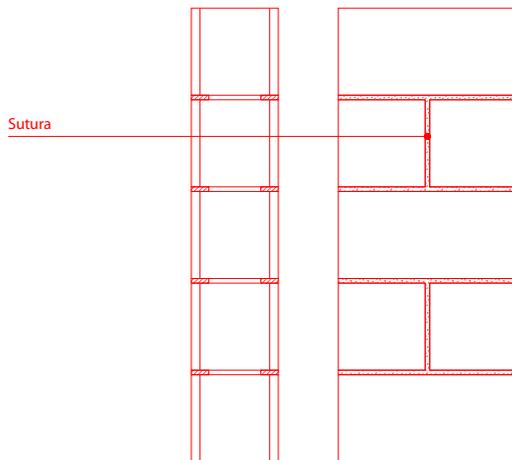
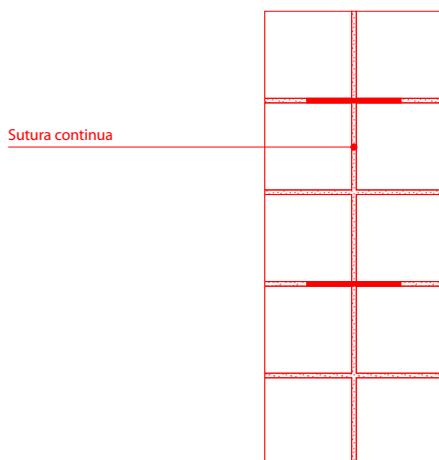




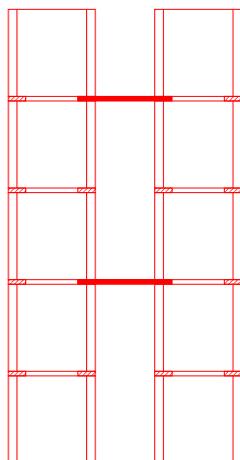
Colocación VERTICAL



Muro de una hoja.



Muro doblado.



Muro capuchino.

Información previa.

Antes de llevar a cabo la ejecución de cualquier muro deberemos de tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Tipos de muro.
2. Coordinación dimensional.
3. Morteros.
4. Juntas de movimiento.
5. Configuración de los huecos.

1. Tipos de muros.

Podemos considerar los siguientes tipos de muros:

Muro de una hoja: formado por bloques solapados y trabados en todo su espesor (sin cámara ni sutura continua).

Muro doblado: formado por dos hojas paralelas formando una sutura continua (no mayor de 25 mm) enlazados entre sí con llaves, conectores o armaduras de tendel, de modo que trabajen solidariamente.

Muro capuchino: formado por dos muros de una hoja paralelos, eficazmente enlazados por llaves, conectores o armaduras de tendeles con una o ambas hojas soportando cargas verticales. Cualquier muro cumplirá las siguientes condiciones:

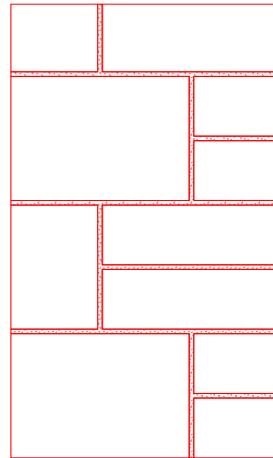
1. Las dos hojas de un muro se enlazarán eficazmente.
2. El número de llaves que enlazan las dos hojas de un muro será el obtenido en el cálculo de acuerdo con las acciones a que esté sometido el muro, teniendo en cuenta la resistencia de las llaves a colocar; nunca menor que 2 llaves/m².
3. Las llaves serán resistentes a la corrosión para el correspondiente tipo de exposición.
4. Se colocarán llaves en cada borde libre para enlazar ambas hojas.
5. Cuando un hueco traspasa un muro y el marco del hueco no puede transmitir la acción horizontal de cálculo directamente a la estructura, se distribuirán uniformemente las correspondientes llaves a lo largo de los bordes verticales del hueco.
6. Al elegir las llaves se considerará cualquier posible movimiento diferencial entre las hojas del muro, o entre una hoja y un marco.

Muro careado: formado por dos tipos de piezas de las cuales una constituye la cara vista y otra el trasdos, eficazmente trabadas entre sí de manera que trabajen solidariamente.

Muro de tendel hueco: en este tipo de muro el mortero en los tendeles se dispone en dos bandas situadas junto a los paramentos quedando la zona central hueca. Con esto se consigue una interrupción en la continuidad del mortero entre el exterior y el interior con la consiguiente mejora en el comportamiento térmico de la fábrica.

Muro de revestimiento: el muro reviste exteriormente sin traba a otro muro o a un entramado y no contribuye a su resistencia. Se dispondrán llaves de enlace entre el muro de revestimiento y el trasdosado portante para garantizar la estabilidad del primero así como la transmisión de posibles acciones laterales entre ambos.

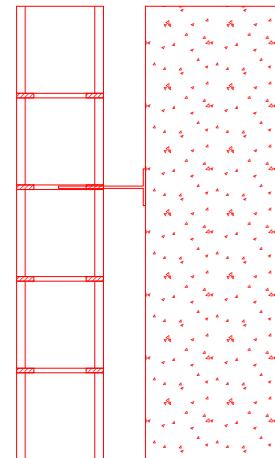
Muro de relleno: formado por 2 hojas paralelas, separadas al menos 50 mm, enlazadas con llaves, conectores o armaduras del tendel, con la cámara rellena de hormigón, de modo que trabajen solidariamente.



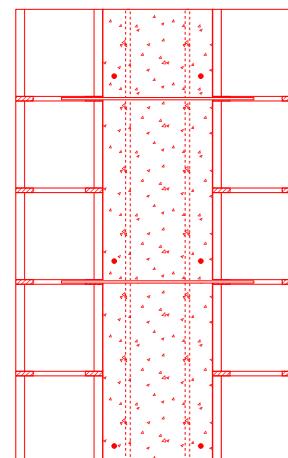
Muro careado.



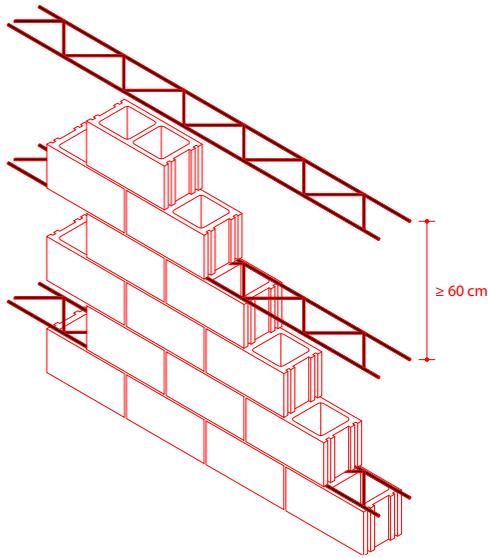
Muro de tendel hueco.



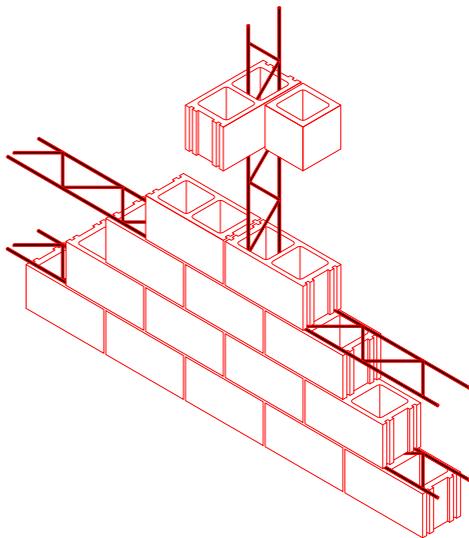
Muro de revestimiento.



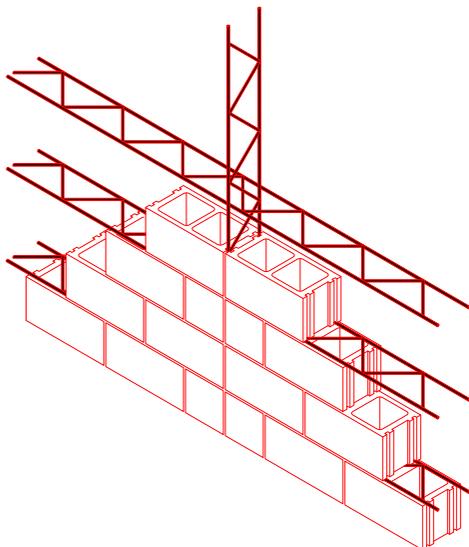
Muro de relleno.



Muro de fábrica armado por tendeles.



Muro acostillado aparejado.



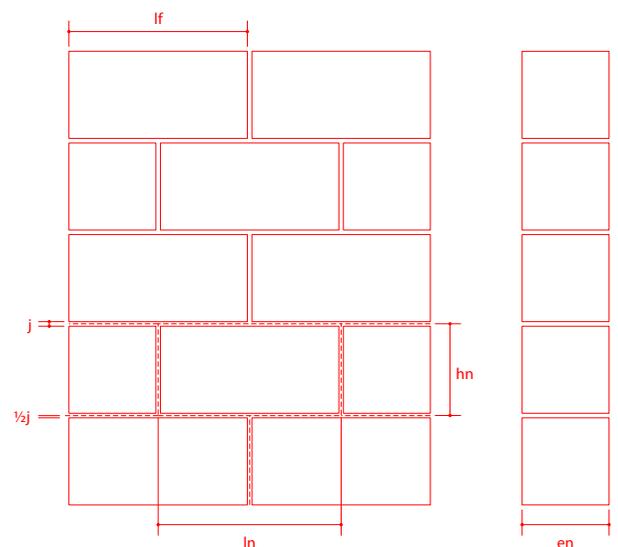
Muro acostillado trabado.

Muro de fábrica armado por tendeles: es cualquier muro en el que se dispongan regularmente armaduras de tendel prefabricadas a distancias verticales no mayores de 60 cm para controlar la fisuración (y poder absorber, además, solicitaciones laterales). Para lograr que las armaduras de tendel de un muro controlen su fisuración, éstas han de disponerse con una cuantía mínima de acero del 0,03% de la sección de la fábrica. Un muro de fábrica armado por tendeles puede ser cualquiera de los existentes (muro de carga armado por tendeles, muro de una hoja armado por tendeles, muro capuchino armado por tendeles, muro doblado armado por tendeles, ..., muro de cerramiento armado por tendeles) siempre que cumpla con la cuantía mínima de acero, la separación máxima y se empleen armaduras prefabricadas con la adecuada protección frente a la corrosión.

Muro acostillado: es cualquier muro armado por tendeles que además tiene dispuestas verticalmente costillas prefabricadas a distancias regulares que soportan flexiones en el plano vertical del muro.

Muro acostillado aparejado es aquel en que las costillas están dispuestas en el interior de las piezas huecas manteniendo el aparejo.

Muro acostillado trabado es aquel en que las costillas están dispuestas entre las piezas de la fábrica, dejando una llaga continua que deberá trabarse entrecruzando las armaduras de tendel con la costilla.



2. Coordinación dimensional.

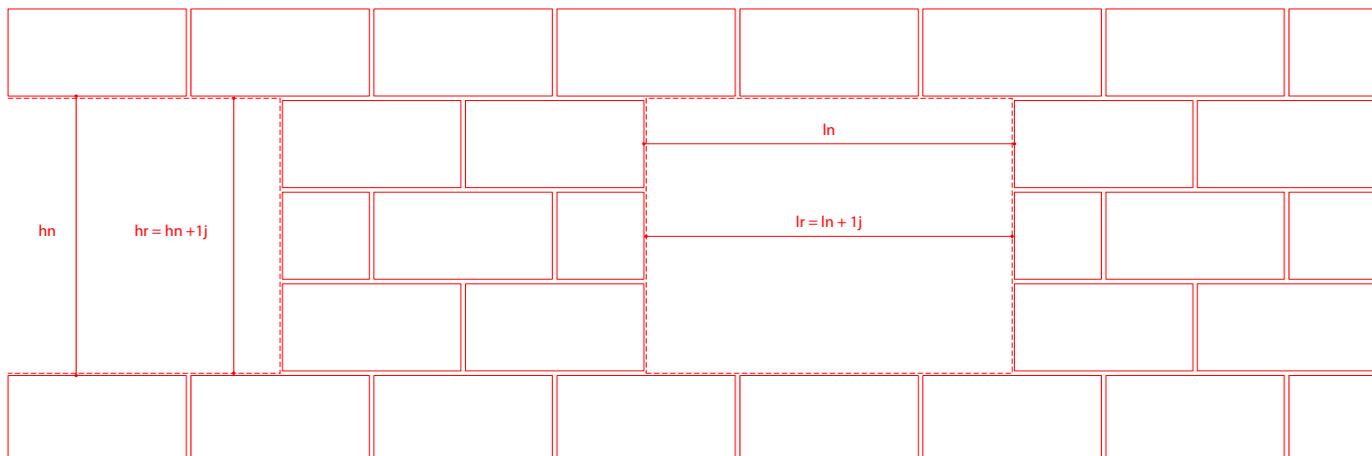
Dimensiones de fabricación: son las dimensiones teóricas adoptadas por el fabricante.

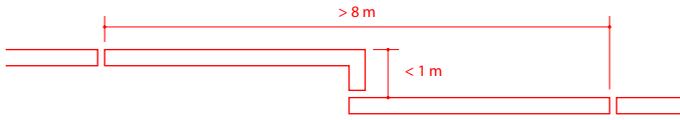
Dimensiones efectivas: son las dimensiones que se obtienen por medición directa sobre el bloque.

Dimensiones nominales: son las dimensiones de modulación del bloque incluyendo juntas y tolerancias. Las dimensiones de fabricación y nominales deberán ajustarse preferentemente a las de la siguiente tabla:

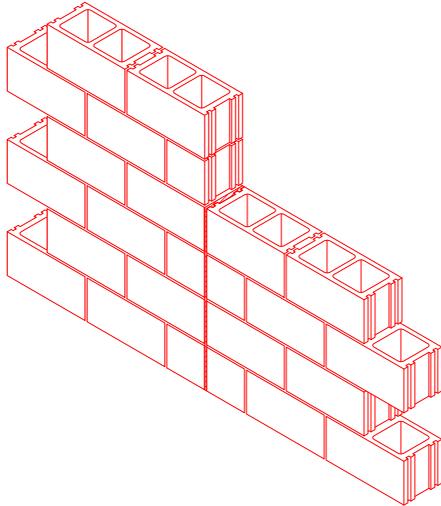
	Dimensión nominal (mm)	Dimensión fabricación (mm)
Anchura	60	50
	75	65
	100	90
	120	110
	125	115
	150	140
	200	190
	250	240
	300	290
Altura	100	90
	200	190
	250	240
	300	290
Longitud	250	240
	300	290
	400	390
	500	490
	600	590

Nota: Para bloques con relieves, el fabricante definirá las medidas de fabricación, las cuales no serán inferiores a las indicadas en esta tabla.

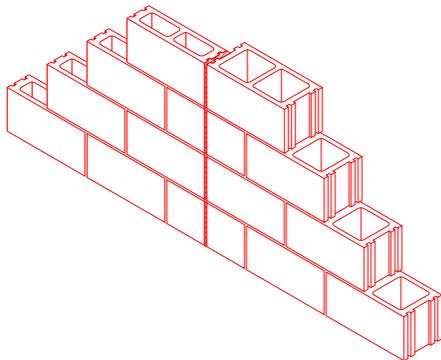




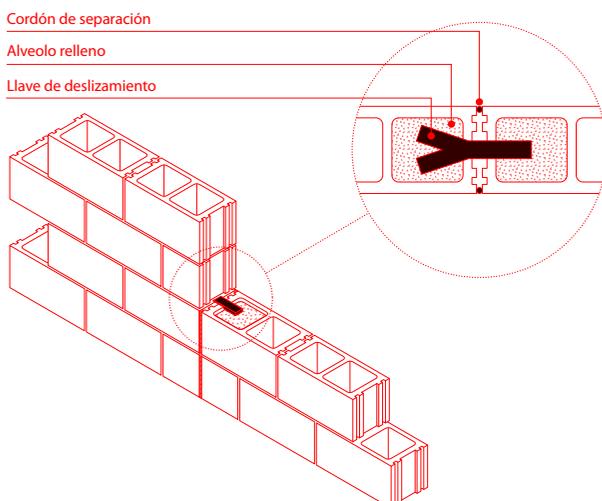
Ubicación de las juntas de movimiento.



Cambios de altura del edificio.



Cambio de espesor en el muro.



Incorporación de llaves metálicas.

3. Juntas de movimiento.

Existen una serie de factores que justifican la necesidad de incorporar juntas de movimiento en las fábricas de bloques de hormigón, como son:

La retracción se produce durante los primeros días después de la fabricación de las piezas de hormigón, por lo que es muy recomendable que queden depositadas en fábrica en las debidas condiciones de humedad y temperatura durante el periodo en que se desarrolla este fenómeno. Se estima un tiempo entre 15 y 30 días.

La rigidez y retracción de los morteros actuales de cemento, muy resistentes y poco dúctiles, por lo que es recomendable mezclarlos con cal (mortero bastardo o mixto) lo que los hace más trabajables, más elásticos y con menor retracción.

La deformabilidad de los elementos estructurales. Es necesario resaltar que para fábricas muy rígidas como las de bloques de hormigón en determinadas circunstancias, las flechas de $1/500$ de la luz pueden ser excesivas.

Para limitar la incidencia de todos estos factores en el comportamiento de la fábrica es necesario prever juntas de movimiento, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

En muros de carga.

La distancia horizontal entre juntas verticales no debe sobrepasar los 8 m pudiendo aumentarse entre un 50% y un 100% en fábricas armadas en función de la separación entre las armaduras.

Además de fragmentar los paños largos a las distancias indicadas se dispondrán juntas en los siguientes lugares:

En las esquinas, si las longitudes de los paños que la forman superan los 8 m.

En paños de más de 8 m de longitud en que se producen pequeños quiebros de menos de 1 m de longitud.

En los cambios de altura del edificio y en prolongación de ventanas verticales muy alargadas.

En los lugares donde se produce un cambio en el espesor de los muros.

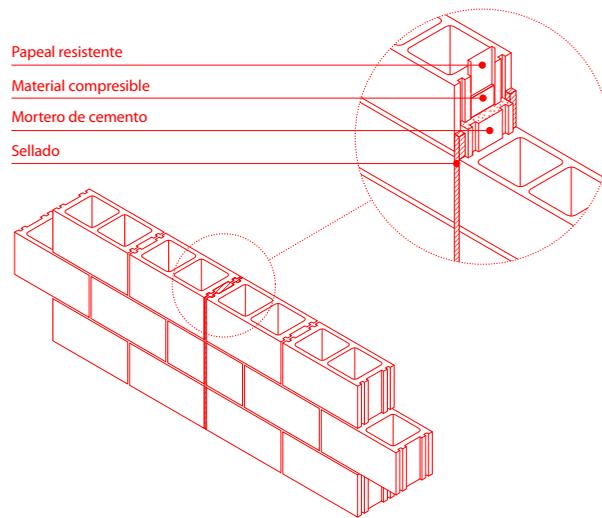
El ancho de la junta dependerá del movimiento previsto y del tipo de sellante, que deberá tener una capacidad de comprimir y recuperar su estado inicial de entre el 25% y el 50% de su espesor inicial. Teniendo en cuenta esto así como las separaciones de juntas indicadas, el ancho de las mismas, en general, deberá estar comprendido entre los 2 y 3 cm.

El material metálico utilizado en las llaves debe ser resistente a la corrosión o estar adecuadamente protegido contra ella.

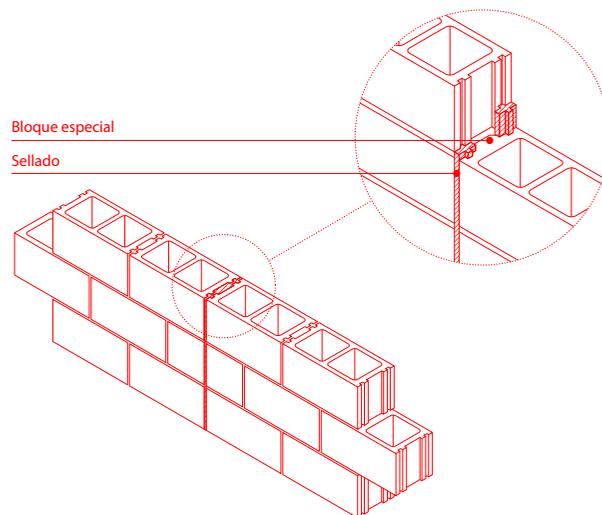
Los mismos efectos anteriores se pueden conseguir aprovechando los entrantes de las caras laterales del bloque para construir una junta que permita los movimientos longitudinales de la fábrica y la traba en sentido transversal, incorporando un papel resistente para evitar la adherencia y rellenando de mortero contra un material compresible del mismo espesor que la junta exterior.

También pueden emplearse bloques especiales con salientes en la cara lateral, que encajan con la cara lateral de bloques tipo o con entrantes para alojar juntas prefabricadas, como indican las figuras.

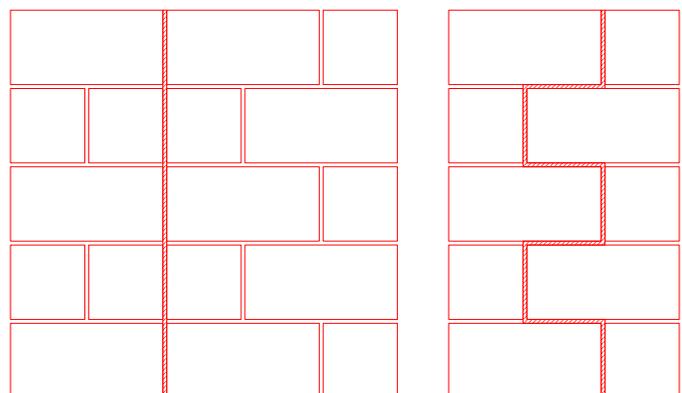
Las juntas de movimiento se pueden ejecutar rectas o endentadas adaptándose al aparejo del muro.



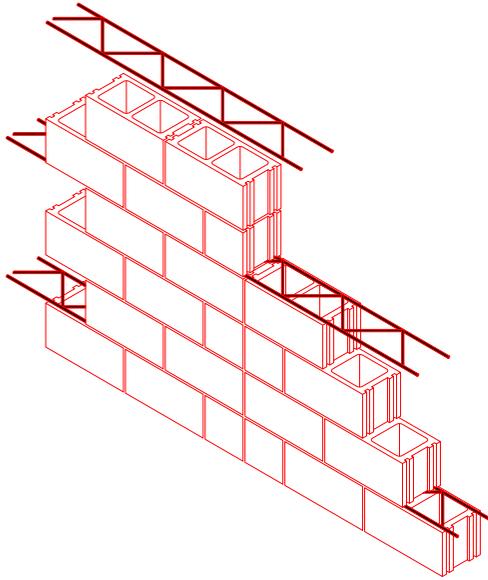
Aprovechamiento de los entrantes de los bloques.



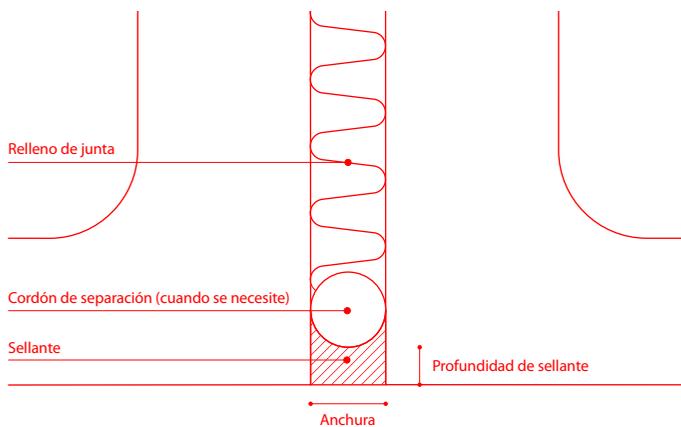
Utilización de bloques especiales o con entrantes.



Junta de movimiento recta y endentada.



Junta de movimiento con fábrica armada.



Relleno y sellado de justas de movimiento.

En fábrica armada.

Cuando los muros que se construyan sean de fábrica armada, es decir, que se trate de muros armados regularmente por tendeles cada 60 cm de altura, con una cuantía mínima de acero del 0,03% de la sección de la fábrica, con ella se controla la fisuración de la albañilería y es posible aumentar la separación de juntas verticales de movimiento, hasta el doble de las distancias habituales.

En muros de cerramiento.

En cerramientos se deben prever juntas de movimiento verticales y horizontales, las verticales al igual que en muros deben estar separadas como máximo 8 m. Las horizontales, al existir un mayor número de juntas, se pueden colocar a separaciones del orden de 12 m.

Relleno y sellado de juntas de movimiento.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Se deben especificar los rellenos y sellantes de juntas teniendo en cuenta el comportamiento exigido al muro, a los materiales de fábrica y el rango previsto de movimiento, que tienen que ser necesariamente elásticos.

En general las siliconas neutras ofrecen un mejor comportamiento en cuanto a la adherencia y elasticidad frente al paso del tiempo. La distancia del relleno de junta, desde la cara de la junta, debe permitir la profundidad correcta del sellante a emplear. En general no se recomiendan profundidades menores de 10 mm.

Las caras de la junta a las que se aplicará el sellante deben estar limpias y libres de materias sueltas. Deben estar también secas, salvo indicación contraria.

4. Morteros

El mortero pasará a formar parte de la pared, por lo que la elección del tipo de mortero a utilizar es crítica para el buen fin de la pared. El mortero debe de ser flexible para poder adaptarse a los movimientos de la pared además de resistente.

Dosificación: Es la proporción en la que intervienen cada uno de los componentes del mortero. Esta proporción se puede expresar en peso o en volumen de los mismos, comenzando por la cantidad de conglomerantes, cemento y/o cemento y cal, arena y agua. Actualmente la dosificación se expresa en función de la resistencia a compresión (N/mm^2) a la edad de 28 días obtenida sobre probetas prismáticas de cuatro por cuatro por dieciséis cm. Esto da lugar a una serie de morteros cuya proporción en volumen de sus componentes es la siguiente:

Tipo	N/mm^2	Cemento	Cal aérea	Arena
M-2,5				
a	2,5	1		8
b		1	2	10
M-5*				
a	5	1		6
b		1	1	7
M-7,5				
a	7,5	1		6
b		1	0,5	7
M-15				
a	15	1		3
b		1	0,25	3

* El tipo M-5 se corresponde con el M-40 que es la designación habitual de obra.

Para la fábrica de bloques de hormigón, teniendo en cuenta sus características, no se recomienda utilizar morteros superiores a M-5.

Componentes de los morteros:

Cementos: deben de cumplir las condiciones que estipule el pliego de recepción de cementos vigente, actualmente el RC-03 y normas UNE-EN en vigor.

Lo normal es utilizar los cementos del tipo CEM-II, con adiciones, sobre todo los tipos mixtos y cementos blancos correspondientes a los mismos.

La clase resistente de los cementos es aconsejable que sea como máximo de $32,5 N/mm^2$, utilizándose a veces cementos de clases resistentes 22,5 y 32,5 en el caso de utilizar cementos blancos.

Hay que tener en cuenta que cuanto mayor es la clase resistente del cemento menor es la plasticidad del mortero.

En el caso de utilizar morteros blancos o coloreados se utiliza cemento blanco con o sin cal y áridos blancos procedentes normalmente de mármoles machacados, o calizas caoliníticas.

Cales: la cal se utiliza en la fabricación de los morteros bastardos, es decir, con dos conglomerantes, cemento y cal, con lo que se mejoran la plasticidad del mortero y la retención de agua, dando una mezcla de color más claro.

Lo habitual es la utilización de cales aéreas dada la escasa producción de cales hidráulicas.

Arenas: las arenas utilizadas habitualmente son las de río, naturales o de machaqueo. En este último caso hay que proceder al lavado de las mismas para evitar un alto contenido en finos que pudiera dificultar la adherencia de la pasta de cemento.

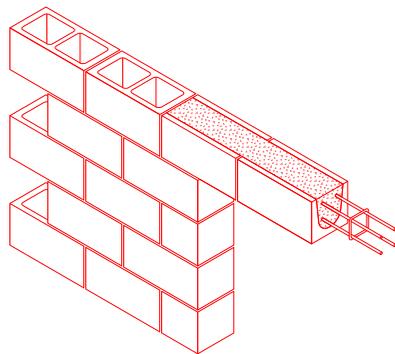
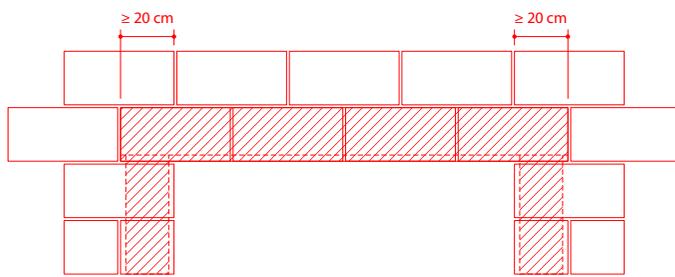
Deben de carecer de materia orgánica y cumplir con un tamaño determinado.

Además el tamaño máximo de la arena deber ser menor o igual que un tercio del espesor de la junta, y el contenido de finos (partes que pasan por el tamiz 0,08) menor que el 15%.

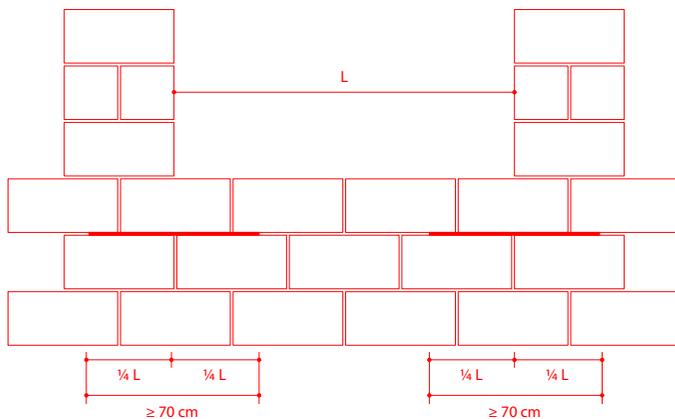
Aguas: se pueden utilizar para el amasado de morteros las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

No se utilizarán aguas de mar dado que su uso puede producir eflorescencias en las fábricas.

Aditivos: En el caso de utilizar aditivos debe comprobarse que no afecte de forma desfavorable a la calidad del mortero, de la fábrica, y a la durabilidad. Los aditivos se clasifican según el efecto principal es decir, la característica que se quiera mejorar, en plastificantes, inclusores de aire, hidrófugos etc. También se utilizan aditivos para modificar los tiempos de fraguado.



Dintel.



Armaduras colocadas en el tendel inferior a la hilada que corona el antepecho.

5. Configuración de los huecos

Dintel: los dinteles se resuelven con piezas dintel, que deben llevar incorporado un goterón. Estas piezas sirven de encofrado. Sobre la pieza se colocan las armaduras y se maciza de hormigón, formando así una viga armada que salva la luz y descansa por lo menos 20 cm sobre las jambas del hueco.

Jambas: las jambas se configurarán con piezas enteras y media determinación, como si se tratara de un comienzo de muro, constituyendo puntos intermedios de replanteo respecto del total del muro.

Antepecho y alfeizar: Las zonas del muro, inmediatamente inferiores a las jambas y el antepecho, suelen ser zonas con distintas concentraciones de carga, por lo que es conveniente reforzar la fábrica con armaduras de tendel prefabricadas formadas por $2 \text{ } \varnothing 4-6 \text{ mm}$ en el tendel inferior a la hilada que corona el antepecho. Estas armaduras colaboran para que trabaje toda la fábrica conjuntamente distribuyendo las tensiones localizadas que pudieran aparecer.

Las armaduras deben prolongarse a ambos lados de la jamba una dimensión no menor que la cuarta parte de la longitud del hueco y su longitud total nunca debe ser menor de 70 cm.

El alfeizar se puede realizar de diversos materiales (hormigón, piedra, metal, etc.). Su unión con las jambas y el cerco de la carpintería es muy importante para garantizar la estanquidad de dichos puntos. Se considera necesario adoptar como mínimo las siguientes medidas:

Tendrá una pendiente superior al 10% penetrando en las jambas al menos 4 cm. No se considera recomendable la junta a tope en dichos puntos.

Se recomienda colocar debajo una membrana impermeable que se introduzca en las jambas y bajo el cerco de la carpintería (en ocasiones puede ser suficiente con que el mortero de configuración de pendiente y recibido sea impermeable).

Deberá quedar solapado por el cerco de la carpintería; la cual deberá incorporar vierteaguas para alejar el agua.

El vuelo del vierteaguas del alfeizar será de al menos 3 cm y dispondrá de goterón.

Encuentro con carpintería: la carpintería es uno de los elementos más delicados del muro o cerramiento de bloques, ya que debe resolver problemas de filtración de aire, agua, agua-viento, aislamiento térmico, acústico, etc. Los materiales que la forman tienen un comportamiento distinto al resto por lo que habrá que garantizar el cumplimiento de todas las funciones exigidas a la vez que la compatibilidad de movimientos entre la carpintería y la fábrica.

Ejecución.

Una vez analizados los puntos anteriores empezaremos con la ejecución:

1. Replanteo.
2. Colocación.
3. Muros de carga.
4. Uniones entre muros.
5. Arranque cimentación.
6. Apoyo forjados.
7. Barrera antihumedad.
8. Arrisostramientos.
9. Muros de cerramiento.

1. Replanteo.

Replanteo vertical: se recomienda trabajar con la dimensión nominal de altura del bloque, para establecer las distintas alturas de piso con el fin de que los cálculos para el replanteo vertical sirvan únicamente para resolver pequeños problemas de ejecución.

Se tomará la cara superior o inferior del forjado como referencia de nivel e intentará hacerla coincidir con la cara superior del bloque en distintas hiladas una vez colocado.

Se ajustará la modulación vertical calculando el espesor del tendel (1 cm + 2 mm generalmente) para encajar un número entero de bloques entre referencias de nivel sucesivas.

Los niveles de antepecho y dintel de huecos se deberán ajustar a la modulación vertical entre referencia de nivel, coincidiendo con hiladas completas.

Replanteo horizontal: se deberá comprobar que las longitudes de huecos y macizos se ajustan a lo establecido en el capítulo 6 sobre coordinación dimensional.

Se trazará sobre el cimientó, forjado..., la planta de la fábrica marcando los huecos aunque tengan antepecho ya que las jambas, juntas de dilatación, etc., se constituyen como un comienzo de muro. Se colocarán miras aplomadas en cada esquina, hueco, quiebro, mocheta, junta de movimiento y en paños ciegos a distancias menores de 4 m.

Se pasa un nivel a todas las miras, y a partir de él se encastillan con intervalos iguales a la altura del bloque más el espesor del tendel, comprobando que coinciden con las distintas referencias de nivel de antepechos, dinteles, forjados, etc.

Se coloca una cuerda atada a las miras en el trazo mas inferior definiendo un plano horizontal que va a servir de referencia para la colocación de los bloques de la primera hilada. Si la primera hilada va colocada sobre la cimentación deberá preverse un tendel de espesor suficiente para absorber las posibles irregularidades de la cara superior de cimiento.

Se recomienda marcar la cuerda con la situación de las llagas en la fábrica para conseguir un aparejo más homogéneo.

2. Colocación

El espesor de los tabiques es mayor por una de las caras de asiento que por la otra, la cara que tiene mas superficie de hormigón deberá colocarse en la parte superior para ofrecer una superficie de apoyo mayor al mortero de la junta.

Las juntas deben quedar perfectamente llenas de mortero, tanto en horizontal como en vertical, para asegurar una buena unión bloque - mortero.

Se echará mortero en cantidad suficiente para garantizar que rebosará por las dos caras del muro al colocar otro bloque sobre la junta.

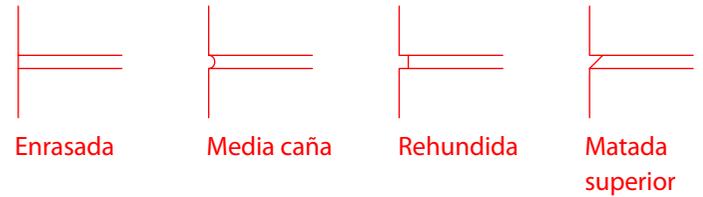
Se aplicará mortero sobre los salientes de la testa del bloque, presionándolo para evitar que se caiga al transportarlo para su colocación en la hilada, y en cantidad suficiente para garantizar que la llaga quede rellena.

Los bloques se llevarán a su posición mientras el mortero está aún blando y plástico, quitándose el mortero sobrante con la paleta sin ensuciar ni rayar el bloque. Los bloques que queden mal colocados o removidos, deben ser levantados y colocados de nuevo.

No se debe intentar alinear un bloque después de haber colocado otra hilada sobre él, ya que se formaría una discontinuidad de la unión bloque–mortero en las juntas contiguas.

Antes de llaguear las juntas, se deben rellenar con mortero fresco los agujeros o pequeñas zonas que no hayan quedado completamente ocupadas, comprobando que el mortero esté todavía fresco y plástico.

Los tipos de juntas que se suelen emplear en este tipo de fábricas son los siguientes:

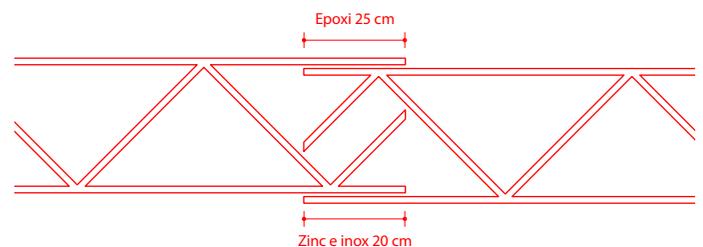


La junta matada inferior no se considera aceptable ya que favorece la entrada de agua en la fábrica. Para un correcto acabado de la fábrica es muy importante no ensuciar el bloque cara vista durante su ejecución, protegiéndolo si es necesario. Si fuese necesaria una limpieza final se puede realizar mediante proyección de agua a presión y un cepillado posterior, o bien utilizando una mezcla de agua con ácido clorhídrico al 7-8 % limpiándolo posteriormente con agua.

Colocación armaduras de tendel

Se colocarán embebiéndolas en el mortero, cuidando de que queden centradas en el grueso del tendel.

Para garantizar la transmisión de esfuerzos del acero en los solapes de las armaduras a través del mortero, es imprescindible realizar correctamente los solapes con una longitud mínima de unos 25 cm para armaduras con capa epoxi, y de 20 cm para las galvanizadas e inoxidable. Se evitará que en el solape queden las armaduras montadas unas encima de las otras.



Solapes de las armaduras.

3. Muros de carga

Sin armar: los muros de bloques huecos de hormigón se configuran en hiladas horizontales alternando las juntas verticales (llagas) de manera que las de cada hilada coincidan con los planos verticales de simetría, normales al paramento, de los bloques de las hiladas superior e inferior, y los huecos se corresponden en toda la altura del muro.

Armados: para mejorar su resistencia a flexión y compresión se pueden reforzar las fábricas de bloques de hormigón con armaduras de acero, tanto horizontal como verticalmente de manera que ambas actúen conjuntamente ante los esfuerzos.

Las armaduras horizontales generalmente se colocan en piezas tipo zuncho a medida que se sube la fábrica formando cadenas (zunchos) de atado. Se recomienda armar una de cada cinco hiladas, como mínimo con 2 Ø 8.

Las armaduras verticales van en el interior de las columnas de huecos; se pueden colocar antes o después de levantar la fábrica. Se recomienda armar un bloque cada 5 unidades contadas en planta.

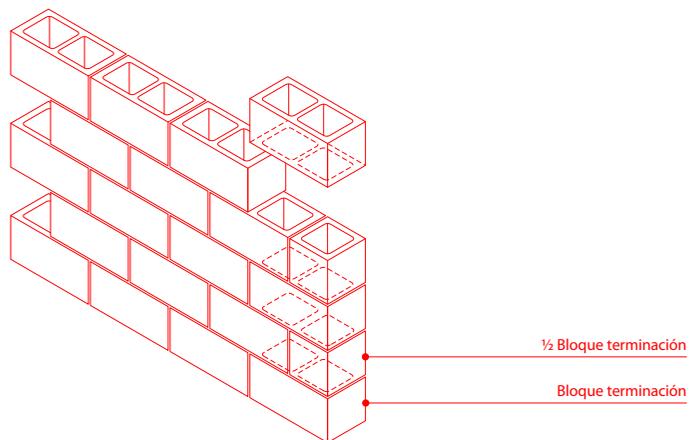
Podrán disponerse costillas verticales enteras en toda su longitud a las que acomete lateralmente el bloque de hormigón hueco, abriéndole el lateral correspondiente; manteniéndose el aparejo.

Cuando las armaduras de acero estén incluidas en el mortero de los tendeles, cumplirán las siguientes condiciones:

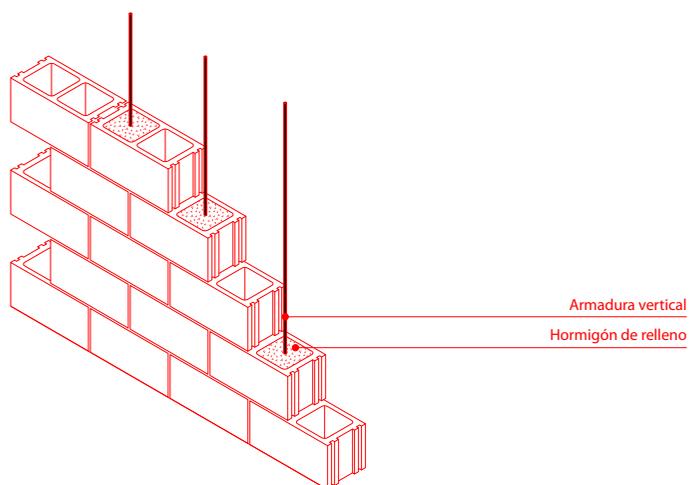
El espesor mínimo del recubrimiento de mortero desde la armadura hasta la cara de la fábrica será de 15 mm.

El recubrimiento de mortero, sobre y bajo la armadura de tendel, no será menor que 2 mm, excepto para el mortero fino.

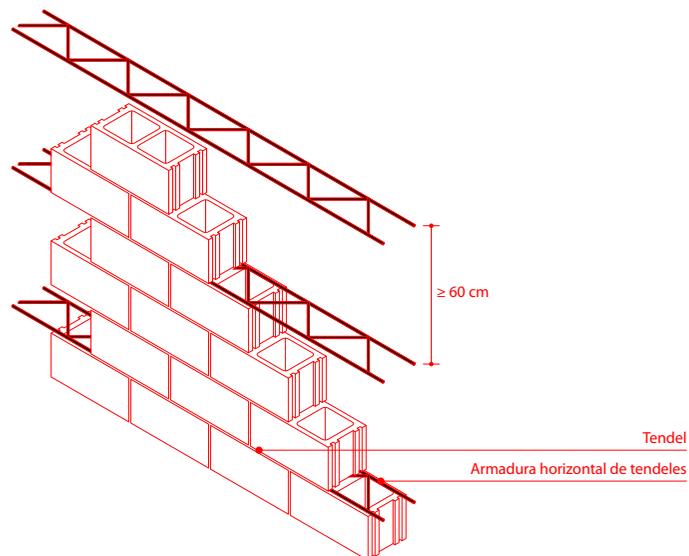
La armadura se dispondrá de modo que el recubrimiento se mantenga.



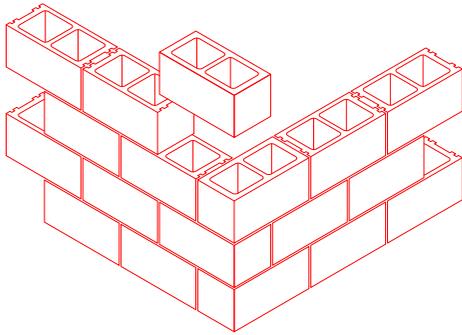
Muro de fábrica sin armar.



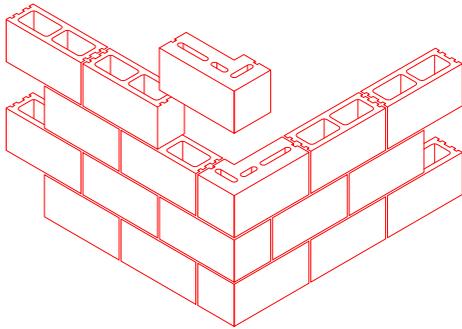
Muro de fábrica armado verticalmente.



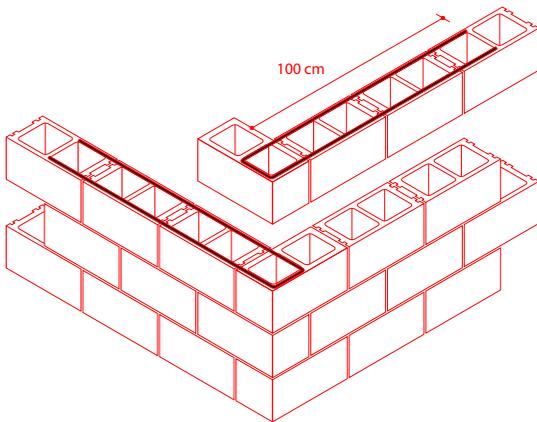
Muro de fábrica armado horizontalmente por tendeles.



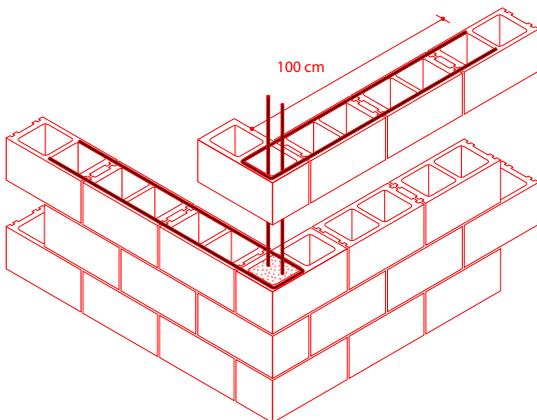
Esquina resuelta alternando la zona común de los muros.



Esquina resuelta con piezas de esquina.



Esquinas con horquillas horizontales de acero.



Esquinas con horquillas horizontales de acero y armado vertical.

4. Uniones de muros

Las uniones entre muros constituyen puntos singulares que es necesario resolver adecuadamente.

Podemos considerar tres situaciones en las uniones de muros: esquinas, encuentros y cruces.

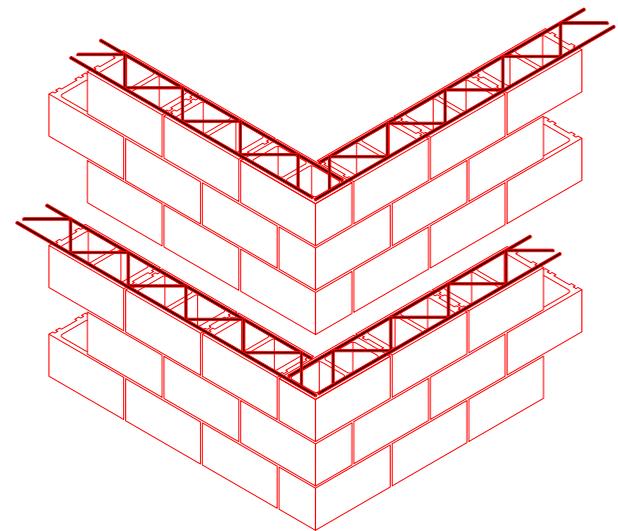
Esquinas: se resuelven haciendo pertenecer alternativamente la zona común a cada uno de los muros:

Cuando el espesor del muro es inferior a la mitad de la longitud del bloque se resuelve con piezas de esquina:

En fábricas reforzadas de bloques de áridos ligeros, las uniones incorporarán horquillas de acero que se colocan en cada hilada trabando la unión.

Si los muros se construyen con bloques huecos además de las horquillas el alveolo común se maciza con hormigón y se arma verticalmente, anclándose a la cimentación en su arranque.

En las esquinas de los muros de fábrica armada por tendeles, donde se emplean armaduras prefabricadas de tendel a distancias regulares no mayores de 60 cm de altura, para controlar la fisuración, éstas se doblarán en esquina evitando cortar la armadura longitudinal exterior, y cortando en cambio la interior, que se doblará y solapará según el gráfico. Se cuidará en alternar la disposición del solape, entre las hiladas pares e impares.



Esquinas de muros de fábrica armada por tendeles.

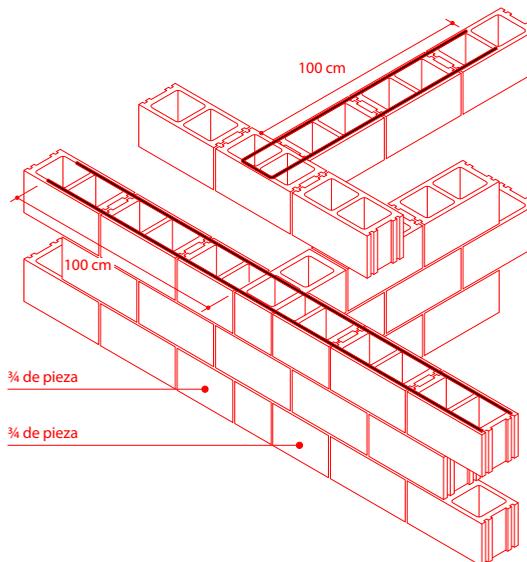
Encuentros: en los encuentros es necesario incorporar piezas cortadas de la longitud variable necesaria en una de las hiladas para mantener el aparejo y la coincidencia vertical de tabiquillos en bloques huecos.

En fábricas reforzadas de bloques huecos los encuentros se complementan en cada hilada con horquillas y barras de acero, se macizan de hormigón y se arma verticalmente el alveolo común, anclando la armadura a la cimentación en su arranque.

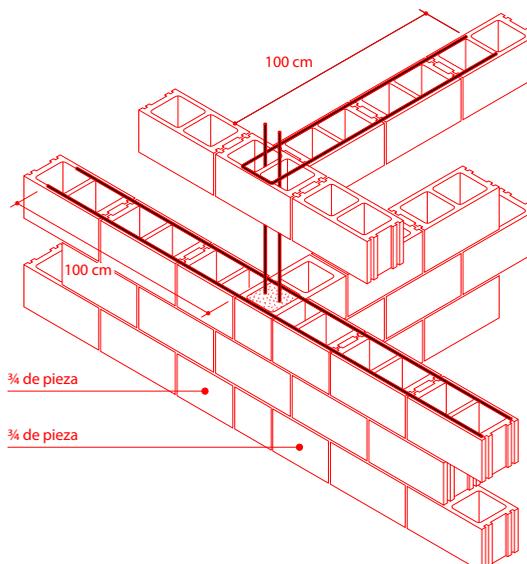
En fábricas cara vista, para impedir que el muro perpendicular a fachada rompa el aparejo de esta y teniendo en cuenta que muy probablemente sea de diferentes características, para evitar que aparezca en fachada se puede resolver el encuentro cortando las piezas del muro perpendicular a fachada, dejando pasar por delante la pared exterior del muro de fachada.

Otra solución de enlace rígido consiste en no trabar los muros, dejando pasante el de fachada que mantiene el aparejo, e interrumpiendo el transversal. La unión se resuelve mediante anclajes metálicos en forma de Z que se incorporan en los alvéolos, macizándolos de hormigón sobre una malla metálica para contener el relleno. Los anclajes deben colocarse a intervalos verticales no superiores a 80 cm.

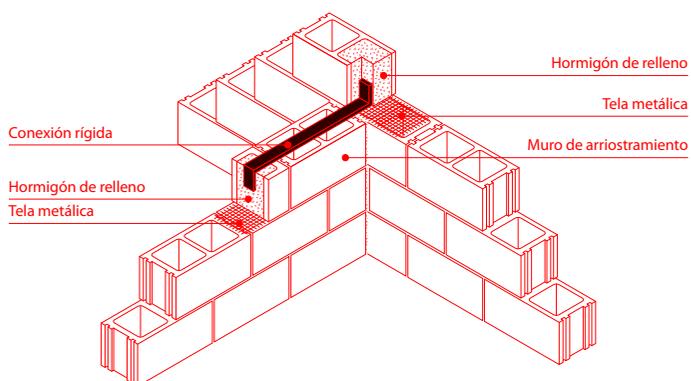
Como alternativa a la anterior, se puede optar por macizar y armar los alvéolos contiguos en toda su altura, incorporando horquillas de acero en todas las hiladas.



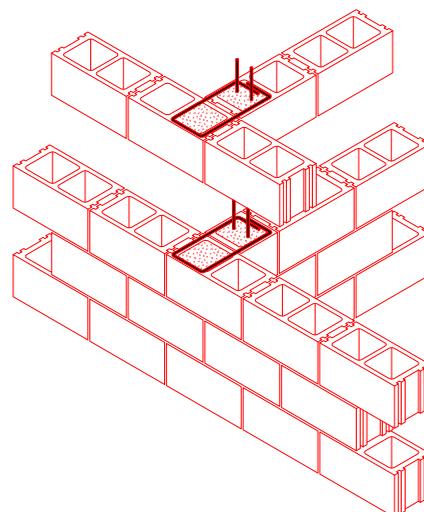
Encuentros para fábricas no reforzadas de bloque de áridos ligeros.



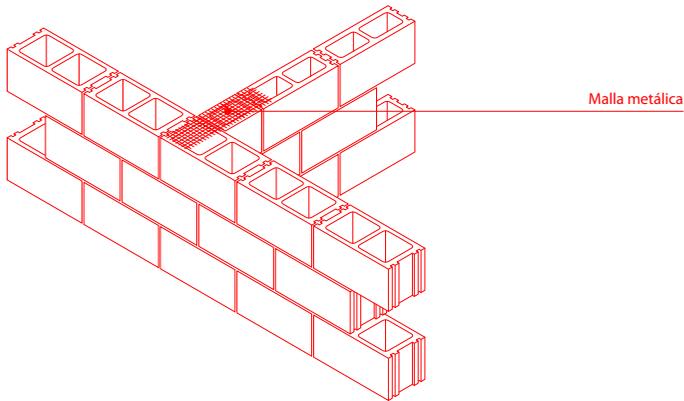
Encuentros para fábricas reforzadas de bloques huecos.



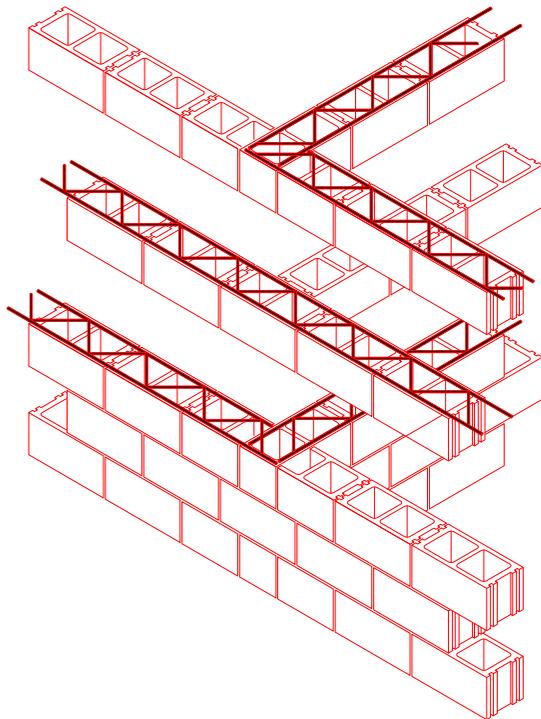
Encuentro mediante anclajes metálicos en forma de Z.



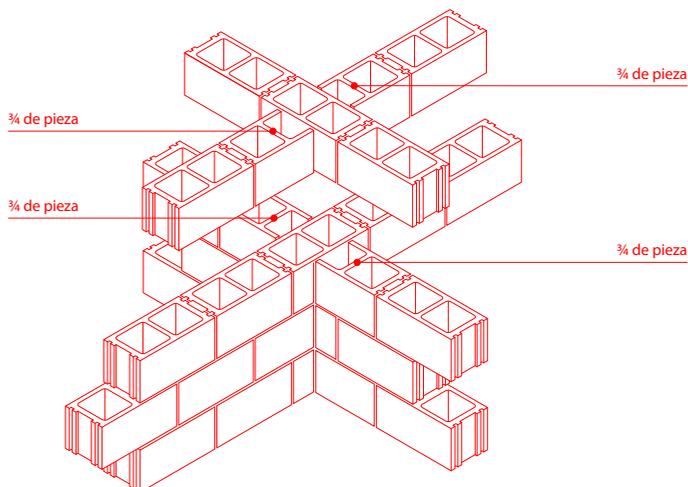
Encuentros con armadura vertical y horquillas de acero.



Encuentro entre muros de distinto espesor.



Encuentro de muros de fábrica armada por tendeles.



Cruce para fábricas no reforzadas de bloques huecos.

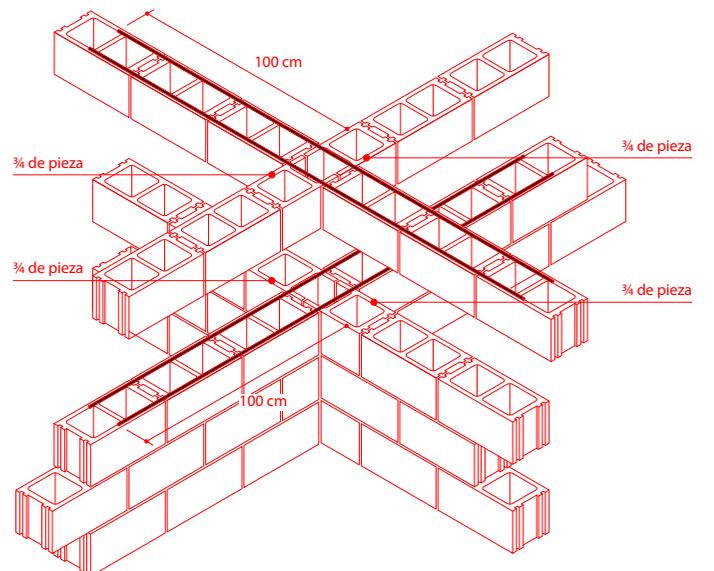
Cuando el encuentro se produce con particiones interiores, en las que el espesor suele ser bastante menor, la unión se puede resolver incorporando una malla metálica de sección suficiente en todas las hiladas.

En los encuentros de los muros de fábrica armada por tendeles, donde se emplean armaduras prefabricadas de tendel a distancias regulares no mayores de 60 cm de altura, para controlar la fisuración, éstas se doblarán en esquina evitando cortar la armadura longitudinal exterior, y cortando en cambio la interior, que se doblará y solapará según el gráfico. Se cuidará en alternar la disposición alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda, de la armadura de tendel doblada en "L" en el encuentro. También se añadirá una armadura de tendel continua en el muro pasante, y entre los tendeles intermedios a los anteriores.

Cruces: en los cruces aparecen piezas de $\frac{3}{4}$ de longitud en las dos hiladas para mantener el aparejo y con la coincidencia vertical de tabiquillos en fábricas de bloques huecos.

La solución para fábricas reforzadas de bloques de áridos ligeros incorpora en cada hilada barras de acero de $\varnothing 6$ trabando la unión.

En los cruces de los muros de fábrica armada por tendeles, donde se emplean armaduras prefabricadas de tendel a distancias regulares no mayores de 60 cm de altura, para controlar la fisuración, éstas se dispondrán de forma continua alternativamente, en cada uno de los muros del cruce en hiladas pares e impares.



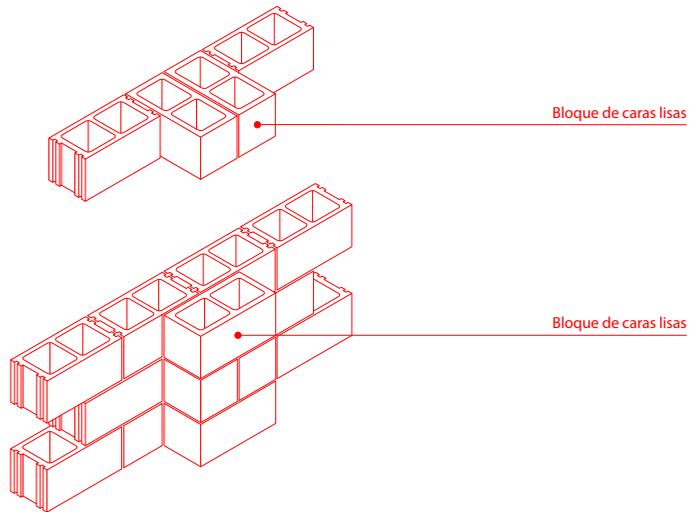
Cruce para fábricas reforzadas de bloques de áridos ligeros.

Pilastras: las pilastras se resuelven utilizando piezas con las caras laterales lisas trabadas con el muro.

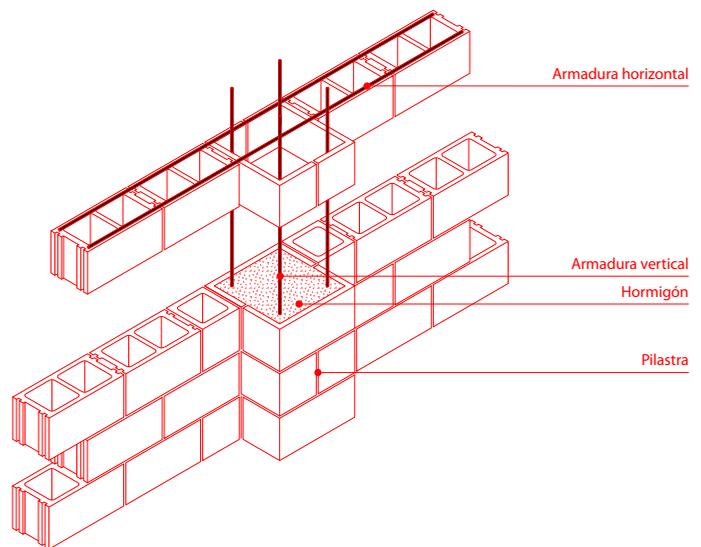
En la cara opuesta a la pilastra se rompe el aparejo apareciendo una junta vertical continua.

Se puede mejorar el comportamiento de la pilastra rellenando los 4 alvéolos con hormigón en masa o con armaduras verticales.

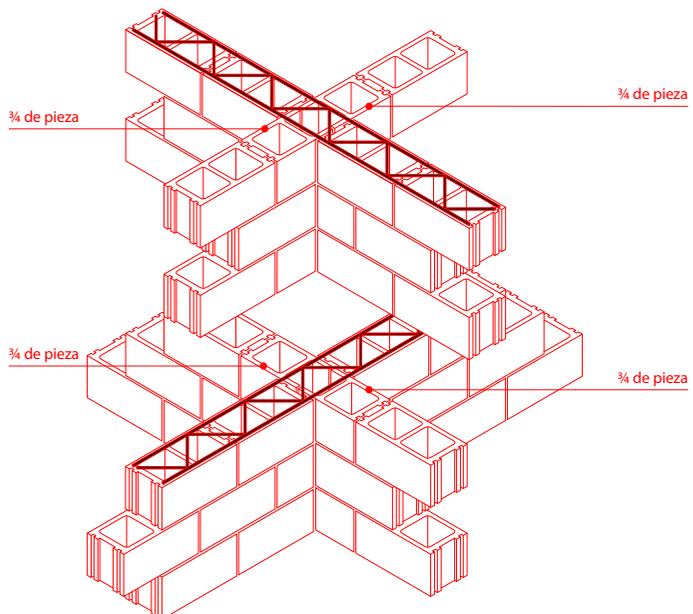
Un mayor refuerzo se puede conseguir incorporando pilares de hormigón armado en la fábrica, mediante la utilización de piezas de pilastra sencilla y de enlace, con las que se consigue la traba y mantiene el aparejo. Además se pueden incorporar barras y horquillas de acero en las juntas.



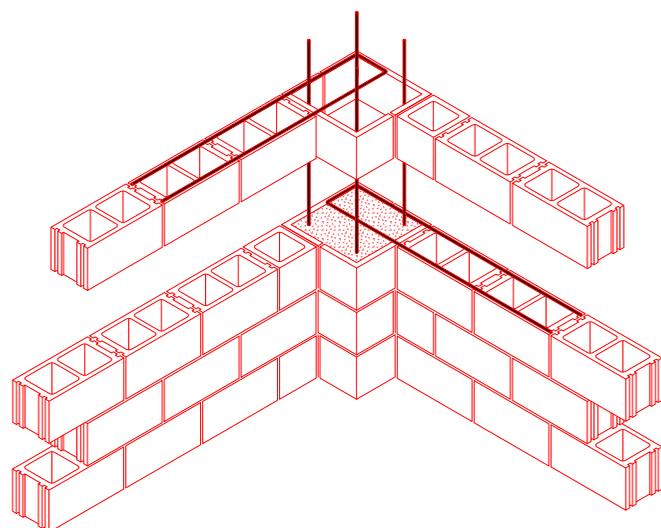
Pilastra resuelta con bloques de caras lisas.



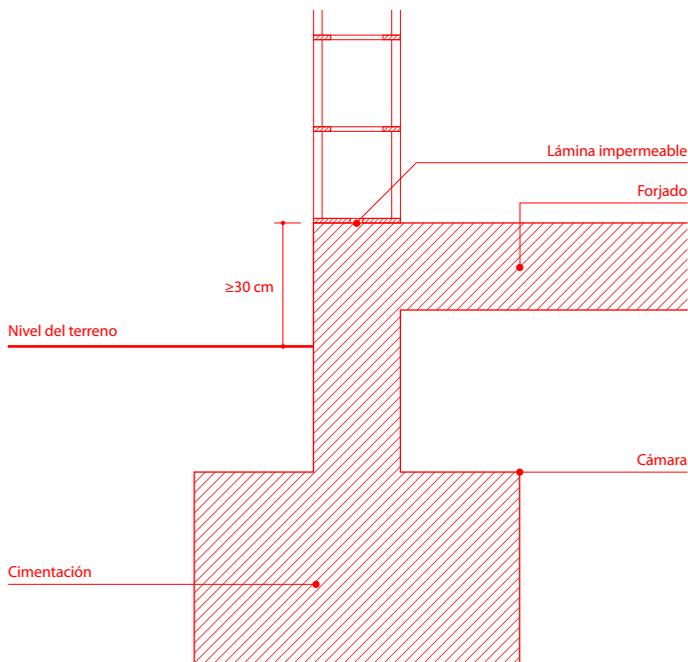
Pilastra reforzada con hormigón armado, utilizando piezas de pilastra.



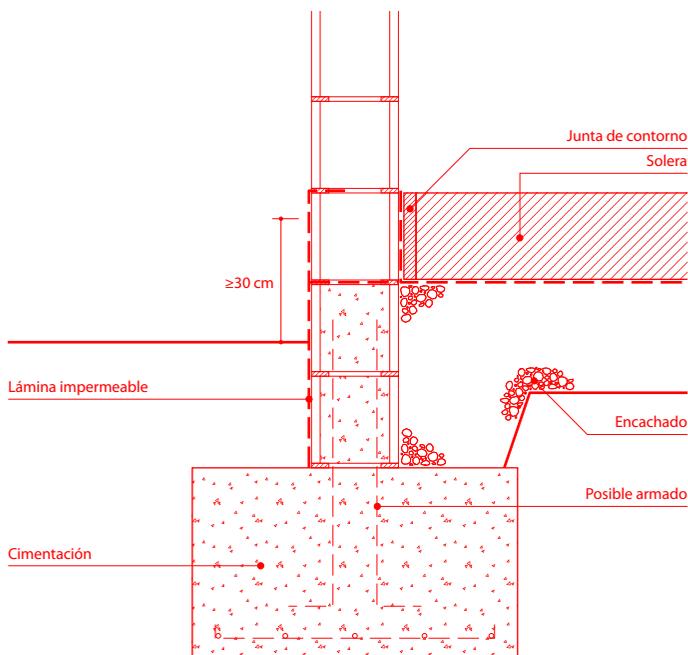
Cruce para fábricas armadas por tendeles.



Pilastra reforzada con hormigón armado, utilizando piezas de pilastra.



Arranque del muro de fábrica sobre zócalo.



Arranque del muro de fábrica apoyado sobre la cimentación.

5. Arranque en cimentación.

En los muros de fábrica se suele realizar la cimentación con zapatas corridas cuando el estrato de terreno adecuado se sitúa a poca profundidad. Las zapatas deben ser horizontales y continuas pasando por debajo de los huecos, quedando enlazadas las cimentaciones de la forma más eficaz posible.

La cimentación será suficientemente rígida para garantizar la limitación de asentos previstos en la Normativa Vigente.

La solución más apropiada es no enterrar los bloques para apoyarlos sobre el cemento, sino realizar un zócalo que sobresalga del nivel del terreno una longitud no inferior a 30 cm.

Cuando se decida apoyar el muro de fábrica de bloques sobre la cimentación, deberán tomarse las precauciones necesarias incorporando barreras impermeables en la sección del muro para evitar la ascensión de agua por capilaridad, así como proteger la cara exterior del muro contra el terreno, realizando un drenaje cuando la profundidad y condiciones del terreno lo aconsejen.

Las barreras impermeables horizontales en los muros deben permitir la transmisión de cargas verticales y horizontales sin causar daños.

El efecto de deslizamiento en la barrera impermeable bajo acciones horizontales debe ser tenido en cuenta en el cálculo.

Los materiales que pueden rebotar del muro por aplastamiento no son recomendables.

Se aconseja rellenar de hormigón los bloques enterrados o incluso armarlos verticalmente cuando los empujes horizontales lo exijan.

6. Apoyo de forjados

El apoyo de los forjados en los muros de fábrica de bloques se realizará mediante zunchos o cadenas de hormigón armado, con dimensión suficiente para cumplir las funciones de atado y reparto de cargas verticales.

El forjado deberá colocarse sobre el muro cuando haya transcurrido el tiempo necesario para garantizar que las juntas estén suficientemente endurecidas.

Los apoyos sobre muro extremo o muro central se pueden realizar por cualquiera de los sistemas (enlace por entrega, enlace por solape o enlace por introducción de la armadura saliente) que prevé la instrucción EFHE.

Para evitar que el hormigón penetre por las perforaciones de los bloques se pueden utilizar piezas dintel, colocadas como canal o invertidas y telas metálicas suficientemente tupidas en los tendeles.

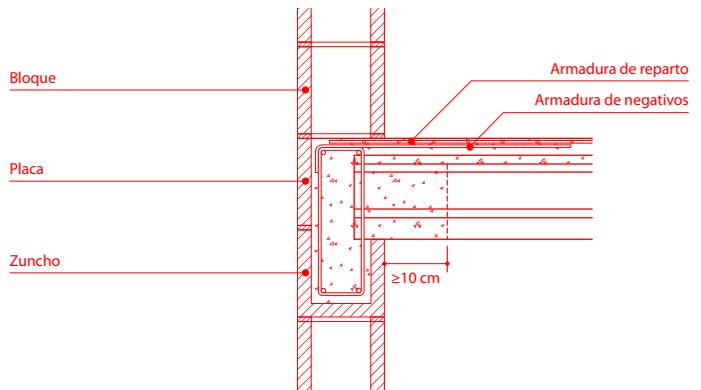
Para apoyo extremo y fábrica vista la solución mas aceptable se puede configurar con una pieza dintel en forma de canal cortando el tabiquillo interior (forjado de espesor >20 cm) manteniendo el enrase de la cara superior del forjado con un tendel. El resto del canto de forjado se debe chapar con una pieza de plaqueta, colocada previamente para que quede recibida al hormigonar.

Una solución alternativa se puede realizar utilizando una pieza tipo cortada, en vez de una pieza dintel y malla metálica en el tendel inferior.

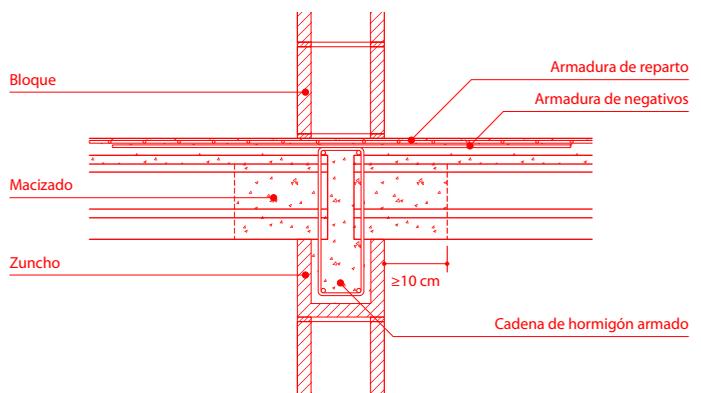
En el muro central se puede utilizar la misma solución que en el muro extremo, con pieza dintel en forma de canal cortando los dos tabiques, o bien invertir la pieza obteniendo una cadena con menor canto.

En cualquier caso es recomendable que el canto de la cadena sea, como mínimo, 5 cm mayor que el canto del forjado para permitir el enlace correcto de las viguetas.

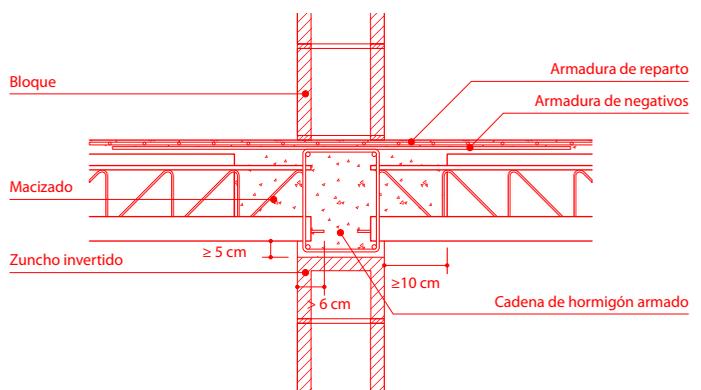
En muros de arriostramiento, al no tener el problema anterior el canto de la cadena puede ser el mismo que el del forjado, debiendo colocar una vigueta a cada lado del mismo para conseguir un apoyo correcto de los elementos aligerantes del forjado.



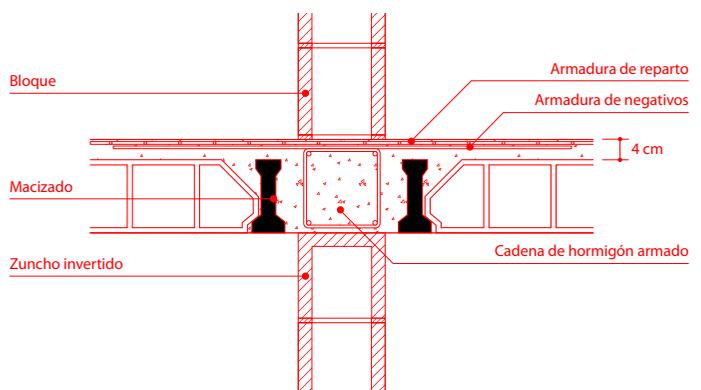
Apoyo extremo y fábrica vista.



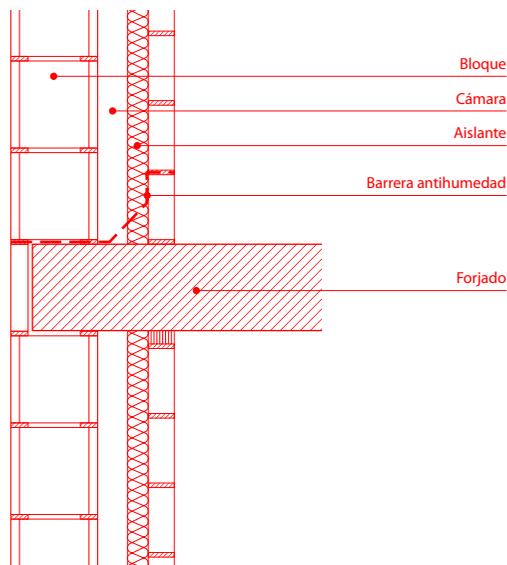
Apoyo central.



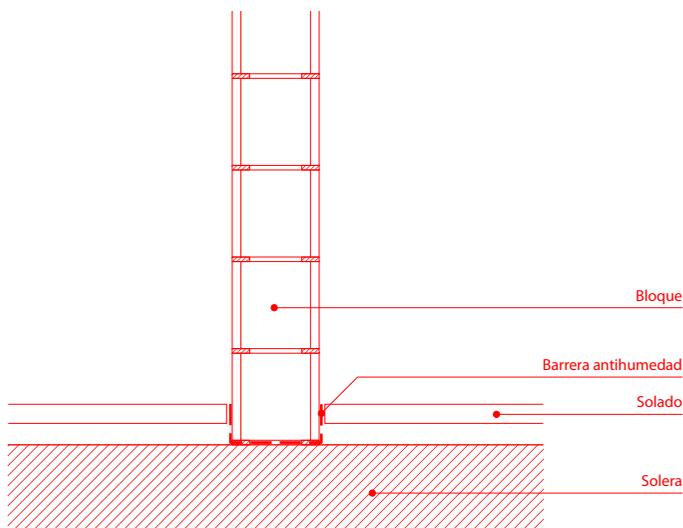
Apoyo central.



Apoyo central en muros de arriostramiento.



Barreras antihumedad en muros exteriores con cámara.



Barreras antihumedad en muros interiores apoyados sobre soleras en contacto con el terreno.

7. Barreras antihumedad

Las barreras antihumedad deben formar una barrera ante el paso del agua, en aquellos lugares del edificio en que exista riesgo de penetración.

Uno de los sitios más importantes lo constituye la zona de los muros en contacto con el terreno. Deben colocarse láminas impermeables horizontales para impedir la ascensión de agua por capilaridad y verticales en muros enterrados, de acuerdo con las indicaciones del apartado —Arranque de cimentación—.

En muros exteriores con cámara, es recomendable colocar barreras antihumedad sobre la cara superior del forjado, con pendiente hacia el exterior, e interrumpir el mortero en la parte inferior de la llaga para evacuar el agua que pueda entrar en la cámara.

Las barreras antihumedad horizontales en los muros deben permitir la transmisión de cargas verticales y horizontales sin sufrir ni causar daños, y tendrán suficiente resistencia superficial de rozamiento para evitar el movimiento de la fábrica que descansa sobre ellas.

Los materiales que pueden rebosar del muro por aplastamiento no son recomendables.

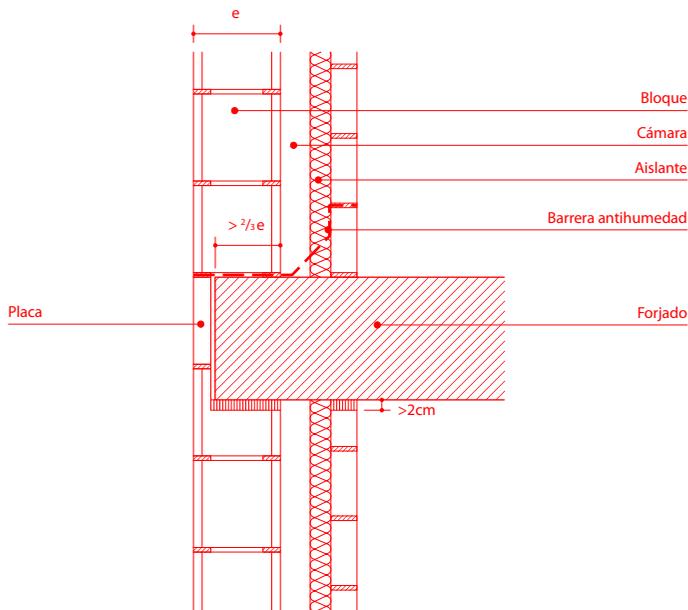
En distribuciones interiores, cuando apoyan sobre soleras en contacto con el terreno, para evitar la posible ascensión de humedades por capilaridad, es aconsejable colocar una lámina de polietileno en el arranque, que doblándola verticalmente quede recogida por el pavimento.

8. Arriostramientos

Los ejes de los muros de carga, para asegurar su estabilidad, deben formar una retícula ortogonal con otros muros perpendiculares (muros de arriostramiento), colocados al menos en sus extremos y si es necesario en puntos intermedios.

Según la Norma Tecnológica de la Edificación “Estructuras. Fábrica de Bloques” (NTE-EFB), la separación entre ejes de muros de arriostramiento no excederá de la distancia, en metros, dada por la siguiente tabla; siempre que la luz libre entre forjados no exceda de 3 m.

El espesor de los muros de arriostramiento, será el que se obtenga por razones resistentes, constructivas o de aislamiento, con un mínimo de 19 cm.



Solución cuando la hoja exterior del muro apoya directamente sobre el forjado.

9. Muros de cerramiento.

Encuentro con forjado: en los cerramientos de fábricas con bloque visto se pueden considerar dos situaciones:

La hoja exterior apoya directamente sobre el forjado.

La hoja exterior discurre por delante del forjado y la estructura del edificio.

1. La situación más habitual es que **la hoja exterior apoye directamente sobre el forjado**, debiendo garantizar que el apoyo sea como mínimo igual a los $2/3$ de su espesor, a efectos de garantizar la estabilidad estática del muro, tanto frente a la adecuada transmisión de cargas verticales de peso propio al forjado, como frente a empujes horizontales.

Para cumplir estos requisitos se hace necesario que el espesor de la hoja exterior sea como mínimo de 14 cm.

Para evitar romper los bloques en su paso por delante de los pilares, se recomienda volar el forjado respecto a la cara exterior del pilar una dimensión suficiente para que la hoja exterior pase entera por delante de los mismos.

Para evitar la entrada en carga de la fábrica por deformaciones en el borde del forjado, se preverá una junta bajo el mismo de 2 cm, como mínimo, que se rellenará con un material compresible (de un 30% a un 50% de su espesor inicial) que además garantice la adherencia.

2. La solución en la que **la hoja exterior discurre por delante del forjado**, tiene un mejor comportamiento que la anterior ya que evita los puentes térmicos y posibles problemas de estabilidad por falta de apoyo de la hoja exterior sobre el forjado; pero es una solución más compleja en cuanto a la ejecución lo que hace que su empleo sea mucho más reducido.

El sistema más utilizado se basa en la incorporación de angulares metálicos para apoyo y transmisión de los esfuerzos del cerramiento a la estructura del edificio.

Los perfiles se pueden calcular para soportar el peso de varias plantas, no debiendo sobrepasar, en general, los 10 m ó 3 plantas.

En cualquier caso la hoja exterior debe estar adecuadamente anclada a la hoja interior o a la estructura del edificio.

De manera análoga al sistema anterior, la fábrica deberá apoyar como mínimo los 2/3 de su espesor en el angular metálico y debajo del mismo se creará una junta horizontal de movimiento de 2 cm, como mínimo, que se rellenará con un material compresible que además garantice la adherencia.

NOTA 1: No hay que olvidar que cuando se disponen juntas horizontales de movimiento bajo los forjados, los muros de cerramiento sometidos a la acción del viento, no pueden trabajar por efecto arco en vertical entre dos forjados consecutivos, y que por tanto, la presión o succión del viento la han de transmitir a los pilares estructurales contiguos, donde habrá que anclarlos adecuadamente. Si los pilares se encuentran excesivamente distanciados entre sí (más de 4 m), habrá que recurrir o bien a armar por tendeles la fábrica para incrementar sus prestaciones hasta poder llegar a ellos, o bien habrá que disponer pilastras de hormigón armado dentro los huecos de las piezas de la fábrica, o bien costillas verticales dentro de los huecos (o en las llagas continuas de la fábrica), o postes metálicos en la cámara, trasdosando la fábrica.

Además se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Los perfiles se calcularán para garantizar una deformación máxima del perfil de $L/600$.

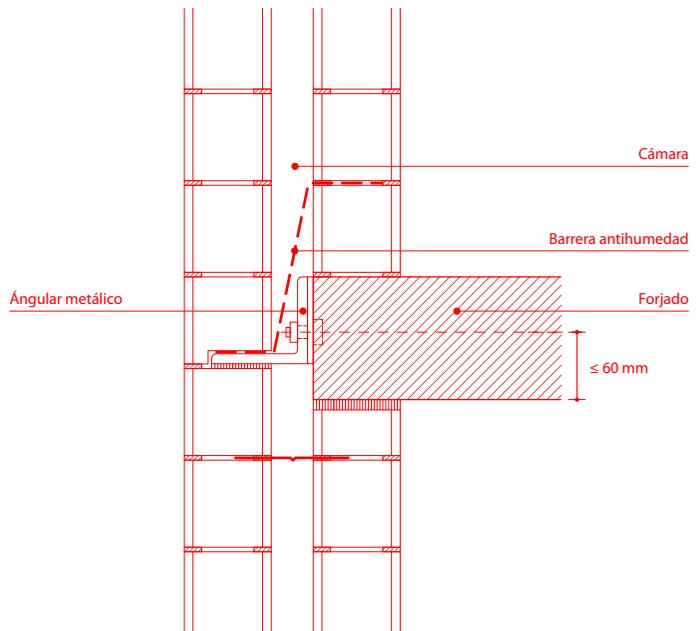
El sistema permitirá tolerancias de ajuste en la fijación tanto en sentido vertical como horizontal de manera que se puedan absorber pequeños problemas de ejecución.

Se garantizará la adecuada resistencia de la superficie de hormigón donde se fije el perfil metálico.

Se recomienda la utilización de perfiles de poca longitud dejando juntas entre elementos adyacentes, para controlar los movimientos debidos a cambios de temperatura.

El material utilizado será resistente a la corrosión o estará adecuadamente protegido contra ella.

Se incorporarán sistemas de impermeabilización y evacuación, ante la posible entrada de agua a través de la hoja exterior.



Solución cuando la hoja exterior del muro discurre por delante del forjado.