

## GENERACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y NORMATIVA APLICABLE EN LA CIUDAD DE MÉXICO

ALEXANDRA OSSA LÓPEZ

Y MARÍA NEFTALÍ ROJAS VALENCIA

Por siglos, la industria de la construcción ha consumido una cantidad importante de recursos naturales, los cuales, son extraídos de minas, bancos naturales y canteras de roca. Con estos materiales se construyen a diario pequeñas y grandes obras de infraestructura en el mundo. En este artículo se aborda el tema de la generación y reciclaje de residuos de la construcción, particularmente, en la Ciudad de México con la legislación en la materia.

Como producto de sus actividades, la industria de la construcción genera toneladas de residuos que son denominados de construcción y demolición (RCD), los cuales, alcanzan cifras anuales del orden de 10 mil millones de toneladas (véase tabla 1) (Wang *et al.*, 2019).

En México, de acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2020), la generación total estimada de RCD para 2018 fue de 10.15 millones de toneladas, lo cual, representa 0.70% del total de todos los tipos de residuos generados.

Tabla 1. Estimación de la generación de RCD en México para 2018

Tipo de obra	Generación (t)	Generación (%)
Edificación	1,593,512.64	16
Agua, riego y saneamiento	900,576.75	9
Electricidad y telecomunicaciones	536,280.50	5
Transporte y urbanización	3,880,234.01	38
Petróleo y petroquímica	1,049,782.31	10
Otras construcciones	2,192,936.43	22
<b>Total</b>	<b>10,153,322.63</b>	<b>100</b>

La generación de RCD en la ciudad capital produce una demanda alta de espacios para su eliminación; sin embargo, sólo existen algunos sitios de tratamiento regulados, lo que hace que gran cantidad de estos residuos se transporte a otros estados, o en su defecto, se deposite en tiraderos clandestinos de RCD (TCRCD) y sus volúmenes no sean cuantificados.

### Legislación y normativa en materia de RCD

Existen diversas disposiciones legales relacionadas con los residuos de construcción y demolición. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) es de carácter federal. Su objeto es garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable. La ley establece una clasificación de los residuos en función de sus características y orígenes: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP).

La Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal tiene por objeto regular la gestión integral de los residuos sólidos; esta ley clasifica los residuos sólidos como urbanos o de manejo especial; en su reglamento se establece la forma de aplicación de la norma.

En el contexto de estas dos leyes, los residuos de construcción y demolición son un subgrupo de los residuos de manejo especial.

La Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal tiene como principal objetivo definir los principios mediante los cuales se habrá de formular, conducir y evaluar la política ambiental de la ciudad.

Por su parte, la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable en la Ciudad de México busca reducir de manera gradual las emisiones producidas, con la meta de lograr cero emisiones para 2050.

La NOM-161-SEMARNAT-2011 establece los criterios para clasificar a los RME y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

La NOM-083-SEMARNAT-2003 especifica la protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

La NACDMX-007-RNAT-2019 establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción y demolición en la Ciudad de México. Esta norma fue actualizada y sustituyó a la NADF-007-RNAT-2013.

## Generalidades de la NACDMX-007-RNAT-2019

Con esta nueva versión de la norma se pretende brindar una guía para la formulación de planes de manejo de los residuos, así como definir especificaciones para las diferentes actividades de manejo de éstos. Los residuos deberán seleccionarse de acuerdo con esta clasificación en su lugar de origen y entregarse en los sitios autorizados por la Sedema o la autoridad ambiental competente.

La NACDMX-007-RNAT-2019 promueve maximizar el uso de los diferentes tipos de RCD, con base en dicha norma, todos los tipos de agregados reciclados pueden ser utilizados en obra o edificación al 100%. Aquellos elementos que no son estructurales pueden llevar agregados reciclados en su composición, tal como se describe a continuación.

Los residuos de concreto al 100% se pueden usar en bases y subbases; con el mismo porcentaje, los residuos de concreto armado pueden utilizarse para bases hidráulicas en caminos y estacionamientos.

Los residuos pétreos al 100% se pueden usar para concretos hidráulicos para la construcción de firmes, ciclopistas, banquetas, guarniciones y mobiliario urbano. Para terraplenes, pedraplenes, acostillamiento de tuberías, conformación de terrenos, rellenos de cimentaciones y jardines se recomienda su uso al 35%.

Los agregados provenientes de mampostería o pétreos con recubrimiento pueden emplearse al 100% en bases, subbases en camino y estacionamientos, construcción de andadores y trotapistas, bases para ciclopistas, firmes, guarniciones y banquetas. Estos materiales se emplean al 35% para construcción de terraplenes, pedraplenes, cobertura y caminos interiores de rellenos sanitarios; material para lecho, acostillamiento de tuberías y relleno de cepas; material para la conformación de terrenos, relleno en jardineras, relleno de cimentaciones, caminos de jardines y construcción de banquetas, guarniciones y bordillos.

Finalmente, en el caso de los agregados pertenecientes a la categoría de asfálticos, se recomienda el empleo de 90% para bases asfálticas o negras y diferentes concretos asfálticos elaborados en caliente, templados, tibios o elaborados en frío. Para bases asfálticas espumadas y microcarpetas en frío, se recomienda utilizar 35%.

## Investigaciones en el ámbito del aprovechamiento de los RCD

En las coordinaciones de Ingeniería Ambiental y de Geotecnia del Instituto de Ingeniería de la UNAM se llevan a cabo investigaciones con el objetivo de desarrollar y aplicar tecnologías o procesos que promuevan y permitan el uso o reciclaje de RCD, a fin de valorizarlos, reducir consumos de energía y lograr que sea mínima la cantidad que se desecha. En lo que sigue se enumeran algunos de ellos.

## Diseño de ladrillos-AR

Los productos o especímenes se componen por restos de excavación (arcilla), residuos de tala y de construcción triturados, integrados por un aditivo natural: una mezcla de agua con mucílago de nopal, como se puede ver en la figura 1.

Su elaboración se apega a las normativas (NMXC-038-ONNCCE-2004) en cuanto a dimensiones, a resistencia a la compresión (NMX-036-ONNCCE-2004), a absorción de agua máxima inicial (NMX-037-ONNCCE-2005), así como a características para uso estructural y no estructural (NMXC-441-ONNCCE-2013, NMX-C-404-ONNCCE-2005).



Figura 1. Imágenes que ilustran los ladrillos-AR

## Concretos asfálticos

Estos concretos son elaborados con un ligante asfáltico, agregado pétreo convencional y diferentes porcentajes de agregados reciclados provenientes de la trituración de RCD tipo A (concreto simple) para las fracciones gruesas, así como tipos A y D (concreto simple con fragmentos de mampostería con recubrimiento) para las fracciones finas (ver Figura 2).



Figura 2. Ejecución de pruebas en concreto asfáltico elaborado con RCD triturado (García Salas, 2014)

### Otros usos

Finalmente, en el II-UNAM se han utilizado los RCD para la construcción de gaviones, cilindros, banquetas y jardines, tal como se puede ver en la secuencia fotográfica de la figura 3.

### Conclusiones y recomendaciones

En México, cada día se trabaja con mayor interés y conocimiento para hacer que la reutilización, el reciclaje y la valorización de los residuos de construcción crezca de manera exponencial para que las generaciones futuras tengan mejor calidad de vida en cuanto a los recursos naturales que nuestro país brinda.

Las iniciativas, la creación de leyes, la normativa centradas en el reciclaje y la reutilización de RCD contribuyen a la generación de una cultura social y económica para la mejora y eficiencia de distintos proyectos en la ciudad.

La participación de la población es fundamental en el proceso de reciclaje de los residuos de la construcción, al ser generadora de residuos y consumidora de los materiales

provenientes del reciclaje. México se suma a países como Holanda, Dinamarca, España y Alemania, entre otros, que regulan la disposición de residuos de construcción. El reciclaje debe implementarse desde la concepción misma de un plan integral, que deberá adecuarse a cada situación particular considerando el impacto y consumo de recursos.

### Referencias

- Andrade-Castillo, I. (2021). Legislación y normatividad de residuos de la construcción y demolición en CDMX. 1er Encuentro Latinoamericano de Residuos de la Construcción y Demolición.
- Wang, J.; H. Wu, V.; W. Tam y J. Zuo (2019). Considering life-cycle environmental impacts and society's willingness for optimizing construction and demolition waste management fee: An empirical study of China. *Journal of Clean Production* 206: 1004-1014.
- García-Salas, J. L. (2014). Empleo de Residuos de Concreto y Demolición en la Construcción de carpetas asfálticas. Instituto Politécnico Nacional. EZIA Zacatenco.



Figura 3. Otros usos de los RCD en las instalaciones del Instituto de Ingeniería, UNAM: a) gaviones y cilindros; b) jardines; c) relleno; d) banquetas