

# CURSO DE POSGRADO

## EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL CON PERSPECTIVA DE CICLO DE VIDA

Dra. Ing. Clarisa Alejandrino  
15 de agosto de 2024



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

Universidad Nacional  
de General Sarmiento



# PLANIFICACIÓN DEL CURSO



Clase	Fecha	Modalidad	Hs.	Unidad
1	12-ago	Presencial remoto	4	1. Enfoque de ciclo de vida para productos, procesos y servicios.
Actividad 1	14-ago	Virtual	2	
2	14-ago	Presencial remoto	4	2. Estructura metodológica del ACV según ISO 14040 y 14044.
3	15-ago	Presencial remoto	4	
Actividad 2	22-ago	Virtual	2	
4	19-ago	Presencial remoto (Prog. Informáticos)	4	
5	21-ago	Presencial remoto	4	3. Análisis de sostenibilidad de ciclo de vida. Tratamiento de incertidumbre.
6	22-ago	Presencial remoto (Prog. Informáticos)	4	
7	28-ago	Presencial remoto	4	Seminario Internacional
Trabajo final	10-sep	Virtual	8	Actividad integradora
Total de horas:			40	

# U1: Enfoque de ciclo de vida para productos, procesos y servicios.

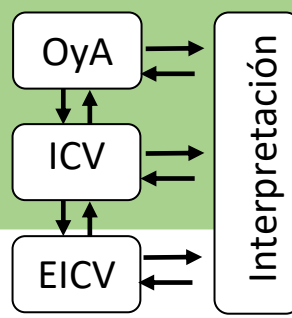
Fundamentos del enfoque de ciclo de vida. Beneficios del enfoque de ciclo de vida. Introducción al ACV y aplicaciones.

Aplicaciones del ACV. Relación con la Economía circular, Ecodiseño, Declaraciones ambientales de producto, Eco-etiquetado.

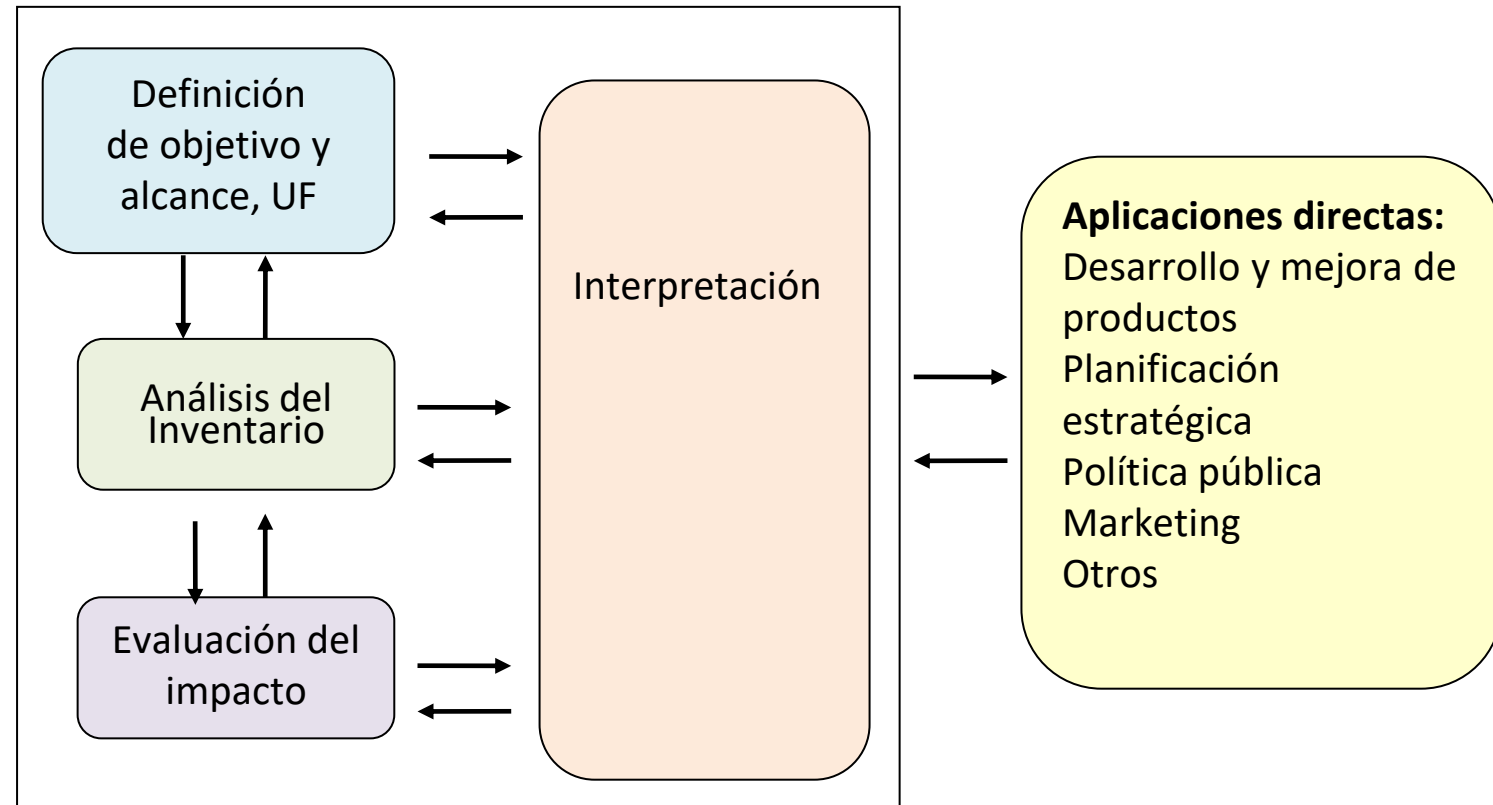
Técnicas relacionadas: Análisis de ciclo de vida organizacional. Huella de carbono y huella hídrica. ACV Entrada/salida (IO LCA) e híbrido.

Normativas de referencia.

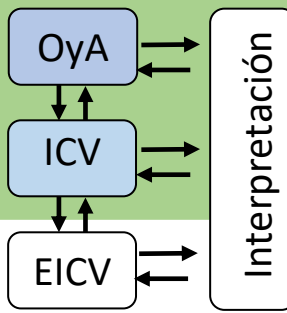
# ESTRUCTURA METODOLÓGICA DEL ACV



Es un **proceso objetivo** para evaluar las **cargas ambientales** asociadas a un producto, proceso o actividad identificando y **cuantificando** el uso de materia y energía y los vertidos al entorno; para determinar las **consecuencias** que tal uso de recursos y generación de vertidos producen en el medio ambiente, y para evaluar y llevar a la práctica **estrategias** de mejora ambiental.



# TEMAS DEL DÍA 14/8 1ra parte (I. Mercante)



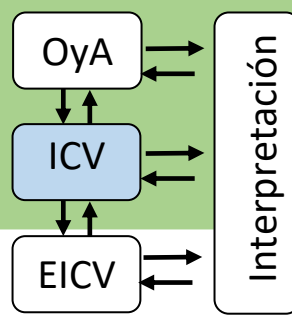
## Fase 1 del ACV: OyA

Objetivo y alcance: sistema de producto, unidad funcional, límites del sistema.

## Fase 2: ICV

Análisis de inventario de ciclo de vida: datos primarios y secundarios.

# TEMAS DEL DÍA 14/8 2da parte (C. Alejandrino)



Inventario de Ciclo de Vida (ICV):

- bases de datos
- requerimientos y evaluación de calidad de datos.  
Incorporación de incertidumbre.
- asignación de datos
- resultado del ICV

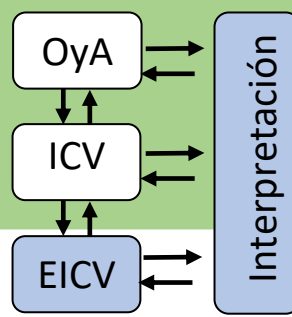
# TEMAS DEL DÍA

Evaluación de impactos de ciclo de vida (EICV):

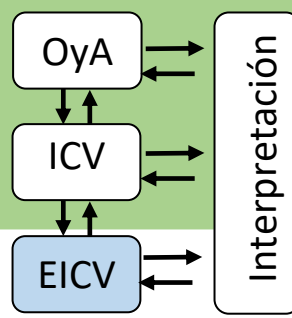
- métodos existentes,
- categorías de impacto.
- Elementos obligatorios y opcionales: caracterización, normalización y ponderación.
- Presentación de resultados

Interpretación de resultados:

- identificación de aspectos significativos,
- evaluación,
- conclusiones y reportes.



# EVALUACIÓN DE IMPACTOS DE CICLO DE VIDA

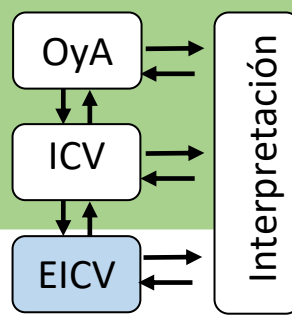


En esta etapa se realiza una **clasificación y evaluación de los resultados** del inventario, y se relacionan con efectos ambientales observables

Implica relacionar los datos de las **emisiones** cuantificadas en el ICV con **categorías de impacto**, y medir la magnitud relativa de la **contribución** de cada contaminante a esas categorías.



# ELEMENTOS OBLIGATORIOS



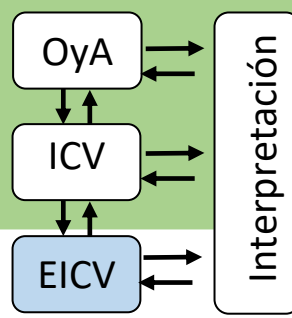
Selección de categorías de impacto, indicadores de categoría y modelos de caracterización

Asignación de resultados del ICV (clasificación)

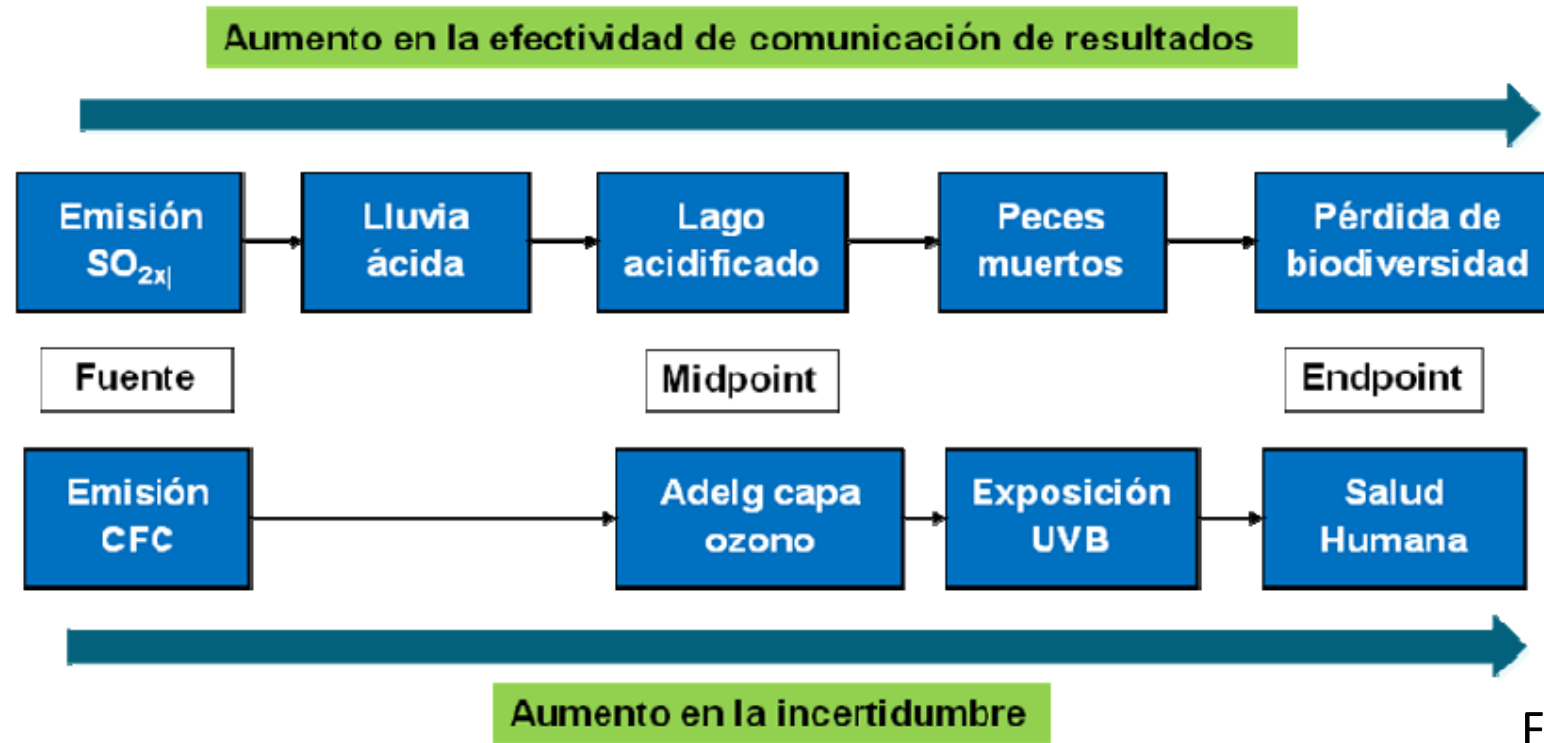
Cálculo de resultados del indicador de categoría (caracterización)

Resultados del indicador de categoría, Resultados de la EICV

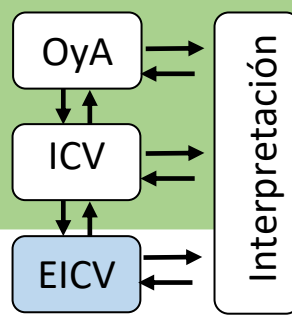
# CATEGORIAS DE IMPACTO



Cuando se genera un impacto ambiental se produce una cadena de eventos físicos, químicos y biológicos sobre una categoría ambiental. Se pueden analizar los procesos en un punto intermedio o final del proceso ambiental.



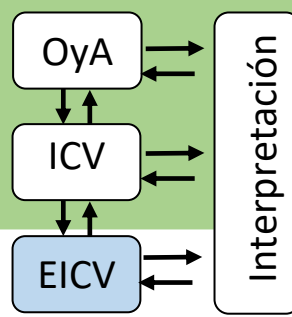
# MÉTODOS EICV



**CML** fue definido en 2002 y actualizado en 2016.

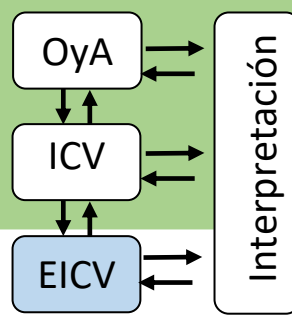
- Agotamiento de recursos abióticos (ADP).
- Cambio climático (GWP).
- Agotamiento del ozono estratosférico (ODP).
- Toxicidad humana (HTP).
- Ecotoxicidad acuática del agua dulce (FAETP).
- Ecotoxicidad marina (MAETP).
- Ecotoxicidad terrestre (TETP).
- Formación de fotooxidantes (POCP).
- Acidificación (AP)
- Eutrofización (EP)

# CATEGORIAS DE IMPACTO



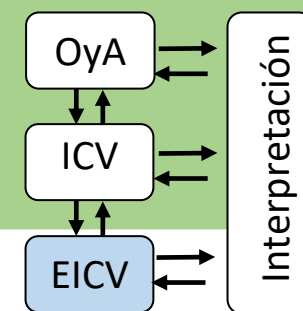
- **Agotamiento de recursos abióticos.** Cuyo indicador es **ADP**, por sus siglas en inglés (*Abiotic Depletion Potential*) [kg Sb eq.]. Este indicador está relacionado con la extracción de minerales y combustibles fósiles. El factor de caracterización de agotamiento abiótico se determina para cada extracción de minerales y combustibles fósiles (kg equivalentes de antimonio / kg de extracción) en función de las reservas de concentración y la tasa de desacumulación.
- **Cambio climático.** Cuyo indicador es **GWP**, por sus siglas en inglés (*Global Warming Potential*) [kg CO<sub>2</sub> eq.]. Este indicador está relacionado con las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. El modelo de caracterización empleado fue desarrollado por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Los factores se expresan como potencial de calentamiento global para un horizonte de tiempo de 100 años (GWP100), en kg de dióxido de carbono / kg de emisión.

# CATEGORIAS DE IMPACTO



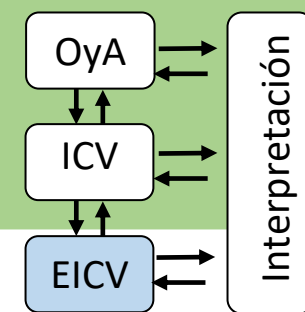
- **Agotamiento del ozono estratosférico.** Cuyo indicador es **ODP**, por sus siglas en inglés (*Ozone Depletion Potential*) [kg CFC-11 eq.]. Debido al agotamiento del ozono estratosférico, una fracción mayor de radiación UV-B llega a la superficie terrestre. Esto puede tener efectos nocivos sobre la salud humana, la salud animal, los ecosistemas terrestres y acuáticos, los ciclos bioquímicos y los materiales. El modelo de caracterización es desarrollado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y define el potencial de agotamiento del ozono de diferentes gases (kg CFC-11 equivalente / kg de emisión).
- **Toxicidad humana.** Cuyo indicador es **HTP**, por sus siglas en inglés (*Human Toxicity Potential*) [kg 1,4 DB eq.]. Este indicador se refiere a los efectos de las sustancias tóxicas en el medio ambiente humano. No se incluyen los riesgos para la salud de la exposición en el entorno laboral. Los factores de caracterización de los potenciales de toxicidad humana (HTP), se calculan con USES-LCA, describiendo el destino, la exposición y los efectos de las sustancias tóxicas para un horizonte temporal infinito. Para cada sustancia tóxica, los HTP se expresan como equivalentes de 1,4-diclorobenceno / kg de emisión.

# CATEGORIAS DE IMPACTO



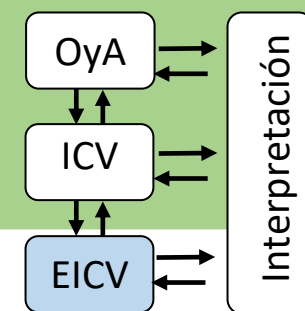
- **Ecotoxicidad acuática del agua dulce.** Cuyo indicador es **FAETP**, por sus siglas en inglés (*Fresh water Aquatic Eco Toxicity Potential*) [kg 1,4 DB eq.]. Este indicador de categoría se refiere al impacto en los ecosistemas de agua dulce, como resultado de las emisiones de sustancias tóxicas al aire, el agua y el suelo. El Potencial de Eco-toxicidad (FAETP) se calcula con USESLCA, describiendo el destino, exposición y efectos de sustancias tóxicas. Los factores de caracterización se expresan como equivalentes de 1,4-diclorobenceno / kg de emisión.
- **Ecotoxicidad marina.** Cuyo indicador es **MAETP**, por sus siglas en inglés (*Marine Aquatic Eco Toxicity Potential*) [kg 1,4 DB eq.]. La ecotoxicidad marina se refiere a los impactos de sustancias tóxicas en los ecosistemas marinos. Las demás características del indicador son similares a ecotoxicidad acuática del agua dulce.
- **Ecotoxicidad terrestre.** Cuyo indicador es **TETP**, por sus siglas en inglés (*Terrestrial Eco Toxicity Potential*) [kg 1,4 DB eq.]. Esta categoría se refiere a los impactos de sustancias tóxicas en los ecosistemas terrestres. Las demás características del indicador son similares a ecotoxicidad acuática del agua dulce.

# CATEGORIAS DE IMPACTO



- **Formación de fotooxidantes.** Cuyo indicador es **POCP**, por sus siglas en inglés (*Photochemical Ozone Creation Potential*) [kg C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> eq.]. La formación de fotooxidantes es la formación de sustancias reactivas (principalmente ozono) que son perjudiciales para la salud humana y los ecosistemas y que también pueden dañar los cultivos. El factor de caracterización del potencial fotoquímico de creación de se calcula con el modelo de trayectoria de la UNECE (incluido el destino) y se expresa en kg equivalentes de etileno / kg de emisión.
- **Acidificación.** Cuyo indicador es **AP**, por sus siglas en inglés (*Acidification Potential*) [kg SO<sub>2</sub> eq.]. Las sustancias acidificantes causan una amplia gama de impactos en el suelo, las aguas subterráneas, las aguas superficiales, los organismos, los ecosistemas y los materiales. El potencial de acidificación de las emisiones a la atmósfera se calcula con el modelo RAINS 10 adaptado, que describe el destino y la deposición de las sustancias acidificantes. AP se expresa como kg de equivalentes de SO<sub>2</sub> / kg de emisión.

# CATEGORIAS DE IMPACTO

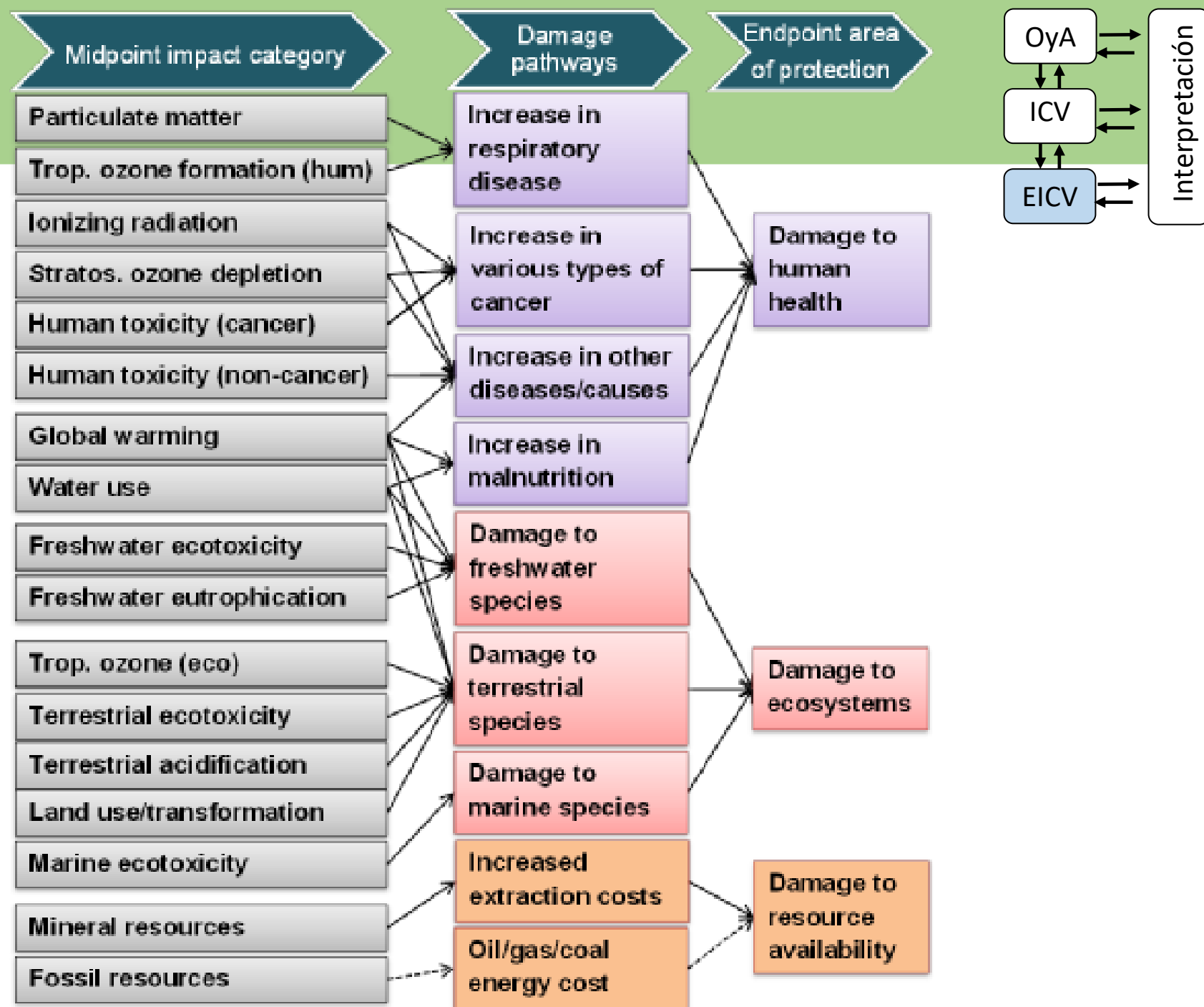


- **Eutrofización.** Cuyo indicador es **EP**, por sus siglas en inglés (*Eutrophication Potential*) [kg PO<sub>4</sub>... eq.]. La eutrofización incluye todos los impactos debidos a niveles excesivos de macronutrientes en el medio ambiente provocados por las emisiones de nutrientes al aire, el agua y el suelo. El factor de caracterización de EP se basa en el procedimiento estequiométrico de Heijungs (1992) y se expresa como equivalentes de kg de PO<sub>4</sub> por kg de emisión.

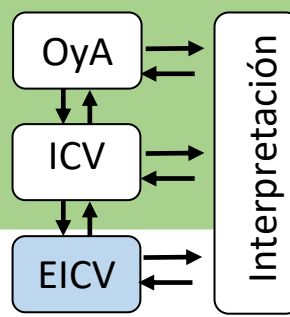


# MÉTODOS EICV

**ReCiPe** fue definido en 2008 y actualizado en 2016 (Huijbregts et al., 2017).

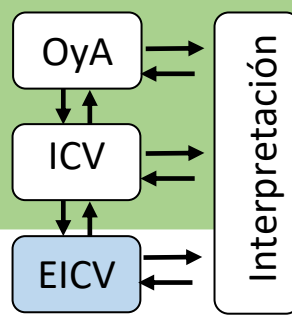


# CATEGORÍAS ENDPOINT: RECIPRO



- 1. Salud humana**, expresada como el número de años de vida perdidos y el número de años vividos con discapacidad. Estos se combinan como Años de Vida Ajustados por Discapacidad (DALY), un índice que también utilizan el Banco Mundial y la OMS. La unidad es años.
- 2. Ecosistemas**, expresados como la pérdida de especies en una determinada área, durante un tiempo determinado. La unidad es años.
- 3. Escasez de recursos**, expresada como los costos excedentes de la producción futura de recursos durante un período de tiempo infinito (suponiendo una producción anual constante), considerando una tasa de descuento del 3%. La unidad es USD2013.

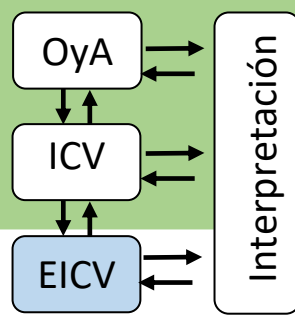
# MÉTODOS EICV: RECIPE



Se distinguen tres perspectivas: individualista (I), jerárquica (H) e igualitaria (E). Estas perspectivas no pretenden representar arquetipos del comportamiento humano, sino que simplemente se utilizan para agrupar tipos similares de suposiciones y opciones.

1. La perspectiva individualista (I) se basa en el interés a corto plazo, los tipos de impacto que son indiscutibles, el optimismo tecnológico en cuanto a la adaptación humana.
2. La perspectiva jerárquica (H) se basa en los principios de política más comunes en cuanto a marco temporal y otras cuestiones.
3. La perspectiva igualitaria (E) es la perspectiva más precautoria, ya que tiene en cuenta el marco temporal más largo y los tipos de impacto que aún no están totalmente establecidos pero para los que hay alguna indicación disponible.

# SELECCIÓN DE CATEGORIAS DE IMPACTO



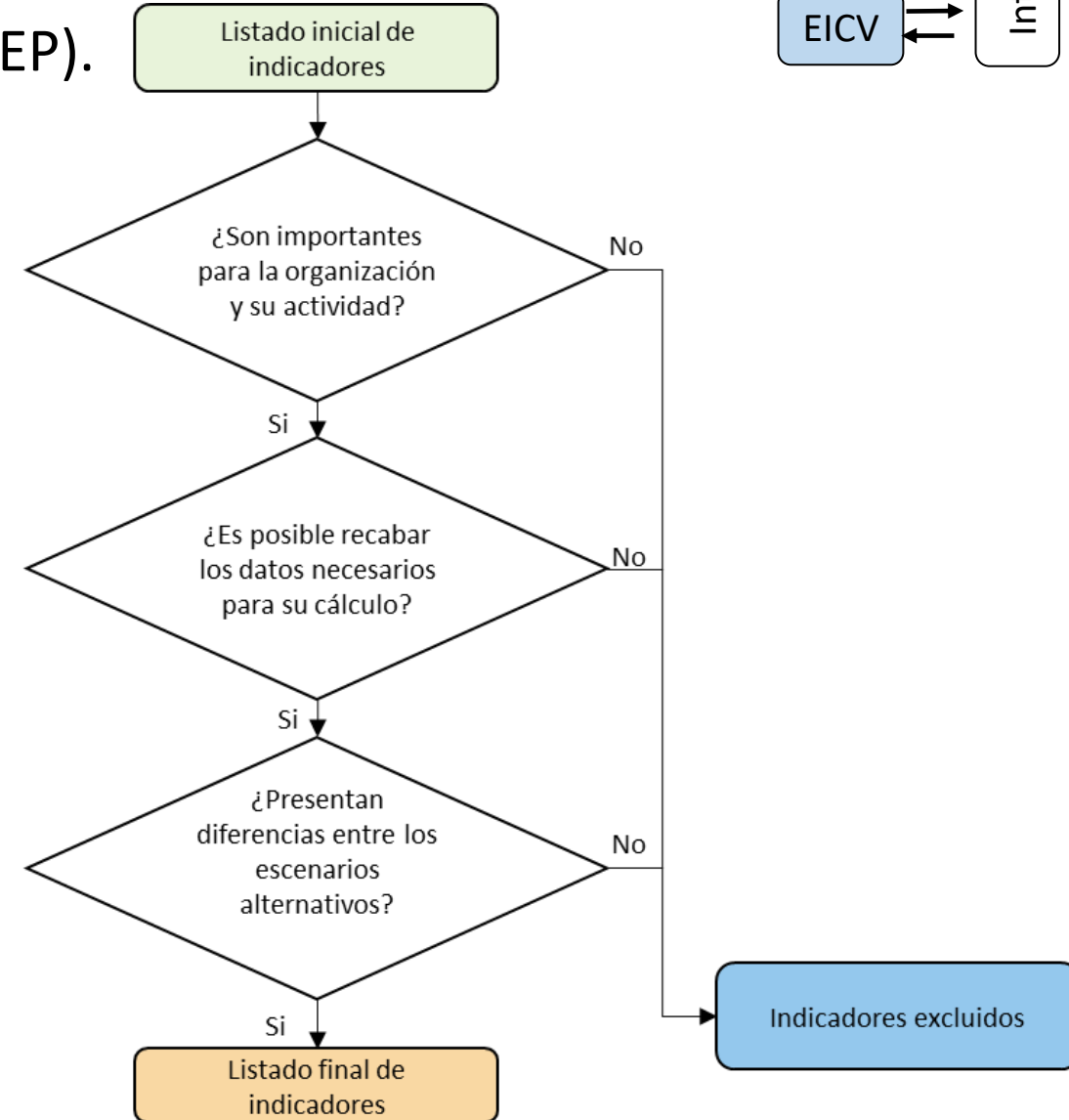
## Analisis de materialidad (Recomendado por GRI y UNEP).

Ejemplo de procedimiento de selección de Indicadores (Alejandrino, 2023)

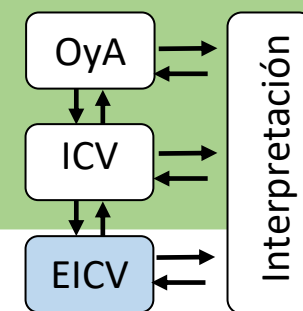
**Importancia:** Se pueden considerar las Reglas de Categorías de Productos (RCP) que listan los indicadores más relevantes para un producto o familia de productos. O bibliografía de casos de estudio similares, así como la experiencia respecto al caso.

**Datos necesarios:** En caso de que no sea factible recabar los datos necesarios para su cálculo, por falta de recursos, por ejemplo, el indicador puede quedar excluido del estudio.

**Diferencias entre los escenarios alternativos:** La importancia de excluir indicadores a pesar de que ya han sido calculados es reducir la información no significativa que puede dificultar la siguiente etapa.

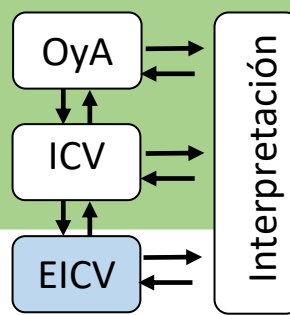


# CATEGORIAS DE IMPACTO MIDPOINT



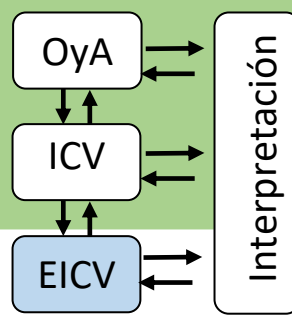
Categoría	Unidad	Alcance espacial
Calentamiento global GWP	g CO <sub>2</sub>	Global
Acidificación AP	g SO <sub>2</sub>	Regional
Eutrofización EP	g NO <sub>3</sub>	Regional y local
Destrucción de la capa de ozono DOP	g CFC-11	Global
Oxidación fotoquímica POP	g de ethene	Regional y local
Toxicidad HTP	g 1,4 dicloro-benceno	Local y global

# CLASIFICACIÓN DE EMISIONES POR CATEGORÍA



Emissions to air				Categoría
Carbon dioxide, fossil		0,69233 kg		Calentamiento global GWP
Sulfur dioxide		0,000021898 kg		
Cadmium		2,4058E-09 kg		Acidificación AP
Copper		7,6343E-07 kg		
Chromium		1,6749E-08 kg		Eutrofización EP
Nickel		2,0313E-08 kg		
Zinc		6,1448E-07 kg		Destrucción de la capa de ozono DOP
Lead		2,826E-08 kg		
Selenium		2,1898E-09 kg		Oxidación fotoquímica POP
Mercury		4,3796E-12 kg		
Chromium VI		2,1898E-11 kg		Toxicidad HTP
Carbon monoxide, fossil		0,0014421 kg		
Nitrogen oxides		0,0068832 kg		
Particulates, < 2.5 um		0,00020828 kg		
Particulates, > 10 um		0,00005664 kg		
Particulates, > 2.5 um, and < 10um		0,000061589 kg		
NM/OC, non-methane volatile organic c		0,00031913 kg		
Methane, fossil		9,6036E-06 kg		
Benzene		1,2805E-06 kg		
Toluene		6,6825E-06 kg		
Xylene		3,2012E-06 kg		
Formaldehyde		0,000032806 kg		
Acetaldehyde		0,000017848 kg		
Ammonia		0,000005 kg		
Dinitrogen monoxide		8,8345E-06 kg		
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons		0,000000001 kg		
Heat, waste		9,8759 MJ		

# CARACTERIZACIÓN



$$I_{cat} = \sum m_i * f c_{cat,i}$$

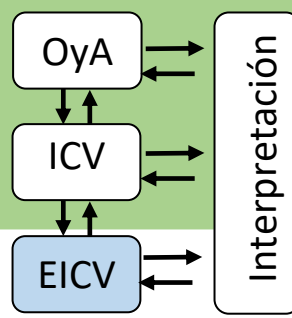
Donde:

I: Indicador de impacto

$f c_i$ : Factor de caracterización del compuesto i

$m_i$  : cantidad del compuesto i (kg)

# CARACTERIZACIÓN



Calculo de indicadores por categoría – Ejemplo calentamiento global

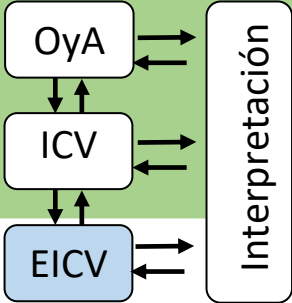
SUSTANCIA	FACTOR DE CARACTERIZACION
Dióxido de carbono CO <sub>2</sub>	1
Metano CH <sub>4</sub>	24
Halon 1301 CF <sub>3</sub> Br	6900
Oxido de Nitrógeno N <sub>2</sub> O	360
Tetrafluoruro de carbono CF <sub>4</sub>	5700

$$CCI = \sum_1 GWP_i \times m_i$$

CCI: Indicador de calentamiento global [kg eq. CO<sub>2</sub>]  
m<sub>i</sub>: cantidad de emisión de la sustancia

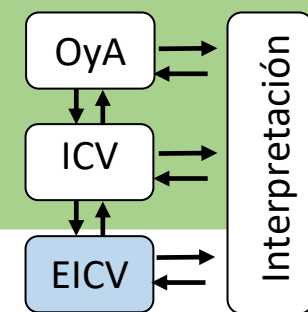


# CATEGORIAS DE IMPACTO

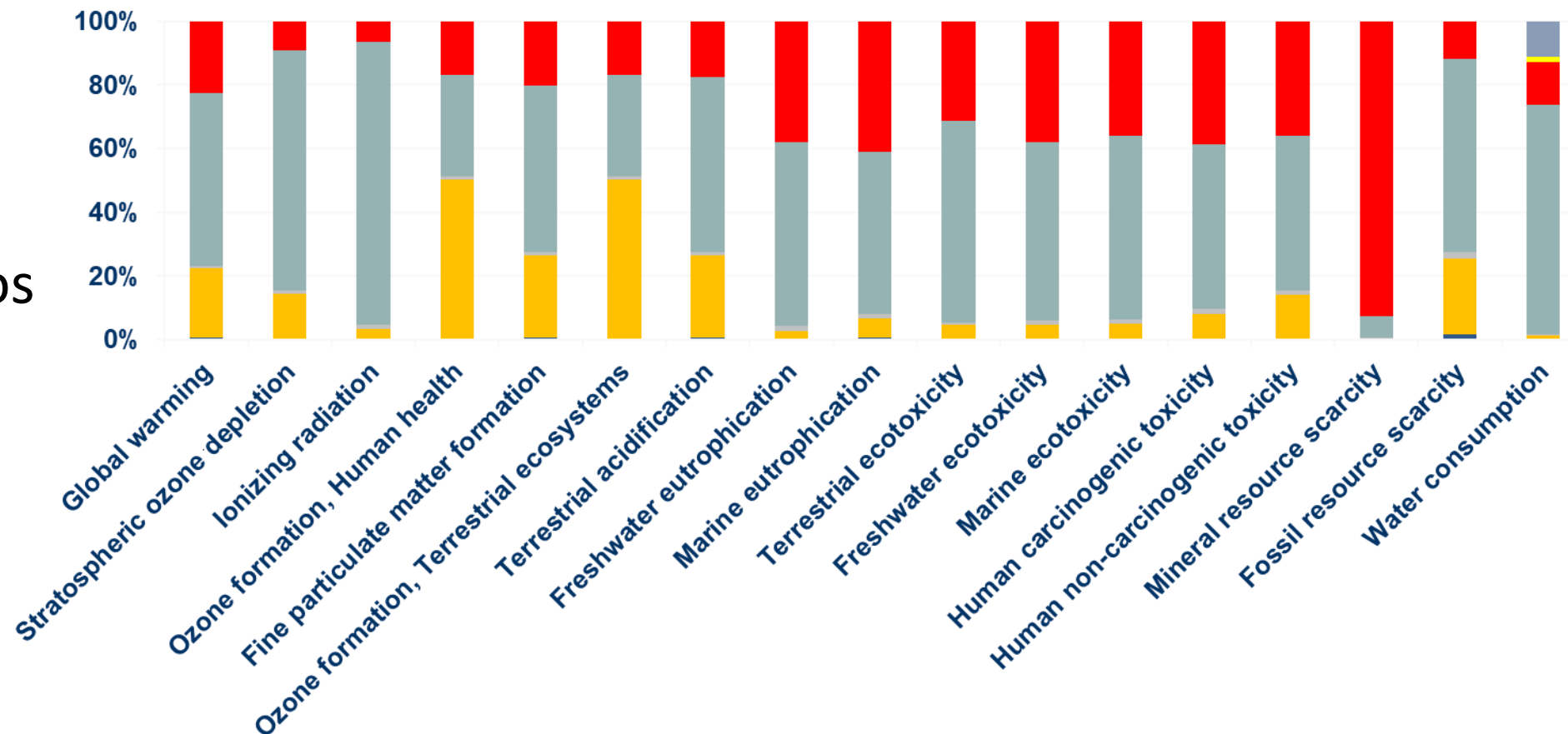


EJERCICIO

# EJEMPLOS DE RESULTADOS



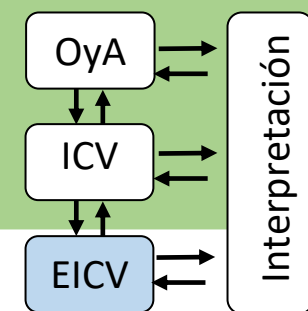
Identificación puntos críticos



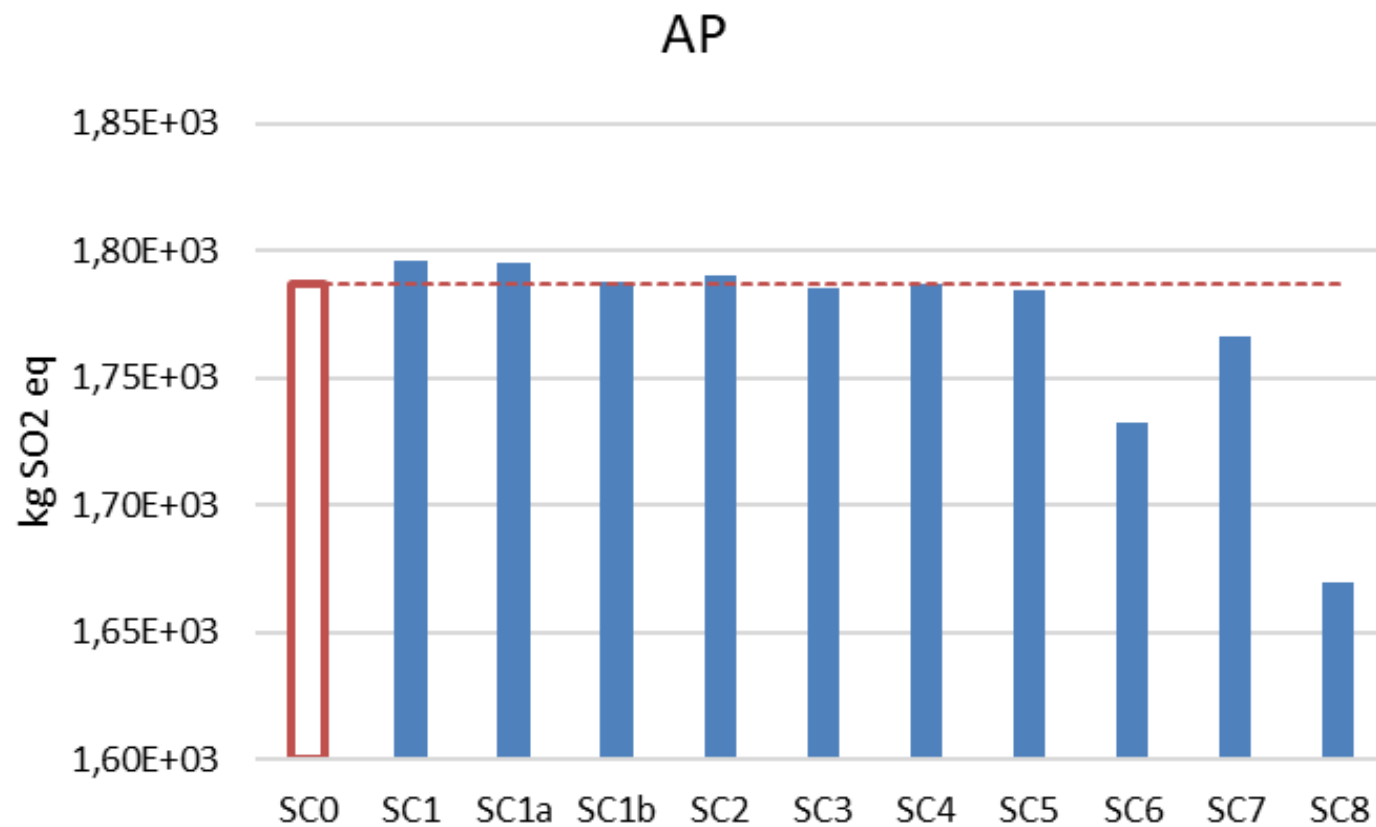
Fuente: Alejandrino et al (2019)

- Fraguado
- Armado de Ladrillo
- Hormigonado
- Trituración Plástico
- Compactación Plástico
- Transporte Plástico
- Recolección Plástico

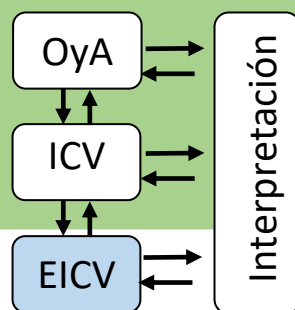
# EJEMPLOS DE RESULTADOS



Comparación de alternativas



# EJEMPLOS DE RESULTADOS



Comparación de alternativas de gestión de residuos con cargas evitadas

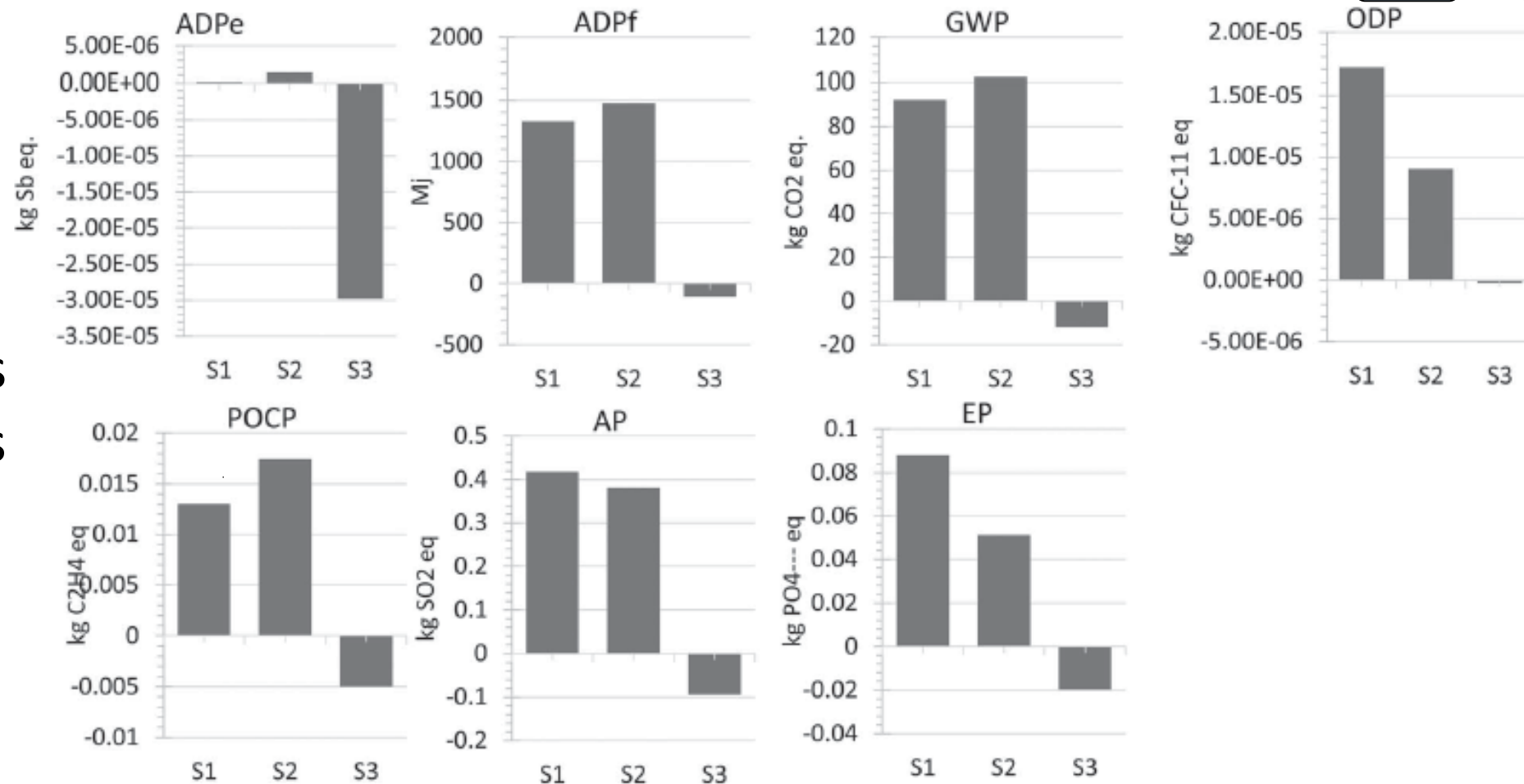
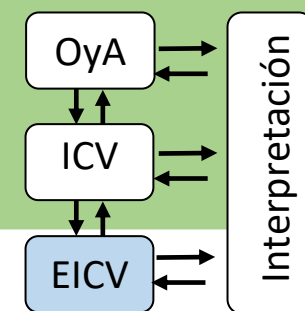
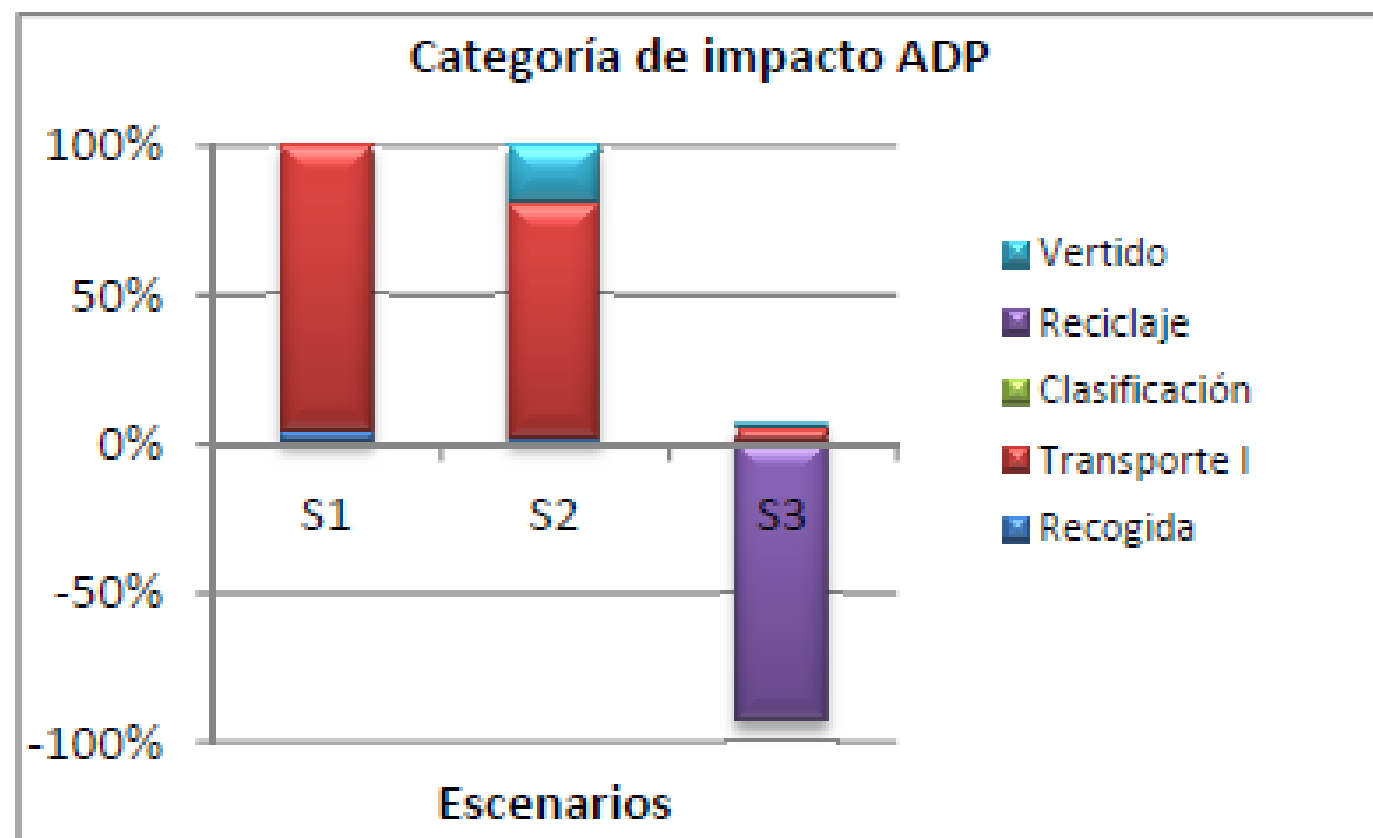


Fig. 5. Comparison of the midpoint environmental profiles of the three scenarios.

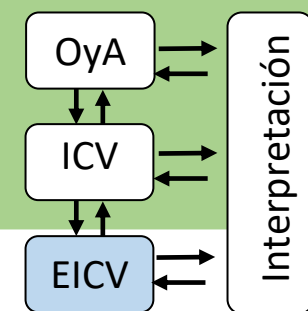
# EJEMPLOS DE RESULTADOS



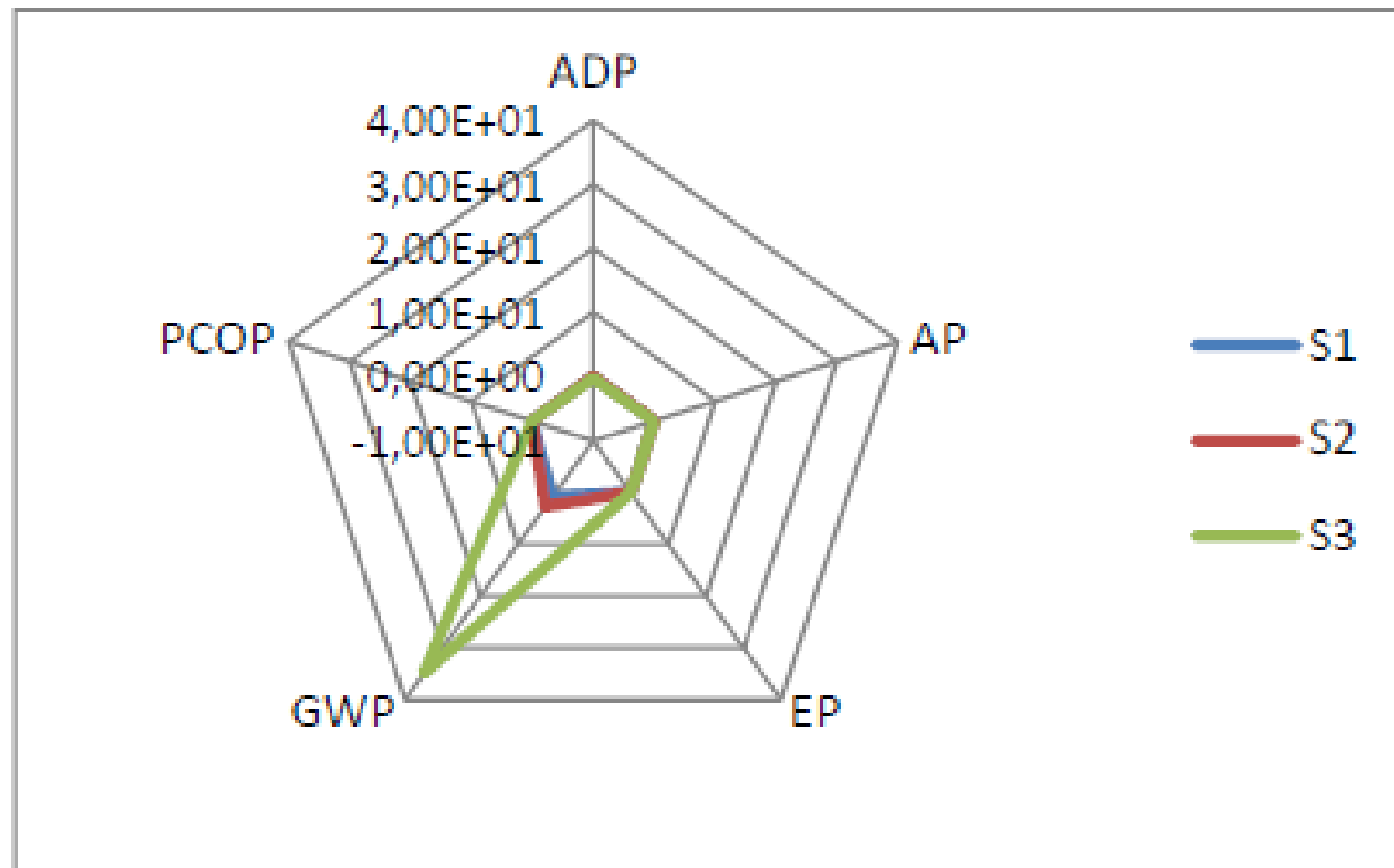
Comparación de alternativas de gestión de residuos con cargas evitadas e identificación de puntos críticos por categoría de impacto



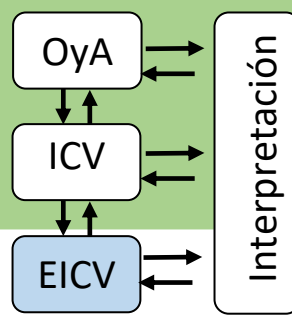
# EJEMPLOS DE RESULTADOS



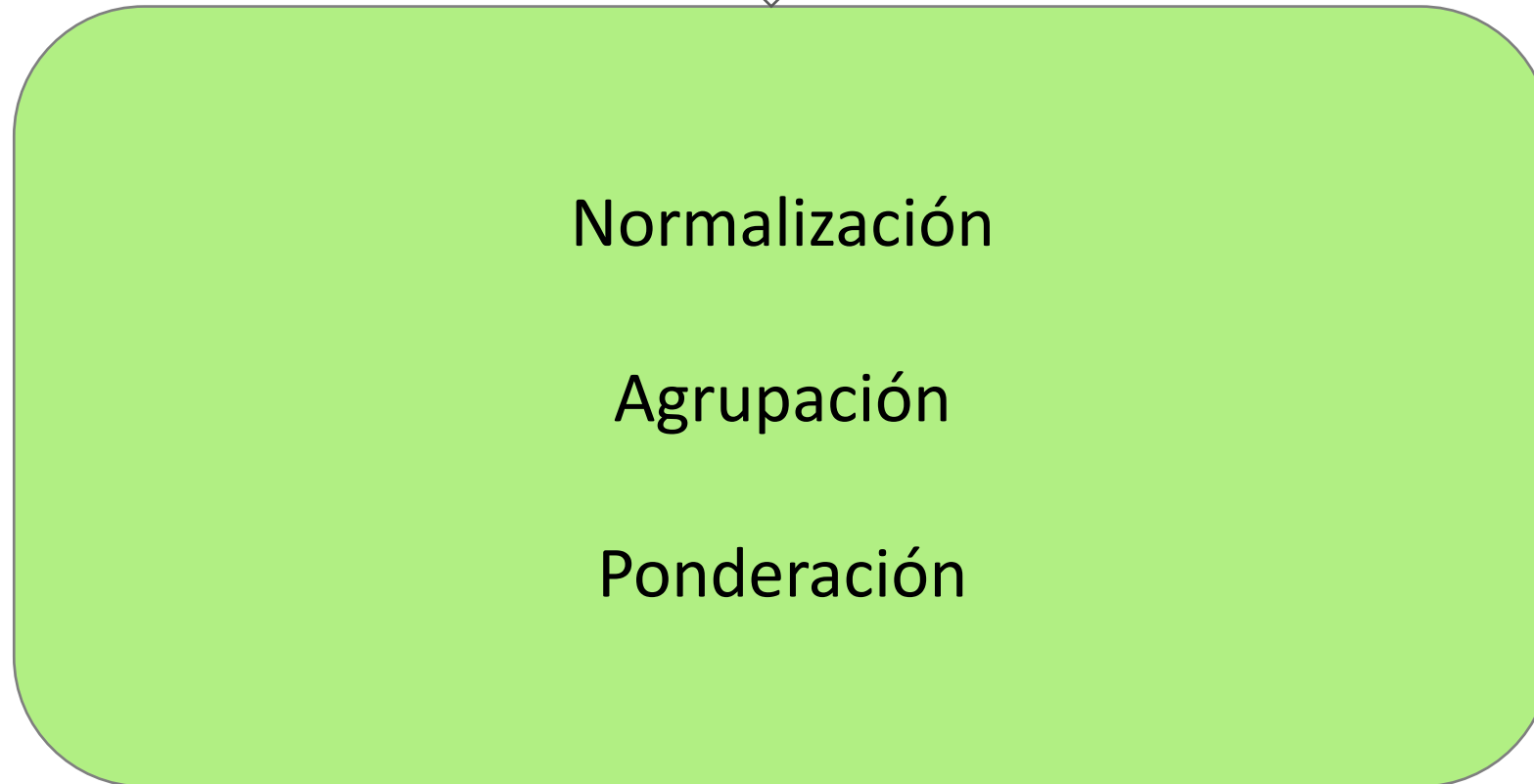
## COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS



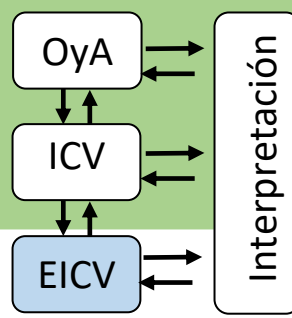
# ELEMENTOS OPTATIVOS



Resultados del indicador de categoria. Resultados de la EICV



# ELEMENTOS OPTATIVOS



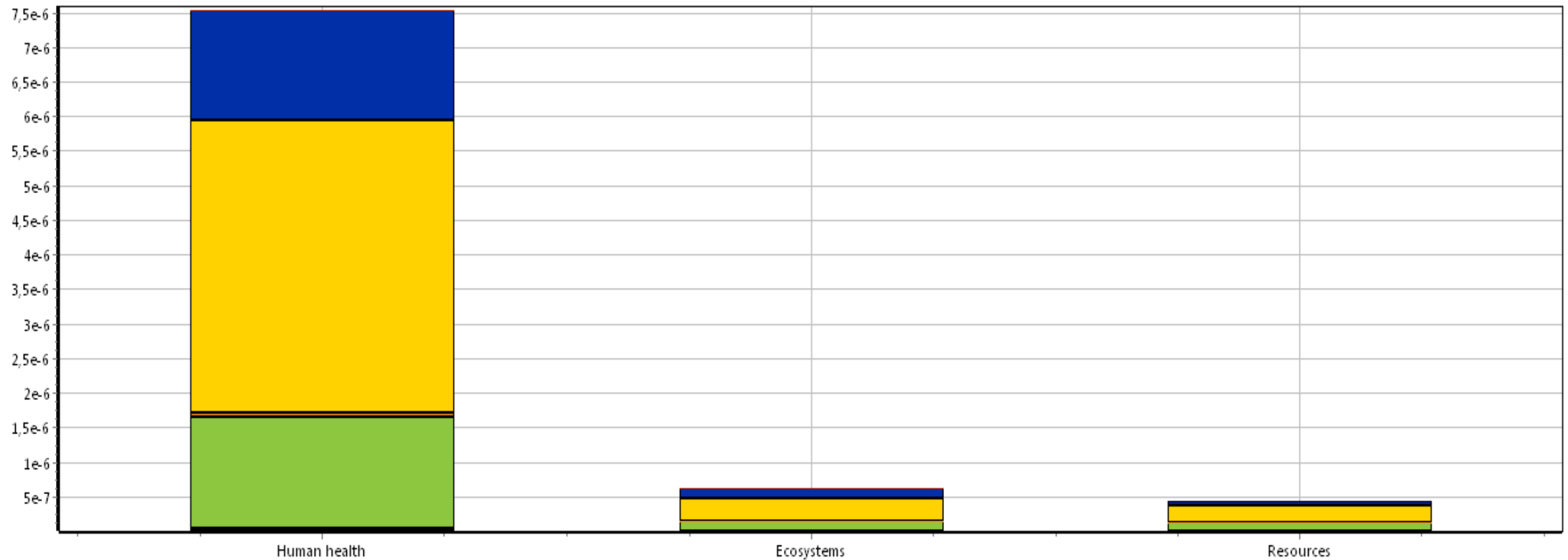
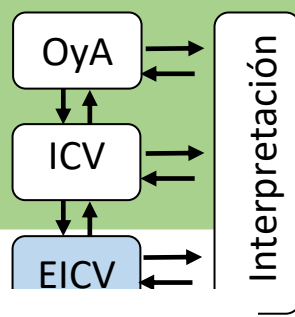
## Normalización.

Cálculo de la magnitud de los resultados de indicadores de categoría en relación con la información de referencia. Se logra analizar mejor la magnitud del resultado obtenido.

Una referencia que se utiliza habitualmente es la carga ambiental media anual de un país o continente, dividida por el número de habitantes. Sin embargo, la referencia puede elegirse libremente. También se puede elegir la carga ambiental de encender una bombilla de 60 W durante una hora, 100 km de transporte en coche o 1 litro de leche.

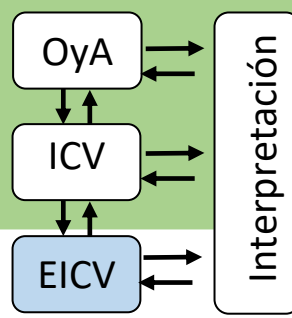


# EJEMPLO NORMALIZACIÓN ENDPOINT



■ Recolección Plástico ■ Transporte Plástico ■ Compactación Plástico ■ Trituración Plástico ■ Hormigonado ■ Armado de Ladrillo ■ Fraguado

# ELEMENTOS OPCIONALES



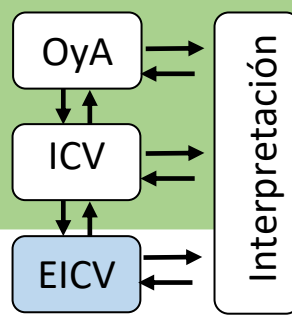
Agrupación: Organización y posible clasificación de las categorías de impacto.

Implica:

Organizar las categorías de impacto en una base nominal (por ejemplo mediante características como entradas y salidas o escalas espaciales globales, regionales y locales), o

Clasificar las categorías de impacto según una jerarquía (por ejemplo prioridad alta, media o baja). .

# ELEMENTOS OPCIONALES

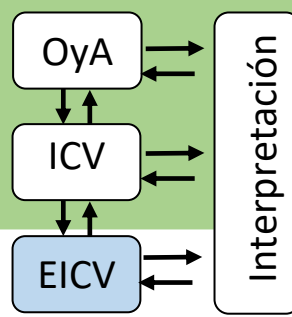


## Ponderación

Conversión y posible agregación de resultados del indicador a través de las categorías de impacto utilizando factores numéricos basados en juicios de valor. Sirve para expresar los resultados en un valor único, que permita comparar directamente dos o más productos. Esta fase no se encuentra estandarizada, ya que no existe consenso sobre la metodología y los parámetros a utilizar.

De forma simplificada, el proceso seguido hasta obtener un único valor del impacto ambiental pasa por agrupar los resultados conseguidos para cada una de las categorías de impacto, dependiendo del daño o efecto que producen. Este paso es altamente subjetivo, pero necesario si se desea obtener un único indicador, de ahí la existencia de diferentes métodos de evaluación de impacto.

# CALIDAD DE RESULTADOS EN EICV



Puede realizarse un análisis adicional de adicional para comprender mejor la importancia, incertidumbre y sensibilidad de los resultados de la EICV

## Técnicas

- **análisis de la gravedad** (por ejemplo un análisis de Pareto) es un procedimiento estadístico que identifica aquellos datos que contribuyen mayoritariamente al resultado del indicador. Estos puntos se pueden investigar posteriormente con mayor prioridad para asegurar que se toman decisiones acertadas.
- **análisis de la sensibilidad** es un procedimiento para determinar la manera en el que los cambios en los datos y en las elecciones metodológicas, afectan a los resultados de la EICV.

# ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD - EJEMPLO

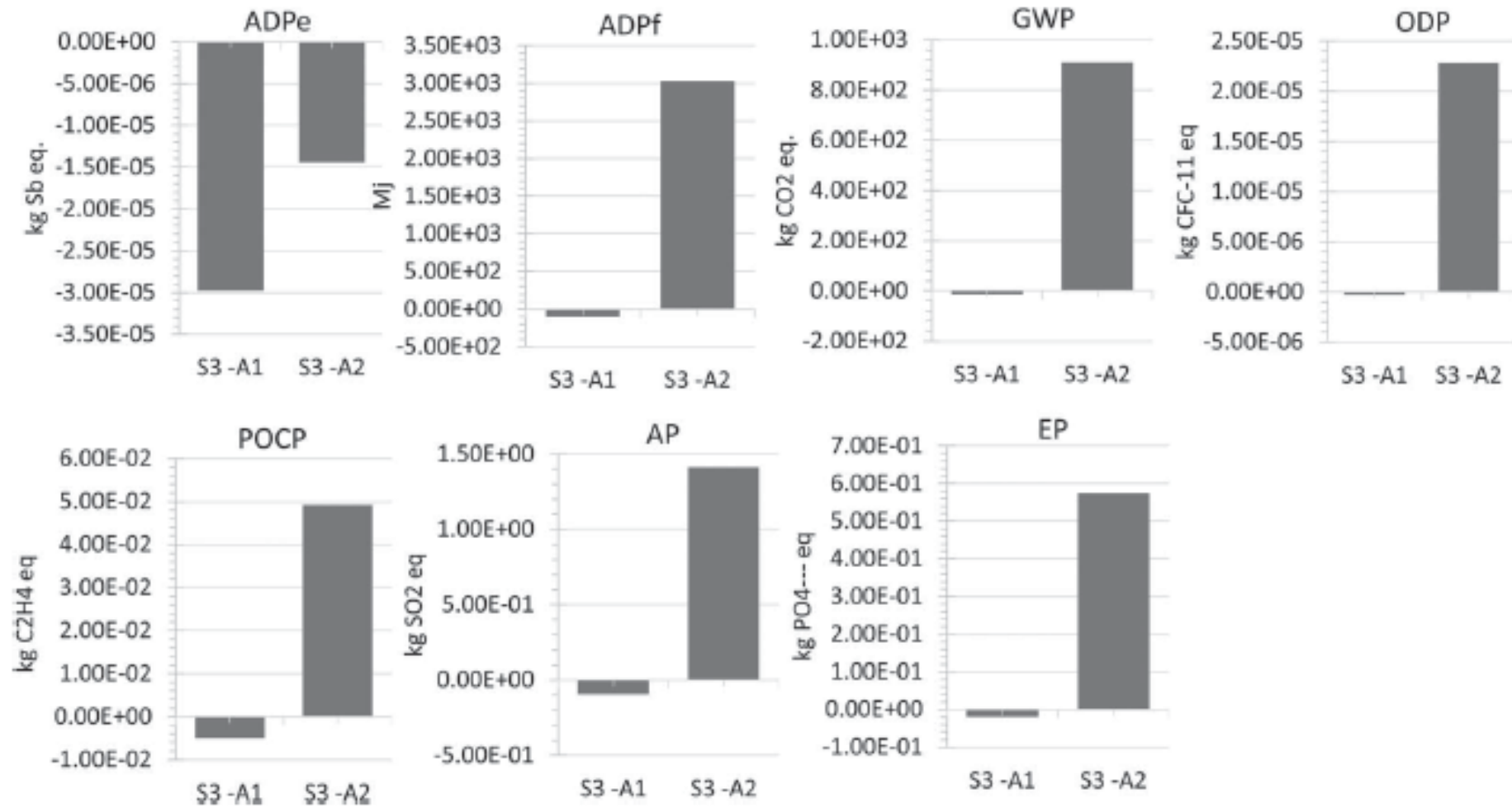
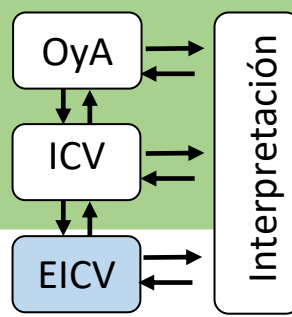
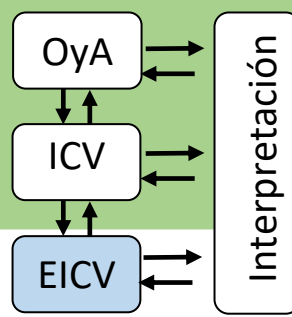


Fig. 8. Comparison between S3 midpoint indicators for Scopes A1 and A2.

# CALIDAD DE RESULTADOS EN EICV

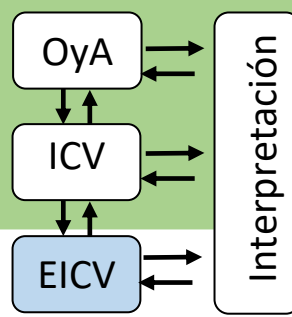


Puede realizarse un análisis adicional de adicional para comprender mejor la importancia, incertidumbre y sensibilidad de los resultados de la EICV

## Técnicas

- **análisis de la gravedad** (por ejemplo un análisis de Pareto) es un procedimiento estadístico que identifica aquellos datos que contribuyen mayoritariamente al resultado del indicador. Estos puntos se pueden investigar posteriormente con mayor prioridad para asegurar que se toman decisiones acertadas.
- **análisis de la sensibilidad** es un procedimiento para determinar la manera en el que los cambios en los datos y en las elecciones metodológicas, afectan a los resultados de la EICV.
- **análisis de la incertidumbre** es un procedimiento para determinar la manera en que las incertidumbres en los datos y las suposiciones evolucionan en los cálculos, y de que modo afectan a la confiabilidad de los resultados de la EICV.

# ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE

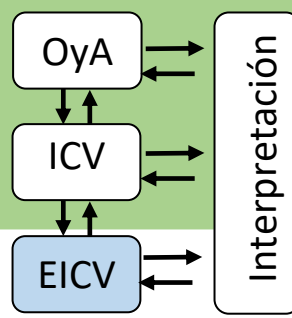


A partir de la distribución de probabilidad determinada, la propagación incertidumbre en los resultados puede realizarse mediante **simulación de Montecarlo** (Clavreul et al., 2012).

Montecarlo es un proceso que toma una muestra aleatoria dentro la distribución de probabilidad de cada dato de entrada y obtiene un resultado para ese valor. A partir de numerosas repeticiones de este proceso es posible obtener un histograma de frecuencia para los resultados y calcular la distribución de probabilidad de los mismos.

El software SimaPro incluye un módulo de simulación de Montecarlo en su versión PhD (PRé Sustainability B. V., 2022). Este módulo parte de los valores de calidad de datos obtenidos a partir de las Matrices de Pedigree y permite obtener la distribución de incertidumbre de los resultados de la EICV.

# ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE: EJEMPLO

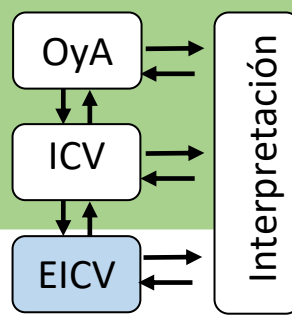


1. Se modeló la incertidumbre de la comparación de cada escenario alternativo con el escenario base
2. Se modeló la incertidumbre de aquellos escenarios y categorías donde las diferencias con SCO no fueron significativas.

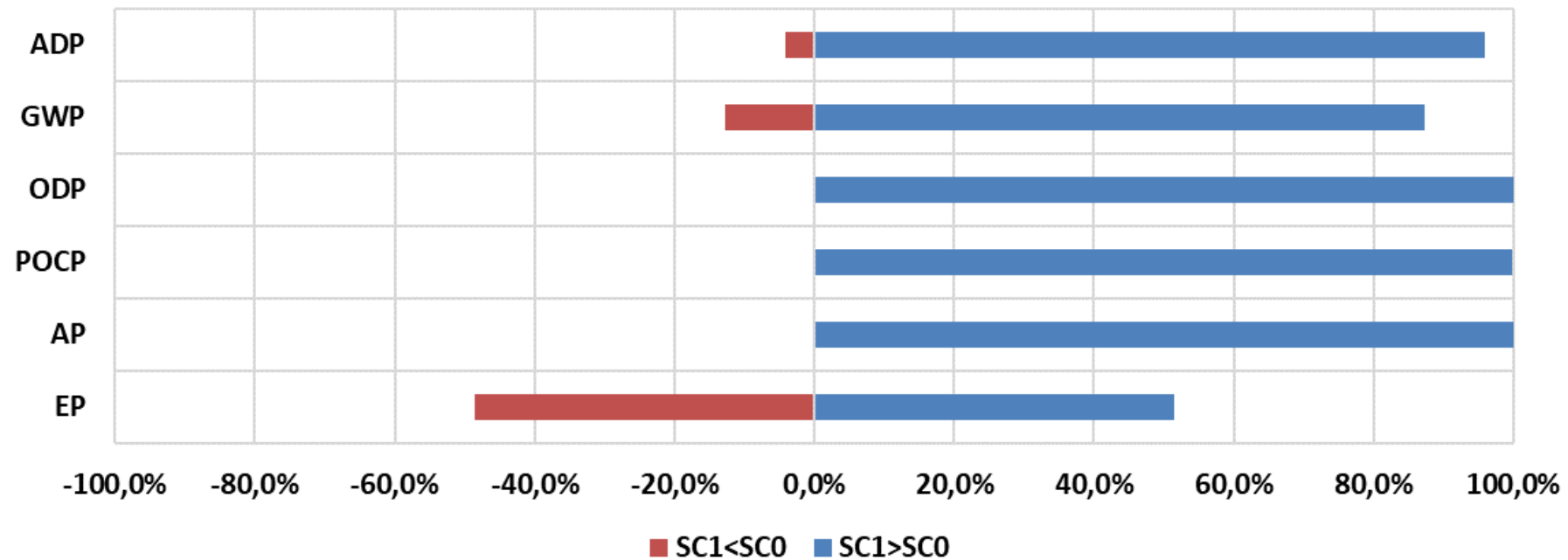
En ambos casos se empleó la simulación de Montecarlo. En el análisis se consideró la incertidumbre de la valoración de los elementos del inventario previamente realizada a través de Matrices de Pedigree y la de los procesos unitarios incluidos en Ecoinvent (2021) que incluyen información de incertidumbre. Se consideró un intervalo de confianza de 95% y realizaron 5000 iteraciones.



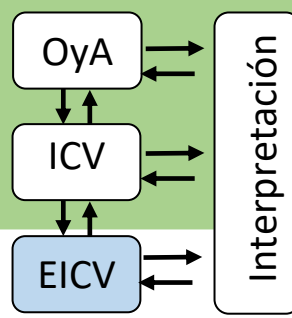
# ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE: EJEMPLO



1. Se modeló la incertidumbre de la comparación de cada escenario alternativo con el escenario base



# ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE: EJEMPLO

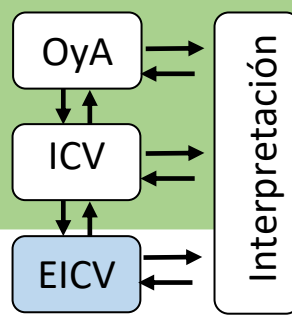


1. Se modeló la incertidumbre de la comparación de cada escenario alternativo con el escenario base

**Tabla 1** Porcentaje de iteraciones donde  $SC_{alt} < SC_0$

	<b>SC1</b>	<b>SC2</b>	<b>SC3</b>	<b>SC4</b>	<b>SC5</b>	<b>SC6</b>	<b>SC7</b>	<b>SC8</b>
<b>ADP</b>	4.1	38.5	65.1	0	99.8	100	99	100
<b>GWP</b>	12.8	0	100	0	100	100	100	100
<b>ODP</b>	0	0	100	0	100	100	100	100
<b>POCP</b>	0.1	0	100	0	100	100	100	100
<b>AP</b>	0	0	100	0	100	100	100	100
<b>EP</b>	48.6	0	100	0	100	100	100	100

# ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE: EJEMPLO

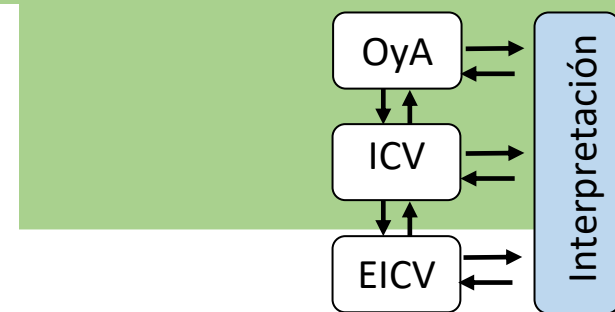
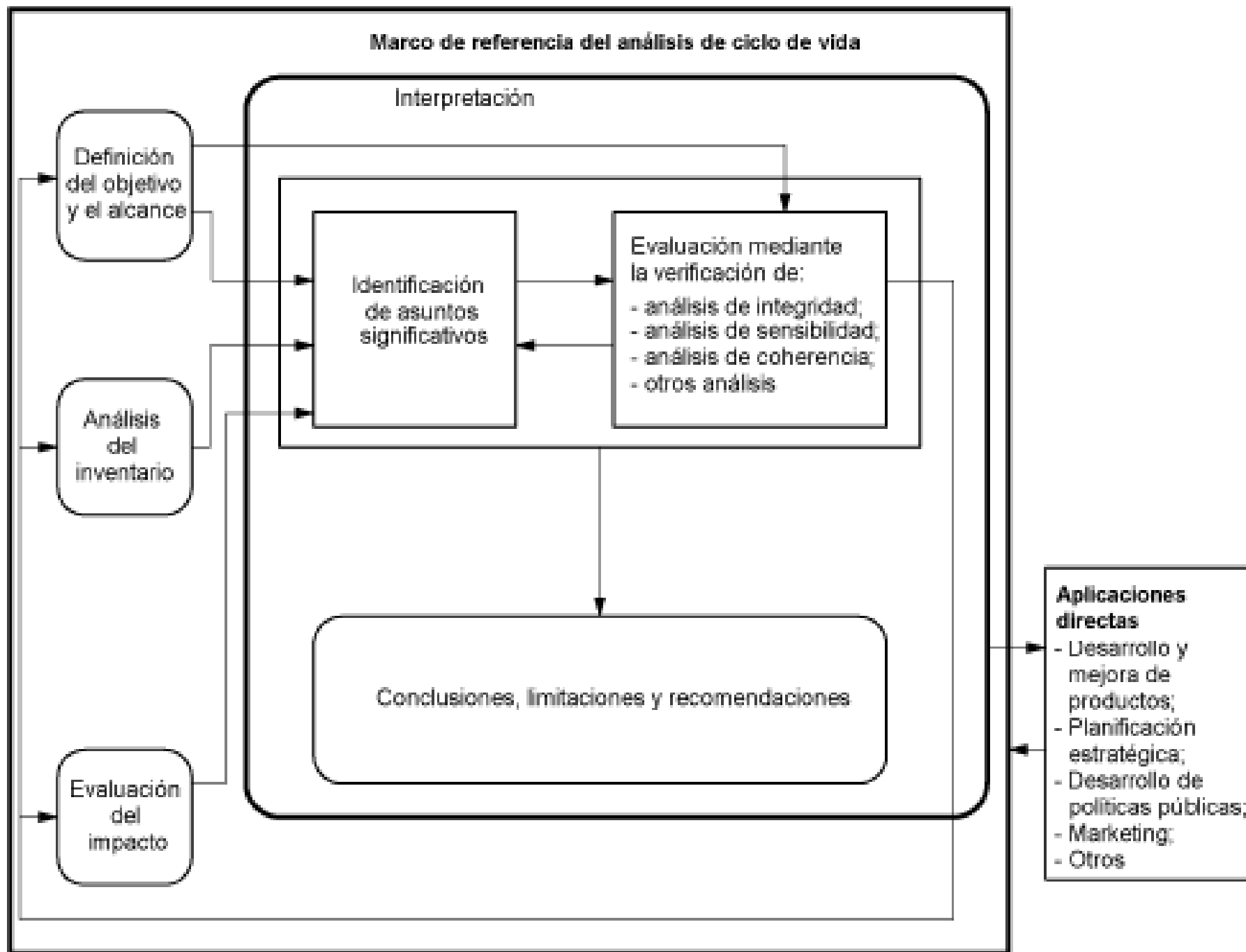


2. Se modeló la incertidumbre de aquellos escenarios y categorías donde las diferencias con SC0 no fueron significativas.

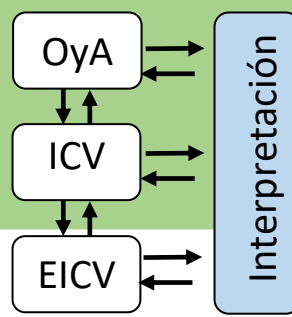
Se obtuvieron los **Coefficientes de variación** y se analizaron las causas de aquellos que presentaban un valor alto.

Se identificó que la actividad “**materias primas e insumos**” contribuye en un 99,98% en **ADP** y en 80,27% en **EP** (para SC0, aunque es posible asumir que en los escenarios alternativos se dan contribuciones similares).

Se concluyó que sería recomendable mejorar la calidad de los datos de **hierro** y **cemento** a partir de datos primarios ya que en ambos casos se emplearon datos de inventario procedentes de **promedios mundiales** de Ecoinvent (2021) con adaptaciones para la matriz energética de Argentina.



Fuente: (ISO 14044)

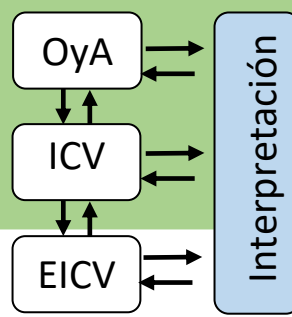


## Análisis de integridad

Objetivo: Asegurar que toda la información y los datos pertinentes necesarios para la interpretación, están **disponibles y completos**.

Si hay información pertinente que falta o está incompleta, se debe considerar la necesidad de dicha información para satisfacer el objetivo y el alcance del ACV.

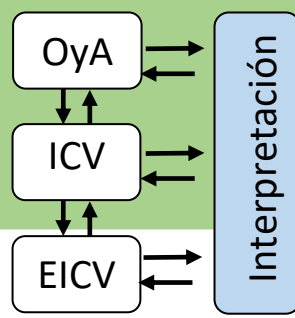
Si hay información considerada necesaria para determinar los asuntos significativos, que falta o está incompleta, se debe volver a examinar las etapas previas (ICV, EICV) o, alternativamente ajustar la definición del objetivo y el alcance. Si la información que falta se considera innecesaria, se debe justificar la razón.



## Análisis de sensibilidad

Objetivo: evaluar la **confiabilidad** en los resultados y conclusiones finales determinando cómo están afectados por las incertidumbres en los datos, métodos de asignación o cálculo de los resultados de los indicadores de categoría, etc.

Como resultado se puede identificar la necesidad de un análisis de sensibilidad más exhaustivo y/o preciso o la necesidad de volver atrás y modificar alguna decisión tomada. La incapacidad para encontrar diferencias significativas entre las diferentes alternativas estudiadas, no lleva automáticamente a la conclusión de que estas diferencias no existen pero puede ser el resultado final del análisis.



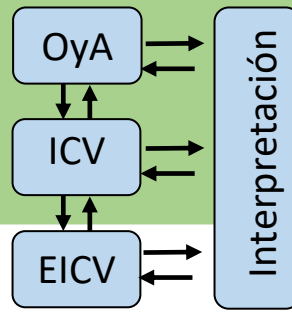
## Análisis de coherencia

Objetivo: determinar si las suposiciones, métodos y datos son coherentes con el objetivo y el alcance.

Preguntas a realizar:

- ¿Son las diferencias en la calidad de los datos a través del ciclo de vida de un sistema del producto y entre sistemas del producto distintos coherentes con el objetivo y el alcance del estudio?
- de existir diferencias regionales y/o temporales, ¿se han aplicado de forma coherente?
- ¿Se han aplicado de forma coherente las reglas de asignación y los límites del sistema a todos los sistemas del producto?
- ¿Se han aplicado de forma coherente los elementos de la evaluación de impacto?

# INFORME ACV



Los resultados y conclusiones de un ACV deben informarse de forma completa, exacta y sin sesgo al público previsto.

Los resultados, datos, métodos, suposiciones y limitaciones deben ser transparentes y presentarse con suficiente detalle para permitir al lector comprender las complejidades de las compensaciones de información inherentes en el ACV. El Informe también debe permitir que los resultados e interpretación se utilicen de forma coherente con los objetivos del estudio.



# BIBLIOGRAFÍA



PRé Sustainability B. V., 2020. SimaPro database manual - Methods library V.4.15.

Alejandrino, C., Mercante, I., Cereda, M. (2019) “Perfil ambiental de ladrillo fabricado a partir de plástico reciclado”. X Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería. UTN 1ed. ISBN: 978- 950-42-0197-7.

Alejandrino, C., Mercante, I., Bovea, M.B. (2022) “Combining O-LCA and O-LCC to support circular economy strategies in organizations: Methodology and case study”. Journal of cleaner production. Vol 336, 130365  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130365>

Mercante, I; Ojeda J. P; Alejandrino, C. (2021) “Life cycle assessment of asbestos waste management scenarios: case study in Argentina”. J Hazard Toxic Radioact Waste.Vol 25, 4 DOI:10.1061/(ASCE)HZ.2153-5515.0000639

Guinée, J.B., Gorrée, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., Koning, A. de, Oers, L. van, Wegener Sleeswijk, A., Suh, S., Udo de Haes, H.A., Bruijn, H. de, Duin, R. van, Huijbregts, M.A.J., 2002. Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective. Ila: Guide. Iib: Operational annex. III: Scientific background. Dordrecht, The Netherlands.

Huijbregts, M.A.J., Steinmann, Z.J.N., Elshout, P.M.F., Stam, G., Verones, F., Vieira, M., Zijp, M., Hollander, A., van Zelm, R., 2017. ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. Int. J. Life Cycle Assess. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1246-y>

Mercante, I., 2014. Propuesta metodológica para la evaluación del desempeño ambiental de sistemas de gestión de residuos de construcción y demolición. PhD tesis. Universidad Nacional de Cuyo.

# ¡MUCHAS GRACIAS!

[clarisa.alejandrino@uncuyo.edu.ar](mailto:clarisa.alejandrino@uncuyo.edu.ar)

