

# INTRODUCCIÓN AL ACV

## Aplicación del Análisis de Ciclo de Vida al Packaging

Comisión de Packaging del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cataluña

Pere Fullana-i-Palmer

Barcelona, 16 de noviembre de 2010



## TIME magazine

### "10 Ideas Changing the World right now"



## WHAT'S NEXT?

The global economy is being remade before our eyes. Here's what's on the horizon [More »](#)

# ¿Qué opinan los mediáticos?

## Full List: What's Next 2009

- [Jobs Are The New Assets](#)
- [Recycling the Suburbs](#)
- [The New Calvinism](#)
- [Reinstating the Interstate](#)
- [Amortality](#)
- [Africa, Business Destination](#)
- [The Rent-A-Country](#)
- [Biobanks](#)
- [Survival Stores](#)
- [\*\*Ecological Intelligence\*\*](#)

Read more:

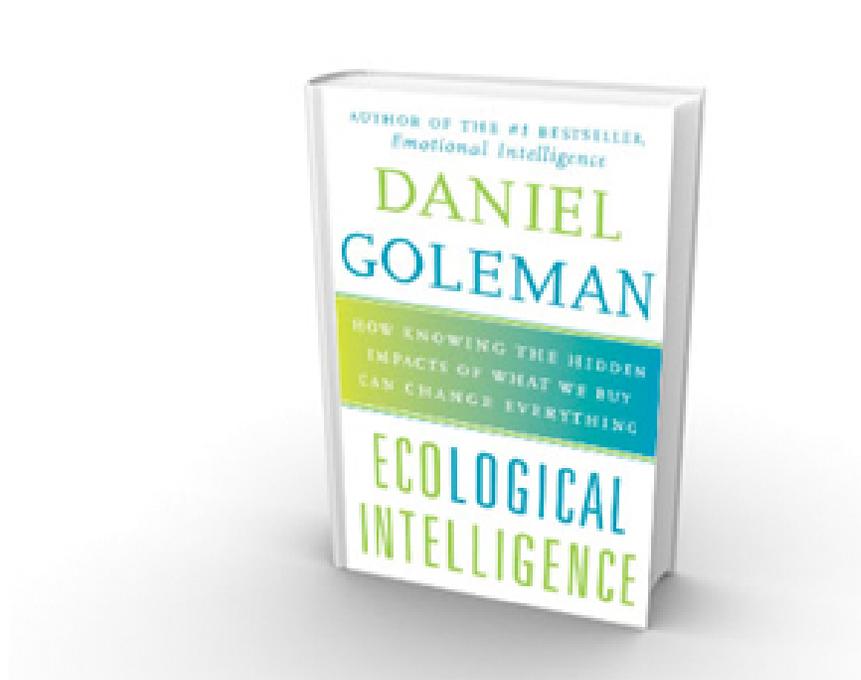
<http://www.time.com/time/specials/packages/completelist/0,29569,1884779,00.html#ixzz11MrCdTZi>

- When it comes to going green, intention can be easier than action. Case in point: you decide to buy a T shirt made from 100% organic cotton, because everyone knows that organic is better for Earth. And in some ways it is; in conventional cotton-farming, pesticides strip the soil of life. But that green label doesn't tell the whole story — like the fact that even organic cotton requires more than 2,640 gal. (10,000 L) of water to grow enough fiber for one T shirt.
- Or the possibility that the T shirt may have been dyed using harsh industrial chemicals, which can pollute local groundwater. If you knew all that, would you still consider the T shirt green? Would you still buy it?

## ¿Qué opinan los mediáticos?

- That's why, when we eat spoiled food, we get nauseated and when we see a bright light, we shut our eyes. But nothing in evolution has prepared us to **understand the cumulative impact** that imperceptible amounts of industrial chemicals may have on our children's health or the slow-moving, long-term danger of climate change. Scanning the supermarket aisles, we lack the data to understand the full impact of what we choose — and probably couldn't make sense of the information even if we had it.
- Over the past couple of decades, industrial ecologists have been using a method called **life-cycle assessment (LCA)** to break down that web of connection. The concept of the carbon footprint comes from LCA, but a deep analysis looks at far more. The manufacture and sale of a simple glass bottle requires input from dozens of suppliers; for high-tech items, it can include many times more.

## ¿Qué opinan los mediáticos?



Después de los éxitos de *Inteligencia emocional* e *Inteligencia social*, **Daniel Goleman** introduce el revolucionario concepto de *Inteligencia ecológica*: la comprensión de los impactos ecológicos ocultos y la determinación de mejorarlos

# ¿Qué opinan los mediáticos?

- **El precio oculto de nuestras compras**
  - El ACV nos ayuda a buscarlo → Responsabilidad extendida
- **El espejismo verde**
  - El ACV nos confirma si un producto supuestamente verde, realmente lo es → Productos orgánicos, naturales, CO2, ...
- **Lo que no sabemos**
  - El ACV nos enseña qué hay detrás del reciclaje, los bosques sostenibles y otras pseudoverdades ambientales
  - Compartimos la responsabilidad con la industria en cuanto escogemos lo que compramos

# ¿Qué opinan los científicos?

## ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY (núm. 1 en Env. Eng.)

- **Editorial de Mayo de 2009!!!!**

- Paper or plastic? Incandescent or compact fluorescent? Returnable or recyclable? Local food or (mass-produced) organic food grown miles away from your mouth? Which is best environmentally? These are tough questions that researchers are trying to answer through life-cycle assessments (LCAs).
- LCAs represent a growing portion of research articles in ES&T-about 8%
- Paper of the year!!!
- **Whatever the real benefit of LCA, it's here to stay and is changing our way(s) of life.**
- We welcome the increase in LCA papers in ES&T as a modern accounting tool allowing us to consider our decisions more carefully and to tread a bit more lightly on the earth.

## INTERNATIONAL JOURNAL OF LCA (sólo 6 años indexada)

- Ha pasado al primer cuartil en 2009 tanto para Environmental Engineering como para Environmental Sciences (IF 2,636!!!)

# ¿Qué opinan los científicos?

## ¿QUÉ ES UNA TECNOLOGÍA SOSTENIBLE? SEGÚN EL 7º PM →

The overall goal of the SAT research call is to develop and test in **real case studies** a framework methodology, operational methods and tools for the assessment of the sustainability of existing and future technologies. A *conditio sine qua non* identified by DG RTD is that both the framework methodology and its derived methods and tools shall be based on a **Life Cycle Thinking** approach that takes into adequate consideration all the three pillars of sustainability (**economic, environmental, social**).

**Participation** is a cornerstone both for the development of the approaches and for the application in the case studies, closely interacting with **relevant business and government and society stakeholders groups**. This will be supported by working along an agreed set of criteria and indicators.

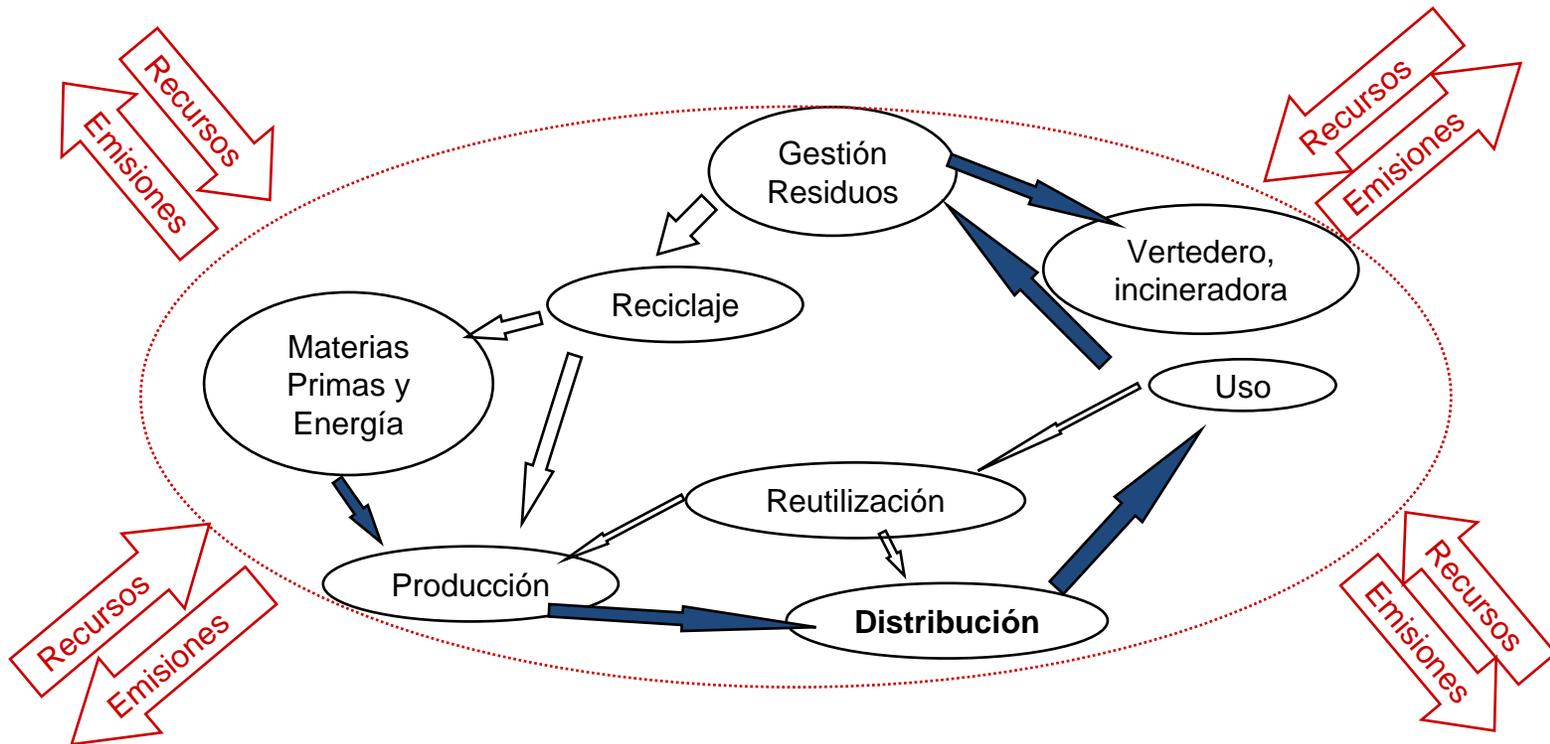
Sustainability is understood as a combination of social and environmental goals. Three column models, which distinguish between **ecological, social and economic dimensions of sustainability**, are dominating the international discussion. The assessment of the degree of sustainability of future technologies is complicated by a number of issues and **insecurities of the decision situation**.

**Reflecting values and needs, assessment of sustainability cannot be done as a purely scientific task** because values and needs cannot be defined in the scientific system but only in interaction between science and society. Participative procedures are an appropriate way to involve stakeholders and actors to yield accepted solutions.

# DEFINICIÓN: ¿QUÉ ES EL ACV?

Según la norma ISO **14.040** el ACV es:

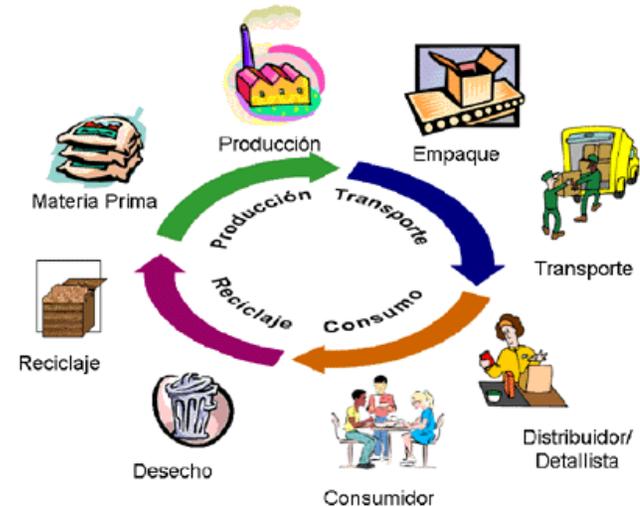
*“Recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida”.*



# PARTICULARIDADES EL ACV

## DIFERENCIA CON OTRAS HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS AMBIENTAL

1. Enfoque holístico
2. Consideración del producto-sistema
3. Diferentes impactos ambientales a la vez
4. Mayor complejidad de aplicación
5. Mejores resultados (más completos)
6. Normalizada (ISO 14040 y 14044)
7. Avalada por la UE:
  - Política Integrada de Producto, Estrategia para la Producción y el Consumo Sostenible, Política Industrial Sostenible
  - European Platform on LCA (JRC-European Commission)



**¡VINCULADO A LOS ENVASES!**

## DÉCADA DE LOS 70: Despegue del ACV

- Primeros estudios energéticos a finales de los 60 y principios de los 70 → crisis del petróleo
- En 1969 estudio sobre envases (REPA) realizado en USA por MRI para Coca-Cola, considerado el primer ACV
- Siguiendo estudio de MRI para la US-EPA, también sobre envases
- En los 70 Franklin Association (USA) hizo más de 60 estudios para empresas privadas



## DE LOS 80 A LOS 90: Aplicación y estandarización

- A finales de los 80 se empezaron a utilizar los ICV en Europa
- El despegue metodológico tiene lugar en los 90 gracias a la intervención de algunas instituciones:
  - SETAC
  - BUWAL
  - ISO
  - US-EPA
  - CML
  - Nordic Council
- En ese momento se detecta la necesidad de estandarizar la metodología

# ORIGEN HISTÓRICO DEL ACV....

## DE LOS 90 AL s. XXI...

- A partir de los 90 el ACV se empieza a aplicar más allá del mundo empresarial:

- Políticas: Ej. *European Ecolabel*
- *Directivas de envases*



- Aparecen diversas iniciativas internacionales para difundir y armonizar:
  - *European Platform on LCA*
  - *UNEP-SETAC Life Cycle Initiative*
  - *International Life Cycle Database (ILCD)*
  - *WRI/WBCSD GHG Protocols*
- Avance del ACV hacia estudios completos de sostenibilidad:
  - *LCC - Life Cycle Costing*
  - *SLCA – Social Life Cycle Assessment*

## International Organization for Standardization (ISO)

- ISO 14.040: 2006. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework.
- ISO 14.044: 2006. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines.
- ISO/TR 14.047: 2003. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Examples of application of ISO 14.042.
- ISO/TR 14.048: 2002. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Data Documentation Format.
- ISO/TR 14.049: 2000. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Examples of application of ISO 14.041 to goal and scope definition and inventory analysis.

## European Committee for Standardization (CEN)

- CEN/TR 13910:2009. Packaging — Report on criteria and methodologies for life cycle analysis of packaging

# APLICACIONES DEL ACV

## EN EL MUNDO DEL PACKAGING, EL ACV ES ÚTIL PARA:

- **Mejora y optimización de procesos:** identificación de puntos ambientales críticos
- **Análisis de la cadena de valor:** ayuda en la selección de proveedores
- **Ecodiseño:** conocimiento del impacto de productos de referencia y comparación de posibles estrategias de mejora
- **Comunicación ambiental:**

- Etiquetas ecológicas de Tipo I: Etiquetas “oficiales”



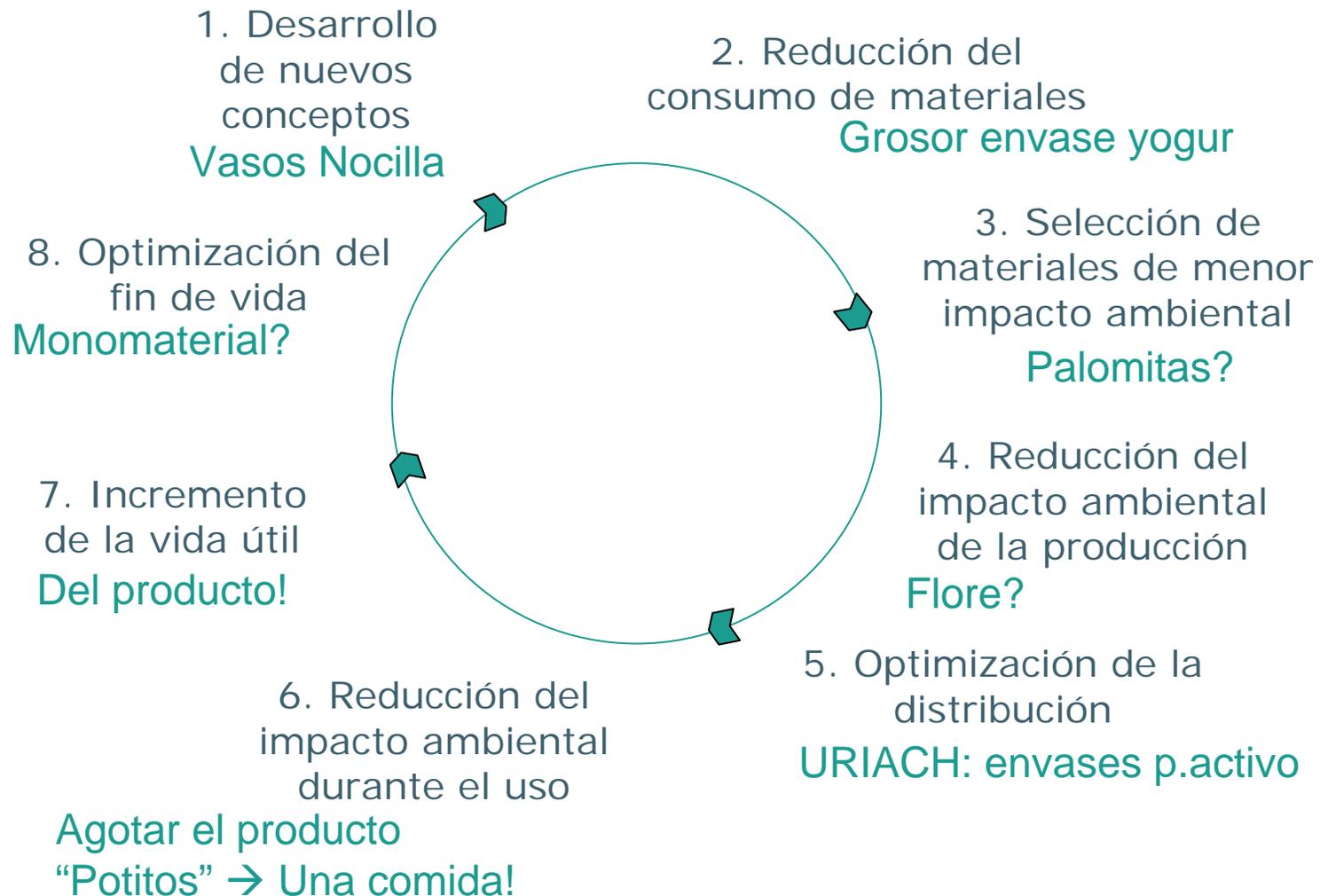
- Etiquetas ecológicas de Tipo II: Autodeclaraciones



- Etiquetas ecológicas de Tipo III: DAPs (+ Huellas)



# MEJORA AMBIENTAL: ecodiseño, ecoinnovación



# ¿Es mejor un monomaterial más pesado y reciclable fácilmente o un compuesto más ligero? → ACV!!! → “Potitos” Nestlé

Cambio de diseño de envase para walkie-talkie

**Empresa:** TELECOM Y NOVATECNO S.A.

Producto: Walkie-talkie



- Se ha modificado el diseño del envase de los walkie-talkies, pasando de una bandeja de cartón contenida en una caja del mismo material con aberturas plastificadas a un blister plástico con un pequeño cartoncillo interno.
- Se ha conseguido una reducción de más del 30% de su peso.

### Actuaciones:

- Aligeramiento del envase por cambio de diseño
- Eliminación de elementos de envase

### Objetivo:

- Reducción del peso del envase

Elemento	Antes	Después	Balance
Caja de cartón	97	0	-100,0%
Bandeja de cartón	77	0	-100,0%
Blister de plástico	0	88	+100%
Cartón rígido	0	31	+100%
TOTAL	174	119	-31,6%

Unidades en gramos de envase

# ¿QUIEN HACE ECODISEÑO DE ENVASES?: EJEMPLOS

## Empresas que han integrado el Ecodiseño dentro de su funcionamiento

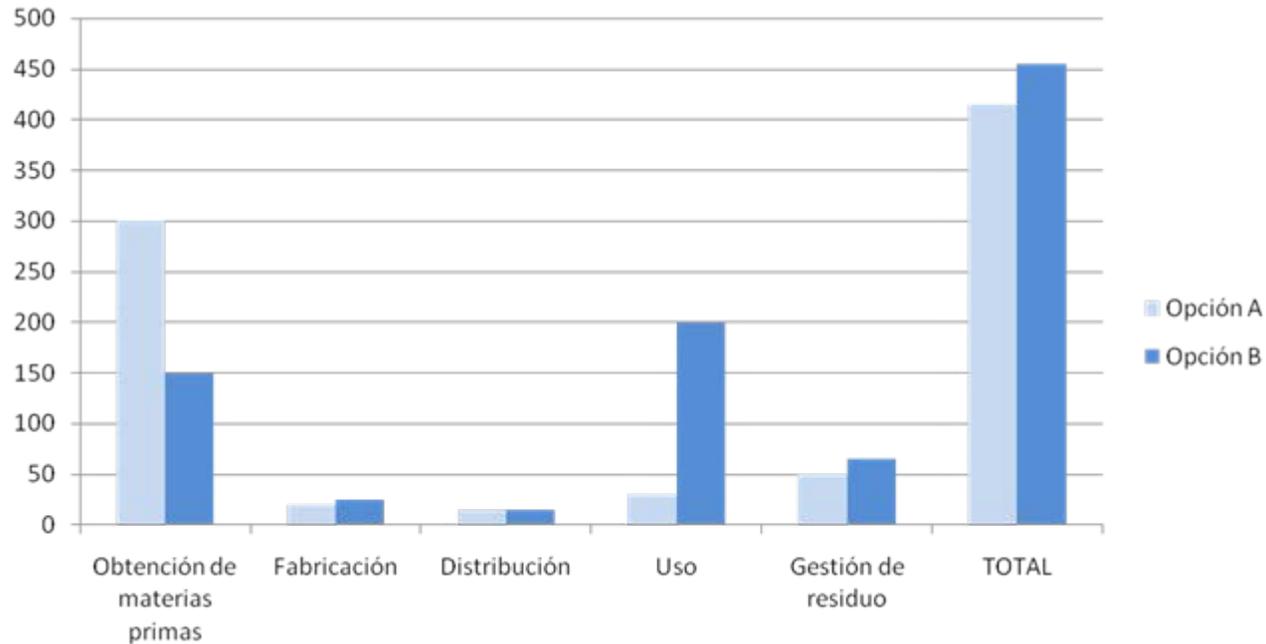
Sector	Eléctrico-electrónico	Alimentación	Cosmética/ Productos limpieza	Mueble	Otros
Empresa	Tyco Electronics	Coca cola	Sanex	Steelcase	Freitag
	BSH Electrodomésticos	Mercadona	A&B Laboratorios	Ussmann Koxka, S.L.	Colorker
	ABB División NIESSEN	Eroski	Kiehl's	IKEA	Roca
	Hewlett-Packard	Grupo leche Pascual	Ajax		ALCALAGRES, S.A.
	Motorola	Heineken	Cascades		Transpal
	Nokia	Danone	L'arbre Vert		Puma
	DIAVIA AIRE, S.A.	Cartonaje Font, S.A.	Salveco		TEXTIL ZE.DE.S.A.
		McDonald			

# APLICACIONES DEL ACV

CONTEXTOS DE DECISIÓN	DECISIONES ESTRATÉGICAS	DECISIONES OPERACIONALES
<b>Administración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoyo para legislar (Waste Oil)</li> <li>- Estudios de infraestructura (gestión de residuos, producción de energía...) (PROGRIC)</li> <li>- Identificación de áreas de investigación (CE → Tech.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eco etiquetaje (Decret EcoEf)</li> <li>- Recomendaciones a los consumidores (Dip. BCN)</li> <li>- Actuación en empresas públicas (DAP ADIGSA)</li> </ul>
<b>Empresas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección de procesos de producción (materiales)</li> <li>- Estrategias de negocio (Carbon Footprint → distrib., etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección de materiales (magnesio puerta coche)</li> <li>- Ecodiseño (Ecojoguina)</li> <li>- Mejora de procesos (BusStop)</li> <li>- Elección de proveedores</li> <li>- Información de marketing</li> <li>- Ecoetiquetas (DAPc)</li> </ul>
<b>ONG</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vigilancia política</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rebatir opiniones infundadas (OCUC)</li> </ul>

# IMPORTANCIA DE ESTE NUEVO ENFOQUE

¿Qué puede ocurrir si ...no considero todo el ciclo de vida?



Ejemplos:

- Perfume (agua): y el envase?
- Plancha: y el uso?
- Bolsas de biopolímeros: y la producción?
- “Potitos”: y la distribución?

# EJEMPLO DE HUELLA DE CARBONO DE UN HELADO DE UNILEVER

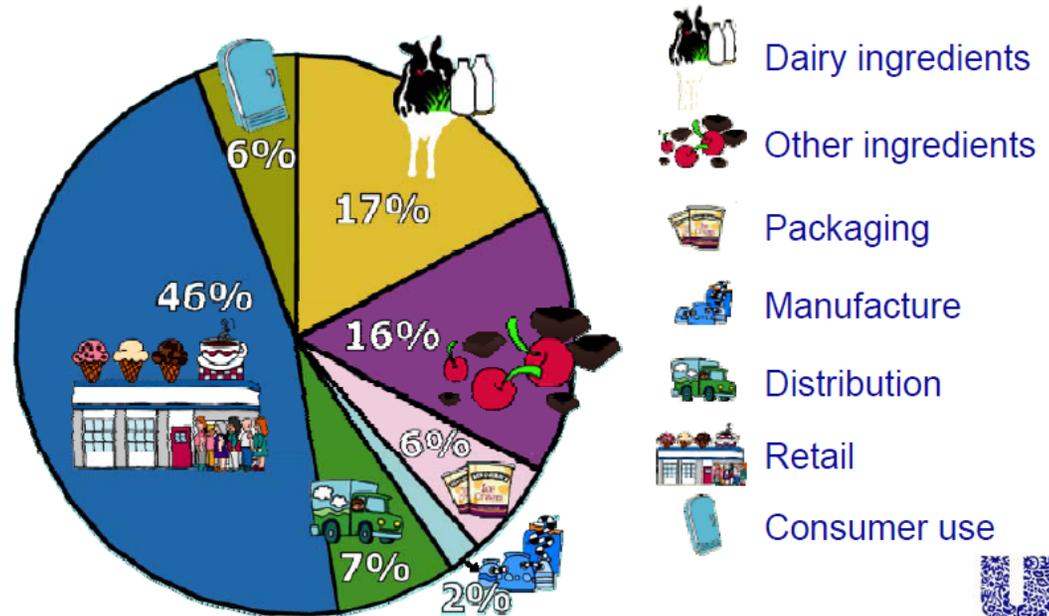
Puedo decir que mi producto lácteo tiene Cero Emisiones de CO<sub>2</sub>, si compenso las emisiones de la fábrica con renovables?



Example  
'Mass Balance' Approach  
for portfolio management:  
Ben & Jerry's Europe



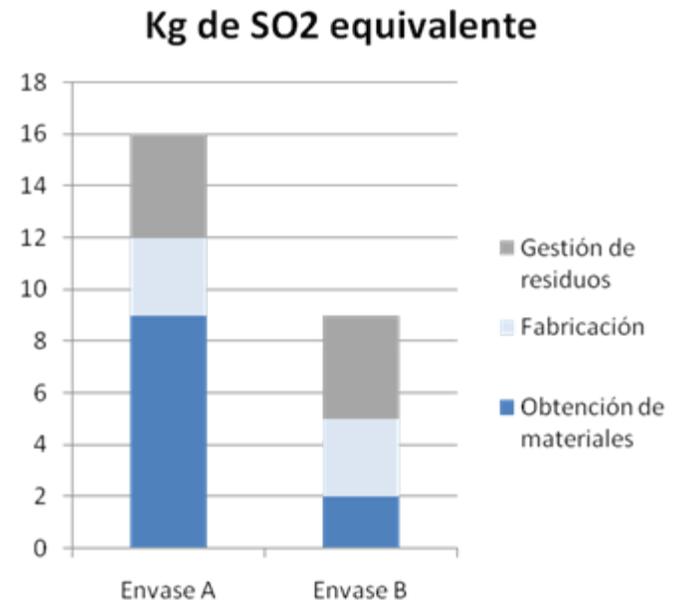
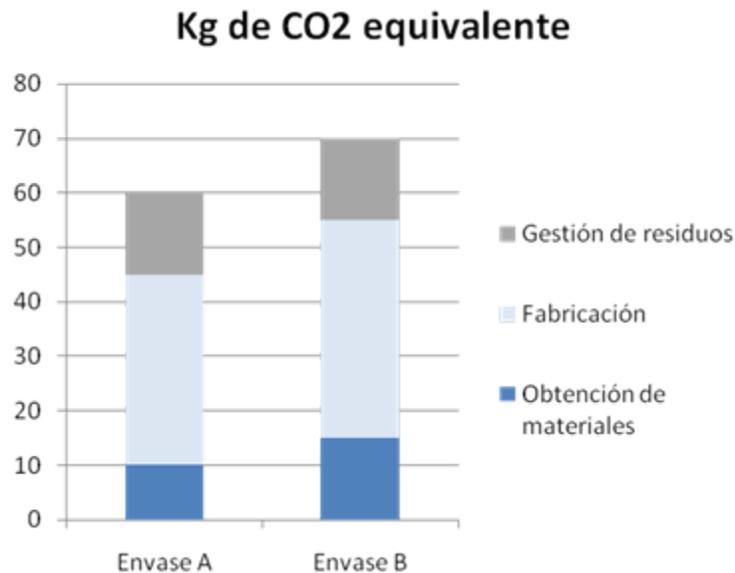
## GHG Footprint of B&J's European ice cream business



# IMPORTANCIA DE ESTE NUEVO ENFOQUE

## ¿Qué puede ocurrir si... no considero diferentes impactos ambientales?

- No tendremos en cuenta efectos que puedan tener nuestras decisiones en otros impactos ambientales.



### Ejemplos

- Biocombustibles: tortitas de maíz?
- Baja California: CH3-CCl3?
- Sólo existe el CO2? Es lo más importante?

# IMPORTANCIA DE ESTE NUEVO ENFOQUE

## ¿Qué puede ocurrir si... no considero una metodología adecuada?

- Viviremos engañados, invirtiendo y comunicando aquello que no es cierto, y estaremos sujetos a la contestación y la controversia.

### Ejemplos

- Palomitas de maiz vs EPS: peso o volumen?
- Bolsas de supermercado: también de basura?
- Cajas de frutas y verduras: cómo calculamos el CO2?
- Productos alimentarios: sólo el envase?

# EJEMPLOS DE APLICACIÓN DEL ACV EN ENVASES

## PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA

- ANFEVI: reciclar o reutilizar botellas de vidrio de cerveza?
- DANONE: bandejas de yogures reutilizables de plástico o cartón de un solo uso?
- NESTLÉ: cambio en Europa la distribución de comida de bebé a plástico?
- ANTONIO PUIG: cómo disminuir el consumo de agua (política ambiental)?
- CICLOPLAST: es la opción en plástico para bolsas tan mala: nos podemos defender?
- ECOEMBES: podemos racionalizar la oportunidad de la recogida selectiva?
- GENCAT: puede ayudarnos a orientar los envases industriales de pequeño tamaño?
- NINCO: cambio a envases de otro material pero de uso continuo?
- ARECO: apuesta por la comunicación ambiental proactiva o reactiva?
- MANGO: apuesta por la mejora (en CO2) de la cadena logística.
- AENOR: ecoetiqueta de bolsas de basura y bolsas camiseta (de PE!?)

## DECISIONES OPERACIONALES

- YOPLAIT: Es mi envase de flan en aluminio mejor que el de la competencia en plástico?
- ANTONIO PUIG: mejora del suministro de los tapones del 212 de Carolina Herrera, inclusión de materiales secundarios donde no se ven.
- URIACH: mejora del sistema de suministro de principio activo (el cambio del envase primario sería estratégico).
- EDUCA: disminución del tamaño del envase (hasta que el retail lo permita).
- IMC Toys: disminución del número de componentes y tamaño del envase.
- REBALIM: mejora del posicionamiento en los concursos públicos.
- AIDIMA: mejoras ambientales en diferentes tipos de paletas.
- MAGOM: aplicación de un sistema de devolución y retorno tanto a la materia prima como al producto acabado.

# FUENTES DE INFORMACIÓN...

## ORGANIZACIONES RELEVANTES EN ACV



- Comissió de ACV del COEIC + APRODACV!!!
- LIFE CYCLE INITIATIVE UNEP – SETAC  
<http://lcinitiative.unep.fr/>
- EUROPEAN PLATFORM ON LCA  
<http://lca.jrc.ec.europa.eu/EPLCA/>
- RED TEMÁTICA ESPAÑOLA DE ACV  
<http://www.usc.es/biogrup/redciclovida.htm>

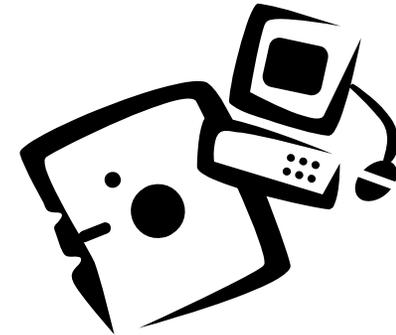
## OBSERVATORIO ECOEMBES DEL CICLO DE VIDA DE LOS ENVASES

+

## CÁTEDRA UNESCO DE CICLO DE VIDA Y CAMBIO CLIMÁTICO!!!

## PROGRAMAS INFORMÁTICOS DE ACV

- GABI 4.3 y GaBi lite (PE International)
- SIMAPRO (Pre Consultants)
- UMBERTO (ifu Hamburg)
- TEAM (Ecobilan – PricewaterhouseCoopers)
- WISARD (Ecobilan- PricewaterhouseCoopers)
- → Otros: <http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/toolList.vm>



# What is a Carbon Footprint? (From Prof. Dr. Matthias Finkbeiner)

- „the“ indicator ↔ „just one“
- absolute ↔ relative
- efficient ↔ effective, sufficient
- macro-economic ↔ micro-economic
- a flash in the pan ↔ sustainable
- market relevant ↔ socially relevant
- good ↔ bad, scary
- an LCA „light“ ↔ a new method

# Beer or Smoothie? (From Prof. Dr. Matthias Finkbeiner)



350ml

- beer is better than smoothies
- Sapporo b. is better than Innocent s.
- 1 smoothie or 735ml beer
- 1 g CO<sub>2</sub> (Japan) = 2 g CO<sub>2</sub> (UK)



# ¡QUE TENGAN UN BUEN CICLO DE VIDA!

## ¡Gracias por su atención!

Pere Fullana i Palmer ([pere.fullana@esci.es](mailto:pere.fullana@esci.es))

Barcelona, 16 de novembre de 2010



# ¿CÓMO PONER EN PRÁCTICA EL ACV?: METODOLOGÍA

## Aplicación del Análisis de Ciclo de Vida al Packaging

Comisión de Packaging del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cataluña

Alba Bala

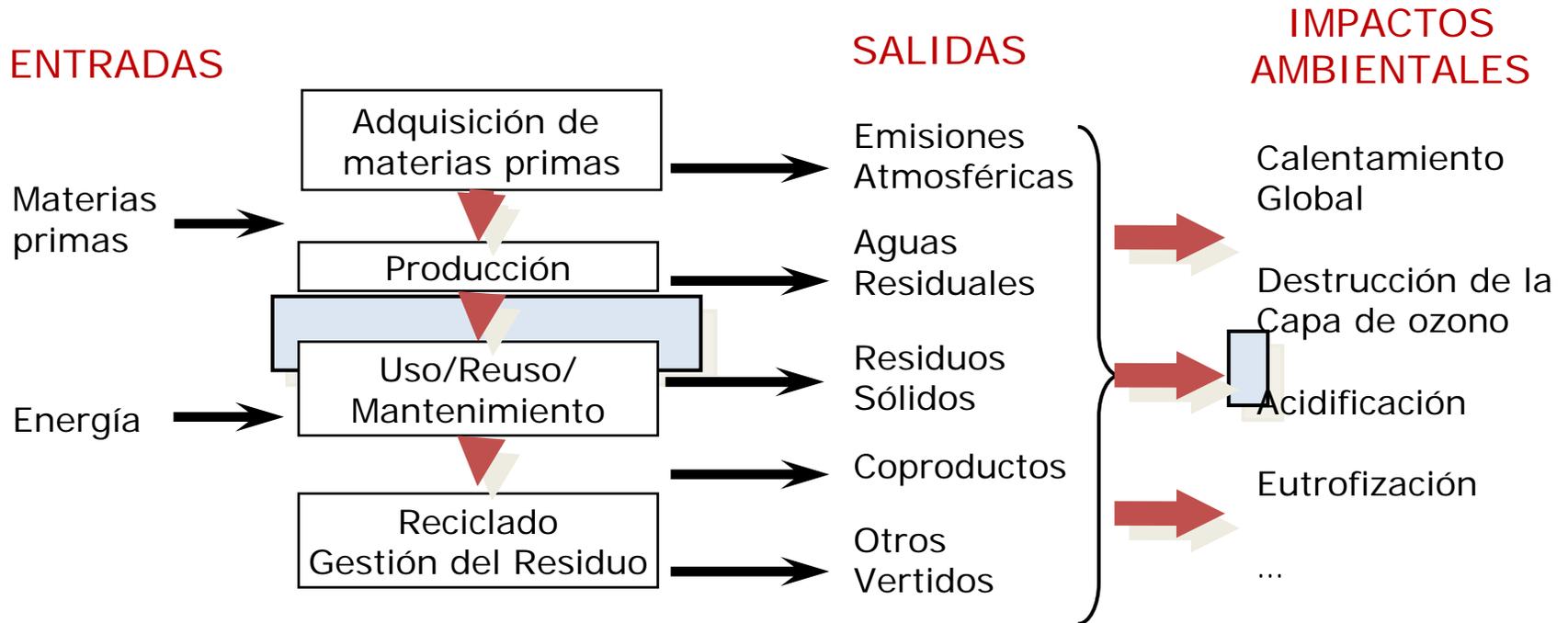
Barcelona, 16 de noviembre de 2010



# DEFINICIÓN: ¿QUÉ ES EL ACV?

Según la norma ISO **14.040** el ACV es:

*“Recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida”.*



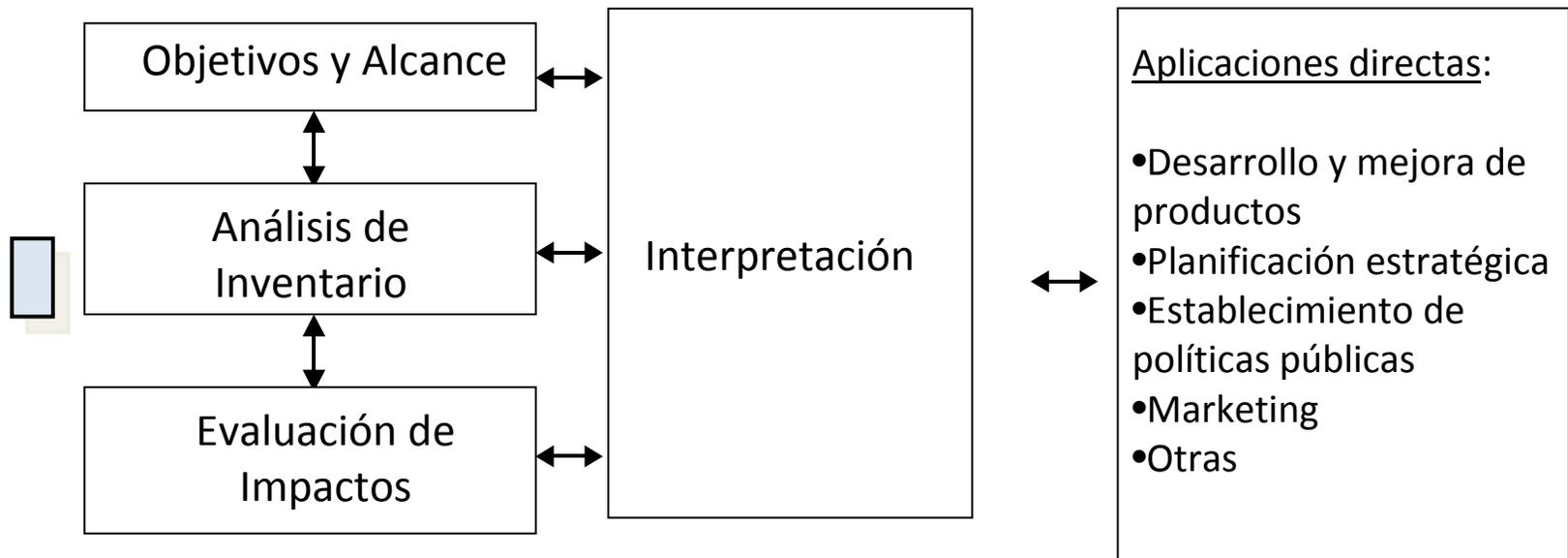
# EL ACV Y LA TOMA DE DECISIONES...



- El Análisis de Ciclo de Vida no es una herramienta de toma de decisiones en si misma.
- Es una herramienta que nos aporta información útil para el proceso de toma de decisiones.
- Puede integrarse con otras herramientas; existen diferentes metodologías o sistemas para hacerlo
- **Para hacer un ACV, lo mejor es aplicar las normas ISO 14.040 y 14.044.**

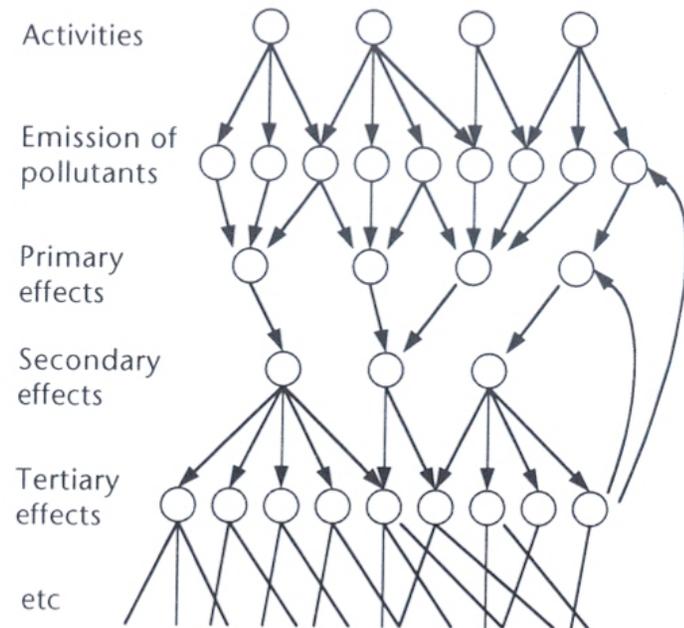
# METODOLOGÍA DEL ACV

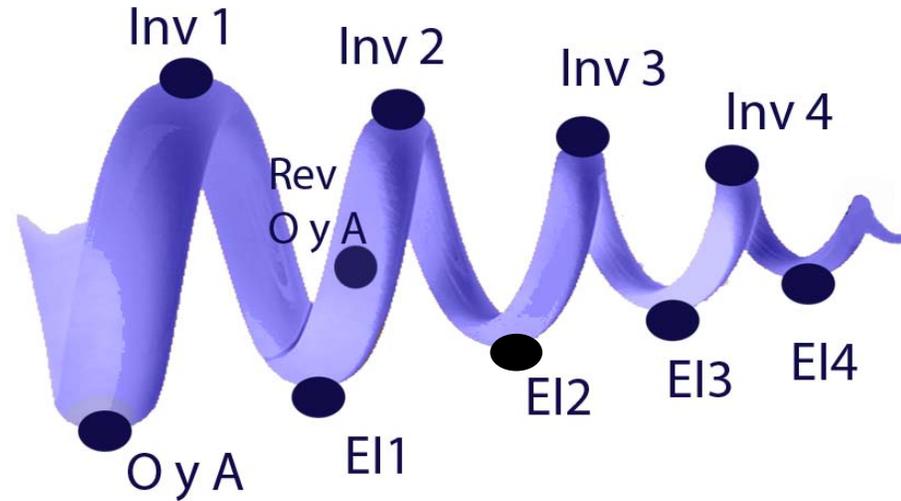
Según ISO 14.040 las cuatro fases del ACV son:



## Objetivo:

Entender mejor el sistema que estamos analizando; traducir las emisiones y los residuos generados en categorías de impacto, siguiendo el proceso de causa-efecto

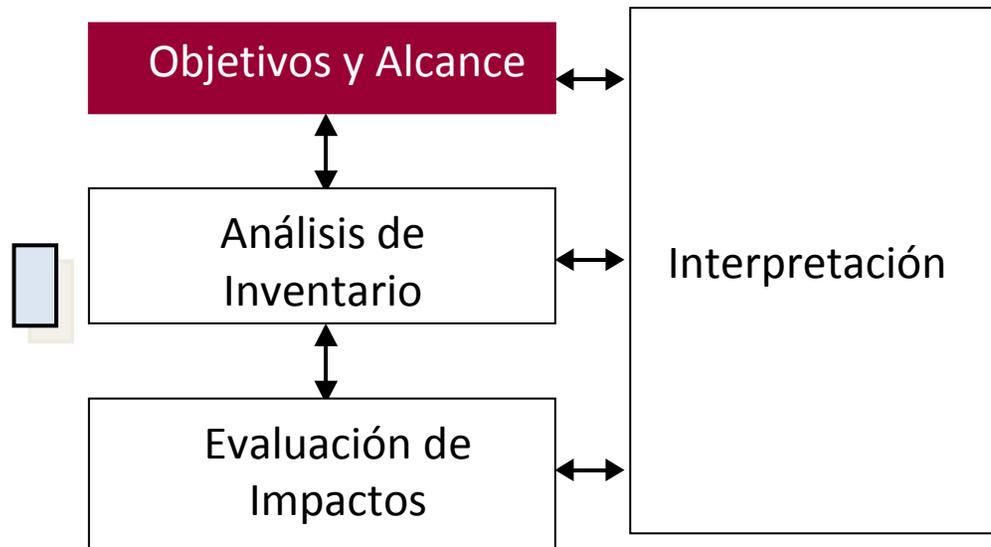




## El ACV es un proceso iterativo:

- Empieza con una exploración general
- Se buscan datos más concretos y detallados; donde sea necesario para ayudar en la toma de decisiones o a resolver la cuestión planteada
- El análisis de sensibilidad es un elemento integral

# DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y ALCANCE



# DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y ALCANCE

## DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

Implica declarar y justificar inequívocamente:

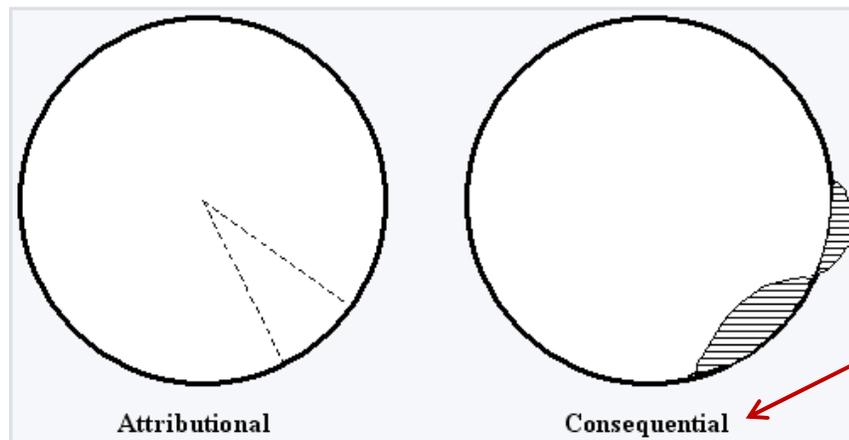
- La aplicación prevista
- Las razones para realizar el estudio
- El público previsto (a quién se prevé comunicar los resultados del estudio)
- Si se prevé utilizar los resultados en aseveraciones comparativas que se divulgarán al público



# DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y ALCANCE

## TIPOS DE ACV/ENFOQUE: ATRIBUCIONAL VS CONSECUCIONAL

- **ACV atribucional:** describe el comportamiento ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida.
- **ACV consecuencial:** describe los efectos que pueden provocar cambios en el ciclo de vida del producto.

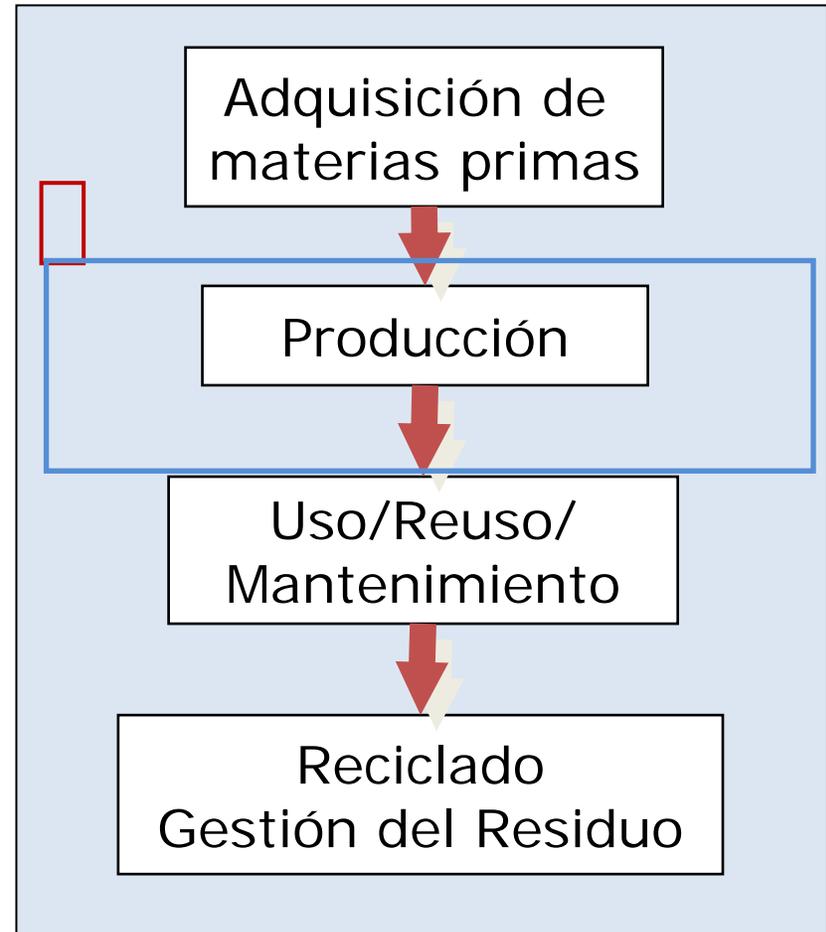


Más apropiado  
para Planificación  
Política/Estratégica

# DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y ALCANCE

## TIPOS DE ACV/ENFOQUE:

- **ACV “from cradle to grave”:** incluye todas las etapas del ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta la gestión de los residuos de fin de vida.
- **ACV “from cradle to gate”:** incluye únicamente las etapas de extracción, procesado y transporte de materias primas y fabricación del producto (hasta la puerta de la fábrica).
- **ACV “from gate to gate”:** incluye únicamente las etapas de producción



## ALCANCE DEL ESTUDIO

- El sistema del producto a estudiar
- Las **funciones del sistema** del producto
- La **unidad funcional**
- Los **límites del sistema**
- Los **procedimientos de asignación**
- Las **categorías de impacto** y la **metodología de evaluación de impacto**
- Requisitos relativos a los datos
- Las suposiciones
- Las limitaciones
- **Los requisitos iniciales de calidad de los datos**
- El tipo de revisión crítica (si la hay)
- El tipo y formato del informe

# Función del sistema, unidad funcional y flujo de referencia

- La **función del sistema** describe las características operativas del mismo
- La **unidad funcional** es la cuantificación de las funciones identificadas en el producto. Referencia para relacionar las entradas y salidas del sistema.
- Puede ser:
  - **Física**: útil si estudiamos un solo producto  
Ejemplo: 1 bolígrafo desechable
  - **Funcional**: útil si comparamos productos diferentes  
Ejemplo: 1000 páginas escritas  
10 bolígrafos desechables vs. 1 bolígrafo recargable + 10 cargas
- **Flujo de referencia**: cantidad de producto necesaria para cumplir la función expresada mediante la unidad funcional.

# Función del sistema, unidad funcional y flujo de referencia

## EJEMPLO PARA BOLSAS DE SUPERMERCADO:

**FUNCIÓN:** contener productos para facilitar su transporte o almacenamiento.

**UNIDAD FUNCIONAL:** “facilitar el transporte de los alimentos y bebidas comprados para abastecer un hogar medio durante un año, desde el punto de venta hasta el lugar de consumo”

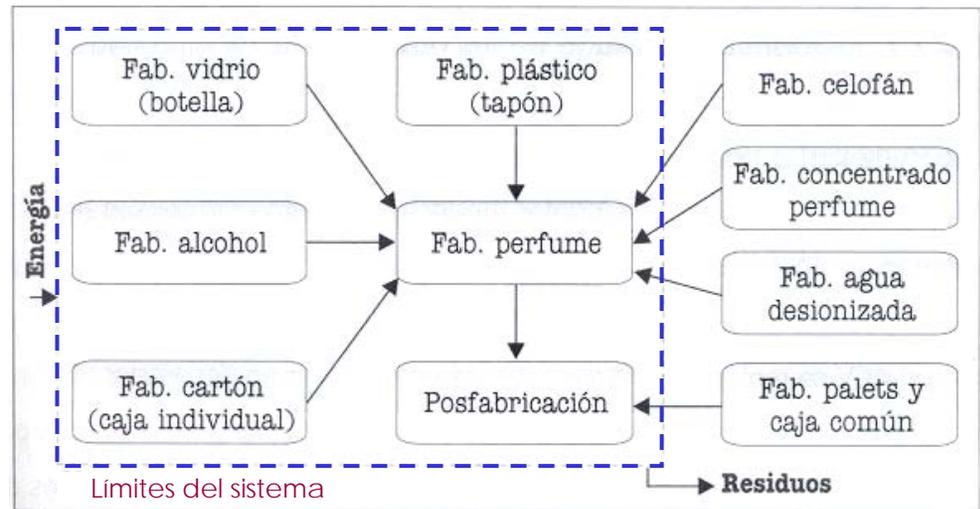
**Consideraciones:**

- Consumo medio anual de productos por hogar
- Peso de los productos consumidos
- Número de compras por semana
- Capacidad máxima de carga de las bolsas y aprovechamiento
- Capacidad volumétrica máxima de las bolsas y aprovechamiento
- Número de reutilizaciones de cada bolsa

**FLUJOS DE REFERENCIA:**

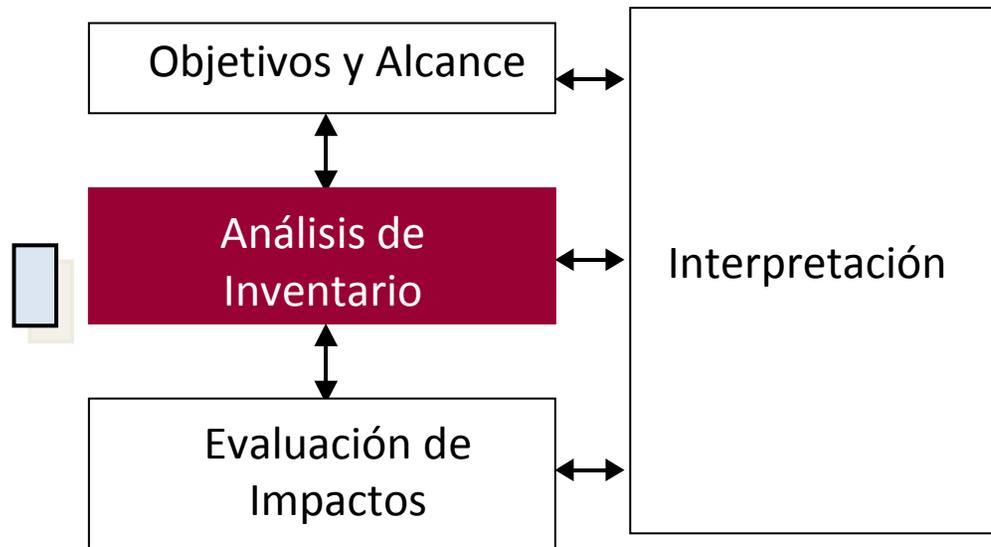
- Bolsa A (pequeña y de un solo uso): 400 unidades por unidad funcional
- Bolsa B (tamaño medio y reutilizable pocas veces): 80 unidades
- Bolsa C (tamaño grande y reutilizable muchas veces): 20 unidades

- Los **límites del sistema** definen los procesos unitarios a ser incluidos en el sistema
- Idealmente, las entradas y salidas deberían ser flujos elementales (sin transformación previa o posterior por parte del ser humano)
- A menudo en los ACV se aplican **reglas de corte** (masa, energía o importancia ambiental), dejando fuera las etapas o procesos menos significativos
  - Ejemplo: Fabricación de un perfume. Se excluye componentes con menos de un 5% al peso del producto



- En este apartado se deben incluir los requerimientos iniciales de los datos que vamos a buscar en la fase de inventario:
  - Cobertura temporal (antigüedad máxima aceptable)
  - Cobertura geográfica (área en la que se buscarán los datos)
  - Cobertura tecnológica (tecnología específica o promedio)
  - Precisión (variabilidad de los datos aceptable)
  - Completitud (porcentaje de datos que son medidos o estimados)
  - Representatividad (los datos deben acercarse lo máximo posible a la situación real: cobertura geográfica, temporal y tecnológica)

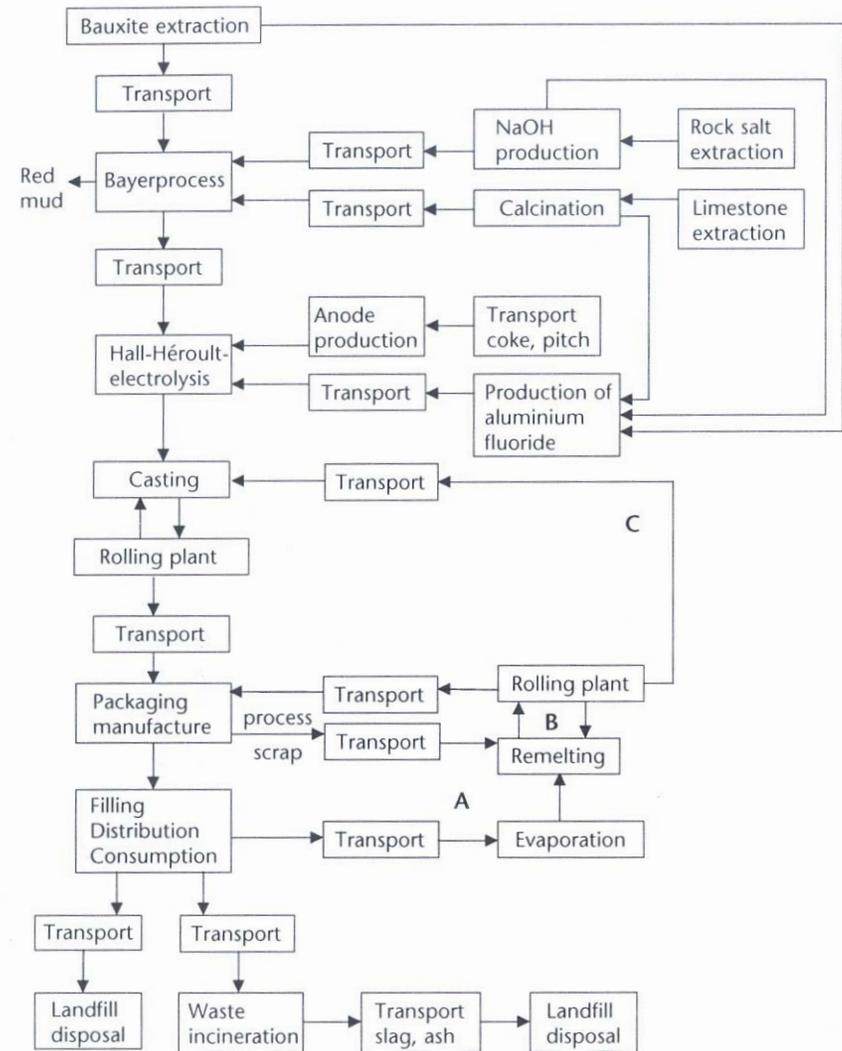
# ANÁLISIS DE INVENTARIO



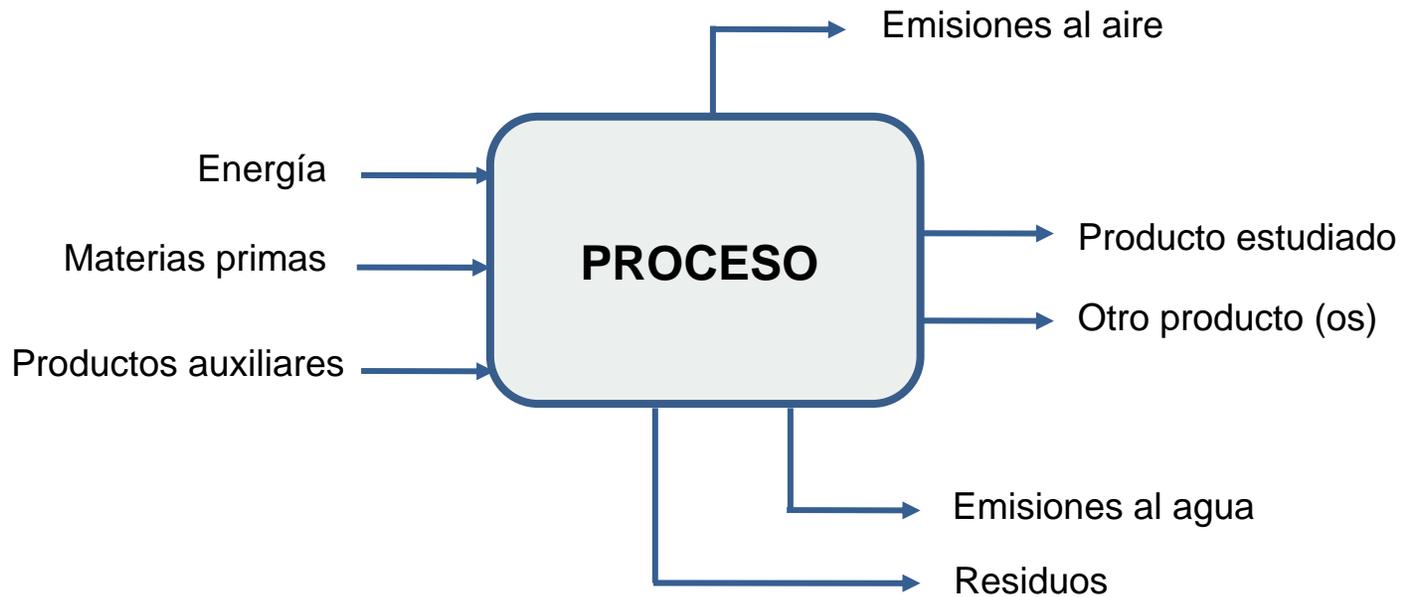
# ANÁLISIS DE INVENTARIO

El objetivo del inventario es recopilar información ambientalmente relevante de los procesos identificados durante el alcance del estudio e incluidos en el sistema

*Ejemplo de fabricación de una lata de aluminio*

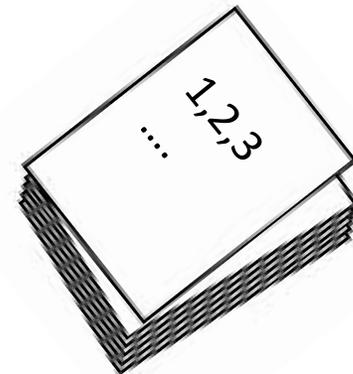


Para cada proceso unitario:



# ANÁLISIS DE INVENTARIO

- El resultado de esta fase es una tabla de inventario que recoge las entradas y salidas del sistema, por unidad funcional, por ejemplo:
  - kg CO2 emitidos a la atmósfera
  - kg de mineral de hierro extraídos
  - ...
- La recopilación de datos es la fase que requiere más tiempo
- El nivel de detalle debería ser suficiente para que sea reproducible por alguien externo



- Datos de campo (propia empresa)
- Bases de datos (imprescindibles!)
  - ELCD (European Life Cycle Database)
  - ECOINVENT (ECOINVENT CENTRE)
  - GABI DATABASES 2006 (PE International)
  - → Otras:  
<http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/databaseList.vm>  
<http://lca-data.org> (UNEP-SETAC)
- Bibliografía

- El inventario **debe incluir un apartado sobre los datos utilizados y su calidad** (para satisfacer los requisitos especificados en la fase de objetivos y alcance):
  - Incertidumbre (dato estimado o calculado)
  - Procedencia geográfica
  - Antigüedad
  - Precisión
  - Fuente
  - ...



## Ejemplo de fabricación de 1 Kg de vidrio

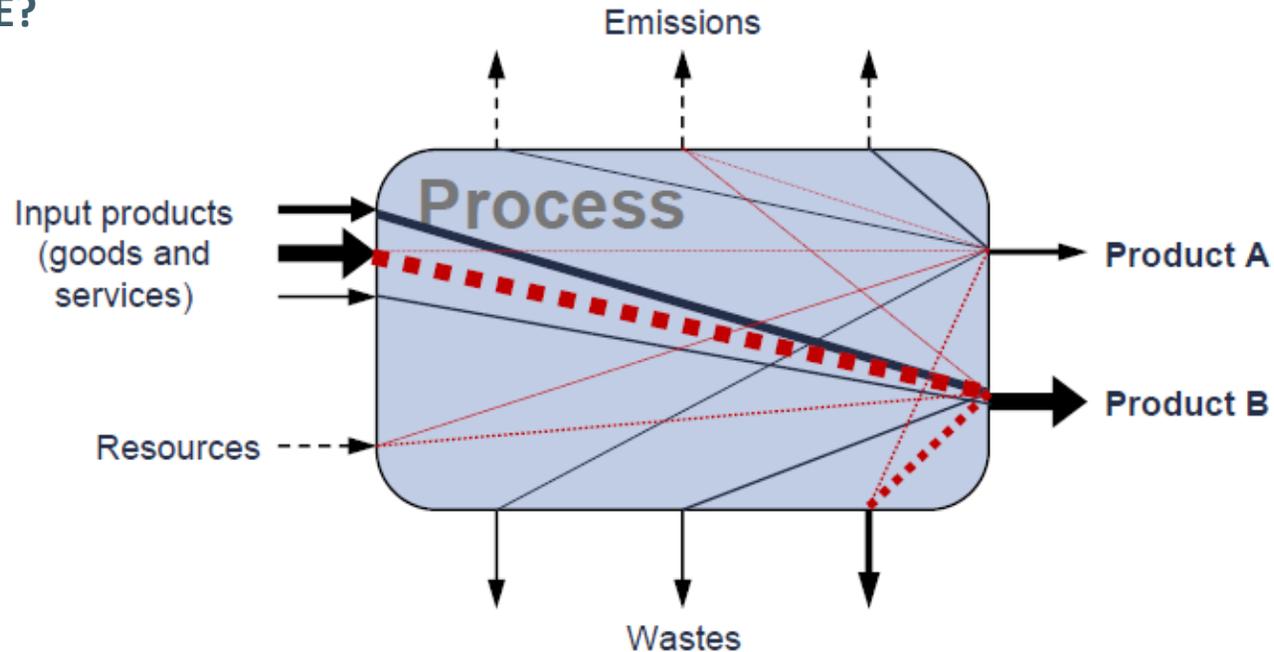
ENTRADAS		SALIDAS**	
DESDE LA TECNOSFERA		A LA TECNOSFERA	
<b>Materiales y combustibles (g)</b>		<b>Productos y coproductos (g)</b>	
Vidrio reciclado	882	Vidrio	1000
Propano*	4,1 (0,1903 MJ)	<b>A LA NATURALEZA</b>	
Fueloil pesado*	138,1 (5,6620 MJ)	<b>Emisiones al aire (g)</b>	
Fueloil ligero*	0,9 (0,0383 MJ)	Polvo	8,029
<b>Electricidad (MJ)</b>		CO	0,078
Energía eléctrica	0,1962	CO <sub>2</sub> ***	548,0
<b>DESDE LA NATURALEZA</b>		Hidrocarburos	1,831
<b>Materias primas y combustibles crudos (g)</b>		NOx	1,886
Arena	281,1	N <sub>2</sub> O	0,053
Soda	79,8	SO <sub>2</sub>	3,079
Piedra caliza	48,2	HCl	0,036
Dolomita	49,2	HF	0,014
Feldespatos	25,0	Pb	0,009
Otros	4,7	Aldehídos	0,006
Agua	100	Otros compuestos orgánicos	0,009
Gas natural*	16,3 (0,7038 MJ)	NH <sub>3</sub>	0,003
		<b>Emisiones al agua (g)</b>	
		Sólidos disueltos	1,782
		Sólidos en suspensión	0,001
		DBO	0,001
		DQO	0,003
		Aceites	0,024
		<b>Emisiones al suelo (g)</b>	
		Residuos sólidos depositados	458,2
		Volumen de estos residuos	237,9 cm <sup>3</sup>

## Ejemplo de fabricación de 1 Kg de cartón (para envases)

ENTRADAS		SALIDAS**	
DESDE LA TECNOSFERA		A LA TECNOSFERA	
<b>Materiales y combustibles (g)</b>		<b>Productos y coproductos (g)</b>	
Pulpa sulfato blanqueada	79,9	Carbón para cosmética	1000
Pulpa sulfito blanqueada	147,6	<b>A LA NATURALEZA</b>	
Pulpa de madera reciclado	414,0	<b>Emisiones al aire (g)</b>	
Pulpa de cartón reciclado	312,5	Partículas	1,826
Caolín	9,6	CO	1,413
Capa de color	85,0	CO <sub>2</sub> ***	368,0
Adyuvantes	16,5	CH <sub>4</sub> ***	45,2
Fueloil pesado*	130,8 (5,3628 MJ)	Hidrocarburos	6,134
Fueloil ligero*	3,9 (0,1657 MJ)	NO <sub>x</sub>	4,435
<b>Electricidad (MJ)</b>		N <sub>2</sub> O	0,357
Energía eléctrica	4,8456	SO <sub>2</sub>	9,181
		Aldehídos	3,66 10 <sup>-3</sup>
		Otros compuestos orgánicos	6,56 10 <sup>-3</sup>
		NH <sub>3</sub>	0,75 10 <sup>-3</sup>
		Fluoruros	0,009 10 <sup>-3</sup>
		Cl <sub>2</sub>	0,002 10 <sup>-3</sup>
		Hg	0,004 10 <sup>-3</sup>
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,001
		Mercaptanos	0,022
		H <sub>2</sub> S	0,002
		<b>Emisiones al agua (g)</b>	
		Fibras	5,111
		Sólidos disueltos	2,198
		Sólidos en suspensión	0,001
		DBO	0,846
		DQO	17,384
		AOX	0,205
		NH <sub>3</sub>	0,83 10 <sup>-3</sup>
		Cloruros	1,621
		Fluoruros	1,8 10 <sup>-3</sup>
		Aceites	0,031
		Sales	3,835
		<b>Emisiones al suelo (g)</b>	
		Residuos sólidos depositados	262,0
		Volumen sólidos depositados	298,5 cm <sup>3</sup>



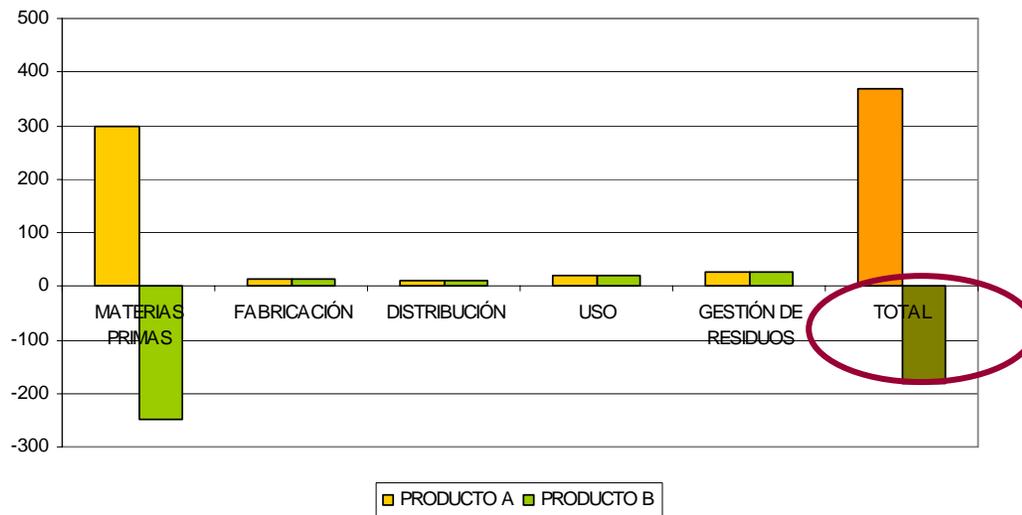
## ¿POR QUÉ?



- Con frecuencia se deben analizar sistemas que desarrollan más de una función, producen más de un producto o tienen múltiples entradas
- Algunos de estos productos o funciones no forman parte de nuestro sistema
- Cuando esto ocurre, debe realizarse una asignación de cargas ambientales (reparto de impactos) entre los diferentes productos o funciones

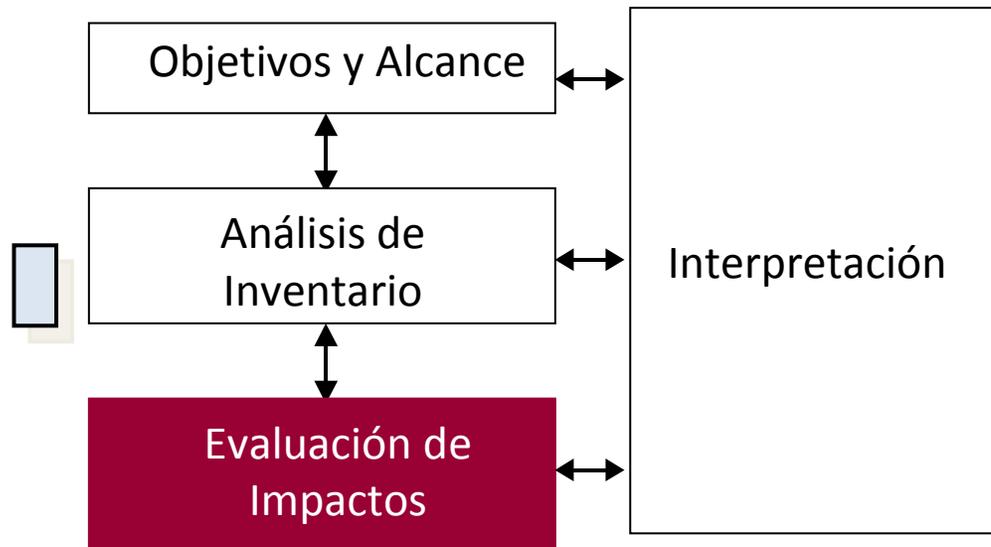
- **Coherencia:** la metodología del estudio debe aplicarse uniformemente a los distintos componentes del análisis y a los datos.
- **Reproducibilidad:** la extensión de la información presentada en la fase de inventario debe ser suficiente para que un profesional independiente pueda reproducirlos.

- Utilizar datos no aplicables al caso concreto (antigüedad, tecnología, etc.)
- Restar impactos cuando se usan materiales reciclados...  
**NO tienen un impacto < 0!**
- Restar impactos en los productos multifunción  
**Únicamente se pueden restar cargas ambientales cuando el producto está desplazando realmente a otro**



**IMPOSIBLE!!!!**

- Uso de materiales de origen vegetal y calentamiento global...
  - No puede restarse el  $\text{CO}_2$  que es absorbido y no considerarse su emisión
  - El  $\text{CO}_2$  absorbido acabará siendo emitido a la atmósfera, tarde o temprano!
  - Generalmente el  $\text{CO}_2$  de origen biológico se considera neutro al hacer el balance de  $\text{CO}_2$  (salvo excepciones como el caso de vertederos...)



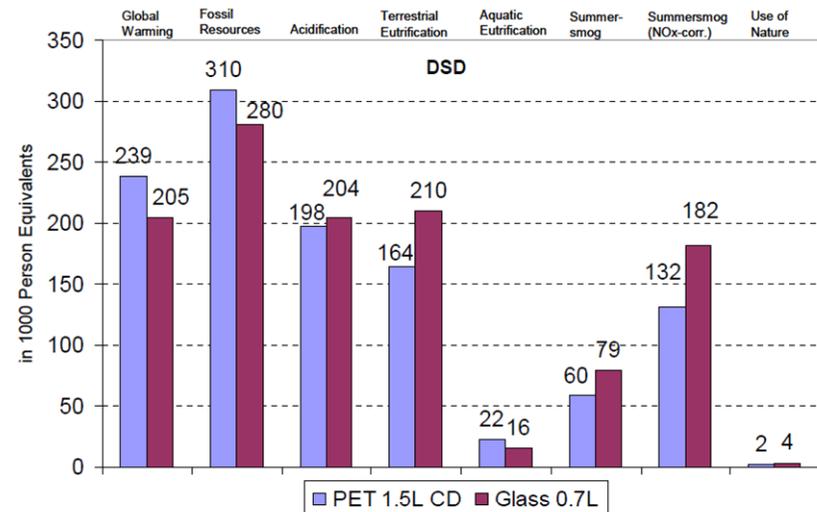
# EVALUACIÓN DE IMPACTOS

## Atmospheric Emissions

dust (PM10)	16.0
CO	17.8
CO2	4,997
SOX as SO2	24.0
H2S	0.0016
mercaptan	5.5E-06
NOX as NO2	29.1
NH3	0.0104
Cl2	2.6E-04
HCl	0.81
F2	1.6E-07
HF	0.035
hydrocarbons not specified elsewhere	3.40
aldehyde (-CHO)	0.0054
organics	0.12
Pb+compounds as Pb	2.5E-05
Hg+compounds as Hg	5.0E-06
metals not specified elsewhere	0.0014
H2SO4	2.1E-05
N2O	0.59
H2	0.48
dichloroethane (DCE) C2H4Cl2	3.2E-07
vinyl chloride monomer (VCM)	5.2E-06
CFC/HCFC/HFC not specified elsewhere	6.4E-05
organo-chlorine not specified elsewhere	0.016
CH4	31.8
aromatic HC not specified elsewhere	0.0016
polycyclic hydrocarbons (PAH)	1.0E-06
NMVOC	0.69
methylene chloride CH2Cl2	2.1E-05
Cu+compounds as Cu	7.4E-07
As+compounds as As	2.3E-05
Cd+compounds as Cd	4.3E-06
Zn+compounds as Zn	3.5E-06
Cr+compounds as Cr	1.6E-05
Se+compounds as Se	6.7E-05
Ni+compounds as Ni	9.4E-05
Sb+compounds as Sb	1.4E-06



Impact Categories	Unit
Global Warming	239 kg CO <sub>2</sub> eq
Fossil Resources	310 Kg Sb eq
Acidification	198 Kg SO <sub>2</sub> eq
Terrestrial Eutrofication	164 Kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq
Aquatic Eutrofication	22 Kg NO <sub>3</sub> eq
Summer-smog	60 Kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq
Summersmog (NO <sub>x</sub> -corr)	132 Kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq
Use of Nature	2 m <sup>2</sup>



# EVALUACIÓN DE IMPACTOS

## Elementos obligatorios

Selección de categorías de impacto, indicadores de categoría y modelos de caracterización



Asignación de los resultados del inventario (*Clasificación*)



Cálculo de los indicadores y categorías (*Caracterización*)



**Resultados de los indicadores (perfil de la EICV)**



## Elementos opcionales

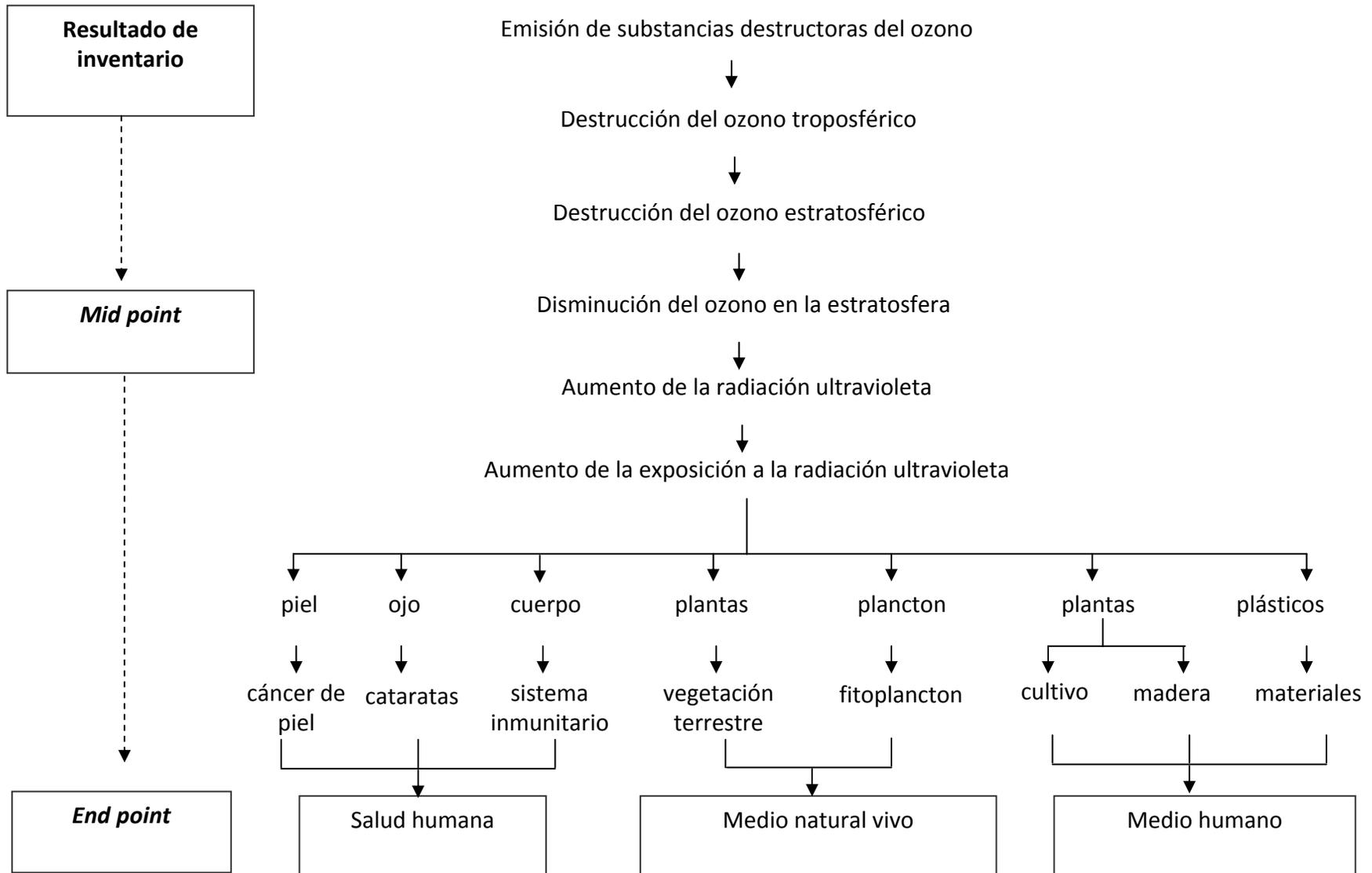
*Normalización*

*Ponderación y Agrupación*

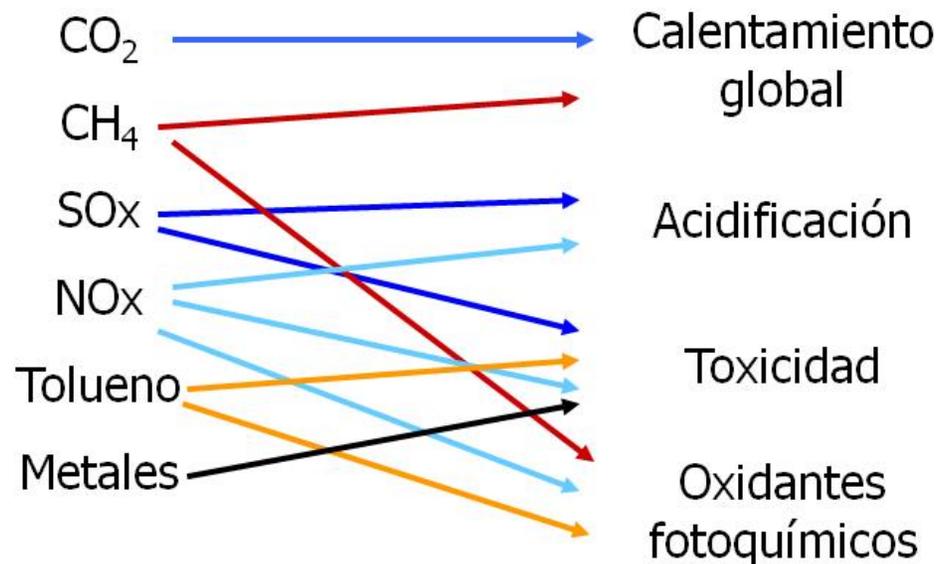
- **CATEGORÍAS DE IMPACTO RELATIVAS A ENTRADAS**
  - Agotamiento de Recursos Abióticos
  - Degradación del suelo
  
- **CATEGORÍAS RELATIVAS A SALIDAS:**
  - Cambio climático
  - Agotamiento del ozono estratosférico
  - Acidificación
  - Eutrofización
  - Formación de foto-oxidantes
  - Toxicidad humana
  - Eco-toxicidad

- No hay consenso científico sobre las categorías de impacto a considerar. Existen distintas metodologías de evaluación de impactos.
- Los impactos que calculamos son **“impactos potenciales”**
- Existen dos grandes tipos de métodos en función del lugar en que se sitúan los indicadores de las categorías en la cadena causa-efecto:
  - Enfocados al problema: utilizan indicadores intermedios (mid point)
  - Orientados al daño: basados en indicadores de punto final (end point)

# Selección de las categorías de impacto



- **Asignación de los resultados del ICV a las categorías de impacto seleccionadas**
- Una sustancia puede contribuir a más de una categoría

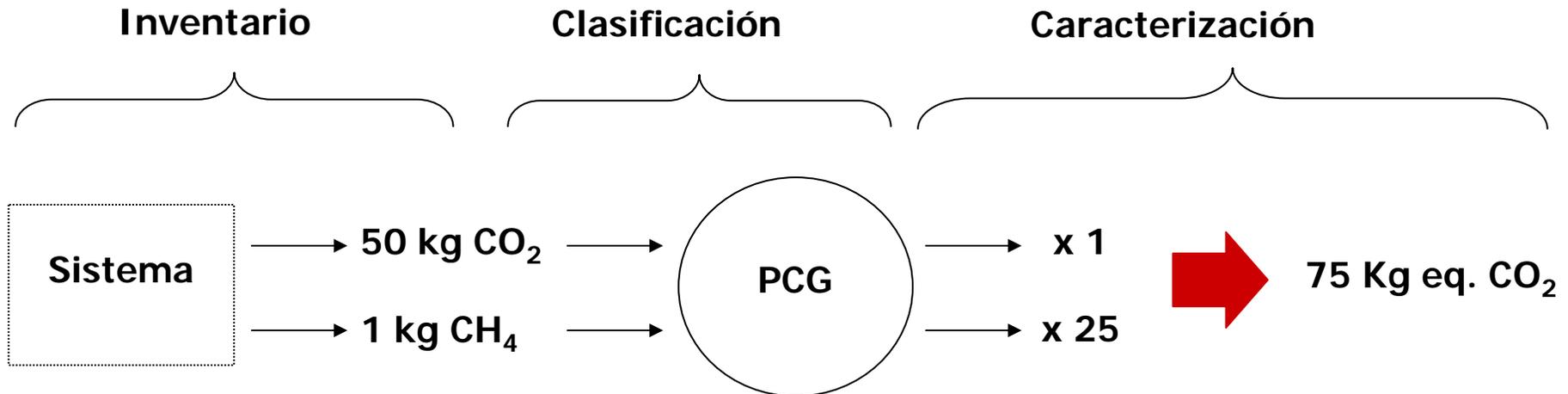


- Cálculo de los resultados del indicador de categoría
- Conversión de los resultados del ICV a unidades comunes y suma de los resultados convertidos dentro de la misma categoría de impacto
  - Utilización de factores de caracterización resultantes de modelos científicos (proceso objetivo)
- Para cada categoría de impacto se obtiene una puntuación. Es posible que algunos flujos elementales queden sin caracterizar.
- El conjunto de puntuaciones se denomina el “perfil ambiental” del producto o del sistema

## Potencial de calentamiento global

Gas	Vida (años)	GWP (CO <sub>2</sub> eq.)		
		20 años	100 años	500 años
CO <sub>2</sub>	500	1	1	1
CH <sub>4</sub>	10	60	25	8
N <sub>2</sub> O	150	290	320	180

Fuente: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)



- Cálculo de la magnitud de los resultados de la caracterización en relación con la información de referencia
- El objetivo de la normalización es comprender mejor la importancia relativa de los resultados obtenidos para cada categoría de impacto
- La información de referencia puede ser:
  - Un país
  - Europa
  - El mundo
  - Un ciudadano medio de un país
  - ...

# Normalización (Opcional)

	PCG (kg CO <sub>2</sub> )	CA (m <sup>3</sup> )
<b>Sistema A</b>	10	3
<b>Sistema B</b>	20	1

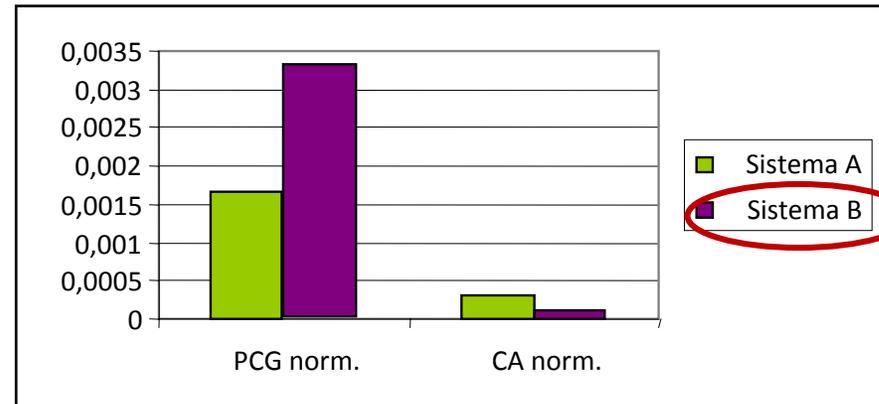
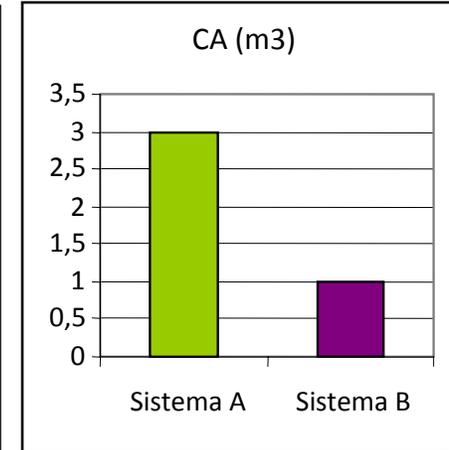
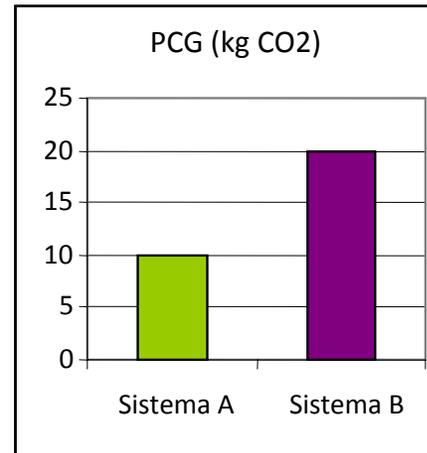


Factor  
normalización

PCG (kg CO <sub>2</sub> )	CA (m <sup>3</sup> )
6.000	10.000



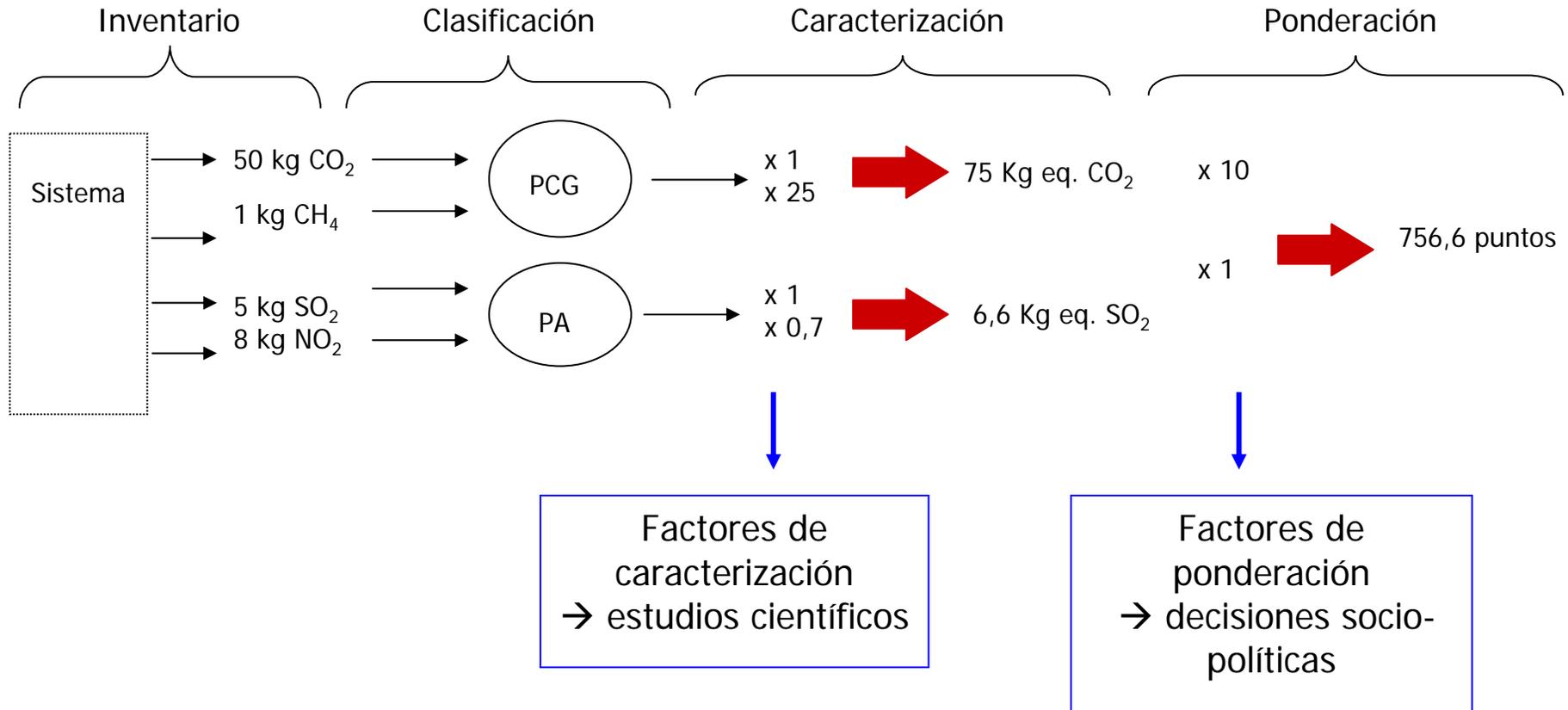
	PCG norm.	CA norm.
Sistema A	0,00167	0,00030
Sistema B	0,00333	0,00010



- Asignación de las categorías de impacto en uno o más conjuntos según lo definido previamente (definición del objetivo y alcance):
  - Organizar las categorías de impacto en una base nominal (p.ej. escala espacial o relación con entradas/salidas)
  - Clasificar las categorías de impacto según una jerarquía (p.ej. prioridad alta, media o baja)
- Conversión de los resultados de indicadores de diferentes categorías de impacto, **mediante factores numéricos basados en juicios de valor.**

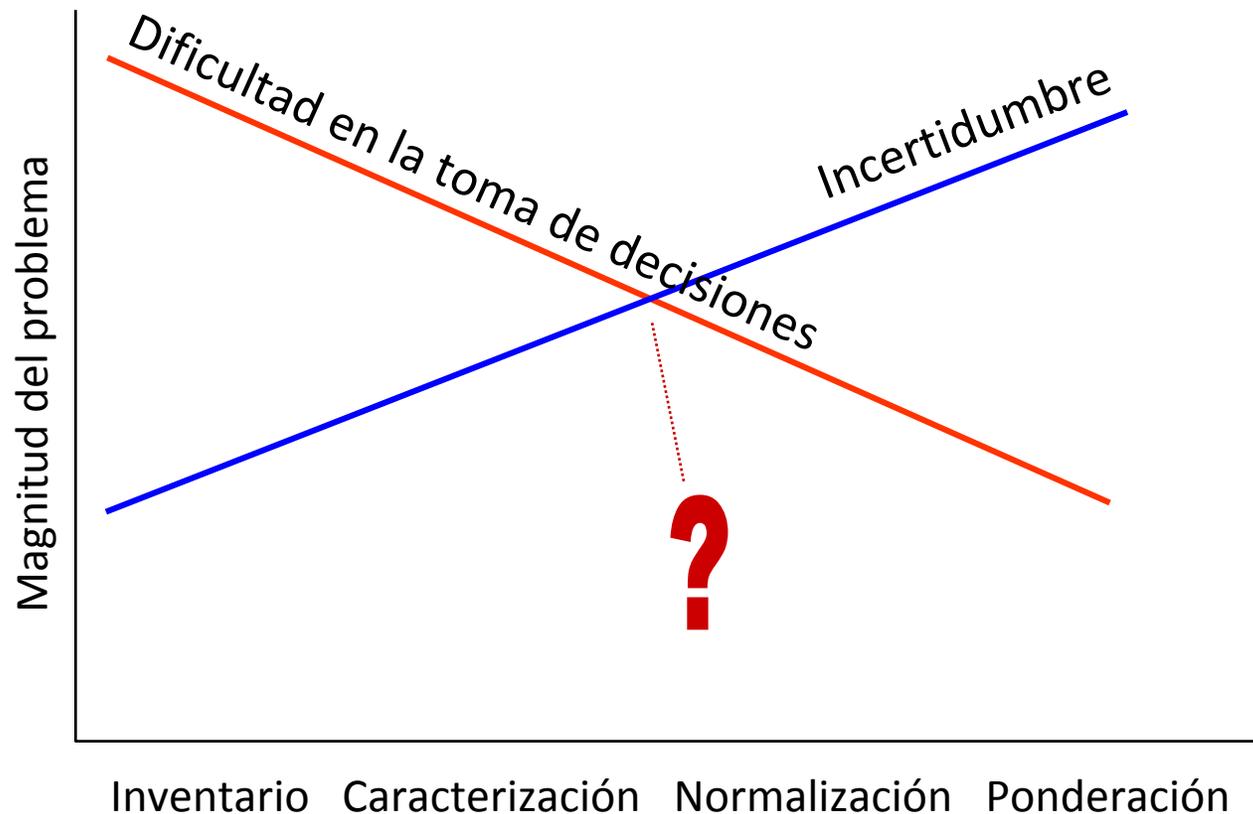


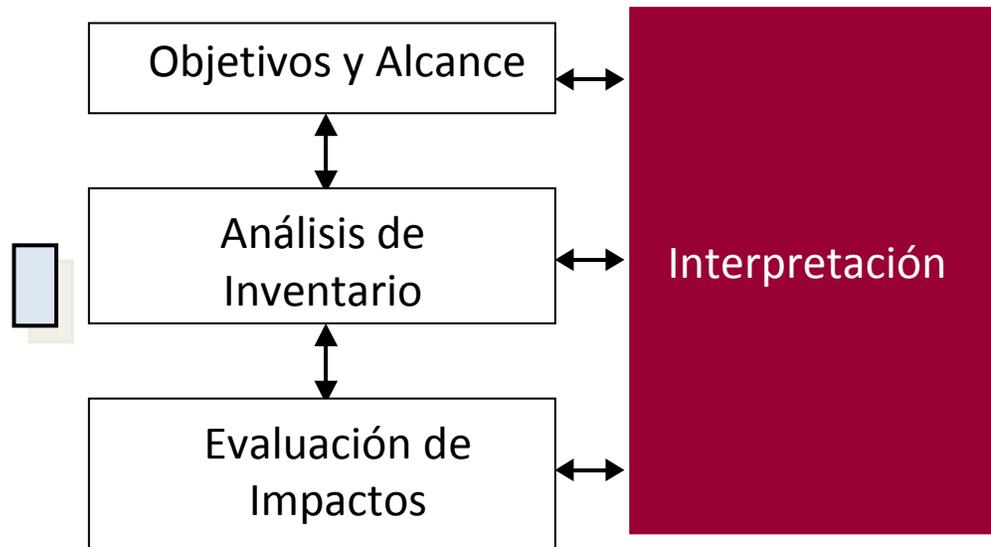
# Ponderación y agrupación (Opcional)



# INCERTIDUMBRE EN LA EICV

Debe encontrarse un compromiso entre resultados fácilmente interpretables e incertidumbre





## LA INTERPRETACIÓN CONSISTE EN:

- Identificación de asuntos significativos
  - datos de inventario (energía, emisiones, residuos),
  - categorías de impacto (cambio climático) o
  - contribuciones de las etapas del ciclo de vida o procesos unitarios (transporte, producción de energía)
- Evaluación: verificación de los análisis de integridad, sensibilidad y coherencia
  - información disponible y completa, fiabilidad de los resultados, coherencia al aplicar los métodos de asignación...
- Exposición de las conclusiones, limitaciones y recomendaciones



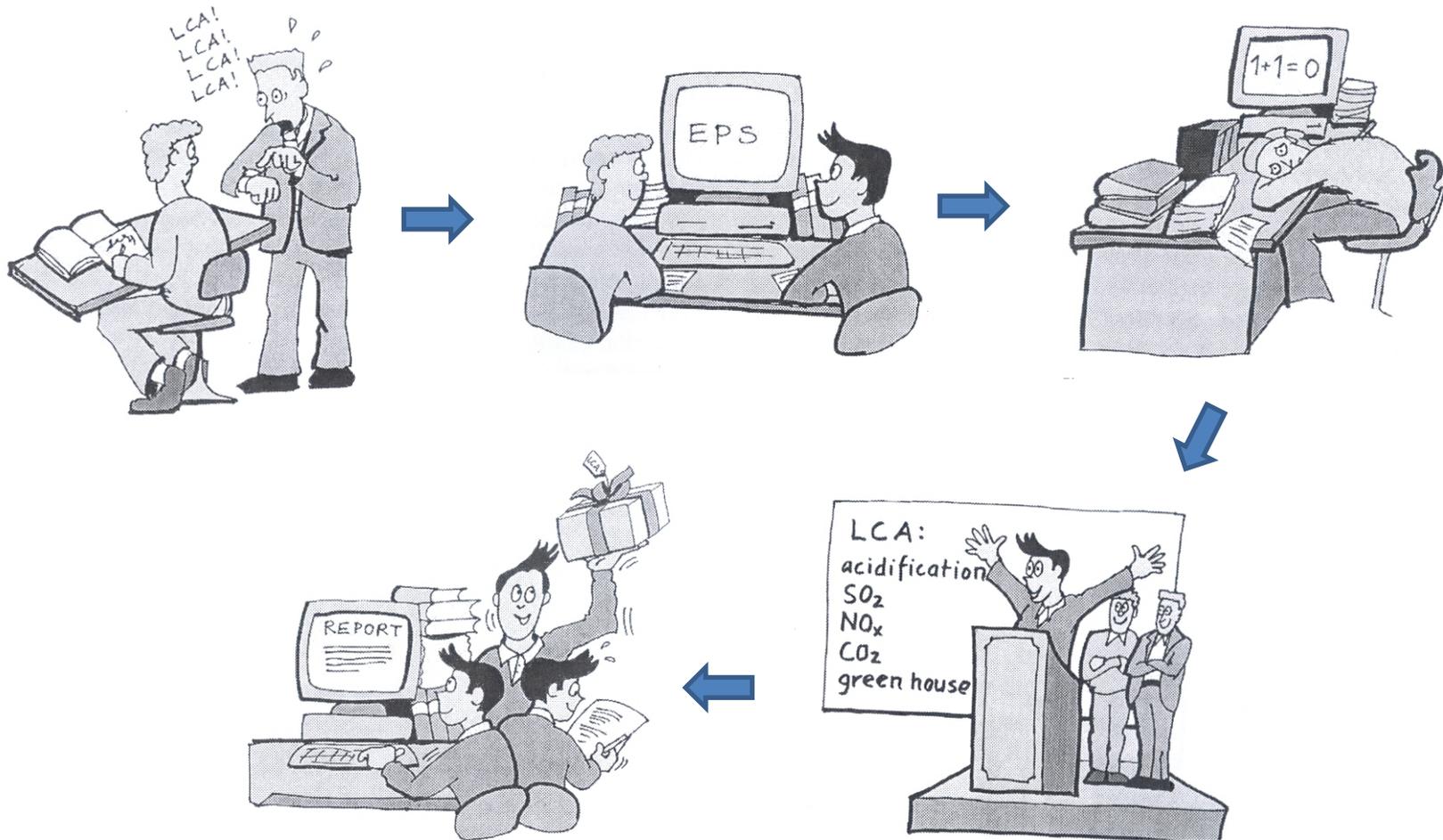
**Y PARA FINALIZAR...**

## TENEMOS QUE PRESTAR ESPECIAL ATENCIÓN A:

1. La unidad funcional
2. Los límites del sistema y la asignación
3. El tipo de datos utilizados
4. Los métodos de evaluación de impactos
5. Diferentes aplicaciones → diferentes necesidades metodológicas



# HISTORIA DEL ACV EN UNA EMPRESA...



**¡Gracias por su atención!**

Alba Bala ([alba.bala@esci.es](mailto:alba.bala@esci.es))

Barcelona, 16 de noviembre de 2010

