

BLOQUE TEMÁTICO 1

UNIDAD TEMÁTICA 5

LECCIÓN 18

MUROS DE SÓTANO. TIPOS.

ÍNDICE

1.- MUROS DE SOTANO. DEFINICIÓN.

2.- ACCIONES EN LOS MUROS DE SOTANO.

- 2.1.- Peso propio del muro.
- 2.2.- Empuje y peso del terreno.
- 2.3.- Sobrecargas sobre el terreno.
- 2.4.- Efectos sísmicos.
- 2.5.- Carga de los pilares.
- 2.6.- Soluciones constructivas.

3.- ARMADURAS.

4.- TIPOLOGÍA DE MUROS DE SÓTANO.

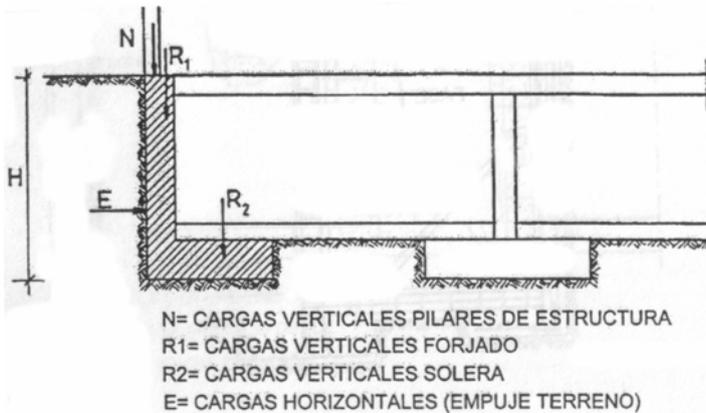
- 4.1.- Muros de un solo sótano.
- 4.2.- Muros de varios sótanos.
- 4.3.- Muros de sótano prefabricados.

5.- JUNTAS ENTRE MUROS.

- 5.1.- Juntas de dilatación.
- 5.2.- Juntas de hormigonado.

6.- UTILIZACION DE LOS MUROS DE SOTANO.

1.- MUROS DE SOTANO. DEFINICIÓN.



Los muros de sótano generalmente tienen forma de cajones cerrados y están sometidos al empuje del terreno y, en su situación definitiva, a las cargas procedentes de forjados, y en ocasiones a las de soportes o muros de carga que nacen de su cúspide.

En este tipo de muros los efectos derivados de la contención pueden ser secundarios, sobre todo en edificios de varias plantas.

Estos muros están arriostrados transversalmente por los forjados y no trabajan en voladizo. La restricción en los movimientos transversales provocada por los forjados hace que frecuentemente no puedan producirse las deformaciones necesarias para alcanzar las condiciones de empuje activo.

En cuanto a su morfología, en general no pueden tener talón por situarse en medianeras.

2.- ACCIONES EN LOS MUROS DE SOTANO.

Las acciones a considerar en el proyecto de una estructura o elemento estructural se pueden clasificar según los criterios siguientes:

- Clasificación por su naturaleza.
- Clasificación por su variación en el tiempo.
- Clasificación por su variación en el espacio.

Clasificación de las acciones por su naturaleza:

-Acciones directas: son aquellas que se aplican directamente sobre la estructura. En este grupo se incluyen el peso propio de la estructura, las restantes cargas permanentes, las sobrecargas de uso, etc.

-Acciones indirectas: son aquellas deformaciones o aceleraciones impuestas capaces de dar lugar, de un modo indirecto, a fuerzas. En este grupo se incluyen los efectos debidos a la temperatura, asentamientos de la cimentación, acciones reológicas, acciones sísmicas, etc.

Clasificación de las acciones por su variación en el tiempo:

-Acciones Permanentes (G): son aquellas que actúan en todo momento y son constantes en magnitud y posición. Dentro de este grupo se engloban el peso propio de la estructura, de los elementos embebidos, accesorios y del equipamiento fijo.

-Acciones Permanentes de Valor no Constante (G^*): son aquellas que actúan en todo momento pero cuya magnitud no es constante. Dentro de este grupo se incluyen aquellas acciones cuya variación es función del tiempo transcurrido y se producen en un único sentido tendiendo a un valor límite, tales como las acciones reológicas, etc. El pretensado (P) puede considerarse de este tipo.

-Acciones Variables (Q): son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura. Dentro de este grupo se incluyen sobrecargas de uso, acciones climáticas, acciones debidas al proceso constructivo, etc.

-Acciones Accidentales (A): son aquellas cuya posibilidad de actuación es pequeña pero de gran importancia. En este grupo se incluyen las acciones debidas a impactos, explosiones, etc. Los efectos sísmicos pueden considerarse de este tipo.

Clasificación de las acciones por su variación en el espacio:

-Acciones fijas: son aquellas que se aplican siempre en la misma posición. Dentro de este grupo se incluyen básicamente las acciones debidas al peso propio de los elementos estructurales y funcionales.

-Acciones libres: son aquellas cuya posición puede ser variable en la estructura. Dentro de este grupo se incluyen fundamentalmente las sobrecargas de uso.

2.1.-Peso propio del muro.-

Una de las acciones a tener en cuenta es el peso propio del muro de sótano, de acuerdo con el material provisto para su ejecución.

2.2.-Empuje y peso del terreno.-

Los estados de empuje dependen del desplazamiento del terreno, siendo estos empujes de tres tipos:

a) Empuje activo: cuando el elemento de contención gira o se desplaza hacia el exterior bajo las presiones del relleno o la deformación de su cimentación hasta alcanzar unas condiciones de empuje mínimo.

b) Empuje pasivo: cuando el elemento de contención es comprimido contra el terreno por las cargas transmitidas por una estructura u otro efecto similar hasta alcanzar unas condiciones de máximo empuje.

c) Empuje en reposo: cuando se produce un estado intermedio que es el correspondiente al estado tensional inicial en el terreno, es decir, si el muro o el terreno sobre el que se cimenta son tales que las deformaciones son nulas.

En este empuje del terreno hay que tener en cuenta la posición del nivel freático, fundamentalmente el agua de relleno, ya sea por acción de la lluvia, o por infiltraciones subterráneas. Otro factor a tener en cuenta es el de los empujes debidos al agua, bien en forma de presión intersticial, subpresión, o presión de infiltración.

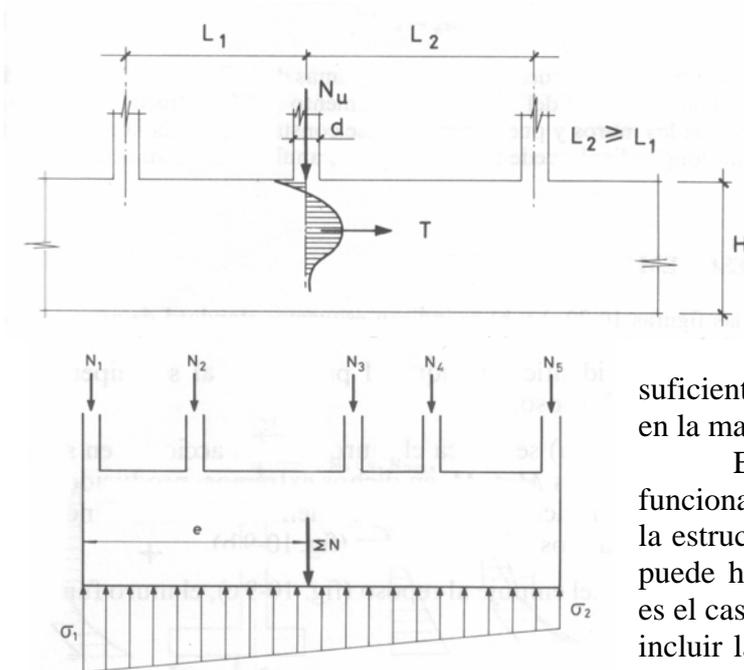
2.3.-Sobrecargas sobre el terreno.-

Son aquellas sobrecargas que se dan o bien sobre la estructura de contención, o bien sobre el terreno de trasdós.

2.4.-Efectos sísmicos.-

Efectos a tener en cuenta siempre y cuando sea necesaria su previsión por la zona de emplazamiento del muro sótano.

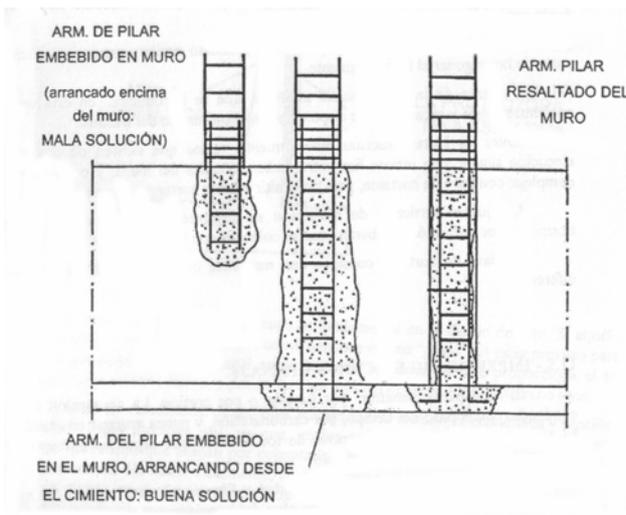
2.5.-Carga de los pilares.-



Según se muestra en la figura siguiente, la carga N_u transmitida por el pilar produce en la zona superior del muro una zona de compresiones horizontales, y en todo el resto de la altura, tracciones horizontales.

La armadura de retracción y de temperatura suele ser suficiente para contrarrestar estas acciones en la mayoría de los casos.

El muro, en dirección longitudinal funciona como una viga de cimentación. Si la estructura es flexible, el cálculo del muro puede hacerse como una viga flotante, que es el caso más correcto. Además, habrá que incluir la carga de los pilares en su cálculo.



Así, los pilares al apoyar en el muro ejercerán una carga continua en el suelo a través de la cimentación del muro.

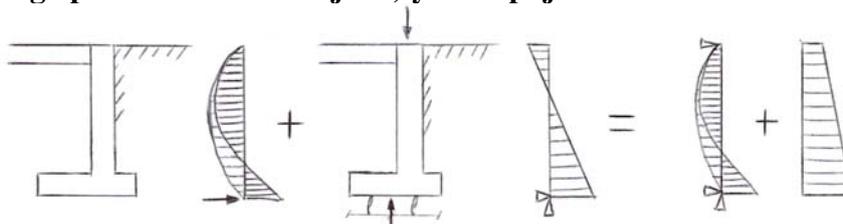
Los pilares que soportan forjados superiores pueden descansar en el muro, o formar parte de él, con igual o mayor espesor.

Si tienen mayor espesor, se produce un encarecimiento de la construcción, por la mayor dificultad del encofrado. En estos pilares de mayor espesor que el muro, cabe tener en cuenta, en su cálculo, las flexiones que origina en los mismos el empuje de

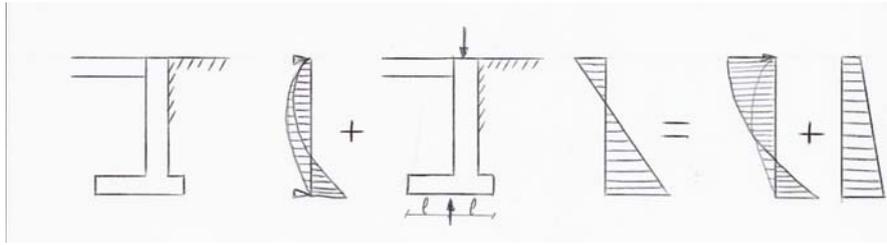
las tierras que le transmite el muro. La armadura del pilar siempre se prolongará hasta la cimentación.

Cuando el pilar tiene el mismo espesor que el muro, la armadura puede anclarse a este (no llegando hasta la zapata) o bien llegar hasta el cimiento, siendo esta última la mejor solución.

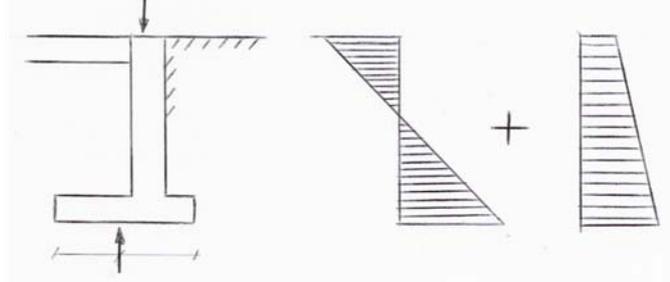
-Esfuerzos cuando actúan el peso propio a nivel del muro (peso propio, relleno, carga permanente del forjado) y el empuje de tierras:



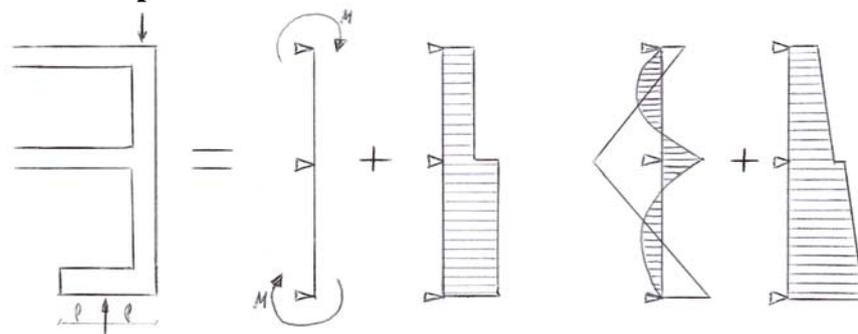
-Esfuerzos cuando actúan el empuje de tierras y las cargas verticales máximas:



-Esfuerzos cuando actúan solo las cargas verticales máximas:



-Esfuerzos para situaciones de dos sótanos:

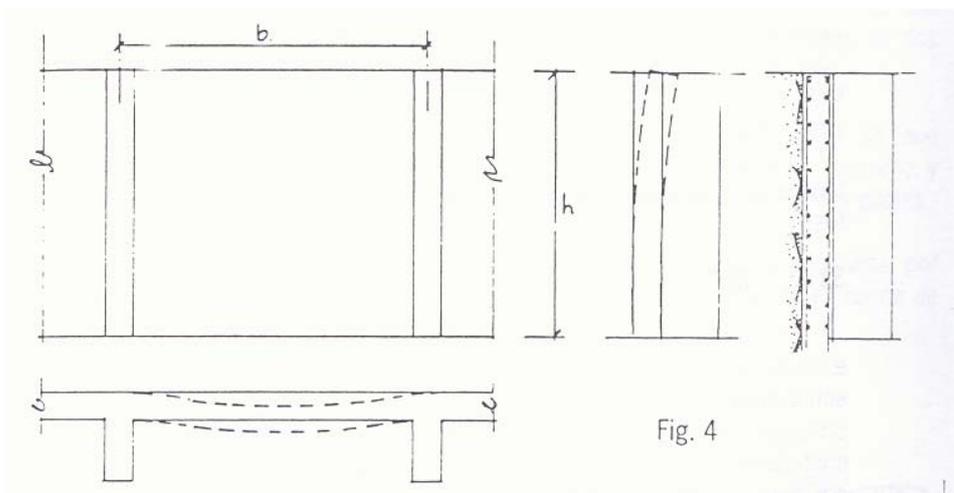
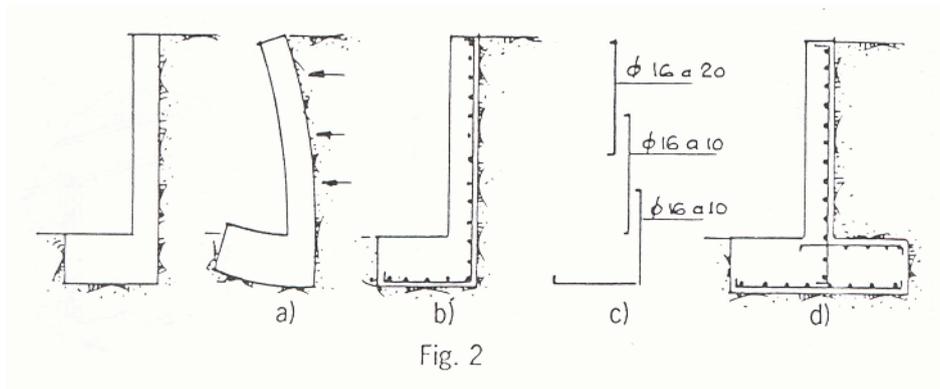


2.6.-Soluciones constructivas.-

Al ejecutar los muros de sótano, se realizan de tal forma que puedan soportar el empuje propio del terreno.

Con el hormigón armado y la posibilidad de resistir flexiones, los muros de contención no tienen ya las secciones clásicas, sino que se ha llegado a soluciones mucho más esbeltas y económicas. Según los apoyos del muro, puede ser de tipo placa en voladizo cuando se apoya únicamente en un lado (cimentación) o bien placa apoyada en dos lados (cimentación y losa horizontal de forjado) o incluso placa apoyada en tres o cuatro lados (cimentación, forjado y muros o contrafuertes laterales). Cada una de estas posibilidades de apoyos, dará lugar a distintas formas de trabajo que, a su vez, producirán distintas deformaciones; la armadura necesaria dependerá, como veremos, de estas deformaciones.

En el primer caso (Fig. 2) el muro tenderá a deformar según la figura a) por lo que la armadura principal deberá ir en la cara exterior o trasdós del muro que es la que está estirada; esta armadura se coloca por medio de una armadura secundaria horizontal que sirve, al mismo tiempo, de reparto de tensiones (Fig. 2b). En la figura 2c) vemos un desglose de la armadura principal. Si la zapata fuera simétrica (Fig. 2d) el talón tendería a deformar, por el peso de las tierras que gravitan sobre él, en sentido contrario a la puntera, por lo que habría que armar la parte superior.



En el segundo caso, el muro tenderá a deformarse según las líneas de puntos reflejadas en las secciones (Fig. 4). Trabajaría como una placa apoyada en tres lados, que estudiaremos, con mayor rigor, al llegar a la tipología de armaduras de placas. Deberán disponerse armaduras por las dos

caras y en los dos sentidos, y, según sea h mayor o menor que b , será más importante la armadura colocada en sentido vertical o la colocada en sentido horizontal.

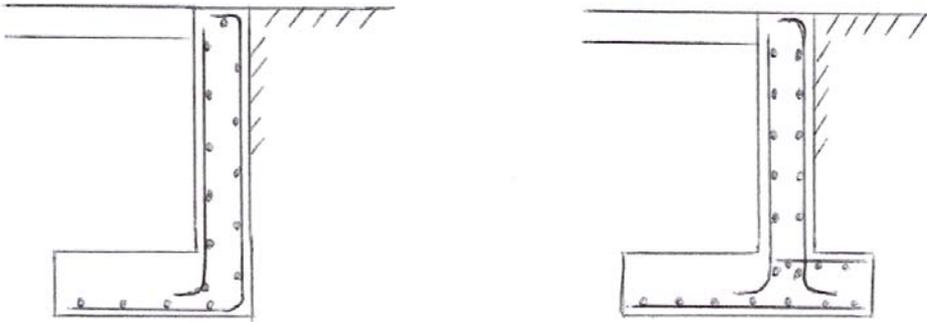
Por lo tanto, los muros de sótano se diseñan de tal forma que puedan cumplir sus tres misiones más importantes:

-**Resistir los empujes laterales** debidos al terreno y a las sobrecargas existentes sobre este.

-**Soportar las cargas verticales** de los pilares, solera y los forjados del edificio que incidan sobre el muro.

-**Ser impermeables** a las aguas de infiltraciones, de modo que en el interior puedan existir espacios permanentemente aprovechables.

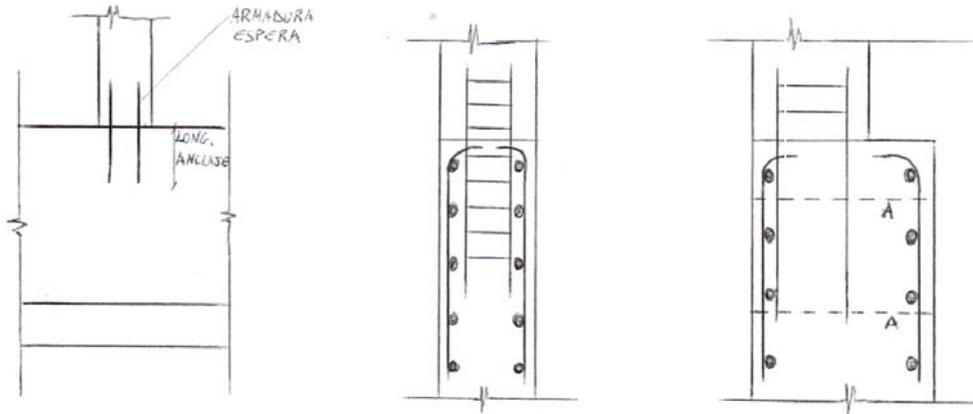
3.-ARMADURAS.



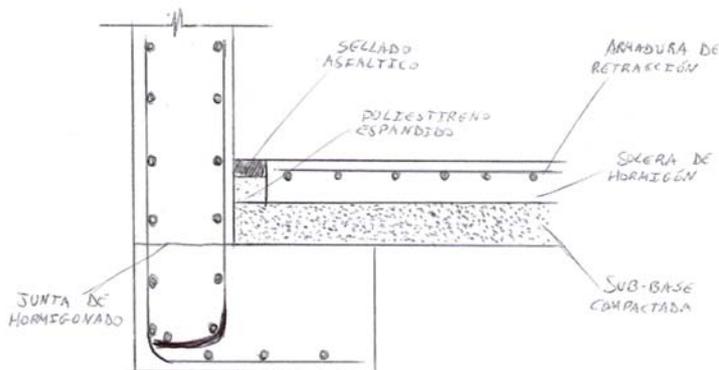
-Esquemas generales de armado:

Si el pilar es del mismo ancho del muro, la armadura de espera se ata a la del muro (b). Si el pilar es de ancho menor (c), se necesita poner unos trozos de despunte (A) para sujetarla. La armadura de espera debe llevar estribos salvo que el muro exceda notablemente por ambos lados.

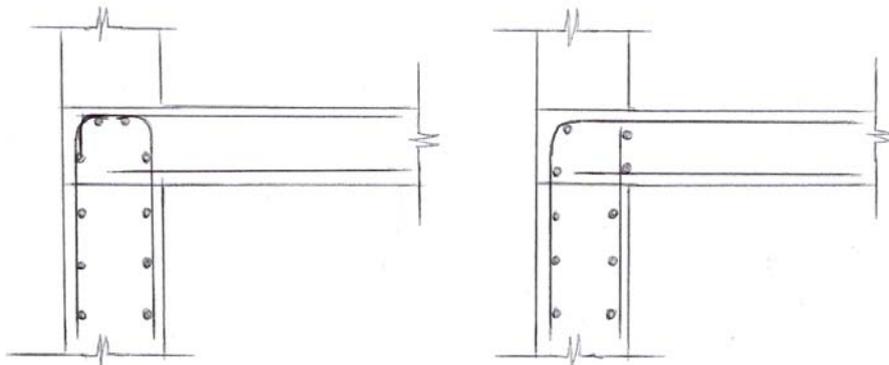
Si el pilar sobresale del muro, la armadura debe bajar con el pilar y anclarse en el cimiento disponiendo allí las esperas correspondientes.



-Armadura en la zapata y en el inicio del muro:



c)



- Armadura en vigas que acometen el muro:

DE MUROS DE SÓTANO.-

4.- TIPOLOGÍA

4.1. De un solo sótano.

Es el tipo más elemental y recibe como única carga vertical, aparte de su peso propio, la reacción del apoyo del forjado del techo.

-MUROS DE UN SOTANO-

	EMPUJES LATERALES DEL TERRENO (I)	EFFECTO CARGA VERTICAL CENTRADA EN ZAPATA(II)	CARGAS VERTICALES (P.p.+PILARES+FORJADO)(III)
ESTADOS DE CARGAS	<p>$q = 0,7H + 0,33$</p>	$N' = p_1 + f_1$ 	$N = p_1 + f_1 + P.p.$
MOMENTOS FLECTORES	<p>$q.H^2/8$</p>		
ESFUERZOS CORTANTES	<p>$q.H/2$</p>	<p>$N.v./H$</p>	
ESFUERZOS AXILES			$p_1 + f_1 + P.p. (*)$
REACCIONES EN APOYOS	<p>$q.H/2$</p>	$-N.v./H$ <p>$N.v./H$</p>	

(*) El peso propio se considerará constante en toda la altura del muro.

4.2.-Muros de varios sótanos.-

También es frecuente que sobre el muro apoyen pilares que transmiten cargas de las plantas superiores tanto en el caso de que haya un sótano como en el caso de que existan varios.

- MUROS DE DOS SOTANOS -

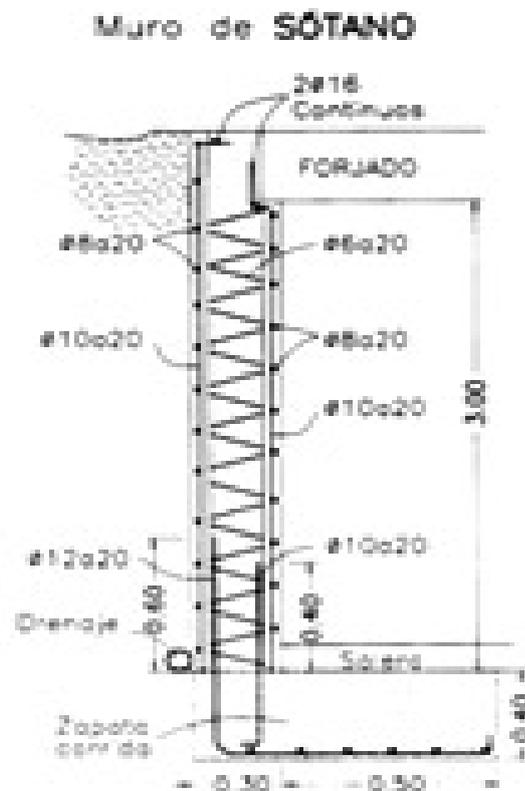
	EMPUJES LATERALES DEL TERRENO (I)	EFFECTO CARGA VERTICAL CENTRADA EN ZAPATA (II)	CARGAS VERTICALES (P.p.+PILARES+FORJADO)(III)
ESTADOS DE CARGAS		$N = p_1 + f_1 + f_2$ 	
MOMENTOS FLECTORES			
ESFUERZOS CORTANTES			
ESFUERZOS AXILES (*) El peso propio se considera constante en cada tramo del muro.			
REACCIONES EN APOYOS			

4.3.-Muros de sótano prefabricados.-

Está constituido por dos losas de hormigón armado de 6 cm., separadas por tres celosías que dan forma al sándwich prefabricado y lo rigidizan para su manipulación, además de constituir los "latiguillos" que soportarán la presión de hormigonado y el vibrado (hasta 7 T/m²). Puede trabajar en ménsula para muros de contención de tierras o depósitos abiertos, o empotrado-apoyado para muros de sótanos en la edificación.



Cada panel se monta de forma independiente al resto, siendo necesarias 4 cuñas de manera y un puntal llamado "de doble efecto", ya que sirve para empujar o recoger al prefabricado para su aplomado. No son necesarias ni reglas alineadoras, ni latiguillos. El constructor no tiene necesidad de invertir o alquilar costosos paneles de encofrado, ni tampoco tiene que renovar el tablero de madera fenólica de los paneles. Se coloca mediante grúa torre (para alturas menores de 3,5 m) o mediante autogrúa, directamente desde el camión, montándose cada panel en 10 minutos con sólo 3 hombres. El tiempo de ejecución de un muro clásico de 6 m de altura y 15 m de longitud es de 3 días, ya que implica el uso de un sobreandamio para ejecutar la segunda altura del muro. El nuevo sistema de muros permite, en un solo día, dejar terminado un muro de 6 m de altura por 20 m de longitud, totalmente rematado.



5.- JUNTAS ENTRE MUROS.

Existen de diversos tipos: de trabajo u hormigonado, de retracción o contracción, de dilatación,...

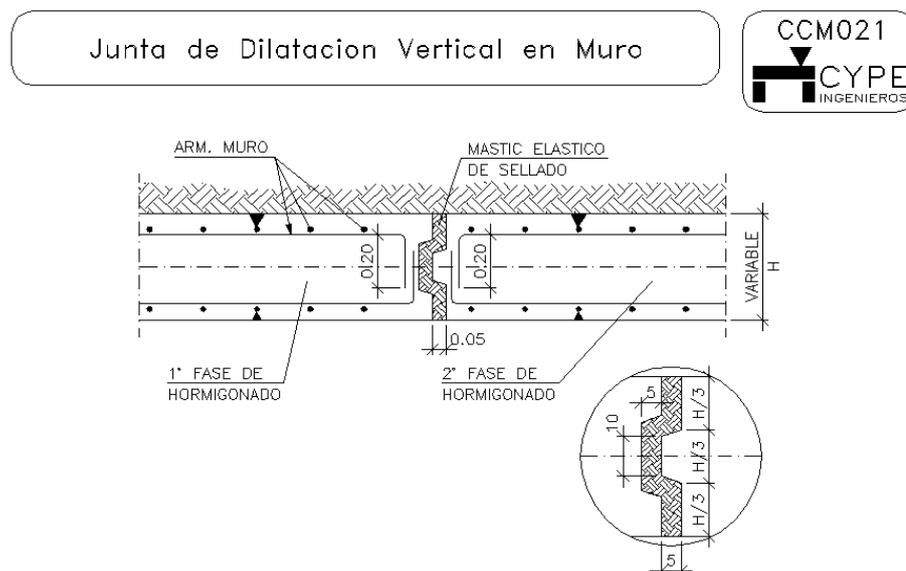
5.1- Juntas de dilatación

Para evitar la aparición de fisuras en los muros, por retracción, ..., es necesario realizar en los muros unas juntas llamadas de dilatación, retracción y hormigonado o simplemente juntas de retracción.

Estas **juntas deben de disponerse:**

- Cada 20m. como máximo en zonas de temperaturas extremas (la junta solo afecta al alzado).
- Cada 30m. como máximo en zonas de temperaturas moderadas (la junta solo afecta al alzado).
- Donde cambie la altura del muro (la junta solo afecta al alzado).
- Donde cambie la profundidad del plano de cimentación (la junta solo afecta al alzado y también al cimiento).
- En todo cambio de dirección en planta, salvo que se estudie estructuralmente la continuidad (la junta solo afecta al alzado y también al cimiento).
- Entre 14 y 8m. cuando la densidad de armadura horizontal es poca.

Fig.1



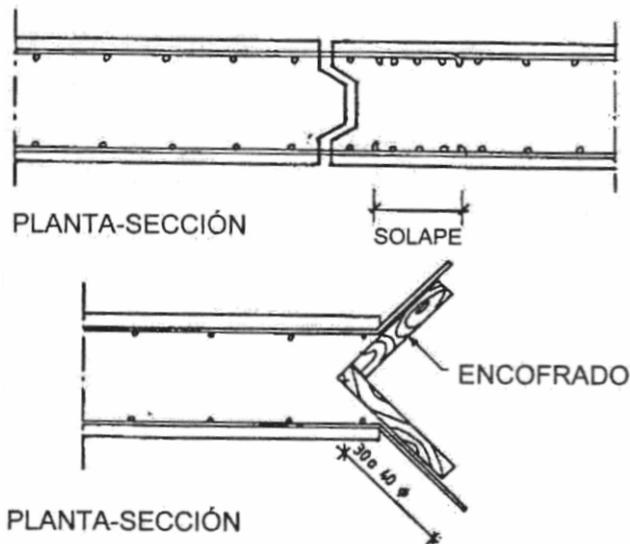


Fig. 2

La figura 1 nos muestra una junta de dilatación de ejecución simple, con remate liso entre ambos laterales del muro.

La figura.2 nos muestra una junta de dilatación de ejecución más compleja, con llave de cortante, para transmitir efectos cortantes de una zona a otra. La llave de cortante consigue una magnífica unión entre los hormigones de edades diferentes.

Estas juntas están constituidas por:

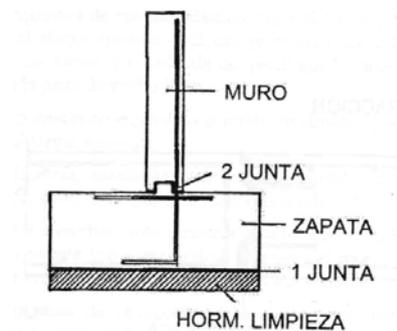
- Un perfil de estanqueidad de material elástico con resistencia a tracción no inferior a 100kg/cm^2 y resistente al ataque químico y al envejecimiento. Se colocará sujeto al encofrar antes de hormigonar, de forma que cada ala del perfil quede embebida en el hormigón y su óvalo central libre, en la junta de ancho 2m.
- Un separador de poliestireno expandido o producto similar, que se introducirá en la junta antes de hormigonar el tramo siguiente.
- Un sellante de la junta, mastico asfáltico, que se introducirá en ésta una vez que se encuentre limpia y seca, antes de disponer el relleno drenante del trasdós.

5.2- Juntas de hormigonado

Juntas horizontales:

La primera junta horizontal de hormigonado es la existente entre el hormigón de limpieza y el hormigón de la zapata.

La segunda junta horizontal de hormigonado es la que existe entre la zapata y el alzado del muro, que debe prepararse para absorber fuertes momentos flectores y esfuerzos cortantes.



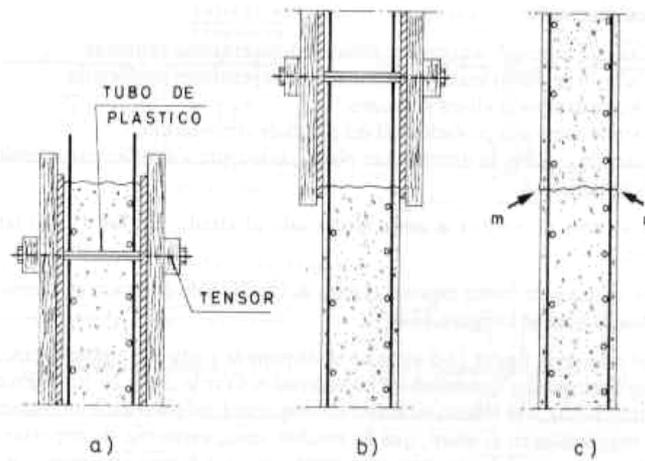
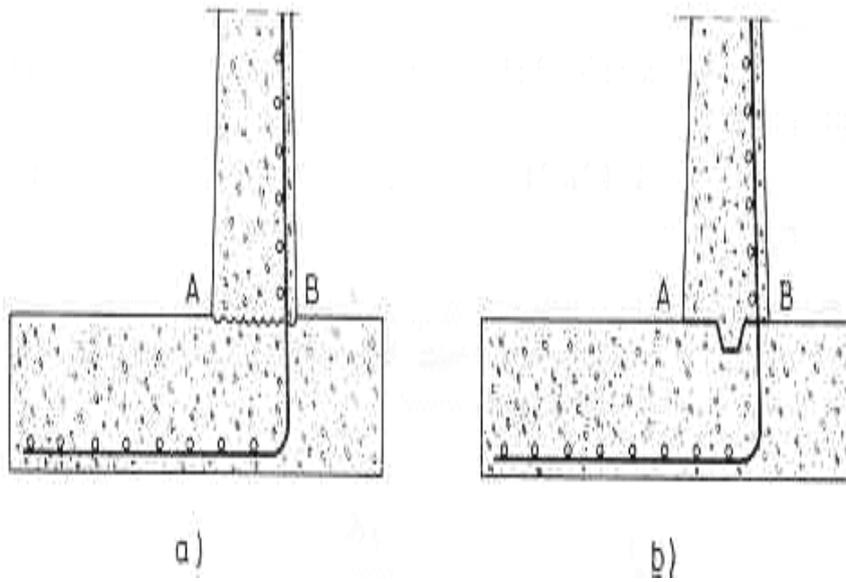
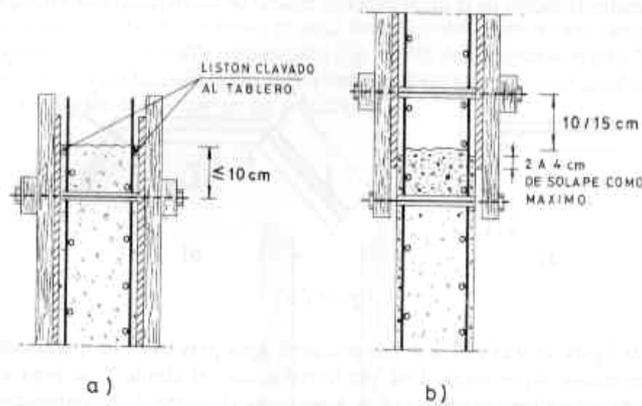
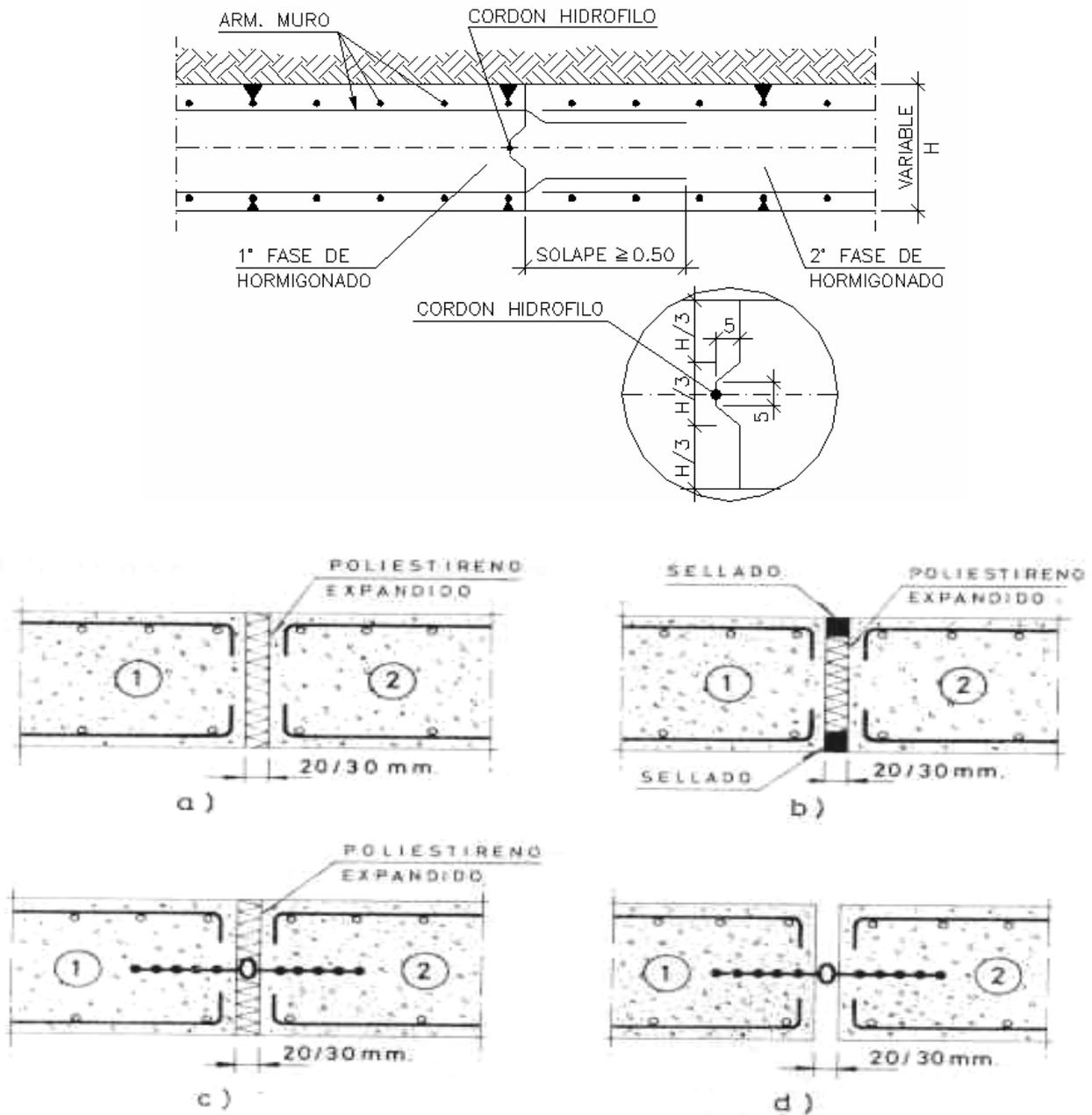


Figura 13-6



Juntas verticales:



6.- UTILIZACIÓN DE LOS MUROS DE SOTANO.-

Precauciones:

-No se dispondrán en el trasdós del muro cargas que rebasen las previstas en proyecto en una distancia de, al menos, dos veces la altura del muro contado desde su coronación.

-No se adosarán en el intradós acopios o elementos estructurales que puedan alterar su estabilidad.

-Se evitará en la proximidad del muro la instalación de conducciones de agua a presión y las aguas superficiales se llevarán, realizando superficies estancas, a red de alcantarillado o drenajes de viales con el fin de mantener la capacidad de drenaje del trasdós del muro para emergencias.

Prescripciones:

Para excavaciones con profundidad mayor de 50 cm. se realizará un estudio particular por un técnico competente.

Prohibiciones:

-No se permitirá ningún trabajo en los muros de sótano o zona próxima que afecte a las condiciones de solidez y estabilidad parcial o general del edificio sin la autorización previa de un técnico competente.

-No se adosarán al fuste del muro elementos estructurales y/o acopios que puedan variar la forma de trabajo del mismo.

-No se plantarán árboles en las inmediaciones del muro. En todo caso, antes de hacerlo se deberá consultar con un profesional, por si las raíces pudieran causar daños.

-No se abrirán zanjas paralelas al muro en las inmediaciones del intradós.

-No se manipularán forjados ni vigas que apuntalen al muro en su coronación.

-No se introducirán cuerpos duros en las juntas de los muros.

Mantenimiento:

-Inspección ocular de los paramentos, de las juntas y del sistema de drenaje después de cada periodo anual de lluvias.

-Se inspeccionarán los muros de sótano después de periodos de lluvia.

-Se evitará abrir zanjas paralelas al muro junto al mismo.

-Cada año, y en especial después de periodos de grandes lluvias, se inspeccionará el muro y el terreno colindante.

-Cuando se observe alguna anomalía, un técnico competente dictaminará su importancia y, en su caso, la solución a adoptar.

-Cada año se inspeccionarán los muros de sótano, en especial el estado y relleno de las juntas.

-Cada 5 años se comprobará el estado del enmasillado, renovándolo cuando sea necesario. No se introducirán cuerpos duros en las juntas.

-Cuando se observe una fuga en las canalizaciones de suministro o evacuación de agua, un técnico competente dictaminará su importancia y, en su caso, la solución a adoptar.

-Reparación y sustitución del sellado de las juntas.

-En caso de precisar sustituir el sellado, se acudirá a personal cualificado, que procederá a eliminar el producto de sellado existente, limpiar la junta y aplicar un nuevo sellado a base de un producto que garantice el buen funcionamiento y la estanqueidad de la junta.