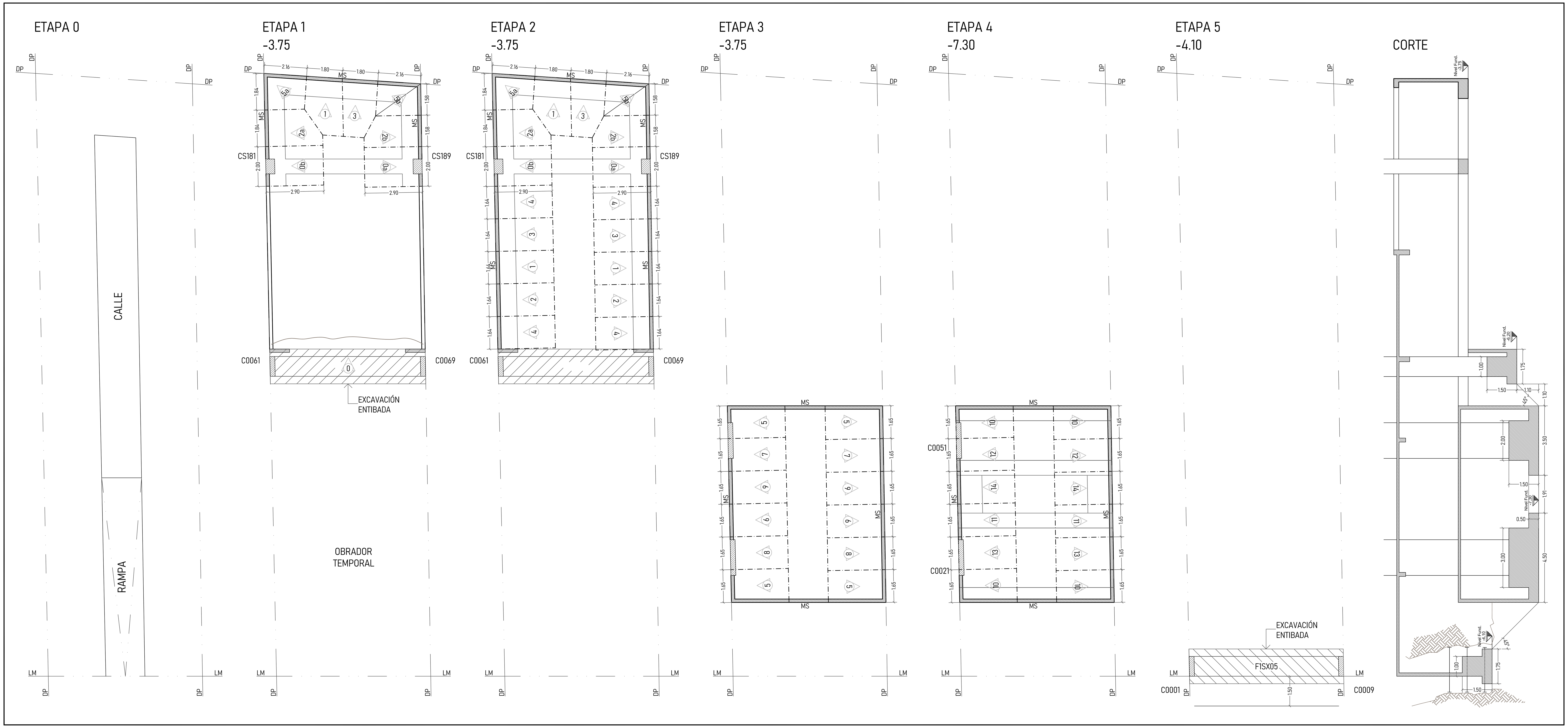
FACULTAD DE INGENIERIA
Universidad de Buenos Aires

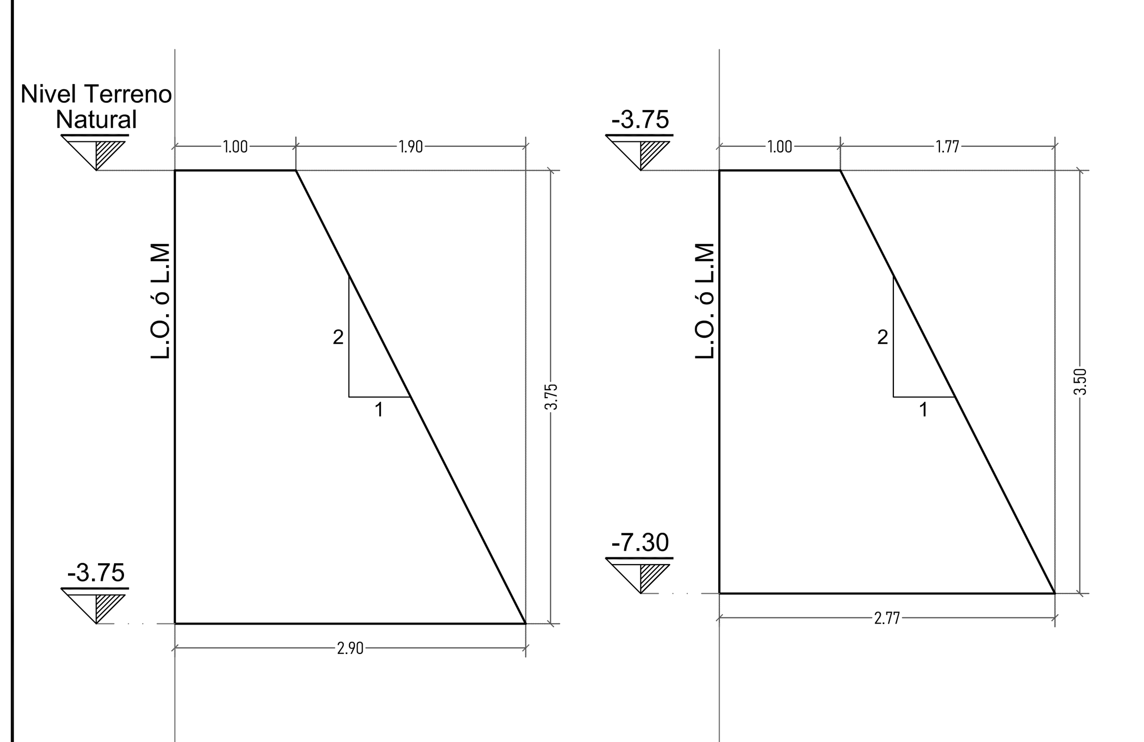
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

CATEDRA: CIMENTACIONES (74.11)

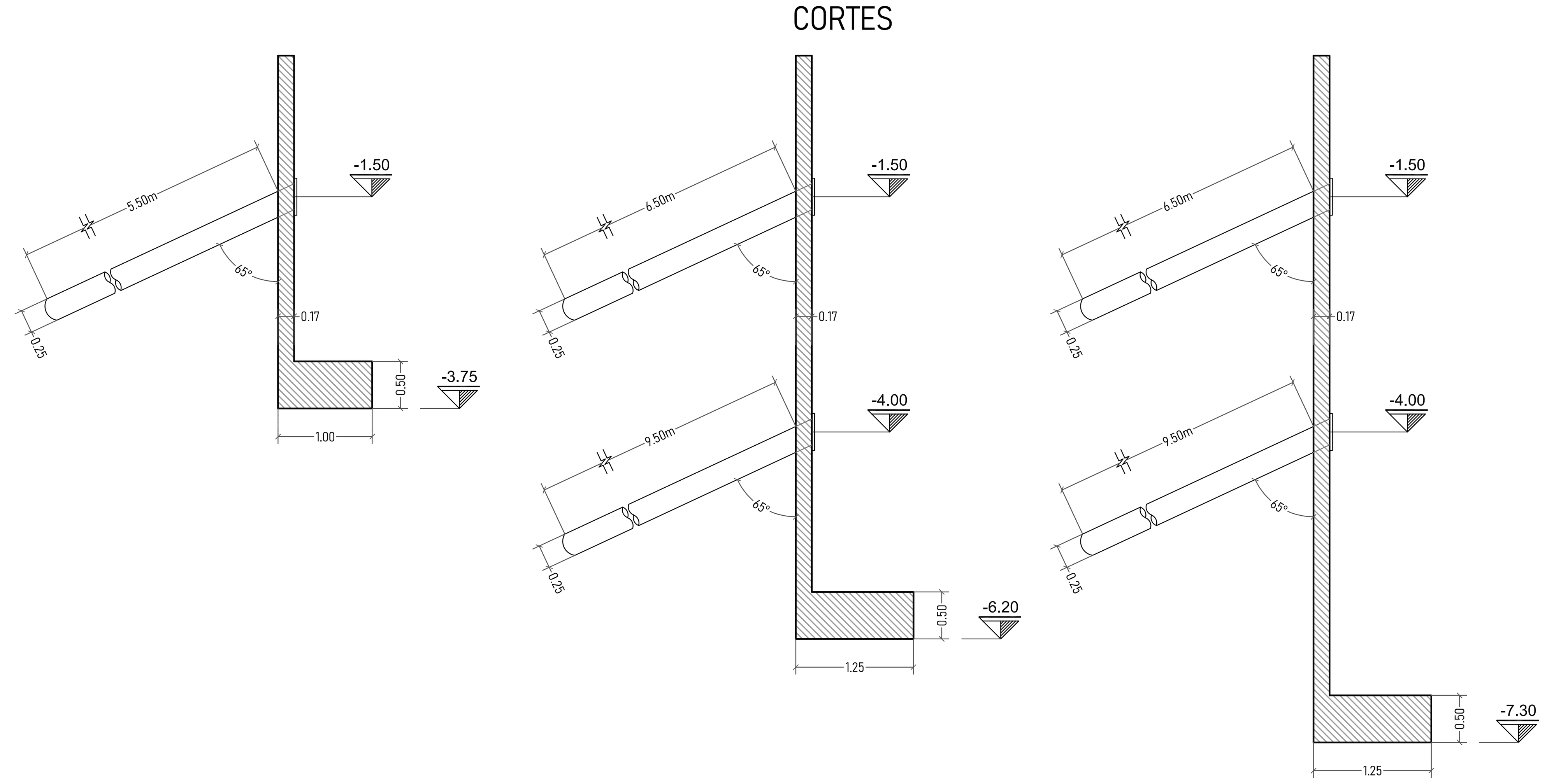
TEMA: MUROS CON ANCLAJES EN SUBSUELOS ENTRE MEDIANERA Y OBRAS DE INGENIERIA

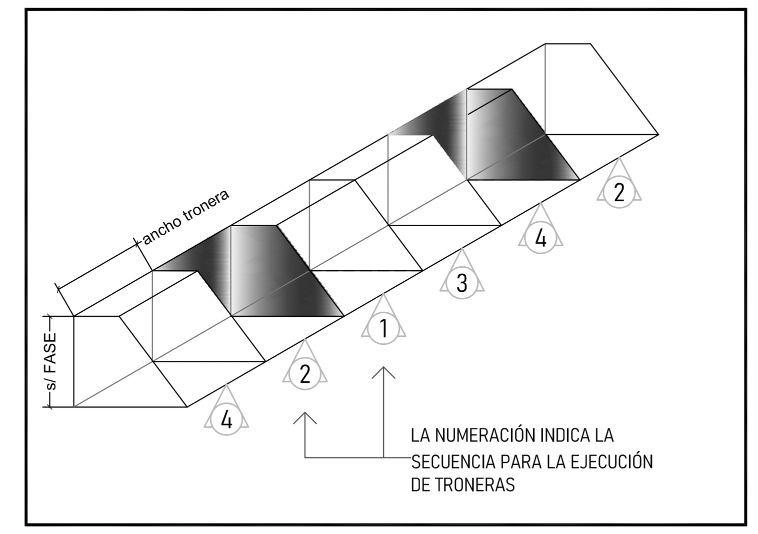


PERFILADO DE TRONERAS

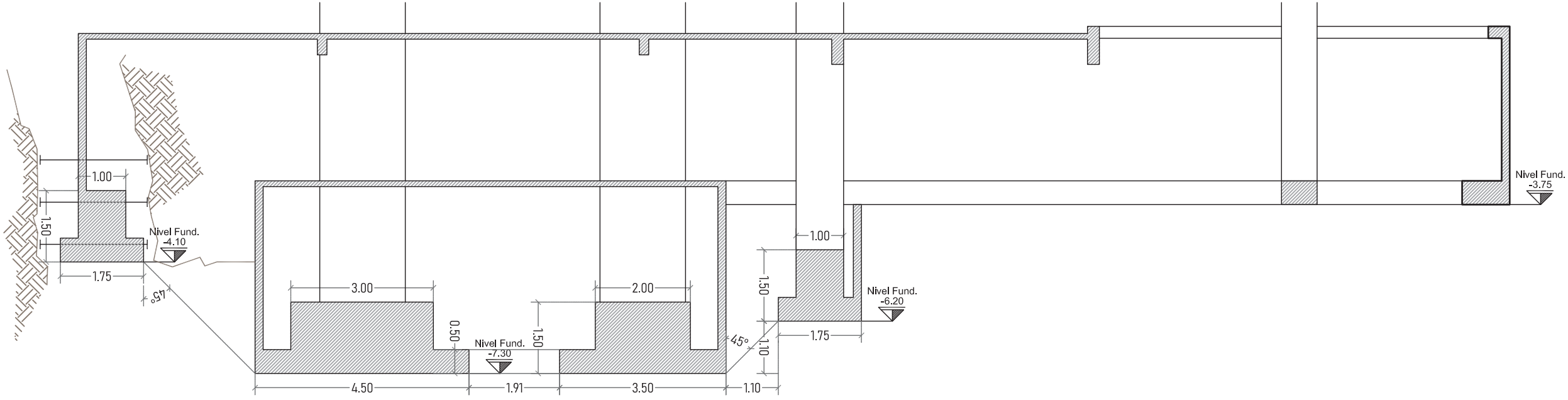


TABIQUES SEGUN NIVELES DE FUNDACION
CORTES





SECUENCIA DE EXCAVACIÓN


1.00
1.50
Nivel Fund.
-4.10
1.75
45°
3.00
2.00
0.50
Nivel Fund.
-7.30
1.50
45°
1.00
1.50
Nivel Fund.
-6.20
1.75
1.10
Nivel Fund.
-3.75
4.50
1.91
3.50
1.10

Origen del Problema

Obras de Arquitectura

Aprovechamiento máximo de la superficie del terreno por debajo del nivel de terreno natural. (subsuelos)

Origen del Problema

Obras de Arquitectura

Aprovechamiento máximo de la superficie del terreno por debajo del nivel de terreno natural. (subsuelos)

Origen del Problema

Obras de Arquitectura

Aprovechamiento máximo de la superficie del terreno por debajo del nivel de terreno natural. (subsuelos)

Datos necesarios para resolver el problema:

Estudios de Suelos
- Parámetros del Suelo (c; ϕ; c`; $\phi$`; γ; E; μ; etc)
- Diagrama de empuje, según código edificación
- Nivel de napa freática

Conocimiento del entorno
- Estado de los muros en elevación
- Existencia de subsuelos
- Existencia de estructuras existentes
- Niveles de agua
- Legislación

Método Constructivo
- Estabilizado exterior (apuntalamiento exterior)
- Estabilizado interior (pilotes de tracción, otros anclajes)

Proyecto de Arquitectura / Ingeniería

MUROS CON ANCLAJES EN SUBSUELOS ENTRE MEDIANERA

Este tipo de solución, es valida legalmente, a partir de la Ley 4580 de la legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, vigente desde mediados de 2013

Artículo 1º.- Incorpórase al Código de Edificación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el parágrafo 5.2.2.7 "ANCLAJES", en el punto 5.2.2.0 "EXCAVACIONES" del Capítulo 5.2 DE LOS TERRAPLENAMIENTOS Y EXCAVACIONES, de la Sección V "DE LA EJECUCION DE LAS OBRAS", el que queda redactado de la siguiente manera:

5.2.2.7 "ANCLAJES "

5.2.2.7.1 Generalidades de los Anclajes

Autorizase en las obras en construcción la utilización de anclajes de tracción para soporte de muros de submuración y entibamiento que traspasen los límites del predio, tanto en relación a los linderos como así en lo relativo a la línea oficial, …. "

5.2.2.7.2 Responsabilidades

5.2.2.7.3 Seguros

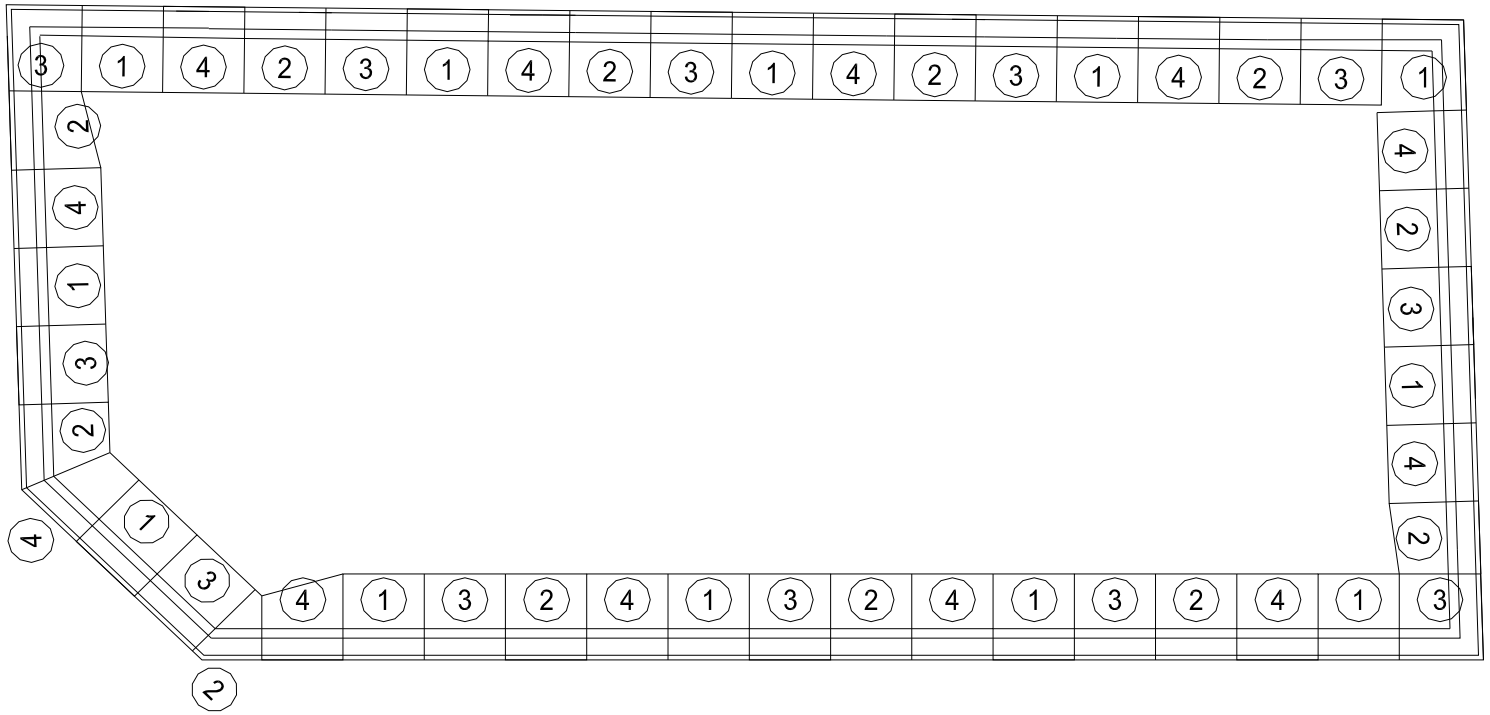
5.2.2.7.4 Documentación a presentar

Etapa Constructiva

Planificación de la excavación

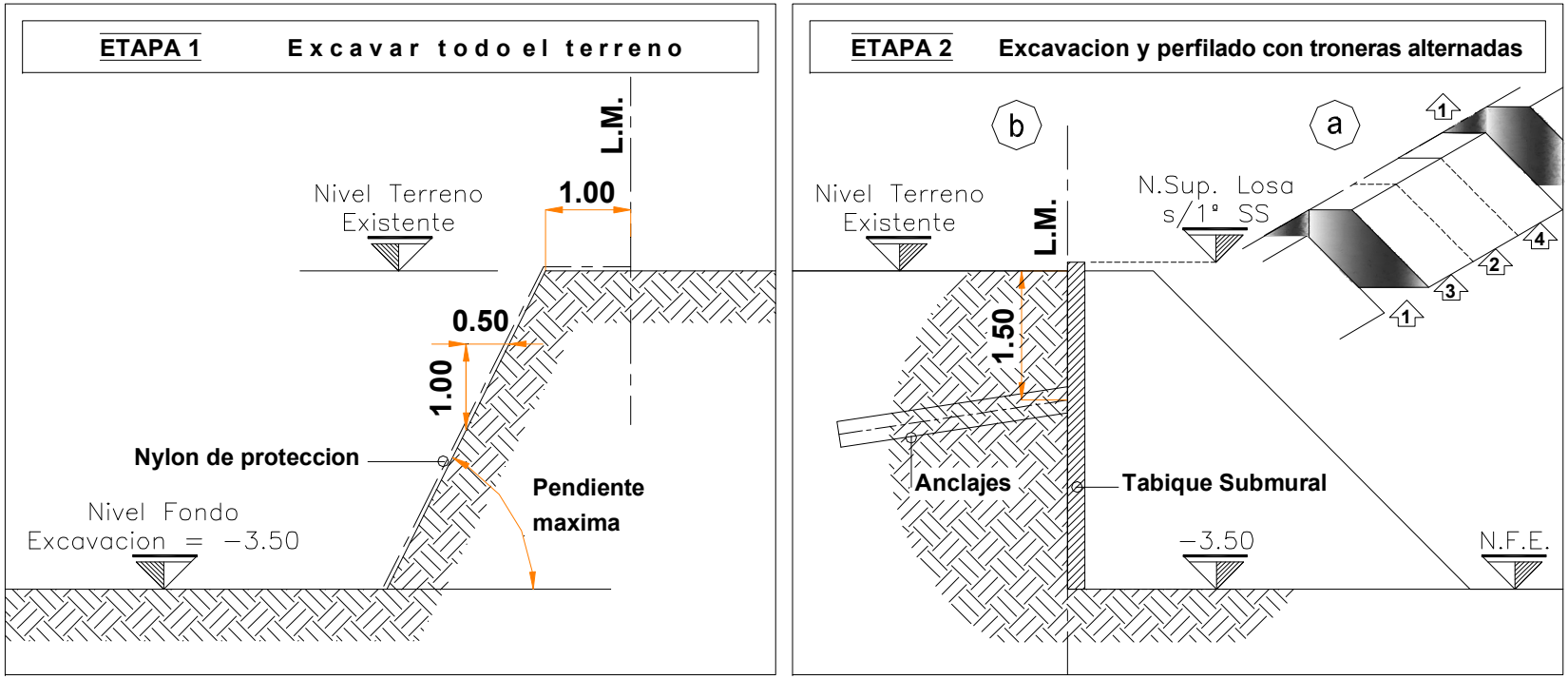
Ancho habitual de frente de ataque: 2.00 a 2.50 m

Altura máxima de excavación: 3.00 m

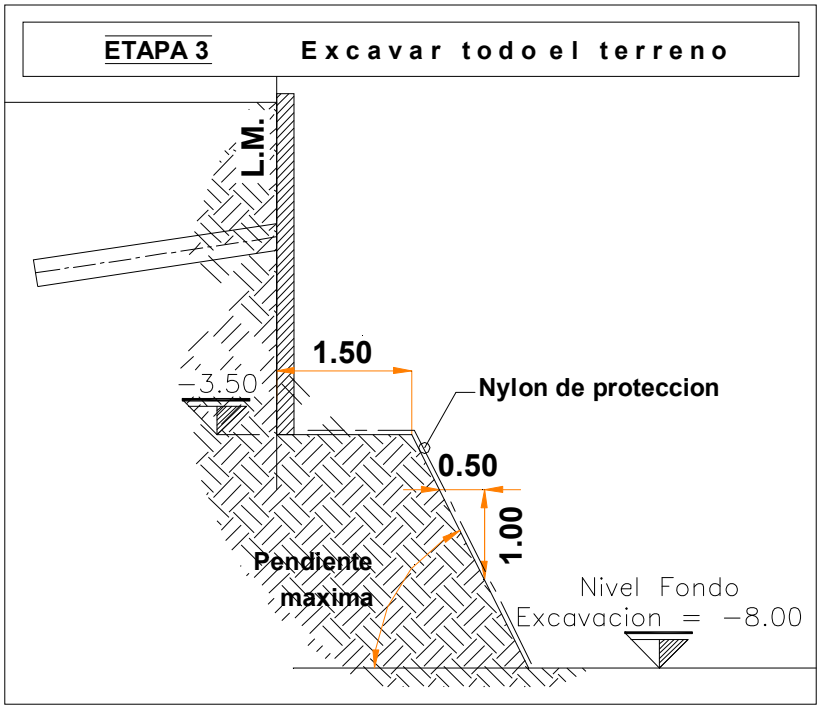


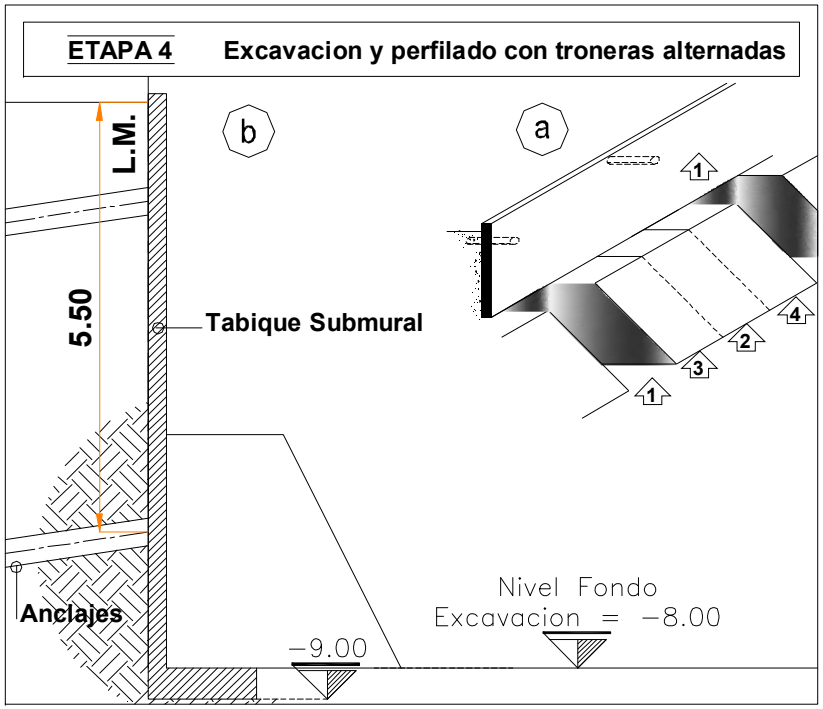
Se ejecutan los paños de tabique según su numero de orden,
en primer lugar se realizan todos los numero 1, luego los 2 y así sucesivamente.
Con esta numeración “ 1 - 3 - 2 - 4” se garantiza siempre tener suelo o tabique ya ejecutados en ambos lados del tabique en ejecución.

Etapas de trabajo

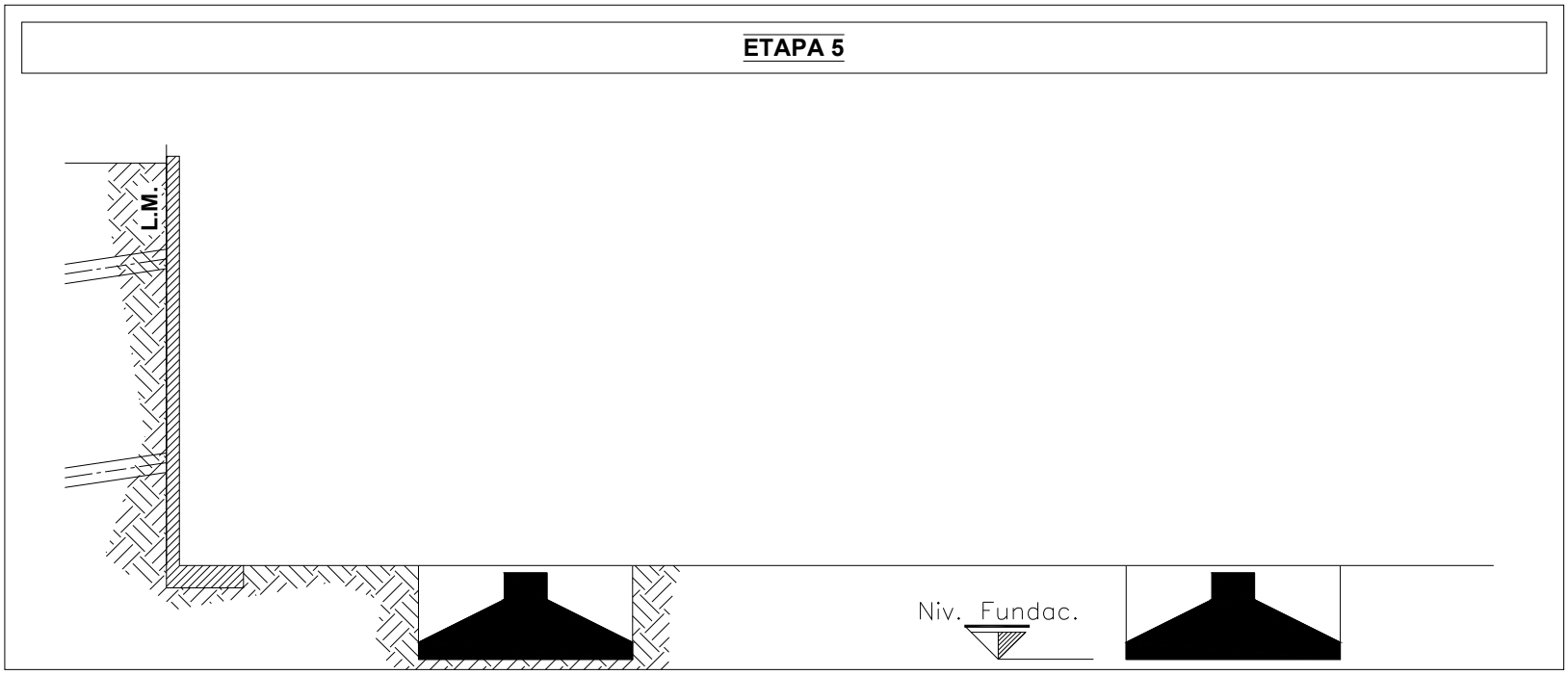


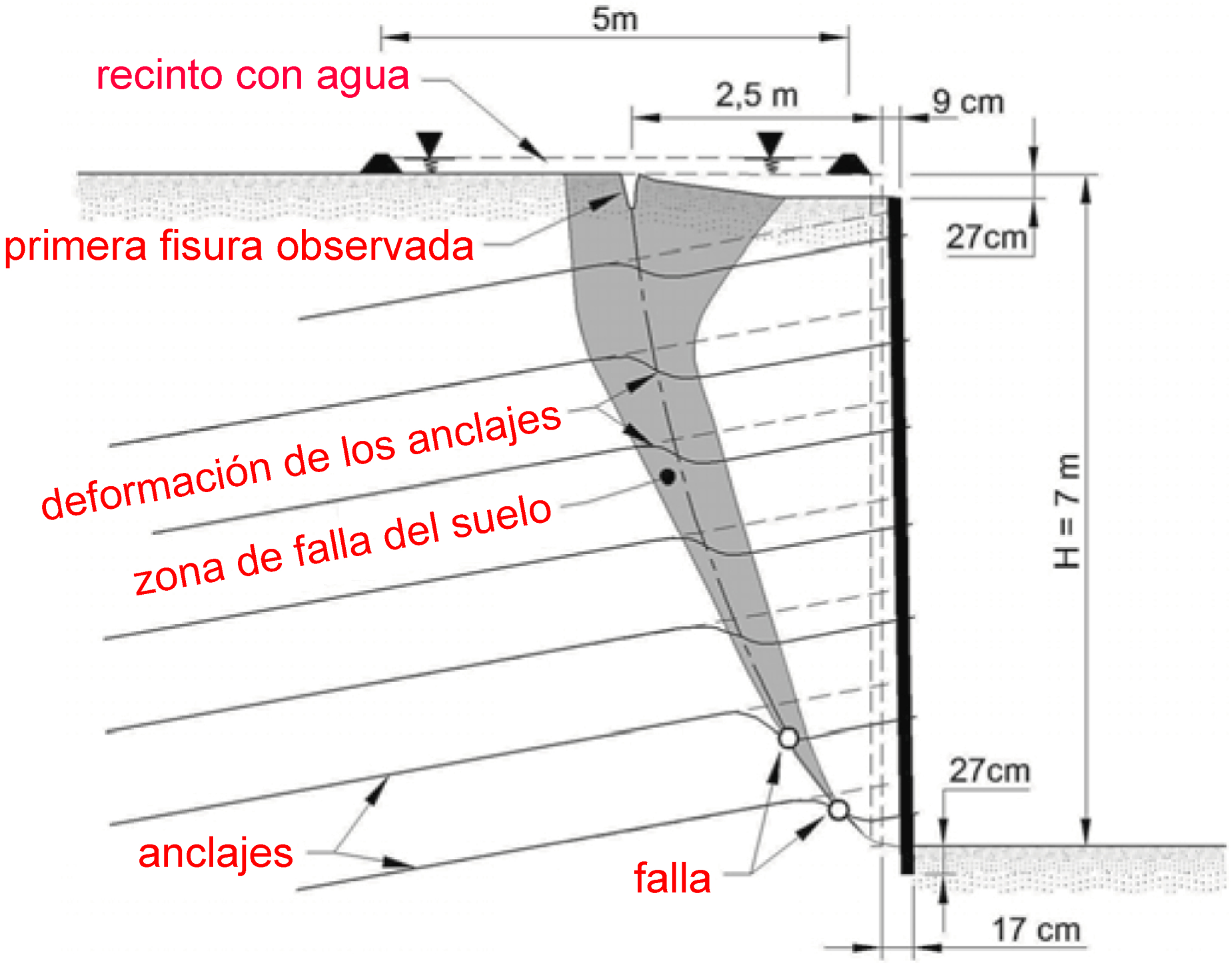
Etapas de trabajo



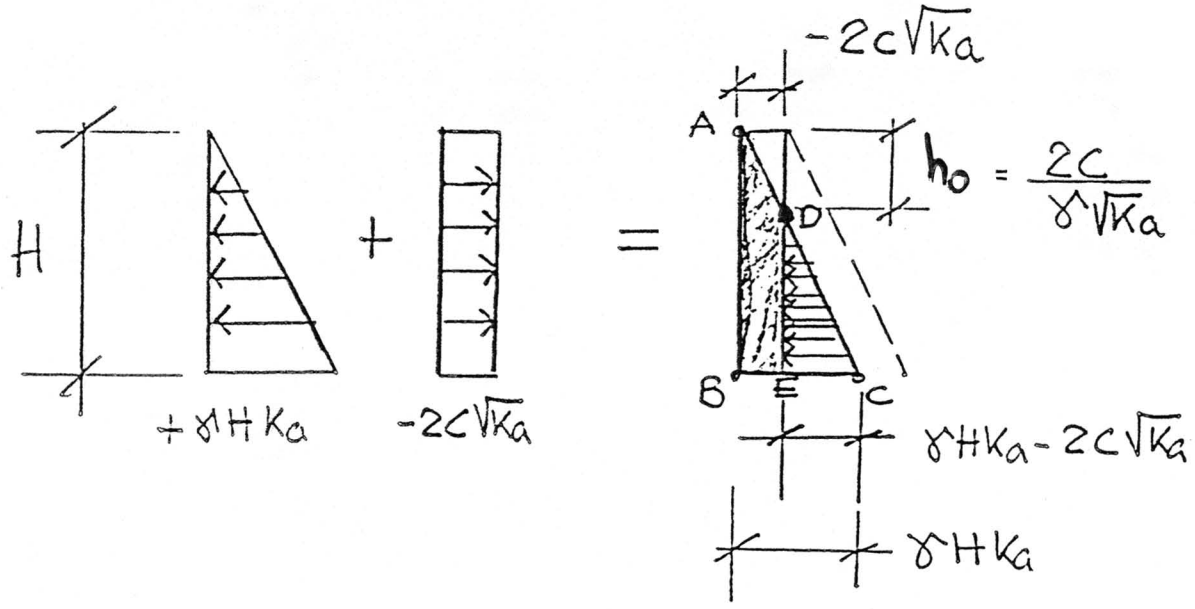


Etapas de trabajo




5m
recinto con agua
2,5 m
9 cm
primera fisura observada
27cm
deformación de los anclajes
zona de falla del suelo
H = 7 m
27cm
anclajes
falla
17 cm

EFECTOS DE LA COHESIÓN

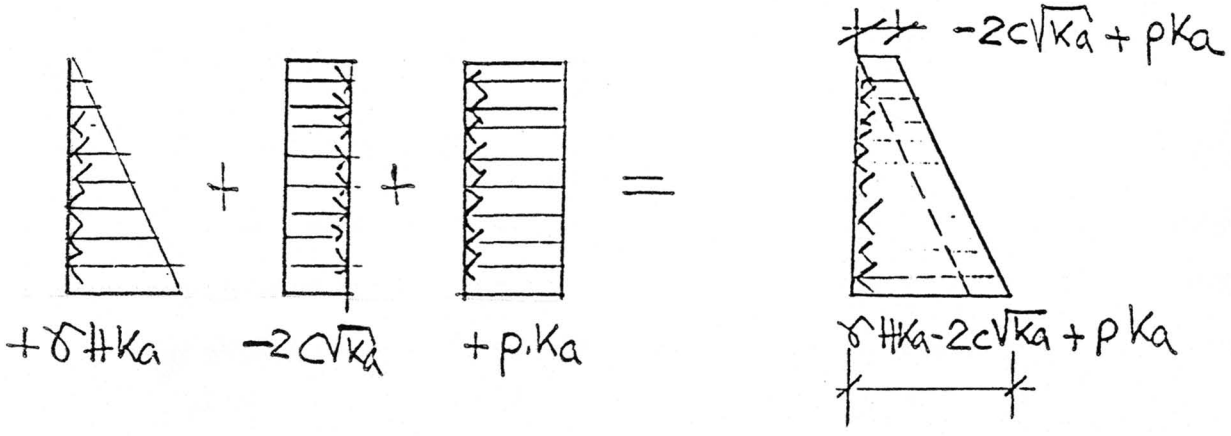


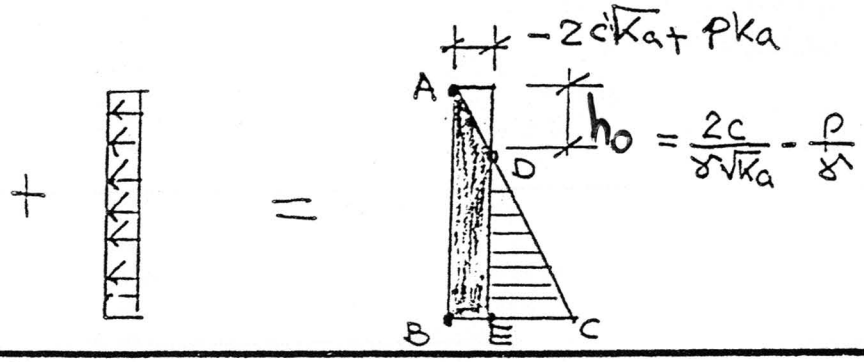
$$R = \frac{\gamma H^2 . Ka}{2} - 2cH\sqrt{Ka}$$

$R = \frac{\gamma H^2 . Ka}{2} - 2cH\sqrt{Ka}$
$R = \frac{\gamma H^2}{2} - 2cH$

$P=0 \;/\; \phi \neq 0$

$P=0 \;/\; \phi = 0$





CUANDO $|2c\sqrt{ka}| > |p\,ka|$:

$$R = \frac{\gamma H^2 . Ka}{2} + p . H . Ka - 2\,cH\sqrt{Ka} \qquad + \frac{p^2}{2\gamma} ka - \frac{2cp\sqrt{ka}}{\gamma}$$

↳ para $p \neq 0$; $\phi \neq 0$

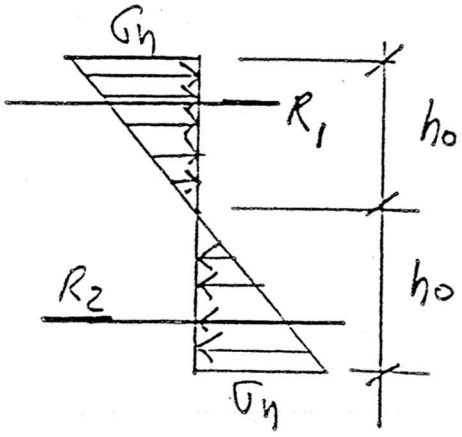
$$R = \frac{\gamma H^2}{2} + p . H - 2cH \qquad + \frac{p^2}{2\gamma} - \frac{2cp}{\gamma}$$

↳ para $p \neq 0$; $\phi = 0$

ALTURA CRITICA

$$\sigma_h = (p + \gamma . z) Ka - 2c\sqrt{Ka}$$

$$\sigma_h = 0 \Rightarrow z_o = h_o = \frac{-2c\sqrt{Ka} + p . Ka}{\gamma Ka} = \frac{-2c}{\gamma\sqrt{Ka}} + pKa$$



$R_1 = R_2$

$$\therefore \quad H_c = 2h_o = \frac{4c}{\gamma\sqrt{Ka}} - \frac{2p}{\gamma}$$

$$H_{adop} = \frac{H_c}{FS}$$

FS : 1,5 a 2,0

$$H_{adop} = \frac{2.67 . c}{\gamma\sqrt{Ka}} - \frac{1.3\,p}{\gamma} = 2.67 \cdot \frac{(c - 0.5\,p\sqrt{Ka})}{\gamma . \sqrt{Ka}}$$

↓

FS = 1,5

Altura Crítica: concepto de su reducción e incidencias

En el Pampeano es común la ejecución de grandes excavaciones a cielo abierto con perfiles netamente verticales. El inconveniente es que permanecen a la intemperie provocando la modificación de sus condiciones capilares
La razón por la cual estas excavaciones se mantienen estables es la presencia de un material cementante distribuído en la masa de suelo que le otorga la capacidad de absorber tensiones de tracción (Nuñez 1973).
Para suelos cohesivos es posible ejecutar cortes verticales sin apuntalamientos hasta una profundidad denominada crítica (Hc) y para la cual el esfuerzo lateral resultante del estado de tensiones provocado en la masa de suelo es nulo (Nuñez 1973).

$$Hc = \frac{4c}{\gamma}\sqrt{N\varphi}$$

Para suelos fisurados como es el Pampeano, se considera que con el tiempo puede generarse un agrietamiento que disminuya esta profundidad de excavación. La experiencia indica que las grietas se prolongan generalmente hasta un poco más que la mitad de la altura de la excavación. Es muy común indicar este efecto como una reducción por un coeficiente de seguridad, aunque en realidad la explicación de la reducción es la indicada. Por lo tanto la máxima altura teórica para realizar excavación sin estructura de sosten es:

$$Hmax = \frac{2}{3}Hc = \frac{8c}{3\gamma}\sqrt{N\varphi}$$

Estas ecuaciones muestran la incidencia que tiene la cohesión efectiva y lo importante que resulta su correcta determinación en este tipo de problemas.
Por ejemplo, para un perfil con γ=19kN/m3, φ'=32º y un rango de c'=02-50kPa, la profundidad de excavación adquiere valores de Hmáx= 0.5m-13m.
Desarrollemos:

$$\sqrt{N\varphi} = \frac{1}{\sqrt{Ka}} = \sqrt{tg^2(45+\varphi/2)} = 1.80$$

γ=19kN/m3=1900kg/m3=1.9t/m3
si c=2.0kPa=0.02kg/cm2=200kg/m2=0.20t/m2

$$Hc = \frac{4 \cdot 0.20}{1.9} \cdot 1.80m = 0.76m$$

$$Hmax = \frac{2}{3} \cdot Hc = 0.50m$$

si c=50kPa=0.50kg/cm2=050kg/m2=5t/m2

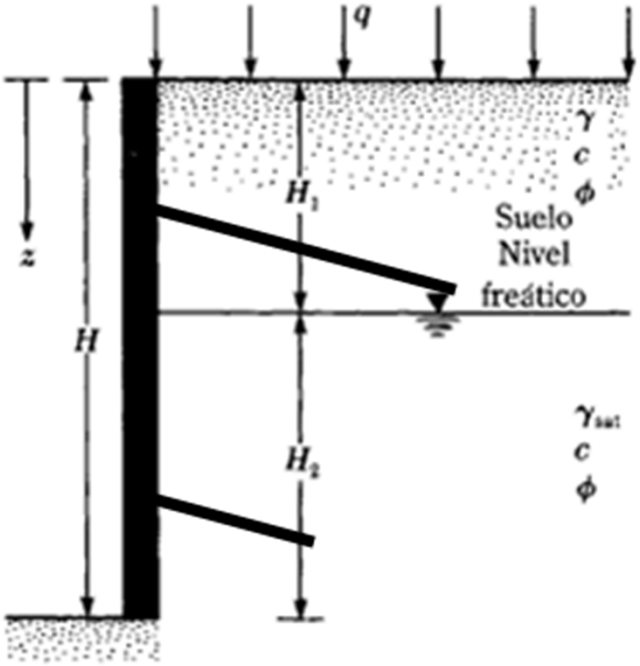
$$Hc = \frac{4 \cdot 5.0}{1.9} \cdot 1.80m = 18.95m$$

$$Hmax = \frac{2}{3} \cdot Hc = 12.63m$$

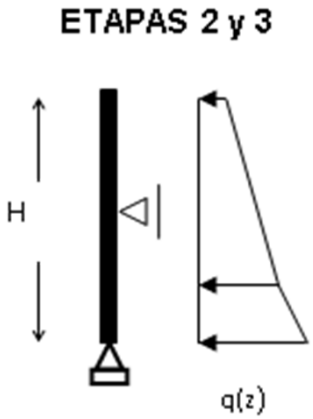
En obras de excavaciones a cielo abierto en el pampeano, un diagrama de empujes envolvente total simplificado de mínima (Moretto, en Terzaghi 1973) es utilizado para el dimensionamiento de estructuras de sostenimiento, temporarias o definitivas, cuando están impedidos de rotar o confinado en extremos. Los valores y forma de este diagrama responden al hecho de que el pampeano es un suelo fisurado y que aún siendo H<Hmáx, si la grieta se llenara de agua provocaría la existencia de un empuje mínimo que debe ser contemplado y equilibrado (Nuñez 1973, Nuñez 2000). Este diagrama forma parte del Código de Edificación de la Ciudad de Buenos Aires (CECBA). Por lo tanto en estos casos debe calcularse este valor de presión de agua que colmata la fisura.
El diagrama mencionado presenta las siguientes particularidades:
i) se calcula utilizando un fluído equivalente γeq=0.25γw; ii) la distribución de presiones horizontales se propone en dos bloques de altura “H/2”; en el bloque superior actúa el 60% del empuje, se considera una presión constante de γh=0.15γw y en el bloque inferior actúa el 40% restante con una presión constante γh=0.10γw; iii) la resultante “P” se encuentra en d=0.55H medida desde el fondo de la excavación.
Es importante tambien considerar que la cohesión considerada en este razonamiento es un valor estimado a una profundidad específica y extrapolable en toda la altura. Tambien el primer tramo de aproximadamente 1.50m suele encontrarse contaminado o incluir suelo de relleno que por lo tanto debería contemplarse como sobrecarga. Por lo expuesto en la práctica se suele utilizar una berma (vereda perimetral) como confinante en la parte superior de la excavación. ¡Obviamente que se descarta cualquier excavación vertical sin cohesión!

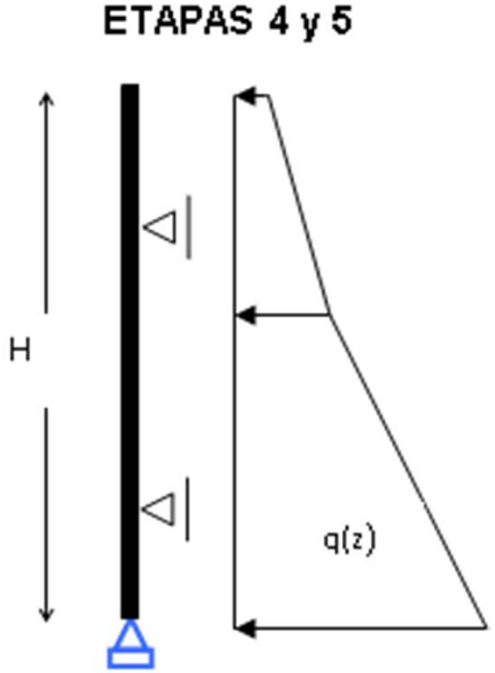
Etapa Constructiva

Problema Físico



Modelo Físico

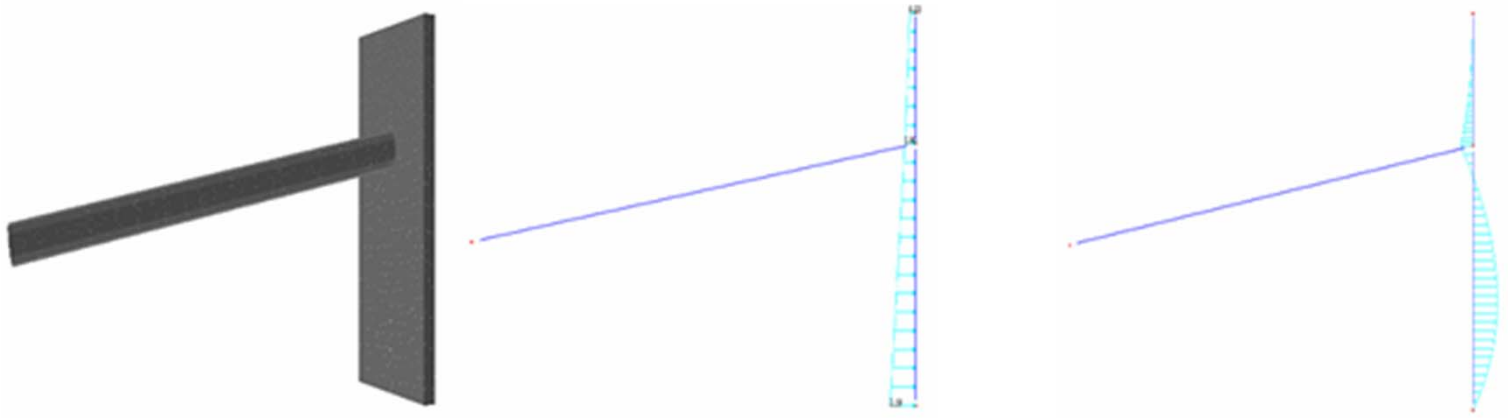




Etapa Constructiva

Solución Analítica

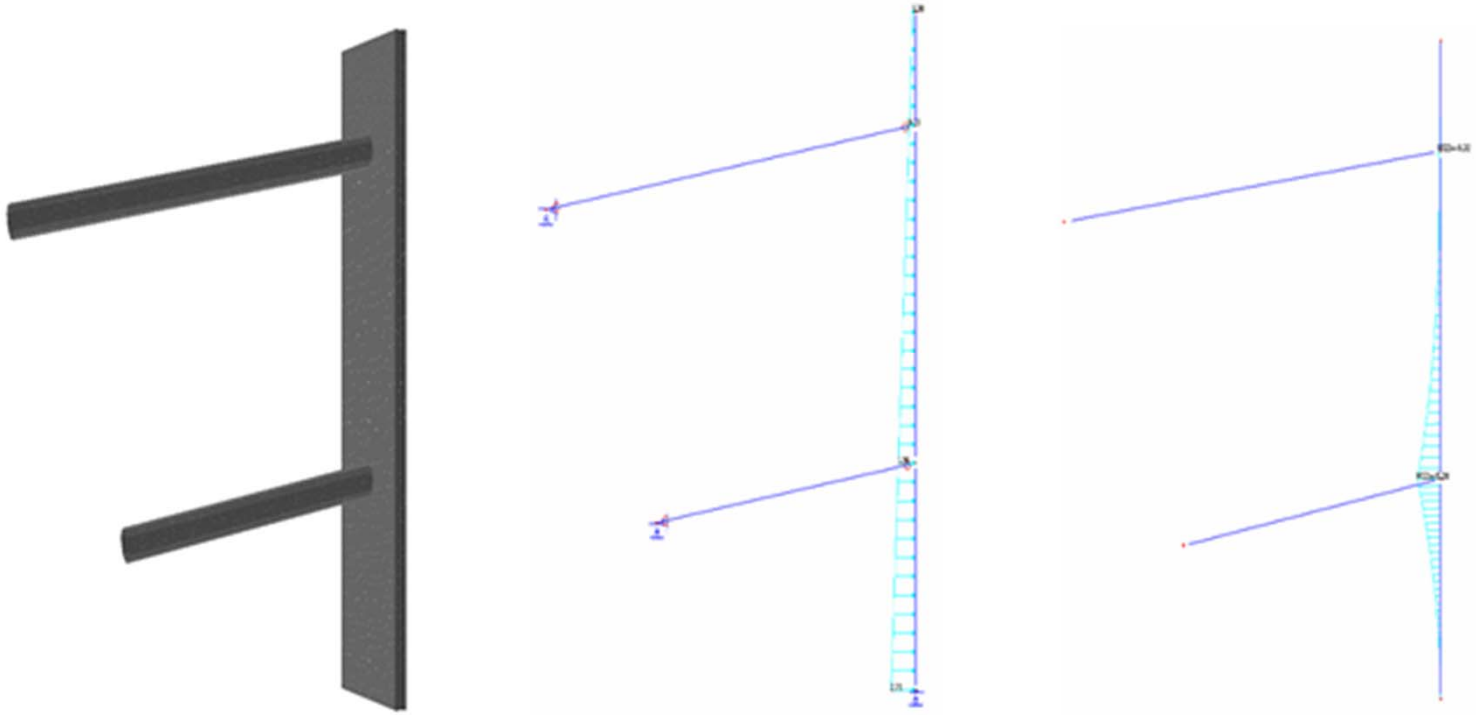
Etapas 2 y 3



Etapa Constructiva

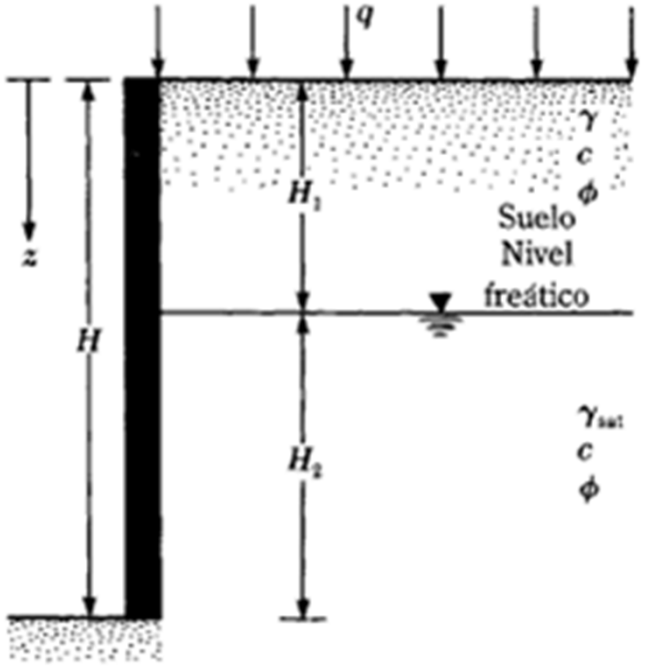
Solución Analítica

Etapas 4 y 5

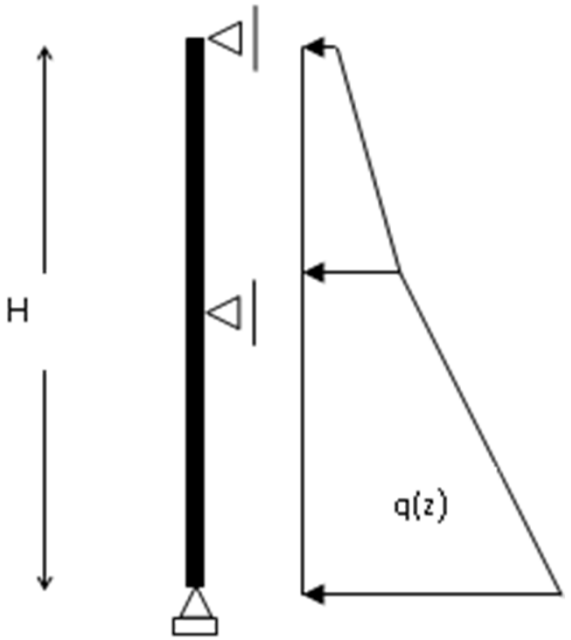


Etapa Definitiva

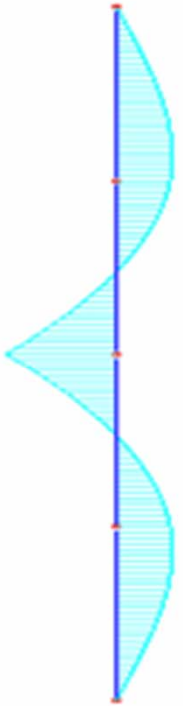
Problema Físico



Modelo Físico

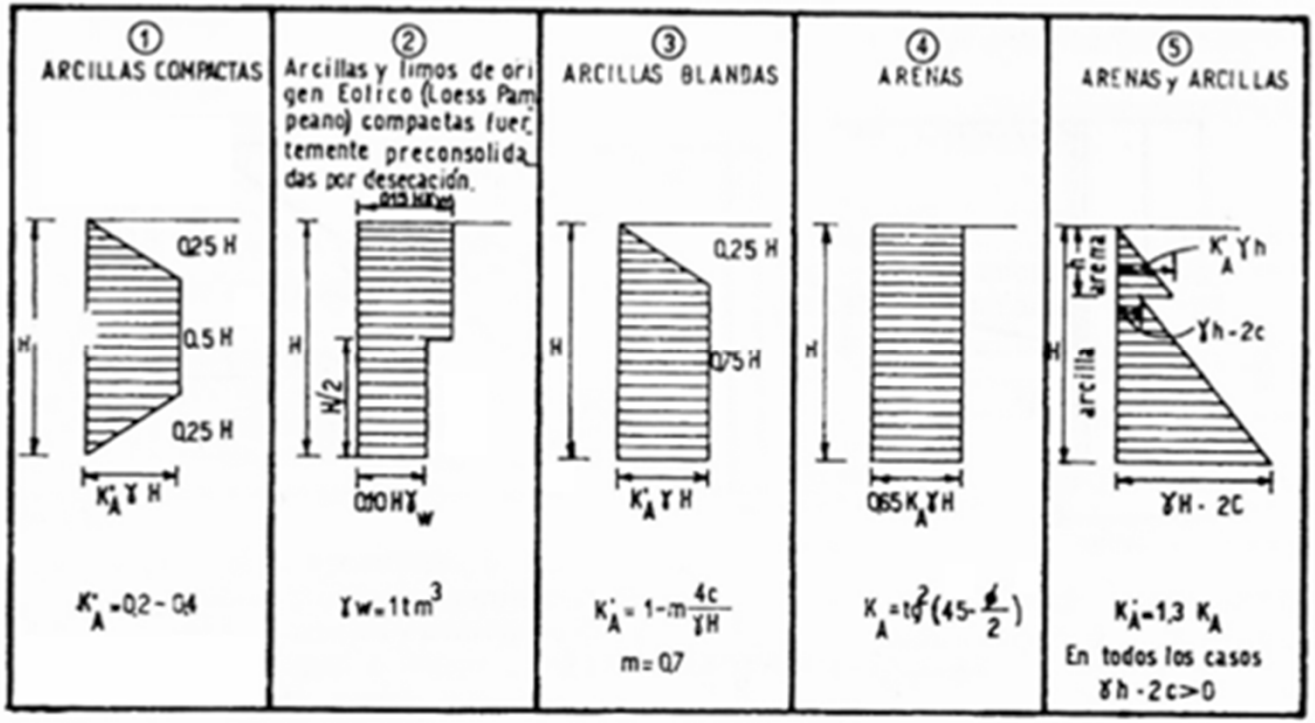


Etapa Definitiva
Solución Analítica



Empuje de suelo – Según Código de Edificación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

DIAGRAMAS DE EMPUJE

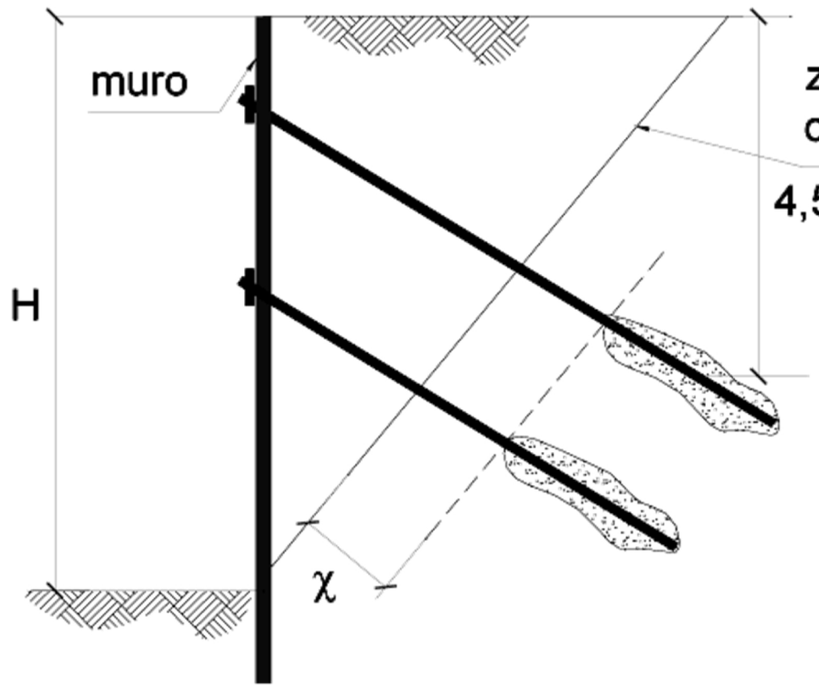


F. 8.1.6 a)

"….Para calcular los empujes horizontales ejercidos sobre paredes rígidas de sostén impedidas de rotar por su apoyo inferior o desplazarse se aplicarán los diagramas de la figura 8.1.6 a) (1), (2), (3), (4). Cuando por el tipo de vinculación la naturaleza de la estructura de contención permita una rotación por la base o un desplazamiento como en los muros de sostenimiento con coronamiento libre, el empuje se determinará utilizando el diagrama (5).

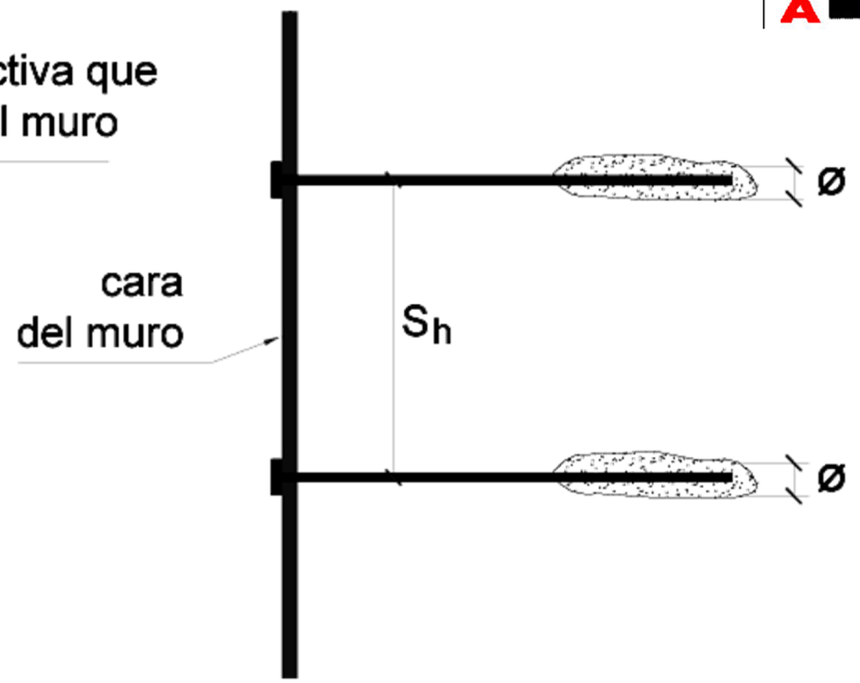
Para los suelos sumergidos deberá considerarse el empuje que pueda ejercer el agua contenida en los poros….." Empuje producido por la napa freática

anclaje: diseño “delta”



Longitud libre mínima: 3 m (barras)
4,5 m (cables)

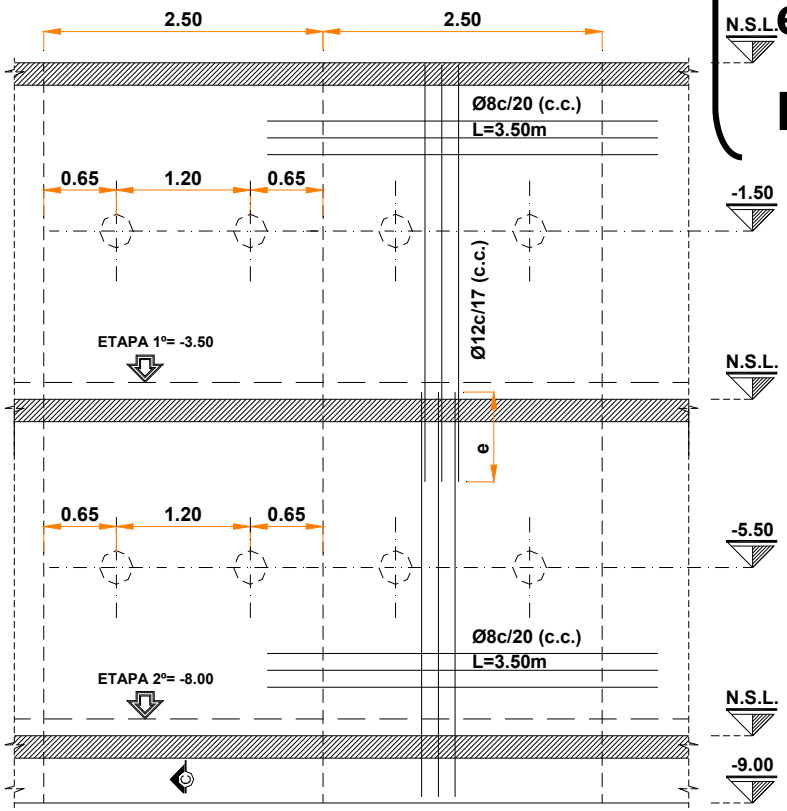
χ = 1,5 m ó 0,2 H (el mayor)

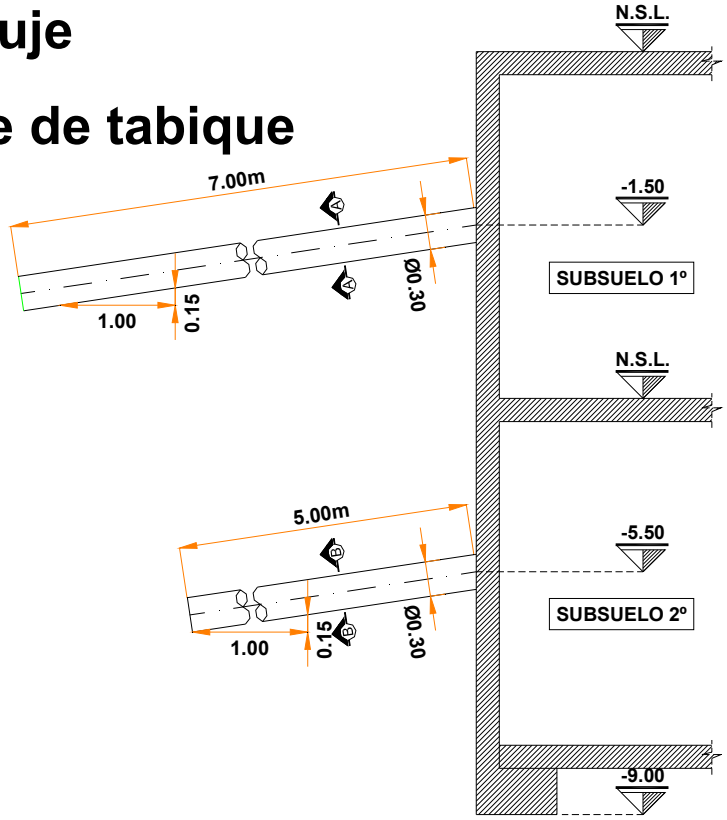


S_h > 1,2 m

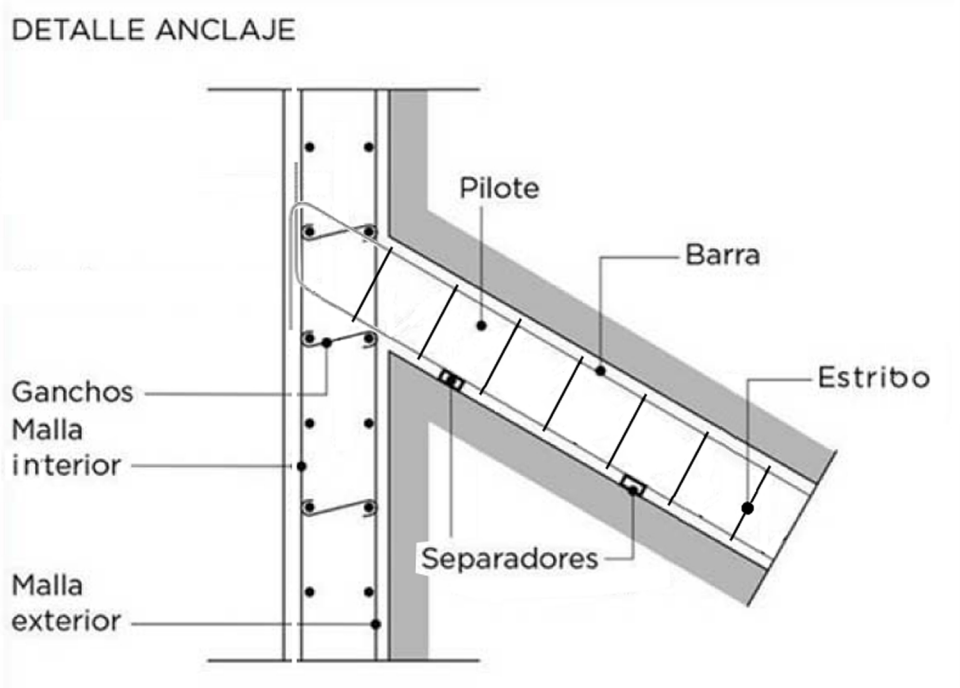
Dimensionamiento

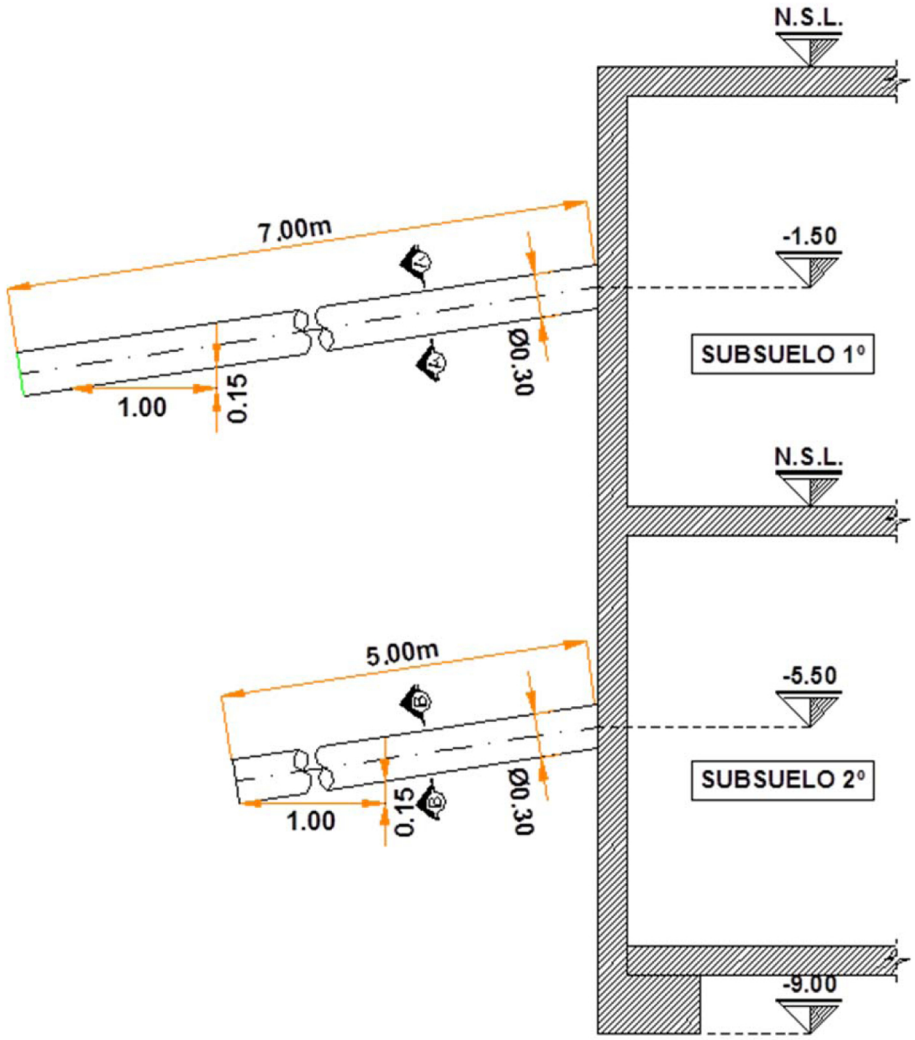
- Espesor y armadura de tabiques, cubriendo las etapas constructivas y la definitiva
- Diámetro, armadura y longitud de los pilotes, teniendo en cuenta cuña de empuje
- Base de tabique





Pilotes de tracción





Ley 4580 - Art. 5.2.2.7.C.E.
Anclajes de Tracción
Documentación Requerida

1. Memoria de Excavación
2. Cálculo de Submuración
3. Cálculo de Apuntalamiento (de los anclajes)
4. Fotos del estado de situación de medianeras en CD
5. Fotos del estado de situación de medianeras certificadas por Escribano
6. Encomienda del Representante Técnico de la Excavación
7. Certificado CI del Representante Técnico de la Excavación
8. Conformidad del responsable del Estudio de Suelos
9. Póliza de seguro de RC por excavación y daños generados por anclajes
10. Nota Compromiso respecto a:

- Recaudos de seguridad a tomar hacia vía pública y linderos
- Relevamiento de fundaciones linderas y las sobrepresiones que originan
- Relevamiento de Instalaciones Públicas

NOVEDADES AIE NOVIEMBRE 2012

SE APROBO EN PRIMERA LECTURA LA LEY DE ANCLAJES

En la Sesion del dia 15 de noviembre de 2012, en la Sesion de la Legislatura de la Ciudad Autonoma de Buenos Aires, se aprobo, en primera lectura, la LEY DE ANCLAJES

Si bien aun falta pasar, la audiencia pública y la segunda lectura, esta ley es de fundamental importancia para la seguridad en las excavaciones.

El legislador Juan Cabandie, del FPV, agradecio la colaboracion recibida de la AIE, CPIC, CAI y CPAU y del Ing. Alberto H. Fainstein, ex Presidente de la AIE y uno de los principales autores de la iniciativa.-

Ley de Anclajes: Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Visto:

El Expediente Nº 1274-D-2012 de autoría del Diputado Juan Cabandie, por el cual se propone la incorporación al Código de Edificación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el parágrafo 5.2.2.7 "ANCLAJES", en el punto 5.2.2.0 "EXCAVACIONES" del Capítulo 5.2 DE LOS TERRAPLENAMIENTOS Y EXCAVACIONES, de la Sección V "DE LA EJECUCION DE LAS OBRAS", y Considerando:

Que nuestra Ciudad ha sufrido en los últimos años importantes cambios tanto en relación a la cantidad de obras en ejecución, como a las dimensiones y características técnico-constructivas de las mismas. En efecto, Buenos Aires ha experimentado un notable incremento de la construcción. El crecimiento interanual acumulado por dicho sector entre los años 2002 y 2007 fue del 364%. Si bien esta tendencia se moderó desde principios del año 2008, sigue siendo uno de los sectores más dinámicos de la economía porteña. Cabe mencionar aquí que, debido a la escasez de terrenos vacantes, la construcción de nuevos edificios se realiza principalmente a partir de la demolición total o parcial de edificios existentes. Las tareas de demolición de estos inmuebles y las excavaciones practicadas para la construcción de fundaciones y subsuelos de los nuevos edificios, se encuentran entre los momentos más críticos de una obra.

Que esta fuerte actividad, ha puesto de relieve una serie de falencias vinculadas con la competencia de profesionales y técnicos, calificación de la mano de obra, calidad y actualidad de la reglamentación y eficiencia del sistema de control. Prueba de ello es el hecho de que se han producido recientemente gran cantidad de derrumbes acaecidos en predios donde se llevaban a cabo obras o propiedades vecinas a ellas, habiendo, incluso, tenido que lamentar víctimas fatales entre la población. En la mayor parte de los casos, se trató de siniestros ocurridos en obras que se encontraban en las etapas de demolición, excavación y/o submuración. Los hechos fueron en general motivados por una combinación de factores, entre los que se destacan la impericia en la realización de las tareas, la negligencia y la imprevisión motivada por la falta de un conocimiento acabado de la situación existente en predios vecinos. Asimismo, se ha observado un elevado número de denuncias en relación a obras que se encuentran en las etapas de demolición y excavación/submuración.

Que por otra parte, en materia de técnicas utilizadas para excavación y submuración, la normativa vigente en nuestra Ciudad –en especial los métodos de contención de las paredes laterales de los pozos– han quedado obsoletas. Existen en la actualidad nuevas tecnologías y procesos constructivos que proveen mayor seguridad y aceleran el completamiento de esas etapas de obra, técnicas que necesitan ser incorporados a nuestra legislación.

Que otro factor fundamental para propender a la seguridad en estas etapas, es tener conocimiento de la situación estructural de las propiedades linderas. Resulta necesario que los propietarios de edificios linderos a la futura obra permitan el acceso a los profesionales actuantes –debidamente acreditados- para realizar una inspección ocular, a los fines de obtener información sobre la situación estructural de sus propiedades, facilitando el empleo de aquellos elementos transitorios que mejoren la seguridad de bienes y personas, tales como la colocación de pantallas protectoras, puntales, tensores, anclajes de tracción. El GCABA, por su parte, puede colaborar facilitando a los profesionales a cargo, copia de la documentación vinculada exclusivamente con las fundaciones existentes en los predios vecinos.

Que todas estas medidas combinadas están destinadas a conformar una batería de herramientas que contribuyan a establecer un escenario de mayor seguridad pública vinculada a la actividad de la construcción, uno de los principales motores de la actividad económica de nuestra Ciudad.

Que de fojas 18 a 20 obra el Informe Nº IF-2012-01840002-SSPLAN de fecha 30 de Agosto de 2012, el cual hace consideraciones técnicas al proyecto de marras.

Por lo expuesto, esta Comisión de Planeamiento Urbano aconseja la sanción de la siguiente

LEY

Artículo 1º.- Incorpórase al Código de Edificación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el parágrafo 5.2.2.7 "ANCLAJES", en el punto 5.2.2.0 "EXCAVACIONES" del Capítulo 5.2 DE LOS TERRAPLENAMIENTOS Y EXCAVACIONES, de la Sección V "DE LA EJECUCION DE LAS OBRAS", el que queda redactado de la siguiente manera:

5.2.2.7 "ANCLAJES"

5.2.2.7.1 Generalidades de los Anclajes

Autorízase en las obras en construcción la utilización de anclajes de tracción para soporte de muros de submuración y entibamiento que traspasen los límites del predio, tanto en relación a los linderos como así en lo relativo a la línea oficial, en virtud de lo establecido en los artículos 5.2.2.2., 5.2.2.3 del presente Código.

El sistema de anclajes deberá tender a resguardar y garantizar la seguridad de trabajadores, los linderos y la vía pública.

5.2.2.7.2 Responsabilidades

El proyecto de excavación y el diseño de las estructuras de contención deben contar con la firma del Constructor o del Representante Técnico de la Empresa de Excavación y/o Construcción y la conformidad fehaciente del profesional responsable del estudio de suelos.

Los datos vertidos en la documentación que se presente, tienen carácter de declaración jurada y su incumplimiento y/o tergiversación, traerán aparejadas las sanciones previstas en el Código de Edificación, capitulo 2.4 "de las penalidades" Art. 2.4.3.3 "Aplicación de suspensión en el uso de la firma".

5.2.2.7.3 Seguros

Previo al inicio de las tareas, deberá presentarse certificado de cobertura correspondiente a la Póliza de Responsabilidad Civil específica por los daños que la obra pudiera ocasionar a terceros, en la que el asegurado sea la empresa y/o constructor y/o director de obra y/o propietario. Este seguro incluirá los daños que pudiera ocasionar la utilización del sistema de anclajes.

La Autoridad de Aplicación determina los parámetros de cálculo de las sumas aseguradas, vigencia y demás requisitos a cumplir por las pólizas.

5.2.2.7.4 Documentación a presentar

Estudio de Suelos en el cual se contemple la determinación de los empujes y la capacidad portante del suelo.

Posteriormente a haberse registrado los planos, y como requisito previo al inicio de las tareas, se deberá presentar la siguiente documentación:

Fincas Linderas

1.1 Plano de relevamiento de linderos que incluya las características de los muros divisorios y de las fundaciones.

1.2 Estudios que acrediten la no interferencia con instalaciones y/o construcciones vecinas, públicas o privadas.

1.3 La Dirección de Registro de Obras y Catastro o quien en el futuro desempeñe sus funciones, entregará copia de la documentación estructural de las fincas linderas (en caso de poseerla en sus archivos) a la del solicitante, quien deberá contar con la copia certificada y/u original de su título de propiedad y la encomienda profesional expedida por el Consejo Profesional correspondiente.

Proyecto de Excavación.

2.1 Plano de replanteo de las estructuras de recalce y contención con indicación de la secuencia de ejecución.

2.2 Memoria de excavación.

2.3 Memoria de procedimientos a emplear en las tareas de excavación y recalce de muros.

2.4 Cálculo de las estructuras de contención:

2.4.1 Determinación de las sobrepresiones provenientes de fundaciones de linderos.

2.4.2 Determinación del empuje producido a causa de la existencia de napa freática.

2.4.3 Determinación de las cargas gravitatorias en los muros a recalzar.

2.4.4 Cálculo de elementos estructurales y sus correspondientes diagramas.

2.4.5 Dimensionamiento y verificación de los elementos estructurales.

2.4.6 Verificación de la tensión del suelo, en cada secuencia del proceso de construcción de muros.

2.5 Memoria de procedimientos a emplear para la excavación de fundaciones, aun cuando el proyecto no contemple la construcción de subsuelo.

La Autoridad de Aplicación establecerá la modalidad de presentación y registro de la documentación descripta los parágrafos a) y b).

La documentación requerida deberá ser conservada en obra, para ser exhibida ante las autoridades de control y/o fiscalización.

No se considera comienzo de trabajos de obra, a todas aquellas diligencias tendientes a investigar y evaluar construcciones y fundaciones linderas.

Artículo 2º.- Publíquese y cúmplase con lo establecido en los artículos 89º y 90º de la Constitución de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Fuente: Dirección General de Estadísticas y Censos - GCABA

http://aiearg.org.ar/aie/asp2/anclajes.asp

1. El responsable de Higiene y Seguridad debe establecer las medidas adecuadas para evitar la caída del material, equipo y herramientas a la excavación;

2. Tenerse en cuenta la resistencia del suelo, cuando éstos se utilicen para acopiar materiales, desplazar cargas o efectuar cualquier tipo de instalación;

4.7.5 Ejecución de las Excavaciones

Las excavaciones se deben ejecutar en forma tal que quede asegurada la estabilidad de los taludes y cortes verticales practicados. Sólo podrán dejarse en forma permanente, sin sostén para soportar el empuje, los taludes inclinados calculados en base a los parámetros de resistencia al corte que corresponda aplicar según resulte del estudio de suelos.

Toda vez que las conclusiones del estudio de suelos así lo permitan, podrán practicarse cortes verticales sin apuntalamiento temporario siempre que su longitud no sea mayor que 2 m. Entre cortes parciales contiguos deben dejarse banquinas de una longitud no menor que la del corte y de un espesor medido en el coronamiento de las mismas no menor que la mitad del corte, ni menor que 1m y terminadas con un talud de 2:1. En todos los casos los cortes deben ser apuntalados con estructuras temporarias capaces de resistir un empuje según lo determinado de acuerdo a los requisitos enunciados en los Reglamentos Técnicos.

Cuando se realicen excavaciones en suelo blando debe verificarse la estabilidad del fondo.

Cuando se realicen excavaciones junto a edificios o estructuras linderas deben considerarse las sobrepresiones provenientes de zapatas, soleras o losas de fundación. Las sobrepresiones horizontales de cálculo no deben ser inferiores a los valores obtenidos utilizando las ecuaciones de Boussinesq multiplicadas por 1,5 para entubaciones flexibles.

Todo proceso de bombeo o drenaje debe ser programado con anticipación con el objeto de determinar las acciones temporarias o permanentes que hubieran podido ocasionarse sobre estructuras existentes contiguas.

4.8 Anclajes

En las obras en construcción se permitirá la utilización de anclajes de tracción para soporte transitorio de muros de submuración y entibamiento que traspasen los límites del predio, tanto en relación a los linderos como en lo relativo a la línea oficial.

El sistema de anclajes debe resguardar y garantizar la seguridad de trabajadores, los predios linderos y la vía pública.

Los anclajes son considerados en todos los casos como estructuras transitorias, y el propietario de la parcela adyacente no será responsable en caso de fisuras, cuando los mismos se demuelan para submurar.

4.9 Suelos Aptos para Cimentar

Se consideran terrenos resistentes o aptos para cimentar los constituidos por tierra colorada compacta, greda blanca arenosa, tosquilla, tosca y arena seca cuando ésta sea debidamente encajonada y siempre que formen capas de suficiente espesor a juicio del profesional responsable del estudio de suelos; este espesor nunca debe ser inferior a 1,00 m. Los coeficientes admisibles de trabajo para distintas clases de terreno son los que se establezcan en los Reglamentos Técnicos. Se prohíbe cimentar en tierra vegetal y, excepcionalmente, se autoriza en el barro y en los terraplenamientos con arcilla, siempre que se adopten las precauciones técnicas necesarias e indispensables para asegurar la estabilidad de las obras, bajo responsabilidad del profesional y con el conforme de profesional responsable del estudio de suelos.

Cuando no corresponda efectuar estudio de suelos, el coeficiente de trabajo para suelos aptos para cimentar no excederá de 1 o 1,5 kg/cm², el cual debe explicitarse claramente en el

muro de sostenimiento c/anclajes