

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“Elaboración y uso de bloques de hormigón y bloques de arcilla en
mampostería”**

TESINA DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

Dennys Romina Gámez Quiñónez

José Ricardo Flores Arámbulo

Jorge Adrián Rada Valdivieso

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2011

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por concederme la salud y haber permitido que las metas que me he trazado en la vida se vayan desarrollando; a mis padres por el invaluable apoyo económico, moral y afectivo; a mi hermano, por su compañía y cariño; a mis familiares cercanos por la constante preocupación; a mis compañeros de aula, que más que eso llegaron a convertirse en mis amigos y en un apoyo permanente; a mis maestros, que sabiamente han sabido inculcarme sus conocimientos y han sido una luz en mi vida y sin cuyo resplandor, difícilmente podría alcanzar el objetivo que conlleva el quehacer educativo.

Al Ing. Eduardo Santos, Director de Tesina, por su ayuda, y por su constante dedicación y esfuerzo en el desarrollo de este trabajo de graduación.

Dennys Romina Gámez Quiñónez

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento infinito a Dios por guiar mi camino y ayudarme a cumplir las metas que me he propuesto para mi vida; a mis padres por todo el apoyo y cariño desde el día en que nací; a mi hermana, por su gran apoyo en todo momento; a todos mis familiares por estar siempre pendientes de mi; a mis compañeros y amigos de aula por todos los buenos y malos momentos que juntos supimos vivir ; a mis maestros, que supieron en todo momento aclarar ideas y compartir su experiencia para poder enmendar errores.

Al Ing. Eduardo Santos, Director de Tesina, por todos los consejos impartidos en clases y su esfuerzo en el desarrollo de este trabajo de graduación.

José Ricardo Flores Arámbulo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fuerza necesaria para cumplir con éxito las metas que he trazado en mi vida, sabiendo que ÉL es quien guía mi camino; a mis padres que inculcaron en mi la actitud de perseverancia, brindándome en todo momento su apoyo económico, moral y emocional, formándome con valores; a mis hermanas y a mi familia en general por todo su amor incondicional hacia mí; a mis amigos, los más cercanos, que han estado conmigo inclusive en los momentos de adversidad; a mis maestros por sus enseñanzas y sus consejos.

Al Ing. Eduardo Santos, Director de Tesina, por su constante esfuerzo dedicación y conocimiento impartidos, así como su ayuda indispensable para el desarrollo de este trabajo de graduación.

Jorge Adrián Rada Valdivieso

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Dignis Quiñónez Centeno y Humberto Winston Gámez Cuero, que son quienes a lo largo de mi período de formación académica me han acompañado en cada situación, desde las pequeñas dificultades, hasta los grandes problemas.

Dennys Romina Gámez Quiñónez

DEDICATORIA

A dios, a mis amados padres José Teodoro Flores Nuñez y Juana Georgina Arámbulo Vargas., a mi hermana Ing. Inés Flores Arámbulo que son los pilares de mi vida y han sido mi apoyo y mi motivación para poder concluir mi formación académica.

José Ricardo Flores Arámbulo

DEDICATORIA

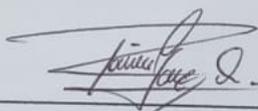
A Dios, a mis amados padres, Jorge Rada Tandazo y María Elena Valdivieso, a mis hermanas Elena Andrea y Adriana Lorena, siendo todos ellos la parte fundamental en mi vida y la motivación más importante para superarme y poder culminar con éxito mis estudios.

Jorge Adrián Rada Valdivieso

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

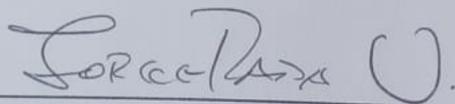
(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Dennys Romina Gámez Quiñónez

José R. Flores A.

José Flores Arámbulo



Jorge Rada Valdivieso

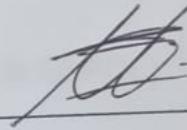
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

El Tribunal de Graduación de esta
Universidad de Ciego de Avila, en cumplimiento
de sus deberes y en virtud de las resoluciones
de la Rectoría y la Facultad de Ingeniería
Electrónica del UCAVIA.



Ing. Eduardo Santos

DIRECTOR DE TESIS



Ing. Ignacio Gómez De La Torre

VOCAL

INDICE GENERAL

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Descripción
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Alcance de la investigación

CAPITULO 2. BLOQUES DE HORMIGÓN

- 2.1 Generalidades
- 2.2 Definición de Bloque de hormigón
- 2.3 Materia prima
 - 2.3.1 Cemento
 - 2.3.2 Agregados
 - 2.3.2.1 Piedra caliza
 - 2.3.2.2 Piedra Pómez
 - 2.3.2.3 Arena Unificada
 - 2.3.2.4 Arena de río
 - 2.3.3 Agua
- 2.4 Elaboración de bloques en fábrica
 - 2.4.1 Recepción y revisión de materias primas
 - 2.4.2 Almacenamiento y transporte
 - 2.4.3 Dosificación y mezclado

2.4.4 Formado

2.4.4.1 La alimentación

2.4.4.2 El vibrado y prensado

2.4.4.3 El desmoldado

2.4.5 Curado

2.4.6 Cubicado

2.5 Características de bloques de elaborados en fábrica

2.5.1 Clasificación de bloques

2.5.2 Dimensiones

2.5.3 Uso de bloques de hormigón

2.6 Elaboración artesanal de bloques

2.6.1 Proceso de producción

2.6.1.1 Áreas de producción

2.6.2 Secuencia de fabricación

2.6.2.1 Dosificación

2.6.2.2 Mezclado

2.6.2.3 Moldeado

2.6.2.4 Fraguado

2.6.2.5 Curado

2.6.2.5 Secado y almacenamiento

2.7 Control de calidad

2.7.1 Dimensionamiento

2.7.2 Alabeo

2.8 Almacenamiento de bloques de hormigón en obra

2.9 Manipulación de los bloques de hormigón en obra

2.10 Aceptación y rechazo de los bloques de hormigón en obra

CAPITULO 3. BLOQUES DE ARCILLA

3.1 Generalidades

3.2 Definición de Bloque de arcilla

3.2.1 Medidas principales

3.3 Materia prima

3.3.1 Arcilla

3.3.1.1 Clases de arcilla de acuerdo a su procedencia

3.3.1.2 Propiedades físicas de las arcillas

3.3.1.3 Acción del calor sobre las arcillas

3.3.1.4 Coloración

3.3.1.5 Materiales acompañantes

3.3.2 Agua

3.4 Elaboración de bloques de arcilla en fábrica

3.4.1 Almacenamiento

3.4.2 Molienda/Mezclado

3.4.3 Amasado

3.4.4 Moldeo

3.4.5 Secado

3.4.5.1 Secado Natural

3.4.5.2 Secado artificial

3.4.6 Cocción

3.5 Tipos de bloques de arcilla

3.6 Uso de bloques de arcilla

3.7 Elaboración artesanal de bloques de arcilla

3.7.1 Proceso

3.8 Almacenamiento de bloques de arcilla

3.9 Manipulación de los bloques de arcilla

3.10 Aceptación o rechazo de los bloques de arcilla

CAPITULO 4. ENSAYOS REALIZADOS

4.1 Generalidades

4.2 Ensayos realizados en bloques de hormigón

4.2.1 Ensayo de resistencia a la compresión

4.2.1.1 Equipo

4.2.1.2 Preparación de muestras

4.2.1.3 Procedimiento

4.2.1.4 Cálculo

4.2.1.5 Interpretación de resultados

4.2.2 Determinación de la absorción máxima de agua

4.2.2.1 Objetivo

4.2.2.2 Especímenes de ensayos

4.2.2.3 Equipos

4.2.2.4 Procedimiento

4.2.2.5 Cálculo

4.2.3 Determinación de la retracción por secado

4.2.3.1 Definición de retracción por secado

4.2.3.2 Procedimiento

4.2.3.3 Aparatos

4.2.3.4 Preparación de las muestras

4.2.3.5 Procedimiento

4.2.3.6 Cálculo

4.2.3.7 Expresión de resultados

4.3 Ensayos realizados en bloques de arcilla

4.3.1 Determinación de resistencia a la compresión

4.3.1.1 Equipo

4.3.1.2 Procedimiento

4.3.1.3 Cálculo

4.3.1.4 Resultados

4.3.2 Determinación de la absorción máxima de agua

4.3.2.1 Equipos utilizados

4.3.2.2 Procedimiento

4.3.2.3 Resultados

4.3.2.4 Informe de resultados

CAPITULO 5. COLOCACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN Y DE BLOQUES DE ARCILLA EN PAREDES

5.1 Definición de pared

5.2 Tipos de paredes

5.3 Construcción de un pared con bloques de hormigón o bloques de arcilla

5.3.1 Generalidades

- 5.3.2 Herramientas para la colocación de bloques
- 5.3.3 Morteros elaborados manualmente
 - 5.3.3.1 Elaboración del mortero
- 5.3.4 Morteros prefabricados
 - 5.3.4.1 Pegablock tipo N y Pegablock Arcilla
 - 5.3.4.2 Guía de rendimiento
- 5.3.5 Modo de empleo
 - 5.3.5.1 Preparación de la superficie
 - 5.3.5.2 Mezclado
 - 5.3.5.3 Colocación
 - 5.3.5.4 Limpieza
 - 5.3.5.5 Curado
- 5.3.6 Consideraciones en el uso del mortero
- 5.3.7 Colocación de bloques de hormigón y de bloques de arcilla
 - 5.3.7.1 Pasos para levantar una pared
- 5.4 Problemas frecuentes en la colocación de bloques de hormigón y bloques de arcilla

CAPITULO 6. ANÁLISIS DE LOS BLOQUES DE HORMIGÓN FRENTE A LOS BLOQUES DE ARCILLA

- 6.1 Análisis comparativo de bloques de hormigón y los bloques de arcilla
- 6.2 Análisis costo-beneficio de los bloques de hormigón y los bloques de arcilla

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Aditivo:** Sustancia que se añade a un producto para conservarlo o mejorarlo. En construcción por ejemplo se emplean aditivos para acelerar el fraguado en el hormigón.
- **Adobe:** Masa de barro moldeada en forma de ladrillo y secada al sol, que se emplea en la construcción de paredes y muros.
- **Agua higroscópica:** Agua absorbida de una atmósfera de vapor de agua debido a fuerzas que la atraen a la superficie de las partículas de suelo.
- **Alabeo:** Curvatura de un elemento o pieza que resulta del giro de sus bordes en direcciones opuestas. También llamado torsión.
- **Alúmina:** Óxido de aluminio que se halla en la naturaleza en estado puro o cristalizado formando en combinación con la sílice y otros cuerpos, los feldespatos y las arcillas.
- **Aluvial:** Depósitos de arenisca y grava debidos al agua efluente, que hace que un terreno sea inestable e inseguro para la cimentación. También llamado terreno de aluvión.
- **Arcilla:** Roca sedimentaria formada a partir de depósitos de grano muy fino, compuesta esencialmente por silicatos de aluminio hidratados.
- **Áridos:** Material granulado que se utiliza como materia prima en la construcción.

- **Bailejo o Badilejo:** Herramienta utilizada para la colocación de morteros.
- **Cal:** Oxido de calcio, sustancia blanca cáustica que se hidrata produciendo calor al contacto del agua. Las propiedades de la cal permiten que se utilice para mejorar el manejo de los morteros, como plastificante, aunque es común además la adición de plastificantes específicos.
- **Calcita:** Mineral del grupo de los Carbonatos, formado por carbonato cálcico cristalizado, que constituye, en su mayor parte, las calizas.
- **Cantera:** Lugar de donde se extrae los agregados para la construcción.
- **Cemento:** Conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua. Mezclado con agregados pétreos y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón o concreto.
- **Cemento Portland Tipo P:** Es un cemento compuesto, que contiene puzolana.
- **Clinker:** Principal componente del cemento portland.
- **Compresión:** Fuerza o presión que se ejerce sobre algo con el fin de reducir su volumen.
- **Curado:** El curado del hormigón es el proceso de mantención de un adecuado contenido de humedad y de temperatura que

se inicia inmediatamente después de su colocación y terminación en el elemento construido.

- **Dosificación:** La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen al hormigón, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o pegado correcto.
- **Dúctil:** Material que puede deformarse, moldearse, malearse o extenderse con facilidad.
- **Dureza:** Propiedad que tienen los materiales de resistir el rayado y el corte de su superficie.
- **Eflorescencia:** Presencia de material polvoso blanco que se puede formar en la superficie del bloque de hormigón. Ocurre cuando la humedad disuelve las sales en el hormigón y las lleva a través de la acción capilar hacia la superficie.
- **Enlucido:** Capa de mortero destinada a alisar la superficie de albañilería, para sellarla posteriormente contra la humedad.
- **Estratificado:** Disposición de las capas o estratos de un terreno.
- **Extrusión:** Acción de prensado, moldeado y conformado de una materia prima (metal o plástico), que por flujo continuo, con presión o empuje, se lo hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada.
- **Fisura:** Hendidura longitudinal poco profunda.
- **Flexómetro:** Instrumento de medición, construido por una delgada cinta metálica flexible, dividida en unidades de

medición, y que se enrolla dentro de una carcasa metálica o de plástico.

- **Fraguado:** Estado en que la mezcla de hormigón pierde apreciablemente su plasticidad y se vuelve difícil de manejar; alcanzando el endurecimiento.
- **Granulometría:** Medición y gradación de los materiales utilizados como agregados.
- **Hematita:** Mineral compuesto de óxido férrico (Fe_2O_3) y constituye una importante mena de hierro ya que en estado puro contiene un 70% de este metal.
- **Hermético:** Impenetrable, incomprensible o cerrado.
- **Homogenización:** Proceso que consiste en conseguir la homogeneidad de una mezcla de varias sustancias.
- **Hormigón:** Mezcla compuesta de agregados finos, agregados gruesos, cemento y agua.
- **Hormigón armado:** Hormigón reforzado con armaduras de hierro o acero que actúan conjuntamente para resistir los esfuerzos.
- **Ladrillo:** Pieza de arcilla utilizado para construir paredes, muros, etc.
- **Maleable:** Material que se puede trabajar con facilidad.
- **Mampostería:** Obra de construcción hecha con ladrillos o bloques.
- **Materia prima:** Materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo.

- **Mortero:** Conglomerado o masa constituida por arena, cemento y agua; puede contener además algún aditivo.
- **Nivel:** Instrumento para verificar la diferencia de niveles entre dos puntos.
- **Oquedad:** Hueco, producido de manera natural o artificial, en una materia compacta.
- **Parihuela:** Utensilio que sirve para transportar cosas pesadas entre dos personas, formado por dos varas gruesas con unas tablas atravesadas en medio, donde se coloca la carga.
- **Piedra Pómez:** Roca magmática volcánica vítrea, la cual posee baja densidad, motivo por el cual flota en el agua.
- **Porosidad:** Capacidad de un material de absorber líquidos o gases por la presencia de poros.
- **Rack:** Bastidor que sirve para almacenar elementos.
- **Roca ígnea:** Formadas cuando el magma (roca fundida) se enfría y se solidifica.
- **Roca sedimentaria:** Rocas que se forman por acumulación de sedimentos que, sometidos a procesos físicos y químicos (diagénesis), dan lugar a materiales consolidados de cierta consistencia.
- **Siderita:** Está compuesto por carbonato de hierro, FeCO_3 . Tiene un brillo graso, puede ser transparente o translúcido y su color, pardo o castaño oscuro. Al calentarse se carga con un fuerte magnetismo.
- **Tamiz:** Es una malla ya sea de acero o plástico el cual debe tener un número de tamaño de malla.

Sirve para contener o no permitir el paso a sólidos de mayor tamaño que el especificado.

- **Tapial:** Se denomina tapia en Iberoamérica o tapial en España y la cuenca Mediterránea, a una antigua técnica consistente en construir muros con tierra arcillosa, compactada a golpes mediante un "pisón", empleando un encofrado deslizante para contenerla.
- **Tolva:** Dispositivo similar a un embudo de gran talla destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Descripción

La mampostería de hormigón y de arcilla, se ha venido construyendo durante muchos años y los métodos se han actualizado con el paso de las generaciones.

Debido a la importancia de mantener dichos métodos actualizados y considerando la eficiencia exigida en la construcción de viviendas, es indispensable conocer las técnicas constructivas vigentes, al utilizar mampostería sea ésta de hormigón o de arcilla, cumpliendo con las demandas actuales sin sacrificar la calidad de la construcción.

Esta investigación surge ante las falencias observadas en construcción de viviendas con mampostería, ya que en ocasiones por desconocimiento, irresponsabilidad o por acelerar el proceso constructivo se cometen errores al almacenar y colocar los bloques o se olvida llevar ciertos cuidados a la hora de adquirir el mampuesto.

Conociendo que en nuestro país los bloques más usados son los elaborados a partir de hormigón y de arcilla, en este trabajo investigativo se ha tomado como elemento de estudios justamente a ese tipo de bloques.

Se busca hacer hincapié en las adecuadas técnicas constructivas con bloques, ampliamente reconocidas en la industria de la construcción, a fin de obtener un resultado de alta calidad aprovechando eficientemente las propiedades favorables que cada elemento posee, un menor desperdicio de materiales y eficiencia en la ejecución de la obra.

Este trabajo tiene como finalidad realizar un análisis comparativo en función de las propiedades físicas y mecánicas, trabajabilidad y costo de los bloques de hormigón y los bloques de arcilla, los mismos que han sido elaborados en fábrica o artesanalmente.

Objetivos

- Analizar el desempeño en una construcción con bloques de hormigón y otra con bloques de arcilla en función de sus propiedades físicas y mecánicas, considerando los problemas que se presentan debido a las malas técnicas constructivas.
- Detallar los procedimientos para la colocación adecuada de bloques de hormigón y bloques de arcilla, considerando los problemas que se presentan debido a las malas técnicas constructivas.
- Comparar el costo - beneficio de bloques de hormigón y bloques de arcilla empleados en mampostería.

Alcances de la investigación

Con la finalidad de cumplir los objetivos previamente mencionados, se ha desarrollado una investigación analítica del desempeño de bloques de hormigón y de los bloques de arcilla.

El alcance de este trabajo consiste en:

- Desarrollo del concepto de utilizar un bloque de acuerdo a las necesidades constructivas.
- Desarrollo del proceso constructivo de mampostería empleando bloques de hormigón y bloques de arcilla.
- Propuestas constructivas para optimizar las técnicas de trabajos con bloques sean éstos de hormigón o de arcilla.

CAPÍTULO 2

BLOQUES DE HORMIGÓN

Generalidades

Cerca del año 200 a. C. se evidenció la utilización del mortero de hormigón por los romanos, a fin de dar forma a las piedras usadas en el área de construcción de edificaciones de aquella época.

Posteriormente, por el año 37-41 d. C., pequeños mampuestos de hormigón prefabricados fueron usados como elemento de construcción en la región cerca de lo que actualmente es Nápoles, Italia.

Según investigaciones el primer bloque de hormigón fue diseñado por Harmon S. Palmer en los Estados Unidos en 1890. Así, patentó su diseño en 1900. Los bloques de Palmer fueron de 20.3 x 25.4 x 76.2 cms, es decir 8x10x30 pulgadas.

Por el año 1905, aproximadamente 1500 compañías en Estados Unidos se encontraban manufacturando bloques de hormigón, los cuales eran sólidos bastante pesados en los que la cal era el material cementante.

También se cree que el primer bloque de hormigón sólido fue construido en 1833 y que dos décadas más tarde, se creó el bloque hueco y que ello es el resultado del ingenio y creatividad de diseñadores ingleses.

Además en 1868, un constructor de apellido Frear fundó la que podría considerarse la primera planta para construir bloques de hormigón en el continente americano bajo su propia patente.

Así por el siglo XX ya existían los primeros bloques huecos para muros; la ligereza de estos nuevos bloques significaba, por sus múltiples ventajas, un gran adelanto para el área de la construcción en relación a etapas anteriores.

Las primeras máquinas que se emplearon en la entonces nueva industria se limitaban a moldes metálicos simples, en los mismos que se compactaba la mezcla manualmente; esta metodología de producción se siguió utilizando hasta los años veinte, época en que aparecieron máquinas con martillos accionados mecánicamente; años después se descubrió la conveniencia de la compactación lograda basándose en vibración y compresión; actualmente, las más modernas y eficientes máquinas para la elaboración de bloques de hormigón utilizan el sistema de vibro- compactación.

Los bloques de hormigón son especialmente empleados como materiales de construcción de paredes, la mayoría de ellos tienen una o más cavidades y sus lados pueden ser planos o con algún diseño, lo cual le provee las siguientes características:

- Ligereza del elemento.
- Aislamiento térmico y acústico, debido a la cámara de aire que se forma en el interior, una vez que ha sido colocado en obra.
- Facilidad e manipulación.

Definición de Bloque de hormigón

Es un elemento modular y premoldeado, que se encuentra dentro de la categoría de mampuestos que son manipulados en obras, el cual es prefabricado a base de cemento, agua y áridos finos y/o gruesos y/o artificiales con o sin aditivos, que obedece a una granulometría, dosificación y técnica de construcción; el cual ha sido especialmente diseñado para la albañilería confinada y armada.

Ilustración 0.1 Bloques en una planta

Materia

La materia utilizada para elaborar bloques de



Prima

prima para elaborar hormigón

son:

- Cemento
- Agregados
 - Piedra caliza
 - Piedra pómez
 - Arena unificada
 - Arena de río
- Agua

Cemento

El cemento que debe emplearse en la elaboración de bloques de hormigón necesita cumplir con los requisitos de la norma INEN 152. (Ver anexos).

De acuerdo a aquello se emplea Cemento Portland, el cual es un cemento hidráulico producido por la pulverización del clinker Portland, que usualmente contiene sulfato de calcio.

Agregados

Es cualquier material mineral duro o inerte en forma de partículas graduadas o fragmentos, también se les llama áridos, siendo éste un nombre genérico para distintos conjuntos de partículas minerales de diferentes tamaños que provienen de la fragmentación natural o artificial de las rocas.



Ilustración 0.2 Tamaños de agregados

Los áridos que se utilicen en la elaboración de los bloques de hormigón deben cumplir con los requisitos de la norma INEN 872 (Ver anexos) y además pasar por un tamiz de abertura nominal de 10mm.

Piedra Caliza

La caliza es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO_3), generalmente calcita. También puede contener pequeñas cantidades de minerales como arcilla, hematita, siderita, cuarzo, etc.

La roca caliza tiene una gran resistencia a la meteorización

Su textura es granular fina a gruesa y un poco áspera.



Ilustración 0.3 Piedra caliza

El uso de las rocas calizas es muy extenso, su mayor utilización es en la construcción, si se calcina se puede producir cal viva, se utiliza en la fabricación del cemento, como grava y arena (fragmentada) en la elaboración del concreto.

Piedra Pómez

Es una roca ígnea volcánica vítrea, muy porosa y de color blanco o gris.



Ilustración 0.4 Piedra pómez

De baja densidad (flota en el agua), en el rango de 0,4 a 0,9 g/cm³.

En nuestro país se la puede encontrar en los volcanes de la provincia de Tungurahua.

Arena unificada

Se la define como el conjunto de partículas o granos de rocas producidas artificialmente.

La arena unificada debe cumplir los siguientes requisitos:

- Tamaño nominal: 4,75 - 0.075 mm
- Densidad: 2570 - 2610 Kg/m³
- Absorción 2.6 % - 3.0 %
- Módulo de finura: 3.4 - 3.8

Arena de río

Se la define como el conjunto de partículas o granos de rocas, reducidas por fenómenos naturales acumulados en los ríos y corrientes acuíferas en estratos aluviales que se forman in-situ por descomposición.



Ilustración 0.5 Arena de río

Agua

El agua que se utilice en la elaboración de bloques de hormigón deberá ser dulce, limpia, sin sabor ni olor pronunciado y libre de cantidades apreciables de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales y materias

orgánicas o cualquier otra sustancia que sea dañina para la mezcla; es preferible emplear agua potable.

Así, las impurezas excesivas en el agua no sólo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del bloque, sino que también pueden provocar eflorescencia, manchas, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad.

Elaboración de bloques en fábrica

Los Bloques de hormigón se producen prácticamente en todo el mundo debido a su alta calidad, gran demanda y ahorro económico respecto a otros materiales de construcción.

Una variedad de materias primas pueden utilizarse para producir unidades de hormigón por miles en fábrica, en diferentes tamaños y formas.

El proceso que se usualmente se lleva a cabo para producir bloques de hormigón en fábrica es el siguiente:

- Recepción de materia prima.
- Almacenamiento y Transporte
- Dosificación y Mezclado
- Formado
 - Alimentación.
 - Vibrado y Prensado.
 - Desmoldado.
- Curado
- Cubicado

Recepción de materia prima

La materia prima cuando llega a planta antes de ser aceptada se muestrea y se revisa visualmente a fin de detectar impurezas y cualquier otro aspecto no deseable, sólo entonces el material es pesado y pasa a depositarse en la sala respectiva.



Ilustración 0.6

y revisión de materia prima

Recepción

Almacenamiento y transporte

Las materias primas que están en las salas, son extraídas por un sistema de bandas, las cuales están ubicadas en un túnel bajo las salas de almacenamiento y alimentan un conjunto de tolvas que acopian el material antes de su dosificación.



Ilustración

0.7

Almacenamiento y transporte

Estos materiales son previamente clasificados y triturados con el fin de obtener las granulometrías requeridas, el material de las tolvas es descargado por medio de compuertas que se abren individualmente de acuerdo al material que se necesita.

Dosificación

Es
cada
bloque



y mezclado

importante
conocer que
tipo de
tiene
diferente

dosificación, lo que va de acuerdo al uso del mismo.

Ilustración 0.8 Dosificación con equipo de computación

El pesaje se hace a través de una balanza computarizada con una precisión de +/- 0.1%.

Estos materiales una vez pesados, son depositados en una tolva móvil, para luego ser descargados en la mezcladora correspondiente e iniciar un proceso de premezcla; concluido este paso automáticamente se inyecta agua para obtener la humedad requerida, continuando con el proceso de homogenización de la misma o fase de mezclado.



Ilustración 0.9
En ese

Mezclado
momento se

tiene la mezcla lista para la elaboración del producto, la cual es depositada a través de una compuerta de la mezcladora en la tolva de la máquina formadora, comenzando el proceso de estructuración del bloque en el molde preestablecido. bloque en el molde preestablecido.



Ilustración 0.10 Mezclado

Formado

Alimentación



Ilustración 0.11 Alimentación

Proceso en el cual el material es llevado de la tolva de la máquina formadora por una bandeja que lo ubica dentro del molde de manera uniforme con ayuda de un agitador.

Vibrado y prensado

La vibración es proceso con lo cual se logra compactar el material en el molde.



Ilustración 0.12 El vibrado y prensado

La vibración es el método de asentamiento práctico más eficaz conseguido hasta ahora, dando un concreto de características bien definidas como son la resistencia mecánica, compacidad y un buen acabado.

La vibración consiste en someter al concreto a una serie de sacudidas y con una frecuencia elevada. Bajo este efecto, la masa de concreto que se halla en un estado más o menos suelto según su consistencia, entra a un proceso de acomodación y se va asentando uniforme y gradualmente, reduciendo notablemente el aire atrapado.

Desmoldado

Es el proceso por el cual el bloque de hormigón es retirado de su matriz.



Ilustración 0.13 El desmoldado

Curado

Cuando el bloque ya está formado es automáticamente depositado en unos estantes especiales llamados "racks", los cuales son trasladados con montacargas y llevados a cuartos herméticos.



Ilustración 0.14 Curado



Ilustración 0.15 Racks

En los cuartos herméticos se someten a un proceso de curado usando agua o vapor con la finalidad de acelerar el fraguado y obtener altas resistencias en corto tiempo permitiendo manipular y almacenar los productos.

Cubicado



Ilustración 0.16 Cubicado

Los bloques curados son desmontados automáticamente de los estantes o racks y por medio de un sistema de transporte son llevados a una máquina cubicadora, la que semiautomáticamente dispone de los productos en palets de madera para ser almacenados y posteriormente despachados.

Características de bloques elaborados en fábrica

Las formas y tamaños de los bloques comunes de hormigón han sido estandarizados para asegurar una uniformidad en las construcciones.

Los bloques poseen dimensiones uniformes para facilitar la modulación, de 20 y 40 cm de alto y largo respectivamente, que incluye una cama de mortero de hormigón; variando únicamente en el ancho.

Los bloques son económicos, livianos, resistentes al fuego, durables (tienen una vida útil de aproximadamente 50 años) y capaces de resistir cargas pesadas.

Las propiedades físicas tales como la geometría, la densidad, la absorción y la eflorescencia, también influyen en la resistencia del elemento estructural; otros factores relacionados al proceso constructivo como el desplome con la verticalidad y la excentricidad de la carga actuante, que producirán momentos flexionantes en dirección normal a su plano, reducirán la resistencia comparativamente a una sección sujeta a carga axial simple.

- **Geometría**

La geometría de un bloque se refiere a las dimensiones del mampuesto.

- **Densidad**

Permite determinar si un bloque es pesado o liviano, además indica el índice de esfuerzo de la mano de obra o de equipo requerido para su manipulación desde su fabricación hasta su asentado.

- **Absorción**

La absorción del agua se mide como el paso del agua, expresado en porcentaje del peso seco, absorbido por la pieza sumergida en agua. Esta propiedad se relaciona con la permeabilidad de la pieza, con la adherencia de la pieza y del mortero y con la resistencia que puede desarrollar.

Clasificación de los bloques de hormigón

Según la norma INEN 638 (Ver anexos), los bloques huecos de hormigón se clasificarán de acuerdo a su uso en cinco tipos, como se indica en la tabla 1.

Tipo	Uso
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
B	

	Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento. Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.
E	Losas alivianadas de hormigón armado.

Tabla 1. Tipos de bloques de hormigón

Por otro lado, en nuestro medio ciertas industrias han clasificado a los bloques de la siguiente manera:

- Bloques livianos
- Bloques pesados
- Bloques de fachada

Bloques Livianos: Sus pesos van desde 3 a 13 Kg, las dimensiones son de acuerdo a los requerimientos y sus resistencias oscilan entre 20 a 40 Kg/cm² aproximadamente.

Detalle Producto	Requerimiento	Medida/cm	Peso/lbs.
PL -1S T-6	12,5/m ²	6,5 x 19 x 39	13,23
PL -6	12,5/m ²	6,5 x 19 x 39	13,23
TL -6	25/m ²	6,5 x 19 x 39	6,50
PL -1S T-9	12,5/m ²	9 x 19 x 39	15,87
PL -9	12,5/m ²	9 x 19 x 39	15,43
TL -9	25/m ²	9 x 19 x 19	7,93
PL -14	12,5/m ²	14 x 19 x 39	20,28
TL -14	25/m ²	14 x 19 x 19	10,58
PL -19	12,5/m ²	19 x 19 x 39	29,10
TL -19	25/m ²	19 x 19 x 19	15,87
TL -6	25/m ²	6,5 x 19 x 39	6,50

Tabla 2. Bloques de hormigón livianos

Nomenclatura:

- PL-1ST: Pieza liviana – un solo toque
- PL: Pieza liviana

- TL: Traba liviana



Ilustración 0.17 Bloque PL -6 para paredes livianas



Ilustración 0.18 Bloque PL -1S T-6 para paredes livianas



Ilustración 0.19 Bloque TL -6 para trabas



Ilustración 0.25 Bloque PL -9 para paredes livianas



Ilustración 0.26 Bloque PL -1S T-9 para paredes livianas



Ilustración 0.27 Bloque TL -9 para trabas



Ilustración 0.20 Bloque PL -14 para paredes livianas



Ilustración 0.21 Bloque TL -14 trabas



Ilustración 0.22 Bloque PL -19 paredes livianas

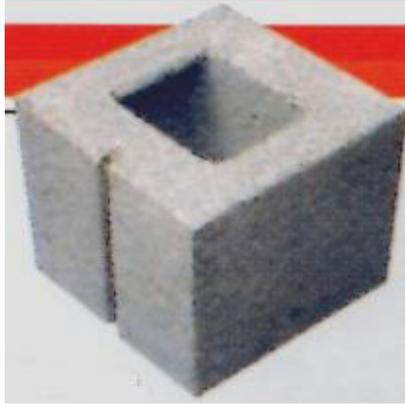


Ilustración 0.23 Bloque TL -19 trabas

Pesados: Sus resistencias se encuentran entre de 30 a 80Kg/cm², pesos de 3 a 18Kg y sus dimensiones y modelos van de acuerdo a los requerimientos.

Detalle Producto	Requerimiento	Medida/cm	Peso/lbs.
P-6	12,5/m ²	6,5 x 19 x 39	17,85
T-6	25/m ²	6,5 x 19 x 39	7,94
P-9	12,5/m ²	9 x 19 x 39	22,04
T-9	25/m ²	9 x 19 x 19	11,02
P9-E	12,5/m ²	9 x 19 x 39	23,15
E-9	5 u/ml	9 x 19 x 39	32,07
P14-A	12,5/m ²	14 x 19 x 39	31,30
P14-B	12,5/m ²	14 x 19 x 39	30,87
T-14	25/m ²	14 x 19 x 19	17,63
E-14	5/ml	14 x 19 x 39	39,24
P-19A	12,5/m ²	39 x 19 x 19	40,12
P-19B	12,5/m ²	39 x 19 x 19	39,68
T-19	25/m ²	19 x 19 x 19	22,48
P-25	12,5/m ²	25 x 19 x 39	48,50

Tabla 3. Bloques de hormigón pesados



Ilustración 0.24 Bloque P- 6 para paredes



Ilustración 0.25 Bloque T-6 – Traba

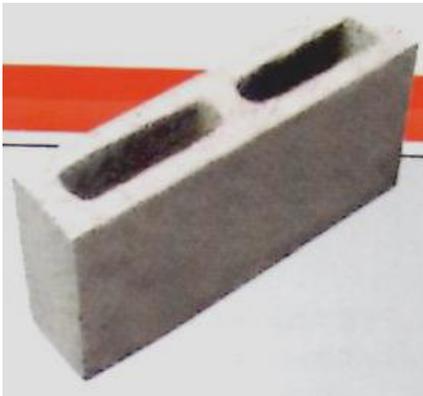


Ilustración 0.26 Bloque P- 9 para paredes



Ilustración 0.27 Bloque P- 9 E para paredes

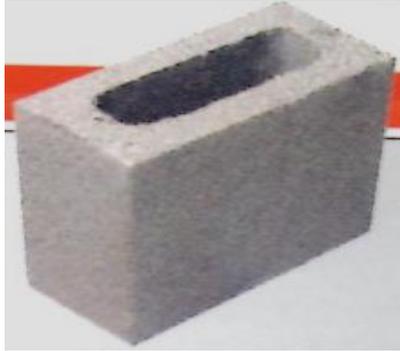


Ilustración 0.28 Bloque T-9 – Traba



Ilustración 0.29 Bloque esquinero E-9 para paredes

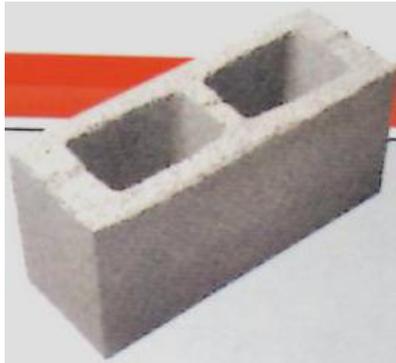


Ilustración 0.30 Bloques P14-A para paredes

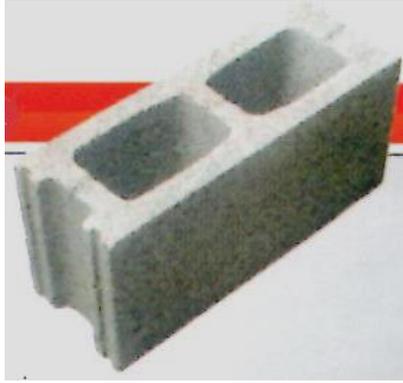


Ilustración 0.31 Bloque P14-B para Paredes

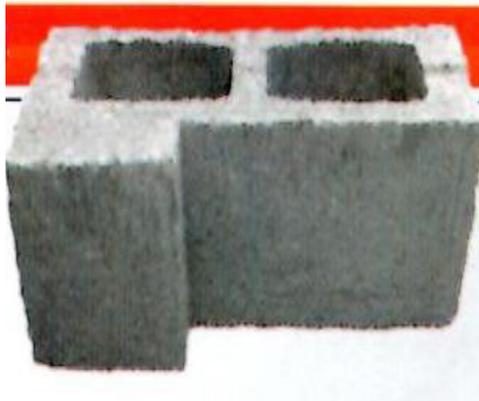


Ilustración 0.32 Bloque E-14 bloques esquineros

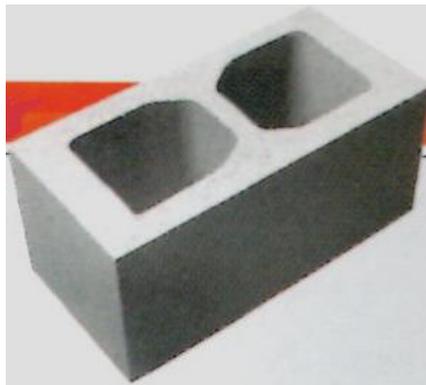


Ilustración 0.33 Bloque P19-A para paredes



Ilustración 0.34 Bloque P19-B para paredes

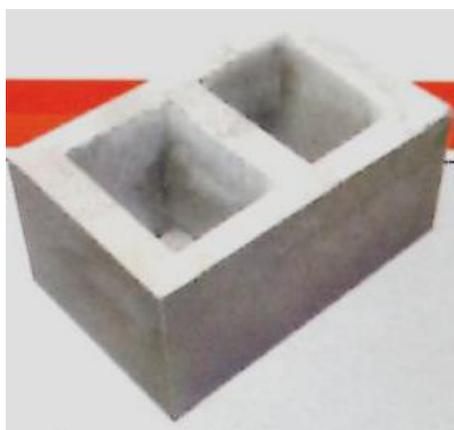


Ilustración 0.35 Bloque P-25 Para paredes de 25 cm
De fachada: Sus pesos son de aproximadamente 13 Kg y sus resistencias van por el orden de los 30Kg/cm².

Detalle Producto	Requerimiento	Medida/cm	Peso/lbs.
F-1	12,5/m ²	9 x 19 x 39	13,20
F-3	25/m ²	9 x 19 x 39	13,00

Tabla 4. Bloques de fachada



Ilustración 0.36 Bloque F-1 paredes decorativas



Ilustración 0.37 Bloque F-3 Paredes decorativas

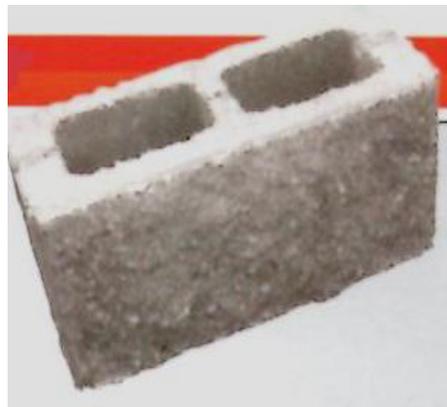


Ilustración 0.38 Bloque F-14 Paredes decorativas

Dimensiones

La dimensión real de un bloque debe ser tal que, sumada al espesor de una junta, dé una medida modular.

TIPO	Dimensiones Nominales			Dimensiones Reales		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
A,B	40	20,15,10	20	39	19,40,09	19
C,D	40	10,15,20	20	39	09,14,19	19
E	40	10,15,20,25	20	39	09,14,19,24	20

Tabla 5. Dimensiones de los bloques de hormigón - INEN
 Por convenio entre el fabricante y el comprador, podrán fabricarse bloques de dimensiones diferentes de las indicadas.

Los bloques de un mismo tipo deben tener dimensiones uniformes. No se permite en ellos una variación mayor de 5mm.

Uso de bloques de hormigón

El uso de los bloques de hormigón es de acuerdo al tipo:

Bloques pesados

- Paredes exteriores e interiores.
- Paredes de cerramientos.
- Remate de paredes trabadas.
- Sistemas de mampostería armada.
- Paredes de alta resistencia.
- Muros.

Bloques livianos

- Paredes livianas interiores.
- Remate de paredes trabadas.

Bloques de Fachadas

- Paredes decorativas exteriores e interiores.
- Muros para viviendas (exteriores e interiores), parapetos, muros de contención, sobre cimientos, etc.

Elaboración de bloques artesanales

La elaboración de bloques de manera artesanal implica un proceso no tecnificado, que no contempla un control riguroso de calidad basándose en una producción a menor ritmo que el industrial.

Existen lugares donde se elaboran bloques de hormigón de manera artesanal, con la finalidad de satisfacer en menor escala la demanda del sector constructivo.

En muchos casos se puede considerar conveniente por cuestiones geográficas o de accesibilidad, la fabricación in-situ de bloques de

hormigón, aprovechando los recursos disponibles en el sector, lo cual se refleja en economía, pero al mismo tiempo se sacrificaría la calidad del elemento mampuesto, en el caso de que no se cumplan los requerimientos de las normas de fabricación de bloques de hormigón establecidos.

Algunos aspectos importantes que involucra la fabricación artesanal de los bloques de hormigón son:

- **Materiales:** Para la confección del bloque sólo se requiere materiales usuales, como son: piedra (partida), arena, cemento y agua; un equipo de vibrado y moldes metálicos correspondientes.
- **Economías:** La construcción con bloques de hormigón presenta ventajas económicas, las cuales se originan en la rapidez de ejecución, siendo posible su elaboración en obra, evitando así el problema de transporte de unidades fabricadas, lo cual representa aspectos favorables para la autoconstrucción.
- **Mano de Obra:** La mano de obra debe ser calificada a nivel de operario, contándose con apoyo técnico y supervisión en el caso de la autoconstrucción.

Proceso de producción

En el proceso de la producción se debe tener claro los recursos a ser utilizados, el esquema de flujo de la fabricación y los patrones de calidad que garantice el mejor producto.

Para asegurar la calidad de los bloques de hormigón se deberá controlar, durante la fabricación, la dosificación de los materiales de la mezcla definida, la cual se recomienda se efectúe por peso.

Una condición imprescindible que deben satisfacer los bloques es su uniformidad; no sólo en lo relativo a la constancia de sus dimensiones, especialmente su altura, sino también en cuanto a la densidad, calidad, textura superficial y acabado.

En todo proceso productivo de elementos para la construcción, se realizan una serie de actividades las cuales guardan estrecha relación entre sí; la

calidad del producto final dependerá de que los diferentes procesos se realicen cumpliendo con los requisitos básicos.

De la misma manera, las actividades deben organizarse concatenadamente y por etapas claramente definidas, que concluirán en la elaboración del producto.

2.6.1.1 Áreas de producción

Una producción a mediana escala móvil o estacionaria requiere contar con zonas apropiadas para las diferentes etapas de fabricación.

Se debe ambientar una zona distribuida en:

- Zonas de materiales y agregado.
- Zona de mezclado y fabricación.
- Zona de desmolde.
- Zona de curado y almacenado.

2.6.2 Secuencia de fabricación

La producción de bloques de hormigón consiste en cuatro etapas básicas:

- Dosificación.
- Mezclado.
- Moldeado
- Fraguado.
- Curado.
- Secado y almacenamiento.

2.6.2.1 Dosificación

La dosificación de los materiales se hará por volumen, utilizando latas, parihuelas o cajones de madera, carretillas o lampadas, tratando de evitar este último sistema.

De manera general, la mezcla de hormigón empleada para los bloques de hormigón contiene un gran porcentaje de arena y un bajo porcentaje de piedra y agua que las mezclas de hormigón usadas con propósitos de construcción. Esta metodología da como resultado un producto muy seco,

de mezcla homogénea que mantiene su forma cuando es removido del molde.

En otro caso, si se emplea ceniza o algún elemento de origen volcánico en lugar de arena y grava, el resultado es un mampuesto con una apariencia de color gris oscuro con una textura media, buena resistencia, larga duración. Un bloque elaborado con estos materiales, por lo general pesa entre 11.8 y 15.0 kg.

Es necesario dosificar muy cuidadosamente el contenido de agua en la mezcla, para que ésta no resulte ni muy seca ni demasiado húmeda. En el primer caso se corre el peligro del desmoronamiento del bloque recién fabricado; en el segundo, que el material se asiente deformando la geometría del bloque.



Ilustración 0.39 Dosificación y mezclado



Ilustración 0.40 Proceso de vibración

2.6.2.2 Mezclado

Mezclado manual.- Definida la dosificación de la mezcla, se acarrea los materiales al área de mezclado. Después del mezclado se incorpora el agua en el centro del hoyo de la mezcla, luego se cubre el agua con el material seco de los costados, para luego mezclar todo uniformemente.

Mezclado mecánico.- Para mezclar el material utilizando mezcladora se debe iniciar mezclando previamente en seco el cemento y los agregados en el tambor, hasta obtener una mezcla de color uniforme; luego se agrega

agua y se continúa la mezcla húmeda durante 3 a 6 minutos. Si los agregados son muy absorbentes, incorporar a los agregados la mitad o los 2/3 partes de agua necesaria para la mezcla antes de añadir el cemento; finalmente agregar el cemento y el resto del agua, continuando la operación de 2 a 3 minutos.

2.6.2.3 Moldeado

Una vez mezclado los materiales, ya sea en forma manual o con mezcladora, se moldea los bloques en la máquina vibradora. La duración del vibrado así como la potencia del motor de la máquina vibradora son factores que influyen notablemente en la resistencia de los bloques.

Obtenida la mezcla se procede a vaciarla dentro del molde metálico colocado sobre la mesa vibradora, cuando se ha colocado en el molde, la mezcla de hormigón, ésta se compacta y se consolida a base de presión y vibración controladas.

El método de llenado se debe realizar en capas y con la ayuda de una varilla se puede acomodar la mezcla. El vibrado se mantiene hasta que aparezca una película de agua en la superficie, luego del mismo se retira el molde de la mesa y se lleva al área de fraguado, y se desmolda el bloque en forma vertical.

La dureza y la forma de los agregados determinan el tiempo de vida de los moldes.

No es necesario cambiar todas las partes de los moldes al mismo tiempo. Algunas pueden durar más tiempo y tolerar mayor desgaste que otras antes de ser cambiadas.

Algunos moldes pueden ser costosos, sin embargo, en este caso, tienen una larga vida aprovechable, aunque las piezas de forrado interior o de desgaste sí requieren cambiarse periódicamente.



Ilustración 0.41 Desmolde

2.6.2.4 Fraguado

Una vez fabricados los bloques, éstos deben permanecer en un lugar que les garantice protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse.

El periodo de fraguado debe ser de 4 a 8 horas, pero se recomienda dejar los bloques de un día para otro.

Si los bloques se dejarán expuestos al sol o a vientos fuertes se ocasionaría una pérdida rápida del agua de la mezcla, o sea un secado prematuro, que reducirá la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento del hormigón.

Luego de ese tiempo, los bloques pueden ser retirados y ser colocados en rumas para su curado.



Ilustración 0.42 Fraguado

2.6.2.5 Curado

El curado de los bloques consiste en mantener los bloques húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los bloques como cualquier otro producto de hormigón.

Los bloques se deben colocar en rumas de máximo cuatro unidades y dejando una separación horizontal entre ellas de dos centímetros, como mínimo, para que se puedan humedecer totalmente por todos los lados y se permitan la circulación de aire.

Para curar los bloques se riega periódicamente con agua durante siete días. Se humedecen los bloques por lo menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a secar en los bordes. Se les puede cubrir con plásticos, papeles o costales húmedos para evitar que se evapore fácilmente el agua.

El curado se puede realizar también sumergiendo los bloques en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un periodo de tres días. Lo más recomendado para el proceso de curado, y también para el almacenamiento, es hacer un entarimado de madera, que permita utilizar mejor el espacio y al mismo tiempo evitar daños en los bloques.

Para no alterar las dimensiones y características de los bloques se puede curar por regado a partir de las 6 horas y durante las 48 horas siguientes, hasta que adquiera una resistencia que permita su manipulación.



Ilustración 0.43 Curado

2.6.2.8 Secado y Almacenamiento

La zona destinada para el almacenamiento de los bloques debe ser suficiente grande para mantener la producción de aproximadamente dos semanas y permitir que después del curado los bloques se sequen lentamente.

La zona de almacenamiento debe ser totalmente cubierta para que los bloques no se humedezcan con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico.

Control de calidad

Dimensionamiento

Se mide en cada espécimen entero el largo, el ancho y la altura, con la precisión de 1mm; cada medida se obtiene como el promedio de tres medidas en los bordes y al medio en cada cara. Los bloques de hormigón deben tener una altura no mayor de 20 cm, un ancho menor de 7 cm, un largo menor de 40 cm.

Alabeo

Es un defecto que tiene el bloque de presentar una deformación superficial en sus caras; el alabeo se presenta como concavidad o convexidad.

Para medir la concavidad, se coloca el borde recto de la regla longitudinalmente, y se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima. Para la medición de la convexidad se apoya el bloque sobre una superficie plana, se introduce en cada vértice opuesto diagonalmente

en dos aristas, buscando el punto para la cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida.

Almacenamiento de bloques de hormigón en obra

Para el correcto almacenamiento en obra de los bloques de hormigón se debe priorizar el buen estado de los bloques, para lo cual se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Colocar los bloques sobre pallets.
- Se debe colocarlos en forma vertical, los primeros bloques en un sentido y los siguientes en sentido contrario.
- No se debe hacer rumbos de más de 2m. Lo ideal sería de máximo 1,5m, para evitar que se derrumben en caso de movimientos sísmicos.
- Se debe cubrir los bloques con plástico o saco de yute, para evitar el contacto con otros materiales y/o el exceso de agua cuando llueva.

Manipulación de los bloques de hormigón en obra

Se debe tener precaución al momento de manipular los bloques de hormigón, así es necesario considerar las siguientes recomendaciones:

- Usar cascos y mascarillas.
- No tirar los bloques contra el piso o terreno, ya que esto debilita al bloque.
- Limpiar el bloque si este tiene presencia de otro material.
- Usar las herramientas apropiadas para su colocación en paredes.
- Cortar el bloque a la medida que se necesite como traba usando una cortadora eléctrica.
- Para realizar instalaciones eléctricas o sanitarias por pared, utilice una cortadora eléctrica.

Aceptación y rechazo de los bloques de hormigón en obra

La calidad de los bloques de hormigón depende del proceso de fabricación. Este proceso puede ser artesanal o industrial, con o sin la maquinaria adecuada y control de calidad apropiado.

Al momento de recibir los bloques que se utilizaran en una obra, considerar lo siguiente:

- Para el uso estructural, se deben rechazar los bloques que no sean de origen industrial.
- Los bloques deben presentar características de homogeneidad en las dimensiones, superficies planas, espesor de las celdas constante, acabado y color uniforme.
- No deben presentar fisuras ni defectos aparentes.
- Un bloque de buena calidad presenta un color gris característico, indicando la adecuada dosificación del cemento.
- Los bloques aceptados para fines estructurales deben tener una resistencia mínima a compresión de 100 Kg/cm² en su área neta.

CAPÍTULO 3

BLOQUES DE ARCILLA

Generalidades

La humanidad descubrió las útiles propiedades de la arcilla en tiempos prehistóricos, se utilizó para construir edificaciones, de tapial, adobe y posteriormente ladrillo y bloque, elementos de construcción cuyo uso aún perdura.

Desde la utilización del barro a la cocción de ladrillos regulares, la arcilla pasó por un largo proceso evolutivo encaminado a mejorar su calidad como material de piezas de construcción. En las civilizaciones antiguas del Medio Oriente y el Mediterráneo, donde se podía obtener con facilidad, se convirtió en el elemento fundamental para la edificación.

Con la introducción de maquinarias modernas, la arcilla es procesada en forma consistente en tamaños estándares, y horneados para producir mampuestos fuertes, durables y atractivos.

Definición de bloque de arcilla

Es un elemento simple hecho de arcilla, con o sin adición de otros materiales, moldeado en forma de paralelepípedo ortogonal, con uno o más huecos transversales en su interior.

Medidas Principales

Se entiende por medidas principales el ancho, el alto y el largo del bloque y deben mencionarse en ese orden.

Materia Prima

La materia prima empleada en la fabricación de bloques de arcilla es:

- Arcilla (diferentes tipos).

- Agua.
- Aditivos, si así lo requiriere; los más utilizados son los siguientes:
 - Arena
 - Carbonato de bario
 - Carbonato cálcico micronizado (molienda fina o micronización de calizas extremadamente puras).
 - Poliestireno

En el caso de las industrias ecuatorianas, la obtención de arcilla la realizan en depósitos en sectores de Azuay, Loja, Manabí, Guayas, entre otros.

Arcilla

La arcilla no es una roca primitiva sino el producto de la descomposición de ciertas rocas ígneas antiguas, se presenta en terrenos llamados estratificados generalmente en capas muy regulares, es un elemento que, al aplicársele agua, se convierte en dúctil y maleable.

La arcilla es una roca sedimentaria formada a partir de depósitos de grano muy fino, compuesta esencialmente por silicatos de aluminio.



Ilustración 0.1 Arcilla

Las formas que se le confieren cuando está húmeda se conservan tras la desaparición del agua.

La abundancia de la arcilla en la naturaleza, su relativa facilidad de tratamiento y la resistencia e impermeabilidad de este elemento lo convierten en un material bastante utilizado en la actualidad.

Clases de arcilla de acuerdo a su procedencia.

- **Primarias o residuales:** Formadas in situ, o sea, donde se desintegró la roca.

Contienen partículas sin ninguna clasificación, desde caolinizadas hasta fragmentos de roca y minerales duros e inalterados.

- **Secundarias o sedimentarias:** Han sido transportadas y depositadas en pantanos, lagos, el océano, etc. Están clasificadas por tamaño debido al transporte.

Propiedades físicas de la arcilla

- **Plasticidad:** Se debe a su morfología laminar, tamaño de partícula extremadamente pequeño y alta capacidad de hinchamiento.

Mediante la adición de una cierta cantidad de agua, puede ser modelada fácilmente y al secarse se torna firme.

- **Dureza:** Lo sufren a ser sometidas a la acción de calor.
- **Color:** Presentan coloraciones diversas debido a la presencia en ellas de óxido de hierro y carbonato cálcico
- **Absorción:** Está directamente relacionada con las características texturales, superficie específica y porosidad.
- **Refractariedad:** Propiedad de resistir los aumentos de temperatura sin sufrir variaciones, aunque cada tipo de arcilla tiene una temperatura de cocción.

Acción del calor sobre bloques de arcilla

La eliminación del agua higroscópica se da a una temperatura de aproximadamente 100° C, aún no pierde su agua de composición y conserva la propiedad de dar masas plásticas.

Con una temperatura entre 300 y 400° C el agua llamada de combinación es liberada, perdiendo la propiedad de dar masas plásticas aunque se le reduzca a polvo y se le añada suficiente agua.

Entre 600 y 700° C el agua en la arcilla es totalmente eliminada.

Por la acción del calor entre 700 y 800° C adquiere propiedades tales como dureza y contracción, la sílice y la alúmina comienzan a formar un silicato anhidro (Mullita: $Al_2O_3 \cdot SiO_2$).

Esta combinación se completa al parecer entre 1100 y 1200° C. Hacia los 1500° C aparecen los primeros síntomas de vitrificación.

Coloración

Ésta se debe a la presencia de óxidos metálicos, principalmente el de hierro (por su actividad y abundancia). Dependiendo de si la llama es oxidante o reductora se colorea de rojo, amarillo, verde o gris. También el titanio, el vanadio producen fenómenos similares.



Ilustración 0.2 Coloración de Arcillas

Materiales acompañantes

Granos de cuarzo, feldespato, micas, carbonatos (Ca y Mn), compuestos de hierro (óxidos, carbonatos, silicatos y sulfuros) y material orgánico.

Agua

Respecto al agua necesaria para la fabricación de bloques de arcilla, no es necesario que sea potable, en algunos hasta se emplea agua de río.

Elaboración de bloques de arcilla en fábrica

Se caracteriza por la implementación de líneas de producción, las que tienden a robotizarse con lo que se incrementa notablemente el rendimiento.

Requieren amplia y variada cantidad de insumos lo que permite producir en gran escala. Sus insumos son aportados por la misma naturaleza o por otras industrias.

Se elaboran grandes cantidades de productos con una calidad similar debido a la precisión de los procesos productivos con la consiguiente disminución de costos.

Las grandes industrias elaboran una gran cantidad de productos debido a la tecnología utilizada y a los grandes capitales empleados que le permiten sostener el ciclo productivo y financiar la venta de su producción para llegar a un mayor número de consumidores.

El proceso que se sigue es:

- Almacenamiento
- Molienda/Mezclado
- Amasado
- Moldeo
- Secado
- Cocción

Almacenamiento

La arcilla sin tratar es transportada mediante camiones hasta el emplazamiento donde se descarga y se almacena hasta su posterior uso. El almacenamiento puede realizarse a la intemperie o mediante una tolva de almacenamiento.

Dicha tolva de almacenamiento está formada por un receptáculo diseñado para almacenar la arcilla que proviene directamente de la cantera. Normalmente está fabricado en acero anti desgaste y tiene una capacidad suficiente para alimentar a la planta durante varias horas.



Ilustración 0.3 Extracción y traslado de arcilla

Molienda/Mezclado

En el proceso de molienda se realiza la trituración de la arcilla sin tratar que proviene directamente de la cantera, y de esta manera se obtiene la materia prima con la granulometría y textura necesarias para su posterior conformado.

En Ecuador se fabrican bloques por vía semihúmeda, donde el proceso de humectación de la arcilla puede comenzar desde el mismo lecho de homogeneización.



Ilustración 0.4 Mezcla de arcilla con agua

En estas condiciones el agua queda fuertemente ligada al cristal arcilloso, dando como resultado un aumento de la plasticidad y cohesión de la masa arcillosa, así como un aumento de su resistencia a las tensiones del secado.

Amasado

La arcilla debe estar lo bastante húmeda (en general entre valores de 12 a 15% de humedad) para que se pueda mantener homogénea cuando se trabaja.

Para el amasado de la arcilla, en las fábricas se utiliza la amasadora, máquina especialmente diseñada para la homogeneización de una mezcla de arcilla y la incorporación de más agua o de colorantes y aditivos.

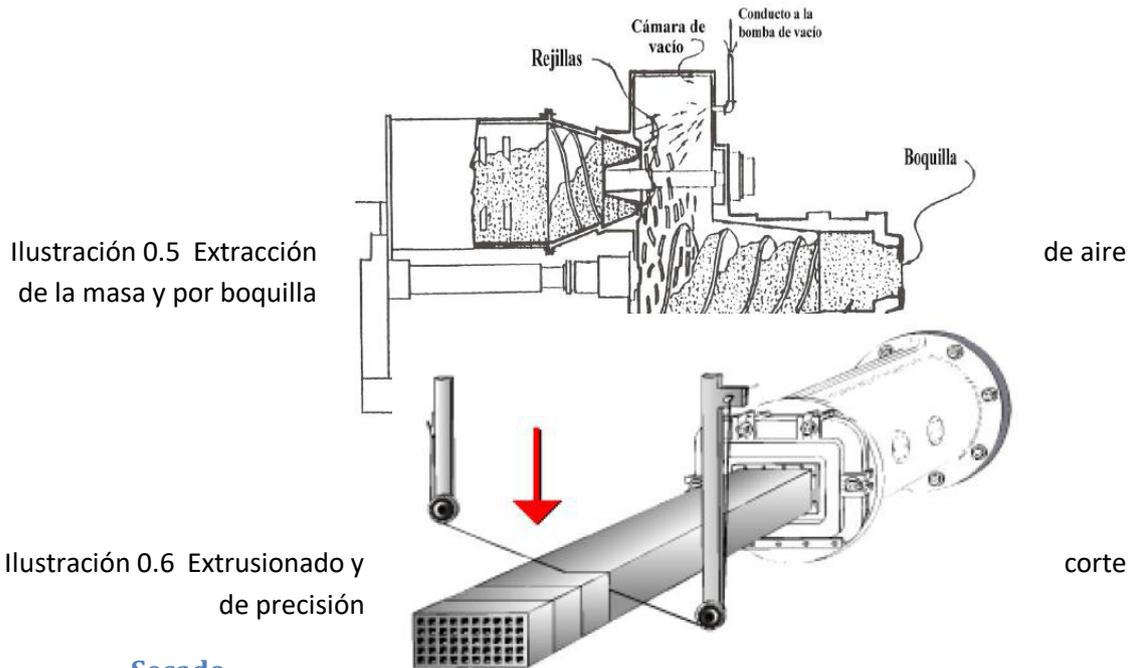
Las palas al girar, hacen que la arcilla juntamente con el agua y los aditivos formen una pasta homogénea con la plasticidad necesaria.

Moldeo

Para la fabricación de bloques de arcilla el proceso de moldeo se realiza por extrusión.

En la extrusión, la pasta de arcilla humectada se hace pasar a través de un molde perforado empujado por una hélice giratoria. La arcilla extrusionada adquiere el perfil de la boquilla incorporada, pudiéndose modificar en función del tipo de pieza a producir.

Del efecto del extrusionado resulta una mayor absorción del agua por la arcilla, obteniéndose una pasta muy homogénea. El barro es menos pegajoso y se trabaja con menores problemas.



Secado

El objetivo del secado es la reducción del contenido de humedad de las piezas antes de su cocción, es una operación compleja en la que convergen múltiples factores: naturaleza de la arcilla, grado de preparación y homogeneización, tensiones que pueden haber tenido lugar durante el moldeo, diseño y formado de la pieza, uniformidad de secado, etc.

El tipo de secado que se lleve a cabo influirá en la resistencia y calidad final de la pieza después de su cocción.

Puede realizarse de dos formas distintas: natural o artificial.



Ilustración 0.7 Horno de secado

Secado natural

Para el secado natural, el material es colocado en cobertizos o a la intemperie donde disminuye su contenido de humedad hasta su nivel óptimo antes de entrar en el horno.

Secado artificial

El secado artificial emplea fuentes de calor de distintos orígenes, en general se suelen aprovechar los gases de enfriamiento del horno de cocción para el propio proceso de secado (y por lo tanto no se producen emisiones adicionales).

El material cargado en el secadero, se introduce con un alto grado de humedad, y mediante la recirculación de grandes cantidades de aire caliente (entre 90 y 110 °C) seco, se baja el contenido en agua hasta un nivel aproximado del 2%. Con este porcentaje de humedad el material ya puede introducirse en el horno.

Cocción

La cocción es la fase más importante y delicada del proceso de fabricación de productos de arcilla. En este proceso se confiere a la pieza las propiedades deseadas, al mismo tiempo que se muestra si las fases precedentes (amasado, moldeo y secado) se han llevado a cabo correctamente o no. Las piezas se cuecen en hornos, a una temperatura que va desde 875° C hasta algo más de 1000°C.

Estos hornos consisten en un largo canal por el que se empuja un tren de vagones sobre rieles.

El horno está formado por una zona de fuego fija, mientras el material a cocer se desplaza. El material se deposita en vagonetas y éstas se van moviendo a lo largo de un túnel.

El almacén inferior de las vagonetas está protegido por un grueso revestimiento de material aislante y refractario, y tiene un tope que resbala en una correspondiente ranura en las paredes del horno. En el borde inferior se dispone una plancha que se desliza sobre arena para crear mayor hermeticidad. Para proteger las ruedas contra el calor, se puede impulsar aire frío debajo de las vagonetas, a lo largo de los rieles y las ruedas.

Igualmente las vagonetas están ajustadas unas a otras, sin espacios libres intermedios, y se empujan en el túnel mediante un dispositivo especial.

Para conseguir la temperatura óptima para la cocción de los productos de arcilla (entre 875 y 1.000 °C), se produce un consumo significativo de combustible y una emisión de contaminantes al aire, debido al proceso de combustión que tiene lugar.

Aunque cabe destacar que en este caso, las emisiones al aire son canalizadas ya que estos tipos de hornos disponen de una o varias chimeneas que emiten los humos al exterior.

Por otro lado también existe emisión de calor producida por los gases calientes que se desprenden del horno. Por último, se pueden generar residuos inertes correspondientes a piezas cocidas que no cumplen con la calidad requerida o tienen algún tipo de defecto.

Tipos de bloques de arcilla

En nuestro país a los bloques de arcilla están clasificados en los siguientes grupos:

- **Bloque Rayado de Pared**

Detalle del bloque	Cant m ²	Medida	Peso Lbs.
Bloque Rasilla Rayada	8	10 x 30 x 41	24,00
Bloque Rasilla Rayada	8	07 x 30 x 41	19,58
Bloque Rasilla Rayada	12	07 x 20 x 41	11,66
Bloque 4h Rayado	12	08 x 20 x 41	13,42
Bloque 8h Rayado	12	10 x 20 x 41	16,00

- **Bloque liso de pared**

Detalle Producto	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque Rasilla Lisa	12	07 x 20 x 41	11,00
Bloque 4h Rayado	12	08 x 20 x 41	12,00
Bloque 8h Rayado	12	10 x 20 x 41	16,00
Bloque 9h Rayado	12	15 x 20 x 41	22,00

- **Bloque visto**

Detalle Producto	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque 1 Hueco	47	08 x 07 x 30	4,60
Bloque 2 Huecos	47	13 x 07 x 30	5,5
Bloque 2 Huecos	33	13 x 10 x 30	9,20

- **Bloque cara lisa**

Detalle Producto	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque C. 3 Hueco	88	09 x 06 x 19	3,00
Bloque C. L. 4 Huecos	59	09 x 06 x 29	3,54
Bloque C. L. 3 Huecos	53	09 x 10 x 19	4,62
Bloque C. L. 4 Huecos	35	09 x 10 x 29	6,16
Bloque C. L. 6 Huecos	25	09 x 10 x 39	9,00

- **Bloque ornamental**

Detalle Producto	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Ornamental Modelo Redondo	25	08 x 20 x 20	7,48
Ornamental Modelo Hoja	25	08 x 20 x 20	7,48
Ornamental Modelo Cuadrado	26	08 x 20 x 21	7,48
Ornamental Modelo Redondo	25	10 x 20 x 20	9,20
Ornamental Modelo Hoja	25	10 x 20 x 21	9,20
Ornamental Modelo Cuadrado	26	10 x 20 x 22	9,20

- **Bloque semimacizo recto**

Detalle	Cant. /m2	Medida	Peso/lbs
Bloque semimacizo recto	13 x 06 x 29	13 x 06 x 29	6,38
Bloque semimacizo recto	13 x 05 x 29	13 x 05 x 29	7,48
Bloque semimacizo recto	13 x 10 x 29	13 x 10 x 29	9,12

Bloque semimacizo recto0	10 x 08 x 29	10 x 08 x 29	5,12
Bloque semimacizo recto	10 x 8.5 x 25	10 x 8.5 x 25	7,26
	10 x 10 x 29	10 x 10 x 29	6,82

- **Bloque tipo viejo**

Detalle Producto	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque Tipo Viejo	40	05 x 09 x 29	5,62

- **Bloque piscis**

Detalle Producto	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque Piscis (mt. Lineal)	11	05 x 09 x 29	3,95

- **Bloque semimacizo hombro recto**

Detalle	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque semimacizo hombro recto	57	113 x 06 x 29	6,38
Bloque semimacizo hombro recto	40	13 x 8,5 x 29	7,48
Bloque semimacizo hombro recto	34	13 x 10 x 29	10,12
Bloque semimacizo hombro recto	67	10 x 06 x 25	4,00
Bloque semimacizo hombro recto	47	10 x 8.5 x 25	5,66
Bloque semimacizo hombro recto	40	10 x 10 x 25	6,65

- **Bloque semimacizo hombro curvo**

Detalle	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque semimacizo hombro curvo	57	113 x 06 x 29	6,38
Bloque semimacizo hombro curvo	40	13 x 8,5 x 29	7,48
Bloque semimacizo hombro curvo	34	13 x 10 x 29	10,12
Bloque semimacizo hombro curvo	67	10 x 06 x 25	4,00
Bloque semimacizo hombro curvo	47	10 x 8.5 x 25	5,66
Bloque semimacizo hombro curvo	40	10 x 10 x 25	6,65



Ilustración 0.8 **Bloque rayado de pared**

- (1) Bloque Rasilla Rayada
- (2) Bloque Rasilla Rayada
- (3) Bloque Rasilla Rayada
- (4) Bloque 4h Rayado

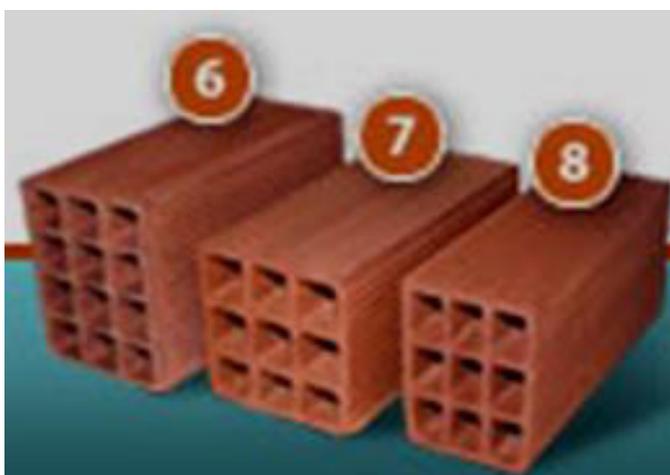


Ilustración 0.9 **Bloque de losa**

- (6) Bloque 9h Rayado
- (7) Bloque 9h Rayado
- (8) Bloque 12h Rayado



Ilustración 0.10 **Bloque liso de pared**

- (9) Bloque Rasilla Lisa
- (10) Bloque 4h Rayado
- (11) Bloque 8h Rayado
- (12) Bloque 9h Rayado



Ilustración 0.11 **Bloque visto**

- (13) Bloque 1 Hueco
- (14) Bloque 2 Huecos
- (15) Bloque 2 Huecos



Ilustración 0.12 **Bloque cara lisa**

- (16) Bloque C. 3 Hueco
- (17) Bloque C. L. 4 Huecos



Ilustración 0.13 Bloque cara lisa

- (18) Bloque C. L. 3 Huecos
- (19) Bloque C. L. 4 Huecos
- (20) Bloque C. L. 6 Huecos



Ilustración 0.14 Bloque piscis

- (21) Bloque Piscis (mt. Lineal)



Ilustración 0.15 Bloque ornamental
(22) Ornamental Modelo Redondo
(23) Ornamental Modelo Hoja
(24) Ornamental Modelo Cuadrado

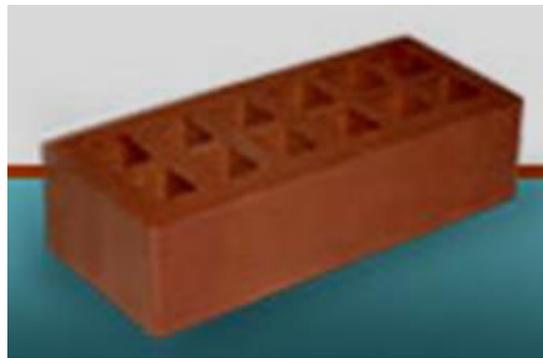


Ilustración 0.16 Bloque semimacizo recto



Ilustración 0.17 Bloque Tipo Viejo

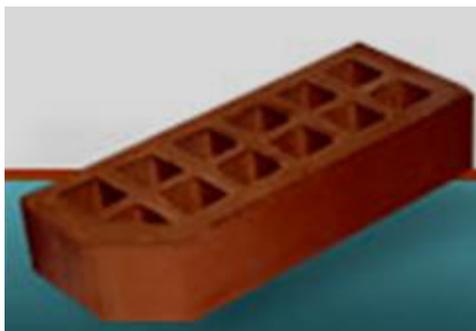


Ilustración 0.18 Bloque semimacizo hombro recto

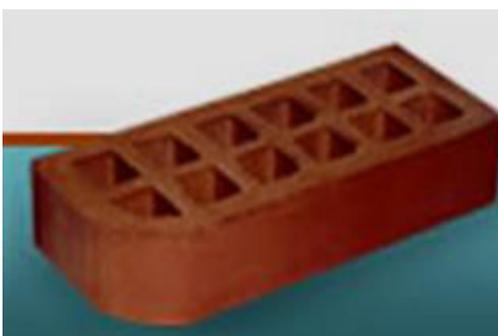


Ilustración 0.19 Bloque semimacizo hombro curvo



Ilustración 0.20 Big Bloque de arcilla

Uso de bloques de arcilla

- **Como elemento decorativo, aportando un toque de sobriedad, elegancia y belleza en el acabado.**
- **Los bloques de arcilla lisos (vistos) no necesitan ser enlucidos, por lo cual hay un gran ahorro de dinero.**

- **Son refractarios a la temperatura, aislante térmico, no permiten el paso del frío o del calor, mínima absorción, no permiten el paso del ruido (acústico).**



Ilustración 0.21 Usos de bloques de arcilla en paredes

Elaboración artesanal de bloques de arcilla

Se caracteriza por no trabajar en serie, emplea mayor cantidad de trabajadores, en relación con las unidades producidas en los procesos industriales, por el carácter personal de su producción y por el tratamiento que deben tener sus insumos.

Se utilizan los insumos tal como lo obtienen de la naturaleza sin efectuar mayores cambios en sus propiedades naturales.

La producción artesanal permite elaborar productos con ciertas características, en cantidades limitadas.

Los artesanos le imprimen a sus productos sus capacidades distintivas, permitiendo lograr resultados únicos y a veces irreproducibles.

La producción está limitada por la capacidad del artesano, quien al efectuarla personalmente no puede lograr las cantidades que se obtienen a través de procesos implementados en líneas de producción.

Proceso

Se extrae arcilla, y ésta es llevada a un molino, donde se tritura, luego es trasladado a una alimentadora en la cual se agrega agua, para que posteriormente sea llevada a la cámara de vacíos en la cual se muele y se la lleva al molde, mientras más pigmento tenga esta masa, más oscuro será el bloque, luego se lo pone al sol y se cuida de que no reciba agua.

Después, se procede al precalentamiento y éste toma tres días, luego se somete a una temperatura aproximada de 1000°C durante 7 u 8 horas.

Almacenamiento de bloques de arcilla

Para el correcto almacenamiento en obra de los bloques de arcilla se debe priorizar el buen estado de los bloques, para lo cual se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Colocar los bloques sobre palets.
- Se debe colocarlos en forma horizontal, los primeros bloques en un sentido y los siguientes en sentido contrario.
- No se debe hacer rumos de más de 2m. Lo ideal sería de máximo 1,5m, para evitar que se derrumben en caso de movimientos sísmicos.
- Se debe cubrir los bloques con plástico, para evitar el contacto con otros materiales y/o el exceso de agua cuando llueva.

Manipulación de los bloques de arcilla

Se debe tener precaución al momento de manipular bloques de arcilla:

- Usar cascos y mascarillas cuando se esté trabajando con los bloques en obra.
- No arrojar los bloques contra el piso o terreno, esto debilita al bloque.
- Limpiar el bloque si este tiene presencia de otro material.
- Usar las herramientas apropiadas para su colocación en paredes.
- No cortar el bloque para usarlo como traba, utilice las trabas del mismo material de arcilla.
- Para realizar instalaciones eléctricas o sanitarias por pared, utilice una cortadora.

Aceptación y rechazo de los bloques de arcilla

La calidad de los bloques de arcilla varía mucho según su proceso de fabricación. Este proceso puede ser artesanal o industrial, con o sin la maquinaria adecuada y control de calidad apropiado.

Al momento de recibir los bloques que se utilizarán en una obra debemos tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- El bloque de fabricación artesanal no debe ser utilizado con fines estructurales.
- Se debe aceptar las piezas que presenten dimensiones y acabados uniformes, sin defectos aparentes, sin fisuras, con superficies planas, aristas perfiladas.
- Deben también ser uniformes en su color y en su textura, porque esto demuestra la homogeneidad del proceso de fabricación.
- No se deben aceptar bloques muy quemados o poco cocidos (ni muy oscuros ni muy claros).
- También las piezas de arcilla fisuradas de alta porosidad, con presencia de otros materiales (como paja o piedra) deben ser rechazadas para su uso en las paredes.
- Cuando se observa en una pila de piezas una gran cantidad de bloques rotos, esto es indicativo de la excesiva fragilidad del conjunto.

Se deben rechazar los bloques que no presenten estas características.

CAPÍTULO 4

ENSAYOS REALIZADOS

Generalidades

Los ensayos en los bloques de hormigón se los realiza siguiendo las normas INEN 639, INEN 642, INEN 643, las cuales se usan con la finalidad de determinar la calidad de los bloques destinados a construcciones por medio de la ejecución de los procedimientos necesarios para determinar la resistencia mecánica a la compresión, absorción máxima de agua y contenido de humedad.

Ensayos realizados en bloques de hormigón

Ensayo de resistencia a la compresión

Este procedimiento consiste en someter los bloques huecos de hormigón a una carga progresiva de compresión, hasta determinar su resistencia máxima admisible.

Equipo

Puede usarse cualquier máquina de compresión provista de un plato con rótula de segmento esférico, siempre que las superficies de contacto de los apoyos sean iguales o mayores que las muestras de pruebas.



Ilustración 0.1 Máquina para el ensayo

Preparación de muestras

Para determinar la resistencia a la compresión deben usarse bloques enteros seleccionados de acuerdo a la norma INEN 639.



Ilustración 0.2 Muestras para el ensayo

Cada bloque deber ser sumergido en agua a temperatura ambiente, por un período de 24 horas y luego recubierto por capas de mortero de cemento-arena o azufre-arena.



Ilustración 0.3 Muestras sumergidas en agua

- **Colocación de las capas de mortero de cemento-arena sobre los bloques**

Para recubrir los bloques de capas de mortero de cemento-arena se someterán al siguiente tratamiento de preparación:

- Recubrir las caras de la muestra que van a estar en contacto con la capa compuesta de mortero de cemento-arena en partes iguales y con un espesor no mayor a 6mm, para conseguir el paralelismo y la regularidad de estas caras.
- Emplear como tablero de trabajo una placa de acero de espesor no menor de 10mm, con la cara superior pulida y nivelada en dos direcciones en ángulo recto, mediante un nivel de burbuja.
- Colocar sobre esta placa una capa de mortero de cemento-arena, en partes iguales y con una relación agua-cemento de no más de 0.35.
- Colocar la cara de contacto del bloque sobre la capa de mortero y presionada suavemente hasta que ésta se adhiera al bloque en un espesor máximo 6mm.



Ilustración 0.4 Muestras con mortero cemento-arena

- Repetir la operación con la cara opuesta, comprobando en ambos casos el paralelismo de las caras de contacto mediante el nivel de burbuja.
- Retirar el mortero sobrante de las aristas del bloque, dejando a éste con una forma regular.
- Comprobar el paralelismo de las dos caras recubiertas de mortero de cemento por medio de un nivel de burbuja.
- Una vez aplicadas las capas de mortero, cubrir el bloque con un paño húmedo y mantenerlo cubierto por 24 horas.
- Transcurridas las 24 horas, sumergir cada bloque en agua y mantenerlo sumergido por el tiempo de tres días.



Ilustración 0.5 Muestras sumergida en agua

- **Colocación de las capas de mortero de azufre-arena sobre los bloques**

Para recubrir los bloques de capas de mortero de cemento-arena se someterán al siguiente tratamiento de preparación:

- En caso de emplearse el mortero de azufre-arena, éste deberá contener azufre en una proporción del 40% al 60%, con arcilla u otro material inerte.
- Sobre la placa metálica impregnada de aceite, colocar cuatro barras de acero de sección transversal cuadrada de 25mm de lado, para formar

un molde rectangular, aproximadamente 12mm mayor que las dimensiones de las aristas de muestras.

- Calentar el mortero de azufre-arena en un recipiente controlado termostáticamente, hasta una temperatura suficiente para mantener su fluidez por un tiempo razonable, después del contacto con la placa. Debe evitarse el sobrecalentamiento y agitarse el líquido inmediatamente antes de usarlo.
- Llenar el molde con la mezcla retenida, colocar rápidamente la cara del bloque que se desea cubrir y acomodarla de tal manera que sus caras exteriores formen ángulos rectos con la superficie cubierta. Repetir la operación para la cara opuesta.
- El espesor de las dos capas deberá ser aproximadamente el mismo y no deberá pasar de 3mm. El bloque así preparado podrá ensayarse después de dos horas del aislamiento de sus caras.

Procedimiento

Las muestras se ensayan centrándolas respecto a la rótula y de manera que la carga se aplique en la misma dirección en que se vaya a aplicar en los bloques puestos en obra.

La carga se aplicará gradualmente en un tiempo no menor de un minuto ni mayor de dos, a una velocidad constante.



Ilustración 0.6 Ejecución del ensayo de resistencia

Cálculo

La resistencia a la compresión se calcula por la ecuación siguiente:

$$C = \frac{P}{S}$$

En donde:

C = Resistencia a la compresión en MPa.

P = Carga de rotura en Newtons.

S = Superficie bruta de la cara comprimida, en milímetros cuadrados.

Interpretación de resultados

En el laboratorio de la Espol, se han ensayado varias muestras de bloques de hormigón y los resultados se detallan en la siguiente tabla:

Tamaño de la muestra ensayada 6.5 x 19 x 39:

<i>Bloque #</i>	<i>Carga Lb</i>	<i>Carga Kg</i>	<i>Resistencia Kg/cm²</i>	<i>Resistencia Mpa.</i>
1	10.000	4535,9	22,71	2.23
2	20.000	9071,8	45,42	4.45
3	15.400	6985,3	34,97	3.43
4	16.000	7257,4	36,33	3.56
5	14.200	6441,0	32,25	3.16
	Promedio		34,33	3.36

Determinación de la absorción de agua

Objetivo

Determinar el porcentaje de absorción de agua en los bloques huecos de hormigón, sumergiéndolos en agua hasta su saturación y luego al secado, para así registrar las variaciones en masa de éstos durante este proceso.

Determinar la densidad en los bloques huecos de hormigón, tomando en cuenta las normas INEN.

Especímenes de Ensayo

Deben usarse bloques enteros de acuerdo a la norma INEN 639.

Equipos

- a) **Muestras de ensayo.**- Bloques enteros tomados al azar de acuerdo con la Norma INEN 639, marcados, pesados y registrados sus dimensiones.



Ilustración 0.7 Muestras de hormigón

- b) **Balanza.**- Con capacidad de 15 Kg. o más, sensible al 0.5% de la masa del más pequeño de los especímenes sometidos al ensayo.
- c) **Canasta de alambre.**- De malla, con dimensiones suficientes para sostener un bloque.
- d) **Recipiente de Plástico.**- Con dimensiones suficientes para sumergir un bloque en su totalidad.
- e) **Horno.**- Con circulación de aire forzado a una temperatura de 120°C.



Ilustración 0.8 Horno utilizado para el ensayo

Procedimiento

a) **Saturación**

Los especímenes de ensayo deben ser completamente sumergidos en agua a la temperatura ambiente durante 24 horas.



Ilustración 0.9 Hidratación de los bloques de hormigón

Los especímenes deben retirarse del agua y dejarse secar durante un minuto, colocándolos sobre una malla de alambre, eliminando el agua superficial con un paño húmedo.



Ilustración 0.10 Secado de los bloques de hormigón

Realizado esto, procedimos a pesar los bloques en estado saturado con la superficie seca. (W_{ss}).



Ilustración 0.11 Pesaje de la muestra superficie seca saturada

b) Secado



Ilustración 0.12 Bloques de hormigón en horno

A continuación de la saturación, y una vez tomadas todas las masas, se colocan las muestras en el horno vertical a una temperatura 100° y 115°C por un tiempo de 24 horas. Transcurrido este período, se procede a obtener el peso seco (W_d) de los bloques huecos de hormigón.



Ilustración 0.13 Pesaje de muestras secas

Cálculo

- a) **Absorción** de agua: Para calcular la absorción de agua, se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción}(\%) = \frac{W_{sss} - W_d}{W_d} \times 100$$

En donde:

W_{sss} = Masa de la muestra saturada con superficie seca.

W_d = Masa de la muestra secada en horno.

Se deben registrar los resultados del ensayo de cada espécimen por separado.

A continuación se presentan los resultados de los ensayos realizados a 5 muestras de bloques de hormigón.

- **Muestra 1**

$$\text{Absorción}(\%) = \frac{14.6 - 11.75}{11.75} \times 100$$

$$\text{Absorción}(\%) = 24.25\%$$

- **Muestra 2**

$$\text{Absorción}(\%) = \frac{15 - 12.20}{12.20} \times 100$$

$$\text{Absorción}(\%) = 22.00\%$$

- **Muestra 3**

$$\text{Absorción}(\%) = \frac{14.10 - 11.40}{11.40} \times 100$$

$$\text{Absorción}(\%) = 23.60\%$$

- **Muestra 4**

$$\text{Absorción}(\%) = \frac{14.45 - 11.70}{11.70} \times 100$$

$$\text{Absorción}(\%) = 23.50\%$$

- **Muestra 5**

$$\text{Absorción}(\%) = \frac{14.30 - 11.60}{11.60} \times 100$$

$$\text{Absorción}(\%) = 23.27\%$$

ENSAYOS REALIZADOS EN BLOQUES DE ARCILLA

Determinación de resistencia a la compresión

Este procedimiento consiste en someter los bloques huecos de arcilla a una carga progresiva de compresión, hasta determinar su resistencia máxima admisible.

Equipo

Puede usarse cualquier máquina de compresión que debe estar equipada con dos placas de presión de acero de los cuales el superior es circular y transmite presión a la superficie del espécimen.



Ilustración 0.14 Máquina de compresión

La otra placa es un plano rígido sobre el cual descansará el espécimen. Si el área de presión de las placas de acero no es suficiente para cubrir el área de la muestra, se colocará entre éstas y la muestra, planchas o platos de acero.

- *Placas y platos de presión de acero*

La superficie de estas placas y los platos deberá ser plana con variaciones de no más de 0.02mm por cada 150mm, en cualquier dimensión del plano. El centro de la placa circular de acero, coincidir con el centro de la superficie de presión del espécimen.

La placa circular de acero deberá sostenerse firmemente en su sitio pero estará libre para girar en cualquier dirección.

Procedimiento

Se coloca el espécimen en la zona de prueba, de tal forma que el centro de las superficies de prueba quede alineado verticalmente con el centro de aplicación de la presión de la máquina de prueba.



Ilustración 0.15 Muestras a ensayar



Ilustración 0.16 Colocación de mortero en muestras



Ilustración 0.17 Colocación de mortero en muestras

Para bloques completamente homogéneos el centro de la superficie de cargas se puede considerar exactamente sobre la línea vertical que pasa por el centro de gravedad del elemento.

Luego a una velocidad constante se aplica la carga hasta alcanzar la mitad de la carga esperada, luego se ajustan los controles de la máquina, para que la cabeza móvil avance a una velocidad uniforme, tal que la carga total sea aplicada en un tiempo no menor a un minuto ni mayor a dos minutos.



Ilustración 0.18 Ejecución del ensayo de la compresión

Cálculo

La resistencia a la compresión se calcula por la ecuación siguiente:

$$C = \frac{P}{S}$$

En donde:

C = Resistencia a la compresión en MPa.

P = Carga de rotura en Newtons.

S = Superficie bruta de la cara comprimida.

Resultados

En el laboratorio de la Espol, se han ensayado varias muestras de bloques de arcilla y los resultados se detallan en las siguientes tablas:

- Tamaño de bloque ensayado: 7cm x 20cm x 41cm

Resultado de los ensayos

<i>Bloque #</i>	<i>Carga Lb</i>	<i>Carga Kg</i>	<i>Resistencia Kg/cm²</i>	<i>Resistencia Mpa.</i>
1	16.700	7574,9	37,92	3,71
2	16.000	7257,4	36,34	3,56
3	12.000	5443,1	27,25	2,67
4	13.000	5896,7	29,52	2,89
5	14.000	6350,3	31,79	3,11

	Promedio		32,56	3,19
--	-----------------	--	--------------	-------------

Determinación de la absorción máxima de agua

Equipos utilizados

De acuerdo a normas internacionales, se necesita una balanza con una sensibilidad de 1g, un termómetro, una malla de alambre de no menos de 9.5mm de abertura y un horno de secamiento con regulador de temperatura.

Procedimiento

Se toma cinco bloques como muestra completamente entera y se pesa cada uno con una aproximación de 20g.



Ilustración 0.19 Pesaje de los bloques de arcilla
A temperatura ambiente, se sumergen los especímenes durante 24 horas.



Ilustración 0.20 Hidratación de los bloques de arcilla
Se retiran los especímenes húmedos y se los deja drenar sobre la malla gruesa de alambre de 9.5mm durante un minuto aproximadamente, luego el agua superficial visible se quita pasándole un paño ligeramente humedecido e inmediatamente se pesa por separado cada espécimen.

Se secan los especímenes en un horno de secado a una temperatura entre 100º y 115º por un período de 24 horas o hasta que se aprecie un peso constante.

Resultados

La máxima absorción del espécimen puede expresarse como porcentaje de agua con respecto al espécimen completamente seco y se obtiene la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Absorción máxima} = \frac{\text{Peso masa saturada} - \text{Peso masa seca}}{\text{Peso masa seca}} \times 100$$

Informe de resultados

A continuación se presentan los resultados de los ensayos realizados a 5 muestras de bloques de arcilla.

- **Muestra 1**

$$\text{Absorción}(\%) = \frac{14.6 - 12.80}{12.80} \times 100$$

$$\text{Absorción}(\%) = \mathbf{14.00\%}$$

- **Muestra 2**

$$\text{Absorción}(\%) = \frac{14.35 - 12.50}{12.20} \times 100$$

$$\text{Absorción}(\%) = \mathbf{14.80\%}$$

- **Muestra 3**

$$\text{Absorción}(\%) = \frac{15 - 12.80}{12.80} \times 100$$

$$\text{Absorción}(\%) = \mathbf{17.18\%}$$

- **Muestra 4**

$$\text{Absorción}(\%) = \frac{15 - 12.70}{12.70} \times 100$$

$$\text{Absorción}(\%) = \mathbf{18.11\%}$$

- **Muestra 5**

$$\mathbf{Absorción(\%)} = \frac{14.80 - 12.75}{12.75} \times 100$$

$$\mathbf{Absorción(\%)} = \mathbf{16.07\%}$$

CAPÍTULO 5

COLOCACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN Y DE BLOQUES DE ARCILLA EN PAREDES

Definición de pared

Las paredes son elementos constituidos por bloques de arcilla o bloques de hormigón unidos con mortero y dispuestos en hiladas superpuestas y que sirven para dividir espacios en un ambiente.

En el caso de paredes portantes de mampostería (es decir, que transmiten las fuerzas o cargas), existen los muros de mampostería reforzados internamente con varillas de acero (mampostería armada) y los muros enmarcados con elementos de concreto reforzado (mampostería confinada). Para darle rigidez a la estructura y hacerla sismo-resistente, las paredes deben ser perpendiculares entre sí.

Construcción de una pared con bloques de hormigón o bloques de arcilla

Generalidades

En general es deseable que las paredes cumplan los requisitos siguientes:

- Economía
- Ligereza
- Termo aislamiento
- Durabilidad
- Estabilidad con el tiempo
- Resistencia a la carga

Herramientas para la colocación de bloques

Las herramientas principales que se utilizan en la construcción de paredes son:



Ilustración 0.1 Nivel



Ilustración 0.2 Bailejo



Ilustración 0.3 Piola



Ilustración 0.4 Plomo



Ilustración 0.5 Escuadra



Ilustración 0.6 Flexómetro.

Se tienen también herramientas secundarias que ayudan en el proceso de elaboración de la mezcla o mortero, que son:

- Malla para cernir la arena.
- Parihuela.
- Cajón para mezcla.
- Entre otras herramientas que sirven para poder construir dichas herramientas secundarias.

Consideraciones con las herramientas:

- Todas las herramientas deben estar en buen estado.
- Si se usan parihuelas estas deben tener 40cm de largo, 40 cm de ancho y 20cm de alto.
- El cajón para hacer la mezcla o mortero debe tener 1m de largo, 1m de ancho y 30cm de alto.
- En obra se puede tener cernederas manuales o cernidoras estables.
- Lo primero que se recomienda hacer es preparar el lugar de trabajo organizando las herramientas, equipos y materiales; luego limpiar la fundación o el elemento sobre el cual se afirmaran las paredes.

Morteros elaborados manualmente

El mortero es el material que se utiliza para unir los bloques sean éstos de hormigón o de arcilla en la pared.

El mortero para pegar los bloques se prepara con cemento y arena. Se mezclan los materiales en seco y luego se les va agregando agua.

A pesar de que la cal no es comúnmente utilizada en Ecuador para fabricar un mortero en obra, su uso facilita el conseguir una trabajabilidad adecuada e incrementa el efecto de "pega" del mortero.

Elaboración del mortero

Para un mortero constituido por cemento, cal y arena las proporciones en volumen recomendadas son 1:1:4 o 1:1:5. Pero una dosificación más adecuada que nos daría un mortero mucho más resistente sería 1:1:4.

Se agrega agua en cantidad suficiente para hacerlo trabajable, sin excesos de agua.

Todas las cantidades se miden con el mismo recipiente (una parihuela, una caneca, etc.).

Paso 1: Dosificar la mezcla

a) Con arena y cemento:

1 recipiente de cemento

4 o 5 recipientes de arena

b) Con arena, cemento y cal:

1 recipiente de cemento

1 recipiente de cal hidratada

4 o 5 recipientes de arena

Paso 2: Mezcle adecuadamente los materiales en seco hasta que el color sea uniforme, luego agregue agua.



Ilustración 0.7 Mezcla en seco de cemento y arena



Ilustración 0.8 Material mezclado en forma de corona



Ilustración 0.9 Corona



Ilustración 0.10 Mezcla pastosa

Morteros prefabricados

El mortero prefabricado, es una alternativa bastante práctica en construcción para pegar bloques, puesto que sólo es necesario agregarle agua y la mezcla estará lista para ser empleada.

La aplicación de morteros prefabricados reduce costos en lo concerniente al rubro de mano de obra por el acarreo y mezcla de materiales que intervienen en la preparación del mortero tradicional. En nuestro país se distribuyen principalmente dos tipos de morteros:

- Pegablock tipo N
- Pegablock Arcilla

Pegablok Tipo N y Pegablock Arcilla

El Pegablok Tipo N es un mortero hidráulico a base de cemento, arena y químicos especiales, diseñado para la instalación de bloques de hormigón y piedra, en paredes de mampostería.

Mientras que Pegablock Arcilla, está diseñado para las juntas de bloques de arcilla, ambos productos tienen una apariencia gris.

Entre sus principales ventajas en su uso se puede mencionar:

- Excelente adherencia.
- Mayor velocidad de instalación del bloque.
- Buena combinación entre resistencia, trabajabilidad y economía.
- Puede ser usado en interiores o exteriores.
- Otorga un mejor acabado a la junta.
- Viene listo para usarse, sólo requiere añadir agua.

Guía de rendimiento

- Para Pegablock Tipo N

PESO SACO 40 kg	AGUA ESPECIFICADA 6,5 a 7 litros	GROSOR DE LA JUNTA (mm)	DIMENSIONES DEL BLOQUE (cm)		
			39 x 19 x 7	39 x 19 x 9	39 x 19 x 15
			RENDIMIENTO BLOQUES POR SACO		
		10	23-26	19-22	16-19
		15	14-17	13-16	10-13
			RENDIMIENTO (m3)		
		10	1,80-2,10	1,50-1,80	1,30-1,50
		15	1,20-1,40	1,10-1,30	0,80-1,10

- Para Pegablock Arcilla

PESO SACO 40 kg	AGUA ESPECIFICADA 7 a 7,5 litros	GROSOR DE LA JUNTA (mm)	DIMENSIONES DEL BLOQUE (cm)	
			41 x 31 x 7	40 x 20 x 10
		RENDIMIENTO BLOQUES POR SACO		
		10	18-20	18-20
		15	12-14	12-14
		RENDIMIENTO (m3)		
		10	2,40-2,60	1,50-1,70
		15	1,70-1,90	1,00-1,20

Modo de empleo

Preparación de la superficie

- La superficie que estará en contacto con el Pegablock debe estar limpia, bien adherida y libre de polvo, aceite, grasa, cera, pintura, eflorescencia y cualquier otro contaminante.
- Es necesario humedecer la superficie, antes de aplicar Pegablock.

Mezclado

- Añadir el Pegablock al agua limpia en proporción promedio de 7.0 litros por cada saco de 40 kg.
- Mezclarlos hasta obtener un mortero plástico y homogéneo.
- Nunca se debe añadir más agua luego de la mezcla inicial.

Colocación

- Establecer las guías para la instalación y extender una capa uniforme de Pegablock en la base.

- Asentar cada uno de los bloques sobre una capa uniforme de mortero respetando el aplomo y el nivel.
- Cada bloque debe tener mortero en la junta vertical antes de ser instalado.
- Presionar hacia abajo y hacia el bloque colocado anteriormente.
- Recoger el exceso del mortero de la junta.
- Dar acabado a las juntas cuando el mortero haya obtenido una leve dureza.

Limpieza

- Lavar las herramientas con agua y jabón, luego de su uso.

Curado

- Se recomienda empezar el curado con agua a partir del día siguiente después de la colocación y extenderlo por 72 horas.

Consideraciones en el uso de mortero

- Si se utiliza la cal, ésta debe ser hidratada.
- El mortero en las juntas horizontales debe tener un espesor de alrededor de 1 cm.
- Debe ser colocado de manera homogénea, sobre toda la superficie del material del bloque.
- Donde sea posible, debe garantizarse que las juntas verticales entre bloques queden llenas de mortero.

- Para nivelar el acabado de las paredes en su parte superior (remate), se utiliza también mortero.

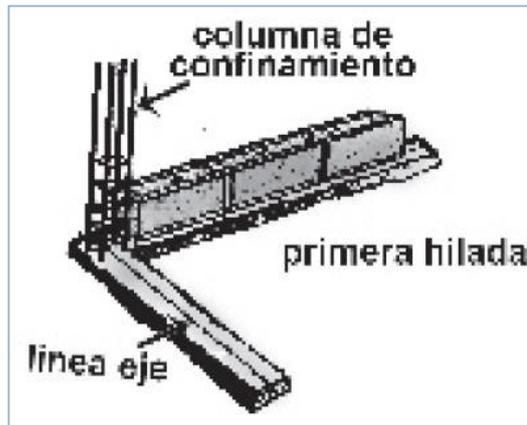
Colocación de bloques de hormigón y de bloques de arcilla

- El levantamiento de las paredes debe hacerse por hiladas, la cuales deben colocarse de manera completa en dirección horizontal.
- Sólo al terminar una hilada debe comenzarse con la otra.
- Los bloques deben nivelarse adecuadamente.
- El mortero de las juntas horizontales debe tener un espesor aproximado de 1.0 cm. Cuando sea posible, debe asegurarse el llenado de las juntas verticales entre bloques con la mezcla de mortero.
- Es recomendable sumergir previamente los bloques por un lapso comprendido entre media hora y una hora.
- El tope del muro debe nivelarse, agregando mortero si es necesario.
- La pared debe construirse perfectamente vertical, para poder lograr esto se tiene que colocar una guía que indique la dirección y otra que indique la horizontal.

Pasos para levantar una pared

- Nivelar y limpiar la superficie de la fundación.
- Colocar provisionalmente los bloques sin mortero para hacer la distribución y dejar los espacios para las columnas (en el caso que sean columnas confinadas).

Ilustración
de los
• Para



0.11
Colocación
provisional
bloques
colocar la

primera hilada se debe poner una capa de mortero de aproximadamente 1 cm. de espesor sobre la fundación húmeda, para luego colocar los bloques haciendo presión sobre ellos dándole golpes suaves con el mango de la cuchara para que queden bien pegados.

- Colocar y aplomar los bloques esquineros o maestros en el centro de la línea guía que marcó.

0.12
los



Ilustración
Colocación de
bloques
maestros

- Poner una piola para conservar la alineación y el nivel.
- Ubicar los bloques intermedios, controlando su nivelación y posición con una regla nivel y una escuadra.
- Retirar las piolas y rellenar las juntas verticales.
- Se debe tratar de colocar mortero a los lados de los bloques también.

- Para distribuir bien el mortero éste se debe colocar con el bailejo, tomar un poco de mezcla, echarla sobre el bloque y extenderla longitudinalmente de manera uniforme, procurando que la mezcla entre en las juntas verticales de los bloques inferiores.
- La cantidad de mezcla que se pone sobre el bloque no debe ser mucha para evitar que se chorree a los lados, en caso de que esto ocurra, el exceso se puede eliminar con el bailejo.



Ilustración 0.13 Colocación de bloques de hormigón



Ilustración 0.14 Colocación de bloques de arcilla

- Utilizando el nivel de burbuja y la plomada, se debe verificar cada 2 hileras que la pared está nivelada horizontalmente y verticalmente; si ocurriera que una hilada no está bien alineada, se pueden dar golpes suaves con el bailejo para tratar de nivelarlo.

- Para que la pared tenga mejor resistencia, debe tener las hileras de bloques intercaladas, lo que quiere decir que las juntas verticales no deben coincidir en dos hileras consecutivas, para lograr esto se utilizarán trabas.
- Para colocar los bloques a una altura mayor a 1.5m, se debe trabajar montado sobre un andamio.
- Una vez puesto el bloque se pone el mortero y se procede a golpearlo suavemente con el mango del bailejo para que el mortero se reparta uniformemente y se impregne.

Problemas frecuentes en la colocación de bloques de hormigón y bloques de arcilla

Entre los problemas más frecuentes o errores comúnmente cometidos al colocar bloques de hormigón y bloques de arcilla podemos mencionar los siguientes:

- No limpiar el sitio de fundación donde descansará la pared, lo cual ocasiona que el mortero no se adhiera correctamente a la fundación y la pared no sería estable.
- No revisar las medidas entre piola y bloque lo que provoca que se pierda la uniformidad y verticalidad de la pared.
- No revisar que la fila de bloque se encuentre nivelada lo cual genera que las siguientes filas de bloques tengan una inclinación en sentido horizontal, lo que a su vez le quita uniformidad a la pared.
- El usar bloques incompletos. Esto ocasiona que la pared tenga espacios vacíos y pueden llegar a ser los puntos débiles de la misma.
- Usar bloques de baja resistencia lo que se traduce en una pared de resistencia y por ende de baja su capacidad portante. Esto se da

cuando el bloque se ha utilizado sin haber terminado su proceso de fraguado en el caso de bloque de hormigón, y cuando el bloque ha sido demasiado cocido en el caso de bloque de arcilla.

- Usar bloques alabeados. Esto ocasiona que la pared no sea completamente plana lo que involucre tener que colocar mayor carga de mortero al momento de enlucir.
- Dejar juntas verticales mayores a 1,5 cm lo cual ocasiona que la pared pueda presentar fisuras cuando ocurra un movimiento sísmico.
- Usar mortero con exceso de agua que se traducirá en que las juntas no sean resistentes y la pared sea inestable.

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS DE LOS BLOQUES DE HORMIGÓN FRENTE A LOS BLOQUES DE ARCILLA

Análisis comparativo de los bloques de hormigón y los bloques de arcilla

Los bloques de hormigón presentan características diferentes frente a los bloques de arcilla las cuales se mencionan a continuación:

- Dado que la materia prima para la elaboración de bloques de hormigón es cemento, agregados y agua y la de los bloques de arcilla es arcilla, aditivos y agua; la apariencia física es muy diferente, así, mientras que los primeros en su mayoría presentan gran cantidad de poros notorios a la vista humana, los de arcilla presentan superficies más lisas, por este hecho los bloques de hormigón tienen una significativa rugosidad que es un factor que juega un rol muy importante en la adherencia del mortero de juntas y el enlucido.
- Por el hecho de que los bloques de hormigón poseen alta porosidad, en las regiones frías, cuando los bloques se humedecen y luego se congelan, el agua infiltrada al pasar de estado líquido a sólido aumenta su volumen, lo cual ocasiona que los mampuestos se fisuren; por el

contrario los bloques de arcilla son mucho más recomendables en ese aspecto, ya que poseen una porosidad mínima.

- Por el efecto de la materia prima, el color de ambos bloques varía notablemente; mientras que los bloques de hormigón son de color gris, los bloques de arcilla varían un poco su tonalidad exterior de acuerdo al tipo de arcilla empleada en su fabricación, en su mayoría son rojizos.
- En ambos casos los bloques presentan notables oquedades que aligeran el peso del producto y que además ofrecen facilidad para ductos eléctricos e hidráulicos y refuerzos verticales y horizontales, así por ejemplo, no hay necesidad de romper la mampostería.
- Ambos bloques poseen gran durabilidad.
- Los bloques de arcilla ofrecen la máxima protección contra el fuego, ya el bloque de arcilla dentro de su proceso de fabricación ya ha pasado por el fuego. Por lo tanto, una vivienda construida de bloques de arcilla ofrece los más altos estándares de seguridad y protección contra el fuego, aunque los bloques de hormigón tampoco son inflamables.
- En nuestro país, actualmente los bloques que se usan en el sistema de mampostería armada tienen la cualidad de ser una estructura en sí mismos; es decir, no es necesario hacer encofrados de vigas y columnas, que luego hay que desencofrar, ya que el bloque funciona como un encofrado perdido dentro de la pared, se comercializan sólo de hormigón, mientras que en otros países si distribuyen este bloques tanto de hormigón como de arcilla.
- El peso ligero de algunos modelos de bloques de hormigón es una característica positiva, ya que para muchos es necesario disminuir las cargas en las construcciones de pisos altos.

- En cuanto a los modelos que se comercializan, existe gran variedad de tamaños y formas (ver capítulos 2 y 3), pero el bloque más grande que existe en el mercado ecuatoriano es de arcilla, lo cual es una ventaja ya que proporciona rapidez en colocación, porque son necesarias menos unidades por metro cuadrado y se genera mayor rendimiento de mortero y velocidad de instalación.
- En ambos casos ya en construcción se genera un porcentaje de desperdicio de material, puesto que por la manipulación algunas piezas se dañan.
- Un efecto algo negativo en los bloques de hormigón es que el tiempo de fraguado es significativo, inclusive en muchos casos se venden piezas que aún no han terminado de fraguar, lo cual puede provocar fisuras en las paredes; mientras que los bloques de arcilla no fraguan, ni absorben humedad como sucede con los bloques de hormigón.
- Los bloques de hormigón rompen la capa de ozono. Antes de producirse la lluvia el oxígeno está rico en ozono, pero al llover el cemento absorbe el ozono reseca el ambiente lo que causa problemas de respiración, especialmente a quienes sufren de asma, enfermedades cardíacas, etc., por el contrario los bloques de arcilla no dañan la capa de ozono, ya que no producen este efecto.
- Los bloques de arcilla poseen excelentes propiedades de aislamiento térmico y su capacidad para almacenar calor durante largos períodos, lo cual crea un ambiente agradable. Una casa construida de bloques de arcilla se mantiene a una temperatura agradable, lo cual provoca un ambiente confortable en invierno y verano, que además se traduce en ahorro de dinero, ya que se consume menos energía eléctrica por

concepto de aires acondicionados o calefactores; mientras que los bloques de hormigón permiten con facilidad el paso de calor.

- Los bloques de arcilla son refractarios a las radiaciones, por la alta densidad de las arcillas cocidas, la vitrificación del sílice, óxidos, sales y minerales que lo integran. Actualmente se está normalizando su empleo obligado para viviendas, escuelas, hospitales, aeropuertos, centros humanos en Estados Unidos, Europa y Japón. Los bloques de hormigón no poseen esta propiedad.
- En ambos casos existen modelos de bloques vistos, con lo cual se evita enlucir y pintar, lo cual representa un ahorro de dinero y tiempo, por aquello son muy requeridos en muros de cerramientos, y programas de viviendas populares.

Análisis costo-beneficio de los bloques de hormigón y los bloques de arcilla.

De manera general los bloques de arcilla presentan múltiples beneficios, inclusive en algunos países de primer mundo está normalizado el empleo bloques de arcilla, pero su costo es superior, lo cual reflejamos en las siguientes tablas:

- Precios de bloques de arcilla

Los precios que a continuación se detallan son en función de los modelos que el mercado de nuestro país se comercializa:

- **Bloques rayados de pared:**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Bloque rasilla rayada	8	07x30x41	0,49749
Bloque rasilla rayada	12	07x20x41	0,32761
Bloque 4 h rayado	12	08x20x41	0,37620
Bloque rayado big	8	08x30x41	0,57750

Bloque rayado big	8	09x30x41	0,63885
Bloque 6 h rayado	12	10x20x41	0,47321
Bloque 10 h rayado	8	10x30x41	0,70983
Bloque rayado big	8	14x30x41	0,88200
Bloque 9 h rayado	12	15x20x41	0,63096
Bloque 9 h rayado	12	20x20x41	0,86150

- **Bloques lisos:**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Bloque 6 h liso	12	10x20x41	0,60669
Bloque 9 h liso	12	15x20x41	0,93431

- **Bloque visto**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Bloque 1 hueco	47	08x07x30	0,35188
Bloque 2 huecos	47	13x07x30	0,41255
Bloque de 2 huecos	33	10x07x30	0,32000
Bloque 2 huecos	33	13x10x30	0,59455

- **Bloque cara lisa**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Bloque C.L. 3 huecos	88	09x07x19	0,24268
Bloque C.L. 4 huecos	59	09x07x29	0,33975
Bloque C.L. 3 huecos	53	09x10x19	0,37615
Bloque C.L. 4 huecos	38	09x09x29	0,45865
Bloque C.L. 4 huecos	35	09x10x29	0,50962
Bloque C.L. 6 huecos	25	09x10x39	0,61883

- **Bloque picis**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario \$
Bloque picis	11	05x09x29	0,43682
Bloque estructural	42	08x14x30	0,48535

- **Bloque ornamental**

Descripción	Cant. x m2	Medida axhxl cm	Precio unitario \$
Bloque ornamental	25	08X20X20	0,47321
Bloque ornamental	25	10X20X20	0,54602

- Bloque tipo viejo

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Bloque tipo viejo	40	08x10x25	0,41255

- Bloque semimacizo recto

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Bloque semimacizo recto	57	13X06X29	0,42468
Bloque semimacizo recto	40	13X8,5X29	0,69162
Bloque semimacizo recto	34	13X10X29	0,60669

- Bloque semimacizo hombro recto

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Semimacizo hombro recto	57	13x06x29	0,52176
Semimacizo hombro recto	40	13x8,5x29	0,69162
Semimacizo hombro recto	34	13x10x29	0,86150

- Bloque semimacizo hombro curvo

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Semimacizo hombro curvo	57	13x06x29	0,52176
Semimacizo hombro curvo	40	13x8,5x29	0,69162
Semimacizo hombro curvo	34	13x10x29	0,86150

El precio de una traba es la mitad del costo de un bloque entero.

Estos precios no incluyen IVA.

- Precios de bloques de hormigón

Descripción	Medida cm	Precio unitario
PL-9 1ST	9.5X19X39	0.32
PL-6	6.5X19X39	0.32

P-9	14X19X39	0.45
P-14B	14X19X39	0.71
P-9E	9X19X39	0.54

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales conclusiones y recomendaciones de este trabajo se presentan a continuación:

- La selección de la materia prima para la elaboración de bloques de hormigón y para bloques de arcilla juega un rol muy importante en el producto final, ya que cada uno de los elementos realiza un aporte de acuerdo a sus propiedades intrínsecas que le dan las características a ambos tipos de bloques.
- El proceso de producción de bloques de hormigón debe seguir las normas de calidad vigentes, de manera que el resultado sea un bloque idóneo para el empleo en obra, caso contrario es muy probable que el producto final no cumpla con las expectativas planteadas en construcción. Por aquello es menester concienciar que en muchos casos al adquirir bloques artesanales, no se tiene una garantía de que se hayan cumplido normas y demás parámetros lo cual es un riesgo para la construcción.
- Además de que el bloque sea de buena calidad, es necesario emplear las herramientas apropiadas para la manipulación y colocación de las

piezas, de no ser así las piezas podrían fisurarse o llegar a ser mal colocadas, arriesgando así la funcionalidad de la mampostería.

- El correcto empleo de los bloques tanto de hormigón o de los de arcilla colabora en el buen desempeño de la construcción ante un evento sísmico, puesto que el área más vulnerable es la de las paredes, y en caso de que éstas hayan sido mal construidas ocasionarán daños y perjuicios.
- A la hora de decidir qué tipo de bloque se empleará, además de considerar el factor monetario es necesario tomar en cuenta cada una de las propiedades físicas y mecánicas que cada bloque posee, considerando las necesidades específicas de cada construcción.

ANEXOS

Norma INEN 152: Cemento Portland. Requisitos

Norma INEN 638: Bloques de hormigón. Definiciones, clasificación y consideraciones generales.

Norma INEN 639: Bloques huecos de hormigón. Muestreo, inspección, recepción.

Norma INEN 640: Bloques huecos de hormigón. Determinación de resistencia a la compresión.

Norma INEN 642: Bloques huecos de hormigón. Determinación de absorción de agua.

Norma INEN 643: Bloques huecos de hormigón. Requisitos.

Norma INEN 872: Áridos Para Hormigón Requisitos.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 152:2010
Cuarta revisión

CEMENTO PORTLAND. REQUISITOS.

Primera Edición

STANDARD SPECIFICATIONS FOR PORTLAND CEMENT.

First Edition

DESCRIPTORES: Materiales de construcción, cemento portland, requisitos.
CO 02.02-401
CDU: 691.542:(666.942.2+666.942.31)
CIIU: 3692
ICS: 91.100.10

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	CEMENTO PORTLAND. REQUISITOS.	NTE INEN 152:2010 Cuarta revisión 2010-01
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece las características y requisitos físicos y químicos que debe cumplir el cemento portland.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica para los 8 tipos de cemento portland indicados en el numeral 4.</p> <p>2.2 El texto de esta norma cita notas que proveen material explicativo. Estas notas, excluyendo aquellas ubicadas en tablas y figuras, no deben ser consideradas como requisitos de la norma.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adopta las definiciones contempladas en la NTE INEN 151.</p> <p style="text-align: center;">4. CLASIFICACIÓN (ver nota 1)</p> <p>4.1 Esta norma cubre ocho tipos de cemento portland, enumerados a continuación (ver nota 2)</p> <p>4.1.1 Tipo I. Para usarse cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.</p> <p>4.1.2 Tipo IA. Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo I, donde se desea incorporación de aire.</p> <p>4.1.3 Tipo II. Para uso general, especialmente cuando se desea una moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.</p> <p>4.1.4 Tipo IIA. Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo II, donde se desea incorporación de aire.</p> <p>4.1.5 Tipo III. Para usarse cuando se desea alta resistencia inicial o temprana.</p> <p>4.1.6 Tipo IIIA. Cemento con incorporador de aire para el mismo uso que el Tipo III, donde se desea incorporación de aire.</p> <p>4.1.7 Tipo IV. Para usarse cuando se desea bajo calor de hidratación.</p> <p>4.1.8 Tipo V. Para usarse cuando se desea alta resistencia a la acción de los sulfatos.</p> <p>NOTA 1. Algunos cementos son designados con un tipo combinado de clasificación, tal como el tipo III, que indica que el cemento reúne los requisitos de los tipos I y II y puede ser ofrecido como apto para ser usado en donde se desea cualquiera de los dos tipos.</p> <p>NOTA 2. En algunas regiones no están disponibles todos los tipos de cemento indicados. Antes de especificar el uso de un cemento diferente al Tipo I, verificar si el tipo de cemento propuesto está o puede estar disponible.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Materiales de construcción, cemento portland, requisitos.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno EB-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Información para la orden de compra. Las órdenes de compra de materiales descritos en esta norma, deben incluir lo siguiente:

- 5.1.1 El número y fecha de esta norma,
- 5.1.2 Tipo o tipos requeridos. Si no se especifica el tipo, se debe suministrar el tipo I,
- 5.1.3 Cualquier requisito químico opcional de la tabla 2, si se desea, y
- 5.1.4 Cualquier requisito físico opcional de la tabla 4, si se desea.

6. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

6.1 Ingredientes. El cemento considerado en esta norma no debe contener ningún ingrediente, excepto los siguientes:

- 6.1.1 *Clinker de cemento portland*
- 6.1.2 *Agua o sulfato de calcio, o ambos,* en cantidades tales que no excedan los límites, mostrados en la tabla 1 para trióxido de azufre y pérdida por calcinación.
- 6.1.3 *Caliza.* La cantidad no debe ser mayor que 5,0% en masa, de tal manera que se cumplan los requisitos químicos y físicos de esta norma, (ver nota 3). La caliza, definida en la NTE INEN 252, debe estar presente en forma natural y tener por lo menos el 70% en masa de una o más formas minerales del carbonato de calcio.
- 6.1.4 *Adiciones de proceso.* Se debe demostrar que con las cantidades utilizadas o mayores se cumple con los requisitos de la NTE INEN 1 504.
- 6.1.5 *Adiciones incorporadoras de aire* (únicamente para cemento portland con incorporador de aire). La adición molida conjuntamente debe estar de acuerdo con los requisitos de la norma ASTM C 226.

7. REQUISITOS

7.1 Requisitos específicos

7.1.1 Requisitos químicos. El cemento portland de cada uno de los ocho tipos indicados en el numeral 4 debe cumplir con los requisitos químicos establecidos en la tabla 1. Además, en la tabla 2 se indican los requisitos de composición opcionales, (ver nota 4).

NOTA 3. Para el cemento como producto final, la norma permite un contenido de caliza finamente molida presente en forma natural, de hasta 5% en masa, pero no requiere que la caliza sea agregada al cemento. Cemento sin caliza puede ser especificado en el contrato o en la orden de compra.

NOTA 4. El límite sobre la suma, $C_3S + 4,75C_3A$, en la tabla 1, proporciona un control para el calor de hidratación del cemento y es consistente con el límite de calor de hidratación a los 7 días de 335 kJ/kg, en la NTE INEN 199.

(Continúa)

TABLA 1. Requisitos de composición normalizada

Tipo de cemento ^A	Norma de ensayo aplicable	I y IA	II y IIA	III y IIIA	IV	V
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃), % máximo	INEN 160	—	6,0	—	—	—
Oxido férrico (Fe ₂ O ₃), % máximo	INEN 160	—	6,0 ^{B,C}	—	6,5	—
Oxido de magnesio (MgO), % máximo	INEN 160	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Trióxido de azufre (SO ₃), % máximo	INEN 160	—	—	—	—	—
Cuando (C ₃ A) ^E es 8% o menor		3,0	3,0 _F	3,5	2,3 _F	2,3 _F
Cuando (C ₃ A) ^E es mayor del 8%		3,5	3,0	4,5	—	—
Pérdida por calcinación, % máximo	INEN 160	3,0	3,0	3,0	2,5	3,0
Residuo insoluble, % máximo	INEN 160	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Silicato tricálcico (C ₃ S) ^E , % máximo	Ver Anexo A	—	—	—	35 ^B	—
Silicato dicálcico (C ₂ S) ^E , % mínimo	Ver Anexo A	—	—	—	40 ^B	—
Aluminato tricálcico (C ₃ A) ^E , % máximo	Ver Anexo A	—	8	15	7 ^B	5 ^C
Suma de C ₃ S + 4,75C ₃ A ^G , % máximo	Ver Anexo A	—	100 ^H	—	—	—
Ferroatluminato tetracálcico más dos veces aluminato tricálcico (C ₄ AF+2(C ₃ A)), o solución sólida (C ₄ AF + C ₂ F), cuando sea aplicable, % máximo	Ver Anexo A	—	—	—	—	25 ^C

- ^A Ver nota 2.
- ^B No se aplica cuando se especifica el límite de calor de hidratación en la tabla 4.
- ^C No se aplica cuando se especifica el límite de resistencia a sulfatos en la tabla 4.
- ^D Existen casos donde el SO₃ óptimo (Usando la NTE INEN 1 505) para un cemento particular es cercano o excede el límite en esta norma. En tales casos donde las propiedades de un cemento pueden ser mejoradas excediendo los límites de SO₃ establecidos en esta tabla, se permite exceder los valores de la tabla con la condición de que se demuestre con la NTE INEN 2 529 que el cemento con el SO₃ incrementado no desarrollará una expansión en el agua superior al 0,020% a los 14 días. Cuando el fabricante provea cemento bajo esta provisión, debe, según pedido, proporcionar datos de respaldo al comprador.
- ^E Ver el Anexo A para el cálculo.
- ^F No es aplicable
- ^G Ver nota 4.
- ^H Además, debe ser realizado un ensayo de calor de hidratación a los 7 días, utilizando la NTE INEN 199, por lo menos una vez cada seis meses. Tal ensayo no debe ser usado para aceptación o rechazo del cemento, pero los resultados deben ser reportados con propósitos de información.

TABLA 2. Requisitos de composición opcionales ^A

Tipo de cemento	Norma de ensayo aplicable	I y IA	II y IIA	III y IIIA	IV	V	Observaciones
Aluminato tricálcico (C ₃ A) ^B , % máximo	Ver Anexo A	—	—	8	—	—	Para moderada resistencia a sulfatos.
Aluminato tricálcico (C ₃ A) ^B , % máximo	Ver Anexo A	—	—	5	—	—	Para alta resistencia a sulfatos.
Álcalis equivalentes (Na ₂ O + 0,658K ₂ O), % máximo	INEN 160	0,60 ^C	Cemento con bajo contenido de álcalis.				

- ^A Estos requisitos opcionales se aplican sólo cuando son específicamente solicitados. Verificar su disponibilidad antes de hacer el pedido. Ver nota 2.
- ^B Ver Anexo A para el cálculo.
- ^C Especificar este límite cuando el cemento es utilizado en hormigón con áridos que son potencialmente reactivos y no se han tomado otras medidas para proteger el hormigón de áridos potencialmente reactivos. Referirse a la NTE INEN 872 para información sobre reactividad potencial de los áridos.

7.1.2 Requisitos físicos. El cemento portland de cada uno de los ocho tipos indicados en el numeral 4 debe cumplir con los requisitos físicos establecidos en la tabla 3. Además, en la tabla 4 se indican los requisitos físicos opcionales.

(Continúa)

TABLA 3. Requisitos físicos normalizados

Tipo de cemento ^A	Norma de ensayo aplicable	I	IA	II	IIA	III	IIIA	IV	V
Contenido de aire del mortero, ^B volumen %:	INEN 195								
Máximo.		12	22	12	22	12	22	12	12
Mínimo.		-	16	-	16	-	16	-	-
Finura, ^C superficie específica, m ² /kg (métodos alternativos):	INEN 197								
Ensayo de turbidímetro, mínimo		160	160	160	160	-	-	160	160
Valor promedio, mínimo ^D		150	150	150	150	-	-	150	150
Cualquier muestra, mínimo ^E		-	-	240 ^F	240 ^F	-	-	240	-
Valor promedio, máximo ^D		-	-	245 ^F	245 ^F	-	-	245	-
Cualquier muestra, máximo ^E		-	-	245 ^F	245 ^F	-	-	245	-
Ensayo de permeabilidad al aire, mínimo	INEN 196	280	280	280	280	-	-	280	280
Valor promedio, mínimo ^D		260	260	260	260	-	-	260	260
Cualquier muestra, mínimo ^E		-	-	420 ^F	420 ^F	-	-	420	-
Valor promedio, máximo ^D		-	-	430 ^F	430 ^F	-	-	430	-
Cualquier muestra, máximo ^E		-	-	430 ^F	430 ^F	-	-	430	-
Expansión en autoclave, % máximo	INEN 200	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Resistencia, no menor que los valores mostrados para las edades que se indican a continuación: ^G	INEN 488								
Resistencia a la compresión, MPa:									
1 día		-	-	-	-	12,0	10,0	-	-
3 días		12,0	10,0	10,0 7,0 ^H	8,0 6,0 ^H	24,0	19,0	-	8,0
7 días		19,0	16,0	17,0 12,0 ^H	14,0 9,0 ^H	-	-	7,0	15,0
28 días		-	-	-	-	-	-	17,0	21,0
Tiempo de fraguado; ensayo de Vicat ^I	INEN 158	45	45	45	45	45	45	45	45
Tiempo de fraguado, minutos; no menor que		375	375	375	375	375	375	375	375
Tiempo de fraguado, minutos; no mayor que									

^A Ver nota 2

^B El cumplimiento de los requisitos de esta norma no necesariamente asegura que se obtendrá el contenido de aire deseado en el hormigón.

^C El laboratorio de ensayo debe elegir el método para medir la finura. Sin embargo, cuando la muestra no cumpla los requisitos del ensayo de permeabilidad al aire, se debe usar el ensayo con turbidímetro y deben gobernar los requisitos de esta tabla para el método con turbidímetro.

^D El valor promedio debe ser determinado sobre las cinco últimas muestras consecutivas de un origen.

^E El valor para cualquier muestra debe ser el resultado de un ensayo o del promedio de ensayos en una muestra cualquiera.

^F Los límites máximo y el promedio máximo de la finura de una muestra individual, no se aplican si la suma de $C_3S + 4,75C_3A$ es menor o igual a 90.

^G La resistencia en cualquier edad de ensayo especificada no debe ser menor que la resistencia alcanzada en cualquier edad previa especificada.

^H Cuando el calor de hidratación opcional de la tabla 4 es especificado.

^I El tiempo de fraguado es el descrito como el tiempo de fraguado inicial en la NTE INEN 158.

(Continúa)

TABLA 4. Requisitos físicos opcionales ^A

Tipo de cemento	Norma de ensayo aplicable	I	IA	II	IIA	III	IIIA	IV	V
Falso fraguado, penetración final, % mínimo.	INEN 875	50	50	50	50	50	50	50	50
Calor de hidratación	INEN 199								
7 días, máximo kJ/kg (cal/g)		-	-	290 (70) ^B	290 (70) ^B	-	-	250 (60) ^C	-
28 días, máximo, kJ/kg (cal/g)		-	-	-	-	-	-	290 (70) ^C	-
Resistencia no menor que los valores mostrados:									
Resistencia a compresión, MPa 28 días	INEN 488	28,0	22,0	28,0 22,0 _g	22,0 18,0 _g	-	-	-	-
Resistencia a sulfatos, ^D Máximo % de expansión, 14 días	INEN 202	-	-	E	E	-	-	-	0,040
Ensayo de Gillmore:	INEN 159								
Fraguado inicial, min, no menor que		60	60	60	60	60	60	60	60
Fraguado final, min, no mayor que		600	600	600	600	600	600	600	600

^A Estos requisitos opcionales se aplican solo cuando son específicamente solicitados. Verificar su disponibilidad antes de ordenar. Ver nota 2.

^B El límite para la suma $C_3S + 4,75C_2A$ de la tabla 1, no debe aplicarse cuando se requiere este límite opcional. Estos requisitos de resistencia se aplican cuando se requiere el requisito opcional de calor de hidratación.

^C Cuando se especifica el límite de calor de hidratación, se lo debe considerar en lugar del límite de C_3S , C_2S , C_3A y Fe_2O_3 , listados en la tabla 1.

^D Cuando se especifica la resistencia a los sulfatos, se lo debe considerar en lugar del límite de C_3A , $C_4AF + 2 C_3A$ y Fe_2O_3 , listados en la tabla 1.

^E El cemento que cumple con el límite de alta resistencia a sulfatos para el Tipo V, se estima que cumple con los requisitos para moderada resistencia a sulfatos del Tipo II.

7.2 Requisitos complementarios

7.2.1 Almacenamiento. El cemento debe ser almacenado de tal manera que se permita un fácil acceso para una inspección apropiada e identificación de cada envío y en una edificación hermética apropiada que proteja al cemento de la humedad y minimice el fraguado en almacenamiento.

8. INSPECCIÓN

8.1 Inspección. Se debe proporcionar al comprador instalaciones para realizar una inspección y muestreo cuidadosos del cemento terminado. La inspección y el muestreo del cemento deben realizarse en la fábrica o en el sitio de distribución controlado por el fabricante o en cualquier otra ubicación como sea acordado entre el comprador y el vendedor, como parte del contrato de compra.

8.2 Muestreo

8.2.1 Cuando el comprador desee que el cemento sea muestreado y ensayado para verificar el cumplimiento con esta norma, realizar el muestreo y los ensayos de acuerdo con la NTE INEN 153

8.2.2 La NTE INEN 153 no está diseñada para el control de calidad de fabricación y no es requerida para la certificación del fabricante.

8.3 Aceptación o rechazo

8.3.1 El cemento debe ser rechazado si no cumple con cualquiera de los requisitos de esta norma.

8.3.2 A opción del comprador, se puede reensayar, antes de usar, cementos almacenados a granel por más de 6 meses o en cemento en sacos, almacenado por más de 3 meses después de concluidos los ensayos y rechazar el cemento si no cumple con cualquiera de los requisitos de esta norma. El cemento así rechazado es responsabilidad del propietario del producto al momento del muestreo para reensayo.

(Continúa)

8.3.3 Los sacos deben identificar la masa contenida como masa neta. A opción del comprador, si los sacos cuya masa varía en más del 2% por debajo de la especificada, pueden ser rechazados y si se demuestra que la masa promedio de 50 sacos seleccionados al azar en cualquier cargamento es menor que la señalada en los sacos, el cargamento completo puede ser rechazado.

9. MÉTODOS DE ENSAYO

9.1 Determinar las propiedades aplicables enumeradas en esta norma de acuerdo con los siguientes métodos de ensayo:

- 9.1.1** Contenido de aire en el mortero. NTE INEN 195.
- 9.1.2** Análisis químico. NTE INEN 160.
- 9.1.3** Resistencia. NTE INEN 488.
- 9.1.4** Falso fraguado. NTE INEN 875.
- 9.1.5** Finura por permeabilidad al aire. NTE INEN 196.
- 9.1.6** Finura por turbidímetro. NTE INEN 197.
- 9.1.7** Calor de hidratación. NTE INEN 199.
- 9.1.8** Expansión en autoclave. NTE INEN 200.
- 9.1.9** Gillmore. NTE INEN 159
- 9.1.10** Tiempo de fraguado por la aguja de Vicat. NTE INEN 158.
- 9.1.11** Resistencia a sulfatos. NTE INEN 202.
- 9.1.12** Sulfato de calcio, expansión en mortero. NTE INEN 2 529
- 9.1.13** SO₃ óptimo. NTE INEN 1 505.

10. DECLARACIÓN DEL FABRICANTE

10.1 A pedido del comprador, en el contrato o en la orden de compra, el fabricante debe declarar por escrito la naturaleza, cantidad e identidad de cualquier adición incorporadora de aire y de cualquier adición de proceso usada, y además, si es solicitado, se debe proveer los datos de los ensayos que demuestren que la adición incorporadora de aire cumple con la norma ASTM C 226 y la adición de proceso, con la NTE INEN 1 504.

10.2 Cuando se utiliza caliza, el fabricante debe declarar por escrito la cantidad de la misma y si el comprador lo requiere, debe proveer los datos de ensayos comparativos de las propiedades químicas y físicas del cemento con y sin caliza (ver nota 5). Los ensayos comparativos no sustituyen los ensayos normales para confirmar que el cemento cumple los requisitos químicos y físicos de esta norma. La cantidad de caliza en el cemento debe ser determinada de acuerdo con el Anexo B.

NOTA 5. Los datos de ensayos comparativos pueden ser de ensayos de calidad realizados por el fabricante durante el proceso de formulación del cemento con caliza.

(Continúa)

11. ENVASADO Y ETIQUETADO

11.1 Cuando el cemento es enviado en sacos, las palabras "Cemento Portland", el tipo de cemento, el nombre y la marca del fabricante y la masa del cemento contenido en él deben estar claramente marcados en cada saco. Cuando el cemento es del tipo incorporador de aire, las palabras "incorporador de aire" deben estar claramente marcadas en cada saco. Se debe proveer información similar en los documentos de envío que acompañan el cemento a granel o empacado. Todos los sacos deben estar en buenas condiciones al momento de la inspección.

12. CERTIFICACIÓN DEL FABRICANTE

12.1 A petición del comprador en el contrato o en la orden, el fabricante debe proveer un informe, junto con el lote despachado, declarando los resultados de los ensayos realizados en las muestras del material tomadas durante la producción o traslado y certificando que el cemento cumple con los requisitos de esta norma, (ver nota 6).

NOTA 6. El Apéndice X provee una guía para la preparación del informe del fabricante.

(Continúa)

ANEXO A
(Información Obligatoria)

CÁLCULO DE LA COMPOSICIÓN POTENCIAL DE LA FASE CEMENTO.

A.1 Todos los valores calculados descritos en este anexo, deben ser redondeados de acuerdo a la NTE INEN 52. Cuando se evalúa el cumplimiento con una norma, redondear los valores con el mismo número de cifras significativas que los considerados en la entrada a la tabla correspondiente antes de hacer comparaciones. El expresar los límites químicos mediante las fases supuestas calculadas, no significa necesariamente que los óxidos están real o completamente presentes como tales fases.

A.2 Cuando se expresan fases: C = CaO, S = SiO₂, A = Al₂O₃, F = Fe₂O₃ por ejemplo: C₃A = 3CaO·Al₂O₃ dióxido de titanio y pentóxido (pentaóxido) de fósforo (TiO₂ y P₂O₅) no deben ser incluidos con el contenido de Al₂O₃. Ver nota A.1.

A.3 Cuando la relación de porcentajes entre óxido de aluminio y óxido férrico es 0,64 o más, los porcentajes de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y ferroaluminato tetracálcico deben ser calculados a partir de un análisis químico, de la siguiente manera:

$$\text{Silicato tricálcico (C}_3\text{S)} = (4,071 \times \% \text{ CaO}) - (7,600 \times \% \text{ SiO}_2) - (6,718 \times \% \text{ Al}_2\text{O}_3) - (1,430 \times \% \text{ Fe}_2\text{O}_3) - (2,852 \times \% \text{ SO}_3) - (5,188 \times \% \text{ CO}_2) \quad (\text{A.1})$$

$$\text{Silicato dicálcico (C}_2\text{S)} = (2,867 \times \% \text{ SiO}_2) - (0,7544 \times \% \text{ C}_3\text{S}) \quad (\text{A.2})$$

$$\text{Aluminato tricálcico (C}_3\text{A)} = (2,650 \times \% \text{ Al}_2\text{O}_3) - (1,692 \times \% \text{ Fe}_2\text{O}_3) \quad (\text{A.3})$$

$$\text{Ferroaluminato tetracálcico (C}_4\text{AF)} = 3,043 \times \% \text{ Fe}_2\text{O}_3 \quad (\text{A.4})$$

A menos que se use caliza en el cemento, el contenido de dióxido de carbono debe considerarse igual a cero cuando se calcula silicato tricálcico potencial. En ausencia de información sobre el contenido de caliza de la muestra de cemento, los resultados deben destacar que no se realizaron correcciones por posible uso de caliza.

A.3.1 Cuando la relación entre óxido de aluminio y óxido férrico es menor a 0,64; se forma una solución sólida de ferroaluminato cálcico (expresada como ss(C₄AF + C₂F)). El aluminato tricálcico no debe estar presente en cementos con esta composición. El silicato dicálcico debe ser calculado con la ecuación A.2. Los contenidos de esta solución sólida y de silicato tricálcico deben ser calculados con las siguientes fórmulas:

$$\text{ss(C}_4\text{AF + C}_2\text{F)} = (2,100 \times \% \text{ Al}_2\text{O}_3) + (1,702 \times \% \text{ Fe}_2\text{O}_3) \quad (\text{A.5})$$

$$\text{Silicato tricálcico (C}_3\text{S)} = (4,071 \times \% \text{ CaO}) - (7,600 \times \% \text{ SiO}_2) - (4,479 \times \% \text{ Al}_2\text{O}_3) - (2,859 \times \% \text{ Fe}_2\text{O}_3) - (2,852 \times \% \text{ SO}_3) - (5,188 \times \% \text{ CO}_2) \quad (\text{A.6})$$

A menos que se use caliza en el cemento, el contenido de dióxido de carbono debe considerarse igual a cero cuando se calcula silicato tricálcico potencial. En ausencia de información sobre el contenido de caliza de la muestra de cemento, los resultados deben destacar que no se realizaron correcciones por posible uso de caliza.

NOTA A.1 Cuando se comparan análisis de óxidos y fases calculadas de diferentes fuentes o diferentes fechas históricas, se debe tener en cuenta de que éstos pueden no haber sido reportados exactamente sobre la misma base. Los datos químicos obtenidos por métodos de ensayo de referencia y alternativos de los métodos de ensayo de la NTE INEN 160 (química húmeda), pueden incluir titanio y fósforo como alúmina a menos que se haya realizado una corrección apropiada (ver NTE INEN 160), mientras que los datos obtenidos por métodos instrumentales rápidos, generalmente no lo hacen. Esto puede resultar en diferencias pequeñas en las fases calculadas. Tales diferencias generalmente se encuentran dentro de la precisión de los métodos analíticos, aún cuando los métodos sean calificados apropiadamente según los requisitos de la NTE INEN 160.

(Continúa)

ANEXO B
(Información Obligatoria)

CONTENIDO DE CALIZA EN EL CEMENTO PORTLAND

B.1 Cuando se usa caliza, su contenido en el cemento portland debe obtenerse a partir de la determinación de CO₂ en el cemento terminado. Los análisis de CO₂ deben ser basados en los métodos descritos en la NTE INEN 160. El porcentaje de caliza en el cemento se calcula a partir del análisis de CO₂ de la caliza utilizada. El fabricante debe incluir el contenido de CO₂ y el contenido calculado de caliza del cemento en el informe de ensayos de fábrica.

El contenido de caliza en el cemento se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ de caliza en el cemento} = \frac{\% \text{ CO}_2 \text{ en cemento}}{\% \text{ CO}_2 \text{ en caliza}} \times 100 \text{ (ver nota B.1)}$$

B.2 Esta norma requiere que la caliza a ser usada debe contener un mínimo de 70% de CaCO₃. El fabricante debe incluir en el informe, el contenido de CaCO₃ de la caliza. Calcular el contenido de CaCO₃ de la caliza de la siguiente manera:

$$\% \text{ CaCO}_3 = 2,274 \times \% \text{ CO}_2 \text{ (Ver nota B.2)}$$

B.3 Los cementos portland que no contienen caliza pueden contener niveles mínimos de CO₂ inherentes a la fabricación, por ejemplo, debido a la carbonatación. Este contenido mínimo de CO₂ se incluye como parte del contenido de caliza calculado.

NOTA B.1. Por ejemplo: Si el contenido determinado de CO₂ en el cemento terminado es = 1,5% y el contenido de CO₂ de la caliza es = 43% (CaCO₃ en caliza = 98%). Entonces:

$$\frac{1,5}{43} \times 100 = 3,5\% \text{ contenido de caliza en el cemento.}$$

NOTA B.2. Para verificar el contenido de caliza en el cemento, el comprador debe analizar el contenido de CO₂ y realizar una corrección por contenido de CaCO₃ en la caliza de modo que los datos sean comparables con el informe del fabricante.

(Continúa)

APENDICE X**(Información opcional)****CERTIFICACIÓN DEL FABRICANTE (INFORME DE ENSAYO DE FÁBRICA)**

- X.1** Para proporcionar uniformidad en los informes de los resultados de ensayos que se realizan en cementos bajo esta norma, como se requiere en el numeral 12, titulado "Certificación del fabricante", se muestra en la figura X.1, un ejemplo del informe de ensayo de fábrica.
- X.2** La información de identificación dada, debe identificar sin ambigüedades la producción del cemento representada por el informe de ensayos de fábrica y puede variar dependiendo de la designación del fabricante y de los requisitos del comprador.
- X.3** La declaración de la certificación del fabricante puede variar dependiendo de la orden de obtención del fabricante, o de requisitos legales; pero debe certificar que el cemento enviado está representado por el certificado y que el cemento cumple con los requisitos aplicables de la especificación al momento de ser ensayado (o reensayado) o enviado.
- X.4** El informe de ensayo de fábrica de la muestra ha sido desarrollado para reflejar los requisitos físicos y químicos de esta norma y recomienda informar todos los análisis y ensayos normalmente realizados en los cementos que cumplen con esta norma. Los requisitos de informes del comprador deben primar si difieren de los reportes normales realizados por el fabricante o de los recomendados en esta norma.
- X.5** Los cementos pueden ser enviados antes que estén disponibles los datos de ensayo de mayor edad. En tales casos, el valor del ensayo puede dejarse en blanco. Alternativamente, el fabricante puede proveer valores estimativos basados en datos históricos de producción. El reporte debe indicar si se proporciona tales estimaciones.
- X.6** Al reportar los límites tabulados en esta norma, en el informe de ensayo de fábrica, se debe reportar solo aquellos límites específicamente aplicables. En algunos casos los límites tabulados en esta norma son reemplazados por otras disposiciones.

(Continúa)

FIGURA X.1

Ejemplo del reporte de ensayo de fábrica

NOMBRE DE LA EMPRESA

Planta XXXXXXXXXXXX

Cemento Tipo II

Fecha Marzo 16, 20xx

Periodo de producción Marzo 2, 20xx - Marzo 8, 20xx

REQUISITOS NORMALIZADOS
NTE INEN 152 tablas 1 y 2

QUÍMICOS

FÍSICOS

ITEM	LÍMITE ESPECIFICADO	RESULTADOS DE ENSAYOS	ITEM	LÍMITE ESPECIFICADO	RESULTADOS DE ENSAYOS
SiO ₂ (%)	A	20,6	Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máximo	8
Al ₂ O ₃ (%)	6,0 máximo	4,4	Finura Blaine (m ² /kg)	260 mínimo 430 máximo	377
Fe ₂ O ₃ (%)	6,0 máximo	3,3	Promedio de finura Blaine ^B (m ² /Kg)	280 mínimo 420 máximo	385
CaO (%)	A	62,9	Expansión en autoclave (%)	0,80 máximo	0,04
MgO (%)	8,8 máximo	2,2	Resistencia a la compresión (MPa)	mínimo:	
SO ₃ (%)	3,0 máximo	2,7	1 día	7,0	23,4
Pérdida por calcinación (%)	3,0 máximo	2,7	3 días	12,0	29,8
Na ₂ O (%)	A	0,19	7 días	A	
K ₂ O (%)	A	0,50	28 días		
Residuo insoluble (%)	0,75 máximo	0,27	Tiempo de fraguado Vicat (minutos)		
CO ₂ (%)	A	1,5	Inicial: no menor que	45	124
Caliza (%)	5,0 máximo	3,5	no mayor que	375	
CaCO ₃ en caliza (%)	70 mínimo	98	Calor de hidratación (kJ/kg)	c	300
Potencial (%)	A	50	7 días		
C ₂ S	A	21			
C ₃ S	B máximo	6			
C ₄ A	A	10			
C ₄ AF	A	22			
C ₄ AF + 2(C ₃ A)					
C ₃ S + 4,75 C ₄ A	100 máximo	78,5			

^A No aplicable

^B Promedio de las últimas cinco muestras consecutivas

^C Los resultados de ensayo representan los valores más recientes y son proporcionados solamente para información.

REQUISITOS OPCIONALES
NTE INEN 152 Tablas 2 y 4

QUÍMICOS

FÍSICOS

ITEM	LÍMITE ESPECIFICADO	RESULTADOS DE ENSAYOS	ITEM	LÍMITE ESPECIFICADO	RESULTADOS DE ENSAYOS
Alcalis equivalentes (%)	D	0,5 2	Falso fraguado (%)	53 mínimo	82
			Resistencia a la compresión (MPa) 28 días	23,0 mínimo	E

^D Límite no especificado por el comprador. Resultado proporcionado únicamente para información.

^E El resultado del ensayo para este periodo de producción aún no está disponible.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al momento del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la norma NTE INEN 152 - xx u (otra) _____ norma

Firma _____

Cargo _____

(Continúa)

APÉNDICE Y
(Información opcional)

RESUMEN DE CAMBIOS

Y.1 En este apéndice se recogen los cambios efectuados en esta actualización de la NTE INEN, con respecto a la versión anterior de la misma NTE INEN.

Y.1.1 Esta norma ha sido revisada íntegramente para asegurar la calidad del producto y mejorar la facilidad de lectura

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 52	Reglas para redondear números.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 151	Cemento hidráulico. Definición de términos.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 153	Cemento hidráulico. Muestreo y ensayos.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 158	Cemento hidráulico. Determinación del tiempo de fraguado. Método de Vicat.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 159	Cementos. Determinación del tiempo de fraguado. Método de Gillmore.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 160	Cemento hidráulico. Métodos de ensayo para el análisis químico.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 195	Cemento hidráulico. Determinación del contenido de aire en morteros.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 196	Cemento hidráulico. Determinación de la finura mediante el aparato de permeabilidad al aire.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 197	Cementos. Determinación de la finura. Método del Turbidímetro de Wagner.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 199	Cemento hidráulico. Determinación del calor de hidratación.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 200	Cemento hidráulico. Determinación de la expansión en autoclave.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 202	Cemento portland. Determinación de la expansión potencial de morteros expuestos a la acción de sulfatos.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 252	Cales. Definiciones y clasificación.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 488	Cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en cubos de 50 mm de arista.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 872	Áridos para hormigón. Requisitos.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 875	Cemento hidráulico. Determinación del endurecimiento prematuro. Método de la pasta.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 504	Cementos hidráulicos. Aditivos de proceso. Requisitos.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 505	Cemento hidráulico. Determinación del SO ₃ óptimo aproximado, usando la resistencia a la compresión.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 529	Cemento hidráulico. Expansión de barras de mortero de cemento hidráulico almacenado en agua.
Norma ASTM C 226	Especificaciones para adiciones incorporadoras de aire para uso en la fabricación de cemento hidráulico con incorporación de aire.

Z.2 BASE DE ESTUDIO

ASTM C 150 – 07 *Standard Specification for Portland Cement*. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. 2007.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 152 Cuarta revisión	TÍTULO: CEMENTO PORTLAND. REQUISITOS.	Código: CO 02.02-401
--	--	--------------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 2004-12-10 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo Ministerial No. 05 129 de 2005-02-14 publicado en el Registro Oficial No. 536 de 2005-03-03 Fecha de iniciación del estudio: 2009-01-19
--	---

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: Cementos
 Fecha de iniciación: 2009-02-12
 Integrantes del Subcomité Técnico: _____
 Fecha de aprobación: 2009-05-15

NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:
Ing. Raúl Camaniero (Presidente)	FACULTAD DE INGENIERÍA. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
Ing. Jaime Salvador	INSTITUTO ECUATORIANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO - INECYC
Ing. Soledad Moreno	INTACO ECUADOR S.A.
Ing. Carlos Ronquillo	HOLCIM ECUADOR S.A. (CEMENTOS)
Ing. Patricia Moreno	HOLCIM ECUADOR S.A. (CEMENTOS)
Ing. Hugo Egúez	HOLCIM ECUADOR S.A. (AGREGADOS)
Sr. Carlos Aulestia	LAFARGE CEMENTOS S.A.
Ing. Patricio Ruiz	INDUSTRIAS GUAPÁN S.A.
Ing. Luis Quinteros	CEMENTO CHIMBORAZO C.A.
Ing. Raúl Ávila	HORMIGONES HÉRCULES S.A.
Ing. Washington Benavides	FACULTAD DE INGENIERÍA. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
Ing. Guillermo Realpe	FACULTAD DE INGENIERÍA. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.
Ing. Verónica Miranda	HORMIGONERA EQUINOCCIAL
Ing. Carlos Proaño	MIDUVI
Ing. Xavier Herrera	HORMIGONERA QUITO CIA. LTDA.
Ing. Patricio Villena	CÁMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO
Ing. Carlos Castillo (Pro Secretario Técnico)	INECYC.

Otros trámites: Esta NTE INEN 152:2010 (Cuarta Revisión), reemplaza a la NTE INEN 152:2005 (Tercera Revisión)

El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2009-10-30

Oficializada como: Obligatoria
 Registro Oficial No. 111 de 2010-01-19
 Por Resolución No. 116-2009 de 2009-12-14

Norma Técnica
Ecuatoriana
Obligatoria

**BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN.
DEFINICIONES, CLASIFICACION Y CONDICIONES
GENERALES**

INEN 638
Primera revisión
1993-09

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno ES-29 y Almagro - Quito, Ecuador - Prohibida la reproducción

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece las definiciones, la clasificación y las condiciones generales de uso de los bloques huecos de hormigón de cemento.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma comprende los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de paredes, paredes soportantes, paredes divisorias no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.

2.2 Esta norma no comprende los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.

3. DEFINICIONES

3.1 **Bloque hueco de hormigón.** Es un elemento simple hecho de hormigón, en forma de paralelepípedo, con uno o más huecos transversales en su interior, de modo que el volumen del material sólido sea del 50% al 75% del volumen total del elemento.

3.2 **Medidas principales.** Se entiende por medidas principales: el largo, el ancho y el alto del bloque.

3.3 **Superficie bruta de contacto.** Es la superficie normal al eje del o de los huecos, sin descontar la superficie de estos, es decir: el producto del largo por el ancho del bloque.

3.4 **Superficie neta de contacto.** Es la superficie bruta de la cual se ha descontado la superficie de los huecos normal a su eje.

3.5 **Volumen total.** Es el volumen del bloque, calculado con sus medidas principales.

4. CLASIFICACION

4.1 Los bloques huecos de hormigón se clasificarán, de acuerdo a su uso, en cinco tipos, como se indica en la tabla 1.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Cemento, hormigón, bloques, bloques huecos, definiciones, clasificación.

TABLA 1. Tipos de bloques huecos de hormigón y sus usos

TIPO	USO
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento. Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.
E	Losas alivianadas de hormigón armado.

5. CONDICIONES GENERALES

5.1 Materiales

5.1.1 Los bloques deben elaborarse con cemento Portland o Portland especial, áridos finos y gruesos, tales como: arena, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez, escorias y otros materiales inorgánicos inertes adecuados.

5.1.2 El cemento que se utilice en la elaboración de los bloques debe cumplir con los requisitos de la Norma INEN 152 y la Norma INEN 1 548.

5.1.3 Los áridos que se utilicen en la elaboración de los bloques deben cumplir con los requisitos de la Norma INEN 872 y, además, pasar por un tamiz de abertura nominal de 10 mm.

5.1.4 El agua que se utilice en la elaboración de los bloques debe ser dulce, limpia, de preferencia potable y libre de cantidades apreciables de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas.

5.2 Dimensiones.

5.2.1 Espesor de las paredes de los bloques. El espesor de las paredes de los bloques no debe ser menor de 25 mm, en los bloques tipo A y B, y de 20 mm, en los bloques tipo C, D y E.

5.2.2 La dimensión real de un bloque debe ser tal que, sumada al espesor de una junta, dé una medida modular.

5.2.3 Los bloques deben tener las dimensiones indicadas en la tabla 2.

TABLA 2. Dimensiones de los bloques.

TIPO	DIMENSIONES NOMINALES			DIMENSIONES REALES		
	largo	ancho	alto	largo	ancho	alto
A, B	40	20,15,10	20	39	19,14,09	19
C, D	40	10,15,20	20	39	09,14,19	19
E	40	10,15,20,25	20	39	09,14,19,24	20

5.2.4 Por convenio entre el fabricante y el comprador, podrán fabricarse bloques de dimensiones diferentes de las indicadas en la tabla 2.

5.2.5 Los bloques de un mismo tipo deben tener dimensiones uniformes. No se permite en ellas una variación mayor de 5 mm.

APENDICE Z**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

- INEN 152 *Cemento Portland. Requisitos.*
- INEN 872 *Áridos para hormigón. Requisitos.*
- INEN 1 548 *Cemento Portland especial. Requisitos.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Proyecto de Norma Centroamericana ICATI 4-1054. *Bloques huecos de hormigón para paredes o muros y tabiques.* Instituto Centroamericano de Investigación y tecnología Industrial. Guatemala, 1977.

Norma India IS: 2185-1967. *Specification for hollow cement concrete block.* Indian Standards Institution. Nueva Delhi, 1975.

Norma Sudafricana SABS 527-1972. *Standard specification for concrete building blocks.* South African Bureau of Standards. Pretoria, 1972.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: **TÍTULO: BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. DEFINICIONES, CLASIFICACION Y CONDICIONES GENERALES** Código: **CO 02.08-101**
NTE INEN 638
Primera revisión

ORIGINAL:

Fecha de iniciación del estudio:

REVISIÓN:

Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1981-11-11
Oficialización con el Carácter de
por Acuerdo No. 820 de 1981-12-21
publicado en el Registro Oficial No. 151 de 1981-12-30

Fecha de iniciación del estudio: 1991-01-22

Fechas de consulta pública:

Subcomité Técnico: **CO 02.08 Elementos prefabricados de hormigón**

Fecha de iniciación: 1991-07-04

Fecha de aprobación: 1991-07-18

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Ing. José Aldaz (Presidente)
Ing. Ernesto Pillaje
Ing. Alejandro Coba
Ing. Roberto Gálvez
Sr. Rodrigo Guerra
Arq. Luis Pazmiño
Arq. Carlos Maldonado (Secretario Técnico)

HORCOSA
FACULTAD DE INGENIERIA- U. CENTRAL
JUNTA NACIONAL DE LA VIVIENDA
IESS(INGENIERIA)
INDUBLOCK
AUTOMATIC BLOCK
INEN

Otros trámites: ⁴ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1993-09-07

Oficializada como: **OBLIGATORIA**
Registro Oficial No. 331 del 1993-12-07

Por Acuerdo Ministerial No. 533 del 1993-11-17

Norma Técnica
Ecuatoriana
Obligatoria

**BLOQUES HUECOS DE HORMIGON
DETERMINACION DE LA RESISTENCIA
A LA COMPRESION**

INEN 640
Primera Revisión
1993-09

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3990 - Baquerizo Moreno Es-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

1. OBJ ETO

1.1 Esta norma establece el método de ensayo de los bloques huecos de hormigón para determinar la resistencia a la compresión.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma comprende los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de paredes, paredes soportantes, paredes divisorias no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.

2.2 Esta norma no comprende los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.

3. RESUMEN

3.1 El procedimiento indicado en esta norma consiste en someter los bloques huecos de hormigón a una carga progresiva de compresión, hasta determinar su resistencia máxima admisible.

4. METODO

4.1 Equipo. Puede usarse cualquier máquina de compresión provista de plato con rótula de segmento esférico, siempre que las superficies de contacto de los apoyos sean iguales o mayores que las muestras de prueba.

4.2 Preparación de las muestras.

4.2.1 Para determinar la resistencia a la compresión deben usarse bloques enteros seleccionados de acuerdo con la Norma INEN 639.

4.2.2 Cada bloque debe ser sumergido en agua a la temperatura ambiente, por un período de 24 horas y luego recubierto de capas de mortero de cemento-arena o de azufre-arena, como se indica en 4.2.2.1.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Cemento, hormigón, bloque, bloques huecos, resistencia, compresión

4.2.2.1 Para recubrir los bloques de capas de mortero se someterán al siguiente tratamiento de preparación:

- a) Recubrir las caras de la muestra que van a estar en contacto con la máquina con una capa compuesta de mortero de cemento-arena en partes iguales y con un espesor no mayor de 6 mm, para conseguir el paralelismo y la regularidad de estas caras. La aplicación de esta capa debe hacerse como se indica en el Anexo A;
- b) Comprobar el paralelismo de las dos caras recubiertas de mortero de cemento por medio de un nivel de burbuja;
- c) Una vez aplicadas las capas de mortero, cubrir el bloque con un paño húmedo y mantenerlo cubierto por 24 horas.
- d) Transcurridas las 24 horas, sumergir cada bloque en agua y mantenerlo sumergido por el tiempo de tres días.

4.2.2.2 En caso de usar el mortero efe azufre-arena deben aplicarse las disposiciones del anexo B.

4.3 Procedimiento.

4.3.1 Las muestras se ensayan, centrándolas respecto a la rótula y de manera que la carga se aplique en la misma dirección en que se vaya a aplicar en los bloques puestos en obra.

4.3.2 La carga se aplicará gradualmente en un tiempo no menor de un minuto ni mayor de dos, a una velocidad constante.

4.4 Cálculo

4.4.1 La resistencia a la compresión se calcula por la ecuación siguiente:

$$C = \frac{P}{S}$$

En donde:

- C = La resistencia a la compresión, en MPa
- P = La carga de rotura en Newtones
- S = Superficie bruta de la cara comprimida, en milímetros cuadrados.

4.5 Interpretación de resultados

4.5.1 Una vez ensayados todos los bloques de la muestra, se aceptará o rechazará cada lote de acuerdo con las disposiciones de la Norma INEN 639.

ANEXO A**A.1 Colocación de las capas de mortero de cemento - arena sobre los bloques**

A.1.1 Emplear como tablero de trabajo una placa de acero de espesor no menor de 10 mm, con la cara superior pulida y nivelada en dos direcciones en ángulo recto, mediante un nivel de burbuja.

A.1.2 Colocar sobre esta placa una capa de mortero de cemento-arena, en partes iguales, y con una relación agua-cemento de no más de 0,35.

A.1.3 Colocar la cara de contacto del bloque sobre la capa de mortero y presionarla suavemente hasta que ésta se adhiera al bloque en un espesor máximo de 6 mm.

A.1.4 Repetir la operación con la cara opuesta, comprobando en ambos casos el paralelismo de las caras de contacto mediante el nivel de burbuja.

A.1.5 Retirar el mortero sobrante de las aristas del bloque, dejando a este con una forma regular.

ANEXO B

B.1 Preparación y colocación de las capas de mortero de azufre-arena sobre los bloques.

B.1.1 En caso de emplearse el mortero de azufre-arena, éste deberá contener azufre en una proporción del 40% al 60%, con arcilla u otro material inerte, que pase el tamiz INEN de 149 μ m.

B.1.2 Sobre la placa metálica indicada en el anexo A, previamente impregnada de aceite, colocar cuatro barras de acero de sección transversal cuadrada de 25 mm de lado, para formar un molde rectangular, aproximadamente 12 mm mayor que las dimensiones de las aristas de la muestra.

B.1.3 Calentar el mortero de azufre-arena en un recipiente controlado termostáticamente, hasta una temperatura suficiente para mantener su fluidez por un tiempo razonable, después del contacto con la placa. Debe evitarse el sobrecalentamiento y agitarse el líquido inmediatamente antes de usarlo.

B.1.4 Llenar el molde con la mezcla retenida, colocar rápidamente la cara del bloque que se desea cubrir, y acomodarla de tal manera que sus caras exteriores formen ángulos rectos con la superficie cubierta. Repetir la operación para la cara opuesta.

B.1.5 El espesor de las dos capas deberá ser aproximadamente el mismo y no deberá pasar de 3 mm. El bloque así preparado podrá ensayarse después de dos horas del alisado de sus caras.

APÉNDICE Z**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

INEN 639 Bloques huecos de hormigón. Muestreo, inspección y recepción.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma colombiana ICONTEC 247. Bloques huecos de hormigón (concreto) para muros. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1969.

Norma India IS: 3590 - 1966. Specification for load bearing lightweight concrete blocks. Indian Standards Institution.- Nueva Delhi, 1966.

Norma argentina IRAM 1521. Bloques huecos de cemento Portland. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires. 1957.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: **TÍTULO: BLOQUES HUECOS DE HORMIGON.** Código:
NTE INEN 640 **DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION** CO 02.08-301
Primera revisión

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1981-11-11 Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. 822 de 1981 - 12 - 21 publicado en el Registro Oficial No. 151 de 1981-12-30 Fecha de iniciación del estudio: 1992-01-06
---	---

Fechas de consulta pública:

Subcomité Técnico: Elementos prefabricados de hormigón
Fecha de iniciación: 1991-07-04 Fecha de aprobación: 1992-03-19
Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Ing. José Aldaz (Presidente)
Ing. Ernesto Pillajo
Ing. Alejandro Coba
Ing. Roberto Gálvez
Sr. Rodrigo Guerra
Arq. Luis Pazmiño
Arq. Carlos Maldonado (Secretario Técnico)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

HORCOSA
FACULTAD DE INGENIERÍA - U. CENTRAL
JUNTA NACIONAL DE LA VIVIENDA
IESS(INGENIERIA)
INDUBLOCK
AUTOMATIC BLOCK
INEN

Otros trámites: ♦⁴ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1993-09-07

Oficializada como: Obligatoria Por Acuerdo Ministerial No....534....del.....1993-11-17
Registro Oficial No.331..... de... 1993-12-07

Norma Técnica
Ecuatoriana
Obligatoria

**BLOQUES HUECOS DE HORMIGON
DETERMINACION DE LA ABSORCION DE AGUA**

INEN 642
Primera Revisión
1993-09

instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 = Baquerizo Moreno Es-29 y Almagro - Quitae Ecuador = Prohibida la reproducción

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método de ensayo de los bloques huecos de hormigón para determinar su absorción de agua.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma comprende los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de paredes, paredes soportantes, tabiques divisorios no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.

2.2 Esta norma no comprende los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.

3. RESUMEN

3.1 El método descrito en esta norma consiste en someter los bloques a la inmersión en agua hasta su saturación y luego al secado, para registrar las variaciones en masa de los mismos durante este proceso.

4. METODO

4.1 Especificaciones de ensayo.

4.1.1 Deben usarse bloques enteros tomados al azar de las muestras seleccionadas de acuerdo con la Norma INEN 639.

4.2 Equipos

4.2.1 La balanza usada debe ser sensible al 0,5% de la masa del más pequeño de los especímenes sometidos a ensayo.

DESCRIPTORES: Cemento, Hormigón, Bloques huecos, Absorción de agua, Humedad, Ensayo.

4.3 Procedimiento

4.3.1 *Saturación.* Los especímenes de ensayo deben ser completamente sumergidos en agua a la temperatura ambiente durante 24 horas.

4.3.1.1 Los especímenes deben retirarse del agua y dejarse secar durante un minuto, colocándolos sobre una malla de alambre de 10 mm de abertura, eliminando el agua superficial con un paño húmedo.

4.3.2 Una vez anotada la masa de los especímenes, éstos deben secarse en un horno de secado a una temperatura entre 100°C y 115°C, durante no menos de 24 horas, y luego pesarse de nuevo.

4.3.2.1 Hasta en dos pesadas sucesivas, en intervalos de dos horas, el incremento de la pérdida no debe ser mayor del 0,2% de la última masa previamente determinada del espécimen.

4.4 Cálculo

4.4.1 Calcular la absorción de agua mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción} \quad \% \frac{A - B}{B} \times 100$$

En donde :

A = masa en húmedo del espécimen, en kg;

B = masa en seco del espécimen, en kg;

4.5 Informe de resultados

4.5.1 Se deben registrar los resultados del ensayo de cada espécimen por separado.

APÉNDICE Z**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

INEN 639 *Bloques huecos de hormigón. Muestreo, inspección y recepción.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma India IS 2185 - 1967. *Specification for hollow cement concrete blocks.* Indian Standards Institution. Nueva Delhi, 1975.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 642 **TÍTULO:** BLOQUES HUECOS DE HORMIGON DETERMINACION DE LA ABSORCION DE AGUA **Código:** CO 02.08-303
Primera revisión

ORIGINAL:
Fecha de iniciación del estudio:

REVISIÓN:

Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1981-11-11
Oficialización con el Carácter de
por Acuerdo No. 832....de....1981-12-21
publicado en el Registro Oficial No. 153 de 1982-01-04

Fecha de iniciación del estudio: 1992-02-26

Fechas de consulta pública:

Subcomité Técnico: CO 02.08....Elementos prefabricados de hormigón
Fecha de iniciación: 1991-07-04 Fecha de aprobación: 1992-04-09
Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Ing. José Aldaz (Presidente)
Ing. Ernesto Pillajo
Ing. Alejandro Coba
Ing. Roberto Gálvez
Sr. Rodrigo Guerra
Arq. Luis Pazmiño
Arq. Carlos Maldonado (Secretario Técnico)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

HORCOSA
FACULTAD DE INGENIERÍA - U. CENTRAL
JUNTA NACIONAL DE LA VIVIENDA
IESS(INGENIERIA)
INDUBLOCK
AUTOMATIC BLOCK
INEN

Otros trámites: *⁴ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de **1993-09-07**

Oficializada como: **Obligatoria**
Registro Oficial No. **331** de 1993-12-07

Por Acuerdo Ministerial No. **531** de 1993-11-27

Norma Técnica
Ecuatoriana
Obligatoria

**BLOQUES HUECOS DE HORMIGON
REQUISITO**

**INEN 643
Primera Revisión
1993-09**

Instituto Ecuatoriano de Normalización; INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno Es-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los bloques huecos de hormigón de cemento.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma comprende los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de paredes, paredes soportantes, paredes divisorias no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.

2.2 Esta norma no comprende los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.

3. CLASIFICACIÓN

3.1 Para efectos de esta norma, se aplica la misma clasificación indicada en el numeral 4 de la Norma INEN 638.

4. REQUISITOS

4.1 De acuerdo a la clasificación establecida por la norma en referencia, los bloques huecos deberán cumplir con los requisitos que se indican en la tabla 1.

DESCRIPTORES: Cemento, hormigón, bloques huecos, requisitos

TABLA 1. Requisitos de resistencia a la compresión que deben cumplir los Bloques huecos de hormigón.

TIPO DE BLOQUE	Resistencia mínima a la compresión en MPa a los 28 días (ver nota 1) (Norma INEN 640).
A	6
B	4
C	3
D	2,5
E	2

4.2 La absorción de agua en los bloques se determinará de acuerdo con la Norma INEN 642 y no podrá ser mayor del 15%.

5. SELECCIÓN DE MUESTRAS

5.1 Las muestras de bloques se seleccionarán de acuerdo a la Norma INEN 639.

NOTA 1: 1 MPa 10kgf/cm^2

APENDICE Z**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

- INEN 638 *Bloques huecos de hormigón. Definiciones, clasificación y condiciones generales.*
- INEN 639 *Bloques huecos de hormigón. Muestreo, inspección y recepción.*
- INEN 640 *Bloques huecos de hormigón. Determinación de la resistencia a la compresión.*
- INEN 642 *Bloques huecos de hormigón. Determinación de la absorción de agua*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma sudafricana SABS 527-1972. *Standard Specification for concrete building blocks (metric units).* South African Bureau of Standards Pretoria, 1972.

Norma argentina IRAM 1521. *Bloques huecos de hormigón de cemento Portland.* Instituto Argentino de Racionalización de materiales. Buenos Aires. 1957.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: **TÍTULO: BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN REQUISITOS** Código: **CO 02.08-401**
NTE INEN 643
Primera revisión

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo <u>1981-11-11</u> Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. <u>824</u> de <u>1981-12-21</u> publicado en el Registro Oficial No. <u>151</u> de <u>1981-12-30</u> Fecha de iniciación del estudio: <u>1991-10-29</u>
---	---

Fechas de consulta pública:

Subcomité Técnico: CO 02.08 Elementos prefabricados de hormigón
Fecha de iniciación: 1991-07-04 Fecha de aprobación: 1992-03-05
Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Ing. José Aldaz (Presidente)
Ing. Ernesto Pillajo
Ing. Alejandro Coba
Ing. Roberto Gálvez
Sr. Rodrigo Guerra
Arq. Luis Pazmaño
Arq. Carlos Maldonado P. (Secretaría Técnica)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

HORCOSA
FACULTAD DE INGENIERIA - U. CENTRAL
JUNTA NACIONAL DE LA VIVIENDA
IESS (INGENIERIA)
INDUBLOCK
AUTOMATIC BLOCK
INEN

Otros trámites: ♦⁴ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1993-09-07

Oficializada como: Obligatoria
Registro Oficial No. 333 de 1993-12-09

Por Acuerdo Ministerial No. 538 de 1993-11-17

<p>Normas Ecuatoriana</p>	<p>ÁRIDOS PARA HORMIGÓN REQUISITOS</p>	<p>INEN 872 1982-12</p>
-------------------------------	---	------------------------------------

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 2009 - Baquerizo 484 y Ave. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los áridos para ser utilizados en la preparación de hormigones.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma comprende a los áridos naturales y a los obtenidos por trituración de la grava o piedras naturales.

3. TERMINOLOGÍA

3.1 Las definiciones de los términos que se emplean en esta norma se indican en la Norma INEN 694.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Los requisitos especificados en esta norma cumplen con las necesidades normales de la mayoría de trabajos realizados con hormigón; sin embargo, pueden haber casos especiales en los cuales sean necesarios requisitos adicionales a los especificados por esta norma; en tales circunstancias, dichos requisitos, así como los ensayos requeridos y sus límites, deben ser especificados por la persona que solicita el material.

4.2 En el caso de mezclas de áridos fino y grueso, el árido debe separarse primeramente en dos fracciones, utilizando el tamiz INEN 4,75 mm, y los ensayos requeridos para determinar el cumplimiento con los requisitos especificados por esta norma, realizarse sobre muestras obtenidas de cada fracción, como árido fino y árido grueso, respectivamente.

5. REQUISITOS PARA EL ÁRIDO FINO

5.1 Características generales

5.1.1 El árido fino puede consistir en arena natural, arena de trituración, o una mezcla de ambas.

5.2 Gradación

5.2.1 *Análisis granulométrico.* La granulometría del árido fino determinada según la Norma INEN 696, con excepción de lo dispuesto en 5.2.2, debe estar comprendida dentro de los límites que se especifican en la Tabla 1.

(Continúa)

TABLA 1. Requisitos de gradación del árido fino.

TAMIZ INEN	PORCENTAJE QUE PASA
9,5 mm	100
4,75 mm	95 a 100
2,36 mm	80 a 100
1,18 mm	50 a 85
600 µm	25 a 60
300 µm	10 a 30
150 µm	2 a 10

5.2.2 El porcentaje mínimo indicado en la Tabla 1 para el material que pasa por los tamices INEN 300 µm e INEN 150 µm, puede reducirse a 5 y 0, respectivamente, si el árido se lo va a utilizar en la elaboración de hormigón con incorporador de aire que contenga más de 250 kg de cemento por metro cúbico de hormigón, o en hormigón sin incorporados de aire que contenga más de 300 kg de cemento por metro cúbico de hormigón, o si se utiliza un aditivo mineral aprobado, a fin de suplir la deficiencia en porcentaje que atraviesa estos tamices. Se considera aquí que hormigón con incorporador de aire es aquel que contiene cemento incorporador de aire o un agente incorporador, con un contenido de aire de más del 3^oo.

5.2.3 Entre dos tamices cualquiera consecutivos de aquellos que se indican en la Tabla 1 no debe quedar retenido más del 45% del árido fino, y su módulo de finura no debe ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1.

5.2.4 El árido fino que no cumpla con los requisitos granulométrico y de módulo de finura de 5.2.1, 5.2.2 y 5.2.3 puede ser utilizado, siempre que mezclas de prueba preparadas con este árido fino, cumplan con los requisitos de las especificaciones particulares de la obra.

5.2.5 Si el módulo de finura varía en más de 0,20 del valor supuesto al seleccionar las proporciones para el hormigón, el árido fino debe ser rechazado, a menos que se hagan ajustes adecuados en las proporciones del hormigón para compensar la diferencia de gradación.

5.3 Sustancias perjudiciales

5.3.1 La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se especifican en la Tabla 2.

(Continúa)

SUSTANCIA PERJUDICIAL	PORCENTAJE MAXIMO EN MASA	METODO DE ENSAYO
Material más fino que el tamiz INEN 75 μm (ver nota 1):		
a) Para hormigón sometido a abrasión	3	INEN 697
b) Para cualquier otro hormigón	5	
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	3	INEN 698
Partículas livianas (carbón y lignito)		INEN 699
a) Cuando la apariencia superficial del hormigón es de importancia	0,5	
b) Para cualquier otro hormigón	1,0	
Cloruros como Cl		INEN 865
a) Para hormigón simple	1	
b) Para hormigón armado	0,4	
c) Para hormigón preesforzado	0,1	
Sulfatos, como SO_4	0,6	INEN 865
Partículas en suspensión después de 1 h de sedimentación:	3	INEN 864

5.3.2 Impurezas orgánicas

5.3.2.1 El árido fino debe estar libre de cantidades dañinas de impurezas orgánicas. Excepto lo que se indica a continuación, los áridos sometidos al ensayo para estimar las impurezas orgánicas según la Norma INEN 855 y que produzcan un color más oscuro que el color patrón, deben ser rechazados.

5.3.2.2 Un árido fino rechazado en el ensayo de impurezas orgánicas puede utilizarse, siempre que la decoloración se deba principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito, o partículas discretas similares.

NOTA 1. En el caso de arena de trituración, si el material más fino que el tamiz INEN 75 μm consiste en polvo resultante de la trituración, esencialmente libre de esquisto o arcilla, los límites pueden aumentarse a 5 y 7%, respectivamente.

(Continúa)

5.3.2.3 Un árido fino rechazado en el ensayo de impurezas orgánicas puede utilizarse, siempre que se ensayase para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia de morteros, la resistencia relativa calculada a los 7 días de acuerdo con la Norma INEN 866, no sea menor del 95%

5.3.3 El árido fino a utilizarse en hormigón que estará en contacto con agua, sometido a una prolongada exposición de la humedad atmosférica o en contacto con la humedad del suelo, no debe contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento en una cantidad suficiente para producir una expansión excesiva del mortero o del hormigón. Si tales materiales están presentes en cantidades dañinas, el árido fino puede utilizarse, siempre que se lo haga con un cemento que contenga menos del 0,6% de álcalis calculados como óxido de sodio, o con la adición de un material que haya demostrado previene la expansión perjudicial debida a la reacción árido-álcalis (ver el Apéndice X).

5.4 Resistencia a la disgregación.

5.4.1 Excepto lo indicado en 5.4.2, el árido fino sometido a cinco ciclos de inmersión y secado según la Norma INEN 863, debe presentar una pérdida de masa, resultante de la suma de las pérdidas parciales de acuerdo con la gradación de una muestra que cumpla con las limitaciones establecidas en la sección 5.2, no mayor del 10% si se utiliza sulfato de sodio o 15% si se utiliza sulfato de magnesio.

5.4.2 El árido fino que no cumple con los requisitos de 5.4.1, puede aceptarse, siempre que el hormigón de propiedades comparables, hecho de árido similar proveniente de la misma fuente, haya mostrado un servicio satisfactorio al estar expuesto a una intemperie similar a la cual va a estar sometido el hormigón a elaborarse con dicho árido.

6. REQUISITOS PARA EL ÁRIDO GRUESO

6.1 Características generales

6.1.1 El árido grueso puede consistir en grava, grava triturada, piedra triturada o una mezcla de éstas, que cumplan con los requisitos de esta norma.

6.2 Gradación

6.2.1 La granulometría del árido grueso, determinada según la Norma INEN 696, para ser considerado como árido grueso de un cierto grado (el cual está definido por los dos límites extremos que se indican en la Tabla 3, en mm), debe estar comprendida dentro de los límites que para dicho grado se especifican en la Tabla 3.

(Continúa)

TABLA 3. Requisitos de gradación del árido grueso

(1) TAMIZ INEN (aberturas cuadradas) (mm)	PORCENTAJE EN MASA QUE DEBE PASAR POR LOS TAMICES INEN INDICADOS EN LA COLUMNA (1) PARA SER CONSIDERADO COMO ARIDO GRUESO DE GRADO:									
	90 - 37,5 mm	63 - 37,5 mm	53 - 4,75 mm	37,5 - 4,75 mm	26,5 - 4,75 mm	19 - 4,75 mm	13,2 - 4,75 mm	9,5 - 2,36 mm	53 - 26,5 mm	37,5 - 19 mm
106	100									
90	90 - 100									
75		100							100	
63	25 - 60	90 - 100	100						90 - 100	100
53		35 - 70	95 - 100	100	100				35 - 70	90 - 100
37,5	0-15	0-15	95 - 100	95 - 100	95 - 100	100			0-15	20 - 55
26,5			35 - 70	35-70	25 - 60	90-100			0-15	0-15
19	0-5	0-5	10 - 30	10 - 30	0-10	20 - 55	100		0-5	0-5
13,2			0-5	0-5	0-5	0-10	65 - 100			
9,5						0-5	10-30			
4,75						0-5	0-10			
2,36						0-5	0-10			
1,18							0-5			

6.3. Sustancias perjudiciales

6.3.1 Excepto lo que se indica en 6.3.3 y para el caso especial de gravas que consisten predominantemente en horsteno, la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido grueso no debe exceder los límites que se especifican en la Tabla 4.

TABLA 4. Límites para las sustancias perjudiciales en el árido grueso para el hormigón.

SUSTANCIA PERJUDICIAL	PORCENTAJE MÁXIMO EN MASA	METODO DE ENSAYO
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables.		
a) Para hormigón sometido a abrasión	5	INEN 698
b) Para cualquier otro hormigón	10	
Material más fino que el tamiz INEN 75 µm: (ver nota 2)		
a) Para hormigón sometido a abrasión	1	INEN 697
b) Para cualquier otro hormigón	1	
Partículas livianas (carbón y lignito)		
a) Para hormigón sometido a abrasión	0,5	INEN 699
b) Para cualquier otro hormigón	1	
Resistencia a la abrasión:		
a) Para hormigón sometido a abrasión	50	INEN 860
b) Para cualquier otro hormigón	50	INEN 861
Resistencia a la disgregación (Pérdida de masa después de 5 ciclos de inmersión y secado)		
a) Si se utiliza sulfato de magnesio	16	INEN 863
b) Si se utiliza sulfato de sodio	12	

NOTA 2. En el caso de áridos gruesos triturados, si el material más fino que el tamiz INEN 75 µm consiste en polvo resultante de la trituración, esencialmente libre de arcilla o esquisto, el porcentaje se puede aumentar a 1,5. Puede permitirse una mayor cantidad de polvo de trituración que pase el tamiz INEN 75 µm, siempre que la cantidad que pasa dicho tamiz en el árido fino sea menor que el valor máximo especificado en la Tabla 2. En tal caso, la suma de las cantidades del material más fino que el tamiz INEN 75 µm que se obtenga por separado en el árido fino y en el árido grueso, no debe exceder de la suma de las cantidades máximas permitidas para los mismos, según las Tablas 2 y 4.

(Continúa)

6.3.2 El árido grueso a utilizarse en hormigón que estará en contacto con agua, sometido a una prolongada exposición de la humedad atmosférica o en contacto con la humedad del suelo, no debe contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento en una cantidad suficiente para producir una expansión excesiva del mortero o del hormigón. Si tales materiales están presentes en cantidades dañinas, el árido grueso puede utilizarse siempre que se lo haga con un cemento que contenga menos del 0,6 % de álcalis, calculados como óxido de sodio, o con la adición de un material que haya demostrado previene la expansión perjudicial debida a la reacción árido-álcalis (ver el Apéndice X).

6.3.3 Los áridos gruesos que presenten resultados de ensayos que excedan los límites que se especifican en la Tabla 4, pueden aceptarse, siempre que el hormigón de propiedades comparables, hecho de árido similar proveniente de la misma fuente, haya mostrado un servicio satisfactorio al estar expuesto a una condición similar a la cual va a estar sometido el hormigón a elaborarse con dicho árido grueso, o, en la ausencia de un registro de servicio, siempre que, mezclas de prueba, preparadas con dicho árido grueso, presenten características satisfactorias al ser ensayadas en el laboratorio.

7. REQUISITOS DE MUESTREO

7.1 La frecuencia de muestreo y los procedimientos de extracción y preparación de muestras de los áridos para hormigón, se debe efectuar de acuerdo con la Norma INEN 695.

8. REQUISITOS DE ENSAYOS

8.1 Todos los ensayos deben realizarse conforme a las respectivas Normas INEN sobre métodos de ensayo de áridos para hormigón. A menos que se especifique lo contrario, los ensayos deben realizarse en todos los casos por duplicado y los resultados de 1 o dos ensayos registrarse por separado.

8.2 Los ensayos requeridos deben realizarse sobre muestras de ensayo que cumplan con los requisitos de los respectivos métodos de ensayo y que sean representativas de la gradación que será utilizada en la elaboración del hormigón.

8.3 La misma muestra de ensayo puede utilizarse para realizar el análisis granulométrico y para la determinación del material más fino que el tamiz INEN 75 μm . Para los ensayos de determinación de las resistencias a la disgregación y abrasión pueden utilizarse las porciones separadas por el análisis granulométrico en la preparación de las muestras de ensayo. Para la realización de otros ensayos, y para la evaluación de la reactividad potencial alcalina, deben utilizarse muestras de ensayo independientes.

8.4 Los ensayos se clasifican en:

8.4.1 Ensayos preliminares Son los destinados a determinar la aptitud de un árido para el uso en la elaboración de hormigones. Se aplican fundamentalmente a la exploración de yacimientos y, en general, deben cubrir todos los requisitos de las secciones 5 y 6.

(Continúa)

8.4.2 Ensayos obligatorios:**a) Destinados a control de recepción:**

- granulometría
- material más fino que el tamiz INEN 75 µm
- impurezas orgánicas
- otros que se indiquen expresamente en las especificaciones particulares de la obra, o que ordene el profesional responsable de la dosificación, a fin de controlar: 1) propiedades críticas de un árido determinadas por factores locales (sales solubles, reactividad potencial, etc.), y 2) propiedades requeridas para obtener hormigones de características especiales (por ejemplo: resistencia al desgaste o abrasión, para hormigones de pavimentos).

b) Destinados a control para el uso (diseño de dosificación):

- granulometría
- masa unitaria
- densidad
- absorción de agua
- porcentaje de huecos
- humedad superficial
-

8.4.3 Ensayos optativos. Son aquellos ensayos no incluidos en el grupo de ensayos obligatorios, y que se efectúan eventual y esporádicamente con el fin de obtener mayor información sobre un árido.

8.5 Frecuencia de ensayos. Debe coincidir fundamentalmente con la frecuencia de muestreo establecida en la Norma INEN 695 y debe ser determinada por el representante técnico del propietario y/o contratista.

9. REQUISITOS PARA ACEPTACION Y RECHAZO

9.1 El representante técnico del propietario debe tener las atribuciones para la aceptación y rechazo de los áridos. Sin embargo, esto no releva al proveedor de su responsabilidad de justificar que el material cumple con los requisitos especificados por esta norma.

9.2 Si el comprador solicita la realización de ensayos independientes, las muestras para tales ensayos, de acuerdo a la decisión del comprador, deben tomarse antes o inmediatamente después de la entrega del material, y los ensayos realizarse conforme a las disposiciones de esta norma y a las instrucciones prescritas por el comprador.

9.3 El proveedor debe suministrar, sin costo alguno, el material requerido para los ensayos.

9.4 El costo de los ensayos solicitados en 9.2 debe ser abonado por:

- a) *El proveedor*, si los resultados de los ensayos indican que el material no cumple con los requisitos dados por esta norma.
- b) *El comprador*, si los resultados de los ensayos indican que el material cumple con los requisitos dados por esta norma.

9.5 Cuando el comprador lo solicite, el proveedor debe suministrar la siguiente información:

- a) localización precisa de la fuente donde se obtiene el material,
- b) nombre comercial del tipo de roca principal presente (véase el Apéndice Y),
- c) características físicas (véase el Apéndice Y),
- d) presencia de minerales reactivos; y,
- e) información adicional sobre la utilización del material y resultados obtenidos.

APENDICE X

METODOS PARA EVALUAR LA REACTIVIDAD POTENCIAL DE UN ÁRIDO

X.1 Se han propuesto varios métodos para detectar la reactividad potencial de un árido. Sin embargo, no proporcionan información cuantitativa del grado de reactividad a esperarse o tolerarse una vez puestos en servicio. Por consiguiente, la evaluación de la reactividad potencial de un árido debe basarse en el criterio y en la interpretación de resultados de ensayos y en el examen de estructuras de hormigón que contengan la combinación de áridos fino y grueso y cementos a utilizarse en una nueva obra. Los resultados de los siguientes métodos de ensayo ayudan a la realización de la evaluación:

X.1.1 *INEN 870*. Áridos para hormigón. Examen petrográfico. Se conoce que ciertos materiales reaccionan con los álcalis del cemento. Dentro de éstos, se incluyen los siguientes compuestos de sílice (dióxido de silicio): ópalo, calcedonia, tridimita y cristobalita; vidrio volcánico (rico en sílice) medio a ácido, tal como es probable se encuentre en la riolita, andesita, o la dacita; ciertas zeolitas como la heulandita; y ciertos componentes de algunas filitas. La determinación de la presencia y de las cantidades de estos materiales mediante el examen petrográfico es útil para evaluar la reactividad potencial alcalina. Algunos de estos materiales le hacen al árido perjudicialmente reactivo cuando están presentes en cantidades tan pequeñas como del 1^o%, y aun menos.

X.1.2 *INEN 868*. Áridos para hormigón. Determinación de la reactividad potencial de áridos. Método químico. En este método, los áridos representados por puntos que se ubican a la derecha de la línea gruesa de la figura 2 de la Norma *INEN 868*, deben usualmente considerarse como potencialmente reactivos.

X.1.2.1 Si el valor de R_c excede de 70, el árido se considera potencialmente reactivo si el valor de S_c es mayor que el valor de R_c .

X.1.2.2 Si el valor de R_c es menor de 70, el árido se considera potencialmente reactivo si el valor de S_c es mayor que el valor calcular $\{35 + \frac{R_c}{2}\}$.

X.1.2.3 Este criterio cumple con la línea curva gruesa que se da en la figura 2 de la Norma *INEN 868*. El ensayo puede hacerse rápidamente, y aun cuando no es completamente confiable en todos los casos, proporciona información útil, especialmente en aquellos casos en los cuales no están disponibles los resultados de ensayo que demandan mayor tiempo.

X.1.3 *INEN 867*. Áridos para hormigón. Determinación de la reactividad potencial alcalina de combinaciones árido-cemento. Método de la barra de mortero. Los resultados de este ensayo cuando se lo realiza con un cemento de alto contenido de álcalis, proporcionan información sobre la probabilidad de que ocurran reacciones perjudiciales. El contenido de álcalis debería ser sustancialmente mayor de 0,6%, y de preferencia mayor de 0,8%, expresado como óxido de sodio. Las combinaciones de árido y cemento que han producido una expansión excesiva en este método de ensayo, deben considerarse como potencialmente reactivas. Como la línea de demarcación entre las combinaciones reactivas y no reactivas no está claramente definida, generalmente se considera que hay una expansión excesiva si es

(Continúa)

que ella excede de 0,05^o/o a los 3 meses o de 0,10^o/o a los 6 meses. Las expansiones que sean mayores de 0,05% o a los 3 meses, no deben considerarse como excesivas cuando la expansión a los 6 meses permanece menor que 0,10%. La información que se obtenga de los ensayos a los 3 meses debe considerarse como la determinante, solamente cuando los resultados del ensayo a los 6 meses no sean disponibles.

X.1.4 INEN 869. Áridos para hormigón. Determinación del cambio volumétrico potencial de combinaciones árido-cemento. Las combinaciones árido-cemento ensayadas por este método, que presentan una expansión igual o mayor que 0,200^o/o a la edad de 1 año, pueden considerarse inadecuadas para ser utilizadas en hormigón expuesto a amplias variaciones de temperatura y grado de saturación con agua.

X.1.5 INEN 871. Áridos para hormigón. Determinación de la reactividad potencial alcalina de rocas carbonatadas. Se ha encontrado que la reacción de la dolomita de ciertas rocas carbonatadas con los álcalis en la pasta de cemento Portland está asociada con expansiones perjudiciales del hormigón que contiene a tales rocas como árido grueso. Las rocas carbonatadas capaces de tal reacción poseen una textura y composición características. La textura característica consiste en que cristales de dolomita relativamente grandes están esparcidos en una matriz granular más fina de calcita y arcilla. La composición característica es aquella en la cual la parte carbonosa consiste de cantidades sustanciales tanto de dolomita como de calcita, y el residuo ácido insoluble contiene una cantidad significativa de arcilla. Este tipo de rocas son de ocurrencia relativamente no frecuente y, rara vez, constituyen una proporción significativa del material presente en un yacimiento de roca que está siendo considerado para utilizarse en la elaboración de áridos para hormigón. Este método de ensayo se utiliza exitosamente en: (1) investigación y (2) en la investigación preliminar de fuentes de áridos para indicar la presencia de material con un potencial para producir expansiones perjudiciales al ser utilizado en la elaboración de hormigón.

APENDICE Y

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS ÁRIDOS PARA HORMIGÓN

Y.1 Aspectos generales

Y.1.1 Para permitir informes detallados sobre áridos, elaborados con respecto a una base comparable, se sugieren los siguientes aspectos generales bajo los cuales puede darse la información apropiada:

- a) *Nombres comerciales.* Por ejemplo: granito, caliza y arenisca.
- b) *Descripción y nombre petrológico.* Debe utilizarse el nombre petrológico correcto y acompañarse una breve descripción de propiedades como dureza, color, textura, imperfecciones, etc.
- c) *Descripción de la masa.* El grado de limpieza, esto es, si contiene o no polvo. Debe hacerse mención de la presencia de partículas no representativas de la masa, tales como partículas desmenuzables y partículas alargadas.
- d) *Descripción de la forma de las partículas y de la textura superficial* (véase Y.3).

Y.2 Nomenclatura de las rocas

Y.2.1 La nomenclatura técnica de las rocas es extensa. Para propósitos prácticos es suficiente agrupar las rocas que tienen ciertas características petrográficas comunes y de acuerdo a esto adopta la lista de nombres comerciales que se dan en Y.2.2.

Y.2.2 Grupos comerciales de rocas utilizadas como áridos para hormigón. Nombres de los grupos comerciales: granito, gabro, aplita, dolerita, riolita, basalto, arenisca, caliza, granulita, neis, esquisto y mármol.

Y.2.2.1 Lista de rocas clasificadas según los nombres de los grupos comerciales (ver nota 1).

1. ROCAS IGNEAS

1.1 Grupo granítico

granito
granófiro
granodiorita
diorita
sienita

1.2 Grupo de gabros

gabro
norita

NOTA 1. La correcta identificación de una roca y su ubicación en el grupo comercial respectivo debe hacerlo un geólogo competente.

(Continúa)

anortosita
peridotita
piroxenita
epidiorita

1.3 Grupo de apfitas

apfita
pórfido
cuarzo de filón

1.4 Grupo, de doleritas

dolerita
lamprófiro

1.5 Grupo de riolitas

riolita
traeuíta
felsita
pedra pómez

1.6 Grupo basáltico

andesita
basalto

2. ROCAS SEDIMENTARIAS**2.1 Grupo de areniscas**

arenisca
cuarcita
arcosa
grauvaca
arenilla

2.2 Grupo de calizas

caliza
dolomita

(Continúa)

3. ROCAS METAMORFICAS

3.1 Grupo de granulitas y gneis

gneis granítico
gneis compuesto
anfíbolita
granulita

3.2 Grupo de esquistos

pizarra
filita
esquisto

3.3 Grupo de mármoles

mármol
caliza cristalina

Y.3 Forma de las partículas y textura superficial

Y.3.1 Las características externas de cualesquier mezcla de árido mineral incluye una amplia variedad de tamaños físicos, color y condiciones superficiales. Con el objeto de evitar descripciones largas, es de aplicar a los grupos de tipos de áridos distintivos, algunos términos generales que pueden ser adoptados.

Y.3.2 El sistema simple indicado en las Tablas 6 y 7 ha sido ideado, por esta razón, y se presenta con la esperanza de que facilitará la definición de los rasgos esenciales tanto de la forma de las partículas como de las características superficiales.

Y.3.3 Las características superficiales han sido clasificadas en cinco grupos. La agrupación es extensa; no pretende ser una clasificación petrográfica precisa, pero se basa sobre un examen visual de las muestras a mano. Sin embargo, con algunos materiales puede ser necesario utilizar una descripción combinada con más de un número de grupo, para una adecuada descripción de la textura superficial, por ejemplo: grava triturada 1 y 2; oolitas 3 y 5.

(Continúa)

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

- INEN 154 *Tamices de ensayo. Dimensiones nominales de las aberturas.*
- INEN 694 *Áridos para hormigón. Terminología.*
- INEN 695 *Áridos para hormigón. Muestreo.*
- INEN 696 *Áridos para hormigón. Determinación de la granulometría.*
- INEN 697 *Áridos para hormigón. Determinación de los materiales más finos que 75 µm.*
- INEN 698 *Áridos para hormigón. Determinación del contenido de terrones de arcilla.*
- INEN 699 *Áridos para hormigón. Determinación de las partículas livianas.*
- INEN 855 *Árido fino para hormigón. Determinación de impurezas orgánicas en las arenas.*
- INEN 856 *Árido fino para hormigón. Determinación de la densidad y absorción de agua.*
- INEN 857 *Árido grueso para hormigón. Determinación de la densidad y absorción de agua.*
- INEN 858 *Áridos para hormigón. Determinación de la masa unitaria y del porcentaje de huecos.*
- INEN 859 *Árido fino para hormigón. Determinación de la humedad superficial.*
- INEN 860 *Árido grueso para hormigón. Determinación del valor de abrasión del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la máquina de Los Ángeles.*
- INEN 861 *Árido grueso para hormigón. Determinación del valor de abrasión del árido grueso de partículas mayores a 19 mm mediante el uso de la máquina de Los Ángeles.*
- INEN 862 *Áridos para hormigón. Determinación del contenido total de humedad.*
- INEN 863 *Áridos para hormigón. Determinación de la resistencia a la disgregación.*
- INEN 864 *Áridos fino para hormigón. Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación.*
- INEN 865 *Árido fino para hormigón. Determinación de cloruros y sulfatos solubles en las arenas.*
- INEN 866 *Árido fino para hormigón. Determinación del efecto de impurezas orgánicas en la resistencia de morteros.*
- INEN 867 *Áridos para hormigón. Determinación de la reactividad potencial alcalina de combinaciones árido-cemento. Método de la barra de mortero.*
- INEN 868 *Áridos para hormigón. Determinación de la reactividad potencial de áridos. Método químico.*
- INEN 869 *Áridos para hormigón. Determinación del cambio volumétrico potencial de combinaciones árido - cemento.*
- INEN 870 *Áridos para hormigón. Examen petrográfico.*
- INEN 871 *Áridos para hormigón. Determinación de la reactividad potencial alcalina de rocas carbonatadas.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Norma Americana ANSI/ASTM C 33. *Standard Specifications for concrete aggregates.* American Society for Testing and Materials. Filadelfia, 1978.
- Norma India IS: 383. *Specification for coarse and fine aggregates from natural sources for concrete.* Indian Standards Institution. Nueva Delhi, 1970.
- Norma Argentina IRAM 1512. *Árido fino natural para hormigón de cemento Portland.* Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires, 1968.
- Norma Argentina IRAM 1531. *Áridos gruesos para hormigones de cemento Portland.* Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires, 1968.
- Norma Colombiana ICONTEC 174. *Especificaciones de los agregados para concreto.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1967.
- Norma Venezolana NORVEN 277. *Especificaciones para la aceptación o rechazo de agregados para concreto.* Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1965.

TABLA 7. Características superficiales.

GRUPO	TEXTURA SUPERFICIAL	CARACTERISTICAS	EJEMPLO
1	Vítrea	Fractura concoídea	Pedernal negro
2	Suave	Lisura, debida a la fractura de rocas laminares o de grano fino.	Horsteno, pizarra, mármol, alguna riolita.
3	Granular	Fractura que presenta granos redondeados más o menos uniformes.	Arenisca, oolitas
4	Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles.	Fina: basalto, traquita, queratófiro. Media: dolerita, granofiro, granulita, microgranito, algunas calizas, muchas dolomitas. Gruesa: gabro, gneis, granito, granodiorita, sienita.
5	Panaloide y porosa	Con poros y cavidades visibles.	Escoria, piedra p6 mes, trass.

(Continúa)

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.

Documento: NTE INEN 872	TÍTULO: ARIDOS PARA HORMIGON. REQUISITOS	Código: CO 02.03-401
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:	
Fechas de consulta pública: de 1976-04-01 a 1976-07-02 La Norma INEN 872 fue sometida a Consulta Pública de 1976-04-01 a 1976-07-02 y se tomaron en cuenta las observaciones recibidas.		

Subcomité Técnico:

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación:

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

La Norma NTE INEN 872 no fue estudiada por Subcomité Técnico, por considerarlo así la Dirección General.

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1982-12-09

Oficializada como: OPCIONAL

Por Acuerdo Ministerial No. 100 del 1983-03-30

Registro Oficial No. 469 de 1983-04-12

TABLA 6. Forma de las partículas.

CLASIFICACION	DESCRIPCION	EJEMPLO
Redondeada	Formadas completamente por desgaste	Gravas de río, mar, desierto, arenas de mar o transportadas por el viento
Irregular o parcialmente redondeada	Formadas parcialmente por desgaste, tienen algunos bordes redondeados. Irregulares por naturaleza.	Grava y arenas de canteras tierra y pedernal de pozos excavados.
Angular	Poseen bordes bien definidos, formados en la intersección de caras planas ásperas	Rocas trituradas de todos los tipos, pedregullo.
Laminar	Partículas en las cuales el espesor es relativamente pequeño comparado con el ancho y/o longitud.	Rocas laminadas.
Alargada	Partículas usualmente angulares en las cuales la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones.	
Laminar y alargada	Partículas que tiene la longitud considerablemente mayor que el ancho, y éste considerablemente mayor que el espesor.	

(Continúa)

BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.inen.gov.ec>
- NORMA INEN 638: Bloques huecos de hormigón - Definiciones, clasificación y condiciones generales
- NORMA INEN 639: Bloques huecos de hormigón- Muestreo, Inspección y recepción.
- NORMA INEN 640: Bloques huecos de hormigón – Determinación de la resistencia a la compresión.
- NORMA INEN 641: Bloques huecos de hormigón – Determinación de retracción al secado.
- NORMA INEN 642: Bloques huecos de hormigón – Determinación de absorción de agua.
- NORMA INEN 643: Bloques huecos de hormigón – Requisitos.
- NORMA INEN 872: Áridos para hormigón – Requisitos.

- ASTM C140 Standard Methods of sampling of testing concrete masonry units.
- DGN C-36 Determinación de la resistencia a la compresión de ladrillos y bloques.
- Presentación de Bloqcim.
- Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL) (2006),
- PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL SECTOR CERÁMICO ESTRUCTURAL.
- Curso de “Autoconstrucción y Mantenimiento de la Vivienda Popular
- Cartilla de Autoconstrucción Sismorresistente.
- www.imcyc.com
- <http://servicios.ebco.cl:5306/BibliotecaTecnica/Normas/NCH>
- <http://es.scribd.com/doc/33458812/NCh-181>
- <http://www3.espe.edu.ec:8700/bitstream/21000/2153/1/T-ESPE-014942.pdf>
- http://taishin.mop.gob.sv/documentosPDF/manual_popular_bloque_concreto.pdf
- <http://es.scribd.com/doc/24876405/Fabricacion-bloques-de-cemento>
- <http://www.imcyc.com/ct2006/marzo06/POSIBILIDADES.pdf>

- <http://www.cecotech>
<http://www.cecotech.edu.mx/Pdf/manualblocks.pdf>
[edu.mx/Pdf/manualblocks.pdf](http://www.cecotech.edu.mx/Pdf/manualblocks.pdf)
- <http://disensa.com/main/images/pdf/bloques>
- <http://www.sabelotodo.org/hagalousted/instalarbloques.html>
- www.intaco.com
- www.disensa.com
- <http://www.fenoblock.com/web7/especificaciones>
- <http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta>
- <http://www.holcim.com.ec/es/que-hacemos/nuestros-productos.html>
- <http://www.notiarcilla.com/>
- <http://reventazon.meic.go.cr/informacion/onnum/normas/>
- <http://www.vorsevi.es/desc>
- <http://www.notiarcilla.com/>
- <http://red.fau.ucv.ve:8080/>