

Comparativa de fabricación de envases de bebida: PET, vidrio y aluminio

Análisis de Ciclo de Vida cradle-to-gate del envase para 1 litro de refresco carbonatado. Método EF 3.1, modelado en OpenLCA sobre bases de datos públicas.

ALCANCE

Del origen a puerta de fábrica (cradle-to-gate)

UNIDAD FUNCIONAL

Contener 1 litro de bebida

MÉTODO DE IMPACTO

Environmental Footprint (EF) 3.1

SOFTWARE · BASE DE DATOS

OpenLCA 2.5 · BAFU-2026 v1

AUTOR

Juan Fran Paredes, Scala Vita

VERSIÓN · FECHA

v1.0 · agosto de 2026

Naturaleza del estudio. Proyecto demostrativo autoiniciado, sin cliente asociado. Estudio **orientativo** realizado con datos secundarios de bases públicas y proxies declarados. No constituye un ACV certificado ni verificado por tercera parte conforme a ISO 14040/14044, sino un ejercicio metodológico que sigue su estructura y principios. Comparativa genérica por material; no se atribuyen resultados a ningún producto de marca.

Resumen ejecutivo

Este estudio compara la huella ambiental de **fabricar** el envase necesario para contener un litro de refresco carbonatado en sus tres formatos de mercado: botella de PET, botella de vidrio y lata de aluminio. El análisis es de cuna a puerta de fábrica (cradle-to-gate); incluye la producción del material y el conformado del envase vacío, y excluye el llenado, la distribución, el uso y el fin de vida (este último se trata como análisis de sensibilidad).

57	83	167
Botella PET · g CO ₂ /330 ml	Lata aluminio · g CO ₂ /330 ml	Botella vidrio · g CO ₂ /330 ml

El resultado contradice la intuición habitual de que el vidrio es el envase "más ecológico": en fabricación es el de mayor huella de carbono, casi **el triple** que el PET, debido a su elevada masa (≈ 10 veces la del PET para el mismo litro) y a la intensidad energética de la fusión. El aluminio queda en una posición intermedia, muy condicionada por su contenido reciclado.

Tres conclusiones estructuran el informe. **Primera:** el orden PET < aluminio < vidrio se mantiene al ampliar el análisis a las ocho categorías de impacto del método EF y a un índice normalizado único (PET 143 · aluminio 184 · vidrio 445 pequiv.-persona/L); no hay selección interesada de indicadores. **Segunda:** en los tres envases el impacto se concentra en la producción del material (72-100 %), no en el proceso de fábrica; la palanca de mejora está en el material y su contenido reciclado, no en la eficiencia de planta. **Tercera** y más relevante para el diseño: el vidrio de un solo uso, el peor envase, se convierte en el mejor de todos cuando es **reutilizable**, batiendo al PET a partir de ~ 9 rotaciones. La variable decisiva no es el material, sino el sistema.

Uso previsto de los resultados. Orientar decisiones de ecodiseño de envase (selección de material, contenido reciclado, formato, reutilización) y de comunicación ambiental conforme al marco regulatorio europeo emergente (Directiva SUP, Reglamento PPWR, Pasaporte Digital de Producto). Por su carácter orientativo, no deben emplearse para declaraciones ambientales comparativas públicas conforme a ISO 14044 apartado 4.4 sin un estudio con datos primarios y revisión crítica.

Índice

1 Objetivo del estudio

2 Alcance del estudio

2.1 Función, unidad funcional y flujo de referencia

2.2 Límites del sistema

2.3 Criterios de corte

2.4 Método de evaluación de impacto y categorías

2.5 Requisitos de calidad de los datos y supuestos

3 Análisis del inventario del ciclo de vida (LCI)

3.1 Recopilación de datos y fuentes

3.2 Recetas de inventario por envase

3.3 Reconstrucción del PET reciclado (rPET)

4 Evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA)

4.1 Resultados de caracterización (midpoint)

4.2 Análisis de contribución (hotspots)

4.3 Normalización y perfil multicriterio

5 Interpretación

5.1 Hallazgos principales

5.2 Análisis de sensibilidad

5.3 Evaluación de integridad, sensibilidad y coherencia

5.4 Conclusiones y toolkit de decisión

6 Limitaciones

7 Referencias

A-D Anexos: inventario, factores y resultados completos

1 Objetivo del estudio

El objetivo es **cuantificar y comparar la huella ambiental de la fabricación del envase** asociado a contener un litro de refresco carbonatado, para tres materiales alternativos, PET, vidrio y aluminio, bajo una misma regla metodológica, e identificar las palancas de ecodiseño con mayor capacidad de reducción de impacto.

Las **razones para realizar el estudio** son dos: (i) contrastar con datos la percepción extendida de que el vidrio es el envase intrínsecamente más sostenible, y (ii) construir una pieza demostrativa que ilustre el tratamiento de datos y la metodología de trabajo de Scala Vita. El **público destinatario** son responsables de producto, packaging y sostenibilidad de empresas de bebidas, así como perfiles técnicos que evalúen la calidad del análisis.

El estudio **no está destinado a afirmaciones comparativas divulgadas al público** en el sentido de ISO 14044, dado su carácter orientativo y el uso de datos secundarios. Se declara explícitamente su naturaleza demostrativa (ver portada y apartado 6).

2 Alcance del estudio

2.1 Función, unidad funcional y flujo de referencia

La **función** del sistema es contener y proteger la bebida hasta el punto de consumo. La **unidad funcional (UF)** es "**contener 1 litro de bebida**". Esta elección, y no "un envase", es la que permite una comparación justa entre formatos de distinta capacidad: se necesita más de un envase de 330 ml para cubrir un litro.

El **flujo de referencia** es la cantidad de envase de 330 ml necesaria para 1 litro, es decir **3,03 envases** ($1000 \div 330$). Los resultados se presentan tanto por unidad funcional (1 L) como por envase individual de 330 ml (dividiendo entre 3,03), por ser esta última la referencia más intuitiva.

Tabla 1. Masa de material por envase y por unidad funcional.

Envase	Gramaje (g/330 mL)	Masa por UF (g/L)	Contenido reciclado de entrada
Botella PET	20	60,6	25 % rPET (mínimo legal SUP)
Botella vidrio	190	575,7	~55 % casco (cullet)
Lata aluminio	15	45,5	50 % aluminio secundario

Gramajes de referencia de literatura de fabricantes y sector (ver apartado 7). El vidrio requiere ≈ 10 veces la masa del PET y ≈ 13 veces la del aluminio para el mismo litro: este contraste de masa es determinante en los resultados.

2.2 Límites del sistema

El sistema estudiado es **cradle-to-gate** (del origen a puerta de fábrica del envase): abarca la extracción y producción del material, incorporando el contenido reciclado de entrada, y el conformado del envase vacío. La frontera se cierra a la salida de la fábrica de envase.



La exclusión del transporte de distribución es deliberada: queda fuera del control de diseño del envase y su inclusión introduciría variabilidad ajena al objeto de comparación (la fabricación). La logística **sí** se incluye, en cambio, dentro del sistema de reutilización (retorno de vacíos), por ser consustancial a ese modelo.

2.3 Criterios de corte

Se aplica un criterio de corte por masa/impacto: se excluyen flujos auxiliares cuya contribución individual estimada es inferior al **1 %** del impacto del proceso y cuyo dato no está disponible en la base. Las exclusiones se declaran (apartado 3.3 y apartado 6). El contenido reciclado de entrada se contabiliza bajo enfoque **cut-off**: el material reciclado entra libre de la carga de su primera vida.

2.4 Método de evaluación de impacto y categorías

Se emplea el método **Environmental Footprint (EF) 3.1** de la Comisión Europea, en su implementación para OpenLCA (pack openLCA LCIA Methods 2.8.0). El indicador principal es **cambio climático** (kg CO₂ eq); el análisis multicriterio (apartado 4.3) incorpora ocho categorías: cambio climático, uso de recursos fósiles, uso de recursos minerales y metales, uso de agua, acidificación, ecotoxicidad de agua dulce, radiación ionizante y formación de partículas.

2.5 Requisitos de calidad de los datos y supuestos

Se prioriza cobertura tecnológica europea (región RER), temporalidad reciente (base BAFU-2026) y coherencia metodológica (mismo método y base para los tres envases). Los datos son **secundarios**. Supuestos principales: gramajes de referencia de sector; contenido reciclado de entrada de 25 % (PET), 50 % (aluminio) y ~55 % (vidrio); mix eléctrico de la base; conformado de lata aproximado por un proceso de embutición proxy; botella retornable de ~300 g/330 ml y datos de lavado proxy para el escenario de reutilización. Todos los proxies se declaran en apartado 3 y apartado 6.

3 Análisis del inventario del ciclo de vida (LCI)

3.1 Recopilación de datos y fuentes

Cada envase se modela como un sistema de producto en OpenLCA con flujo de referencia igual al envase para 1 L. Los procesos proveedores proceden de la base **BAFU-2026 v1** (GreenDelta, sobre fondo ecoinvent/KBOB). El PET reciclado se reconstruye a partir del inventario de los perfiles europeos de recicladores **EcoProfiles** (Plastics Recyclers Europe, proyecto PRIMUS), por no existir un dataset de rPET operativo con fondo en la base (apartado 3.3).

3.2 Recetas de inventario por envase

La Tabla 2 resume las entradas principales por unidad funcional. El detalle completo, flujo a flujo, se recoge en el **Anexo A**.

Tabla 2. Entradas principales por envase (por unidad funcional = 1 L).

Envase	Flujo de entrada (dataset BAFU)	Cantidad	Unidad
Botella PET	PET granulate, bottle grade, RER	45,4	g (75 % de 60,6)
	rPET pellets (reconstruido)	15,2	g (25 % de 60,6)
	Stretch blow moulding, RER	60,6	g
Botella vidrio	Packaging glass, white, RER (incl. fusión + conformado)	575,7	g
Lata aluminio	Aluminium, primary, RER	22,75	g (50 %)
	Aluminium, secondary, from old scrap, RER	22,75	g (50 %)
	Sheet rolling, aluminium, RER	45,5	g
	Deep drawing (proxy conformado de lata), RER	45,5	g

El dataset de vidrio de envase integra fusión y conformado en un único proceso e incorpora un porcentaje de casco por defecto. El conformado de la lata (DWI) se aproxima con un proceso de embutición, al no disponer la base de un dataset específico de aluminio; se declara como proxy.

3.3 Reconstrucción del PET reciclado (rPET)

El dataset desagregado de rPET de EcoProfiles, importado a la base, arrojaba un resultado nulo por tener su fondo enlazado a una versión de ecoinvent ausente. Para resolverlo, se reconstruyó el proceso de rPET introduciendo su receta de inventario (energía, calor, agua, sosa, transporte y auxiliares) sobre el fondo de BAFU-2026. El factor resultante es **0,546 kg CO₂ eq/kg**, un 79 % inferior al PET virgen (2,58 kg CO₂ eq/kg), coherente con la literatura de reciclado mecánico. La receta completa se detalla en el Anexo A; los flujos traza (feedstock y auxiliares <1 %) se excluyeron por criterio de corte.

Tabla 3. Factores de cambio climático por kg de material (salida del modelo).

Material / proceso	kg CO ₂ eq / kg
PET virgen (bottle grade)	2,581
rPET reconstruido	0,546
Aluminio primario	8,910
Aluminio secundario	0,660
Vidrio de envase (derivado)	0,881

El contraste entre aluminio primario (8,91) y secundario (0,66), un factor 13×, explica por qué el contenido reciclado es la variable dominante en la lata.

4 Evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA)

4.1 Resultados de caracterización (midpoint)

La Tabla 4 recoge los resultados de las ocho categorías por unidad funcional, para el escenario base (PET 25 % rPET, aluminio 50 %, vidrio ~55 % casco). En cambio climático, la botella de vidrio (0,507 kg CO₂/L) casi triplica al PET (0,173) y supera claramente al aluminio (0,252).

Tabla 4. Resultados de caracterización EF 3.1 por unidad funcional (1 L). Escenario base.

Categoría de impacto	PET 25 %	Aluminio 50 %	Vidrio
Cambio climático (kg CO ₂ eq)	0,173	0,252	0,507
Recursos fósiles (MJ)	4,356	3,804	7,747
Agua (m ³)	0,0151	0,0414	0,0282
Acidificación (mol H ⁺ eq)	0,0006	0,0011	0,0045
Ecotoxicidad agua dulce (CTUe)	0,750	0,822	2,388
Radiación ionizante (kBq U235 eq)	0,065	0,130	0,080

Categorías de minerales/metales y partículas se reportan en el análisis normalizado (apartado 4.3) por su escala. El aluminio es el único que supera al vidrio en dos ejes menores (agua y radiación), asociados a su intensidad eléctrica.

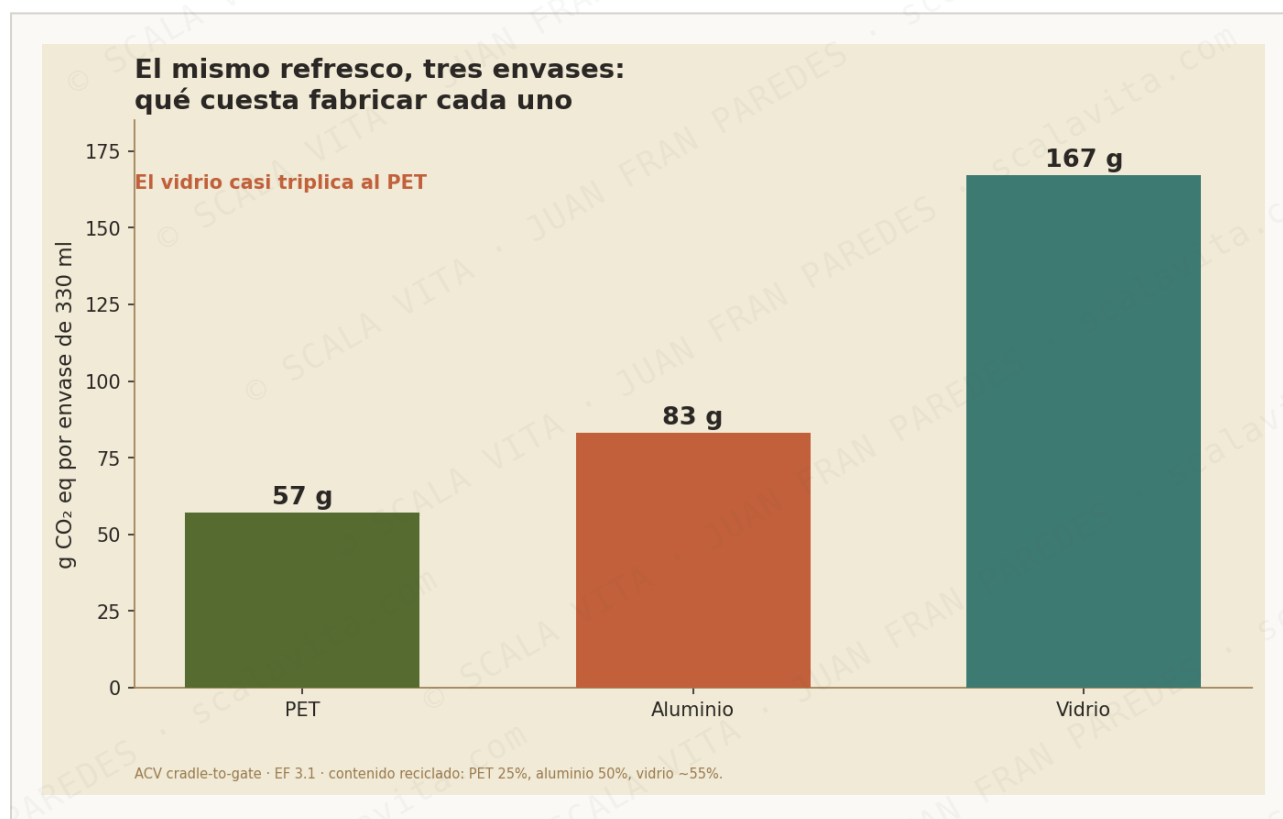


Figura 1. Huella de carbono de fabricación por envase (g CO₂ eq / 330 ml). El vidrio casi triplica al PET. Contrastado con Carbon Trust (2021): dentro de rango.

4.2 Análisis de contribución (hotspots)

La descomposición por fase (Figura 2) muestra que, en los tres envases, la **producción del material domina el impacto**: 72 % en PET, 86 % en aluminio y ~100 % en vidrio. El conformado (soplado, laminado, embutición) es secundario. El caso más ilustrativo es la lata: el aluminio primario, que es el 50 % del metal, representa por sí solo ~80 % de la huella de carbono del envase.

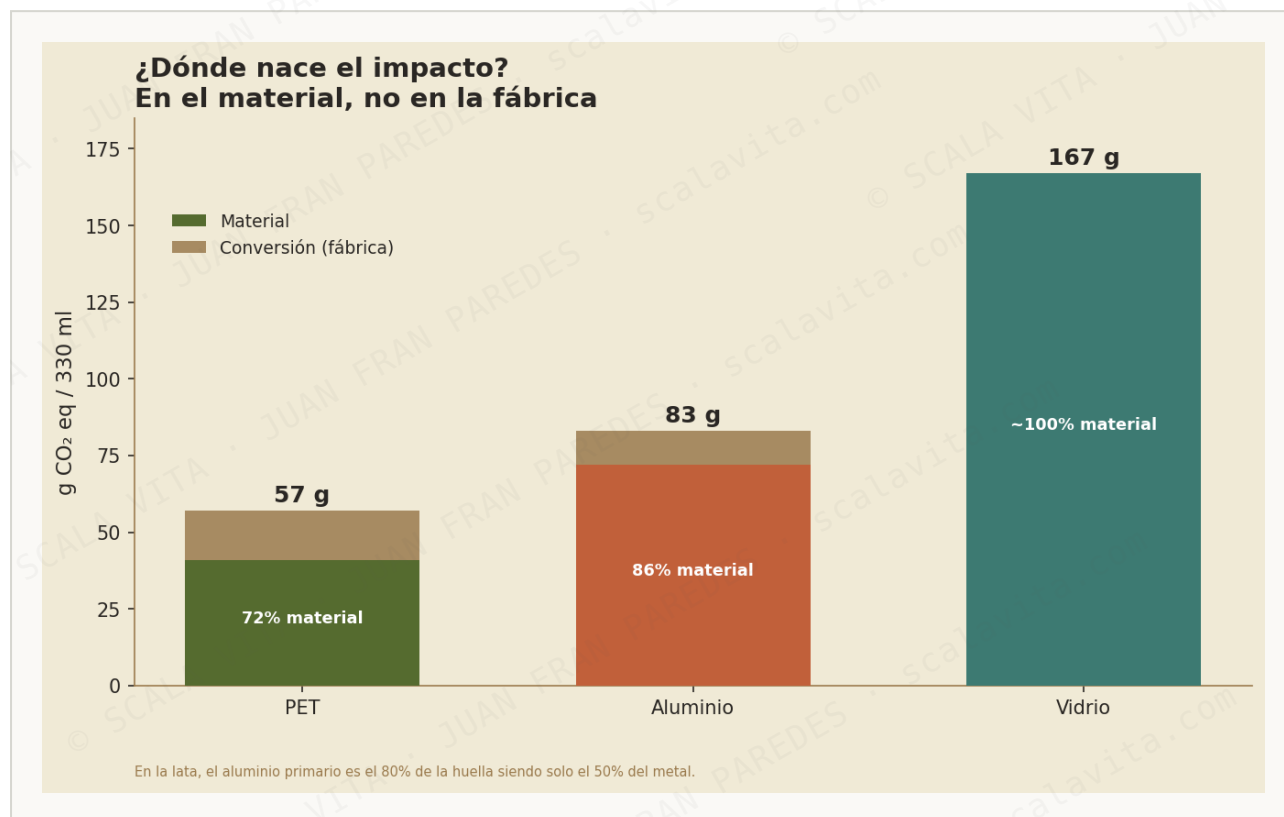


Figura 2. Reparto del impacto entre producción de material y conformado en fábrica. Implicación de diseño: optimizar la planta apenas altera el resultado; la palanca está en el material.

4.3 Normalización y perfil multicriterio

Para evitar conclusiones sesgadas por una única categoría, los ocho indicadores se normalizan con los factores globales EF 3.1 (JRC130796) y se agregan en un índice único (suma sin ponderar). El resultado (Tabla 5) es inequívoco: **PET 143 · aluminio 184 · vidrio 445 µequiv.-persona/L**. El vidrio triplica al PET también en el agregado. El perfil por categoría (Figura 3) confirma que el PET es el mejor en 6 de 8 categorías y el vidrio el peor en 6 de 8; los ejes donde el aluminio gana (minerales) o pierde (agua) pesan 1-2 % del total.

Tabla 5. Índice normalizado por categoría (µequiv.-persona / L) y single-score.

Categoría	PET 25 %	Aluminio	Vidrio
Recursos fósiles	67,0	58,5	119,2
Partículas	9,2	20,9	103,3
Cambio climático	23,0	33,3	67,1
Acidificación	9,9	20,0	80,8
Ecotoxicidad	13,2	14,5	42,1

Categoría	PET 25 %	Aluminio	Vidrio
Radiación ionizante	15,5	30,7	19,0
Minerales y metales	3,9	2,7	11,3
Agua	1,3	3,6	2,5
Single-score (Σ)	143,0	184,2	445,3

Suma sin ponderar (peso igual entre categorías). No es el single-score EF ponderado oficial; se emplea como perfil comparativo. El ranking no cambia bajo la ponderación oficial. Dominan recursos fósiles, partículas, clima y acidificación.

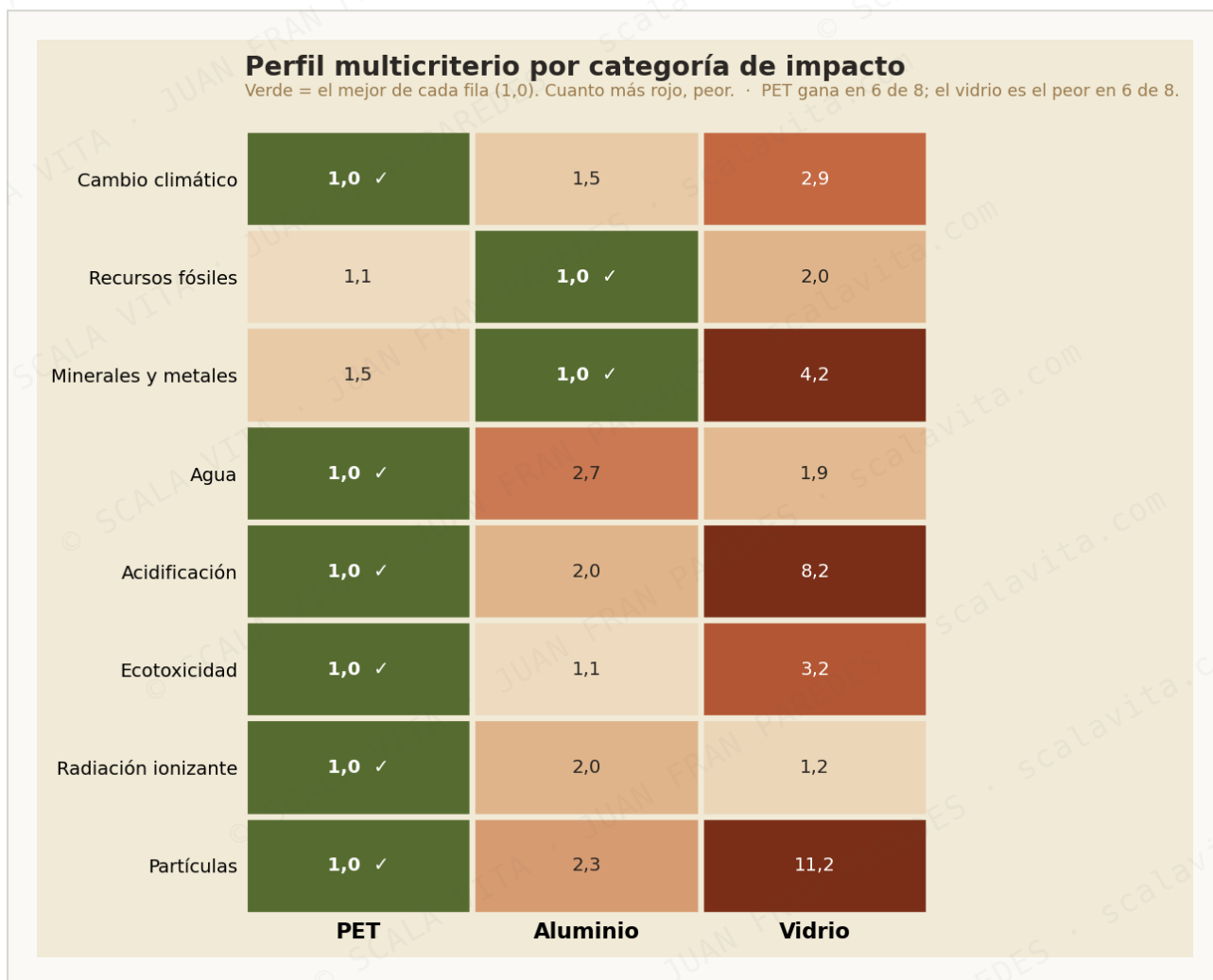


Figura 3. Perfil multicriterio relativo (verde = mejor de cada categoría). El PET domina; el vidrio concentra los peores valores.

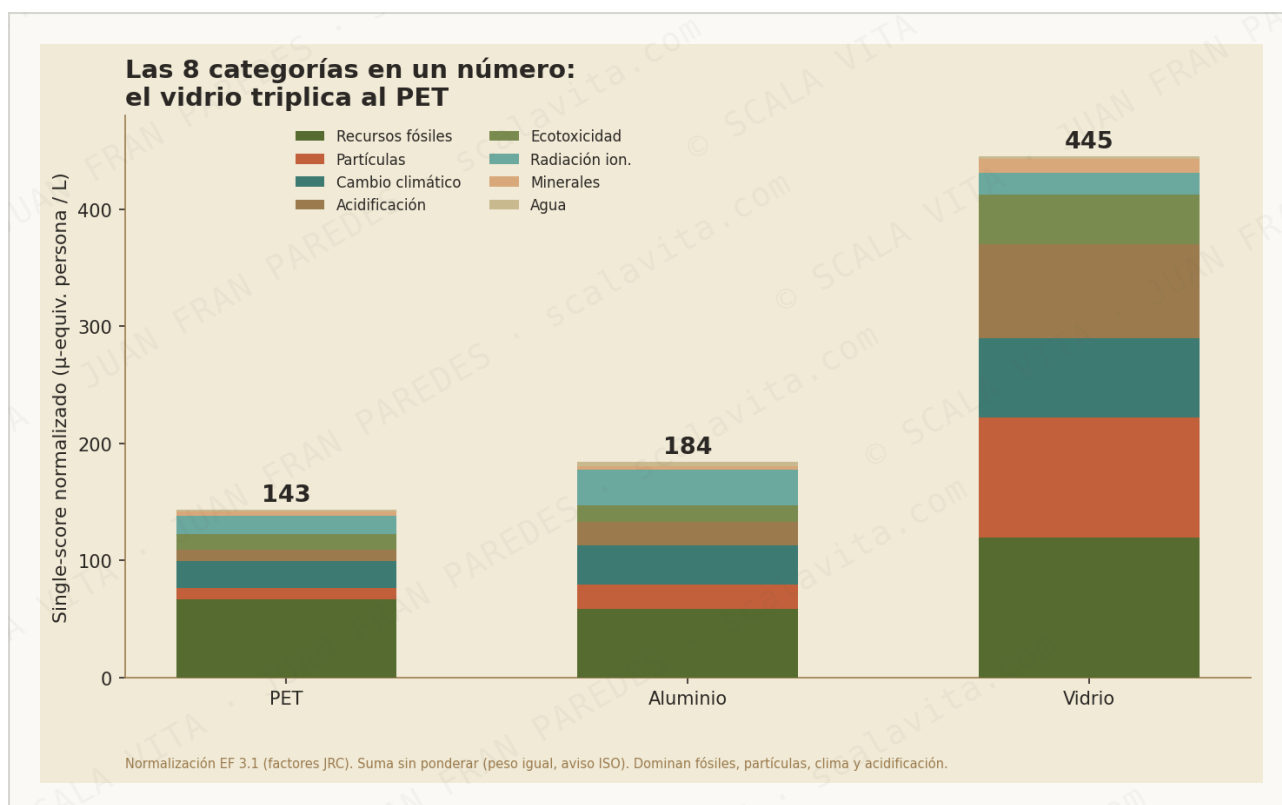


Figura 4. Índice normalizado agregado por envase (μequiv.-persona/L), desglosado por categoría.

5 Interpretación

5.1 Hallazgos principales

El envase asociado culturalmente a lo "natural", el vidrio de un solo uso, es el de mayor huella de fabricación en carbono y en el agregado multicriterio. El PET es el más eficiente en fabricación, y el aluminio queda en medio con una posición muy sensible a su contenido reciclado. El impacto se decide en el material, no en el proceso de fábrica.

5.2 Análisis de sensibilidad

5.2.1 Contenido reciclado

Aumentar el contenido reciclado reduce el impacto de forma prácticamente lineal (Figura 5). El PET pasa de 67 g (virgen) a 27 g (100 % rPET). El aluminio, más sensible por el contraste primario/secundario, va de 145 g (todo primario) a 21 g (todo reciclado). Las curvas de PET y aluminio se cruzan en torno al **71 % de reciclado**: como las latas europeas reales operan al 50-70 %, PET y lata están, en la práctica, empatados. Contrapartida honesta: un mayor contenido reciclado reduce carbono y recursos fósiles pero incrementa el consumo de agua (lavado del reciclado).

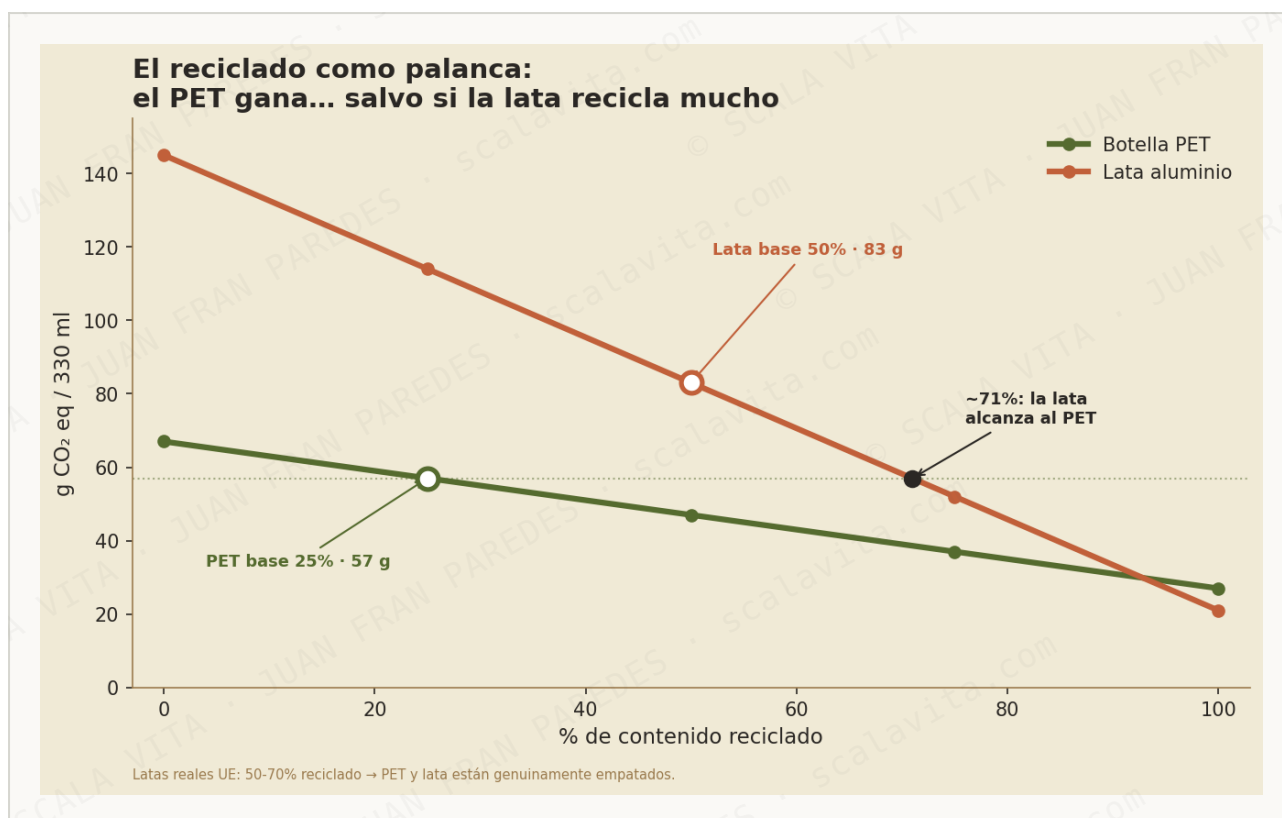


Figura 5. Huella de carbono frente a contenido reciclado, PET y aluminio (g CO₂/330 ml). Cruce en ~71 %.

5.2.2 Fin de vida (Circular Footprint Formula, dos bookends)

El alcance base es cradle-to-gate; el crédito por reciclaje de fin de vida se explora como sensibilidad mediante dos escenarios extremos que acotan la CFF: **cut-off** (sin crédito, = base) y **avoided-burden** (crédito completo por el material virgen evitado, ponderado por la tasa de reciclado de fin de vida). El aluminio es el que más recorta al acreditar su reciclaje. El ranking, sin embargo, no se invierte: el vidrio sigue último y el PET primero.

Tabla 6. Sensibilidad de fin de vida (g CO₂/330 ml). Bookends que acotan la CFF.

Envase	Cut-off (base)	Avoided-burden	Tasa reciclado EoL (R2)
Botella PET	57,2	45,0	55 %
Lata aluminio	83,0	58,2	70 %
Botella vidrio	167,3	147,5	74 %

Avoided-burden puro (sin factor A). La CFF oficial mezcla ambos enfoques con A = 0,5 (PET) y 0,2 (aluminio y vidrio), por lo que el resultado real se situaría entre las dos columnas. La ventaja PET-aluminio se estrecha (de +45 % a +29 %); con un mix eléctrico de aluminio primario más intensivo que el europeo, la lata podría alcanzar al PET. La respuesta "PET o aluminio" depende, por tanto, del método de reparto y de la geografía del metal.

5.2.3 Reutilización y break-even

El escenario de mayor impacto en las conclusiones es la **reutilización** del vidrio. Modelando una botella retornable (producción amortizada A = 0,80 kg CO₂/L más un ciclo de lavado B = 0,082 kg CO₂/L por rotación), la huella por uso decae con el número de rotaciones (N): huella/uso = A/N + B. Los puntos de equilibrio son ~1,9 usos frente al vidrio de un solo uso, ~4,7 frente a la lata y ~8,8 frente al PET (unos 12 considerando un 3 % de rotura por viaje). A 30 rotaciones, dentro del rango real de 25-44, la huella cae a ~36 g/330 ml, por debajo de cualquier envase de un solo uso.

Tabla 7. Huella del vidrio reutilizable según número de rotaciones (g CO₂/330 ml).

Rotaciones (N)	1	2	5	9	20	30	50
Huella/uso	291	159	80	56	40	36	32

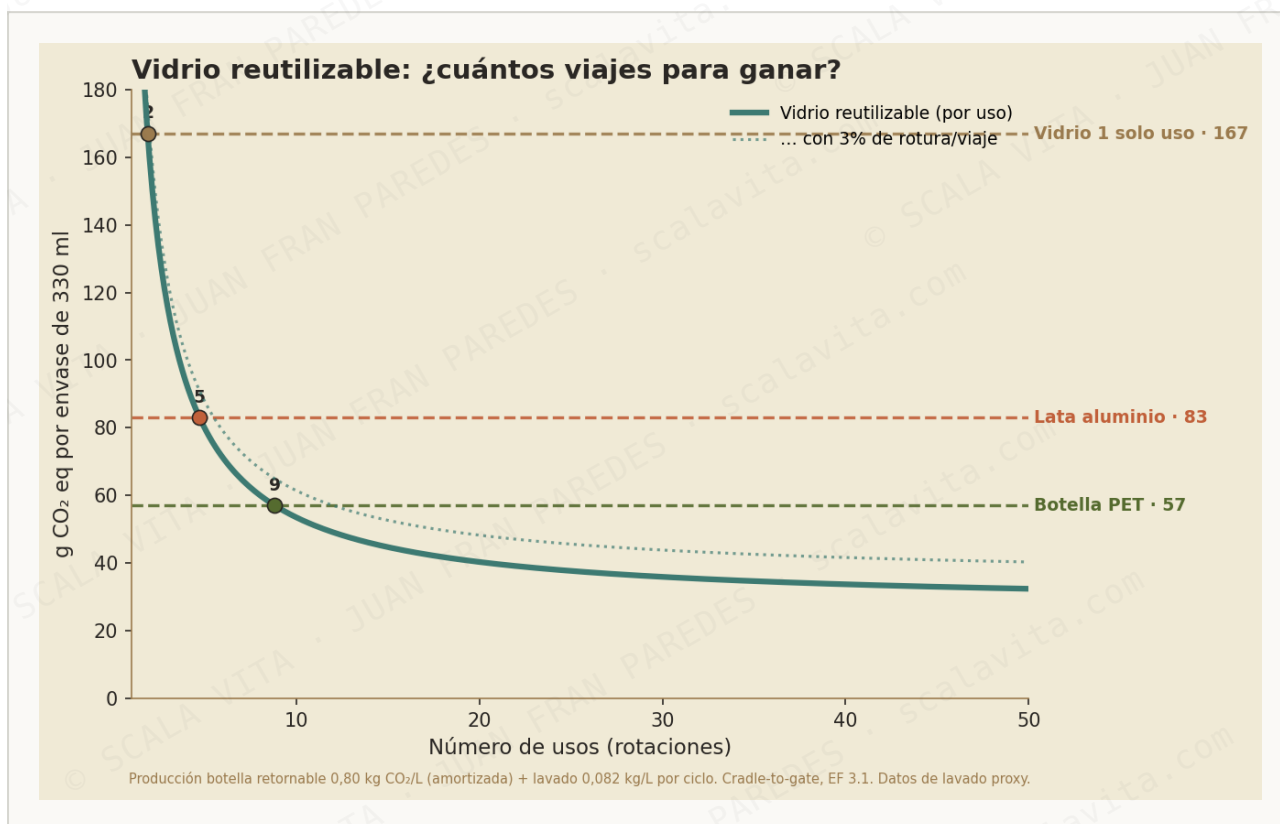


Figura 6. Huella por uso del vidrio reutilizable frente a rotaciones, con las líneas de referencia de PET, lata y vidrio de un solo uso. Validado frente a NORSUS (2021).

5.2.4 Aligeramiento y formato

Reducir el gramaje disminuye el impacto de forma proporcional pero acotada: un vidrio un 30 % más ligero baja a ≈117 g, todavía el doble que el PET, sin alterar el ranking. El PET y la lata operan ya cerca de su límite de aligeramiento. El formato tiene un efecto geométrico relevante: pasar de 330 ml a 1 L reduce ≈30 % la huella por litro, por mejor relación superficie/volumen.

5.3 Evaluación de integridad, sensibilidad y coherencia

Integridad: se cubren los procesos relevantes de cada envase; las exclusiones (auxiliares traza, transporte de distribución) están declaradas y justificadas. **Coherencia:** los tres sistemas comparten método (EF 3.1), base (BAFU-2026), región (RER) y unidad funcional, condición necesaria para una comparación válida. **Sensibilidad:** las conclusiones cualitativas (vidrio de un solo uso peor; material dominante; reutilización decisiva) son robustas a las variaciones ensayadas de contenido reciclado, fin de vida y gramaje; la única comparación sensible al método es PET frente a aluminio, que se declara como tal. Los resultados de cambio climático se contrastan con Carbon Trust (2021) y el escenario de reutilización con NORSUS (2021), quedando dentro de rango en ambos casos.

5.4 Conclusiones y toolkit de decisión

De mayor a menor capacidad de reducción de impacto, las palancas de ecodiseño de un envase de bebida se ordenan así:

1. **Reutilizar**, hasta 5× menos impacto (vidrio retornable). La palanca dominante; requiere sistema de recogida y lavado.
2. **Material y contenido reciclado**, determinan el 70-90 % del impacto; subir el reciclado reduce hasta -60 % en PET y es decisivo en aluminio.
3. **Formato grande**, ~30 % menos por litro al aumentar la capacidad, por geometría.
4. **Aligeramiento**, -10 a -20 %; real pero acotado.
5. **Optimización de planta**, efecto marginal (la conversión es el 10-15 % del total).

Lectura estratégica. La mayoría del impacto de un envase se decide en la fase de diseño, material, contenido reciclado, formato y reutilización, no en la planta de fabricación. Son precisamente las variables que la regulación europea (PPWR, Pasaporte Digital de Producto) va a exigir documentar con datos.

6 Limitaciones

- Estudio **orientativo** con datos secundarios de bases públicas. No equivale a un ACV certificado ISO 14040/14044 con datos primarios de un fabricante ni ha sido sometido a revisión crítica por panel.
- Comparativa genérica por material, **sin marca**. No se atribuyen cifras a ningún producto con nombre, en línea con la Directiva de Green Claims.
- Alcance cradle-to-gate: solo fabricación del envase vacío. Transporte de distribución y uso excluidos; fin de vida tratado únicamente como sensibilidad.
- Contenido reciclado de entrada bajo enfoque cut-off. La sensibilidad de fin de vida emplea bookends cut-off / avoided-burden; no implementa la CFF oficial completa con sus factores A.
- Proxies declarados: conformado de lata (embutición de acero como aproximación), gramaje de la botella retornable (~300 g/330 ml) y datos de lavado del sistema de reutilización.
- El rPET de EcoProfiles se importó sin fondo operativo (resultado nulo) y se reconstruyó sobre el fondo BAFU; los auxiliares traza (<1 %) se excluyeron por criterio de corte.
- El dataset de vidrio figura como "obsoleto" en la base, pero se considera válido para el propósito del estudio; integra el conformado.
- El single-score normalizado agrega categorías con peso igual; no es el single-score EF ponderado oficial. El estudio del formato es una estimación geométrica, no gramajes reales por tamaño.

7 Referencias

- [1] ISO 14040:2006. *Gestión ambiental, Análisis del ciclo de vida, Principios y marco de referencia*. Organización Internacional de Normalización.
- [2] ISO 14044:2006. *Gestión ambiental, Análisis del ciclo de vida, Requisitos y directrices*. Organización Internacional de Normalización.
- [3] GreenDelta (2026). *Base de datos LCI BAFU-2026 v1* (sobre fondo ecoinvent/KBOB), región RER. OpenLCA 2.5.

- [4]** European Commission, JRC (2023). *Environmental Footprint (EF) 3.1, reference package and method*. Implementación openLCA LCIA Methods 2.8.0.
- [5]** European Commission, JRC (2023). *JRC130796, EF 3.1 global normalization factors*.
- [6]** Plastics Recyclers Europe (proyecto PRIMUS, rev. VTT). *EcoProfiles of Recycled Plastics (rPET), inventario*. Licencia CC BY 4.0.
- [7]** Carbon Trust (2021). *Carbon footprinting of beverage packaging* (valores de referencia para validación).
- [8]** NORSUS (2021). *Review of life cycle assessments of reuse systems for beverage bottles*.
- [9]** Gramajes de referencia: Petainer (PET), Coca-Cola / edie (vidrio), Ace Breakers (aluminio).
- [10]** Directiva (UE) 2019/904 (SUP): 25 % rPET en botellas desde 2025, 30 % desde 2030.
- [11]** Reglamento (UE) 2025/40 (PPWR) sobre envases y residuos de envases; aplicación desde el 12 de agosto de 2026.

A Anexo A · Inventario detallado del rPET reconstruido

Receta introducida en OpenLCA para reconstruir 1 kg de rPET sobre el fondo BAFU-2026, a partir del inventario EcoProfiles.

Tabla A.1. Inventario del proceso rPET reconstruido (por 1 kg de rPET).

Flujo de entrada (dataset)	Cantidad	Unidad	Nota
Electricity, low voltage, RER	2,535	MJ	Suma de las tres tensiones
Heat, natural gas, industrial furnace 1MW, CH	1,128	MJ	Secado / lavado
Diesel, burned in building machine, GLO	0,197	MJ	,
Extrusion, plastic film, RER	0,0297	kg	Peletizado
Transport, freight, lorry 16-32t, RER	0,40	t·km	Logística del reciclado
Tap water, RER	3,065	kg	Lavado
Polyethylene LDPE granulate, RER	0,0291	kg	Auxiliar
Steel, low-alloyed, RER	0,00983	kg	Auxiliar
Sodium hydroxide, 50 % in H2O, RER	0,00909	kg	Sosa cáustica
Feedstock PET + trazas	excluido	,	Cut-off (<1 %) declarado

Sistema de reutilización (vidrio retornable)

Tabla A.2. Inventario del ciclo de lavado por rotación (por 1 L).

Flujo	Cantidad	Unidad
Producción botella retornable (packaging glass, white), amortizada	0,909	kg
Heat, natural gas, industrial furnace 1MW (agua caliente lavado)	0,50	MJ
Electricity, low voltage, RER (lavadora)	0,30	MJ
Tap water, RER	2,00	kg
Sodium hydroxide, 50 % in H2O, RER	0,003	kg
Transport, freight, lorry 16-32t, RER (retorno de vacíos)	0,05	t·km

B-C Anexos B y C · Curvas completas de contenido reciclado

Resultados de cambio climático por unidad funcional y por 330 ml a lo largo del rango de contenido reciclado, para PET y aluminio.

Tabla B.1. Cambio climático del PET según % rPET.

% rPET	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
--------	-----	------	------	------	-------

% rPET	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
kg CO ₂ /L	0,204	0,173	0,143	0,112	0,081
g CO ₂ /330 ml	67,4	57,2	47,1	36,9	26,7

Tabla C.1. Cambio climático de la lata según % aluminio reciclado (g CO₂/330 ml).

% reciclado	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
g CO ₂ /330 ml	145	114	83	52	21

Tabla C.2. Puntos de equilibrio del vidrio reutilizable (nº de rotaciones para batir a cada envase de un solo uso).

Referencia	Vidrio 1 uso	Lata aluminio	Botella PET
Rotaciones para batirlo	~1,9	~4,7	~8,8