

Diplomado en Especialización en Construcción de Obras de Arquitectura
Junio 2025

Reciclaje en Uruguay y su aplicación en la construcción: Retos y oportunidades

Autor:

Fernando A. Jaime M.

Resumen - Este estudio aborda la integración del reciclaje en la industria de la construcción en Uruguay, un sector que genera un volumen significativo de residuos con un impacto ambiental considerable. Mediante una exhaustiva revisión documental e información disponible de actores clave, se identifican oportunidades y obstáculos significativos para la adopción de prácticas sostenibles. Se destacan barreras técnicas, económicas y normativas que representan desafíos concretos para implementar materiales reciclados. Se analizan casos nacionales e internacionales para contrastar experiencias y responder directamente a la pregunta central: ¿es viable utilizar materiales reciclados como alternativa a los tradicionales en la construcción? Los hallazgos indican que, a pesar de las dificultades, incorporar materiales reciclados es viable y promueve la innovación, el rediseño y la reducción del impacto ambiental en una industria históricamente intensiva en recursos. Los resultados clave revelan que el uso de materiales reciclados no solo es factible, sino que también impulsa la economía circular y la corresponsabilidad sectorial. La transformación de residuos en recursos valiosos ofrece una vía tangible hacia la edificación de un futuro más respetuoso con el medio ambiente en Uruguay.

Palabras clave. Construcción, Economía, Innovación, Reciclaje, Sostenibilidad.

Abstract - This study addresses the integration of recycling in the construction industry in Uruguay, a sector that generates a significant volume of waste with a considerable environmental impact. Through an exhaustive documentary review and available information from key stakeholders, significant opportunities and obstacles for the adoption of sustainable practices are identified. Technical, economic, and regulatory barriers are highlighted as concrete challenges to implementing recycled materials. National and international cases are analyzed to compare experiences and directly address the central question: Is it viable to use recycled materials as an alternative to traditional ones in construction? The findings indicate that, despite the challenges, incorporating recycled materials is viable and promotes innovation, redesign, and the reduction of environmental impact in an industry historically intensive in resource use. Key results reveal that the use of recycled materials is not only feasible but also drives the circular economy and sectoral co-responsibility. The transformation of waste into valuable resources offers a tangible path toward building a more environmentally respectful future in Uruguay.

Keywords. Construction, Economy, Innovation, Recycling, Sustainability.

1. Introducción

Por lo general, el consumo masivo genera gran cantidad de residuos, especialmente en la construcción. En Uruguay, este sector es uno de los mayores generadores, con el vertedero de Felipe Cardoso en Montevideo recibiendo 277.400 toneladas de Residuos de Obras de la Construcción (ROC) solo en 2018, de las cuales solo el 26% era reutilizable, lo que destaca la urgencia de buscar soluciones sostenibles. Este estudio analiza la integración del reciclaje en la construcción uruguaya, buscando reducir el impacto ambiental, fomentar la eficiencia e impulsar una economía circular. Además de indagar las iniciativas prometedoras existentes en el mercado, y analizar su crecimiento en el ámbito de la construcción.

La investigación busca superar estas barreras, evaluando productos constructivos reciclados uruguayos. Al analizar sus propiedades, viabilidad y desempeño ambiental, se busca generar evidencia para impulsar su aplicación práctica. El objetivo es consolidar estas soluciones como alternativas confiables y viables, contribuyendo a la toma de decisiones informadas, apoyando la innovación productiva nacional y sentando bases para una construcción más consciente y resiliente, alineada con los diferentes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), tal como el ODS 9 que explora la innovación en la industria de la construcción a través del uso de materiales reciclados, impulsando nuevas infraestructuras y procesos productivos, o el ODS 12 cuyo enfoque central es la promoción de la economía circular, la reducción de residuos, el uso eficiente de los recursos y la valorización de materiales.

Este artículo se estructura en varias secciones principales, primero, se abordan los objetivos de la investigación y la metodología empleada. Posteriormente, se desarrolla el marco contextual, que incluye el estado del reciclaje en Uruguay, la normativa nacional y la aplicación de materiales reciclados en la construcción, junto con experiencias nacionales e internacionales relevantes. A continuación, se presenta un estudio de casos detallado sobre productos reciclados uruguayos aplicados en la construcción (URUPLAC, RCD reciclaje y Ekokrete), comparando sus aspectos técnicos, económicos y ambientales con alternativas tradicionales. Finalmente, se discuten las conclusiones derivadas de este análisis comparativo y se plantean recomendaciones para fomentar el uso de materiales reciclados en el sector

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Evaluar la viabilidad técnica, ambiental y económica de integrar productos de construcción elaborados con residuos reciclados en Uruguay, a través del estudio comparativo de soluciones nacionales frente a materiales tradicionales, identificando oportunidades y desafíos para su adopción en el sector.

2.2. Objetivos específicos

- Relevar el panorama actual de la gestión de residuos reciclados en Uruguay y su vínculo con la construcción.
- Comparar mediante datos de fichas técnicas, el desempeño de estos productos reciclados con sus equivalentes tradicionales.

- Identificar las barreras clave tecnológicas, normativas, de percepción y de mercado, que limitan su adopción masiva.
- Realizar una síntesis de resultados que resulten en recomendaciones estratégicas para promover el uso de materiales reciclados en proyectos de construcción sostenible en Uruguay.

2.3. Metodología de investigación

Dado el carácter emergente del sector de materiales reciclados en la construcción en Uruguay, se adopta un enfoque exploratorio-descriptivo y comparativo, justificado por su capacidad para integrar evidencia técnica y contextual, que permite comprender las dinámicas locales y formular recomendaciones prácticas fundamentadas. Este enfoque es idóneo para un sector en desarrollo, ya que facilita la exploración de tendencias y la descripción detallada de las características técnicas, económicas y ambientales de los materiales reciclados en el contexto uruguayo.

El trabajo se estructura en tres etapas complementarias:

- Revisión bibliográfica y documental: Se realiza un análisis exhaustivo de literatura técnica, académica y normativa relacionada con el reciclaje de residuos, la economía circular y el uso de materiales alternativos en la construcción, con énfasis en Uruguay. Se priorizan estudios locales, artículos de instituciones nacionales e internacionales y los marcos legales vigentes en el país para contextualizar la investigación.
- Estudio de casos: Se analizan productos uruguayos fabricados exclusivamente con materiales reciclados, seleccionados por su producción estable y datos verificables, como URUPLAC (chapas onduladas, paneles), RCD reciclaje (áridos, baldosas) y URUMIX Ecrete (revoque ecológico). La selección rigurosa de estos casos asegura la validez del análisis, al garantizar que los productos sean representativos y dispongan de información confiable sobre sus características, procesos productivos, aplicaciones en obras y aceptación en el mercado.
- Análisis comparativo: Se comparan los aspectos técnicos, ambientales y económicos de estos productos reciclados con sus equivalentes tradicionales, utilizando fichas técnicas, datos de laboratorio, entrevistas a actores clave y normativa vigente. Este contraste permite identificar ventajas, limitaciones y oportunidades de mejora.

Esta metodología integra evidencia técnica y contextual, asegurando la validez del análisis mediante criterios de selección robustos, con el objetivo de generar recomendaciones concretas para promover el uso de materiales reciclados en la construcción en Uruguay.

3. Marco contextual

3.1. El reciclaje de residuos en Uruguay

Uruguay enfrenta un desafío significativo en la gestión de residuos debido al acelerado desarrollo urbano e industrial. Según el Ministerio de Ambiente (2021), el país genera anualmente más de cuatro millones de toneladas de residuos sólidos, que incluyen desechos domiciliarios, comerciales, industriales, de construcción y demolición, y residuos especiales. Para comprender la magnitud del problema, es importante considerar que, aunque materiales como plásticos y electrónicos

representan un bajo porcentaje del volumen total, su impacto ambiental y sanitario es desproporcionado debido a su persistencia y potencial contaminante (Gau Angelo y Zamboni Rossi, 2023; Pittaluga y Pirrocco, 2021).

Este problema no solo afecta el medio ambiente, sino que también tiene profundas implicaciones sociales. La generación de microplásticos y la amenaza a la biodiversidad son preocupaciones ecológicas críticas, mientras que las comunidades vulnerables, especialmente los clasificadores informales, enfrentan condiciones de riesgo y exclusión social (Licandro y Barreiro, 2011). En este contexto, Uruguay ha implementado marcos regulatorios como la Ley N.º 19.829 y el plan "Uruguay + Circular". Sin embargo, los avances son limitados debido a sistemas insuficientes de separación en origen, recolección diferenciada y valorización de materiales, junto con una baja tasa de recuperación efectiva. Según el Ministerio de Ambiente (2021), el Decreto N.º 260/007 (2007) y Roda y Pigola (2021), se necesita mayor inversión en infraestructura y políticas públicas para abordar este desafío de manera integral.

El proceso de reciclaje, complejo por el volumen diario de residuos y la necesidad de separación temprana, involucra a diversos actores. Las cooperativas de clasificadores, integradas principalmente por personas en situación de exclusión social, desempeñan un papel fundamental en la recuperación y clasificación de materiales. No obstante, operan con recursos limitados y sin una integración formal al sistema, lo que constituye un gran desafío para el sector (Ministerio de Ambiente, 2021; Licandro y Barreiro, 2011). La infraestructura nacional cuenta con plantas de clasificación y algunas instalaciones privadas para el reciclaje mecánico de materiales como PET, polietileno, papel, cartón, metales y vidrio, pero estos procesos generan productos de bajo valor agregado (CEMPRE, 2021; Gau Angelo y Zamboni Rossi, 2023).

A pesar de estos esfuerzos, el sistema enfrenta obstáculos significativos que impiden avanzar hacia una economía circular efectiva. Entre los problemas más críticos destacan la ausencia de incentivos económicos y el bajo precio del material reciclado, junto con la falta de coordinación interinstitucional, altos costos logísticos y dificultades en la trazabilidad y calidad de los materiales (Roda y Pigola, 2021; Ministerio de Ambiente, 2021). Para superar estos retos, diversos estudios proponen fortalecer las cooperativas, profesionalizar el sector, invertir en tecnología y desarrollar herramientas económicas que prioricen la valorización sobre el descarte (Pittaluga y Pirrocco, 2021; Roda y Pigola, 2021). En definitiva, el reciclaje en Uruguay es un desafío multidimensional que requiere voluntad política, inversión pública y la participación activa de todos los actores para consolidar un modelo verdaderamente circular.

3.2. Normativa nacional y políticas públicas vinculadas a la economía circular

En la última década, el país ha avanzado hacia una visión más sostenible en la gestión de residuos, sentando las bases para una economía circular. La promulgación de la Ley de Gestión de Residuos de Envases N.º 17.849 (Uruguay, 2004) y su decreto reglamentario N.º 260/007, marcó un hito al establecer principios de valorización para los envases y promover la responsabilidad extendida del productor, reconociendo que quienes introducen productos en el mercado deben responsabilizarse por los residuos que generan. Esta visión se consolidó con el Plan Nacional de Gestión de Residuos 2022–2032 del Ministerio de Ambiente, que busca repensar la producción y el consumo, priorizando la recuperación de materiales y el fortalecimiento del reciclaje para generar empleo verde (Ministerio

de Ambiente, 2021). Este plan reconoce el alto potencial de valorización de ciertos flujos de residuos, como plásticos, residuos de construcción y materiales orgánicos.

La normativa ambiental, impulsada por la preocupación por el impacto de los plásticos, ha avanzado con la Ley de bolsas plásticas (2018), que prohíbe las no compostables o biodegradables (ej: EN 13432, ISO 17088). Sin embargo, la implementación y las metas de recuperación de envases son un reto, evidenciado en la polémica entre la Cámara de Industrias y el Ministerio de Ambiente. Este último fijó metas ambiciosas de recuperación de PET (30% para 2023, 50% para 2025) para impulsar el reciclaje, afectado por la baja captación de PET posconsumo y su contrabando a Brasil por mejores precios (Pittaluga y Pirrocco, 2021).

En el ámbito de la calidad y la sostenibilidad, iniciativas como el Centro Tecnológico del Plástico (CTplas), una colaboración entre AUIP, CIU, LATU y FJR-UdelaR con cofinanciamiento de ANII (Pittaluga y Pirrocco, 2021), y el proyecto +CIRCULAR (financiado por ANDE y ejecutado por AUIP a través de CTplas), han sido fundamentales. Estos esfuerzos se dedican a fomentar el desarrollo sostenible de la industria plástica uruguaya, ofreciendo servicios tecnológicos, innovación y capacitación, y han demostrado un impacto positivo en la gestión, productividad y rentabilidad de empresas piloto (Bruno, [s.f.]).

La integración de materiales reciclados enfrenta barreras, especialmente en el sector farmacéutico, debido a la normativa y validación (Pittaluga y Pirrocco, 2021), lo que resalta la importancia de las certificaciones. Estos esfuerzos conllevan desafíos en la articulación de políticas y la visión compartida entre Estado, empresas, academia y sociedad civil. El sector de la construcción, gran consumidor de materiales, carece de normativas nacionales para residuos reciclados, limitando su validación e incorporación. Superar estas brechas es clave para la construcción sostenible y consolidar el reciclaje.

4. Aplicación de materiales reciclados en la construcción

La urgente necesidad de reintroducir los residuos en nuevos ciclos productivos, transformándolos de desechos en recursos valiosos, surge de su creciente acumulación global. En este sentido, la industria de la construcción, dada su envergadura y elevada demanda de insumos, se presenta como un sector fundamental para la incorporación de materiales reciclados.

Esta integración apunta a reducir el impacto ambiental, además de impulsar un diseño y una utilización de recursos más eficientes y responsables, generando perspectivas económicas, tecnológicas y estéticas alentadoras que benefician a múltiples sectores.

4.1. Beneficios técnicos, económicos y ambientales

La integración de materiales reciclados en la construcción ofrece beneficios multifacéticos. Desde una perspectiva ambiental, la reutilización de residuos es crucial para disminuir una acumulación global en vertederos y océanos, donde el 79% de los residuos plásticos producidos en 2015 se encontraban depositados (UNEP, 2018b). Su uso reduce la extracción de recursos vírgenes, disminuye la huella de carbono de la producción tradicional y requiere menos energía en su procesamiento, facilitando su propio ciclo de recuperación hacia una producción más sostenible.

Técnicamente, los materiales reciclados pueden aportar propiedades constructivas deseadas. Investigaciones avanzadas exploran materiales espumados biodegradables con mayor resistencia

térmica (Fabra, s.f.) y el desarrollo de bioplásticos, que amplían significativamente sus posibilidades de aplicación por ser de base biológica, biodegradables y/o compostables (Jankova, 2018).

Económicamente, el reciclaje y la reutilización generan ahorros sustanciales. Modelos basados en la reparación y reuso reducen el consumo de materiales, energía y mano de obra, traduciéndose en menores costos y mayor competitividad (Bruno, [s.f.]).

La economía circular también abre nuevas fuentes de ingresos, como servicios de reparación, y la producción local de materia prima reciclada disminuye la dependencia de insumos importados, que en Uruguay representaron un 42.5% del Valor Bruto de Producción para el sector de plástico y caucho en 2016 (Pittaluga y Pirrocco, 2021).

4.2. Experiencias nacionales e internacionales relevantes

En el escenario nacional, Uruguay está demostrando un creciente interés en la aplicación de materiales reciclados en la construcción, con diversas iniciativas empresariales explorando esta vía. El sector nacional de plástico y caucho, caracterizado por su bajo Valor Agregado Bruto (VAB) y una alta dependencia de insumos importados, presenta cuatro sub cadenas de valor domésticas con significativo potencial de escalamiento: PET, polietileno, PVC y caucho (Pittaluga y Pirrocco, 2021). Un ejemplo tangible de esta tendencia es la exitosa colaboración entre ATMA y Fábricas Nacionales de Cerveza (FNC), que ha permitido reciclar cerca de 52,500 casilleros de cerveza rotos para producir 50,000 nuevos casilleros 100% reciclados, eliminando el uso de plástico virgen. ATMA también está explorando la incorporación de material reciclado en baldes de pintura, aunque, por razones de normativa sanitaria, no emplean plásticos post-consumo en envases alimenticios.

Otras empresas uruguayas, como Strong S.A. y Pacifil S.A., son importantes importadoras de polietileno para el sector agropecuario y reciclan sus propios residuos para fabricar productos como postes de campo. Por su parte, Darnel Packaging S.A. se enfoca en empaques para alimentos utilizando poliestireno. En el ámbito del reciclaje de PET, Cristalpet S.A. y LEB S.A. han unido fuerzas para optimizar la producción de PET reciclado de calidad, avalado por normativas internacionales y embotelladoras. No obstante, el volumen de PET recuperado ha disminuido constantemente desde 2015, atribuido a la baja captación de PET post-consumo y a la exportación o contrabando hacia Brasil, donde los precios son más atractivos (2018c; Pittaluga y Pirrocco, 2021).

A nivel global, la producción de bioplásticos a partir de recursos biológicos es un mercado en expansión, proyectando un crecimiento del 15% entre 2019 y 2024 (Artigas, 2020), a pesar de representar actualmente solo el 1% del plástico producido anualmente (Pittaluga y Pirrocco, 2021). Casos exitosos como el Polietileno Verde (PE Verde) de Braskem, derivado de la caña de azúcar, y los bioplásticos pre-comerciales de INMET (Grupo Bioceres) a partir de residuos agroindustriales, demuestran la viabilidad de la biorefinería a gran escala, aunque el costo de estos últimos aún duplica el del polietileno tradicional. Estas experiencias internacionales refuerzan el inmenso potencial de transformar biomasa en bioproductos.

La tendencia global para enfrentar la contaminación plástica apunta a una combinación estratégica de políticas "aguas arriba" (rediseño, reducción, sustitución) y "aguas abajo" (reutilización, reciclaje, recuperación). Esto implica que la innovación debe trascender los productos, abarcando procesos y modelos de negocio para lograr una circularidad y sostenibilidad integral a lo largo de toda la cadena de valor. Uruguay, con sus avances y desafíos, se posiciona en este escenario, buscando consolidar

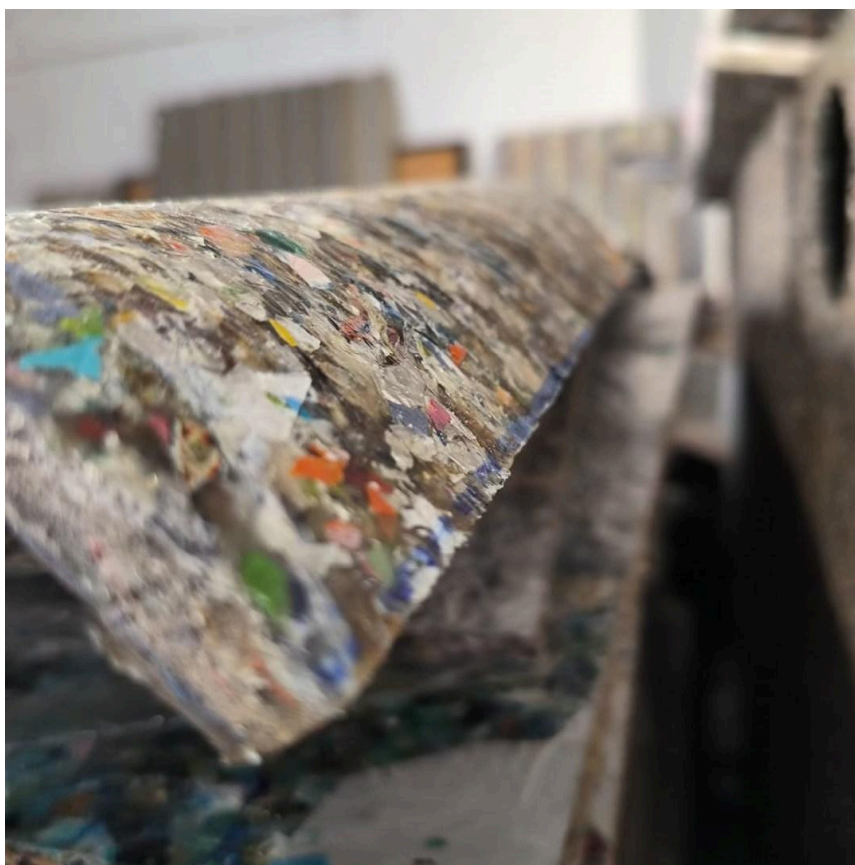
prácticas que transformen los residuos en recursos esenciales para un futuro constructivo más sostenible.

5. Estudio de casos: productos reciclados uruguayos aplicados en construcción

5.1. Chapa ondulada reciclada URUPLAC

URUPLAC es una empresa dedicada a la elaboración de productos a base de residuos, uno de estos productos consiste en chapas onduladas fabricadas a partir de plásticos reciclados. Nacida en 2012 como emprendimiento de dos socios con amplia experiencia en reciclaje, la empresa desarrolló una alternativa sostenible para materiales plásticos que antes no se reutilizaban localmente. En 2019 URUPLAC ganó el premio Uruguay Circular en categoría MiPyMEs, reconociendo su innovación en economía circular.

Imagen 1. Primer plano detalle del producto de Chapa Ondulada reciclada URUPLAC



Fuente. <https://uruplac.com.uy/>

5.1.1. Características técnicas

Estas chapas recicladas, de 2.44 m x 1.10 m y 10 mm de espesor con perfil de 6 ondas, ideadas para techos y revestimientos interiores/exteriores. Destacan por su alta resistencia mecánica, durabilidad (con garantías de hasta 10 años) e impermeabilidad, eliminando la corrosión de las chapas metálicas.

Su composición plástica y espesor otorgan un aislamiento térmico y acústico significativo, reduciendo el ruido y regulando la temperatura, superando a las chapas de zinc. No presentan condensación interna, previniendo goteos y hongos, un gran beneficio en usos agropecuarios. Además, son fáciles

de cortar y perforar con herramientas comunes, y su resistencia a microorganismos e insectos asegura una larga vida útil sin degradación.

Imagen 2. Ficha técnica del producto de Chapa Ondulada reciclada URUPLAC

	
Fichas Técnicas de Nuestros Productos	
FICHA TÉCNICA DE LA PLACA	FICHA TÉCNICA DE LA CHAPA
Medidas (mm) 2440 x 1220	Medidas (mm) 2440 x 1050
Espesores (mm) 10 (+/- 1)	Espesores (mm) 10 (+/- 1)
Peso (kg) 27	Peso (kg) 25
Densidad (kg/m ³) 960 +/- 210	Densidad (kg/m ³) 960 +/- 210
Humedad (%) 0.4 +/- 0.2	Humedad (%) 0.4 +/- 0.2
Absorción de agua (%) 0.8 +/- 0.2	Absorción de agua (%) 0.8 +/- 0.2
Hinchamiento cara de corte (%) 1.2 +/- 0.1	Hinchamiento cara de corte (%) 1.2 +/- 0.1
Tensión de Rotura (N) 791 +/- 50	Tensión de Rotura (N) 791 +/- 50
Dureza (kgf/cm ²) 660	Dureza (kgf/cm ²) 660
Arrancamiento de Tornillos (N) 355	Arrancamiento de Tornillos (N) 355
	Altura onda (mm) 50
	Paso (mm) 180
	
ACÚSTICO	ENSAYO RESISTENCIA AL FUEGO, HILO INCANDESCENTE
Emisión de 1kHz - aislación 64.5 %	Resistencia al fuego incandescente, ensayos a 650 C, el material no desarrolla llama.
Emisión 300 hz - aislación 56.3%	Es considerado un material Ignífugo
SOLIDEZ	FENOLES
Impacto muestra de laboratorio 5kg - Inalterado	Fenoles en lixiviado menores al 0.05mg/L
Resiste impactos de todo tipo de material	
ECOLÓGICO	
No contiene químico en su composición.	
Resistencia de microorganismos.	
Perdurable en el Tiempo.	
Termo formable a 120° C	
Dado el sistema de fabricación y por su composición, las Placas Ecológicas URUPLAC no pueden ser lijadas al salir de la prensa, por lo cual presentan diferencias de espesores.	

Ensayos realizados en el Laboratorio Industrial Montevideo SA bajo los requerimientos establecidos en la norma ISO 17025:2017

Fuente: https://uruplac.com.uy/wp-content/uploads/2025/05/Uruplac_Ficha-tecnica-placa-y-chapa.pdf

5.1.2. Características ambientales

Este producto, fabricado 100% con plástico reciclado, representa una solución innovadora para la gestión de residuos, evitando que toneladas de plástico terminen en vertederos o contaminando nuestros ecosistemas. Su producción, basada en la fusión y extrusión de plástico recuperado, es notablemente limpio, sin químicos nocivos ni emisiones significativas, lo que lo hace mucho más sostenible que la fabricación de materiales tradicionales.

Cada metro cuadrado de estas chapas no sólo reutiliza varios kilos de plástico, sino que también reduce la necesidad de extraer recursos vírgenes como petróleo o minerales, y disminuye las emisiones asociadas a su producción. Además, al ser termoplásticas, estas chapas pueden ser recicladas nuevamente al final de su vida útil, cerrando un ciclo virtuoso. Esto contrasta con las chapas de fibrocemento, que no son reciclables y terminan como desecho, o las metálicas, cuyo reciclaje requiere procesos de alta energía.

Comparadas con las chapas metálicas o de fibrocemento, la fabricación de estas chapas recicladas implica menores emisiones de CO₂ y un consumo energético significativamente inferior. Por ejemplo, la producción de acero galvanizado es intensiva en carbono, mientras que este producto aprovecha residuos existentes con un proceso más sencillo. Finalmente, al no contener asbesto ni emitir compuestos orgánicos volátiles, contribuyen a crear entornos constructivos más saludables y seguros.

5.1.3. Proceso productivo

La empresa recolecta y selecciona cuidadosamente residuos plásticos aptos, principalmente provenientes de envases, laminados y otros plásticos posconsumo. Estos materiales se trituran y limpian exhaustivamente para garantizar su calidad. Posteriormente, mediante procesos de extrusión o moldeo, se les da forma de planchas onduladas. El plástico fundido se lamina con el perfil ondulado deseado y se enfría, obteniendo paneles rígidos de alta durabilidad. Este proceso no requiere la adición de resinas, pegamentos ni fibras adicionales, ya que la rigidez se logra a través del diseño corrugado y el grosor de las planchas.

Para asegurar la homogeneidad de la mezcla de plásticos, crucial para la aceptación y calidad del producto, URUPLAC implementa un proceso de formulación controlada que combina diferentes tipos de plásticos posconsumo, ajustando cuidadosamente las proporciones para garantizar propiedades mecánicas consistentes, como resistencia y flexibilidad. Este procedimiento se alinea con estándares internacionales de reciclaje y calidad, como los principios de trazabilidad y manejo de residuos plásticos definidos en normas como la ISO 15270 y la EN 15343, adaptados a las condiciones locales de Uruguay.

Aunque no se menciona explícitamente en la información disponible que URUPLAC cuente con una certificación específica como EuCertPlast o la de AENOR para trazabilidad de plásticos reciclados, su proceso productivo refleja un compromiso con la calidad y la sostenibilidad, siguiendo prácticas que aseguran la homogeneidad y la fiabilidad del material reciclado.

Finalmente, las chapas se cortan a medidas estándar y se apilan para su distribución. Todo el proceso está diseñado para minimizar desechos, permitiendo que los recortes o piezas defectuosas reingresen al ciclo de fundido, promoviendo una economía circular eficiente y reduciendo el impacto ambiental.

Imagen 3. Materiales seleccionados y recolectados después de trituración y limpieza, antes del proceso de extrusión.



Fuente. <https://uruplac.com.uy/>

5.1.4. Aplicación en obras y aceptación

En la última década, las chapas URUPLAC han ganado terreno en construcciones livianas, techos y cerramientos urbanos y rurales en Uruguay. Su resistencia, aislamiento y capacidad para evitar la condensación las hacen idóneas para el sector agropecuario (galpones, establos), protegiendo cosechas y ganado. También se han convertido en una alternativa viable para viviendas de interés social y proyectos de autoconstrucción sostenible, incluso siendo incorporadas en diseños de arquitectura sostenible en la Universidad ORT, lo que valida su viabilidad en la arquitectura contemporánea.

El mercado ha reconocido gradualmente los beneficios de URUPLAC. A pesar de los prejuicios iniciales sobre materiales reciclados, su aceptación crece impulsada por el boca a boca de clientes satisfechos y una mayor presencia en ferreterías y barracas, donde se ofrecen a precios competitivos frente a materiales tradicionales. Además, no existen impedimentos normativos para su uso en techos, ya que cumplen funciones y se instalan siguiendo estándares constructivos tradicionales.

Sin embargo, la adopción masiva aún enfrenta un desafío cultural, que consiste en convencer a constructores y clientes de confiar en un material novedoso, cuando ya existe un proceso arraigado en el uso de materiales tradicionales. Para impulsar su demanda, las iniciativas públicas podrían desempeñar un papel crucial, incorporando chapas plásticas recicladas en proyectos municipales o estableciendo requisitos de material reciclado en nuevas construcciones.

Imagen 4. Aplicación de placas URUPLAC en techos, zona rural del territorio nacional.



Fuente. <https://uruplac.com.uy/>

5.2. Baldosas y adoquines ecológicos, RCD reciclaje

RCD reciclaje es un emprendimiento uruguayo pionero en la gestión y valorización de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Fundada en 2017 por un grupo de jóvenes arquitectos, la empresa instaló la primera planta de procesamiento de escombros del país. Su objetivo es transformar los escombros de obra, como restos de hormigón, mampostería, ladrillos, morteros, etc., en nuevos insumos para la construcción, integrándose a una economía circular y reduciendo la disposición final en vertederos.

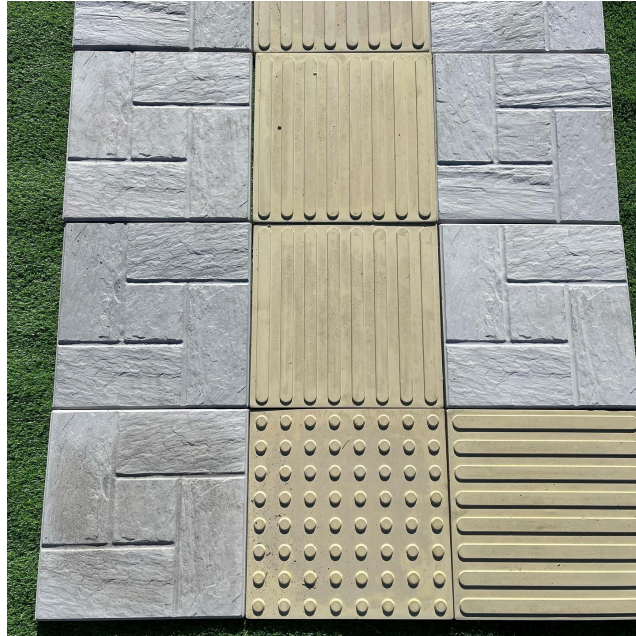
Éste emprendimiento, aunque relativamente joven, ha recibido apoyos y reconocimientos importantes, además fue financiada en etapas tempranas por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y programas de desarrollo circular, y obtuvo premios como “Uruguay Circular” (categoría MiPyME) y el Premio Nacional de Ambiente, lo que refleja su impacto innovador y crecimiento dentro del mercado nacional.

5.2.1. Características técnicas

RCD reciclaje transforma escombros de construcción en áridos reciclados (arena, gravilla, pedregullo) para rellenos, bases y morteros no estructurales, y fabricación de prefabricados de hormigón. Sus baldosas y adoquines ecológicos alcanzan la misma calidad y resistencia que los tradicionales, respaldado por pruebas de laboratorio que demuestran resistencias mecánicas equivalentes con escombros "limpio" y diseño de mezcla adecuado.

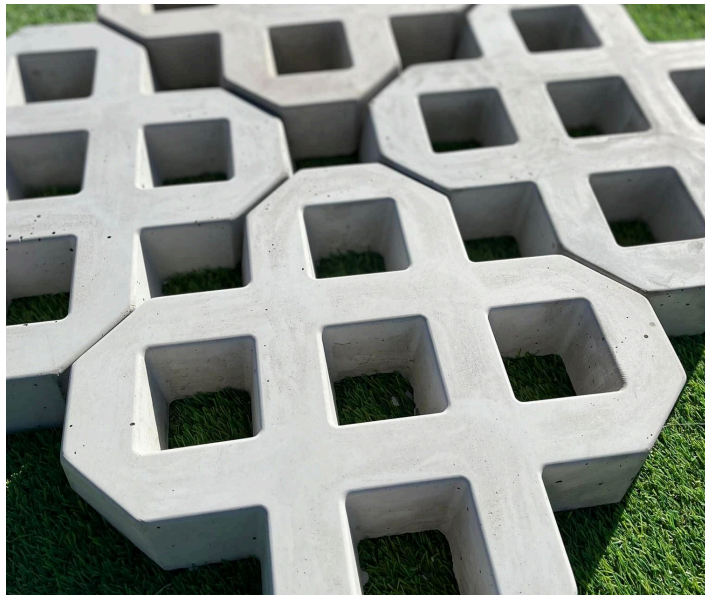
Aunque el reemplazo total de agregados reciclados puede reducir la resistencia del hormigón, RCD reciclaje lo minimiza mediante selección rigurosa, ajuste de cemento o mezcla con áridos naturales. Sus productos son más ligeros, con mejor aislamiento térmico y cumplen normas técnicas, controlando la absorción de agua. Siguen recomendaciones internacionales en espera de normativa específica en Uruguay.

Imagen 5. Baldosas ecológicas para veredas, producidas por RCD reciclaje



Fuente. <https://www.rcdreciclaje.com>

Imagen 6. Greenblock producido por RCD reciclaje



Fuente. <https://www.rcdreciclaje.com>

5.2.2. Características ambientales

La contribución ambiental de RCD reciclaje es innegable y multifacética. En primer lugar, cada tonelada de escombros procesados significa una tonelada menos de residuos destinados a vertederos,

un alivio crucial considerando que la construcción es el segundo mayor generador de desechos en Uruguay, con más del 90% de sus escombros tradicionalmente sin aprovechar. Aunque RCD reciclaje actualmente procesa una fracción (5-10%) del escombros que ingresa al vertedero de Montevideo, este material ahora se revaloriza, prolongando la vida útil del relleno sanitario Felipe Cardoso y mitigando focos de contaminación.

En segundo lugar, al reintroducir estos residuos como materia prima, se disminuye drásticamente la explotación de canteras y yacimientos naturales de arena y piedra. Como señala la cofundadora Giannina Ceruti, "cada metro cúbico de árido reciclado que se usa en vez de uno natural es menos extracción de arena de río o pedregullo de cantera, preservando recursos naturales y paisajes". Esto conlleva un ahorro significativo de energía y menores emisiones asociadas a la minería, al transporte de larga distancia y al procesamiento de agregados vírgenes. La producción de áridos reciclados consume hasta un 60% menos energía que la extracción de roca nueva, ya que el escombros está más cerca de los centros urbanos y es más fácil de triturar.

Aunque RCD reciclaje no reduce directamente la huella de carbono del cemento Portland, sí evita emisiones considerables derivadas de la producción de agregados naturales. Se estima que cada tonelada de árido reciclado utilizado previene entre 20 y 50 kg de CO₂ que se generarían por la obtención de áridos vírgenes (considerando maquinaria diésel y explosivos). Además, la correcta disposición y valorización de estos residuos previene emisiones por descomposición anaerobia que ocurrirían en basureros, un impacto que la empresa incluso cuantifica en un informe de "huella de carbono evitada" para sus clientes.

La circularidad de los productos, como la trituración y reutilización de baldosas recicladas, genera un impacto ambiental positivo, y, junto al fomento de la separación de "escombros limpio" en obra, mejora las prácticas ambientales y promueve la conciencia de reciclaje en la construcción.

Imagen 7. Clasificación de escombros de construcción para transformación de áridos reciclados.



Fuente. <https://www.rcdreciclaie.com>

5.2.3. Aplicaciones en obras y aceptación

RCD reciclaje ha ganado terreno en Uruguay con sus productos sostenibles. Sus baldosas ecológicas se usan en espacios públicos y sus áridos reciclados en obras privadas, reduciendo costos y huella de carbono para certificaciones. La aceptación domiciliaria crece, y junto a esto, la provisión para edificaciones de interés social.

Aunque el inicio fue difícil, la confianza ha aumentado gracias a demostraciones y premios. La empresa tiene puntos de venta y presencia online, y enviar escombros a RCD reciclaje es más barato que a vertederos, con descuentos en materiales reciclados. Invierten en concientización para superar la percepción logística.

Esta aceptación se debe a regulaciones, ventajas económicas y responsabilidad social. Aunque los áridos reciclados no son rutinarios, el nicho se expande. RCD reciclaje es clave para el "residuo cero" en la construcción en Uruguay, esperando masificación con la Ley de Residuos.

Imagen 8. Aplicación del producto Greenblock para pavimento de espacios exteriores



Fuente. <https://www.rcdreciclaie.com>

5.3. Revoque térmico reciclado Ecrete, URUMIX

Desarrollado por la empresa uruguaya URUMIX, es un revoque premezclado térmico e hidrófugo listo para usar en obra, compuesto íntegramente por materiales reciclados. Aunque comúnmente se le denomina "hormigón ecológico", técnicamente es un mortero ligero aislante diseñado para mejorar el aislamiento térmico en la construcción.

Introducido en 2020, responde a la creciente demanda de soluciones de eficiencia energética en edificaciones. Permite cumplir con la normativa de aislamiento térmico vigente en Montevideo desde 2010 para nuevas construcciones, a la vez que mejora el confort interior. Su principal innovación radica en la reutilización de poliestireno expandido, un residuo con un impacto ambiental significativo, transformándolo en un recurso valioso para la construcción sostenible.

Imagen 9. Empaque comercial del producto Ecrete de URUMIX.



Fuente. <https://www.urumix.com.uy/>

5.3.1. Características técnicas

Ecrete es un revoque con poliestireno expandido (EPS) reciclado que optimiza el aislamiento térmico en edificios. Con una densidad de 550 kg/m^3 , representa un tercio de un mortero convencional, y una conductividad térmica de $0.078 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, supera a los morteros tradicionales y ladrillos aislantes. Aplicando solo 3-4 cm, cumple con estándares Passivhaus, reduciendo el consumo energético y mejorando el confort.

Además de su rendimiento térmico, Ecrete mejora el aislamiento acústico (capas de 5 cm aumentan 40-50 dB), gracias a su estructura porosa. También es hidrófugo ($0.03\text{--}0.06 \text{ g/cm}^2\cdot\text{h}$), protegiendo muros de filtraciones. Su bajo peso reduce la carga estructural, beneficiando rehabilitaciones. De aplicación versátil (manual o mecánica) y calidad homogénea, el producto es seguro, ya que el mortero protege el EPS, cumpliendo con normas de reacción al fuego.

urumix®



REVOQUE TÉRMICO RECICLADO

Revoque térmico e hidrófugo pronto para usar

Gran poder de aislación térmica y acústica

No requiere mojar la pared para su aplicación

DESCRIPCIÓN

URUMIX ECOKRETE es un revoque térmico premezclado compuesto de materias primas de alto poder termo aislante, 100% recicladas.

Elaborado a base de scrap de poliestireno expandido reciclado, que es retirado de los desechos del medio ambiente, transformado y reutilizado 100% en un nuevo proceso industrial para fabricación de un revoque exterior e interior, cementicio y de alto coeficiente de aislación térmica, favoreciendo sustancialmente la eficiencia energética en edificios nuevos y en uso.

ECOKRETE solo se debe ser mezclado con agua y está listo para aplicar. Puede ser aplicado sobre paredes nuevas o restauradas, de forma manual o proyectable para el caso de grandes superficies.

Por su baja absorción capilar de agua destaca su gran poder hidrófugo, debe ser aplicado en espesores promedio nunca inferiores a los 20 mm, asegurando la impermeabilidad del muro con un adecuado balance térmico. En caso de espesores superiores, aplicar en capas nunca superiores a los 30 mm. Puede aplicarse sobre muros de mampostería cerámica (ticholos o ladrillos), bloques de hormigón o muros de hormigón armado, para este último caso se debe limpiar la superficie de eventuales residuos de desmoldantes utilizados en los encofrados, fundamentalmente desmoldantes a base de parafina. En caso de superficies de baja absorción capilar se consulte a nuestro departamento técnico para la recomendación de un promotor de adherencia adecuado previo a su aplicación.

Una vez aplicado debe ser protegido de los rayos UV mediante la aplicación de cualquier revestimiento cementicio (revoque o mezcla) dentro de los primeros 10 días posteriores a su aplicación.

CARACTERÍSTICAS

Densidad en seco550 kg/m³.

Coeficiente de aislación térmica.....0,078 w/mk.

Capacidad de aislamiento acústico...5cm de espesor entre 40 y 50 db.

Coeficiente de absorción capilar de agua...0,03 a 0,06 g/cm²/h.

MODO DE USO

La superficie o sustrato de aplicación debe ser consistente, estar limpia, seca, libre de polvo y restos de todo tipo de materiales, como ser desmoldantes o similares. La superficie debe ser plana. En caso de aplicación manual colocar primero el agua y luego agregar el producto en polvo mientras se va realizando la mezcla en trompo o hormigonera, mezclar durante 5 minutos y dejar reposar otros 3 minutos mínimo antes de aplicar.

APLICACIÓN CON MÁQUINAS REVOCADORAS:

Dependiendo el tipo de máquina deberá regular el caudalímetro entre 250 a 350 litros hora. Aplicar proyectando sobre la superficie utilizando fajas secas (reglas o bulines metálicos), una vez realizada la carga aplicar regla para nivelar y dejar reposar antes de aplicar fretacho. Se recomienda la colocación de placas de madera debajo de la pared a aplicar para poder reutilizar el desperdicio. En los encuentros de mampostería y hormigón se recomienda la utilización de malla de fibra antialcalina, para reforzar la tracción mecánica del revoque. Se recomienda la utilización de ROTOR-ESTATOR y MEZCLADOR indicados por el fabricante de la maquinaria para morteros de baja densidad (norma color amarillo).

RENDIMIENTO

Para revoques exteriores de 30 mm de espesor su rendimiento es de 1 metro cuadrado por cada bolsa.



eficiencia
energética

urumix.com.uy

Ruta 101 km 27.250 - CP 15500 - Canelones, Uruguay
Tel: (+598) 22882001

5.3.2. Características ambientales

La composición 100% reciclada en sus principales componentes, aborda directamente un problema ambiental crítico, que es el poliestireno expandido (EPS) post-consumo. Al reutilizar EPS de bandejas, embalajes y recortes de obra, que usualmente terminarían en vertederos por su bajo peso y dificultad de reciclaje, además les otorga una segunda vida útil que se extiende por décadas dentro de los edificios. Este proceso reduce drásticamente el enorme volumen que el EPS ocupa en los vertederos, contribuyendo significativamente a la gestión de residuos. Se estima que por cada metro cúbico de revoque de Ekokrete, se reutilizan aproximadamente 0.5 m³ de desechos de espuma de poliestireno, lo que evitaría que ocuparan 20 m³ de espacio en un vertedero de forma suelta.

El producto genera un impacto ambiental positivo durante toda la vida útil del edificio al mejorar sustancialmente la eficiencia energética. Un muro aislado con este revoque reduce significativamente la necesidad de calefacción en invierno y refrigeración en verano, especialmente en climas templados como el uruguayo, donde el mayor beneficio se observa en la calefacción invernal. Este ahorro energético se traduce directamente en una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, asociadas al consumo eléctrico o de combustibles. URUMIX enfatiza que Ekokrete "favorece sustancialmente la eficiencia energética en edificios nuevos y en uso", contribuyendo a las metas nacionales de eficiencia energética y confort térmico habitacional.

A diferencia de aislantes tradicionales, Ekokrete usa residuos locales en vez de polímeros vírgenes como EPS o lana mineral, reduciendo consumo industrial y transporte. Su ahorro de CO₂ por eficiencia energética compensa las emisiones del cemento en poco tiempo. Compuesto por cemento y EPS, el revoque no emite fibras ni COV, beneficiando la salud. Resistente al moho, evita fungicidas y, al estar cubierto, no expone polvo ni partículas.

Imagen 11. Poliestireno expandido reciclado, luego de la trituration.



Fuente. <https://construydeas.com/productos-servicios/perla-poliestireno-reciclado/>

5.3.3. Proceso productivo

Esta etapa también incorpora prácticas sostenibles. La empresa recolecta el EPS de desecho, material que se muele en escamas o bolitas finas. Luego, en la planta, se mezcla en seco con cemento Portland

y aditivos. El material se embolsa en origen, garantizando la dosificación exacta. En este sentido, se evita la generación de desperdicios en obra. El transporte del producto tiene relativamente baja incidencia porque es liviano (más volumen por camión, optimizando logística). Al final de la vida útil del edificio, un muro donde se haya utilizado esta mezcla puede reciclarse como escombros igual que otro, el revoque adherido iría al flujo de RCD y podría triturarse.

Las perlas de EPS integradas se dispersarían en el árido reciclado, lo que no es problemático, de hecho, introducir pequeñas fracciones plásticas en áridos para concreto no estructural se está estudiando como forma de aligerar y reciclar.

Imagen 12. Muestra de mezcla de EPS con áridos.



Fuente. <https://construydeas.com/productos-servicios/perla-poliestireno-reciclado/>

5.3.4. Aplicación en obras y aceptación

Este revoque se presenta como una solución versátil para obras nuevas y rehabilitaciones térmicas en el país, especialmente útil en viviendas antiguas sin aislamiento. Su funcionalidad "todo en uno" (revoque, aislante, hidrófugo) simplifica la construcción y facilita su adopción por albañiles, que además, cumple con el Decreto 381/019 sobre aislamiento térmico y no enfrenta barreras normativas, alineándose con las estrategias de vivienda sostenible de Uruguay.

Aunque es reciente, su reconocimiento crece gracias a URUMIX, que lo ha introducido en grandes ferreterías. Su costo inicial se compensa al eliminar la necesidad de aislante y reducir tiempos de obra. La creciente conciencia energética en Uruguay impulsa soluciones como Ecokrete, validada en obras reales si se respetan espesores y protecciones.

6. Comparación de materiales reciclados vs. tradicionales

La gestión de Residuos de Obras de la Construcción (ROC) es un reto técnico, económico y ambiental en Uruguay y a nivel mundial. En 2018, el vertedero de Felipe Cardoso en Montevideo recibió 277.400 toneladas de ROC (31% del total de residuos), de las cuales solo el 26% era reutilizable. Esto subraya la necesidad de soluciones de valorización equilibradas. Este análisis de la disposición informal de los ROC es crucial, ya que el vertido incontrolado agrava el impacto ambiental y dificulta

la evaluación técnica-económica. La transición a un modelo de economía circular es esencial para el sector, buscando soluciones técnica, económica y ambientalmente viables.

6.1. Cuadros comparativos técnico-económico-ambiental

Este análisis busca profundizar en los aspectos técnicos, económicos y ambientales de productos fabricados con materiales reciclados frente a sus alternativas tradicionales. El objetivo es ofrecer una visión de las ventajas y desventajas de adoptar prácticas y productos elaborados a partir de materiales reciclados, brindando una comprensión más fundamentada sobre su presencia actual y su posible crecimiento futuro en el mercado de la construcción. Esto podría impulsar futuras líneas de investigación y una mayor conciencia sobre el uso eficiente de los recursos disponibles.

6.1.1. Producto URUPLAC vs Producto tradicional

Aspectos técnicos

La Tabla 1 muestra una comparación de los aspectos técnicos entre las placas URUPLAC y una chapa metálica galvanizada tradicional de medidas estándar en el mercado.

Tabla 1. Comparativa de aspectos técnicos, entre el producto URUPLAC y un producto similar tradicional.

Columna 1	Placas URUPLAC (Plástico reciclado)	Placas de chapa tradicional
Material	100% plástico reciclado post-industrial (polietileno y polipropileno).	Acero de calidad estructural, controlados según las normas ASTM, IRAM-IAS
Durabilidad	Alta resistencia a la intemperie, no se oxida, no se pudre, no requiere mantenimiento de pintura. Resistente a roedores e insectos.	Alta, pero susceptible a la corrosión si el galvanizado se daña (requiere mantenimiento de pintura en algunos casos).
Flexibilidad	Mayor flexibilidad que la chapa metálica, lo que le permite absorber impactos sin abollarse.	Rígida, puede abollarse o deformarse con impactos.
Aislamiento	Ofrece cierto aislamiento térmico y acústico por la naturaleza del plástico.	Pobre aislante térmico y acústico; requiere aislamiento adicional para confort.
Instalación	Fácil de cortar, clavar, atornillar. Livianas, facilitando el transporte y montaje.	Se corta con herramientas específicas. Puede ser más pesada que el plástico en algunas dimensiones.
Peso	Para una unidad de 2,44 x 1,05 m con e=10mm, pesa 25 Kg	Para una unidad de 2,40 x 1,08m con e=0,50mm, pesa 12,5 Kg
Seguridad	No es cortante, no se astilla.	Bordes cortantes, puede generar ruido con lluvia/granizo.

Nota. Datos recopilados de fichas técnicas de los productos y sitios web disponibles

Aspectos económicos

La Tabla 2 compara los aspectos económicos de las placas URUPLAC con los de una chapa metálica galvanizada tradicional de medidas estándar.

Tabla 2. Comparativa de aspectos económicos, entre el producto URUPLAC y un producto similar tradicional.

	Placas URUPLAC (Plástico Reciclado)	Placas de chapa tradicional
Precio	Para una unidad de 2,44 x1,05 m con e=10mm, aprox \$1250	Para una unidad de 2,40 x 1,08m con e=0,50mm, aprox \$1690
Mantenimiento	Prácticamente nulo (no requiere pintura ni tratamientos).	Puede requerir pintura periódica para evitar la corrosión, costos a largo plazo.
Vida útil	Larga vida útil, resistente a condiciones climáticas adversas.	Larga vida útil si se mantiene adecuadamente, sensible a la corrosión si el recubrimiento se daña.

Nota. Datos recopilados de sitios web disponibles de venta de materiales.

Aspectos ambientales

La Tabla 3 muestra una comparación de los aspectos ambientales entre las placas URUPLAC y una chapa metálica galvanizada tradicional de medidas estándar.

Tabla 3. Comparativa de aspectos ambientales, entre el producto URUPLAC y un producto similar tradicional.

	Placas URUPLAC (Plástico Reciclado)	Placas de chapa tradicional
Materia prima	100% reciclada (plástico post-industrial).	Acero (minería de hierro) y zinc para galvanizado.
Impacto	Transforma residuos plásticos en productos de valor, reduciendo el volumen en vertederos.	La producción de acero y zinc es intensiva en energía y recursos.
Huella de carbono	Menor huella de carbono al reutilizar materiales y evitar la extracción de recursos vírgenes.	Mayor huella de carbono asociada a la minería y producción de metales.
Reciclabilidad	Potencialmente reciclables al final de su vida útil.	El acero es reciclable, pero el proceso de galvanizado puede complicar el reciclaje.

Fuente. <https://ctplas.com.uy/>

6.1.2. Producto Ecrete vs Producto tradicional

Aspectos ambientales

La Tabla 4 compara los aspectos ambientales del producto Ecrete monocapa exterior 3 en 1 con los de un revoque tradicional que incluye aislamiento de poliestireno expandido.

Tabla 4. Comparativa de aspectos ambientales, entre el producto Ekokrete y un producto similar tradicional.

	Urumix Ekokrete	Revoque Tradicional
Materias primas	Reducción en la demanda de recursos no renovables (Cal, caliza, arena, etc), inclusión de aditivos químicos y de material reciclado	Alta demanda de recursos no renovables (Cal, caliza, arena, etc), inclusión de aditivos químicos, a veces derivados del petróleo.
Proceso de fabricación	Proceso industrial que mezcla y envasa los componentes, requiere energía para la molienda, mezcla y envasado, emisiones asociadas a la producción de cemento y cal.	Producción individual de cemento (alto CO ₂), cal (CO ₂), y extracción de arena (impacto local), menos procesamiento industrial conjunto.
Consumo de energía (Producción)	Medio-Alto (considerando la energía para producir cada componente y luego para el mezclado y envasado en la planta).	Medio-Alto (principalmente por la energía intensiva en la producción de cemento y cal).
Emisiones de CO₂ (Producción)	Alto (principalmente por la descarbonatación de caliza en la producción de cemento y cal).	Alto (principalmente por la descarbonatación de caliza en la producción de cemento y cal).
Transporte	Menos cantidad de producto para transportar desde la fábrica/depósito a la obra, posiblemente menos viajes y menor consumo de combustible en total para una misma cantidad de m ² .	Múltiples materiales (cemento, cal, arena, hidrófugo) transportados por separado, puede implicar más viajes o camiones para la misma cantidad de obra.
Generación de residuos en obra	Menor cantidad de envases individuales (solo las bolsas del producto), menos desperdicio de material por errores de dosificación o mezcla.	Más envases individuales (bolsas de cemento, cal, etc.), mayor potencial de desperdicio de material (polvo, mezclas mal hechas, excesos).
Consumo de agua en obra	Generalmente menor y más controlado, ya que la dosificación de agua es precisa para la mezcla predosificada.	Mayor variabilidad en el consumo de agua, ya que se mezcla in situ y puede haber excesos o desperdicios.
Impacto acústico	Menor generación de polvo y ruido al no tener que manipular y mezclar diferentes materiales por separado.	Mayor generación de polvo durante la manipulación de cemento y cal, y ruido durante el mezclado manual o con mezcladoras.
Durabilidad y mantenimiento	Potencialmente mayor durabilidad por la mezcla optimizada y los aditivos, menor necesidad de mantenimiento a corto/medio plazo.	Variable según la calidad de la mezcla y la mano de obra, una mala mezcla podría requerir más mantenimiento o reparaciones futuras.
Vida Útil	Residuos de construcción (escombros de mortero).	Residuos de construcción (escombros de mortero).
Potencial de reciclaje	Bajo (como la mayoría de los morteros y hormigones, el reciclaje es principalmente como agregado para rellenos).	Bajo (similar al Urumix).

Nota. Información recopilada de documentos en los antecedentes, sitios web e investigaciones de CTPlas.

Aspectos técnicos

La Tabla 5 detalla una comparación técnica entre Ekokrete monocapa exterior 3 en 1 y un revoque tradicional que incluye aislamiento de poliestireno expandido.

Tabla 5. Comparativa de aspectos técnicos, entre el producto Ekokrete y un producto similar tradicional.

Columna1	Urumix Ekokrete	Aislamiento y revoque tradicional
Material	Mortero premezclado ultraligero a base de cemento, aditivos y agregados especiales.	Mortero cementicio (cemento, arena, cal) + placa aislante de poliestireno expandido (EPS)
Aislamiento térmico	Alta capacidad aislante (reduce puentes térmicos), mejora la eficiencia energética. Conductividad térmica $\lambda=0,086$ W/mK.	Placa EPS de 3 cm, aprox $\lambda=0,037$ W/mK. El mortero cementicio por sí solo es un pobre aislante.
Aislamiento acústico	Ofrece propiedades de aislamiento acústico.	Generalmente, el mortero no aporta gran aislamiento acústico; el aislante puede mejorar esto.
Comportamiento frente al agua	Hidrófugo, repele el agua, reduce la absorción de humedad.	Requiere aditivos hidrófugos adicionales o revoques finales específicos.
Peso	Muy liviano (≈ 600 kg/m ³), reduce cargas estructurales y facilita el manejo.	Más pesado, especialmente si se aplican múltiples capas (mortero + aislante + revoque).
Aplicación	Monocapa, manual o proyectado. Reduce tiempos de obra.	Requiere múltiples capas, fijación de aislante, revoque grueso, revoque fino.
Resistencia al fuego	Resistente al fuego, duradero.	Resistencia al fuego variable según los componentes.

Nota. Datos obtenidos en páginas web disponibles y fichas técnicas de los productos y materiales.

Aspectos económicos

La Tabla 6 muestra una comparación de los aspectos económicos entre Ekokrete monocapa exterior 3 en 1 y un revoque tradicional con aislamiento de poliestireno expandido.

Tabla 6. Comparativa de aspectos económicos, entre el producto Ekokrete y un producto similar tradicional.

	Revoque con Ekokrete	Revoque tradicional + Aislante
Materiales	Mortero premezclado (cemento, cal, arena, aditivos hidrófugos), Bolsa de 25Kg cuesta \$670	Cemento, Cal, Arena, Hidrófugo + Material aislante, Entre \$340 y \$445
Espesor Total	Generalmente 1.5 cm (aplicación en una sola capa)	1.5 cm (1 cm revoque grueso + 0.5 cm revoque fino) + Aislante EPS 3cm
Rendimiento (25 kg)	Aprox. 0.909 m ² (27.5 kg/m ² para 1.5 cm)	Aprox. 0.83 m ² (25 a 30 kg/m ² para 1.5 cm)
Tipo de aplicación	Manual o proyectado (se indica en el envase)	Manual (azada, cuchara, llana)
Tiempo de secado / Cura	Más rápido para llegar a la terminación, suele permitir capa final antes.	Dos fases de secado (grueso y fino), puede extender el tiempo total de obra.
Mano de Obra aprox por m²	Entre \$350 y \$400	Entre \$400 y \$450
Calidad / Consistencia	Muy alta, mezcla homogénea y controlada de fábrica.	Depende mucho de la habilidad del albañil y la calidad de la dosificación en obra.
Propiedades adicionales	Usualmente incluye hidrófugos y otros aditivos para trabajabilidad y adherencia.	Se añaden aditivos (hidrófugo) por separado, otras propiedades pueden requerir más aditivos.
Logística / Almacenamiento	Más simple, menos bolsas y tipos de materiales.	Más complejo, se requieren silos o espacios para arena, y almacenamiento de cemento y cal.
Desperdicio	Menor, al ser una mezcla controlada y un solo producto.	Mayor riesgo de desperdicio por errores de dosificación o caída de material.

Nota. Datos obtenidos de información web disponible y fichas técnicas de los productos

6.1.3. Producto RCD reciclaje vs Producto tradicional

Aspectos técnicos

La Tabla 7 muestra una comparación de los aspectos técnicos entre productos de RCD reciclaje y materiales áridos y baldosas tradicionales similares.

Tabla 7. Comparativa de aspectos técnicos, entre productos de RCD reciclaje y productos similares tradicionales.

Columna1	Productos RCD Recicla (Áridos y baldosas recicladas)	Áridos y baldosas tradicionales (Naturales)
Material	RCD procesados (hormigón, ladrillo, cerámica triturada).	Áridos naturales (arena, canto rodado, piedra partida) extraídos de canteras. Hormigón con áridos naturales.
Materiales	Áridos Reciclados, Finos, intermedios, gruesos. Aptos para bases, sub-bases, rellenos, hormigones no estructurales y productos prefabricados.	Áridos Naturales, Arena, pedregullo, balasto, etc. Ampliamente utilizados en todas las aplicaciones de construcción.
Rendimiento y resistencia	Rendimiento técnico similar al hormigón tradicional en estudios.	Alta resistencia y durabilidad probadas en diversas aplicaciones.
Certificaciones	Proporciona certificados a clientes reconociendo su contribución a la economía circular. No se especifican certificaciones de producto formales	Sujetos a normas de calidad y desempeño específicas (UNIT para hormigones y áridos).
Propiedades	Ligeramente mayor absorción de agua y menor densidad que los áridos naturales (para ciertos tipos).	Menor absorción de agua y mayor densidad en general.

Nota. Datos obtenidos de información web disponible y fichas técnicas de los productos

Aspectos económicos

La Tabla 8a muestra una comparación de los aspectos económicos entre productos de RCD reciclaje y materiales áridos tradicionales similares.

Tabla 8a. Comparativa de aspectos económicos, entre productos de RCD reciclaje y áridos similares

	Producto de RCD Recicla (Balastro/Pedregullo Reciclado)	Símil tradicional (Balastro/Pedregullo)
Precio por m³	Competitivo, ligeramente inferior al natural. Estimado: \$700 - \$1100/m ³ (para volúmenes de camión).	\$750 - \$1200/m ³ (para volúmenes de camión, varía por proveedor y tipo).
Costo de disposición de residuos de obra	Ahorro directo y significativo, al enviar los residuos a la planta pagas por la gestión (\$29/ton aprox.) en lugar de por la disposición en vertedero, más económico que el vertedero tradicional.	Costo adicional, costo por disposición de escombros en vertederos (\$57/ton aprox. en el Vertedero Felipe Cardoso). Este es un gasto directo para la obra.
Costo de transporte y logística	Potencial de optimización, posibilidad de que el mismo camión que te entrega el árido reciclado se lleve tus RCD, reduciendo viajes y fletes totales.	Doble transporte, un camión trae los áridos vírgenes, otro diferente lleva los escombros al vertedero. Implica mayores costos de flete y más tiempo de gestión logística.
Impacto en productividad de obra	No se espera impacto negativo. Si el árido reciclado cumple con las especificaciones técnicas, se trabaja de forma similar al tradicional.	No hay diferencia en la productividad por el uso del árido natural.

Nota. Datos obtenidos de información web disponible.

La Tabla 8b muestra una comparación de los aspectos económicos entre productos de RCD reciclaje y baldosas tradicionales similares.

Tabla 8b. Comparativa de aspectos económicos, entre productos de RCD reciclaje y baldosas similares

	Baldosa de hormigón reciclado (40x40 cm)	Baldosa de hormigón tradicional (40x40 cm)
Precio por unidad	Estimado: \$30 - \$45 por unidad.	Estimado en \$31 - \$46 por unidad.
Costo de disposición de residuos de obra	Ahorro indirecto, aunque el bloque no genera RCD al colocarlo, al elegir un material reciclado, se apoya la cadena de valor que reduce la cantidad total de residuos que llegan a vertederos, disminuyendo la presión sobre las tarifas futuras de disposición.	No aplica directamente, la fabricación de bloques tradicionales no implica la gestión de RCD en la obra del usuario final.
Impacto en productividad de obra	No se espera impacto negativo. Las baldosas tienen las mismas dimensiones y propiedades que las tradicionales para su uso.	No hay diferencia en la productividad al trabajar con bloques tradicionales.

Nota. Datos obtenidos de información web disponible.

Aspectos ambientales

La Tabla 9a muestra una comparación de los aspectos ambientales entre productos de RCD reciclaje y materiales áridos tradicionales similares.

Tabla 9a. Comparativa de aspectos ambientales, entre productos de RCD reciclaje y áridos similares

	Producto de RCD Recicla (Balastro/Pedregullo Reciclado)	Símil tradicional (Balastro/Pedregullo)
Origen materias primas	Uso de RCD, reduce extracción de áridos vírgenes de canteras y ríos, preservando paisajes y ecosistemas naturales. Disminuye el uso de recursos no renovables.	Extracción de recursos naturales (arena, grava y piedra de canteras y lechos de ríos), causa alteración de paisajes, erosión, impacto en la biodiversidad y escasez de recursos locales.
Emissiones de CO2 (Producción)	Menores, la trituración y clasificación de RCD requiere menos energía que la extracción, molienda y transporte inicial de áridos vírgenes desde canteras lejanas.	Mayores, asociadas a la extracción, trituración y transporte de áridos naturales. El flete desde canteras alejadas contribuye significativamente a las emisiones.
Consumo de energía (Producción)	Menor, el procesamiento de RCD (limpieza, trituración, cribado) es menos intensivo en energía	Mayor, la extracción de áridos naturales (explosivos, maquinaria pesada, dragado) es energéticamente intensiva.
Impacto en el ecosistema local	Bajo / Nulo. No implica la alteración directa de ecosistemas por extracción. Contribuye a la recuperación de espacios degradados por acumulación de residuos.	Directo y Frecuente. La actividad de las canteras y dragado puede afectar la calidad del agua, el aire, la flora, la fauna y los paisajes locales.

Nota. Información recopilada de documentos en los antecedentes, sitios web e investigaciones de CTPIAs y CEPAL

La Tabla 9b muestra una comparación de los aspectos ambientales entre productos de RCD reciclaje y materiales áridos tradicionales similares.

Tabla 9b. Comparativa de aspectos ambientales, entre productos de RCD reciclaje y baldosas similares

	Baldosa de hormigón reciclado (40x40 cm)	Baldosa de hormigón tradicional (40x40 cm)
Origen materias primas	Uso de áridos reciclados, reduce la dependencia de arena y grava vírgenes. En algunos casos, también utiliza cemento reciclado.	Uso de áridos naturales, demanda constante de arena y grava extraídas de la naturaleza. Producción de cemento (alto impacto ambiental).
Emisiones de CO2 (Producción)	Menores. La huella de carbono baja. La parte de cemento sigue siendo la principal fuente de CO2.	Mayores. La producción de cemento genera alta emisión de CO2, y la extracción y transporte de áridos vírgenes.
Consumo de energía (Producción)	Menor. Al utilizar áridos reciclados, se reduce la energía asociada a la extracción de materiales vírgenes.	Mayor. Por la extracción y procesamiento de áridos naturales y la energía intensiva de la fabricación de cemento.
Impacto en el ecosistema local	Bajo. No contribuye a la degradación de canteras o lechos de ríos para producción de áridos.	Directo. La extracción de áridos afecta directamente los ecosistemas locales.
Potencial de reciclaje	Alto (circularidad). Si los bloques reciclados vuelven a ser RCD al final de su vida útil, pueden ser nuevamente triturados y convertidos en áridos reciclados, cerrando el ciclo.	Medio-Bajo. Los bloques de hormigón tradicionales son reciclables como áridos, pero su materia prima no proviene de un ciclo de residuos de construcción previo.

Nota. Información recopilada de documentos en los antecedentes, sitios web e investigaciones de CTPIAs y CEPAL

7. Síntesis normativa y conclusiones

7.1. Materiales reciclados para la construcción en la normativa Uruguaya

Es imperativo realizar un análisis crítico basado en la normativa vigente en el país, considerando las leyes y decretos relevantes, y se explorando las barreras que persisten, con un enfoque en cómo estas afectan la transición hacia una economía circular en el sector de la construcción con la adopción de materiales reciclados, se puede partir de la siguiente normativa:

- **Ley N° 19.829 (2019):** Establece el marco para la gestión integral de residuos, promoviendo la valorización, el reciclaje y la reutilización. Prioriza la reducción de residuos, el desarrollo de nuevos productos a partir de materiales reciclados y la cooperación entre sectores público y privado para fomentar tecnologías de reciclaje. También incentiva la adquisición de bienes con materiales reciclados en contrataciones públicas (artículo 152 del TOCAF).

Limitante: No establece estándares técnicos específicos para su incorporación en la construcción, como los que existen en otras regiones (por ejemplo, la Directiva Europea que exige reciclar el 70% de los RCD en peso). Esto genera incertidumbre en el sector sobre la homologación, certificación y calidad de productos como URUPLAC, RCD reciclaje o Ekokrete.

- **Decreto N° 182/013:** Reglamenta la gestión de residuos sólidos, incluyendo los de construcción y demolición (RCD), con énfasis en la minimización, reutilización, reciclaje y disposición final responsable. Exige planes de gestión de residuos para ciertas actividades y autorizaciones para el reciclaje y valorización.

Limitante: Exige autorizaciones del MVOTMA para actividades de reciclaje y valorización, lo que puede ser un proceso lento y costoso para empresas emergentes. La necesidad de presentar planes de gestión de residuos en plazos cortos (6 meses para generadores de residuos industriales) añade presión administrativa, especialmente para pequeñas y medianas empresas del país.

La regulación de transportistas y operadores de residuos también puede ser una barrera, ya que requiere certificaciones y cumplimiento de condiciones técnicas que no siempre son accesibles para actores locales.

- **Norma UNIT 1239:2017:** Define criterios para la identificación y clasificación de residuos, facilitando la separación en origen y la valorización.

Limitantes: Aunque define criterios para la clasificación de residuos, no aborda directamente los materiales reciclados en construcción, como áridos o productos como URUPLAC o Ekokrete, lo que limita su aplicabilidad en el sector.

- **Normativas departamentales:** En Montevideo, por ejemplo, la Resolución IM 2590/25 y otras disposiciones regulan la gestión de residuos no domiciliarios, exigiendo trazabilidad y planes de gestión para eventos y actividades que generen desechos.

Limitantes: Cuatro departamentos (Canelones, Maldonado, Salto y Colonia) cuentan con normativas relacionadas con la gestión de ROC, pero ninguna asemeja la suspensión de tarifas de la IM 2590/25. Las limitantes comunes incluyen la falta de incentivos económicos, infraestructura limitada, ausencia de especificidad para ROC en construcción, burocracia y descoordinación interdepartamental. Estas barreras restringen la adopción masiva de materiales reciclados en la construcción, a pesar del potencial de productos como URUPLAC, RCD reciclaje y Ekokrete.

7.2. Recomendaciones para superar limitantes

- Desarrollo de estándares técnicos específicos: El Ministerio de Ambiente, en colaboración con el Ministerio de Industria, Energía y Minería, debería establecer normas técnicas claras con ayuda de UNIT, para materiales reciclados en construcción, además de las certificaciones LEED o BREEAM, para garantizar calidad y confianza.
- Incentivos económicos: Introducir exenciones fiscales, planes de inversión a largo plazo, subsidios o créditos blandos para empresas que inviertan en reciclaje de RCD o adopten materiales reciclados.
- Fortalecimiento de la infraestructura: Invertir en plantas de reciclaje de RCD y centros de acopio a nivel departamental, con apoyo público-privado, para mejorar la disponibilidad de materiales reciclados.
- Campañas de educación y sensibilización: : Desarrollar programas de capacitación dirigidos no solo al sector de la construcción, sino también orientados a influir en la demanda final, junto con campañas públicas para transformar la percepción sobre los materiales reciclados.
- Armonización la normativa: Crear un sistema nacional unificado de clasificación y recolección de residuos, eliminando inconsistencias entre departamentos y facilitando la trazabilidad, seguir ejemplos de avances como en México y Brasil, que destacan por sus marcos

normativos más desarrollados, o países como Chile, Colombia y Perú quienes están fortaleciendo sus regulaciones, especialmente en plásticos y reciclaje.

7.3. Reflexiones finales

La transición hacia el uso de productos con material reciclado en la construcción en Uruguay, ejemplificada por URUPLAC, RCD reciclaje y Ecrete, representa un avance importante y multidimensional, significa que, aunque no se sustituyan al 100% los productos tradicionales, hoy en día existen opciones amigables con el ambiente, y que aportan cada vez más a mejorar la calidad de vida.

Desde el punto de vista técnico, estos productos no solo igualan, sino que a menudo superan a los tradicionales. URUPLAC ofrece durabilidad, aislamiento y seguridad sin corrosión. RCD reciclaje proporciona áridos y baldosas con resistencia y ligereza comparables a los naturales. Ecrete destaca por su aislamiento térmico superior, propiedades hidrófugas y acústicas, y un peso reducido que facilita la rehabilitación. Esta evidencia derrumba cualquier percepción o preconceito de inferioridad en calidad o rendimiento de los productos con material reciclado.

En términos económicos, la viabilidad es clara, especialmente a largo plazo. URUPLAC reduce los costos de mantenimiento. RCD reciclaje no solo es competitivo en precio, sino que genera ahorros significativos en la disposición de residuos y optimiza la logística de transporte. Ecrete, a pesar de un posible costo inicial marginalmente mayor del material, compensa con la simplificación de la aplicación, reducción de tiempos de obra y de mano de obra, y minimización de desperdicios. Además, esta economía circular abre nuevas vías de ingresos y reduce la dependencia de importaciones.

Asimismo, en el aspecto ambiental, el impacto es transformador. URUPLAC convierte residuos plásticos en recursos, reduciendo la contaminación de vertederos y la huella de carbono. RCD reciclaje disminuye drásticamente los desechos de construcción, preserva recursos naturales y reduce el consumo energético. Ecrete aborda el problema del poliestireno expandido (EPS) post-consumo, un residuo voluminoso, y mejora la eficiencia energética de los edificios, lo que se traduce en menores emisiones de gases de efecto invernadero.

Si vemos el panorama general, el uso de materiales reciclados no es solo una alternativa viable, sino una necesidad estratégica para una construcción uruguaya más sostenible. Aunque persisten desafíos en la percepción y la normativa aún se está desarrollando, los beneficios técnicos, económicos y ambientales demuestran un claro camino hacia la innovación, la eficiencia y la resiliencia en el sector.

Referencias bibliográficas

1. Artigas, R. (2020). *Biopolímeros: ¿cuándo y cómo?* Centro Tecnológico del Plástico. <https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2020/09/Biopol%C3%ADmeros.-Cu%C3%A1ndo-y-c%C3%B3mo.pdf>
2. Artigas, R. (2021). *Costos ocultos en la industria del plástico*. Centro Tecnológico del Plástico. <https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2021/07/Costos-ocultos-en-la-industria-del-plastico.pdf>
3. Brun, M., y Lalanne, A. (2017). *Origen del valor en las exportaciones del Uruguay* (Serie Estudios y Perspectivas-Oficina de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), N° 28). Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://hdl.handle.net/11362/41810>
4. Bruno, G. (s.f.). *Economía circular: ¿Qué beneficios y utilidades tiene para mi empresa?* Centro Tecnológico del Plástico. https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2020/06/Econom%C3%ADa-circular_Beneficios-y-utilidades-para-las-empresas.pdf
5. Capricho Marocci, N. (2021). *Ecodiseño: Relevamiento de las capacidades técnicas en Uruguay*. Centro Tecnológico del Plástico. https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2021/09/Ecodiseno_Relevamiento-de-las-capacidades-en-Uruguay.pdf
6. Centro Tecnológico del Plástico (CTPLAS). (2015). *Informe Sectorial de la Industria Plástica* [Informe]. <https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2018/10/informe-sectorial-industrias-plasticas-2015.pdf>
7. Centro Tecnológico del Plástico (CTPLAS). (2017). *Informe Diagnostico Reciclado 2016-2017* [Informe]. <https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2020/10/Diagn%C3%B3stico-Reciclado-CTplas-Informe-publicable-Versi%C3%B3n-Final-03-10-2017-Revisado.pdf>
8. Centro Tecnológico del Plástico (CTPLAS). (2020a). *Resumen sectorial* [Informe]. https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2021/08/Informe_sectorial_2020_rev01.pdf
9. Centro Tecnológico del Plástico (CTPLAS). (2020b). *Envases activos e inteligentes* [Informe]. <https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2020/11/Envases-activos-e-inteligentes.pdf>
10. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020a). *Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad* (LC/SES.38/3-P/Rev.1). Santiago: Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46227-construir-un-nuevo-futuro-recuperacion-transformadora-igualdad-sostenibilidad>
11. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). *Análisis de la cadena de valor del plástico y el caucho en el Uruguay* [Informe]. Oficina de la CEPAL en Montevideo.

- <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/938b6db5-df91-436a-af1e-81e582b9a13f/content>
12. Cracco, C., y Blanco Larrieux, M. (2015). Estresores y estrategias de afrontamiento en familias en las primeras etapas del ciclo vital y contexto socioeconómico. *Ciencias Psicológicas*, 9(Especial), 129-140. <https://doi.org/10.22235/cp.v9iEspec.437>
 13. Echeverría Garro, E. R. (2017). *Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1501/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%3%81STICO%20PET%20RECICLADO.pdf?sequence=1>
 14. Enghel, F., y Becerra, M. (2018). Aquí y allá: (re)situando a América Latina en la teoría de la comunicación internacional. *Communication Theory*, 28(2), 111-130.
<https://doi.org/10.1093/ct/qty005>
 15. Fabra, P. (s.f.). *Las KET en la agenda de la industria del plástico*. Centro Tecnológico del Plástico.
<https://ctplas.com.uy/wp-content/uploads/2020/06/Las-KET-en-la-agenda-de-la-industria-del-pl%C3%A1stico.pdf>
 16. Gau Angelo, S., y Zamboni Rossi, E. M. (2023). Reciclaje de plásticos en Uruguay: realidades y complejidades. *Vibrant: Virtual Brazilian Anthropology*, (20).
<https://doi.org/10.1590/1809-43412023v20d906>
 17. Jankova, V. (2018). *Bioplastics: Opportunities and Challenges* [Tesis de maestría, Central European University]. Budapest.
https://libsearch.ceu.edu/permalink/43CEU_INST/179qfpk/alma991003607578108861
 18. Ministerio de Ambiente. (2021). *Plan Nacional de Gestión de Residuos 2022–2032* [Informe].
https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/PNGR_Libro_Completo.pdf
 19. Piñeros Moreno, M. E., y Herrera Muriel, R. D. (2018). *Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda* [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia].
<https://hdl.handle.net/10983/22382>
 20. Pittaluga, L., y Pirrocco, D. (2021). *Análisis de la cadena de valor del plástico y el caucho en el Uruguay* [Informe].
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/938b6db5-df91-436a-af1e-81e582b9a13f/content>
 21. Licandro y Barreiro (2011). *Aprendizajes y desafíos sobre la construcción de negocios inclusivos con clasificadores de residuos. Estudio de casos en Uruguay*.
https://www.researchgate.net/publication/274384917_Aprendizajes_y_desafios_sobre_la_construccion_de_negocios_inclusivos_con_clasificadores_de_residuos_Estudio_de_casos_en_Uruguay

22. Roda y Pigola. (2021). *De residuos a recursos: residuos de construcción y demolición en Montevideo*. <https://oa.mg/work/10.18235/0003642>

Leyes, normativa y decretos citados

- Uruguay. (2004, 18 de agosto). Ley n.º 17.849: *Ley de Gestión de Residuos de Envases*. Recuperado de <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/17849-2004>
- Uruguay. (2007, 12 de septiembre). Decreto n.º 260/007: *Reglamentación del artículo 172 de la Ley 17.296, relativo a la gestión de envases y residuos de envases*. Recuperado de <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/260-2007>
- Uruguay. (2018, 20 de julio). Ley n.º 19.829: *Ley de Gestión Integral de Residuos*. Recuperado de <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19829-2019/33>
- Uruguay. (2019, 27 de diciembre). Decreto n.º 381/019: *Se reglamentan disposiciones relativas a la eficiencia energética en obras de construcción*. Recuperado de <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/381-2019>
- Uruguay. (2013, 10 de julio). Decreto n.º 182/013: *Reglamentación de la gestión integral de residuos sólidos*. Recuperado de <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/182-2013>
- UNIT. (2017). Norma UNIT 1239:2017: *Gestión de residuos sólidos - Clasificación*. Montevideo, Uruguay: Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. Recuperado de <https://www.unit.org.uy/normalizacion/norma/100000838/>
- UNEP. (2018). Annual report 2018. Recuperado de <https://www.unep.org/resources/annual-report-2018>
- Intendencia de Montevideo. (2025). Resolución IM N.º 2590/25. Recuperado de <http://www.montevideo.gub.uy/asl/asl/sistemas/gestar/resoluci.nsf/WEB/Intendente/2590-25>