



MUROS DE SUELO CEMENTO FLUIDO

ANEXO I

Este anexo se refiere a muros de suelo-cemento fluido que es aquél que se prepara como un concreto fresco y se cuela dentro de los lugares deseados, por lo que **no es necesario compactarlo** con maquinaria pesada. Las dimensiones y recomendaciones señaladas en el cuerpo o las figuras del reporte técnico rigen sobre las de este anexo; en caso de incongruencia o de duda el proyectista, el supervisor y el constructor deben consultar al ingeniero geotecnista.

El proporcionamiento de cemento debe ser determinado por el laboratorio de la empresa contratista, una vez que ésta elija su banco de material, que este sea aprobado por su laboratorio después de verificar que cumpla con los requisitos de este anexo y antes de que la misma empresa constructora presente su presupuesto de obra, para que no se presenten gastos adicionales en obra. El proporcionamiento definitivo NO puede ser determinado en la etapa de proyecto ya que no se conoce el material térreo por usar.

CONSIDERACIONES DE PROYECTO.

Geometría. Las dimensiones de cada muro de retención de suelo-cemento deberán ser estipuladas claramente por el ingeniero geotecnista en su reporte. Estas dimensiones son:

- La altura total.
- El ancho de la base.
- La inclinación de las caras exteriores.
- El escalonamiento (en caso de que sea factible y recomendable).
- El ancho de la corona.
- La profundidad de empotramiento.
- El nivel de desplante.
- La inclinación o pendiente de la base.

La altura total está en función de los niveles de proyecto y no es objeto de cálculo. El ancho de la base será determinada con un análisis de estabilidad del sistema. Este análisis debe incluir la revisión de los siguientes aspectos:

- Volteo.
- Deslizamiento.
- Presiones verticales transmitidas al terreno.
- Resistencia al corte de secciones a diferentes alturas.

El ancho de la corona no tiene que ser siempre igual al de la base (lo cual sólo sucede en muros de sección recta constante) ya que la sección transversal del muro puede ser escalonada. El muro de suelo-cemento es esencialmente una estructura de gravedad, es decir que su estabilidad se debe al peso propio. Por

tal motivo cuando se emplean materiales ligeros para su construcción, el ancho de la base es mayor al que se requiere cuando se utilizan materiales de peso normal o pesados.

Otra consideración de diseño es la siguiente: ninguna zapata de cimentación debe quedar desplantada simultáneamente sobre los rellenos compactados convencionales que son retenidos por el muro de suelo-cemento y sobre el propio muro, ya que la compresibilidad de ambos materiales es radicalmente diferente; por tal motivo, el ancho del muro o de ciertos escalones también estará determinado por la geometría y ubicación de las zapatas de las estructuras cercanas a dicho muro.

Cuando el ancho calculado para cada escalón no permita la colocación completa de alguna zapata sobre aquél, se deberá solicitar al ingeniero geotecnista una revisión.

Altura libre del muro. Será variable para adaptarse a los niveles de proyecto. Esta variación se hará de forma escalonada, por tramos, los cuales los definirá la empresa proyectista y los someterá a revisión del ingeniero geotecnista.

Pendientes de la base. La pendiente longitudinal de la base será inferior al 2% y preferentemente horizontal; si la pendiente del terreno en esta misma dirección es superior a este valor, la base del muro deberá escalonarse en sentido longitudinal.

La pendiente transversal será también del 2%, descendiendo del frente del muro hacia su respaldo, es decir tendrá una contrapendiente. Nuevamente en

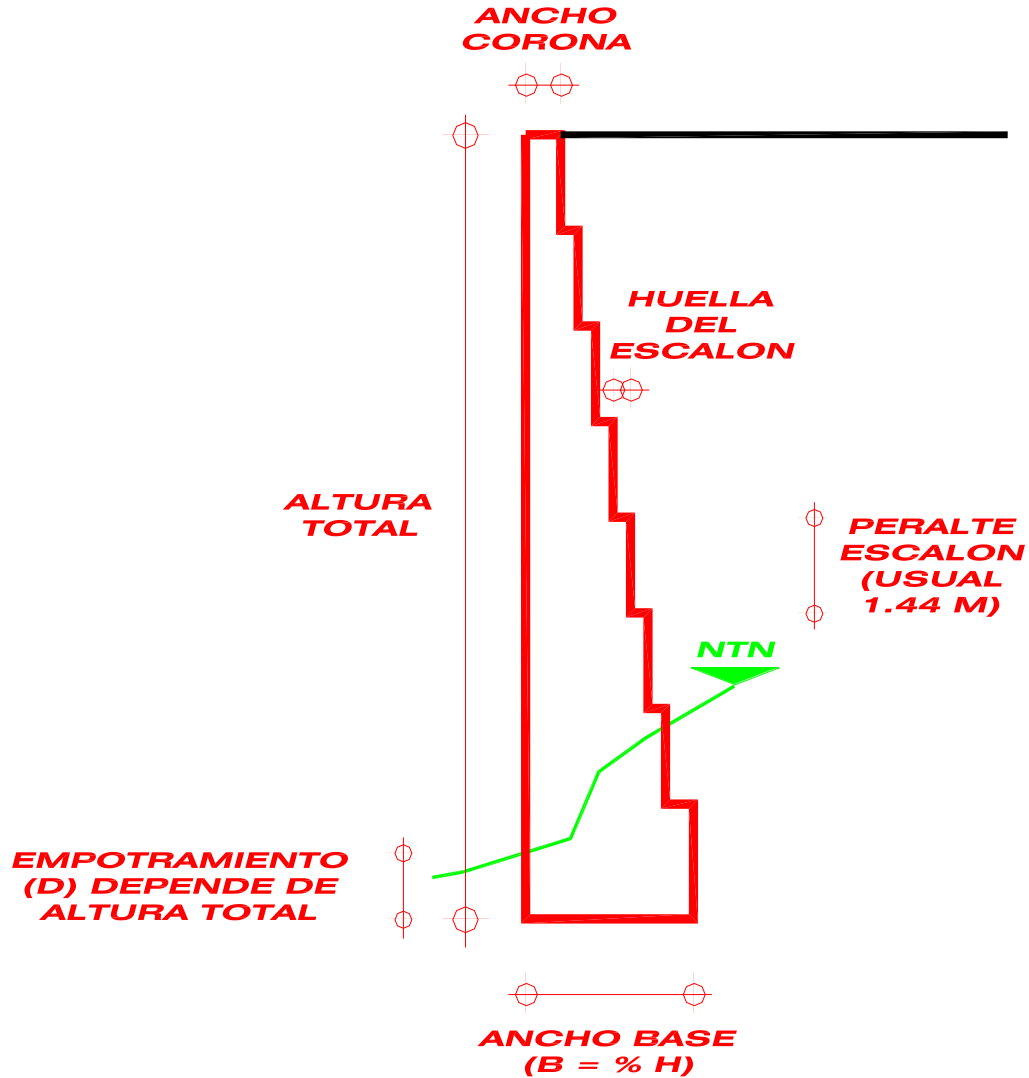
este caso, si la pendiente del terreno es superior a este valor, la base del muro deberá escalonarse en sentido transversal.

Inclinación de las caras del muro. Dado que se utilizará cimbra en ambas caras, la inclinación de la cara frontal del muro podrá ser siempre vertical para cualquier altura de muro, aunque se recomienda que dicha inclinación sea la que se indica en la tabla I.1.

Con el fin de reducir el volumen de suelo-cemento, se podrá escalonar la cara interna del muro para reducirla desde la base hasta la corona como se muestra en la figura siguiente, aunque el ingeniero geotecnista indicará en sus cortes estratigráficos o explícitamente en su reporte, si es factible y recomendable dicho escalonamiento.

TABLA I.1

ALTURA TOTAL (M)	INCLINACION
< 10	VERTICAL
10.01 A 15	0.10 A 1
15.01 A 20	0.20 A 1
20.01 A 23	0.30 A 1



En tal caso, el peralte de cada escalón se recomienda que sea de 30 cm como mínimo y de 1.44 m como máximo, siendo ésta última la altura típica de las hojas de triplay que se utilizan como cimbra; el uso de menores peraltes

permite reducir los volúmenes de suelo-cemento con el consiguiente ahorro, por lo que siempre se buscará reducirlos al máximo sin exceder el mínimo indicado. También es recomendable no efectuar cambios abruptos en el peralte de los escalones, buscando que dichos cambios siempre sean graduales. Cuando no se haya definido en el reporte geotécnico el peralte de los escalones, la empresa constructora tiene la obligación de solicitar dicha información al ingeniero geotecnista.

Ancho de la corona. En los muros de sección recta constante el ancho de la corona será igual al ancho de la base. En los muros de sección escalonada, el ancho mínimo recomendable para la corona será el que se detalla en la tabla I.2, aunque podrá modificarse para adaptarse a las condiciones específicas de cada proyecto; en este aspecto siempre prevalecerá la indicación del ingeniero geotecnista considerada en su reporte sobre la información de la siguiente tabla.

TABLA I.2

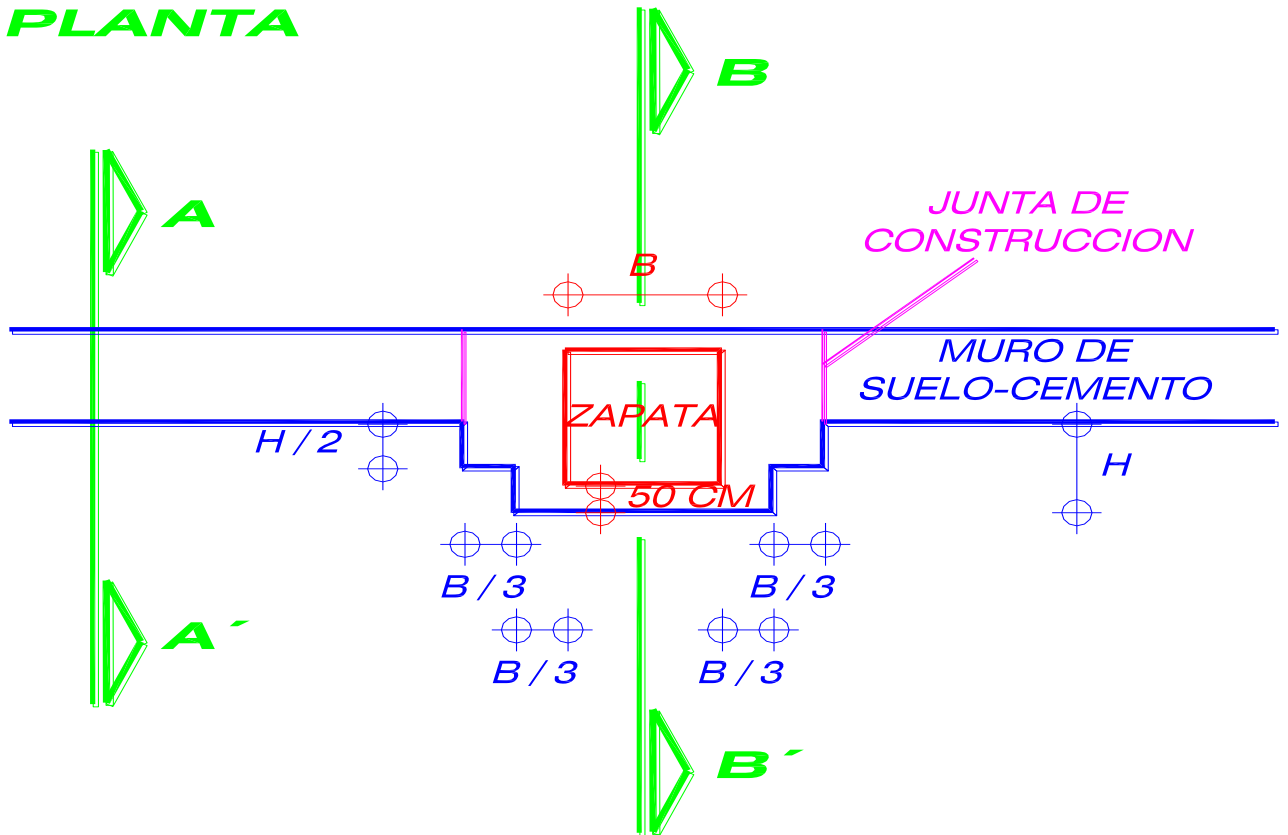
ALTURA TOTAL (M)	ANCHO CORONA MINIMO (M)
< 6	0.75
6.01 A 15	1.00
15.01 A 25	1.50

Desplante de zapatas sobre el muro de suelo-cemento. Cuando se proyecten zapatas sobre los escalones de los muros de suelo-cemento, los cimientos **NUNCA** deben quedar apoyados simultáneamente sobre el suelo-

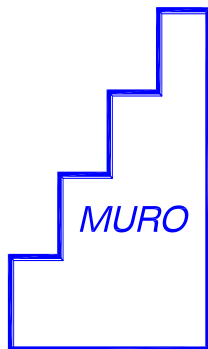
cemento y sobre el relleno compactado convencional: cada zapata debe quedar completamente desplantada sobre la mezcla de suelo-cemento, para lo cual se deberá modificar la sección transversal del muro en la zona donde se encuentran los cimientos, tal y como se muestra en la siguiente figura.

El cambio de sección deberá ser gradual en planta y deberán implementarse juntas de construcción verticales en los lugares donde se inicie el cambio de la sección transversal. El escalonamiento de la sección transversal del muro deberá cambiar para adaptarse a la proyección de cada cimiento y lograr que debajo de ésta última siempre exista una masa de suelo-cemento.

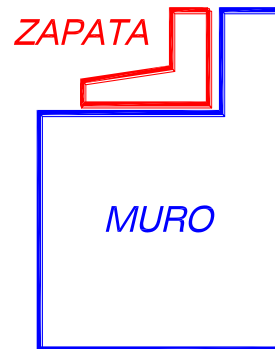
PLANTA



SECCION A-A'



SECCION B-B'



Profundidad de desplante. La base del muro se empotrará la distancia que se indica en la tabla I.3 o el 15% de su altura total, lo que sea mayor. Este empotramiento se medirá a partir del nivel final que tendrá la superficie del terreno, en el pie o frente del muro, debiéndose garantizar que el terreno frente al muro nunca será retirado de su lugar. Nuevamente en este caso siempre prevalecerá la indicación del ingeniero geotecnista considerada en su reporte sobre la información de la siguiente tabla.

Pero además de cumplir con este último requerimiento, se deberá comprobar que la base de cualquier muro nunca queda apoyada sobre: capa vegetal, rellenos sueltos, escombros, basura, materia orgánica, suelos arcillosos muy blandos, suelos granulares sueltos, suelos expansivos, suelos colapsables o suelos licuables. El ingeniero geotecnista deberá determinar el tratamiento previo del terreno natural, para garantizar que el desplante del muro tiene lugar sobre terreno firme y estable. Por tal motivo el empotramiento podría ser superior al indicado en el párrafo anterior, aunque en aras de economía se podrá sustituir parcial o totalmente el suelo indeseable y sustituirlo con un relleno compactado convencional construido con material inerte de banco, previa aprobación del ingeniero geotecnista.

TABLA I.3

ALTURA TOTAL (M)	EMPOTRAMIENTO MINIMO (M)
< 3	0.50
3.01 A 6	0.75
6.01 A 10	1
10.01 A 15	1.50
15.01 A 20	2
20.01 A 25	2.50

Base del muro. Será determinada por el ingeniero geotecnista y depende, entre otros aspectos, de la altura del muro, de las condiciones del suelo de apoyo, del material de relleno, de las sobrecargas en el relleno y en la corona, de la zona sísmica y de las condiciones del agua subterránea en el respaldo. Usualmente se expresa como un porcentaje de la altura total.

Para determinar el ancho de la base se debe conocer el peso volumétrico de la mezcla de suelo-cemento, el cual se supone durante la fase de proyecto porque no se sabe cual banco de materiales se utilizará. Es necesario que el ingeniero geotecnista indique el peso volumétrico considerado en sus análisis, tanto para el muro propiamente dicho como para el relleno que sostendrá el muro y si son diferentes de los valores que tienen los materiales seleccionados por el contratista, se deberá revisar la sección propuesta en el proyecto, sobre todo cuando los materiales por emplear sean ligeros, porosos o pumíticos.

ESTUDIOS PREVIOS DE LABORATORIO.

Calidad de los materiales térreos. El suelo por emplear en el muro de suelo-cemento cumplirá con **TODAS** las especificaciones de la tabla I.4, por lo que la empresa constructora deberá estudiar su banco con su propio laboratorio, antes de proponerlo para los muros de suelo-cemento.

TABLA I.4

CARACTERISTICAS	VALOR
GRANULOMETRICAS	
TAMAÑO MAXIMO (PULGADAS)	2
% PARTICULAS MAYORES AL TAMAÑO MAX	0
% DE GRAVA	MAXIMO 10
% DE FINOS	MAXIMO 30
DE PLASTICIDAD	
LIMITE LIQUIDO (%)	MAXIMO 35
INDICE PLASTICO (%)	MAXIMO 10
CONTRACCION LINEAL (%)	MAXIMO 2.5
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	MINIMO 30
DE CAPACIDAD PORTANTE	
VRS STANDARD (%)	MINIMO 20
EXPANSION EN PRUEBA DE VRS (%)	MAXIMO 1.5

EL VRS STANDARD SERA SATURADO

LOS ESPECIMENES PARA LA PRUEBA DE VRS SE COMPACTARAN POR IMPACTOS SEGUN LA NORMA ASTM, SALVO EN LOS SUELOS CON MENOS DEL 12% DE FINOS, CON MAS DEL 30% RETENIDO EN LA MALLA DE 3/4" O CON INDICE PLASTICO INFERIOR A 6%, LOS CUALES SERAN COMPACTADOS CON PRESION ESTATICA

El suelo-cemento se prepara mezclando un producto térreo de buena calidad (Ver tabla 1.4) con cemento Portland ordinario (CPO). Se evitará el uso de materiales ligeros con partículas porosas o pumíticas como el tezontle, el jal, el pómez o similares.

El tamaño máximo de las partículas sólidas es de 2 pulgadas. Las partículas mayores a éste tamaño deberán ser eliminadas; cuando este porcentaje sea mayor al 10% del volumen total del material, se empleará forzosamente una criba para eliminar dichas partículas; cuando dicho porcentaje sea inferior al 10% se podrá realizar este trabajo mediante pepena manual. El constructor deberá garantizar que se elimina la mayor cantidad posible de partículas sólidas de más de 2 pulgadas y el supervisor vigilará que con estos trabajos el porcentaje de partículas de más de 2 pulgadas resulta ser inferior al 3% y siempre garantizar que no exista partícula alguna de más de 3 pulgadas.

Proporcionamiento de cemento. La empresa constructora a través de su laboratorio determinará la proporción por usar en cada proyecto antes de presentar su presupuesto y forzosamente antes de empezar la construcción del muro; este proporcionamiento deberá ser sancionado por el ingeniero geotecnista.

En el laboratorio de la empresa constructora se prepararán entonces muestras con diferentes proporcionamientos, con los suelos del banco seleccionado. Se sugiere preparar mezclas con 60, 85 y 110 kg de cemento por metro cúbico de material suelto, secando a éste previamente al sol; este es el rango de valores que usualmente resultan adecuados en los suelos de la República que cumplen con las especificaciones de la tabla 1.4, aunque pudiera haber casos que excedan dichos límites y por lo tanto **NO** deben ser considerados como los proporcionamientos probables o de concurso. Cada mezcla de suelo y cemento se homogenizará lo mejor posible en seco y posteriormente se le

aplicará agua para alcanzar la humedad con la que se logrará el revenimiento de 10 a 14 cm; únicamente en caso de que la mezcla se vaya a bombear se considerará un revenimiento de 14 cm.

Uno de los aspectos más importantes de estas mezclas es utilizar la cantidad de agua **MINIMA** necesaria para alcanzar el revenimiento indicado: no debe aplicarse más agua de la necesaria con el afán de buscar una mezcla más fluida y más manejable en la obra. Aunque no se puede determinar con precisión la cantidad de agua por aplicar, ya que depende de la naturaleza del material térreo y de la humedad que tenga al momento de la mezcla, es común emplear valores en el rango de 190 a 250 lt por metro cúbico de material térreo, para revenimientos de 10 a 14 cm; en los suelos compuestos por partículas porosas o pumíticas el consumo de agua es mayor. En cualquier caso, el agua que se aplicará tanto en el laboratorio como en el campo, deberá tener diluido 1 kg de endurecedor Maxe-h por cada metro cúbico de suelo suelto; el endurecedor se mezclará previamente con el agua por un período de cuando menos 10 minutos, empleando para ello una bomba, transcurridos los cuales se aplicará el agua a la mezcla de suelo y cemento.

Estos especímenes se colocarán en tres capas en el interior de cada cilindro, acomodando la mezcla mediante un proceso de varillado, aunque se recomienda aplicar también golpes con un martillo de hule en el exterior de cada cilindro. Las muestras ya terminadas deben curarse manteniéndolas dentro de bolsas de plástico húmedas y cerradas: los cilindros se descimbrarán a las 24 horas de su fabricación y se mantendrán con un curado en las bolsas de plástico muy húmedas hasta la edad de prueba.

Se ensayarán en prueba de compresión simple dos probetas de cada proporcionamiento a 7 días de edad, otras dos a 14 y las dos últimas a 28. El proporcionamiento más adecuado será aquél con el que se logre una

resistencia a la compresión mínima de 25 kg/cm² a los 28 días. Como una guía (más no como norma) para determinar la evolución de resistencia, los cilindros de prueba también deberán cumplir con los valores indicados en la siguiente tabla, aunque el único valor de aceptación o de rechazo es el de la resistencia a 28 días.

La empresa constructora deberá entregar a la compañía de supervisión y propietario de la obra un reporte de proporcionamiento antes de iniciar la fabricación de suelo-cemento en obra. Este reporte debe contener un estudio completo de calidad del material que se pretende utilizar, comparando sus propiedades con las de la tabla I.4. También se incluirá una descripción detallada (con fotografías) del procedimiento que se siguió para determinar el proporcionamiento, con tablas, gráficas y las conclusiones del citado laboratorio. El citado reporte deberá ser preparado desde la etapa de concurso ya que sus conclusiones son el soporte del presupuesto de obra del suelo-cemento.

TABLA I.5

EDAD (DIAS)	RESISTENCIA MINIMA PROMEDIO (KG/CM²)	VALOR MINIMO EN UNA PROBETA (KG/CM²)
3	50% R _p	40% R _p
7	75% R _p	65% R _p
28	R _p	95% R _p

R_p = RESISTENCIA DE PROYECTO

Una vez definida la proporción óptima se establecerá la cantidad de cemento que se utilizará en la obra, la cual será 3% mayor a la de laboratorio para cubrir las mermas que se producirán durante la elaboración de la mezcla.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

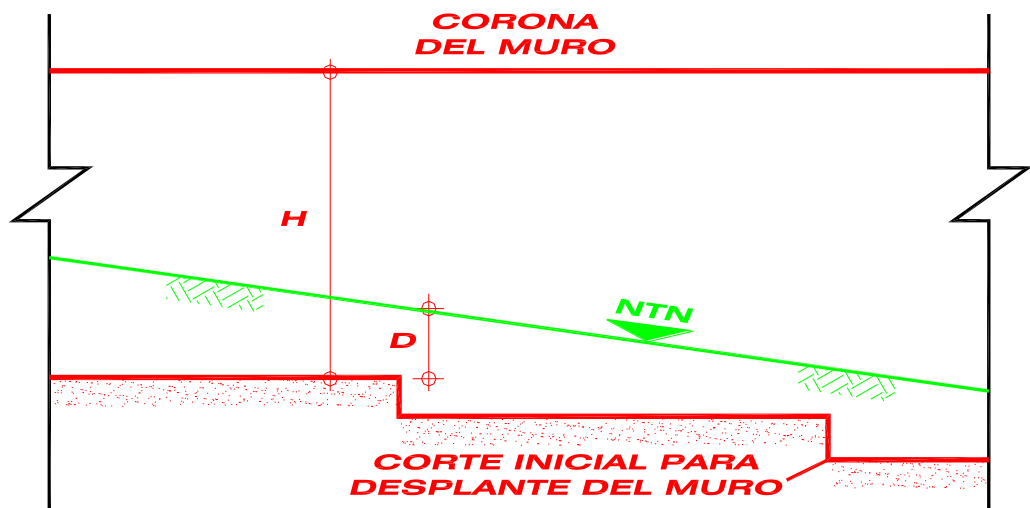
Trabajos preliminares. A lo largo de la traza del muro se hará el despalme que se indica en el reporte geotécnico. Posteriormente se hará la excavación hasta el nivel de desplante consignado en los planos. Esta excavación cubrirá la proyección en planta tanto del muro como de su filtro en el respaldo.

Si al llegar al nivel de desplante no se encuentran los suelos previstos, el personal de las empresas de supervisión o de terracerías lo notificarán de inmediato al dueño de la obra, para que el ingeniero geotecnista inspeccione las excavaciones y determine las acciones a seguir. En los sitios donde el terreno de apoyo sea: blando, suelto, expansivo, colapsable o licuable, se deberá efectuar el tratamiento que indique el geotecnista.

Preparación del terreno de desplante. Deberá tener las pendientes longitudinal y transversal consignadas en el reporte geotécnico. Cuando no se haya especificado, la pendiente de la base será como mínimo del 2%, descendiendo del frente del muro hacia su respaldo (figuras siguientes).

CORTE TRANSVERSAL

CORTE LONGITUDINAL



Una vez conformada la superficie de apoyo se barrerá lo mejor posible para eliminar todas las partículas que se hayan desprendido con las labores de corte y limpieza. Antes de colocar la primera capa de suelo-cemento se

efectuará el tratamiento del suelo de desplante que propone el ingeniero geotecnista o el que se detalla en el anexo B.

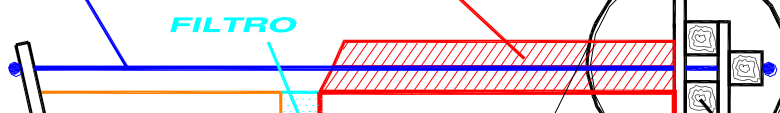
No se deberán abrir tramos que no vayan a ser rellenados el mismo día hasta el nivel que tenían antes de iniciar la excavación, para evitar dejar excavaciones abiertas a la intemperie. Posteriormente se instalará la cimbra que sea necesaria para colar los tramos superiores del mismo muro.

Cimbra. Será necesario utilizar una cimbra en el talud exterior del muro para confinar las capas durante su compactación. En las siguiente figuras se muestran ideas de las cimbras por usar, aunque las características y el detalle de dicha cimbra son responsabilidad única y exclusivamente de la empresa contratista, quien deberá incluirla en su presupuesto de obra.



CAPA DE SUELO-CEMENTO POR COLAR **CIMBRA METALICA**
TENSOR **FILTRO**

EN SDC de Conspiración No. 11, Fracc. La Luz, San Miguel de Allende, Guanajuato. C.P. 37747.
Teléfono. (415) 152 2541., Correo electrónico: maxeh.mexico@hotmail.com, Página Web: www.maxehterracreto.com



Se utilizará una cimbra metálica o de madera la cual se apoyará sobre el extremo de las varillas ancla que se mencionan en el último inciso. Siempre

que sea posible, las cimbras se apuntalarán con vigas de acero o polines de madera apoyadas en el terreno colindante colocando rellenos ligeramente apisonados sobre los que descansarán los polines. Estos rellenos se podrán construir con productos de banco de buena calidad y por lo tanto se podrán usar posteriormente dentro de la obra; también se podrán emplear los materiales de desecho de la misma obra (despalme o rellenos de suelo y basura), en cuyo caso deberán ser arrojados en un tiradero municipal después de concluir el muro. En los sitios donde el citado apuntalamiento no sea posible, cada tablero de la cimbra se fijará mediante cables tensores anclados en puntos ubicados dentro de la zona de los rellenos.

Cualquier sistema de cimbra que se emplee deberá ser diseñado considerando la condición de la mezcla fluida que es la más desfavorable.

Fabricación del suelo-cemento. La mezcla de suelo y cemento se hará en seco y cuando se observe que es homogénea, se aplicará el agua la cual deberá tener diluido 1 kg de endurecedor Maxe-h por cada metro cúbico de suelo suelto. La cantidad de agua será la **MINIMA** necesaria para que la mezcla adquiera la textura de un concreto fresco con un revenimiento de 10 a 14 cm; si la mezcla se va a bombear se utilizará un revenimiento de 14 cm (el cual deberá haber sido considerado en el proporcionamiento de laboratorio). Nuevamente en este caso **NO DEBE** aplicarse más agua de la necesaria con el afán de buscar una mezcla más fluida y más manejable en la obra, ya que en tal caso la resistencia final de la mezcla será considerablemente inferior a la de laboratorio. Dicho proporcionamiento será el que se haya determinado previamente en el laboratorio.

El empleo de materiales porosos o pumíticos, como el tezontle, el jal o el pómez implica un mayor consumo de agua por cada metro cúbico de suelo

suelto, ya que las partículas sólidas tienen una absorción alta en relación con materiales no pumíticos; en las localidades donde no existan alternativas de materiales NO pumíticos, será necesario modificar los procedimientos de preparación de la mezcla de suelo-cemento para no afectar la relación agua/cemento de la misma, aspecto que deberá ser discutido con el ingeniero geotecnista y autorizado por éste último.

Para llevar a cabo el mezclado se recomienda el uso de un camión mezclador con un dispositivo helicoidal para la mezcla, el cual debe ser cargado regularmente con los materiales (suelo, agua y cemento), ya que cuenta internamente con básculas controladas por computadora con las que se logra con suma precisión el proporcionamiento deseado. Alternativamente puede emplearse un camión mezclador portátil, autocargable, conocido popularmente como “hormiga”. Si no se puede disponer de alguno de estos equipos, el contratista de terracerías considerará la instalación de tolvas y mezcladoras en el sitio, para la fabricación del suelo-cemento. Se avanzará simultáneamente en el muro, el filtro y el relleno junto al respaldo, de manera que no haya diferencia de altura de más de 60 cm entre el relleno y el muro. La superficie del filtro adyacente al muro se protegerá siempre con hojas de polietileno para evitar que dicho filtro se contamine; este plástico también reduce la probabilidad de humedecimiento del muro en el caso de que el filtro capte escurrimientos.

Se colará la mezcla de suelo-cemento y agua dentro de la excavación hasta que quede nuevamente rellena. Las capas así colocadas deberán acomodarse mediante el empleo de vibradores de inmersión, procurando no vibrar en exceso cualquier zona de la capa colocada. La superficie de cada capa se nivelará finalmente con rastrillos manuales. El tiempo de colocación entre la fabricación y el colado no debe exceder de 5 minutos. La altura de cada capa

de suelo-cemento será como máximo de 30 cm con el afán de reducir el empuje de la mezcla fluida sobre la cimbra, aunque el constructor puede utilizar una mayor altura si garantiza la estabilidad de la cimbra. Deberá considerarse el avance con mayor rapidez en el sentido horizontal de cada colado, para que las capas tengan posibilidad de fraguar antes de colocar la siguiente capa encima de ellas. En general el endurecimiento de la mezcla empieza a ser significativo en un lapso comprendido entre tres y cuatro horas, aunque es importante considerar que la rapidez del endurecimiento es inversamente proporcional a la cantidad de agua que contenga la mezcla.

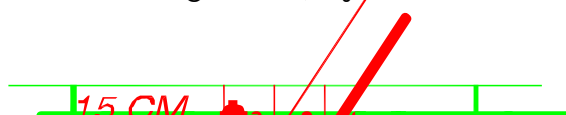
Es imprescindible que el colado sea lo más continuo posible, sin interrupciones de más de 24 horas, para reducir el efecto de las juntas frías en el suelo-cemento. En cualquier caso, es necesario que la superficie de cada capa tenga una textura rugosa e irregular para ligarla con la capa superior. Adicionalmente a ello, cuando se vaya a suspender un colado por más de 4 horas como sucede al final de la jornada diaria de trabajo, en las juntas verticales que se recomiendan para el muro o en cualquier otra suspensión vertical y horizontal, es necesario dejar una preparación como la que se muestra en la figura siguiente, para ligar dos colados sucesivos.

Esta preparación no es necesaria cuando dos colados sucesivos se hagan el mismo día, en cuyo caso bastará con que la superficie de la capa más antigua tenga una textura rugosa e irregular para ligarla con la capa superior.

La preparación a que se hace referencia consiste en colocar cuatro polines de madera de sección cuadrada, de 15 cm por lado, para formar una ranura de 30 cm por lado que se extenderá a lo largo de toda la sección de muro en

cuestión, ya sea en dirección horizontal o vertical. La cara exterior de los polines se cubrirá con un polietileno grueso, para evitar que éstos se adhieran al suelo-cemento. El conjunto de polines y plástico se incrustará en la mezcla de concreto fresco durante un lapso del orden de una hora o el tiempo que se considere necesario en obra para que quede formada la ranura; terminado este tiempo se retirarán los polines y el polietileno para que quede formada la ranura y para evitar que el plástico y los polines se adhieran al suelo-cemento. El siguiente colado llenará esta ranura ligando la nueva capa de suelo-cemento con la antigua. Dicho tratamiento es indistinto para juntas horizontales o verticales. Se proyectará una ranura por cada 1.50 m de ancho de muro o fracción: en caso de que se requiera más de una ranura, éstas se ubicarán para que queden equidistantes una de otra en la sección colada y que queden también alejadas preferentemente a 40 cm (con un valor mínimo de 30 cm) de las caras externas de la sección de muro.

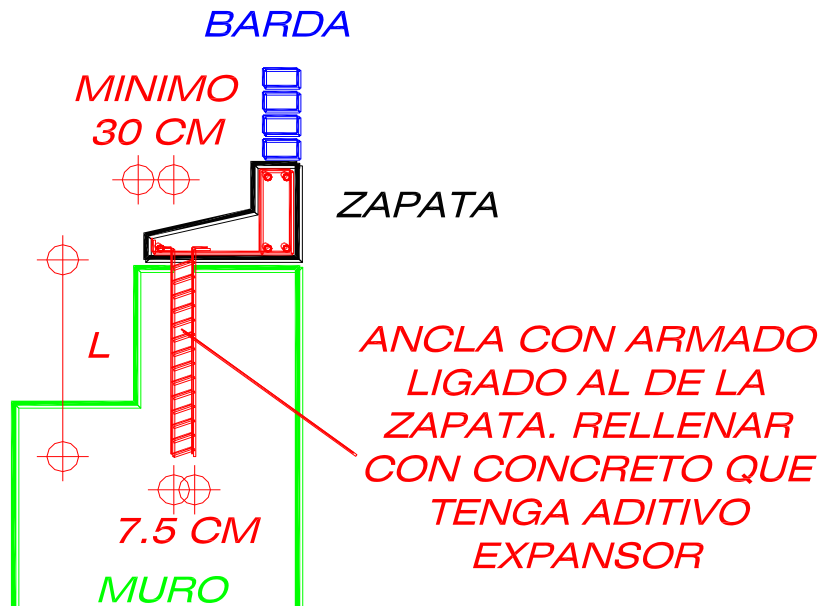
**CUATRO POLINES DE MADERA
DE SECCION CUADRADA, DE
15 CM POR LADO, CUBIERTOS
EN SU CARA EXTERIOR (EN EL
CONTACTO CON EL MURO)
CON UN PLASTICO GRISES**



Anclaje de bardas o de mallas ciclónicas. En algunos proyectos se precisa colocar bardas de colindancia, de block o de tabique, sobre la cresta de los muros de suelo-cemento. En tal caso la barda se desplantará sobre una zapata de concreto reforzado que a su vez deberá quedar anclada al muro de suelo-cemento, tal y como se muestra en la siguiente figura.

Las anclas son perforaciones de 3 pulgadas de diámetro colocadas con una separación de 3 m centro a centro. Estas preparaciones deberán quedar alejadas del paño interior de la corona del muro, una distancia horizontal mínima de 30 cm (según se muestra en la figura anterior); tal distancia no debe ser mucho mayor a la indicada, para que las anclas generen su función estabilizadora contra el volteo del muro, aunque en cualquier caso será el ingeniero especialista en estructuras quien indicará la posición de dichas anclas. Estas preparaciones se deben hacer durante los colados; dentro del concreto fresco se colocarán tramos de tubo de PVC de 3 pulgadas de

diámetro los cuales deben ser retirados en cuanto se inicie el fraguado de la mezcla para que quede la oquedad y para evitar que el tubo se adhiera a la mezcla. **NO** se deben hacer estas perforaciones después de terminar el muro de suelo-cemento, ya que éste puede fisurarse o agrietarse durante dicha perforación.



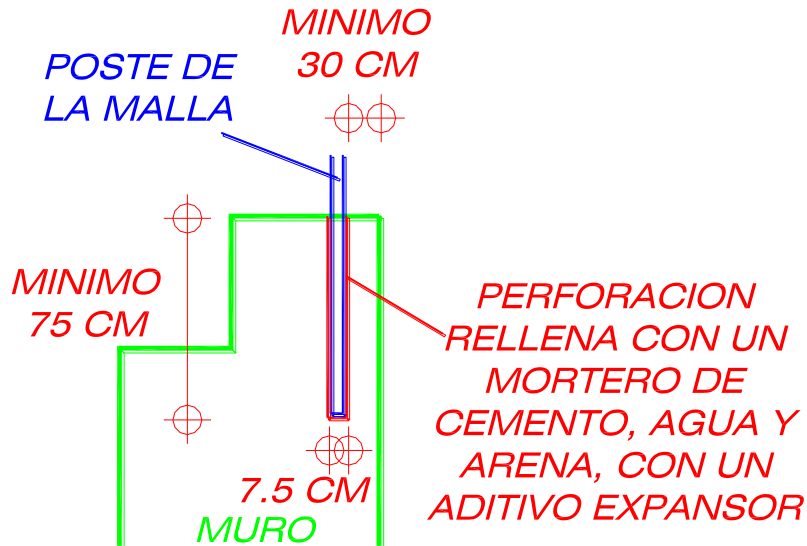
BARDA DE BLOCK O TABIQUE

En el interior de esta preparación se introducirá el armado que indique el ingeniero estructurista, el cual deberá quedar anclado al armado de la zapata propiamente dicha y posteriormente se rellena la perforación con un concreto que contenga un aditivo expansor. El detalle de los armados, la

longitud de anclaje (L), el calibre de las varillas y los traslapes de las mismas, deberán ser especificados por el ingeniero especialista en estructuras, ya que dependen de la altura de la barda y de los empujes laterales por sismo y/o por viento a que esté sometida la barda en la zona en cuestión.

Si en el proyecto se considera la colocación de una malla ciclónica, los postes de ésta deberán quedar empotrados dentro del muro de suelo-cemento, según se muestra en la siguiente figura.

Nuevamente en este caso se dejará una preparación de 3 pulgadas de diámetro colocadas con una separación de 3 m centro a centro. Estas preparaciones deberán quedar alejadas del paño exterior de la corona del muro, una distancia horizontal mínima de 30 cm (según se muestra en la figura siguiente); tal distancia no debe ser menor a la indicada y en este caso si puede ser mayor aunque se recomienda que la preparación quede ubicada cuando mucho sobre el eje central longitudinal de la corona. La longitud de empotramiento de los postes será como mínimo de 75 cm para mallas hasta de 3.50 m de altura; para mallas de mayor altura, deberá consultarse con el ingeniero especialista en estructuras la longitud óptima para dicho empotramiento.



MALLA CICLONICA

Estas preparaciones también se deben hacer durante los colados; dentro del concreto fresco se colocarán tramos de tubo de PVC de 3 pulgadas de diámetro los cuales deben ser retirados en cuanto se inicie el fraguado de la mezcla para que quede la oquedad y para evitar que el tubo se adhiera a la mezcla. **NO** se deben hacer estas perforaciones después de terminar el muro de suelo-cemento, ya que éste puede fisurarse o agrietarse durante dicha perforación.

En el interior de esta preparación se introducirá el poste de la malla ciclónica y posteriormente se rellenará la perforación con un mortero de cemento, arena y agua que contenga un aditivo expansor.

Control de calidad durante el colado. Se deberá revisar con regularidad la calidad de los materiales térreos y el proporcionamiento. Se deberá efectuar un estudio completo de calidad de los materiales térreos cada 10 días de trabajo si el material es aparentemente el mismo, cada vez que cambie el frente de ataque o la apariencia del producto y cada vez que se cambie de banco o de frente de ataque de un mismo banco.

El revenimiento de la mezcla se revisará en cada bachada (olla de suelo-cemento) o cuando mucho cada dos bachadas. El proporcionamiento se revisará tomando cilindros de la mezcla fresca a cada 30 m³ de colado o fracción, con un mínimo de una muestra por día de colado. Estas muestras serán de seis cilindros cada una y se ensayarán 2 (dos) cilindros a 3 días, otros 2 (dos) a 7 días y los 2 (dos) últimos a 28 días. La evolución de resistencia será similar a la que se indica en la tabla I.5.

Estos especímenes se colocarán también en tres capas en el interior de cada cilindro, acomodando la mezcla mediante un proceso de varillado, aunque se recomienda aplicar también golpes con un martillo de hule en el exterior de cada cilindro. Las muestras ya terminadas deben curarse manteniéndolas dentro de bolsas de plástico húmedas y cerradas; los cilindros se descimbrarán a las 24 horas de su fabricación y se mantendrán con un curado en las bolsas de plástico muy húmedas hasta la edad de prueba.

En caso de que se observen indicios a 3 ó a 7 días de una baja resistencia, deberá modificarse inmediatamente el proporcionamiento utilizado para garantizar que el suelo-cemento tendrá la resistencia solicitada.

Juntas constructivas. Son juntas de construcción verticales, limitadas por una cimbra, que evitan que los muros se fisuren en zonas no deseadas y que deben ser implementadas OBLIGATORIAMENTE durante la construcción del muro de suelo-cemento. Estas juntas se deben construir con una separación de 20 m cuando la sección transversal del muro sea constante y el muro esté desplantado en suelos deformables, tales como; arcillas blandas, arenas y rellenos sueltos, arcillas potencialmente expansivas o sitios en donde el nivel freático se encuentre a menos de 2 m del nivel de desplante del muro, independientemente de si se efectúa algún tratamiento de sustitución de suelos o de recompactación de los mismos bajo la base del nuevo muro de retención. Dicha separación se podrá aumentar a 30 m en suelos poco o nada deformables tales como: rocas sanas o poco alteradas, suelos con gravas y boleos o bloques, arcillas de consistencia firme a dura o depósitos calificados como de moderada a fuertemente cementados de cualquier tipo.

También deberán construirse juntas verticales en los sitios donde el muro soporte la presión de algún cimiento como se mostró esquemáticamente en la página 5 de este anexo y en todos los lugares donde la sección transversal del muro cambie.

Varillas ancla. Se colocarán varillas corrugadas de acero de $\frac{3}{8}$ de pulgada de diámetro a cada 90 cm de altura o a cada 3 capas. Estas varillas se ubicarán con una separación de 3 m centro a centro, con un gancho o dobléz a 90° de 30 cm de desarrollo en el interior del muro de suelo-cemento y con una saliente de 5 cm con respecto a la que será la cara exterior del muro. Las varillas quedarán distribuidas en *tresbolillo*. La longitud de estas varillas (sin incluir el dobléz mencionado) será de 1 m o del 75% del ancho total de la sección transversal del muro al nivel donde será colocada la varilla en cuestión, lo que sea menor.

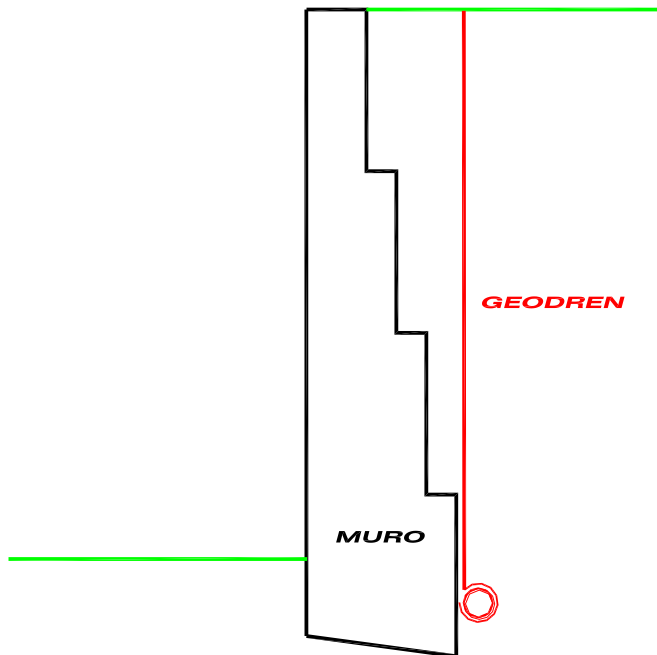
Las salientes de las varillas ancla podrán servir apoyo a la cimbra que se usará para contener las capas de suelo-cemento durante su colocación. Al terminar el muro las mismas salientes servirán para fijar la protección de la cara expuesta del muro.

Filtro o sistema de drenaje del muro. En el respaldo de los muros, ya sean éstos de sección recta o escalonada, se deberá construir **OBLIGATORIAMENTE** un sistema de drenaje que elimine rápidamente el agua que ingrese a los rellenos. El sistema recomendado es el que se detalla en las siguientes figuras y siempre será vertical, partiendo del talón del muro.

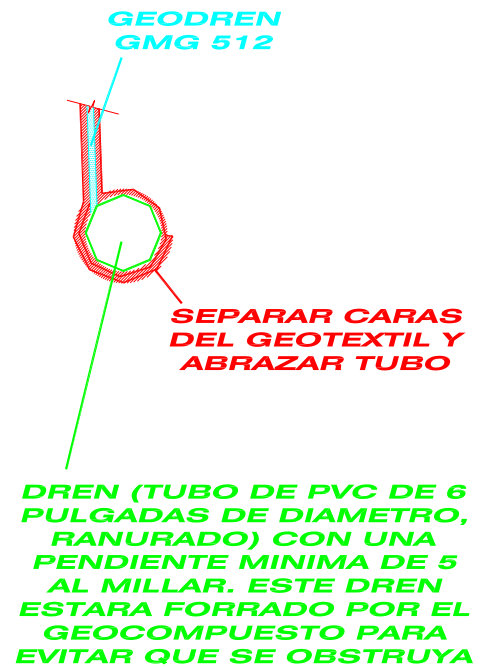
El sistema consiste de un producto geosintético conocido como geodrén que se coloca de manera vertical, el cual capta fácilmente los flujos subterráneos de agua y los conduce hasta un tubo ranurado de PVC cédula 40, de 6 pulgadas de diámetro, que se coloca en la parte inferior del geodrén y que queda cubierto por un filtro geotextil. El geodrén será el que se conoce como GMG 512.

El espacio que se muestra entre el geodrén y los escalones del muro de suelo-cemento, se rellenará con un material granular grueso, preferentemente grava, arena o una mezcla de ellos sin limos ni arcillas. La condición es que el porcentaje de finos (partículas inferiores a la malla # 200) sea inferior al 8%, que la grava sea de de 1 1/2 pulgadas de tamaño máximo y que la arena esté compuesta por partículas sólidas de más de 0.42 mm (malla # 40), es decir que se califique como arena de grano medio a grueso.

UBICACION DEL GEODREN



DETALLE DEL GEODREN



Las empresas constructoras podrán someter a consideración del dueño de la obra otros sistemas geosintéticos similares de captación de escurrimientos subterráneos, previo envío de la ficha técnica del producto y de un oficio en donde enumeren claramente las ventajas o similitudes del mismo en relación con el geodrén GMG 512. La condición para que un nuevo producto sea estudiado por el ingeniero geotecnista es que la solicitud de cambio se haga antes de que la empresa en cuestión presente su presupuesto, para que todas las compañías concursantes coticen sobre la misma base; la falta de existencias o dificultades de suministro **NO** serán aceptadas como motivo para el cambio de especificación después de que la obra sea asignada, por lo que

las empresas contratistas deberán garantizar el suministro durante la etapa de concurso o antes de la asignación.

En el punto de arranque del tubo de drenaje que se muestra en la figura anterior, el mismo podrá quedar ubicado a la tercera parte de la altura total del muro, para que con el desarrollo de la pendiente longitudinal del dren, pueda llegar al punto de descarga que determine el proyectista. El proyectista deberá determinar el punto de descarga del tubo de PVC de este sistema de drenaje; en dicho punto de descarga se podrá construir un cárcamo de bombeo automático con electroniveles o el registro de una tubería de drenaje. La pendiente longitudinal mínima del tubo será de 5 al millar y preferentemente del 1%.

Protección de la superficie. Al terminar la construcción del muro, se protegerá la cara exterior del mismo contra el intemperismo.

Se limpiará primero la superficie por cubrir, retirando todos los materiales sueltos o poco cementados; el supervisor inspeccionará la superficie para comprobar que se han retirado los materiales señalados. Posteriormente se fijará una malla de acero electrosoldada o una malla de gallinero, la que sea más económica, a las salientes de las varillas corrugadas de acero. Sobre la malla ya fijada se aplicará una capa de mortero de cemento, cal y arena de 3 cm de espesor promedio, previo humedecimiento de la superficie con un riego ligero de agua.

Este mortero deberá protegerse con una película de material para curado o con riegos constantes de agua aplicados sobre su superficie durante las primeras dos semanas de edad.

El repellado de protección del muro no deberá atravesar las juntas constructivas verticales indicadas en los párrafos anteriores.

MUROS DE CONTENCIÓN



MUROS DE CONTENCIÓN



RELLENO FLUIDO



PLATAFORMAS



ESTACIONAMIENTOS



CAMINOS, TERRACERIAS Y CARRETERAS



CANCHAS DE TENIS



CIMENTACION Y MUROS



ACABADOS INTERIORES SOBRE MUROS



ACABADOS INTERIORES SOBRE MUROS



ELEMENTOS ORNAMENTALES Y BLOQUES



RECUBRIMIENTOS



MAQUINA MEZCLADORA TIPO REIMER

