

ECONOMÍA CIRCULAR: CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE MEZCLAS PVR PARA USOS EN CONSTRUCCIÓN

Arroyo, Emmanuel A. ^a; Duarte, Javier ^a; Neudeck, Néstor ^a;
Wojtovicz, Marcos N. ^a; Frick, Mario Santiago ^b.

^a Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil. Laboratorio de Ingeniería Civil (LIC). Misiones, Argentina.

^b Municipalidad de Oberá. Dirección de Servicios Públicos y Ambiente. Departamento de Gestión Integral de Residuos y Economía Circular. Misiones, Argentina.

E-mails: ing.arroyoemmanuel@gmail.com, javier.duarte@fio.unam.edu.ar, neudeck@fio.unam.edu.ar,
mnwojtovicz@gmail.com, fricksantiago@gmail.com.

Resumen

Se abordan dos problemas interrelacionados: la acumulación de residuos no renovables y la falta de oportunidades laborales. Desde un relevamiento efectuado en la planta de separación de residuos del municipio de Oberá se detectó la carencia de re inserción en la cadena de suministros para los plásticos y algunos tipos de vidrios específicos. A partir de un criterio de economía circular como solución a esta problemática, se decidió estudiar las propiedades mecánicas de materiales elaborados a partir de mezclas de plásticos y vidrios reciclados (PVR). A través de la reutilización de dichos materiales se busca reducir el impacto ambiental y promover la generación de emprendimientos alrededor del usufructo de estos materiales nuevos. El presente trabajo, desarrollado en el Laboratorio de Ingeniería Civil (LIC), se enfoca en el análisis de mezclas PVR, proponiendo medir sus propiedades mecánicas a partir de ensayos de tracción por flexión y compresión, y la evaluación del comportamiento mecánico de estas, proporcionando bases para su aplicación en la construcción y promoviendo un modelo económico sostenible. Se espera obtener un muestreo de datos suficiente para establecer valores característicos de resistencia, además de otros datos probabilísticos, que serán estudiados en una etapa siguiente.

Palabras Clave – Economía circular, Reutilización de materiales, Industria de la construcción, Reciclaje.

1 Introducción

En la actualidad la acumulación de residuos no renovables y la carencia en materia de salida laboral representan desafíos para las sociedades globales, desde el punto de vista que parecieran hechos aislados (y de hecho lo son), a pesar de concatenarse en una acción concreta. El auge del consumo masivo y la obsolescencia programada, como menciona Zhoupeng Yang ^[1], han llevado a una producción sin precedentes de residuos, con impactos negativos en el medio ambiente. Plásticos, metales pesados y productos electrónicos desechados se acumulan en vertederos y océanos, contribuyendo a la degradación ambiental y al cambio climático. La falta de una gestión eficiente y de políticas robustas en materia de economía circular, según los autores C. de Miguel, K. Martínez, M. Pereira y M. Kohout ^[2], agrava esta situación, generando montañas de basura que tardarán siglos en descomponerse.

Simultáneamente, la falta de empleo adecuado es una realidad acuciante para muchas personas alrededor del mundo. La automatización, la globalización y las crisis económicas recurrentes han erosionado las oportunidades laborales, especialmente en sectores tradicionales como la manufactura y la agricultura. La creciente brecha entre las habilidades demandadas por el mercado y las que poseen los trabajadores exacerba el desempleo y la subocupación, afectando la estabilidad económica y social.

Estos problemas, aunque graves, también presentan una oportunidad única: la implementación de la economía circular. La economía circular es un modelo que busca redefinir el crecimiento, enfocándose en beneficios positivos para toda la sociedad. Implica diseñar productos y procesos industriales para reducir el desperdicio, mantener los productos y materiales en uso y regenerar sistemas naturales. En este contexto, la reutilización y el reciclaje de materiales juegan un papel crucial.

Los plásticos reciclados están encontrando nuevas aplicaciones en la industria de la construcción. Compañías innovadoras están utilizando plásticos reciclados para fabricar ladrillos y bloques de construcción. Estos materiales no solo son más sostenibles, sino que también ofrecen propiedades de aislamiento térmico y acústico superiores. Además, el uso de plásticos reciclados en la construcción ayuda a reducir la demanda de materiales tradicionales. Por otro lado, el vidrio reciclado es otro material que adquiere nuevas aplicaciones ya que puede ser reciclado indefinidamente sin perder calidad, convirtiéndose en un recurso valioso en la economía circular.

A través de la implementación de la economía circular en la industria de la construcción ^[3], no solo se puede mitigar el impacto ambiental de los residuos no renovables, sino que también se pueden generar nuevas oportunidades de empleo. Este enfoque requiere la voluntad política y el compromiso social para transformar la crisis de residuos en una oportunidad económica, beneficiando tanto al medio ambiente como a las comunidades.

Por tales motivos, el objetivo de este trabajo es caracterizar mezclas obtenidas de combinar plásticos y vidrios reciclados, mediante ensayos mecánicos y su posterior evaluación del comportamiento, para determinar si es factible emplear este nuevo material compuesto en la construcción civil, colaborando con la disminución de la contaminación y con la generación de trabajo.

2 Metodología

La hoja de ruta a seguir es la siguiente: mediante la dosificación de plásticos rígidos y flexibles combinados con vidrio reciclado, crear nuevas mezclas de materiales. Se moldean probetas y se someten a ensayos de tracción por flexión y compresión para evaluar su comportamiento mecánico y determinar su potencial aplicación en la industria de la construcción. La metodología incluye la evaluación de la resistencia y durabilidad de las mezclas, buscando optimizar sus propiedades para usos específicos.

3 Desarrollo

Los residuos utilizados en este proyecto son proporcionados por el Centro de Reciclaje “La Ponchada” en Oberá, Misiones. Estos residuos incluyen plásticos rígidos de carcasas de computadoras, impresoras y televisores, así como vidrio de ventanas y parabrisas. Se seleccionaron estos materiales porque no se reintegran en la cadena de suministro de otros productos, por lo que se busca agregarles valor y evitar que se conviertan en desechos.

Los plásticos se trituran ya que llegan en piezas completas. Por otro lado los vidrios previamente triturados en la planta se reducen manualmente en el laboratorio para obtener granulometrías menores. Posteriormente, se determina el peso unitario mediante el pesaje de una muestra compactada en un volumen conocido, siguiendo la norma IRAM 1548 ^[4]. Se realiza también un proceso donde los residuos pasan por una serie de tamices normalizados para obtener el tamaño máximo nominal (TMN) de cada material, según la norma IRAM 1505 ^[5].

Para la dosificación y elaboración de probetas, se decide la cantidad de cada material a mezclar con el fin de obtener probetas combinadas de plástico y vidrio. Los moldes utilizados son cilíndricos, con un diámetro de 5 cm y una altura de 10 cm, y rectangulares, con una sección de 4x4 cm y una longitud de 16 cm. Se utilizan porcentajes arbitrarios del volumen total del molde. Luego se pesa cada material según la dosificación y se mezcla en un recipiente adecuado. La mezcla se carga en el molde de la probeta y se lleva al horno a 200°C. Durante el proceso de fundición se realizan varias recargas extrayendo la probeta del horno, compactando la mezcla y recargando el molde antes de continuar con la fundición.

Una vez finalizado el proceso y enfriadas las probetas, se realizan ensayos de tracción por flexión y compresión para evaluar sus propiedades mecánicas. Estos ensayos se llevan a cabo en la prensa del laboratorio de ingeniería civil, aplicando la carga a una velocidad constante y utilizando un adquisidor de datos para medir la carga a lo largo del tiempo. El ensayo de tracción por flexión se realiza en las probetas rectangulares, aplicando la carga en el centro de su longitud. El ensayo de compresión se realiza tanto en los extremos de las probetas rectangulares como en las probetas cilíndricas. Los datos obtenidos permiten un análisis detallado del comportamiento de las probetas bajo diferentes tipos de esfuerzo, proporcionando información crucial sobre las propiedades mecánicas de los materiales combinados y posibles mejoras en el proceso de elaboración.

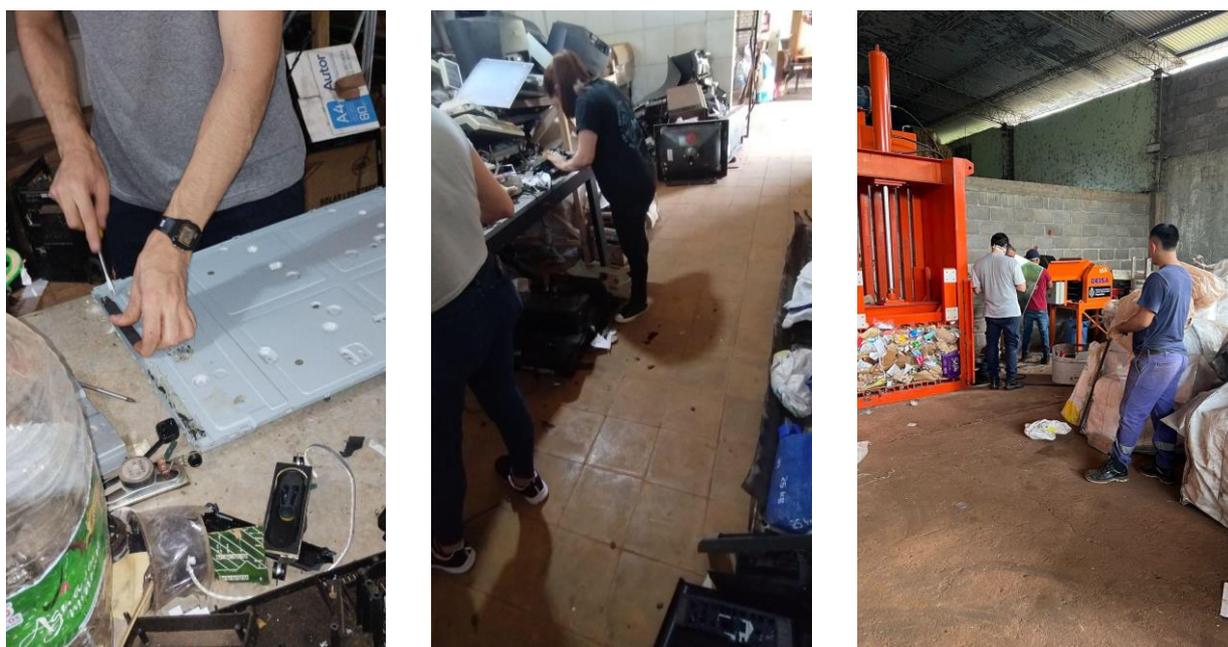


Fig. N°1. Obtención de los residuos en la planta de reciclaje “La Ponchada”, Oberá, Misiones.



Fig. N°2. Trituración del plástico.



Fig. N°3. Trituración del vidrio en la planta (izquierda) y en el laboratorio (derecha).



Fig. N°4. Proceso de Tamizado.



Fig. N°5. Clasificación del vidrio mediante tamices normalizados.



Fig. N°6. Preparación de una mezcla: vidrio, plástico rígido y flexible.



Fig. N°7. Ensayos a flexión (izquierda) y a compresión (derecha).

4 Resultados

Los ensayos preliminares indican que las mezclas de plásticos reciclados y vidrio presentan propiedades mecánicas interesantes para su aplicación en la construcción. Las pruebas de tracción por flexión y compresión revelan una buena resistencia, sugiriendo que estos materiales pueden ser utilizados en diversas aplicaciones constructivas. Los resultados respaldan la viabilidad de la economía circular en la industria de la construcción, demostrando que es posible crear materiales sostenibles y funcionales a partir de residuos reciclados.

Se realizaron 13 ensayos a tracción por flexión, donde la carga promedio de rotura fue de 178kgf con una desviación de 43kgf y un coeficiente de variación igual a 24%. También se registraron las deformaciones iniciales y a 7 días, en donde la recuperación media fue del 17.16%.

Por otro lado, se ensayaron 28 probetas a compresión, resultando una resistencia media a la compresión de 9,84 MPa, con una desviación estándar de 3,34 MPa y un coeficiente de variación igual al 33,93%. Las deformaciones obtenidas fueron bajas, como así también la recuperación del tamaño original.

5 Conclusiones

La implementación de la economía circular en la industria de la construcción no solo ayuda a mitigar el impacto ambiental de los residuos, sino que también ofrece una solución viable para la creación de empleo. Los materiales desarrollados a partir de plásticos y vidrio reciclados presentan propiedades adecuadas para su uso en construcción, promoviendo un modelo sostenible.

Este enfoque requiere de la voluntad política y el compromiso social para transformar la crisis de residuos en una oportunidad económica, beneficiando tanto al medio ambiente como a las comunidades. Es crucial que toda la sociedad se involucre, ya que la parte de tecnología de producción se deberá desarrollar en otras disciplinas de ingeniería, incluyendo el estudio de mercado, control de calidad, fabricación de herramientas y máquinas, entre otros aspectos.

6 Referencias

- [1] Yang, Z., “La obsolescencia programada”, (A2, pág. 5), Facultad de economía y empresa, universidad del país Vasco, Bilbao, 2016.
- [2] C. de Miguel, K. Martínez, M. Pereira y M. Kohout, “Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/120), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.
- [3] GBCe, Economía circular en la edificación, informe patrocinado, https://gbce.es/documentos/Informe_Economia-Circular.pdf.
- [4] IRAM 1548:2003, Agregados: Determinación de la densidad a granel y de los espacios vacíos.
- [5] IRAM 1505:2003, Agregados: Análisis granulométrico.