaula de la armadura.

Hormigonado



CONSTRUCCION – PASOS A SEGUIR

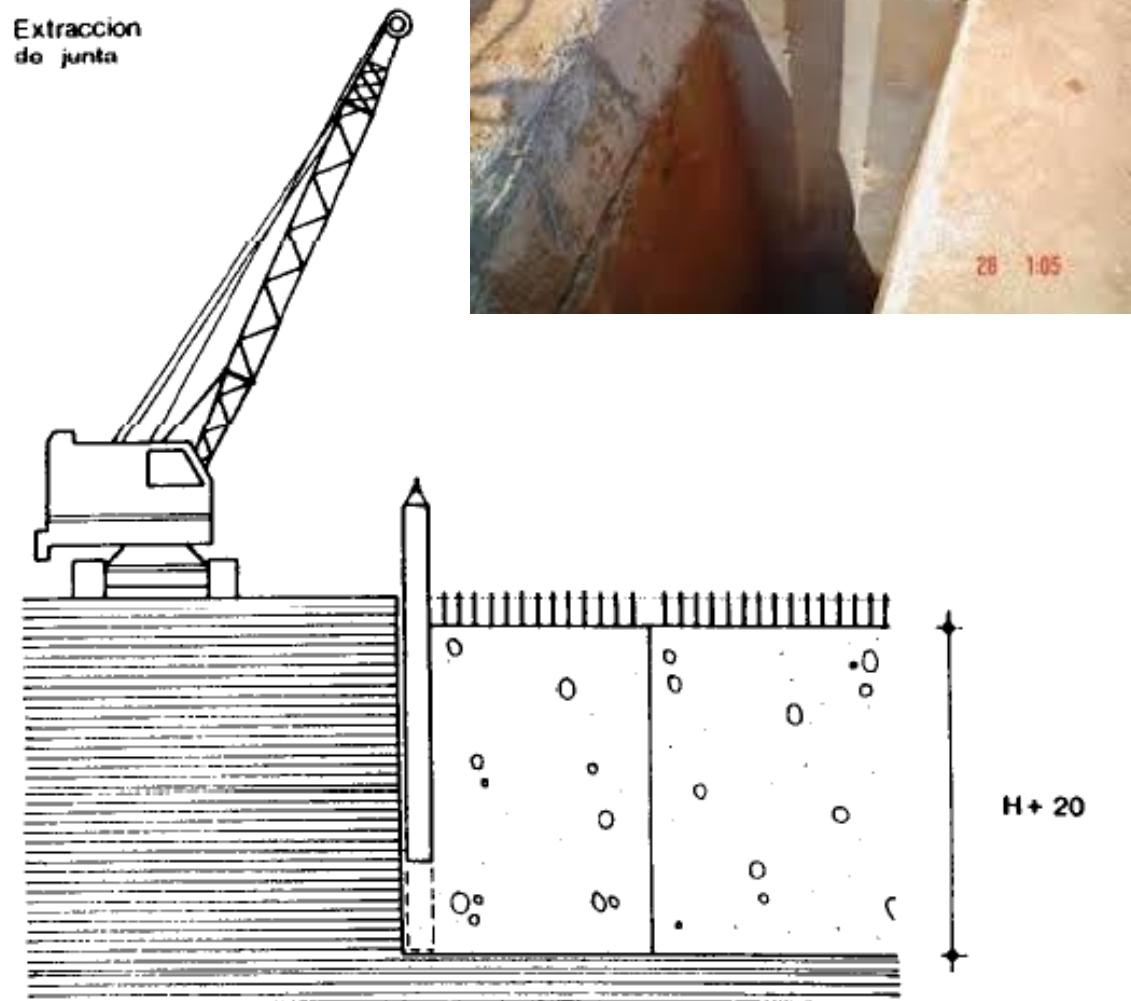
1. CONSTRUCCION DE MUROS DE GUIA
2. EXCAVACION DE SECTOR DE PANTALLA
3. COLOCACIÓN DE TUBOS DE JUNTA
4. COLOCACIÓN DE ARMADURAS
- 5. HORMIGONADO**
6. EXTRACCION DE JUNTAS
7. DEMOLICIÓN DE CABEZA DE PANELES
8. EJECUCIÓN VIGA DE ATADO
9. EXCAVACIÓN DEL TERRENO

- Se centra en el panel y se introduce a través del lodo hasta el fondo de la excavación.
- Se comienza a hormigonar colocando el tubo sobre el fondo de la zanja y luego se lo levanta entre 10 y 20 cm ya comenzado el hormigonado; el tubo siempre debe estar sumergido dentro del hormigón fresco.



CONSTRUCCION – PASOS A SEGUIR

1. CONSTRUCCION DE MUROS DE GUIA
2. EXCAVACION DE SECTOR DE PANTALLA
3. COLOCACION DE TUBOS DE JUNTA
4. COLOCACION DE ARMADURAS
5. HORMIGONADO
- 6. EXTRACCION DE JUNTAS**
7. DEMOLICIÓN DE CABEZA DE PANELES
8. EJECUCIÓN VIGA DE ATADO
9. EXCAVACIÓN DEL TERRENO



- Luego de hormigonar, se extraen los elementos laterales dispuestos para moldeo de juntas.
- Éstos serán de PVC tipo water-stop o juntas moldeadas con el tubo circular que se inyecta posteriormente.



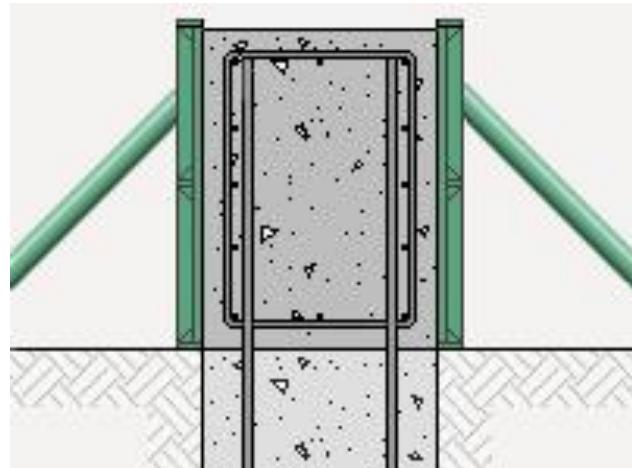
CONSTRUCCION – PASOS A SEGUIR

1. CONSTRUCCION DE MUROS DE GUIA
2. EXCAVACION DE SECTOR DE PANTALLA
3. COLOCACIÓN DE TUBOS DE JUNTA
4. COLOCACIÓN DE ARMADURAS
5. HORMIGONADO
6. EXTRACCION DE JUNTAS
- 7. DEMOLICIÓN DE CABEZA DE PANELES**
8. EJECUCIÓN VIGA DE ATADO
9. EXCAVACIÓN DEL TERRENO



CONSTRUCCION – PASOS A SEGUIR

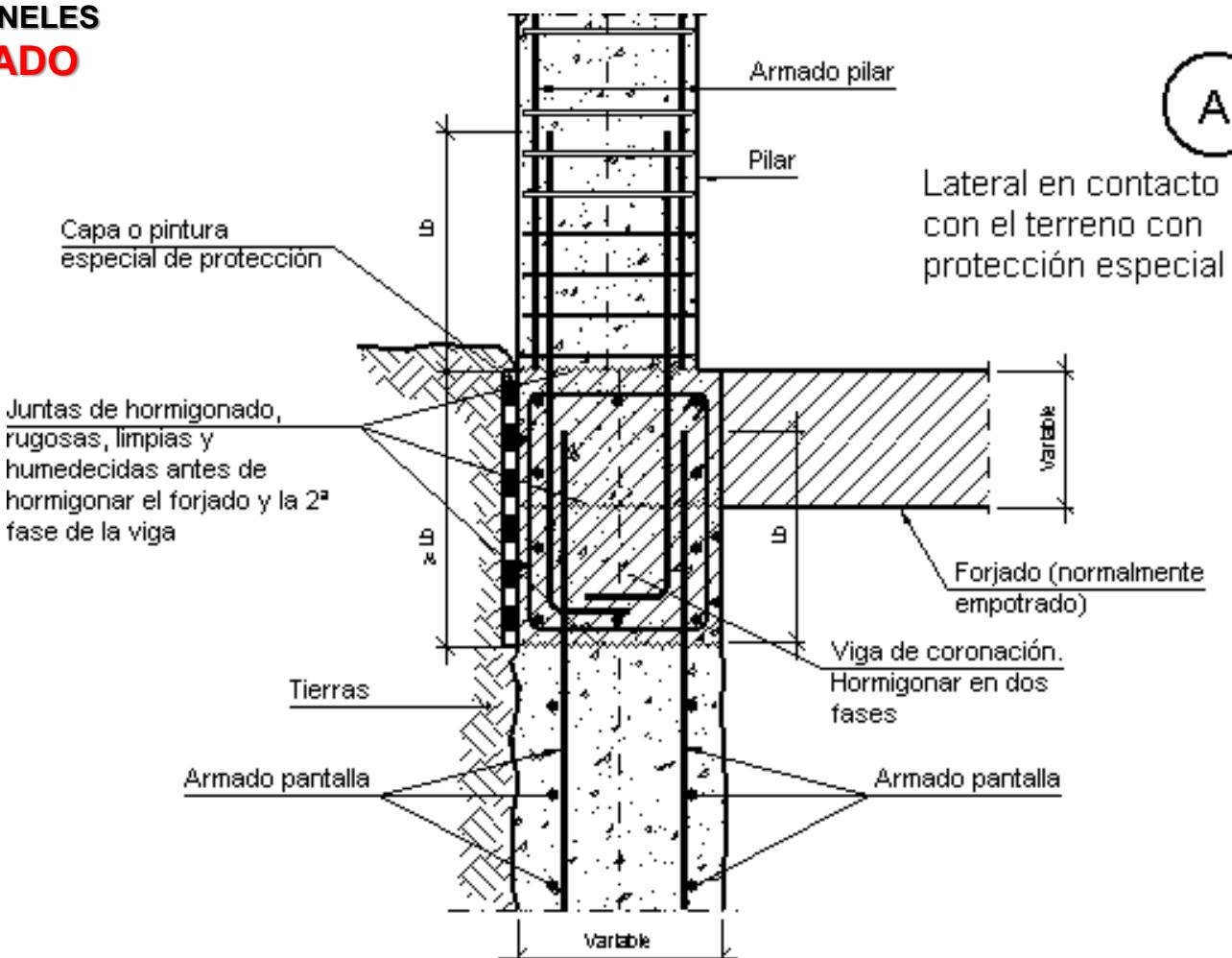
1. CONSTRUCCION DE MUROS DE GUIA
2. EXCAVACION DE SECTOR DE PANTALLA
3. COLOCACIÓN DE TUBOS DE JUNTA
4. COLOCACIÓN DE ARMADURAS
5. HORMIGONADO
6. EXTRACCION DE JUNTAS
7. DEMOLICIÓN DE CABEZA DE PANELES
- 8. EJECUCIÓN VIGA DE ATADO**
9. EXCAVACIÓN DEL TERRENO





CONSTRUCCION – PASOS A SEGUIR

1. CONSTRUCCION DE MUROS DE GUIA
2. EXCAVACION DE SECTOR DE PANTALLA
3. COLOCACION DE TUBOS DE JUNTA
4. COLOCACION DE ARMADURAS
5. HORMIGONADO
6. EXTRACCION DE JUNTAS
7. DEMOLICIÓN DE CABEZA DE PANELES
- 8. EJECUCIÓN VIGA DE ATADO**
9. EXCAVACIÓN DEL TERRENO

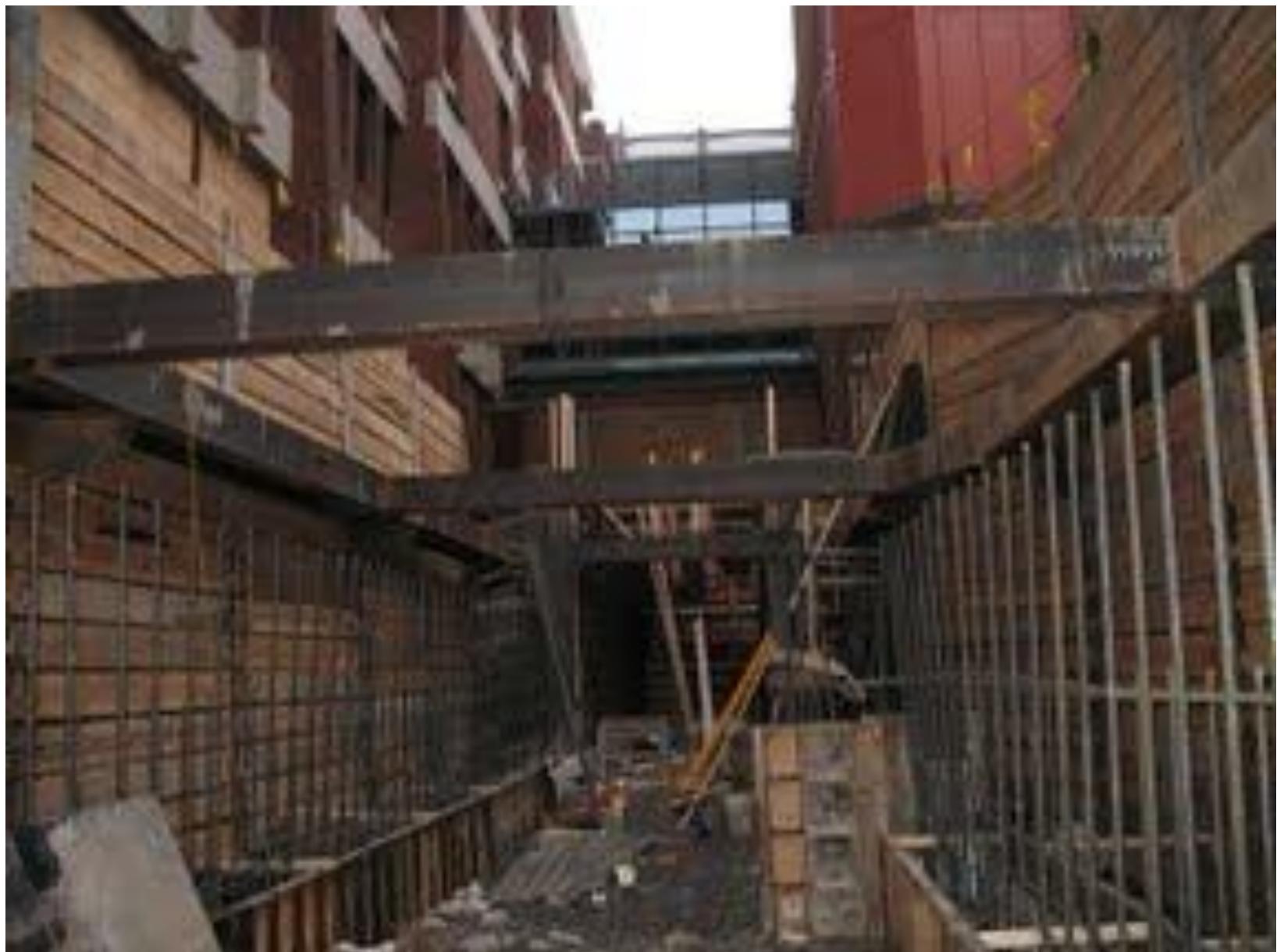




**ESTRUCTURA DE
SOSTENIMIENTO
TEMPORARIOS
(ENTIBADOS)**



ENTIBADOS

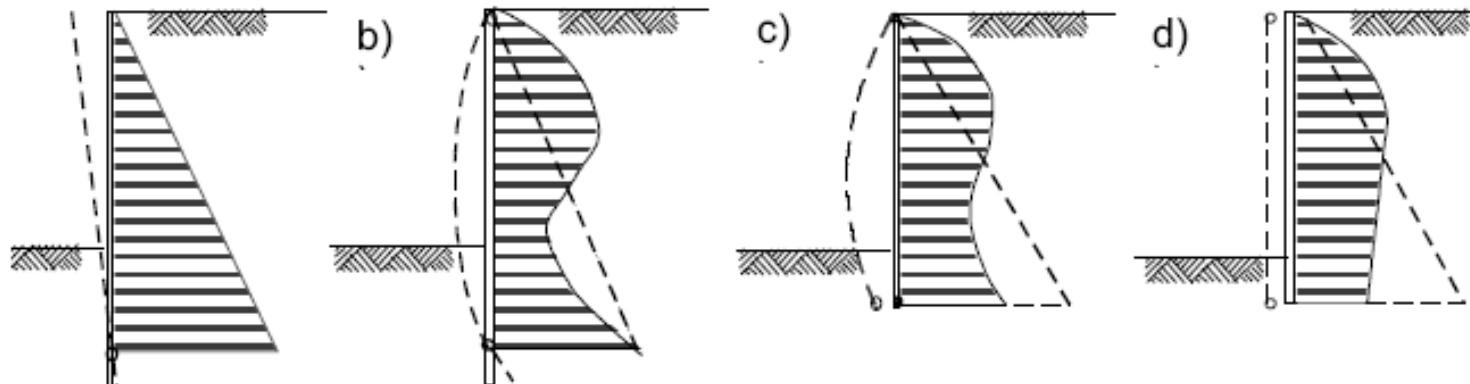




ESFUERZOS GENERADOS POR LA EXCAVACION

EMPUJES...

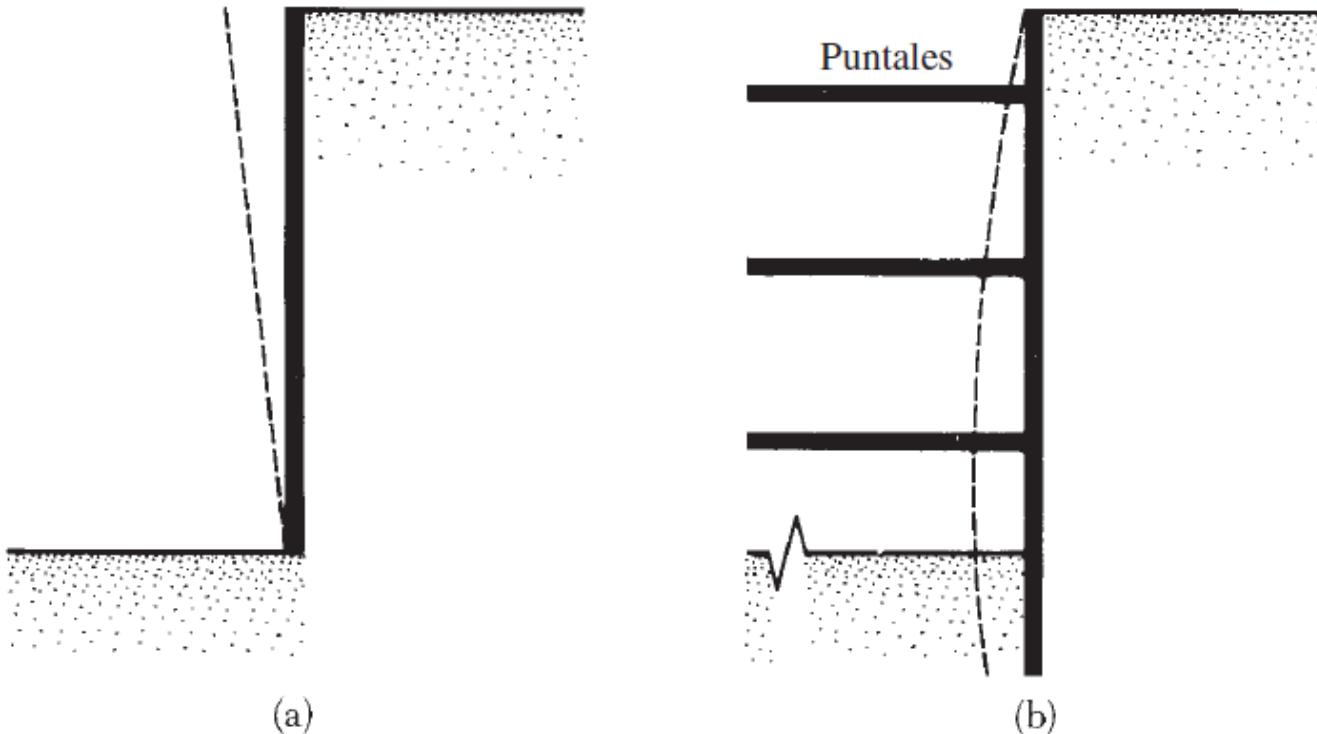
Un diagrama de empuje es una solución simplificada del problema de interacción suelo-estructura para casos específicos de apoyo de la estructura de contención



La forma y valor del diagrama de empuje depende del modo de deformación

ESFUERZOS GENERADOS POR LA EXCAVACION

EMPUJES...



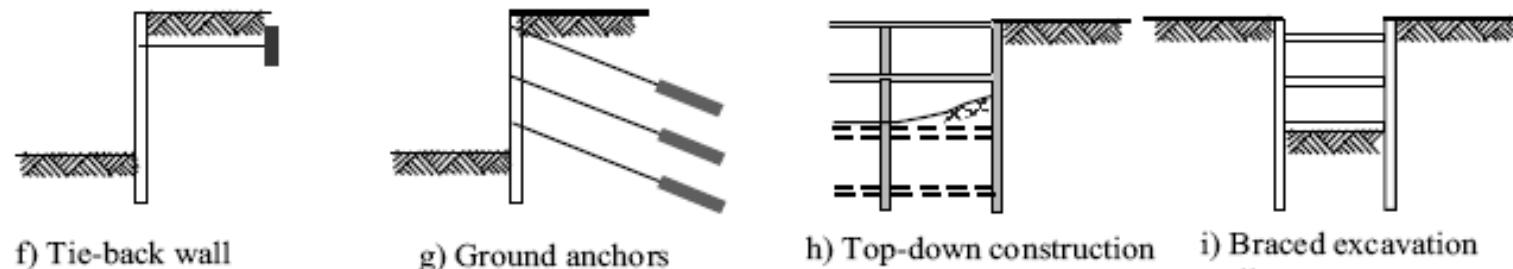
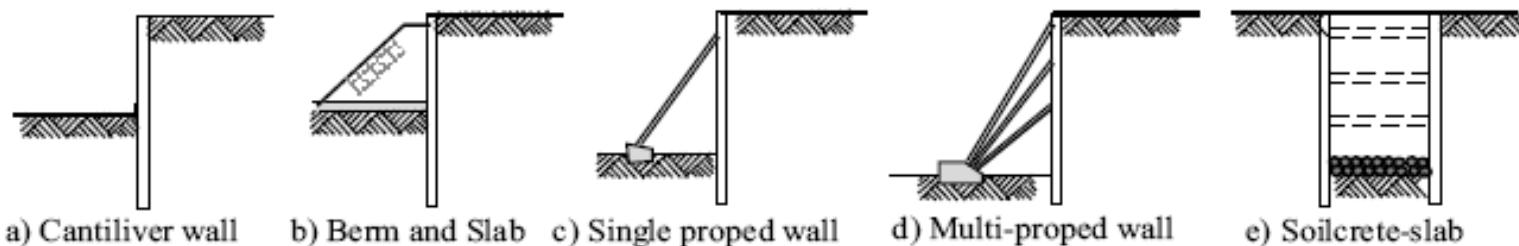
EFFECTOS DE LA FLEXIBILIDAD DE LAS PAREDES:

(a) MURO DE CONTENCIÓN

(b) ENTIBADO/CORTE APUNTALADO

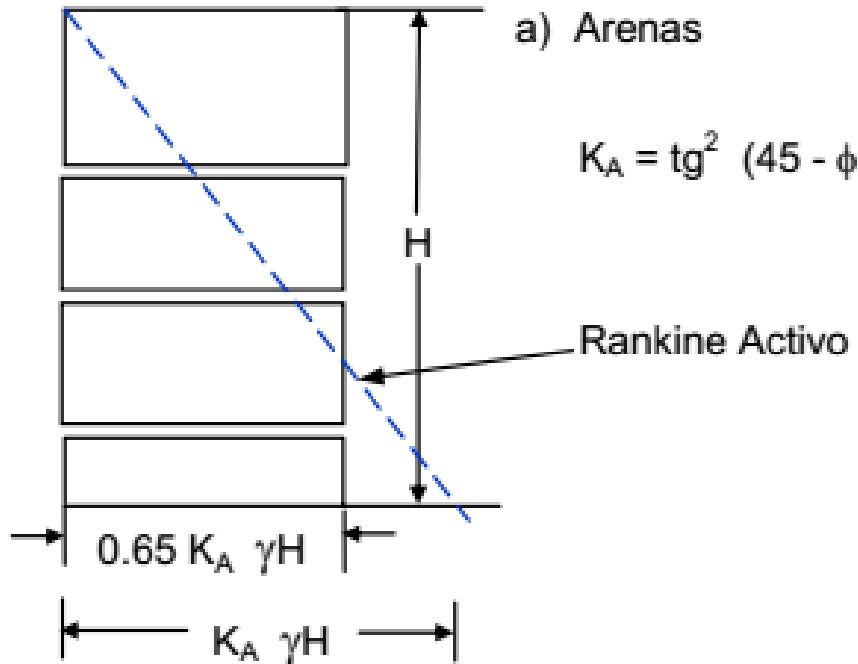
EFFECTOS DE LA EXCAVACIÓN → REPRESENTACION

Cuando se dibujan excavaciones, siempre se dibujan sus estructuras de sostenimiento, aunque la estructura de contención (sólo) ayuda a que el terreno se sostenga a si mismo





ENTIBADOS



$$P_t = \text{Trapezoide}$$

$$P_A = \text{Rankine}$$

$$P_t = .65 K_A \gamma H^2$$

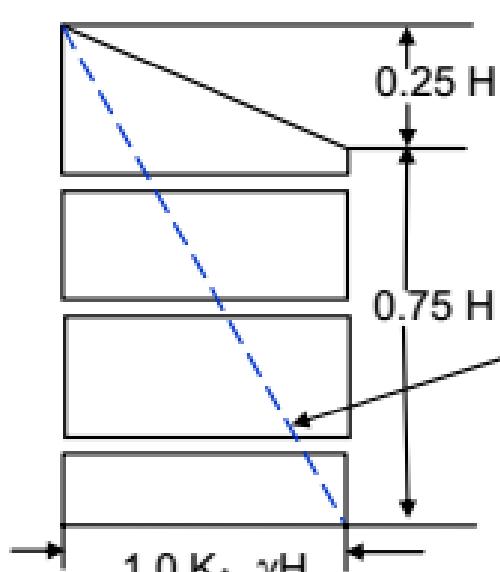
$$P_A = .50 K_A \gamma H^2$$

$$\frac{P_t}{P_A} = 1.30$$

Diagramas de Presión para Entibaciones de Terzaghi y Peck (1967)



ENTIBADOS



b) Arcillas Blandas a Medianas
($N > 6$)

Para arcillas, base la selección
en $N = \frac{\gamma H}{S_u}$

Ranking Activo Equivalente

$$K_A = 1 - m \cdot \frac{4S_u}{\gamma H} = 1 - \frac{4}{N}$$

$m = 1.0$ excepto
Cuando el corte tiene por debajo arcilla
blanda NC profunda

$$m = 1.0$$

$$P_t = .875 \gamma H^2 \left(1 - \frac{4}{N}\right)$$

$$P_A = .50 \gamma H^2 \left(1 - \frac{4}{N}\right)$$

$$\frac{P_t}{P_A} = 1.75$$

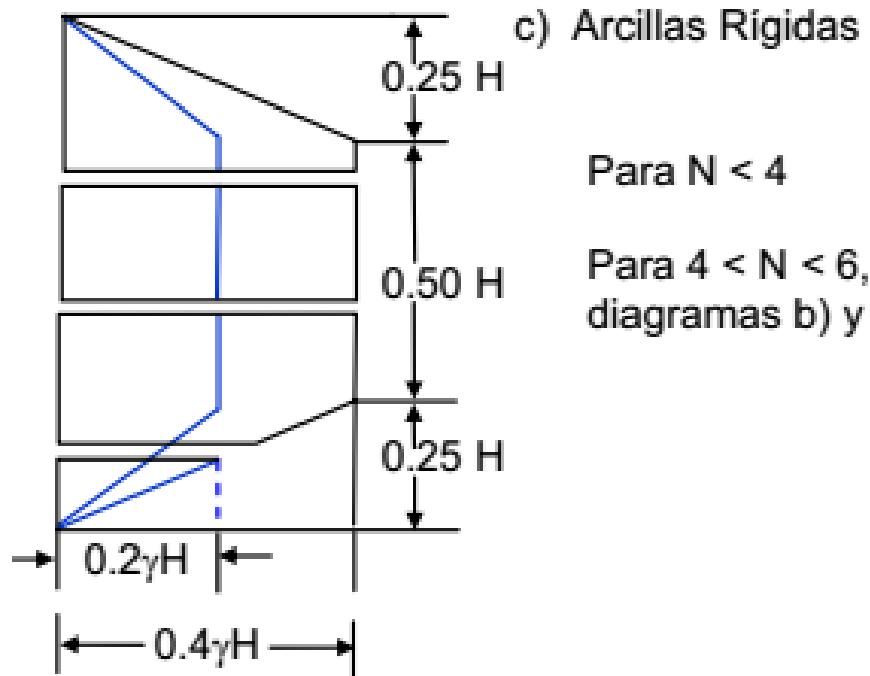
$$\sigma = \gamma H \left[1 - \left(\frac{4c}{\gamma H} \right) \right] \quad \text{o} \quad \sigma = 0.3 \gamma H$$

ELEGIR EL MAYOR DE LOS DOS VALORES

Diagramas de Presión para Entibaciones de Terzaghi y Peck (1967)



ENTIBADOS



c) Arcillas Rígidas

Para $N < 4$

Para $4 < N < 6$, use el mayor de los diagramas b) y c)

$$P_t = .15\gamma H^2 \text{ a } .30\gamma H^2$$

$$\frac{P_A}{N} = 4, P_A = 0$$

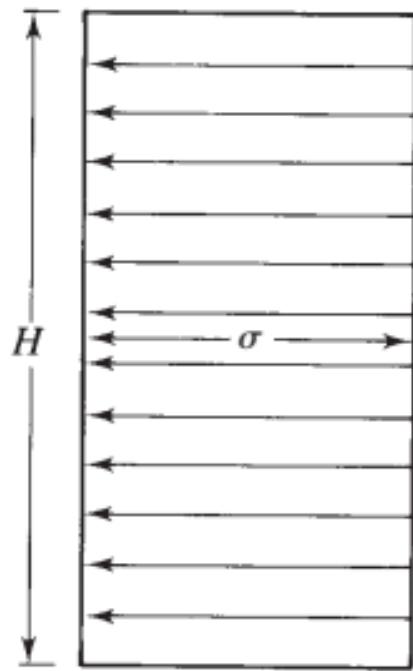
$$N < 4, P_A < 0$$

NOTA : Rankine Activo
Equivalente = 0

Diagramas de Presión para Entibaciones de Terzaghi y Peck (1967)

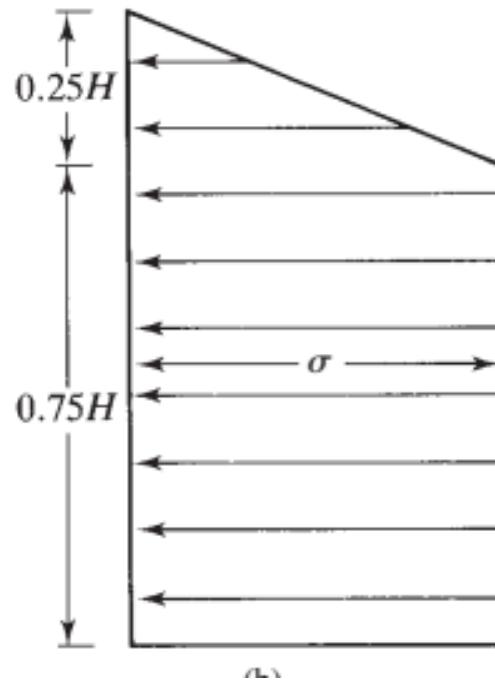


ENTIBADOS



ARENAS

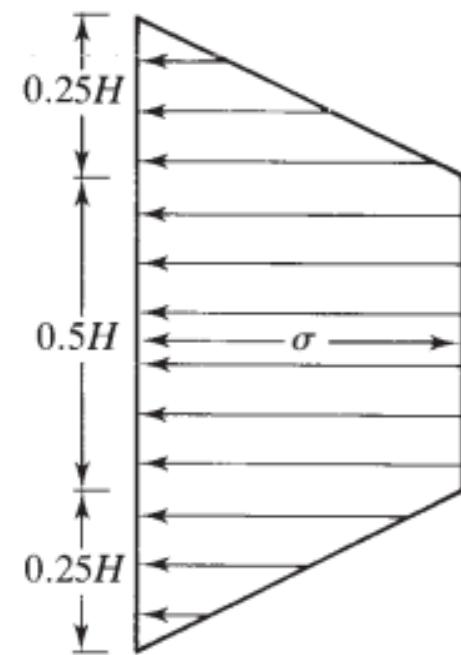
$$\sigma = 0.65\gamma H K_a$$



ARC BLANDAS

$$\sigma = \gamma H \left[1 - \left(\frac{4c}{\gamma H} \right) \right]$$

$$\sigma = 0.3\gamma H$$



ARC DURAS

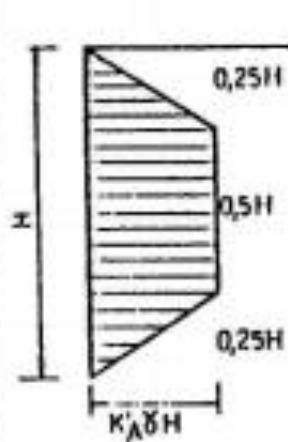
$$\sigma = 0.2\gamma H \text{ a } 0.4 \gamma H$$

$$\gamma H/c \leq 4.$$

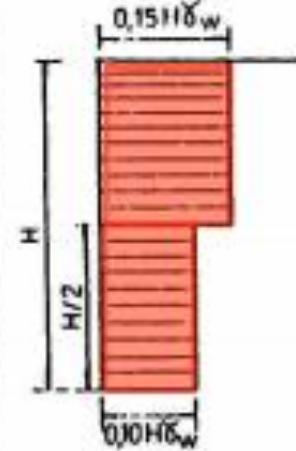


ENTIBADOS

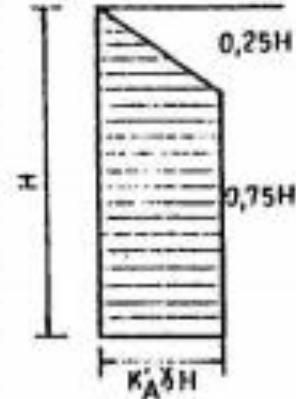
ARCILLAS COMPACTAS



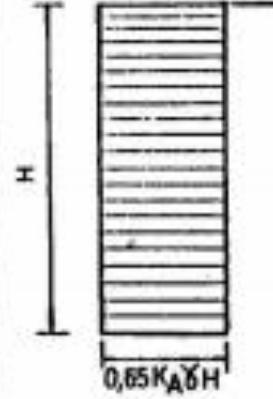
ARCILLAS Y LIMOS DE ORIGEN FOLIADO (DEPÓSITOS MARINOS) COMPACTAS FUERTEMENTE PRECOMPRESIONADAS POR DESECACIÓN



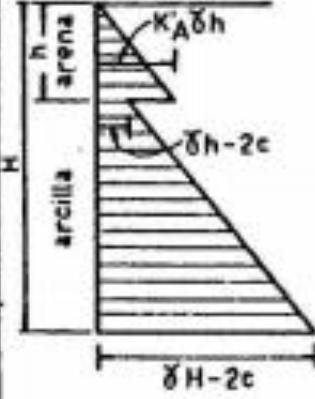
ARCILLAS BLANDAS



ARENAS

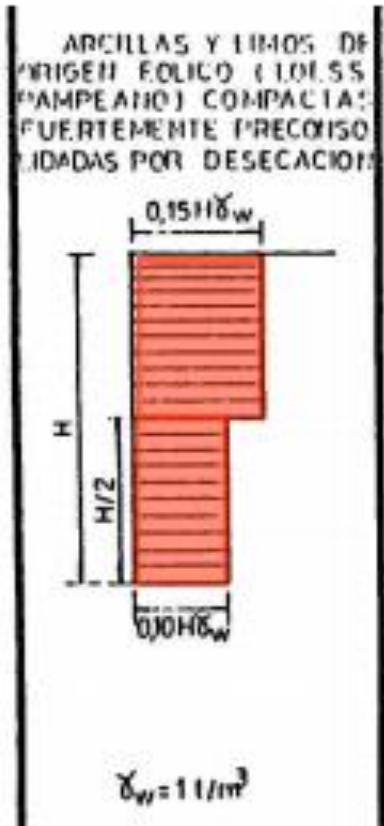


ARENAS Y ARCILLAS



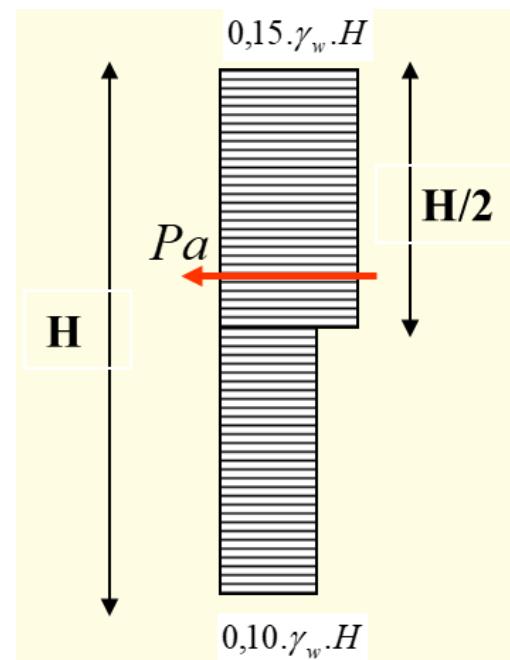
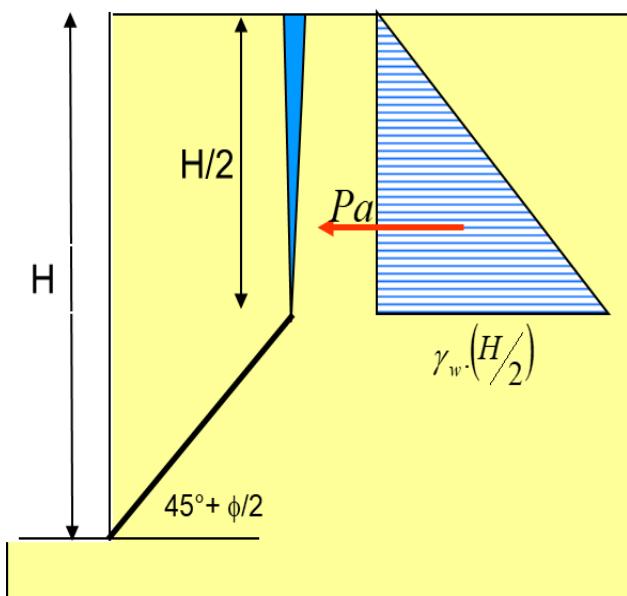
SE ASOCIA LA EXCAVACION CON LA APLICACION DE UN SOSTENIMIENTO

ENTIBADOS



Al ejecutar una excavación en este tipo de suelos, se podría generar una grieta y esta se podría llenar de agua generando un empuje hidrostático “Pa”.

Este diagrama triangular se divide en dos sectores rectangulares que tengan la misma resultante que el diagrama triangular.



SE ASOCIA LA EXCAVACION CON LA APLICACION DE UN
SOSTENIMIENTO



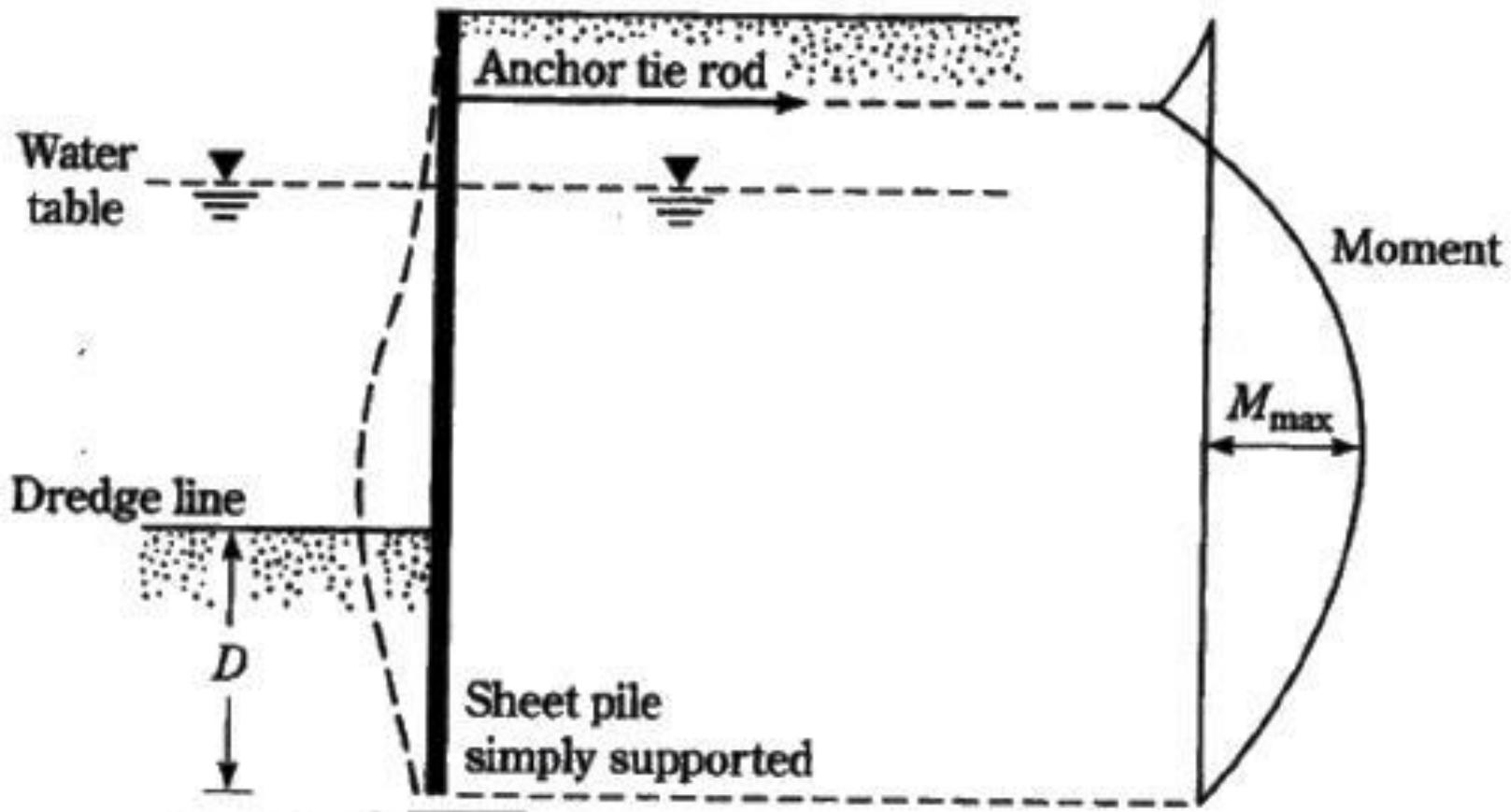
ENTIBADOS – RIGIDEZ?





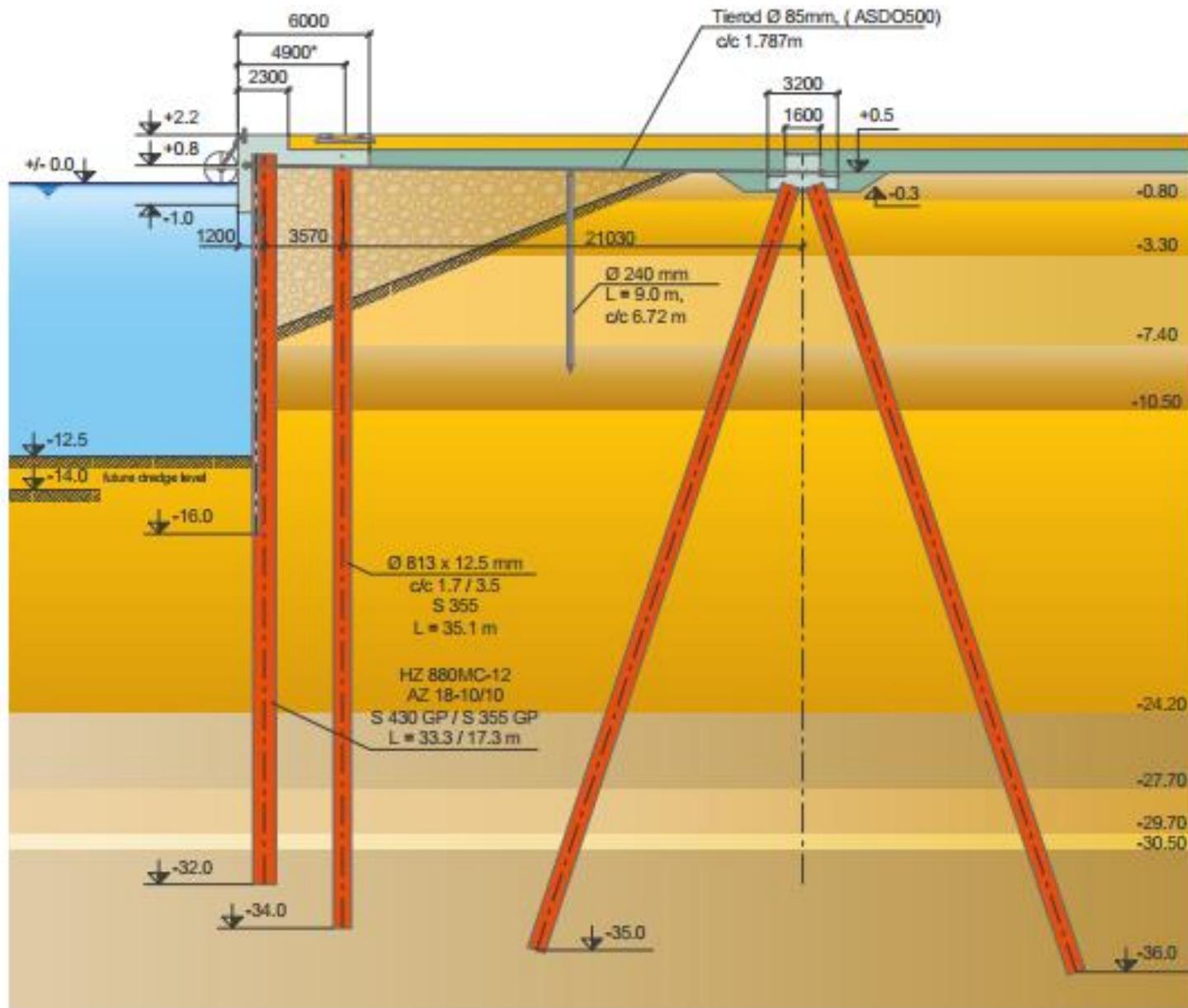
TABLESTACADOS CON ANCLAJES

Deformation and moment distribution over the sheet pile.



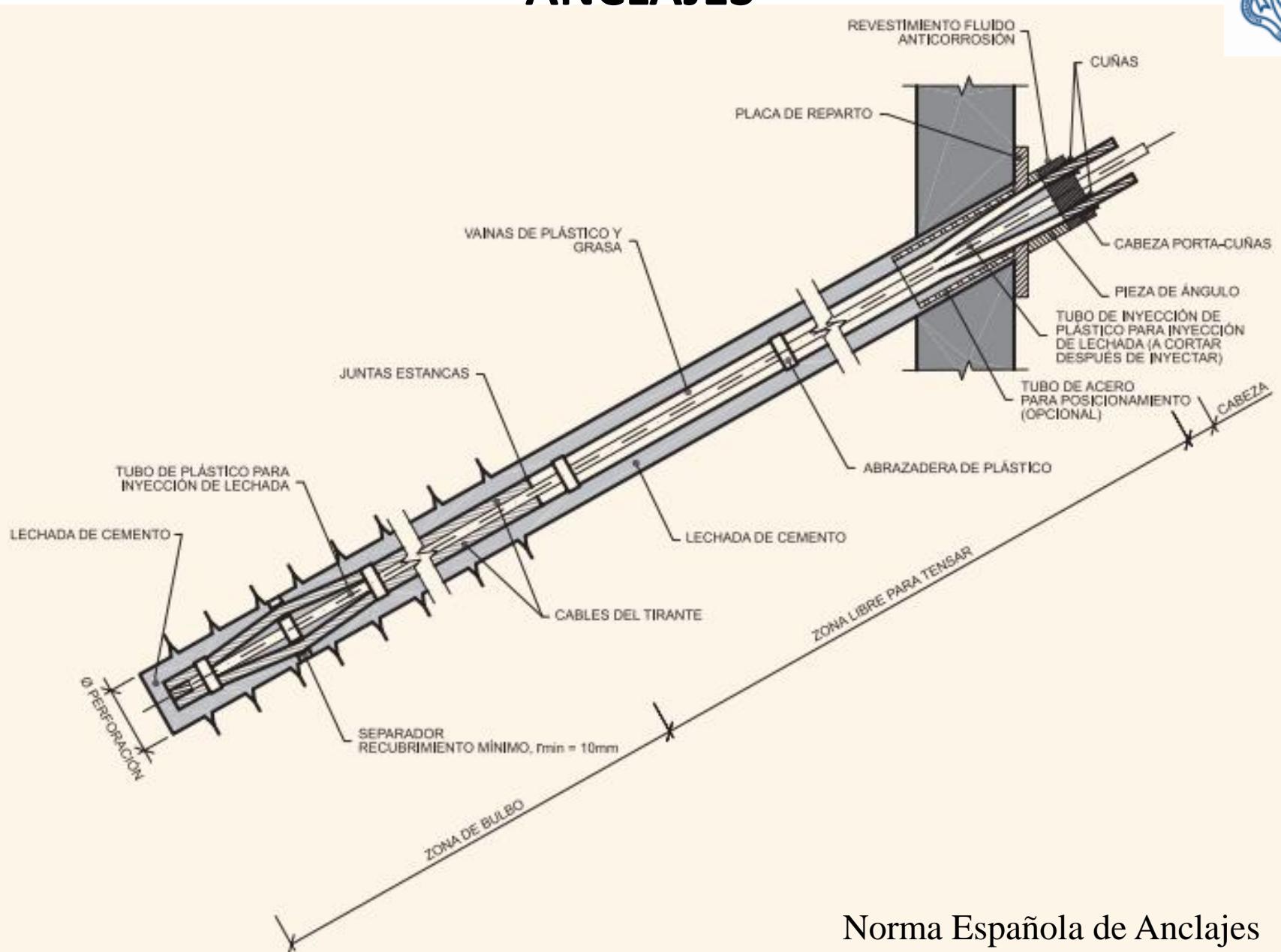


TABLESTACADOS CON ANCLAJES



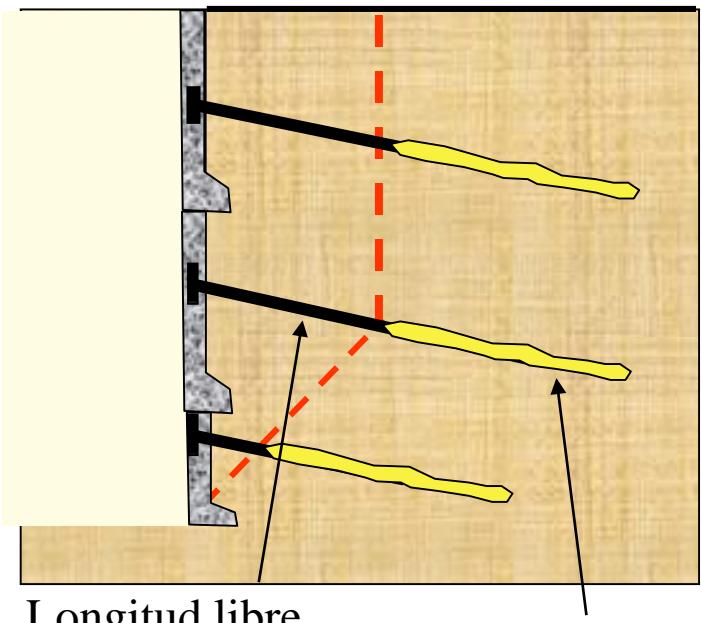


ANCLAJES

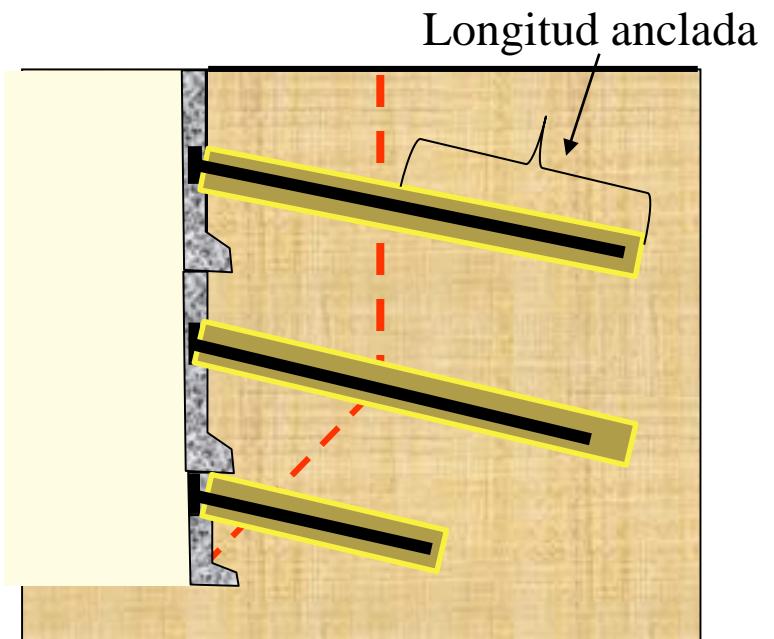


ANCLAJES

Activos con longitud libre y bulbo



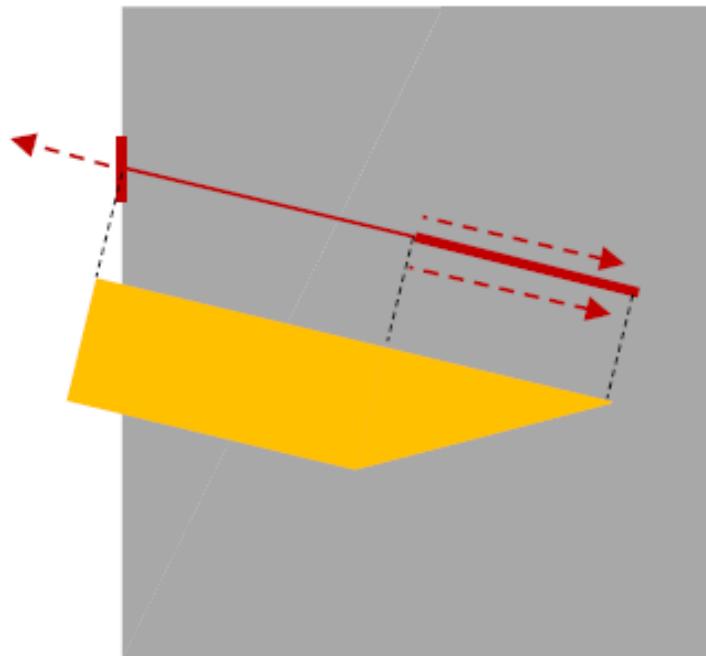
**Pasivos sin longitud libre
("similar a un pilote horizontal
o sub-horizontal")**



ANCLAJES

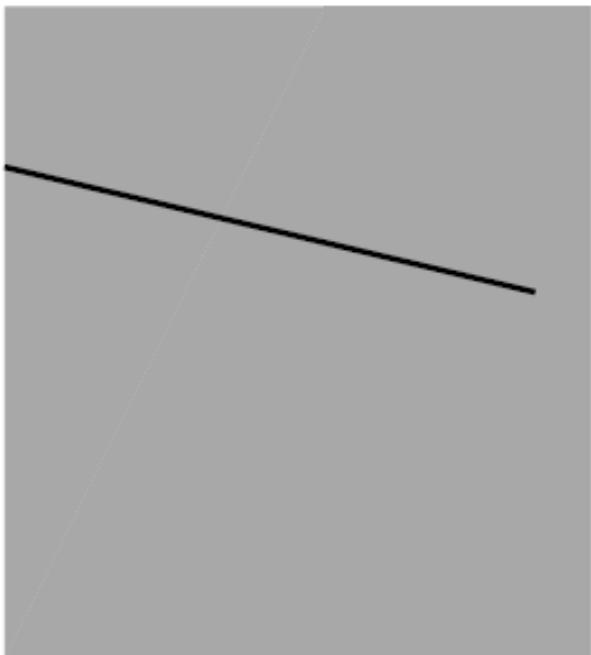
Anclaje activo

- Tiene carga en el momento que se instala



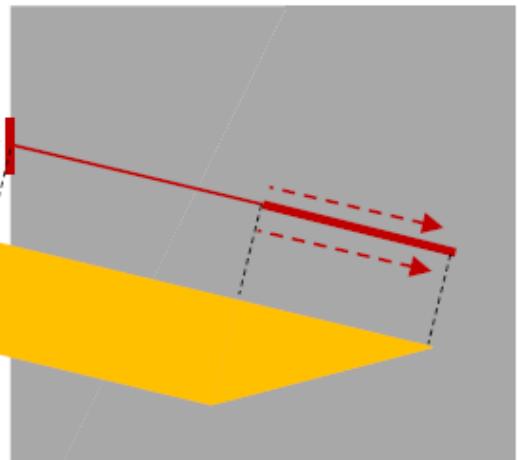
Anclaje pasivo

- No tiene carga cuando se instala



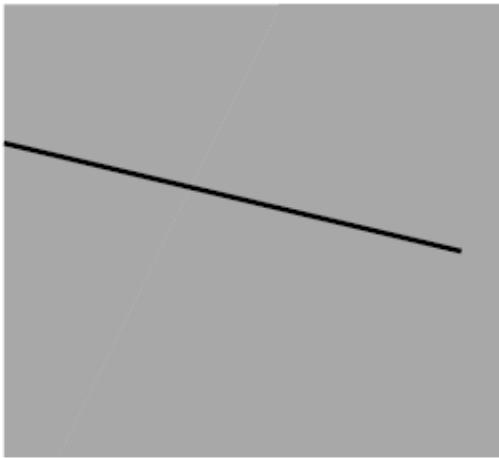


ANCLAJES



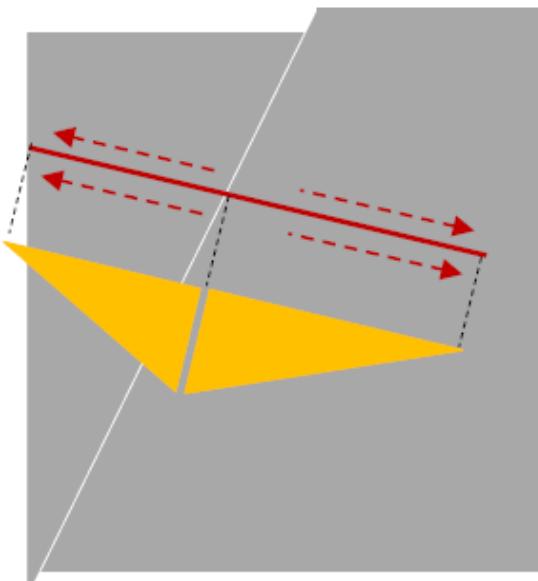
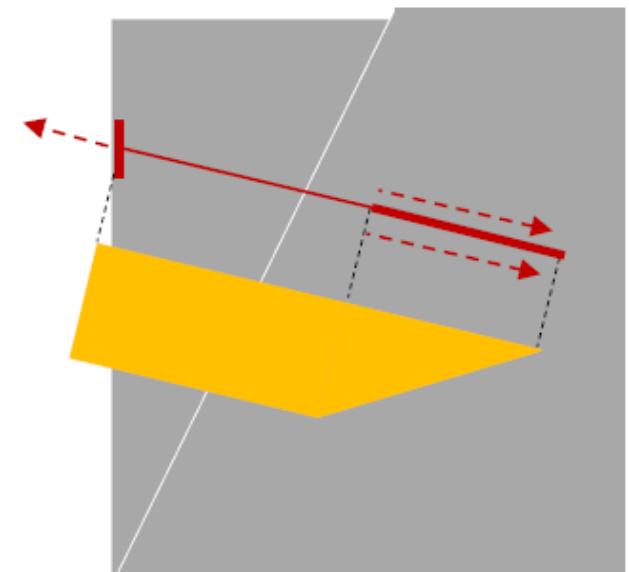
Anclaje activo

- Carga crece poco con la deformación



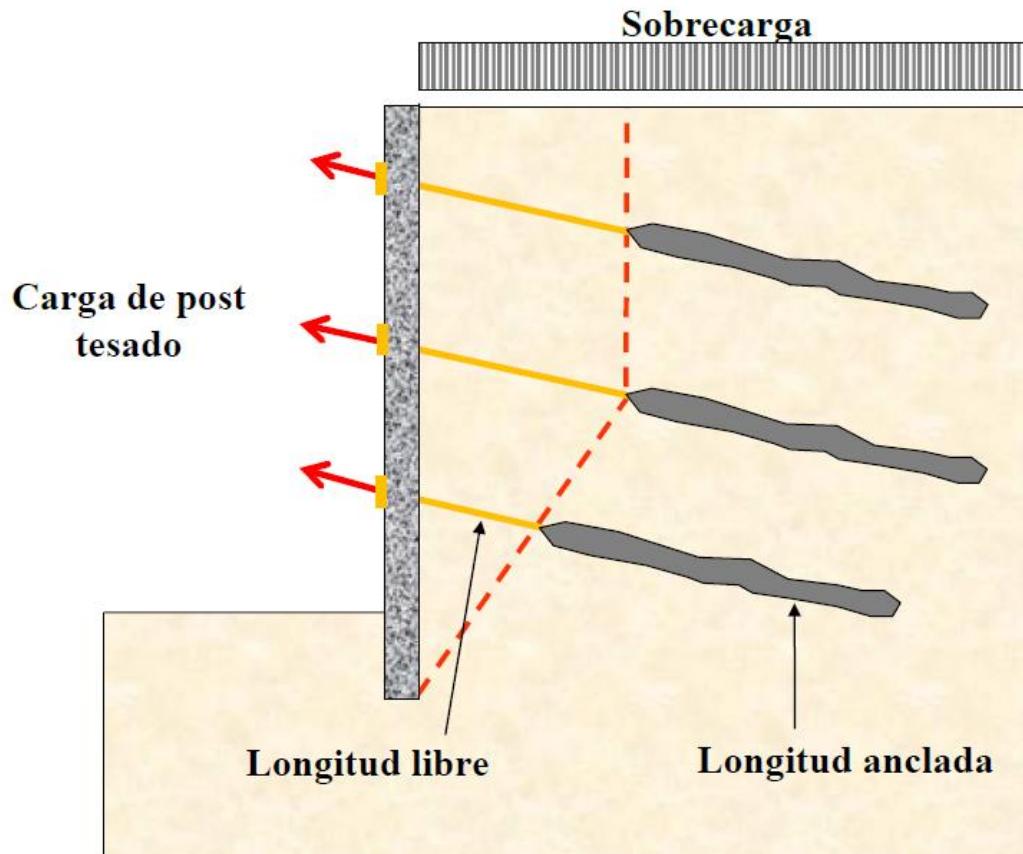
Anclaje pasivo

- Carga crece linealmente con la deformación del terreno



ANCLAJES

Anclajes Activos: son anclajes post tesados que se utilizan básicamente para impedir que el suelo se deforme cuando ejecutamos la excavación. **La carga de post tesado tiene que ser semejante al empuje de suelos.**



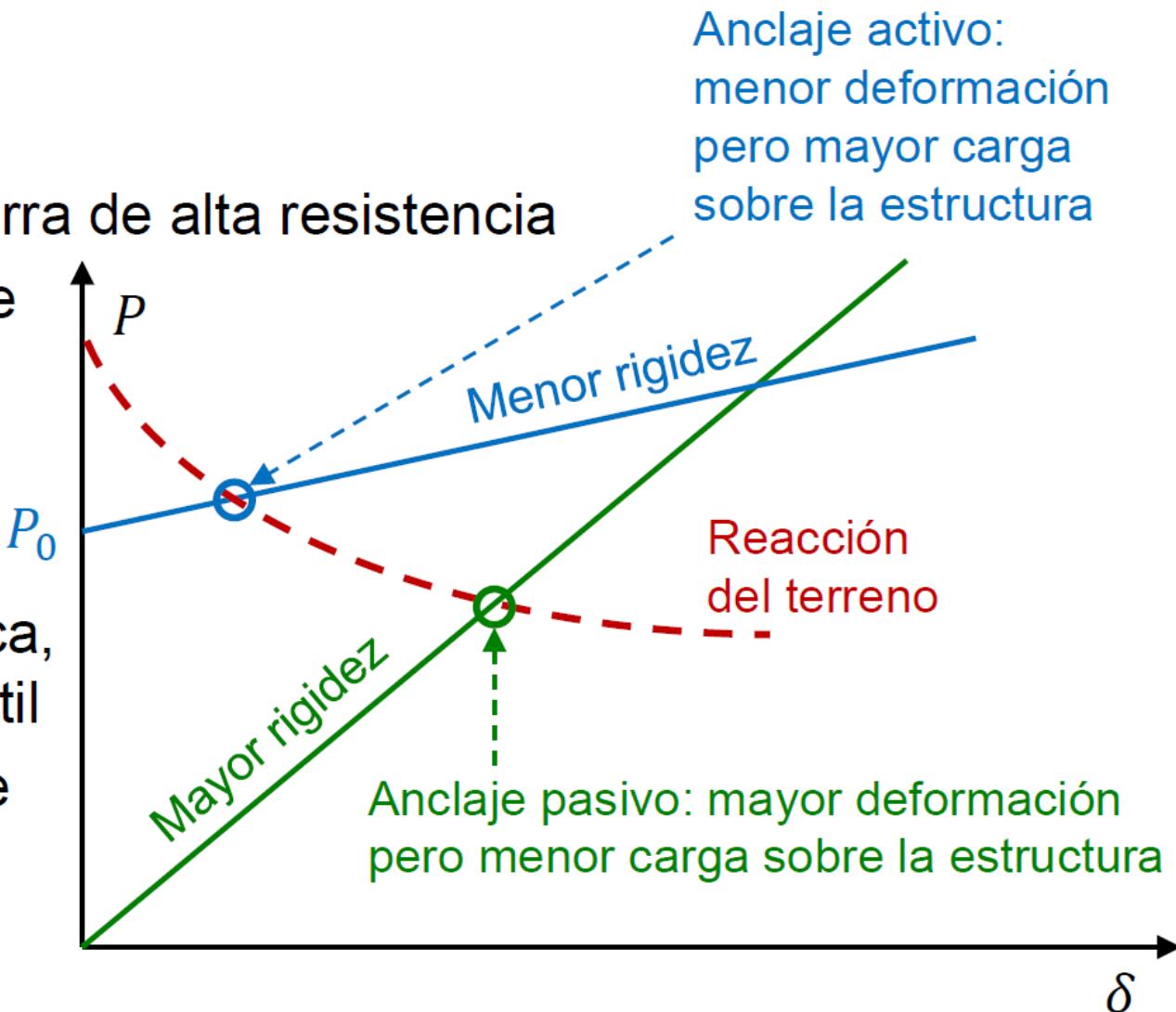
ANCLAJES

Anclajes activos

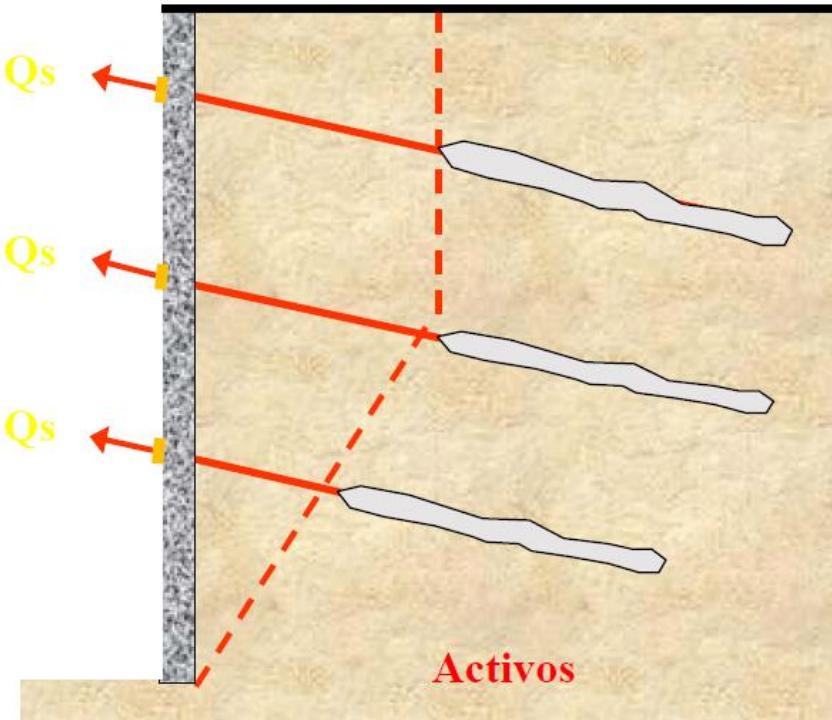
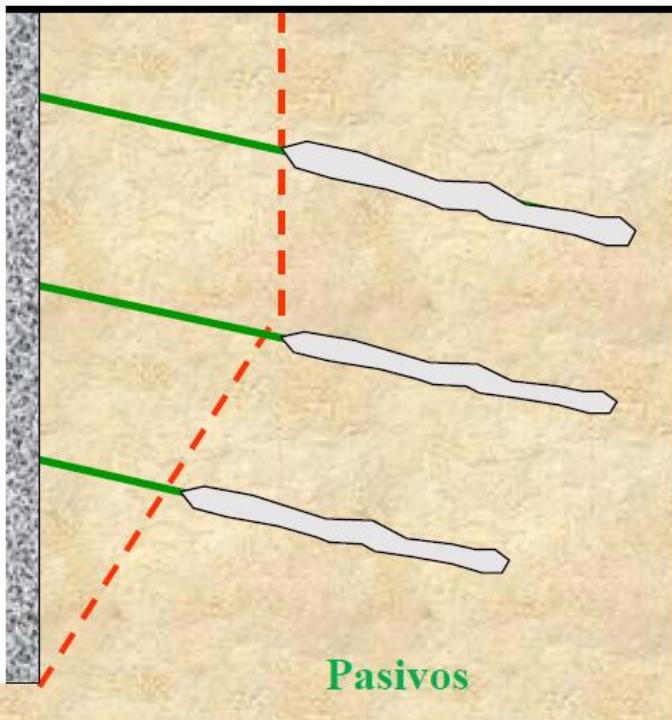
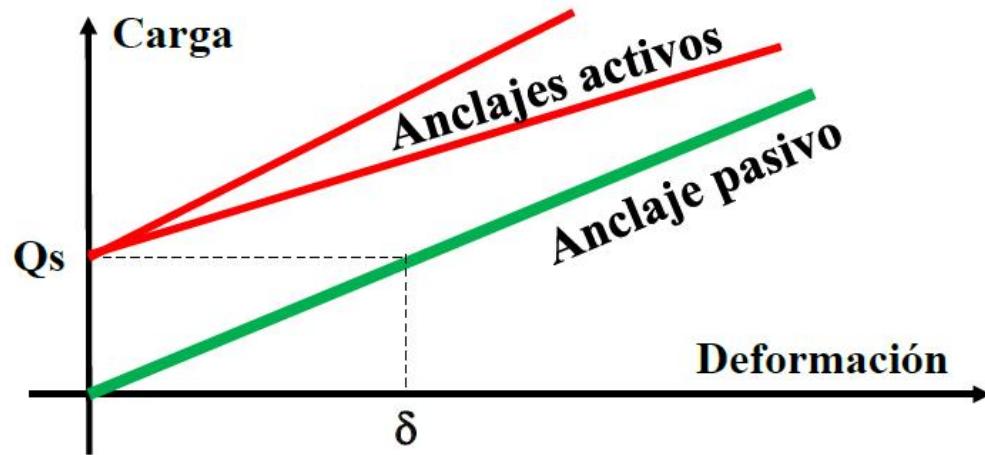
- Material: cable o barra de alta resistencia
- Tienen longitud libre
- Tienen baja rigidez
- $P_0 \approx 65\% P_{max}$

Anclajes pasivos

- Material: barra, placa, hélice de acero dúctil
- No tienen long. libre
- Tienen alta rigidez
- $P_0 \approx 0 kN$



ANCLAJES ACTIVOS Y PASIVOS. COMPATIBILIDAD DE DEFORMACIONES





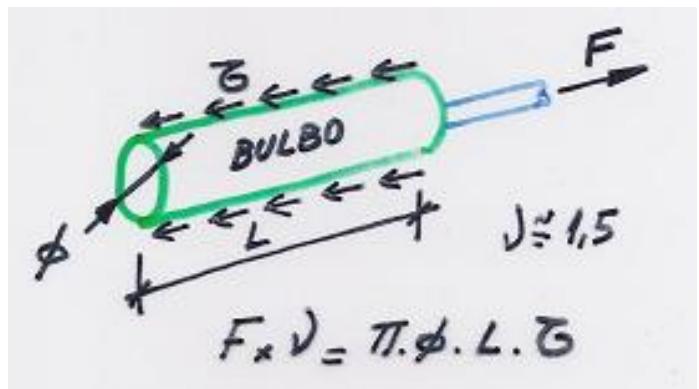
ANCLAJES

ESTABILIDAD LOCAL

3.2.2.2. Evaluación de la estabilidad del propio anclaje

La evaluación de la estabilidad del propio anclaje comprende los siguientes procesos:

- 1) Mayoración de las cargas actuantes.
- 2) Comprobación de la tensión admisible del acero del tirante (rotura del tirante a tracción).
- 3) Comprobación del deslizamiento del tirante dentro del bulbo.
- 4) Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo (deslizamiento bulbo-terreno).



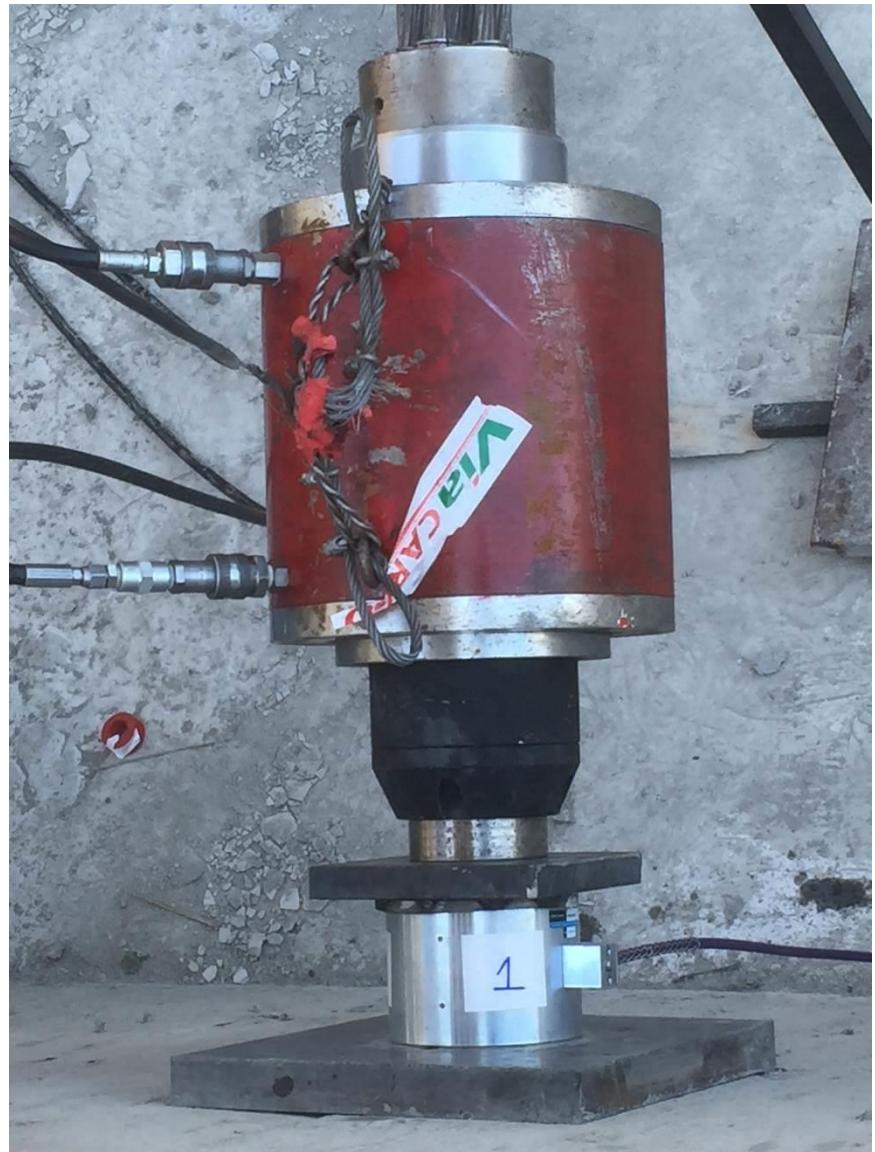


ANCLAJES COLOCACION





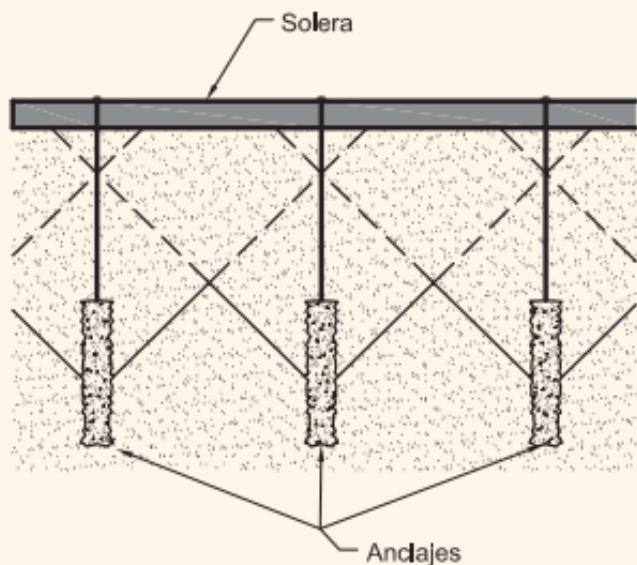
ANCLAJES ACTIVOS



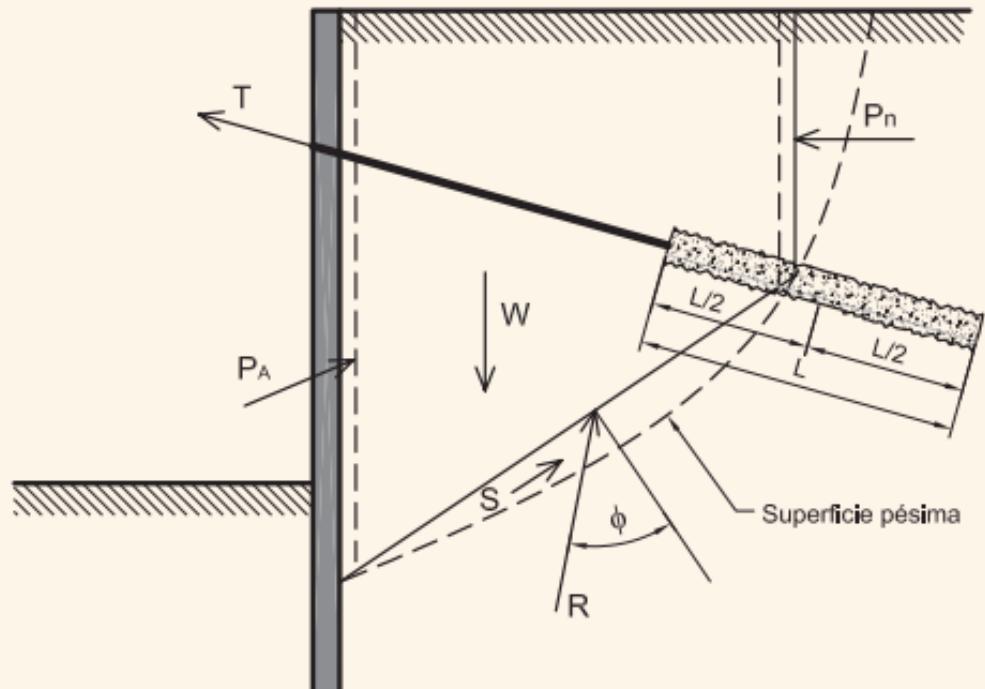


ANCLAJES

ESTABILIDAD GLOBAL



c) Interacción entre bulbos



d) Análisis en el caso de una pantalla



CASO DE EXCAVACION Y SOSTENIMIENTO

