

---

**NORMA CHILENA**

***NCh* 1498-2012**

---

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION • INN-CHILE

---

## **Hormigón y mortero - Agua de amasado - Clasificación y requisitos**

*Concrete and mortar - Mixing water - Classification and requirements*

**Primera edición : 2012**

---

CORRESPONDENCIA CON NORMA INTERNACIONAL

ISO 12439:2010 (E) *Mixing water for concrete - Classification and requirements* NEQ

---

---

CIN 91.100.30

---

COPYRIGHT © 2012: INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN

\* Prohibida reproducción y venta \*

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

Web : [www.inn.cl](http://www.inn.cl)

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



## **Hormigón y mortero - Agua de amasado - Clasificación y requisitos**

### **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.

Esta norma se estudió a través del Comité Técnico *Hormigón y mortero*, para establecer la clasificación y requisitos de las aguas que se pueden utilizar en la confección de hormigón y mortero, según lo especificado en NCh170 y NCh2256/1.

En la elaboración de esta norma se ha tomado en consideración la versión en inglés de la Norma Internacional ISO 12439:2010 *Mixing water for concrete* siendo no equivalente a la misma al tener desviaciones técnicas mayores y cambios de estructura, y no hay una correspondencia obvia con la Norma Internacional.

La razón principal por la cual no ha sido posible adoptar la Norma Internacional es para mantener la concordancia con los requisitos y criterios definidos en las normas nacionales de hormigón y morteros.

El Anexo A forma parte de la norma.

El Anexo B no forma parte de la norma, se inserta sólo a título informativo.

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 02 de marzo de 2012.



## **Hormigón y mortero - Agua de amasado - Clasificación y requisitos**

### **1 Alcance y campo de aplicación**

**1.1** Esta norma establece la clasificación y requisitos de las aguas que se pueden utilizar en la confección de hormigón y mortero, según lo especificado en NCh170 y NCh2256/1.

**1.2** Esta norma establece los métodos de ensayo que permiten evaluar su conformidad.

NOTA - Esta norma no comprende aspectos de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las medidas de seguridad e higiene y determinar si existen restricciones para su uso.

### **2 Referencias normativas**

Los documentos referenciados siguientes son indispensables para la aplicación de esta norma. Para referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha se aplica la última edición del documento referenciado (incluyendo cualquier modificación).

NCh152	<i>Cemento - Método de determinación del tiempo de fraguado.</i>
NCh158	<i>Cemento - Ensayo de flexión y compresión de morteros de cemento.</i>
NCh170	<i>Hormigón - Requisitos generales.</i>
NCh409/1	<i>Agua potable - Parte 1: Requisitos.</i>
NCh413	<i>Agua para fines industriales - Ensayos - Determinación del pH.</i>
NCh416	<i>Agua para fines industriales - Ensayos - Determinación de los sólidos en suspensión y de los sólidos disueltos.</i>
NCh1443	<i>Hormigón - Agua de amasado - Muestreo.</i>
NCh2256/1	<i>Morteros - Parte 1: Requisitos generales.</i>
ISO 20581-1	<i>Cement - Test methods - Part 1: Analysis by wet chemistry.</i>
ASTM E 100	<i>Standard Specification for ASTM Hydrometers.</i>

### 3 Términos y clasificación

Las aguas que se pueden utilizar en la confección de hormigón y mortero se definen y clasifican de acuerdo a su origen como se indica a continuación.

**3.1 agua potable:** agua proveniente de la red pública que cumple con NCh409/1, y que no se ha contaminado antes de su uso

**3.2 agua recuperada de procesos de la industria del hormigón:** agua que cumple con los requisitos establecidos en cláusula 5

**3.3 agua combinada:** agua recuperada de procesos de la industria del hormigón combinada con agua potable u otras aguas que deben cumplir con los requisitos establecidos en 4.2

**3.4 otras aguas:** cualquier otra no definida, que cumpla con los requisitos establecidos en cláusula 4

### 4 Requisitos

#### 4.1 Generalidades

**4.1.1** El agua potable que proviene directamente de la red pública y que no se ha contaminado antes de su uso, no requiere de una verificación previa de los requisitos para ser usada en la confección de hormigones y morteros.

**4.1.2** Las aguas definidas en 3.2, 3.3 y 3.4, deben cumplir con los requisitos establecidos en 4.2. En caso que estas aguas presenten trazas de aceite, grasas o detergentes deben ser sometidas además a los ensayos establecidos en 4.3.

NOTA - Para determinar la presencia de aceite, grasas o detergentes, se debe tomar 80 ml de la muestra de agua y colocar en una probeta de 100 ml. Cerrar con un tapón adecuado y agitar vigorosamente durante 30 s. Colocar la probeta en un lugar libre de vibraciones y dejar reposar durante 30 min. Después de 2 min, comprobar si la muestra mantiene presencia de espuma y signos de aceites o grasas.

## 4.2 Requisitos químicos

### 4.2.1 Requisitos básicos

Todas aquellas aguas que no provienen de la red pública, ver 3.1, deben cumplir los requisitos establecidos en Tabla 1. En caso que no se cumpla alguno de estos requisitos, se debe cumplir con lo establecido en 4.3.

**Tabla 1 - Requisitos químicos mínimos**

Requisito	Valor límite	Ensayo
pH <sup>1)</sup>	≥ 5	NCh413
Sólidos en suspensión, mg/L	≤ 2 000	NCh416
Sólidos disueltos, mg/L	≤ 15 000	NCh416
Materia orgánica <sup>2)</sup> , mg/L	≤ 5	Anexo A
1) Se recomienda determinar el pH en el mismo lugar de muestreo o lo más pronto posible después de tomada la muestra.		
2) El contenido de materia orgánica se determina como oxígeno consumido (ver Anexo A).		

NOTA - Existe un gran número de sustancias orgánicas e inorgánicas que pueden tener efectos sobre el hormigón o mortero, tales como carbonatos, bicarbonatos, azúcares, fosfato ( $P_2O_5$ ), nitratos ( $NO_3$ ), plomo ( $Pb^{2+}$ ) y zinc ( $Zn^{2+}$ ). En caso que existan antecedentes de presencia de estas sustancias en el agua, se recomienda realizar ensayos para determinar su efecto sobre las propiedades, a lo menos, sobre el tiempo de fraguado y la resistencia del hormigón o mortero.

### 4.2.2 Contenido máximo de cloruros

El contenido de cloruros en el agua, expresado como  $Cl^-$ , no debe ser mayor que el valor máximo permitido para el uso previsto, según se indica en Tabla 2.

El contenido de cloruros del agua puede ser excedido, si el contenido total de cloruros en el hormigón o mortero no supera lo establecido en NCh170 o NCh2256/1.

El contenido de cloruros del agua se debe determinar de acuerdo a ISO 29581-1. Si se emplean otros métodos de ensayo, es necesario demostrar que entregan resultados equivalentes a los obtenidos con el método de referencia. En caso de controversia, sólo se puede utilizar el método indicado.

**Tabla 2 - Valores máximos recomendados para el contenido de cloruros del agua de amasado**

Usos	Concentración de cloruros máx. mg/L
Hormigón pretensado o grout	500
Hormigón armado o con insertos metálicos	1 000
Hormigón sin armaduras o insertos metálicos	4 500

NCh1498

#### **4.2.3 Contenido máximo de sulfatos**

El contenido de sulfatos en el agua, expresado como  $SO_4^{-2}$ , no debe ser mayor que 2 000 g/L.

El contenido de sulfatos del agua se debe determinar de acuerdo a ISO 29581-1. Si se emplean otros métodos de ensayo, es necesario demostrar que entregan resultados equivalentes a los obtenidos con el método de referencia. En caso de controversia, sólo se puede utilizar el método indicado.

#### **4.2.4 Contenido máximo de álcalis**

Cuando se utilicen áridos reactivos o potencialmente reactivos, debido a la presencia de sílice se debe determinar el contenido de álcalis del agua de acuerdo a ISO 29581-1. En tal caso, el contenido de óxido de sodio equivalente no debe ser mayor que 1 500 mg/L, a menos que, se pueda demostrar que el contenido total de álcalis del hormigón no es mayor que el máximo valor indicado en NCh170 y NCh2256/1. Si ese límite es superado, el agua sólo se puede usar si se demuestra que se han adoptado acciones para prevenir el deterioro por reacción árido-álcali.

Si se emplean otros métodos de ensayo, es necesario demostrar que entregan resultados equivalentes a los obtenidos con el método de referencia. En caso de controversia, sólo se puede utilizar el método indicado.

### **4.3 Tiempo de fraguado y resistencia**

En caso que no se cumpla alguno de los requisitos básicos establecidos en 4.2.1 y para determinar la aptitud de otras aguas, se deben realizar ensayos de comportamiento de tiempo de fraguado y resistencia mecánica.

#### **4.3.1 Tiempo de fraguado**

El tiempo de fraguado se determina de acuerdo a NCh152.

El tiempo de fraguado inicial obtenido sobre muestras de pasta confeccionados con el agua en estudio, no debe ser menor que 1 h y no debe diferir en más del 25% del inicio de fraguado obtenido con muestras fabricadas con agua destilada o desionizada. El tiempo de fin de fraguado no debe superar las 10 h y no debe diferir en más del 25% del fin de fraguado obtenido sobre muestras confeccionadas con agua destilada o desionizada. Se puede usar agua potable siempre que se demuestre que entrega resultados similares a los obtenidos con agua destilada o desionizada.

### **4.3.2 Resistencia mecánica**

La resistencia a compresión se determina de acuerdo con NCh158.

La resistencia media a compresión a los 7 días de probetas de mortero confeccionadas con el agua en estudio debe ser, al menos, el 90% de la resistencia media a compresión obtenida de las respectivas probetas fabricadas con agua destilada o desionizada. Se puede usar agua potable siempre que se demuestre que entrega resultados similares a los obtenidos con agua destilada o desionizada.

## **5 Agua recuperada de procesos de la industria del hormigón**

El agua recuperada de procesos de la industria del hormigón se puede utilizar sola o combinada con agua potable u otra agua. El agua recuperada o combinada debe cumplir con los requisitos de esta norma.

### **5.1 Descripción del agua recuperada de procesos de la industria del hormigón**

**5.1.1** El agua recuperada de los procesos de la industria del hormigón, incluye:

- a) agua que fue parte de cualquier excedente de hormigón;
- b) agua utilizada para lavado de hormigoneras estacionarias, tambores de camiones mezcladores o agitadores y bombas de hormigón;
- c) agua procedente de corte, molienda y recorte de hormigón endurecido;
- d) agua extraída del hormigón fresco durante la producción del hormigón.

**5.1.2** El agua se puede extraer de estanques provistos de equipos apropiados que distribuyan las materias sólidas uniformemente en el agua; o de estanques de sedimentación o instalaciones similares, siempre que el agua se deje durante un tiempo suficiente para permitir la sedimentación de los sólidos de manera apropiada.

NOTA - El agua recuperada de procesos de la industria del hormigón contiene concentraciones variables de partículas muy finas, cuyo tamaño es generalmente menor que 0,25 mm.

### **5.2 Limitaciones en el uso del agua recuperada de procesos de la industria del hormigón**

El agua recuperada de procesos de la industria del hormigón o agua combinada se puede utilizar como agua de amasado en hormigón con o sin armaduras o insertos metálicos, y en hormigón pretensado, cuidando que se cumplan los requisitos siguientes:

- a) La masa de material sólido adicional en el hormigón, resultante del uso de agua recuperada de procesos de la industria del hormigón, debe ser menor que 1% de la masa total de áridos presentes en el hormigón.

## NCh1498

Para algunos procesos de producción, se puede usar una cantidad mayor de material sólido, siempre que se pueda demostrar un comportamiento satisfactorio del hormigón.

- b) El agua recuperada se debe usar distribuyéndola de la forma más uniforme posible durante el proceso diario de producción de hormigón.

NOTA - Se debe considerar la posible influencia del uso de esta agua si hay requisitos especiales para el hormigón a producir, como por ejemplo hormigón arquitectónico, hormigón pretensado, hormigón con aire incorporado, hormigón expuesto a medio ambientes agresivos, entre otros.

### 5.3 Requisitos del agua recuperada de procesos de la industria del hormigón

#### 5.3.1 Generalidades

Toda el agua recuperada de procesos de la industria del hormigón o agua combinada debe cumplir con los requisitos establecidos en cláusula 4 y los requisitos dados en 5.3.2 a 5.4.

#### 5.3.2 Almacenamiento

El agua almacenada se debe proteger adecuadamente de la contaminación.

#### 5.3.3 Distribución de material sólido en el agua

El agua con una densidad menor o igual que 1,01 kg/L se puede considerar que contiene cantidades despreciables de material sólido.

Para el agua recuperada con una densidad mayor que 1,01 kg/L, se debe proporcionar un medio adecuado para asegurar la distribución uniforme del material sólido.

#### 5.3.4 Masa de material sólido presente en el agua recuperada

La masa de material sólido presente en el agua recuperada se debe estimar de acuerdo a Tabla 3, en base a su densidad. En el diseño del hormigón se debe tener en cuenta el material sólido y el agua.

Tabla 3 - Material sólido en el agua

Densidad del agua kg/L	Masa de material sólido kg/L	Volumen de agua de amasado L
1,02	0,038	0,982
1,03	0,057	0,973
1,04	0,076	0,964
1,05	0,095	0,955
1,06	0,115	0,945
1,07	0,134	0,936
1,08	0,153	0,927
1,09	0,172	0,918

(continúa)

Tabla 3 - Material sólido en el agua (conclusión)

Densidad del agua kg/L	Masa de material sólido kg/L	Volumen de agua de amasado L
1,10	0,191	0,909
1,11	0,210	0,900
1,12	0,229	0,891
1,13	0,248	0,882
1,14	0,267	0,873
1,15	0,286	0,864

a) Para los cálculos de esta tabla, se ha usado una partícula de densidad 2,1 kg/L.

Si se determinan otras densidades, la masa de material sólido  $C_{\beta}$  expresada en kg/L de material sólido presente en el agua, se puede recalculer usando la fórmula siguiente:

$$C_{\beta} = \left[ \frac{1 - \rho_w}{1 - \rho_f} \right] \rho_f$$

en que:

$\rho_f$  = densidad de la partícula del material sólido, expresada en kilogramos por litros (kg/L);

$\rho_w$  = densidad del agua, expresada en kilogramos por litros (kg/L).

## 5.4 Inspección

### 5.4.1 Densidad

La densidad del agua recuperada de procesos de la industria del hormigón o agua combinada se debe determinar mediante hidrómetro, sobre muestras homogeneizadas extraídas de los estanques que almacenan el agua. El hidrómetro se especifica en ASTM E 100.

Durante la producción del hormigón, la densidad del agua se debe determinar, al menos diariamente, en el momento en que es probable una densidad más alta.

La densidad se determina diariamente al inicio del uso del agua recuperada. La frecuencia de control se puede disminuir a una vez por semana, si la densidad no varía en más de 5% respecto del promedio de las densidades diarias semanales, considerando las últimas seis semanas. Si el valor de la densidad supera el 5%, se debe volver a la frecuencia de control diario.

NCh1498

## 6 Muestreo

Se debe extraer una muestra de acuerdo a NCh1443.

## 7 Frecuencia de ensayo

Se debe aplicar las frecuencias de ensayo siguientes:

- a) **Agua recuperada de procesos de la industria del hormigón:** se debe verificar el cumplimiento de los requisitos, al menos, antes de su primer uso. Si se usa sin combinar, se debe controlar con una frecuencia semestral.
- b) **Agua combinada:** se debe controlar sobre muestras compuestas según NCh1443, con una frecuencia semestral.
- c) **Otras aguas:** se debe verificar el cumplimiento de los requisitos antes de su primer uso y, posteriormente, una vez al mes, a excepción de las aguas procedentes de fuentes subterráneas que se pueden controlar semestralmente.

## 8 Informe

El informe de ensayo debe contener, al menos, la información siguiente:

- a) nombre del solicitante;
- b) nombre del laboratorio;
- c) descripción del tipo y fuente de agua;
- d) lugar de muestreo;
- e) nombre de la persona responsable de efectuar el muestreo;
- f) fecha y hora de muestreo;
- g) fecha y hora de llegada de la muestra a laboratorio;
- h) fecha de ensayo de inicio y término del ensayo;
- i) resultados de los ensayos y requisitos de esta norma;
- j) referencia a esta norma.

## **Anexo A**

(Normativo)

### **Determinación de las materias orgánicas en el agua de amasado**

#### **A.1 Principio**

El contenido de materias orgánicas en el agua se determina midiendo el equivalente de oxígeno consumido para oxidarla.

El consumo de oxígeno se calcula a su vez, según el volumen de permanganato de potasio gastado hasta que aparezca un ligero color rosado en la muestra de agua. Previamente se debe establecer la equivalencia de la solución de permanganato de potasio en miligramo de oxígeno por mililitro.

#### **A.2 Reactivos**

**A.2.1 Reactivo A**, solución valorada de permanganato de potasio (1 ml de esta solución equivale a aproximadamente 0,1 mg de oxígeno).

Pesar 0,4 g de  $KMnO_4$  p.a. y disolver en aproximadamente 1 000 ml de agua destilada. Hervir la solución y dejar reposar durante uno a dos días. Filtrar por un embudo de placa filtrante N° 4 de vidrio y traspasar a un frasco ámbar con tapa de vidrio esmerilado.

Titular con una solución patrón de ácido oxálico.

**A.2.2 Reactivo B**, solución patrón de ácido oxálico (1 ml de esta solución equivale a 0,1 mg de oxígeno).

Pesar 0,787 5 g de  $C_2H_2O_4 \times 2H_2O$  cristalizado p.a. Diluir con agua destilada y llevar a 1 000 ml en un matraz aforado.

**A.2.3 Reactivo C**, solución de ácido sulfúrico 1:3.

Verter cuidadosamente una parte de  $H_2SO_4$  concentrado p.a. en tres partes de agua destilada. Agregar a esta solución dos a tres gotas del reactivo A (debe permanecer un color rosado durante algunas horas).

**A.2.4 Reactivo D**, solución de hidróxido de sodio al 33%.

NCh1498

### A.2.5 Factor de valoración del reactivo A

En un matraz Erlenmeyer de 250 ml, que contiene dos o tres trozos pequeños de vidrio, colocar 20 ml del reactivo B, agregar 100 ml de agua destilada y 5 ml del reactivo C. Calentar a ebullición.

Retirar y agregar gota a gota, desde una bureta, el reactivo A, agitando constantemente hasta lograr una coloración rosada persistente. Registrar los mililitros del reactivo A gastados.

Efectuar este ensayo por triplicado.

Calcular la equivalencia del reactivo A de la forma siguiente:

$$\gamma_a = \frac{20}{V_a} 0,1$$

en que:

$\gamma_a$  = factor de valoración, en mg O/ml; y

$V_a$  = volumen de reactivo A gastado, expresado en mililitros (ml).

NOTA - Con el fin de eliminar trazas de materia orgánica, antes de realizar la valoración del reactivo A, colocar en el matraz Erlenmeyer con los trozos de vidrio:

- 10 ml del reactivo A;
- 90 ml de agua destilada; y
- 5 ml del reactivo C.

Tapar con embudo de vástago sellado. Hervir durante 10 min y luego enjuagar con agua destilada.

## A.3 Procedimiento

### A.3.1 Aguas con contenido de cloruros menor que $0,3 \times 10^6$ kg Cl/L

Tomar una alícuota de la muestra (por ejemplo, 100 ml), previamente agitada. Pasar a matraz Erlenmeyer, lavado según A.2.5, Nota.

Agregar 5 ml del reactivo C y hervir suavemente durante 5 min. Agregar un volumen medido del reactivo A en cantidad suficiente (15 ml a 20 ml) para que no desaparezca la coloración rosada después de hervir, tapado con embudo de vástago sellado durante 10 min.

Agregar reactivo B en igual cantidad que el reactivo A. Hervir hasta disolución del precipitado formado.

Retirar y retitular con reactivo A hasta aparición del color rosado. Registrar como  $V_c$  los mililitros gastados para alcanzar el punto final.

### A.3.2 Aguas con contenido de cloruros mayor que $0,3 \times 10^6 \text{ kg Cl}^-/\text{L}$

Tomar una alícuota de la muestra (por ejemplo, 100 ml), previamente agitada. Pasar a matraz Erlenmeyer, lavado según A.2.5, Nota.

Agregar 5 ml del reactivo C y hervir suavemente durante 5 min.

Retirar, enfriar, neutralizar con reactivo D y luego agregar 0,5 ml del reactivo D en exceso.

Calentar a casi ebullición, agregar un volumen medido del reactivo A en cantidad suficiente (15 ml a 20 ml) para que no desaparezca la coloración rosada después de hervir, tapado con embudo de vástago sellado, durante 10 min.

Agregar reactivo B en igual cantidad que el reactivo A y después lentamente 10 ml del reactivo C. Hervir hasta disolución del precipitado formado.

Retirar y retitular con reactivo A hasta aparición del color rosado. Registrar como  $V_c$  los mililitros gastados para alcanzar el punto final.

### A.4 Expresión de resultados

El oxígeno consumido equivalente a la materia orgánica presente en el agua se obtiene según:

$$\frac{\text{mg O}}{\text{L de agua}} = \frac{V_b (\gamma_a - 0,1) + V_c \times \gamma_a}{V} 1\,000$$

en que:

$V_b$  = volumen de reactivo A agregado (igual al volumen de reactivo B), expresado en mililitros (ml);

$V_c$  = volumen de reactivo A agregado a la coloración rosada final, expresado en mililitros (ml);

$\gamma_a$  = factor de valoración del reactivo A; y

$V$  = volumen de la muestra de agua ensayada, expresado en mililitros (ml).

NCh1498

## A.5 Ejemplo

### A.5.1 Cálculo del factor de valoración del reactivo A

Consumir un volumen  $V_a = 21$  ml de permanganato de potasio para colorear 20 ml del reactivo B.

El factor de valoración del reactivo A es:

$$\gamma_a = \frac{20}{V_a} 0,1 = \frac{20}{21} 0,1 = 0,0952 \text{ mg O}$$

### A.5.2 Análisis de la muestra de agua

Tomar un volumen de la muestra de agua de 150 ml. Agregar un volumen  $V_b = 20$  ml de reactivo A, para mantener colorada la muestra después de hervir. Luego agregar 20 ml de reactivo B. Retitular hasta color rosado con  $V_c = 15$  ml de reactivo A.

### A.5.3 Cálculo del oxígeno consumido

Aplicar la fórmula:

$$\frac{\text{mg O}}{\text{L de agua}} = \frac{V_b (\gamma_a) - 0,1 + V_c \times \gamma_b}{V} 1\,000 = \frac{20 \cdot 0,0952 - 0,1 + 15 \times 0,0952}{150} 1\,000 = 8,88$$

Por lo tanto, la muestra de agua no es apta porque su contenido de materias orgánicas consume más oxígeno que el valor establecido en Tabla 1.

**Anexo B**  
(Informativo)

**Bibliografía**

- [1] NCh1498.Of1982 *Hormigón - Agua de amasado - Requisitos.*
- [2] ASTM C 1602-06 *Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete.*
- [3] UNE EN 1008:2007 *Agua de amasado para hormigón - Especificaciones para la toma de muestras, los ensayos de evaluación y aptitud al uso incluyendo las aguas de lavado de las instalaciones de reciclado de la industria del hormigón, así como el agua de amasado para hormigón.*