# DIAGNÓSTICO DEL METABOLISMO DE LA ECONOMÍA PARAGUAYA



ac+
Proyecto de Economía Circular

BID LAB

FUNDACIÓN MOISÉS BERTONI

# DIAGNÓSTICO DEL METABOLISMO DE LA ECONOMÍA PARAGUAYA

ac+ Proyecto de Economía Circular

BID | LAB

FUNDACIÓN MOISÉS BERTONI

**Diagnóstico del Metabolismo de la Economía Paraguaya**

**Año de publicación:**
2022

**Autores:**
Manuel Adolfo Ferreira (MF Economía S.A.)
Dominica Zavala Zubizarreta (MF Economía S.A.)
Alfredo Pereira (MF Economía S.A.)
Victoria Echagüe (Consultor independiente por MF)
Federico Gomez Guisoli (Kolibri)
Leila Schein (Kolibri)
Carolina Perez Guzman (Kolibri)
German Pinasco (Consultor independiente por Kolibri)

**Equipo de revisión:**
Mauricio Solalinde (Fundación Moisés Bertoni)
Laura Salinas (Fundación Moisés Bertoni)

**Diagramación:**
Disenua Estudio

**Diseño de portada:**
Agencia Ecobrand SRL

**Permisos de Difusión:**
Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista de Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directivo Ejecutivo ni de los países que representa.

# Índice

**Abreviaturas** 6

**Resumen Ejecutivo** 8

**1. Capítulo 1: Metodología para Diagnósticos de Metabolismos Económicos** 10
1.1. Fuentes de información 11
1.1.1. Datos sobre importaciones y exportaciones de la economía paraguaya (TD) 11
1.1.2. Datos primarios relevados de la industria (BU) 13
1.1.3. Ajuste y adecuación de datos primarios relevados de la industria (BU) 14
1.2. Metodología de cálculo del Balance Físico 14
1.3. Metodología de cálculo del Balance Ambiental 19
1.4. Metodología de cálculo del Balance Financiero 20
1.5. Abordaje metodológico para la identificación de riesgos y oportunidades 21

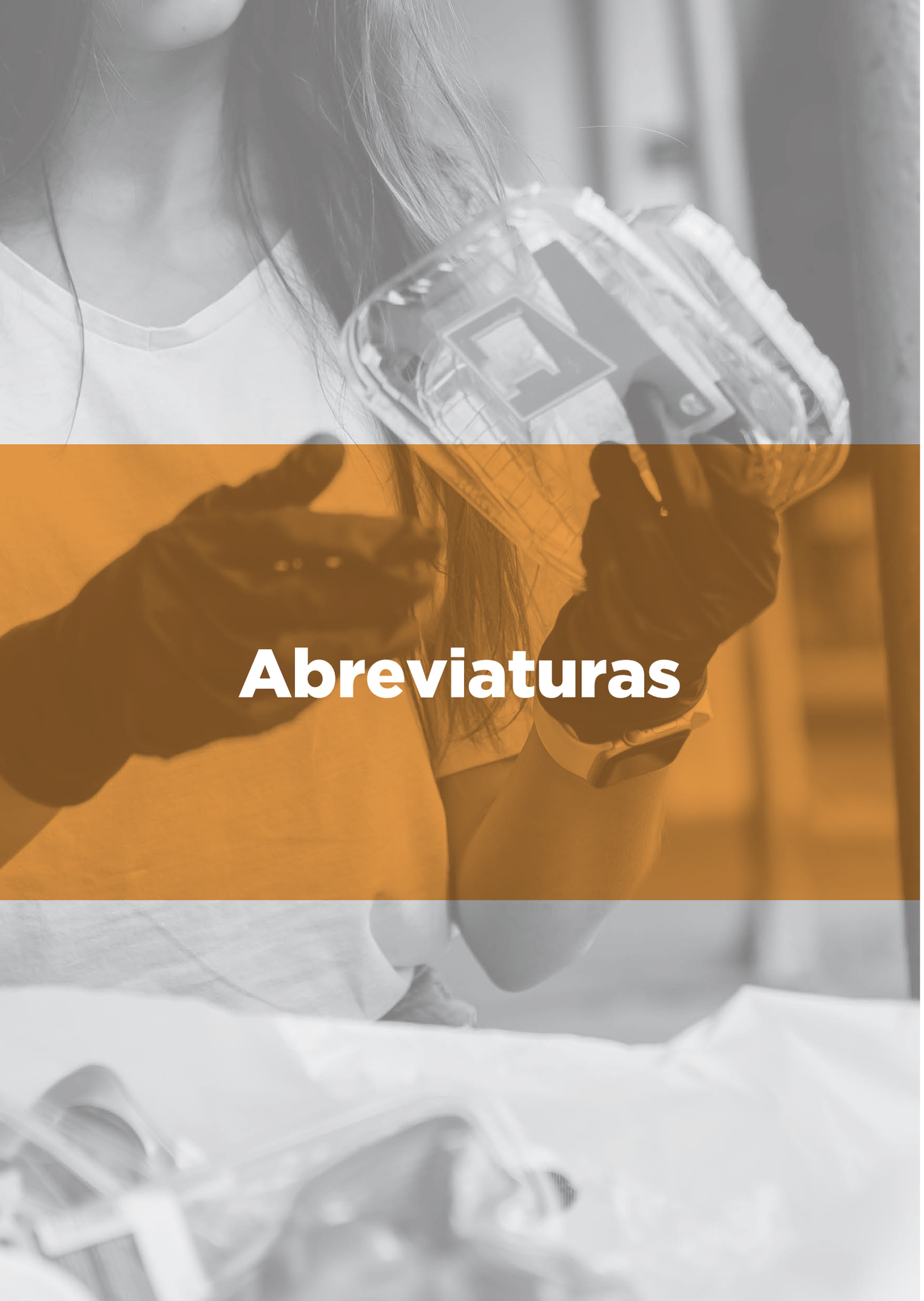
**2. Capítulo 2: Diagnóstico del Metabolismo de la Economía Paraguaya** 22
2.1. Consideraciones previas 23
2.1.2. Volúmenes insertos en las corrientes de compensación 25
2.2. Balance material 27
2.2.1. Balance físico global 27
2.2.2. Balance físico por flujo de materiales 38
2.2.3. Recuperación de Materiales 39
2.3. Balance Ambiental 42
2.4. Balance financiero 49
2.4.1. Consideraciones del balance financiero 49
2.4.2. Balance Financiero Consolidado 49
2.4.3. Valor financiero de materiales residuales recuperados en el mercado local 58
2.4.4. Valor financiero de materiales residuales recuperados del flujo industrial 59
2.4.5. Valor financiero de materiales residuales recuperados del flujo de envases y empaques 59
2.4.6. Valor financiero de materiales residuales recuperados del flujo de construcción 61
2.4.7. Valor financiero por flujo de material 61
2.4.8. Precios de exportación de residuos 64
2.4.9. Margen de Precios en los materiales recuperados 66
2.4.10. Cálculo de Costos de Disposición Final de Residuos 71
2.4.11. Costo de Oportunidad 74
2.4.12. Diagrama de Sankey - Flujo Financiero 75

**3. Capítulo 3: Oportunidades para la Producción Circular en Paraguay** 84
3.1.1. Riesgos y oportunidades del Flujo de construcción 88
3.1.2. Riesgos y oportunidades del flujo de envases y empaques 98
3.1.3. Riesgo y oportunidades del flujo industrial 104
3.1.4. Riesgos y oportunidades que afectan a todos los flujos 110

**4. Capítulo 4: Conclusiones y recomendaciones** 112

**5. Referencias Bibliográficas** 118

**6. ANEXOS** 122
6.1. Tipos de industrias por Flujo Material 123
6.2. Empresas/Organizaciones/Gremios entrevistados 126
6.3. Tabla de consolidación de líneas de productos por material 131
6.4. Aspectos metodológicos 133
6.4.1. Recopilación de datos sobre la generación de residuos 133
6.4.2. Herramientas de recolección de información 134
6.4.3. Análisis matricial para selección de flujos materiales 136
6.4.4. Matriz de cantidad y calidad de datos 137
6.4.5. Criterios para medir la suficiencia y la calidad de la información relevada 139
6.4.6. Mecanismo de cuantificación de los criterios para valorización de las corrientes materiales 139
6.4.7. Primera versión de la matriz de riesgos y oportunidades 140



# Abreviaturas



| | |
|---|---|
| **AMA** | Área Metropolitana de Asunción |
| **BID Lab** | Laboratorio de Innovación del BID |
| **CNV** | Comisión Nacional de Valores |
| **CISPY** | Cámara de Industrias Sustentables del Paraguay |
| **FONACIDE** | Fondo Nacional de Inversión Pública y Desarrollo |
| **FMB** | Fundación Moisés Bertoni |
| **GEI** | Gas de Efecto Invernadero |
| **GIEC** | Grupo Impulsor de la Economía Circular en Paraguay |
| **INE** | Instituto Nacional de Estadística |
| **INTN** | Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología |
| **MADES** | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible |
| **MEC** | Ministerio de Educación y Ciencias |
| **MIC** | Ministerio de Industria y Comercio |
| **MOPC** | Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones |
| **NFU** | Neumático Fuera de Uso |
| **PEAD** | Polietileno de Alta Densidad |
| **PEBD** | Polietileno de Baja Densidad |
| **PET** | Tereftalato de Polietileno |
| **PIB** | Producto Interno Bruto |
| **PP** | Polipropileno |
| **PVC** | Policloruro de Vinilo |
| **ODS** | Objetivos de Desarrollo Sostenible |
| **ONUDI** | Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial |
| **RAEE** | Residuo de Aparato Eléctrico o Electrónico. |
| **REP** | Responsabilidad Extendida del Productor |
| **SET** | Secretaria de Estado de Tributación |
| **UNEP** | Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente |
| **UIP** | Unión Industrial Paraguaya |



# Resumen Ejecutivo



La pandemia, despertó una mayor conciencia sobre las cuestiones ambientales en todo el globo[1]. Del mismo modo, al plantearse mejoras en la sustentabilidad de los recursos, la economía circular cobró fuerza por plantear modelos y soluciones que consideran un uso más eficiente de los recursos.

Esta conciencia se está traduciendo en una mayor cantidad de gobiernos comenzando a alinearse con la agenda de carbono neutral[2] y en otros casos países que han decidido acelerarla[3], Paraguay no quedando ajeno a este proceso[4] también se encamina con fuerza hacia estos objetivos.

Por su parte, esta concientización también afectó las decisiones que han tomado las personas respecto a sus hábitos de consumo, como también a las empresas en la manera de hacer frente el trabajo y los negocios. Por lo tanto, el presente estudio viene enmarcado en un contexto que lo favorece debido a que subsiste una inquietud importante relacionada a toda esta temática.

El presente documento constituye la entrega final de la consultoría *Diagnóstico del Metabolismo de la Economía Paraguaya* del Contrato FMB N°01/2021 – ATN/ME-17981-PR implementado por la firma MF ECONOMÍA S.A y co-financiado por la Fundación Moisés Bertoni y el Laboratorio de Innovación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID Lab).

El objetivo de este estudio consistió en el análisis de los flujos de materiales vinculados a Industrias, Envases y Empaques y Construcción, la comprensión de la entrada y salida de estos materiales en la Economía, conociendo su volumetría, valor económico y carga ambiental en ambos puntos, ha permitido la elaboración de Balances Físicos, Financieros y Ambientales, que permitieron la confección de Diagnósticos por dimensión de análisis y por flujo de material, a efectos de poder comprender cuantitativamente los riesgos económicos de permanecer bajo un modelo lineal productivo, como también la identificación de oportunidades económicas para el país entorno a la economía circular.

La primera parte de este estudio corresponde al diseño de una Metodología para la realización de Diagnósticos de Metabolismos Económicos, esta Metodología se encuentra basada en el Manual Global sobre contabilidad de flujo de materiales para toda la economía, publicada por la UNEP en el 2021, posterior a este Diseño fue realizado un análisis matricial de sectores de la economía paraguaya, a partir del cual se desarrollaron más de 100 entrevistas a Industrias Locales y Hacedores de Política Pública, complementándose con datos secundarios provenientes de la literatura disponible y los datos obtenidos por medio del sistema de importaciones y exportaciones PENTA.

El análisis de la información recopilada derivo en el análisis de 19 corrientes de materiales y 33 tipos de Industrias, consolidando más de 7.000 datos como base para la realización de los Balances Físicos, Financieros y Ambientales.

Una vez cerrado el cálculo de estos Balances, se procedió al desarrollo de más de 80 Diagramas de Sankey, los cuales permtieron visualizar los riesgos de la economía lineal y oportunidades de la economía circular en Paraguay.

Por último, se expondrán las oportunidades para la Producción Circular en Paraguay, incluyendo oportunidades de mejora de la productividad de materiales y políticas públicas con potencial de impacto para la consolidación del ecosistema de la economía circular en Paraguay.

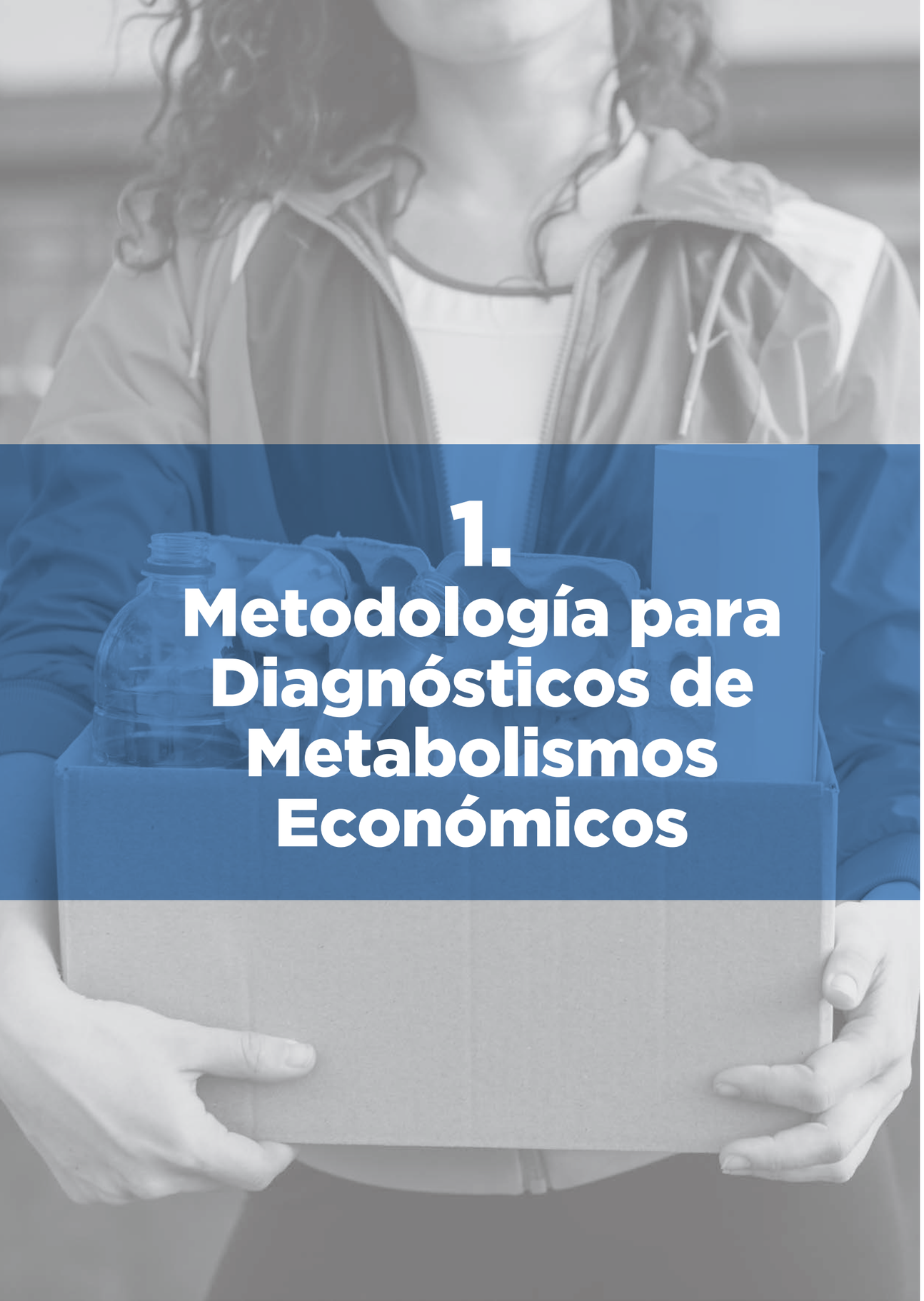
---

[1] https://www.bcg.com/publications/2020/pandemic-is-heightening-environmental-awareness

[2] Actualmente son 130 países que se han comprometido a volverse carbono neutral. El 90% de ellos tiene como fecha el 2050, donde se sitúa el país. Bután y Surinam, son los dos países que no solo alcanzaron la meta de volverse carbono neutral, sino que de hecho son “carbono-negativos”, es decir remueven más carbono de lo que emiten.

[3] Uruguay fijó el año 2030 como meta para alcanzar la neutralidad de carbono, por su parte Finlandia, Austria, Islandia, Alemania y Suecia cuentan como meta el 2045.

[4] “Paraguay hará los esfuerzos para aumentar el nivel de ambición con metas claras, transparentes y efectivas, con la articulación de todos los sectores, en el convencimiento que aumentar el nivel de ambición es ineludible para poder cumplir con los retos fijados en el Acuerdo de París y con la intención de alcanzar la neutralidad de carbono en el año 2050”. POSICIÓN NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY ANTE LA VIGÉSIMA QUINTA CONFERENCIA DE LAS PARTES DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC).



# 1. Metodología para Diagnósticos de Metabolismos Económicos



Para el desarrollo de este Diagnóstico y la obtención de los 3 Balances resultó necesario la creación de una Metodología para el análisis y caracterización de los flujos de materiales a efectos de poder obtener información sobre el volumen de material, financiero y carga ambiental relacionada a cada material y su trayectoria a través de las múltiples cadenas de valor a las que estas se encuentran integradas.

Esta Metodología, es replicable para la realización de estudios similares y se encuentra basada en el Manual Global sobre Contabilidad de Flujos de Materiales para la toda la Economía, publicada por la UNEP en el 2021, por lo cual, parte de una estándar aprobado a nivel global y sus resultados son válidos para la realización de análisis descriptivos para la toma de decisiones.

Inicialmente se procederá a la exposición sobre las fuentes de información empleadas para la realización de este estudio, posteriormente se expondrá acerca de cada una de las metodologías empleadas para la determinación de los Balances y por último se describirá el abordaje metodológico para la identificación de riesgos y oportunidades sobre la economía circular en Paraguay.

## 1.1 Fuentes de información

Para llevar adelante la primera estimación del diagnóstico del metabolismo de materiales seleccionados en la economía paraguaya en 2019, se diseñó la sucesión de una serie de tareas organizadas en etapas para identificar, reunir, procesar, adecuar, analizar y consolidar múltiples corrientes de información. Dichas corrientes se clasifican por su origen en los siguientes grupos:

- Datos primarios sobre la entrada y salida de productos y materiales, balance anual de importaciones y exportaciones de la economía paraguaya, considerados datos de arriba abajo, o *Top Down* (TD).
- Datos primarios relevados de la industria, considerados datos de abajo hacia arriba *Bottom Up* (BU).
- Datos secundarios calculados, siguiendo el modelo explicado a continuación.

### 1.1.1 Datos sobre importaciones y exportaciones de la economía paraguaya (TD)

Además de las matrices de origen de datos anteriormente citadas, se conformó una segunda matriz que consolida los datos de importación y exportación del sistema PENTA Transactions Software de Inteligencia Comercial para empresas de Comercio Exterior. En la Tabla 1, para cada material, se consolida en valores de toneladas y USD las cantidades como atributos de cada tipo de material, vinculado en las categorías que organizan la base de datos, por flujo, industria y producto, a través del cual se vincula de acuerdo al código aduanero, en cada caso.

La serie de matrices cuya estructura y componentes se presentaron anteriormente, constituyen el sistema de información sobre el que se apoya el presente trabajo, consiste en una serie de matrices en la que se organiza y convergen en un entramado de planillas vinculadas. Cada una de estas matrices fueron completadas con datos para todos los materiales seleccionados, comprendiendo una serie finita de líneas de productos,

**Tabla 1**
Consolidación de datos de importación y exportación del sistema PENTA
Fuente: Elaboración propia

| Flujo | Industria | Material | Línea de producto | Detalle Producto | Importación (ton/año) | Exportación (ton/año) | Importación con venta directa (se vende el producto, sin proceso de manufactura) (ton/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Flujo envases y empaques | Industria de Papel | Cartón y papel | Papel y Cartón Fibras | Papel y Cartón Fibras | 2 | NA | |
| ... | | | | | | | |

por material (ver Tabla A9 del anexo), como se detalla a continuación.

**a) Acero:**
- Acero largo/barras (varillas)
- Acero plano
- Tubos de acero
- Ferrosilicios
- Desechos de acero
- Materiales de hierro
- Alambres de acero
- Alambrones de acero
- Laminados de acero
- Perfiles de hierro
- Hierro rev. Zinc

**b) Aluminio:**
- Cables de aluminio
- Perfiles de aluminio
- Latas
- Aluminio tocho
- Hojas de aluminio
- Construcciones de aluminio
- Chapas de aluminio
- Envases tubulares de aluminio
- Alambres de aluminio
- Desechos
- Tubos

**c) Cobre:**
- Cables de cobre
- Fundición metalúrgica general
- Alambrones de cobre
- Tubos
- Desechos de cobre

**d) RAEE:**
- Aire acondicionado[5] (%)
- Electrodomésticos pequeños (Planchas Hornos eléctricos y microondas)
- Celulares/ Partes de telefonía celular
- Computadoras, Tablets, y Accesorios (Teclados, Hard Disk, Mouse, Tarj Gráfico)
- Refrigeradores y Congeladores
- Máquinas Lavarropas
- Modems, Conectores, Transceptores y Transmisores Ópticos
- Telefonía
- Monitores, Monitores Industriales y Pantallas LED
- Transformadores[6] (%)
- Unidad de Radio Remota
- Cables Coaxiales
- Cables Fibra Óptica
- Decodificadores

**e) Arena:**
- Arena

**f) Arcillas:**
- Cascotillo
- Ladrillos
- Tejas
- Pisos de Cerámica, Porcelanato
- Artículos de Cerámica

**g) Papeles y cartones:**
- Papel y Cartón Fibras
- PyC Estucados, alquitranados
- Papel Higiénico, pañuelos y toallitas desechables
- Cajas y Envases de Cartón
- Papel de fumar
- Pasta de celulosa química
- Pasta de celulosa mecánica
- Desperdicio de cartón

**h) Tetra brik:**
- Tetra brik

**i) Cemento:**
- Cemento
- Concreto
- Escombros

[5] Un equipo de aire acondicionado se encuentra conformado por múltiples materiales, tales como: metales (cobre, aluminio), plásticos, circuitos electricos, y componentes electrónicos. Es por ello que se agregó el símbolo "%".

[6] Idem al equipo de aire acondicionado.



- Piedra triturada:

**j) Mezcla asfáltica:**
- Betún Asfáltico
- Mezclas Bituminosas

**k) Polietileno de Alta Densidad (PEAD):**
- PEAD
- Residuo de PEAD

**l) Polietileno de Baja Densidad (PEBD):**
- PEBD
- Residuo de PEBD

**m) Polipropileno (PP):**
- PP
- Hilo de PP
- Residuos de PP

**n) Tereftalato de Polietileno (PET):**
- Residuo PET
- Envases PET
- Resina PET

**o) Policloruro de Vinilo (PVC):**
- PVC

**p) Neumáticos Fuera de Uso (NFU):**
- Neumáticos

**q) Vidrios:**
- Vidrio plano
- Desecho para envase (FPV)
- Planchas de Vidrio
- Bombonas para envase
- Artículos de Vidrio
- Vidrios (autopartes)

### 1.1.2 Datos primarios relevados de la industria (BU)

Para el *flujo de materiales de envases y empaques* se estudiaron 9 tipos de industrias; la industria de alimentos, bebidas, bebidas lácteas, empaques, envases, electrodomésticos, colchones y hogar, imprenta e industrias recicladoras. En el Anexo se presenta una tabla con los actores entrevistados clasificados por tipo de corriente material y tipo de industria. Algunas de estas industrias se ubican al inicio de la cadena y son las que se dedican a producir los envases y empaques propiamente (categorizadas como envases y empaques), otras son las que los consumen y los utilizan para envolver y proteger a sus productos (industria de alimentos, bebidas, lácteos, electrodomésticos, colchones) y finalmente se identificaron las recicladoras que se encuentran al final de la cadena y procesan los materiales de desecho. Los principales materiales identificados en las 9 industrias estudiadas son los plásticos (PEBD, PEAD, PP, PET), además de papeles y cartones. El vidrio, el plástico PET, el PP (en menor medida) y el aluminio están muy presentes en la industria de bebidas, mientras el tetra brik es particularmente muy utilizado en la industria de bebidas lácteas.

Para el *flujo de materiales industriales* se estudiaron 14 tipos de industrias; las industrias de electrodomésticos, telecomunicaciones y aire acondicionado (split), donde el material predominante son los AEE (aparatos eléctricos y electrónicos) que generan RAEE como residuos. Las importadoras de neumáticos se sitúan al inicio del flujo de NFU. Otros tipos de industrias analizadas han sido las metalúrgicas, industria de cables, electro-montaje, transformadores, perfiles de aluminio y, colchones y hogar. En estas industrias predomina el uso de metales (en su mayoría acero y metales ferrosos, en algunos casos está presente también el aluminio y cobre). También se estudiaron las correspondientes industrias recicladoras de cada flujo de material que, en algunos casos, como los metales, son las mismas que las del flujo de envases y empaques.

En cuanto al *flujo de materiales de construcción*, se analizaron 13 tipos de industrias diferentes; constructoras civiles, constructoras viales, casas de materiales, cementeras, concreteras, empresas de dragado y refulado, industria de cerámica, de perfiles de aluminio, vidrios planos, hormigón armado, metalúrgicas (fundición metalúrgica y metalúrgicas en general), y empresas de recolección de escombros. Con estas industrias se considera que se abarca la gran mayoría del flujo correspondiente a los materiales de construcción, desde su extracción hasta su disposición final. Entre estas industrias hay una predominancia de materiales de extracción doméstica como la arcilla, la arena, la piedra triturada, la caliza, etc. Es menester destacar que, tanto el cemento como el cemento asfáltico, se nutren de algunos de estos materiales extraídos para la elaboración de nuevos productos como el hormigón armado y la mezcla asfáltica. El acero también se ha revelado como un material relevante, por su amplia y variada utilización en el sector de la construcción.

En los anexos se puede ver con más detalle el proceso que se siguió para la identificación de los flujos materiales a través del desarrollo de una matriz de cantidad y calidad de datos. Así también se encuentran las herramientas utilizadas para la recolección de la información.

### 1.1.3 Ajuste y adecuación de datos primarios relevados de la industria (BU)

Una vez definido el universo de puntos de toma de datos de la industria, considerados válidos para este primer ejercicio, se procedió a realizar el ajuste y adecuación de los datos volcados para consolidar en la Tabla 2 de datos industriales.

En ella podemos observar que de la organización de los campos que conforman la base de datos (flujo, industria, empresa, material y línea de producto) se complementa con una serie de campos con entradas cuantitativas como atributos:

a) De las entradas:

- Materias primas primarias origen doméstico
- Materiales secundarios (proveniente de un segundo ciclo de uso) de origen doméstico
- Materia prima no doméstica, o importada

b) De las salidas (destinos posibles desde la etapa de manufactura):

- Producción de descartes (ineficiencias materiales agregadas)
- Generación de subproductos o mermas aprovechables
- Ventas domésticas
- Exportaciones

## 1.2 Metodología de cálculo del Balance Físico

El presente desarrollo metodológico se apoya en metodología publicada por UNEP en 2021, “The use of natural resources in the economy: A Global Manual on Economy Wide Material Flow Accounting”.

La información obtenida se consolida en formato de base de datos a partir de la cual es posible acceder a la información procesada y balanceada proveniente de cada una de las fuentes de datos involucradas.

La conformación del Balance Físico comienza con la identificación de cada una de los flujos de entradas, salidas y nodos estancos que lo conforman. En el Gráfico 1 se puede observar la representación gráfica de dicho balance.

Tabla 2
Consolidación de datos industriales
Fuente: Elaboración propia

| Flujo | Industria | Empresa | Material | Línea de producto | Entradas MP primarias (ton/año) | Entradas MP secundarias (ton/año) | Importación (ton/año) | Material de descarte (ton/año) | Subproducto/merma (ton/año) | Ventas (ton/año) | Exportación (ton/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Flujo envases y empaques | Recicladoras | Coresa | PET | Reciclado | 0 | 8745 | 2055 | 875 | 0 | 10800 | 6677 |
| ... | | | | | | | | | | | |



A continuación, se presentan las siglas y definiciones de cada uno de los flujos y nodos.

**Siglas:**

- DE = *Domestic Extraction* / Extracción Doméstica
- DR = *Domestic Recovery* / Recuperación Doméstica
- IM = *Imports* / Importaciones
- WIM = *Waste Imports* / Importaciones de residuos
- EX = *Exports* / Exportaciones
- WEX = *Waste Exports* / Exportaciones de residuos
- IW = Residuos Industriales
- DS = Ventas domésticas
- S = Stock
- EoLW = Fin de vida
- DPOaj = *Domestic Processed Output* ajustado / Salidas del proceso doméstico
- DMC = *Domestic Material Consumption* / Consumo Material Domestico
- DMI = *Direct Material Input* / Entradas Materiales Directas
- BI = *Balancing items* / Corriente de compensación

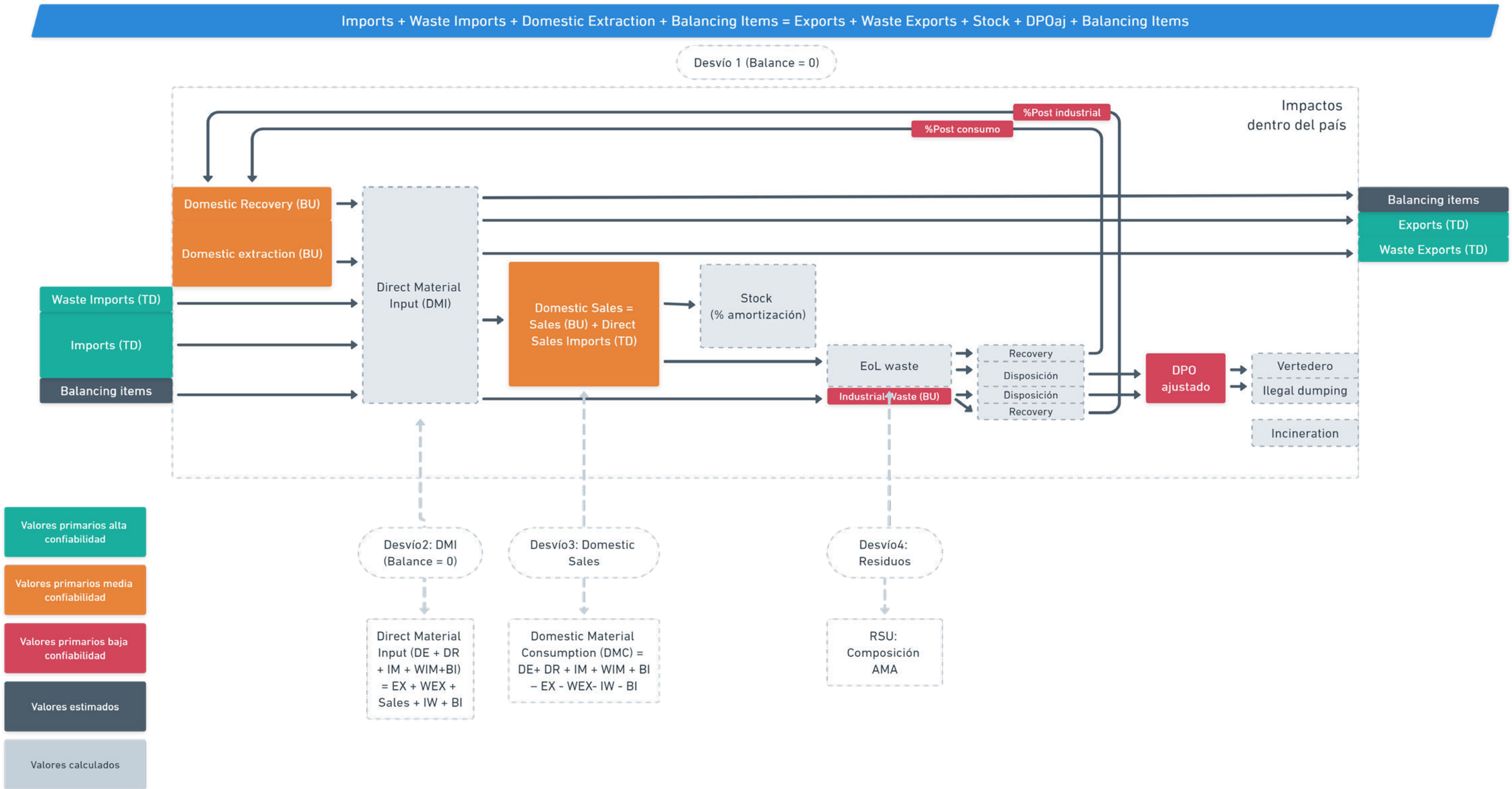
Definiciones de los nodos y metodología de cálculo:

- **Importaciones (IM):** Dato primario, *Top Down.* Obtenido de datos oficiales de importación y exportación del sistema Penta-Transaction Estadísticas Import-Export. Consolidado por flujo de material (existen otras consolidaciones posibles por línea de producto y por flujo industrial). Un porcentaje de las importaciones son procesadas por la industria manufacturera local previo a su venta como Ventas Domésticas (DS), mientras que el resto es comercializado directamente sin pasar por manufactura, corriente que compone las *importaciones con Venta Directa en el mercado local*. Estos porcentajes se asignan por tipo de producto importado. Posee confiabilidad alta por ser un sistema informático que cubre la totalidad de importaciones y exportaciones declaradas en el país.
- **Importaciones de residuos (WIM):** Dato primario, *Top Down.* Obtenido de datos oficiales de importación y exportación del sistema Penta-Transaction Estadísticas Import-Export. Consolidado por flujo de material (existen otras consolidaciones posibles por línea de producto y por flujo industrial). La totalidad de las importaciones de residuos son procesadas por la industria manufacturera local previo a su venta como *Domestic Sales*. Posee confiabilidad alta por ser un sistema informático que cubre la totalidad de importaciones y exportaciones declaradas en el país.
- **Corriente de compensación (BI):** Dato secundario estimado. Representan corrientes de compensación por diferencias en faltantes de información o por particularidades temporales de cada flujo. En general, son datos obtenidos y validados con expertos en cada corriente de materiales, por ejemplo, cámaras industriales.
- **Extracción Doméstica (DE):** Dato primario, *Bottom Up.* Aportado por las distintas industrias como ingreso de “Materia Prima Virgen”. Consolidado por flujo de material (existen otras consolidaciones posibles por línea de producto y por flujo industrial). Al cubrir mediante los datos primarios únicamente un porcentaje de cobertura de mercado, se puede extrapolar el valor obtenido tomando el porcentaje conocido del market share entrevistado. Posee confiabilidad media por tener diversas fuentes de información, que no cubren la totalidad de la población.
- **Recuperación Doméstica (DR):** Dato primario, *Bottom Up*. Aportado por las distintas industrias como ingreso de “Materia Prima Secundaria”. Consolidado por flujo de material (existen otras consolidaciones posibles por línea de producto y por flujo industrial). Al cubrir mediante los datos primarios únicamente un porcentaje del market share total, se puede extrapolar el valor obtenido tomando el porcentaje conocido del market share entrevistado. Posee confiabilidad media por tener diversas fuentes de información, que no cubren la totalidad de la población.
- **Entradas Materiales Directas (DMI):** Dato secundario, calculado como la suma de Extracción Doméstica, Recuperación doméstica, Importación de residuo, Importaciones y Corrientes de compensación.

**DMI = DE + DR + IM + WIM + BI**

Representa la *entrada directa* de materiales utilizados en la economía, es decir, todos los materiales que tienen valor económico y se utilizan en actividades de producción y consumo; por lo que es igual a la utilización de material nacional (virgen y secundario) más las importaciones.

**Gráfico 1**
Ilustración gráfica de la metodología del cálculo del balance físico



- **Ventas domésticas (DS)** Aporte de dos fuentes:

  Sales (BU): Dato primario, *Bottom Up*. Aportado por las distintas industrias como salida de "Ventas locales". Consolidado por flujo de material (existen otras consolidaciones posibles por línea de producto y por flujo industrial). Al cubrir mediante los datos primarios únicamente un porcentaje del market share total, se puede extrapolar el valor obtenido tomando el porcentaje conocido del market share entrevistado. Posee confiabilidad media por tener diversas fuentes de información, que no cubren la totalidad de la población.

  Importaciones con Venta Directa en el mercado local: Dato primario, *Top Down*. Obtenido de datos oficiales de importación y exportación del sistema Penta-Transaction Estadísticas Import-Export, correspondiente al porcentaje de las importaciones que son comercializadas directamente sin pasar por manufactura.

- **Consumo Material Doméstico (DMC):** Dato secundario, calculado como el flujo de *Direct Material Input* menos las salidas por exportaciones y residuos industriales.

  ***Domestic Material Consumption*** **(DMC)= DE + DR + IM + WIM – EX - WEXP - IW**

  Representa la *cantidad total* de material utilizado directamente en una economía (es decir, excluyendo los flujos indirectos). Es definido como el consumo interior bruto de energía.

- **Stock (S):** Dato secundario, calculado considerando la vida útil de los productos comercializados en las ventas domésticas (*Domestic Sales*). Para cada línea de producto, se asigna una vida útil promedio en años y mediante el método de amortización contable lineal se calcula el volumen que queda en stock durante el primer año calendario (alcance temporal del balance).

  **Stock =** ***Domestic Sales*** **x (1 - (1/Vida Útil))**

- **Fin de vida (EoLW):** Dato secundario, calculado considerando la vida útil de los productos comercializados en las ventas domésticas (*Domestic Sales*). Durante el año calendario (alcance temporal del balance), se generan residuos por el total de ventas domésticas (*Domestic Sales)* con una vida útil menor a 1 año más la amortización contable lineal de los materiales con una vida útil mayor a 1 año.

  **EoL** ***Waste*** **=** ***Domestic Sales*** **x (1/Vida útil)**

- **Residuos Industriales (IW):** Dato primario, *Bottom Up*. Aportado por las distintas industrias como salida de "Subproductos o Mermas" y "Material de descarte". Consolidado por flujo de material (existen otras consolidaciones posibles por línea de producto y por flujo industrial). Al cubrir mediante los datos primarios únicamente un porcentaje del market share total, se puede extrapolar el valor obtenido tomando el porcentaje conocido del market share entrevistado. Posee confiabilidad baja por tener diversas fuentes de información que no cubren la totalidad de la población; y debido a que las preguntas a la industria no fueron realizadas con claridad.

  Para darle mayor representatividad a este valor, se ajusta para satisfacer al menos el valor declarado por la industria como el porcentaje de materia prima secundaria procesada (*Domestic Recovery*) proveniente de residuos post industrial, es decir los valores de *Domestic Recovery* y (1 - %Post-consumo).

- **Salidas del proceso domestico (DPO) ajustado:** Dato secundario, calculado. Representa los flujos de salidas domésticas de materiales que dejan la economía hacia el ambiente. Comprende todos los residuos y flujos de emisión que ocurren en el procesamiento, etapas de fabricación, uso y disposición final de la cadena de producción-consumo.

  Se calcula como la suma de:

  - porcentaje del flujo EoL *Waste* que no es recuperado, calculado como el EoL total menos el flujo de *Domestic Recovery* proveniente de residuos post-consumo (*Domestic Recovery* x %post-consumo);

  - porcentaje del flujo Residuos industriales que no es recuperado, calculado como los Residuos Industriales totales menos el flujo de *Domestic Recovery* proveniente de residuos post-industrial (*Domestic Recovery* x (1-%post-consumo)).

- **Exportaciones (EX):** Dato primario, *Top Down*. Obtenido de datos oficiales de importación y exportación del sistema *Penta-Transaction* Estadísticas Import-Export. Consolidado por flujo de material (existen otras consolidaciones posibles por línea de producto y por flujo industrial). Posee confiabilidad alta por ser un sistema informático que cubre la totalidad de importaciones y exportaciones declaradas en el país.



- **Exportaciones de Residuos (WEX):** Dato primario, *Top Down*. Obtenido de datos oficiales de importación y exportación del sistema *Penta-Transaction* Estadísticas Import-Export. Consolidado por flujo de material (existen otras consolidaciones posibles por línea de producto y por flujo industrial). Posee confiabilidad alta por ser un sistema informático que cubre la totalidad de importaciones y exportaciones declaradas en el país.

Finalmente, el **Balance Físico** se calcula teniendo en cuenta todas aquellas entradas y salidas netas al sistema. No se consideran todos los nodos intermedios que se anulan en sí mismos.

**Importaciones + Importaciones de residuos + Extracción doméstica + Corriente de compensación = Exportaciones + Exportaciones de residuos + Stock + Salidas de proceso doméstico + Corriente de compensación.**

## 1.3 Metodología de cálculo del Balance Ambiental

Para calcular el Balance, se consideran todas aquellas entradas y salidas NETAS de emisiones GEI del sistema, a partir de la base de lo estipulado en el cálculo del balance material. Sin embargo, al tratarse de emisiones, en lugar de toneladas físicas, aplican diferentes criterios que se detallan a continuación:

**a) Entradas:**

A partir de la utilización de factores de emisión internacionalmente homologados, se determinó la intensidad de carbono (emisiones GEI inherentes) de los productos y residuos que ingresan por extracción doméstica o importación. En el caso de las importaciones, se computaron además las emisiones derivadas del transporte de ingreso de cada uno de los tipos de transporte y la distancia recorrida desde el origen de la producción de los materiales en cuestión.

Por su parte, la recuperación doméstica es computada considerando el 50% de sus emisiones inherentes, representando así un segundo ciclo de uso. En este cómputo, no se ha considerado la retornabilidad de los materiales como variable, sino la recuperación de los mismos para su reciclaje. En la mecánica del balance, esta característica hace que en muchos casos la ecuación resulte en valores negativos. Esto es esperable, puesto que la recuperación de materiales computa como una carga evitada de emisiones.

Estas emisiones evitadas constituyen a su vez, un nodo de salida, que si bien no existe materialmente representa el ahorro de emisiones derivado de la recuperación de materiales para nuevos ciclos de uso.

Las etapas de ventas y stock no son relevantes en términos de sus emisiones GEI, por lo que no son computadas como flujos en el sistema. Por su parte, las emisiones de las transformaciones industriales no son tenidas en cuenta, puesto que, según el último reporte de la IEA, el factor de emisiones GEI de la matriz energética en Paraguay es cero (0) tCO2e.

**b) Salidas:**

Las etapas de salida están constituidas por exportaciones de productos y residuos y generación y tratamiento de residuos (DPO). En el caso de las exportaciones, se computan sus emisiones inherentes y las emisiones del traslado a destino. Para representar sus emisiones asociadas a la generación y tratamiento de residuos, se considera también la intensidad de carbono del material dispuesto, más las emisiones derivadas de su disposición final, sea esta en vertedero controlado, no controlado o en incineración directa.

En cuanto a la selección de factores para realizar la conversión de las toneladas materiales a sus equivalentes en toneladas de CO2 equivalentes, se utilizaron factores de emisión de GEI validados internacionalmente, extraídos de la base de datos *Ecoinvent* (versión 3.8). Se seleccionaron factores que representan las emisiones GEI acumuladas para las diferentes etapas relevantes para las citadas etapas del balance:

- Intensidad de carbono del material, se expresa en Kg CO2e/ Kg de material
- Transporte (únicamente para las importaciones y exportaciones) se computan las emisiones derivadas de las tonelada-kilómetro transportadas desde el origen o destino de cada ingreso o egreso de material.
- Disposición final de residuos

  - Vertedero controlado (si bien no es un relleno sanitario, sí tiene manejo controlad de lixiviados).

  - Vertedero no controlado (disposición ilegal, con eventual quema no controlada de residuos).

- Incineración controlada (tratamiento industrial de residuos y otros procesos de incineración controlada).

Una vez cosechados todos los factores necesarios, las cantidades físicas levantadas en el balance material fueron afectadas a estos factores y de ese modo se consolidó el balance ambiental o emisiones GEI del balance material[7].

## 1.4 Metodología de cálculo del Balance Financiero

El Balance financiero fue estructurado a partir de las distintas líneas de productos que componen los flujos de materiales identificadas en el balance físico, estas líneas corresponden a las analizadas en el balance físico y en la tabla A9 del Anexo.

Cada serie finita de líneas de productos recibe un tratamiento diferente en la industria y, por tanto, obtiene un valor distinto en el mercado. Para poder obtener el valor de mercado por corriente de material se obtuvo del promedio ponderado de valores de mercado de las distintas líneas de productos, según su participación en peso (ton) sobre el total. Para calcular dichos valores se tomaron en cuenta los precios obtenidos a partir de las entrevistas realizadas y a través de la consulta de la *Revista Costos*[8].

La unidad de medida utilizada fue "dólar la tonelada" (USD/ton). Para la conversión de los precios a la divisa americana se utilizó el tipo de cambio promedio del año 2021, utilizando los datos fornecidos por el Banco Central del Paraguay.

Así también, las dinámicas de mercado se identificaron a través de las entrevistas realizadas a la industria. De esta forma, se dio una valoración económica al material en cada etapa del flujo desde su ingreso a la economía (ya sea a través de la importación o extracción doméstica), su transformación, hasta su salida de la economía (ya sea como residuo o hacia exportación). De la misma manera, se tomó el valor del material segregado transformado en insumo para otras industrias (materia prima secundaria), tanto para su reincorporación en la economía nacional como para su exportación.

Para calcular los flujos financieros de ventas domésticas y stock, el proceso consistió en primer lugar en identificar para cada corriente de material, las líneas de producto comercializadas localmente. Luego se asignó un precio referencial[9] a cada línea de producto comercializada, para posteriormente promediarlo según la participación ponderada del producto en la corriente del flujo material.

Por su parte, se procedió a considerar un valor referencial a los volúmenes detallados en los balances compensatorios de tal manera de salvaguardar la coherencia metodológica entre los tres balances. El precio asignado corresponde al precio de recuperación[10] que el material cuenta en el mercado, con dos excepciones; el Tetrabrik[11] y los AEE[12].

Adicionalmente, se agregó un valor al costo de disposición final de los materiales, a partir de una serie de entrevistas realizadas tanto a municipios como a empresas privadas a quiénes les fueron concesionadas la administración del vertedero sanitario. El costo implica no solamente el costo USD/ton del material residual, sino además el cálculo del costo de recolección.

[7] UNEP (2021), Haas et. al. (2015), IPCC (2019), IEA (2021).

[8] Revista Costos – Agosto, 2019.

[9] Escapa a las posibilidades del estudio el poder captar los precios de cada material comercializado localmente, por el simple hecho de que el mismo material es utilizado según el tipo de industria en una diversidad de productos que a su vez cuentan con una diferenciación de precios. Para ilustrar mejor la metodología aplicada, un alambre de cobre importado para la fabricación de cables, puede contar con cientos de modalidades de tipos, que a su vez cada tipo de cable cuenta con variadas combinaciones de materiales, y por ende precios muy diversos.

[10] Valor del material residual (pos-consumo/pos-industrial).

[11] Se le asignó el precio promedio de la importación del envase: USD 4.009 la tonelada, debido a que el material residual hoy no cuenta con un precio de compra en el mercado doméstico.

[12] Para los artículos eléctricos y electrónicos se les asignó a los volúmenes reexportados un margen del 20% a los costos de importación.



Por último, para evidenciar la importancia de dicho balance en el estudio, se introdujo el costo de oportunidad, es decir, el valor económico del material no recuperado y finalizado en vertedero[13], en el caso éste fuera absorbido por la industria recicladora. Por lo tanto, a las corrientes de materiales que actualmente tienen capacidad de ser absorbidas por la industria recicladora se le asignó el valor de compra que hoy poseen en el mercado.

## 1.5 Abordaje metodológico para la identificación de riesgos y oportunidades

Para desarrollar tanto la identificación de riesgos de la economía lineal como las oportunidades de circularidad de los materiales de interés de este estudio, se trabajó específicamente en la consolidación de una **Matriz de riesgos y oportunidades**, que funciona como base de datos y dónde se fue registrando y sistematizando toda la información analizada.

El proceso de desarrollo de identificación de riesgos y desarrollo de oportunidades se apoya en los sucesivos intercambios con los distintos protagonistas de las industrias vinculadas a la economía circular en Paraguay, combinado con el análisis de los flujos materiales, económicos y ambientales en la economía sobre los que se viene trabajando a lo largo de los más de nueve meses de duración del proyecto. Esta inmersión en el tema permitió obtener una visión de 360° de las problemáticas, limitaciones y riesgos, pero también de las soluciones que ofrecen las particularidades de cada análisis.

Cada una de las ideas que surgen de la revisión y análisis de la información recabada, es luego sistematizada en la estructura de la matriz, permitiendo en una primera iteración alcanzar los siguientes resultados.

A la hora de desarrollar el presente análisis, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Usabilidad de la información, con el objetivo de tener presente al receptor de la información para que resulte lo más clara y práctica posible.
- Se consideró que los riesgos y oportunidades no necesariamente sean cuantitativos, pero sí, claros y concretos.
- Para organizar la matriz se presentan de forma integrada riesgos y oportunidades, ordenados por los flujos de relevancia para este estudio: flujo construcción, flujo envases y empaques y flujo industrial. Para cada flujo / sub sector, se tomó la premisa de identificar al menos 3 riesgos y 3 oportunidades asociados al balance de material, al menos 3 riesgos y 3 oportunidades asociados al balance económico y al menos 3 riesgos y 3 oportunidades asociados al balance ambiental. Y a su vez, los riesgos y oportunidades identificados en los 3 balances cubren las etapas de entradas, salidas y pérdidas.

[13] Disposición final lícita y no lícita del residuo.



# 2. Diagnóstico del Metabolismo de la Economía Paraguaya





Habiéndose calibrado de forma continua la metodología y posterior al relevamiento y limpieza de los datos recolectados desde las fuentes de información expuestas en el capítulo anterior, en este capítulo se procede a la exposición de los resultados obtenidos del Diagnóstico del Metabolismo de la Economía Paraguaya.

El Diagnóstico del Metabolismo se encuentra compuesto por los (i) Balances de Recursos Naturales, (ii) Balance Ambiental y (iii) Balance Financiero, cada uno de estos Balances traen consigo un análisis descriptivo del comportamiento de los Flujos de Materiales que circundan a través de las múltiples cadenas de valor y son representando a través de Diagramas de Sankeys, los cuales permiten visualiza el comportamiento cuantitativo en cada tipo de balance para cada material.

Primeramente, se presentan algunas consideraciones previas que se tuvieron en cuenta para los cálculos.

## 2.1 Consideraciones previas

Debido al vacío de información disponible para algunos componentes de los flujos de materiales (en algunos flujos más que en otros), se decidió tomar algunas consideraciones para la elaboración de los balances y la determinación de proxies, se describen a continuación.

**Se debe tener en cuenta que este estudio es una fotografía del metabolismo de la economía paraguaya en el año 2019. No se han realizado proyecciones para años futuros.**

### a) Piedra triturada y arena lavada

La piedra y la arena lavada son extraídas a nivel local y utilizadas principalmente como materia prima para la construcción. Los sitios de extracción están distribuidos por todo el país y no existe un registro o control de dichas extracciones. Por este motivo, no fue posible acceder a datos primarios del volumen de extracción, y para determinarlos se recurrió a cálculos y estimaciones basados en entrevistas a las constructoras, concreteras, casas de materiales y las Cámaras a las cuales pertenecen.

En primer lugar, se consideró los datos provistos por las cementeras sobre la elaboración del hormigón, para determinar proporciones estándares de las materias primas utilizadas, y, por tanto, volúmenes aproximados de la utilización de piedra y arena en relación al cemento[14]. Por lo tanto, se asumió como un primer proxy la producción total de cemento y se le asignó a este valor las proporciones correspondientes a piedra triturada y arena lavada.

Así también, a través de las entrevistas con constructoras viales, se estimaron los volúmenes de piedra triturada y arena lavada utilizadas para la construcción de rutas.

Se determinó un porcentaje de cada material que se utiliza para la elaboración del cemento asfáltico, y a partir de los volúmenes del betún asfáltico, se estimaron los volúmenes de piedra y arena.

Es importante mencionar que un volumen considerable de piedra triturada es utilizado como base para el cemento asfáltico. Las proporciones utilizadas son muy variadas ya que dependen del tipo de suelo y del tipo de pavimentación que se exige en los pliegos y condiciones. Por este motivo, la estimación del volumen de piedra utilizada en la base de la pavimentación no se incluyó en el presente estudio.

Por último, en el caso de la arena lavada, no se incluyó en el estudio la arena extraída por las empresas que realizan el dragado y mantenimiento de los ríos, en especial el Paraná y el Paraguay, debido a que el volumen extraído no se encuentra relacionada con la obra civil y vial.

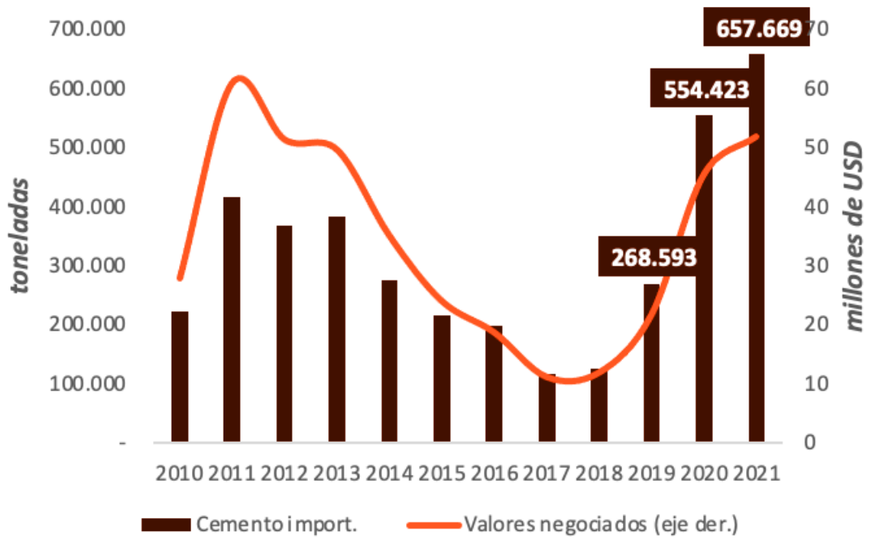
### b) Cemento

La industria nacional cuenta actualmente con dos empresas que realizan la explotación de la caliza y a partir de la misma, la producción del clinker y del cemento. Se prevé que para setiembre del 2022 habrá una tercera empresa del rubro que iniciará también la producción de clínker. Por lo tanto, se espera que, a partir del 2022, disminuya de manera significativa el cemento importado[15]. Para la estimación de la producción del cemento nacional, se realizó un proxy debido a que una de las dos cementeras activas no accedió a la entrevista.

[14] Nacional e importado.

[15] La nueva planta estima una producción máxima de 1 millón de toneladas anuales.

**Gráfico 2**
Volúmenes de Cemento Importado y Valores negociados
Fuente: BCP SICEX / Penta




El proxy se basa por un lado, en la capacidad instalada del horno declarada por la empresa en distintas entrevistas a la prensa[16]. Por otro lado, se consideraron tanto las estimaciones de las ventas de la empresa en los últimos años, como su relativa participación del mercado, según los distintos agentes entrevistados (CADIMACO[17], CAPIHE[18], Constructoras, Concreteras, Cementeras, etc.). Por último, también se consideró en el cálculo los volúmenes de importación de combustible (PET COQUE) de las calderas de los últimos 3 años.

**c) RAEE**

Los RAEE representan una de las corrientes más complejas por la variedad de productos eléctricos y electrónicos que existen y, por tanto, la variabilidad en su composición y toxicidad intrínseca. En los últimos años, con los avances tecnológicos se ha vuelto un problema a nivel mundial. Las principales dificultades para su análisis tienen que ver justamente con esta complejidad en la composición y con la falta de industrias de reciclaje formalmente constituidas. Existen algunas empresas (es difícil estimar la cantidad a nivel país) que realizan el "desguase" o desarme y envían a su reciclaje las partes recuperables que tienen mercado local de reciclaje (principalmente metales). Estas empresas no trabajan con los RAEE de origen domiciliario, sino más bien con los provenientes de empresas que los envían ahí por políticas internas de responsabilidad social empresarial, sustentabilidad o economía circular.

En cuanto a la composición de los RAEE, el mayor volumen (en ton) está constituido por metales ferrosos que se comercializan en la industria local, pero el mayor valor económico está compuesto por otros componentes que se encuentran en menor volumen, como las placas.

[16] http://www.economiavirtual.com.py/web/pagina-general.php?codigo=19720
https://infonegocios.com.py/nota-principal/visitamos-yguazu-cementos-con-us-200-millones-es-la-inversion-fabril-mas-grande-de-paraguay

[17] Cámara de materiales de la construcción.

[18] Cámara Paraguaya de la Industria del Hormigón Armado.



Adicionalmente, como todos los AEE ingresan al país mediante importación bajo régimen de turismo, resulta muy difícil estimar los volúmenes de reexportación que ocurren en nuestra economía, por la complejidad en la obtención de registros de dichas exportaciones. Por estos motivos, se tomó en consideración las estimaciones del Banco Central del Paraguay, que, según el anexo estadístico de la entidad, para el año 2019, los AEE que fueron re-exportados en dicho año alcanza el 46%.

Para el análisis del flujo de materiales de RAEE se consideraron dos tipos principales de aparatos eléctricos, los llamados "línea blanca", que están compuestos por televisores, heladeras, split, hornos y lavarropas, que son los referidos como los más comercializados por los importadores líderes del mercado. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta los artículos electrónicos como celulares, tablets y computadoras, y, además, los aparatos de telecomunicaciones que incluyen toda la parte de conexión de fibra óptica, y de distribución tanto de internet como de señales por cable (decodificadores, routers, repetidores y módems). Estos últimos se incluyeron en el estudio porque, si bien no representan el mayor volumen de generación de residuos, si representan una alta tasa de recuperación, ya que no llegan al consumidor final y son directamente gestionados por las grandes empresas de telecomunicaciones. Estas empresas primeramente reparan los aparatos y cuando ya no tienen posibilidad de repararlos, los entregan a empresas que se encargan de darle una segunda vida a los residuos. Actualmente, una de estas empresas se encuentra gestionando los permisos para exportar de tal manera de poder realizar el "desguase" de las partes que pueden ser reprocesadas y reinsertadas en el mercado.

## 2.1.1 Volúmenes insertos en las corrientes de compensación

Para lograr una mayor cohesión y coherencia en las corrientes de materiales, se vio la necesidad de cuantificar algunas de ellas, en especial aquellas que poseen tanto una importación o exportación inherente[19] significativa, en dónde terminan afectando considerablemente los flujos.

A partir de las entrevistas realizadas con las distintas industrias, y de las estimaciones que ellas poseen de ciertas corrientes de material, se intentó cuantificar la importación inherente de algunos de estos materiales. En principio, se incluyeron todos los materiales que componen el flujo de envases/empaques, y posteriormente se agregaron los metales[20]. Los datos y las estimaciones incluidas se basan en un 100% en la actividad empírica de las industrias.

A continuación, se detallan los volúmenes ingresados por material.

**a) Acero**

Para el flujo del acero se agregaron en las entradas 190.000 ton. 90.000 ton corresponden a la importación inherente de automóviles, camiones y maquinarias agrícolas. Para la estimación se consideró que los automóviles contienen en promedio un 60% de material ferroso[21]. 100.000 ton, en cambio, corresponden a la importación inherente de maquinarias industriales, y electrodomésticos.

**b) Aluminio**

Para el flujo del aluminio se agregaron en las entradas 11.500 toneladas. 3 mil toneladas corresponden a la importación inherente de latas que atañen a las bebidas alcohólicas y no alcohólicas. Las restantes 8.500 toneladas en cambio corresponden a la importación inherente de aluminio contenido en maquinarias industriales, electrodomésticos y automóviles.

**c) Cobre**

Para el flujo del cobre se agregaron en las entradas 5.500 toneladas. Las 5.500 toneladas corresponden a la importación inherente de cobre contenido en maquinarias industriales, electrodomésticos y automóviles.

[19] Se define inherente a aquellos materiales que son importados o exportados ya sea como producto terminado o como empaques cuyos volúmenes de importación no figuran en el registro aduanero bajo los aranceles correspondientes a cada tipo de material estudiado y, por tanto, no se los ha podido contabilizar. Ej.: En el registro aduanero la importación de una cerveza viene clasificada a través de un arancel correspondiente a ese tipo de bebida, sin embargo, esta clasificación no especifica el peso del envase, ni el tipo de material (aluminio o vidrio).

[20] En el caso del acero, por ejemplo, donde la industria recicladora recupera unas 178 mil toneladas anuales, este acero no proviene principalmente del acero importado en el mismo periodo -donde éste es destinado principalmente a la construcción-, sino más bien del material ferroso que poseen los automóviles, las maquinarias industriales y los electrodomésticos en desuso.

[21] Fuente: Entrevistas realizadas a las empresas recicladoras de metales.

**d) PET**

La estimación de 3 mil toneladas corresponde a los envases que ingresan al país a través de la importación de bebidas[22]. Esta estimación, se reveló bastante importante ya que se utilizaron las informaciones en conjunto que contienen las industrias del reciclaje, la industria de envases y la industria de bebidas.

La industria recicladora a su vez estimó en unas 1.500 toneladas, la salida del residuo PET por vías del contrabando.

**e) PEAD**

El volumen estimado de importación inherente es de 6 mil toneladas. Por parte de la industria recicladora de plásticos, existe una distinción importante entre el PEAD que ingresa como proceso del soplado y PEAD flexible (bolsas). Ya que el proceso de reciclaje[23] no permite las mezclas por más que pertenezcan al mismo tipo de plástico.

Ante la creciente demanda del residuo de material en todo el mundo y de manera especial por el país vecino[24], la industria recicladora en concepto de contrabando estimó unas 1.500 toneladas de material recuperado que sale del país por esta vía.

**f) Tetra brik**

El volumen estimado por la industria es de 4.600 toneladas de envases tetrabrik que ingresaron al país a través de la importación de alimentos y bebidas.

**g) Vidrio envase**

El volumen mínimo estimado por la industria es de 4 mil toneladas de envases de vidrio que ingresan al país en el rubro de bebidas alcohólicas[25] y no alcohólicas.

**h) Cartón y Papel**

El volumen mínimo estimado por la industria es de 20 mil toneladas de cartón que ingresaron al país, por lo general, a través de las cajas que contienen los distintos elementos importados. Comúnmente se lo denomina el empaque secundario.

De la misma manera, en lo que atañe a la exportación se estimaron como mínimo unas 5 mil toneladas.

**i) AEE**

Aplicando las estimaciones del BCP para el año 2019, se estimaron 20 mil toneladas de Artículos Electrónicos y Eléctricos bajo el concepto de reexportación.

**j) PEDB y PP**

Para el PEDB[26] y el PP[27], debida a la complejidad de los procesos de transformación que existen para cada uno de estos materiales, como también a la diversidad de productos que contienen estos materiales, sumada a la poca información que maneja la industria, los volúmenes recogidos no se consideraron confiables, por lo tanto, se prescindió de su inserción en el balance.

No obstante, se decidió ingresar los volúmenes de exportación inherente de PEBD, debido a la información que la industria de plástico posee. Se estimaron como mínimo unas 3 mil toneladas, esto prácticamente se debe a que los materiales exportados son por lo general recubiertos, de tal manera que el producto se encuentre aislado y protegido.

[22] Mayoritariamente envases de bebidas no alcohólicas.

[23] Según la capacidad instalada tecnológica actual.

[24] Las entrevistas revelaron una mayor agresividad en la compra del material. En gran medida, esto se debe en primer lugar, a la creciente demanda del material residual para sus múltiples usos y en segundo lugar una de las razones que explica este fenómeno, es que, durante la pandemia, muchos recolectores urbanos y gancheros de vertedero, recibieron el "Bolsa Familia", una renta otorgada por el Estado que les permitía acceder a bienes básicos. Esta transferencia social, generó un desincentivo directo en la recuperación del material en el país vecino.

[25] En su gran mayoría, este rubro comprende las bebidas alcohólicas. Muchas bebidas alcohólicas destiladas son destinadas a la reexportación e ingresan al país bajo el régimen de turismo. En cambio las bebidas alcohólicas fermentadas por lo general con pocas excepciones –espumantes y ciertos vinos-, permanecen en el país.

[26] Al ser un plástico de gran versatilidad, se procesa de diversas formas: inyección, extrusión, soplado y rotomoldeo, lo que dificulta enormemente su cuantificación.

[27] Al mismo tiempo, el PP también cuenta con variados usos y distintas formas de procesamiento. Los polímeros del PP se encuentran transformados por los procesos de inyección, soplado, extrusión y termoformado, lo que amplía enormemente su capacidad de materializarse en varios productos. A su vez, la rafia del PP trenzado es utilizado como embalaje de las materias primas, lo que dificulta medir tanto el ingreso al país de este tipo de plástico como su salida.



Por último, para la corriente del PP, se estimaron unas 5 mil toneladas que salen como exportación inherente, en concepto de embalaje, así como también de ciertos productos como jeringas[28] y utensilios que utilizan dicho material para su fabricación.

## 2.2 Balance material

Para la consolidación del balance físico, expresado en toneladas, se agrupan dentro de cada material de estudio todas las líneas de producto que lo componen, consolidando los valores de importación y exportación, obtenidos como entradas y salidas del sistema Penta y haciendo una validación cruzada con los datos declarados por la industria, como compras, ventas, mermas e ineficiencias materiales (ver Tabla 3).

Se asume una vida útil de cada material, definida en función del uso de las diferentes líneas de producto, a partir de la cual, se establece en cada caso si los materiales se inmovilizan como stock en la economía, o siguen su curso de uso y consumo para alimentar la corriente de generación de residuos, antes del cierre del período evaluado (1 año).

Es importante destacar las siguientes limitaciones en la disponibilidad, calidad o alcance de los datos disponibles, que afectaron el modo en el que se procesó la información:

- El balance se fuerza a cero cuando se asigna a cada entrada un destino cierto: exportación, residuo o stock. De esta forma, los valores quedan automáticamente compensados, siendo los flujos iguales en sus entradas y salidas.

- La asignación de "tiempo de uso" de cada tipo de producto es arbitraria. A continuación, se presentan algunos ejemplos de asignaciones realizadas por tipo de líneas de producto teniendo en cuenta su función principal más probable:

  - Ejemplo de productos cuyo ciclo de uso se considera por debajo de un año: papel y cartón fibras, cajas y envases, papel de fumar, papel higiénico, bobinas y ramajes de papel, desperdicio de cartón, tetra brik, Residuo PET, Envases PET, PP, Residuo de PP, PEAD, PEBD, entre otros.

  - A su vez, aquellas líneas de producto a la que se les asignó tiempos de duración mayor a un año, fueron clasificadas en rangos de 3, 5, 10, 15, 20,30 y 40 años. Algunos casos a los que se asignó más de 20 años: cemento, ladrillos, pisos de cerámica, porcelanato, tubos de acero, alambres de aluminio, chapas de Aluminio, perfiles de aluminio, construcciones de aluminio, alambrones de Cobre, tubos de cobre, acero largo / barras (varillas), perfiles de hierro, entre otros.

- Con la mecánica de cálculo utilizada, los residuos generados surgen de la resta entre entradas, salidas y materiales en stock.

La siguiente sección presenta los diagramas que ilustran el mencionado balance material de forma global y con foco en cada uno de los flujos de interés: industrial, envases y empaques y Construcción.

### 2.2.1 Balance físico global

En el Gráfico 3 se aprecia la relación de proporción del uso asignado a todos los materiales seleccionados que atraviesan la economía paraguaya. Los nodos de colores representan etapas en el flujo de materiales en la economía. El tamaño de cada nodo es proporcional a la cantidad de toneladas de materiales.

Se consideran como entradas al proceso: Importaciones, Importaciones de residuos, Extracción doméstica y Recuperación doméstica.

Se consideran como salidas del proceso: Exportaciones, Exportaciones de residuos, Salidas del proceso como residuos y Recuperación doméstica.

El flujo de materiales comprende desde aquellos que se importan o extraen localmente, para que luego de ser manufacturados y convertirse en exportación o venta doméstica. A su vez, una vez ingresados a su etapa de uso, pueden convertirse tanto en stock como residuo, donde pueden encontrar destinos diferentes, dependiendo de si entran en el sistema formal de tratamiento y disposición final o si son descartados en el sistema informal.

[28] Desde el 2010 se instaló una maquiladora que produce utensilios y productos farmacéuticos para exportarlo al Brasil, en gran medida utilizando el material PP como insumo para sus manufacturas.

**Tabla 3**
Balance Físico consolidado por Material
Fuente: elaboración propia.

| | | Entradas | | | | | | | Entradas Materiales Directas / Materiales procesados | | Stock | Salidas | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Corriente de compensación | Importaciones | | Extracción Doméstica | | | | | Residual Post Consumo | | Residual Industrial | | | Exportaciones | | |
| | Flujo Industrial | Cobertura de Mercado | % Post-Consumo de MP Secundario | Corriente de compensación | Importaciones (TD) | Importación de residuos (TD) | Extracción Doméstica (BU) | Recuperación Doméstica (BU) | Sales (BU) | Ventas domésticas (Ventas (BU) + importaciones dir vendidas (TD)) | Stock (BU) + Stock importaciones directas (TD) + Stock BI | EoL Residuos (BU) | EoL residuos a disposición | Residuo industrial Calculado | Residuo industrial calculado a disposición | DPO ajustado | Exportaciones (TD) | Exportación de residuos (TD) | Corriente de compensación |
| Acero | Industrial | 80% | 10% | 190.000 | 336.122 | 2.526 | 0 | 178.475 | 314.705 | 504.705 | 486.820 | 17.885 | 38 | 160.627 | 0 | 38 | 12.891 | 66.114 | |
| Aluminio | Empaques | 80% | 65% | 11.500 | 28.696 | 0 | 0 | 23.849 | 17.609 | 29.109 | 12.537 | 16.572 | 1.069 | 8.347 | 0 | 1.069 | 9.115 | 24.027 | |
| Arcillas | Construcción | 80% | 0% | 0 | 198.272 | 0 | 1.068.075 | 0 | 1.055.790 | 1.245.179 | 1.165.203 | 79.976 | 79.976 | 12.285 | 12.285 | 92.261 | 23.197 | 0 | |
| Arena | Construcción | 60% | 0% | 0 | 0 | 0 | 3.066.543 | 0 | 3.074.689 | 3.074.689 | 2.947.705 | 126.985 | 126.985 | 7.020 | 7.020 | 134.005 | 0 | 0 | |
| Cartón y Papel | Empaques | 90% | 15% | 20.000 | 120.759 | 24.219 | 0 | 103.493 | 134.452 | 149.452 | 0 | 149.452 | 133.928 | 87.969 | 0 | 133.928 | 67.900 | 2.393 | 5.000 |
| Cemento | Construcción | 98% | 0% | 0 | 268.593 | 0 | 987,693 | 0 | 987.693 | 1.256.286 | 1.216.648 | 39.638 | 39.638 | 0 | 0 | 39.638 | 0 | 0 | |
| Cobre | Industrial | 65% | 15% | 5.500 | 3.162 | 0 | 0 | 4.489 | 5.917 | 11.417 | 10.707 | 710 | 37 | 3.816 | 0 | 37 | 13 | 14.442 | |
| HDPE | Empaques | 75% | 85% | 6600 | 23.738 | 0 | 0 | 9.920 | 14.097 | 35.104 | 5.272 | 29.832 | 21.400 | 1.488 | 0 | 21.400 | 1.418 | 214 | 1.500 |
| LDPE | Empaques | 50% | 50% | 0 | 19.505 | 0 | 0 | 4.584 | 7.730 | 13.721 | 0 | 13.721 | 11.429 | 2.292 | 0 | 11.429 | 1.167 | 0 | 3.000 |
| Mezcla Asfaltica | Construcción | 99% | 0% | 0 | 90.553 | 0 | 0 | 0 | 90.909 | 90.909 | 81.818 | 9.091 | 9.091 | 0 | 0 | 9.091 | 0 | 0 | |
| NFUs | Industrial | 90% | 5% | 0 | 82.619 | 5.491 | 0 | 14.667 | 13.500 | 96.119 | 67.870 | 28.249 | 27.516 | 13.933 | 0 | 27.516 | 314 | 273 | |
| PET | Empaques | 95% | 80% | 3 | 61.311 | 1.808 | 0 | 10.387 | 15.771 | 17.271 | 0 | 17.271 | 8.961 | 3.302 | 1.224 | 10.185 | 43.076 | 9.818 | 1.500 |
| Piedra triturada | Construcción | 60% | 0% | 0 | 0 | 0 | 7.089.493 | 0 | 7.089.493 | 7.089.493 | 6.853.177 | 236.316 | 236.316 | 0 | 0 | 236.316 | 53.650 | 0 | |
| PP | Empaques | 50% | 20% | 0 | 34.257 | 674 | 0 | 7.320 | 8.385 | 16.298 | 496 | 15.802 | 14.338 | 5.856 | 0 | 14.338 | 8.110 | 1.435 | 5.000 |
| PVC | Empaques | 70% | 0% | 0 | 19.851 | 0 | 0 | 0 | 18.848 | 18.848 | 4.886 | 13.962 | 13.962 | 1 | 1 | 13.963 | 1.857 | 307 | |
| RAEE (electrónicos) | Industrial | 60% | 20% | 0 | 51.933 | 0 | 0 | 543 | 8.688 | 36.794 | 30.706 | 6.088 | 5.979 | 435 | 0 | 5.979 | 0 | 0 | 20.000 |
| Tetra brick | Empaques | 100% | 5% | 4.600 | 7.786 | 0 | 0 | 0 | 8.000 | 12.600 | 0 | 12.600 | 12.600 | 1 | 1 | 12.601 | 0 | 0 | |
| Vidrio | Empaques | 80% | 95% | 4.000 | 42.938 | 10.897 | 0 | 18.846 | 55.664 | 59.664 | 25.200 | 34.464 | 16.560 | 5.925 | 4.983 | 21.543 | 21.362 | 896 | |
| **TOTAL** | | | | **224.600** | **1.390.095** | **45.615** | **12.211.804** | **376.574** | **12.921.939** | **13.757.656** | **12.909.044** | **848,612** | **759.822** | **313.297** | **25.514** | **785.335** | **244.069** | **119.919** | **36.000** |

**Gráfico 3**
Balance Material General con distinción por corriente material

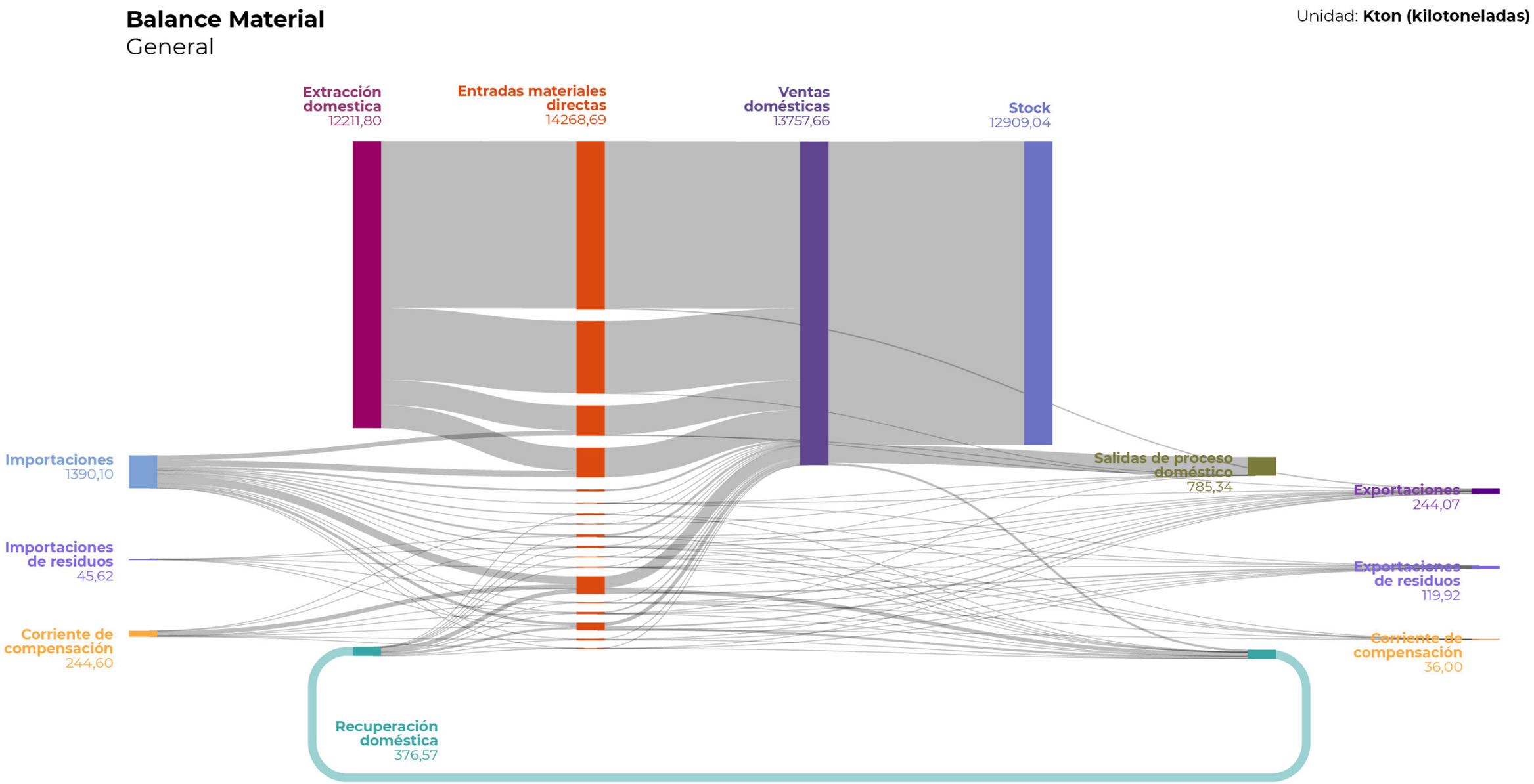


**Gráfico 4**
Diagrama de Balance Material Flujo Industrial
Fuente: elaboración propia.

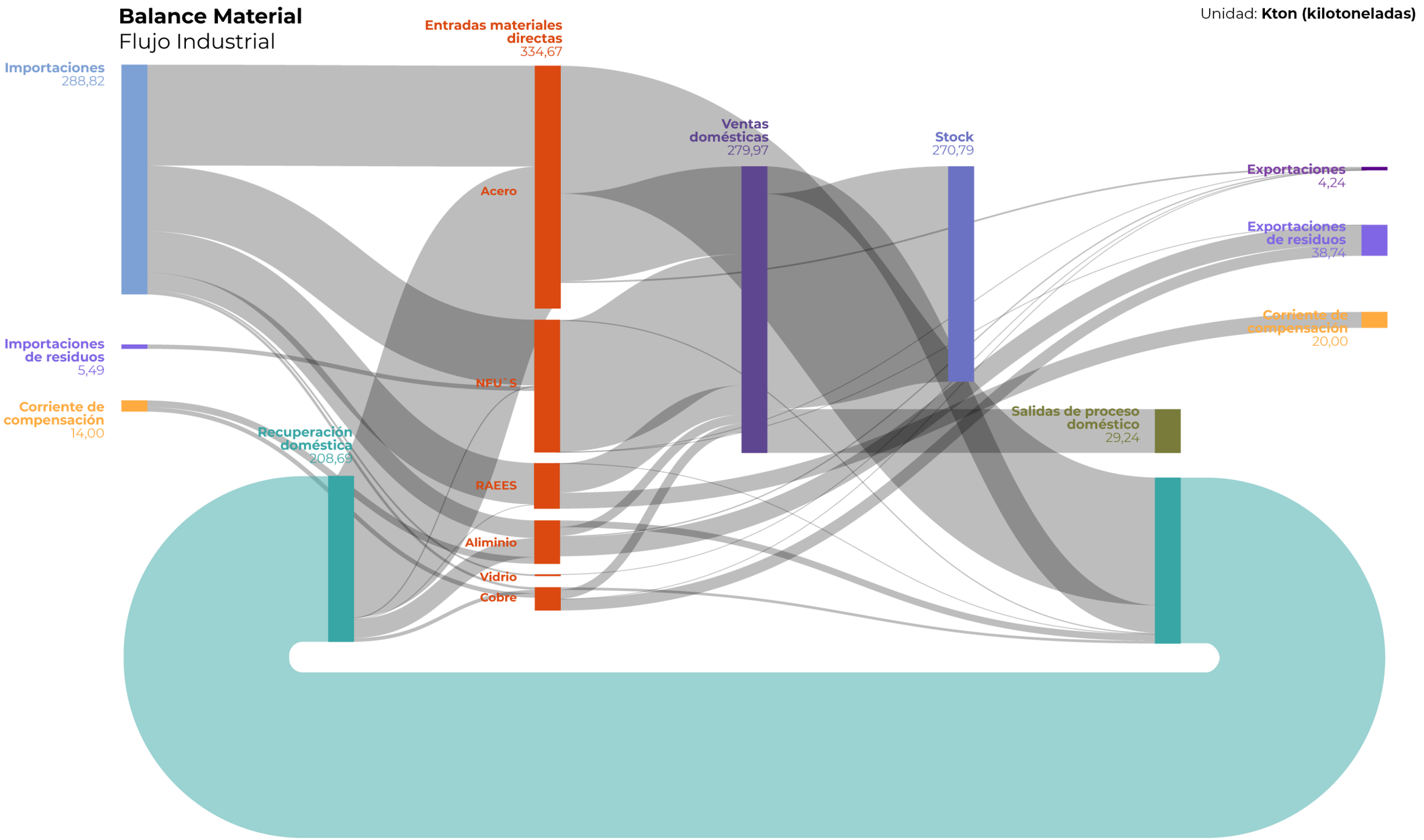


**Gráfico 5**
Diagrama de Balance Material Flujo Envases y Empaques
Fuente: elaboración propia.

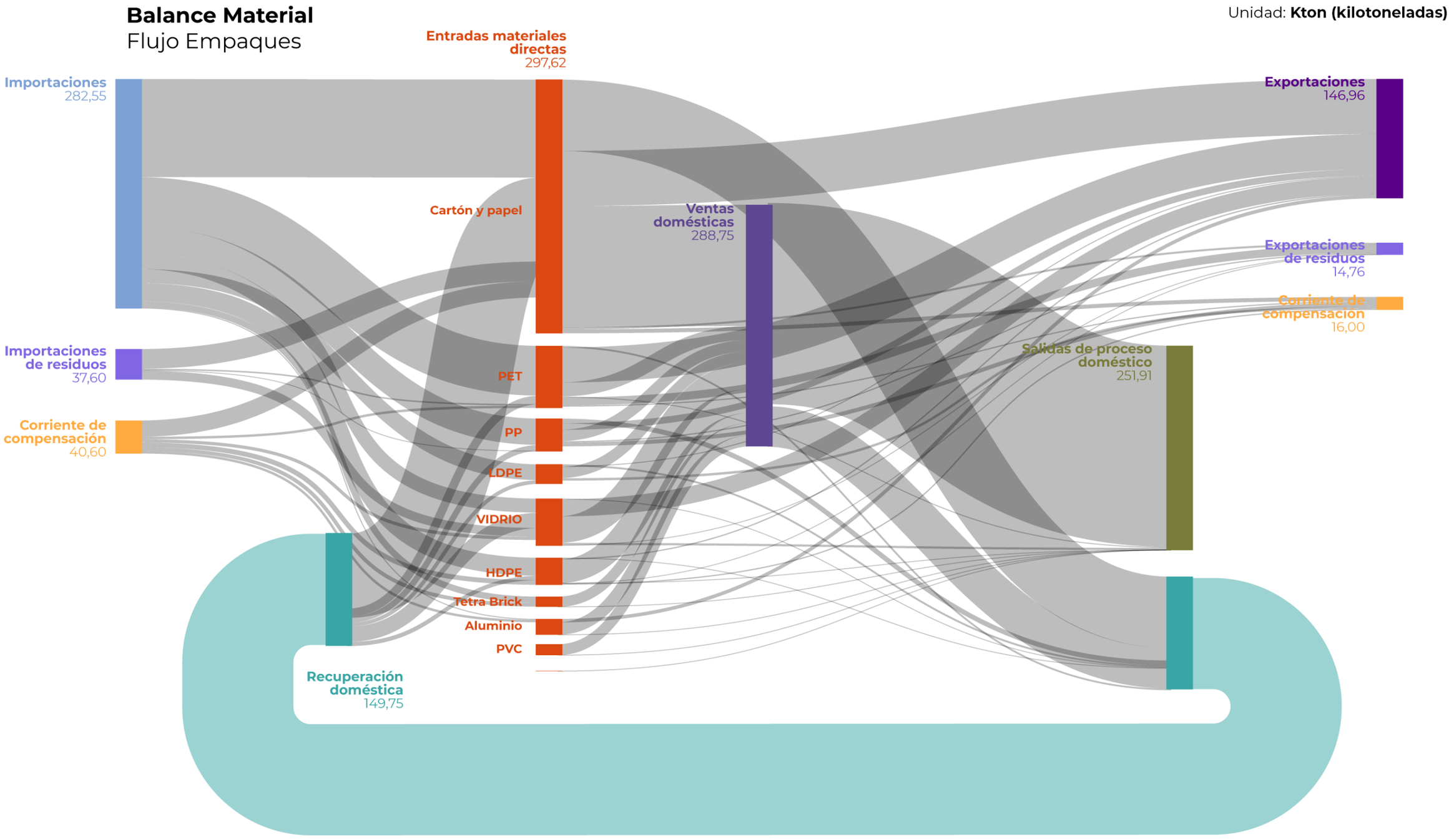
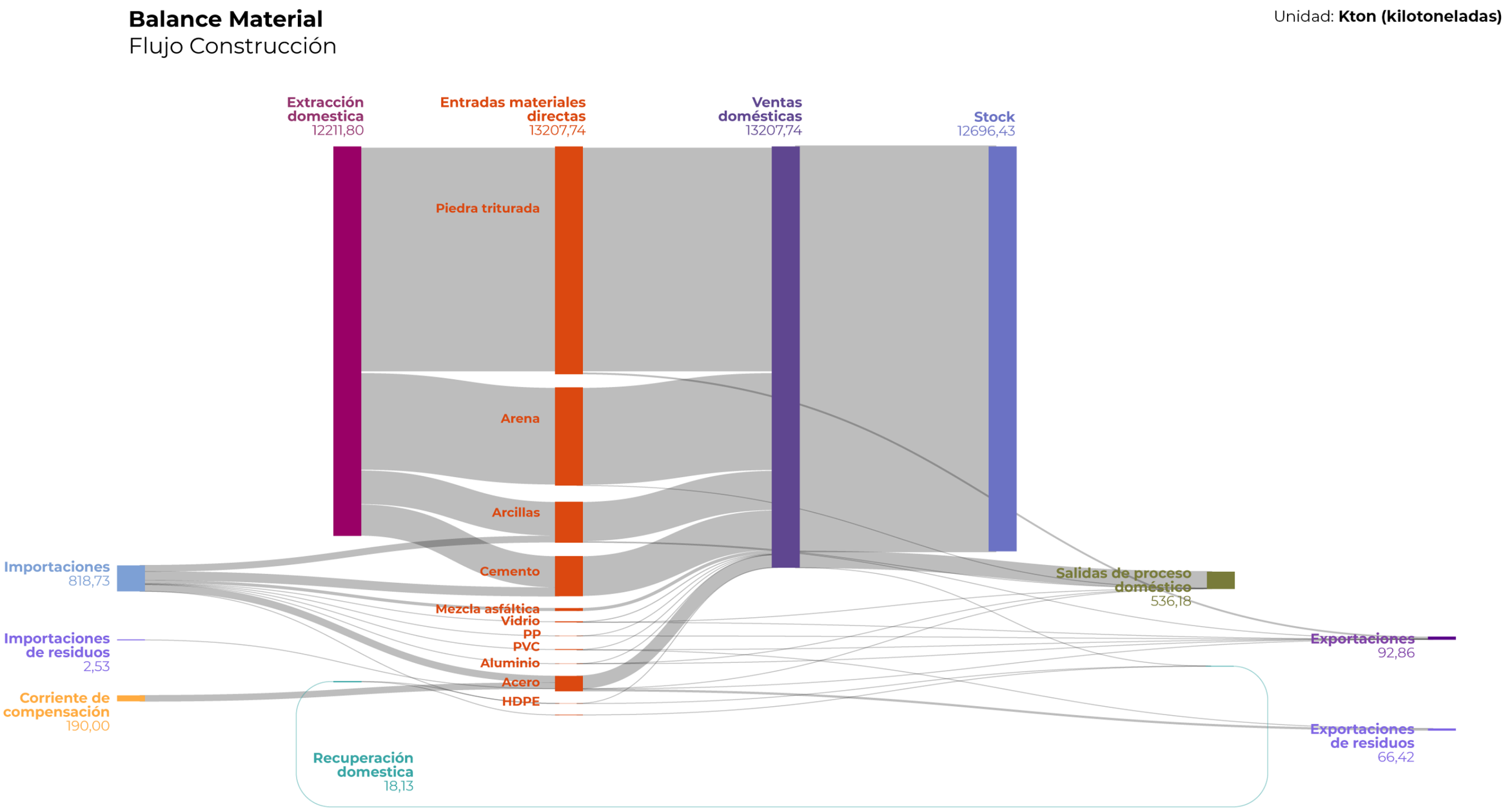


**Gráfico 6**
Diagrama de Balance Material Flujo Construcción
Fuente: elaboración propia.



Los flujos representan una selección de sectores de la economía, en especial Flujo Empaques y Envases, Flujo Industrial y Flujo Construcción. Se excluyen, entre otros, al sector energético y agroindustrial.

Se destaca la predominancia de los áridos de construcción (Piedra, Arena, Arcillas y Cemento), obtenidos localmente en su totalidad, que permanecen inmovilizados como Stock durante largo tiempo.

El aporte de recuperación doméstica es muy pequeño en comparación con la importación y la extracción doméstica. Además, es exclusiva de los materiales (Plásticos, Metales y Cartón y Papel, además de NFUs y RAEEs).

## 2.2.2 Balance físico por flujo de materiales

Para el estudio específico de los materiales vinculados a cada uno de los tres sectores de interés, se desarrollan diagramas de Flujo sectorial, para ajustar la escala y poder apreciar las relaciones intrínsecas sin distorsiones.

**a) Flujo de industria**

Antes se destacó la importancia de los materiales de la construcción, en un análisis del flujo industrial, despojado de áridos, la lectura es significativamente distinta:

En el Gráfico 4 se observa un notable aumento de la proporción del flujo de recuperación doméstica de materiales, que alcanza un 62% sobre las Ventas Domésticas.  Asimismo, existe un 9% de materiales sobre las Ventas Domésticas, que salen del proceso como Residuo.

Por su parte, la proporción de importaciones alcanza el 56% de las Entradas Materiales Directas.

Las altas tasas de recuperación que presentan los metales[29] se deben por lo demás a que los residuos recuperados pertenecen a la obsolescencia de los productos que contienen estos materiales. Asimismo, por lo general los metales escapan a los resultados provistos por los estudios de caracterización de residuos sólidos urbanos, debido al hecho de que en sí mismos abarcan dinámicas propias de recolección. Por lo tanto, para identificar una estimación más acertada que permita identificar la generación de estos metales es necesario un estudio que mida la obsolescencia de las importaciones de al menos los últimos 30 años.

Del mismo modo, la tasa de recuperación de NFU contempla un 35% sobre lo generado. No obstante, es importante comprender que la vida util de un neumatico promedia entre 2 a 3 años, por lo tanto, el presente estudio contempla solo como volumen generado a los residuos producidos en el año[30]. Debido a que el estudio no contempla los residuos remanentes de años anteriores, se deduce que la generación fácilmente pueda ser duplicada en tamaño.

El análisis sectorial permite interpretar en un contexto más específico los resultados obtenidos.

**b) Flujo de envases y empaques**

Este diagrama (Gráfico 5) permite apreciar en escala sectorial el aporte proporcional de cada uno de los componentes materiales principales de la industria de envases en Paraguay. Se observa que los volúmenes que se derivan a stock son irrelevantes, puesto que la consideración subyacente es que los envases tienen un ciclo de uso muy corto y en el término del corte temporal del estudio, terminan siendo residuo y/o potencialmente reciclables. En la siguiente iteración de este proyecto, será posible cuantificar la proporción con potencial de ser recuperada y reinsertada en el flujo de materiales, ya sea para constituir nuevos envases, como para reducir la demanda de materiales vírgenes.

En el sector de envases y empaques, se presentan las siguientes proporciones. En primer lugar, se observa un 50% de recuperación doméstica, sobre las Ventas Domésticas. Sin embargo, al tratarse de bienes de muy corta duración, existe un 85% de materiales sobre las Ventas Domésticas, que salen del proceso como Residuo.

[29] Ferrosos y no ferrosos; acero (100%), cobre (99%) y aluminio (96%).

[30] La vida útil de los neumáticos por lo general dura entre 2 a 3 meses en los tractocamiones, en los camiones de transporte de cargas de materiales/animales, y en los buses de pasajeros.



Por su parte, la proporción de importaciones alcanza el 55% de las Entradas Materiales Directas.

**c) Flujo de Construcción**

En el sector de la construcción las proporciones presentan con la siguiente configuración (Gráfico 6).

La primera observación es que la recuperación doméstica en la construcción es muy poco significativa frente a las proporciones de extracción doméstica, no alcanza el 1%. Asimismo, las importaciones representan solamente el 6% de las entradas materiales directas.  Por su parte, solo un 4% sobre ventas domésticas corresponde a residuos.

Sin embargo, es importante recordar que los resultados están basados en los datos recolectados, en este caso, el % de recuperación doméstica puede ser más significativo, pero no hay registro suficiente del volumen efectivamente recuperado en la utilización de escombros como relleno, quedando subestimado el flujo de recuperación efectiva. Esta situación ocurre a menudo en este tipo de estudios, tal como señalan (Albadejo, M et al. 2021).

Los flujos sectoriales presentados, brindan una idea de proporción sectorial y mejoran la lectura de la dinámica de cada material, que es más difícil distinguir en el balance global. Sin embargo, manifiesta con mayor claridad las asimetrías asociadas a la asignación de las corrientes materiales a uno u otro flujo.

## 2.2.3 Recuperación de Materiales

La tasa de recuperación de materiales se calcula como la cantidad efectiva de material recuperado domésticamente, sobre la cantidad total de residuos generados de este mismo material. Este último valor se estima sumando los productos que llegan al fin de ciclo (EoL) más la generación de residuos industriales.

La exportación de materiales residuales alcanzó en el 2019 las 119.000 ton, representando un 31,8% de los volúmenes recuperados localmente.

| Corriente de Material | Tasa de Recuperación del material % |
|---|---|
| Acero | 100% |
| Aluminio | 96% |
| Cobre | 99% |
| RAEE | 8% |
| Arena | 0% |
| Piedra Triturada | 0% |
| Cemento | 0% |
| Arcilla | 0% |
| Mezcla Asfaltica | 0% |
| Tetrabik | 0% |
| Cartón y papel | 44% |
| PET | 50% |
| PEAD | 32% |
| PEBD | 29% |
| PVC | 0% |
| PP | 34% |
| Neumáticos y NFU | 35% |
| Vidrio Plano / Aut. | 0% |
| Vidrio Envase | 47% |
| **Total** | **32%** |

**Tabla 4**
Tasa de recuperación por corriente de material

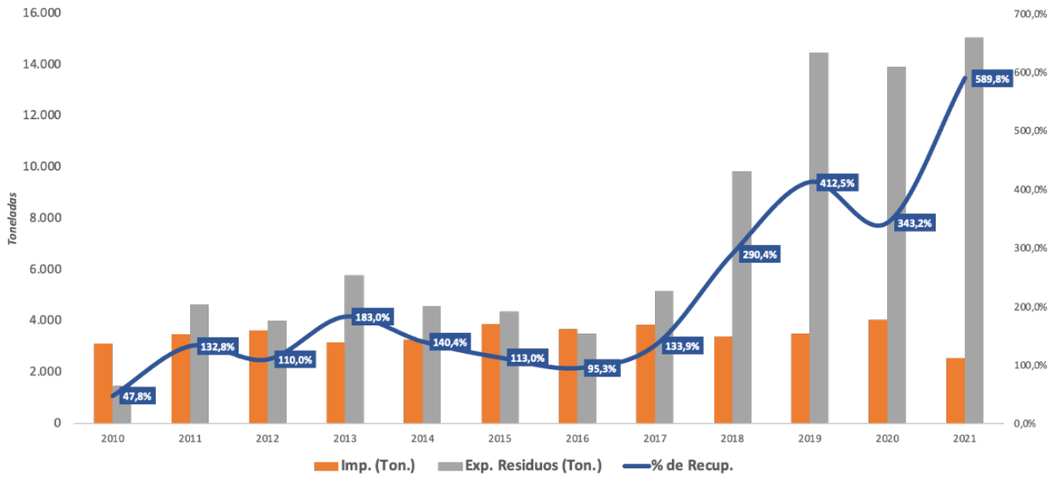
La Tabla 5 refleja el comparativo de los volúmenes en toneladas por corriente de material de los residuos exportados en relación a su recuperación local.

Por su parte, podemos observar como el cobre y el aluminio residual exportado superan los volúmenes recuperados. En el primer caso, la industria se cuestiona el origen del cobre residual exportado, es decir no encuentra una justificación lógica a semejante cantidad registrada, debido a que no solo se desconoce la proveniencia del material[31], sino que además la industria formal desconoce a muchas de las empresas exportadoras[32].

[31] Básicamente la industria desconoce de donde pueden salir tantos residuos, debido a que no hay tanta obsolescencia de maquinarias, automóviles, electrodomésticos para justificar semejantes volumenes.

[32] Este asunto se vuelve a analizar más adelante desde el punto de vista financiero en el capítulo: “Precio de exportación de residuos”, correspondiente al Balance Financiero.

## Gráfico 7
Volúmenes de importación del material de Cobre y volúmenes de exportación de residuos de Cobre




Como señala el Gráfico 7, los volúmenes del residuo de cobre exportado no se remontan únicamente al año 2019, sino que prácticamente hace una década que se repite esta dinámica.

A su vez, el aluminio, presenta más bien una pequeña diferencia más bien contable, debido a que los volúmenes recuperados cuentan como fuente los datos recogidos por la industria, mientras que los volúmenes exportados son los valores tomados por el sistema aduanero PENTA-TINWOR.

Adicionalmente, los volúmenes absorbidos por la industria recicladora local; transformados y comercializados en el mercado nacional alcanzaron las 146 mil toneladas. Al compararla con los materiales recuperados, ésta última representa un 38,8% sobre el total recuperado.

## Tabla 5
Volúmenes de materiales residuales recuperados y volúmenes de residuos exportados en toneladas

| Corriente de Material | Volumen de materiales residuales recuperados (tons.) | Volumen Export. Residuos (tons.) | % Export. Sobre Recup. (Volumen) |
|---|---|---|---|
| Acero | 178.475 | 66.114 | 37,04% |
| Aluminio | 23.849 | 24.027 | 100,75% |
| Cobre | 4.489 | 14.442 | 321,72% |
| Cartón y papel | 103.493 | 2.393 | 2,31% |
| PET | 10.387 | 9.818 | 94,52% |
| PEAD | 9.920 | 214 | 2,16% |
| PEBD | 4.584 | 0 | 0,00% |
| PP | 7.320 | 1.435 | 19,60% |
| Neumáticos y NFU | 14.667 | 273 | 1,86% |
| Vidrio Envase | 18.846 | 896 | 4,755 |
| **Total** | **376.573** | **119.919** | **31,84%** |



## Tabla 6
Volúmenes de insumos elaborados a partir de materia prima secundaria para ser comercializados en el mercado nacional

| Corriente de Material | Volumen de materiales residuales recuperados (tons.) | Volumen de insumos y productos comercializados localmente a partir de MPS local (tons.) | % Export. Sobre Recup. (Volumen) |
|---|---|---|---|
| Acero | 178.475 | 100.000 | 56,0% |
| Cartón y papel | 103.493 | 19.575 | 18,9% |
| PET | 10.387 | 1.500 | 14,4% |
| NFU | 14.667 | 14.667 | 100,0% |
| PEAD | 9.920 | 5.000 | 50,4% |
| Vidrio Envase | 18.846 | 5.400 | 28,7% |
| **Total** | **376.573** | **146.142** | **38,8%** |

La Tabla 6 representa los volúmenes en toneladas por corriente de material. Se destacan en la tabla el residuo PET y el residuo de Cartón y Papel, por contar con porcentajes muy bajos de reinserción en el mercado doméstico, con un 14,4% y un 18,9% respectivamente. Esto se debe, a que ambos materiales al ser transformados en insumos son absorbidos por empresas internacionales, que lo aprovechan para la fabricación de productos que permiten que el material residual cuente con buenos precios de mercado.

Por último, se encuentran los productos y materia prima secundaria exportados que han sido elaborados a partir de materiales recuperados a nivel local. En este aglomerado se encuentran las varillas conformadas, las bobinas de cartón yeso y los envases de vidrio. En total se registraron unas 92 mil toneladas, y al compararlas con el material total recuperado, éstas representan el 24,6% sobre el total (ver Tabla 7).

Cabe destacar, que las bobinas se encuentran compuestas en su composición por un porcentaje de materia prima virgen (80% MPS – 20% MPV). Por su parte, los envases de vidrio exportados contienen en su composición además de lo recuperado localmente, materia prima secundaria importada.

[33] El residuo PET es transformado en “flakes” hojuelas, mientras que el residuo de cartón/papel es transformado en bobinas.

[34] El flake de PET se utiliza para la fabricación de resina, o para la fabricación de hilos para la industria textil, por lo general los hilos se convierten en chips de PET, que se transforman en fibras de poliéster y se mezclan en grandes tambores con fibra de algodón recuperado. Seguido a esto, se llevan a una máquina donde sale el hilo directamente. Por su parte, la bobina de cartón de utilizada para la fabricación de placas de yeso.

[35] Insumo que sirve para la elaboración del “Drywall”, Durlock (Marca registrada), Pladur (marca registrada) o PYL (placas de yeso laminado).

[36] Entrevista a la industria respectiva.

Tabla 7
Volúmenes de insumos elaborados a partir de materia prima secundaria para la exportación

| Corriente de Material | Volumen recuperado | Volumen de insumos y productos exportados a partir de MPS local (tons.) | % Sobre Recup. |
|---|---|---|---|
| Acero | 178.475 | 4.700 | 2,6% |
| Cartón y papel | 103.493 | 67.481 | 65,2% |
| Vidrio Envase | 18.846 | 20.538 | 109,0% |
| **Total** | **376.573** | **92.719** | **24,6%** |

## 2.3 Balance Ambiental

En el diseño de alcance de este trabajo, se definió que los impactos ambientales del metabolismo de materiales se expresarán en unidades de potencial de calentamiento global, es decir, toneladas de CO2 equivalente.

Dicho impacto, representa la intensidad de Carbono de los materiales estudiados a través de la consideración de sus emisiones de carbono acumuladas a lo largo de las diferentes etapas que atraviesan los flujos materiales en la economía, desde su extracción o importación, hasta su tratamiento y disposición final.

A modo de consideración general, y dado que la intensidad energética de los materiales aumenta conforme avanza su etapa de ciclo de vida, se considera en todos los casos, los valores correspondientes a los productos terminados y se pondera un escenario de impactos en la etapa de tratamiento y disposición final de residuo.

Hecha esta aclaración, se presenta en la Tabla 8 los valores de impacto climático de los materiales involucrados en el análisis.

Para interpretar de forma integrada los flujos de emisiones GEI involucrados en los materiales y su circulación por las diferentes etapas consideradas, se presenta en el Gráfico 8 el diagrama Sankey de flujos proporcionales que ilustra las proporciones entre dichos volúmenes.

Como puede observarse en la figura las importaciones superan el 50% de las emisiones GEI totales. Esto significa que la mayor parte de las emisiones de los productos que se consumen en Paraguay ocurren fuera de su territorio. Por su parte, la recuperación doméstica alcanza un 12% del volumen total de emisiones GEI las todas las Entradas Materiales y es un valor negativo porque representa emisiones GEI evitadas. En cuanto a la disposición final de materiales, un 4% de las emisiones corresponde al tratamiento de residuos.

Más allá de la lectura global de todos los materiales en la estructura del diagrama de flujos proporcionales, se observan algunas asimetrías en las emisiones proporcionales por corriente material. La siguiente figura representa la contribución de cada corriente material al total global de emisiones, en todas las etapas.

La distribución de emisiones puede explicarse por la conjunción de varios factores:

- Las emisiones inherentes (intensidad energética y de carbono) de cada material.
- La distancia del transporte desde el origen.
- El volumen involucrado.

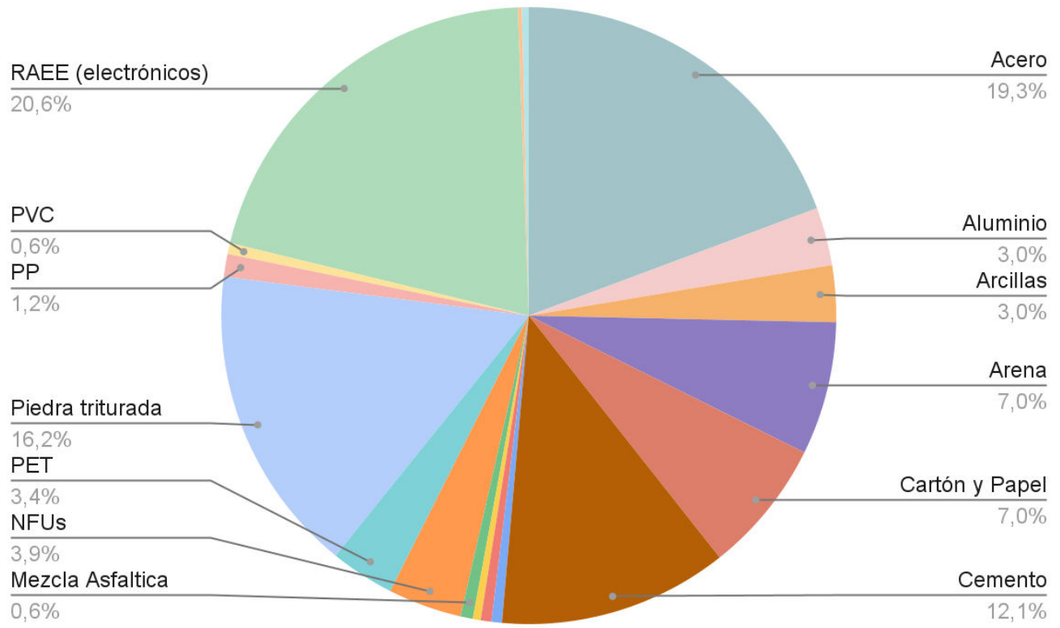
La combinación particular de estas tres variables determina la configuración expresada. En términos generales se observa que RAEE y acero lideran las emisiones por emisiones inherentes y transporte; piedra y cemento, por volumen e intensidad energética. Luego, los otros áridos se destacan por volumen, mientras que papel y cartón y otros plásticos, lo hacen por intensidad de carbono.

Otra forma de analizar la contribución por material y por etapa se presenta en el Gráfico 10.

Aquí es posible identificar las etapas críticas, como importaciones y extracción doméstica con clara prevalencia. Se destacan los valores



Gráfico 9
Composición por corriente material en el total de emisiones GEI




negativos de emisiones, como cargas evitadas por la circularidad de materiales primarios superando con creces incluso las emisiones asociadas a la gestión de residuos.

Sobre las emisiones derivadas del tratamiento de residuos, se observa que los valores asociados al tratamiento y disposición final de los residuos resultan bajos o muy bajos. La principal razón involucrada es que el factor de la utilización de espacio disponible en el relleno sanitario para materiales inertes es muy bajo, porque estos emiten muy poca cantidad de gases de efecto invernadero (GEIs). Es igualmente importante señalar que, para el caso especial de algunas corrientes, los factores de disposición final no controlada (quema en basurales a cielo abierto), puede ser especialmente alta y problemática como en el caso de NFU, algunos plásticos y materiales de cartón y papel, incluido el tetra brik.

Asimismo, se destaca que la adecuada gestión de los residuos puede implicar grandes diferencias en el desempeño de emisiones GEI, claramente para el flujo de NFUs pero también así para Papel y Cartón, diversos plásticos y RAEE's.

Más allá de las generalidades que aplican de forma transversal al balance general, a continuación, se presentan los diagramas que expresan la distribución de emisiones GEI para cada flujo estudiado.

En el flujo de materiales de la construcción (Gráfico 12), la extracción doméstica representa el 58% de las emisiones GEI totales, la recuperación doméstica no alcanza el 1% del total y el tratamiento y disposición final de los Residuos, no representa siquiera el 0,5% del total.

En el flujo de envases y empaques (Gráfico 13), las importaciones conllevan el 64% de las emisiones GEI totales. La recuperación doméstica alcanza un 33% de las Entradas Materiales, asimismo, es importante destacar que es un valor negativo porque representa emisiones GEI evitadas. Por su parte, el 9% de las emisiones GEI deriva del tratamiento y disposición final de Residuos.

**Tabla 8**
Balance Ambiental consolidado por Material

| (ton. CO2/año) | Corriente de compensación | Importaciones (TD) | Importación de residuos (TD) | Extracción doméstica (BU) | Domestic recovery (BU) | DPO ajustado | Vertedero | Vertedero Ilegal | Incineración | Exportación (TD) | Exportación de Residuos (TD) | Balancing tiems |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Acero | 800.660 | 1.756.274 | 7.876 | 0 | -742.490 | 0 | 1 | 0 | 0,00 | 61.953 | 178.434 | 0 |
| Aluminio | 55.200 | 169.848 | 0 | 0 | -12.402 | 0 | 25 | 0 | 0,00 | 46.143 | 64.679 | 0 |
| Arcillas | 0 | 48.348 | 0 | 258.901 | 0 | 0 | 601 | 0 | 0,00 | 8.714 | 0 | 0 |
| Arena | 0 | 0 | 0 | 743.330 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| Cartón y Papel | 16.782 | 708.852 | 74.594 | 0 | -566.934 | 0 | 23.318 | 87.143 | 0,00 | 398.492 | 7.368 | 0 |
| Cemento | 0 | 456.366 | 0 | 828.773 | 0 | 0 | 291 | 16 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| Cobre | 7.810 | 23.366 | 0 | 0 | -32.565 | 0 | - | - | 0,00 | 99 | 59.848 | 0 |
| HDPE | 10.800 | 42.611 | 0 | 0 | -6.537 | 0 | 1.210 | 9.625 | 0,00 | 2.188 | 178 | 0 |
| LDPE | 0 | 44.200 | 0 | 0 | -8.251 | 0 | 646 | 5.141 | 0,00 | 2.248 | 0 | 0 |
| Mezcla Asfáltica | 0 | 56.514 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.519 | 4 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| NFUs | 0 | 179.349 | 7.911 | 0 | -21.413 | 0 | 37.891 | 208.367 | 0,00 | 494 | 230 | 0 |
| PET | 720 | 219.723 | 3.672 | 0 | -31.183 | 0 | 545 | 9.403 | 1,51 | 140.481 | 16.776 | 0 |
| Piedra triturada | 0 | 0 | 0 | 1.701.478 | 0 | 0 | 588 | 97 | 0,00 | 27.038 | 0 | 0 |
| PP | 0 | 101.010 | 1.220 | 0 | -14.874 | 0 | 811 | 16.566 | 0,00 | 19.980 | 1.900 | 0 |
| PVC | 0 | 45.858 | 0 | 0 | 0 | 0 | 790 | 10.837 | 0,00 | 3.776 | 328 | 0 |
| RAEE (electrónicos) | 0 | 2.213.709 | 0 | 0 | -20.167 | 0 | 338 | 8.043 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| Tetra brick | 2.668 | 9.086 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.194 | 8.199 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| Vidrio | 0 | 24.904 | 3.160 | 0 | -2.450 | 0 | 140 | 0 | 0,00 | 12.390 | 260 | 0 |
| **TOTAL** | **894.640** | **6.100.019** | **98.434** | **3.532.483** | **-1.459.267** | **0** | **81.908** | **363.441** | **1,51** | **724.265** | **330.001** | **0** |

**Gráfico 8**
Balance Ambiental General

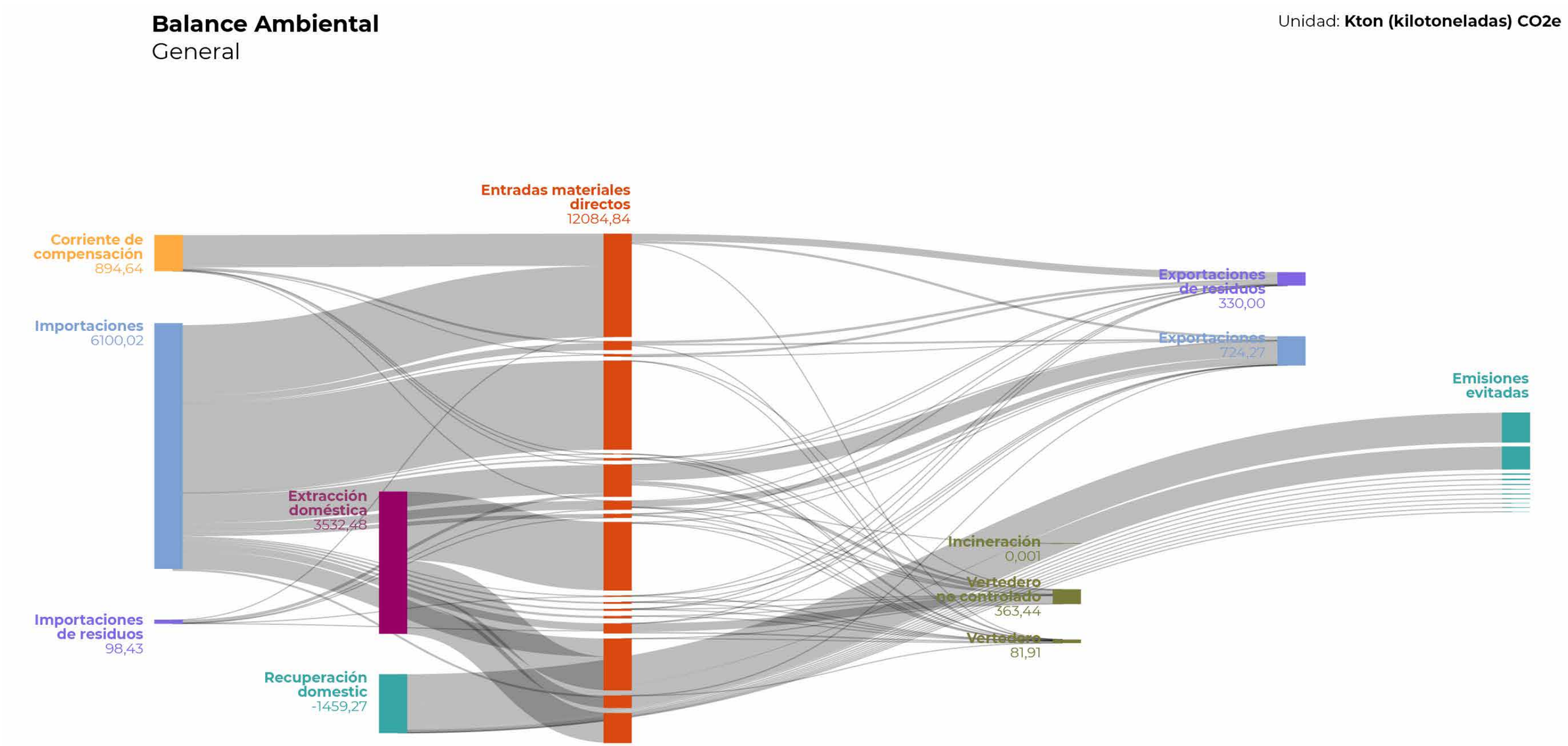


**Gráfico 10**
Contribución de Emisiones GEI por material y por etapa

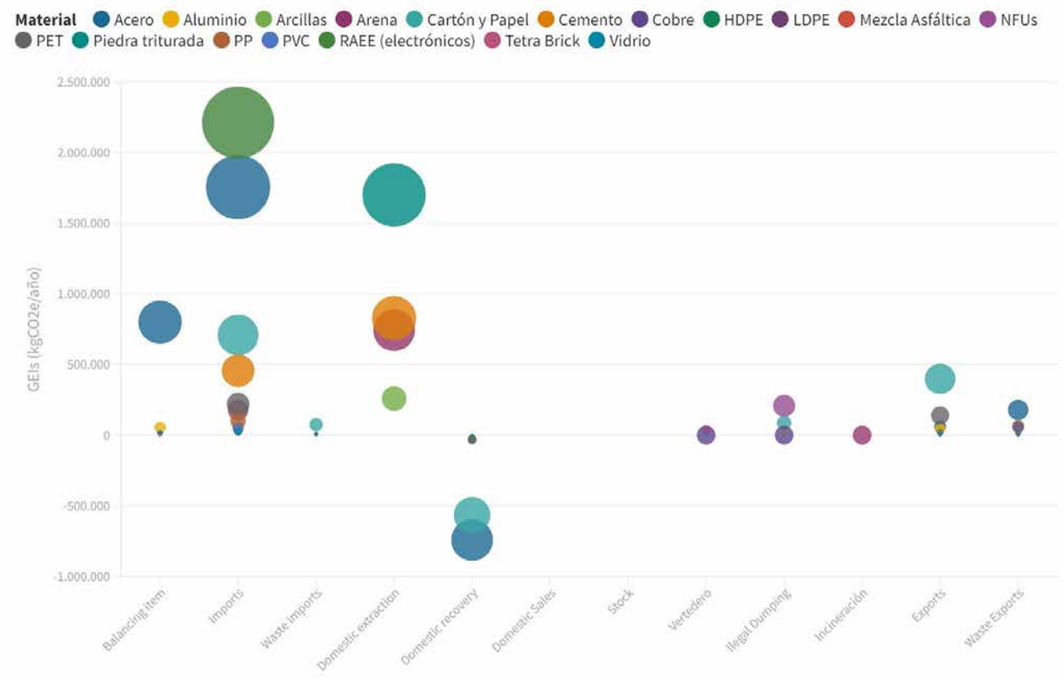
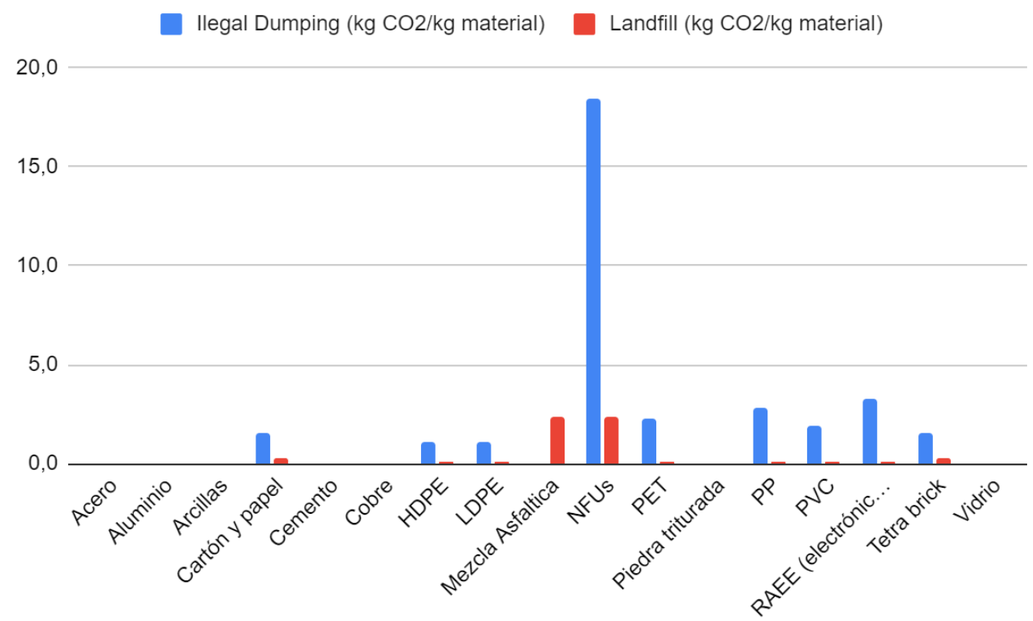



**Gráfico 11**
Generación GEIs de residuos para disposición final en relleno sanitario (*landfill*) y disposición final ilegal (*Ilegal Dumping*)






En el flujo industrial (Gráfico 14), las importaciones conllevan el 79% de las emisiones GEI totales. Por su parte, la recuperación doméstica alcanza un 20% de las Entradas Materiales, con valor negativo porque representa emisiones GEI evitadas.

En este flujo, el 11% de las emisiones GEI deriva del tratamiento y disposición final de Residuos.

La interpretación del comportamiento de las emisiones GEI en el alcance definido, tanto en el balance ambiental general como en los flujos, sugiere que, los mayores ahorros provienen de la reducción de importaciones desde el exterior y del reemplazo de materia prima virgen, en correlación con la hipótesis de mitigación de impacto ambiental de la circularidad de materiales.

## 2.4 Balance financiero

### 2.4.1 Consideraciones del balance financiero

El estudio utilizó como año base el 2019. Los precios asignados a cada material importado y exportado responden a los valores encontrados en el sistema aduanero de dicho año. Estos valores no incluyen el costo del flete y del seguro. En relación a los precios de las materias primas extraídas y producidas en nuestro país, también se utilizaron los valores del año 2019.

Sin embargo, los valores en precio obtenidos para los materiales en las entrevistas realizadas a las industrias recicladoras pertenecen al año 2021[38].

La inserción en el mercado de una Industria importante a fines de 2019, dedicada a la producción de envases de aluminio para bebidas, produjo una alteración importante en los volúmenes que comprende el flujo del aluminio. Por consiguiente, se decidió tomar los datos de importación y exportación correspondientes al año 2020 para este flujo.

Por su parte, los valores que corresponden a la columna “Importación de Residuos”[4] en la fila “Neumáticos y NFU” representan la importación de neumáticos usados. Esto se debe a que muchos de ellos terminan siendo utilizados para el recauchutaje de cubiertas. No obstante, como no se cuenta con la precisión de la cantidad de neumáticos destinados a este tipo de actividad y la cantidad de neumáticos que se destinan simplemente a su reutilización, se procedió contabilizar a todos los neumáticos usados como si tuvieran un único destino: el recauchutaje.

Adicionalmente, los artículos eléctricos y electrónicos fueron divididos en dos subcategorías (electrodomésticos y artículos electrónicos), debido a que experimentan dinámicas de mercado y precios muy distintos. Uno de ellos –los artículos electrónicos-, es principalmente introducido en la economía nacional para luego ser reexportado bajo el régimen de turismo[39].

Por último, el vidrio también se dividió en dos subcategorías; el vidrio utilizado en la construcción y el vidrio utilizado en la industria de envases, con el objetivo de poder determinar y visualizar con mayor precisión el valor del vidrio que se recupera y que se reintroduce en la economía, ya que dicho material cuenta con una positiva tasa de recuperación, mientras que los otros sub-flujos del vidrio aún carecen de una recuperación.

En la siguiente sección se presentan los resultados obtenidos, las tablas completas con los valores integrados por corriente de flujo material.

### 2.4.2 Balance Financiero Consolidado

Para la consolidación de los precios de referencia de los materiales estudiados, tal como se observa en la Tabla 5 se realizó un promedio ponderado de acuerdo a los volúmenes registrados para cada sub-flujo de cada material.

[38] Las industrias compartieron únicamente los precios correspondientes al año 2021. Tal como se mencionó en la matriz de riesgo, en el país existe una dificultad importante en la obtención de datos primarios. En gran medida, las industrias son reticentes a compartir informaciones referentes a precios y costos. Según la información proporcionada por las industrias recicladoras durante la pandemia, estimamos que el PEAD, y los metales (Acero, Cobre y Aluminio) experimentaron subas importantes en sus respectivos precios (más del 50%). El PET, también tuvo un alza, pero no tan significativa como los anteriores (15% apróx.). Por último, el vidrio y el cartón fueron los materiales cuyos precios subieron pero con mucho menor intensidad que los anteriores (no supera el 5%).

[39] Según las entrevistas realizadas, de los comercios ubicados en frontera que operan bajo el régimen de turismo, sólo un 5% de sus ventas corresponde al mercado doméstico. El volumen restante es destinado a la reexportación.

**Gráfico 12**
Balance Ambiental Flujo construcción

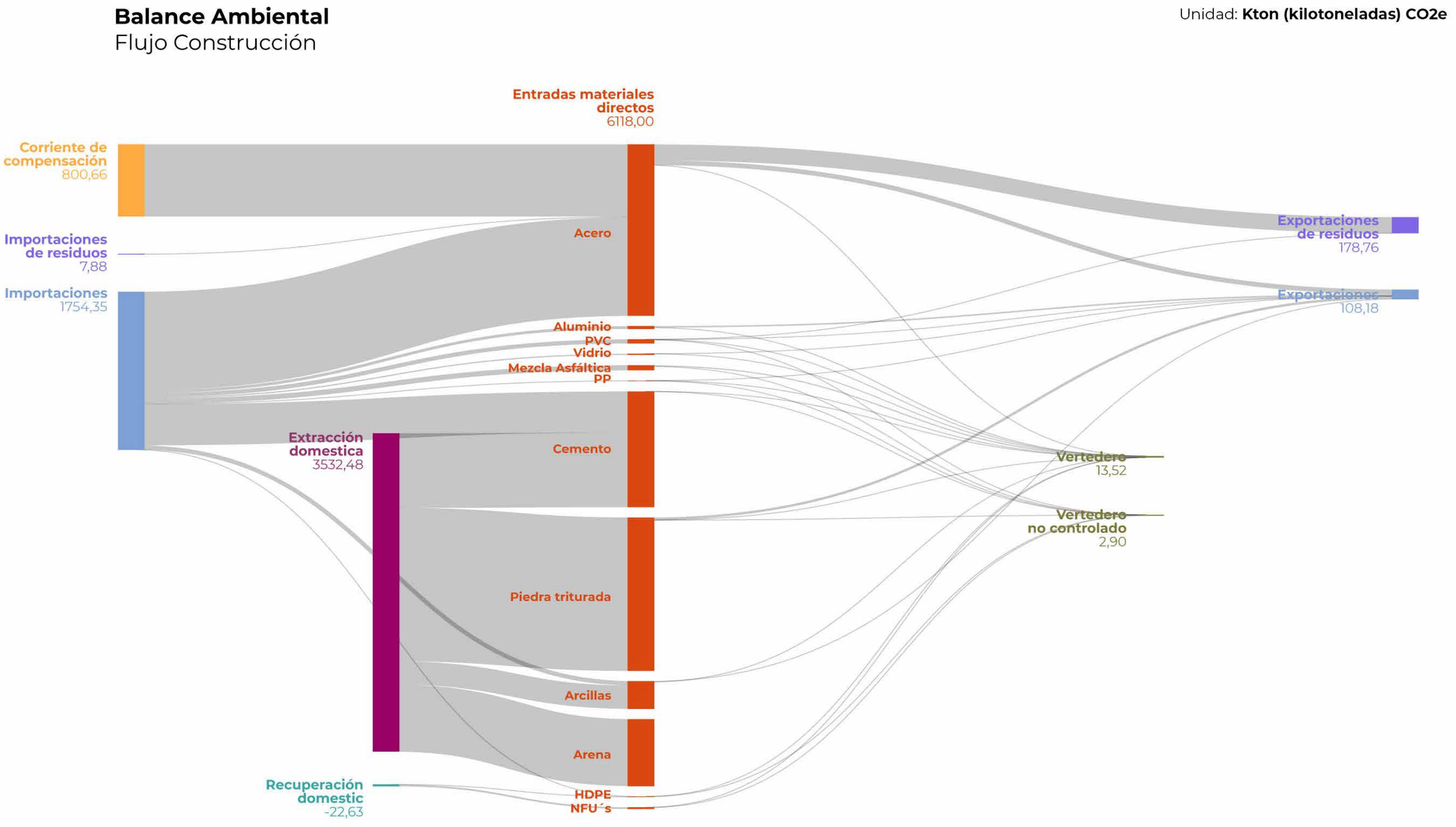


**Gráfico 13**
Balance Ambiental Flujo envases y empaques

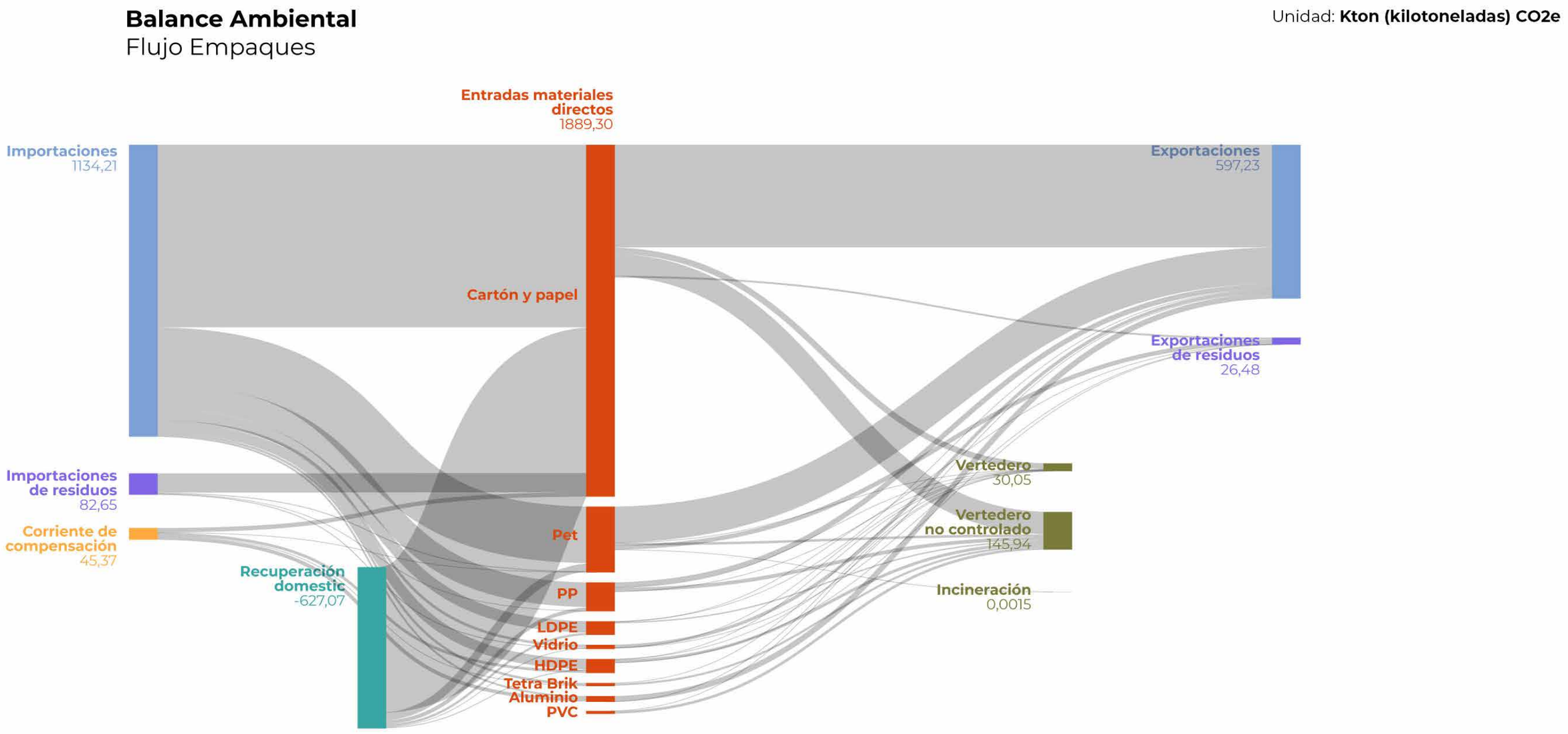


**Gráfico 14**
Balance Ambiental Flujo industrial

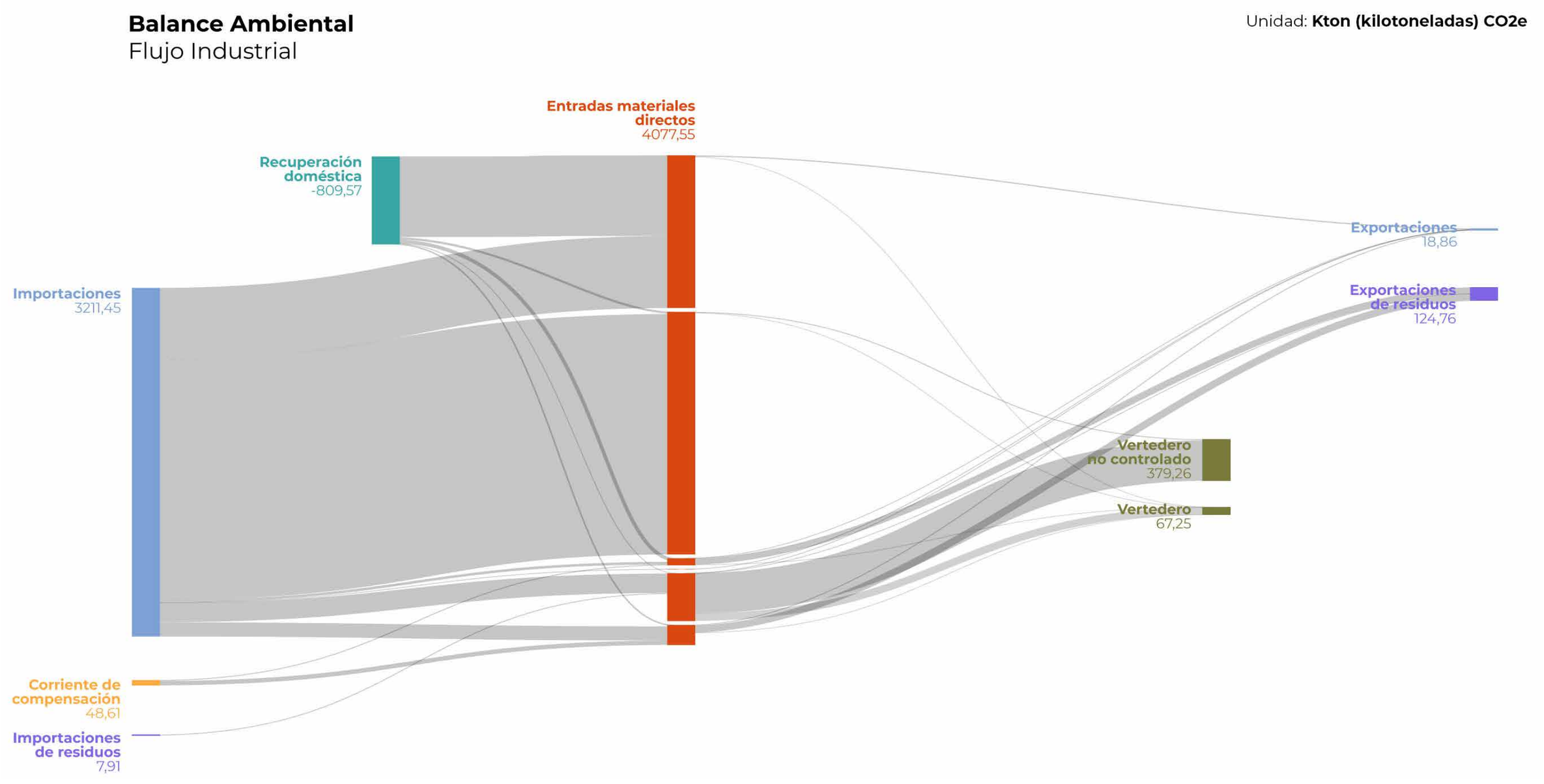


**Tabla 9**
Valores en USD por cada corriente de material según el flujo

| | Corriente de Compensación - Entrada (USD) | Importación de Residuos (USD) | Importaciones (USD) | Extracción Doméstica (USD) | Recuperación Local (USD) | Ventas Domésticas (USD) | Stock (USD) | Exportaciones (USD) | Exportaciones de Residuos (USD) | EoL - Costo Disposición Final + Oportunidad (USD) | Corriente de Compensación - Salida (USD) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Acero | 47.500.000 | 435.407 | 266.245.555 | 0 | 44.618.656 | 284.239.632 | 274.167.017 | 14.877.457 | 19.719.823 | 12.920 | |
| Aluminio | 14.950.000 | 0 | 93.634.329 | 0 | 31.004.188 | 158.984.967 | 68.475.984 | 59.613.498 | 21.456.111 | 1.485.910 | |
| Arcillas | 0 | 0 | 65.430.021 | 92.922.438 | 0 | 108.206.055 | 101.256.132 | 858.289 | 0 | 953.979 | |
| Arena | 0 | 0 | 0 | 17.755.284 | 0 | 36.219.840 | 34.723.963 | 0 | 0 | 865.672 | |
| Cartón y Papel | 1.488.000 | 2.497.221 | 156.021.044 | 0 | 7.699.876 | 55.782.972 | 0 | 38.583.396 | 296.995 | 14.115.988 | |
| Cemento | 0 | 0 | 21.957.478 | 127.412.397 | 0 | 162.060.876 | 156.947.584 | 0 | 0 | 256.061 | |
| Cobre | 24.528.020 | 0 | 20.534.028 | 0 | 20.020.353 | 78.840.625 | 73.938.463 | 101.398 | 18.225.804 | 168.337 | |
| HDPE | 4.464.300 | 0 | 27.681.472 | 0 | 7.380.976 | 46.360.327 | 6.962.572 | 3.091.240 | 4.280 | 16.885.388 | |
| LDPE | 0 | 0 | 22.118.429 | 0 | 0 | 14.166.856 | 0 | 768.808 | 0 | 514.314 | |
| Mezcla Asfáltica | 0 | 0 | 53.004.746 | 0 | 0 | 53.272.727 | 47.945.455 | 0 | 0 | 29.364 | |
| NFUs | 0 | 4.547.701 | 183.909.547 | 0 | 0 | 237.341.456 | 167.587.905 | 723.540 | 354.627 | 1.238.200 | |
| PET | 2.232.150 | 1.100.503 | 76.996.019 | 0 | 7.728.721 | 26.109.409 | 0 | 70.391.258 | 8.295.180 | 8.036.474 | |
| Piedra triturada | 0 | 0 | 0 | 104.215.547 | 0 | 104.215.547 | 100.741.695 | 488.215 | 0 | 1.526.604 | |
| PP | 0 | 170.521 | 54.375.592 | 0 | 2.178.578 | 6.409.802 | 194.915 | 16.140.795 | 529.686 | 4.912.589 | |
| PVC | 0 | 0 | 31.602.645 | 0 | 0 | 52.720.227 | 13.666.320 | 4.425.231 | 0 | 628.280 | |
| RAEE (electrónicos) | 0 | 0 | 2.839.036.994 | 0 | 0 | 203.477.349 | 169.812.036 | 0 | 0 | 179.366 | 1.919.626.680 |
| Tetra brick | 18.400.000 | 0 | 31.219.057 | 0 | 0 | 50.513.400 | 0 | 0 | 0 | 567.000 | |
| Vidrio | 239.680 | 1.416.610 | 35.380.600 | 0 | 1.129.267 | 14.103.616 | 5.956.902 | 10.281.938 | 31.360 | 1.779.695 | |
| **TOTAL** | **113.802.150** | **10.167.963** | **3.979.147.555** | **342.305.666** | **121.760.616** | **1.693.025.683** | **1.222.376.942** | **188.062.834** | **68.913.866** | **54.156.140** | **1.919.626.680** |

Ante todo, se estimó el precio de la importación del residuo, el precio de la importación del material en calidad de insumo o de producto terminado[40], y el precio de aquellos materiales que provienen de la extracción directa del territorio nacional. Adicionalmente, se encuentran los precios de los materiales exportados, en calidad de residuos, materia prima secundaria o producto terminado según lo determine la sub-flujo del material. Además, se tuvieron en consideración los costos de la disposición final, y por último el costo de oportunidad, que se refiere al valor financiero de los materiales en el caso hubieran sido recuperados por la industria recicladora.

Posteriormente, para poder estimar el valor generado en la economía de todo el material recuperado, así como el valor agregado que se obtiene al reintroducir dichos materiales en la economía, se realizó un consolidado de los flujos, teniendo en cuenta los volúmenes registrados en el análisis matricial.

En la Tabla 9, se pueden observar los valores generados en la economía por corriente de material en cada etapa del flujo, así como el costo de oportunidad que implica su disposición final como residuo, cuando no es reaprovechado en la economía.

### 2.4.3 Valor financiero de materiales residuales recuperados en el mercado local

A continuación, se detallan los materiales residuales que cuentan con un valor de mercado, por lo tanto, actualmente son recuperados para la venta a la industria del reciclaje, nacional o extranjera. Los precios reflejados, son los precios de compra por parte de las industrias recicladoras, por lo cual es menester aclarar que no se considera en el estudio el precio del material residual recuperado al inicio[41] de la cadena reversa logística[42].

Adicionalmente, cada material según su composición y según su proceso de producción cuenta con una diferenciación de pecios[43]. La Tabla 10 refleja un promedio de aquellos tipos de material que cuentan con una mayor recuperación en el mercado.

Cabe destacar que, como cualquier insumo, sus precios de compra oscilan[44], según la oferta o la demanda del mercado.

**Tabla 10**
Valores de los materiales residuales recuperados en el mercado doméstico

| Material | Gs./Kilo | USD/Kilo | USD/ton. |
|---|---|---|---|
| Chatarra | 1.650 | 0,25 | 250,00 |
| Aluminio | 8.500 | 1,30 | 1300,00 |
| Cobre | 30.500 | 4,46 | 4459,64 |
| Cartón y Papel | 500 | 0,07 | 74,40 |
| PEAD | 5000 | 0,74 | 744,05 |
| PP | 2000 | 0,30 | 297,02 |
| PET | 5000 | 0,74 | 744,05 |
| Vidrio Envase | 400 | 0,06 | 59,95 |

[40] Probablemente, algunos de los insumos importados, bajo la columna "Importación" correspondan a materia prima secundaria. Es decir, cuando nos referimos a la importación del envase para las bebidas, probablemente ese envase haya sido producido -o al menos en alguna porporción- con material reciclado. Lo mismo, para la importación de varillas conformadas, o la importación de láminas de aluminio para la fabricación de latas de envase. No obstante, como el alcance del estudio no comprende un análisis del proceso de fabricación realizado en el exterior, el origen de los materiales escapa a este estudio.



### 2.4.4 Valor financiero de materiales residuales recuperados del flujo industrial

En el caso de los metales, el precio viene regido por la "London Mercantil Exchange". La Bolsa de Metales de Londres proporciona un índice sobre los principales metales contratados en el mercado, el LMEX. De este índice dependen los precios del aluminio, el cobre, el estaño, el níquel, el zinc e incluso la chatarra. El índice sirve como precio de referencia global a la hora de negociar la compra/venta de estos metales. En general, se suelen aplicar premios/descuentos a los precios establecidos en el índice (ver Gráfico 15).

La pandemia ocasionó una gran disrupción en la economía mundial afectando de manera significativa tanto la oferta (las industrias) como la demanda (el consumo), donde la incertidumbre reinante generó una especie de parálisis y recesión económica durante gran parte del 2020. Sin embargo, durante el año 2021, la reactivación económica surgió con fuerza de manera desbalanceada y con distintas intensidades, provocando unos cuellos de botella y una escasez relativa de muchos insumos a nivel global. De manera especial esto ocurrió en el mercado de los metales, lo que llevó a un alza importante en los precios de los mismos. A su vez, una fuerte demanda por parte del Brasil, sumada a que las fronteras son altamente permeables y las instituciones débiles, generando así enormes incentivos donde el contrabando, y la informalidad son no sólo fomentados, sino muy bien practicados.

El desarrollo de la industria cobra fuerza a principios del siglo con la fuerte demanda china por los metales. La industria del reciclaje de metales se encuentra bastante bien organizada en su cadena inversa de recolección con más de 20 años de experiencia recuperando metales a lo largo y ancho del país, abasteciendo la demanda del mercado interno como también los mercados de exportación.

Por su parte, los NFU y los RAEE, no cuentan con un valor de mercado como tal debido a que, en general, las industrias recicladoras obtienen dichos residuos a cambio de una certificación ambiental de disposición final exigida a las empresas generadoras de dichos residuos.

Actualmente, existe una corriente importante de reutilización y de reaprovechamiento de las partes que componen los RAEE. En el caso, de las industrias recicladoras que desarman los RAEE, éstas se enfocan más bien en comercializar las partes que tienen valor en el mercado, que en general son los metales (acero, cobre, aluminio) que los componen.

En el caso de las industrias recicladoras de NFU, es muy importante para ellas adquirir las cubiertas en desuso a costo "0", puesto que, los precios de los productos elaborados a partir del residuo (combustible por medio de pirolisis/radiólisis, baldosas a partir de polvos, o chips para combustible de caldera) no conllevan un valor lo suficientemente alto que justifique los costos de una posible compra del material al proveedor. Dado que el incentivo para el acopio de los NFU actualmente reside en la certificación de disposición final, los comercios del rubro acopian los neumáticos en desuso con el fin de obtener dicha certificación y permanecer de esta manera en regla ante el Ministerio del Ambiente. A su vez, las industrias recicladoras de NFU se encargan del traslado. Es por ello, muy importante para dichas industrias que el volumen acopiado justifique los costos logísticos del traslado.

### 2.4.5 Valor financiero de materiales residuales recuperados del flujo de envases y empaques

Cabe destacar que la disrupción mencionada anteriormente, ocasionada por la pandemia en la economía, también se hizo sentir en los flujos de envases y empaques (ver Gráfico 16).

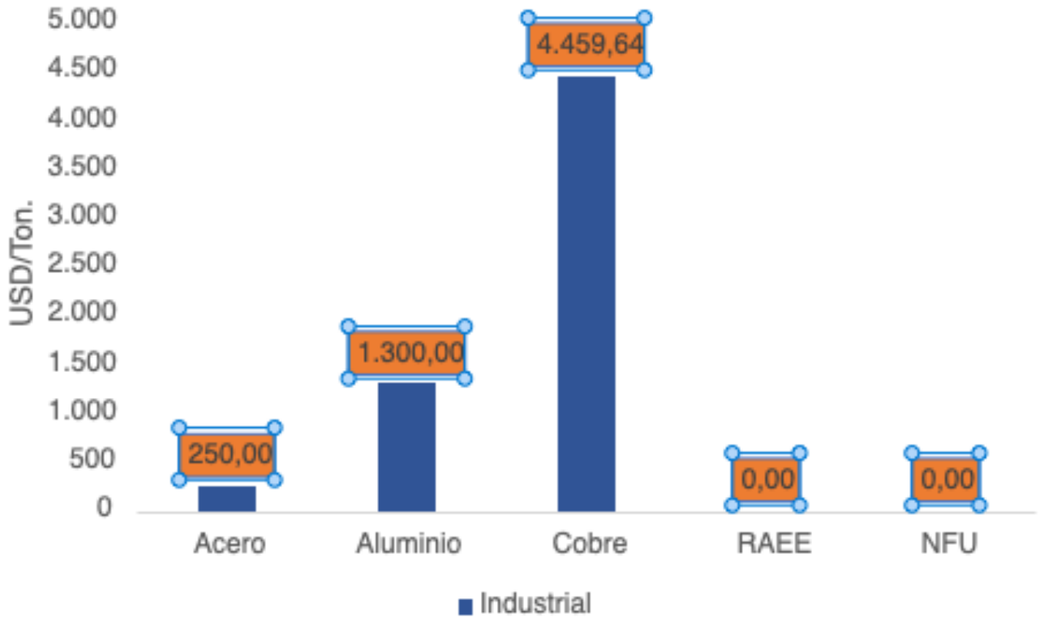
[41] La señora Fernanda, del barrio Pelopincho, Chacarita alta, es considerada acopiadora menor, debido a que es capaz de juntar semanalmente 1.000 a 1.200 kilos. Ella compra a los recuperadores urbanos el residuo de PET a Gs. 3.000 el kilo y vende a Gs. 4.000 / 4.500 el kilo a los acopiadores mayores (motorizados).

[42] Estos no son los precios que recibe el recuperador urbano. De esta manera, el recuperador urbano, que recoge diariamente los residuos de una zona -por lo general aquellos con mayor valor de mercado (aluminio, PET) y según su capacidad de carga-. Un recuperador urbano puede juntar entre 2 a 10 kilos diarios de materiales residuales. A su vez, lo vende a un acopiador menor, y estos finalmente lo vuelven a revender a un acopiador mayor dotado de transporte vehicular, para la carga del material y su venta a la industria.

[43] Ej. El PET cristal vale Gs. 5.000 el kilo. El PET verde Gs. 3.000 el kilo y el PET azul Gs. 2.000 el kilo.

[44] En el último trimestre del 2021, el residuo de cobre llegó a cotizar Gs. 48.000 el kilo, para luego en el mes posterior descender a Gs. 42.000 el kilo y luego estabilizarse finalmente en Gs. 35.000 el kilo.

**Gráfico 15**
Precio de mercado (USD/ton) en la recuperación de materiales residuales industriales




Esto en parte, explica el alza que tuvieron estos materiales respecto a los precios de la materia virgen. El alza más importante lo registró el residuo del PEAD, con un incremento de más del 60%, esto, debido no solo a la pandemia, sino a la gran demanda por este tipo de plástico. Esto incrementó el consumo de PEAD reciclado. El PEAD reciclado es principalmente utilizado en la producción de caños o lonas destinados a establecimientos agropecuarios.

Por su parte, el vidrio cuenta con una tasa de recuperación importante (47%). En efecto, en gran medida esto se debe a la importante demanda que cuenta la materia prima del vidrio ámbar para la industria de envases. Sin embargo, actualmente los envases "flint" o verdes no cuentan con el mismo valor de mercado[45] y, por tanto, tienen una tasa inferior de recuperación.

El cartón es un material con una densidad inferior a los otros materiales, lo que es una desventaja para su recuperación y comercialización, ya que generalmente el acopio representa mucho volumen[46] y poco peso. Así también, es un material cuyo valor y, por tanto, su tasa de recuperación correspondiente se ve muy afectado por el nivel de contaminación del material (44%). El contacto con materia orgánica, agua o grasa reduce la calidad del material para su reciclaje y, por ende, su valor de mercado. Si bien, la industria de reciclaje de papel y cartón también está bien consolidada y tiene muchos años en el mercado, las variables mencionadas anteriormente dificultan el aumento en la tasa de recuperación.

El PET cuenta con una buena tasa de recuperación (50%) y en los últimos años ha registrado un buen precio de recuperación del material posconsumo.

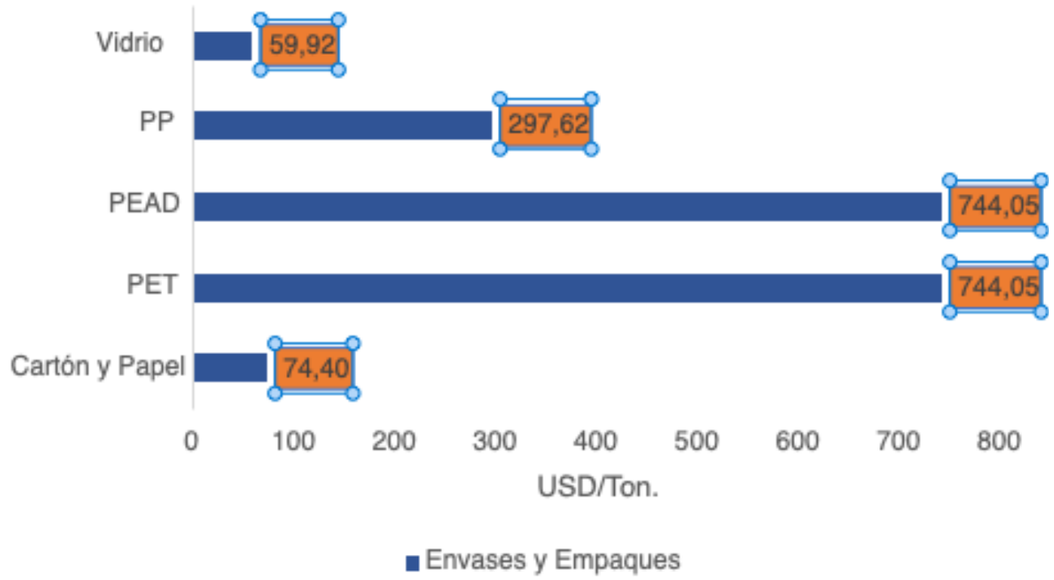
De todos los tipos de plásticos analizados en este estudio, el PP es el que actualmente cuenta con una menor tasa de recuperación (34%) y el que cuenta con el menor de los precios establecidos por el mercado de reciclaje.

[45] El precio de ambos residuos (flint y verde) es 50% menos que el ámbar.

[46] Implica poder contar con un espacio importante para el acopio.



**Gráfico 16**
Precio de mercado (USD/ton) en la recuperación de materiales residuales de envases y empaques




## 2.4.6 Valor financiero de materiales residuales recuperados del flujo de construcción

En este flujo se considera el precio de recuperación del escombro y del cascotillo (ver Gráfico 17). El primero, utilizado para el relleno de las superficies a ser edificadas, mientras que el segundo más bien como entrepiso para la colocación de pisos, baldosas y cerámicas. El cascotillo registra una buena demanda, en cambio el escombro muchas veces genera un problema de disposición y su precio se ve reflejado más bien en el costo del traslado del material. Como se puede constatar el precio del traslado o de la recuperación del material es bastante inferior al precio de la disposición final[47]. Esto sin lugar a dudas genera incentivos a la reutilización, como también a la disposición final ilegal. En la Tabla 11 se observa el valor de recuperación de arena, piedra triturada, cemento y arcilla, que en su forma residual serían los denominados "escombros" o "cascotillo".

## 2.4.7 Valor financiero por flujo de material

En la estimación realizada se constata un valor de USD 121,7 millones en la recuperación de los materiales residuales. Esto representa un 0,3%[48] del PIB del país y un 1,06%[49] de las importaciones totales registradas en el 2019. Si bien estas cifras no expresan números grandilocuentes, detrás se encuentran los empleos de decenas de miles de familias que se dedican diariamente a la recuperación de estos materiales.

En el Gráfico 18 se encuentra representado el porcentaje del valor generado por cada material en relación al total del valor generado en la recuperación. El acero es el principal material con un 37% sobre el total, le siguen el aluminio y el cobre con un 26% y un 16% respectivamente.

En la Tabla 11 se analiza la relación de los valores generados en exportación por cada flujo de material recuperado. En la columna de material

[47] En el caso hipotético de que los materiales fueran trasladados a Villa Hayes el costo sería de USD 14 la tonelada. Mientras que si los residuos fueran llevados a Cateura, el costo ascendería a USD 26 la tonelada. Estos precios, a su vez, no incluyen el costo de traslado.

[48] El PIB calculado a noviembre de 2021 en dólares corrientes es de 40.112 millones de USD. Fuente: Banco Central del Paraguay – Anexo Estadístico.

[49] En el 2019 las importaciones alcanzaron valores de 9.484 millones de USD.

**Gráfico 17**
Precio de mercado (USD/ton) en la recuperación de materiales residuales de la construcción

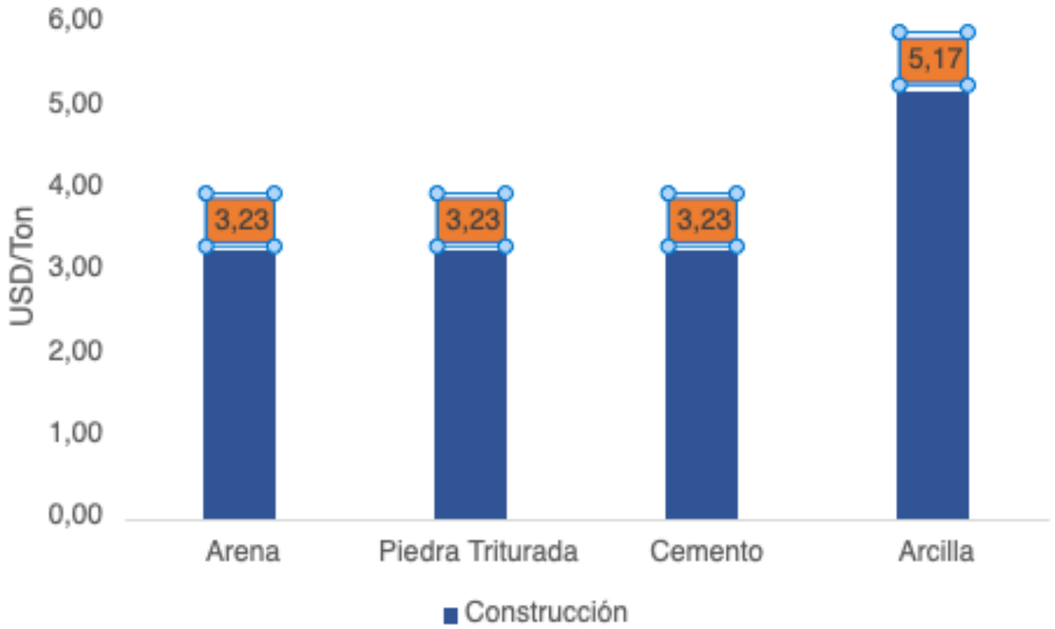
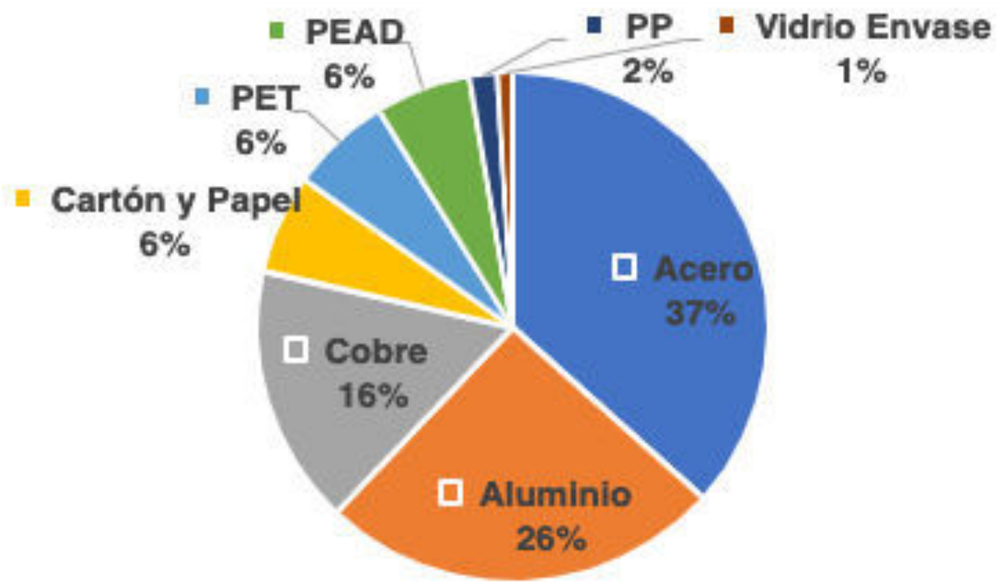



**Gráfico 18**
Participación en % de los valores USD de los materiales recuperados
Fuente: Entrevistas a Industrias




segregado se incluyeron las exportaciones realizadas de los residuos, así como también los valores generados por los productos elaborados con los materiales recuperados (en su mayoría exportados como materia prima secundaria). La suma del total de lo exportado representa un 13,7% del total de lo importado y se destacan favorablemente el cobre con un 88,7%, seguidos por el vidrio y el cartón con un 56% y un 24% respectivamente.

Los resultados de esta tabla se ilustran en el Gráfico 19.

Tal como se encuentra representado en el Gráfico 20, en el año 2019 la industria del reciclaje y las industrias que se proveen de los insumos reciclados generaron en total unos USD 332,6 millones a la economía nacional. Así como fue mencionado anteriormente, la compra de residuos por parte de la industria recicladora mueve unos USD 121 millones anualmente, esto a su vez representa el 37% del total generado por esta cadena.

Seguidamente, la comercialización de productos en el mercado nacional elaborados con materia prima secundaria ocupa el segundo lugar registrando unos USD 91,6 millones, con una participación del 27% sobre el total negociado. Esta categoría comprende la producción de varillas de acero, envases de vidrio, tubos agrícolas, etc.

Por último, se cuenta con los residuos exportados (USD 68,9 millones) y con los productos e insumos realizados con materia prima secundaria (USD 51,2 millones) que también han tenido como destino la exportación, el primero con una participación del 21% mientras que el último con una participación del 15% sobre el total.

A su vez, estos USD 333,4 millones generados representan el 0,8% del PIB, y el 3,5% de las importaciones totales registradas en el 2019.

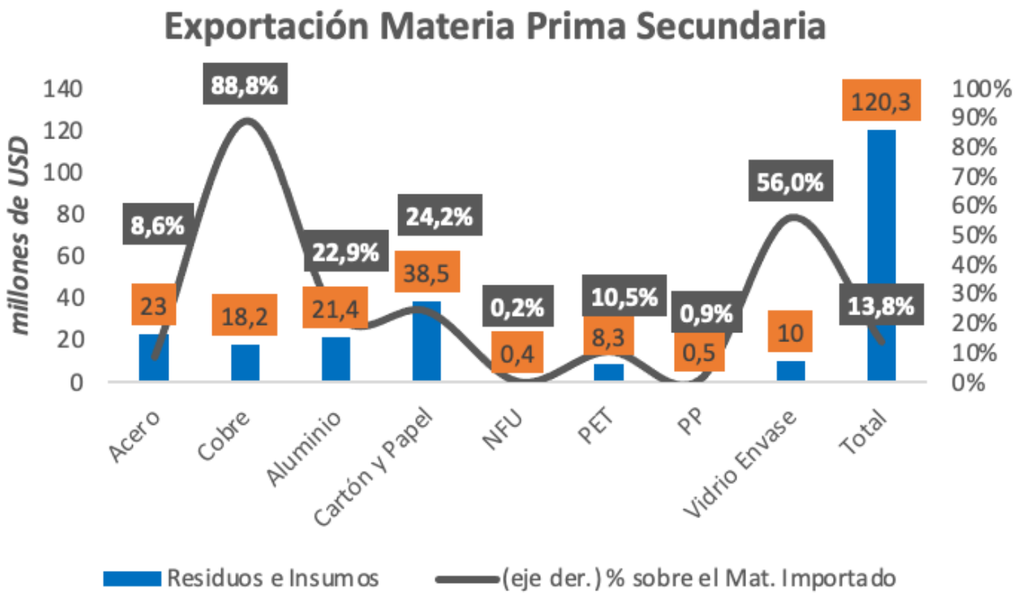
El análisis también revela que lo exportado supera aproximadamente en unos USD 30 millones a lo comercializado en el mercado nacional, este incremento representa un 32%.

Adicionalmente, el Gráfico 21 detalla los productos comercializados en el mercado nacional realizados con materia prima secundaria totalizando unos USD 91,6 millones, donde el acero lidera ampliamente con una generación anual aproximada de unos USD 71,8 millones, representando cerca del 80% de lo comercializado localmente.

**Tabla 11**
Valores generados por corriente de material en exportación de residuos y de insumos elaborados a partir de materia prima secundaria

| Línea de Producto | *Material Segregado Exportado | *Material Importado | % de Representación |
|---|---|---|---|
| Acero | 23,0 | 266,6 | 8,63% |
| Cobre | 18,2 | 20,5 | 88,78% |
| Aluminio | 21,4 | 93,6 | 22,86% |
| Cartón y papel | 38,5 | 158,5 | 24,29% |
| PET | 8,3 | 78,0 | 10,64% |
| NFU | 0,4 | 183,9 | 0,22% |
| PP | 0,5 | 54,5 | 0,92% |
| Vidrio Envase | 10,0 | 17,5 | 57,14 |
| **Total** | **120,3** | **873,1** | **13,78%** |

**Gráfico 19**
Valores generados en exportación por corriente de material residual exportado
Fuente: Penta y entrevistas a Industrias




Por último, al comparar los valores generados en exportación[50] (USD 120,1 millones) en relación con el material recuperado en el mercado doméstico (USD 121,7 millones), encontramos que los valores de lo exportado representan el 98,6% de lo generado por la compra de los residuos.

En efecto, lo más lógico hubiera sido el haber encontrado un valor agregado superior por parte de los materiales exportados. Sin embargo, los datos demuestran lo contrario. Es por ello, que en el capítulo siguiente se analizan los precios de los materiales residuales exportados.

La Tabla 12 refleja dicho análisis realizado por flujo material. Se destacan nuevamente de manera favorable en la revalorización del material, la exportación de Cartón y Papel (498%), y los envases de vidrio (870%). Cabe destacar que ambos no solamente han sido procesados para ser transformados en insumos, sino que además cuentan en su composición con materia prima virgen, en el caso de las bobinas de cartón, como de materia prima secundaria importada, como es el caso de los envases de vidrio.

## 2.4.8 Precios de exportación de residuos

**a) Consideraciones sobre los precios de exportación**

En algunas corrientes de materiales recuperados, surgieron algunos casos de posible "subfacturación" en la exportación de los mismos. A través del sistema Penta/TINWOR, se pudo observar cómo empresas exportaron de manera reiterada y con volúmenes importantes, a precios muy por debajo de los costos establecidos por el mercado en relación a la materia prima comercializada.

En el Gráfico 22 se describe cómo de las 14.442 toneladas exportadas de residuo de cobre, unas 11.200 toneladas fueron comercializadas muy por debajo del precio de mercado.

El análisis revela que las 11.200 toneladas de residuos exportados registraron el valor de USD 240 la tonelada, mientras que las 3.242 toneladas restante a valores de USD 4.793 la tonelada. La diferencia como se aprecia es muy grande. Es

[50] Se consideran aquí tanto los residuos exportados como también los insumos elaborados a partir del residuo reciclado.

**Gráfico 20**
Valores generados en la Economía Nacional
Fuente: Penta y entrevistas a Industrias

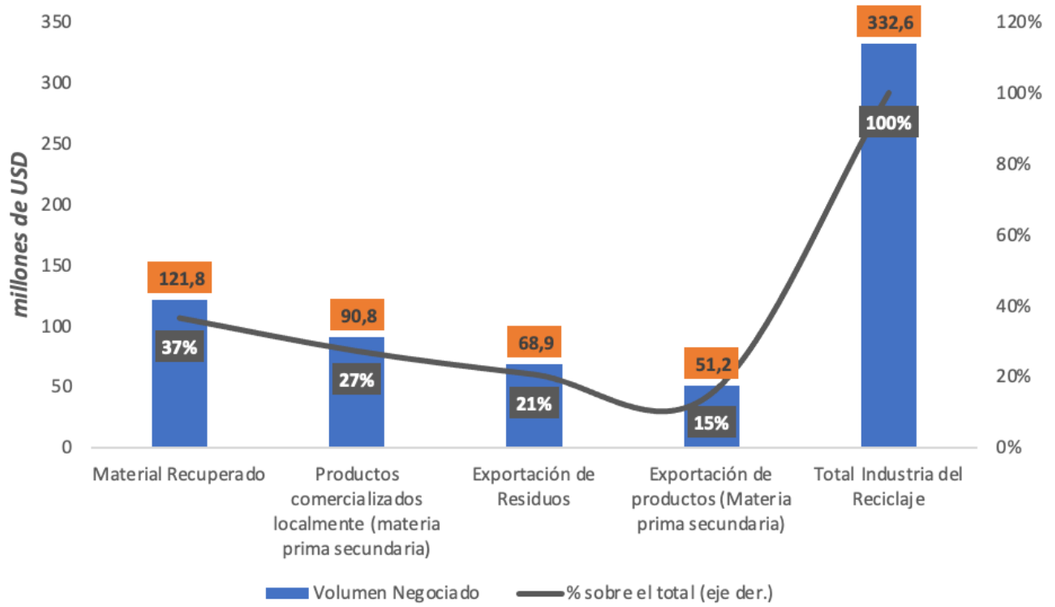



**Gráfico 21**
Productos Comercializados en el mercado doméstico realizados a partir de materia prima secundaria
Fuente: Entrevistas a Industrias

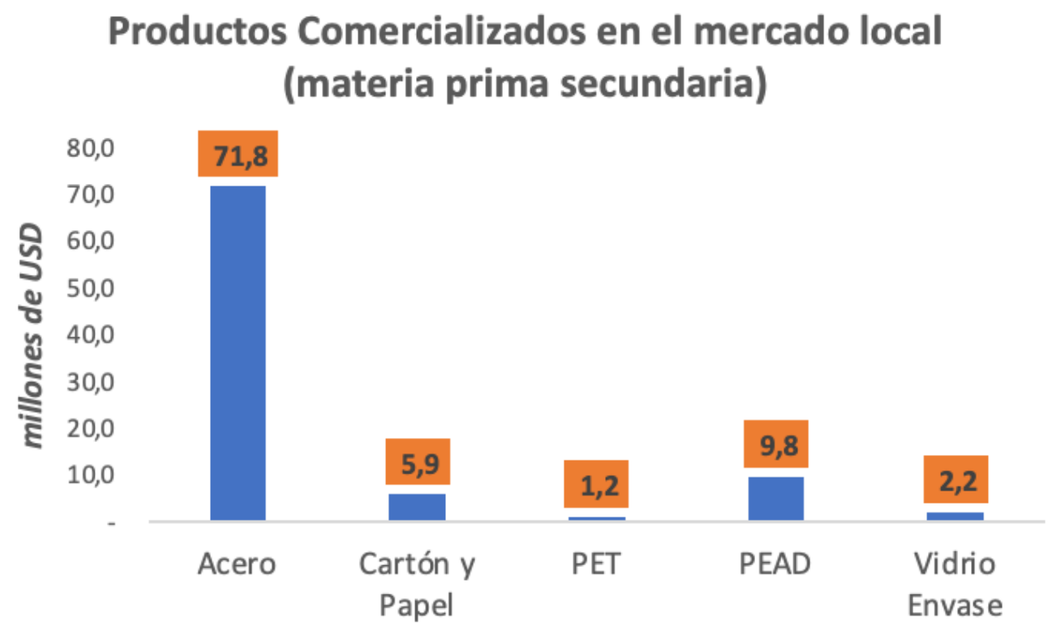


**Tabla 12**
Cuadro Comparativo de los valores generados en USD de la exportación de residuos y de insumos elaborados a partir de MPS local en relación a los valores generados en la recuperación de los materiales residuales

| Corriente de Material | Recuperación de Materiales Residuales (USD) | Exportación de Residuos (USD) | Exportacion de insumos elaborados con MPS local (USD) | Total Exportado | % Exporta. Sobre Recup. (USD) |
|---|---|---|---|---|---|
| Acero | 44.618.750 | 19.719.823 | 3.344.708 | 23.064.531 | 51,69% |
| Aluminio | 31.004.188 | 21.456.111 | 0 | 21.456.111 | 69,20% |
| Cobre | 20.020.353 | 18.225.804 | 0 | 18.225.804 | 91,04% |
| Cartón y papel | 7.699.879 | 296.995 | 38.059.284 | 38.356.279 | 498,14% |
| PET | 7.728.447 | 8.295.180 | 0 | 8.295.180 | 107,33% |
| PEAD | 7.380.976 | 4.280 | 0 | 4.280 | 0,06% |
| PP | 2.178.432 | 529.686 | 0 | 529.686 | 24,32% |
| Neumáticos y NFU | 0 | 354.627 | 0 | 354.627 | 0 |
| Vidrio Envase | 1.129.252 | 31.360 | 9.796.626 | 9.827.986 | 870,31% |
| **Total** | **121.760.278** | **68.913.866** | **51.200.618** | **120.114.484** | **98,65%** |

menester recordar que el precio de compra del material a nivel local rondaba unos USD 4.000 la tonelada, lo que dificulta aún más encontrar una explicación lógica a los precios encontrados de manera reiterada en el sistema aduanero. Del mismo modo, la industria recicladora formal se cuestiona además el origen del residuo de cobre recuperado, por los volúmenes declarados.

La facturación total en este flujo fue de USD 18,2 millones. En la hipótesis de que se hubieran exportados los residuos a precios de mercado, la facturación hubiera alcanzado unos USD 70 millones, generando una diferencia de más de USD 50 millones con lo registrado en el año.

En el Gráfico 23 se puede constatar como esta dinámica no se remite únicamente al año 2019.

En lo que respecta al residuo PET, este cuenta con una exportación de 2.440 ton a precios inferiores del mercado (USD 283 la tonelada). Esto representa un 27% del total exportado en el año 2019. El precio de mercado del residuo exportado ese año promedió USD 1.052 la tonelada. La diferencia entre lo hipotético facturado a precios de mercado de exportación y lo facturado realmente alcanzaría unos USD 1,8 millones (ver Gráfico 24).

Por último, los volúmenes sub-facturados del residuo de aluminio registraron 4.680 toneladas, representando un 23% del total exportado en el 2020. Dicho precio promedió USD 301 la tonelada mientras que el precio de mercado de residuos a nivel local registró valores promedio USD 1.300. Nuevamente, suponiendo el caso de que todo el residuo de aluminio fuera exportado a precios de mercado, la diferencia alcanzaría unos USD 4,7 millones respecto a lo facturado en aquel año (ver Gráfico 25).

En este breve análisis de los tres residuos analizados, la brecha entre lo facturado hipotéticamente y lo facturado de manera real asciende a USD 57 millones. A primera vista, esto repercutiría por un lado en una menor carga tributaria para el exportador, y en menores aranceles que el comprador extranjero asume.

En síntesis, una mayor carga tributaria y la declaración de mayores aranceles, pone en desventaja a las empresas de la industria que intenten seguir la lógica del mercado y las reglas establecidas.

## 2.4.9 Margen de Precios en los materiales recuperados

A continuación, la Tabla 13 describe los precios USD/ton por flujo según corriente de material.

De esta manera, el recuadro nos permite comparar los márgenes que cada corriente de material posee, según la etapa en que se encuentre. Si bien, aquí se encuentran los precios de promedio



**Gráfico 22**
Volumen de residuo de Cobre Exportado - Año 2019. Penta

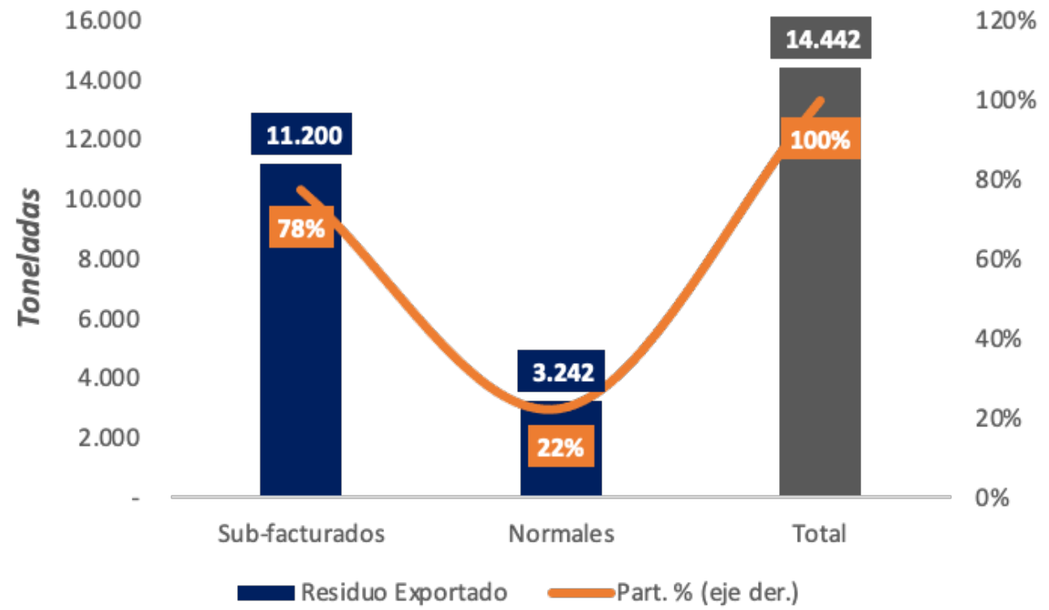



**Gráfico 23**
Exportación FOB de Cobre Exportado y la relación entre el precio USD/Ton. del material exportado y el precio USD/Ton. Del material comprado localmente
Fuente: Penta y Entrevistas a Industrias

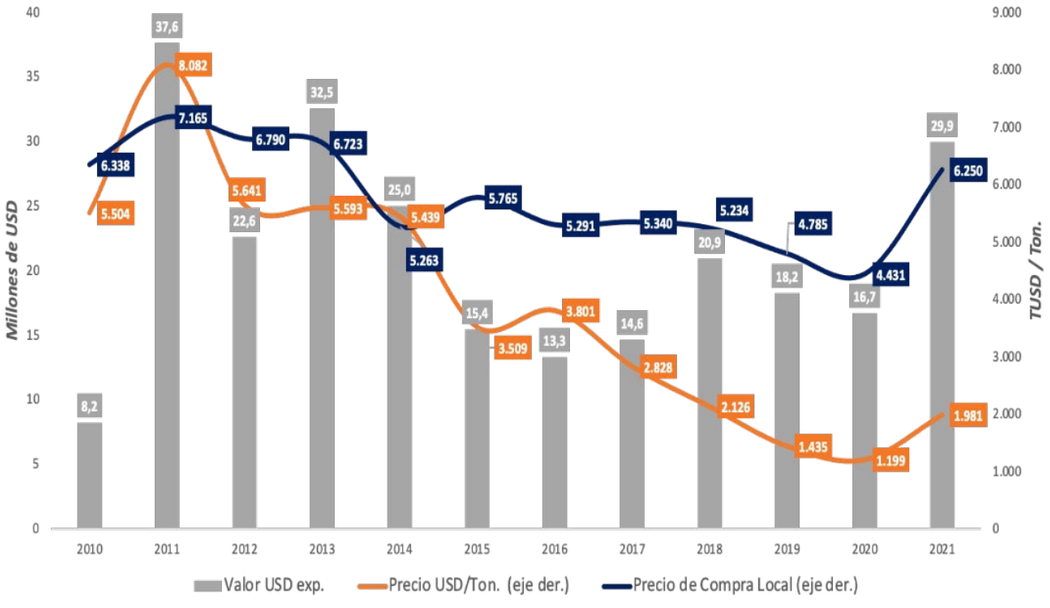


**Gráfico 24**
Volumen de flakes de PET exportados sub-facturados vs precios normales

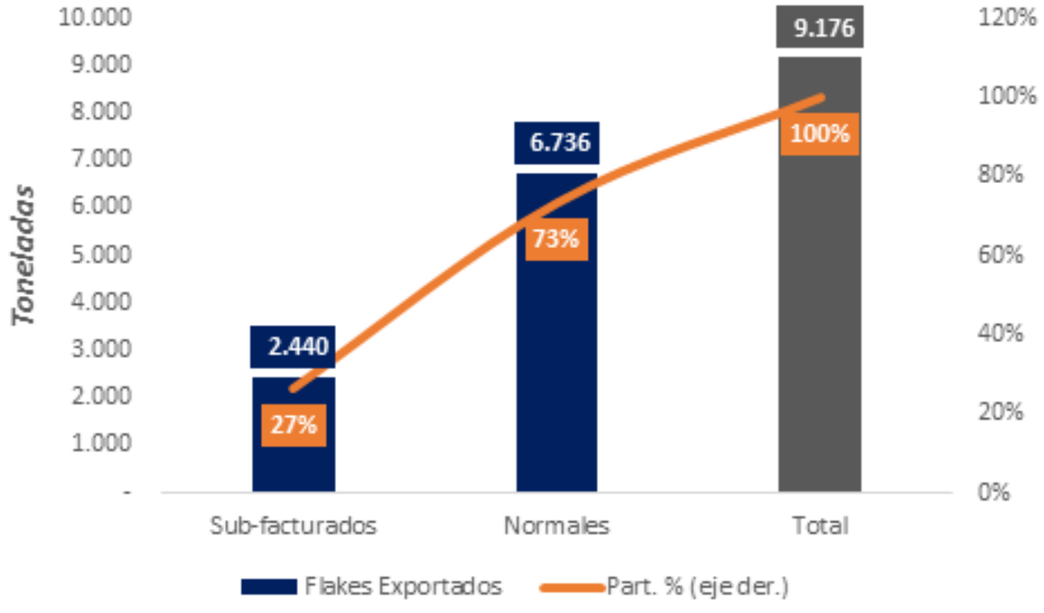
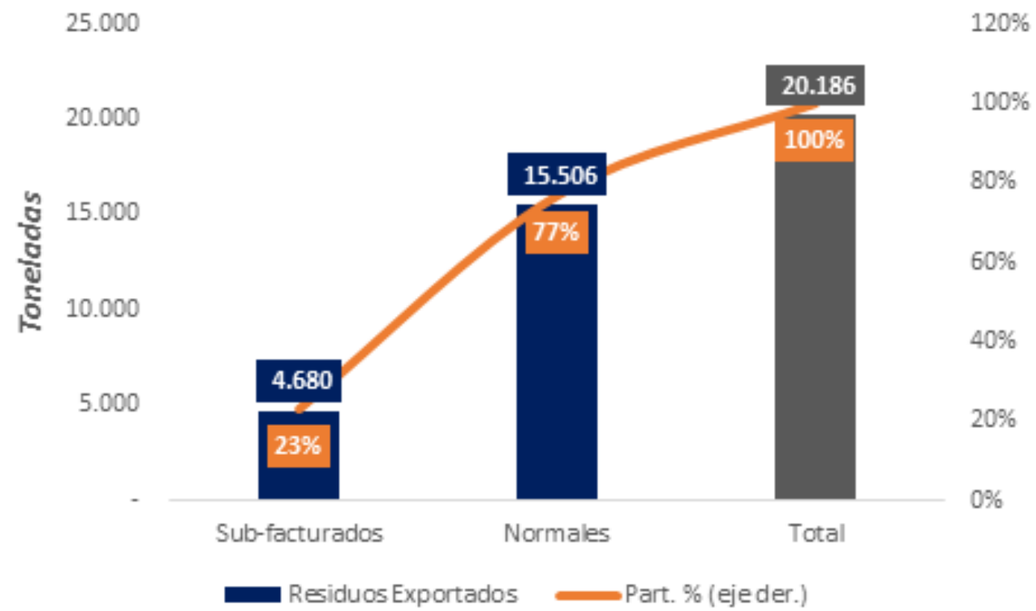



**Gráfico 25**
Volumen de residuos exportados sub-facturados vs precios normales






ponderado de todas las corrientes que comprende de un mismo material, no obstante, nos permite ya adentrarnos en algunos resultados importantes relacionados a la industria recicladora e industrias asociadas.

El análisis realizado reveló la importancia de la cadena logística reversa, no solo desde el punto de vista ambiental, sino sobre todo en la oportunidad económica que esta genera. Al considerar la relación entre el insumo importado virgen, y el insumo importado proveniente de material recuperado y el material recuperado localmente se puede constatar un margen importante en los precios, de manera especial en los materiales vidrio y cartón, referidos a la industria de envases.

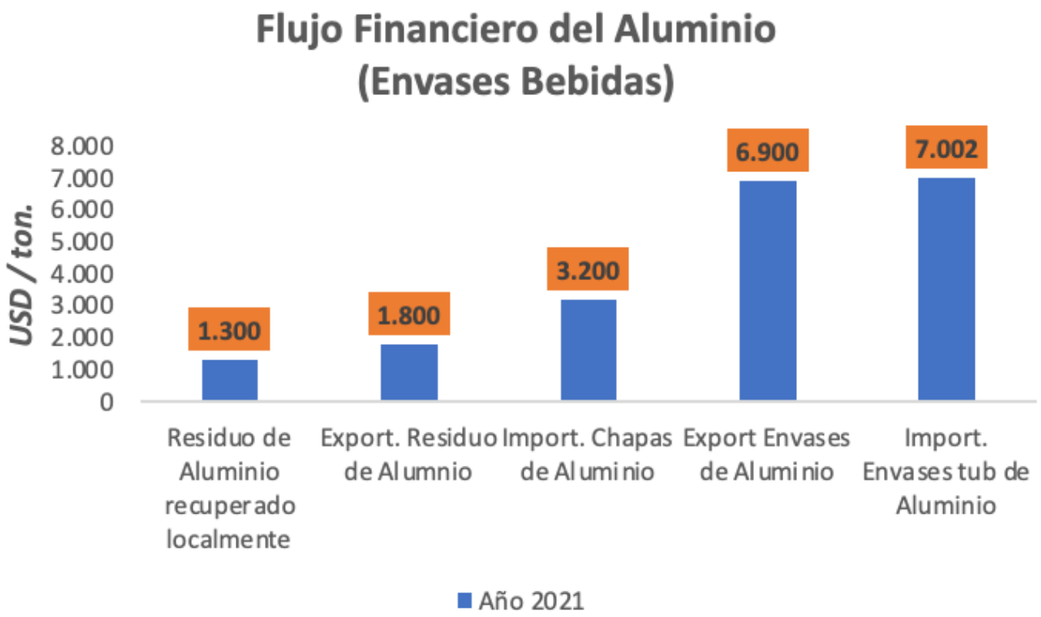
El precio del vidrio reciclado importado registró el valor de USD 130 la tonelada, mientras que la recuperación del vidrio localmente sin embargo rondó alrededor de USD 59,92 la tonelada. El margen del residuo recuperado localmente respecto al residuo importado fue de USD 70 por tonelada. Por lo tanto, podríamos afirmar que, si la industria recicladora se hubiera provisto del residuo local, se hubiera ahorrado un 53% de sus costos de importación (USD 762 mil).

En el caso del cartón, de manera similar, el residuo de cartón importado registró valores de USD 103 la tonelada, mientras que el precio del cartón recuperado localmente promedió USD 75 la tonelada. El margen del residuo local respecto al residuo importado es de USD 28 por tonelada. De la misma manera, si la industria recicladora se hubiera provista del residuo local, se hubiera ahorrado un 27% (USD 680 mil).

**Tabla 13**
Cuadro comparativo de precios en dólares por tonelada según corriente de material

| | Importación de Residuos (USD/ton.) | Importaciones (USD/ton.) | Extracción Doméstica (USD/ton.) | Recuperación Local (USD/ton.) | Ventas Domésticas (USD/ton.) | Exportaciones (USD/ton.) | Exportaciones de Residuos (USD/ton.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Acero | 172,37 | 792,11 | 0 | 250,00 | 903,19 | 1.154,10 | 298,27 |
| Aluminio | 0 | 3.262,97 | 0 | 1.300,32 | 5.461,71 | 6.540,15 | 893,00 |
| Arcillas | 0 | 330,00 | 87,00 | 0 | 102,49 | 37,00 | 0 |
| Arena | 0 | 0 | 5,79 | 0 | 11,78 | 0 | 0 |
| Cartón y Papel | 103,11 | 1.292,00 | 0 | 74,40 | 415,82 | 568,24 | 124,11 |
| Cemento | 0 | 81,75 | 129,00 | 0 | 129,00 | 0 | 0 |
| Cobre | 0 | 6.494,00 | 0 | 4.459,87 | 6.905,55 | 7.799,86 | 1.262,00 |
| HDPE | 0 | 1.166,12 | 0 | 744,05 | 1.320,66 | 2.180,00 | 20,00 |
| LDPE | 0 | 1.133,99 | 0 | 0 | 1.032,49 | 658,79 | 0 |
| Mezcla Asfáltica | 0 | 585,25 | 0 | 0 | 586,00 | 0 | 0 |
| NFUs | 828,21 | 2.226,00 | 0 | 0 | 2.469,25 | 2.304,27 | 1.299,00 |
| PET | 608,69 | 1.255,83 | 0 | 744,08 | 1.511,75 | 1.634,12 | 844,90 |
| Piedra triturada | 0 | 0 | 14,70 | 0 | 14,70 | 9,10 | 0 |
| PP | 253,00 | 1.587,28 | 0 | 297,62 | 764,44 | 1.990,23 | 369,12 |
| PVC | 0 | 1.613,94 | 0 | 0 | 2.797,13 | 2.383,00 | 0 |
| RAEE y AAEE (electrónicos) | 0 | 54.667,30 | 0 | 0 | 23.420,51 | 0 | 0 |
| Tetra brick | 0 | 4.009,64 | 0 | 0 | 4.009,00 | 0 | 0 |
| Vidrio | 130,00 | 823,99 | 0 | 59,92 | 253,37 | 481,32 | 35,00 |

**Gráfico 26**
Flujo Financiero del aluminio utilizado para envases de bebidas
Fuente: Penta – Entrevista a Industrias




Adicionalmente cuando se analiza el flujo del PET, es importante destacar que la resina virgen importada en el 2021 alcanzó valores promedio de USD 1.210 la tonelada, y el envase importado USD 3.039 la tonelada, cuando se estima que el PET recuperado localmente a USD 744 la tonelada. Estos márgenes permiten pensar en la oportunidad económica de producir la resina PET de manera local, generando una mayor circularidad del material que brinda no sólo beneficios económicos, sino incentivando a la vez a una mayor tasa de recuperación del material, y por ende esto traería una menor dependencia del exterior.

Estos números en cierta manera presentan algunas de las ventajas financieras que podría conllevar modelos circulares una vez implementados de una manera correcta y eficiente.

Por último, el Gráfico 26 presenta el flujo financiero del aluminio[51] utilizado en los envases de bebidas. El dinamismo se revela bastante interesante, debido a que el flujo del aluminio demuestra el valor agregado en cada etapa de la cadena. En primer lugar, se encuentra el precio del aluminio recuperado, donde posteriormente es exportado para ser procesado en el exterior. Este material vuelve en forma de chapas/bobinas que sirven como insumo para la fabricación de envases y tapas. A su vez, la industria además de abastecer al mercado doméstico[52], exporta los envases a distintos mercados. Por último, existen también empresas del rubro que importan directamente el envase. Si bien, el flujo no ocurre enteramente a nivel nacional, no obstante, se puede constatar la dinámica positiva que presenta el flujo del material a nivel regional.

[51] En este caso, se utilizaron los datos del año 2021, debido a que la industria recicladora compartió solamente los precios del corriente año.

[52] La Industria no compartió el dato correspondiente a la venta local.



## 2.4.10 Cálculo de Costos de Disposición Final de Residuos

En la asignación del costo de la disposición final se tuvo en cuenta el valor promediado de los datos provistos por municipios entrevistados y de datos obtenidos a través de estudios anteriores[53]. Ante la dificultad de poder acceder a los presupuestos completos de las Municipalidades entrevistadas[54], los precios calculados son estimaciones de lo que se pudo obtener[55]. De todas maneras, estas estimaciones nos permiten realizar un primer análisis referencial, que nos permite ponderar y dimensionar las distintas dinámicas que comprenden el proceso de gestión de recolección y disposición final de los residuos.

Según el Plan Nacional de Gestión de Residuos existen actualmente 3 rellenos sanitarios y 11 vertederos controlados. No obstante, en el 2017 la disposición final en vertederos a cielo abierto ocurría en un 34,6%, y un 65,4% en vertederos controlados. De esta manera, se consideró a los rellenos sanitarios como vertederos controlados, debido a las condiciones con la que éstos operaban y para igualarlos a las normas sanitarias. De acuerdo con los datos del MADES, para el 2019, solo el 5,5% de los municipios contaban con sitios de disposición final controlados y habilitados.

El promedio obtenido para la disposición final asciende a USD 15,00 la tonelada, que representa el promedio directo del precio estipulado a la fecha, de los dos vertederos municipales que operan en el AMA, sumado los municipios de Encarnación, Colonias Unidas y Salto del Guairá.

En cuanto, a la recolección de residuos, según los datos recabados, los valores promediaron USD 30 la tonelada.

Por otra parte, es importante resaltar que la Municipalidad de Asunción, durante el segundo semestre del corriente año, licitó nuevamente el servicio de disposición final, utilizando el relleno sanitario Cateura únicamente como estación de transferencia. La disposición final de los residuos actualmente es realizada en el relleno sanitario de El Farol, localizado en Villa Hayes. Esta nueva modalidad eleva el costo del transporte y disposición final de los residuos a USD 30 la tonelada[56]. Sin embargo, como se usó como línea base para el estudio el año 2019, se decidió mantener el precio de disposición final de dicho año.

Si consideramos las 258 mil toneladas de residuos registradas por la Municipalidad de Asunción[57], y lo multiplicamos por los nuevos precios nos encontramos que los gastos anuales que incurre dicha Municipalidad en la gestión de residuos ascienden a USD 7,7 millones. Si además agregamos el costo en la recolección de residuos, asumiendo los valores promediados (30 USD/ton.) los gastos anuales ascienden a USD 15,4 millones.

Por su parte, para los materiales de construcción[58] se consideraron los precios de traslado de estos materiales, debido a que, de acuerdo a los datos recabados, es más probable que estos materiales sean reutilizados[59], a que sean dispuestos en vertederos. Sin embargo, se sabe que algún porcentaje también estaría siendo dispuesto de forma ilegal. Según la ley 3956 de gestión integral de residuos sólidos, es responsabilidad de los generadores la disposición final de estos materiales.

De esta manera, el consolidado de recolección y de disposición final ascienden a USD 45 la tonelada. Por lo tanto, los valores obtenidos de

[53] PNUD – GEAM – Caracterización de la estructura de la cadena de valor de la gestión de los residuos sólidos en el AMA. Entrevista al MADES, (Dirección de Gestión Ambiental y Dirección General de Control de la Calidad Ambiental). Y una serie de consultas al Prof. Roberto Lima.

[54] Los municipios entrevistados fueron Asunción, Luque, Encarnación, Ciudad del Este, Salto del Guairá y el vertedero de Colonias Unidas.

[55] Efectivamente, no se pudieron obtener muchos datos precisos en lo que refiere a la gestión de recolección. Muchos municipios enfrentan el problema de que cuentan presupuestos distribuidos por rubros. Ej.: Los costos de combustible y mantenimiento de un camión recolector de residuos, forman parte del rubro combustible y mantenimiento. Rubro compartido a su vez, con todos los vehículos utilizados por la municipalidad. En otros casos simplemente la demora intencionada en otorgar las respuestas por parte de los agentes públicos obligó a tomar datos secundarios obtenidos a través de otros estudios.

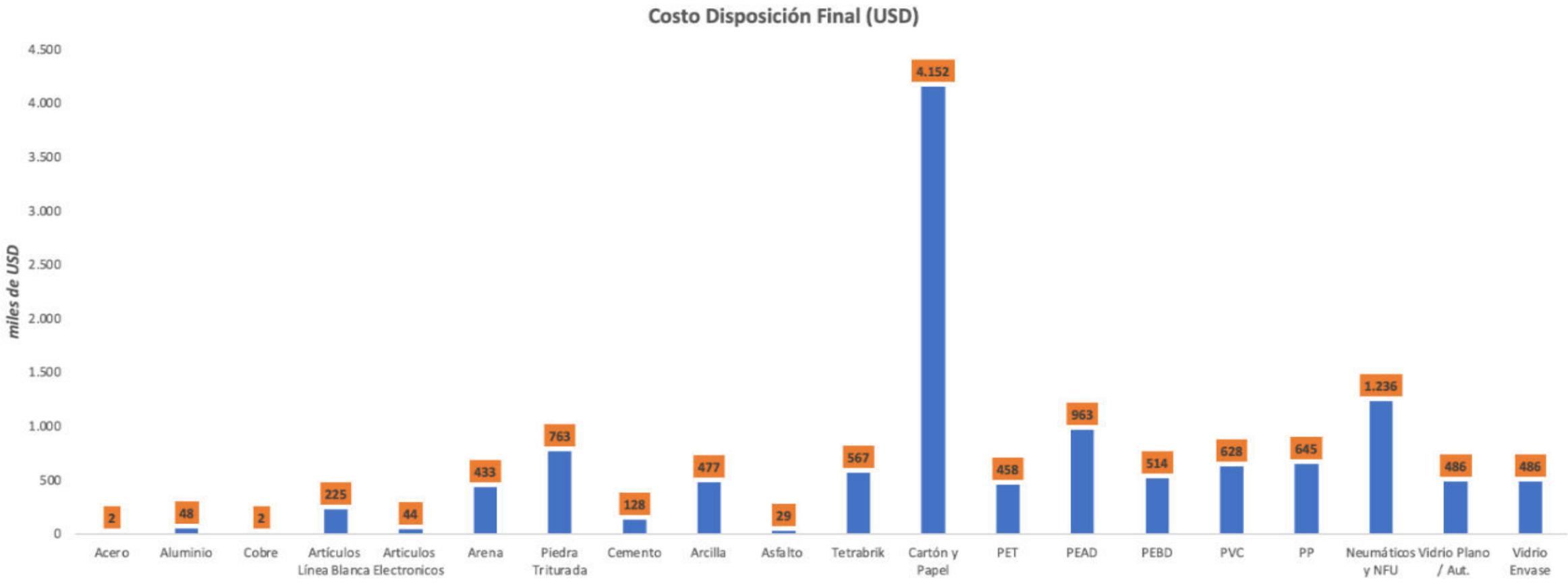
[56] El costo de disposición final anteriormente comprendía el valor de USD 18 la tonelada.

[57] Año 2020. Dirección General de Gestión Ambiental – Municipalidad de Asunción

[58] Piedra triturada, arena, cemento, arcilla y asfalto

[59] Frecuentemente se los utiliza como relleno para otras obras.

**Gráfico 27**
Valores generados en la gestión de los residuos por flujo de material



disposición final en el balance financiero provienen de la multiplicación de las toneladas que resultaron en la disposición final en el balance físico por el precio de USD 45. El total, es decir considerando a todos los flujos, asciende a USD 12,2 millones.

Tal como lo demuestra el Gráfico 27, el cartón es el material que representa un mayor costo de disposición final, debido a los altos volúmenes registrados (USD 4,1 millones). Sucesivamente se encuentran los NFU (USD 1,2 millones) y el PEAD (USD 963 mil).

## 2.4.11 Costo de Oportunidad

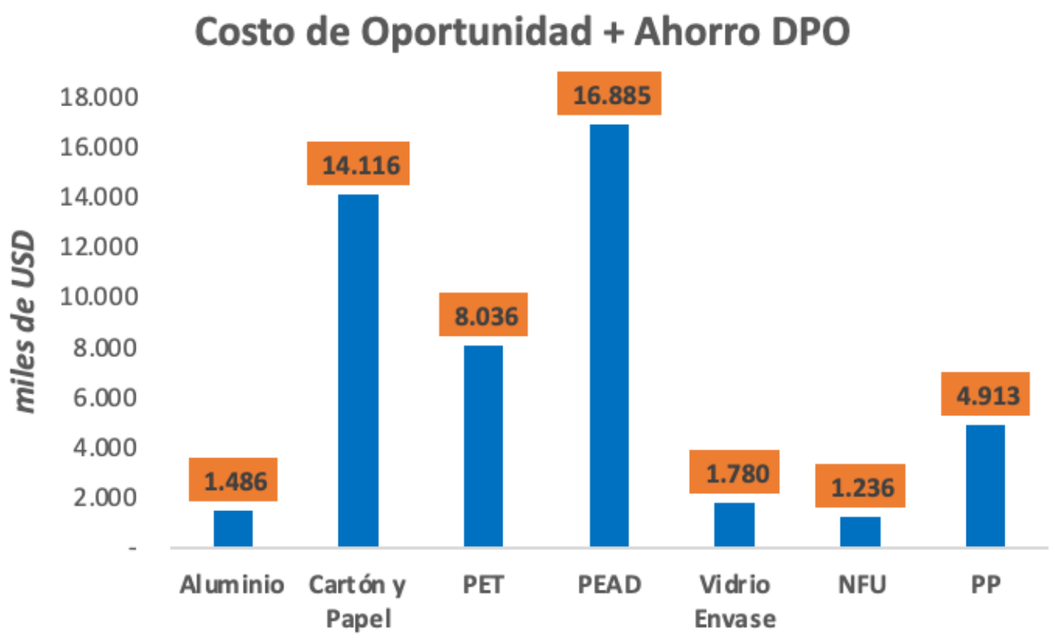
Una vez analizados los costos incurridos en la gestión de residuos, resultó oportuno realizar también un breve análisis del costo de oportunidad, con el objetivo de poder contar con una primera dimensión en términos económicos/financieros de lo que la economía se pierde por no recuperar dichos materiales.

Básicamente, es intentar obtener una medida de lo que hubiera pasado para la economía si aquellos materiales que, en lugar de haber finalizado en vertederos controlados o dispuestos de forma ilegal (enterrados, quemados, dispuestos en cauces hídricos), hubieran sido recuperados por la industria recicladora. Para ello, se consideraron las toneladas registradas en la disposición final del balance físico, donde a su vez éstas fueron multiplicadas por el precio que cada material cuenta en el mercado del reciclaje. Por supuesto, fueron considerados únicamente aquellos materiales que hoy cuentan con una industria recicladora capaz de absorberlos.

Este costo de oportunidad se sitúa en unos USD 42,4 millones. Se podría afirmar, por lo tanto, que la economía pierde al año unos USD 42,4 millones por no recuperar ciertos materiales que podrían estar siendo absorbidos por el mercado local de reciclaje.

**Gráfico 28**

Costo de oportunidad sobre la posible recuperación de materiales reciclables en miles de USD






Asimismo, al recuperar dichos materiales se evitaría automáticamente que el Estado/municipio/contribuyente incurra en unos USD 8,5 millones anuales.

El Gráfico 28 representa el costo de oportunidad por flujo de material.

## 2.4.12 Diagrama de Sankey - Flujo Financiero

Por último, se ilustró con un diagrama de flujo proporcionales los resultados obtenidos del balance material y ambiental, se desarrollaron una serie de diagramas, general y por flujos de interés para representar de forma gráfica e integradas las relaciones de proporción entre los volúmenes, esta vez medidos en millones de USD, de los materiales de interés (ver Gráficos 29 al 32).

**Gráfico 29**
Balance Financiero General

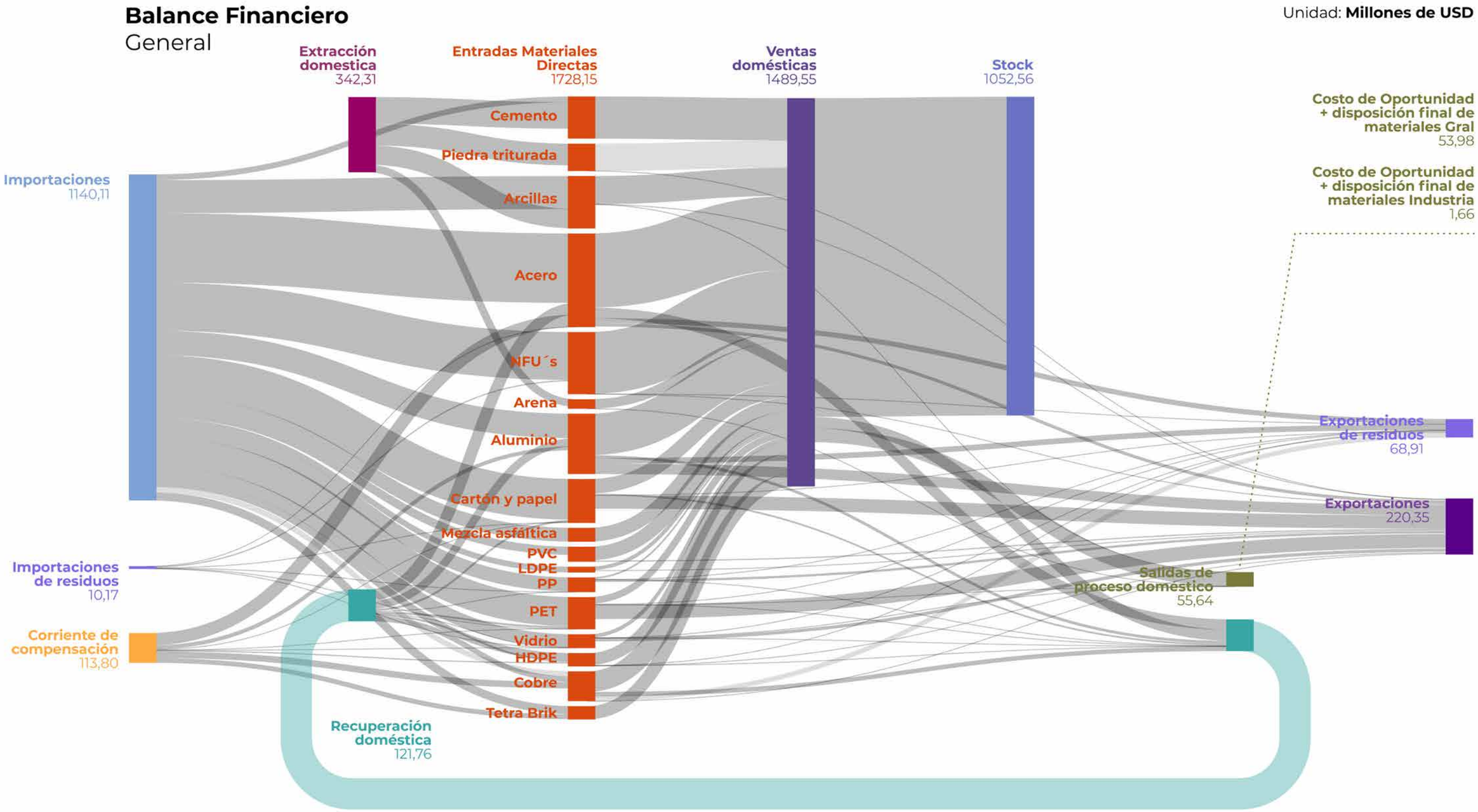


**Gráfico 30**
Balance Financiero Flujo Industrial

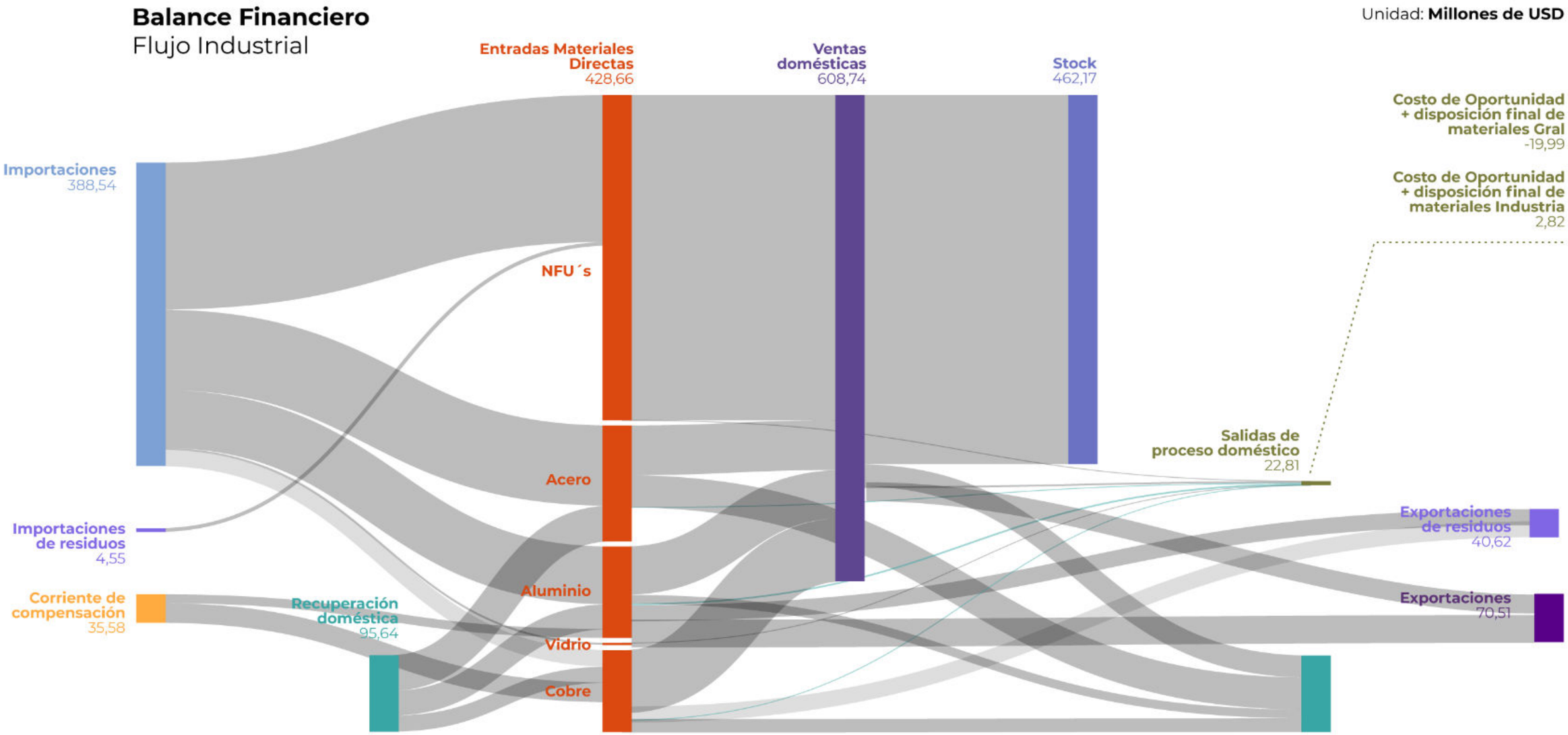


**Gráfico 31**
Balance Financiero Flujo Envases y Empaques

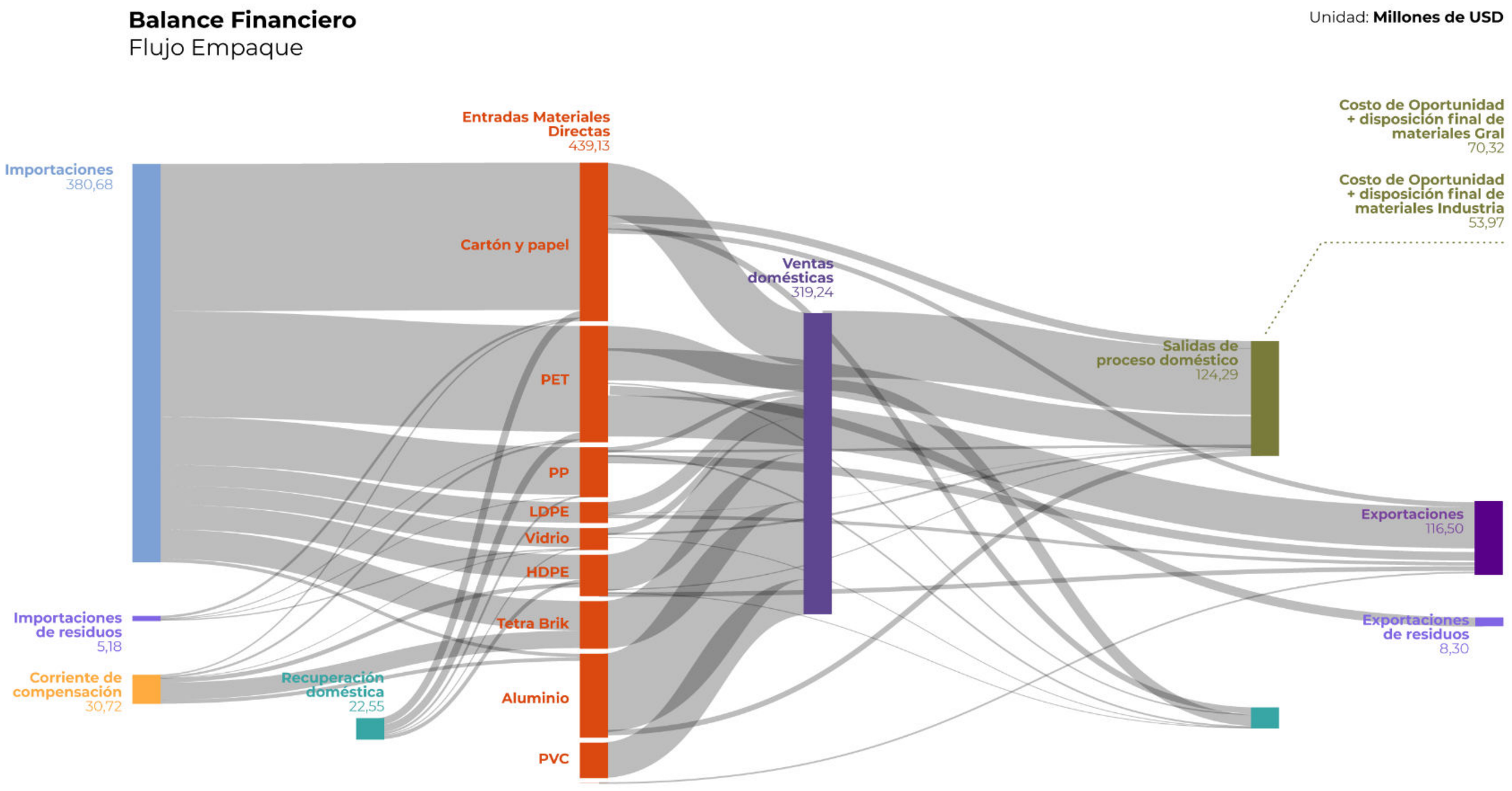
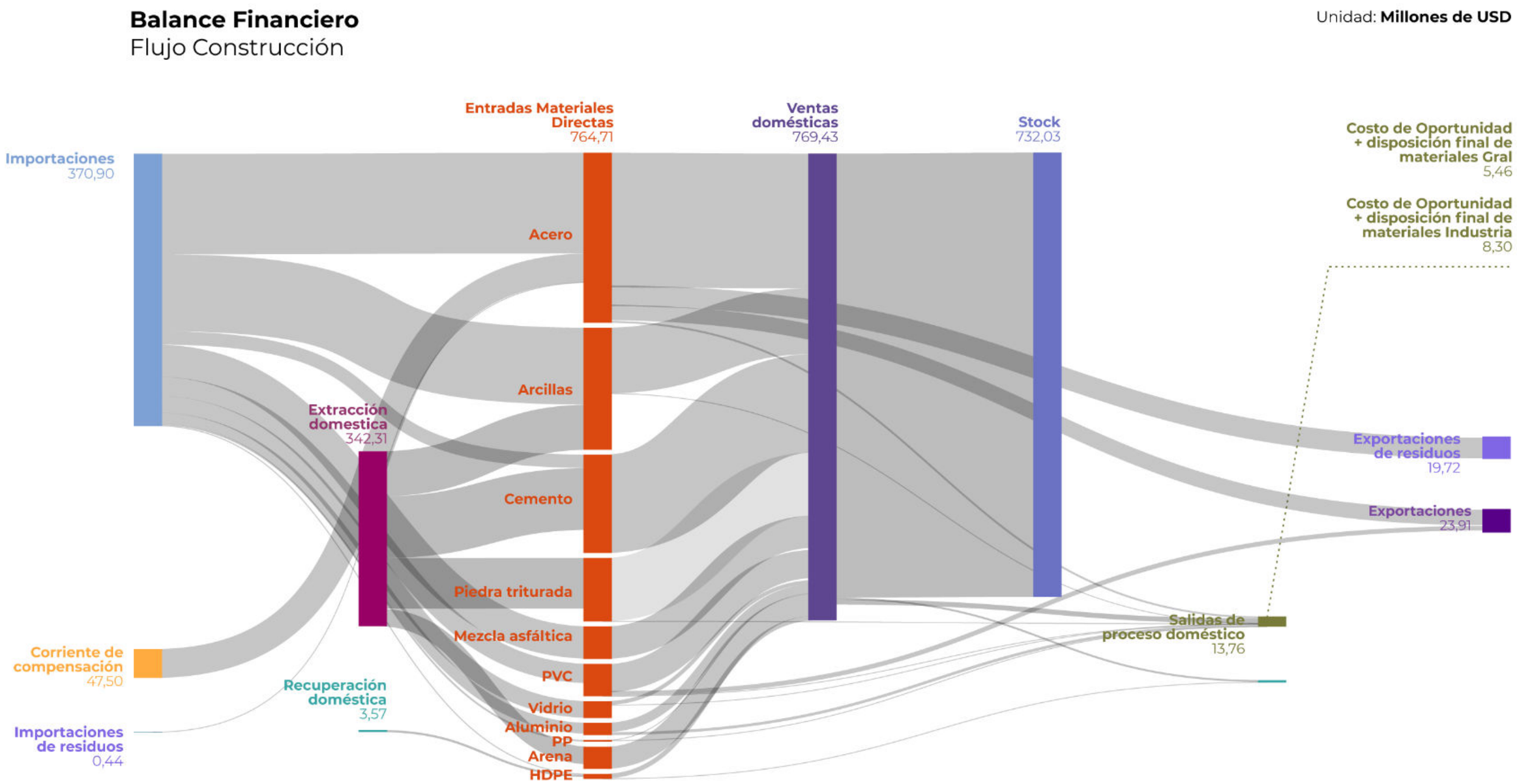


**Gráfico 32**
Balance Financiero Flujo Construcción





# 3. Oportunidades para la producción circular en Paraguay



A partir de los resultados del Diagnóstico del Metabolismo, con el objetivo de continuar con un análisis descriptivo para la identificación de de **riesgos** en la Cadena de Suministro y en el Modelo de Producción basado en una economía lineal extractiva.

Para su desarrollo se identificaron los riesgos asociados a la operación de un modelo de cadena de suministro globalizado, por la alta dependencia de la importación de material prima virgen o secundaria para mantener estable las líneas de suministro de las industrias locales, como así también de las dependencias de navegabilidad de los ríos Paraguay y Paraná. Asimismo, se consideran los riesgos que conlleva el mantenimiento de un Modelo de Producción basado en una economía lineal extractiva manteniendo los bajos niveles de productividad en el uso de los materiales.

De forma paralela, se trabajó en la identificación de **oportunidades** de incremento de competitividad de la Economía mediante la adopción de Modelos Circulares de Producción. Para ello, se identificó la materia prima virgen o materia prima secundaria que posean un potencial de circularidad, por incremento de la eficiencia de su uso en el mercado o mediante la inserción de materia prima secundaria en reemplazo de la materia prima virgen en procesos productivos locales.

En este sentido, uno de los principales hallazgos identificados fue la alta dependencia a la importación de materiales. El principal riesgo asociado consiste en el aumento de la exposición a shocks globales que puedan generar una disrupción en la cadena de valor de estas corrientes que pueda limitar el acceso a estos materiales al país. Además, Paraguay, por su constitución geográfica, al ser un país sin litoral marítimo, depende vitalmente de los accesos fluviales, terrestres y aéreos. Por su parte, el acceso fluvial en los últimos años se vio afectado con mayor intensidad tanto por las bajantes del río a consecuencias de las sequías, como por los excesos de agua en los caudales a consecuencia de las lluvias. Esto ha generado pérdidas económicas importantes en el país, en primer lugar debido a la inundaciones provocadas en las ciudades ribereñas, como también en el sobrecosto generado en el tránsito de carga por los problemas logísticos causados tanto por las bajantes como por los desbordes de los cauces en la hidrovía Paraguay-Paraná[60].

Además, cuenta con un importante déficit en infraestructura[61], esto lo obliga a seguir invirtiendo sobre todo en la logística de transporte que abarcan las vías de comunicación y los medios de transporte, de tal manera de asegurar su acceso y permanencia en los mercados internacionales.

Ante los shocks externos evidenciados recientemente durante la pandemia[62], surge con mayor ímpetu la necesidad de cómo lograr una mayor resiliencia ante la provisión de ciertos materiales importados.  De esta manera, se presenta con mayor solidez la alternativa de ir adoptando ciertos modelos de circularidad que implicarían un ahorro significativo en las finanzas, tanto por la reutilización de los materiales residuales generados localmente, como también por la reducción de la importación de ciertos materiales. Del punto de vista ambiental, Paraguay como país hereda las emisiones de todos aquellos productos importados y su transporte.  El identificar estas oportunidades se revela fundamental para dar respuesta a las fragilidades subyacentes y permitiría que los modelos circulares peguen un salto cualitativo.

Por último, la falta de separación de residuos en origen, se revela un riesgo que trasciende lo ambiental y económico, debido a que existe una matriz cultural entera que abordar, que implica por sobre todo hábitos, costumbres y un cambio

---

[60] En los años donde hubieron crecidas importantes en las riadas de los ríos, los puertos se vieron  inhabilitados para la carga de insumos. Por otro lado, cuando el río experimenta niveles muy por debajo de lo normal, las barcazas deben transportar el 50% -o incluso menos- para poder transitar y llegar a destino. Esto genera sobrecostos importantes para las empresas.

[61] El BID estima que la brecha de infraestructura en el Paraguay es de USD 22.596 millones. Se entiende por la brecha en infraestructura, las necesidades totales de inversión hasta 2030 del país para expandir y mantener la infraestructura necesaria para cumplir los ODS relacionados a servicios de infraestructura. "La Brecha de Infraestructura en América Latina y el Caribe" - Año 2021.

[62] En el 2019 se produjo un gran creciente, dificultando la operatividad de carga, logística y la operatividad de la actividad aduanera y portuaria. En cambio, desde el 2020, el fenómeno climático la niña, produjo una bajante significativa en los ríos Paraná y Paraguay. Esta bajante ha dificultado enormemente la logística, incrementando a veces hasta un 50% los costos de carga y transporte. La denominada "crisis de contenedores" a nivel global provocaron aumentos de hasta el 300% en el transporte de materiales e insumos. Estos shocks externos, reflejan la vulnerabilidad asociada que afecta tanto a los bienes como a las materias primas relacionadas a la importación y exportación.

de mentalidad que facilite el reaprovechamiento y el reciclaje de estos materiales. Al mismo tiempo, sin un esfuerzo mancomunado en este sentido, la tasa de recuperación de residuos se vería constantemente limitada, por lo tanto, esto generaría como consecuencia un mayor impacto ambiental por la disposición final de los mismos y un mayor impacto económico por el costo de oportunidad de la materia prima secundaria no utilizada por la industria del reciclaje.

En cuanto a las oportunidades, una de las principales evidenciadas en la mayoría de los flujos es la necesidad de la implementación de hojas de ruta y políticas públicas que permitan la transición a una economía más circular.

Una iniciativa importante que se ha identificado y que representa una gran oportunidad fue el lanzamiento del grupo impulsor de la economía circular en el Paraguay[63] (2021), con la participación de actores del sector privado, público y de la sociedad civil. Esta iniciativa cobra especial relevancia por ser de naturaleza interinstitucional y multisectorial, es decir no solo integra actores públicos y privados, sino por sobre todo promueve el dialogo y la comunicación entre actores públicos de distintas instituciones, como también fomenta la interacción entre industrias de un mismo sector, o de sectores distintos. Iniciativas como ésta[64] van a ser esenciales para la promoción, la consolidación y la aceleración de modelos circulares.

A continuación, se presentan los cuadros que describen los hallazgos y los riesgos y oportunidades identificados para cada hallazgo. Los cuadros están ordenados según el tipo de corriente material; flujo de construcción, flujo industrial y de envases y empaques. Por último, se incorporó un cuadro donde figuran los hallazgos que afectan a todas las corrientes materiales (ver Tabla 37).

[63] Una iniciativa que tiene como objetivo articular las diversas acciones, público, privadas y proyectos de cooperación, que permitan la consolidación y aceleración de la economía circular en Paraguay.

[64] Otra iniciativa importante fue lanzada el 20 de noviembre de 2021 con el nombre de AC+. El proyecto propone testear un modelo que aproveche la capacidad de innovación y tecnologías de las ciudades urbanas, en particular del sector privado y del ecosistema de innovación, para impulsar modelos circulares de negocios en los barrios vulnerables Chacarita Alta y San Francisco, con el fin de mejorar las condiciones medioambientales, de salud y de oportunidades económicas de sus habitantes.

## 3.1.1 Riesgos y oportunidades del Flujo de construcción

**a) Acero:**

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Falta de capacidad de absorción local del hierro fundido para su procesamiento. | Esto desencadena una dependencia a la exportación, es decir a los mercados internacionales. Existe mayor dificultad y riesgo en la concreción de la exportación, es decir por lo general los commodiites y mas aún los metales residuales, al intentar ser exportados, deben de englobar una serie de variables, como competitividad en precios, volúmenes en magnitud considerables, y reiteración en los envíos y acuerdos. En caso de que los compradores internacionales dejaran de comprar, probablemente las empresas locales dejarían de recuperar con la misma intensidad. Eso reduciría la recuperación del material a nivel local. | Económico | Inversión en tecnologías más avanzadas que permitan el procesamiento local de hierro fundido. | Tecnologías |
| Alta burocracia en la exportación por medio fluvial a través del río Paraná. Situación que se puede ver agravada por la alta inestabilidad política y económica del país vecino. | El aumento de trabas y aspectos burocráticos para exportar a la Argentina por medio fluvial genera plazos de traslado más largos y, por tanto, costos logísticos más elevados. Esto puede generar una pérdida en la competitividad de la industria. | Económico | Una oportunidad sería el fortalecer el rol de la CISPY, y el trabjo en conjunto sobre estos temas con Cancillería y el Ministerio de Industria y Comercio: Adquieren relevancia por la importancia de los temas ambientales en lo que se refiere a una estrategia nacional que abarque la importación y exportación de residuos. | Fortalecimiento institucional |
| Proyecto de ampliar en un 50% la capacidad instalada de la única planta procesadora de acero recuperado. | | | La ampliación de la capacidad instalada por parte de la industria, generaría un mayor incentivo a la recuperación del material, por el incremento sostenido en la demanda. Esto, debería aumentar paulatinamente la tasa de recuperación sobre lo generado, con la consecuencia directa en la cadena de recuperación del material, movilizándola a volverse necesariamente más eficiente en su operativa, para poder abarcar nuevas áreas. Además, esto podría traer mayor empleo, mejores beneficios, y mayor inversión para el sector. Se espera que la industria nacional con esta ampliación procese unas 144 mil toneladas anuales. | Social/Ambiental/Económica |
| | | | Cada tonelada de acero producido con chatarra ahorra 1.200 kilos de mineral de hierro, 700 kilos de carbón, y 60 kilos de caliza. Además, se ahorra el 74% de la energía que hubiera sido utilizada en el caso se produjera acero desde los minerales. (Fuente: Worldsteel). | Ambiental |
| Monopolio y Monopsonio (situaciones de mercado con un único oferente o un único comprador de insumos) en el procesamiento de acero por parte de la única empresa procesadora de residuos de acero. | Se asumen los desafíos de las condiciones monopólicas y monopsónicas mismas. Si bien, la industria recicladora se encuentra amparada en su derecho a exportación, todo monopolio al concentrar poder sobre el mercado, -en este caso en ambas direcciones (compra de insumo y venta de materiales)- conlleva en sí un riesgo permanente en la distorsión de los precios y los volúmenes producidos. Ej.: Una huelga en la fábrica o un problema en el horno, resultaría en una menor compra de chatarra, pudiendo afectar de manera seria las finanzas de la industria recicladora. | Económico | | |
| Industria nacional recientemente instalada, que abastece el mercado doméstico; mercado que anteriormete era abastecido por industrias regionales extranjeras de mayor envergadura con más años de experiencia y con mercados ya conquistados. | Ante fronteras muy permeables e instituciones débiles el riesgo tanto de contrabando, como de Dumping (comercialización por debajo del precio normal o de costo de producción para eliminar competencia) amenacen la estabilidad de la industria nacional del acero. | Económico | | |

Tabla 14. Riesgos y oportunidades del flujo del acero

### b) Arcilla

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Se importaron 198 mil ton/año de productos (cerámica y porcelanato) a 65 millones USD. Por otro lado, se exportaron 20 mil ton/año. Se constata un déficit importante en la balanza comercial de este material. | La dependencia de importaciones sobre todo de países fuera de Latinoamérica aumenta la exposición a shocks globales que puedan generar una disrupción en la cadena de valor de estas corrientes que pueda limitar o eliminar el acceso a estos materiales al país. | | Oportunidad de desarrollo de industria nacional de Arcilla: Mucha materia prima local, se debería aprovechar mejor, en avances de tecnología y producción de materiales más finos. La producción local masiva se concentra en ladrillos y tejas. | Teconología |
| Falta de registro y control en la extracción de arcilla. | A diferencia de otras industrias, que por el grado de inversión, realizan estudios de factibilidad que permiten medir la provisión de materia prima en el tiempo, la extracción de arcilla, en gran medida, corresponde a una actividad casera, sin que detrás exista la necesidad de mucha inversión, por lo tanto, este factor, sumado a la poca formalidad, dificulta mucho cuantificar lo ya extraido y el potencial a ser extraido en una determinada región o zona. | Ambiental | Oportunidad para inserción de instrumento de política pública que permita la generación de datos y trazabilidad de los volúmenes extraídos, para medir el impacto económico y ambiental de la industria. Introducir un canon sobre la extracción permitiría obtener datos y hacer seguimiento de los volúmenes extraídos anualmente. Institución: Vice Ministerio de Minas y Energía. | Políticas Públicas |

Tabla 15. Riesgos y oportunidades del flujo de la arcilla

### c) Arena

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Falta de registro y control en la extracción de arena. | La dependencia de arena local proveniente de dragado de ríos y cauces tiene un impacto ecosistémico directo en los ciclos del agua así como tambien un potencial impacto en el desvío de estos cauces, afectando la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema natural y productivo. El riesgo de impacto ambiental aumenta en la medida que no existe control sobre la extracción y, por tanto, no poder cuantificar lo ya extraído y el potencial de extracción de una determinada región o zona. | Ambiental | Oportunidad para inserción de instrumento de política pública que permita una generación de datos y una trazabilidad de los volúmenes extraídos, para medir el impacto económico y ambiental de la industria. Introducir un canon sobre la extracción permitiría obtener datos y hacer seguimiento de los volúmenes extraídos anualmente. Institución: Vice Ministerio de Minas y Energía. | Políticas Públicas |

Tabla 16. Riesgos y oportunidades del flujo de la arena

### d) Cemento

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Falta de registro y control en la extracción de materia prima para el cemento de canteras (caliza, puzolana). Además, a mediados del 2022, se incorporaría la tercera compañía en explotar la caliza y producir cemento nacional. | El impacto ambiental generado por la extracción de minerales en cantera como materia prima para la construcción se ve agravado por el momento histórico de aumento en la construcción que demandará mayores cantidades de estos materiales. | Ambiental | Introducir un canon sobre la extracción con el fin de obtener datos y seguimiento de los volumenes extraidos anualmente. Oportunidad para inserción de instrumentos de política pública que permitan la generación de datos y trazabilidad de los volúmenes extraídos, para medir el impacto económico y ambiental de la industria. Institución: Vice Ministerio de Minas y Energía. | Políticas Públicas |

Tabla 17. Riesgos y oportunidades del flujo de cemento

### e) Vidrio Plano

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Generación de residuos de algunos tipos de vidrio que no tienen mercado local de reciclaje (vidrios planos, transparentes) y, por tanto, no son recuperados. | El vidrio tarda 4.000 años en degradarse si se lo dispone de forma legal en sitios de disposición final habilitados. Sin embargo, este mismo material es el único que puede ser reciclado en un 100%. El riesgo de que siga yendo a disposición final es que reduzca el tiempo de vida de los rellenos sanitarios. Según la industria la merma en la fabricación del vidrio puede alcanzar en promedio un 8%, esto significa que de las 22.210 toneladas importadas, 1.776 toneladas corresponden a la merma industrial, sin capacidad de recuperación. | Ambiental | Oportunidad de negocios con el vidrio reciclado. El vidrio es el único material 100 % reciclable, por lo que se puede aprovechar completamente y de forma indefinida, lo cual lo convierte en un material con altas posibilidades de revalorización. En otros países ya se ha comenzado a incorporar el vidrio triturado para la elaboración de materiaes que se utilizan en diferentes aplicaciones en la industria de la construcción. Una alternativa sería trabajar con la facultad de ingeniería e instituciones como el INTN para validar el uso de vidrio reciclado en el hormigón elaborado o en mezclas de construcción. La validación por parte de dichas instituciones posicionaría esto como una alternatia viable a ser implementada por el sector público y privado. Incluir en esa iniciativa a las Cámaras, en especial a la Camara Paraguaya de Construcción Sostenible (Green Building Council). De esta forma las constructoras podrían incluir en sus pliegos y condiciones como requisito un porcentaje de vidrio molido. | Logística reversa/ Económica/ Ambiental/ Social |

Tabla 18. Riesgos y oportunidades del flujo de vidrio plano

### f) Mezcla asfáltica

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Dependencia de las importaciones de materia prima para la mezcla asfáltica. Hoy el 100% del asfalto proviene de importaciones (betún y emulsionantes) generando una dependencia a las importaciones y a la fluctuación en los precios del material como del flete. En el 2019 el 59,5% de lo importado corresponde a Brasil, prosigue Argentina con un 23,6% y Suiza con un 14,9%. | La dependencia del material importado, conlleva el riesgo asociado de una mayor volatibilidad en los precios tanto del material como del flete. | Económico | Incluir en las licitaciones de mantenimiento de carreteras del MOPC la incorporación de un porcentaje de materia prima secundaria. En las licitaciones por mantenimiento de carreteras, el MOPC actualmente no considera un porcentaje del cemento asfáltico picado, para la elaboración del nuevo cemento asfáltico. En algunos países la tasa de asfalto picado reutilizado alcanza hasta un 10% de lo utilizado. De esta manera, el Estado ahorraría de manera significativa en sus gastos, además de disminuir la dependencia al material importado. | Económica /Ambiental |
| Actualmente, la elaboración del cemento asfáltico no permite incorporar un porcentaje de materia prima secundaria en su preparación. | Elevado impacto ambiental de GEIs, cuando existe un mayor porcentaje que es dispuesto como residuo (vertederos habilitados, incineración, disposición final ilegal). | Económico | Oportunidad de negocios circulares. Valorización de los NFUs a través de su transformación en polvo de neumático. En otros países el polvo de neumáticos puede ser utilizado en la pavimentación de carreteras. Conectar al MOPC y la Academia (FIUNA - INTN), de tal manera que el MOPC agregue en sus pliegos de condiciones que sea incorporado un porcentaje de polvo de neumático en la pavimentación de carreteras. Los laboratorios del INTN y FIUNA desarrollarían la capacidad de certificar la calidad del polvo de neumático para dicha aplicación. La generación anual de residuos, sin tener en cuenta los residuos remanentes de años anteriores, es de 28 mil toneladas. Por lo tanto, al incluir la generación de residuos de años anteriores, estos volúmenes pueden ser fácilmente duplicados. | Económica |
| | | | Valorización del residuo de vidrio plano molido como insumo para la elaboración del cemento asfáltico, en reemplazo de las piedras trituradas que comprenden las categorías de granulometría fina. Conectar al MOPC y la Academia (FIUNA - INTN), de tal manera que el MOPC agregue en sus pliegos de condiciones que sea incorporado un porcentaje de polvo de neumático en la pavimentación de carreteras. Los laboratorios del INTN y FIUNA desarrollarían la capacidad de certificar la calidad del polvo de neumático para dicha aplicación. | |

Tabla 19. Riesgos y oportunidades del flujo de mezcla asfáltica

### g) Piedra triturada

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Falta de registro y control en la extracción de arena. | Elevado impacto ambiental de GEIs asociado a la extracción local de piedra triturada, cuando existe un porcentaje que es dispuesto como residuo (vertederos habilitados, incineración, disposición final ilegal). Este riesgo se agrava por la falta de control en la extracción. | Ambiental | Introducir un canon sobre la extracción con el fin de obtener datos y seguimiento de los volúmenes extraídos anualmente. Oportunidad para inserción de instrumento de política pública que permita una generación de datos y una trazabilidad de los volúmenes extraídos, para medir el impacto económico y ambiental de la industria. | Políticas Públicas |

Tabla 20. Riesgos y oportunidades del flujo de piedra triturada

### h) PVC

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Aproximadamente 600 mil hogares del país queman su basura, esto representa un 31% del total de los hogares del país. En el área rural, la quema asciende a un 64% de los hogares. Fuente: Infografías INE (2021). Esto no solo genera un impacto ambiental, sino que además disminuye la posibilidad de recuperación de los materiales incinerados. | Teniendo en cuenta que el país posee un porcentaje de incineración de residuos, el PVC es muy riesgoso por emitir dioxinas y furanos. Por otro lado, es un material con baja posibilidad de reciclaje. El PVC importado registró unas 19.581 toneladas. Por su parte, se estima que las emisiones GEI de la disposición ilegal del PVC alcanzan unas 1.475 ton CO2e/año | Ambiental | Analizar la posibilidad de prohibir o restringir el uso de este tipo de materiales en sectores específicos como lo han hecho otros países a nivel mundial: 1) Restricciones sobre juguetes para niños y productos para bebés de PVC 2) Políticas de compras gubernamentales sin PVC 3) Prohibición para uso en la construcción 4) Prohibición de PVC en envases 5) Hospitales sin PVC 6) Prohibiciones a nivel nacional del PVC | Políticas Públicas |

Tabla 21. Riesgos y oportunidades del flujo de PVC

### i) Cemento/Piedra triturada/Arcilla/Arena/Vidrio

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Falta de hoja de ruta para gestionar y valorar los escombros, teniendo en cuenta que no es rentable, ni hay suficiente espacio para depositar todos los escombros en vertederos o rellenos sanitarios. | Elevado impacto ambiental de GEIs asociado a la extracción local de piedra triturada, cuando existe un porcentaje que es dispuesto como residuo (vertederos habilitados, incineración, disposición final ilegal). Este riesgo se agrava por la falta de control en la extracción y en la disposción final. | Ambiental | Oportunidad de inserción de instrumentos de política pública para el establecimiento de protocolos que exijan la incorporación de estándares ambientales, así como la posible exigencia de certificaciones ambientales. Además de representar una oportunidad ambiental, también generaría empleo a las empresas y consultores independientes que estarían encargados de implementar las normas y hacerlas cumplir. A su vez, se podrían realizar capacitaciones en compras públicas sostenibles para los organismos gubernamentales. Se podrían realizar proyectos pilotos con algunos materiales. | Políticas Públicas/Educación ambiental |
| | | | En el 2021 se formó la CAMADICO. Una cámara aún en sus inicios, sin embargo por las empresas asociadas cuenta con mucho potencial. Por su parte, las empresas que pertenecen a esta cámara, son las que hoy brindan el servicio de contenedores de residuos -en especial de construcción- en todo el Gran Asunción y ciudades vecinas. A través de estas empresas asociadas se podría dar inicio a una medición y cuantificación de los residuos que son re-utilizados en la zona. | Ambiental / Negocios |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Se constató la falta de una hoja de ruta para gestionar y valorar los escombros, teniendo en cuenta que no es rentable, ni hay suficiente espacio para depositar todos los escombros en vertederos o rellenos sanitarios. | Elevado impacto ambiental de GEIs asociado a la extracción local de piedra triturada, cuando existe un porcentaje que es dispuesto como residuo (vertederos habilitados, incineración, disposición final ilegal). Este riesgo se agrava por la falta de control en la extracción y en la disposción final. | Ambiental | Aprovechamiento de escombros generados en las ciudades como reemplazo de piedra triturada y áridos provenientes de las canteras, disminuyendo la necesidad de extracción y transporte asociado. | Ambiental/ Económico |
| Elevado costo de disposición final de escombros en rellenos sanitarios. Falta de sitios designados específicamente para el tratamiento/disposición final de escombros. No existe a nivel local plantas de tratamiento o reciclaje de escombros, ni sitios especialmente diseñados para la disposición final de los mismos. | Este hecho genera incentivos importantes para la disposición final ilegal. | Ambiental | Implementación de plantas piloto de tratamiento de áridos provenientes de la construcción. Allí se podrían separar y re valorizar estos materiales como materia prima secundaria para la misma industria (existen ejemplos en la ciudad de Buenos Aires, Argentina). | Económico |
| Falta de criterios y normas nacionales de aplicación obligatoria para construcciones sostenibles. Baja aplicación de criterios y normas internacionales certificables para la incorporación de criterios de sostenibilidad en la construcción. | La industria de la construcción y el entorno de las ciudades representa uno de los mayores consumos de recursos a nivel mundial y de los que representan la mayor oportunidad de eficiencia. Adicionalmente los inversores privados ya están demandando a las constructoras nacionales mayores estándares de sustentabilidad y carecen de experiencia o lineamientos nacionales para implementar. | Económico, Ambiental | Desarrollo de mecanismos financieros que estimulen la incorporación de dichas normas y criterios. La incorporación de incentivos financieros estimularía a las empresas constructoras y desarrolladoras inmobiliarias a incorporar criterios basados en estándares internacionales de sostenibilidad. A través del sistema financiero, se podría facilitar el acceso a créditos blandos para que el sector de real estate privado-comercial con foco en shoppings, galerías, edificios corporativos, incorpore estos criterios. Adicionalmente, se podría otorgar facilidades a las empresas que emiten bonos verdes en el mercado de capitales. | Económico |
| Falta de guías y normas para demoliciones controladas. | La falta de guía metodológicas para este proceso resulta en procesos ineficientes que no permiten la valoración de los recursos involucrados aumentando así la probabilidad que los materiales terminen en vertedero. | Ambiental | Oportunidad para inserción de instrumentos de política pública que establezcan un protocolo de desarme obligatorio para recuperar sistemáticamente componentes a ser reutilizados. Las demoliciones controladas pueden ser una fuente importante de materia prima secundaria (ladrillos, arena, plástico, hormigón, metales, etc). Segun la GLobal ABC, los materiales y su construcción representan alrededor del 11% de las emisiones globales de carbono por lo que trabajar en su recuperación no sólo representaría una oportunidad económica sino que también un ahorro en emisiones significativas. | Políticas Públicas |
| Falta de normativas, guías, control e información sobre la disposición final de residuos de construcción. | | | Desarrollo de normativas que obliguen al registro y habilitación de transportistas de áridos (escombros) para el transporte y disposición en sitios certificados para la disposición final y/o el tratamiento de residuos de construcción. Esta política generaría un mayor control y una mayor información sobre la disposición de los residuos de construcción, obligando al generador a disponer los residuos en sitios habilitados para su tratamiento y/o disposición final. Esto se puede llevar a cabo a través de un trabajo conjunto y coordinado entre las diversas cámaras (CAPACO, CADIMACO, etc.) | Políticas Públicas |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Alta dependencia de materia primas importadas para la construcción. El top 3 de dependencia, según el balance FISICO (ton) es: ACERO, CEMENTO y ARCILLAS. Todos en construcción. En el Flujo industrial, tb es acero, seguido de neumáticos y RAEEs. En envases y empaques: cartón y papel y muy lejos, PET y PP. | Esto presenta un riesgo de vulnerabilidad en la cadena de suministro ante futuros shocks climáticos y económicos. | Económico | En un país altamente productor de biomasa/madera podría promover o incentivar a la industria de la construcción a incorporar técnicas con un mayor % de madera, disminuyendo así la necesidad de materias primas importadas (cemento, acero y hierro). Ej.: el Wood frame es una técnica constructiva que utiliza perfiles y placas estructurales de madera para crear casas y edificios de hasta 4 pisos. La madera utilizada es de reforestación, lo que hace que el sistema sea sostenible, rápido y versátil. | Políticas Públicas |
| | | | Generar espacios de cooperación internacional con países avanzados en construcción sustentable con madera (wood frame). Desarrollar a través del Ministerio de Industria y Comercio, Ministerio de Hacienda y Ministerio del Trabajo planes de políticas industriales que vayan en este sentido. | Políticas Públicas |

Tabla 22. Riesgos y oportunidades de todos los sub-flujos de construcción.

## 3.1.2 Riesgos y oportunidades del flujo de envases y empaques

### a) Aluminio

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| La industria recicladora declara que volúmenes considerables de metales, en especial el residuo del aluminio y del cobre, son trasladados afuera del país en contrabando para su venta en los países vecinos, principalmente el Brasil. | El contrabando representa un riesgo constante y muy difícil de erradicar, amenazando la competitividad y la estabilidad de la industria recicladora formal (por la compra del residuo a precios por debajo del mercado). | Económico | Es menester recordar que la industria recicladora formal es la que comercializa con mercados internacionales, mantiene empleos formales y aporta regularmente al fisco | Políticas Públicas |

Tabla 23. Riesgos y oportunidades del flujo de aluminio.

### b) Papel y cartón

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| De acuerdo a la DGEEC un 41.5% de los residuos son dispuestos de forma ilegal (quemados, enterrados, dispuestos en arroyos, etc). | El papel y cartón tiene un impacto ambiental grande al ser dispuesto en vertido ilegal y/o mediante incineración (factores de emisión altos). Es necesario aumentar el porcentaje (%) de recuperación y valorización para disminuir el impacto de disposición como residuo. Debido a que las cantidades de recuperación de cartón siguen siendo menores a las necesidades de la indusria, sigue existiendo un 27% de este insumo proveniente del exterior. | Ambiental | El cartón posee una tasa de recuperación del 44%. Una gran oportunidad de incrementar la tasa de recuperación se basa en campañas destinadas a los hogares, donde en general el cartón y el papel son mezclados con el resto de los residuos, imposibilitando así su re-utilización. Así mismo es una oportunidad para los municipios para la aplicación de las guías municipales de gestión de residuos sólidos del MADES, en donde estipula cómo deben ser separados los materiales para su recuperación. | Políticas públicas/Educación ambiental |
| Hay empresas de la industria que declaran seguir importando fibras y cartones del exterior debido a que la calidad obtenida de lo producido (o reciclado) en el país no alcanza los estándares de las empresas compradoras (principalmente EEUU y Europa). | Asumir riesgos operando en el mercado internacional. | | Desarrollo de estudios que revelen la factibilidad o no, de una mejora en la calidad del cartón reciclado y de cómo implementarlo por parte de la industria recicladora, de tal manera de poder reemplazar el cartón virgen importado. Probablemente esto abriría nuevos mercados para la industria recicladora, lo que, a su vez, podría repercutir en una mayor tasa de recuperación. La mayor cartonera importó 7.665 ton de papel y cartón en el 2019. | Económica |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Una mayor tasa de recuperación del material permitiría una expansión de la industria recicladora nacional y de la industria dedicada a la producción de cartón y papel, debido al margen en los costos de la materia prima virgen importada en relación al material recuperado en el mercado doméstico. | (Al reves) El beneficio económico representaría a su vez, mayor inversión, aumento del empleo, mayor participación en el mercado doméstico, y por último, con la consecuencia a una menor dependencia del material importado. | | Financieramente. Prácticamente el precio del cartón recuperado sin procesar (74 Usd/ton.) es 91,5% más económico que la bobina importada (864,7). Por lo tanto, se estima que el margen económico también puede ser significativo. | Económica |

Tabla 24. Riesgos y oportunidades del flujo de papel y cartón.

**c) PET**

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| El PET tiene un buen índice de recuperación local, (50%). El material es procesado en flakes y láminas que terminan siendo exportados. En paralelo, la misma industria sigue dependiendo de la importación de materia prima secundaria para la producción de botellas y otros usos, generando una dependencia internacional. En el 2019 se importaron 1.808 toneladas de residuos PET por USD 1,1 millones. | El riesgo que se vislumbra, por sobre todo se basa en la implementación de políticas de circularidad en la región. Básicamente, mientras más se desarrolle la circularidad en la región, la disponibilidad del material residual para la exportación disminuye, debido a que los países aumentan regulan la exportación de residuos. Esto impone un límite a la industria del reciclado y como consecuencia a la exportación de flakes y láminas. | Disponibilidad de materia prima | La oportunidad se basa en implementar estrategias que aumenten la tasa de recuperación, para mitigar los riesgos de la dependencia internacional de la materia prima secundaria. | Políticas públicas |
| Dependencia de la industria nacional de la importación de resina de PET. La importación de la misma en el 2019 fue de 61.311 toneladas en resina y 907 toneladas en lo que respecta a preformas. En total costó a la industria nacional unos 76,9 millones de USD. | Esto presenta un riesgo de vulnerabilidad en la cadena de suministro ante futuros shocks climáticos y económicos. | | Fomentar las inversiones locales que permitan mejorar el procesamiento de PET en Paraguay, además del flake y de la lámina que actualmente son elaborados en el país, en especial para el desarrollo de la resina de PET. Esto permitiría, por un lado, evitar la importación de envases y preformas (con un ahorro significativo para la industria de envases), como además de permitir que el PET reciclado vuelva a insertarse en la economía nacional aumentando considerablemente su grado de circularidad. | Económica |

Tabla 25. Riesgos y oportunidades del flujo de PET.

**d) PP y PEBD**

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Alta generación de residuos de PP y PEBD, y baja recuperación de los mismos. Materiales como el PP, PS y el PES tienen bajo porcentaje de recuperación en el país. | La baja recuperación de residuos de PP significa un aumento en el riesgo de su disposición ilegal, como así también implica una reducción de la vida útil de los rellenos sanitarios. Esto representa consecuencias económicas y ambientales para el país. | Ambiental | Trabajar en normativa para la regulación y eliminación de envases plásticos de un solo uso, así como también aquellos materiales mixtos o empaques multi material. Por este motivo, la tendencia internacional es al uso de mono-materiales para aumentar la recuperación. | Políticas Públicas |
| | | | Producción de postes de madera plástica para la industria ganadera. Utilización de plásticos (PS, PEBD, etc) sin precio de compra. Esta implementación generaría una oportunidad de crear un valor de mercado para todos los residuos de plásticos compuestos, que actualmente por este motivo, no se recuperan. | Tecnología/Negocios |

Tabla 26. Riesgos y oportunidades del flujo de PP y PEBD.

### e) Tetra Brik

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Actualmente el material residual no cuenta con recuperación. | Riesgo ambiental por la no recuperación (2.194 tonCO2/año, además económicamente un costo de disposición final de USD 567 mil anual | Ambiental/ Económico. | En las entrevistas surgió la oportunidad, en un plazo no remoto, de comenzar una estrategia que implique tanto la recuperación del material como su procesamiento a nivel local, a través de alianzas entre la industria del envase y la industria del reciclaje. Esto daría un giro considerable del pungo de vista ambiental, económico y social a la corriente del material. | Tecnología/Negocios |

Tabla 27. Riesgos y oportunidades del flujo de Tetra Brik.

### f) Vidrio Flint

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| El vidrio flint post consumo, así como el envase verde, hoy no cuentan con un precio relevante en el mercado pues no existen organizaciones que lo utilicen como materia prima de sus procesos (a diferencia del ámbar). A su vez, existe una depedencia de importación significativa del vidrio ámbar. La tasa de recuperación del vidrio sobre lo generado es del 47%. En el 2019, se importaron 15.312 toneladas de envases y unas 10.897 toneladas de residuo de vidrio. En cuanto a envases, Argentina es el país que registra la mayor participación en la importaciones con un 32% sobre el total, le siguen Bolivia 23%, Chile 19% y China 18% respectivamente. | Esta falta de mercado, genera que un material noble con un alto porcentaje (%) de reciclabilidad quede en un «open loop» de economía lineal. Con las características de contar con propiedades inertes, quimicamente estables y reciclables. | Económico/ ambiental | Pensando en el corto plazo, aprovechando la capacidad instalada en la recuperación de vidrio ya existente y la cadena logística desarrollada a su alrededor, desarrollar la exportación de desechos de vidrio, en especial el vidrio flint y el vidrio verde teniendo en cuenta que no posee una alternativa local, para su reaprovechamiento. En el mediano, largo plazo se podría pensar en fomentar o estimular la instalación en el país de una nueva fabrica de vidrios que esté en condiciones de utilizar el vidrio flint y verde como insumo para abastecer las industrias locales que hoy deben recurrir a la importación de este material. | Económica |

Tabla 28. Riesgos y oportunidades del flujo de Vidrio Flint.

### g) Todos los materiales de envases y empaques

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| El mundo avanza cada vez más en la implementación de políticas que configuren modelos de Economia Circular. Cada vez los países tienen mayor capacidad de recuperar, valorizar y utilizar sus materiales residuales. | Esto ocasiona precios más elevados de materia prima secundaria en el mercado internacional y escasez de material disponible para importar. | Disponibilidad de materia prima/ económico | Desarrollar mesas interinstitucionales de trabajo entre las industrias, las instituciones educativas e instituciones públicas para potencializar la capacidad de recuperación y valorización de los materiales residuales a nivel local y reducir la dependiencia de la importación. En cierta medida, esto pasa por la aceptación gradual pero necesaria de la utilización de la MPS bajo criterios de mantenimiento de calidad en aspectos de calidad y costos. | Ambiental/Económica |
| Alta generación de residuos de envases y empaques de un solo uso. | Aumento en el riesgo de su disposición ilegal, como así también implica una reducción de la vida útil de los rellenos sanitarios. Esto representa consecuencias económicas y ambientales para el país. | Ambiental | Fortalecer la venta a granel de productos en almacenes y mercados, para evitar la generación de residuos de envases. Trabajar con grandes productores del sector privado que quieran ser aprte del proyecto piloto. Fomentar la reutilización generaría permitiría la eliminación de los envases, desmaterializando los productos ofrecidos, reduciendo así la generación de residuos domiciliarios y por consecuencia una menor necesidad de transporte y disposición final de los mismos, presentando una oportunidad no solo ambiental, sino que también económica. | Ambiental/Económica |
| Alta generación de residuos de envases y empaques de un solo uso. | Aumento en el riesgo de su disposición ilegal, como así también implica una reducción de la vida útil de los rellenos sanitarios. Esto representa consecuencias económicas y ambientales para el país. | Ambiental | En busca de seguir concientizando y agregando claridad a los ciudadanos sobre los esquemas de recupero de envases en el país, existe una oportunidad para promover una Ley de Etiquetado frontal simple que normalice los etiquetados para que indiquen: (i) tipos de material y su reciclabilidad (o no) en el país. Ejemplo: Chile. Conectar con el MADES y el MIC para asentar las bases que permitan el desarrollo de un proyecto de ley al respecto. | Políticas Públicas |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Actualmente la información provista por el sistema aduanero no incluye el tipo de embalaje con el cual el producto entra y sale. | Al no contar con esta información no se puede hacer un seguimiento de la cantidad de materiales que ingresan al país como inherentes (embalaje), por tanto,no es posible caracterizar ni cuantificar lo que ingresa a la economía, y por tanto, no se puede estimar su impacto económico y abiental. | Ambiental/ Económico. | Actualizar el código aduanero en las entradas y salidas de productos, de tal manera que la información adicional contenga el tipo de material del envase/ empaque. Dado el vacío que actualmente existe en este campo, dicha información se revela valiosa, tanto para el sector público como para el sector privado. Actualmente Chile, es uno de los países que ha tratado de impulsar este tipo de reforma, de tal manera de conseguir una mayor cohesión a su estrategia ambiental país. | Políticas Públicas |
| Necesidad de aumentar la recuperación de los distintos materiales residuales relacionados a la industria de envases y empaques. | Aumento en el riesgo de su disposición ilegal, como así también implica una reducción de la vida útil de los rellenos sanitarios. Esto representa consecuencias económicas y ambientales para el país. | Ambiental | Aplicar leyes con incentivos para la industria de reciclaje y que incentiven la innovación para la reducción en la generación de residuos y/o la utilización de materiales con mayor potencial de reciclabilidad en el mercado local. | Políticas Públicas |

Tabla 29. Riesgos y oportunidades de todos los flujos de materiales de envases y empaques.

## 3.1.3 Riesgo y oportunidades del flujo industrial

### a) Acero/aluminio/cobre

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| La recuperación de los metales ferrosos y no ferrosos por parte de la industria del reciclaje se debe a la obsolescencia de los automóviles, maquinarias y electrodomésticos. Actualmente es inviable la medición de la generación de residuos de estos materiales. El único dato disponible son los volúmenes recuperados por la industria. | Sin información, desincentivo a la inversión. Fundamental para la toma de decisiones. Las consecuencias de la perdida de inversiones: economica, ambiental, social. | Económico | Estudio que identifique y contemple las importaciones de los años anteriores de tal manera de poder estimar volúmenes de generación de residuos de los metales ferrosos y no ferrosos. | Investigación |

Tabla 31. Riesgos y oportunidades de todos los flujos de acero, aluminio y cobre.

### b) Aluminio

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Los residuos de aluminio son acopiados y exportados a Brasil por la industria recicladora local, debido a que no existe una industria local que pueda procesarlos. En todas sus formas (alambres, perfiles, chapas, envases) el aluminio importado registró unas 28.000 ton. A su vez, la exportación de residuos de aluminio alcanzó las 24.000 ton. | Seguir bajo el modelo, recupero y exporto. Dependo del mercado internacional y de las condiciones externas. | Económico | Desarrollo de industria local para reciclado de aluminio y fabricación de perfiles de aluminio reciclado. La implementación presentaría la oportunidad de generar una mayor circularidad del metal en el país. Se requiere, sin embargo, un estudio de factibilidad que permita identificar si el volumen del material en el mercado doméstico justificaría la inversión de una planta. | Económica / ambiental |

Tabla 32. Riesgos y oportunidades del flujo de aluminio.

**c) Cobre**

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Dentro de los datos analizados de exportación del sistema PENTA (y registros BCP) se identificaron exportaciones en el que los precios registrados son (20 veces menos) a los precios de compra de los materiales residuales establecidos por el mercado. Tal como se mencionó en el apartado anterior, este esquema es reiterativo y comprende volúmenes significativos. | Un esquema que podria ser perverso para la industria del reciclaje, y para la implementación de una economía circular, formal, generadora de empleo, sostenible. | Económico | Oportunidad para desarrollar investigaciones más profundas. El estudio permitiría confirmar o no los datos relevados. Sería interesante también presentar el estudio a la SET e involucrar a la CISPY. Para todos estos esquemas, se podría aplicar las normas de precios de transferencia, que fueron introducidos en setiembre 2019, a través de la Ley 6.380/2019 | Investigación |

Tabla 33. Riesgos y oportunidades del flujo de cobre.

**d) Acero**

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Los metales pesados son materiales con un ciclo de producción de mucha intensidad energética, y se encuentran en un ciclo abierto que fuerza al país a comprarlo e importarlo nuevamente por no poder revalorizarlo. El metal más pesado es el acero, se importaron 336 mil toneladas, a 266 millones de USD. | Permanecer vulnerable, en terminos ambientales, economicos y sociales. | Económico | Diseñar esquemas de circularidad para recuperar estos materiales le permitiría al país fortalecer la resiliencia frente a posibles shock ambientales o económicos a nivel mundial. | Políticas Públicas |

Tabla 34. Riesgos y oportunidades del flujo de cobre.

**e) NFU**

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| De acuerdo al INE un 41.5% de los residuos son dispuestos de forma ilegal (quemados, enterrados, dispuestos en arroyos, etc). En el 2019 se importaron 82 mil toneladas de neumáticos. | Los NFUs tiene un impacto ambiental muy grande al ser dispuesto en vertido ilegal y/o mediante incineración a cielo abierto (Factores de Emisión muy altos). | Ambiental | Oportunidad de desarrollar modelos de negocio que utilicen NFU como materia prima, además de los que se presentaron para la corriente de construcción, se encuentran las cementeras, así como también el proceso de obtención de combustibles. | Negocios/Económica |
| Desconocimiento y baja aplicación de la Resolución N° 627/16 sobre “Gestión Integral de Neumaticos Usados”. | Aumenta el riesgo de disposición ilegal de NFU, y por tanto, las emisiones de GEI. | Ambiental | Campañas de comunicación y fortalecimiento del control de su implementación por parte del MADES. | Educación ambiental |
| Se identificó un registro importante de entradas de cubiertas usadas en zonas fronterizas. Probablemente al resultar más económicos, los residentes de los países vecinos al comprar los neumáticos, hacen los cambios de cubiertas y dejan los NFU’s en esas zonas. | Si no hay información, cuanto se genera, desincentiva la inversión. | Económico | Se podría implementar como política pública el generar un registro en la venta de cubiertas fronterizas. A su vez, en la posible implementación de una tasa / tarifa que permita subsidiar la gestión de NFU (transporte). Por lo pronto, se propone un mayor control de los comercios que realizan el cambio de neumáticos en la zona. | Políticas Públicas |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Incentivar la valorización energética de los NFU's a través de las cementeras desarrollando un estudio sobre "buenas prácticas" de valorización de esta corriente. Una especie de "white paper" que elimine mitos y brinde información concreta sobre el proceso. | La industria cementera al no contar con la información adecuada, se ve obligada a continuar por la senda transitada, con la consecuencia de que el flujo de NFU continua con la misma dinámica. | Económica/ Ambiental | Oportunidad de Consultoría para las industrias cementeras establecidas en el país. | Negocios/Económica/ Ambiental |
| Alto costo logístico asociado a la logística ivnersa de la recuperación de NFU's. | El costo logístico asociado a la logística inversa de recuperación de NFU's es un desincentivo directo para la recuperación efectiva y de alto volumen en el país. Atender este desafío será crucial en valorizar esta corriente. | Económica/ Ambiental | Considerando la alta generación de residuos por parte del material, por un lado las empresas recicladoras, proponen un proyecto de Ley, que permita la Implementación de una tarifa/tasa que subsidie los costos logísticos de la misma, o en la implementación de una planta piloto de acopio, de tal manera a efectivizar los costos logísticos. Por su parte, no se descarta en trabajar en la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor. Empujar y consolidar la aplicabilidad de normativa para NFU's & Pilas & Baterías. | Políticas Públicas |

Tabla 35. Riesgos y oportunidades del flujo de NFU.

**f) RAEE**

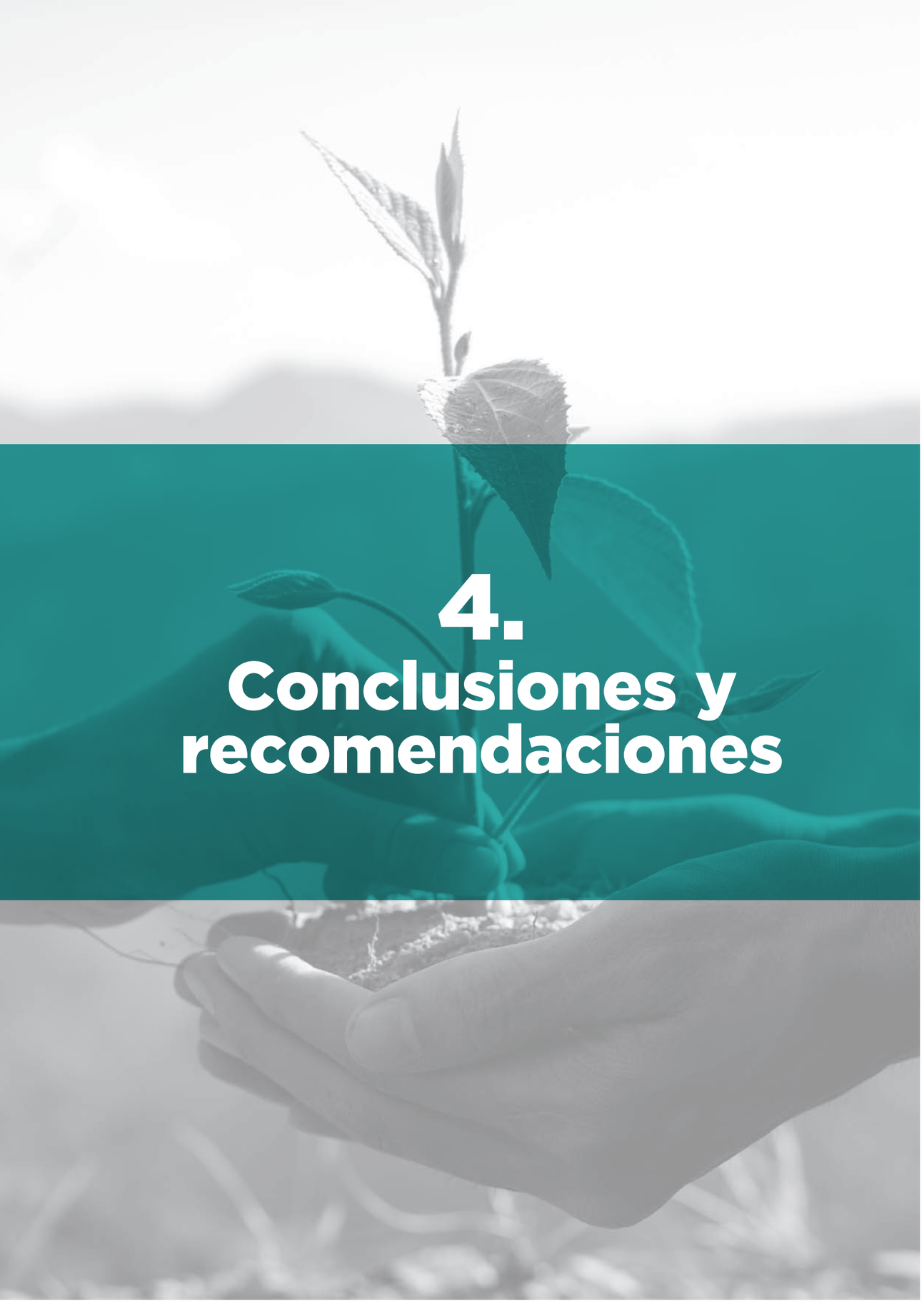
| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Teniendo en cuenta que los vertederos controlados de residuos no poseen geomembrana de aislación ni contención de lixiviados, la disposición de RAEEs (open loop) es muy riesgosa. Los materiales tóxicos tienen altas probabilidades de llegar a los cauces, napas freáticas, hidrovías. | Contaminación de aguas subterráneas. | Ambiental | Reforzar la educación ambiental y el control para que todos los sitios de disposición final habilitados por el MADES tengan geomembranas de aislación y contención de lixiviados. | Control en cumplimiento de leyes ambientales |
| Gran almacenamiento de artefactos electrónicos en empresas, especialmente las públicas. | Siendo esta corriente considerada internacionalmente como un residuo especial, debe ser acopiado y gestionado por personas calificadas. | Ambiental / Industrial | Campaña nacional de recuperación de RAEE's y articular con empresas recicladoras para el reaprovechamiento de los materiales preciados dentro de los RAEE's al mismo tiempo que concientizar a la población sobre esta temática tan relevante a nivel ambiental. | Educación ambiental/ negocios |
| | | | Realizar un estudio de consultoría que permita identificar los volúmenes, así como los posibles escenarios para recuperar, reutilizar (todo el equipo o partes) los RAEE. Adicionalmente, fomentar el reciclaje a través del contacto con refinerías o plantas de procesamiento para la recuperación de los metales y materiales que componen los RAEE (oro, plata, cobre, litio, tungsteno, etc.), a través de la exportación a otros países. Este impulso podría ser el puntapié para una campaña nacional, que involucre al sector privado, quién también probablemente posea volúmenes importantes de RAEE. | Investigación/Negocios |
| Poca valorización, de los materiales que componen los AEE: cobre, litio, oro, plata, tungsteno, entre otros. En el caso de que los productos/piezas no puedan ser reutilizados ni reaprovechados, el reciclaje se presenta como única alternativa. | El reciclaje presupone la exportación de los residuos a refinerías o plantas de procesamiento en el extranjero, por lo tanto, que los materiales migren al exterior. | Económico | LEY (REP) para AEE's que genere los incentivos apropiados de recuperación de esta corriente, permitiendo una mayor recuperación de materiales valiosos como: cobre, litio, oro, plata, tungsteno, entre otros. Adicionalmente este ley podría generar nuevos empleos verdes en la cadena de recuperación (ex recolectores). | Políticas Públicas |
| No existen exigencias que obliguen a los AEE a cumplir con criterios de calidad y durabilidad de los mismos. De manera a que lleve más tiempo su conversión en residuos. | Mayor generación de residuos y por lo tanto mayor impacto ambiental relacionado a su gestión y disposición final, lo cual también se traduce en mayor costo para los municipios y el estado. | Ambiental/ Económico | Ley de garantías mínimas. Ejemplo Francia. Fomentar que las marcas productoras de AEE's puedan proveer piezas y partes para extender la vida útil de los equipos (ej.:10 años). Este tipo de regulaciones fomentaría nuevos modelos de negocios basados en la extensión de la vida útil, generando empleos para la reparación y la remanufactura de los equipos alcanzados por la política pública. | Políticas Públicas |

Tabla 36. Riesgos y oportunidades del flujo de RAEE.

## 3.1.4 Riesgos y oportunidades que afectan a todos los flujos

| Hallazgo (situación) | Riesgo | Tipo de riesgo | Oportunidad | Tipo de oportunidad |
|---|---|---|---|---|
| Las entrevistas revelaron una alta utilización de biomasa como energía. Según estudios de la Administración Nacional de Energía, el consumo de matriz energética (Año 2018) se ve representada por 43% de biomasa (leña y carbón), 41% hidrocarburos y 16% hidroenergía. | Al utilizar biomasa como fuente de energía, hay un impacto sobre la biodiversidad, el ciclo de agua, degradación de suelos, y afectación de flora y fauna. | Ambiental | | |
| Falta de separación de residuos en origen, que facilite su reaprovechamiento y reciclaje. Necesidad de generar conciencia en la ciudadanía e incrementar la separación en origen. | Reducción en las tasas de recuperación de residuos y, por lo tanto, mayor impacto ambiental y económico para la gestión y disposición final de los mismos. | Ambiental/ Económico | Trabajar en las curriculas de las escuelas de todo el pais. “Escuelas verdes” donde se puedan abordar no sólo temáticas de reducción, reutilización y reciclado de materiales sino que se puedan introducir conceptos de circularidad más amplios bajo una lógica de pensamiento sistémico. Esto se podría articular con el MEC. | Educación ambiental |
| Impulsar el fortalecimiento de la incipiente red de municipios contra el cambio climático de PY como una comunidad de apoyo y colaboración técnica abierta a todos los municipios de Paraguay que deseen tomar el compromiso explícito de planificar y gestionar su territorio, considerando el cambio climático como el escenario que está determinando los desafíos del siglo XXI, incluyendo transporte, residuos, energía, agua, entre otros. | Existe una falta de capacidades relacionadas al desarrollo territorial y urbano de los municipios para poder hacer frente al cambio climático. Una no respuesta a estos posibles eventos puede resultar en una mayor vulnerabilidad futura a inundaciones, incendios, calores extremos, así como también a una gestión ineficiente de los recursos hídricos, energeticos y material | Ambiental/ Económico | En los programas de transferencia municipal y departamental, se podría incluir cláusulas que favorezcan los proyectos que cuenten con un impacto en este sentido. Adicionalmente, penalizar o limitar aquellos proyectos o programas que carecen tanto de sustentabilidad, así como de una gestión ambiental adecuada. FONACIDE es un fondo de desarrollo creado por la Ley Nº 4.758/2012 para asignar de forma racional y eficiente los ingresos que el país recibe en concepto de compensación por la cesión de la energía de la Entidad Binacional Itaipú al Brasil. Del 100% de los recursos del Fondo Nacional de Inversión Pública y Desarrollo (FONACIDE), un 27% de los recursos son destinados a los gobiernos departamentales y municipales. | Políticas Públicas |
| Aprovechar de reforzar gradualmente el Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos sólidos urbanos. | Escasez de recursos económicos y de capital humano por parte del MADES, para la ejecución y control del plan. A su vez, desinterés y negligencia por parte de las instituciones municipales en implementar las medidas. | Política Pública | Consultoría que permita identifcar la distancia existente entre el plan y la realidad acorde a cada municipalidad, así como tambien el exponer una estrategia que contemple de manera gradual los pasos que permitan avanzar en la implementación. | Políticas Públicas |

Tabla 37. Riesgos y oportunidades de todos los flujos.



# 4. Conclusiones y recomendaciones



### I. Limitaciones del estudio:

Tal como fue mencionado a lo largo del estudio, la dificultad al acceso de datos fue la principal limitación para el desarrollo de esta investigación, y esto se debe a varios motivos. En primer lugar, el sector público tiene escaso acceso a plataformas que provean datos estadísticos sobre las industrias, empresas, etc. Los distintos organismos públicos trabajan de forma aislada, sin intercambio de información entre ellos. Ha habido avances importantes en los últimos 5 años[65], pero todavía sigue siendo un asunto pendiente, sobre todo cuando se compara con los otros países de la región. En segundo lugar, existe cierto recelo a compartir información por parte del sector privado, ya sea por miedo a la competencia, por miedo a estar incumpliendo con alguna normativa ambiental.

### II. Sobre la Metodología

El diagnóstico del metabolismo de una economía no debería ser definido como algo estático sino más bien como un sistema de información que debería ser actualizado y publicado periódicamente como un generador de oportunidades entre los distintos sectores económicos. En la medida que una economía se desarrolla y evoluciona, la metodología y la medición deberán esforzarse permanentemente en poder acompañar dichos procesos para ir integrándolos en el análisis.

En estudios donde la escala y el volumen de información requerido son de gran calibre, será siempre importante recurrir a estimaciones validadas por los referentes sectoriales como parte natural del proceso[66]. Se espera, por lo tanto, que el presente estudio sea el puntapié para una mejora alcanzable en futuros análisis y resultados, que permitan profundizar y robustecer la comprensión del diagnóstico, así como los riesgos y las oportunidades emergentes que presenta la economía circular en el territorio nacional.

### III. Sobre el Flujo de la Construcción

El sector de la construcción se revela como un sector estratégico para el desarrollo de la economía circular en el país, debido fundamentalmente a dos variables:

1. La primera, a que tanto la construcción civil y vial como el desarrollo inmobiliario se encuentran aún en una fase expansiva de crecimiento. Un crecimiento que se ha revelado constante y sostenido en los últimos 15 años.

2. La segunda, a que prácticamente no existen demoliciones de edificios y de construcciones complejas que conlleven volúmenes significativos.

Ambos elementos, la fase de expansión, y la ausencia de demoliciones, representan un momento óptimo para desarrollar una hoja de ruta[67] que contemple tanto la extracción de materias primas, como la generación de residuos voluminosos[68], de forma a estar preparados para el momento en que inicie la fase de demoliciones.

Adicionalmente, se ha identificado que en el país la migración urbana ha ido creciendo en los últimos 20 años[69]. En el año 2000 la población rural consistía en un 46%, mientras que actualmente se ve conformada por un 37,1%, y se espera que en el 2025 disminuya a un 35,1%. Este fenómeno migratorio presenta a su vez dos desafíos importantes que se relacionan intrínsecamente con el crecimiento del sector de la construcción:

---

[65] Las ideas de acceso a la información pública y transparencia gubernamental se plasman en el Acuerdo y Sentencia Nº 1.306 de la Corte Suprema de Justicia, del 15 de octubre de 2013, que sentó jurisprudencia sobre el derecho humano de acceso a la información pública, consagrado en el Artículo 28 de la Constitución Nacional. A partir de esta norma se promulgan la Ley N° 5189/14, "Que establece la obligatoriedad de la provisión de informaciones en el uso de los recursos públicos sobre remuneraciones y otras retribuciones asignadas al servidor público de la República del Paraguay", y más recientemente la Ley N° 5282/14, "De libre acceso ciudadano a la información pública y transparencia gubernamental".

[66] Todo cambio de modelo a ser implementado cuenta como parte natural de su proceso la maduración de los agentes involucrados.

[67] El sector de la construcción tiene un papel importante en la consecución del ODS 9.1 (desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad), y en especial en la meta 9.4 (Modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles).

[68] Datos de la UE "Energy Perfomance of buildings - European Commision" El uso de edificios en la Unión Europea revela que estos representan el 50% de los materiales extraídos, el 50% de la energía utilizada, el 25% del agua consumida y el 25% de los residuos generados.

[69] ONU – Habitat (2011) A nivel mundial, las ciudades ocupan solo el 3% del territorio del planeta, sin embargo, son responsables del 80 % del producto interno bruto mundial, pero para el cual consumen el 60% de la energía producida y emiten el 70% del dióxido de carbono y el 70% de los desechos mundiales.

1. El desarrollo urbanístico en las principales ciudades, donde se evidencia la falta de planificación, la ausencia de criterios ambientales, y la fragilidad que revelan las instituciones públicas[70] en el marco regulatorio y en las aplicaciones de las normativas existentes.
2. El garantizar a todas las personas el acceso a Viviendas[71] y servicios básicos adecuados seguros y asequibles, en especial para contener todo el flujo migratorio que fue modificando en gran medida el desarrollo de las ciudades[72].

Debida a la interacción y a las dinámicas propias que presentan las corrientes de dichos materiales, se presenta a primera vista la necesidad de diseñar políticas públicas, donde las regulaciones y las acciones a ser implementadas, sean más bien focalizadas, sectoriales y por sobre todo correspondientes a la realidad que subyace tanto en las industrias generadoras como en las industrias recicladoras.

Finalmente, esta serie de factores presenta múltiples oportunidades para que el sector de la construcción se inserte en la corriente circular de la economía de manera inteligente y eficiente, tal como se describieron en el capítulo anterior las oportunidades presentadas. El país además cuenta con la importante ventaja de que puede aprovechar el conocimiento, la experiencia y el desarrollo registrado a nivel internacional[73] en lo que respecta a la implementación de estos temas.

## IV. Sobre el Flujo Industrial

La recuperación de metales en el país cuenta con una tasa elevada[74]. Tasas que se mantienen por más de una década. Sin lugar a dudas, la fluctuación de los precios y el vaivén de los mercados incide en una mayor o menor recuperación de los materiales. No obstante, la industria recicladora ha demostrado ser resiliente a lo largo de estos años. En el caso del acero, la interconexión entre la industria recicladora y la industria productora se encuentra consolidada y en un proceso de maduración paulatina.

Los flujos materiales que necesitan mayor atención son los RAEE, y los NFU, debido a que son materiales en su mayoría importados, con alto volumen de consumo[75], tasas de recuperación bajas y con grandes impactos ambientales. Para incrementar la circularidad de estos materiales se debe realizar un trabajo de diseño de políticas públicas y mesas de trabajo intersectoriales que impulsen el cambio.

## V. Sobre el Flujo de Envases y Empaques

Sin lugar a dudas, el flujo de envases y empaques es el que más avanzado se encuentra en relación a la implementación de modelos de economía circular en el país. Esto se debe a que hay una industria recicladora consolidada y con muchos años en el mercado para materiales como el PET, PEAD, vidrio, papeles y cartones.

A su vez, otro factor importante que ha contribuido a este desarrollo ha sido el aumento en el compromiso ambiental y la responsabilidad social empresarial, en primer lugar, por parte de las empresas multinacionales que cuentan con políticas de sustentabilidad transnacionales, como también por parte de las empresas nacionales que paulatinamente se suman a esta corriente institucional global.

Por su parte, el sector todavía tiene el desafío de seguir trabajando en el diseño de los productos para reducir la generación de residuos[76], y aumentar las posibilidades de reciclaje de los materiales utilizados (ej.: tendencia a los mono-materiales), así como el mercado de reciclaje para otros[77]. Algunas acciones importantes para lograrlo son:

- Una mayor sensibilización de la población para mejorar la tasa de recuperación de los residuos sólidos reciclables. Esta sensibilización requiere una educación intensiva[78] en la población que abarquen temáticas como la separación de los residuos en las casas, el abandono de prácticas incivilizadas, como la quema indiscriminada o la disposición de residuos en arroyos o cauces hídricos[79].
- Una mayor cercanía a los productores de envases y empaques para disminuir la generación de residuos y fomentar el ecodiseño. Estas estrategias favorecen la trazabilidad de los residuos, así como la reciclabilidad de los materiales involucrados en este flujo, debido a que permiten que los residuos obtengan un valor de mercado y cuenten con los incentivos correspondientes para su recuperación. En efecto, el dialogo entre las industrias generadoras y las industrias recicladoras se vuelve cada vez más necesaria para lograr estos objetivos.
- La importancia de organizaciones[80] que cuenten con la visión del paradigma de lo circular y la conformación de mesas intersectoriales que fomenten acuerdos empresariales uniendo las distintas industrias de la misma cadena[81], tanto para la elaboración de estrategias circulares de mayor impacto[82], como la discusión de los problemas relacionados al marco legal, competencia, etc.



Es indudable que cuanto mejor gestionemos nuestra producción y nuestros modos de consumo, mejor controlaremos la salud de los ecosistemas que sustentan nuestras economías. Este proceso y esta toma de conciencia en la sociedad y en la economía no van a despegar sin que detrás haya una política de desarrollo por parte del Estado, que se encargue de manera gradual, el ir legislando, regulando, incentivando y conduciendo al país hacia estos nuevos modelos.

## VI. Ámbito Ambiental (balance material/ambiental)

### a) Sobre las Etapas

Como primera conclusión del balance ambiental es interesante notar que las emisiones asociadas a las importaciones superan el 50% de las emisiones GEI totales. Es decir, el 50% de las emisiones GEI cuantificadas en este estudio ocurren fuera del territorio del Paraguay.

Analizando el balance material vemos que la recuperación doméstica (computada en valores negativos por cargas evitadas asociadas) alcanza un 32% del total de los residuos generados y a su vez, un 3% del total de materiales ingresados a la economía. En cambio, si observamos el balance ambiental esta tasa de recuperación supera el 300% (principalmente gracias a la alta recuperación de acero, papel y cartón), mientras que representa el 12% del total de emisiones de los materiales ingresados a la economía. Este volumen de emisiones evitadas por recuperación doméstica puede considerarse una medida de la reducción de impacto asociada a la circularidad de materiales. Así, se evidencia la importancia de aumentar el valor de material recuperado (32%), considerando su impacto exponencial en el ahorro de emisiones.

---

[70] Por lo general, estas carecen de recursos económicos, capital humano, y lo más importante voluntad política para realizar las reformas pertinentes.

[71] Como se mencionó en el capítulo anterior, este fenómeno presenta una oportunidad única para el sector público, en llevar a cabo pruebas piloto siendo los pioneros en ejecutar una diversificación de materiales que comprendan modelos de circularidad. A su vez, de esta manera se anticipa cumpliendo con las legislaciones y por consiguiente abre los mercados a posibles nuevas realidades.

[72] ODS – Meta 11.3 Aumentar la urbanización inclusiva y sostenible.

[73] Muchos países por distintos motivos se encuentran con procesos muy avanzados en lo que toca a gestión de residuos áridos.

[74] Acero 100%, Aluminio 96%, Cobre 94%.

[75] Si bien los NFU cuentan con un 70% de volumen de stock, cabe recordar que por lo general el periodo de vida útil máximo para un neumático es de 3 años. Por su parte, cada vez más los AEE cuentan con una obsolescencia programada, en donde los años de uso se han ido reduciendo considerablemente. A su vez, la evolución en componentes electrónicos cada vez más integrados dificulta la reparación de las piezas.

[76] Las tasas más altas de recuperación corresponden al PET y al cartón, con un 50% y un 47%. Esta práctica se alinea con la meta ODS 12.5, “el reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización”.

[77] Poliestireno, Plásticos compuestos, Tetrabrik, etiquetas PVC, etc.

[78] “Desde esta perspectiva, una educación ambiental idónea es aquella en la que los sujetos individuales que conforman una sociedad consiguen adquirir una conciencia colectiva que aprecie la conservación del ecosistema, de tal manera que caminen hacia un uso propicio y efectivo de la materia prima en el rol que a cada uno corresponda, cuyo beneficio será así más longevo y palpable para todos”. *Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible en América Latina* (Macedo y Salgado, 2007).

[79] “Para poder revertir la cultura, y por sobre todo los hábitos que lo conforman, es necesario aplicar de manera reiterativa un programa educativo, con un itinerario que se aplique de manera reiterada en cada etapa de la formación primaria, siendo ésta etapa fundamental para la formación de la conciencia colectiva”. *Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible en América Latina* (Macedo y Salgado, 2007).

[80] Sin importar la naturaleza de las mismas; privadas, públicas o de la sociedad civil.

[81] Este punto se releva muy importante, debido a que cada industria que forma parte de la corriente del material cuenta con una visión e información que la otra por lo general no posee. Para poder aumentar la tasa de recuperación de los materiales, es necesaria la cooperación y la puesta en marcha de estrategias en común.

[82] ODS – Meta 11.6. Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, prestando atención a la gestión de los desechos municipales.

Debido al beneficio estructural con el que cuenta Paraguay por contar con una matriz energética de cero emisiones, la manufactura y transformación de materias primas no se vuelven significativas en términos de sus emisiones GEI comparativamente contra el volumen total.

Para la generación y tratamiento de residuos, se considera también la intensidad de carbono del material dispuesto como costo de oportunidad o valor perdido, más las emisiones derivadas de su disposición final, sea esta en vertedero controlado, no controlado o en incineración directa, alcanzando un 4% correspondiendo al tratamiento de residuos.

Quizás las tres variables identificadas a resaltar como causante de la mayor variabilidad en las emisiones a través de los distintos materiales podrían ser:

- Las emisiones inherentes (intensidad energética y de carbono) de cada material.
- La distancia del transporte desde el origen para importaciones y exportaciones.
- El volumen material involucrado en cada flujo.

En términos generales se observa que los RAEE's y el acero lideran las emisiones por emisiones inherentes y transporte; piedra y cemento, por volumen e intensidad energética. Luego, los otros áridos se destacan por volumen, mientras que papel y cartón y otros plásticos, lo hacen por su intensidad de carbono.

**b) Sobre los Flujos**

En el flujo de materiales de la construcción casi 60% es extracción doméstica, donde casi no existen emisiones ahorradas por recuperación dentro del país y aquellas generadas en el tratamiento y disposición final de los Residuos no representa siquiera el 0,5% del total.

En el flujo de envases y empaques las importaciones conllevan el 64% de las emisiones GEI totales. La recuperación doméstica alcanza un 33% de las Entradas Materiales, asimismo, es importante destacar que es un valor negativo porque representa emisiones GEI evitadas. Por su parte, sólo el 9% de las emisiones GEI deriva del tratamiento y disposición final de Residuos.

En el flujo industrial, las importaciones conllevan el 79% de las emisiones GEI totales. Por su parte, la recuperación doméstica alcanza un 20% de las Entradas Materiales, con valor negativo porque representa emisiones GEI evitadas. En este flujo, el 11% de las emisiones GEI deriva del tratamiento y disposición final de Residuos.

**c) Sobre las Emisiones**

Es posible identificar las etapas críticas, como importaciones y extracción doméstica con clara prevalencia en el perfil de emisiones GEI. Asimismo, se destacan los valores negativos de emisiones, como cargas evitadas por la circularidad de materiales primarios superando con creces incluso las emisiones asociadas a la gestión de residuos.

Por su parte, las emisiones GEI derivadas del tratamiento y disposición final de los residuos resultan bajos o muy bajos porque son en su mayoría materiales inertes, excepto NFU, algunos plásticos y componentes RAEE, que pueden ser especialmente problemáticos en disposición final no controlada (quema en basurales a cielo abierto). La adecuada gestión de los residuos puede implicar grandes diferencias en el desempeño de emisiones GEI, claramente para el flujo de NFUs pero también así para Papel y Cartón, diversos plásticos y RAEE's.

La interpretación del comportamiento de las emisiones GEI en el alcance definido, tanto en el balance ambiental general como en los flujos, sugiere que, los mayores ahorros provienen de la reducción de importaciones desde el exterior y del reemplazo de materia prima virgen, en correlación con la hipótesis de mitigación de impacto ambiental de la circularidad de materiales.

## VII. Ámbito financiero

Es indudable que cuanto mejor gestionemos nuestra producción y nuestros modos de consumo, mejor controlaremos la salud de los ecosistemas que sustentan nuestras economías. Este proceso y esta toma de conciencia en la sociedad y en la economía no van a despegar sin que detrás haya una política de desarrollo por parte del Estado, que se encargue de manera gradual, el ir legislando, regulando, incentivando y conduciendo al país hacia estos nuevos modelos. Sin estímulos fiscales, es decir sin reformas que impliquen una nueva definición de impuestos e incentivos combinados para la reducción del uso de recursos materiales, de energía y de emisiones, se vuelve iluso avanzar de manera real en la asimilación de las externalidades ambientales ocasionadas por las distintas industrias en toda su cadena productiva. Además, estos paquetes combinados en paralelo despiertan la creatividad, esencial para desarrollar la I+D, el ecodiseño y la innovación en nuevas modalidades de negocio que incorporen el modelo de circularidad.

Adicionalmente, para lograr esta transición, el rol que desempeñan las instituciones financieras es fundamental en el facilitar el capital a través de inversiones en formas de producción y consumo sostenibles[83]. En el 2012, nace en el país la mesa de finanzas sostenibles, una plataforma voluntaria entre entidades del sistema financiero, donde actualmente se encuentran el 95% de los bancos del país, además de la banca pública de segundo piso. A través de las mismas, se ha fomentado la implementación del SARAS[84] en las entidades asociadas, donde además del análisis patrimonial, económico y financiero, se toma en cuenta el riesgo ambiental de las empresas que solicitan un crédito[85]. Esta herramienta trasciende el ámbito comercial y si es aprovechada correctamente por las instituciones financieras puede volverse un espacio educativo importante para transformar la visión del empresario en su modelo de negocio. La formación de los oficiales de crédito va a ser determinante para lograr este desarrollo.

Al mismo tiempo, la banca de segundo piso[86], podría contribuir de manera importante actuando como canalizador de recursos financieros de tal manera de mitigar el riesgo que podrían significar los nuevos proyectos basados en un modelo circular para las instituciones financieras. Esta acción conjunta aumentaría el incentivo a las instituciones financieras a encaminar los créditos a proyectos basados en dichos modelos.

Por último, respecto al mercado de valores, Paraguay se convirtió en el primer país de la región en adoptar, tipificar e incorporar lineamientos para la emisión de bonos de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en su regulación nacional[87]. Si bien esta noticia es de gran importancia para el mercado de capitales, aún es menester recordar que la bolsa se encuentra aún lejos de su potencial de mercado[88], en definitiva, se espera un esfuerzo considerable por parte de las instituciones relacionadas al mercado de capitales para promover este tipo de instrumentos de inversión.

## VIII. Recomendaciones

Como ya se mencionó en el capítulo de riesgos y oportunidades, para lograr una transición hacia modelos más circulares en el país, va a ser primordial el diseño de una hoja de ruta, la cual ya está siendo desarrollada por el MADES. El cambio de modelo requiere necesariamente un cambio de mentalidad, un cambio en la visión de un modelo aún no operante. La estrategia a ser considerada debe ser sistémica, que integre de manera holística los distintos actores, con sus distintos grados de responsabilidad respectivos en el proceso, para crear el debido ecosistema. A su vez, esta debería comprender tanto objetivos y estrategias a largo plazo, así como medidas y acciones a corto plazo, que integren los esfuerzos a diferentes niveles (público, privado) y geográficamente considerando lineamientos a nivel nacional, que a su vez incluyan actividades locales.

Para el verdadero desarrollo de la EC en el país será de vital importancia fomentar la interacción entre el sector público, el privado y productivo, los organismos internacionales, las universidades y los centros de investigación. Un claro ejemplo de esto ha sido la iniciativa lanzada el 20 de mayo del 2021 denominada el Grupo Impulsor de la EC en Paraguay[89].

[76] "El sistema financiero a escala mundial está ahora frente a una oportunidad sin precedente: apoyar el financiamiento de soluciones que ayuden a enfrentar los retos críticos de la sociedad, y a la par gestionar los riesgos conexos derivados de la evolución de los modelos de negocio y de las economías a todos los niveles". Steven Stone, jefe del Departamento de Economía, Naciones Unidas.

Sistema de Análisis de Riesgos Ambientales y Sociales.

Las instituciones financieras deben ser cada vez más conscientes del marco regulatorio vigente o de las tendencias legislativas de la región en materia ambiental. Ej.: La regulación existente que prohíbe la elaboración de los artículos de plástico de un solo uso, de manera especial cuando las instituciones financieras evalúan la sostenibilidad de los financiamientos dirigidos a clientes productores de plástico.

El 16 de julio del 2021, la Agencia Financiera de Desarrollo, promulga su nueva carta orgánica. De esta manera, se ampliaron las herramientas que le permiten diversificar las fuentes de fondeo, así como se destaca la posibilidad de participar en el financiamiento de startups, a través de la creación de Fondos de Capital de Riesgo.

La Comisión Nacional de Valores (CNV) adoptó la Resolución No. 9/20 el 5 de marzo de 2020, que modifica la legislación para "dotar al mercado de valores de nuevos instrumentos financieros que promuevan objetivos sociales y ambientales" alineados a los ODS.

En el 2021, los volúmenes negociados por la bolsa alcanzaron los USD 3.400 millones, esto representa un 8,3% del PIB. Valores muy por debajo de lo negociado en la Región. Durante el 2020, en Brasil lo negociado en bolsa representó un 90,4% del PIB, mientras que en Argentina lo negociado alcanzó un 124% sobre el PIB.

Esta iniciativa cobra especial relevancia por ser de naturaleza interinstitucional y multisectorial, es decir no solo integra actores públicos y privados, sino por sobre todo promueve el dialogo y la comunicación entre actores públicos de distintas instituciones, como también fomenta la interacción entre industrias de un mismo sector, o de sectores distintos pero pertenecientes a la misma corriente de material.

# 5. Referencias Bibliográficas


Las referencias bibliográficas utilizadas para la recopilación de datos secundarios son las siguientes:

- Análisis Cerámicos Rojos. 2018. Consultora Eje Uno.
- Consulting Group.2014. Consideraciones Sobre el Mercado Nacional de Cubiertas. Asunción, PY. 11 p.
- Ecoinvent 3.8 https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/properties/
- Fernández, G. 2013. Minería Urbana y la Gestión de los Recursos Electrónicos. Buenos Aires, AR. 317 p.
- GEAM; UCA. 2018. RECICLAJE DE ELECTRÓNICOS. Situación de los deshechos de aparatos electrónicos obsoletos en Paraguay y la gestión para el reúso, recolección selectiva, tratamiento, recuperación de residuos y destino final con minimización de pasivos ambientales. Asunción, Py. 32 p.
- Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., Heinz, M. (2015) *How circular is the global economy? An Assessment of Material Flows, Waste production and Recycling in the European Union and the World in 2005*. Journal of Industrial Ecology.
- IEA: https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/emissions-factors-2021.
- Instituto Nacional de Estadística. 2021. Compendio Estadístico. Fernando de la Mora, PY. 84 p. Disponible en https://www.ine.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/documento/b710_Compendio%20Estadistico%202019.pdf
- Instituto Nacional de Estadística. 2021. Infografía. ¿Cómo eliminan su basura los hogares en Paraguay?. Área Urbana. Disponible en: https://www.ine.gov.py/
- Instituto Nacional de Estadística. 2021. Infografías. ¿Cómo eliminan su basura los hogares en Paraguay?. Total País. Disponible en: https://www.ine.gov.py/
- Instituto Nacional de Estadística. 2021. Infografías. ¿Cómo eliminan su basura los hogares en Paraguay?. Área Rural. Disponible en: https://www.ine.gov.py/
- Instituto Nacional de Estadística. 2021. Proyecciones de Población Nacional, áreas Urbanas, y rural, por sexo y edad 2021. https://www.ine.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/documento/b710_Compendio%20Estadistico%202019.pdf
- IPCC: https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/
- Lima, R. 2002. Diagnóstico de la Gestión de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay. Asunción, PY. 8 p.
- Lima, R. 2017. Situación de la República del Paraguay en la gestión de los residuos sólidos urbanos, actualización 2017. VII Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos. Hacia una Economía Circular. Asunción, PY. 6p.
- MADES.2020. Consultoría Nacional para el Desarrollo del Estudio Técnico sobre la situación de los residuos de Equipos de Refrigeración y Aire Acondicionado (RAC) para su gestión con énfasis en economía circular. Asunción, PY. 39 p.
- MADES/PNUD/FMAM. 2020. Guía para la Elaboración de los Planes Municipales de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Municipios Intermedios y Menores. Proyecto “Asunción ciudad verde de las Américas – vías a la sustentabilidad”. Asunción, Paraguay. 164p http://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2020/12/Anexo-III-Gu%C3%ADa-Planes-Municipales-Municipios-Intermedios-y-menores.pdf

- Manuel Albaladejo, Nanno Mulder, Paula Mirazo and Ixchel Mugica Jauregi. 2021. *The Circular Economy: From waste to resource through international trade. Advancing the global circular economy agenda requires understanding its linkages with other dimensions of the global production system*.

- MUNICIPALIDAD DE ASUNCIÓN/MADES/PNUD/FMAM. 2021. “Clasificando los residuos de Asunción – Actualización del estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos para la ciudad de Asunción”. (Pendiente de publicación).

- Resolución 627/16. Link a la resolución: chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbdfmadadm/http://mades.gov.py/sites/default/files/users/comunicacion/RESOLUCI%C3%93N%20627.pdf

- Rodas, M. 2021. *Revisión de la documentación Base. Consultoría para la Reglamentación de la Ley N° 3.956/09 “De Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay”*. Asunción, PY. 19 p.

- Sarah Zevaco. 2020. *Mapeo de la cadena de valor de RSU del AMA. Caracterización de la estructura de la cadena de valor de la gestión de los residuos sólidos en el AMA*. Programa para las Naciones Unidas y el Desarrollo. Asunción, PY. 137 p.

- STP. 2003. *Plan Maestro. Gestión de Residuos Comunales en la Región Oriental de Paraguay. Asunción*, PY. 433p.

- UNEP (2021). *The use of natural resources in the economy: A Global Manual on Economy Wide Material Flow Accounting*. Nairobi, Kenya.



# Anexos



## 6.1 Tipos de industrias por Flujo Material

En la siguiente tabla se detallan los tipos de industria analizados por tipo de flujo material y los tipos de materiales utilizados en cada una de ellas, así como también las empresas líderes de cada sector industrial que fueron entrevistadas.

| Flujo | Industria | Material | Empresas líderes entrevistadas |
|---|---|---|---|
| Envases y empaques | Alimentos | Plásticos (PEBD y PP) | Nestlé, Nutrihuevos, Unilever |
| | | Vidrio | |
| | | Papel y cartón | |
| | Bebidas | Plástico (PET, PP) | Paresa, Cervepar |
| | | Vidrio | |
| | | Tetra Brik | |
| | | Metales (aluminio) | |
| | Bebidas lácteas | Tetra Brik | Tetra Pak* |
| | | Plásticos (PEBD, PEAD) | |
| | Empaques | Plásticos (PEBD, PP) | Envaco, Cartones Yaguareté, Hansa Plastic, Bolsi Plast |
| | | Papel y cartón | |
| | Envases | Plásticos (PET) | Tetra Pak, Ball Corporation***, Hansa Plastic |
| | | Tetra Brik | |
| | | Metales (aluminio). | |
| | | Papel y cartón | |
| | Electrodomésticos | Papel y cartón | NGO |
| | | Plásticos (PEBD) | |
| | Artículos Electrónicos | Papel y Cartón | Personal, TIGO |
| | | Plásticos (PEBD) | |
| | Colchones y hogar | Papel y cartón | Sueñolar |
| | | Plásticos (PEBD). | |
| | Imprenta | Papel y cartón | Copipunto |
| | Recicladora | Plásticos (PET, PP, PEBD, PEAD) | Yaguarete Reciclaje, Coresa, Brassur, FyF, CREAM, FPV |
| | | Metales (aluminio) | |
| | | Papel y cartón | |

*En representación de la industria láctea que consume envases tetra brik.

**Se contactó a la empresa, pero decidieron no participar del estudio.

***Se consideró clave, pero no se logró la entrevista.

**Tabla A1.**
Tipos de industrias estudiadas en el flujo de materiales de envases y empaques.
Fuente: Elaboración propia.

| Flujo | Industria | Material | Empresas líderes |
|---|---|---|---|
| Industriales | Electrodomésticos | RAEE | NGO. |
| | | Papel y cartón | |
| | Telecomunicaciones | RAEE | Tigo, Personal. |
| | Aire acondicionado | RAEE | Grupo Kamo. |
| | Manufactura textil | Textiles | Rondina, Texiclo, AICP, Sallustro. |
| | Importadora de prendas | Textiles | Rondina, Sallustro. |
| | Importadoras de neumáticos | NFU | Importadora Avenida, Rodar. |
| | Cementera | NFU | Cementera Yguazu** |
| | | Cemento | INC, CECON, Cemetera Yguazu ** |
| | Recicladoras | RAEE | Enerpy, 3Cycle, Procicla. |
| | | NFU | Enerpy, Cemetera Yguazu **. |
| | | Metales (Aluminio, acero/metales ferrosos, cobre) | Metalpar, Brassur, 6A. |
| | Metalúrgica | Metales (Cobre, Acero, Aluminio) | L'acerie, Metalúrgica Vera, CIME. |
| | Cables | Metales (cobre, aluminio) | Condel, INPACO. |
| | | Plásticos (mezcla) | |
| | Electromontaje | Metales (acero/metales ferrosos) | Obratel. |
| | Transformadores | Metales (acero/metales ferrosos, aluminio, cobre). | Trafosur. |
| | Perfiles de aluminio | Aluminio | Aluvi. |
| | Colchones y hogar | Metales (acero) | Sueñolar. |

**Se contactó a la empresa, pero decidieron no participar del estudio.

**Tabla A2.**
Tipos de industrias estudiadas en el flujo de materiales industriales.
Fuente: Elaboración propia.



| Flujo | Industria | Material | Empresas líderes |
|---|---|---|---|
| Construcción | Constructora vial | Cemento | Tecnoedil, CAVIALPA. |
| | | Arena | |
| | | Piedra triturada | |
| | | Mezcla asfáltica | |
| | Constructora civil | Cemento | CAPACO, AGB, ABH. |
| | | Arcilla | |
| | | Metales (acero) | |
| | | Arena | |
| | | Piedra triturada | |
| | Casa de materiales | Cemento | CAMADICO, CONCASA. |
| | | Arena | |
| | | Metales (acero) | |
| | | Arcilla | |
| | | Piedra triturada | |
| | Cementera | Cemento | INC, CECON. |
| | Concretera | Cemento | CECON, Cámara Paraguaya del Hormigón Armado. |
| | | Arena | |
| | | Piedra triturada | |
| | Recolección de escombros | Arcilla | CONCASA. |
| | | Piedra triturada | |
| | | Metales (acero) | |
| | | Cemento | |
| | | Arena | |
| | Dragado y refulado | Arena | TOSA Occidental. |
| | Industria de cerámica | Arcilla | Mazarrón, Cámara Paraguaya de Cerámicas, Unión de Ceramistas de Tobati. |
| | Perfil de aluminio | Aluminio | Aluvi. |
| | Industria de vidrio | Vidrio | Aluvi. |
| | Hormigón Armado | Cemento | Cámara Paraguaya del Hormigón Armado. |
| | | Arena | |
| | Fundición Metalúrgica | Metales (acero/metales ferrosos) | Rogelio Venzano e Hijos. |
| | Metalúrgica | Metales (acero/metales ferrosos) | L'acerie, Metalúrgica Vera, CIME. |

**Tabla A3.**
Tipos de industrias estudiadas en el flujo de materiales de construcción.
Fuente: Elaboración propia.

Además, en la siguiente tabla se detallan las instituciones gubernamentales, agencias ejecutoras e instituciones académicas entrevistadas, que son trasversales a todos los materiales.

| Organización | Punto Focal | Cargo |
|---|---|---|
| Fundación Moisés Bertoni | Yan Speranza | Director Ejecutivo |
| Fundación Moisés Bertoni | Mauricio Solalinde | Coordinador Técnico |
| MADES | Ulises Lovera | Director General de Cambio Climático (MADES) |
| MIC | Maximo Barreto | Líder del Programa MiPYME COMPITE |
| MIC | Palmira Lopez-Fresno | Jefa de Equipo - Fortalecimiento Institucional - MiPYME COMPITE |

| | | |
|---|---|---|
| ONUDI | Maria Elena Ayala | Coordinadora Técnica de ONUDI para MiPYME COMPITE |
| UIP | Natahlie Borda | Gerente |
| UCA | Prof. Roberto Lima | Investigador, Docente |
| Concejal Sebastian Martinez CDE / Concejal Sandra Miranda Alto Paraná | Sandra Miranda | Concejal |
| Vice-Ministro de Minas Energía | Carlos Zaldivar | Vice-Ministro de Minas y energía |
| Estudiante Pos Grado | Alana Yañez | Estudiante |

**Tabla A4.**
Instituciones gubernamentales, agencias ejecutoras e instituciones académicas

## 6.2 Empresas/Organizaciones/Gremios entrevistados

A continuación, se presenta el listado de empresas, cámaras y gremios que se han considerado como referentes de las áreas de interés y por tanto han sido el target para entrevistar. Se especifica además el tipo de industria de la que provienen.

En el sector de la construcción, dicho listado se compone de los siguientes:

| Organización | Punto Focal | Cargo | Tipo de Industria |
|---|---|---|---|
| CAPACO | Daniel Díaz de Vivar | Presidente | Producción de materiales de Construcción |
| TECNOEDIL | Paul Sarubbi | Gerente General | Constructora Vial |
| | Ing. Raúl Giménez | Gerente de Presupuesto | Constructora Vial |
| | Ing. Hugo Barboza | Gerente de Planta - Canteras | Piedra triturada |
| CAVIALPA | Paul Sarubbi | Presidente | Constructora Vial |
| Cementera YGUAZU | Andres Wardle | Gerente General | Cemento |
| CAMADICO | Luis Lavigne | Presidente | Arena lavada, piedra triturada, varillas de acero, cemento |
| Concasa | Luis Lavigne | Presidente | Arena lavada, piedra triturada, varillas de acero, cemento |
| Alberto Barrail e hijos | Alberto Barrail | Director | Arena lavada, piedra triturada, varillas de acero, cemento |
| AGB | Alberto Gross Brown (h) | Director | Arena lavada, piedra triturada, varillas de acero, cemento |
| Cámara Paraguaya de Cerámicas | Ricardo Maluff | Presidente | Cerámicas |
| Cerámicas Mazzarrón | Federico Hellmers | Gerente General | Cerámicas |



| | | | |
|---|---|---|---|
| Tecsul SAE | Joaquin Fernández | Presidente | Constructora Vial |
| Cecon Cementera | Marco Latorre | Gerente Financiero | Cemento, Arena lavada, piedra triturada. |
| Green Building Construction | Ing. Gabriela Mezquita | Presidente | Camara Sostenible de la construcción |
| Tigre | Julio Mongelós | Jefe de Ventas Técnicas | Tuberías (PVC, PEAD, PP) |
| Plásticos S.A. | José Escobar | Gerente Comercial | Tuberías (PVC, PEAD, PP) |
| INC | Francisco Pecci | Asesor Financiero | Cemento |
| | Econ. Jorge Boveda | Gerente Financiero | Cemento |
| Cecon Concretera | Lisandro Caballero | Gerente General | Concreto |
| Cámara Paraguaya de la Industria del Hormigón Elaborado | Ing. Enio Quevedo | Presidente | Concreto |
| Soluciones PY SA | Ing. Javier Carísimo | Presidente | Firma Consultora en Construcción |
| Bunker SA | Gustavo Fanego | Presidente | Empresa de Construcción Vial |
| Etcheverry Construcciones SA | Ing. Guillermo Etcheverry | Presidente | Empresa de Construcción Vial |
| Terminal Occidental SA | Raúl Gómez | Gerente Comercial | Dragado, Refulado, servicios portuarios |
| Construpar SA | Guillermo Mas | Director | Empresa de Construcción Vial |
| Unión de Ceramistas de Tobatí | Miguel Rojas | Presidente | Cerámicas |

**Tabla A5.**
Listado de empresas/organizaciones/gremios referentes de la construcción

Por su parte, en el denominado “Sector Industrial” se encuentran los siguientes referentes, vinculados a cada una de las corrientes materiales de interés (RAEE, Textil, Metales, NFUs):

| Organización | Punto Focal | Cargo | Tipo de Industria |
|---|---|---|---|
| TIGO | Aldo Natalicia | Director | Telefonía / Internet / Canal de Cable |
| INPACO | Araceli Canillas | Directorio | Cableado |
| CIME | José Huidobro | Vice - Presidente | Construcción, Industrial |
| RODAR | Raúl Vera | Presidente | Imp. de Neumáticos |
| AVENIDA Importadora | Claudia Vera | Directorio | Imp. de Neumáticos |
| Centro de Neumáticos | Pattrick Rittenauer | Directorio | Imp. de Neumáticos |
| Vermacorp | Roberto Aún | Gerente Comercial | Acero |
| PC Tronic | Juan Vicente Ramírez | Director | AEE |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cámara de Comercio CDE | Juan Vicente Ramírez | Vice - Presidente | AEE |
| L'acerie | Norman Dumot | Presidente | Acero |
| Brassur | Carlos Mangabeira | Director | Acero y otros metales |
| Nuestra Señora de la Asunción | Ricardo Fustagno | Director | Transporte de Pasajeros |
| NGO | Milciades Molina | Gerente | AEE |
| Rondina | Fabiana Elizeche | Gerente General | Textil |
| Sallustro | Alberto Sallustro | Presidente | Textil |
| AICP | Adriana Chamorro | Gerente General | Textil |
| Ecocur | Sebastian Maffei | Propietario | NFU |
| Enerpy | Luis Torres | Gerente General | NFU, Plásticos, RAEE |
| Trafosur | Esteban Guanes | Gerente General | Cobre, Aluminio |
| Metalurgica Vera | Luis Vera | Director | Acero |
| Rogelio Venzano e Hijos | Omar Venzano | Presidente | Acero, material ferroso, manganeso, zinc, cobre |
| Luminotecnia | Juan Mujica | Director General | Aluminio |
| Texiclo | Cristina Jure | Director General | Textil |
| Sueñolar | Clara Armoa | Gerente de RSE | Textil,acero, plásticos |
| Condel | Roberto Duarte | Gerente | Cobre, aluminio |
| Metalpar | Julio Gomes | Presidente | Cobre, Aluminio |
| Aluvi | Bruno Turrini | Presidente | Vidrio, Aluminio |
| 6A | Pedro Ferrario | Presidente | Metales |
| AGPAR S.A. | Bruno Turrini | Presidente | Vidrio, Aluminio |
| T&D recycling | Dain Kelly | Director | NFU |
| Fenix Global | Ismael Galeazzi | Presidente | NFU |
| 3cycle | Dr. Francis Martinez | Vice Presidente | RAEE |
| Cream | Nery Jara | Presidente | Reciclaje - Plásticos |
| Personal | Arsenio Ocampos | Director | Telefonía / Internet / Canal de Cable |
| Obratel | José Huidobro | Director | Metales |

**Tabla A6.**
Listado de empresas/organizaciones/gremios referentes de la industria

Seguidamente se detallan las empresas y gremios referentes a los materiales de envase y empaques a ser entrevistados:

| Organización | Punto Focal | Cargo | Tipo de Industria |
|---|---|---|---|
| Cámara de Industrias Sustentables del Py | Jorge Figueredo | Representante Legal | Envases y Empaques |
| Cámara Paraguaya de la Industria Plástica | Claudia González | Vice Presidente | Plásticos |



| | | | |
|---|---|---|---|
| Cervepar | Alejandra Mendoza | Gerente de Relaciones Corporativas | Bebidas |
| Coca Cola - Paresa | Ángel Almada | Sub Gerente de Asuntos Públicos y Comunicaciones | Bebidas |
| Compañía Recicladora (CORESA) | Giampiero Musso | Director Adjunto | Envases y Empaques |
| Grupo de Empresas Yaguarete | Andreas Neufeld | Presidente | Envases y Empaques |
| Nestlé Py | Lizzie Kennedy | Country Manager | Alimentos |
| Nutrihuevos | Teófilo Urbieta | Gerente de Sustentabilidad | Alimentos |
| Orlando Mateucci | Pegy SA | Presidente | Reciclaje Plásticos |
| Tetra Pak | Guillermo Yañez | Gerente de Ventas | Envases y Empaques |
| Tetra Pak | Ricardo Honorato | Experto en Sustentabilidad Cono Sur | Envases y Empaques |
| Yaguareté Reciclaje | Gladys Talavera | Gerente General | Envases y Empaques |
| Hansa Plastic | Alejandra Balansa | Gerente | Envases y Empaques |
| Distribuidora Gloria | Oscar Estigarribia | Gerente Comercial | Bebidas |
| Retail | Luciana Sánchez | Gerente de Compras | Envases y Empaques |
| INPET | Bruno Resck | Director | Envases |
| FF | Ignacio Frascone | Director | Envases y Empaques |
| Unilever | Ulises Celis | Jefe de Cadena de Suministros | Productos Varios |
| Fábrica Paraguaya de Vidrios | Efraín Riveros | Gerente de Planta | Envases y Empaques |
| Envaco | Karen Winniker | Gerente | Envases y Empaques |
| Copipunto | Luis Pereira | Gerente Administrativo | Papelería |
| Zamphiropolos | Hugo Centurion | Director | Papelería |

**Tabla A7.**
Listado de empresas/organizaciones/gremios referentes de envases y empaques

En el recuadro siguiente se detallan las instituciones gubernamentales, agencias ejecutoras e instituciones académicas:

| Organización | Punto Focal | Cargo | Tipo de Industria |
|---|---|---|---|
| Fundación Moisés Bertoni | Yan Speranza | Director Ejecutivo | General |
| Fundación Moisés Bertoni | Mauricio Solalinde | Coordinador Técnico | General |
| Eje Uno | Rodrigo Maluff | Director | Consultora Económica |

| | | | |
|---|---|---|---|
| MADES | Ulises Lovera | Director General de Cambio Climático (MADES) | General |
| MIC | Máximo Barreto | Líder del Programa MiPYME COMPITE | General |
| MIC | Palmira Lopez-Fresno | Jefa de Equipo - Fortalecimiento Institucional - MiPYME COMPITE | General |
| ONUDI | Maria Elena Ayala | Coordinadora Técnica de ONUDI para MiPYME COMPITE | General |
| Banco Central del Paraguay | Daniel Hidalgo | Jefe de División de Comercio Exterior | Público |
| UCA | Prof. Roberto Lima | Investigador, Docente | Academia |
| UPA | Prof. Dr. Juan Pablo Nógues | Investigador, Docente, Decano | Academia |
| Municipalidad de CDE | Sebastián Martínez | Concejal Municipal | Público |
| Gobernación de Alto Paraná | Sandra Miranda | Concejal Departamental | Público |
| Vertedero Salto del Guairá | Orlando Mateucci | Presidente | Público/Privado |
| Municipalidad de Encarnación | Ing. Andrés González | Gestión Ambiental | Público |
| | Alberto Vázquez Jr. | Director de Gestión de Residuos | Público |
| Vertedero Colonias Unidas | Ing. Lourdes Cuadra | Gerente de Planta | Público |
| Municipalidad de Asunción | Paulina Serrano | Concejal Municipal | Público |
| | Pedro Bogado | Jefe del Departamento de Recolección | Público |
| | Ivo Brun | Director General de Gestión Ambiental | Público |
| Vice-Ministro de Minas Energía | Carlos Zaldivar | Vice-Ministro de Minas y energía | General |
| Estudiante Pos Grado | Alana Yañez | Estudiante | General |
| Acopiadora | Doña Fernanda | Acopiadora y Empresaria – Barrio Pelopincho – Chacarita Alta | General |

**Tabla A8.**
Instituciones gubernamentales, agencias ejecutoras e instituciones académicas

Las tablas presentadas, ilustran la totalidad de las empresas consideradas relevantes para la realización del relevamiento. Sin embargo, estos son listados “vivos”, en la medida que se realizan las entrevistas se constatan nuevos actores considerados clave y, por lo tanto, son incorporados al listado.



## 6.3 Tabla de consolidación de líneas de productos por material

| Material | Línea de producto |
|---|---|
| Acero | Acero largo / barras (varillas) |
| Acero | Mallas electrosoldadas |
| Acero | Acero plano |
| Acero | Tubos de Acero |
| Acero | Ferrosilicios |
| Acero | Residuos Desechos Acero |
| Acero | Materiales De hierro |
| Acero | alambres de acero |
| Acero | alambrones de acero |
| Acero | laminados de acero |
| Acero | perfiles de hierro |
| Acero | Hierro plano |
| Acero | Hierro rev zinc |
| Aluminio | Cables de Aluminio |
| Aluminio | Perfiles de aluminio |
| Aluminio | Latas |
| Aluminio | Aluminio Tocho |
| Aluminio | Hojas de Aluminio |
| Aluminio | Construcciones de Aluminio |
| Aluminio | Chapas de Aluminio |
| Aluminio | Envases tubo de Aluminio |
| Aluminio | Alambres de Aluminio |
| Aluminio | Desechos de Aluminio |
| Aluminio | Tubos de Aluminio |
| Cobre | Cables de Cobre |
| Cobre | Fundición metalúrgica general |
| Cobre | Alambrones de Cobre |
| Cobre | Tubos de Cobre |
| Cobre | Desechos de Cobre |
| RAEE (electrónicos) | Aire acondicionado (%) |
| RAEE (electrónicos) | Antenas (%) |
| RAEE (electrónicos) | Baterías |
| RAEE (electrónicos) | Electrodomésticos pequeños (Planchas Hornos eléctricos y microondas) |
| RAEE (electrónicos) | Celulares/ Partes de telefonía celular |
| RAEE (electrónicos) | Computadoras, Tablets, y Accesorios (Teclados, Hard Disk, Mouse, Tarj Gráfico) |
| RAEE (electrónicos) | Refrigeradores y Congeladores |
| RAEE (electrónicos) | Máquinas Lavarropas |
| RAEE (electrónicos) | Modems, Conectores, Transceptores y Transmisores Ópticos |
| RAEE (electrónicos) | Telefonía |

| | |
|---|---|
| RAEE (electrónicos) | Monitores, Monitores Industriales y Pantallas LED |
| RAEE (electrónicos) | Transformadores (%) |
| RAEE (electrónicos) | Unidad de Radio Remota |
| RAEE (electrónicos) | Cables Coaxiales |
| RAEE (electrónicos) | Cables Fibra Óptica |
| RAEE (electrónicos) | Decodificadores |
| Arena | Arena |
| Arcillas | Baldosas |
| Arcillas | Cerámicas |
| Arcillas | Cascotillo |
| Arcillas | Ladrillos |
| Arcillas | Tejas |
| Arcillas | Pisos de Ceramica, Porcelanato |
| Arcillas | Artículos de Cerámica |
| Cartón y papel | Papel y Cartón Fibras |
| Cartón y papel | PyC Estucados, alquitranados |
| Cartón y papel | Papel Higienico, pañuelos y toallitas desechables |
| Cartón y papel | Cajas y Envases de Cartón |
| Cartón y papel | Papel de fumar |
| Cartón y papel | Bovinas y ramajes de Papel |
| Cartón y papel | Pasta de celulosa química |
| Cartón y papel | Pasta de celulosa mecánica |
| Cartón y papel | Desperdicio de cartón |
| Tetra brick | Tetra Brik |
| Cemento | Cemento |
| Cemento | Concreto (%) |
| Cemento | Escombros (%) |
| Piedra triturada | Piedra triturada |
| Mezcla Asfáltica | Betún Asfáltico |
| Mezcla Asfáltica | Mezclas Bituminosas |
| PEAD | PEAD |
| PEAD | Residuo de PEAD |
| PEBD | PEBD |
| PP | PP |
| PP | Hilo de PP |
| PP | Residuo de PP |
| PET | Residuo PET |
| PET | Envases PET |
| PET | Resina PET |
| PVC | Cañerías |
| NFUs | Neumáticos |
| Vidrio | Vidrio para construcción |
| Vidrio | Desecho para envase (FPV) |
| Vidrio | Planchas de Vidrio |



| | |
|---|---|
| Vidrio | Bombonas para envase |
| Vidrio | Artículos de Vidrio |
| Vidrio | Vidrios (autopartes) |

**Tabla A9.**
Líneas de productos por material.
Fuente: Elaboración propia.

# 6.4 Aspectos metodológicos

## 6.4.1 Recopilación de datos sobre la generación de residuos

De manera equivalente, para la caracterización y cuantificación de los residuos generados como "salida" del metabolismo de las diversas corrientes materiales analizadas, se realizó un análisis *bottom up* de la generación de residuos en el territorio nacional, a partir de la siguiente bibliografía:

- Generación de residuos (ton/año) (MUNICIPALIDAD DE ASUNCIÓN/MADES/PNUD/FMAM. 2021. "Clasificando los residuos de Asunción – Actualización del estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos para la ciudad de Asunción". (Pendiente de publicación).

- Composición de residuos (MUNICIPALIDAD DE ASUNCIÓN/MADES/PNUD/FMAM. 2021. "Clasificando los residuos de Asunción – Actualización del estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos para la ciudad de Asunción". (Pendiente de publicación).

De esta manera, la tabla reúne por tipo de material, el valor porcentual de cantidad de material en la composición de los residuos asignando por probabilidad de ocurrencia, la disposición final en un relleno sanitario legal o fuera del sistema, de forma ilegal.

| Material | MAX of Cantidad | Unidad | Ilegal Dumping (ton/año) | Landfill (ton/año) |
|---|---|---|---|---|
| Acero | 0.42 | % | 4,501 | 7,344 |
| ... | | | | |

**Tabla A10.**
Caracterización y cuantificación de residuos.
Fuente: Elaboración propia

Con la mecánica de cálculo utilizada, los residuos generados surgen de la resta entre entradas, salidas y materiales en stock. Sin embargo, esta mecánica no refleja la realidad, ya que los valores consolidados *bottom up* de generación de residuos resultan muy diferentes a los asignados en la aproximación *top down* antes presentada.

Entre las causas principales de esto se encuentran:

- La información disponible sobre composición de residuos cubre únicamente la fracción de RSU en la zona AMA. Es decir, muchos de los residuos industriales o especiales no están pudiendo ser discriminados y su vez, sólo se está considerando el perfil de consumo de Asunción y AMA, sin considerar la posible heterogeneidad en la composición del resto del país.

- No se incorporaron dentro de este balance las extracciones de materia prima local.

- No se tuvieron en cuenta ingresos/importaciones inherentes de envases y empaques que ingresan junto con productos de flujos que están por fuera del estudio (alimentos y productos de consumo masivo, entre otros).

En la siguiente tabla es posible apreciar la magnitud de dicha diferencia.

| Material | SUM de Consumo y Residuo - Datos *Top Down* (ton/año) | Total Residuos - Datos Composición Real (ton/año) |
|---|---|---|
| Acero | 9.609 | 11.845 |
| Aluminio | 1.506 | 8.460 |
| Arcillas | 4.377 | 133.393 |
| Cartón y papel | 73.305 | 170.056 |
| Cemento | 6.715 | 6.715 |
| Cobre | -607 | 1.128 |
| PEAD | 22.106 | 32.432 |
| PEBD | 18.338 | 18.218 |
| Mezcla Asfáltica | 2.264 | 2.264 |
| NFUs | 5.218 | 5.218 |
| PET | 10.277 | 39.200 |
| Piedra triturada | -1.341 | -1.341 |
| PP | 25.406 | 17.767 |
| PVC | 17.687 | 69.376 |
| RAEE (electrónicos) | 6.214 | 44.558 |
| Tetra brick | 7.786 | 32.432 |
| Vidrio | 24.027 | 80.092 |
| Suma total | 232.887 | 658.957 |

**Tabla A11.**
Comparación Generación de residuos estimados *Top Down* y reales *Bottom Up*

Como puede observarse en la tabla, la diferencia entre el volumen de residuos estimados por diferencia de balance y el volumen extrapolado de lo generado por RSU es muy significativo.

Como puede observarse, el volumen de residuos "reales" extrapolados a partir del citado estudio es mucho mayor. Esta diferencia puede explicarse por varios faltantes y consideraciones que se tuvieron en cuenta a la hora de consolidar los balances. En esta instancia, se considera que es posible profundizar en los orígenes de la diferencia identificada, realizando un análisis más profundo para contrastar la representatividad de la información disponible sobre residuos, y correr escenarios alternativos para entender la influencia de las consideraciones inherentes a la extrapolación realizada.

### 6.4.2 Herramientas de recolección de información

Para los materiales importados registrados en aduana, se utilizaron dos instrumentos de análisis, el SICEX (Sistema Integrado de Comercio Exterior) del Banco Central del Paraguay, y el sistema privado PENTA-TINWOR. Ambos permiten acceder al volumen y al monto del material importado. En el caso de que haya un margen de diferencia importante entre ambos sistemas, se consultó a las industrias y empresas referentes para su validación final. Al mismo tiempo, la validación de las empresas fue sumamente necesaria, tanto para la confirmación de los códigos arancelarios analizados, como también la comprobación de los volúmenes que circulan dentro del mercado.



Como instrumento general para el relevamiento se trabajó con una Planilla de relevamiento de datos que ordenó los elementos de apoyo para el desarrollo de las entrevistas, tales como:

- Presentación de la consultoría y ejes estructurales del relevamiento
  - Mensajes centrales de la Entrevista de Nivel #1
- Herramientas de Gestión
  - Listado de referencias de los contactos a entrevistar
  - Planificación de tareas y tiempos para la consecución de las entrevistas
  - Tablero de monitoreo de avances
- Instrumentos para el Relevamiento
  - Cuestionarios modelo para organizar la toma y registro de información cuantitativa relevante a obtener de la primera conversación
  - Planilla de preguntas principales para privados (industrias).
  - Planilla de preguntas principales para Cámaras.

Además, para los casos donde fue necesario transferir o derivar esta primera consulta a expertos de otras áreas dentro de la misma industria o cámara, se desarrolló el siguiente Formulario de Relevamiento de Datos:




Aquí puede acceder al Formulario.

Una vez consolidados los datos, se los cargó en otra planilla denominada Datos e información relevada. Allí se consolidó toda la información cuanti y cualitativa relevada de forma directa de las industrias involucradas en el proceso.

### 6.4.3 Análisis matricial para selección de flujos materiales

Con la información recolectada, primeramente, se realizó un análisis matricial para determinar los principales flujos de materiales por cada corriente material (industrial, construcción, envases y empaques), y cuáles serían analizados a mayor profundidad, según la disponibilidad de información de los mismos. Para ello, se siguió los siguientes pasos:

**a) P#1: Análisis e identificación de las Industrias con caudal más relevante en términos de consumo de materiales en los flujos de materiales industriales, envases y empaques y materiales de la construcción**

Este análisis de alto nivel permitió tener visibilidad sobre quiénes son los actores clave del mercado, qué materiales utilizan (cemento, arena, plástico, cartón, vidrio, aluminio, etc), cuál es su posición en la cadena de valor y qué incidencia tienen en la economía en términos de entrada y salida de materiales de la misma.

Este paso se realizó en conjunto con la Fundación Moisés Bertoni para asegurar el alineamiento y priorizaciones del Grupo Impulsor de la Economía Circular en Paraguay.

**b) P#2: Análisis de la información objetivo a extraer de cada industria.**

Este análisis permitió dar visibilidad sobre la información que fue necesario obtener mediante entrevistas y visitas a Industrias para poder cuantificar el flujo de material que entra y sale de la economía en los diferentes sectores de la economía que intervienen durante la trayectoria del flujo.  Además, este análisis fue la base para la elaboración del cuestionario a ser utilizado en las entrevistas, como también los formularios que fueron empleados con los actores clave.

**c) P#3: Planificación de relevamiento y visitas de campo.**

La planificación de las entrevistas con Industrias, Cámaras o actores claves relevantes del ecosistema fue plasmada en un Diagrama de Gantt que fue actualizado semanalmente a lo largo del desarrollo de la investigación de campo, en dicho cronograma fueron identificados con nombre y apellido los referentes de cada Industria u organización clave identificada.

Esta planificación se realizó de forma conjunta con la Fundación Moisés Bertoni para asegurar que estén contemplados todos los actores clave vinculados al Proyecto de Promoción de la Economía Circular.

**d) P#4: Desarrollo de las entrevistas y visitas de campo**

Las entrevistas fueron desarrolladas de acuerdo a lo definido en la hoja de ruta del paso anterior, se contemplaron 2 equipos, el primero se encargó de coordinar las entrevistas con los distintos actores de la cadena y ejecutarlas ya sea vía remota o en el formato presencial cuidando todas las medidas sanitarias exigidas en el marco de la situación sanitaria de la pandemia COVID-19. El segundo equipo se encargó del procesamiento de la información captada de los distintos actores para conectar y construir la arquitectura de información necesaria para poder obtener una visión sistémica del funcionamiento de las diferentes cadenas de valor que existen en cada flujo de material.

La coordinación de las entrevistas, como también su ejecución fue coordinada con la Fundación Moisés Bertoni para asegurar la apertura y aceptación de la propuesta de provisión de información por parte de las Industrias.

**e) P#5: Evaluación y verificación de la información relevada**

Con el propósito de brindar la mayor robustez posible al estudio, se monitoreó semanalmente el avance de las entrevistas para asegurar abarcar la mayor cantidad de actores posible, como así también toda la información relevada fue contrastada con otras fuentes de información disponibles, sean estas, bases de datos públicas del Gobierno Paraguayo, información proveniente de Cámaras de Comercio, estudios previos internacionales, etc.

Se priorizaron las fuentes locales de información.

**f) P#6: Conclusiones del Análisis**

Una vez obtenida la información mínima requerida para avanzar en cada flujo de material, esta se consolidó en una matriz marco de flujos de materiales, en el cual se visibilizó el listado de materiales de los cuales se recabó información, detallando las industrias en las que se usa, la cadena de valor a la que pertenece, estimaciones de ingreso y egreso de la economía agrupados por los flujos de materiales comprendidos en el alcance de esta consultoría.

Esta matriz de conclusión fue la base sobre la cual, en conjunto con la Fundación Moisés Bertoni, se priorizaron los materiales de cada flujo que, por su naturaleza y su situación en la economía, tienen una mayor oportunidad de generación de triple impacto (económico, social y ambiental) por el potencial de circularidad que tienen, o en su defecto, por el impacto ambiental que está generando el consumo de dicho material en un Modelo Lineal de Producción y Consumo, pero además, se priorizó aquellos sobre los cuáles había más posibilidad de conseguir suficiente cantidad y calidad de datos, lo cual se pudo visibilizar a través de la matriz de cantidad y calidad de datos que se explica a continuación.

### 6.4.4 Matriz de cantidad y calidad de datos

La matriz de cantidad y calidad de datos es una estructura que permitió previsualizar la arquitectura de flujos materiales por etapas o nodos del sistema, tal como suele representarse un Diagnóstico de Metabolismo de materiales. Estos flujos materiales se desarrollaron a partir de la identificación de los materiales empleados y circulados en el mercado (descritos en el sub-capítuo anterior). Los registros o filas de la matriz listan los siguientes componentes:

- Flujos de envases y empaques de la industria manufacturera:
  - Plástico Papel Cartón Vidrio Materiales Compuestos (tetra pak).
- Flujos de Materiales de Construcción:
  - Cemento, Arena, piedra triturada, piedra bruta, arcillas, metales y otros materiales, plásticos, vidrio, yeso.
- Flujos de Materiales de la Industria manufacturera:
  - RAEE, Acero, NFUs, Textiles.

En los campos o columnas de la matriz, se ordenaron lógicamente las “entradas” y “salidas” del sistema, para definir los diversos nodos que componen el sistema que los flujos materiales comunican. Si bien, para ese momento, todavía no se contaba con información suficiente para dimensionar dichos flujos, se pudo en esta instancia establecer la existencia de los mismos e ilustrar en el cruce de los flujos materiales y los nodos como etapas de origen, transformación o destino atravesadas.



Estos son:

- Identificación del tipo de material:
  - Eje: corresponde a la preselección de corrientes materiales de interés.
  - Insumo: cada corriente material agrupada por clase, que luego se podrán ir desagregando en función del detalle obtenido en la organización de producción de bienes de interés para el modelo de metabolismo de las corrientes materiales relevantes.
- Entradas:
  - Importación de residuos y subproductos.
  - Importaciones (de bienes y materiales en general).
  - Extracción doméstica.
  - Almacenamiento: instancia en la que los materiales detienen su “flujo” al quedar fijados en otras estructuras, por ejemplo: construcciones o rellenos sanitarios (temporalidades diversas).
  - Reciclado: nodo de transformación de materiales y su acondicionamiento para la extensión de la vida útil de los materiales.
- Salidas:
  - Exportación de bienes.
  - Exportación de residuos y subproductos.
  - Incineración: con o sin recuperación de energía, en principio a los fines del alcance previsto es indistinto puesto que se enfatiza la circularidad de flujos materiales, únicamente.
  - Vertedero ilegal de residuos.
  - Relleno Sanitario.

Para validar la cantidad y calidad de información relevada, en la Tabla 7 se desarrolló la siguiente escala cualitativa para identificar y distinguir:

- Flujo NO confirmado: conexión potencial pero no comprobada entre dos o más nodos, que determina el flujo de cada corriente material. Señalados en GRIS.
- Flujo confirmado, sin datos: determinan la existencia de un flujo que puede confirmarse entre dos nodos para cada corriente, pero sobre el cual no hemos podido definir datos cuantitativos en el período de tiempo de interés. Señalados en AMARILLO.
- Flujo confirmado, sin datos directos disponibles, por lo que se define la utilización de un PROXY. Este tipo de casos se señalan con color MORADO.

| Eje material | Insumo | Waste imports | Imports | Domesic extraction | Stock | Recycling | Exports | Waste exports | Incineración | Illegal dumping | Landfill |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Biomasa** | Papel y cartón | | | | | | | | | | |
| **Metales** | Acero / metales Ferrosos | | | | | | | | | | |
| | Aluminio | | | | | | | | | | |
| | Cobre | | | | | | | | | | |
| **Otros productos** | Tetra brick | | | | | | | | | | |
| | **RAEE (electrónicos)** | | | | | | | | | | |
| | **NFUs** | | | | | | | | | | |
| | Textiles | | | | | | | | | | |
| **Minerales no metálicos** | Cemento | | | | | | | | | | |
| | Arena | | | | | | | | | | |
| | Piedra triturada | | | | | | | | | | |
| | Mezcla Asfaltica | | | | | | | | | | |
| | Arcillas | | | | | | | | | | |
| | Vidrio | | | | | | | | | | |
| **Plásticos** | PET | | | | | | | | | | |
| | HDPE + PE | | | | | | | | | | |
| | PP | | | | | | | | | | |

**Tabla 38.**
Matriz de Calidad de Datos
Fuente: Elaboración propia.

- Flujo confirmado con datos parciales: conexión comprobada entre dos o más nodos, con datos cuantitativos parciales relevados para el período de interés. Señalados en NARANJA.
- Flujo confirmado con datos: determinan la existencia de un flujo que puede confirmarse entre dos nodos para cada corriente, con datos cuantitativos relevados para el período de tiempo de interés. Señalados en VERDE.
- Flujo fuera del alcance del estudio: flujos que no se incluyen en el alcance del presente estudio o que no aplican (N/A), señalados en AZUL.

Luego para poder procesar el código de valorización de cantidad/calidad de información valorado para cada corriente, se realizó una correlación numérica que reflejó el peso relativo de la calidad/cantidad como indicador. De este modo, tal como puede observarse en la Tabla 8, se estableció el siguiente código de equivalencia cuali-cuantitativa.

A partir de esta valoración, se calculó para cada corriente material la agregación de las cifras, indicando el valor nominal teórico de la información potencialmente disponible (la sumatoria de todos los casos, con valoración #3: columna TOTAL) y se estableció una distancia al objetivo de la información sumando los valores reales según los valores asignados de acuerdo al código anteriormente presentado (columna SUMA). De esta manera, fue posible jerarquizar aquellas corrientes materiales que se alejan más o menos del valor potencial de información disponible (columna % Completitud). En la Tabla 9 se presenta la matriz con los resultados de esta valoración.

| Significado | Color | Puntuación |
|---|---|---|
| Flujo NO confirmado | Gris | -1 |
| Flujo confirmado, sin datos | Amarillo | 2 |
| Flujo confirmado, sin datos (Proxy) | Morado | 2.3 |
| Flujo confirmado con datos parciales | Naranja | 2.5 |
| Flujo confirmado, con datos | Verde | 3 |
| Fuera del alcance (N/A) | Azul | 0 |

**Tabla 39.**
Código de equivalencia cuali-cuantitativa de la matriz.
Fuente: elaboración propia.



## 6.4.5 Criterios para medir la suficiencia y la calidad de la información relevada

Para un análisis de diagnóstico de metabolismo, se considera de suma importancia la disponibilidad de la información sobre los flujos de los materiales en estudio. Sin embargo, hay otros criterios también relevantes que se han tenido en cuenta al momento de analizar y seleccionar las corrientes de materiales a profundizar, por este motivo se desarrollaron tres criterios de análisis que se presentan a continuación.

Con el objetivo de establecer un umbral objetivo y cuantificable para contrastar el nivel de cantidad y calidad de la información relevada se desarrollaron los siguientes criterios, agrupados en dos categorías:

**a. Suficiencia**

Cantidad: todos los materiales deberán de contar con al menos 5 puntos de toma de datos e información, pudiendo estos ser de distintos tipos de "stakeholders".

Completitud: lograr >70% de información sobre cómo son los flujos en cada cadena de valor desde la extracción hasta su disposición final (visualizado en la Columna "%Completitud" anteriormente explicada)

Representatividad: para aquellos materiales presentes en más de un sector priorizado, es necesario asegurar una completitud >70% en cada uno de los sectores.

Cobertura: estimación del % del "market share" de las industrias involucradas considerando ideal que las organizaciones encuestadas representen >50% del mismo en el sector priorizado.

**b. Mitigación**

Distance to Target: todos aquellos flujos que lleguen por debajo del 70% pero por encima del 50% podrán ser calculados de manera aproximada y los datos estimados que aún sigan sirviendo como insumo para la toma de decisiones.

Fuentes alternativas: para todos los flujos será importante poder contar con fuentes de información alternativas para complementar la información faltante no relevada de manera directa de la economía paraguaya. Con especial atención para aquellos por debajo del 70% pero encima del 50%.

Dichos criterios constituyeron el marco de evaluación para todas las corrientes materiales relevadas, a partir de las cuales se propone un escenario inicial de jerarquización, que luego es ajustado por contexto y excepciones a las reglas establecida para la valoración, flexibilizando la rigidez de la metodología y permitiendo reflejar mejor las dinámicas complejas de la configuración productiva de las corrientes materiales de interés.

## 6.4.6 Mecanismo de cuantificación de los criterios para valorización de las corrientes materiales

Para traducir los criterios en umbrales se procedió con la secuencia que se presenta en la Tabla 10.

En cuanto al criterio de Cobertura, parte de la estrategia de recolección de datos fue entrevistar a aquellas empresas que son líderes del sector. Una de las limitaciones del estudio tuvo que ver con la dificultad para determinar la cobertura de mercado de cada una de ellas porque dichos datos no existen, en muchos casos, ni las mismas empresas son capaces de estimarlos. Por eso se definió hacer una estimación de forma binaria por corriente de material que determina si se considera que con las entrevistas se abarcó el 50% de la cobertura de mercado de la industria.

Por su parte, los criterios de Mitigación fueron utilizados como insumo para el plan de acción para la mitigación de las brechas de información diagnosticadas en esta instancia.

A partir del procesamiento de los datos cuantitativos en relación a los umbrales establecidos para cada criterio, se elaboraron comparativos de suficiencia y calidad de datos para las diferentes corrientes materiales. Los materiales se seleccionaron de acuerdo a los porcentajes que adquirieron en la sumatoria de dichos criterios. Se tomó como criterio principal incluir a aquellos que alcanzaron puntajes superiores al 70%, y se decidió incluir algunos más que se consideraron relevantes, con sus correspondientes medidas de mitigación.

En algunos casos, aunque obtuvieron puntajes bajos (caso de NFU, RAEE, mezcla asfáltica, arena lavada, arcilla, piedra triturada, tetra brik), se decidió incluirlos tomando medidas de mitigación ante la baja disponibilidad de información, debido a la relevancia de la problemática ambiental que representan actualmente a nivel país. Estas consideraciones y medidas de mitigación son explicadas en la siguiente sección.

| Eje material | MP | Insumo | Waste Imports | Imports | Domesic extraction | Stock | Recycling | Exports | Waste exports | Incineración | illegal dumping | Landfill | SUMA | TOTAL | % COMPLETITUD | % CANTIDAD | COBERTURA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (Biomasa)?? | | Papel | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 19 | 21 | 90% | 80% | 1,00 |
| | | Papel y cartón | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 19 | 21 | 90% | 110% | 1,00 |
| | | Cartón | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 19 | 21 | 90% | 140% | 1,00 |
| Metales | | Acero / metales Ferrosos | 3 | 3 | 0 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 21 | 24 | 88% | 320% | 1,00 |
| | Aluminio | Aluminio | 3 | 3 | 0 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 21 | 24 | 88% | 200% | 1,00 |
| | | Cobre | 3 | 3 | 0 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 21 | 24 | 88% | 160% | 1,00 |
| Otros productos | | Tetra brick | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | -1 | 3 | 0 | 2 | 2 | 9 | 15 | 60% | 40% | 1,00 |
| | | **RAEE (electrónicos)** | 3 | 3 | 0 | 0 | 2,5 | 2 | -1 | 2 | 2 | 2 | 15,5 | 24 | 65% | 180% | 1,00 |
| | | **NFUs** | 3 | 3 | 0 | 0 | -1 | 3 | 3 | 2,5 | 2 | 2 | 17,5 | 24 | 73% | 80% | 0,50 |
| | | Textiles | 2 | 3 | 2 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 2 | 2 | 16 | 21 | 76% | 180% | 0,50 |
| Minerales no metálicos | | Cemento | 0 | 3 | 3 | 2,5 | 0 | -1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 10,5 | 15 | 70% | 240% | 1,00 |
| | Arena | Arena | 0 | 0 | 2,3 | 3 | 0 | -1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 7,3 | 12 | 61% | 200% | 1,00 |
| | Piedra triturada | Piedra triturada | 0 | 0 | 2,3 | 3 | 0 | -1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 7,3 | 12 | 61% | 200% | 1,00 |
| | | Mezcla Asfáltica | 0 | 3 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 9 | 78% | 40% | 1,00 |
| | Arcillas | Arcillas | 0 | 0 | 2,3 | 3 | 0 | -1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 7,3 | 12 | 61% | 120% | 1,00 |
| | | Vidrio | 3 | 3 | 0 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 21 | 24 | 88% | 100% | 1,00 |
| Plásticos | | PET | 3 | 3 | 0 | 0 | 2,5 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 18,5 | 21 | 88% | 40% | 1,00 |
| | | HDPE + PE | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 20 | 24 | 83% | 100% | 1,00 |
| | | PP | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 20 | 24 | 83% | 100% | 0,50 |

**Tabla 40.**
Matriz de resultados de valoración

Finalmente, el flujo material que se decidió excluir definitivamente del estudio fuer el de textiles debido al bajo acceso que se obtuvo a la información primaria de las empresas y porque se consideró que, si bien es una problemática importante en países desarrollados, todavía no constituye un problema ambiental tan importante a nivel nacional, en comparación con los otros flujos materiales.

## 6.4.7 Primera versión de la matriz de riesgos y oportunidades

La primera consolidación de la matriz permitió identificar un total de 85 riesgos y oportunidades, con la siguiente distribución:

Fue posible aislar y describir 38 riesgos, de los cuales:

- 13 corresponden al balance ambiental, siendo 7 para el flujo de construcción, 1 para empaques, 2 para industrial y 3 ambientales transversales.
- 15 corresponden al balance económico, siendo 2 para el flujo construcción, 5 para empaques, 4 para industrial y 4 económicos transversales.
- 10 corresponden al balance material, siendo 4 para el flujo construcción, 3 para empaques y 3 para el flujo industrial

Se obtuvieron en primera instancia 47 Oportunidades, de las cuales:

- 6 corresponden al balance ambiental, siendo 3 para construcción, 1 para el flujo industrial y otra ambiental transversal
- 14 corresponden al balance económico, siendo 5 del flujo construcción, 3 de empaques, 5 para el flujo industrial y 1 como oportunidad económica transversal.
- 27 corresponden al balance material, de las cuales 10 aplican en el sector de la construcción, 5 para empaques, 8 para industrial y 4 transversales a los 3 flujos.

Asimismo, la distribución de riesgos y oportunidades por material se expresa en el gráfico 34.

Luego, tanto los riesgos como las oportunidades fueron depurados y curados hasta obtener una menor cantidad y mayor calidad, en búsqueda de simplificar y hacer más accesibles los resultados obtenidos del análisis.

Se desarrolló un diseño de estructura que identifica los siguientes campos:

Orden por Flujos: Construcción, Envases y Empaques e Industria.

- Id#: identificador numeral único para cada Oportunidad y Riesgo.
- Anotación: Descripción primaria del contexto o circunstancia hallada.
- Descripción: Detalle de la oportunidad o riesgo identificado.
- Riesgo / Oportunidad: Identificación si es un riesgo o una oportunidad.

- Balance: Detalle del Balance dónde se identifica y desarrolla: Material, Financiero o Ambiental
- Etapa: Detalle de la etapa dónde se identifica y desarrolla: Entrada, Salida o pérdida de materiales
- Material: Detalle de la/s corriente/s material/es evaluadas.

Para el caso de los riesgos, en líneas generales y más allá de cómo aplica en cada caso/material, se encuentran asociados principalmente a:

- Modelos de suministro
- Cadena de suministro
- Riesgos en Entradas (MP)
- Volatilidad de los commodities
- Resiliencia frente al cambio climático (única hidrovía, si el río baja los buques tienen que si o si bajar su capacidad de entradas y salidas de productos).

Por su parte, la identificación de oportunidades para cada flujo y balance se encuentra asociadas al sector privado, al sector público (incentivos, licitaciones, etc.), y/o al diseño de políticas públicas.

| | | |
|---|---|---|
| **Cantidad** | Todos los materiales deberán de contar con al menos 5 puntos de toma de datos e información, pudiendo estos ser de distintos tipos de stakeholders. | Se computó la cantidad de empresas en contacto con los materiales productivos de interés y se presentó el % de cobertura sobre el total previsto. En este análisis se integró también el criterio de representatividad transversal de los materiales en los sectores evaluados. |
| **Completitud** | Lograr >70% de información sobre los flujos en cada cadena de valor desde la extracción hasta su disposición final. | Corresponde a la valorización presentada en la matriz de calidad de datos, sumando puntajes alcanzados, frente a un total ideal del máximo posible de información potencialmente disponible para cada flujo. Ese % constituye la "completitud" de la información procesada. |
| **Cobertura** | Estimación del % del market share de las industrias involucradas considerando ideal que las organizaciones encuestadas representen >50% del mismo en el sector priorizado. | Se consideró como un indicador binario, en función de si las industrias sobre las que se relevó información en su conjunto, para cada corriente superaban o no el 50% de la cuota de mercado. |

**Tabla 41.**
Secuencia para traducir criterios en umbrales



**Gráfico 33.**
Clasificación de Riesgos y Oportunidades identificadas

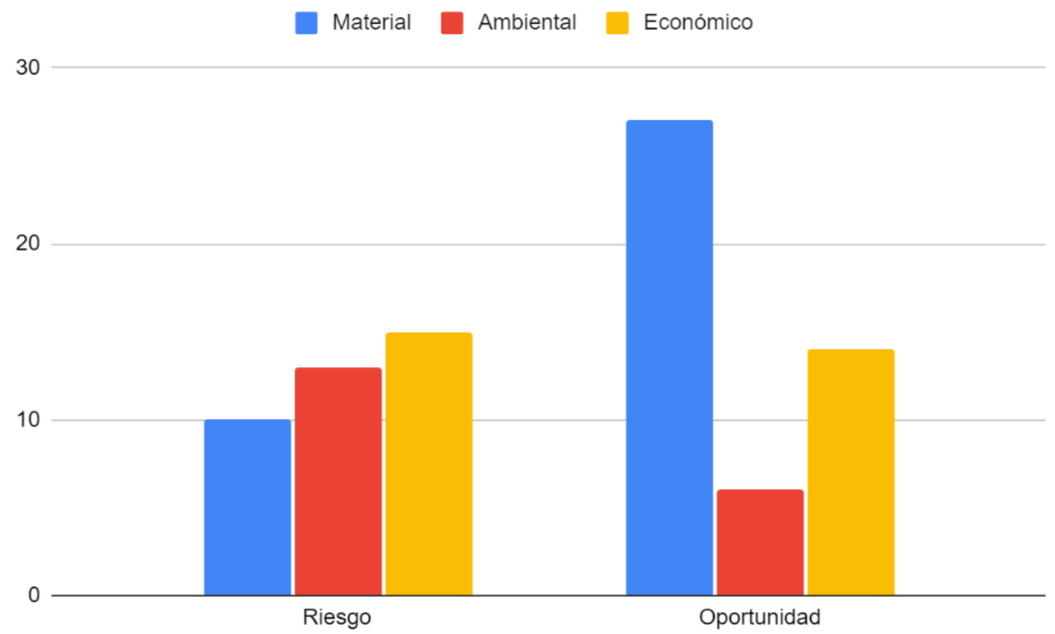
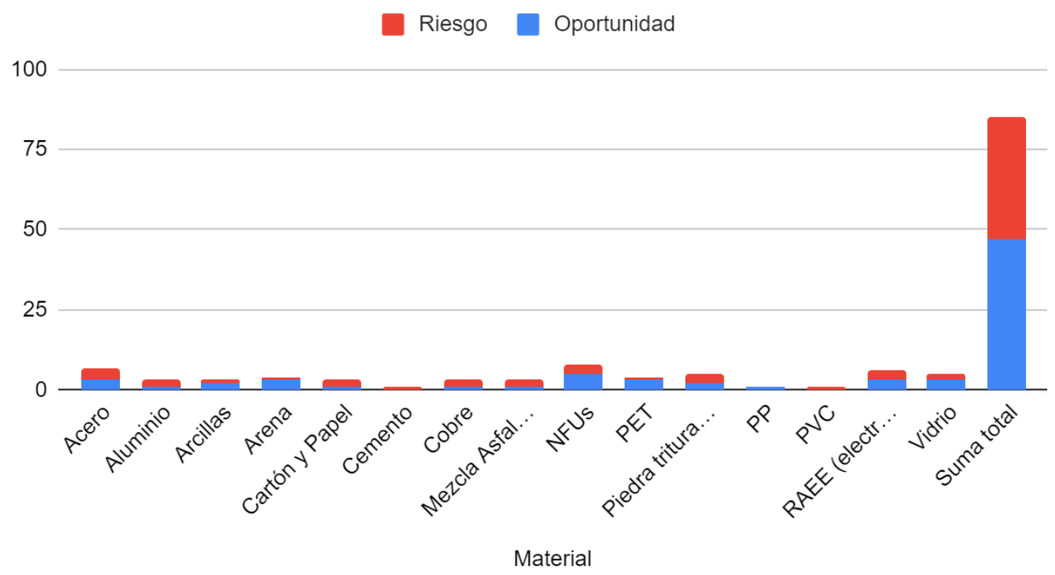



**Gráfico 34.**
Identificación de Riesgos y Oportunidades por Material





ac+
Proyecto de
Economía Circular



BID
LAB



FUNDACIÓN
MOISÉS
BERTONI