



**BANCO DE
GUATEMALA**

**Banco de Guatemala
Departamento de Estadísticas Macroeconómicas
Sección de Cuentas Ambientales**

Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de Guatemala Cuenta de Flujo de Materiales

**Aspectos conceptuales, fuentes de
información y procedimientos metodológicos**

Septiembre 2026



Autoridades

Alvaro González Ricci

Presidente

José Alfredo Blanco Valdés

Vicepresidente

Jorge Vinicio Cáceres Dávila

Gerente General

Johny Gramajo Marroquín

Gerente Económico

William Ariel Cano Hernández

Gerente Financiero

Herberth Solórzano Somoza

Gerente Administrativo

Leonel Hipólito Moreno Mérida

Gerente Jurídico

Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de Guatemala

Cuenta de Flujo de Materiales

Presentación

El Banco de Guatemala, en el marco de su Plan Estratégico Institucional 2026–2030, estableció como uno de sus objetivos prioritarios la implementación del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE), en concordancia con los estándares y las mejores prácticas internacionales. Esta iniciativa busca fortalecer la incorporación de la dimensión ambiental en el Sistema de Cuentas Nacionales y ampliar el análisis de las relaciones entre la economía y el medio Ambiente.

La Cuenta de Flujo de Materiales (CFM) forma parte del marco del SCAE y tiene como propósito generar información integrada y comparable que permita analizar los flujos físicos de materiales entre el Ambiente y la economía, dentro de la economía y entre la economía nacional y el resto del mundo. Su objetivo principal es registrar, en términos físicos, la extracción nacional de recursos naturales, las importaciones y exportaciones, la acumulación de materiales en la economía y los flujos que retornan al Ambiente.

La elaboración de esta cuenta responde a la necesidad de disponer de información consistente, estructurada y comparable sobre el uso de los recursos naturales en las actividades productivas y de consumo. Para ello, integra información que permite medir las tendencias en el uso de recursos, los patrones de producción y consumo, así como la relación entre el crecimiento económico y la utilización de materiales. De esta manera, constituye una herramienta que contribuye al seguimiento del uso sostenible y eficiente de los recursos, así como a la formulación de políticas públicas orientadas a mejorar la productividad de los materiales y promover el desarrollo sostenible del país. La información se compila con periodicidad anual y se expresa en toneladas métricas, lo que facilita la comparabilidad de los resultados y su integración con otras estadísticas económicas y ambientales.

El documento se estructura en tres capítulos. El primero presenta el marco general y conceptual de la CFM, incluidos sus antecedentes, objetivos y principales conceptos; el segundo describe las fuentes de información utilizadas; y el tercero desarrolla el procedimiento metodológico aplicado para la compilación, integración, cálculo, validación y aseguramiento de la calidad de la información.

Guatemala, septiembre de 2026

Agradecimientos

El Banco de Guatemala agradece especialmente la colaboración de las instituciones públicas que proporcionaron información estadística y técnica para la elaboración de la presente cuenta ambiental. Asimismo, reconoce el apoyo brindado por las empresas, las asociaciones del sector privado y demás organizaciones que atendieron los requerimientos de información y contribuyeron con datos relevantes para su compilación.

Consideraciones generales

Nota al lector:

El presente documento describe los principales aspectos conceptuales y metodológicos considerados para la elaboración de la cuenta, en concordancia con los principios, conceptos y recomendaciones establecidos en el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) y demás referencias metodológicas aplicables.

Los aspectos descritos constituyen el marco de referencia para la compilación de la cuenta y tienen fines estadísticos y analíticos, procurando mantener la coherencia conceptual y contable con el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN).

Elaboración técnica:

Departamento de Estadísticas Macroeconómicas
Sección de Cuentas Ambientales
Banco de Guatemala

Período de referencia de la información:

La presente publicación reúne información correspondiente al período 2013–2024.

Fecha de publicación:

Septiembre de 2026

Forma sugerida de citar este documento:

Banco de Guatemala. (2026). *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de Guatemala Cuenta de Flujo de Materiales. Aspectos conceptuales, fuentes de información y procedimientos metodológicos.*



7a. Av. 22-01, zona 1, Guatemala, C. A.



Código Postal: 01001

(502) 2429 6000

(502) 2485 6000



www.banguat.gob.gt

Índice

Presentación	i
Agradecimientos	ii
Consideraciones generales	iii
Siglas y acrónimos	v
I. Marco general y conceptual	1
A. Antecedentes	1
B. Objetivos	2
1. Objetivo general	2
2. Objetivos específicos	2
C. Aspectos conceptuales	2
1. Conceptos y definiciones principales	3
II. Fuentes de información	5
A. Información utilizada	5
III. Procedimiento metodológico	8
A. Proceso de compilación y tratamiento de la información	8
1. Clasificación y organización de la información	8
2. Integración en los Cuadros de Oferta y Utilización	9
3. Identidad de la Cuenta de Flujo de Materiales	11
B. Metodología de cálculo	12
1. Procedimientos de cálculo e integración	13
2. Cálculo de indicadores	18
C. Validación y calidad de la información	19
Glosario	21
Referencias bibliográficas	23
Anexos	27

Siglas y acrónimos

BANGUAT	Banco de Guatemala
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CB	Cuenta de Bosque
CCP	Clasificación Central de Productos
CE	Comercio Exterior
CEE	Cuenta de Energía y Emisiones al Aire
CENGICAÑA	Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar
CFM	Cuenta de Flujo de Materiales
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas
COU	Cuadro de Oferta y Utilización
COU-F	Cuadro de Oferta y Utilización en unidades físicas
CR	Cuenta de Residuos
CRM	Cuenta del Resto del Mundo
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil
DQAF	Marco de Evaluación de la Calidad de los Datos (siglas en inglés)
ENCOVI	Encuesta Nacional de Condiciones de Vida
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (siglas en inglés)
GCC	Grupo Cementos de Chihuahua
IARNA	Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas
IEA	Agencia Internacional de Energía (siglas en inglés)
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INE	Instituto Nacional de Estadística
INGUAT	Instituto Guatemalteco de Turismo
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (siglas en inglés)
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
NAEG	Nomenclatura de Actividades Económicas para Guatemala
NFMG	Nomenclatura de la Cuenta de Flujo de Materiales de Guatemala
NPG	Nomenclatura de Productos para Guatemala
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (siglas en inglés)
OIMT	Organización Internacional de las Maderas Tropicales

Siglas y acrónimos

PIB	Producto Interno Bruto
PNP	Producción nacional procesada
RAC	Residuos agrícolas de cosecha
ROM	Mineral extraído en bruto (siglas en inglés)
RPR	Relación residuo-producto (siglas en inglés)
SAC	Sistema Arancelario Centroamericano
SAT	Superintendencia de Administración Tributaria
SCAE	Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica
SCN	Sistema de Cuentas Nacionales
SIEC	Clasificación Internacional Estándar de Productos Energéticos (sigla en inglés)
UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (siglas en inglés)
UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (siglas en inglés)
UNFC	Clasificación Marco de las Naciones Unidas para los Recursos (siglas en inglés)
UNSD	División de Estadística de las Naciones Unidas (siglas en inglés)
URL	Universidad Rafael Landívar

I. Marco general y conceptual

A. Antecedentes

Desde finales de la década de 1980, se fortaleció el reconocimiento de la estrecha relación entre el Ambiente, la economía y el bienestar social. El informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo destacó la interdependencia entre los procesos ecológicos y económicos y señaló la necesidad de integrar los objetivos económicos, sociales y ambientales en las decisiones de política (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987). Este planteamiento evidenció la importancia de disponer de información integrada para comprender las interacciones entre las actividades económicas y el Ambiente.

En respuesta a esta necesidad, las Naciones Unidas impulsaron el desarrollo de marcos contables orientados a integrar de manera coherente la información ambiental y económica. En 1993 se publicó, en versión provisional, el Manual de contabilidad nacional: contabilidad ambiental y económica integrada. Ese mismo año se creó el Grupo de Londres sobre Contabilidad Ambiental, con el propósito de promover el intercambio de experiencias y contribuir al desarrollo metodológico de las cuentas ambientales.

Posteriormente, en 2003 se publicó el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada 2003 (SCAE-2003), mediante el cual se ampliaron y consolidaron los avances conceptuales y metodológicos de la versión provisional. Durante los años siguientes, el marco fue revisado y perfeccionado mediante procesos de consulta internacional orientados a fortalecer su consistencia, aplicabilidad y vinculación con el Sistema de Cuentas Nacionales.

Este proceso culminó con la adopción, en 2012, del Marco Central del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE-MC) como estándar estadístico internacional. El SCAE-MC proporciona un marco conceptual y metodológico común para organizar información ambiental y económica de manera coherente y comparable, y constituye la base para el desarrollo de cuentas y extensiones temáticas relacionadas con los recursos naturales, los flujos físicos y las interacciones entre el Ambiente y la economía.

En Guatemala, los primeros avances en esta materia se desarrollaron mediante la colaboración del Banco de Guatemala (BANGUAT), el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Universidad Rafael Landívar (URL), por medio del entonces Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, actualmente denominado Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología (IARNA). En el marco de este esfuerzo interinstitucional se realizaron ejercicios orientados a adaptar los conceptos y métodos de la contabilidad ambiental a las condiciones y fuentes de información disponibles en el país. Estas experiencias permitieron establecer bases conceptuales, metodológicas e institucionales para el desarrollo posterior de las cuentas ambientales.

Como resultado de este proceso, en 2013 se publicó el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de Guatemala 2001-2010: Compendio estadístico, documento que reunió los principales aspectos conceptuales y metodológicos, así como los cuadros estadísticos de las cuentas ambientales elaboradas durante ese período. Este trabajo constituyó un antecedente

relevante para la institucionalización y el fortalecimiento de la contabilidad ambiental en Guatemala (INE *et al.*, 2013).

Actualmente, en el marco de su Plan Estratégico Institucional y de los lineamientos del SCAE, el Banco de Guatemala impulsa el fortalecimiento de la contabilidad ambiental mediante la elaboración de las cinco Cuentas Ambientales: Agua, Energía y Emisiones al Aire, Flujo de Materiales, Residuos y Bosque. Aunque cada cuenta aborda recursos o flujos ambientales específicos, su compilación forma parte de un proceso integrado y secuencial. Este enfoque favorece, cuando corresponde, la utilización de fuentes, clasificaciones y elementos comunes, así como la reutilización de información compilada entre las cuentas, con el propósito de generar estadísticas coherentes y comparables para analizar las relaciones entre la economía y el Ambiente.

B. Objetivos

1. Objetivo general

Cuantificar de manera integrada los flujos físicos de materiales asociados a la extracción del Ambiente, su ingreso y salida mediante el comercio exterior, su utilización y acumulación en la economía guatemalteca y su retorno al Ambiente, con el fin de generar información que apoye el análisis económico y ambiental y el uso sostenible de los recursos naturales.

2. Objetivos específicos

- Cuantificar anualmente los flujos físicos de materiales entre el Ambiente, la economía guatemalteca y el resto del mundo, desagregados por tipo de material, flujo y actividad económica.
- Cuantificar los materiales que retornan al Ambiente en forma de emisiones y residuos, conforme a la estructura de la Producción Nacional Procesada.
- Calcular indicadores sobre el insumo directo y el Consumo Nacional de Materiales, la Productividad e Intensidad material y la Balanza Comercial de Materiales, con el propósito de apoyar el análisis económico y ambiental de la Cuenta de Flujo de Materiales.

C. Aspectos conceptuales

La Cuenta de Flujo de Materiales (CFM) se elabora con base en el Marco Central del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica 2012 (SCAE-MC) y en el *Economy-wide material flow accounts handbook: 2018 edition*, que orientan el registro coherente de los flujos físicos de materiales entre el Ambiente y la economía, dentro de la economía nacional y con el resto del mundo.

La compilación de la cuenta se complementa con las orientaciones contenidas en *The use of natural resources in the economy: A global manual on economy-wide material flow accounting* (UNEP, 2021) y en las siguientes notas y documentos técnicos desarrollados en el marco del SCAE y de la contabilidad de flujos de materiales:

- *SEEA technical note: Economy-wide material flow accounts.*
- *SEEA Central Framework Research Agenda: A note on EW-MFA and physical use and supply tables.*
- *Economy-wide material flow accounts (EW-MFA): Draft version on DPO and balancing items.*
- *Further clarifying the conceptual treatment of physical imports and exports in economy-wide material flow accounts (EW-MFA).*
- *Developing a material flow monitor for the Netherlands from national statistical data.*
- *Measuring material flows and resource productivity. Volume II: Accounting framework.*
- *Technical annex for Global Material Flows Database: 2021 edition.*
- *Documentation of the EU RME model.*
- *Secondary materials in European material flow accounts in raw material equivalents.*
- *Economy-wide material flow accounts and derived indicators: A methodological guide.*

En conjunto, estos documentos proporcionan orientaciones para la recopilación, clasificación, estimación y presentación de la información relacionada con la Extracción Nacional de Materiales (ENM), el Comercio Exterior (CE), la Acumulación de Materiales (ACM) y los flujos que retornan al Ambiente.

Con base en estas orientaciones, la Cuenta de Flujo de Materiales registra el movimiento de materiales entre el Ambiente y la economía, así como dentro de esta. Esto comprende los materiales extraídos del Ambiente, los bienes que ingresan o salen de la economía mediante el comercio exterior, los materiales que se acumulan en edificaciones, infraestructura y otros bienes duraderos, y aquellos que retornan al Ambiente en forma de residuos y emisiones.

El registro de estos flujos se fundamenta en el principio de conservación de la materia y la energía, según el cual los materiales que ingresan a la economía mediante la extracción nacional y las importaciones deben igualarse con los que se acumulan en ella o salen mediante las exportaciones, los residuos y las emisiones. Este principio constituye la base para la clasificación, el balance y el análisis de los flujos de materiales a lo largo de su ciclo económico.

Para comprender la estructura y el alcance de la Cuenta de Flujo de Materiales, a continuación, se presentan los principales conceptos y definiciones utilizados para identificar, clasificar y registrar los flujos físicos de materiales.

1. Conceptos y definiciones principales

Flujo de Materiales

Representa el movimiento de materiales entre el medio Ambiente y la economía, dentro de la economía o entre economías (Eurostat, 2018).

Extracción nacional

Comprende los materiales extraídos o recolectados del Ambiente dentro del territorio nacional para ser utilizados en la economía. Incluye biomasa, minerales metálicos, minerales no

metálicos y recursos energéticos fósiles (Eurostat, 2018, p. 38). Por acuerdo metodológico, la extracción no usada no se contabiliza en la CFM.

Importaciones físicas

Comprenden los bienes materiales que ingresan a la economía nacional procedentes del resto del mundo, registrados en unidades físicas. Incluyen materias primas, productos semielaborados y productos terminados (UNEP, 2021, p. 13).

Acumulación de materiales

Representa los materiales que permanecen en la economía y se incorporan a las existencias en forma de edificaciones, infraestructura, maquinaria, equipo y otros bienes duraderos (Eurostat, 2018, p. 28).

Exportaciones físicas

Comprenden los bienes materiales que salen de la economía nacional con destino al resto del mundo, registrados en unidades físicas. Incluyen materias primas, productos semielaborados y productos terminados (UNEP, 2021, p. 13).

Producción nacional procesada

Comprende los materiales que retornan desde la economía hacia el Ambiente como resultado de las actividades de producción y consumo. Incluye emisiones atmosféricas, residuos sólidos dispuestos en el Ambiente, usos disipativos de productos y pérdidas disipativas (UNEP, 2021, p. 95).

II. Fuentes de información

A. Información utilizada

La compilación de la CFM se sustenta en información estadística, administrativa y técnica proveniente de distintas instituciones nacionales. Estas fuentes proporcionan los datos necesarios para registrar los flujos físicos de materiales y calcular los indicadores derivados de la cuenta.

La información utilizada comprende la extracción nacional de biomasa, minerales metálicos, minerales no metálicos y recursos energéticos fósiles; el intercambio físico de materiales con el resto del mundo; la acumulación de materiales en la economía; y los flujos que retornan al Ambiente como residuos y emisiones. Para su elaboración se integran datos agrícolas, forestales, pesqueros, mineros, energéticos, industriales, comerciales y ambientales.

Esta información se complementa con parámetros y coeficientes teóricos relacionados con la densidad, la generación de residuos de cultivos, la proporción de estos residuos que es aprovechada, la concentración de minerales y los factores de emisión atmosférica. Por su parte, la información sobre la eliminación de residuos al medio Ambiente proviene de la Cuenta de Residuos (CR), las emisiones atmosféricas generadas por el sector energía proviene de la Cuenta de Energía y Emisiones al Aire (CEE) y la extracción de madera proviene de la Cuenta de Bosque (CB). La combinación de estas fuentes permite ampliar la cobertura de la CFM y mantener la coherencia de los resultados entre sus diferentes componentes.

La Tabla 1 presenta las principales fuentes de información estadística, administrativa y técnica utilizadas para compilar la CFM. Para su elaboración se emplean los Cuadros de Oferta y Utilización, el Sistema de Cuentas Nacionales, los registros de comercio exterior y las estadísticas sectoriales. Asimismo, se incorpora información previamente compilada en las cuentas de Bosque, Energía y Emisiones y Residuos. Estas fuentes permiten cuantificar la extracción nacional, la producción, las importaciones, las exportaciones y la Utilización de materiales, así como las emisiones y los residuos que retornan al Ambiente.

Por su parte, la Tabla 2 reúne los manuales, estudios y publicaciones técnicas consultados para establecer criterios metodológicos, factores de conversión, densidades y coeficientes relacionados con la biomasa, los minerales, los recursos energéticos fósiles, los productos industriales y los residuos. Antes de su integración, la información se armoniza en términos de cobertura, clasificaciones, unidades de medida y período de referencia.

Tabla 1*Fuentes estadísticas, administrativas y técnicas utilizadas en la CFM*

Fuente	Institución
Sistema de Cuentas Nacionales	BANGUAT
Sistema de Estadísticas de Balanza de Pagos	
Indicadores de Coyuntura y de las Cuentas Satélites	
Cuenta de Bosque de Guatemala	
Cuenta de Energía y Emisiones al Aire de Guatemala	
Cuenta de Residuos de Guatemala	
Estadísticas del sector minero de la Dirección General de Minería	MEM
Balances energéticos nacionales	
Revista de Hidrocarburos	
Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero	MARN
Estadísticas agropecuarias anuales	INE
Proyecciones nacionales de población	
Compendios estadísticos ambientales	
Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2023	
Parque vehicular anual	SAT
Registros aduaneros de comercio exterior	
Estadísticas de transporte aéreo	DGAC
Base de datos de gasto turístico	INGUAT
Investigación de campo mediante consultas directas	Empresas, asociaciones del sector privado
Series históricas de producción, exportación y consumo de azúcar en Guatemala	CENGICAÑA
Consultas con especialistas agrícolas	ICTA y CENGICAÑA
Emisiones de los sistemas agroalimentarios	FAO
Información sobre aeronaves	Airliners

Tabla 2*Documentos y publicaciones técnicas consultados*

Documento o publicación	Autor
<i>Cuenta integrada de residuos</i>	BANGUAT e IARNA-URL (2009)
<i>El valor de progresar juntos: Reporte de sostenibilidad 2025</i>	Cementos Progreso Holdings, S. L. (2026)
<i>Potencial de los residuos agrícolas de cosecha de caña de azúcar como un biocombustible</i>	Muñoz Solares (2017)
<i>Proyecto Plan desarrollado en nueve municipios</i>	BID (2014)
<i>Evaluación regional de flujo de materiales: residuos sólidos municipales para América Latina y el Caribe EVAL 2023</i>	Alarcón Montero et al. (2023)
<i>Reducción de residuos durante la tala y el procesamiento de troncos</i>	FAO e IARNA
<i>Economy-wide material flow accounts handbook: 2018 edition</i>	Eurostat (2018)
<i>The use of natural resources in the economy: A global manual on economy-wide material flow accounting</i>	UNEP (2021)
<i>Developing a material flow monitor for the Netherlands from national statistical data</i>	Delahaye et al. (2023)
<i>Terminología Unificada sobre Dendroenergía: Parámetros y unidades</i>	FAO
<i>Agregados pétreos: ficha técnica</i>	GCC
<i>Density, S.G. and °API in crude oil according to ASTM D5002 and ISO 12185</i>	Mettler Toledo

III. Procedimiento metodológico

A. Proceso de compilación y tratamiento de la información

La elaboración de las cuentas ambientales y económicas comprende un conjunto de procedimientos para recopilar, revisar, organizar e integrar información estadística, administrativa y técnica procedente de diversas fuentes. Debido a que los datos pueden presentar diferencias de cobertura, unidades de medida, clasificaciones y niveles de desagregación, se aplican procesos de depuración, homologación, conversión y asignación que permiten incorporarlos de manera coherente en la estructura de cada cuenta y mantener su correspondencia con los lineamientos del SCAE y del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN).

En la CFM, el tratamiento de la información se adapta a las características de cada tipo de material. Los datos se estructuran según las clasificaciones de materiales, productos y actividades económicas utilizadas por el SCN y el SCAE. Cuando las fuentes emplean distintas unidades de medida o no proporcionan registros directos, se aplican factores de conversión, coeficientes teóricos, tablas de correspondencia y métodos indirectos de estimación para completar las series y mantener la consistencia de los resultados durante el período de estudio.

1. Clasificación y organización de la información

La información utilizada para elaborar las cuentas ambientales y económicas proviene de diversas fuentes y puede presentar distintos niveles de desagregación y criterios de clasificación. Para facilitar su integración con el SCN y asegurar su correspondencia con el SCAE, los datos se ordenan y armonizan mediante clasificaciones nacionales e internacionales.

Las actividades económicas se organizan con base en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) y su adaptación nacional, la Nomenclatura de Actividades Económicas para Guatemala (NAEG). Por su parte, los bienes se clasifican mediante la Clasificación Central de Productos (CCP) y su correspondencia con la Nomenclatura de Productos para Guatemala (NPG). Estas clasificaciones proporcionan una estructura común para integrar la información y mantener la coherencia entre las cuentas ambientales y económicas y las estadísticas del SCN.

Para organizar los flujos físicos de materiales, se desarrolló la Nomenclatura de la Cuenta de Flujo de Materiales de Guatemala (NFMG), que sistematiza la información de la CFM y facilita su comparabilidad con la de otros países que compilan este tipo de cuenta.

La NFMG agrupa los flujos físicos en siete categorías principales: biomasa, minerales metálicos, minerales no metálicos, recursos energéticos fósiles, otros productos, acumulación de materiales y la producción nacional procesada. Su estructura jerárquica se identifica mediante el prefijo FM y se desagrega por categorías y clases, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3*Nomenclatura de la Cuenta de Flujo de Materiales*

Código	Descripción
FM01	Biomasa
FM02	Minerales metálicos
FM03	Minerales no metálicos
FM04	Recursos energéticos fósiles
FM05	Otros productos
FM06	Acumulación de materiales
FM07	Producción Nacional Procesada

Para clasificar las importaciones y exportaciones dentro de la NFMG, los productos se identifican inicialmente mediante la codificación del Sistema Arancelario Centroamericano (SAC), en su máxima desagregación. Posteriormente, a cada código SAC se le asigna el código correspondiente de la NPG, con una desagregación de ocho y diez dígitos, y se establece su correspondencia con la NFMG, también desagregada a diez dígitos, considerando el material principal que compone cada producto. Este proceso comprende más de dieciséis mil productos.

2. Integración en los Cuadros de Oferta y Utilización

Los Cuadros de Oferta y Utilización en unidades físicas (COU-F) constituyen una estructura contable para registrar y organizar los flujos físicos asociados con la economía y el Ambiente. Estos se clasifican en tres categorías: insumos naturales, que pasan del Ambiente a la economía; productos, que circulan dentro de esta y se intercambian con el resto del mundo; y residuos, que se generan durante la producción y el consumo, y pueden ser utilizados nuevamente o retornar al Ambiente. Esta estructura amplía la de los cuadros expresados en unidades monetarias y permite analizar los patrones de producción y consumo, así como verificar el equilibrio contable, según el cual la Oferta total de cada flujo debe ser igual a su Utilización total (Naciones Unidas *et al.*, 2016, pp. 17–18).

En el cuadro de Oferta, las columnas registran las entradas de materiales a la economía, provenientes de las importaciones y de la ENM. Esta última comprende biomasa, minerales metálicos, minerales no metálicos y recursos energéticos fósiles. Ambos componentes conforman la entrada total de materiales, integrada por insumos naturales y productos.

El cuadro de Utilización registra el destino de los materiales: las exportaciones al resto del mundo; la producción nacional procesada (PNP), que comprende los flujos hacia el Ambiente derivados de la producción y el consumo, como la eliminación de residuos y las emisiones al aire

y al suelo; y la acumulación en la economía. En conjunto, estos componentes conforman la Utilización total de materiales.

Tabla 4

Cuadro de Oferta de materiales

Código	Descripción	Oferta		
		Importación	Ambiente	Total
	Insumos naturales			
FM01	Biomasa			
FM02	Minerales metálicos			
FM03	Minerales no metálicos			
FM04	Recursos energéticos fósiles			
	Productos			
FM01	Biomasa			
FM02	Minerales metálicos			
FM03	Minerales no metálicos			
FM04	Recursos energéticos fósiles			
FM05	Otros productos			
FM06	Acumulación de materiales ¹			
	Residuos ²			
FM0701	Emisiones al aire			
FM0702	Eliminación de residuos al medio Ambiente			
FM0704	Uso disipativo de productos			
FM0705	Pérdidas disipativas			
	Total			

¹ La acumulación de materiales se incorpora como una partida de balance, estimada por diferencia, con el propósito de equilibrar la oferta y la utilización de materiales.

² Corresponde a la Producción Nacional Procesada (PNP), que representa los materiales liberados al medio ambiente como resultado de los procesos de producción y consumo.

Tabla 5*Cuadro de Utilización de materiales*

Código	Descripción	Utilización			
		Exportación	Ambiente	Acumulación	Total
	Insumos naturales				
FM01	Biomasa				
FM02	Minerales metálicos				
FM03	Minerales no metálicos				
FM04	Recursos energéticos fósiles				
	Productos				
FM01	Biomasa				
FM02	Minerales metálicos				
FM03	Minerales no metálicos				
FM04	Recursos energéticos fósiles				
FM05	Otros productos				
FM06	Acumulación de materiales ¹				
	Residuos²				
FM0701	Emisiones al aire				
FM0702	Eliminación de residuos al medio Ambiente				
FM0704	Uso disipativo de productos				
FM0705	Pérdidas disipativas				
	Total				

3. Identidad de la Cuenta de Flujo de Materiales

Las cuentas expresadas en unidades físicas se sustentan en el principio de equilibrio contable, según el cual la Oferta total de cada flujo debe ser igual a su Utilización total. Este equilibrio se fundamenta en la ley de conservación de la materia y energía, principio físico según el cual la materia no puede crearse ni destruirse, únicamente transformarse (Naciones Unidas *et al.*, 2016, pp. 18–19). En la CFM se cumple este principio, ya que los recursos naturales ingresan a la economía como insumos naturales o materias primas elaboradas, son utilizados por las distintas unidades económicas y posteriormente tienen como destino final el Ambiente.

En la CFM se cumple la identidad contable según la cual la Oferta total de materiales es igual a su Utilización. La Oferta está constituida por la ENM y las Importaciones físicas (M). Por su parte, la Utilización comprende la Producción Nacional Procesada (PNP), que representa los materiales liberados al Ambiente como resultado de los procesos de producción y consumo; las Exportaciones físicas (X); y la Acumulación de Materiales dentro de la economía (ACM).

La identidad física de la CFM se representa mediante la siguiente expresión:

$$\textit{Oferta} = \textit{Utilización}$$

$$ENM + M = PNP + X + ACM$$

Donde:

ENM = Extracción Nacional de Materiales

M = Importación física

PNP = Producción Nacional Procesada

X = Exportación física

ACM = Acumulación

B. Metodología de cálculo

Los métodos de cálculo se definen de acuerdo con las características de la información disponible, su cobertura y nivel de desagregación. Según corresponda, se utilizan datos observados, registros administrativos, coeficientes teóricos, factores de conversión, estructuras porcentuales y otros parámetros necesarios para obtener las variables de la cuenta. Estos procedimientos buscan mantener la coherencia conceptual, estadística y contable de la información incorporada en la CFM.

Para esta cuenta, la metodología comprende la conversión de la información a toneladas métricas y la aplicación de coeficientes para determinar el aprovechamiento de residuos agrícolas, la biomasa pastada y el contenido del mineral extraído en bruto (ROM). Asimismo, incluye la clasificación y el registro físico de las importaciones y exportaciones. La acumulación de materiales se incorpora como una partida de balance estimada por diferencia, con el propósito de equilibrar la Oferta y la Utilización. También se cuantifican los flujos que retornan al Ambiente como residuos, emisiones al aire y al suelo, usos disipativos y pérdidas disipativas. Los resultados se organizan conforme a la NFMG y se integran en los COU-F según el origen y el destino de los materiales.

1. Procedimientos de cálculo e integración

Biomasa

Los cultivos agrícolas se contabilizaron con el contenido de humedad que presentan al momento de la cosecha. En esta categoría se incluyen los residuos de cultivos utilizados por la economía, como los procedentes del trigo, el maíz, entre otros cereales y leguminosas. Para su estimación, se aplican factores de cosecha y tasas de recuperación, conforme a los procedimientos establecidos por el UNEP (2021).

Los cultivos forrajeros se contabilizaron en peso fresco e incluyen el pasto consumido por el ganado, el cual se estimó a partir de las cabezas de ganado y los coeficientes de ingesta anual de forraje (UNEP, 2021).

La extracción de madera comprende aquella procedente de bosques naturales y de plantaciones forestales, cuando se destina a la obtención de productos maderables. La biomasa que permanece en el Ambiente y no es utilizada por la economía, como las ramas, los tocones y partes del fuste maderable, no se contabiliza, de conformidad con el acuerdo metodológico adoptado.

La captura de peces silvestres, incluida la realizada mediante pesca recreativa, se contabiliza junto con la extracción de otros animales y plantas procedentes de sistemas acuáticos naturales de agua dulce y marinos. La producción acuícola no se registra como extracción de biomasa silvestre, debido a que constituye un proceso productivo dentro de la economía. Por su parte, la caza y recolección comprende la extracción de animales silvestres no acuáticos, productos de origen animal silvestre, plantas y otros productos vegetales silvestres. La caza incluye la captura de animales con fines alimentarios, para el aprovechamiento de sus pieles, la investigación, su exhibición en zoológicos o su tenencia como mascotas. La cría de animales de caza en explotaciones productivas se excluye de esta categoría, debido a que forma parte de la cría de animales (Eurostat, 2018, pp. 39, 48).

La tabla a continuación muestra las ecuaciones utilizadas para estimar la recuperación de residuos y la biomasa pastada.

Tabla 6

Ecuaciones utilizadas para estimar la recuperación de residuos y la biomasa pastada.

Proceso	Referencia metodológica	Número de ecuación en la fuente
Residuos de cultivo disponible	UNEP (2021)	1
Residuos de cultivos usados	UNEP (2021)	2
Requerimiento de forraje	UNEP (2021)	5

Fuente: Adaptado de *The use of natural resources in the economy: A global manual on economy-wide material flow accounting* (UNEP, 2021).

Minerales metálicos

Para estimar la extracción de minerales metálicos por categoría, las estadísticas del sector minero, reportadas en distintas unidades de medida, se homogeneizaron y expresaron en toneladas mediante los factores de conversión correspondientes.

Asimismo, se utilizaron las series anuales de extracción nacional minera del COU para estimar, en toneladas, la producción de mercado de las actividades vinculadas con la fabricación de metales comunes. Los resultados obtenidos se compararon con la información reportada por el MEM.

Para la plata, el plomo, el zinc y el oro, se aplicó la ley del mineral, de conformidad con la metodología indicada por Eurostat (2018, pp. 52–54). Esta corresponde a la proporción o contenido del metal de interés presente en el mineral extraído y se expresa generalmente en porcentaje o en unidades de masa por tonelada de material.

Minerales no metálicos

Para realizar la estimación de la extracción total de minerales no metálicos por categoría, en la unidad métrica de toneladas, inicialmente, se consultaron las clasificaciones del COU-F y de la NPG para asignar un código específico a cada mineral reportado. Con base en esta revisión, los minerales se agruparon en materiales de construcción, minerales para productos químicos y fertilizantes, o materiales térreos excavados, estos últimos únicamente cuando fueron utilizados. Aquellos que no correspondían a ninguno de estos grupos se registraron como minerales no metálicos n.c.o.p.

Una vez elaborada la clasificación, se procedió a convertir a toneladas las diferentes unidades métricas en las que se reportan los minerales no metálicos. Dado que la mayoría de estos minerales se reportan en volumen (m^3), se utilizó el peso específico de cada material para efectuar las conversiones necesarias a toneladas métricas.

Recursos energéticos fósiles

Para clasificar los flujos de materiales de los recursos energéticos fósiles, se utilizó como referencia la Clasificación Internacional Estándar de Productos Energéticos (SIEC) elaborada por la División de Estadística de las Naciones Unidas, adaptándola a los datos nacionales registrados. De acuerdo con los registros utilizados, en Guatemala se extraen petróleo crudo, condensado y gas natural. Esta categoría excluye los insumos de energía procedentes de fuentes renovables, como la energía hidroeléctrica, eólica, solar y geotérmica, debido a que carecen de masa.

Para contabilizar la extracción nacional de recursos energéticos fósiles, las cantidades reportadas en barriles y metros cúbicos se convirtieron a toneladas métricas mediante los factores correspondientes, entre ellos la densidad de cada recurso. Se utilizó la información del MEM como referencia para la estimación de los flujos del sector minero, fortaleciendo la consistencia y confiabilidad de los resultados.

De acuerdo con el tratamiento metodológico adoptado para la compilación nacional, el gas natural se contabiliza a partir de las cantidades reportadas después de su purificación y de la separación de los líquidos del gas natural y el azufre. Asimismo, se excluyen las cantidades reinyectadas, venteadas o quemadas.

Importaciones y exportaciones

El comercio físico de materiales comprende las importaciones y exportaciones, mediante las cuales se registran los flujos de materiales que entran y salen de una economía cuando la transacción implica un cambio de propiedad entre unidades residentes y no residentes.

Para estimar los flujos de materiales importados y exportados, se evaluaron los registros de las estadísticas básicas de comercio exterior (CE) y de la Cuenta del Resto del Mundo (CRM) del SCN, expresados en términos físicos. Se tomó como fuente principal la CRM, debido a que incorpora el principio de residencia y los ajustes de cobertura correspondientes. Como excepción, para algunos productos textiles vinculados con la maquila se utilizaron las estadísticas básicas de CE, con el propósito de registrar el volumen físico de los bienes movilizados, ya que el SCN registra estas operaciones como servicios de maquila.

Los productos importados y exportados se clasificaron según el material principal de su composición. Para ello, se partió de la codificación del Sistema Arancelario Centroamericano (SAC) en su máxima desagregación. Cada código del SAC se vinculó con el código correspondiente de la NPG y, posteriormente, con el código de la CFM.

Producción nacional procesada (PNP)

La producción nacional procesada se calculó a partir de la información del Anexo técnico del *1IBA de Guatemala: Informe del Inventario Nacional 2022* y el *Primer informe bienal de transparencia de Guatemala 2025*, así como de los métodos establecidos en las Directrices del IPCC de 1996 y 2006 (IPCC, 1996, 2006; MARN, 2022, 2025). Comprende las emisiones al aire generadas por el sector energía, las cuales se obtienen de la Cuenta de Energía y Emisiones al Aire (CEE), así también, considera las emisiones al aire provenientes de procesos industriales, actividades agropecuarias y quema de residuos; los residuos eliminados en el Ambiente; y el uso disipativo de productos, incluidos el estiércol, los fertilizantes minerales y el compost. Los procedimientos aplicados a cada componente se describen a continuación.

➤ Emisiones al aire

Las emisiones asociadas con la producción de cemento se calcularon considerando la cantidad producida, su contenido de clinker y el factor de emisión correspondiente, conforme a la ecuación 2.1 del volumen 3, capítulo 2, de las Directrices del IPCC de 2006. Para la producción de vidrio se multiplicó la cantidad producida por el factor de emisión y se aplicó el ajuste correspondiente al material reciclado, de acuerdo con la ecuación 2.1 del mismo volumen y capítulo (IPCC, 2006).

Para las emisiones provenientes de la producción de hierro y acero se multiplicó la cantidad producida por el factor de emisión aplicable, conforme a la ecuación 4.4 del volumen 3, capítulo 4. En el caso de las ferroaleaciones, las emisiones se calcularon multiplicando la producción de ferroaleación por su respectivo factor de emisión, según la ecuación 4.15 del mismo volumen y capítulo (IPCC, 2006).

Las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la quema de residuos se calcularon considerando la cantidad de residuos quemados, su contenido de materia seca, la fracción de carbono, la fracción de carbono fósil y el factor de oxidación, conforme a la ecuación 5.1 del volumen 5, capítulo 5. Las emisiones de óxido nitroso generadas por la quema abierta se

calcularon multiplicando la cantidad de residuos quemados por el factor de emisión correspondiente, de acuerdo con la ecuación 5.5 del mismo volumen y capítulo (IPCC, 2006).

Las emisiones de metano provenientes de la fermentación entérica se calcularon multiplicando las cabezas de ganado de cada categoría por su factor de emisión, conforme a la ecuación 10.19 del volumen 4, capítulo 10. Para el metano generado por la gestión del estiércol se aplicó la ecuación 10.22; las emisiones directas de óxido nitroso se calcularon mediante la ecuación 10.25; y las pérdidas de nitrógeno por volatilización se determinaron mediante la ecuación 10.26 del mismo volumen y capítulo (IPCC, 2006).

El óxido nitroso procedente de la gestión de los residuos agrícolas y de la renovación de forrajes y pasturas se calculó considerando las superficies cultivadas, los rendimientos, las proporciones de residuos y su contenido de nitrógeno, conforme a la ecuación 11.6 del volumen 4, capítulo 11. Las emisiones de óxido nitroso generadas por el tratamiento biológico de residuos se estimaron multiplicando la masa de residuos tratados por el factor de emisión correspondiente, de acuerdo con la ecuación 4.2 del volumen 5, capítulo 4 (IPCC, 2006).

Las emisiones generadas por la quema de residuos agrícolas y biomasa en pastizales se calcularon a partir de la superficie afectada, la masa de combustible disponible, el factor de combustión y el factor de emisión de cada gas, conforme a la ecuación 2.27 del volumen 4, capítulo 2. Esta misma ecuación se utilizó para determinar las emisiones de óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono procedentes de la quema de biomasa (IPCC, 2006). Las emisiones de dióxido de azufre asociadas con la producción de hierro y acero se calcularon aplicando el factor de emisión establecido por el IPCC (1996).

Tabla 7

Ecuaciones utilizadas para calcular las emisiones al aire

Proceso	Referencia metodológica	Número de ecuación en la fuente
Producción de cemento	IPCC (2006), volumen 3, capítulo 2	2.1
Producción de vidrio	IPCC (2006), volumen 3, capítulo 2	2.1
Producción de hierro y acero	IPCC (2006), volumen 3, capítulo 4	4.4
Producción de ferroaleaciones	IPCC (2006), volumen 3, capítulo 4	4.15
Quema de residuos	IPCC (2006), volumen 5, capítulo 5	5.1
Quema abierta de residuos	IPCC (2006), volumen 5, capítulo 5	5.5

Proceso	Referencia metodológica	Ecuación
Fermentación entérica	IPCC (2006), volumen 4, capítulo 10	10.19
Emisiones de CH₄ por gestión del estiércol	IPCC (2006), volumen 4, capítulo 10	10.22
Emisiones directas de N₂O por gestión del estiércol	IPCC (2006), volumen 4, capítulo 10	10.25
Pérdidas de nitrógeno por volatilización	IPCC (2006), volumen 4, capítulo 10	10.26
Residuos agrícolas y renovación de pasturas	IPCC (2006), volumen 4, capítulo 11	11.6
Tratamiento biológico de residuos	IPCC (2006), volumen 5, capítulo 4	4.2
Quema de residuos agrícolas y biomasa en pastizales	IPCC (2006), volumen 4, capítulo 2	2.27
Emisiones de NO_x y CO por quema de biomasa	IPCC (2006), volumen 4, capítulo 2	2.27
Emisiones de SO₂ por producción de hierro y acero	IPCC (1996)	Factor de emisión

Fuente: Adaptado de las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (IPCC, 2006).

➤ Eliminación de residuos en el Ambiente

Los flujos de residuos hacia el Ambiente provienen de la Cuenta de Residuos de Guatemala (CR) e incluyen los residuos no gestionados que se descargan directamente al Ambiente. Los residuos gestionados se excluyen de este componente, debido a que se registran como flujos dentro de la economía.

➤ Uso disipativo de productos

Para estimar el uso disipativo de estiércol, se utilizaron las cabezas de ganado reportadas por el SCN, considerando el ganado bovino, porcino, caprino y ovino, las aves de corral y otros tipos de animales. Los coeficientes de producción de estiércol por cabeza y de materia seca se obtuvieron de Eurostat (2018, p. 83).

Para estimar los fertilizantes minerales, se utilizaron los datos de comercio exterior correspondientes a “Abonos, fertilizantes y pesticidas”. El flujo neto se obtuvo mediante la diferencia entre el peso de las importaciones y el de las exportaciones. De esta estimación se excluyeron determinados productos nitrogenados que contienen amonio.

Los fungicidas, herbicidas, insecticidas y otros pesticidas se agruparon bajo el término “plaguicidas”, debido a la similitud de sus usos. Los demás productos se reunieron en la categoría «sales», de acuerdo con sus características. Esta información se complementó con los datos sobre la masa de fertilizantes publicados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, desagregados en nitrógeno, fosfato y potasa (FAO, 2023a).

Para estimar el compost, se utilizó el tonelaje de residuos registrado en la CR correspondiente a la proporción destinada a su elaboración después de la generación. Debido a que el compost aplicado a la tierra debe contabilizarse en peso seco, las cantidades reportadas se convirtieron de peso húmedo a peso seco mediante el ajuste correspondiente por contenido de humedad (Eurostat, 2018, p. 85).

2. Cálculo de indicadores

A partir de los resultados obtenidos en la CFM, se calculan indicadores que permiten analizar la cantidad de materiales que ingresa a la economía, su Utilización y su intercambio con el resto del mundo, así como su relación con la actividad económica y la población. Estos indicadores sintetizan los principales resultados de la cuenta y facilitan la comparación entre períodos, la identificación de cambios en los patrones de uso de materiales y el análisis del desempeño material de la economía.

Asimismo, proporcionan información sobre la dependencia de materiales procedentes del resto del mundo, la eficiencia con la que la economía utiliza los recursos y la cantidad de materiales consumida por habitante. Su interpretación debe realizarse conjuntamente con los agregados físicos, económicos y poblacionales correspondientes a cada período. Para el cálculo de la productividad y la intensidad de materiales se utiliza el producto interno bruto (PIB)³. Los principales indicadores comprenden el insumo directo de materiales, el consumo nacional de materiales, el consumo nacional de materiales per cápita, la productividad de materiales, la intensidad de materiales y la balanza comercial de materiales. Sus ecuaciones, variables y unidades de medida se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8
Indicadores derivados de la Cuenta de Flujo de Materiales

Indicador	Descripción	Ecuación	Variables	Unidad de medida
Insumo directo de materiales	Mide la cantidad total de materiales que ingresa directamente a la economía mediante la extracción nacional y las importaciones físicas.	IDM = EN + M	IDM: insumo directo de materiales EN: extracción nacional M: importación física	t

³ Producto Interno Bruto en términos reales (Millones de quetzales en medidas encadenadas de volumen con año de referencia 2013).

Indicador	Descripción	Ecuación	Variables	Unidad de medida
Consumo nacional de materiales	Mide la cantidad de materiales utilizada directamente en la economía nacional, después de descontar las exportaciones físicas.	$CNM = IDM - X$	CNM: consumo nacional de materiales IDM: insumo directo de materiales X: exportación física	t
Consumo nacional de materiales per cápita	Mide la cantidad promedio de materiales utilizada por habitante.	$CNM_{pc} = CNM / P$	CNM_{pc}: consumo nacional de materiales per cápita CNM: consumo nacional de materiales P: población	t/hab.
Productividad de materiales	Mide el valor económico generado por cada tonelada de material utilizada.	$PROD = PIB / CNM$	PROD: productividad de materiales PIB: Producto Interno Bruto CNM: consumo nacional de materiales	Millones de Q /t
Intensidad de materiales	Mide la cantidad de materiales utilizada para generar una unidad de producción económica.	$INT = CNM / PIB$	INT: intensidad de materiales CNM: consumo nacional de materiales PIB: Producto Interno Bruto	t/ millón de Q
Balanza comercial de materiales	Mide la diferencia entre las importaciones y las exportaciones físicas de materiales.	$BCM = M - X$	BCM: Balanza Comercial de Materiales M: importación física X: exportación física	t

C. Validación y calidad de la información

Como parte del aseguramiento de la calidad, la información utilizada en la compilación de la CFM se revisa considerando su compatibilidad con los principios, conceptos y clasificaciones establecidos por el SCAE y el SCN, así como con la NFMG. Asimismo, se verifica la consistencia de las fuentes de información, las unidades de medida, los factores de conversión, los coeficientes aplicados y la correspondencia de los datos entre los distintos componentes de la cuenta, con el propósito de garantizar la coherencia y confiabilidad de los resultados.

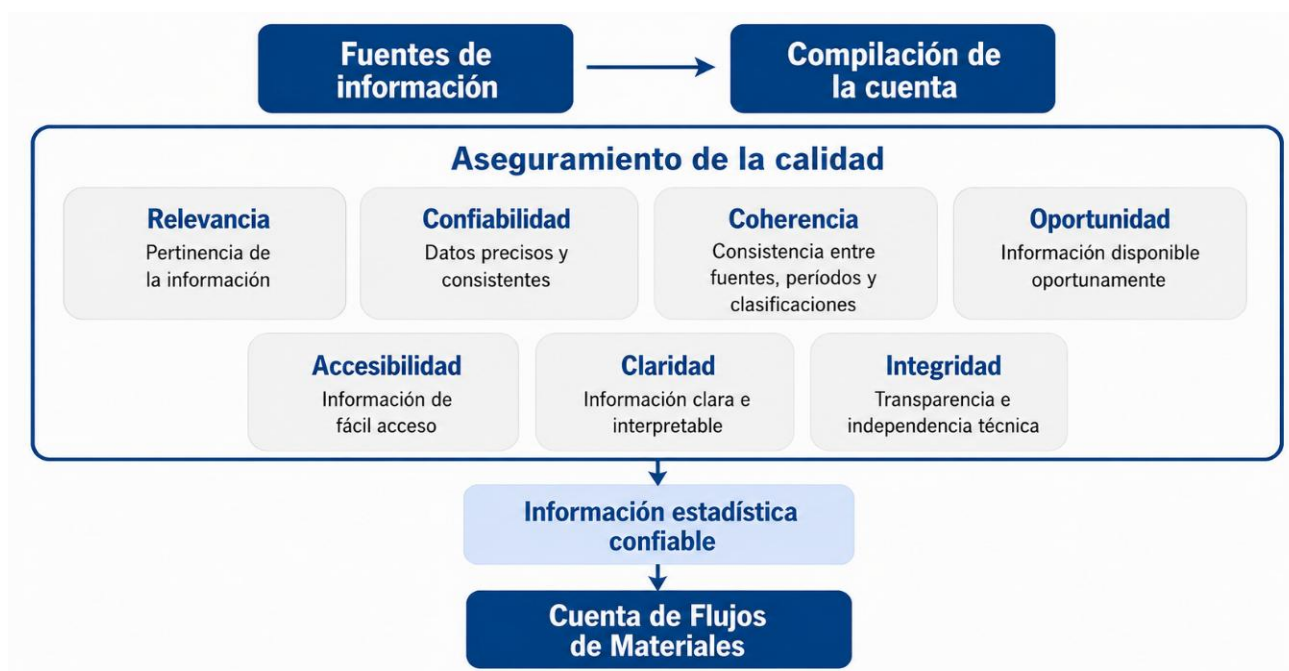
La validación comprende la revisión de la coherencia entre períodos y fuentes de información, la cobertura temporal, geográfica y sectorial, así como el equilibrio entre la Oferta y la Utilización. Además, la información de la CFM se contrasta con los datos del COU-F y las estadísticas de comercio exterior, así como con los resultados de la CEE, la CR y la CB, mediante comparaciones de cifras y análisis de variaciones entre períodos. Cuando se identifican inconsistencias, se revisan los criterios de clasificación, los factores de conversión, los procedimientos de estimación y los supuestos metodológicos aplicados, a fin de mantener la consistencia interna y la comparabilidad de los resultados.

Estas revisiones se realizan con base en las dimensiones del Marco de Evaluación de la Calidad de los Datos (*Data Quality Assessment Framework, DQAF*), las cuales permiten evaluar la calidad de la información empleada durante la compilación e identificar fortalezas, limitaciones y oportunidades de mejora en las fuentes y en las estadísticas generadas. La aplicación de estas dimensiones fortalece la confiabilidad, coherencia, transparencia y utilidad de la CFM para fines estadísticos, analíticos y de apoyo a la toma de decisiones.

La Figura 1 presenta de forma esquemática el proceso de aseguramiento de la calidad aplicado durante la compilación de la CFM y las principales dimensiones evaluadas mediante el DQAF.

Figura 1

Proceso de aseguramiento de la calidad de la información para la compilación de la CFM



Fuente: Adaptado del *United Nations National Quality Assurance Frameworks Manual* (United Nations, 2019) y el *Data Quality Assessment Framework* (International Monetary Fund, 2012).

Glosario

Ambiente: conjunto de componentes físicos, biológicos y químicos, así como de los procesos y relaciones que los vinculan, dentro de los cuales se desarrollan las actividades humanas y económicas (Naciones Unidas *et al.*, 2016).

Bienes: objetos físicos producidos para los cuales existe una demanda y sobre los cuales pueden establecerse derechos de propiedad, permitiendo su intercambio entre unidades económicas (Naciones Unidas *et al.*, 2009).

Biológico: relativo a organismos vivos o derivados de estos, incluyendo plantas, animales, hongos y microorganismos, así como los materiales obtenidos a partir de ellos (Naciones Unidas *et al.*, 2016).

Clinker: producto intermedio obtenido mediante la calcinación de una mezcla de caliza y otros materiales minerales, utilizado como principal componente en la fabricación de cemento (IPCC, 2006).

Combustión: proceso químico de oxidación rápida de un combustible que libera energía en forma de calor y genera emisiones de gases y otros productos de reacción (IPCC, 2006).

Emisiones al aire: flujos de sustancias gaseosas o particuladas liberadas a la atmósfera como consecuencia de procesos naturales o actividades humanas (Naciones Unidas *et al.*, 2016).

Emisiones al suelo: sustancias descargadas directamente sobre el suelo como consecuencia de actividades económicas o domésticas (Naciones Unidas *et al.*, 2016).

Energía fósil: energía obtenida a partir de combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas natural, formados por la transformación de materia orgánica durante períodos geológicos prolongados (IEA, 2023).

Fermentación entérica: proceso digestivo de los animales rumiantes mediante el cual los microorganismos presentes en el sistema digestivo generan metano como subproducto de la descomposición de los alimentos (IPCC, 2006).

Ferroaleaciones: aleaciones compuestas principalmente por hierro y uno o más elementos químicos, utilizadas en la fabricación y refinación de acero y otros metales (UNCTAD, 2023).

Grado de humedad en la biomasa: proporción de agua contenida en un material biológico expresada en relación con su peso total o peso seco, según el método de medición empleado (FAO, 2023b).

Humedad: cantidad de agua presente en un material o sustancia, expresada generalmente como porcentaje de su peso total (FAO, 2023b).

Leña: madera destinada a ser utilizada directamente como fuente de energía o para la producción de productos energéticos (Eurostat, 2024b).

Madera en bruto: madera cosechada y extraída, no procesada, lista para ser transportada a la industria o al consumidor final (Eurostat, 2024b).

Madera en rollo industrial: madera en bruto destinada a procesos industriales de transformación, excluyendo aquella utilizada como combustible (FAO, 2023c).

Madera en troza: sección de tronco o fuste de árbol cortada en longitudes específicas para su transporte y posterior procesamiento industrial (FAO, 2023c).

Madera: biomasa leñosa del fuste y ramas grandes obtenida de especies forestales, caracterizada por su capacidad de ser utilizada como materia prima industrial o como fuente de energía (Eurostat, 2024b).

Materiales extraídos: materiales obtenidos directamente del medio Ambiente para su incorporación a la economía mediante actividades como agricultura, silvicultura, pesca, minería y extracción de combustibles fósiles (Eurostat, 2018a).

Materiales recolectados: materiales obtenidos mediante actividades de recolección de recursos biológicos que no requieren cultivo, crianza o manejo productivo previo, tales como plantas silvestres, leña recolectada y otros productos naturales (Eurostat, 2018a).

Mineral crudo: material mineral obtenido directamente de un yacimiento antes de ser sometido a procesos de beneficio, concentración o transformación (Eurostat, 2018a).

Mineral en bruto: mineral extraído de un depósito natural que ha sido sometido únicamente a operaciones básicas de preparación, tales como trituración, clasificación o lavado (Eurostat, 2018).

Mineral procesado: material mineral que ha sido sometido a procesos físicos o químicos para incrementar su concentración, pureza o valor económico (UNFC, 2019).

Patrones de consumo: formas y tendencias mediante las cuales los hogares, empresas y otras unidades económicas utilizan bienes y servicios para satisfacer sus necesidades o desarrollar actividades productivas (UNEP, 2011).

Peso húmedo: peso de un material incluyendo el contenido de agua presente al momento de su medición o registro (Eurostat, 2018a).

Plantaciones forestales de rotación corta: plantaciones establecidas con especies de rápido crecimiento y ciclos de cosecha relativamente breves, destinadas principalmente a la producción de biomasa, pulpa o energía (FAO, 2020).

Residuos agrícolas: materiales generados durante las actividades agrícolas que no constituyen el producto principal de la cosecha y que pueden ser reutilizados, reciclados o eliminados (FAO, 2021).

Residuos de cultivo: materiales vegetales remanentes después de la cosecha de cultivos agrícolas, tales como tallos, hojas, raíces y cáscaras (Eurostat, 2018a).

Residuos sólidos: materiales descartados por actividades de producción o consumo que son eliminados, reciclados o destinados a procesos de tratamiento final (Naciones Unidas *et al.*, 2016).

Tasa de recuperación: proporción de material recuperado respecto de la cantidad total disponible en un proceso de extracción, producción, reciclaje o tratamiento (OECD, 2008).

Referencias bibliográficas

- Acuerdo Gubernativo 164 de 2021 [Presidencia de la República de Guatemala]. *Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes*. 9 de agosto de 2021. *Diario de Centro América*. <https://www.marn.gob.gt/wp-content/uploads/2025/01/Acuerdo-Gubernativo-No.-164-2021-y-sus-Reformas.pdf>
- Acuerdo Gubernativo Número 184-2023 [Presidencia de la República de Guatemala]. *Reformas al Acuerdo Gubernativo Número 164-2021, de fecha 9 de agosto de 2021*. *Diario de Centro América*. <https://www.marn.gob.gt/wp-content/uploads/2025/01/Acuerdo-Gubernativo-No.-164-2021-y-sus-Reformas.pdf>
- Airliners.net. (2017). *Aircraft data and history*. <https://www.airliners.net/aircraft-data>
- Alarcón Montero, P. A., Acosta Acevedo, S., Correal Sarmiento, M. C., Piamonte Vélez, C., Rihm, J. A., Breukers, L., Durón Suárez, L. B., González Caballero, G., Hernández, C., Sagasti Rhor, C. E., & Rojas Gutiérrez, A. (2023). *Evaluación regional de flujo de materiales: residuos sólidos municipales para América Latina y el Caribe: EVAL 2023 (Nota técnica IDB-TN-02804)*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0004841>
- Bureau International des Poids et Mesures. (2019). *The International System of Units (SI)* (9th ed.).
- Cementos Progreso Holdings, S.L. (2026). *El valor de progresar juntos: Reporte de sostenibilidad, 2025*
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo. (1987). *Nuestro futuro común*. https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
- Delahaye, R., Tunn, V. S. C., & Tukker, A. (2023). Developing a material flow monitor for the Netherlands from national statistical data. *Journal of Industrial Ecology*, 27(2), 408–422.
- Eurostat, & United Nations Statistics Division. (2017). *SEEA technical note: Economy-wide material flow accounts*.
- Eurostat. (2001). *Economy-wide material flow accounts and derived indicators: A methodological guide*. Office for Official Publications of the European Communities. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5855193/KS-34-00-536-EN.PDF.pdf/411cd453-6d11-40a0-b65a-a33805327616?t=1414780409000>
- Eurostat. (2016a). *Domestic processed output and balancing items in economy-wide material flow accounts* (Draft version).
- Eurostat. (2016b). *Economy-wide material flow accounts (EW-MFA): Manual 2016: Draft version (13 September 2016) on DPO and balancing items*.
- Eurostat. (2017). *Further clarifying the conceptual treatment of physical imports and exports in economy-wide material flow accounts (EW-MFA)* (EEEA/2017/02).

- Eurostat. (2018a). *Economy-wide material flow accounts handbook: 2018 edition*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2785/158567>
- Eurostat. (2018b). *Secondary materials in European material flow accounts in raw material equivalents* (EEEA/2018/01). European Commission.
- Eurostat. (2023). *Annual crop statistics handbook: 2023 edition*. Publications Office of the European Union.
- Eurostat. (2024a). *Documentation of the EU RME model*. European Commission.
- Eurostat. (2024b). *European forest accounts handbook*. Publications Office of the European Union.
- FAO. (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020: Terms and definitions*.
- FAO. (2021). *World Programme for the Census of Agriculture 2020: International standard concepts and definitions*.
- FAO. (2023a). *FAOSTAT analytical brief series: Methods and standards*.
- FAO. (2023b). *Forest Resources Assessment: Terms and definitions*.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a6e225da-4a31-4e06-818d-ca3aeaddfd635/content>
- FAO. (2023c). *World food and agriculture: Statistical yearbook 2023*.
<https://doi.org/10.4060/cc8166en>
- FAO. (2024a). *FAOSTAT: Emissions from fires*
- FAO. (2024b). *The state of world fisheries and aquaculture 2024*.
- Femia, A., & Paolantoni, C. (2017). *SEEA-CF research agenda: A note on EW-MFA and physical use and supply tables* [Ponencia]. 23.ª Reunión del London Group on Environmental Accounting, San José, Costa Rica.
- Grupo Cementos de Chihuahua. (s. f.). *Agregados pétreos: ficha técnica*.
<https://www.gcc.com/wp-content/uploads/2020/08/FT-0620-AGREGADOS-P%C3%89TREOS.pdf>
- Grupo de Londres sobre Contabilidad Ambiental. (2017). *Agenda de investigación del SCAE-MC: Una nota sobre las cuentas de flujo de materiales de toda la economía y los cuadros físicos de Oferta y Utilización*. Istituto Nazionale di Statistica.
- IARNA. (2010). *Compendio estadístico de cuentas ambientales de Guatemala: Tomo I*. Universidad Rafael Landívar.
- INAB, IARNA-URL, & FAO/GFP. (2012). *Oferta y demanda de leña en la República de Guatemala/Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping*. FAO/GFP/Facility.
- INAB, MAGA, & OIMT. (2004). *Estudio para la estimación potencial de materia prima de bosques certificados en Guatemala*. Organización Internacional de las Maderas Tropicales.
- INE, BANGUAT, & IARNA-URL. (2013). *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de Guatemala 2001–2010: Compendio estadístico (SCAE 2001–2010) (Tomo I)*.

<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/03/19/mOxhk8AOT3OMR18sus3z2vubUKgBpskK.pdf>

Instituto Guatemalteco de Turismo. (s. f.). ¿Qué es INGUAT? <https://inguat.gob.gt/quienes-somos/>

Instituto Nacional de Estadística (INE). (s. f.). Estadísticas agropecuarias.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (1996). *Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Reference manual*.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. Institute for Global Environmental Strategies.
<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

International Energy Agency. (2023). *Key world energy statistics 2023*.

International Monetary Fund. (2012). *Data quality assessment framework (DQAF): Generic framework*. https://dsbb.imf.org/content/pdfs/dqrs_nag.pdf

International Organization for Standardization. (2024). *ISO 80000-4: Quantities and units—Part 4: Mechanics*.

Krausmann, F., Erb, K.-H., Gingrich, S., Haberl, H., Bondeau, A., Gaube, V., Lauk, C., Plutzer, C., & Searchinger, T. D. (2013). Global human appropriation of net primary production doubled in the 20th century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(25), 10324–10329.

MARN. (2022). *Anexo técnico del Primer Informe Bienal de Actualización de Guatemala: Informe del Inventario Nacional 2022 que incluye el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2018 de Guatemala*.

MARN. (2025). *Primer informe bienal de transparencia de Guatemala*.

Mettler Toledo. (s. f.). *Density, S.G. and °API in crude oil according to ASTM D5002 and ISO 12185*. https://www.mt.com/es/es/home/library/applications/lab-analytical-instruments/Density_SG_API_crude_oil.html

Naciones Unidas, Comisión Europea, Fondo Monetario Internacional, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, & Banco Mundial. (2009). *Sistema de Cuentas Nacionales 2008*.
https://www.cepal.org/sites/default/files/document/files/sna2008_web.pdf

Naciones Unidas, Comisión Europea, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Fondo Monetario Internacional, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, & Banco Mundial. (2016). *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica 2012: Marco Central*.
https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/CF_trans/SEEA_CF_Final_sp.pdf

Naciones Unidas. (2009). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU), Revisión 4* (Informes estadísticos, Serie M, núm. 4/Rev. 4). https://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesM/seriesm_4rev4s.pdf

Naciones Unidas. (2017a). *Marco de indicadores mundiales para los Objetivos de Desarrollo Sostenible*.

- Naciones Unidas. (2017b). *Nota técnica del SCAE: Cuentas de flujo de materiales de toda la economía*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Estadística.
- Naciones Unidas. (2023). *United Nations Framework Classification for Resources: Update 2023*.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2008). *Measuring material flows and resource productivity: Volume II: The accounting framework*.
- Organización Latinoamericana de Energía. (2004). *Guía M-1: Metodología para la elaboración de los balances de energía*. Sistema de Información Económica-Energética.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2001). *OECD environmental indicators: Towards sustainable development*. OECD Publishing.
- Quintero Osorno, C. A., & Quiroga Velasco, L. F. (2017). *Estimación del potencial energético a partir de la biomasa primaria agrícola en el departamento de Cundinamarca* [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
- United Nations Conference on Trade and Development. (2023). *Commodities at a glance: Special issue on strategic minerals*.
- United Nations Economic Commission for Europe. (2019). *United Nations Framework Classification for Resources: Updated specifications for application*.
- United Nations Environment Programme. (2011). *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth*.
- United Nations Environment Programme. (2021). *The use of natural resources in the economy: A global manual on economy-wide material flow accounting*.
<https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/files/documents/2021/Jun/2021-unep-material-flow-accounting-manual-web.pdf>
- United Nations Statistics Division. (2017). *SEEA technical note: Economy-wide material flow accounts*. United Nations.
- United Nations, European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, & World Bank. (2014). *System of Environmental-Economic Accounting 2012: Central Framework*. https://seea.un.org/sites/default/files/seea_cf_final_en.pdf
- United Nations. (2008). *Central Product Classification (CPC), Version 2* (Statistical Papers, Series M, No. 77, Ver. 2). <https://unstats.un.org/unsd/classifications/Family/Detail/1073>
- United Nations. (2018). *International Recommendations for Energy Statistics (IRES)*.
<https://unstats.un.org/unsd/energystats/methodology/documents/IRES-web.pdf>
- United Nations. (2019). *United Nations National Quality Assurance Frameworks Manual for Official Statistics*. <https://unstats.un.org/unsd/methodology/dataquality/un-nqaf-manual/>
- West, J., Lieber, M., & Wang, H. (2022). *Technical annex for Global Material Flows Database: 2021 edition*. United Nations Environment Programme, International Resource Panel.

Anexos

Anexo 1

Metadata de la Cuenta de Flujo de Materiales

Criterio	Descripción
Nombre de la operación estadística	Cuenta de Flujo de Materiales
Sigla de la operación estadística	CFM
Institución responsable	Banco de Guatemala
Unidad responsable	Departamento de Estadísticas Macroeconómicas, Sección de Cuentas Ambientales
Fecha de elaboración	2026
Objetivo general	Cuantificar de manera integrada los flujos físicos de materiales asociados a la extracción del Ambiente, su ingreso y salida mediante el comercio exterior, su Utilización y acumulación en la economía guatemalteca y su retorno al Ambiente, con el fin de generar información que apoye el análisis económico y ambiental y el uso sostenible de los recursos naturales.
Principales agregados	Extracción nacional de materiales (EN)
	Importación física (M)
	Exportación física (X)
Indicadores	Producción nacional procesada (PNP)
	Insumo directo de materiales: $IDM = EN + M$
	Consumo nacional de materiales: $CNM = IDM - X$
	Consumo nacional de materiales per cápita: $CNMpc = CNM / \text{población}$
	Productividad de materiales: PIB / CNM
	Intensidad de materiales: CNM / PIB
Unidad de medida	Balanza comercial de materiales: $BCM = M - X$
	Toneladas métricas para los flujos físicos de materiales
Cobertura geográfica	República de Guatemala, de conformidad con el principio de residencia
Cobertura temporal	Series anuales de 2013 a 2024
Cobertura sectorial	Actividades agrícolas, pecuarias, forestales y pesqueras
	Actividades mineras y energéticas
	Industrias manufactureras
	Comercio exterior
	Actividades económicas residentes y hogares

Criterio	Descripción
Población estadística	Unidades económicas residentes y hogares comprendidos dentro de la frontera de la economía nacional, así como los flujos físicos de materiales intercambiados con el resto del mundo
Clasificación de materiales y flujos	Biomasa
	Minerales metálicos
	Minerales no metálicos
	Recursos energéticos fósiles
	Otros productos
	Residuos
	Producción nacional procesada
Estructura contable	Insumos naturales
	Productos
	Residuos
	Actividades económicas
	Hogares
	Importación física
	Exportación física
	Acumulación
	Ambiente
Tratamiento de los datos	Conversión de la información a toneladas métricas
	Aplicación de coeficientes teóricos y factores de conversión
	Clasificación de los materiales conforme a la NFMG
	Integración de información ambiental y económica procedente de distintas fuentes
	Evaluación de los registros de Comercio Exterior y de la Cuenta del Resto del Mundo
	Aplicación del principio de residencia y de los criterios de aduanas.
	Integración de los resultados en los Cuadros de Oferta y Utilización en unidades físicas
	Validación del equilibrio entre la Oferta y la Utilización
Interpretación de los resultados	Un aumento del insumo directo de materiales refleja un mayor ingreso de materiales a la economía, pero no implica por sí mismo una mejora en la eficiencia de su Utilización.
	El consumo nacional de materiales permite analizar la cantidad de materiales utilizada directamente en la economía nacional.
	El CNM per cápita permite relacionar el uso de materiales con el tamaño de la población.

Criterio	Descripción
Interpretación de los resultados	Un aumento de la productividad de materiales indica una mayor generación de valor económico por cada tonelada utilizada. Una reducción de la intensidad de materiales indica una menor Utilización de materiales por unidad de PIB, aunque no necesariamente una disminución absoluta del consumo. La balanza comercial de materiales permite determinar si la economía es importadora o exportadora neta de materiales. La productividad y la intensidad de materiales deben analizarse conjuntamente con la evolución del PIB y del CNM.
Comparabilidad internacional	Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) Economy-wide material flow accounts handbook: 2018 edition, de Eurostat The use of natural resources in the economy: A global manual on economy-wide material flow accounting, de UNEP
Uso de la información	Análisis económico y ambiental Evaluación del uso de recursos naturales Análisis de la productividad e intensidad de materiales Seguimiento de los patrones de extracción, Utilización y comercio físico de materiales Análisis de sostenibilidad y economía circular Formulación y seguimiento de políticas públicas Investigación económica y ambiental