

Aridos para morteros y hormigones - Requisitos generales

Preámbulo

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

La norma NCh163 ha sido preparada por la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización sobre la base de un documento elaborado por el Centro Tecnológico del Hormigón y en su estudio participaron los organismos y las personas naturales siguientes:

Astilleros y Maestranzas de la Armada,
ASMAR, Valparaíso
Cementos Bío-Bío S.A.
Cemento El Melón

Cementos INACESA

Cemento Polpaico

Centro de Estudios, Medición y Certificación
de Calidad, CECMEC Ltda.
Dirección de Industria y Comercio, DIRINCO
Empresa Nacional del Petróleo, ENAP

Ferrocarriles del Estado, Depto. de
Adquisiciones, Sección Normas y Especificaciones

José A. Reyes A.
Arnoldo Bucarey C.
Eduardo Lobos P.
Alfonso Serrano A.
Armando Soto O.
Joaquín Acevedo B.
Héctor Arancibia V.
Rubén Céspedes B.
Helios Corvalán P.
Patricio Downey A.

Patricio Donoso R.
Pedro Luis Alvear B.
Ernesto Kraljevic B.
Raúl Uribe A.

Nelson Mackenzie R.

NCh163

Ministerio de Obras Públicas, Dirección
de Arquitectura

Alfonso Adrover A.
Jaime Ramos V.

Ministerio de Obras Públicas, Dirección
de Vialidad

Jorge Salgado A.
Nils Suit A.
Luis Vásquez M.

Ministerio de Obras Públicas, Servicio
Nacional de Obras Sanitarias, SENDOS
Ministerio de Vivienda y Urbanismo,
Depto. de Normalización

José Petit V.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo,
División de Desarrollo Urbano
SIKA S.A.

Alfonso Herrera A.
José Salas P.

Universidad Católica de Chile
Universidad Católica de Chile, Instituto
de Ciencias Químicas
Universidad de Chile, Instituto de
Investigaciones y Ensayos de Materiales,
IDIEM

Jaime Téllez T.
José Chacón Ch.
Guido Concha G.

María Karpisek P.

Universidad de Concepción
Universidad del Norte

Bernardo Aguilera C.
Federico Delfin A.
Juan Egaña R.
Atilano Lamana P.
Mauricio Ossa M.
Joaquín Porreros S.
José Saavedra M.
Héctor Varela D.
Edgar Pino B.
Roberto Galleguillos V.
Oscar Serrano J.
Sergio Rojas I.

Rojas I., Sergio

Esta norma es una revisión y se estudió para actualizar los requisitos relativos a contenido de sales agresivas en los áridos.

Esta norma anula y reemplaza totalmente a la norma NCh163.Of77, declarada Oficial de la República, por Decreto N°1303, de fecha 19 de Diciembre de 1977, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Esta norma concuerda parcialmente con ASTM C 33-1978 "*Standard specification for concrete aggregates*".

Los anexos no forman parte del cuerpo de la norma, se insertan sólo a título informativo.

Esta norma ha sido aprobada por el H. Consejo del Instituto Nacional de Normalización en sesión efectuada el 20 de Julio de 1979.

Esta norma ha sido declarada norma chilena Oficial de la República, por Decreto N°353, de fecha 31 de Agosto de 1979, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial N°30.178, del 1° de Octubre de 1979.

Esta norma es una *"reedición sin modificaciones"* de la norma chilena Oficial NCh163.Of79, *"Aridos para morteros y hormigones - Requisitos generales"*, vigente por Decreto N°353, de fecha 31 de Agosto de 1979, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Solamente se han actualizado las Referencias a normas que aparecen en ella.

Aridos para morteros y hormigones - Requisitos generales

0 Introducción

Esta norma se considera adecuada para asegurar áridos satisfactorios para la mayoría de los morteros y hormigones.

En determinadas regiones del país resulta imposible obtener áridos que cumplan con los límites generalmente especificados. Por ello se han incorporado a la norma algunos requisitos complementarios para toma de decisiones, fundamentados en las exigencias técnicas de las obras y en la tecnología del hormigón.

En los casos en que se requieren hormigones de características especiales es necesario emplear áridos adecuados a esas características. Por ello se especifican en la norma algunos requisitos aplicables a áridos destinados a estos casos (terminaciones superficiales especiales, condiciones severas de exposición, resistencia al desgaste, dureza superficial, etc.).

1 Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los áridos para morteros y hormigones.

1.2 Esta norma se aplica a los áridos de densidad real entre 2 000 y 3 000 kg/m³ que se emplean en la elaboración de morteros y hormigones.

2 Referencias

- NCh164 Aridos para morteros y hormigones - Extracción y preparación de muestras.
NCh165 Aridos para morteros y hormigones - Tamizado y determinación de la granulometría.

NCh163

- NCh166 Aridos para morteros y hormigones - Determinación de las impurezas orgánicas.
- NCh170 Hormigón - Requisitos generales.
- NCh1018 Hormigón - Preparación de mezclas de prueba en laboratorio.
- NCh1116 Aridos para morteros y hormigones - Determinación de la densidad aparente.
- NCh1117 Aridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades real y neta y de la absorción de agua de las gravas.
- NCh1223 Aridos para morteros y hormigones - Determinación del material fino menor a 0,080 mm.
- NCh1239 Aridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades real y neta y de la absorción de agua de las arenas.
- NCh1325 Aridos para morteros y hormigones - Determinación del equivalente de arena.
- NCh1326 Aridos para morteros y hormigones - Determinación de huecos.
- NCh1327 Aridos para morteros y hormigones - Determinación de partículas desmenuzables.
- NCh1328 Aridos para morteros y hormigones - Determinación de la desintegración - Método de los sulfatos.
- NCh1369 Aridos para morteros y hormigones - Determinación de la resistencia al desgaste de las gravas - Método de la máquina de Los Angeles.
- NCh1444/1 Aridos para morteros y hormigones - Determinación de sales - Parte 1: Determinación de cloruros y sulfatos.
- NCh1502 Aridos para morteros y hormigones - Ensayos comparativos.
- NCh1511 Aridos para morteros y hormigones - Determinación del coeficiente volumétrico medio.

3 Terminología

3.1 árido: material pétreo compuesto de partículas duras, de forma y tamaño estables.

3.2 árido natural: áridos procedente de yacimientos pétreos y que no ha sido sometido a tratamiento mecanizado.

3.3 árido tratado: árido que se sometió a tratamiento de trituración, clasificación por tamaños y/o lavado en operaciones mecanizadas controladas.

3.4 arena (árido fino): árido que pasa por el tamiz de abertura nominal de 5 mm y es retenido en el de 0,080 mm con las tolerancias establecidas en la presente norma (ver tabla 2).

3.5 grava (árido grueso): árido retenido en el tamiz de abertura nominal de 5 mm con las tolerancias establecidas en la presente norma (ver tabla 3).

3.6 árido total (árido combinado): árido resultante de la combinación de arena(s) y grava(s) en proporciones definidas por el estudio de dosificación y que ha de emplearse en la fabricación de un hormigón.

3.7 árido revuelto (árido integral): arena y grava mezcladas en proporción no definida.

3.8 granulometría de un árido: distribución porcentual en masa de los distintos tamaños de partículas que constituyen un árido, determinada de acuerdo con NCh165.

3.9 tamaño máximo absoluto de un árido (Da): corresponde a la abertura del menor tamiz de las series establecidas en NCh165, que deja pasar el 100% de la masa del árido.

3.10 tamaño máximo nominal de un árido (Dn): corresponde a la abertura del tamiz inmediatamente menor que Da, cuando por dicho tamiz pase el 90% o más de la masa de un árido. Cuando pasa menos del 90%, el tamaño máximo nominal se considerará igual al tamaño máximo absoluto, (ver anexo A).

3.11 Otros términos empleados en esta norma aparecen definidos en NCh170.

4 Clasificación

4.1 Los áridos se clasifican según el tamaño de sus partículas en dos tipos: arena y grava.

4.2 Las gravas se sub-clasifican según los tamaños límites de sus partículas en los grados que se establecen en la tabla 3.

5 Requisitos

5.1 Requisitos generales

5.1.1 Los áridos deben estar constituidos por partículas duras, de forma y tamaño estables y deben estar limpios y libres de terrones, partículas blandas o laminadas, arcillas, impurezas orgánicas, sales y otras sustancias que por su naturaleza o cantidad afecten la resistencia o la durabilidad de morteros y hormigones, de acuerdo con los valores límites que se especifican en la tabla 1.

5.1.2 El proyectista bajo su responsabilidad puede establecer en las especificaciones técnicas valores límites diferentes a los fijados en esta tabla, de acuerdo con las condiciones particulares de la obra.

Tabla 1 - Requisitos generales

Requisitos	Valores límites		Norma de ensayo NCh
	Grava	Arena	
1. Material fino menor que 0,080 mm (Nota 1):			
a) para hormigón sometido a desgaste % máximo	0,5	3,0	1223
b) para todo otro hormigón % máximo	1,0	5,0	
2. Impurezas orgánicas (Nota 2) referidas a color límite según patrón	-	amarillo claro	166
3. Granulometría	Ver tabla 3	Ver tabla 2	165
4. Partículas desmenuzables % máximo	5,0	3,0	1327
5. Partículas blandas % máximo	5,0	-	Ver anexo E
6. Cloruros como Cl^- (Notas 3 y 6) (kg/m ³ de hormigón):			
a) para hormigón armado *) máximo		1,20	1444
b) para hormigón pretensado máximo		0,25	
7. Sulfatos y sulfuros como SO_4^{2-} (Notas 4, 5 y 6) (kg/m ³ de hormigón):			
a) sulfatos solubles en agua máximo		0,60	1444
b) sulfuros oxidables máximo		1,80	
8. Carbón y lignito:			
a) para hormigón a la vista % máximo	0,5	0,5	Ver anexo E
b) para todo otro hormigón % máximo	1	1	
9. Resistencia a la desintegración (pérdida de masa en 5 ciclos de inmersión y secado) (Nota 7):			
a) con sulfato de sodio % máximo	12	10	1328
b) con sulfato de magnesio % máximo	18	15	
10. Resistencia al desgaste. Máquina de Los Angeles:			
a) para hormigón sometido a desgaste % máximo	40	-	1369
b) para todo otro hormigón % máximo	50	-	

(Continúa)

*) Incluye todos los casos en que haya elementos de acero embebidos en el hormigón.

Tabla 1 - Requisitos generales

(Conclusión)

Requisitos	Valores límites		Norma de ensayo NCh
	Grava	Arena	
11. Absorción de agua (porosidad) (Nota 8) % máximo	2	3	1117 1239
12. Coeficiente volumétrico medio:			Ver anexo E
a) árido de tamaño máximo absoluto mayor que 25 mm:			
- para hormigón simple mínimo	0,15	-	
- para hormigón armado mínimo	0,20	-	
b) árido de tamaño máximo absoluto menor que 25 mm:			
- para hormigón simple mínimo	0,12	-	
- para hormigón armado mínimo	0,15	-	

NOTAS

- 1) En el caso de áridos tratados por trituración, los límites se subirán a 1,0% y a 1,5% respectivamente en la grava y a 5% y 7% respectivamente en la arena. Cuando no se cumpla este requisito se debe decidir en base al ensayo de equivalente de arena, según NCh1325, el cual debe entregar un valor mayor que 75%, o bien se deben efectuar ensayos comparativos según NCh1502.
- 2) El color límite está fijado por un color patrón. Cuando la mayor coloración se deba a la presencia de carbón o lignito que no excedan de los límites indicados en el requisito 7, la arena podrá aceptarse si sometida al ensayo comparativo de la NCh1502 se obtiene una resistencia relativa igual o mayor al 95%.
- 3) Para cuantificar el contenido de cloruros se debe considerar el aporte proporcional de la arena y la grava en 1 m³ de hormigón elaborado. Cuando haya aporte de cloruros de los demás componentes del hormigón (agua de amasado, cemento, aditivos) los límites de la tabla deben considerar también dichos aportes.
- 4) Para cuantificar el contenido de sulfatos y sulfuros oxidables se debe considerar el aporte proporcional de la arena y la grava en 1 m³ de hormigón. Cuando haya aportes de sulfatos y/o sulfuros de los demás componentes del hormigón (excluyendo el cemento) los límites de la tabla deben considerar también dichos aportes.
- 5) El límite de sulfuros está basado en el comportamiento de áridos de la zona central del país los cuales, con contenidos similares de sulfuros, no han presentado reacciones perniciosas en servicio.
- 6) Siempre que exista riesgo de corrosión de armaduras y/o desintegración del hormigón es necesario establecer en las especificaciones técnicas las precauciones necesarias para su protección (ver NCh170, anexo H, Hormigones en ambientes agresivos). Al efecto, es recomendable asesorarse por entidades o personas especializadas en el tema.
- 7) El ensayo es optativo con cualquiera de ambas sales. En caso de incumplimiento se recomienda decidir en base a ensayo de congelación y deshielo sobre probetas de hormigón aceptando una pérdida de masa igual o menor al 25% en 300 ciclos. (Ver anexo F).

NCh163

- 8) En caso de incumplimiento de este requisito se recomienda efectuar ensayos sobre mezclas de prueba. Para hormigones en zonas de clima severo se recomienda efectuar, además, ensayos de congelación y deshielo sobre probetas de hormigón aceptando una pérdida de masa igual o menor al 25% en 300 ciclos. (Ver anexo E).

5.2 Requisitos granulométricos de la arena

5.2.1 La granulometría de la arena, determinada según NCh165, debe cumplir con los límites especificados en la tabla 2, (ver Nota de 5.3.1).

5.2.2 Para evaluar el cumplimiento de la granulometría en el caso de arenas cuyo tamaño máximo nominal exceda los 5 mm se debe efectuar una conversión de la granulometría original considerando como 100% el material que pasa por el tamiz de 5 mm de abertura nominal.

Tabla 2 - Granulometría de la arena

Tamices, mm	% acumulado que pasa
10	100
5	95 - 100
2,5	80 - 100
1,25	50 - 85
0,630	25 - 60
0,315	10 - 30
0,160	2 - 10

5.2.3 Las arenas que no cumplan con los requisitos granulométricos pueden ser utilizadas siempre que las mezclas de prueba preparadas con estas arenas cumplan con los requisitos de las especificaciones particulares de la obra.

5.3 Requisitos granulométricos de la grava

5.3.1 La granulometría de los áridos gruesos, determinada según NCh165, debe cumplir con los límites especificados en la tabla 3.

NOTA - Se recomienda establecer claramente en las especificaciones particulares y contratos de suministro de cada obra la granulometría requerida, fundamentalmente en lo que respecta a material retenido en 5 mm para arena y tamaños límites en la grava. Al mismo tiempo debe cautelarse la uniformidad en la calidad de los áridos durante todo el transcurso de la obra. Al efecto, se recomienda controlar las variaciones del módulo de finura.

Tabla 3 Granulometría de la grava

Tami- ces, mm	% acumulado que pasa para los siguientes grados (definidos por tamaños límites en mm)								
	63-40	50-25	50-5	40-20	40-5	25-5	20-5	12,5-5	10-2,5
80	100	-	*)	-	*)	-	-	-	-
63	90-100	100	100	-	-	-	-	-	-
50	35-70	90-100	90-100	100	100	-	-	-	-
40	0 -15	33- 70	-	90-100	90-100	100	-	-	-
25	-	0 - 15	35- 70	20- 55	-	90-100	100	-	-
20	0 - 5	-	-	0- 15	35- 70	-	90-100	100	-
12,5	-	0- 5	10- 30	-	-	25- 60	-	90-100	100
10	-	-	-	0- 5	10- 30	-	20- 55	40- 70	90-100
5	-	-	0- 5	-	0- 5	0- 10	0- 10	0- 15	10- 30
2,5	-	-	-	-	-	0- 5	0- 5	0- 5	0- 10
1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	0- 5

*) Los grados 50-5 mm y 40-5 mm corresponden a mezclas de los grados 50-25 mm con 25-5 mm y 40-20 mm con 20-5 mm, respectivamente.

5.3.2 Las gravas que no correspondan a ninguno de los grados especificados en tabla 3 pueden ser empleadas siempre que las mezclas de prueba preparadas con estas gravas cumplan con los requisitos de las especificaciones particulares de la obra.

6 Extracción de muestras

La frecuencia de muestreo y los procedimientos de extracción y preparación de muestras se deben efectuar de acuerdo con NCh164.

7 Ensayos

7.1 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 la tabla 1.

NOTA - Entre los ensayos preliminares se recomienda dar especial importancia a las mezclas de prueba.

7.2 Ensayos obligatorios

7.2.1 Destinados a control de recepción

- granulometría (material retenido en tamiz de 5 mm para la arena y tamaños límites de la grava);

NCh163

- b) material fino menor que 0,080 mm;
- c) impureza orgánica;
- d) otros que se indiquen expresamente en la especificación particular de la obra, o que ordene el profesional responsable de la dosificación según NCh170, con el fin de controlar:
 - propiedades críticas de un árido determinadas por factores locales (por ejemplo: sales solubles, reactividad potencial);
 - propiedades requeridas para obtener hormigones de características especiales (por ejemplo: resistencia al desgaste para hormigones de pavimentos).

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

- a) granulometría;
- b) densidad (aparente y real);
- c) absorción de agua;
- d) huecos;
- e) humedad y esponjamiento.

7.3 Ensayos optativos

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

7.4 Frecuencia de ensayos

Debe coincidir fundamentalmente con la frecuencia de muestreo establecida en NCh164 y debe ser determinada por el representante técnico del propietario y/o del contratista.

8 Aceptación y rechazo

El representante técnico del propietario debe tener las atribuciones para la aceptación y rechazo de los áridos. Sin embargo, esto no releva al contratista de su responsabilidad en el control de calidad de los áridos y en el cumplimiento de las especificaciones.

NOTA - Se recomienda que estas atribuciones y responsabilidades se establezcan claramente en la especificación técnica particular de la obra y que se coordinen con la responsabilidad de la dosificación según NCh170.

Anexo A

(Informativo)

Tamaños máximos de un árido

A.1 Generalidades

A.1.1 Las especificaciones del tamaño máximo de los áridos en el hormigón son importantes para obtener uniformidad en las mezclas, impermeabilidad y calidad en la textura superficial (evitar porosidades, nidos de piedras, etc.).

A.1.2 En un árido se distinguen dos tamaños máximos.

- a) tamaño máximo absoluto, D_a ;
- b) tamaño máximo nominal, D_n .

A.1.3 El tamaño máximo que corrientemente se emplea para dosificar es el nominal D_n .

A.1.4 La elección del tamaño de árido que se debería usar, depende de las condiciones de colocación del hormigón (dimensiones del elemento y sus armaduras, medios disponibles de colocación y compactación, (ver NCh170).

A.2 Determinación del tamaño máximo

A.2.1 Los tamaños máximos del árido se deben determinar a partir del análisis granulométrico, efectuado de acuerdo con NCh165 y empleando los tamices indicados en tablas 2 y 3 de la presente norma (correspondientes a las series preferida y complementaria de NCh165).

A.2.2 El tamaño máximo absoluto corresponde a la abertura del menor tamiz que deja pasar el 100% del árido.

A.2.3 El tamaño máximo nominal queda definido por una de las siguientes condiciones:

- a) corresponde a la abertura del tamiz inmediatamente inferior a D_a , cuando por dicho tamiz pasa el 90% o más, de la masa del árido;
- b) cuando pasa menos del 90%, el tamaño máximo nominal se debe considerar igual al tamaño máximo absoluto.

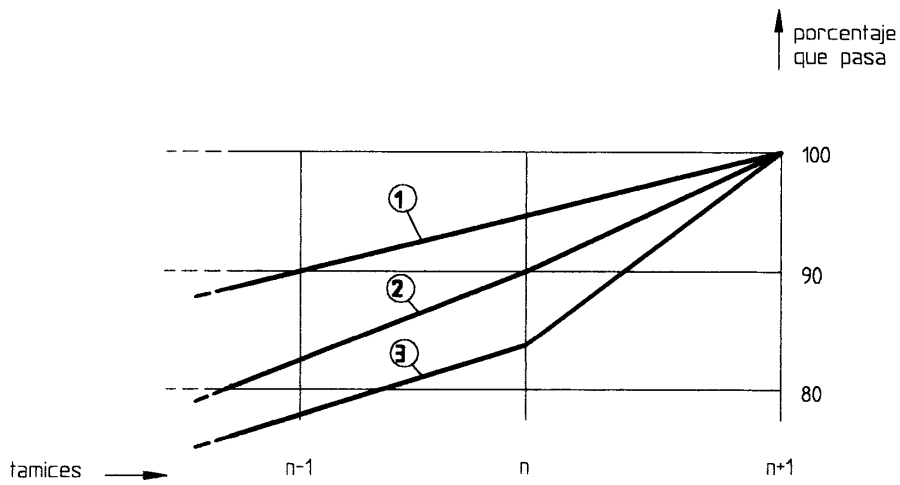


Figura 1

Las curvas 1 y 2 corresponden a la condición a).

La curva 3 corresponde a la condición b).

A.2.4 Ejemplo de determinación de los tamaños máximos

Si en la figura 1, los tamices tienen las siguientes aberturas:

Tamiz	Abertura, mm
n + 1	63
n	50
n - 1	40

Los tamaños máximos serán:

Curva	Dn, mm	Da, mm
(1)	50	63
(2)	50	63
(3)	63	63

Anexo B (Informativo)

Granulometría

B.1 Generalidades

Las bandas granulométricas indicadas en las tablas 2 y 3 de la presente norma proporcionan una zona de trabajo amplia para la mayoría de los áridos con los cuales se obtienen hormigones compactos y de trabajabilidad adecuada.

Cuando no se disponga de estos materiales se debe recurrir a experiencias de laboratorio o a aquellos áridos que la práctica ha sancionado como utilizables, como sucede con arenas de algunas zonas del país. En igual forma, en trabajos muy especiales, como prefabricados, es posible emplear áridos con otras composiciones granulométricas, incluso se puede recurrir a granulometrías discontinuas.

La decisión de adoptar áridos de granulometrías anormales, siempre que se cumpla con los demás requisitos especificados en tabla 1, debe basarse en:

- a) que se considere la influencia de este árido en la compacidad y segregación de morteros y hormigones, lo que se traduce en elementos y piezas defectuosas (nidos de piedra, retracciones);
- b) que todas las etapas del proceso (dosificación, fabricación, transporte, colocación, etc.) deben realizarse bajo la responsabilidad y supervisión de profesionales.

B.2 Tipos granulométricos de arenas

En la tabla 4 se incluye, además de la granulometría normal (columna 3) otros tipos granulométricos que pueden emplearse en casos especiales.

Tabla 4 - Tipos granulométricos de arenas

% acumulado que pasa para los siguientes tamaños							
Tamaños	1	2	3	4	5	6	7
Denominación Tamices, mm	Muy gruesa	Gruesa	Media o normal	Media gruesa	Fina	Muy fina	Discontinua
10	100	100	100	100	100	100	100
5	60-75	75-90	95-100	70-90	90-100	95-100	30-60
2,5	35-55	55-80	80-100	40-80	85-100	90-100	30-40
1,25	27-50	35-60	50-85	40-70	70- 90	85-100	30-40
0,630	15-40	22-40	25-60	40-60	60- 80	80-100	17-40
0,315	8-25	12-25	10-30	25-37	37- 50	50- 62	9-25
0,160	3-10	3-10	2-10	6-13	12- 20	15- 20	4-10
MF máx.	3,45	2,95	2,15	2,50	2,46	1,13	3,85
MF mín.	4,52	3,98	3,38	3,79	3,60	1,80	4,80

B.3 Características de los tipos granulométricos de arenas

B.3.1 Tamaño 1 - Muy grueso

Estos áridos corresponden fundamentalmente con las especificaciones alemanas. Este material no se encuentra comúnmente en nuestro país en forma natural y debe ser compuesto artificialmente en un proceso industrial de clasificación.

En casos importantes, es recomendable que la granulometría se trabaje, por lo menos, con dos fracciones separadas por tamaños, por ejemplo: de 0 a 2,5 mm y de 2,5 a 10 mm.

Estas arenas dan mezclas muy compactas y resistentes. Así se puede alcanzar una resistencia determinada con menor consumo de cemento o elaborar hormigones de alta resistencia con la mayor cantidad de cemento que pueden aceptar. Son especialmente recomendables para prefabricación industrial. Tienen mayor sensibilidad a segregar con poco cemento.

B.3.2 Tamaño 2 - Grueso

Son áridos similares a los anteriores, pero que contienen mayor porcentaje de granos de tamaño medio. Su sensibilidad a la segregación es menor, pero las resistencias de sus morteros son inferiores. Son recomendables para la prefabricación industrial, pero requieren de una mayor dosis de cemento que, generalmente, aceptan sin mayor dificultad.

B.3.3 Tamaño 3 - Medio

Sus granulometrías corresponden fundamentalmente con las recomendaciones de la presente norma y con las actuales normas norteamericanas (ASTM C 33).

Se usan en la elaboración de hormigones de características corrientes. La necesidad de cemento, la energía de compactación y la sensibilidad a la segregación están dentro de lo normal.

B.3.4 Tamaño 4 - Medio-grueso

Son áridos cuya granulometría tiene mayor cantidad de granos de tamaños gruesos que el caso anterior. Su compacidad y por lo tanto sus resistencias son mayores que las de los áridos medios, pero sus condiciones de docilidad son algo inferiores.

B.3.5 Tamaño 5 - Fino

Necesitan mayor dosis de cemento, por su menor compacidad y mayor superficie específica, para alcanzar mayores resistencias. Tienen que ser trabajadas con más agua y con mayor energía de compactación. Los morteros y hormigones elaborados con estas arenas tienen que ser más controlados. Son recomendables para motores de recubrimiento y pega de albañilería y son tolerados en la elaboración de hormigones de granulometría discontinua. En general, estas arenas pueden ser usadas con el aporte tecnológico adecuado. Riesgo de fisuración.

B.3.6 Tamaño 6 - Muy fino

Se tolera su uso en condiciones extremas. Deben ser dosificadas en base a discontinuidades bien estudiadas. Sus características negativas son las indicadas para las arenas finas (tamaño 5), pero acentuadas por una menor compacidad y mayor superficie específica. Como recomendación general, estas arenas no deben ser usadas para fabricar hormigones.

B.3.7 Tamaño 7 - Discontinuas

Para casos de falta de granos intermedios se tolera una distribución cuyos límites se muestran en la tabla 4. En general, tienen una alta proporción de gruesos (70%) y faltan los granos intermedios en dos espacios sucesivos en la serie normal de tamices.

B.4 El árido combinado

Para cumplir con las condiciones de compacidad, docilidad y otras del hormigón, pueden recomendarse las zonas que se muestran en las figuras 2, 3, 4 y 5, cuyas curvas límites se indican en la tabla 5.

Estas son función del tamaño máximo de los áridos y coinciden fundamentalmente con la norma alemana DIN 1045-1972.

NCh163

Una adecuada proporción de las arenas y gravas especificadas en las tablas 2 y 3 permite en la gran mayoría de los casos obtener áridos combinados que cumplen con estas bandas.

Las zonas tienen el siguiente significado:

- Zona 1 - Aceptable para granulometrías discontinuas.
Curvas límites: C y D.
- Zona 2 - Preferida
Curvas límites: A y B.
- Zona 3 - Aceptable, con mayor necesidad de cemento y agua.
Curvas límites: B y C.

La curva del árido combinado debe tener en lo posible una formación similar (*paralela*) a las curvas límites, y no debe cruzar de una zona a otra.

Arido combinado

Granulometrías recomendadas para dosificación

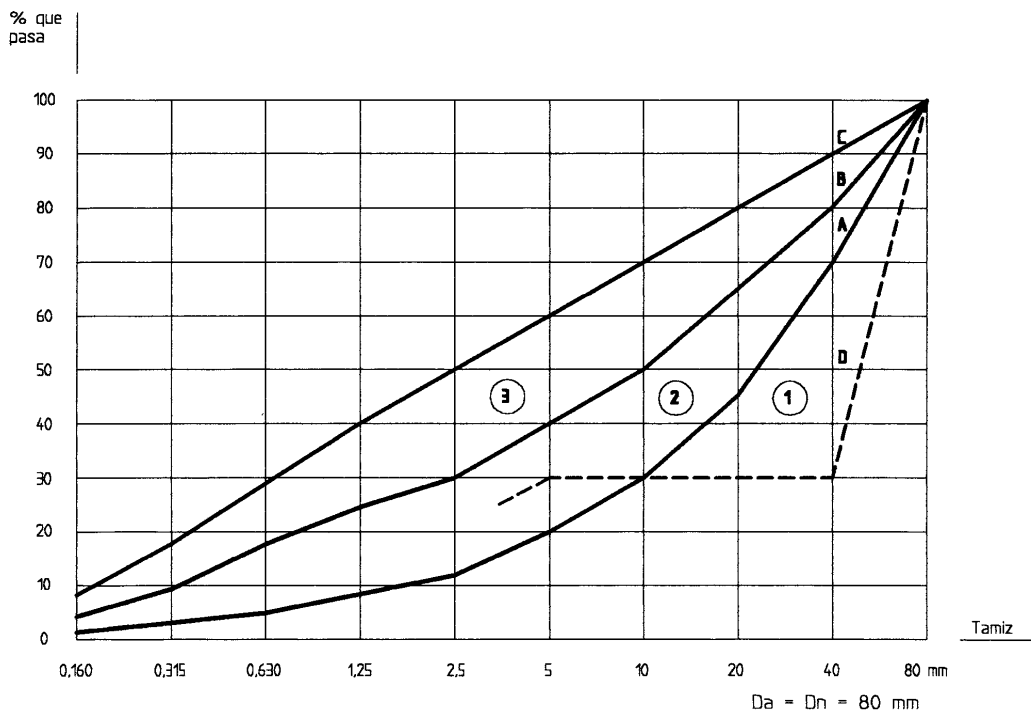


Figura 2

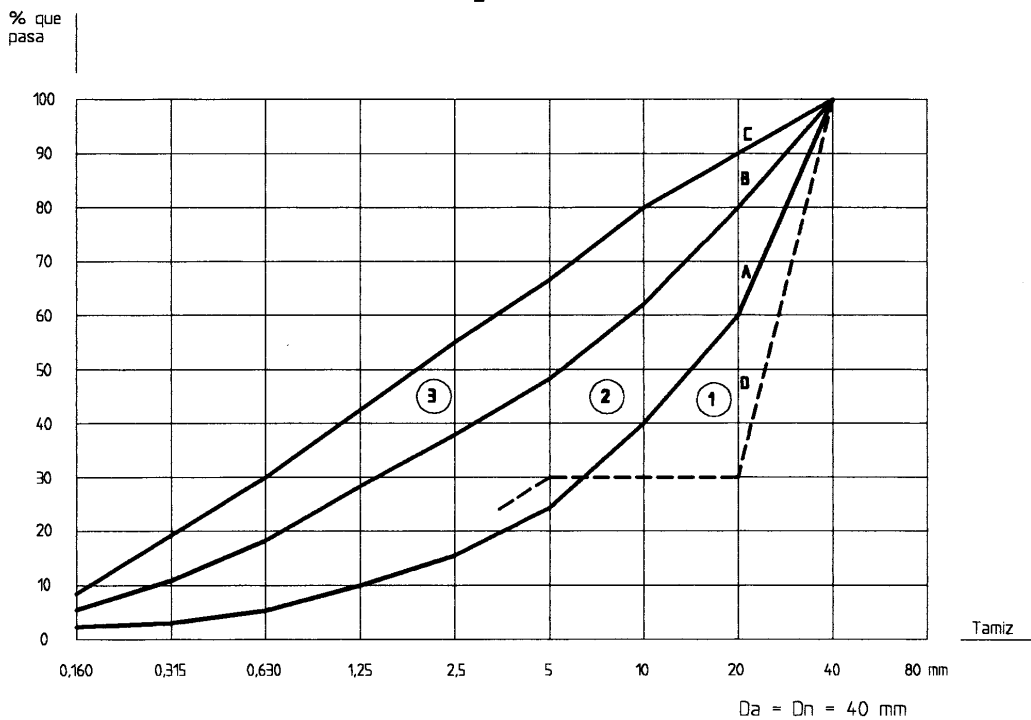


Figura 3

Arido combinado

Granulometrías recomendadas para dosificación

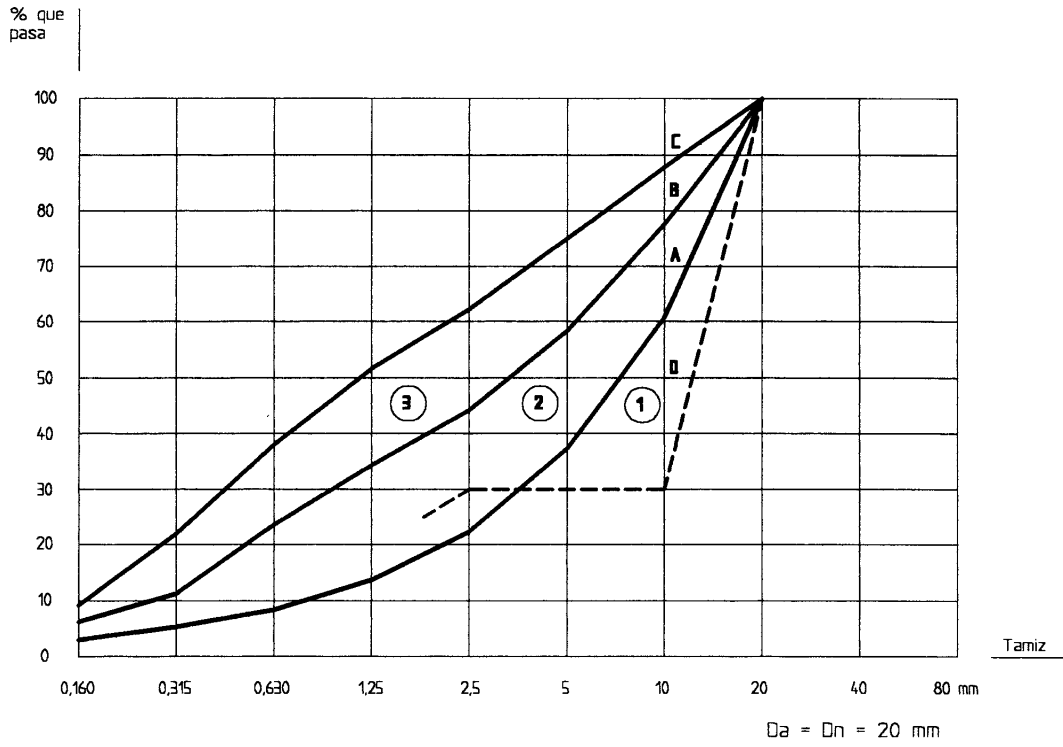


Figura 4

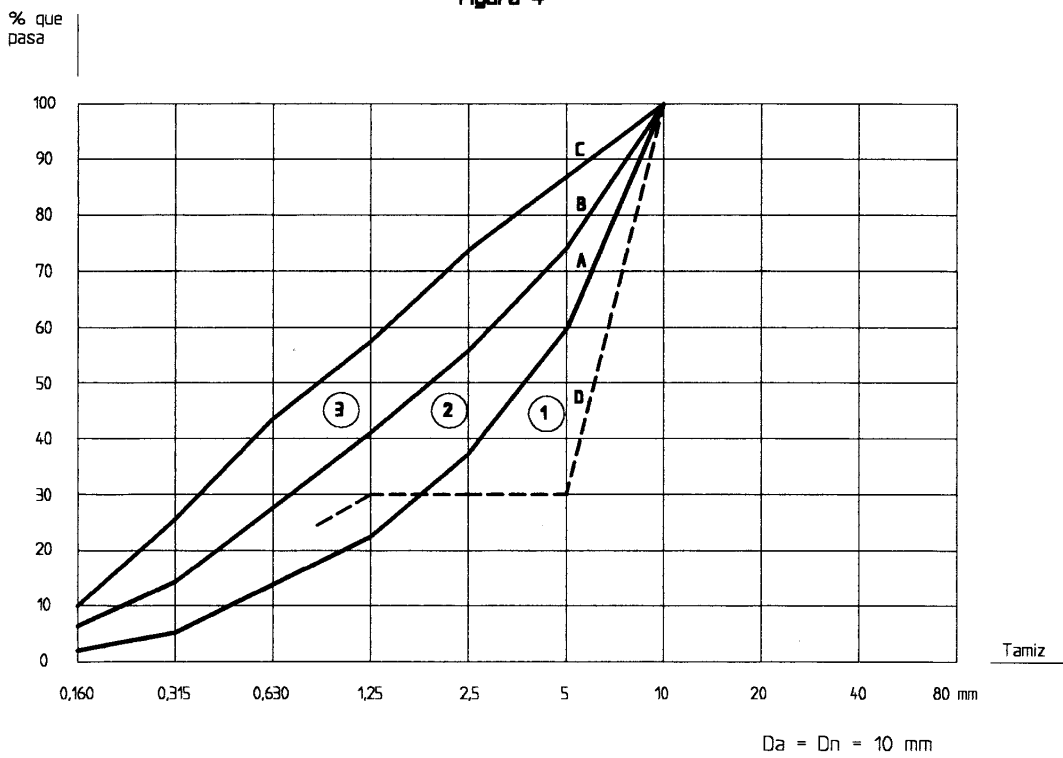


Figura 5

Tabla 5 - Arido combinado. Granulometrías recomendadas para dosificación (% acumulado que pasa)

Da - Dn mm		80				40				20				10			
Tamiz mm	Curva	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
		80		100	100	100	100										
40		70	80	90	30	100	100	100	100								
20		45	65	80	30	60	80	90	30	100	100	100	100				
10		30	50	70	30	40	61	80	30	62	77	88	30	100	100	100	100
5		20	40	60	30	24	48	66	30	37	58	75	30	61	74	87	30
2,5		12	30	50	-	15	37	55	-	22	43	63	30	37	56	73	30
1,25		7	25	40	-	10	28	42	-	13	33	52	-	22	41	59	30
0,630		4	17	28	-	6	19	30	-	8	23	38	-	13	27	43	-
0,315		3	9	17	-	3	11	19	-	4	12	23	-	5	13	26	-
0,160		2	4	7	-	2	5	8	-	3	6	9	-	3	7	10	-

B.5 Contenido de material fino menor que 0,315 mm

Debe darse preferencia al ordenamiento granulométrico de los granos más finos de acuerdo con el contenido de cemento.

Es recomendable, para alcanzar una docilidad adecuada, que la cantidad de granos (cemento y áridos) que pasan por 0,315 mm sea igual o mayor que las cantidades que se indican en la tabla 6, siempre que no se exceda el contenido máximo de material fino menor que 0,080 mm en los áridos.

Tabla 6

Tamaño máximo nominal, mm	Material fino menor que 0,315 mm kg/m ³
80	345
40	425
20	510
10	580

Anexo C (Informativo)

Estados de humedad de los áridos

C.1 Generalidades

C.1.1 Debido a la estructura de las partículas (granos) que forman un árido, el agua actúa en ellos en forma importante, tanto en el proceso de explotación como durante la confección de los morteros y hormigones.

C.1.2 Las partículas contienen microcavidades o poros superficiales que son accesibles a la penetración de la humedad o a la pérdida de ella si las condiciones del ambiente permiten su absorción o su eliminación.

C.1.3 El grado de humedad o sequedad que posee un árido determina cuatro estados higrométricos bien definidos.

C.2 Estados higrométricos de un árido

C.2.1 Arido en estado seco (secado en estufa)

Es el árido secado hasta masa constante en estufa a $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ (ver figura 6).

En este estado, el árido tiene su máxima capacidad de absorción y corresponde al estado en el cual el laboratorio efectúa la mayoría de los ensayos.

C.2.2 Arido en estado parcialmente seco (secado al aire)

Es el árido que ha estado expuesto al aire ambiente y cuyas partículas no tienen humedad superficial, pero en sus poros accesibles existe humedad parcial que no llega a saturarlos (ver figura 7).

En este estado, los áridos tienen una capacidad intermedia de absorción. Es el estado en que se encuentran la mayoría de los áridos gruesos en la obra o en el laboratorio.

C.2.3 Arido en estado saturado superficialmente seco

Es el árido cuyas partículas no tienen humedad en la superficie pero sus poros accesibles están saturados de agua. Este estado se obtiene por un proceso controlado de laboratorio, que consiste en:

- a) secado en estufa a masa constante;
- b) inmersión en agua por más de 24 h;
- c) secado superficial normalizado, según NCh1117 para las gravas y NCh1239 para las arenas.

En este estado, el árido no absorbe ni cede humedad y es el estado que sirve de base para fijar la razón agua/cemento en el cálculo de la dosificación (ver figura 8).

C.2.4 Arido en estado húmedo (con humedad libre)

Es el árido cuyas partículas tienen sus poros accesibles saturados de agua y agua libre en su superficie (ver figura 9).

En este estado el árido cede su humedad libre durante la fabricación de los morteros y hormigones. Corresponde al estado en que generalmente se encuentran las arenas y es la causa de su esponjamiento.

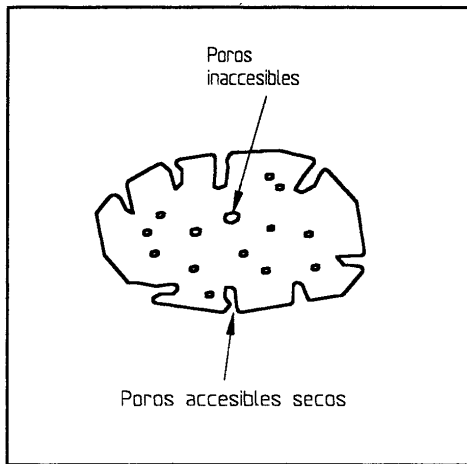


Figura 6 - Arido seco (en estufa)

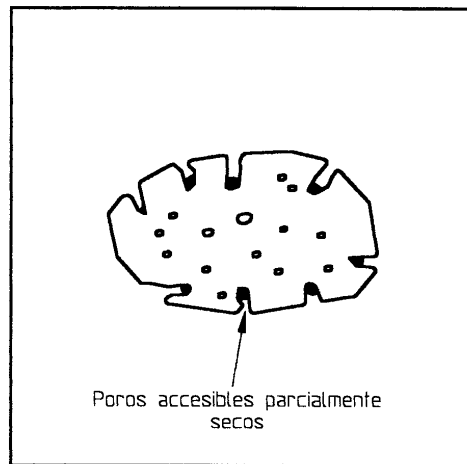


Figura 7 - Arido parcialmente seco (al aire)

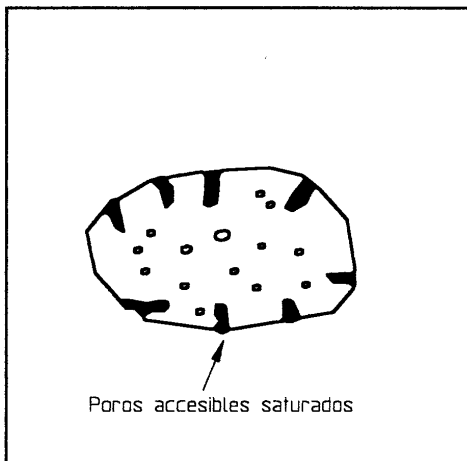


Figura 8 - Arido saturado superficialmente seco

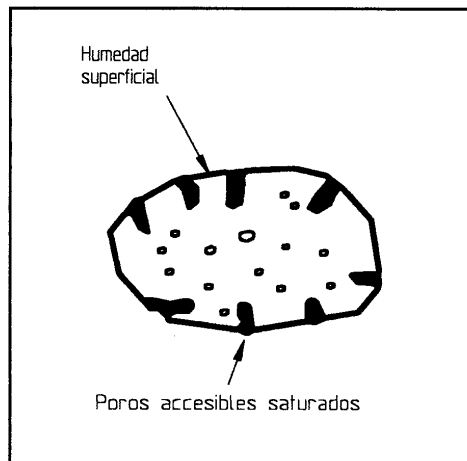


Figura 9 - Arido húmedo

Anexo D (Informativo)

Reactividad potencial con los álcalis del cemento

D.1 Generalidades

En los hormigones expuestos a humedad, debe prevenirse la expansión excesiva de morteros y hormigones. Uno de los casos en que esta expansión se produce es cuando los áridos finos o gruesos contienen sustancias que generan reacciones nocivas con los álcalis del cemento. Cuando se ha determinado que un árido es potencialmente reactivo, es recomendable evitar la reacción en la siguiente forma y de acuerdo al orden de prioridad que se indica:

- a) reemplazar total o parcialmente el árido por otro no reactivo;
- b) emplear cementos Portland con adiciones hidráulicas que inhiban la reacción álcali-árido;

NOTA - Existiendo cementos Portland con adiciones eficaces y aprobadas en NCh148 no es recomendable incorporar estas adiciones en obra.

- c) emplear cementos Portland que contengan un porcentaje igual o menor que 0,6% de álcalis, calculados como óxido de sodio.

D.2 Determinación de la reactividad potencial

D.2.1 Método químico

Cuando se recurra al ensayo químico especificado en la norma correspondiente donde Rc es la reducción de alcalinidad y Sc sílice disuelta, ambas expresadas en milimoles por litro, se puede adoptar el siguiente criterio para evaluar la reactividad potencial:

- a) si Rc es mayor que 70, el árido es considerado potencialmente reactivo si Sc es mayor que Rc;
- b) si Rc es menor que 70, el árido es considerado potencialmente reactivo si Sc es mayor que $35 \pm 0,5 Rc$.

El ensayo químico no es completamente confiable, sin embargo, proporciona antecedentes útiles especialmente cuando no están disponibles los otros resultados, cuya determinación requiere mayor tiempo.

D.2.2 Método petrográfico

El árido sometido a examen petrográfico de acuerdo con la norma correspondiente y que contenga cualquiera de los minerales o rocas indicados en la tabla 7 en proporciones iguales o mayores que las señaladas, se considerará potencialmente reactivo. Si el

NCh163

porcentaje es menor, el árido se considerará potencialmente no reactivo, a menos que sea comprobada su reactividad por el método de los prismas de mortero.

Tabla 7 - Materiales potencialmente reactivos

Rocas y minerales	Contenido máximo, %
Opalo y ftanita (Chert) opalizada	0,25
Ftanita (Chert) cuarzosa o calcedónica	5
Riolitas vítreas o ciptocristalinas, dacitas, latitas o andesitas y sus correspondientes tobas, zeolitas y vidrio volcánico	3

D.2.3 Método de los prismas de mortero

Este método, efectuado de acuerdo con la norma correspondiente proporciona información sobre la probabilidad de que ocurran reacciones nocivas.

Si bien la línea de esta reactividad excesiva no está claramente definida se considera en general rechazable un material que produce una expansión mayor que 0,05% en tres meses o 0,10% en seis meses, en probetas de mortero ensayadas de acuerdo a la norma correspondiente.

La expansión mayor que 0,05% en tres meses se estima aceptable cuando la expansión en seis meses es menor que 0,10%.

El antecedente de tres meses se considera solamente cuando no está disponible el resultado de seis meses.

D.2.4 En tanto no existan normas chilenas sobre estos métodos de ensayo se recomienda emplear provisoriamente las normas indicadas en anexo E.

Anexo E (Informativo)

Normas provisorias

En tanto no existan normas chilenas sobre algunos de los ensayos destinados a verificar el cumplimiento de los requisitos especificados en la presente norma, se recomienda emplear las normas correspondientes que se indican:

Determinación	Norma
Partículas blandas	ASTM C 235
Carbón y lignito	ASTM C 123
Coefficiente volumétrico medio	AFNOR P 18-301
Congelación y deshielo	USBR
Reactividad potencial:	
- método químico	ASTM C 285
- método petrográfico	ASTM C 295
- método de los prismas de mortero	ASTM C 227

NORMA CHILENA OFICIAL

NCh 163.Of79

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION • INN-CHILE

Aridos para morteros y hormigones - Requisitos generales

Concrete and mortar aggregates - General requirements

Primera edición : 1979

Reimpresión : 1999

Descriptores: *materiales de construcción, áridos, hormigón, requisitos*

CIN 91.100.20

COPYRIGHT © 1979 : INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN

* Prohibida reproducción y venta *

Dirección : Matías Cousiño N° 64, 6° Piso, Santiago, Chile

Casilla : 995 Santiago 1 - Chile

Teléfonos : + (56 2) 441 0330 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0425

Telefax : + (56 2) 441 0427 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0429

Internet : inn@entelchile.net

Miembro de : ISO (International Organization for Standardization) • COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)