

Bloques y ladrillos de hormigón: resistencia a compresión de las piezas

Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón (Andece).

Los miembros de Normabloc fabrican piezas de albañilería de hormigón que cumplen con los requisitos establecidos en la norma europea UNE EN 771-3:2011, la norma española UNE 127771-3 y el CTE, cuando éste es aplicable (muros resistentes). Ofrecen además una gran variedad de formatos y acabados superficiales, densidades, resistencias a compresión, etc., para que las obras seas únicas, al tiempo que garantiza un impacto medioambiental mínimo.

Fábrica de albañilería de hormigón (mampostería modular)

Durante siglos, los materiales básicos de albañilería estuvieron constituidos por 'la piedra natural', con sus variantes de mampostería, sillería, etc., junto con 'el ladrillo artificial', con la ventaja de tratarse de una pieza de barro cocido prefabricada, con una modulación precisa para permitir una mayor facilidad de construcción, con la consiguiente economía de la edificación.

De estos materiales, el ladrillo cerámico tuvo su máximo auge a finales del siglo XIX cuando la industrialización desarrolló plenamente sus posibilidades de prefabricación y cocción.

■ 1409 Ashburton Road (Architekturpa).



Hasta llegado el siglo XX con la aparición del hormigón armado, no se abrió paso un nuevo material de albañilería, el denominado 'bloque de hormigón', capaz de ampliar los campos de aplicación de los materiales de albañilería común formato de mayores dimensiones, junto con sus múltiples posibilidades constructivas y arquitectónicas, basadas en la combinación con el hormigón armado con que se rellenaba su interior, logrando suplir con ventaja a las estructuras de fábrica cerámica tradicional, y ligándose más directamente con el tradicional lenguaje de la mampostería de piedra natural, con mucho menor coste.

En sus inicios, los bloques de hormigón se fabricaban en industrias de pequeño tamaño y mínimo control de calidad, ofreciéndose un producto muy económico aunque poco elaborado, de baja resistencia y de monótono colorido (gris oscuro).

Actualmente, por el contrario, los fabricantes de bloques de hormigón españoles, agrupados en la Asociación Nacional de Fabricantes de Bloque y Mampostería de Hormigón (Normabloc), velan por la renovada calidad de este producto que ya tiene más de cien años de experiencia y cuya industria nacional se encuentra entre las más punteras internacionalmente dentro de este sector.

Los bloques de mampostería actuales distan mucho de los que se fabricaban hace años, al emplearse hoy en día maquinaria de alta calidad que permite, en función del árido empleado y su compactación, junto con la incorporación de aditivos colorantes y distintos tratamientos de acabado, ofrecer después de un riguroso curado en cámaras de temperatura y humedad controladas, un producto de la máxima calidad funcional, resistente y estética.

La fábrica de albañilería de hormigón está establecida hace décadas como uno de los sistemas constructivos disponibles más populares. A día de hoy sigue siendo la elección de aquellos que buscan una solución económica, versátil, y durable que satisfaga todos los requerimientos técnicos necesarios para cada caso particular.

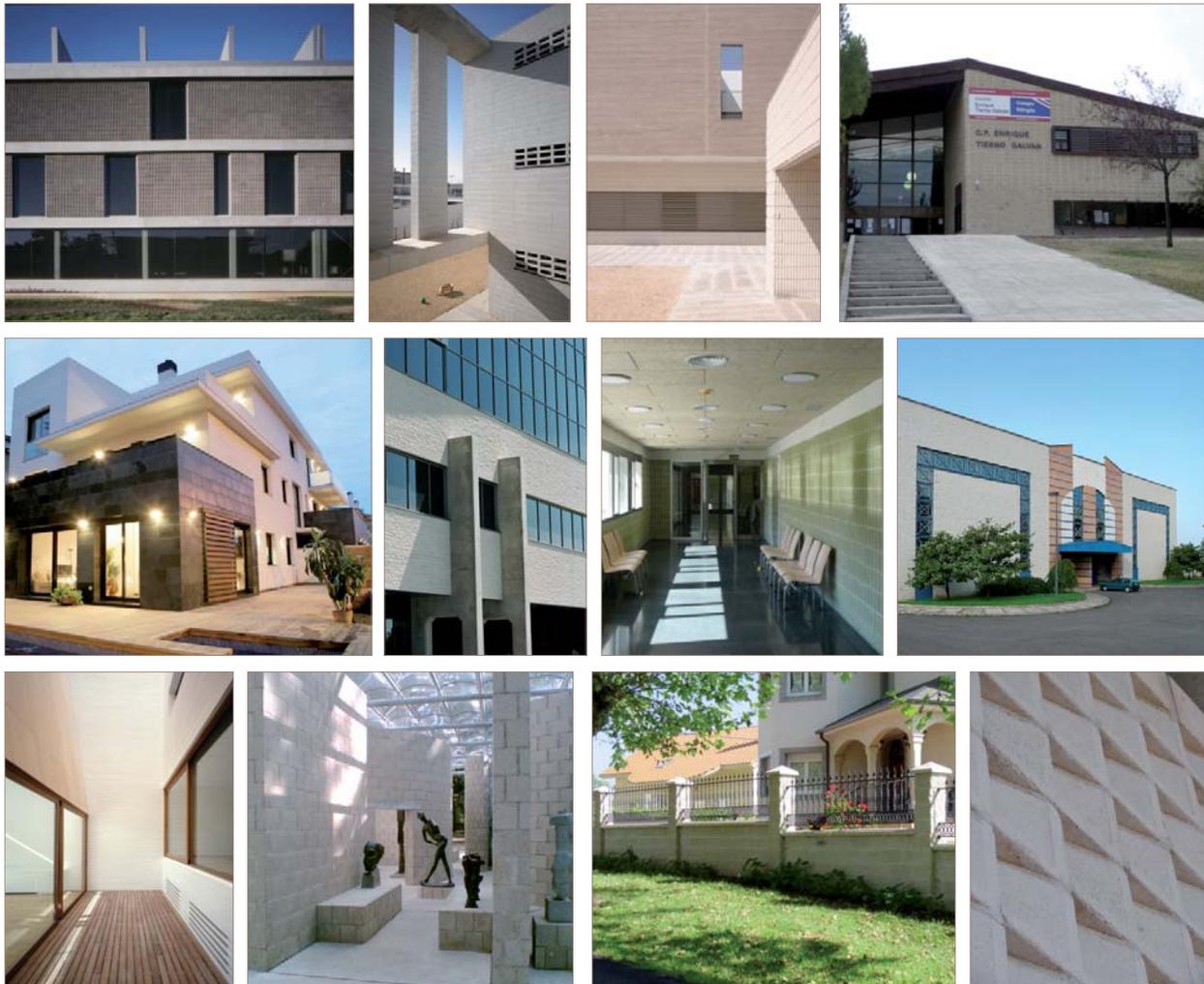
Campos principales de aplicación	
Edificación	Bloques de viviendas
	Viviendas unifamiliares
	Edificación industrial
	Edificios públicos
	Edificios de oficinas
	Edificación comercial
	Hoteles
	Centros sanitarios
	Recintos deportivos
	Colegios
	Espacios religiosos
	Centros tecnológicos
	Correccionales
	Edificios singulares
	Cierres de fincas
Instalaciones agropecuarias	
Rehabilitación	

La mampostería de hormigón modular en sus distintos formatos, composición y acabados es aplicable a todo tipo de muros (tanto portantes como no portantes), incluyendo muros simples, fachadas, medianerías y particiones interiores, paredes exteriores de chimeneas, con cámara de aire, divisiones, muros de contención de tierras y de sótano. Pueden emplearse tanto con revestimiento como expuestos en edificios, cierres de fincas y en aplicaciones de ingeniería civil.

Los fabricantes de bloques y ladrillos de hormigón, han ido mejorando sus cualidades específicas, en función de determinadas aplicaciones concretas, fabricando tanto piezas pequeñas como grandes con áridos densos o ligeros, con el fin de conseguir materiales ligeros y aislantes capaces de cumplimentar por sí mismos, la funcionalidad estructural, higrotérmica, de protección frente al fuego y acústica cuando sea necesario del cerramiento, adaptándose a la normativa exigible en cada momento.

Los más prestigiosos arquitectos mundiales como Frank Lloyd Wright, Mario Botta, Carlos Ferrater, etc., han realizado numerosos proyectos fuera y dentro de nuestras fronteras con este material y siempre han quedado ilusionados con su expresividad, versatilidad y fácil ejecución.

■ *Algunos ejemplos de aplicaciones de bloques y ladrillos de hormigón.*



Tipología

La pieza estándar presenta perforaciones en el eje normal al plano de asiento, para reducir el peso de la pieza, aumentar la capacidad de aislamiento térmico y posibilitar, cuando sea necesario, la introducción de armado vertical.

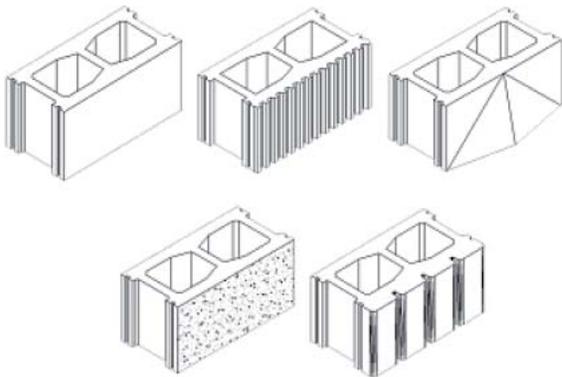
Se fabrican también medios bloques y bloques con una y dos caras perpendiculares lisas para comienzos, terminaciones, esquinas y mochetas. Del mismo modo existe una gran variedad de piezas especiales diseñadas para resolver dinteles, esquinas, pilares, etc.

Por otro lado, las posibilidades de fabricación de piezas especialmente diseñadas para satisfacer los gustos o necesidades del técnico son ilimitadas, pudiéndose suministrar piezas de cualquier forma, acabado superficial y color (así tenemos como ejemplo la pieza 'Ferrater' que surgió de la propuesta del prestigioso arquitecto a uno de los fabricantes de bloques de Normabloc).

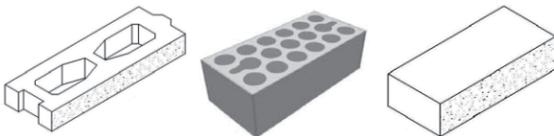
Los 'Bloques de hormigón arquitectónico' son fabricados con una proporción mayor de cemento y un mayor tiempo de vibrado y compactado que hace que se eleve aún más el nivel de resistencia estructural, confiriéndoles además una mayor densidad, menor absorción de humedad y mejor calidad de textura superficial.

Piezas de fábrica para edificación

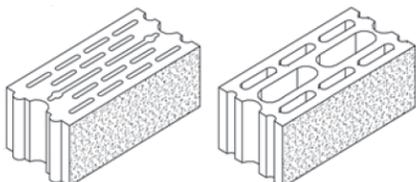
Bloque hueco (con distintos tipos de acabado superficial):



Ladrillo de hormigón:

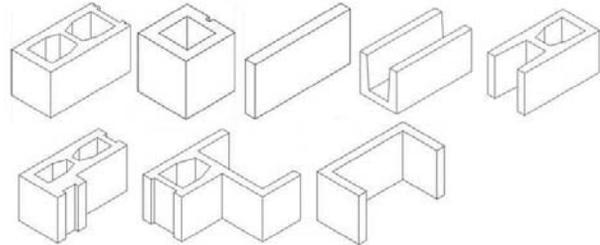


Bloque multicámara:

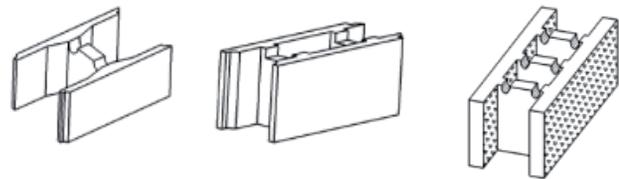


Piezas especiales

Bloques de esquina, medio bloques, plaqueta, bloques en 'U' para crear zunchos o vigas de hormigón armado, bloque de encuentro para mantener el aparejo en determinados muros, bloque pilastra de enlace, bloque pilastra sencilla, etc.



Bloques de encofrado



Diseño

El bloque de hormigón es una pieza de gran versatilidad. Existe una gran variedad de dimensiones, acabados superficiales (ranuras, puntas de diamante, "split", acanaladuras, etc.) texturas, colores, etc., que le permiten adaptarse fácilmente a muy diversas situaciones y le ofrecen al proyectista un enorme espacio creativo.



Algunas recomendaciones de puesta en obra

La mampostería de bloques de hormigón tiene su propia técnica constructiva que debe ser cuidadosamente respetada. Toda la obra se debe ejecutar por personal cualificado y experimentado.

Durante la construcción/ejecución, se debe considerar la estabilidad global de la estructura o de los muros individualmente.

Humectación de las piezas:

- Se procurará utilizar las piezas de hormigón secas.
- Las piezas de hormigón (contrariamente a las piezas de cerámica) no deben humedecerse para su colocación.
- No colocar bloques saturados de agua.
- Si es posible, no construir en tiempo de heladas.



Correcta orientación de las piezas: normalmente las piezas tiene alveolos interiores de forma cónica. Es importante que el bloque se coloque de tal manera que quede en la parte superior aquel lado que tenga las paredes más gruesas para poder colocar sobre ellas el mortero de las juntas.

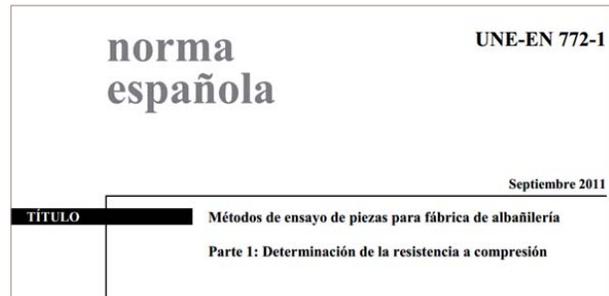
Resistencia mecánica

Una de las principales características de las piezas para fábrica de albañilería de hormigón es la resistencia a compresión. Esta característica depende, para una misma configuración, entre otros factores, de su densidad y composición, pudiendo alcanzar las piezas para fábrica de albañilería de hormigón, valores superiores a los 15 N/mm² de resistencia normalizada. Las piezas de fábrica de albañilería de hormigón poseen la suficiente resistencia mecánica para asegurar la correcta transmisión de las cargas y garantizar su durabilidad, lo que permite su empleo en muros resistentes.

El método de ensayo para determinar la resistencia a compresión de las piezas para fábrica de albañilería viene especificado en la norma europea UNE-EN 772-1:2011.

La resistencia de cada probeta se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada por la superficie sometida a carga. Esta área corresponde al área bruta cuando las piezas se colocan con tendel continuo, con ruptura de junta simple o múltiple y aquéllas que presenten hendiduras que no se rellenan con mortero en obra. El resultado se expresa redondeado al 0,1 N/mm² más próximo.

■ *CEIP Ferrer i Guardia, Granollers (BAAS Jordi Badia).*



La resistencia a compresión puede expresarse de diferentes maneras que pueden dar lugar a confusión y que conviene, por tanto, aclarar.

Resistencia media

La resistencia media, f_m , es la media aritmética de la resistencia a compresión de las piezas. Se calcula dividiendo la carga máxi-

■ *CEIP Ferrer i Guardia, Granollers (BAAS Jordi Badia).*



ma por la superficie sometida a carga. Ésta última será el área bruta o el área neta dependiendo de cómo vayan a colocarse las piezas en obra:

Área bruta de las piezas si éstas se colocan con tendel continuo, con ruptura de junta simple o múltiple y aquéllas que presenten rehundidos que no se rellenen con mortero en obra.

Área neta de la cara de apoyo para piezas con rehundidos que deban rellenarse con mortero en obra y no sea inferior al 35% del área bruta. Si los rehundidos están en las dos caras de apoyo, el área neta se considerará la más pequeña de los dos valores.

Resistencia característica

La resistencia característica, f_c , es la resistencia a compresión correspondiente al fractil inferior del 5% de la resistencia a compresión de las piezas. Suponiendo una distribución normal, la resistencia característica se calcula mediante la siguiente expresión:

$$f_c = f_m - k \cdot \sigma$$

Siendo:

f_m resistencia media a compresión de la muestra,
 k coeficiente que depende del tamaño de la muestra cuyos va-

■ Resistencia característica.

	Número de ensayos n								
	3	4	6	8	10	20	30	100	Infinito
σ desconocida	3,15	2,68	2,34	2,19	2,10	1,93	1,87	1,76	1,64
σ conocida	2,03	1,98	1,92	1,88	1,86	1,79	1,77	1,71	1,64

■ Resistencia equivalente.

Método de acondicionado	Factor de conversión
Secado al aire	1,0
Acondicionamiento para un contenido de agua del 6%	1,0
Secado en estufa	0,8
Acondicionamiento por inmersión	1,2

■ Escuela infantil Berriosuso (BYE Arquitectos).



lores, para un fractil del 5%, se muestran en la siguiente tabla. o desviación típica de la muestra (o de la distribución si fuera conocida).

Resistencia equivalente

La resistencia equivalente es la resistencia a compresión correspondiente al régimen por secado al aire. El método de ensayo para la determinación de la resistencia a compresión permite cuatro formas diferentes de acondicionar la pieza para la realización del mismo aunque la norma europea de bloques indica que los bloques deben prepararse por secado al aire o por inmersión en agua.

Para una misma pieza con diferentes acondicionamientos el resultado del ensayo es diferente y por ello surge el concepto de resistencia equivalente. Los factores de conversión son los siguientes:

Resistencia normalizada

La resistencia normalizada, f_b , es la resistencia a compresión de las piezas convertida en resistencia a compresión equivalente correspondiente al régimen de secado al aire de una pieza de 100 mm de ancho por 100 mm de altura.

■ Resistencia característica.

Altura ¹⁾ en mm	Anchura en mm				
	50	100	150	200	≥250
40	0,80	0,70	-	-	-
50	0,85	0,75	0,70	-	-
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
≥250	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15

Nota: se admitirá interpolación lineal entre los valores adyacentes del factor de forma.

¹⁾ Altura después de la preparación de la superficie.

■ Viviendas Reina Elisenda, Barcelona (Carlos Ferrater).



■ CEIP Muro, Mallorca, Barceló (Balanzó Arquitectes).



Para obtenerla se multiplicará la resistencia equivalente por un factor de forma de la siguiente tabla según corresponda.

La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas para garantizar la seguridad estructural de muros resistentes en la edificación asentadas mediante mortero, viene especificada en el Código Técnico de la Edificación (DB SE-F):

"La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas utilizadas en muros resistentes que fija el CTE es de 5 N/mm^2 .

No obstante, pueden aceptarse piezas con una resistencia normalizada a compresión inferior, hasta 4 N/mm^2 en fábricas sustentantes y hasta 3 N/mm^2 en fábricas sustentadas, siempre que, o se limite la tensión de trabajo a compresión en estado límite último al 75% de la resistencia de cálculo de la fábrica, f_k , o bien se realicen estudios específicos sobre la resistencia a compresión de la misma."

Material sostenible

El hormigón es un material muy adecuado para una construcción más sostenible porque proporciona:

- Inercia térmica y reduce la demanda energética de la construcción y, por tanto, el consumo de energía que realizará el usuario durante toda la vida útil de la construcción.
- Vida útil muy elevada a la construcción (los bloques pueden mantener sus propiedades durante siglos).
- Elevada resistencia al fuego, aumentando la seguridad de las personas y de los bienes materiales y evitando daños colaterales de gran relevancia social.
- Aislamiento acústico suficiente para asegurar el confort del usuario, ahorrando el consumo de otros materiales.

Además reduce los gastos de conservación y mantenimiento, durante la vida útil de la construcción, a valores irrelevantes y al final de su vida útil, es reciclable, pudiendo formar parte, como material granular reciclado, de nuevas construcciones.

Bibliografía

www.normabloc.org

Código de buena práctica para la ejecución de fábrica de albañilería con bloques y mampostería de hormigón, 2007.

Manual técnico Normabloc.

Catálogo de soluciones constructivas con bloques y ladrillos de hormigón de árido denso para el cumplimiento del CTE, marzo 2012. Andece.

■ Centro deportivo y de ocio, Langreo (ACXT Arquitectos).



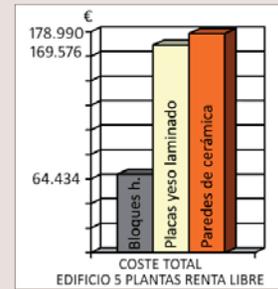
■ Comparativa de piezas de albañilería de hormigón con otros materiales.

Sencillez de ejecución y ahorro de costes

La puesta en obra es similar a la del ladrillo pero de ejecución más sencilla y rápida que no requiere de mano de obra especializada. Además, presenta un elevado aislamiento acústico sin necesidad de bandas elásticas.

El gráfico muestra un ejemplo del ahorro de costes que supone el empleo de bloques de hormigón frente a otros sistemas constructivos para el caso particular de un edificio de 5 plantas de renta libre.

Se comprueba que, con piezas de fábrica de albañilería de hormigón, el ahorro total de costes es un 64% comparado con la cerámica y un 62% si comparamos con las placas de yeso laminado.

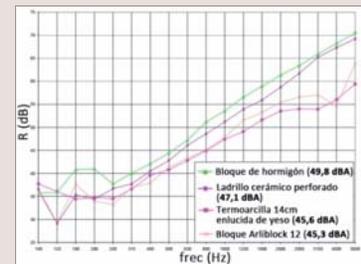


Aislamiento acústico

Cerramientos de separación de zonas comunes interiores:

Los cerramientos más habituales son paredes simples del tipo bloques de hormigón (normal o aligerado), ladrillos cerámicos perforados o bloques tipo 'Termoarquilla' revestidos con yeso o mortero de cemento. Este tipo de cerramientos presentan aislamientos en laboratorio de entre 45 y 49 dBA, con unos aislamientos en frecuencias del tipo:

Fuente: Análisis de la situación actual y futura sobre el confort acústico en los edificios. Área de Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco.



Baja higroscopicidad (absorción de agua por capilaridad o succión)

El valor medio de succión del bloque hidrofugado es de 0,78 g/m².s. Un ladrillo cerámico de 'baja higroscopicidad', según el CTE, es aquel con una succión ≤4,5 kg/m².min (75 g/m².s).

Variación debida a la humedad

Tipo de pieza de fábrica	Expansión/retracción por humedad ¹ (mm/m)
Arcilla cocida	-0,2 a +1,0
Hormigón áridos densos	-0,6 a -0,1

¹ Número negativo: retracción. Número positivo: expansión. Fuente: EN 1996 1-1.

Impermeabilidad

En muros de termoarquilla de una sola hoja, "la impermeabilidad al agua de lluvia queda confiada fundamentalmente al recubrimiento exterior"⁽¹⁾ por lo que cualquier fallo en el revestimiento será una vía de entrada directa del agua de lluvia no resultando, por tanto, un sistema seguro. Esto no ocurre con los bloques y ladrillos de hormigón.

(1) Fuente: Hispalyt.

Indicadores de impacto medioambiental

	Valor por unidad funcional (m ² /año)	
	Bloque hormigón muro 10+80	Arcilla cocida 30
Consumo de energía	4,72	7,05
Consumo de agua	1,44	4,42
Cambio climático	0,305	0,923

Fuente: "Tableau comparatif des bilans environnementaux. Bloc Béton et autres systèmes constructifs". BLOCALIANS.

Elevada resistencia sísmica

"Para una aceleración de cálculo $ac \geq 0,12g$, el espesor mínimo de los muros exteriores de una hoja será de 24 cm, si son de ladrillo cerámico, y de 18 cm si están contruidos de bloques". Siendo ac = aceleración sísmica de cálculo (m/s²) y g = aceleración de la gravedad (m/s²).

Fuente: Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).