

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DEL ALUMINIO

INDICADORES
DE CIRCULARIDAD
DEL ALUMINIO, PVC Y
MADERA

INTRODUCCIÓN

El volumen de materias primas extraídas de la naturaleza ha sufrido un aumento dramático en las últimas décadas. El carácter netamente lineal del modelo de consumo en el que se han instalado nuestras sociedades hace que el flujo de materiales que ingresan nuevamente al sistema económico tras ser reciclados sea muy reducido generando graves problemas ambientales. A este hecho se suma la cada vez más acuciante escasez de determinadas materias primas, especialmente de algunos elementos, lo que ha provocado una subida de precios no menos dramática, exponiendo a las empresas a riesgos que ponen en entredicho sus modelos de negocio. El aumento sustancial en la eficiencia de los procesos ha contribuido a la solución, pero ha supuesto mejoras solo a corto plazo; y en algunos casos ha derivado en un mayor consumo de recursos debido a un efecto rebote. Se hace por tanto necesario un cambio de paradigma en el que la actividad económica y el uso de recursos no sigan el mismo patrón.

Esta filosofía es compartida y desarrollada por Michael Braungart y Williams McDonough creando el concepto Cradle to Cradle en el que se elimina la idea de residuo al ser ajena a la naturaleza y se preconiza la conservación de los “nutrientes” de los ciclos biológicos y técnicos. Los ciclos técnicos deben gestionar las reservas de las materias primas finitas manteniendo su alto valor añadido sin la pérdida de sus propiedades. Estos ciclos deben quedar circunscritos de forma perdurable en la tecnosfera reduciéndose al mínimo posible la disipación irreversible de materia, o cualquier otra interacción negativa con la biosfera. En el ciclo técnico el concepto de consumo es sustituido por el de uso en el que se ha de recuperar y restaurar la mayor parte de los recursos no renovables.

El ciclo biológico comprende los flujos de materiales renovables. En el diseño de estos ciclos también se ha de perseguir la renovación del capital natural y de los nutrientes. No obstante,

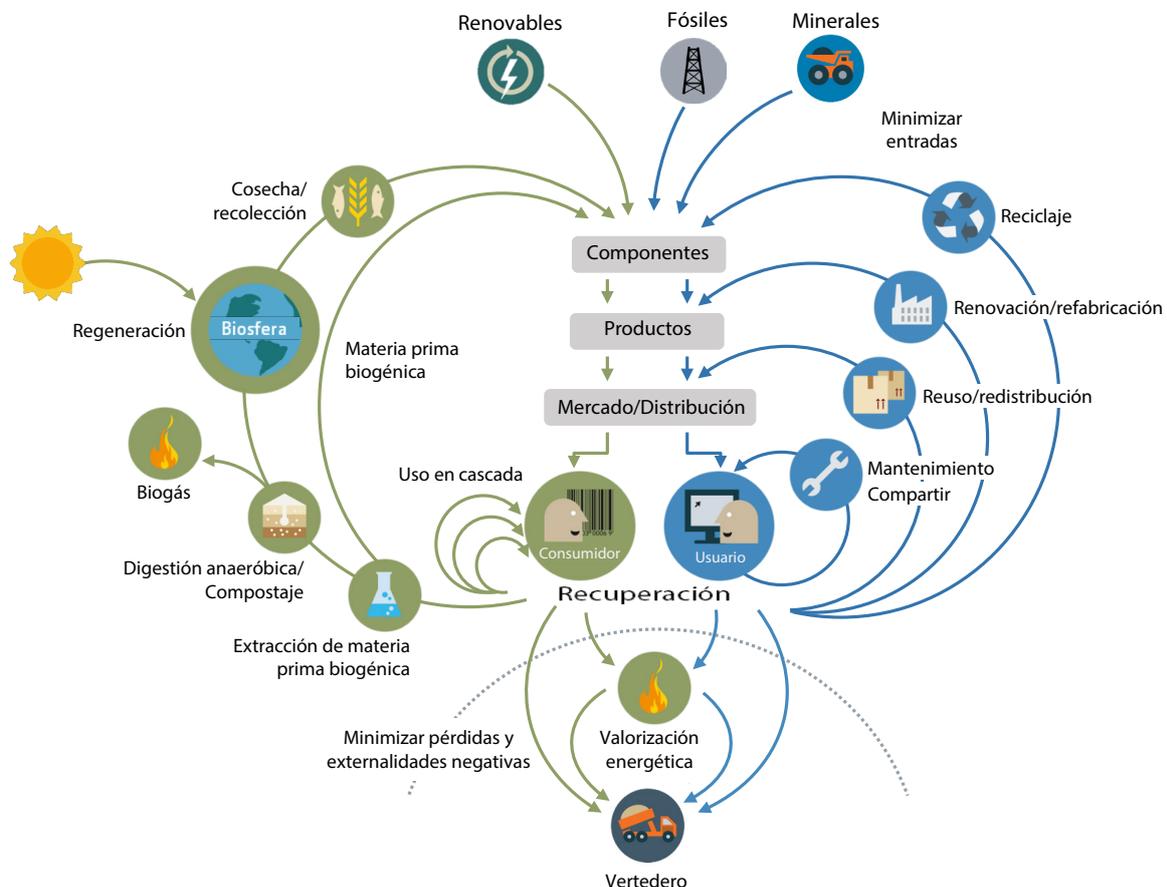


Figura 1. Adaptado de Ellen MacArthur Foundation, esquema de Braungart & McDonough, Cradle to Cradle

por su naturaleza se contempla la posibilidad de que algunos flujos puedan ser consumidos de manera irreversible especialmente aquellos cuyo suministro quede garantizado por la capacidad regenerativa de planeta a través del suelo fértil, el agua, el aire y la energía solar.

La economía circular aparece como aglutinadora de estas y otras corrientes. Mediante la economía circular se ofrecen oportunidades de creación de valor mediante los siguientes objetivos:

- Preservar y restaurar el capital natural gestionando las reservas finitas y equilibrando los recursos renovables. Esto supone la desmaterialización de la economía, desacoplando actividad y uso de recursos; y que los nutrientes técnicos y biológicos retornen con calidad a las reservas. Los flujos no contaminados incrementan la eficiencia en la recogida y redistribución extendiendo la duración de productos, componentes y materiales.
- Extensión de la vida útil y/o aumento de la intensidad de uso de productos, componentes

y materiales tanto en los ciclos técnicos como en los biológicos manteniendo siempre que sea posible su máximo valor. Por ejemplo, se prefiere el mantenimiento a la renovación, o la renovación frente al reciclaje. En los ciclos técnicos, cuanto más corto es el retorno al mercado de un producto, componente o material, menor es el cambio al que se debe someter y mayor será el potencial de ahorro en los costes económicos y ambientales. En el ciclo biológico, se puede extraer valor adicional a productos y materias mediante su paso en cascada por otras aplicaciones como sucede con la madera que puede ser usada posteriormente para la fabricación de tableros de partículas y finalmente en valorización energética. El mantenimiento de los productos, o el hecho de compartirlos entre usuarios, incrementa las horas de servicio de estos reduciendo la relación función vs uso de recursos-costes.

- Minimizar las pérdidas (residuos) y las externalidades como el uso del suelo, del aire y del agua o el vertido de sustancias tóxicas.

INDICADORES DE CIRCULARIDAD

El interés creciente por la economía circular ha abierto el debate acerca de la identificación de las métricas más adecuadas a la hora de determinar la consecución de sus objetivos por parte de productos, organizaciones, países o regiones. Aún no se ha alcanzado un mínimo consenso al respecto por lo que a poco que se indague en el tema se podrán encontrar numerosas metodologías e iniciativas.

Aunque en ocasiones no existe una separación clara entre ellos, los indicadores de economía circular que aparecen en la bibliografía se distinguen entre aquellos que se obtienen de la aplicación de un enfoque de arriba abajo, basados en cifras globales de flujos materiales, energéticos o económicos; frente a los que se obtienen a partir de un enfoque de abajo arriba, partiendo de características específicas de los materiales o componentes que forman un producto o familia de ellos.

Los indicadores de circularidad también se suelen clasificar por su alcance, distinguiéndose entre

nivel macro, meso y micro. Los indicadores a nivel macro son útiles para la toma de decisiones en la integración de políticas económicas y ambientales, en estrategias de desarrollo sostenible y en políticas de gestión de residuos y conservación de recursos a nivel de ciudad, región o país. Los indicadores de nivel meso se enfocan a la industria, a los modelos de negocio, la actividad comercial o a las organizaciones. Finalmente, los indicadores de nivel micro se centran en los productos finales y en los materiales y componentes que los forman. Este estudio se centra en los indicadores de nivel micro. En la Tabla 1 se muestran algunos de estos indicadores.

Atendiendo al grado de implementación y a su empleo en casos prácticos, el estudio se ha centrado en los indicadores pertenecientes a la certificación Cradle to Cradle⁽¹⁾ y a la iniciativa de la Fundación Ellen MacArthur⁽²⁾. Se complementa el estudio con el cálculo del indicador de circularidad propuesto por Cullen⁽³⁾.

Tabla 1. Indicadores de circularidad de nivel micro

INDICADOR	FUENTE	DATOS DE ENTRADA
Material Reutilization Score	(1)	Tasa de reciclaje en el fin de vida y el contenido de reciclado de las materias primas a la entrada.
Material Circularity Index	(2)	Obtenido a partir del Índice de flujo lineal, que relaciona la cantidad de material virgen y el material irrecuperable en el fin de vida con el material total del producto; y del Factor de Utilidad del producto, que relaciona la vida útil e intensidad de uso del producto en relación al valor medio de la familia de productos a la que pertenece.
Circularity Index	(3)	Obtenido a partir del ratio de energía de obtención de materia prima secundaria vs primaria y del ratio de material total recuperado en el fin de vida frente vs la demanda total del material (valores macro).
Circular Economy Indicator Prototype	(4)	Valoración cualitativa basada en un cuestionario de 15 preguntas.
Product-Level Circularity Metric	(5)	Valor económico de las piezas recirculadas / valor económico de todas las piezas.
Circular Economy Index	(6)	Ratio del valor de los materiales secundarios tras el reciclaje y el valor de los materiales para el producto nuevo.
Eco-cost value ratio	(7, 8)	EVR = eco-costes/Valor del producto (calidad percibida, imagen, etc).
Circular Economy Performance Indicator	(9)	Ratio del beneficio medioambiental tras el tratamiento de residuos aplicado en la actualidad versus el tratamiento ideal atendiendo a la calidad y composición del material.

A continuación se definen dos conceptos que se emplean de manera recurrente en varias de las metodologías de cálculo de indicadores de circularidad:

- Contenido de reciclado (R_1): se define como el porcentaje de material secundario o material recuperado (de un uso previo o de residuos) que está presente en una materia prima. Este material secundario sustituye al material primario en la composición de las materias primas.

- Tasa de reciclaje: se define como el porcentaje de residuo generado en el fin de vida de un producto que es reciclado para convertirse en materia prima para un nuevo uso o producto. La tasa de reciclaje se compone a su vez de dos términos, la tasa de recuperación (R_2) y la eficiencia o rendimiento de las operaciones de reciclaje (E_R). La primera hace referencia al material que puede ser recuperado de forma efectiva al final de la vida útil. El segundo término hace referencia al rendimiento inherente del proceso de reciclaje.

(1) Cradle to Cradle. <https://www.c2ccertified.org/resources/collection-page/draft-cradle-to-cradle-certified-product-standard-version-4>

(2) Fundación Ellen MacArthur. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/resources/apply/material-circularity-indicator>

(3) J. Cullen, Circular economy: theoretical benchmark or perpetual motion machine?, *J. Ind. Ecol.* 21 (2017). <https://doi.org/DOI:10.1111/jiec.12599>.

(4) S. Cayzer, P. Griffiths, V. Beghetto, Design of indicators for measuring product performance in the circular economy, *Int. J. Sustain. Eng.* 10 (2017) 289-298. <https://doi.org/10.1080/19397038.2017.1333543>.

(5) M. Linder, S. Sarasini, P. van Loon, A metric for quantifying product-level circularity, *J. Ind. Ecol.* 21 (2017) 545-558.

(6) F. Di Maio, P.C. Rem, A robust indicator for promoting circular economy through recycling, *J. Environ. Prot. (Irvine, Calif.)* 6 (2015) 1095.

(7) A.E. Scheepens, J.G. Vogtländer, J.C. Brezet, Two life cycle assessment (LCA) based methods to analyse and design complex (regional) circular economy systems. Case: making water tourism more sustainable, *J. Clean. Prod.* 114 (2016) 257-268. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.075>.

(8) J.G. Vogtländer, The model of the Eco-costs/Value Ratio, A New LCA Based Decis. Support Tool. Universidad Técnica Delf. (2001).

(9) S. Huysman, J. De Schaepmeester, K. Ragaert, J. Dewulf, S. De Meester, Performance indicators for a circular economy: A case study on post-industrial plastic waste, *Resour. Conserv. Recycl.* 120 (2017) 46-54.

PUNTUACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE MATERIAL⁽¹⁾

Este indicador tiene en cuenta tanto el contenido de reciclado de las materias primas a la entrada (R_1) como la tasa de recuperación en el fin de vida (R_2) mediante la siguiente expresión:

$$MRS = \frac{R_1 + 2 \cdot R_2}{3} \cdot 100$$

Este indicador también tiene en cuenta dos situaciones específicas. El valor para el contenido de reciclado, R_1 , puede sustituirse por el contenido

de material que se puede renovar en ciclos de cultivo y cosecha inferiores a 10 años. Por otro lado, la tasa de recuperación en el fin de vida, R_2 , puede sustituirse por el porcentaje de material enviado a compostaje.

En la Figura 2 se muestran los valores de puntuación de reutilización de material (PRM) para el aluminio, el PVC y la madera obtenidos a partir de los datos de la Tabla 2. Se ha supuesto que las especies productoras de madera maciza tienen un periodo de crecimiento superior a 10 años.

Tabla 2. Contenido de reciclado, tasa de recuperación y eficiencia en el reciclaje de los materiales evaluados

MATERIAL		(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	Escenario base
Aluminio	R_1	39%	36%	0%	-			43%	39%
	R_2		95%	90%	95%			⁽ⁱⁱⁱ⁾	93,7%
	E_R				90%				90%
PVC	R_1			0%	-			1,5%	1,5%
	R_2			32,1%	33,8% ⁽ⁱ⁾			^(iv)	32,9%
	E_R				90%		56%		90%
Madera	R_1			0%	-			8,0% ^(v)	0%
	R_2			30%	0% ⁽ⁱⁱ⁾	62%		^(iv)	62%
	E_R				90%				90%

(i) 75% enviado a tratamiento de residuos. De esta fracción, el 45% se envía a reciclar y el 55% a valorización energética

(ii) Se recupera el 95% pero todo se envía a incinerar. La norma UNE EN 17213 especifica que se ha de buscar datos específicos

(iii) Reciclaje

(iv) Infrareciclaje

(v) Este valor se aplica a productos fabricados con viruta de madera. En aquellos en los que se emplea madera maciza es cero

(10) Declaración ambiental de producto de la Asociación Española del Aluminio. <https://www.environdec.com/Detail/?Epd=14686>

(11) Life-Cycle inventory data for aluminium production and transformation processes in Europe. Environmental Profile Report. February 2018.

(12) Circular Footprint Formula Default parameters. S. Manfredi, K. Allacker, K. Chomkhamrj, N. Pelletier, D. Maia De Souza, Product Environmental Footprint (PEF) Guide, 2012. http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/footprint/PEF_methodology_final_draft.pdf (accessed April 19, 2018).

(13) UNE-EN 17213:2020 Ventanas y puertas. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto para ventanas y puertas peatonales

(14) M. Bigum, Final report Screening of EU and national policies, legislation and trends for EoL wooden doors and windows. Screening study on end of life treatment of wood from doors and windows final report, 2018.

(15) G. Faraca, T. Astrup, Plastic waste from recycling centres: Characterisation and evaluation of plastic recyclability, Waste Manag. 95 (2019) 388–398.

(16) CES-Edupack, Granta design limited, (2019). <http://www.grantadesign.com/education/edupack/>.

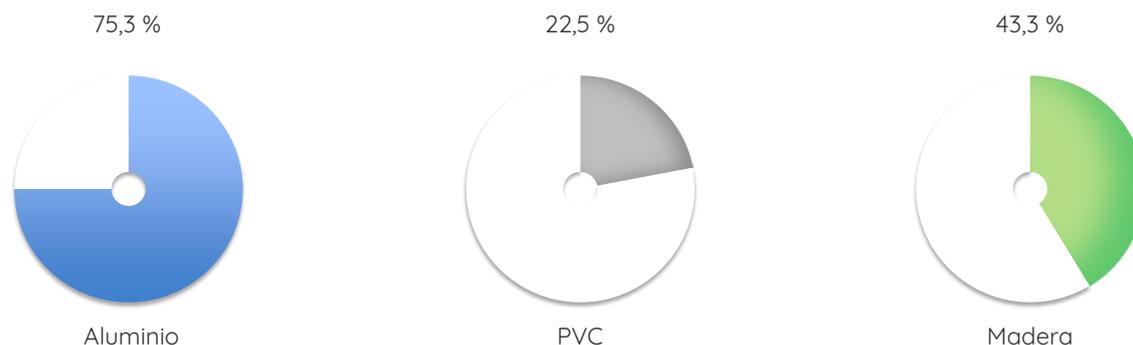


Figura 2. Puntuación de reutilización material (PRM) para aluminio, PVC y madera

INDICADOR DE CIRCULARIDAD MATERIAL⁽²⁾

La Fundación Ellen MacArthur ha generado el Indicador de Circularidad Material (ICM). Esta iniciativa está respaldada por Granta Design, organización dedicada a la tecnología de información sobre materiales y recibió financiación mediante un proyecto LIFE de la Unión Europea.

El ICM se construye esencialmente a partir de dos factores, el índice de flujo lineal y el factor de utilidad. El primero mide la proporción de material que fluye de forma lineal, es decir, aquel que procede de material vírgen junto al que termina como residuo irrecuperable. Este factor tiene en cuenta:

- el porcentaje de materia prima reciclada (R_1);
- el destino después del uso, distinguiendo entre la tasa de recuperación (R_2) y la tasa de reutilización (R_R);
- la eficiencia del proceso de reciclaje (E_R).

El segundo factor, representa la duración e intensidad de uso del producto o material en

relación al de un producto promedio empleado para el mismo uso. La duración del producto tiene en cuenta la vida útil de su fase de uso (años) mientras que la intensidad de uso refleja la medida en que el producto se utiliza en su capacidad total o el número de unidades funcionales desempeñadas⁽⁺⁾. El ICM no tiene en cuenta la pérdida de circularidad por el infrareciclaje de los materiales aunque según sus desarrolladores este aspecto será incluido en posteriores versiones del indicador.

Un valor de ICM de 1 representa la circularidad perfecta mientras que valores próximos a 0,1 denotan sistemas netamente lineales.

En la Figura 3 se muestran los valores del ICM del aluminio, PVC y madera obtenidos a partir de los datos de la Tabla 2. Para ello se ha supuesto un valor de 39% de contenido de reciclado del aluminio, valor medio de los expresados en la Tabla 2 excluyendo el cero por no ser representativo de la realidad productiva del aluminio en la que el empleo de chatarra es elevado. Para los tres materiales se ha supuesto

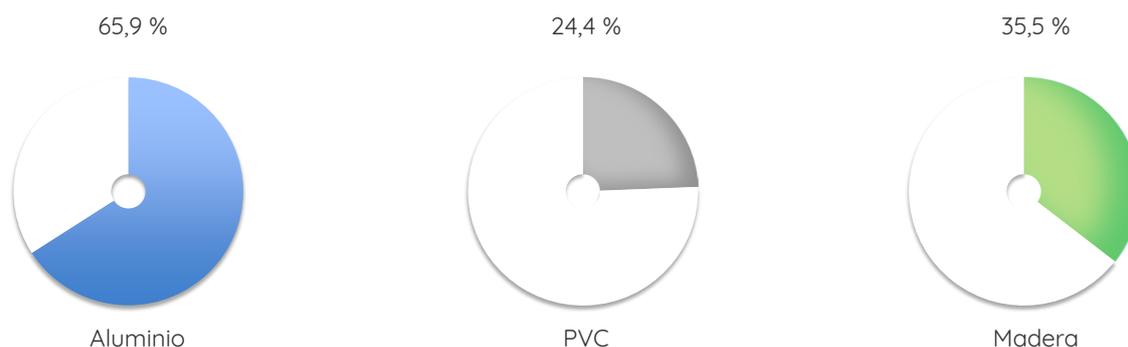


Figura 3. Indicador de circularidad material (ICM) para aluminio, PVC y madera (mismo factor de utilidad)

(+) Por ejemplo, en el caso de un automóvil la unidad funcional sería un kilómetro recorrido. Si se comparan distintos vehículos de una misma gama, la intensidad de uso tendría en cuenta la duración media superior (expresados en kilómetros recorridos) de los motores diésel con respecto a los de gasolina.

el mismo valor de E_R y que éste es el mismo tanto a la entrada como en el fin de vida del producto (90%). También se ha considerado como idéntico el factor de utilidad para los tres materiales.

No obstante, se puede dar el caso de que para algunas familias de productos la vida útil de estos no sea la misma. Este es el caso de componentes como puertas y ventanas de uso en edificación para las que se emplean perfiles de los tres materiales estudiados. En la Tabla 3 se muestra la vida útil para ventanas expresada en

años. Las fuentes referenciadas tienen su origen en estudios de análisis de ciclo de vida (ACV) y en manuales de mantenimiento de edificación.

En la Figura 4 se muestran los valores del ICM teniendo en cuenta el valor medio para la vida útil de las ventanas (Tabla 3). Se ha considerado como vida útil de referencia la de la ventana de PVC mientras que se ha supuesto la misma intensidad de uso para los tres casos.

Tabla 3. Vida útil de ventanas (años)

VENTANA	ACV					Manuales de mantenimiento				Media
	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	
Aluminio	60		35	40	45	35+	50-60	40-60		46
PVC	30	18	22,5	22,5	30	25	30		25-35	26
Madera	30		35	35	45	35+	40+		30	37

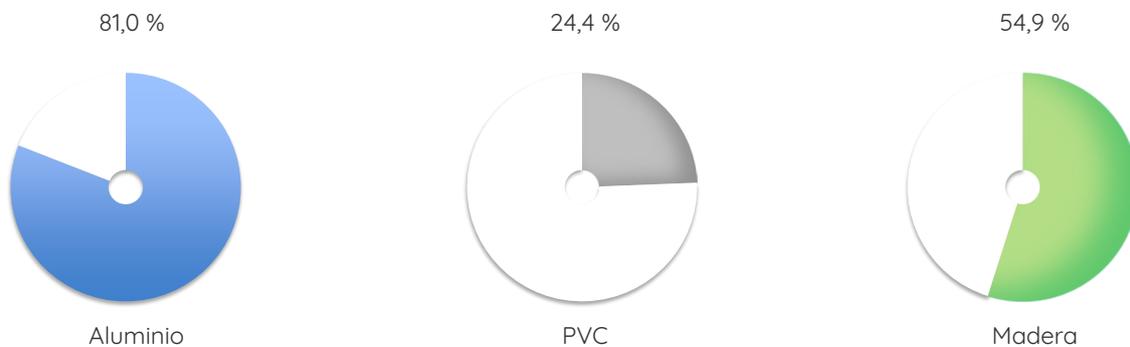


Figura 4. Indicador de circularidad material (ICM) para aluminio, PVC y madera (distinto factor de utilidad)

- (17) S. Carlisle, E. Friedlander, The influence of durability and recycling on life cycle impacts of window frame assemblies, *Int. J. Life Cycle Assess.* 21 (2016) 1645-1657. doi:10.1007/s11367-016-1093-x.
- (18) J. Salazar, Life cycle assessment case study of North American residential windows, (2007). doi:10.14288/1.0066422.
- (19) N.P. Howard, J. Burgess, C. Lim, Comparative service life assessment of window systems Forest & Wood Products Research & Development Corporation. [http://www.fwpa.com.au/images/marketaccess/PR07.1047 Final Report WEB.pdf](http://www.fwpa.com.au/images/marketaccess/PR07.1047%20Final%20Report%20WEB.pdf)
- (20) M. Asif, T. Muneer, J. Kubie, Sustainability analysis of window frames, *Build. Serv. Eng. Res. Technol.* 26 (2005) 71-87. doi:10.1191/0143624405bt118tn.
- (21) S. Citherlet, F. Di Guglielmo, J.-B. Gay, Window and advanced glazing systems life cycle assessment, *Energy Build.* 32 (2000) 225-234. doi:10.1016/S0378-7788(98)00073-5.
- (22) Housing Association Property Mutual., Housing Association Property Mutual, HAPM: Component life manual., Spon, 1992. https://books.google.es/books/about/HAPM_Component_Life_Manual.html?id=1vCLPgAACAAJ&source=kp_cover&redir_esc=y
- (23) WCC, Comparative Assessment of Window Types, 1990.
- (24) Manteniment de l'edifici: Fitxes, Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya: IteC, 1991.
- (25) J. Anderson, D. Shiers, K. Steele, J. Wiley, The green guide to specification. An environmental profiling system for building materials and components. Fourth Edition. [http://moodle.nptcgroup.ac.uk/pluginfile.php/1018700/mod_resource/content/1/Green guide to specification.pdf](http://moodle.nptcgroup.ac.uk/pluginfile.php/1018700/mod_resource/content/1/Green%20guide%20to%20specification.pdf)

ÍNDICE DE CIRCULARIDAD⁽³⁾

Este indicador se obtiene a partir de dos parámetros, α y β , calculados aplicando las siguientes expresiones:

$$\alpha = \frac{T_R}{T_D} \quad \beta = 1 - \frac{E_R}{E_P}$$

donde T_R es la cantidad de material recuperado en el fin de vida de los productos, T_D la cantidad de material demandada, E_R la energía necesaria para la recuperación o reciclaje del material y E_P la energía necesaria para la producción del material primario o vírgen.

Por su definición, el parámetro α se obtiene de valores macro de flujos materiales. Representa las pérdidas disipativas del material, y el desajuste entre la demanda total del mismo y su recuperación en el fin de vida.

El parámetro β representa el trecho energético que hay entre, por un lado, el reciclaje del material hasta el punto de equivalencia con el material primario, y por otro, la producción de

éste mismo a partir de materia prima vírgen. En cierta medida también representa la pérdida de calidad del material ya que se entiende que cuanto más mezclado se encuentra un residuo, más procesado, y por tanto más energía, se ha de emplear en su recuperación.

El índice de circularidad se obtiene de la multiplicación de estos dos parámetros, $IC = \alpha \cdot \beta$. De nuevo, el valor de 1 representa el estado ideal de un sistema circular.

En la Tabla 4 se muestran los variables necesarias para el cálculo del IC obtenidas de la bibliografía. Cuando se aporta más de un valor para el mismo parámetro se ha empleado la media.

En la Figura 5 se muestran los valores del IC para el aluminio y el PVC a partir de la Tabla 4. Para la madera no se han obtenido datos macro de demanda y recuperación de material en el fin de vida por lo que no se ha calculado su IC.

Tabla 4. Parámetros para cálculo del índice de circularidad⁽³⁾

MATERIAL		(3)	(26)	(27)	(16, 28)	(29)	(30)
Aluminio	T_R	11 Mt	12 Mt				
	T_D	54 Mt	63,2 Mt				
	E_R				34,1 MJ/kg		
	E_P				200 MJ/kg		
PVC	T_R			8,4 Mt			
	T_D			51,2 Mt			
	E_R				23,2 MJ/kg	23 MJ/kg	
	E_P				65 MJ/kg		57,9 MJ/kg

(26) <https://www.aluminium-exhibition.com/en/ALUMINIUM-2020/Demand-for-aluminium-is-growing-worldwide/758/>

(27) Plastic Europe, Plastics – the Facts 2018 An analysis of European plastics production, demand and waste data. https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF_web.pdf

(28) M.F. Ashby, Materials and the environment: eco-informed material choice (second edition), Butterworth-Heinemann, 2013. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385971-6.00002-6>.

(29) S. Mudgal, B. Tinetti, A. Trigo, T. Faninger, J. Geibler, K. Schischke, J. Teubler, M. Proske, Material-efficiency Ecodesign Report and Module to the Methodology for the Ecodesign of Energy-related Products (MEErP), 2013

(30) Plastics Europe - Eco-profiles - LCA. <http://www.plasticseurope.org/plastics-sustainability-14017/eco-profiles.aspx>

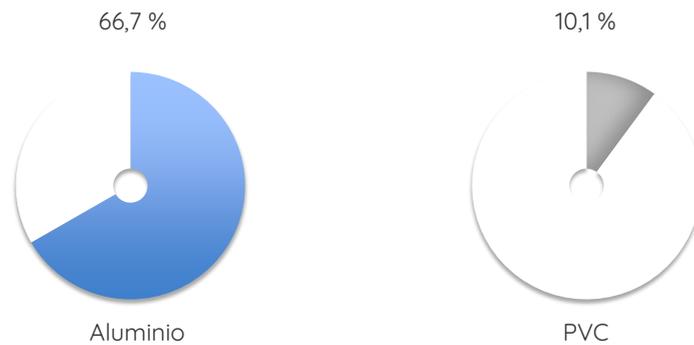


Figura 5. Índice de circularidad (IC) para aluminio y PVC

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El aluminio presenta valores de circularidad entre el 65,9% para el ICM y el 75,3% del PRM. Cuando la vida útil de una familia de productos se incorpora al análisis, como es el caso de las ventanas, el valor del ICM puede alcanzar el 81% para este material. Esto se debe a la extensión de la vida útil de las ventanas de aluminio con respecto a las de PVC y madera.

En el caso del PVC los indicadores estudiados se encuentran entre el 10,1% para el IC y el 24,4% para el ICM.

Para la madera los indicadores se encuentran entre el 35,5% del ICM y el 43,3% del PRM. Cuando se tiene en cuenta la vida útil de la ventana de madera, el ICM alcanza el valor de 54,9%. No obstante la madera representan un caso particular ya que pertenece al ciclo biológico (Figura 1), en contraposición al aluminio y PVC, que forman parte del ciclo técnico. Agotadas las posibilidades de reutilización y reciclaje, en el ciclo biológico está permitida la disipación de materiales ya que estos pueden regenerarse en un periodo corto si se comparan con los materiales del ciclo técnico. Este aspecto solo se tiene en cuenta en el PRM aunque esta metodología entiende por periodo corto un valor inferior a 10 años. Por otro lado, la valorización energética de la madera, que es una solución interesante para su fin de vida, queda fuera de los indicadores estudiados.

Ni el ICM ni el PRM tienen en cuenta el infrareciclaje o la pérdida de propiedades inherentes del material en las operaciones de reciclaje. Este es un aspecto que condiciona la circularidad de un producto o de los materiales que lo componen ya que puede suponer el

principal inconveniente a la hora de usar de nuevo el material en el mismo producto. En este sentido, la madera y el PVC se ven beneficiados por estos indicadores. En el primer caso porque se ha considerado que la fracción convertida en viruta, tiene el mismo uso que la madera maciza original de la que procede. En el segundo caso porque se ha considerado que el PVC reciclado posee las mismas propiedades que el material virgen. Es previsible que en futuras versiones de alguno de estos indicadores se tenga en cuenta esta circunstancia, incrementando así el nivel de acierto con la realidad que intentan describir.

Aunque de forma indirecta, el IC sí tiene en cuenta el infrareciclaje a través del parámetro β . Esto conlleva que, en el caso del PVC este indicador caiga hasta un valor de 10,1%, con respecto al valor de 22,5% del PRM o de 24,4% del ICM para este mismo material.

En el caso del aluminio, los indicadores podrían parecer bajos atendiendo a la alta tasa de recuperación y a la eficiencia en el reciclaje de este material. Esto es debido a que el contenido de aluminio reciclado (R_i) en la actualidad está limitado por la disponibilidad de chatarra de este material. El constante aumento de la demanda de aluminio y el hecho de que en algunos sectores, como el de la construcción, la vida útil de los productos sea de varias décadas, provoca que el aluminio reciclado en la actualidad no sea suficiente para satisfacer la demanda de este material. Se requiere por tanto la inyección de aluminio primario en la cadena de suministro. El contenido de reciclado promedio en el suministro mundial se encuentra alrededor del 36% pero se prevee que aumente paulatinamente en los años siguientes.



Publicado por:
Asociación Española del Aluminio y Tratamientos de Superficie
Príncipe de Vergara, 74
28006 Madrid
www.asoc-aluminio.es

Estudio técnico y diseño:
IDNÓVAM
Ferranz 56, Bajo
28008 Madrid
info@idnovam.com