

**PRIMER ENCUENTRO NACIONAL
DE INGENIEROS DE
SUELOS Y ESTRUCTURAS**

**SISTEMAS DE CONTENCION
MUROS PANTALLA
Y PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS**

**Ing. DIEGO SANABRIA
Ing. EDGAR H. TORRES**

Santafé de Bogotá, 4,5 y 6 Septiembre de 1991

PRIMER ENCUENTRO NACIONAL DE INGENIERIA DE SUELOS Y ESTRUCTURAS

SISTEMAS DE CONTENCION, MUROS PANTALLA, PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

Es frecuente que los Ingenieros al iniciar una obra, tropiecen con problemas de como elegir el método adecuado de excavación sin perturbar o deteriorar instalaciones o edificaciones vecinas a su obra.

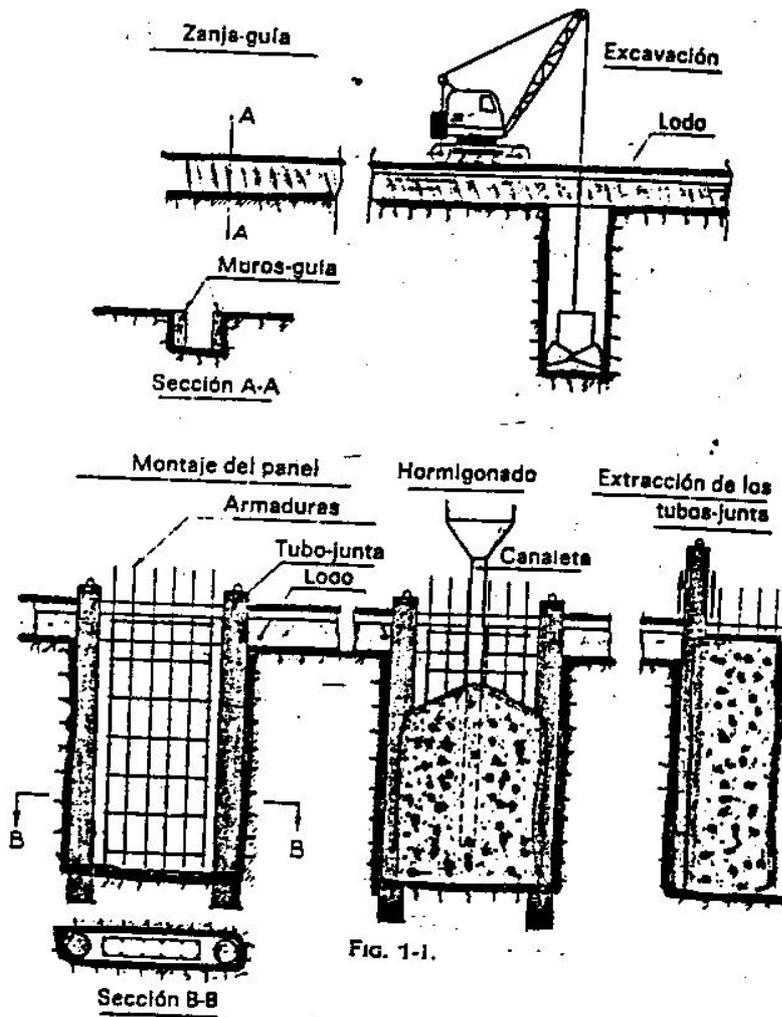
Es también normal en la práctica, la contratación de estudios preliminares de suelos, que basados en el estudio de los mismos y proponiéndose como pauta un determinado sistema de excavación, sus soluciones incluyán la ejecución de un muro de contención pantalla.

Los muros pantalla son elementos rígidos de concreto armado que se utilizan con múltiples fines, conformados por una parte libre y otra empotrada (semejante a una tablestaca). Como se dijo anteriormente se usan en excavaciones urbanas para la construcción de sótanos, viaductos o también como pilotes rectangulares también llamados Multiform.

Constructivamente los muros pantalla se realizan en espesores (e) de 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, y 0.80mts. comúnmente y sus longitudes (L) suelen variar entre 2.00mts. a 3.00mts., logrando profundidades acordes con los espesores debido a su estabilidad. En base a la experiencia constructiva se puede decir que para pantallas profundas y no continuas también llamados pilotes barretes, estos podrían ejecutar diferentes profundidades por ejemplo barretes de $e = 0.30$ mts. podría profundizarse hasta unos 15mts., para $e=0.40$ podría profundizarse hasta unos 25mts. y para $e=0.60$ mts. se podría profundizar hasta unos 40.00 mts.

La idea esencial consiste en ejecutar una trinchera profunda sin entibación en las paredes, gracias a la utilización de lodos de perforación y una vez llenada la excavación con lodo, se sumergida la armadura y un ducto de colocación del hormigón que permita un vaciado continuo, como describiremos detalladamente a continuación:

PROCESO GENERAL DE EJECUCION DE PANTALLA



Existe actualmente en el mercado algunas variaciones de las modalidades de muros pantalla, como son:

a. Pantallas Plásticas:

En cuya ejecución de las zanjas son llenadas por lechadas autofraguantes como la Bentonita-Cemento en proporciones similares a 260Kg de cemento para concentraciones de bentonita al 6%; muy utilizadas como cortinas de impermeabilización en presas.

b. Pantallas Panafol:

Son muros pantalla pre-excavados con la ayuda de lechadas autofraguantes en las que se sumergen muros prefabricados que posteriormente quedan a la vista, como los utilizados en el metro de Caracas.

c. Pantallas combinadas con otros

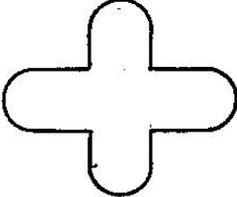
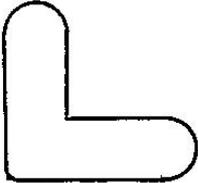
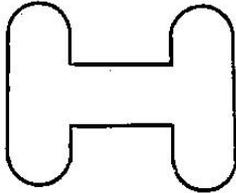
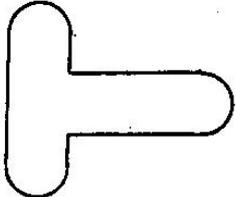
Es frecuente encontrar las pantallas combinadas con barretes debajo de las mismas para soportar cargas importantes de la estructura. O combinadas con filas de anclajes dándole una condición estable y autoportante al muro durante una determinada etapa de excavación de obra.

Una obra preparada para ejecutar muros pantalla requiere gran mecanización los equipos y maquinaria representan una parte muy importante del costo.

MODULACION

En primer lugar se requiere un establecimiento de un plan de ejecución de paneles. En este se indicarán las longitudes y el orden para realizar dichos paneles, así como las cotas de fondo y enrase del hormigón y el tipo de armaduras. Se requiere adicionalmente tener especial cuidado en la asignación de las juntas para que no queden en zonas cercanas o ejes de columna, por cuanto son juntas frias en el muro; la secuencia de todas maneras la determinarán los "modulos hembras" o con juntas hacia adentro, antes que los "módulo machos" o con juntas hacia afuera.

TIPOS DE PILOTES BARRETES

DIMENSIONES L * D	FORMA	TIPO
1.90 x 0.30		NORMAL
1.90 x 0.40		CRUZ
1.90 x 0.50		ELE.
1.90 x 0.60		HACHE.
L en todos los casos puede llegar a los 5.00 metros.		TE.

OBSERVACIONES :

1- L = LONGITUD DEL ELEMENTO.

2- D = ESPESOR ELEMENTO.

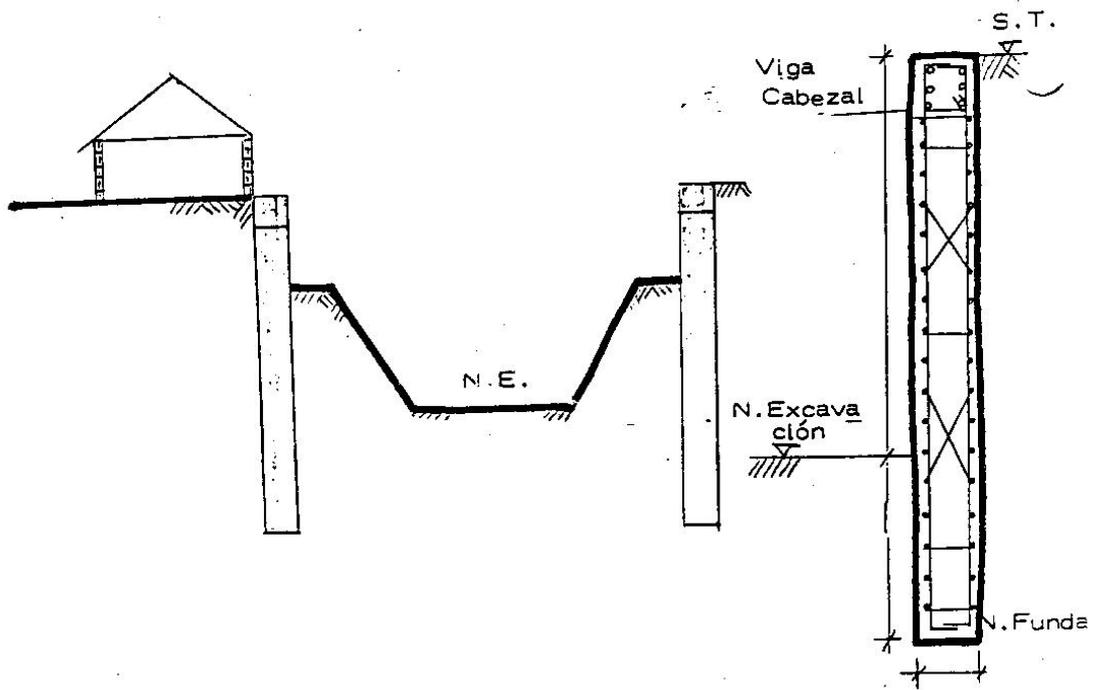
Se podrán prever la colocación de pases para vigas, ductos o placas, que posteriormente permitirán el alojamiento de otros elementos de la estructura con el muro pantalla; luego de lo anterior se tendrá el "Plano de Modulación de la Pantalla" que nos define la ejecución por tramos (módulos) del muro.

GUIAS

La construcción de la zanja guía es el primer paso que se da en obra, y está comprendida por dos muretes que como su nombre lo indica sirven de guía a la máquina de excavación, pero que además estabiliza la parte superior de la zanja creando el alineamiento recto. Sin estos muros no será estable la excavación, debido por una parte a que los empujes en la parte superior son relativamente importantes y no se manifiestan efectos de bóveda, pero sobre todo a causa de los movimientos del nivel del lodo durante la excavación provocarían una erosión permanente, ayudados seguramente por capas muy compresibles o de relleno frecuentes en la parte superior de nuestros suelos.

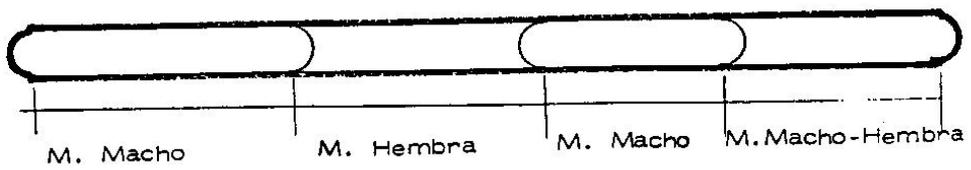
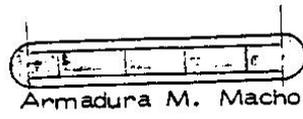
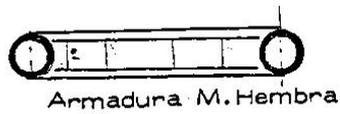
Las guías se ejecutan hormigonadas contra el terreno en hormigón ligeramente armado o en ciclopeo, también en forma de "L" invertida o "L" simplemente con hormigones de baja resistencia que posteriormente sean fácilmente removibles.

En otros casos uno de los muretes hacen las veces de submuración contra el vecino, y en todos los casos deberán acodalarse los muretes evitando que se cierren o desplomen, colocando codales que se retirarán en la medida que se avance con el muro pantalla.



MUROS PANTALLA
REFUERZO Y MODULACION

TUBOS JUNTA



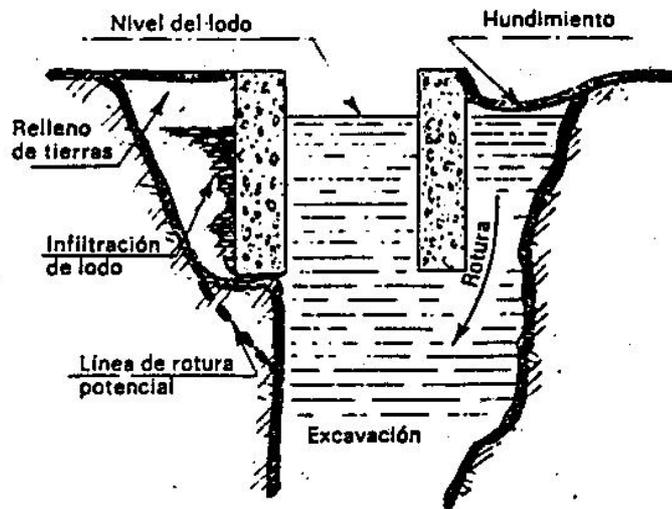
EXCAVACION:

La excavación se realiza por medio de cucharas de almeja provistos de mandíbulas rectangulares con bordes de ataque rectangulares o semicirculares, estas últimas se emplean para la ejecución de los extremos semicirculares de cada módulo. El cierre de las mandíbulas es más o menos estanco o con algunos agujeros que evacuan el lodo arrastrado de la excavación.

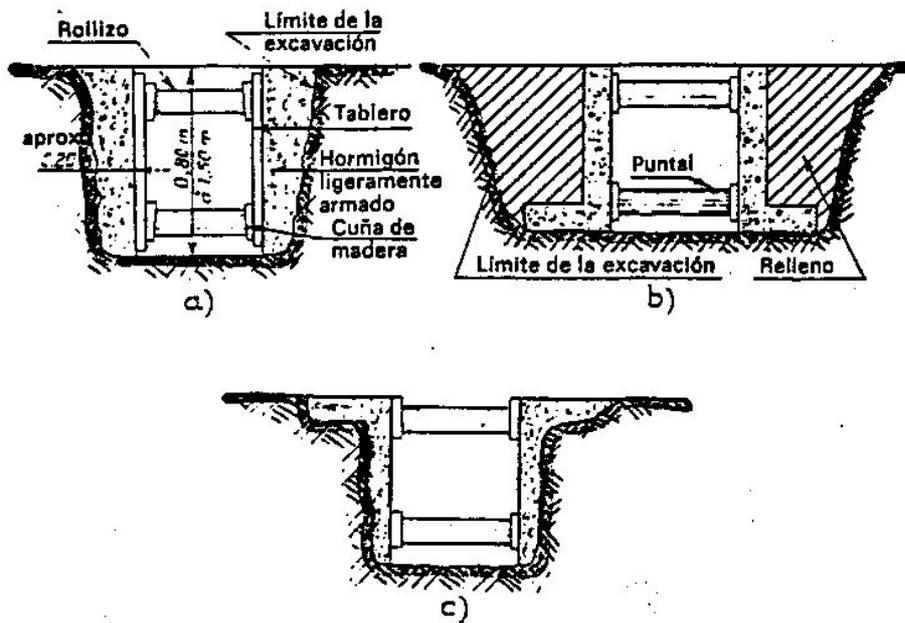
Las cucharas de almeja o también llamadas "Clam Shell" pueden ser guiadas por una larga barra llamada "Kelly" cuadrada o redonda o cucharas colgantes, todas mecánicas o hidráulicas indistintamente. (Ver figura No.5)

Las cucharas de Kelly tienen más fuerza de ataque sobre el suelo debido al peso de las barras Kelly, aunque las cucharas colgantes y adecuadamente lastradas son preferidas por su versatilidad. Existen otro tipo de perforadoras para muros llamadas de circulación inversa como la Hidrofresa que para conseguir la circulación del lodo recurre a bombas de lodo de gran capacidad que succionan el lodo semilicuo de sus ruedas dentadas y lo evacua a sarandas o pozos de decantación.

Independientemente de la máquina utilizada que realizará para cada módulo 1,2 o 3 mordidas y siempre el material evacuado se va reemplazando por lodo bentonítico previamente preparado y madurado en tanques; tratando de mantenerlo siempre por lo menos dentro del nivel de las guías.

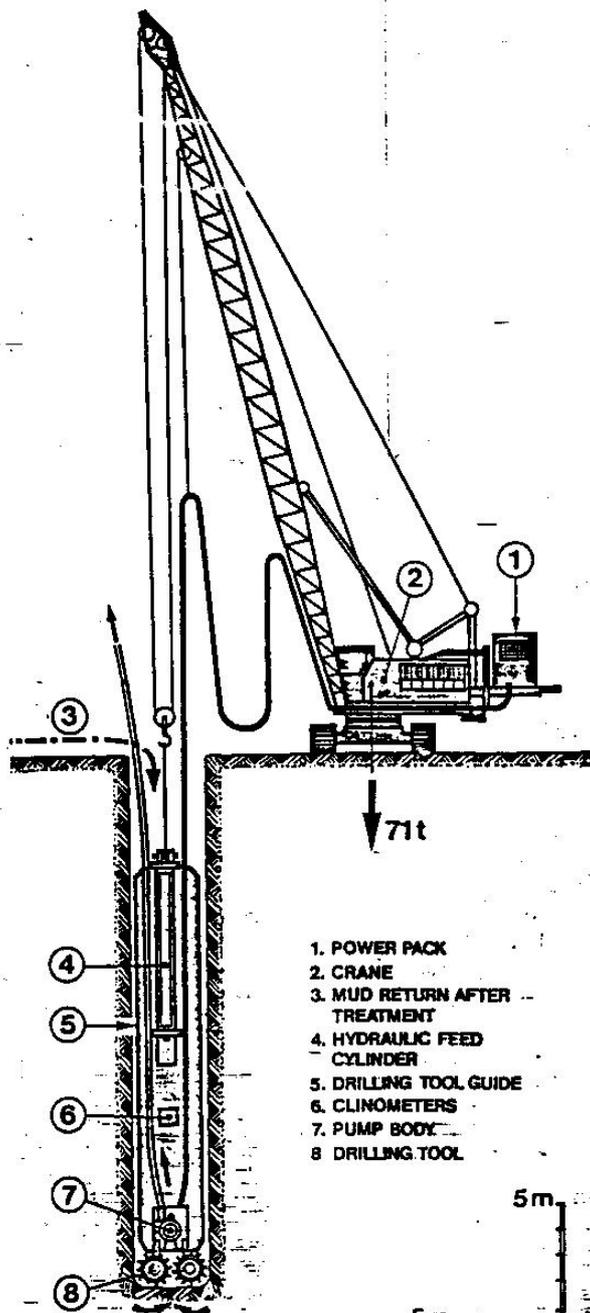


— Rotura clásica detrás de un muro guía debido a la mala ejecución del relleno en el trasdós.

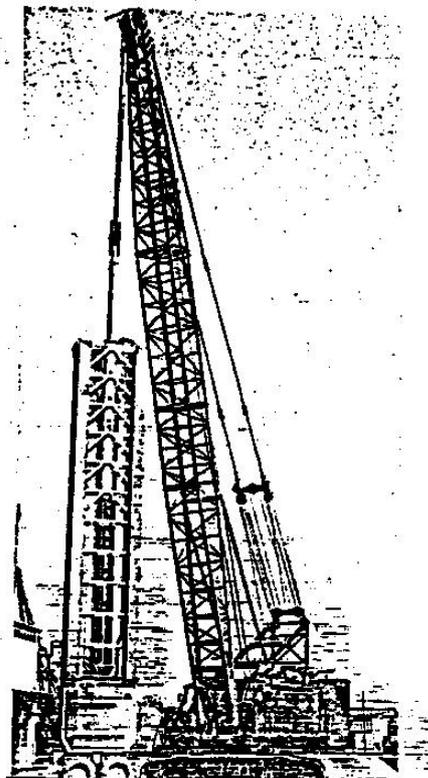
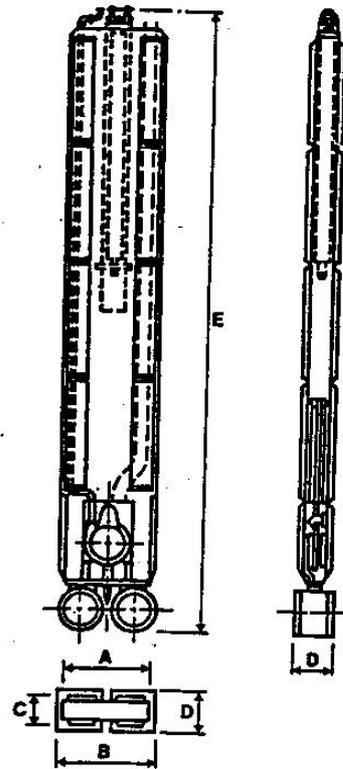


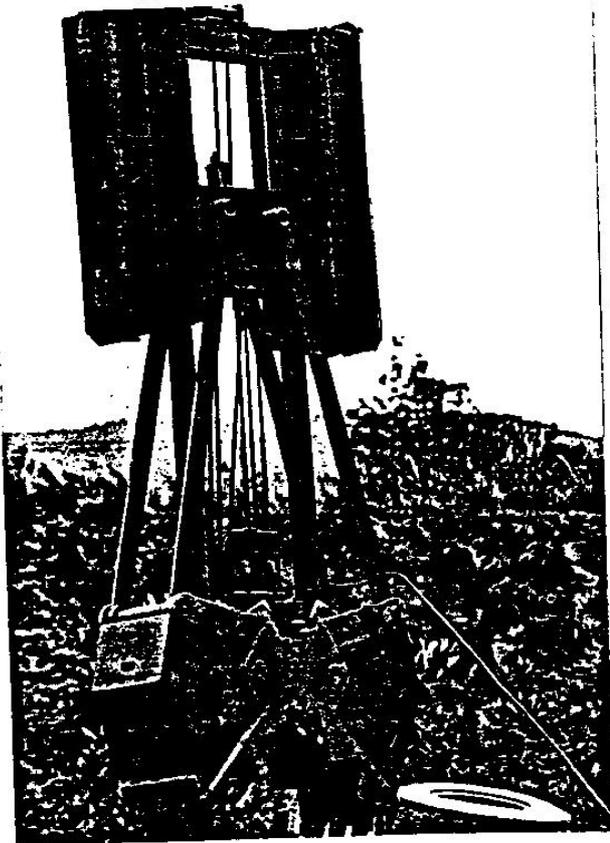
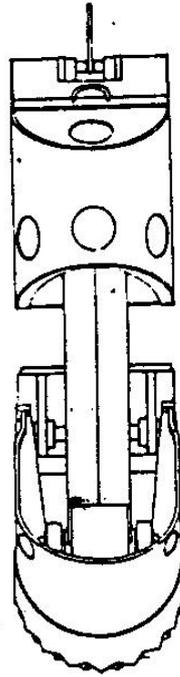
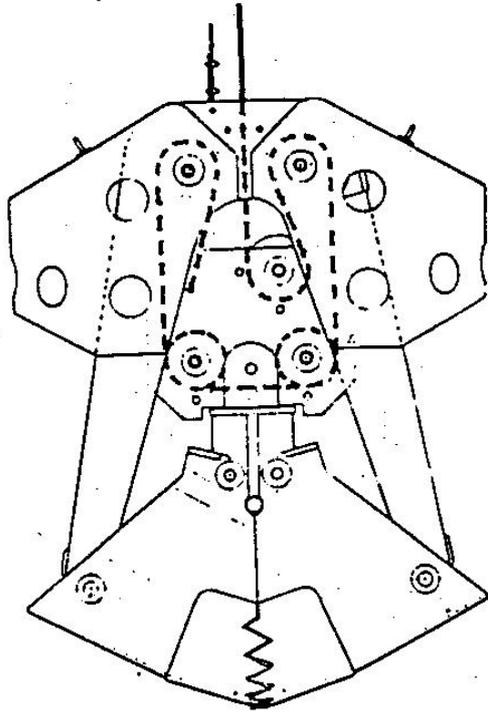
— a) muretes guía hormigonados contra el terreno; b) muretes en L; c) muretes en L invertida hormigonados contra el terreno.

LA HIDROFRESA

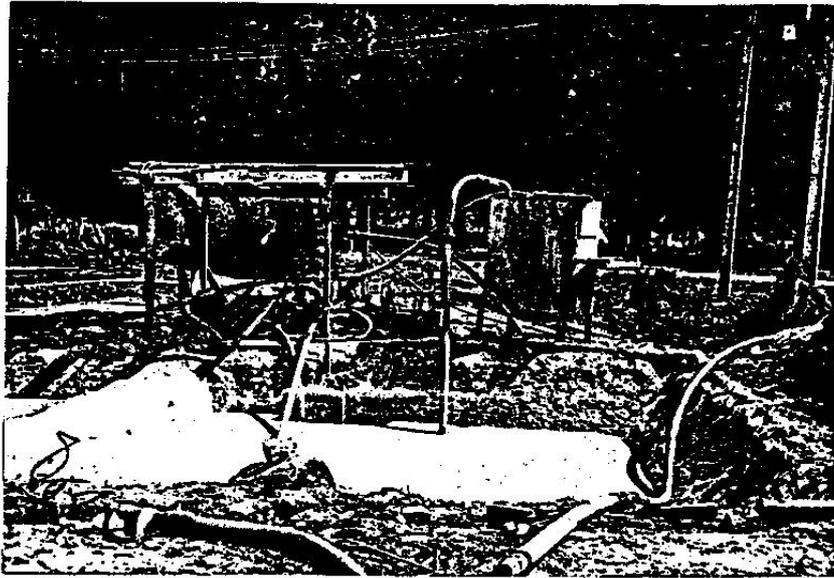


1. POWER PACK
2. CRANE
3. MUD RETURN AFTER TREATMENT
4. HYDRAULIC FEED CYLINDER
5. DRILLING TOOL GUIDE
6. CLINOMETERS
7. PUMP BODY
8. DRILLING TOOL





Cuchara de almeja para
Pantallas



Mezclador de alta turbulencia cerrada para bentonita



Elemento de prueba de lodo

-Cono de Marsh

LODO DE PERFORACION

El lodo de perforación es una suspensión en agua de una arcilla especial, "LA BENTONITA". Esta suspensión tiene cualidades como la de formar sobre una superficie porosa una película prácticamente impermeable (Cake) y una segunda es la llamada TIXOTROPIA, o la facultad de adquirir en estado de reposo una cierta rigidez y en movimiento su comportamiento es igual al de un líquido. En todo caso la acción estabilizadora proviene evidentemente de la presión que ejerce la bentonita emulsionada sobre las paredes de la excavación, aumentándola en la medida que se aumenta la profundidad. La arcilla base de la bentonita es la Mortmorillonita que luego de un proceso de puesta en polvo sufren normalmente tratamientos químicos que al contacto con el agua en mezclas emulsificadas las mantienen flocculantes o en suspensiones coloidales muy estables algunas de las características más importantes son:

1. La estabilidad de la suspensión se traduce en ausencia de decantación durante periodos prolongados.
2. La formación de una película impermeable a lo largo de las paredes de la excavación llamado "ESPESOR DEL CAKE" evitando el flujo de agua hacia la excavación ayudados por la presión del lodo, que a la postre son los que producen los derrumbes o socavaciones, dando mal aspecto final al muro.
3. La tixotropia.
4. Se pueden lograr lodos muy estables preparando CONCENTRACIONES de bentonita con soluciones al 5% ó 6%, los cuales se realizan en mezcladores de alta turbulencia en circuito cerrado, (Ver Figura No.7) de donde pasan a tanques donde luego de 24 a 36 horas logran una acentuación de sus propiedades como densidad y viscosidad.

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA BENTONITA

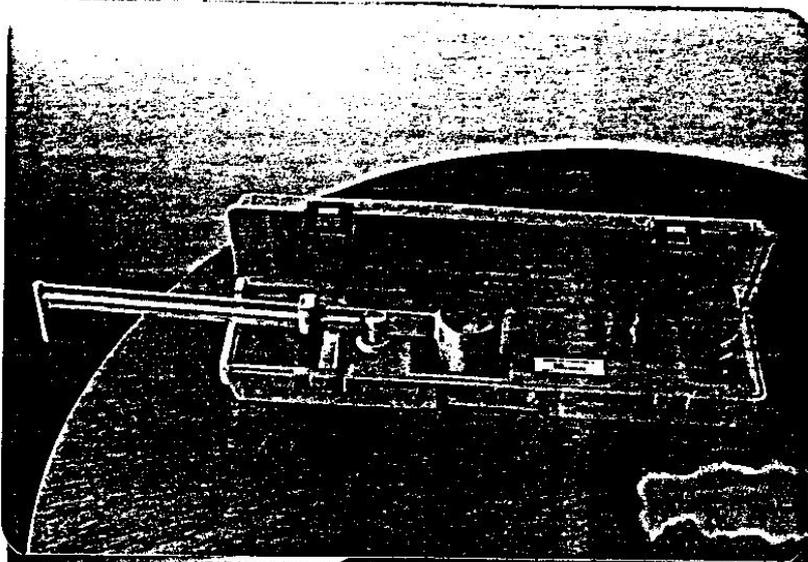
1.- BENTONITA ACTIVADA COLOMBIANA.

CONCENTRACION	KG de BENTONITA POR M3 DE AGUA	DENSIDAD Gr/Cms3.	VISCOSIDAD		CONTENIDO DE ARENA %	ESPESOR CAKE (mm).
			Seg.	cps.		
0	0	1000	24	--	< 1.0	< 3.00
2	20	1010	27	1.00	< 1.0	< 3.00
3	30	1010	29	2.10	< 1.0	< 3.00
4	40	1020	34	3.60	< 1.0	< 3.00
5	50	1025	50	27.00	< 1.0	< 3.00
6	60	1030	73	94.00	< 1.0	< 3.00
RANGOS MAXIMOS DE BENTONITA USADA		1150	90		< 9.0	< 3.00

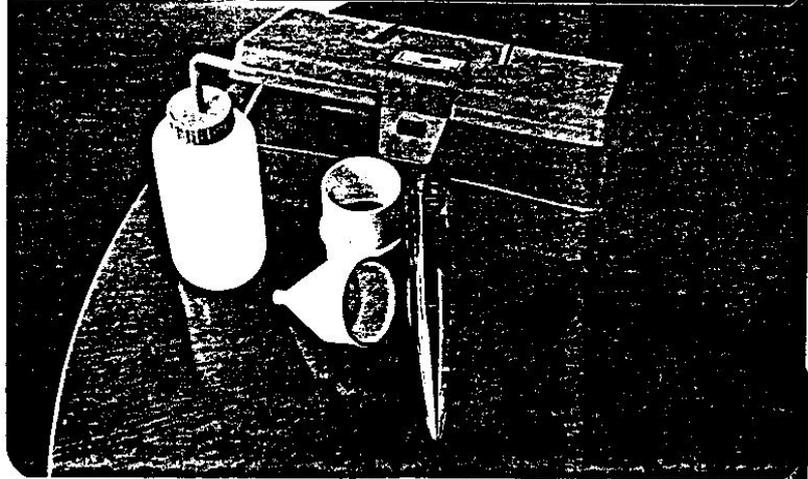
2.- RANGOS ESPECIFICOS DE BENTONITAS EUROPEAS.

TIPO	FEDERATION OF PILING SPECIA	CONFEDERATION OF PILING SPECIA	BENTONITA INGLESIA	BENTONITA SOIL-MEC ITALIANA	ELEMENTOS DE PRUEBA
CONCENTRACION Kg. bent/kg H2O		7.5%-15.0%		5.0%-10.0%	MEZCLADOR ALTA TURBUL.CERRADA
DENSIDAD Gr/Cms3.	<1.10	1.02 - 1.09	.03-1.07	1.01-1.07	BALANZA BAROID DE LODOS
VISCOSIDAD C-POISES. P.H.		12.0-30.0	3.0-10.0		CONO MARSH
	9.5-12.0	10.0-12.0	<11.0	7.0-9.0	PAPEL DE TORNASOL
CONTENIDO DE ARENA		< 5.0%	1.0%-8.0%		PROBETA DE CONTENIDO DE ARENA
ESPESOR CAKE		<2.5 mm		<2.5 mm	FILTER PRESS

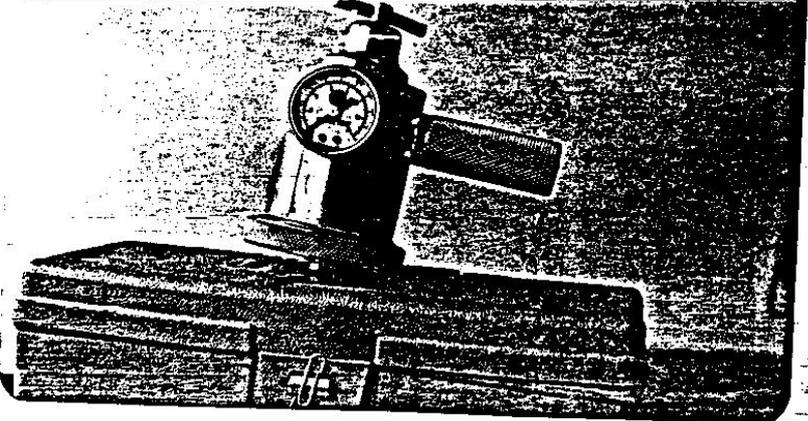
(1)



(2)



(3)

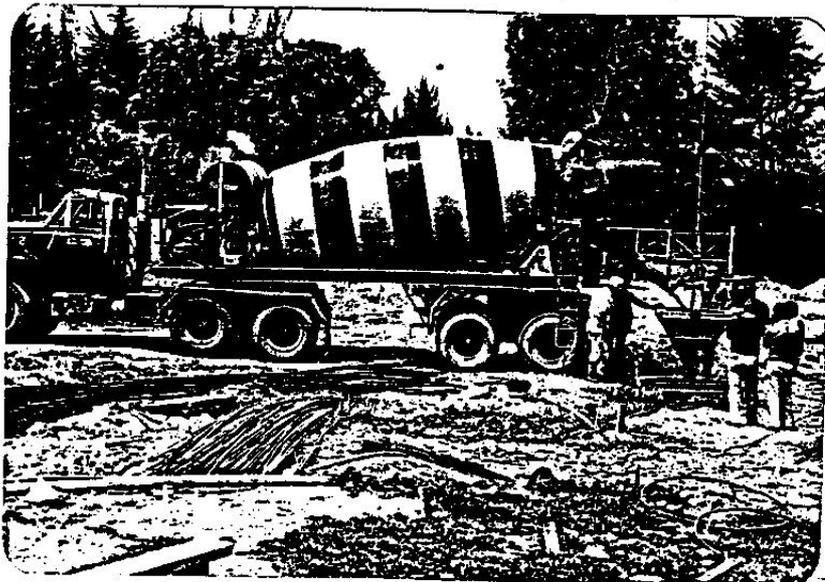


Elementos de prueba del lodo bentonítico

1. Balanza Baroit-- 2. Tubo contenido arena 3. Filter press



Tubos de Junta
y
Hormigonado



El cuadro de características de las bentonitas nos permitirá observar algunas de estas propiedades y el rango para su uso si son nuevas o reutilizadas.

Quando el terreno a perforar está compuesto por arenas y/o gravas es frecuente utilizar los hidrociclones que servirán para separar el lodo del material granular por medio de centrifugación. Y en cuanto a la evacuación del lodo debe preverse la utilización de canales y tanques de decantación antes de que la parte menos densa y casi líquida pueda evacuarse por algún alcantarillado urbano.

EL HORMIGONADO

Antes de comenzar el vaciado del hormigón son colocados los tubos de Junta (Módulos Hembra) en los extremos de la excavación que son los que a la postre le darán la formaleta lateral al muro, además de colocar en la cota respectiva el refuerzo que es sumergido en la excavación.

Respecto a la armadura se deberá tener cuidado en asegurar su espaciamiento para garantizar el recubrimiento además de la correcta sujeción de columnas, cajones y demás pases que el muro requiera.

El hormigón utilizado para los muros es de características especiales por cuanto el procedimiento para su colocación se hace por medio del sistema TREMIE, (o vaciado bajo agua o lodos) utilizando tubos sumergidos roscados o de flanche de longitudes entre 1 y 5 mts. con diámetros entre 15 y 25cms. ensamblados uno después de otro hasta aproximadamente unos 0.50 mts. del fondo.

El hormigón baja por entre el tubo tremie aislado del lodo por cualquier elemento de válvula dentro del mismo para colocarse como indica la figura, desplazando el lodo y recorriendo el módulo hacia las esquinas (tubo de junta) y hacia arriba simplemente por gravedad. Cuando el flujo se interrumpe alguna cabeza hidráulica es ganada por el embudo en la punta superior del tubo ó en dado caso se retirarán secciones de tubo previendo que por lo menos 2.00mts. de éste se mantenga dentro de la masa de hormigón ya colocada. Hay que anotar que el hormigón asciende más rápidamente pegado al tubo y menos rápido hacia los extremos del módulo, lo que determina una curvatura parabólica invertida cuyo vertice está por donde se tenga el tubo. Dependiendo de los volúmenes a colocar es acostumbrado colocar no uno sino dos tremie, también por necesidad respecto a colocación de cajones columnas o demás elementos que pudieran interrumpir el flujo a lo largo del módulo de muro.

El hormigón para muros es también llamado "TREMIE"; hormigón que deberá ser muy fluido para lo cual es necesario abandonar la idea muy extendida de que un hormigón muy fluido es un mal hormigón. Existen dos maneras para lograr esta fluidez; una adicionando cemento y por tanto modificando la relación A/C, con algunos problemas de retracción y un costo excesivo, y la segunda más usualmente empleada es la utilización de Aditivos plastificantes (Reductores de Agua) y el retardador del fraguado inicial para así poder garantizar una continuidad en la colocación de las cochadas de concreto, un flujo continuo y una uniformidad en la ubicación del hormigón en cada módulo.

Dentro de los aditivos más utilizados para plastificar y retardar el fraguado están los pozzolith 322 N o R (de 4 a 6cc/kg cemento) y las cantidades de cemento frecuentes para hormigón están entre 300 y 350Kgr/m³. Así como la plasticidad requerida convenientemente buena para una obra estará medida en el cono de Abrahams entre 7 pulgadas más o menos 1 pulgada, obteniendo resistencias semejantes a los 3.000psi a los 28 días.

La escogencia de los aditivos deberá hacerse con discreción, pues lo que se quiere es un endurecimiento retardado del hormigón sin actuar en el tiempo a partir del cual empieza a endurecer el hormigón, es por esto que el uso de aditivos superplastificantes cuya duración de plasticidad de hormigón es muy reducida y que posteriormente dispara el fraguado (luego de una y media horas) ocasionando cortes en el flujo del hormigón y atascamientos de tubería bien sea por disgregación al inicio de la colada o atrapamientos de tuberías dentro de las masas de hormigón.

LAS ARMADURAS

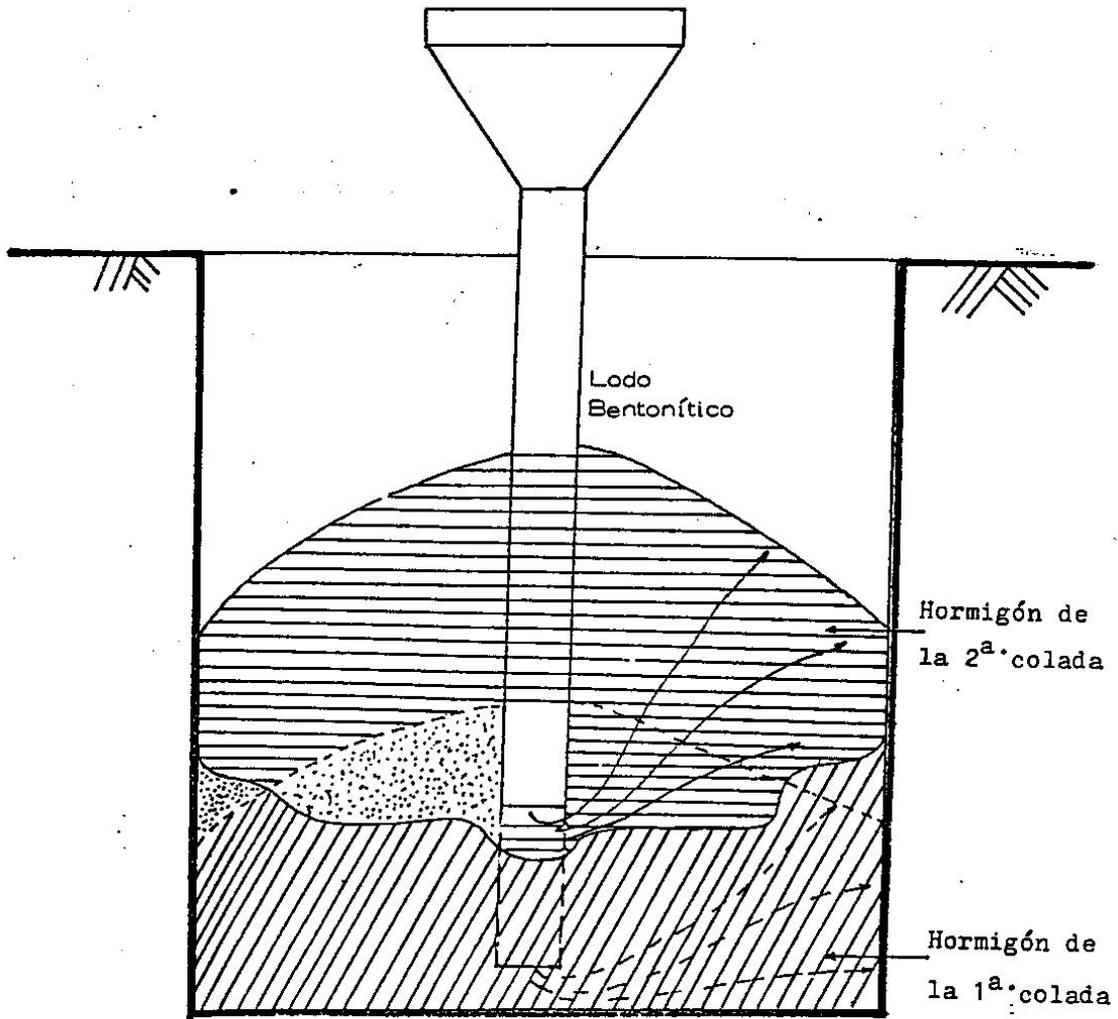
Las armaduras son hechas en dos mallas según sea el diseño en donde por comodidad constructiva los hierros horizontales van hacia afuera de las caras. Los hierros son colocados amarrados y soldados a la medida de cada módulo según sea:

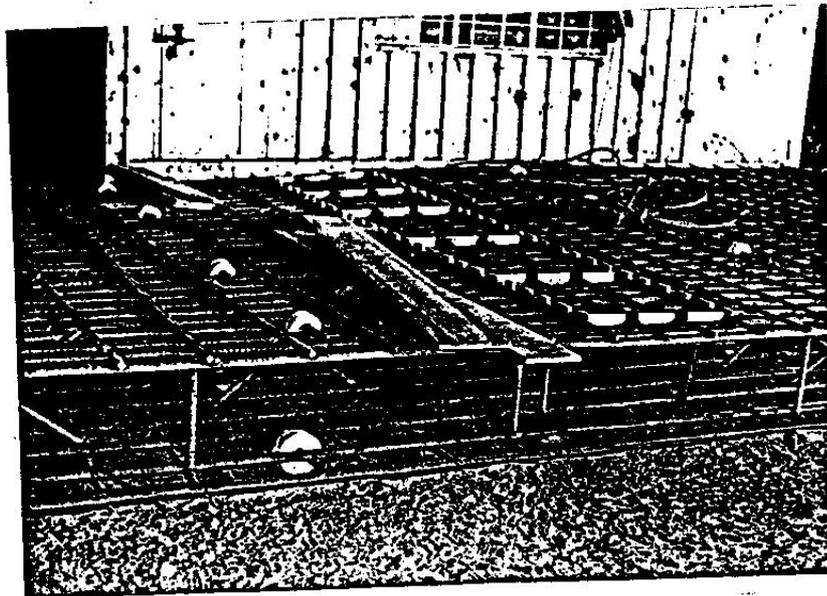
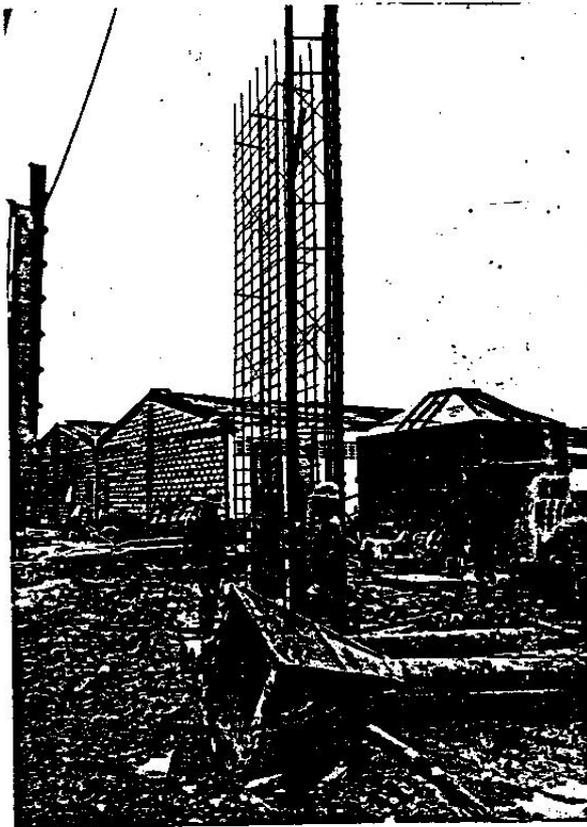
Longitud Hierro Horizontal "M. Hembra"
(longitud Horizontal Hierro = longitud módulo entre ejes - espesor muro/2) y

Longitud Hierro Horizontal "M. Macho"
(Longitud Horizontal Hierro = longitud módulo entre ejes).

Las armaduras se montan en forma de cajas rígidas a las que se colocan "rigidizadores y separadores", o pedazos de varillas que van de cara a cara de las mallas garantizando su separación y rigidez, además de proveer la adecuada longitud de recubrimiento, 7.5cms.

HORMIGONADO.

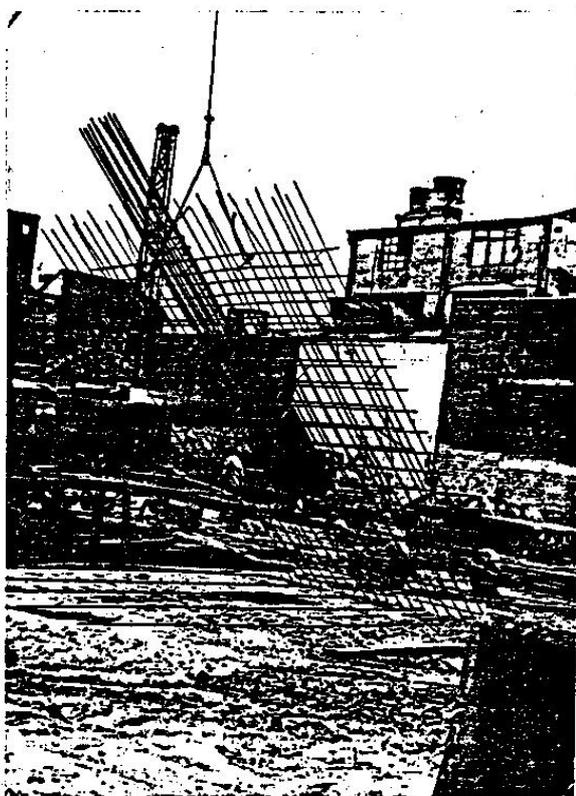




Armaduras de refuerzo

La densidad de los hierros son importantes por cuanto no conviene bajar su espaciamento menos de 10 a 15cms, iguales consideraciones se tendrán con hierros adicionales de vigas o columnas dentro de la pantalla para una mejor colocación del hormigón.

Naturalmente, se preguntará si su inmersión en los lodos no disminuirá la adherencia de los hierros con el hormigón, sin embargo la pérdida de adherencia es muy pequeña en los hierros verticales, más no en los horizontales donde hay mayor contaminación, pero no se han tenido noticias de fallas de muro pantalla por adherencia de las armaduras. (Ver Figura No.12)



PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

Los problemas constructivos los dividiremos en dos partes:

1. Los ocurridos durante la construcción del muro pantalla:

Hemos recorrido todos y cada uno de los pasos constructivos del muro pantalla e iremos identificando a través de cada uno sus principales problemas:

En las GUIAS la no ejecución de las mismas determinarán desviaciones de los módulos y su alineamiento, así como se facilitará la caída del suelo detrás de la guía debido a los ascensos y descensos del lodo, que pondrán en peligro las submuraciones vecinas o en determinado caso el colapso de los muros vecinos.

Durante la EXCAVACION, las características de las cucharas fijarán los posibles desplazamientos verticales que se puedan presentar, al igual que si las mandíbulas no son apropiadamente estancas, liberará trosos de suelo que caeran al fondo o podrán quedar suspendidos en el lodo bentonítico involucrandose posteriormente con el hormigón. Desviaciones mayores al 1% vertical también implicará juntas abiertas por donde el agua y aún el suelo puedan fluir posteriormente a la ejecución de la pantalla. Cuando las cucharas son de borde cuadrado tendrá mayores posibilidades de que el hormigón se pose por detrás del tubo de junta y presente desviaciones laterales del muro en el módulo vecino.

En el caso de los LODOS BENTONITICOS con densidades muy altas es fácil ver como se incrementan los descaboces por las inclusiones de lodo, o la acumulación continua de resagos de suelo en ascenso en el hormigonado produciendo juntas parcialmente abiertas. Cuando las obras manejan un volumen apreciable de lodos y en ocasiones cargados con arena, la restitución por medio de hidrociclones se hace larga y tediosa para separar los lodos de la arena que finalmente se almacenarán en tanques de decantación de volúmenes muy grandes de los cuales no siempre se dispone de espacio. La posibilidad de desaguar el lodo directamente en el alcantarillado es una práctica poco adecuada por los consabidos taponamientos.

Respecto a las ARMADURAS los conocidos problemas por la densidad de los mismos ya sea de las mismas mallas, por vigas o columnas, obstruyen el paso del hormigón y facilitan las inclusiones de suelo entre la pantalla. Habrá que tener especial cuidado en la fijación de cajones y columnas y demás elementos adicionales a las mallas para evitar sus desplazamientos en la colocación y en el hormigonado.

LAS JUNTAS

Para formar las juntas de los módulos se utilizan generalmente tubos-junta como se dijo antes. El diámetro de los tubos-junta son de igual ancho al útil del empleado en la excavación; sin embargo, existen numerosos tipos de ensamblaje como los atornillados, con bulones con bridas interiores, mediante pasadores y rápidos o de Bayoneta.

Es preciso comprobar que los tubos queden hincados en el fondo de la excavación de tal manera que el hormigón no pueda penetrar en el interior de ellos. Durante el hormigonado es posible que se pase éste por detrás del tubo cuando la excavación es rectangular y este deberá ser retirado con la excavación del siguiente módulo, pero si la excavación se hace tiempo después se tendrán dificultades y se podrá desviar el módulo contiguo, salvo que el uso del trépano permita el paso normal.

(El uso del trépano en pantallas no es recomendable).

Una vez ha finalizado el vaciado del hormigón y logrado un cierto endurecimiento se empieza a extraer lentamente el tubo de 2 a 4 horas después.

CONTROLES DE OBRA

Un Ingeniero de obra chequeará desde la excavación el tipo de suelo extraído para compararlo con el registrado en el estudio preliminar, perforando hasta la cota requerida y dando instrucciones acerca del tipo de lodo a utilizar y ejecución de la armadura de refuerzo correspondiente. El fondo de la excavación debe estar completamente limpio y exento de depósitos procedentes de la decantación. El hormigonado de un módulo debe efectuarse tan rápidamente como sea posible. Es condición importante la velocidad del vaciado a por lo menos 15m³/hora. En el caso de paneles muy grandes debe preverse varias tuberías de hormigonado necesarias para un buen reparto del hormigón y en forma continua.

El control de ascenso de hormigón deberá permitir extraer más o menos secciones de tubería tremie siempre teniendo 2.00mts. dentro de la masa, además permitirá evaluar los sobrevolumenes de hormigón durante el proceso que generalmente no deberán sobrepasar un 20% del volumen teórico hormigonado.

Finalmente hay que decir que el uso del sistema tremie demanda la remoción de unos 0.30 a 0.40 mts. de hormigón contaminado que desde el inicio estuvo en contacto con el lodo y emergió a la cabeza del muro, donde se fundirá posteriormente una viga cabezal. La viga cabezal es un elemento de hormigón armado capaz de unificar el comportamiento de todos los módulos en una dirección.

No obstante, existen otros medios de apuntalamiento que los Ingenieros de hoy deben conocer, en los cuales se combinan los arriostramientos en las esquinas con acartelamientos con vigas o placas parciales ayudados además por apuntalamientos metálicos (por ejemplo tubulares) que permiten hacer excavaciones rápidas y limpias a cielo abierto.

También podríamos traer a tema la ejecución de vigas cabezales y/o intermedias (a la altura de sótanos) en forma de "L" que dan gran rigidez y posibilitarían un mejor comportamiento uniforme de las pantallas. Así mismo se podría pensar en vigas "L" cabezales pero postensadas que ofrecen mayores resistencias y por tanto mayores inercias. O se podrían emplear muros con tubos-junta con cintas impermeables que aseguren una perfecta estanqueidad en las juntas de los muros.

Finalmente queremos dejar en ustedes la incognita que hoy los Ingenieros que ejecutamos este tipo de trabajos nos hacemos, y es: Por qué si desde hace más de 15 años que se vienen haciendo los muros pantalla de espesor 0.40mts. para un semisótano y posteriormente desde hace unos 4 o 5 años cuando la modlidad de muros de espesor 0.30mts. se impuso; hoy continuemos ejecutando excavaciones con más riesgos de estabilidad o deficiencias de apuntalamiento para dos sótanos, combinados con muros de 0.30 mts. de espesor?..Creemos entonces que si la Ingenieria Colombiana debe avanzar debemos proporcionarle las herramientas necesarias para que conforme enfrentemos problemas más difíciles; el conjunto de profesionales sueloistas y estructurales demos soluciones racionales a estos.

SUBSUELOS S.A.

Edgard H. Torres R.
Ingeniero Civil
Universidad de La Salle

EL HORMIGONADO es uno de los pasos de más cuidado en la pantalla por cuanto los controles del Ingeniero deben detectar los derrumbes locales durante el vaciado; el suministro de hormigón deberá ser continuo ya que cualquier obstrucción producirá una junta fría horizontal a lo largo del módulo. Además la utilización del agua y los aditivos así como el control de asentamiento deberán ser supervisado por personas idóneas en la materia. Cuando se trata de vaciar un módulo con alguna columna muy densa de armadura o situaciones similares, se deberá prever la utilización de dos tremies por donde vaciar simultáneamente el hormigón. Y respecto al a tubería tremie cuando se trata de bridas, éstas deberán asegurarse de tal manera que no permitan la inclusión de lodos durante el vaciado.

LOS TUBOS DE JUNTA

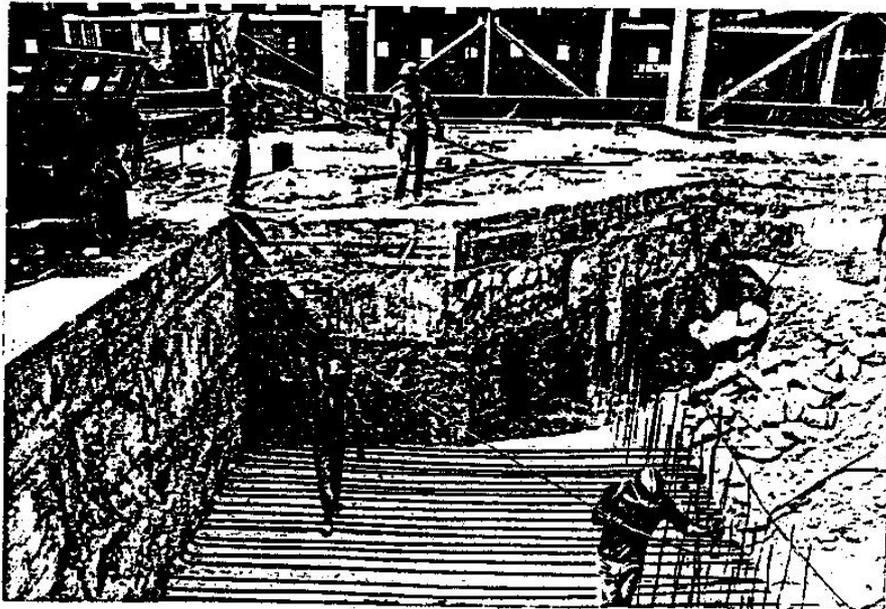
Deberán entrar verticalmente en la perforación de lo contrario facilitarían la ejecución de módulos adyacentes con juntas abiertas. Los tubos laterales de junta (la más frecuentemente usada) deberán tener por lo menos el mismo ancho de excavación para evitar el paso de concreto por detrás de ellos.

Dentro de los problemas que ocurren después de construido el muro podemos generalizar uno inicial que no hace equipo con los demás; y se trata del desconocimiento de algunos constructores del uso de los muros pantalla, por cuanto en algunos casos y con el afán de salir rápidamente de la cimentación se obvian en obra aspectos claves del proceso constructivo de excavación como lo pudiera ser la ejecución de una viga cabezal que rigidice de cabeza cada uno de los módulos del muro consiguiendo cierto monolitismo y uniformidad en el comportamiento de desplazamientos horizontales del muro. Otro error frecuente es la eliminación o disminución de la geometría de taludes dejados y coordinados por un proceso constructivo estudiado que disminuye las posibilidades de comportamiento del muro en forma estable y quizás fatal.

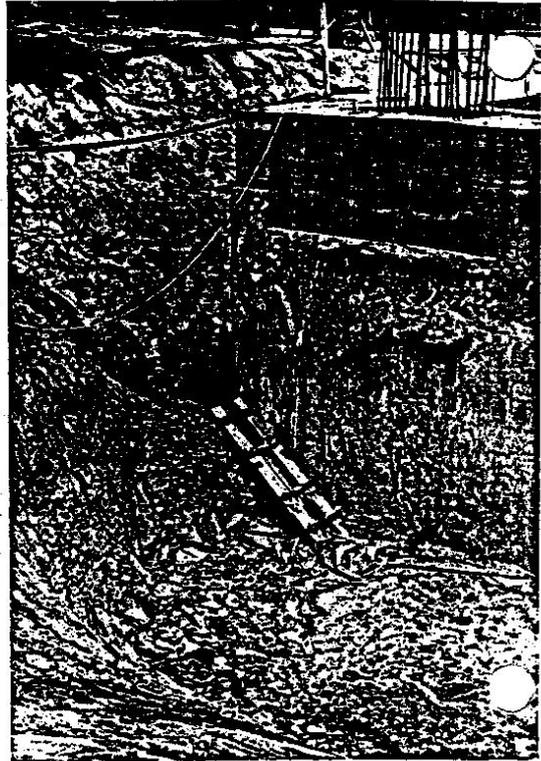
Otros constructores han pretendido dar algún tipo de apuntalamiento con madera que en muchos casos resulta totalmente insuficiente porque su apoyo lo hacen sobre un suelo blando y deformable y no sobre estructuras en concreto que ofrecerían un mejor apoyo.



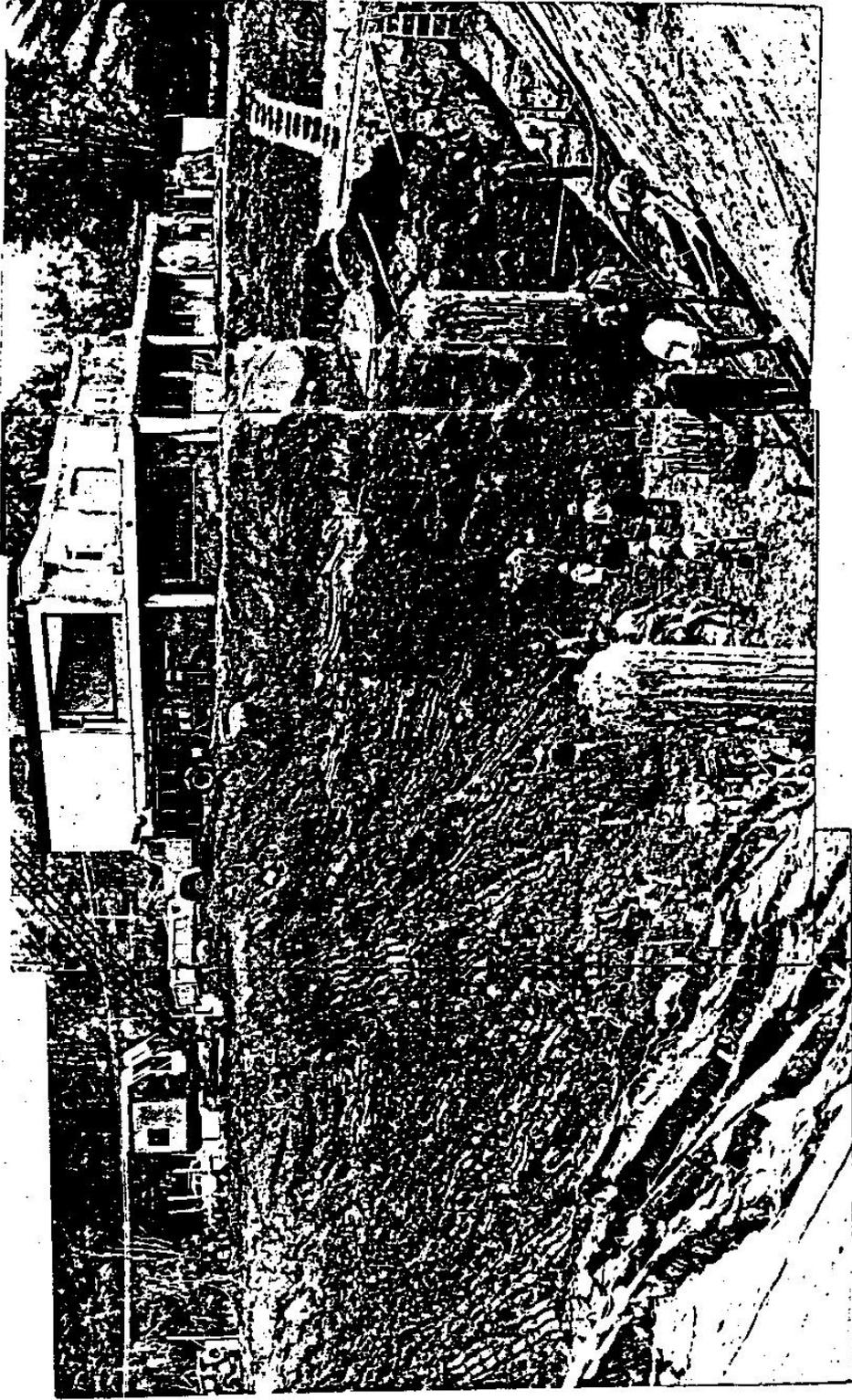
Ejecución de la viga cabezal completa



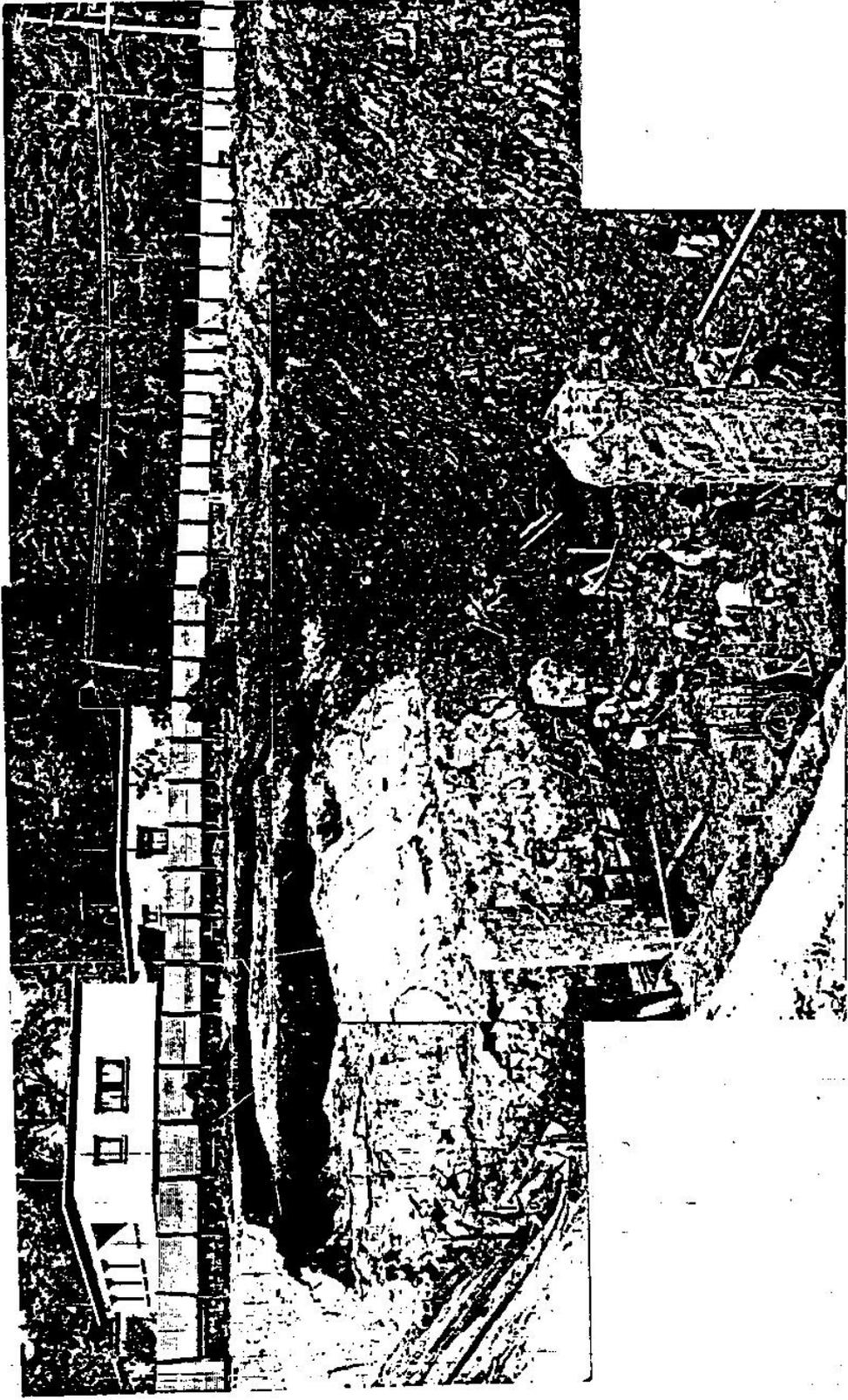
Aspecto general del muro y localización de cajas



Desviaciones de los muros pantalla



Consecuencias posibles de excavaciones



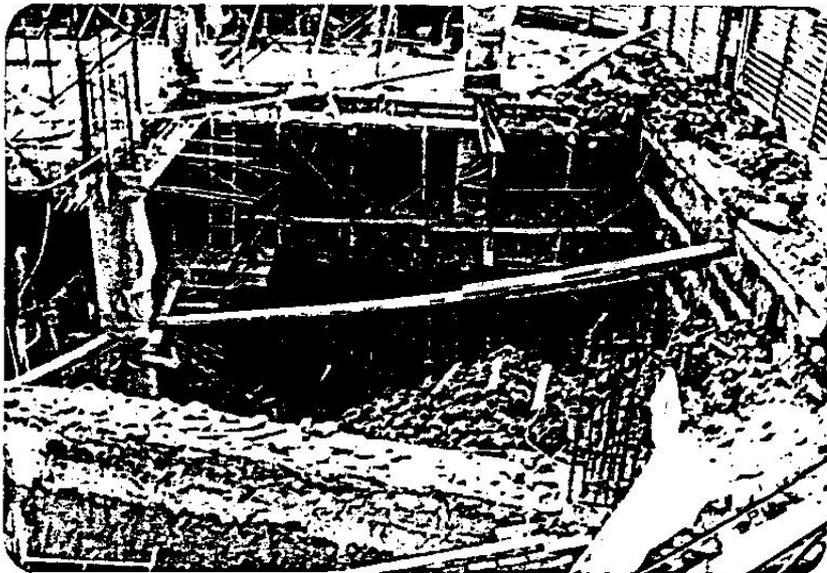
Excavaciones a cielo abierto sin protecciones



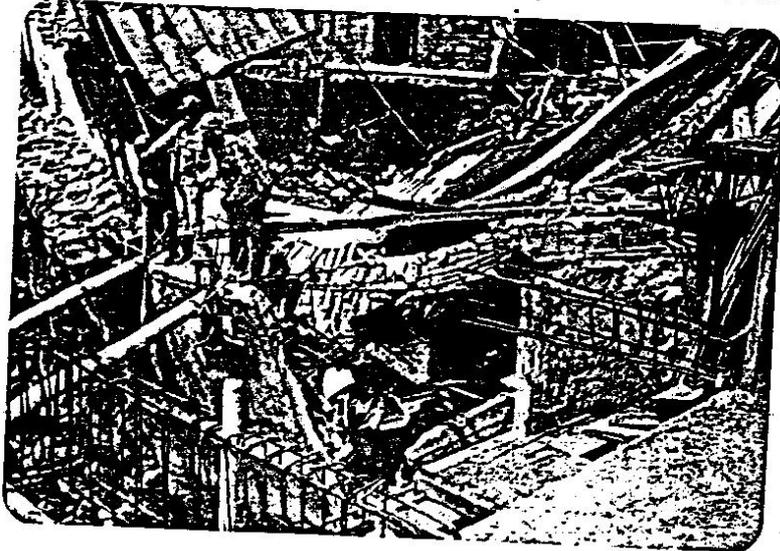
Anriostramiento de pantallas con postes sobre suelo



Desplazamientos de la cabeza del muro pantalla



Anclamiento con postes de madera



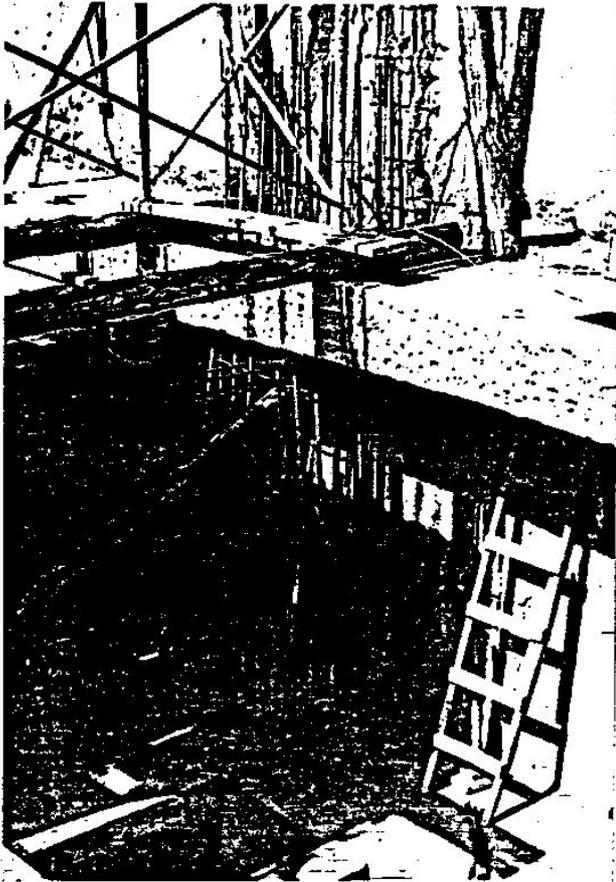
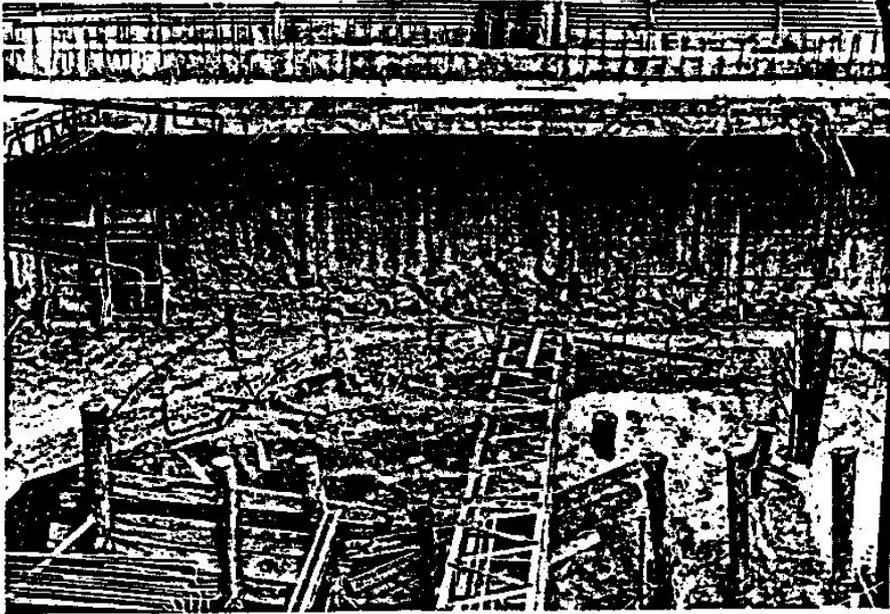
Volcamiento de pantalla por interrupción de la viga cabezal



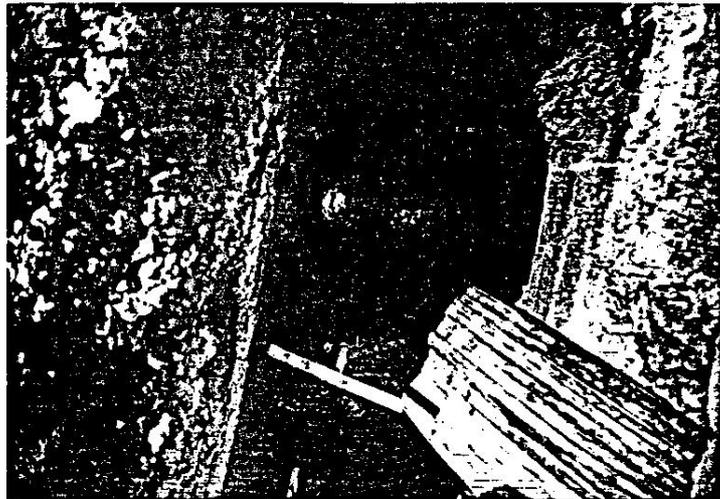
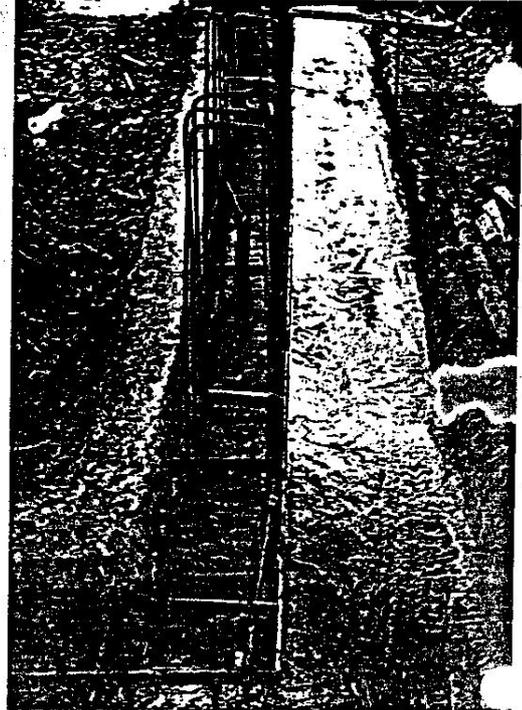
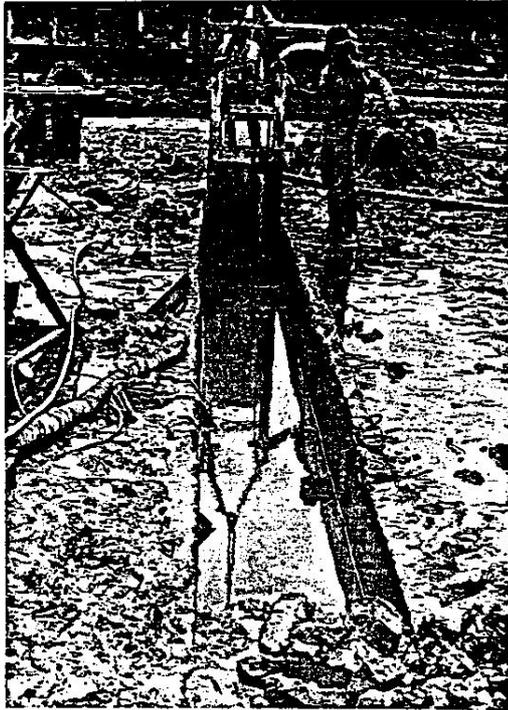
-- Volcamiento de pantallas por interr



Volcamiento de pantallas por disminución de la cuña pasiva



Viga cabezal en "L"
y placa rígida en las
esquinas



Pantallas con juntas impermeables



Pantallas ancladas y excavadas por etapas