



Organismo Nacional de Normalización y
Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

ANTEPROYECTO DE NORMA MEXICANA

APROY-NMX-C-582-ONNCCE-2021

**Industria de la Construcción – Agregados Reciclados para
Concreto Hidráulico – Especificaciones y Métodos de Ensayo**

*Building Industry – Recycled Aggregates for Hydraulic Concrete – Specifications
and Test Methods*

Queda totalmente prohibida la reproducción, intercambio o distribución total o parcial
de cualquiera de sus apartados en cualquier soporte mecánico o digital.

APROY-NMX-C-582-ONNCCE-2021

**Industria de la Construcción – Agregados Reciclados
para Concreto Hidráulico – Especificaciones y Métodos
de Ensayo**

*Building Industry – Recycled Aggregates for Hydraulic
Concrete – Specifications and Test Methods*

COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE
PRODUCTOS, SISTEMAS Y SERVICIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN



**Organismo Nacional de Normalización y Certificación
de la Construcción y Edificación, S. C.**

Ceres No. 7, Col. Crédito Constructor, Alcaldía Benito Juárez, C. P. 03940, Ciudad de México.

Tel: (01 55) 56 63 29 50

normas@onncce.org.mx

www.onncce.org.mx

© COPYRIGHT, DERECHOS RESERVADOS ONNCCE, S. C., MÉXICO MMXV

Prefacio

Este anteproyecto de Norma Mexicana fue preparado por el Comité Técnico de Normalización de Productos, Sistemas y Servicios para la Construcción del ONNCCE y en su elaboración participaron las siguientes empresas e instituciones:

- ACI MÉXICO CAPÍTULO NOROESTE, A.C.
- ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE CONTROL DE CALIDAD, PATOLOGÍA Y RECUPERACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN, (ALCONPAT INTERNACIONAL).
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN, A.C., (DELEGACIÓN PACIFICO).
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE LA INDUSTRIA DEL CONCRETO PREMEZCLADO, A.C.
- CEMEX, S.A.B. DE C.V.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, (UNIDAD MÉRIDA).
- CENTRO DE INVESTIGACION EN CORROSIÓN – UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE.
- CONTROL DE CALIDAD ASTTECA LABORATORIO, S.A. DE C.V.
- COOPERATIVA LA CRUZ AZUL, S.C.L.
- DISPERCRETE DE MÉXICO, S.A. DE C.V. (INNOVACIÓN EN ADITIVOS PARA CONCRETO Y CEMENTO).
- FACULTAD DE INGENIERÍA – UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO.
- FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL – UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO.
- FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA – UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LÉON.
- GCC CONCRETO, S.A. DE C.V.
- HOLCIM MÉXICO OPERACIONES, S.A. DE C.V.
- INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD ROTELL, S.A. DE C.V.
- INSPECTEC SUPERVISIÓN Y LABORATORIOS, S.A. DE C.V.
- INSTITUTO DE INGENIERIA – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE – SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY.
- JAGUAR Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.
- LABORATORIO DE ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN DE CALIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN – SECRETARIA DE LA CONTRALORÍA DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO.
- LABORATORIOS LANC, S.C.
- LABORATORIO NACIONAL DE LA CONSTRUCCIÓN, S.A.
- LADEMAC, S.A. DE C.V.
- LAYSA INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD, S.C.

- LIAC CONSULTORES, S. DE R.L. DE C.V.
- SECRETARÍA DE LA DEFENSA NACIONAL – LABORATORIO DE INGENIERÍA SÍSMICA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIEROS.

Documento de trabajo no vigente

Índice de contenido

1	Objetivo y campo de aplicación	1
2	Referencias normativas	1
3	Términos y definiciones	3
4	Clasificación	4
5	Especificaciones	5
6	Muestreo	12
7	Método de ensayo.....	12
8	Vigencia	14
9	Concordancia con Normas Internacionales	14
10	Bibliografía.....	15

Índice de tablas

Tabla 1 – Límites de granulometría para agregado reciclado fino	6
Tabla 2 – Límites granulométricos del agregado reciclado grueso, en masa, en porcentaje que pasa	7
Tabla 3 – Límites máximos de terrones de arcilla, partículas deleznable, carbón y lignito en el agregado reciclado fino.....	8
Tabla 4 – Cantidades de material máximas permisibles menor que la malla de 0,075 mm (No. 200) en los agregados reciclados	8
Tabla 5 – Límites máximos de contaminación y requisitos físicos de calidad del agregado reciclado grueso..	8

Índice de figuras

Figura 1 – Criterios de interpretación de resultados cuando los agregados reciclados presentan reactividad potencial álcali – sílice	10
Figura 2 – Criterios de interpretación de resultados cuando los agregados reciclados presentan reactividad potencial álcali – carbonato	11

Introducción

El empleo de los materiales de construcción reciclados data de la posguerra en los años 40's del siglo XX, pues Europa tenía grandes cantidades de escombros producto de los bombardeos, que comenzaron a usarse como canteras **de agregados** para **la reconstrucción**, con buenos resultados. Los países más devastados fueron el Reino Unido y Alemania; las publicaciones de la época, mayormente británicas, alemanas y rusas, dan cuenta del uso de escombros para **la** construcción de nuevas obras civiles, sólo que mucho de los escombros eran material cerámico (ladrillos, cerámicas de mobiliario de servicios sanitarios), material pétreo natural, plásticos y gomas y concreto hidráulico; posteriormente tuvieron adiciones como escorias, cenizas, humo de sílice.

Lograr que **escombros de concretos demolidos se reciclen** para elaborar nuevas mezclas de concreto, **promueve**, entre otros objetivos: A) re-uso de residuos sólidos, abatiendo la cantidad de residuos o desechos que dañan al medio ambiente; B) diseño, innovación y elaboración de nuevos materiales de construcción eco-amigables; C) conservación de los minerales naturales de las canteras, **propicia la** preservación **del** hábitat natural de flora y fauna nativa; D) disminución de la contaminación atmosférica, al darle un nuevo uso a un material que para su producción se emitió CO₂.

Cuando una estructura o elemento de concreto ha cumplido con su vida útil o de servicio, se demuele y se lleva a un espacio destinado para el tiro de materiales de construcción o bien, se puede triturar y emplear como agregado para producción de nuevos concretos. Tiene sentido emplear el material triturado como arena o grava para la fabricación de nuevos concretos ya que se evita desechar el material en los espacios de tiro, disminuyendo en gran medida la cantidad de materiales acumulados en estos espacios **y ayuda a preservar el medio ambiente**.

Los materiales triturados empleados como agregados reciclados tienen un aspecto muy similar **al de** los agregados naturales, sin embargo, se debe tener algunas consideraciones para su uso y manejo. Algunos materiales triturados y empleados como agregado reciclado tienen una calidad similar a la de algunos agregados naturales, **aunque** de acuerdo **con** varios autores, el desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos que usan agregado reciclado, en lugar de agregado natural, es menor **debido** principalmente **a que** posee una capa superficial de mortero, alrededor del agregado grueso original, que es muy porosa. Además, la zona de transición entre el agregado reciclado y la pasta de cemento regularmente es más débil que **en** la zona de transición entre agregado y la pasta de cemento **de** un concreto convencional que utilice agregado natural, **afectando desfavorablemente las propiedades mecánicas y la durabilidad de esos concretos**.

Industria de la Construcción – Agregados Reciclados para Concreto Hidráulico – Especificaciones y Métodos de Ensayo

Building Industry – Recycled Aggregates for Hydraulic Concrete – Specifications and Test Methods

1 Objetivo y campo de aplicación

Este anteproyecto de Norma Mexicana establece las especificaciones y métodos de ensayo que deben cumplir los agregados reciclados obtenidos mediante trituración de los residuos de la construcción o de la demolición de estructuras de concreto para su uso en la fabricación de concreto hidráulico.

Este anteproyecto de Norma Mexicana es aplicable a concretos producidos con agregados reciclados que sustituyan a los agregados naturales en una proporción no mayor que 20 % en peso, resistencia a compresión no mayor que 20 MPa, no expuestos a ambientes agresivos que afecten la durabilidad y con una masa volumétrica de entre 1900 kg/m³ y 2400 kg/m³ (concreto de masa unitaria normal).

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos normativos vigentes o los que los sustituyan son indispensables para la aplicación de este anteproyecto de Norma Mexicana.

- NMX-C-030-ONNCCE-2004, Industria de la construcción – Agregados – Muestreo (Cancela a la NMX-C-030-1997-ONNCCE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 01 de marzo de 2004.
- NMX-C-071-ONNCCE-2004, Industria de la construcción – Agregados – Determinación de terrones de arcilla y partículas deleznable (Cancela a la NMX-C-071-1983), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 01 de marzo de 2004.
- NMX-C-072-1997-ONNCCE, Industria de la construcción – Agregados – Determinación de partículas ligeras, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de marzo de 1998.
- NMX-C-073-ONNCCE-2004, Industria de la construcción – Agregados – Masa volumétrica – Método de prueba (Cancela a la NMX-C-073-1990), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de marzo de 2004.
- NMX-C-075-ONNCCE-2018 Industria de la construcción – Agregados – Determinación de la sanidad por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio – Método de ensayo (Cancela a la NMX-C-075-ONNCCE-2006), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2018.
- NMX-C-076-ONNCCE-2019, Industria de la construcción – Agregados – Efectos de las impurezas orgánicas en los agregados finos sobre la resistencia de los morteros – Método de ensayo (Cancela a la NMX-C-076-ONNCCE-2002), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de septiembre de 2019.
- NMX-C-077-ONNCCE-2019, Industria de la construcción – Agregados para Concreto – Análisis Granulométrico – Método de Ensayo (Cancela al PROY-NMX-C-077-ONNCCE-2006 y a la NMX-C-077-1997-ONNCCE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de abril de 2020.
- NMX-C-084-ONNCCE-2018, Industria de la construcción – Agregados para concreto – Partículas más finas que la criba 0,075 mm (No. 200) por medio de lavado – Método de ensayo (Cancela a la NMX-C-084-ONNCCE-2006), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de noviembre de 2018.

- NMX-C-088-ONNCCE-2019, Industria de la construcción – Agregados pétreos – Determinación de impurezas orgánicas en el agregado fino – Método de ensayo (Cancela al PROY-NMX-C-088-ONNCCE-2006 y a la NMX-C-088-1997-ONNCCE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de abril de 2020.
- NMX-C-164-ONNCCE-2014, Industria de la construcción – Agregados – Determinación de la densidad relativa y absorción de agua del agregado grueso (Cancela a la Nmx-C-164-Onncce-2002), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de noviembre de 2014.
- NMX-C-165-ONNCCE-2014, Industria de la construcción – Agregados – Determinación de la densidad relativa y absorción de agua del agregado fino – Método de ensayo (Cancela a la NMX-C-165-ONNCCE-2004), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de diciembre de 2014.
- NMX-C-170-ONNCCE-2019, Industria de la construcción – Agregados – Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo al tamaño requerido para los ensayos (Cancela a la NMX-C-170-1997-ONNCCE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de septiembre de 2019.
- NMX-C-180-ONNCCE-2014, Industria de la construcción – Cementantes hidráulicos – Determinación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis de cementantes hidráulicos por medio de barras de mortero (Cancela a la NMX-C-180-ONNCCE-2010), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de noviembre de 2014.
- NMX-C-196-ONNCCE-2010, Industria de la construcción – Agregados – Determinación de la resistencia a la degradación por abrasión e impacto de agregados gruesos usando la máquina de los angeles (Cancela a la NMX-C-196-1984), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de octubre de 2010.
- NMX-C-205-ONNCCE-2005, Industria de la construcción – Concreto – Determinación de la resistencia del concreto a la congelación y deshielo acelerados (Cancela a la NMX-C-205-1979), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de abril de 2005.
- NMX-C-251-ONNCCE-2019, Industria de la construcción – Concreto hidráulico – Terminología (Cancela a la NMX-C-251-1997-ONNCCE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de septiembre de 2019.
- NMX-C-265-ONNCCE-2010, Industria de la construcción – Agregados para concreto hidráulico – Examen petrográfico – Método de ensayo (Cancela a la NMX-C-265-1984), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2010.
- NMX-C-271-ONNCCE-1999, Industria de la construcción – Agregados para concreto – Determinación de la reactividad potencial (Método químico) (Cancela a la NMX-C-271-1984) publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 1999.
- NMX-C-272-ONNCCE-1999, Industria de la construcción – Agregados – Reactividad potencial de rocas de carbonatos en agregados para concreto con los álcalis (Método del cilindro de roca) (Cancela a la NMX-C-272-1987), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 1999.
- NMX-C-282-ONNCCE-2004, Industria de la construcción – Agregados para concreto – Cambio de volumen de combinaciones cemento-agregado – Método de prueba (Cancela a la NMX-C-282-1984), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 01 de marzo de 2004.
- NMX-C-298-ONNCCE-2010, Industria de la construcción – Aditivos para concreto hidráulico – Determinación de la efectividad de las adiciones cementantes hidráulicas y aditivos químicos para prevenir o mitigar la expansión del concreto debido a la reacción álcali-sílice (Cancela a la NMX-C-298-1980), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de febrero de 2011.
- NMX-C-436-ONNCCE-2004, Industria de la construcción – Agregados para concreto – Coeficiente volumétrico (de forma) en agregado grueso – Método de prueba, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de marzo de 2004.
- NMX-C-493-ONNCCE-2018, Industria de la construcción – Geotecnia – Límites de consistencia de suelos – Método de ensayo (Cancela a la NMX-C-493-ONNCCE-2014), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de marzo de 2019.

3 Términos y definiciones

Para los propósitos de este anteproyecto de Norma Mexicana, los términos y definiciones dados en la NMX-C-251-ONNCCE-2019 (véase 2 Referencias) y los siguientes son aplicables.

3.1

abrasión del agregado

Es la resistencia que opone un agregado grueso al desgaste por abrasión e impacto.

3.2

agregados naturales

Son materiales de naturaleza pétreo que pueden proceder de minas, de bancos de extracción, de la trituración o también resultantes de un proceso industrial que, al ser mezclados con cementantes permiten, según el caso, la elaboración de concretos y morteros.

3.3

agregados reciclados

Son materiales provenientes de la trituración de concretos que han sido desechados por no cumplir con alguna especificación o, que provienen de la demolición de estructuras que cumplieron su vida útil de forma natural, o por algún siniestro, o simplemente son residuos de la industria de la construcción de origen pétreo; se entiende también por agregado reciclado a los concretos tratados mediante procesos químicos de deshidratación para inhibir el proceso de fraguado en el concreto fresco que, después de un proceso determinado, el fabricante puede obtener el residuo de concreto y aprovechar el agregado resultante para fabricar concreto nuevamente.

El resultado final de estos materiales puede resultar en arena reciclada o grava reciclada de distintos tamaños de acuerdo con el uso que se les dará; su uso principal es sustituir en un porcentaje a los agregados naturales empleados en la fabricación de concreto hidráulico.

3.4

coeficiente volumétrico

Es la relación que existe entre la suma de los volúmenes de las partículas representativas del agregado grueso que componen una muestra y la suma de los volúmenes de las esferas que circunscriben a cada partícula de dicha muestra.

3.5

contracción lineal

Determina el porcentaje de variación en la longitud de una muestra al disminuir su contenido de agua desde el límite líquido hasta el límite de contracción, respecto de su longitud inicial.

3.6

intemperismo

Es el efecto de la acción del medio ambiente sobre los agregados en su estado natural.

3.7

estados de consistencia de un suelo

Son las diferentes condiciones que presenta un suelo de acuerdo con su contenido de agua, las cuales pueden ser: líquido, semilíquido, plástico, semisólido y sólido.

3.8

laboratorio de ensayos

Persona moral acreditada que cuenta con la infraestructura y con la capacidad técnica para realizar ensayos a los materiales, suelos, estructuras o instalaciones de una construcción. También se le conoce como laboratorio de control de calidad.

Nota 1. Cuando se requieran mediciones o ensayos de laboratorio, la verificación se efectúa con laboratorios acreditados, salvo que éstos no existan para la medición o ensayo específico, en cuyo caso, el ensayo se puede realizar en otros laboratorios preferentemente acreditados. Se entiende como laboratorio preferentemente acreditado aquél que se encuentra acreditado en el marco de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) para algún ensayo normalizado semejante al solicitado.

3.9**límites de consistencia**

Son las fronteras que delimitan los estados de consistencia de un suelo cuando se somete a un proceso de secado, establecidos convencionalmente como: límite de plasticidad, límite de cohesión, límite de adhesión y límite de contracción.

3.10**límites de plasticidad****3.10.1****límite líquido**

El contenido de agua, en porcentaje, de un suelo en la frontera definida convencionalmente entre el estado semilíquido y el estado plástico.

3.10.2**límite plástico**

El contenido de agua, en porcentaje, de un suelo en la frontera definida convencionalmente entre el estado plástico y el estado semisólido.

3.10.3**índice plástico**

Es el intervalo de contenido de agua en el cual un suelo se comporta plásticamente. Numéricamente, es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

3.11**módulo de finura**

Es la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados en las mallas de 4,75 mm (No. 4), 2,36 mm (No. 8), 1,18 mm (No. 16), 0,600 mm (No. 30), 0,300 mm (No. 50) y 0,150 mm (No. 100), divididos entre 100, aplicable **al agregado fino**.

3.12**reactividad potencial**

Es la medida de la susceptibilidad para que ocurran reacciones químicas cuyos efectos son cambios volumétricos adversos a la integridad del concreto, que tienen lugar con cierta clase de agregados cuando éstos entran en contacto con la pasta de cemento; las reacciones ocurren entre la sílice o el carbonato de ciertas rocas o minerales que forman parte de los agregados y los álcalis (óxido de sodio y de potasio), que normalmente provienen del cemento. Estas reacciones se conocen como reacción álcali-sílice y álcali-carbonato.

3.13**sustancias nocivas**

Se consideran sustancias nocivas en los agregados **a**: terrones de arcilla, finos con propiedades plásticas, partículas deleznable, carbón y lignito, materia orgánica, material fino que pasa la malla de 0,075 mm (No 200), agregados potencialmente reactivos con los álcalis del cemento, materiales intemperizados, y materiales con limitada resistencia al impacto y a la abrasión.

4 Clasificación**4.1 Por tamaño de partícula****4.1.1 Agregado reciclado fino**

Es el material comúnmente conocido como arena reciclada que pasa por la malla de 4,75 mm (No. 4) y se retiene en la malla de 0,075 mm (No. 200) y cuya composición granulométrica varía entre límites especificados.

4.1.2 Agregado reciclado grueso

Es el material comúnmente conocido como grava reciclada que se retiene en la malla de 4,75 mm (No. 4) y pasa totalmente por la malla de 75 mm (3 pulgadas) y cuya composición granulométrica varía entre límites especificados.

4.2 Por masa unitaria

La masa unitaria también es conocida como masa volumétrica.

4.2.1 Ligeros

Aquellos que producen concretos con masa unitaria menores que $1\,900\text{ kg/m}^3$, sin la presencia de elementos que generen aire o gas.

4.2.2 Normal

Aquellos que producen concretos con una masa unitaria de $1\,900\text{ kg/m}^3$ a $2\,400\text{ kg/m}^3$.

4.2.3 Pesados

Aquellos que producen concretos con una masa unitaria mayor que $2\,400\text{ kg/m}^3$.

5 Especificaciones

5.1 Diseño

El concreto hidráulico elaborado con agregado reciclado no debe ser usado para concretos diseñados por durabilidad. Asimismo, la resistencia máxima especificada para concretos elaborados con estos agregados no debe ser mayor a 20 MPa.

El contenido de agregados que componen la mezcla de concreto debe estar formado por un mínimo de 80 % de agregado natural y un máximo de 20 % de agregado reciclado, en peso.

El agregado reciclado no debe contener más de 5 % de residuos provenientes de la industria de la construcción, tales como tabique, ladrillo, yeso, aplanados, acabados, cerámica, tierra natural, tezontle, tepetate, porcelanatos, entre otros. Dicha verificación se debe realizar mediante análisis petrográfico de acuerdo con la NMX-C-265-ONNCCE-2010 (véase 2 Referencias).

5.2 Uso

El uso del concreto hidráulico elaborado con agregados reciclados es limitado; no debe aplicarse en elementos estructurales de importancia como cimentaciones, columnas, trabes, contratraves, capiteles, pisos industriales, pavimentos vehiculares, cerramientos, dovelas, muros de carga, entre otros. El uso del agregado reciclado está restringido al cumplimiento de las propiedades físicas del mismo y a las propiedades mecánicas obtenidas del concreto hidráulico elaborado con él, sin embargo, los agregados podrán usarse siempre y cuando existan antecedentes de comportamiento aceptable en el concreto elaborado con ellos, o bien, que los resultados de los ensayos realizados a estos concretos sean satisfactorios; los agregados se pueden usar siempre que se haga un ajuste apropiado en el proporcionamiento del concreto, para compensar las deficiencias en el parámetro afectado.

5.3 Almacenamiento de agregados reciclados como producto terminado

El agregado reciclado debe permanecer almacenado hasta el proceso de producción de concreto en contenedores o espacios delimitados exclusivamente para su almacenamiento; no se debe permitir la contaminación de los materiales. Dicho espacio debe permanecer cubierto y protegido de las acciones del clima en un ambiente estable, libre de corrientes de agua por acciones de la naturaleza o por tomas industriales de agua cercanas a este.

Cuando se tenga más de un tipo de agregado reciclado debe almacenarse de acuerdo con el proceso de reciclaje, por lo que, cada tipo de agregado debe contar con un almacenamiento diferente que cumpla con lo indicado en el párrafo anterior.

5.4 Granulometría para los agregados reciclados fino y grueso

Los agregados objeto de este anteproyecto de norma de acuerdo con su tipo deben cumplir con la granulometría que se especifica a continuación según corresponda.

5.4.1 Agregado reciclado fino

Debe cumplir con los límites granulométricos que se indican a continuación:

- a) Estar dentro de los límites establecidos en la Tabla 1 de este anteproyecto de norma, excepto en los casos que se indican en los párrafos c y d de este inciso.
- b) El módulo de finura se requiere que esté comprendido entre 2,30 y 3,10.
- c) El retenido parcial de la masa total en cualquier malla no debe ser mayor que 45 %. Pueden aumentarse los porcentajes del retenido acumulado de la masa ensayada en las mallas 0,300 mm (No. 50) y 0,150 mm (No. 100) a 95 % y 100 %, respectivamente, siempre y cuando el contenido de cemento del concreto en que se vaya a utilizar el agregado reciclado sea mayor que 240 kg/m³ para concreto con aire incluido, o mayor que 300 kg/m³ para concreto sin aire incluido o bien, añadiendo un **material fino** (cementante) que supla la deficiencia de material que pase por estas cribas.
- d) En el caso que los agregados reciclados que se pretendan emplear no cumplan con las tolerancias indicadas en los incisos a, b, y c, estos, pueden usarse siempre y cuando existan antecedentes de comportamiento aceptable en el concreto elaborado con ellos, o bien, que los resultados de los ensayos realizados a estos concretos sean satisfactorios; los agregados se pueden usar siempre que se haga un ajuste apropiado en el proporcionamiento del concreto, para compensar las deficiencias en la granulometría.

Tabla 1 – Límites de granulometría para agregado reciclado fino

Malla	Material acumulado en masa, en porcentaje; % que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 - 100
2,36 mm (No. 8)	80 - 100
1,18 mm (No. 16)	50 - 85
0,600 mm (No. 30)	25 - 60
0,300 mm (No. 50)	10 - 30
0,150 mm (No. 100)	2 - 10

Esta determinación se debe realizar de acuerdo con lo establecido en 7.1.1.

5.4.2 Agregado reciclado grueso

Debe cumplir con los límites granulométricos que establece la Tabla 2.

Cuando se tengan agregados reciclados gruesos fuera de los límites indicados en la Tabla 2, se deben procesar para que satisfagan dichos límites.

En el caso de aceptar que los agregados reciclados no cumplan con estos límites debe ajustarse el proporcionamiento del concreto para compensar las deficiencias granulométricas, por lo tanto, debe demostrarse que el concreto elaborado tiene un comportamiento adecuado.

Esta determinación se debe realizar de acuerdo con lo establecido en 7.1.2.

5.5 Coeficiente volumétrico (de forma)

Los agregados reciclados gruesos deben tener un coeficiente volumétrico mayor o igual que 0,20.

En caso de utilizar agregados con coeficiente volumétrico menor que 0,20, debe realizarse un estudio que muestre el impacto de su uso y hacer los ajustes correspondientes en las mezclas de concreto, para satisfacer los requisitos de cohesión, trabajabilidad, módulo de elasticidad y contracción requeridos por el cliente.

Esta determinación se debe realizar de acuerdo con lo establecido en 7.2.

5.6 Sustancias nocivas

Los límites establecidos para las sustancias nocivas son los que se indican en 5.6.1. y 5.6.2.

5.6.1 Sustancias nocivas en el agregado reciclado fino

5.6.1.1 La cantidad de terrones de arcilla, partículas deleznable y carbón o lignito en la arena reciclada, no deben exceder los límites que establece la Tabla 3 de este anteproyecto de norma.

Esta determinación se debe realizar de acuerdo con lo establecido en el inciso 7.3.1. y 7.3.2.

5.6.1.2 Impurezas orgánicas (materia orgánica)

La arena reciclada debe estar libre de cantidades perjudiciales de impurezas orgánicas. Los agregados reciclados después de efectuar el ensayo de impurezas orgánicas, que den un color más oscuro que la coloración No. 3, deben rechazarse, excepto, si se demuestra que la coloración es debida a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas semejantes, o bien, si se demuestra que el efecto de las impurezas orgánicas en morteros ensayados a la edad de 7 días, dan resistencias calculadas no menores que el 95 %, conforme al método que establece la NMX-C-076-ONNCCE-2019 (véase 2 Referencias).

Esta determinación se debe realizar de acuerdo con lo establecido en 7.3.3.

5.6.1.3 Materiales finos que pasan por la malla de 0,075 mm (No. 200)

El material fino de los agregados reciclados que pasa por la malla de 0,075 mm (No. 200) debe ser menor o igual que 15 %. Este valor, queda condicionado por los parámetros de plasticidad y contracción lineal (véase Tabla 4). La determinación se realiza de acuerdo con lo indicado en la NMX-C-084-ONNCCE-2018 (véase 2 Referencias).

Tabla 2 – Límites granulométricos del agregado reciclado grueso, en masa, en porcentaje que pasa

Tamaño nominal, mm (pulg)	100 (4)	90 (3 ½)	75 (3)	63 (2 ½)	50 (2)	37,5 (1 ½)	25 (1)	19 (¾)	12,5 (½)	9,5 (3/8)	4,75 (No. 4)	2,36 (No. 8)	1,18 (No.16)
90,0 a 37,5 (3 ½ a 1 ½)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
63,0 a 37,5 (2 ½ a 1 ½)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
50,0 a 25,0 (2 a 1)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
50,0 a 4,75 (2 a No. 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-
37,5 a 19,0 (1 ½ a ¾)	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-
37,5 a 4,75 (1 ½ a No. 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-
25,0 a 12,5 (1 a ½)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-
25,0 a 9,5 (1 a 3/8)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-
25,0 a 4,75 (1 a No. 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-
19,0 a 9,5 (¾ a 3/8)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-
19,0 a 4,75 (¾ a No. 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-
12,5 a 4,75 (½ a No. 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-
9,5 a 2,36 (3/8 a No. 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Tabla 3 – Límites máximos de terrones de arcilla, partículas deleznales, carbón y lignito en el agregado reciclado fino

Concepto	Material máximo permisible en la masa total de la muestra, en %
Terrones de arcilla y partículas deleznales	3,0
Carbón y lignito	1,0

Tabla 4 – Cantidades de material máximas permisibles menor que la malla de 0,075 mm (No. 200) en los agregados reciclados

Límite líquido	Índice plástico	Material máximo permisible en masa que pasa por la malla de 0,075 mm (No. 200), en %
Hasta 25	Hasta 5	15,0
Hasta 25	6 – 10	13,0
Hasta 25	11 – 15	6,0
26 – 35	Hasta 5	13,0
26 – 35	6 – 10	10,0
26 – 35	11 – 15	5,0
36 – 40	Hasta 5	10,0

La contracción lineal del material que pasa la malla de 0,425 mm (No. 40) no debe ser mayor que el 2 % en todos los casos.

Nota 2. La aceptación del material con base en los límites de plasticidad está condicionado al cumplimiento simultáneo del contenido de materia orgánica (véase 5.6.1.2).

Los límites de plasticidad se determinan de acuerdo con lo establecido en la NMX-C-493-ONNCCE-2014 (véase 2. Referencias).

5.6.2 Sustancias nocivas en el agregado reciclado grueso

Se deben cumplir con los límites que establece la Tabla 5.

Puede aceptarse el agregado reciclado grueso cuyos resultados en los ensayos no cumplan los límites que establece la Tabla 5, si se demuestra que, en concretos de propiedades semejantes, elaborados con agregados reciclados de la misma fuente, acusan un comportamiento satisfactorio en condiciones de intemperismo semejantes a las que va a someterse al nuevo concreto.

Esta determinación se debe realizar de acuerdo con lo establecido en 7.6.

Cuando no puedan conseguirse los agregados reciclados con la calidad adecuada para satisfacer los requisitos mencionados, éstos pueden alcanzarse al ser sometidos al tratamiento adecuado.

Tabla 5 – Límites máximos de contaminación y requisitos físicos de calidad del agregado reciclado grueso

Grupo	Elementos	Total de terrones de arcilla y partículas deleznales	Material fino que pasa por la malla de 0,075 mm (No. 200)	Carbón y lignito	Pérdida por abrasión (véase nota 3)	Pérdida en el ensayo de sanidad (Intemperismo acelerado 5 ciclos) en %	
		%	%	%	%	Na ₂ SO ₄	MgSO ₄
R	Fabricados con concretos reciclados	3,0	1,0	1,0	50	15	20

La Tabla 5 establece los contenidos máximos permisibles de sustancias nocivas en los agregados reciclados: terrones de arcilla y partículas deleznable, material más fino que la malla de 0,075 mm (No. 200), carbón y/o lignito, y material con limitaciones en cuanto a su resistencia a la abrasión y a su resistencia a los efectos de cristalización producidas por sales de sulfato de sodio o magnesio.

Esta especificación se verifica de acuerdo con lo establecido en 7.3.1, 7.3.2, 7.4.1, 7.6.1, 7.6.2 y 7.7.

Nota 3. La pérdida por abrasión del agregado debe ser determinada en una muestra con granulometría lo más cercana a la que va a ser usada en la producción de concreto. Cuando se use más de un tamaño o más de una granulometría en un solo tamaño, el límite de abrasión debe de aplicarse a cada una de ellas.

5.7 Reactividad potencial (reacción álcali-agregado)

Para la elaboración de concreto debe evitarse el uso de agregados reciclados finos y gruesos que contengan rocas y minerales identificados como potencialmente reactivos con los álcalis. Esto es aplicable cuando el concreto en servicio vaya a estar en contacto permanente, o en periodos prolongados, con agua o rodeado de condiciones húmedas (humedad relativa $\geq 80\%$).

Si las expansiones obtenidas rebasan los límites máximos permisibles, tal como se ilustra en las Figuras 1 y 2, se considera confirmado el carácter reactivo de los agregados y su empleo debe quedar condicionado a la aplicación de las siguientes medidas:

- Utilizar un cemento Pórtland con bajo contenido de álcalis: menor o igual que 0,60 % (de la masa del cemento) si la reacción es álcali - sílice y menor o igual que 0,40 %, si la reacción es álcali – carbonato, o bien, hacer ajustes necesarios al diseño para que el contenido total de álcalis en la mezcla de concreto, aportados por sus diversos componentes no exceda de 3,0 kg/m³. Si este recurso no es factible, entonces la medida pertinente consiste en incorporar al concreto un material (por ejemplo: adición mineral) que sea efectivo para inhibir la acción álcali - agregado.
- En el caso de la reacción álcali - sílice, ciertos aditivos minerales en la mezcla de concreto son capaces de inhibir satisfactoriamente sus efectos deletéreos, lo cual puede verificarse mediante ensayos de expansión en mortero como se indica en la NMX-C-298-ONNCCE-2010 (véase 2. Referencias).
- Cuando la reacción es álcali - carbonato, hay menos expectativas de éxito con el uso de aditivos minerales para inhibir sus efectos. En este caso, la capacidad inhibidora del aditivo puede verificarse con ensayos de expansión en concreto con agregados reactivos en cuestión y un cementante compuesto por el cemento de uso previsto y el aditivo propuesto, determinando la expansión por medio de la NMX-C-272-ONNCCE-1999 (véase 2 Referencias).

Si aun así la expansión resulta excesiva, las opciones que deben evaluarse para evitar el riesgo de una reacción deletérea álcali - carbonato, son:

- a) Cambiar la fuente de suministro de los agregados reciclados por otra no reactiva

Efectuar una explotación selectiva de las fuentes de suministro para desechar el material reactivo o bien mezclar con otro material para reducir su proporción, en ambos casos a no más de 15 % del total de los agregados. Deben efectuarse los ensayos correspondientes para determinar la expansión resultante.

Seleccionar el cemento cuyo contenido de álcalis sea menor a los límites antes mencionados, para obtener una expansión tolerable del concreto conforme al método de ensayo correspondiente.

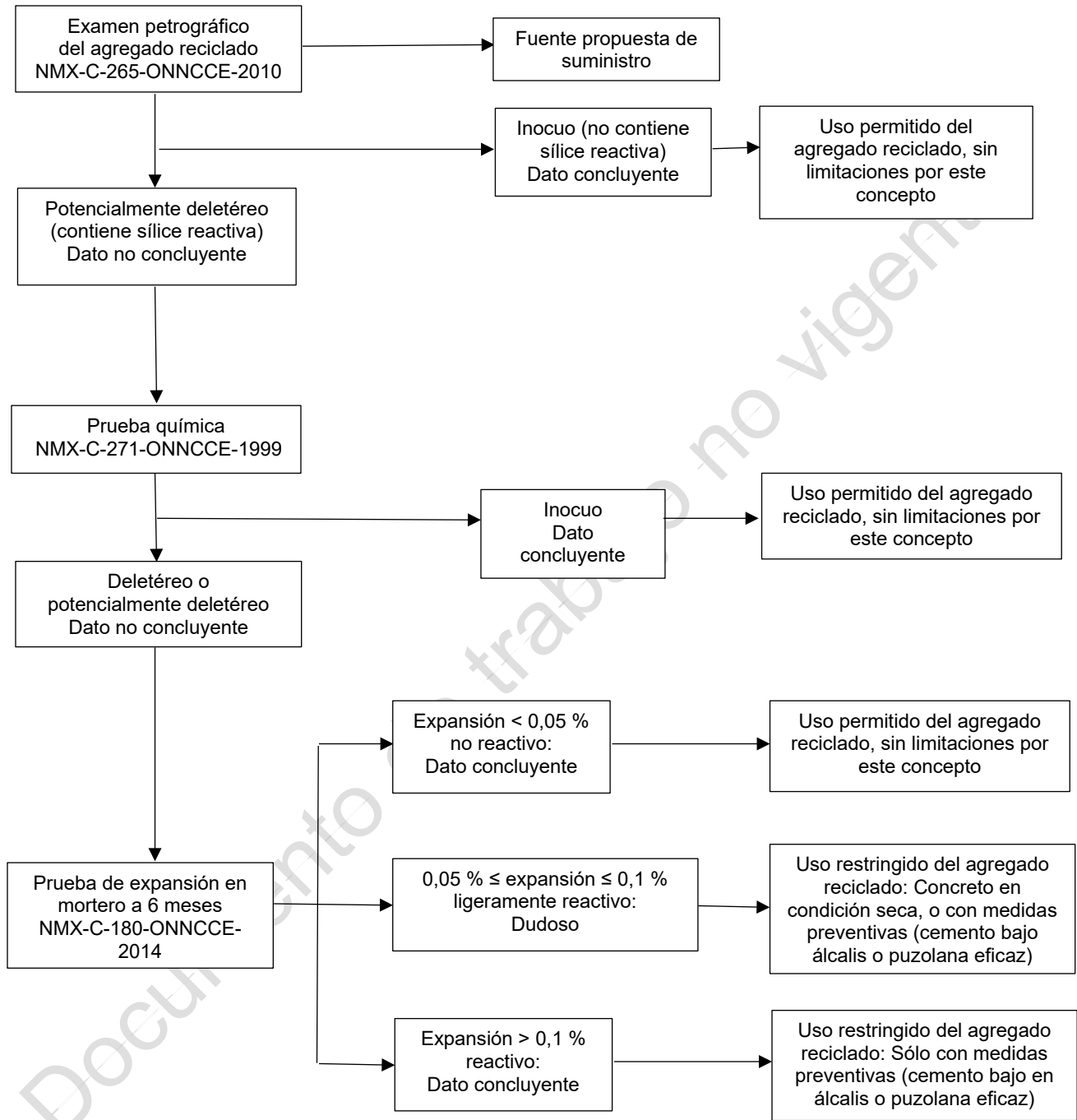


Figura 1 – Criterios de interpretación de resultados cuando los agregados reciclados presentan reactividad potencial álcali – sílice

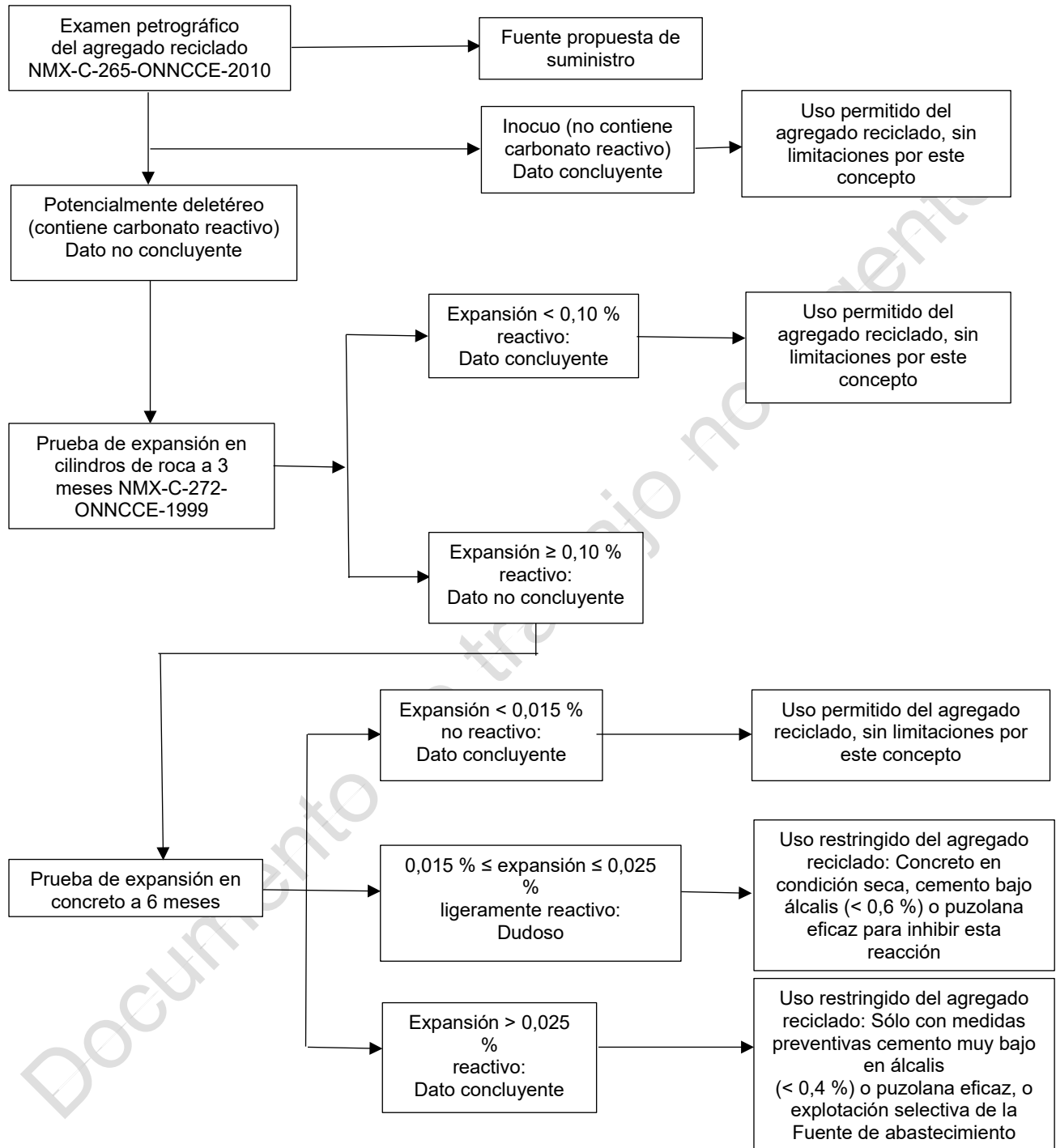


Figura 2 – Criterios de interpretación de resultados cuando los agregados reciclados presentan reactividad potencial álcali – carbonato

Esta especificación se debe verificar de acuerdo con lo establecido en 7.5.

5.8 Sanidad (intemperismo acelerado)

5.8.1 Agregados reciclados finos

Los agregados reciclados finos se sujetan a cinco ciclos, con sulfato de sodio o con sulfato de magnesio. La pérdida resultante en el ensayo de intemperismo no debe exceder los siguientes valores: en sulfato de sodio (NaSO₄) 12 %, en sulfato de magnesio (MgSO₄) 18 %.

Esta determinación se debe realizar de acuerdo con lo establecido en 7.6.1.

Los agregados reciclados finos que no cumplan con lo descrito en el párrafo anterior pueden aceptarse si existen antecedentes escritos del empleo de los mismos en concreto con propiedades semejantes, elaborados con agregados reciclados de la misma fuente, que acusen un comportamiento satisfactorio en condiciones de intemperismo semejantes a las que se va a someter al nuevo concreto.

Los agregados reciclados finos que no cumplan con lo requerido en párrafos anteriores pueden aceptarse si se obtienen por el usuario resultados satisfactorios en concretos que se sometan al ensayo de congelación y deshielo conforme a lo indicado en la NMX-C-205-ONNCCE-2005 (véase 2 Referencias).

5.8.2 Agregados reciclados gruesos

Estos agregados deben cumplir los límites establecidos en la Tabla 5. Esta determinación se debe realizar de acuerdo con lo establecido en 7.6.2.

Los agregados reciclados gruesos que no cumplan con lo descrito en el párrafo anterior pueden aceptarse si existen antecedentes escritos del empleo de los mismos en concreto con propiedades semejantes, elaborados con agregados reciclados de la misma fuente, que acusen un comportamiento satisfactorio en condiciones de intemperismo semejantes a las que se va a someter al nuevo concreto.

Los agregados reciclados gruesos que no cumplan con lo requerido en párrafos anteriores pueden aceptarse si se obtienen por el usuario resultados satisfactorios en concretos que se sometan al ensayo de congelación y deshielo conforme a lo indicado en la NMX-C-205-ONNCCE-2005 (véase 2 Referencias).

5.9 Abrasión (desgaste)

Los agregados reciclados gruesos deben cumplir con los límites que establece la Tabla 5 de este anteproyecto de norma; la determinación se debe realizar conforme al método de ensayo indicado en la NMX-C-196-ONNCCE-2010 (véase 2 Referencias) determinado con base en la granulometría original de la muestra. Esto es aplicable en casos donde el concreto vaya a ser sometido a efectos de abrasión y deba mostrar un buen desempeño.

6 Muestreo

Debe tomarse una muestra representativa de los agregados reciclados conforme a la NMX-C-030-ONNCCE-2004 (véase 2 Referencias) y reducirla por cuarteo conforme a la NMX-C-170-ONNCCE-2019 (véase 2 Referencias), hasta dejar una muestra del tamaño requerido para hacer los ensayos que indica el presente anteproyecto de Norma Mexicana.

7 Método de ensayo

7.1 Granulometría

7.1.1 La determinación de la granulometría del agregado reciclado fino objeto del presente anteproyecto de norma se debe realizar de acuerdo con la NMX-C-077-ONNCCE-2019 (véase 2 Referencias).

7.1.2 La determinación de la granulometría del agregado reciclado grueso objeto del presente anteproyecto de norma se debe realizar de acuerdo con la NMX-C-077-ONNCCE-2019 (véase 2 Referencias).

7.2 Coeficiente volumétrico (de forma)

La determinación del coeficiente volumétrico (de forma) en los agregados reciclados objeto del presente anteproyecto de norma se debe realizar de acuerdo con la NMX-C-436-ONNCCE-2004 (véase 2 Referencias).

7.3 Sustancias nocivas

7.3.1 Terrones de arcilla y partículas deleznable en los agregados reciclados fino y grueso

La determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas deleznable en los agregados reciclados fino y grueso se debe realizar de acuerdo con la NMX-C-071-ONNCCE-2004 (véase 2 Referencias).

7.3.2 Carbón y lignito en los agregados reciclados fino y grueso

La determinación del contenido del carbón y lignito en los agregados reciclados fino y grueso se debe realizar de acuerdo con la NMX-C-072-1997-ONNCCE (véase 2 Referencias).

7.3.3 Impurezas orgánicas (Materia orgánica)

La determinación del contenido de impurezas orgánicas en los agregados reciclados finos se debe realizar de acuerdo con la NMX-C-088-ONNCCE-2019 (véase 2 Referencias).

7.4 Agregados reciclados finos que pasan por la malla de 0,075 mm (No. 200)

7.4.1 Mezcla de agregados reciclados finos y gruesos

El contenido máximo de material fino que pasa por la malla de 0,075 mm (No. 200), está en función de los límites de consistencia de Atterberg, obtenidos de acuerdo con la NMX-C-493-ONNCCE-2018 (véase 2 Referencias) a partir de los materiales que pasan la malla de 0,425 mm (No. 40).

La determinación del contenido de material fino que pasa por la malla de 0,075 mm (No. 200) en los agregados reciclados finos y gruesos se debe realizar de acuerdo con la NMX-C-084-ONNCCE-2018 (véase 2 Referencias).

7.5 Reactividad potencial (reacción álcali – agregado)

Para determinar la reactividad potencial de los agregados reciclados, debe realizarse un examen petrográfico con el método de ensayo de la NMX-C-265-ONNCCE-2010 (véase 2 Referencias). Si los agregados reciclados disponibles son potencialmente reactivos y no hay al parecer alternativa de cambio, debe hacerse lo siguiente:

En el caso de los agregados reciclados constituidos por sílice, primero se hace un análisis químico conforme al método de ensayo de la NMX-C-271-ONNCCE-1999 (véase 2 Referencias). Tras confirmar su potencial reactivo, se determina entonces la expansión conforme al método de ensayo de la NMX-C-180-ONNCCE-2014 (véase 2 Referencias).

En el caso de la reacción álcali - sílice, ciertos adicionantes minerales en la mezcla de concreto son capaces de inhibir satisfactoriamente sus efectos deletéreos, lo cual puede verificarse mediante ensayos de expansión en mortero como se indica en el método de ensayo de la NMX-C-298-ONNCCE-2010 (véase 2 Referencias).

La capacidad inhibidora del adicionante mineral puede verificarse con ensayos de expansión en concreto con agregados reciclados reactivos en cuestión y un cementante compuesto por el cemento de uso previsto y el adicionante mineral propuesto, determinando la expansión por medio de la NMX-C-282-ONNCCE-2004 (véase 2 Referencias).

7.6 Sanidad (intemperismo acelerado)

7.6.1 Agregado reciclado fino

La determinación de la sanidad en los agregados reciclados finos se realiza de acuerdo con la NMX-C-075-ONNCCE-2018 (véase 2 Referencias).

7.6.2 Agregado reciclado grueso

La determinación de la sanidad en los agregados reciclados gruesos se realiza de acuerdo con la NMX-C-075-ONNCCE-2018 (véase 2 Referencias).

7.7 Abrasión (desgaste)

La determinación de la abrasión de los agregados reciclados objeto del presente anteproyecto de norma se realiza de acuerdo con la NMX-C-196-ONNCCE-2010 (véase 2 Referencias), determinado con base en la granulometría original de la muestra.

7.8 Absorción y densidad del agregado reciclado fino

La determinación de la absorción y densidad relativa de los agregados reciclados finos se realiza de acuerdo con la NMX-C-165-ONNCCE-2014 (véase 2 Referencias).

7.9 Absorción y densidad del agregado reciclado grueso

La determinación de la absorción y densidad relativa de los agregados reciclados gruesos se realiza de acuerdo con la NMX-C-164-ONNCCE-2014 (véase 2 Referencias) a excepción de lo siguiente: el agregado reciclado no debe sumergirse en agua por un periodo de 24 ± 4 h; en lugar de ello, debe tomarse la consideración de llegar al estado saturado y superficialmente seco desde que el material se encuentra seco, agregando agua hasta lograr dicha condición, es decir, se lleva en forma inversa a lo especificado en dicha norma.

7.10 Masa volumétrica de agregados reciclados finos y gruesos

La determinación de las masas volumétricas suelta y compacta de los agregados reciclados finos y gruesos se realiza de acuerdo con la NMX-C-073-ONNCCE-2004 (véase 2 Referencias) a excepción de lo siguiente: el agregado reciclado no debe sumergirse en agua por un periodo de 24 ± 4 h; en lugar de ello, debe tomarse la consideración de llegar al estado saturado y superficialmente seco desde que el material se encuentra seco, agregando agua hasta lograr dicha condición, es decir, se lleva en forma inversa a lo especificado en dicha norma.

8 Vigencia

La presente norma mexicana entra en vigor a los sesenta días naturales siguientes de su declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación.

9 Concordancia con Normas Internacionales

Este anteproyecto de Norma Mexicana no es equivalente (NEQ) con ninguna Norma Internacional.

10 Bibliografía

- [1] ASTM C33 / C33M-18, Standard Specification for Concrete Aggregates, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018.
- [2] ASTM C1105-08a(2016), Standard Test Method for Length Change of Concrete Due to Alkali-Carbonate Rock Reaction, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016.
- [3] NMX-C-251-ONNCCE-2019, Industria de la construcción – Concreto hidráulico – Terminología (Cancela a la NMX-C-251-1997-ONNCCE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de septiembre de 2019.
- [4] NMX-Z-013-SCFI-2015 Guía para la estructuración y redacción de normas, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación el 18 de noviembre de 2015.
- [5] NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.
- [6] Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto, 2017 (12.7).
- [7] Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Libro 6. Normas para muestreo y pruebas de materiales, equipos y sistemas, Parte 6.01 Carreteras y Autopistas, Título 6.01.01 Terracerías, Capítulo 6.01.01.002. Muestreo y Prueba de Materiales para Terracerías.
- [8] United States, Concrete manual: a manual for the control of concrete construction, Edición: 8th, Denver: U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Reclamation: for sale by the Supt. of Docs., U.S. Govt. Print. Off., 1975.
- [9] W. Martínez-Molina, A.A. Torres-Acosta, E.M. Alonso-Guzmán, H.L. Chávez-García, H. Hernández-Barrios, C. Lara-Gómez, W. Martínez-Alonso, J.T. Pérez-Quiroz, J. A. Bedolla-Arroyo, F. M. González-Valdéz. Concreto reciclado: una revisión, Revista ALCONPAT, V. 5, No. 3, Septiembre - Diciembre 2015, Páginas 235 – 248.



Organismo Nacional de Normalización y
Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

ANTEPROYECTO DE NORMA MEXICANA **APROY-NMX-C-582-ONNCCE-2021**

**Industria de la Construcción – Agregados Reciclados para
Concreto Hidráulico – Especificaciones y Métodos de Ensayo**
*Building Industry – Recycled Aggregates for Hydraulic Concrete – Specifications
and Test Methods*

Queda totalmente prohibida la reproducción, intercambio o distribución total o parcial
de cualquiera de sus apartados en cualquier soporte mecánico o digital.