

**CONFERENCIA:
SISTEMAS DE ESTABILIZACIÓN DEL
TERRENO PARA EL CASO DE
EXCAVACIONES DE EDIFICIOS CON
SÓTANOS.**

**CASO ESPECIAL DE MUROS
ANCLADOS.**

ANTONIO BLANCO BLASCO
Ingenieros E.I.R.L.

**PRESENTACIÓN HECHA A
SOLICITUD DE LA ASOCIACIÓN DE
PRODUCTORES DE CEMENTOS DEL
PERÚ
A S O C E M**

**ING. MARITZA RAMOS RUGEL y
ING. ANTONIO BLANCO BLASCO.**

ABRIL 2010

**UNO DE LOS PROBLEMAS IMPORTANTES
EN LA CONSTRUCCIÓN DE
EDIFICACIONES CON SÓTANOS, ES EL
TEMA RELATIVO A REALIZAR
EXCAVACIONES VERTICALES, EN
TERRENOS CON LINDEROS
COLINDANTES CON VECINOS Y/O CON LA
CALLE.**

**EN LIMA, CON UN MUY BUEN SUELO, SE
HAN USADO LOS MUROS DENOMINADOS
CALZADURAS, HABIÉNDOSE HECHO CON
ESTE SISTEMA EDIFICIOS DE HASTA 5
SÓTANOS.**

**DESDE FINALES DE LA DÉCADA DE LOS
90, SE COMENZARON A USAR LOS
DENOMINADOS MUROS PANTALLA O
MUROS DE CONTENCIÓN QUE TIENEN
ANCLAJES LATERALES.**

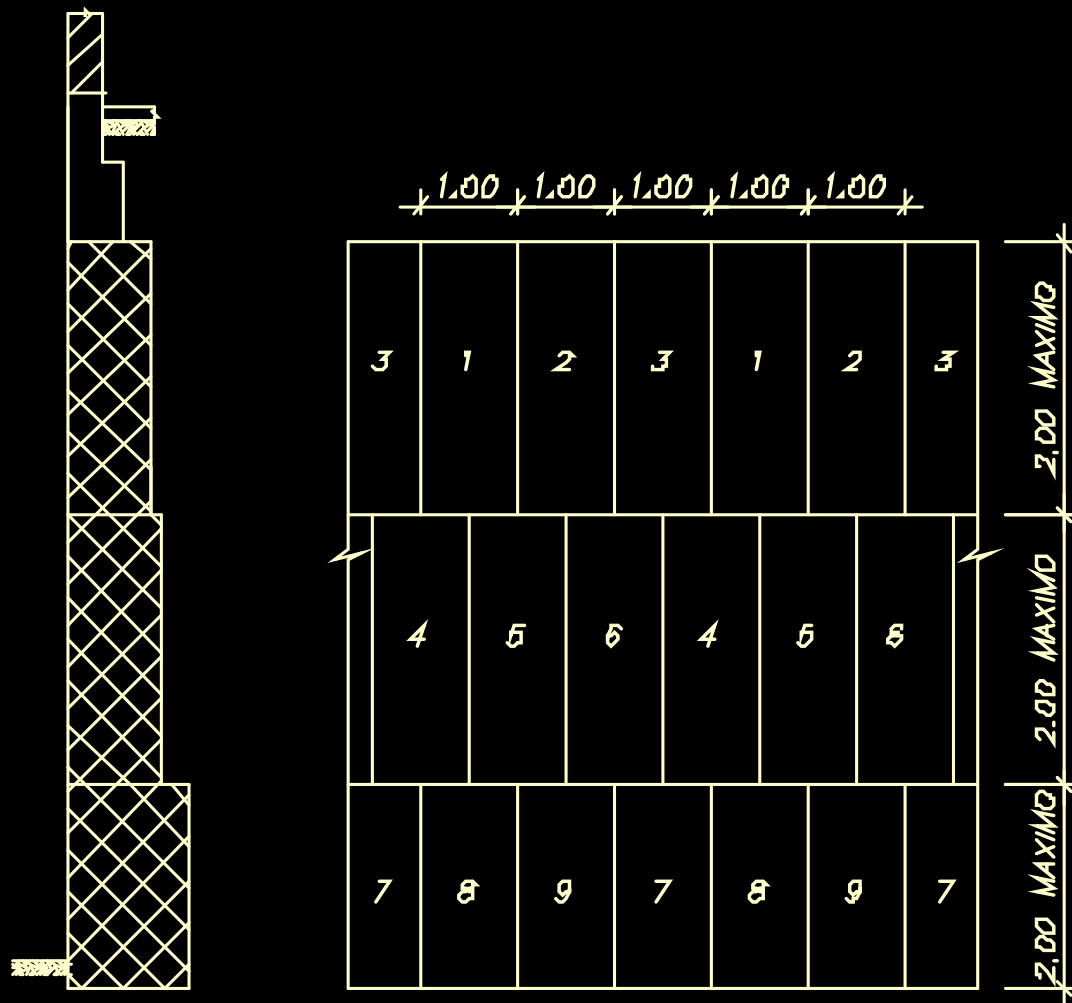


**ESTE SISTEMA ES MÁS SEGURO Y
ACTUALMENTE SE HA GENERALIZADO
EN CASI TODAS LAS CONSTRUCCIONES
QUE TIENEN DOS O MÁS SÓTANOS.**

**EL OBJETIVO PRINCIPAL DE ESTA CHARLA, ES LA DESCRIPCIÓN DE ESTE SISTEMA EN PARTICULAR, DESDE :
LA FASE DE ESTIMACIÓN DE FUERZAS DE ANCLAJE,
PREDIMENSIONAMIENTO DEL ESPESOR DE MUROS,
PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS MUROS Y DE LOS ANCLAJES,
DISEÑO EN CONCRETO ARMADO DE DICHOS MUROS.
ADEMÁS SE EXPLICAN OTROS SISTEMAS**

LA CIUDAD DE LIMA, TIENE EN GRAN CANTIDAD DE SUS DISTRITOS UN SUELO CONSTITUIDO POR GRAVAS CON MATRIZ DE ARENAS, QUE TIENE MUY BUENA CAPACIDAD PORTANTE Y DONDE SE HACEN EXCAVACIONES SIN MAYORES PROBLEMAS.

GRACIAS A ESTAS PARTICULARIDADES SE HA USADO Y SE SIGUE USANDO EL SISTEMA DE CALZADURAS.



ELEVACION TIPICA DE CALZADURA

NOTA: LOS NUMEROS INDICAN LA SECUENCIA DE CONSTRUCCION
DE LOS PAÑOS DE LA CALZADURA.

**EN TERRENOS DE BAJA CAPACIDAD
PORTANTE, GENERALMENTE SUELTOS,
NO ES FÁCIL HACER UNA EXCAVACIÓN Y
CONSTRUIR CALZADURAS
TRADICIONALES, COMO LAS QUE SÍ
HACEMOS EN LA GRAVA DE LIMA.**

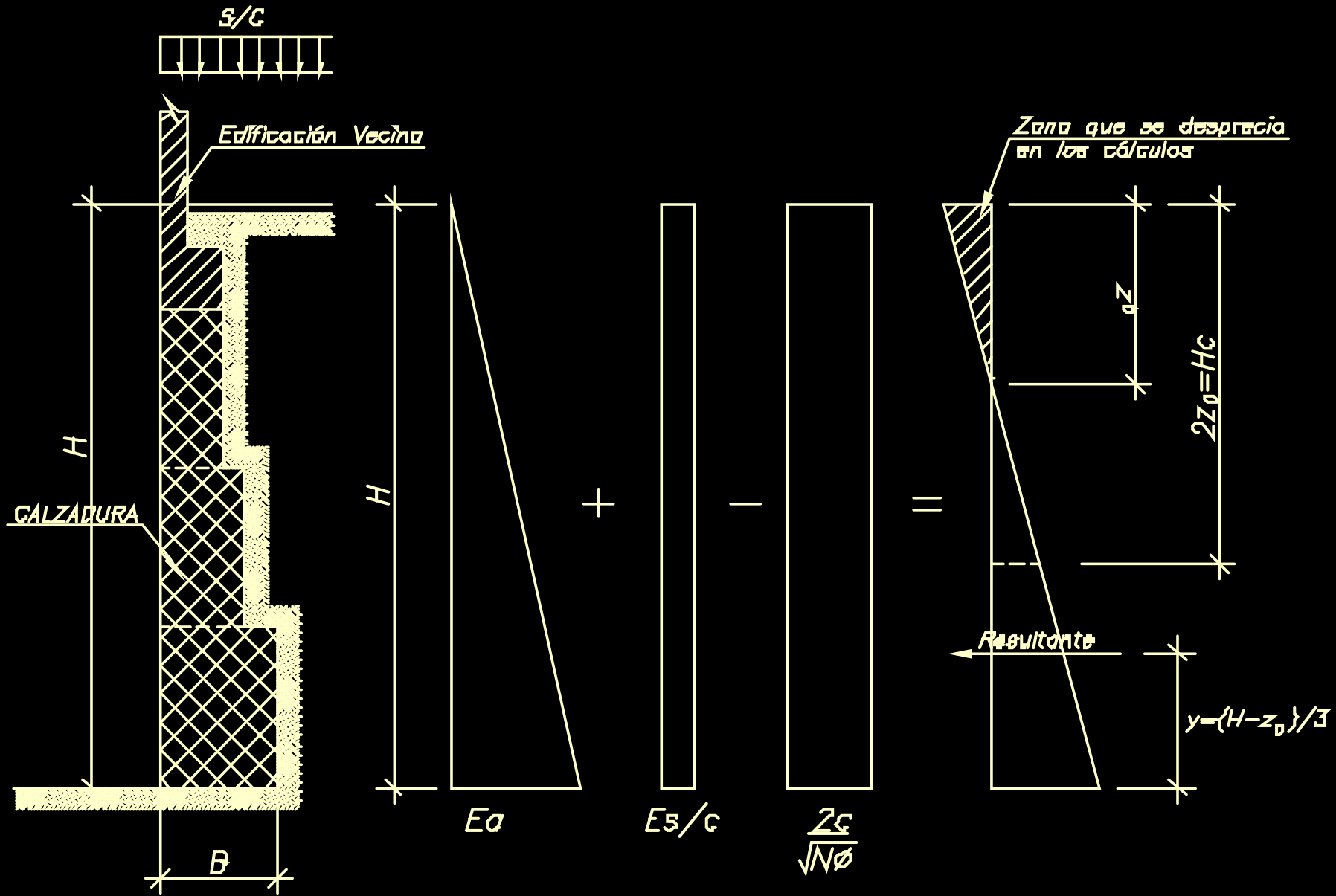
**LA RAZÓN FUNDAMENTAL ES QUE LA
CALZADURA TRABAJA COMO UN MURO
DE CONTENCIÓN, GENERALMENTE EN
VOLADIZO, Y LOS EMPUJES LATERALES
SON MAYORES EN TERRENOS SUELTOS.**

EXPLIQUEMOS LOS EMPUJES LATERALES QUE SE PRESENTAN SOBRE UN MURO DE CONTENCIÓN:

**SE TIENE UN EMPUJE LATERAL DE
FORMA TRIANGULAR CUYA MAGNITUD
DEPENDE DE:**



- **PESO UNITARIO DEL TERRENO,**
- **ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNO DEL
TERRENO,**
- **COHESIÓN DEL TERRENO,**
- **SOBRECARGA EN EL TERRENO
VECINO.**



**SI EL ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA ES
MENOR, LOS EMPUJES SON
MAYORES.**

**SI NO HAY COHESIÓN, TAMBIÉN EL
EMPUJE ES MAYOR.**

**EL SUELO GRAVOSO DE LIMA, ES
GRANULAR Y NO DEBERÍA TENER
COHESIÓN. SIN EMBARGO TIENE UNA
COHESIÓN APARENTE, QUE ES LA
QUE FACILITA LA CONSTRUCCIÓN DE
LAS CALZADURAS.**

**SI HAY FILTRACIONES DE AGUA, ESTA
COHESIÓN SE PIERDE.**

**CUANDO SE DISEÑA UNA CALZADURA,
SE TRABAJA CON COEFICIENTES DE
SEGURIDAD AL VOLTEO Y AL
DESLIZAMIENTO, MENORES A LOS
USADOS EN MUROS DE CONTENCIÓN
NORMALES, PENSANDO EN QUE SE
TRATA DE UNA OBRA PROVISIONAL.
LOS PROBLEMAS EN LOS VECINOS SON
CAUSADOS POR DEFORMACIONES
LATERALES DEL MURO O
CALZADURA O POR ASENTAMIENTOS
DIFERENCIALES.**

**A PESAR DE TENER UNA CALZADURA
BIEN DISEÑADA Y BIEN CONSTRUIDA,
SIEMPRE ES POSIBLE QUE SE
PRODUZCAN LIGERAS FISURAS EN
LAS EDIFICACIONES VECINAS.**

**RECORDAMOS QUE EN LOS MUROS EN
VOLADIZO, PARA QUE TRABAJEN
COMO TAL, SE PRESENTA UNA
GRIETA SUPERFICIAL EN EL TERRENO
UBICADO HACIA EL INTERIOR DEL
MURO, QUE ES EL PLANO DE FALLA
DEL TERRENO (CUÑA DE FALLA QUE
GENERA EL EMPUJE ACTIVO).**



SI SE TRATA DE UNO O DOS
SÓTANOS, EL EMPUJE ACTUANTE
ES MÍNIMO O NULO, DEBIDO A QUE
LA COHESIÓN APARENTE DEL
SUELO GRAVOSO DE LIMA, SUPERA
AL EMPUJE TEÓRICO. CUANDO LAS
PROFUNDIDADES SON MAYORES
EL TEMA SE COMPLICA.

**VARIOS EDIFICIOS CONSTRUIDOS EN
LOS ÚLTIMOS TREINTA AÑOS, COMO
EL ACTUAL LOCAL DE LA SUNAT EN
LA AV. BENAVIDES, LA OBRA DEL
HOTEL MARRIOT, EL LOCAL DEL
BANCO DE LA NACIÓN EN LA
ESQUINA DE AV. AREQUIPA CON
JAVIER PRADO, TIENEN 5 SÓTANOS Y
HAN SIDO HECHOS CON
CALZADURAS QUE HAN TENIDO
ESPESORES EN LA BASE DEL ORDEN
DE 3.6 A 4M Y HAN TENIDO UN BUEN
COMPORTAMIENTO.**

**EL UTILIZAR CALZADURAS EN LA
CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE
SÓTANOS TAMBIÉN PUEDE
OCASIONAR PROBLEMAS CON
TERCEROS YA QUE SE INVADE LA
PROPIEDAD VECINA.**

**SE NECESITA ENCONTRAR OTRAS
SOLUCIONES.**

EXISTEN SISTEMAS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS USADOS EN OTROS PAISES CÓMO:



I) MUROS EXCAVADOS ANCLADOS.

II) PILOTES EXCAVADOS ANCLADOS.

**III) MUROS PANTALLA CON ANCLAJES
POSTENSADOS. (PERÚ)**

- 
- PRIMER PROCEDIMIENTO:

MUROS

EXCAVADOS

ANCLADOS

**SON MUROS VERTICALES DE CONCRETO
ARMADO QUE RESISTEN EL EMPUJE
DEL SUELO.**

**EL MURO SE HACE ANTES DE LA
EXCAVACIÓN.**

**EL MURO SE ANCLA CON TENSORES EN
LA MASA DEL TERRENO, CONFORME
SE HACE LA EXCAVACIÓN GENERAL.**

**PARA SU CONSTRUCCIÓN SE EXCAVAN
ZANJAS DE HASTA 7M DE LONGITUD,
CON ESPESORES ENTRE 0,45 y 1,50M ,
SEGÚN LA ALTURA QUE TENDRÁ LA
EXCAVACIÓN Y MURO, HACIENDO USO
DE CUCHARAS MECÁNICAS O
HIDRÁULICAS .**

**ES FRECUENTE EL USO DE LODO
BENTONÍTICO.**

**LA BENTONITA ES UN TIPO DE ARCILLA
CON UN LÍMITE LÍQUIDO ALTO. UNA DE
SUS PRINCIPALES APLICACIONES ES
PARA EL SOSTENIMIENTO DE TIERRAS
EN FORMA DE LODO BENTONÍTICO
(AGUA+ARCILLA).**

**DURANTE LA EXCAVACIÓN EL LODO
BENTONÍTICO LLENA LA ZANJA Y ESTÁ
EN CONTINUO MOVIMIENTO, POR LO QUE
TIENE POCA CONSISTENCIA Y SE
COMPORTA COMO UN FLUIDO. CUANDO
EL LODO SE DEJA DE REMOVER, LA
VISCOSIDAD AUMENTA ADQUIRIENDO LA
RESISTENCIA NECESARIA**

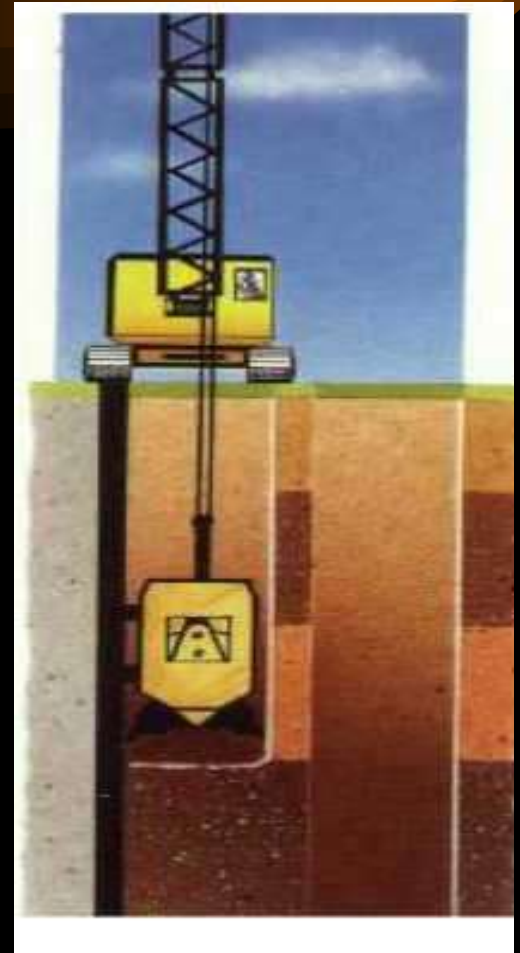
VER VIDEO

PARA EVITAR QUE CAIGA MATERIAL DE LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN. EN SUELOS SUELTOS DONDE EXISTE RIESGO DE DESPRENDIMIENTOS, LOS LODOS BENTONÍTICOS SE INTRODUCEN POR LOS POROS DEL SUELO, FORMANDO UNA MEZCLA DEL SUELO (GRAVA O ARENA) CON LA BENTONITA.

**ESTA MEZCLA LE CONFIERE A LAS
PAREDES DE LA EXCAVACIÓN MAYOR
ESTABILIDAD YA QUE EL SUELO TENDRÁ
MAYOR COHESIÓN.**

MUROS EXCAVADOS ANCLADOS: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

EXCAVACIÓN DEL PANEL
PRIMARIO.



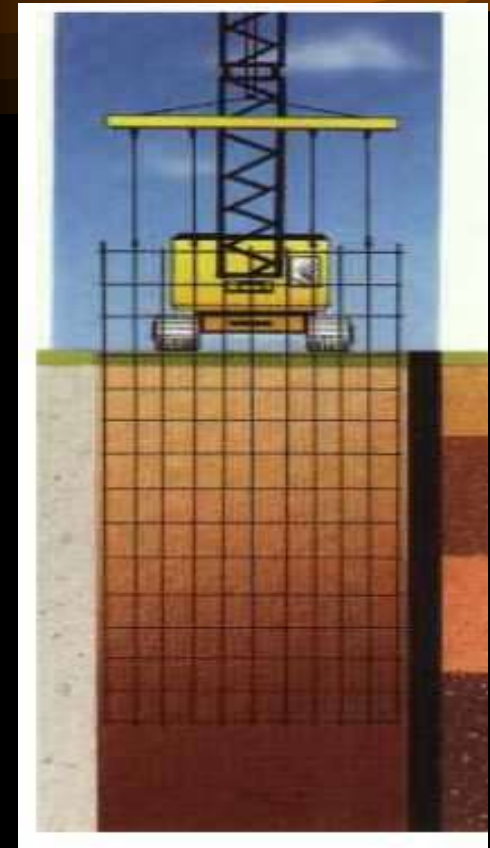
MUROS EXCAVADOS ANCLADOS: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

EXCAVACIÓN DEL PANEL
SECUNDARIO.



MUROS EXCAVADOS ANCLADOS: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

SE COLOCA LA MALLA DE REFUERZO CON AYUDA DE UNA GRÚA. EL REFUERZO NO DEBE APOYARSE EN EL FONDO DE LA ZANJA PORQUE PUEDE FLECTARSE OCASIONANDO QUE EL RECUBRIMIENTO LATERAL DISMINUYA PERJUDICANDO EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL.



MUROS EXCAVADOS ANCLADOS: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

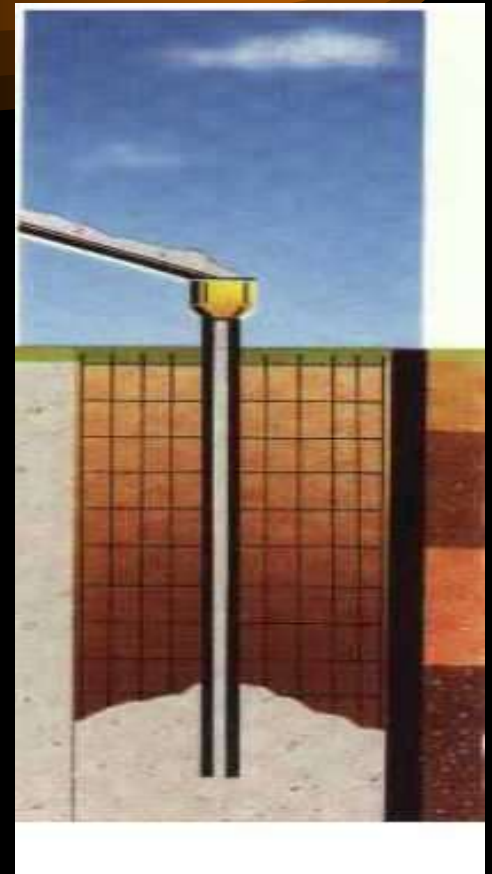
ANTES DEL VACIADO DE CONCRETO SE COLOCAN JUNTAS LATERALES. LAS JUNTAS EVITAN PROBLEMAS A LA HORA DE EXCAVAR LOS PANELES CONTIGUOS. SIN JUNTAS HABRÍA IRREGULARIDAD ENTRE PANELES QUE DARÍAN LUGAR A FILTRACIONES QUE PODRÍAN RESULTAR ANTIESTÉTICAS, O INCLUSO PELIGROSAS.



MUROS EXCAVADOS ANCLADOS: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

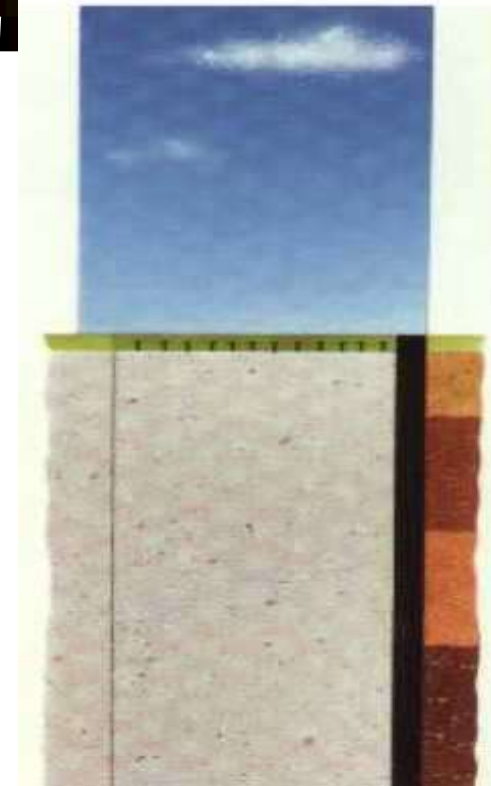
PARA EVITAR QUE EL CONCRETO SE CONTAMINE CON EL LODO BETONÍTICO QUE ESTÁ EN LA ZANJA, ES NECESARIO QUE EL VACIADO SE EMPIECE DESDE LO MAS PROFUNDO DE LA ZANJA.

EL CONCRETO QUEDARÁ POR DEBAJO DEL LODO DEBIDO A QUE SU DENSIDAD ES MAYOR. FINALMENTE EL LODO SE EXTRAE EN SUPERFICIE.



MUROS EXCAVADOS ANCLADOS: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

FINALIZADOS TODOS LOS
PANELES SE CONSTRUYE UNA
VIGA DE CORONACIÓN CUYO
OBJETIVO ES HACER QUE
TODOS LOS PANELES
TRABAJEN COMO UNA UNIDAD.
CON LA VIGA SE ELIMINA EL
CONCRETO DE LA PARTE
SUPERIOR QUE PUEDE ESTAR
CONTAMINADO POR LOS LODOS
BENTONÍTICOS.



MUROS EXCAVADOS ANCLADOS: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.



FINALMENTE SE PROCEDE A LA EXCAVACIÓN, POR LO GENERAL, AL INTERIOR DEL MURO PANTALLA. LOS ELEMENTOS DE SOPORTE COMO ANCLAJES O PUNTALES SE VAN COLOCANDO A MEDIDA QUE SE REALIZA LA EXCAVACIÓN.

MUROS EXCAVADOS ANCLADOS: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.



[VER VIDEO](#)

- SEGUNDO PROCEDIMIENTO:

*PILOTES
ANCLADOS*

**LA PERFORACIÓN DE LOS PILOTES ES
“IN SITU”.**

**DEPENDIENDO DEL TIPO DE SUELO, SE
PUEDEN UTILIZAR CAMISAS DE ACERO
RECUPERABLES O LODOS CON
BENTONITA PARA SOSTENIMIENTO DE
LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN.**

VER VIDEO

**LOS PILOTES SE EXCAVAN EN EL
PERÍMETRO INTERIOR DEL TERRENO.
PARA 5 o 6 SÓTANOS , EL DIÁMETRO ES
DE 1 a 1.2M Y PUEDEN ESTAR
SEPARADOS 3 A 3.5M.
ESTO SIGNIFICA QUE SE PIERDE 1 a
1.2M DE TERRENO.
SE HACE LA EXCAVACIÓN GENERAL Y
CONFORMA SE VA BAJANDO, SE
ANCLAN LOS PILOTES.**



06/10/2006



- TERCER PROCEDIMIENTO:

MUROS

ANCLADOS

HECHOS CONFORME SE VA

EXCAVANDO

**EL MURO SE CONSTRUYE EN PAÑOS
INDEPENDIENTES, CON EXCAVACIONES
PARCIALES EN LA ZONA DE ESOS
PAÑOS.**

**SE ENCOFRA Y ARMA UN PAÑO. LUEGO
SE PROCEDE A ANCLAR ESE PAÑO.**

**AL TERMINAR UNA PRIMERA FILA, SE
PASA A REPETIR EL PROCESO EN UNA
SEGUNDA FILA.**



**LOS PAÑOS SON NORMALMENTE
DE 3m DE ALTURA POR 4.5m o 5m
DE LARGO y LOS FIERROS
VERTICALES Y HORIZONTALES
SOBRESALEN HACIA ABAJO Y
HACIA LOS COSTADOS,
APROXIMADAMENTE 50cm, PARA
HACER EL EMPALME CON EL PAÑO
ADYACENTE Y LUEGO CON EL
PAÑO DE LA FILA INFERIOR.**



**CUANDO HAY UNA CONSTRUCCIÓN AL
COSTADO, ES PELIGROSO HACER UNA
EXCAVACIÓN DE 5m DE LARGO Y 3m DE
ALTURA, PUES NO SE ESTÁ CALZANDO
AL VECINO.**

**LO RECOMENDABLE ES HACER LA
PRIMERA FILA CON LONGITUDES
MENORES, MÁXIMO 2.5M.**

*LA PRIMERA
FILA DE
ANCLAJES
TIENE UNA
SEPARACIÓN
DE 2.5m,
LAS
SIGUIENTES
5m.*



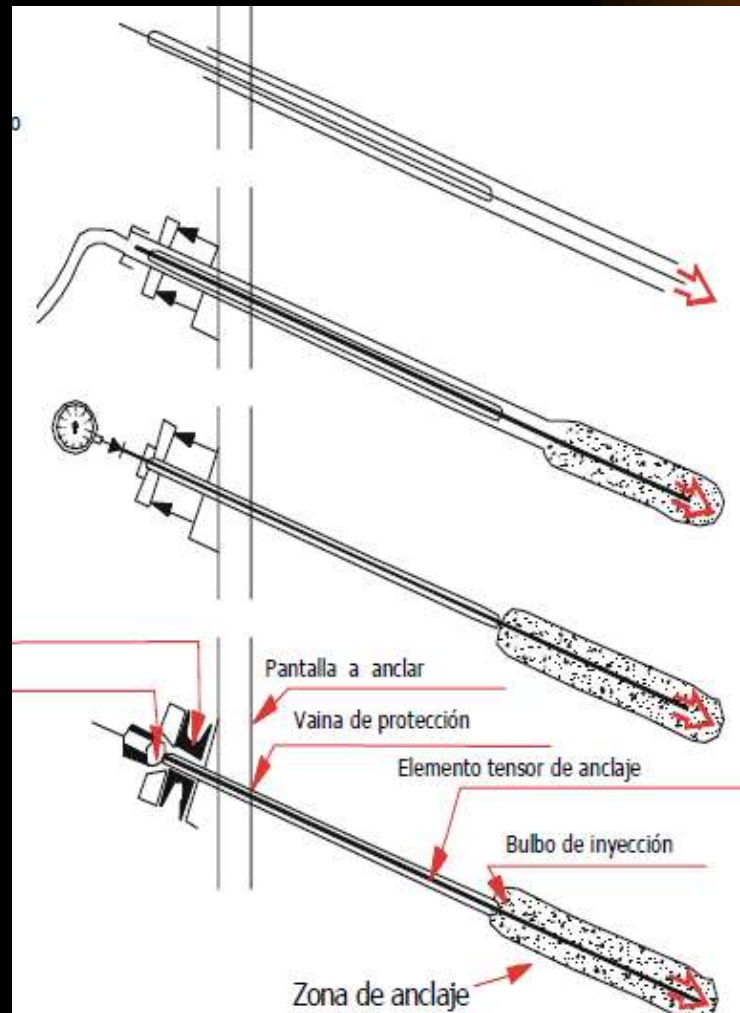
**CUANDO HAY COLUMNAS
INTEGRADAS CON EL MURO DE
SÓTANO, SE CONSTRUYEN DE
ARRIBA ABAJO, IGUAL QUE LOS
MUROS.**

**HAY QUE HACER EMPALMES EN
UNA MISMA SECCIÓN Y POR TANTO
HAY QUE SER GENEROSO CON LA
LONGITUD DE EMPALME.**



- 
- SEGUNDA PARTE DE LA CONFERENCIA:
 - ANCLAJES:
 - DISEÑO DEL ANCLAJE (suelos)
 - UBICACIÓN DEL ANCLAJE
 - DISEÑO DEL MURO

I. CONCEPTOS GENERALES: ¿QUÉ ES UN ANCLAJE?



I. CONCEPTOS GENERALES: PARTES PRINCIPALES DE UN ANCLAJE.

a) EL BULBO ES LA PARTE CORRESPONDIENTE A LA LONGITUD ADHERIDA AL TERRENO.

ES LA ZONA DONDE LA FUERZA DE TRACCIÓN SE TRANSFIERE AL TERRENO.

b) ZONA LIBRE ES LA ZONA ENTRE EL PUNTO DE FIJACIÓN Y EL BULBO, DONDE EL CABLE PUEDE ALARGARSE ANTE EL TENSADO.

I. CONCEPTOS GENERALES: PARTES PRINCIPALES DE UN ANCLAJE.

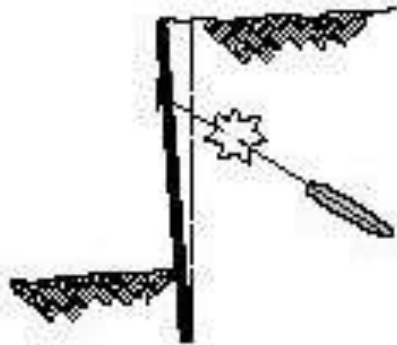


- c) CABEZA. ES LA PARTE EXTERNA DEL ANCLAJE .
EL CABLE SE TENSA A LA PRESIÓN ESTABLECIDA (FUERZA DEL ANCLAJE) USANDO UNA PLANCHA DE ACERO APOYADA EN EL MURO DE CONCRETO.**

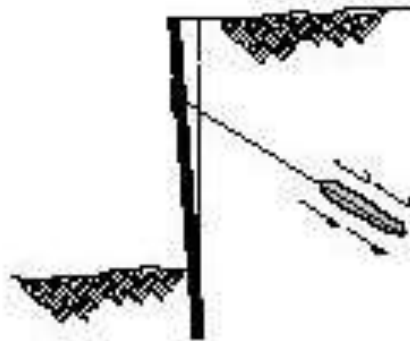
I. CONCEPTOS GENERALES: MODOS DE ROTURA.

EN LAS SIGUIENTES VISTAS SE MUESTRAN LAS POSIBLES FALLAS QUE PUEDEN OCURRIR EN EL SISTEMA DE MUROS ANCLADOS.

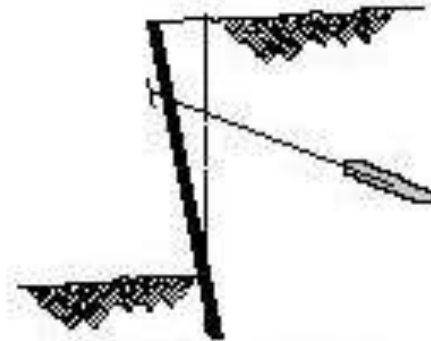
I. CONCEPTOS GENERALES: MODOS DE ROTURA.



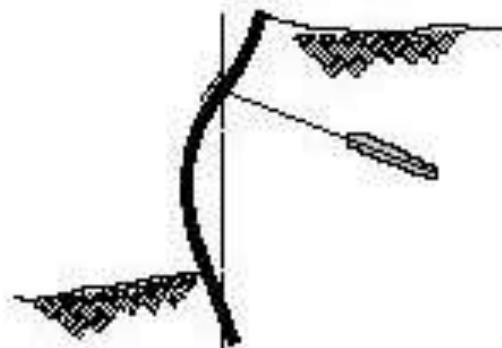
a) Rotura del anclaje a tensión.



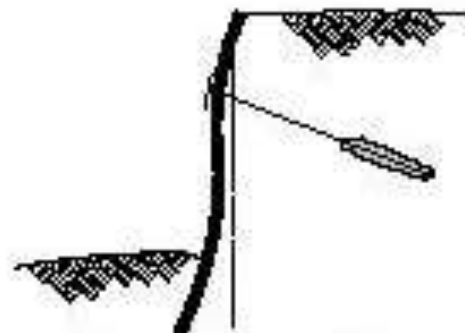
b) Rotura por arranque unión terreno-inyección.



c) Rotura por arranque unión anclaje-inyección.

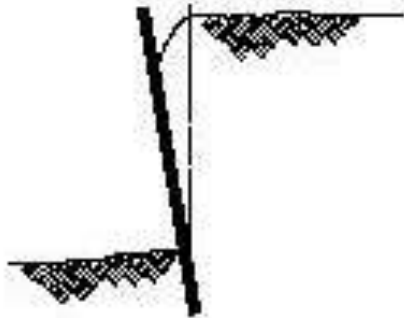


d) Rotura del muro por pandeo.

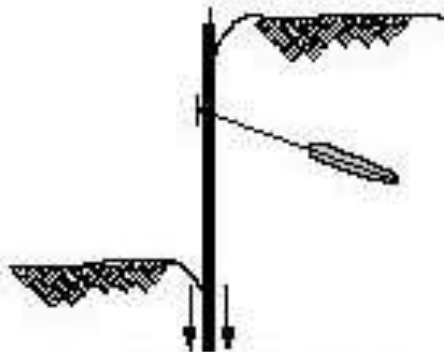


e) Rotura del muro debido a resistencia pasiva insuficiente.

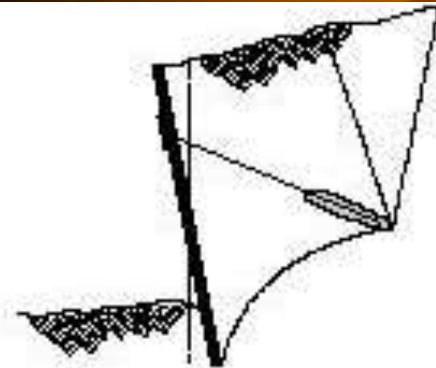
I. CONCEPTOS GENERALES: MODOS DE ROTURA.



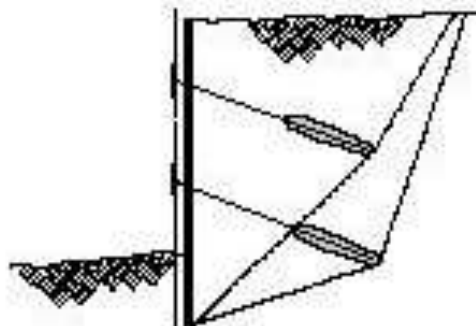
f) Rotura por rotación progresiva (previa a la instalación anclaje).



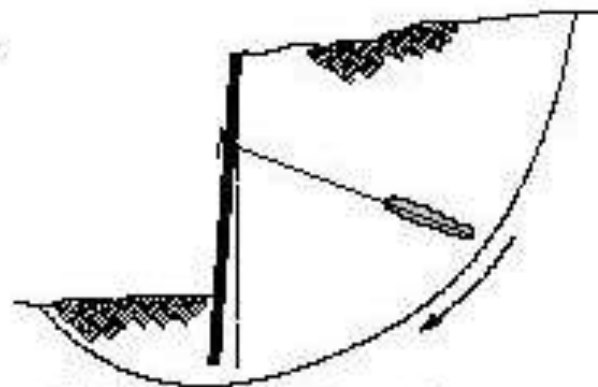
g) Rotura debida a insuficiente capacidad axial.



h) Rotura por vuelco.



i) Rotura por deslizamiento.



j) Rotura rotacional general.



**EN LA SIGUIENTE FOTOGRAFÍA SE
MUESTRA EL CASO DE UN MURO QUE
SE CAE POR NO HABER APUNTALDO
LATERALMENTE EL ENCOFRADO.
CORRESPONDE AL CASO DE FALLA 6
DE LAS LÁMINAS ANTERIORES.**





**EN LA SIGUIENTE FOTOGRAFÍA SE
MUESTRA COMO SE DEBE ENCOFRAR Y
APUNTALAR EL MURO, EN LA ETAPA
DONDE TODAVÍA NO HAY ANCLAJES
TENSADOS.**



15

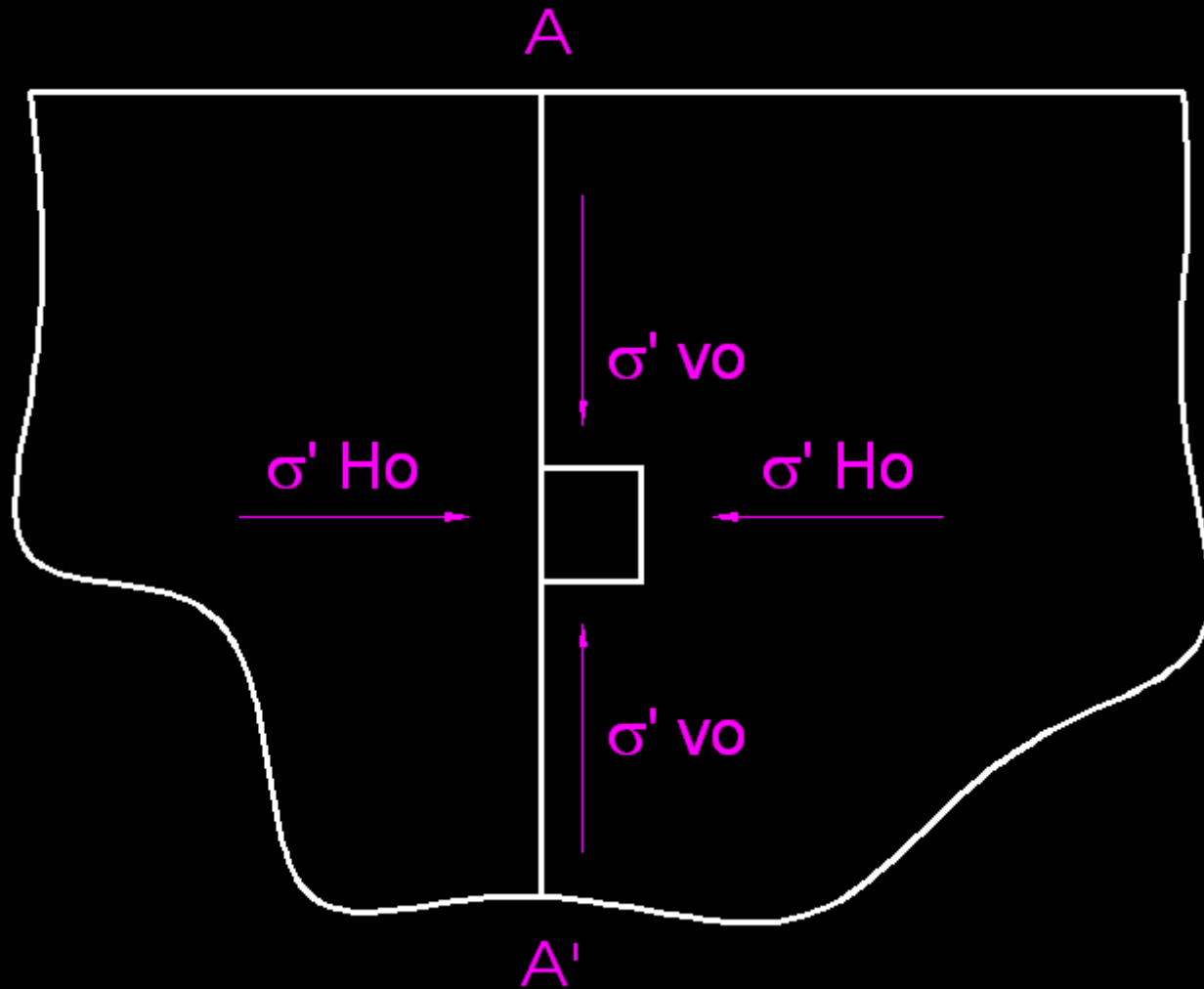
N-6.00

14

I. CONCEPTOS GENERALES: E_a y E_p .

IMAGINEMOS UN SUELO NO INTERVENIDO Y CONSIDERAMOS UNA LÍNEA A-A' LA CUAL SE REEMPLAZARÁ POR UN MURO DE ESPESOR INAPRECIABLE Y DE GRAN RIGIDEZ. TOMAMOS UN ELEMENTO DIFERENCIAL A UNA PROFUNDIDAD "Z" QUE ESTÁ SOMETIDO A PRESIONES VERTICALES Y HORIZONTALES .

I. CONCEPTOS GENERALES: E_a y E_p .



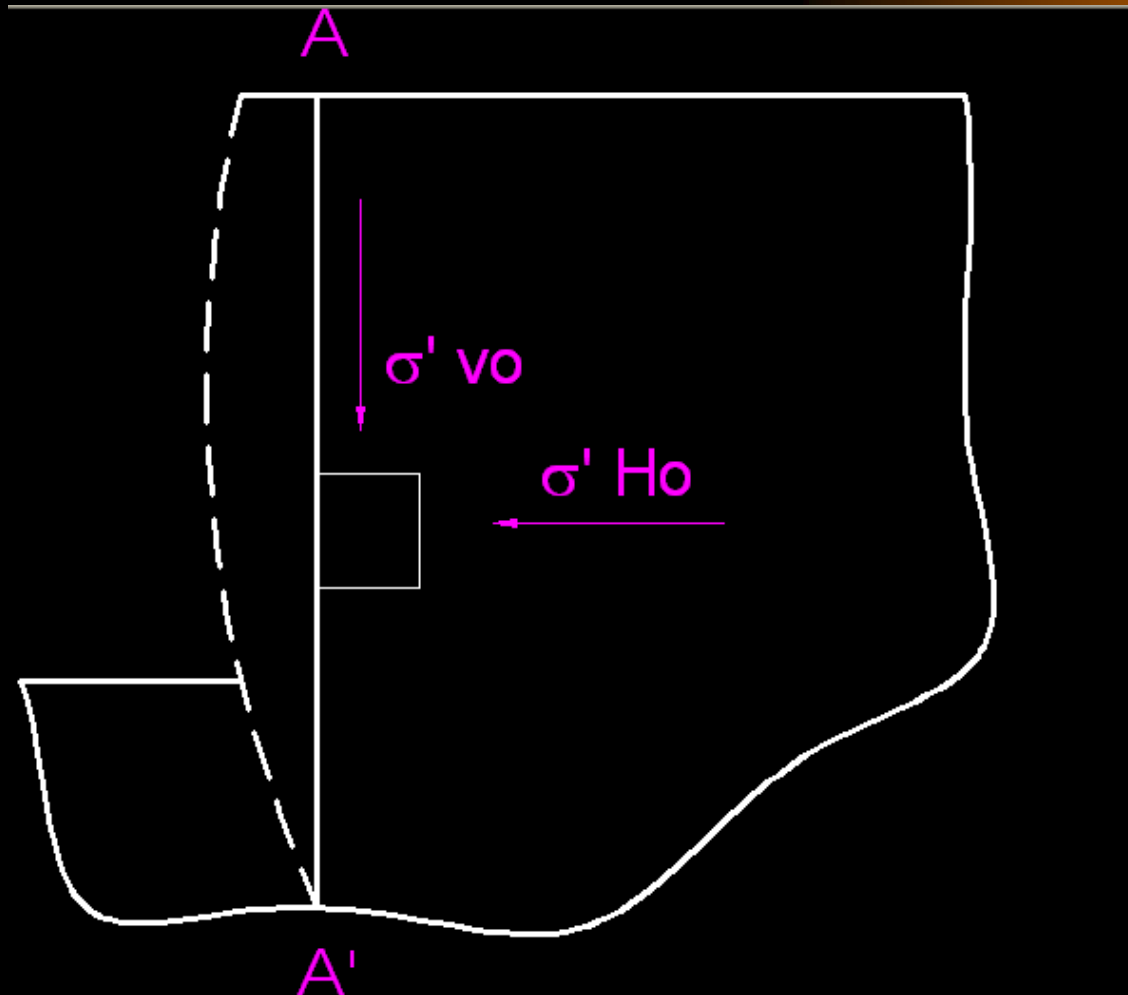
I. CONCEPTOS GENERALES: E_a y E_p .

SI SE ELIMINA EL SUELO SITUADO A LA IZQUIERDA DEL MURO A-A', EL MURO TENDERÁ A MOVERSE , YA QUE ESTÁ SOMETIDO A LAS PRESIONES INICIALES PERO SIN SUELO AL LADO IZQUIERDO .

I. CONCEPTOS GENERALES: E_a y E_p .

**PARA MANTENER EL EQUILIBRIO EL
SUELO DE LA DERECHA
EXPERIMENTA UNA RELAJACIÓN Y LA
PRESIÓN HORIZONTAL CERCA DEL
MURO DISMINUYE HASTA ALCANZAR UN
VALOR PERMANENTE LLAMADO
ESTADO ACTIVO.**

I. CONCEPTOS GENERALES: E_a y E_p .

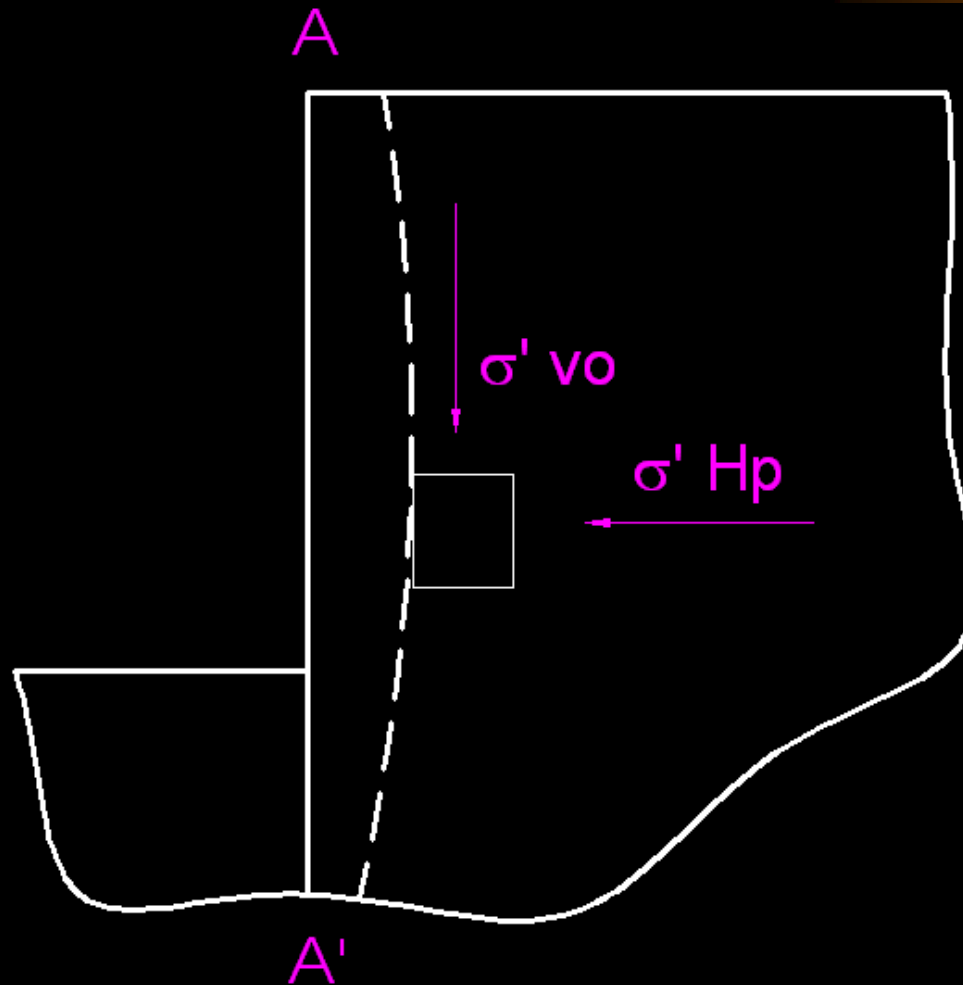


I. CONCEPTOS GENERALES: E_a y E_p .

**SI EL MURO SE MUEVE CONTRA EL
SUELO DE LA DERECHA LAS PRESIONES
SOBRE EL MURO AUMENTAN COMO
REACCIÓN DEL SUELO QUE SE OPONE
AL MOVIMIENTO.**

**TAMBIÉN SE LLEGARÁ A UN ESTADO DE
PRESIONES PERMANENTE LLAMADO
ESTADO PASIVO**

I. CONCEPTOS GENERALES: E_a y E_p



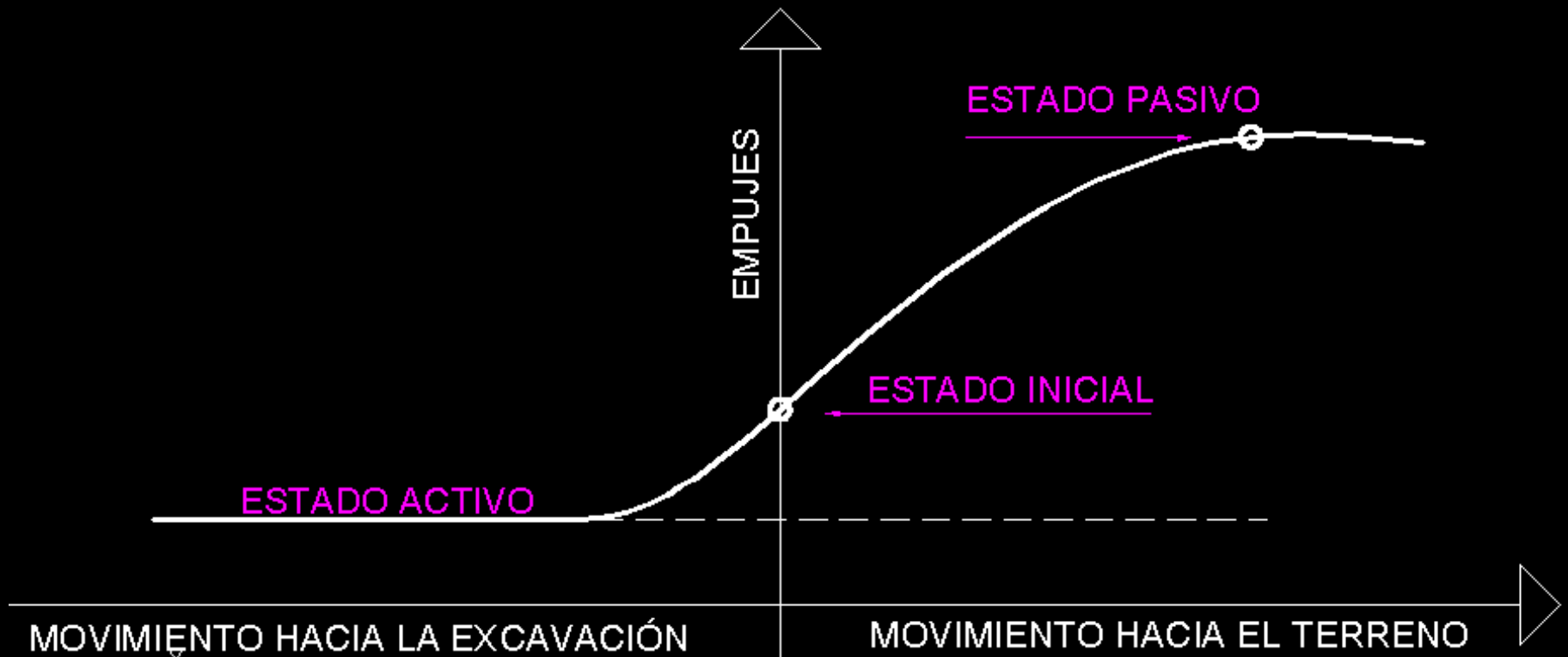
I. CONCEPTOS GENERALES: E_a y E_p

SI SE ANALIZA LA VARIACIÓN DE LAS PRESIONES HORIZONTALES EN UN PUNTO SE OBTIENE UNA GRÁFICA CON DOS ESTADOS LÍMITES:

ACTIVO Y PASIVO.

ESTOS ESTADOS REPRESENTAN LOS DOS EXTREMOS DE LAS PRESIONES QUE EL TERRENO PUEDE TENER HACIA UN MURO DE CONTENCIÓN.

I. CONCEPTOS GENERALES: E_a y E_p



I. CONCEPTOS GENERALES: E_a y E_p .

AL MOMENTO DE LA EXCAVACIÓN INTERESA CONOCER EL E_a PUESTO QUE VA A SER LA ACCIÓN HACIA LA QUE TENDERÁ EL TERRENO AL IR CONSTRUYENDO EL MURO. AL MOMENTO DEL TENSADO DEL MURO INTERESARÁ CONOCER EL E_p YA QUE EL ANCLAJE PRODUCIRÁ QUE EL MURO PRESIONE AL TERRENO.

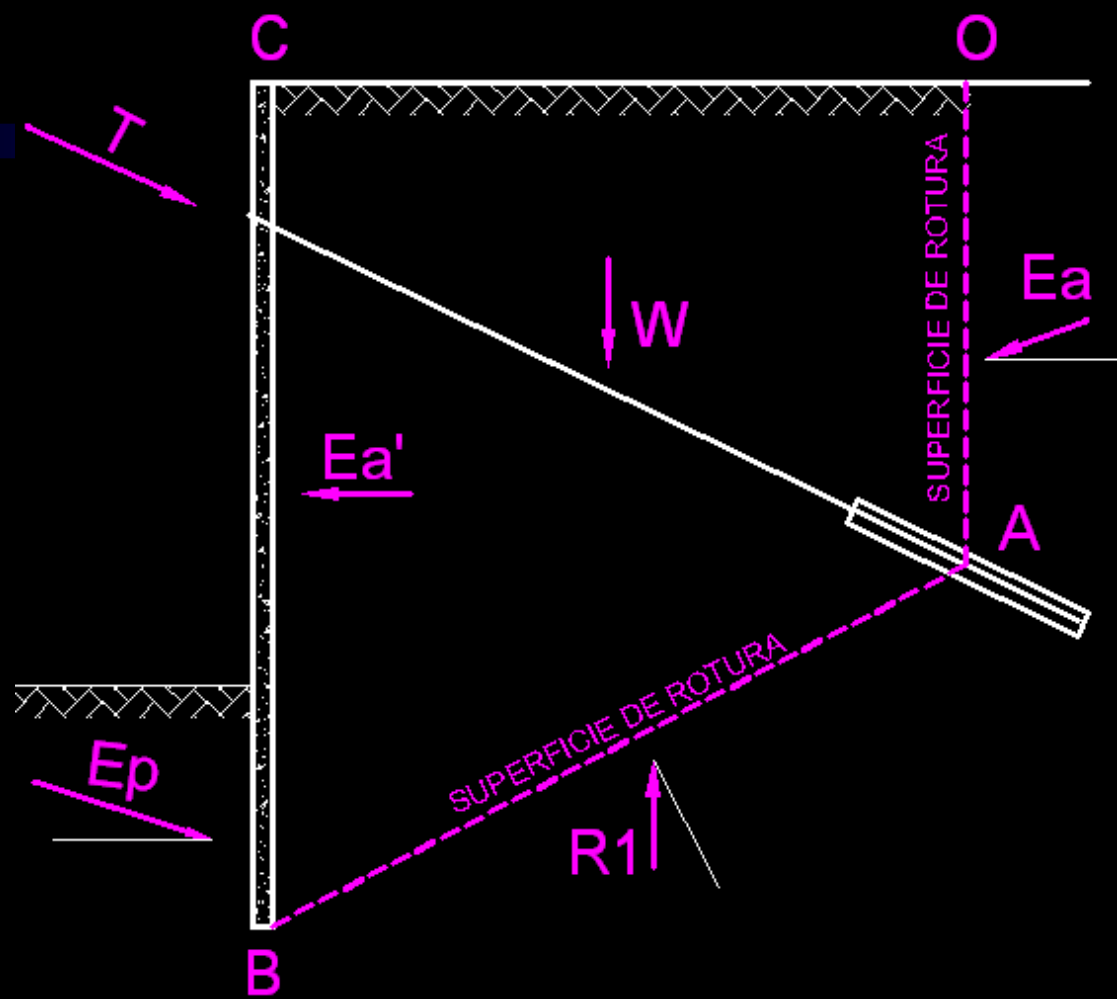


**EL DISEÑO DEBE LIMITAR LOS
MOVIMIENTOS DEL SUELO Y DEL MURO.**

**EL DISEÑO DEBE DE CONSIDERAR LA
RESISTENCIA CONJUNTA DE LOS
ANCLAJES Y DEL MURO .**

**UNO DE LOS MÉTODOS MÁS USADOS ES
EL DENOMINADO MÉTODO DE KRANZ.**

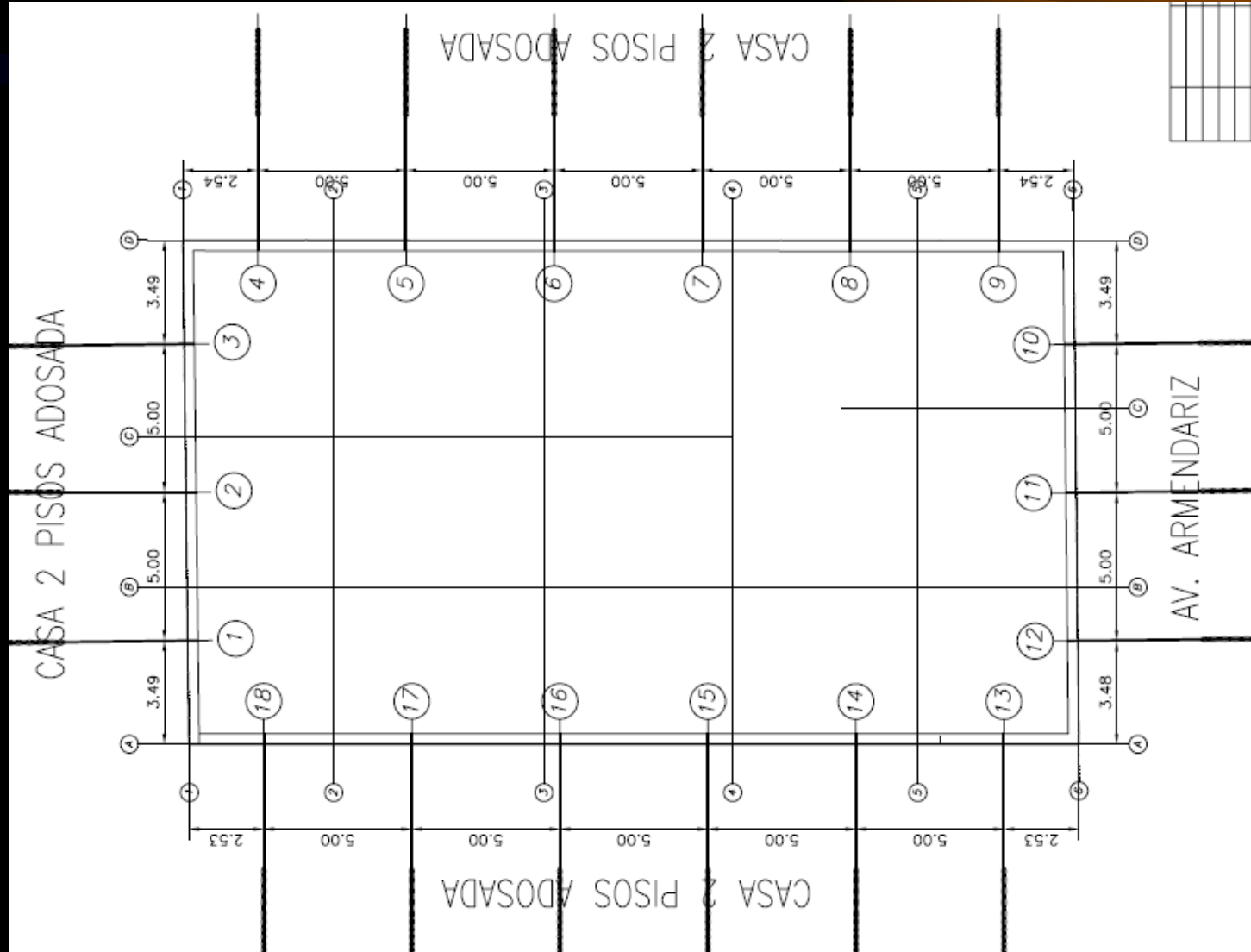
**SUPONE UN ESQUEMA DE ROTURA CON
EL QUE PUEDE DEDUCIRSE LA FUERZA
 T_a EN EL ANCLAJE QUE ORIGINARÍA EL
DESLIZAMIENTO DEL CONJUNTO . SU
RELACIÓN CON T NOS DA EL F.S
FRENTE A DESLIZAMIENTO (1.5 – 2).**



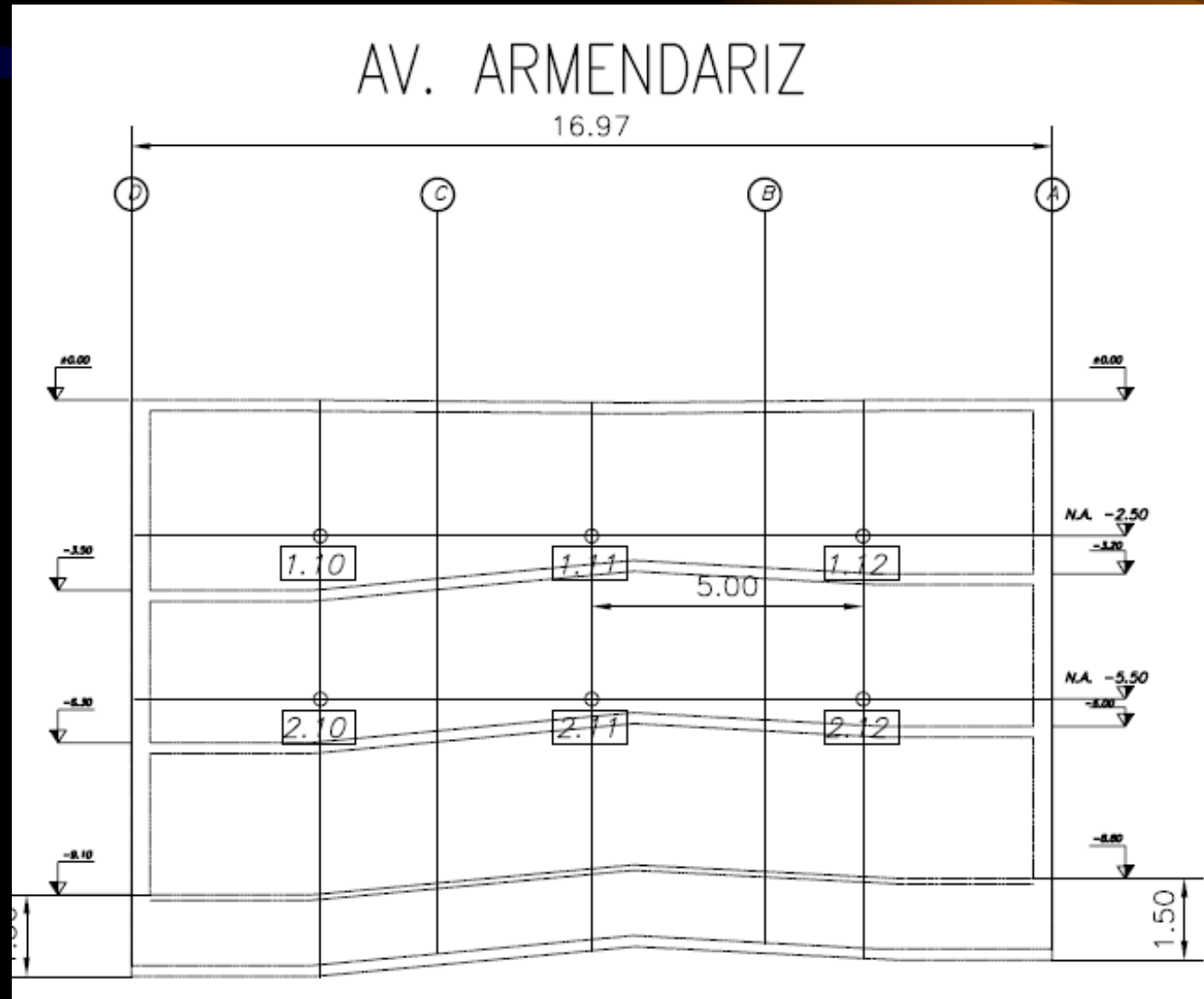
**ESTOS CÁLCULOS SON REALIZADOS
POR LAS EMPRESAS QUE SE
ENCARGAN DE HACER LOS ANCLAJES
Y DE GARANTIZAR LA ESTABILIDAD
DEL MURO.**

**ELLAS EMITEN UN INFORME CON LAS
FUERZAS DE LOS ANCLAJES , LA
LONGITUD DE LOS MISMOS Y
UBICACIÓN EN PLANTA Y ALTURA.**

PLANO QUE INDICA EN PLANTA LA DISTRIBUCIÓN DE LOS ANCLAJES



PLANO QUE INDICA EN ELEVACIÓN LA DISTRIBUCIÓN DE LOS ANCLAJES



CUANDO NO SE TIENE UN SOLO ANCLAJE, SINO VARIOS , DEBIDO A EXCAVACIONES PROFUNDAS DE 4, 5, 6 , 7 U 8 SÓTANOS, SE HACEN CÁLCULOS APROXIMADOS CONSIDERANDO TEORÍAS PARECIDAS A LAS USADAS EN MUROS ENTIBADOS, CALCULANDO REACCIONES DE LAS ACCIONES DEL TERRENO.

ESTAS REACCIONES SON LAS FUERZAS QUE DEBEN TENER LOS ANCLAJES.



LOS ANCLAJES PUEDEN SER TEMPORALES O PERMANENTES. LOS ANCLAJES TEMPORALES TRABAJAN HASTA QUE SON SUSTITUIDOS POR ESTRUCTURAS PERMANENTES. EN EL CASO DE UNA EXCAVACIÓN DE VARIOS SÓTANOS, EL SOSTENIMIENTO TEMPORAL SE REALIZA CON ANCLAJES, HASTA QUE SON SUSTITUIDOS POR LAS LOSAS DE ENTREPISO.

**LOS ANCLAJES PERMANENTES
TRABAJAN DURANTE TODA LA VIDA
ÚTIL DEL PROYECTO, POR LO QUE SE
DIMENSIONARÁ CON MAYORES
COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y LOS
NIVELES DE PROTECCIÓN SERÁN
MAYORES.**

**LOS ANCLAJES SON CABLES DE
ACERO DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA
RELAJACIÓN.
NORMALMENTE SE USAN CABLES DE
15mm o 0.6" DE DIÁMETRO.**



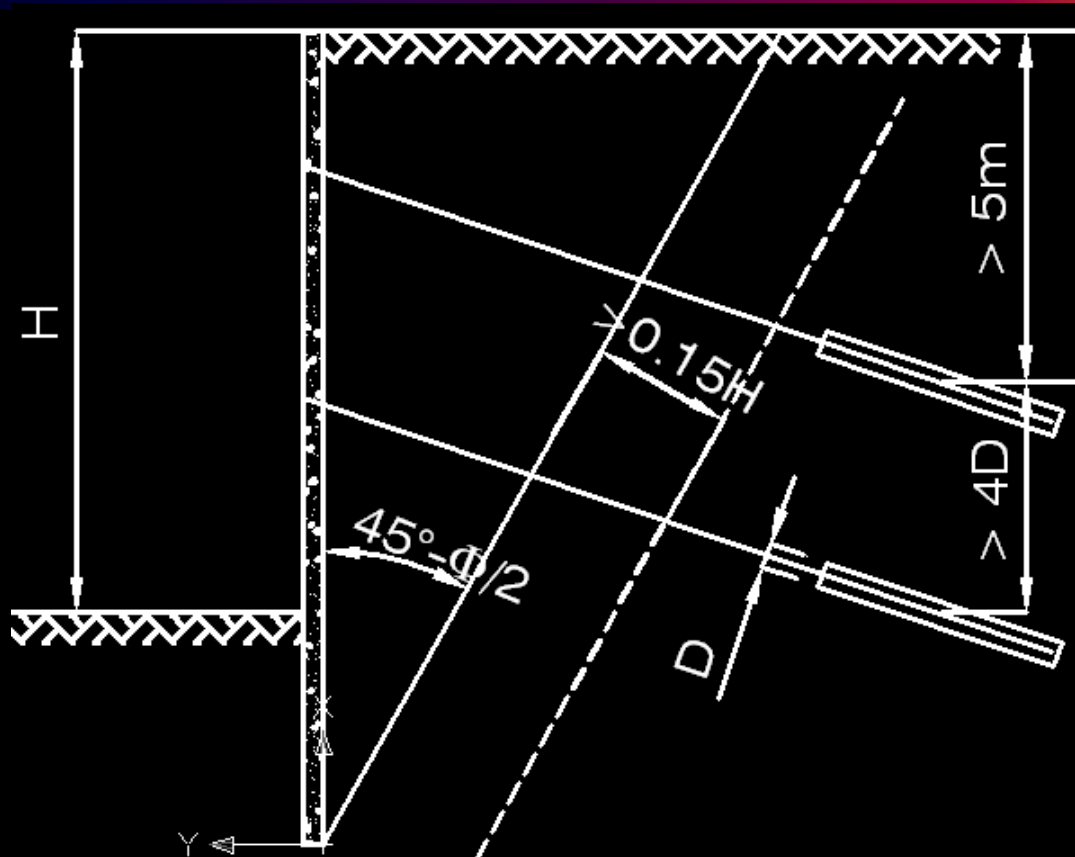
**LAS FUERZAS DE LOS ANCLAJES
DEBEN ESTIMARSE CONSIDERANDO
EL EMPUJE DEL SUELO, LA
SOBRECARGA QUE HAY Y LOS
EFECTOS DE SISMO.**

II. DISEÑO DE ANCLAJE: UBICACIÓN.

PARA NO TRANSFERIR LAS TENSIONES DE LA ZONA DEL BULBO AL MURO DE CONCRETO LOS ANCLAJES DEBEN SEPARARSE UNA DISTANCIA MÍNIMA.

EL ANCLAJE APORTA LA FUERZA ESTABILIZADORA Y LA TRASMITTE AL SUELO. ESTO REQUIERE QUE LA FUERZA SE TRANSMITA MAS ALLÁ DE LA ZONA ACTIVA.

II. DISEÑO DE ANCLAJE: UBICACIÓN.



EN LA FIGURA SE MUESTRA LA ZONA DONDE DEBEN SITUARSE LOS BULBOS DEL ANCLAJE.

- 
- TERCERA PARTE DE LA CONFERENCIA:
 - DISEÑO DEL MURO COMO ELEMENTO DE CONCRETO ARMADO

**LA CONSTRUCCIÓN DEL MURO SE
REALIZA POR PAÑOS. EL PROCESO
DE CONSTRUCCIÓN IMPLICA QUE LOS
PAÑOS DE CONCRETO ACTUEN DE
DIFERENTES FORMAS DESDE EL
ESTADO INICIAL HASTA EL ESTADO
FINAL DE SERVICIO.
SE PUEDEN DEFINIR TRES ETAPAS DE
DISEÑO.**

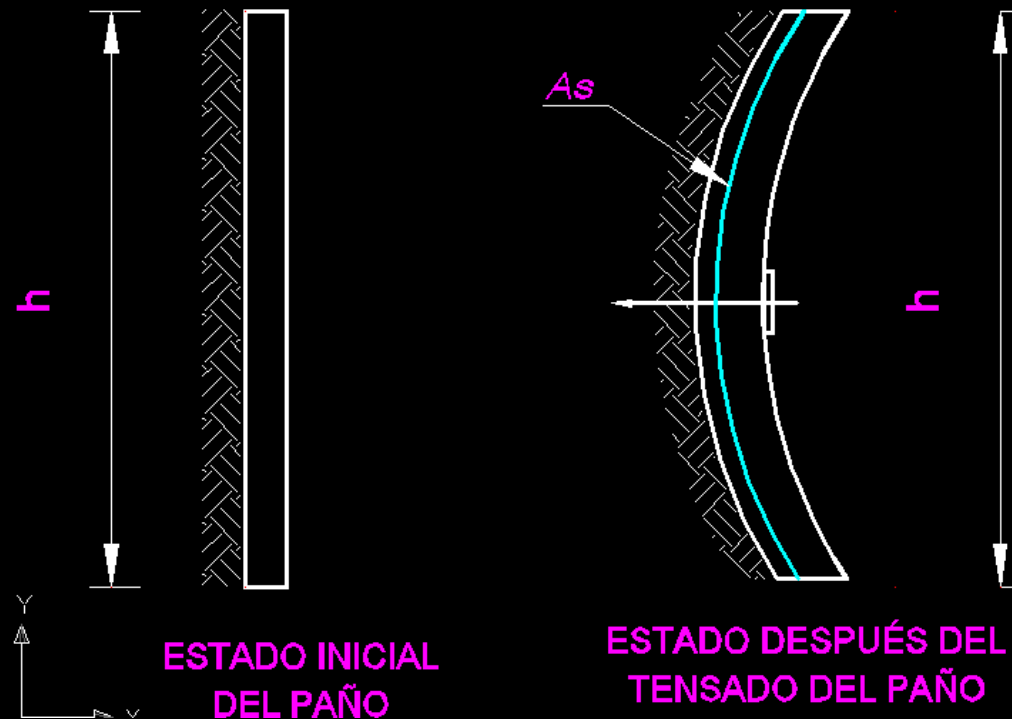
**ETAPA INICIAL: CUANDO SE APLICA
LA FUERZA DE ANCLAJE AL PAÑO.**

**ETAPA INTERMEDIA: CUANDO SE
APLICA LA FUERZA DE ANCLAJE AL
PAÑO ADYACENTE.**

**ETAPA FINAL: CUANDO SE
CONSTRUYEN LAS LOSAS DE TECHOS
Y LIBERAN LOS ANCLAJES.**

EN LA ETAPA INICIAL EL PAÑO ESTÁ
SOMETIDO A UNA FUERZA QUE LO
OBLIGA A FUNCIONAR COMO UNA
“ZAPATA FLEXIBLE”.

SE CALCULA EL FIERRO DE LA CARA
INTERIOR COMO VOLADOS.

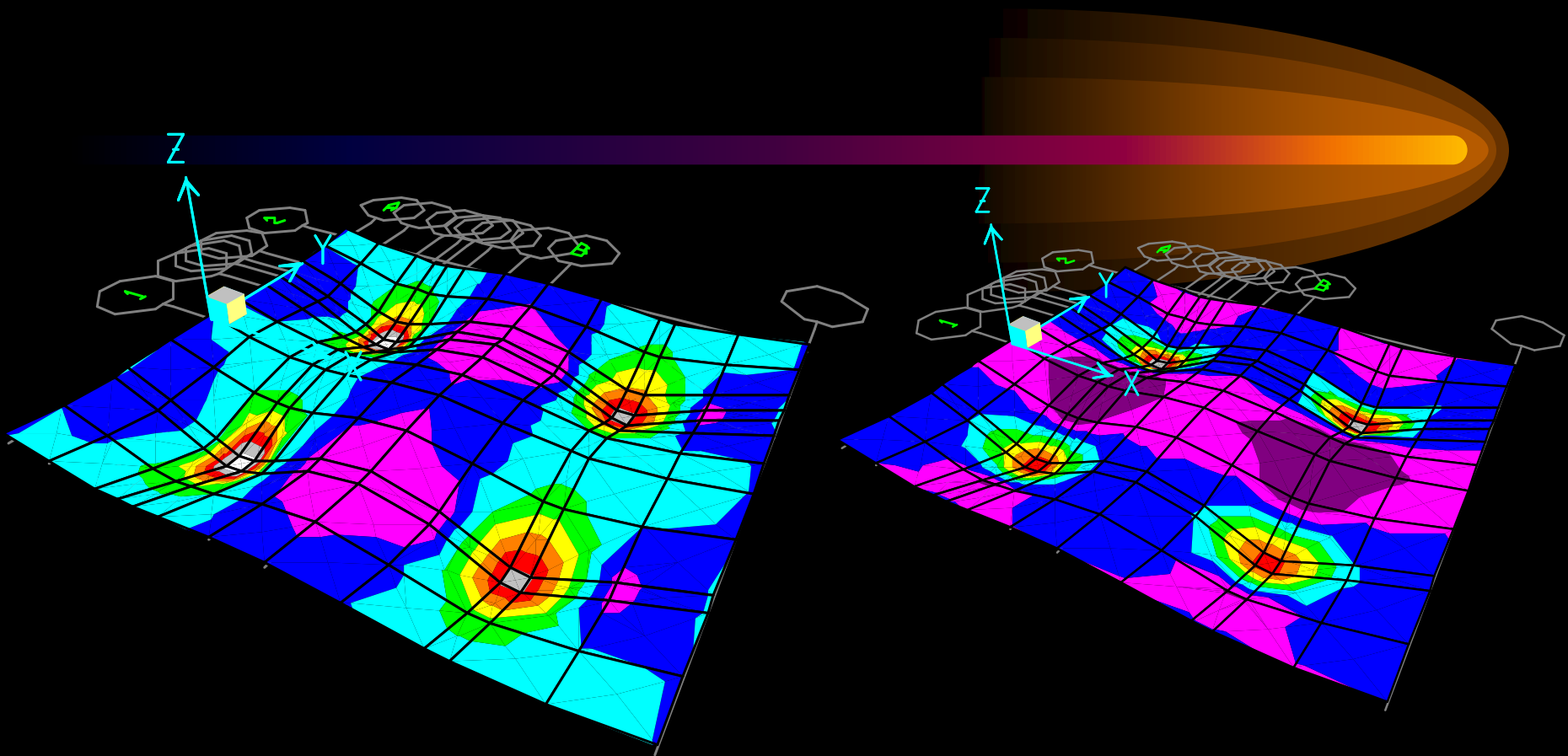




**AL SER EL MURO UN ELEMENTO
FLEXIBLE, LAS PRESIONES DEL
TERRENO SE CONCENTRAN EN LA
ZONA DEL ANCLAJE.**

**NO SE TIENE UNA DISTRIBUCIÓN
UNIFORME COMO SE SUPONE EN EL
CASO DE ZAPATAS RÍGIDAS.**

PARA ESTIMAR LA FORMA DE ESTA REACCIÓN DEL SUELO, SOBRE EL MURO, SE DEBE ESCOGER UN MÓDULO DE BALASTO DEL SUELO. GENERALMENTE SE USA UN PROGRAMA DE CÓMPUTO CONSIDERANDO UNA LOSA APOYADA EN RESORTES, SOMETIDA A LA CARGA DEL ANCLAJE DISTRIBUIDA EN UN ÁREA IGUAL A LA PLANCHA DEL MISMO.



DESCRIPCIÓN DE SUELOS	SÍMBOLO	Ks (kg/cm3)	
		RANGO	PROMEDIO
GRAVAS BIEN GRADUADAS	GW	14 - 20	17
GRAVAS ARCILLOSAS	GC	11 -19	15
GRAVAS MAL GRADUADAS	GP	8 -14	11
GRAVAS LIMOSAS	GM	6 - 14	10
ARENAS BIEN GRADUADAS	SW	6 - 16	11
ARENAS ARCILLOSAS	SC	6 - 16	11
ARENAS MAL GRADUADAS	SP	5 - 9	7
ARENAS LIMOSAS	SM	5 - 9	7
LIMOS ORGÁNICOS	ML	4 - 8	6
ARCILLAS CON GRAVA O CON ARENA	CL	4 - 6	5
LIMO ORGÁNICOS Y ARCILLAS LIMOSAS	OL	3 - 5	4
LIMOS INORGÁNICOS	MH	1 - 5	3
ARCILLAS INORGÁNICAS	CH	1 - 5	3
ARCILLAS ORGÁNICAS	OH	1 - 4	2

**UNA VEZ OBTENIDA LA PRESIÓN
VARIABLE ACTUANDO SOBRE EL
MURO, EL VOLADO SE DISEÑA POR
FLEXIÓN (VERTICAL Y HORIZONTAL)
(FIERRO UBICADO EN LA CARA EN
CONTACTO CON LA TIERRA).**

**ADEMÁS DEBE VERIFICARSE EL
PUNZONAMIENTO QUE LA PLANCHA
EJERCE SOBRE EL MURO DE
CONCRETO.**

**GENERALMENTE LAS PLANCHAS
TIENEN 30cm x 30cm.
PARA OBTENER LA SECCIÓN CRÍTICA
POR PUNZONAMIENTO SE CONSIDERA
UNA SECCIÓN UBICADA A “ $d/2$ ” DE
LAS CARAS DE LA PLANCHA.
ESTA VERIFICACIÓN POR
PUNZONAMIENTO PUEDE GOBERNAR
LA DETERMINACIÓN DEL ESPESOR
DEL MURO, DEPENDIENDO DE LA
MAGNITUD DE LAS FUERZAS DE LOS
ANCLAJES.**

LOS ESPESORES RECOMENDADOS PARA MUROS ANCLADOS SON:

PARA 2 O 3 SÓTANOS 30cm.

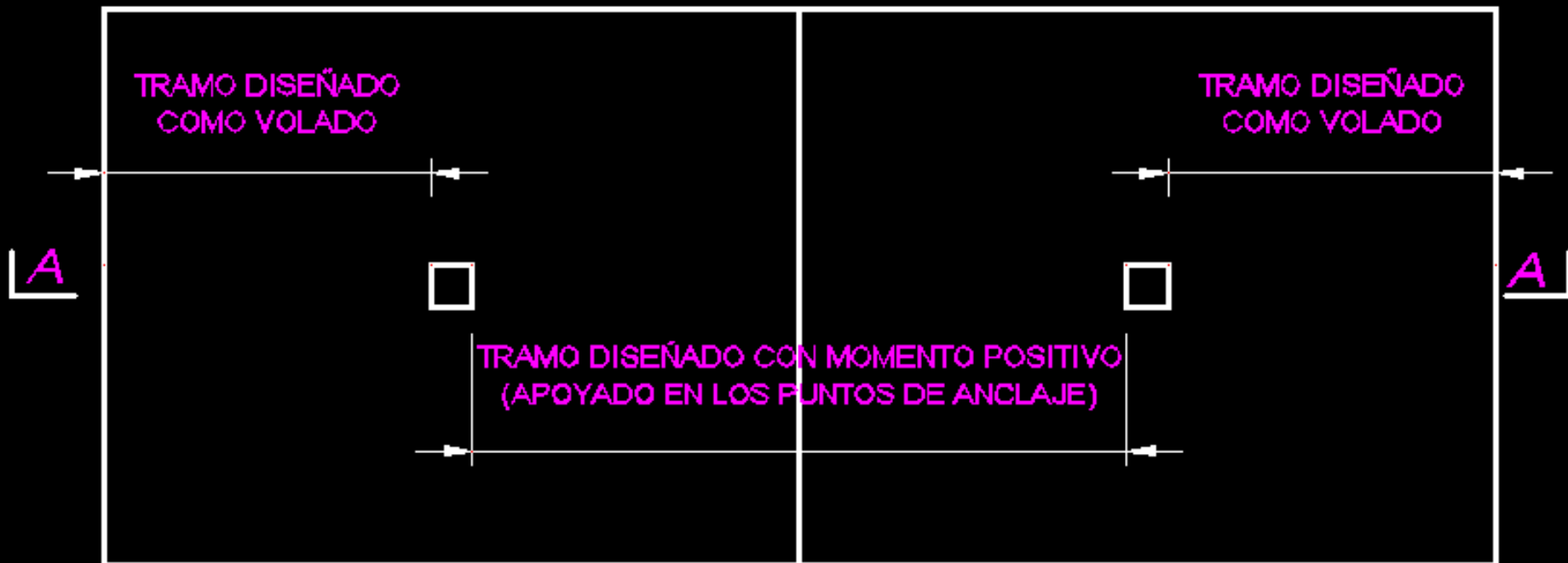
PARA 4 SÓTANOS 40cm.

PARA 5 o 6 SÓTANOS 45cm.

PARA 7 u 8 SÓTANOS 50 o 55cm.

ESTOS ESPESORES SON PARA ALTURAS
NORMALES DE PISO A PISO PARA EL SUELO
DE LIMA.

**LUEGO DE TENSAR EL MURO SE
PROCEDE A TENSAR UN PAÑO
CERCANO Y LUEGO EL INTERMEDIO
ENTRE DOS YA TENSADOS.**



**EL MURO TRABAJARÁ COMO UNA
LOSA SIN VIGAS.
DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA
PRIMERA FILA, SE PODRÁ
CONSIDERAR UNA LOSA SIN VIGAS EN
UNA DIRECCIÓN, CON UNA FRANJA DE
COLUMNA MÁS ESFORZADA.**

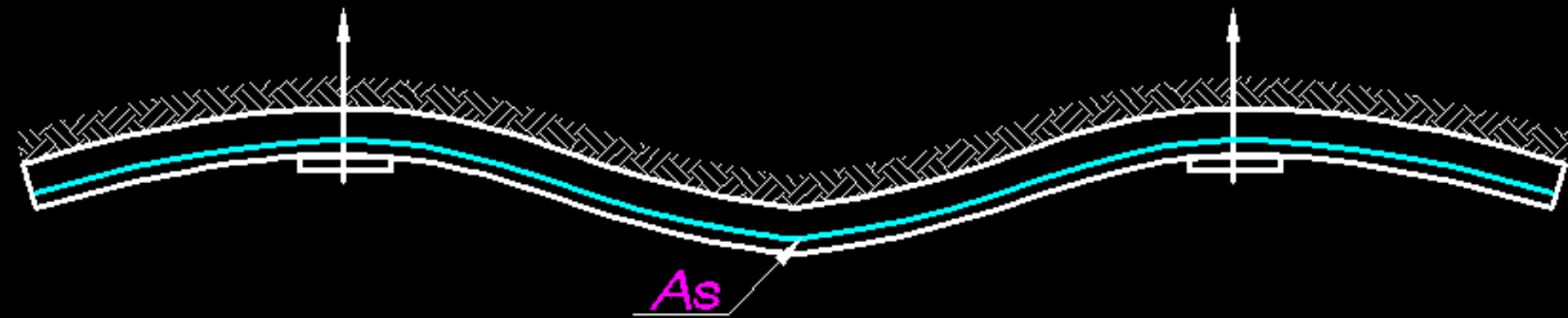
**CUANDO HAYA OTRA FILA,
TRABAJARÁ COMO LOSA SIN VIGAS,
ARMADA EN DOS DIRECCIONES, CON
FRANJAS DE COLUMNAS MÁS
REFORZADAS.**

**LO EXPLICADO ANTERIORMENTE
RESPONDE AL COMPORTAMIENTO
TEÓRICO DEL MURO, EN LAS
PRIMERAS ETAPAS.**

**SIN EMBARGO NO ES FÁCIL EN OBRA
TENER DISTINTOS FIERROS EN ZONAS
DE FRANJAS DE COLUMNAS O ZONAS
DE FRANJAS CENTRALES, POR LO
QUE NORMALMENTE SE UNIFORMIZA
EL DISEÑO .**

**ADEMÁS DEBE RECORDARSE QUE LA
CARGA ACTUANTE SE CONCENTRA
EN LAS ZONAS DE LOS ANCLAJES.**

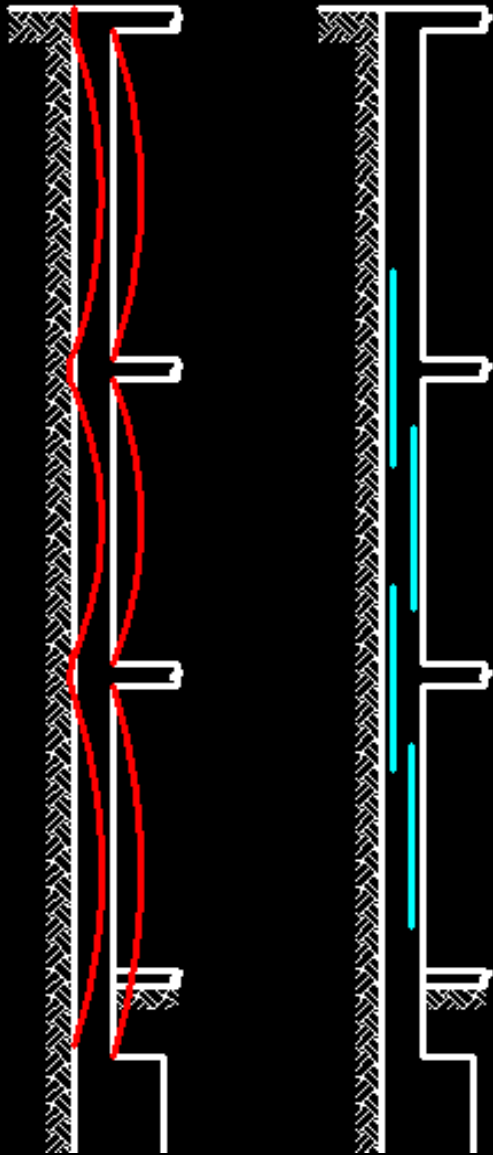
PARA EL CÁLCULO DE PAÑOS
ADYACENTES, SE ENCUENTRA EL
ACERO NECESARIO EN LA CARA
EXTERIOR DEL MURO



CORTE A - A



**LA ETAPA FINAL OCURRE CUANDO SE
ELIMINA EL ANCLAJE TEMPORAL.
ESTO SUCEDE CUANDO SE HA
CONSTRUIDO LOS SÓTANOS DEL
EDIFICIO (CIMENTACIÓN, MUROS,
LOSAS, COLUMNAS, PLACAS ETC.)**



**DEBIDO A ESTE ESTADO
ES PROBABLE QUE EL
DISEÑO NECESITE UN
INCREMENTO EN
ALGUNOS BASTONES
NEGATIVOS Y
POSITIVOS.**

**LA IDEA ES NO NECESITAR REFUERZO
DE ACERO POR CORTANTE, SINO
SOLAMENTE POR FLEXIÓN.**

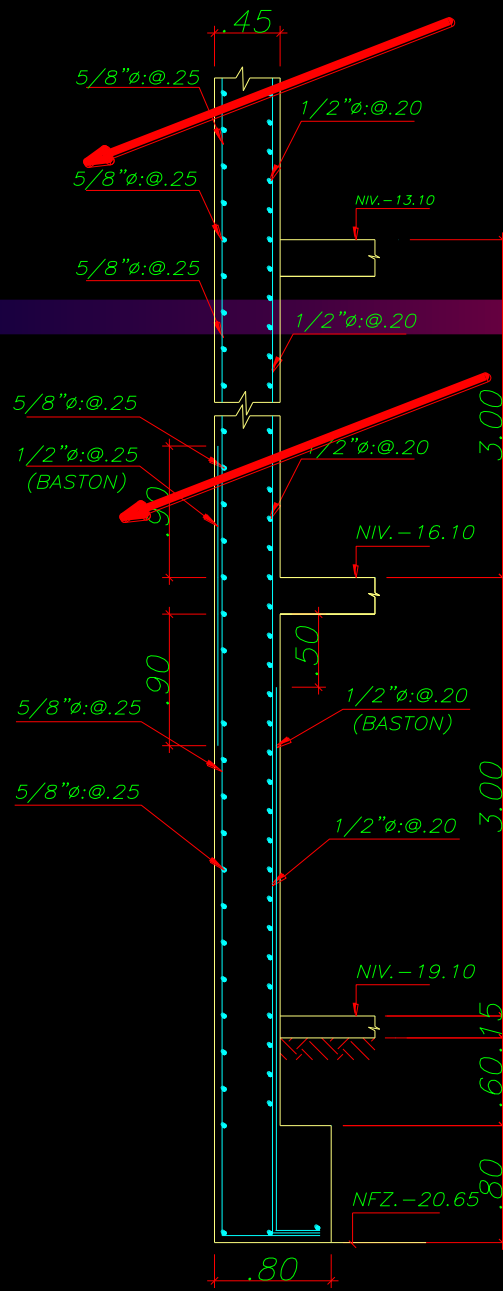


**UNA FORMA DE DISEÑAR ES
DISPONER UNA MALLA PARA LA CARA
EN CONTACTO CON LA TIERRA, QUE
CUMPLA CON EL CÁLCULO PARA LA
ETAPA INICIAL.**

**LUEGO EL FIERRO VERTICAL DE LA
CARA HACIA EL EDIFICIO
VERIFICANDO LA ETAPA INTERMEDIA
Y LA FINAL. ADICIONAR LUEGO
BASTONES**

EN LA CARA EN CONTACTO CON LA TIERRA, GENERALMENTE AL FIERRO VERTICAL SE LE PUEDE COLOCAR BASTONES “POSITIVOS” PARA CONTROLAR LOS MOMENTOS POSITIVOS QUE HAY ENTRE LOSA Y LOSA, DEBIDO AL EMPUJE DE LA ETAPA FINAL.

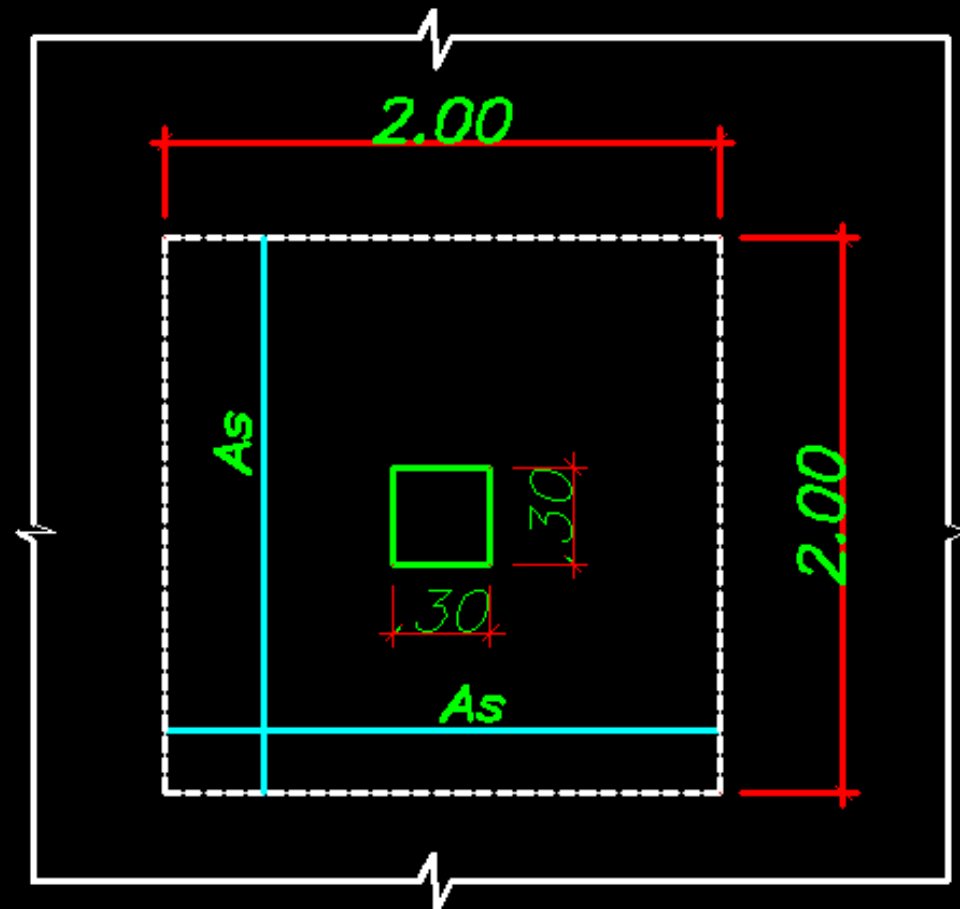
EL FIERRO HORIZONTAL DE LA CARA HACIA EL EDIFICIO SE OBTIENE DE LA ETAPA INTERMEDIA O USANDO EL FIERRO MÍNIMO DE MUROS.



CORTE 1-1

**ADICIONAL A LOS FIERROS CORRIDOS
Y A LOS BASTONES OBTENIDOS CON
EL CÁLCULO DE LA ETAPA FINAL,
TAMBIÉN ES USUAL COLOCAR UNA
MALLA DE APROXIMADAMENTE 2M DE
LADO, COMO REFUERZO EN LA ZONA
DE ANCLAJES.**

**ESTO PERMITE REDUCIR EL ACERO
DE LA MALLA DE LA CARA EN
CONTACTO CON LA TIERRA
CALCULADO SEGÚN LA PRIMERA
ETAPA.**



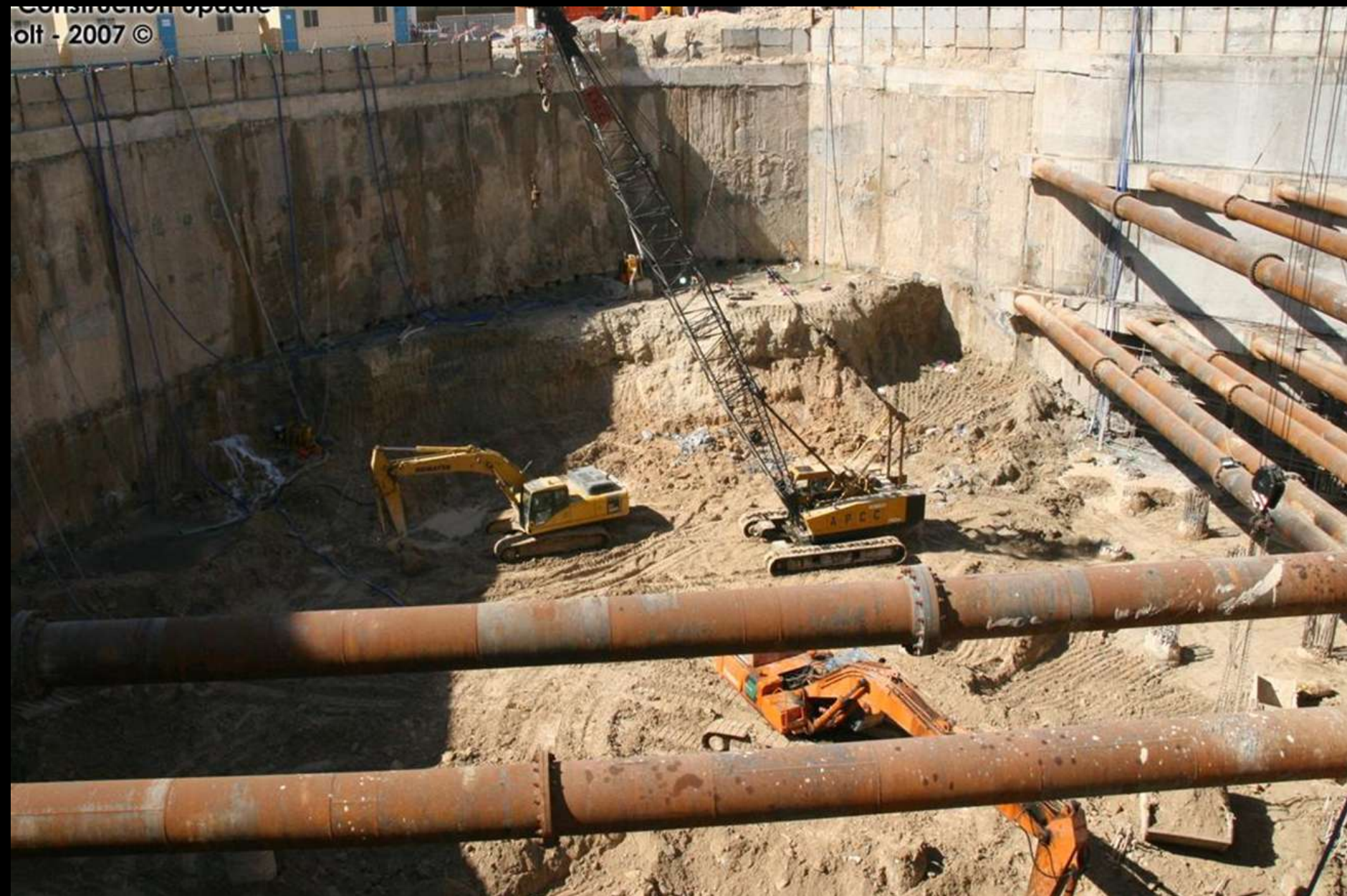
REFUERZO EN LA CARA
EXTERIOR



**LA SIGUIENTE FOTOGRAFÍA INDICA
CÓMO ES LA UNIÓN DE LAS LOSAS Y
LAS VIGAS QUE SE APOYAN EN LOS
MUROS DE CONCRETO.**



**PARA TERMINAR ESTA CONFERENCIA
VEAMOS UN ACCIDENTE OCURRIDO
EN DUBAI, CON EL SISTEMA DE
MUROS ANCLADOS, EXCAVADOS CON
ZANJAS Y BENTONITA,
DEBIDO A FILTRACIÓN DE AGUA QUE
VA AUMENTANDO.
EN REALIDAD PARECE UNA BROMA,
EL HECHO DE QUE EL AGUA ERA EN
REALIDAD UN RIO.**



Dubai Construction Update
Imre Solt - 2007 ©







**AGRADEZCO A LA EMPRESA PILOTES
TERRATEST POR SU APOYO EN LA
ELABORACIÓN DE ESTA
CONFERENCIA.**

G R A C I A S

**ANTONIO BLANCO Y MARITZA RAMOS
ANTONIO BLANCO BLASCO
INGENIEROS EIRL.**