

# Cemento

## Guía para la selección y control de áridos para hormigones

1. [Introducción.](#)
2. [¿Qué son los áridos?](#)
3. [¿Qué rol cumplen los áridos en el hormigón?](#)
4. [¿Son mejores los áridos chancados o los rodados?](#)
5. [¿Qué requisitos deben cumplir los áridos?](#)
6. [¿Cuál es el tamaño máximo del árido recomendado para un hormigón?](#)
7. [¿Se pueden usar áridos que no cumplen los requisitos de la norma chilena NCh163?](#)
8. [¿Qué se debe considerar al momento de elegir los áridos?](#)
9. [¿Qué controles se debe hacer a los áridos en obra?](#)
10. [¿Con qué frecuencia se deben controlar los áridos en obra?](#)
11. [¿Qué hacer con los resultados de los controles y análisis de laboratorio?](#)
12. [Figura #1](#)
13. [Figura #2](#)
14. [Ejemplos](#)
15. [Notas](#)

### 1.- Introducción

No siempre se les da a los áridos la importancia que realmente tienen en la calidad final del hormigón. Aunque cada vez es menos frecuente, aún se siguen descuidando aspectos ligados a la calidad, y para su selección sólo se considera su costo. Esto usualmente resulta en una economía mal entendida, ya que cualquier deficiencia en la calidad de los áridos debe ser compensada con la incorporación de mayor cantidad de cemento. En otras ocasiones, la obra en que las dosificaciones de hormigón se inician con cantidades de cemento usuales para áridos de calidad normal evidenciará, a poco andar, incumplimiento en las especificaciones del hormigón, con el grave problema que esto conlleva.

El presente documento tiene como propósito mostrar la importancia relativa de los áridos en la calidad del hormigón, qué elementos deben tenerse en cuenta en su elección y cómo controlarlos en obra.

[Volver](#)

### 2.- ¿Qué son los áridos?

Los áridos, también llamados agregados, se definen como materiales compuestos de partículas de origen pétreo, duras, de forma y tamaño estables. Se denominan o clasifican según su tamaño y textura superficial de sus partículas.

#### Clasificación según tamaño

Actualmente, los áridos se clasifican según el tamaño de las partículas que lo componen, de acuerdo al siguiente criterio: Grava : Arido cuyas partículas tienen tamaños comprendidos entre 20 y 40 mm, con las tolerancias dadas en la [Tabla No. 1.](#)

Gravilla : Arido cuyas partículas tienen tamaños comprendidos entre 5 y 20 mm, con las tolerancias dadas en la [Tabla No. 1.](#)

Arena : Arido cuyas partículas tienen tamaños comprendidos entre 0.16 y 5 mm, con las tolerancias dadas en la [Tabla No. 1.](#)

#### Clasificación según textura superficial de las partículas

**Arido chancado (árido tratado):** Aquel árido proveniente de un proceso industrial. Normalmente chancado o triturado, separado por tamaños y lavado. Sus partículas presentan caras rugosas y de forma irregular, pero cercanas a una forma cúbica.

**Arido rodado (árido natural):** Aquel árido que proviene de ríos o empréstitos naturales. Su proceso de producción contempla básicamente la separación por tamaños y el lavado. Sus partículas presentan caras lisas y suaves y son de forma redondeada.

[Volver](#)

### 3.- ¿Qué rol cumplen los áridos en el hormigón?

La historia evidencia que el objetivo de las primeras mezclas precursoras del hormigón era reconstituir la piedra original, utilizada en las construcciones de las primeras civilizaciones. Para ello se unían fragmentos de piedra con un cierto material que actuaba como pegamento. Actualmente, los fragmentos de piedra son nuestros áridos y el pegamento es la pasta de cemento (mezcla de cemento y agua).

Desde esta perspectiva, los áridos deben conformar el esqueleto o estructura base del hormigón. Este esqueleto debe ser lo más robusto, grande e inerte posible. Es decir, en cada unidad volumétrica de hormigón debe existir la mayor cantidad posible de áridos y con el mayor tamaño compatible con los demás requisitos que deba cumplir la mezcla. De esta forma se obtendrá el hormigón más estable y económico.

A pesar de ser considerados como un verdadero relleno o "agregado" para el hormigón, nunca debemos menospreciar la importancia de los áridos. Sus características, buenas o malas, se transmitirán directamente al hormigón del cual forman parte. Normalmente, ocupan alrededor de un 75 % del volumen total del hormigón, y por lo tanto, es fácil entender su importancia relativa (ver [Figura 1](#)).

[Volver](#)

### 4.- ¿Son mejores los áridos rodados o los chancados?

Depende. El empleo de áridos rodados en vez de chancados resultará, por lo general, en menor cantidad de agua de amasado para lograr la misma trabajabilidad (medida por asentamiento de cono). Así, la relación A/C resultará menor pudiendo lograr mayor resistencia mecánica con igual dosis de cemento. La menor cantidad de agua requerida se explica por la menor trabazón y/o facilidad de acomodación entre partículas rodadas que las chancadas, y por la menor superficie específica del árido rodado (se requerirá menor cantidad de agua para úcubirlo).

Sin embargo, la experiencia ha mostrado que la adherencia entre la pasta de cemento y la superficie del árido rodado (suave y/o lisa) es menor que la obtenida en la superficie del árido chancado (áspera y/o rugosa). La fuerza de adherencia pasta-árido es un parámetro clave en la resistencia mecánica de los hormigones, sobretodo en la resistencia a flexión. La investigación y experiencia acumulada nos ha mostrado que para producir hormigones de resistencias a compresión de hasta unos 200 kg/cm<sup>2</sup> (grado H20) el utilizar áridos rodados o chancados será indiferente desde el punto de vista económico y técnico. Para mayores niveles de resistencia será cada vez más indicado el uso de áridos chancados. De hecho, para hormigones de grado H40 y superiores, es indispensable el uso de áridos chancados.

[Volver](#)

### 5.- ¿Qué requisitos deben cumplir los áridos?

En general los áridos utilizados para la fabricación de hormigones deben cumplir lo señalado en su definición: deben estar compuestos por partículas duras, limpias, de forma y tamaño estables. La norma chilena NCh 163 "Aridos para morteros y hormigones - Requisitos generales" especifica estos requerimientos básicos, que se resumen en la [Tabla No. 2](#) para áridos de procedencia conocida y que ya han demostrado buen comportamiento en hormigones.

Adicionalmente a lo indicado en la [Tabla No. 2](#), la norma especifica el contenido máximo de partículas desmenuzables, partículas blandas, carbón y lignito, resistencia a la desintegración, resistencia al desgaste. Estas características deben ser verificadas cuando se tenga duda sobre su efecto en el buen comportamiento del hormigón para una aplicación particular.

Un requisito importante es el contenido de partículas lajeadas o alargadas, las cuales son muy perjudiciales para el hormigón (coeficiente volumétrico medio).

[Volver](#)

### 6.- ¿Cuál es el tamaño máximo del árido recomendado para un hormigón?

Dadas las dimensiones usuales de los elementos de hormigón (losas, pilares, cadenas, pavimentos, muros, etc.) y el espaciamiento de sus armaduras, rara vez es posible usar

áridos con partículas de tamaño superior a 40 mm, simplemente porque el árido quedará atrapado o se dificultará el correcto llenado de los moldajes. En elementos con dimensión libre superior a 30 cm y con densidad normal de armaduras, puede usarse árido de 50 mm o más, previa revisión del caso.

Para elegir el tamaño del árido se puede seguir la recomendación de la norma chilena NCh170, que estipula que el tamaño máximo debe ser igual o inferior que el menor de los siguientes valores (ver [Figura 2](#)).:

- a) Un quinto ( $1/5$ ) de la menor distancia libre entre las paredes de los moldajes;
- b) Tres cuartos ( $3/4$ ) de la menor distancia libre entre armaduras;
- c) Un tercio ( $1/3$ ) del espesor de losas armadas.

[Volver](#)

## **7.- ¿Se pueden usar áridos que no cumplen los requisitos de la norma chilena NCh163?**

Independientemente si determinados áridos cumplen o no los requisitos estipulados en la norma NCh163, el comportamiento de los hormigones de prueba confeccionados con dichos áridos será definitorio para su aceptación o rechazo. En muchas ocasiones se han encontrado áridos con características anormales o fuera de norma, sin embargo, mezclas de prueba confeccionadas con estos áridos han demostrado la aptitud del agregado al verificarse que los hormigones cumplen con las especificaciones de la obra. La situación inversa es de rara ocurrencia. Es decir, áridos que cumplen con requisitos de la norma, típicamente serán aptos para la confección de hormigones.

[Volver](#)

## **8.- ¿Qué se debe considerar al momento de elegir los áridos?**

- a) Deben preferirse áridos de calidad conocida, normalmente de proveedores o plantas establecidas formalmente, que anteriormente hayan abastecido obras con buenos resultados.
- b) Se debe tener certeza que los áridos poseen la calidad requerida de modo que los hormigones cumplan las especificaciones del proyecto, particularmente si existen requisitos especiales como altas resistencias mecánicas, resistencia a la abrasión o al desgaste, resistencia a los ciclos hielo-deshielo, etc.
- c) El proveedor de áridos debe ser capaz de certificar sus materiales al igual que cualquier otro proveedor.
- d) Es fundamental contar con un abastecimiento de áridos de calidad homogénea.

**Toda variación en la calidad del árido será transmitida directamente al hormigón.**

**e) Si existen dudas con respecto de la calidad de los áridos, se deben confeccionar mezclas de prueba en laboratorio y en terreno para verificar su aptitud.**

[Volver](#)

## **9.- ¿Qué controles se debe hacer a los áridos en obra?**

Una vez elegido un determinado proveedor de áridos, se deberán verificar todas las propiedades relevantes para el proyecto al comienzo de la obra. Si los áridos provienen durante todo el transcurso de la obra de un mismo empréstito o planta, sus constantes físicas (densidad real, absorción y tenacidad) permanecerán constantes. Por tanto, en obra debe verificarse:

Variaciones granulométricas.

Finos por lavado.

Forma de cada árido (contenido de partículas lajeadas o alargadas).

[Volver](#)

## **10.- ¿Con qué frecuencia se deben controlar los áridos en obra?**

Se pueden establecer diversos criterios de control de áridos en obra, como fijar una cantidad de muestras cada cierto volumen de árido acopiado o cada cierto volumen de hormigón producido. Sin embargo, una muestra de árido obtenida del último despacho (camión de 8 m<sup>3</sup> por ejemplo) no representará necesariamente al despacho anterior y que ya fue usado para fabricar hormigones. Por ello, lo más recomendable es establecer

controles a la recepción de cada camión, inspeccionando visual y manualmente, y realizando ensayos muy sencillos a cada partida, comparándola además con el material que ya se encuentra en los acopios.

Visualmente y al tacto se pueden detectar variaciones de tamaño y forma de los áridos gruesos y tamaño de áridos finos. Lavando y dejando reposar una muestra de arena en una probeta puede servir para estimar el contenido de finos que posee. Obviamente, la persona que realiza estos chequeos debe estar capacitada, tener experiencia en el tema y actuar criteriosamente.

Cuando existan claras diferencias de calidad entre el material recibido y el acordado, el despacho debe ser rechazado. Si hay dudas fundadas al respecto de un determinado material, el despacho se puede acopiar separadamente hasta verificar su aptitud mediante análisis realizado en laboratorio.

Sin perjuicio de lo anterior, recomendamos que los muestreos de cada material se deben realizar como mínimo cada 800 o 1000 m<sup>3</sup> de hormigón elaborado, considerando análisis completo en laboratorio. Es muy importante declarar y acordar con el proveedor de los áridos la realización de estos controles.

[Volver](#)

## 11.- ¿Qué hacer con los resultados de los controles y análisis de laboratorio?

Los controles periódicos de áridos permitirán mantener en obra un registro histórico de sus propiedades, que debe ser informado al diseñador de las dosificaciones para que éste evalúe la necesidad de ajustar las mezclas si fuese necesario.

Tabla No. 1. Granulometrías de áridos según NCh163.

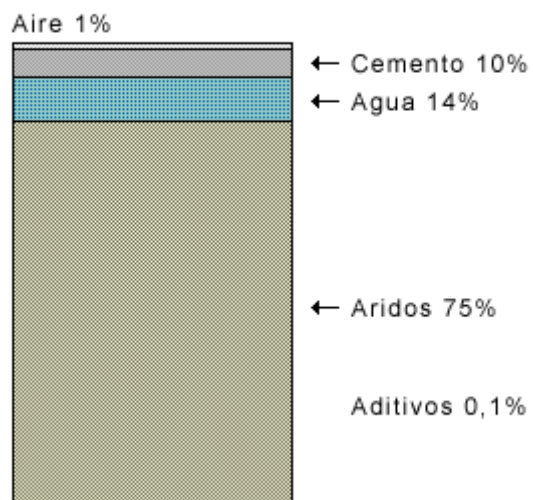
| Tamiz<br>ASTM | mm    | Grava<br>40 a<br>20 mm | Gravilla<br>20 a 5<br>mm | Arena    |
|---------------|-------|------------------------|--------------------------|----------|
|               |       |                        |                          |          |
| 2"            | 50    | 100                    |                          |          |
| 1 1/2"        | 40    | 90 ÷ 100               |                          |          |
| 1"            | 25    | 20 ÷ 55                | 100                      |          |
| 3/4"          | 20    | 0 ÷ 15                 | 90 ÷ 100                 |          |
| 1/2"          | 12.5  | ÷                      | ÷                        |          |
| 3/8"          | 10    | 0 ÷ 5                  | 20 ÷ 55                  | 100      |
| No. 4         | 5     |                        | 0 ÷ 10                   | 95 ÷ 100 |
| No. 8         | 2.5   |                        | 0 ÷ 5                    | 80 ÷ 100 |
| No. 16        | 1.25  |                        |                          | 50 ÷ 85  |
| No. 30        | 0.63  |                        |                          | 25 ÷ 60  |
| No. 50        | 0.315 |                        |                          | 10 ÷ 30  |
| No. 100       | 0.160 |                        |                          | 2 ÷ 10   |

Tabla No. 2. Requisitos generales de los áridos según NCh163.

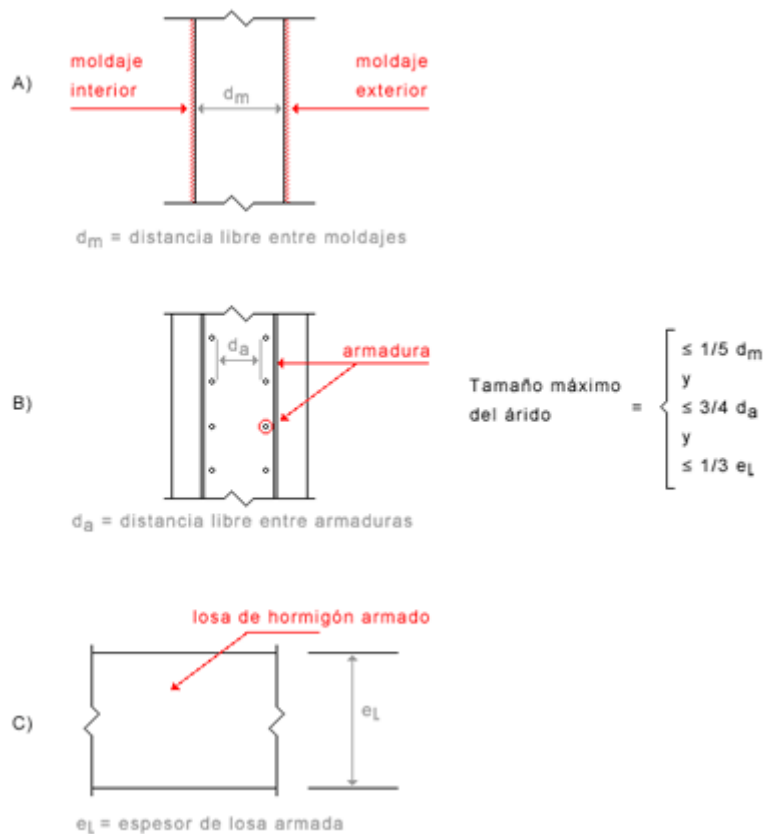
| Requisito                                              | Valores Máximos |          |
|--------------------------------------------------------|-----------------|----------|
|                                                        | Grava/Gravilla  | Arena    |
| Fino por lavado (Material fino menor que 0.080 mm) (1) |                 |          |
| a) Hormigón sometido a desgaste                        | 0.5%            | 3.0%     |
| b) Otros hormigones                                    | 1.0%            | 5.0%     |
| Absorción de agua (porosidad)                          | 2.0%            | 3.0%     |
| Impurezas orgánicas                                    |                 | Amarillo |

|                                             |                                      |       |
|---------------------------------------------|--------------------------------------|-------|
|                                             |                                      | claro |
| Granulometría                               | <a href="#">Ver Tabla No. 1</a>      |       |
| Cloruros, expresado como $\text{Cl}^-$ (2)  |                                      |       |
| a) Hormigón armado                          | 1.20 kg/(m <sup>3</sup> de hormigón) |       |
| b) Hormigón pretensado                      | 0.25 kg/(m <sup>3</sup> de hormigón) |       |
| Sulfatos y sulfuros, $\text{SO}_4^{-2}$ (2) |                                      |       |
| a) Sulfatos solubles en agua                | 0.60 kg/(m <sup>3</sup> de hormigón) |       |
| b) Sulfuros oxidables                       | 1.80 kg/(m <sup>3</sup> de hormigón) |       |

### Composición del Hormigón



**Figura #1::**



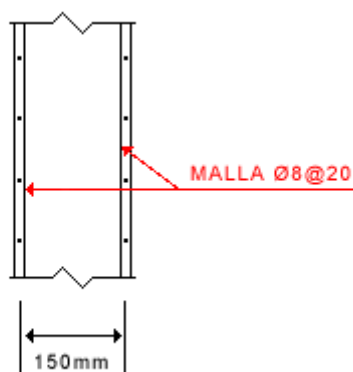
**Figura #2:**

### Ejemplo 1

Muro de hormigón armado espesor 15 cm. Armadura doble malla  $\phi 8@20$ . Recubrimiento 15 mm.

### Ejemplo 1

Muro de hormigón armado espesor 15 cm. Armadura doble malla  $\phi 8@20$ . Recubrimiento 15 mm.



**Solucion**

Distancia libre entre moldajes :  $d_m = 150 \text{ mm.}$

Distancia libre entre barras :  $d_a = 150 - 2 \times (15 + 8 + 8)$   
 $d_a = 88 \text{ mm.}$

$T_{\max} =$

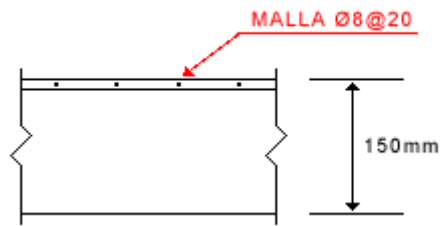
$1/5 d_m = 1/5 \times 150 = 30 \text{ mm.}$   
 mínimo

$3/4 d_a = 3/4 \times 88 = 66 \text{ mm.}$

El tamaño máximo debe ser menor a 30 mm.  
 Se recomienda usar árido con  $T_{\max} 20 \text{ mm. (3/4")}$

### Ejemplo 2

Losa de hormigón armado espesor 15 cm. Armadura malla  $\varnothing 8@20$



**Solución** espesor losa :  $el = 150 \text{ mm}$ .

$T_{max} < 1/3 \text{ el} = 1/2 \times 150 \text{ mm} = 50 \text{ mm}$ .

El  $T_{max}$  debe ser menor a 50 mm.

Se recomienda usar árido con  $T_{max} 40 \text{ mm}$  (1 1/2")

**Notas:** 1.- En el caso de áridos chancados, los límites suben a 1.0% y 1.5% en la grava, y a 5% y 7% en la arena, respectivamente. Si el árido no cumple este requisito, se debe recurrir al ensayo equivalente de arena, que debe entregar un valor mayor a 75%. 2.- Los contenidos de cloruros y sulfatos se refieren al aporte de los áridos en  $1 \text{ m}^3$  de hormigón. Si requiere información adicional contáctenos al e-mail [Claudio.olate@melon.cl](mailto:Claudio.olate@melon.cl)