

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una técnica iterativa para evaluar la cadena de valor de un producto, servicio o sistema y conocer los posibles impactos asociados con su manufactura y consumo. Es una herramienta poderosa para hacer comparaciones holísticas de los sistemas y para su optimización (Curran, 2017). El ACV puede ser utilizado para identificar oportunidades de mejora de desempeño ambiental de los productos y servicios, informar a tomadores de decisiones, seleccionar indicadores de desempeño ambiental relevantes, o como parte de una estrategia de mercado (ISO 14040, 2006).

Este tipo de análisis contempla cuatro fases (Fig.1):

1. **Definición del objetivo y alcance:** incluye la definición del límite del sistema a analizar, la unidad funcional y el uso que se dará al estudio.
2. **Análisis del inventario:** contempla la creación de un inventario con los datos de entradas y salidas al sistema de estudio que ayude a entender su estructura, elementos clave y función.
3. **Análisis de impacto:** busca proporcionar información adicional que ayude a evaluar el sistema a partir del inventario y entender mejor su relación con el ambiente.
4. **Interpretación:** presenta el resumen de resultados, incluyendo una conclusión y recomendaciones basadas en el objetivo y alcance del estudio.

A este enfoque de ACV se le conoce como “atribucional”.

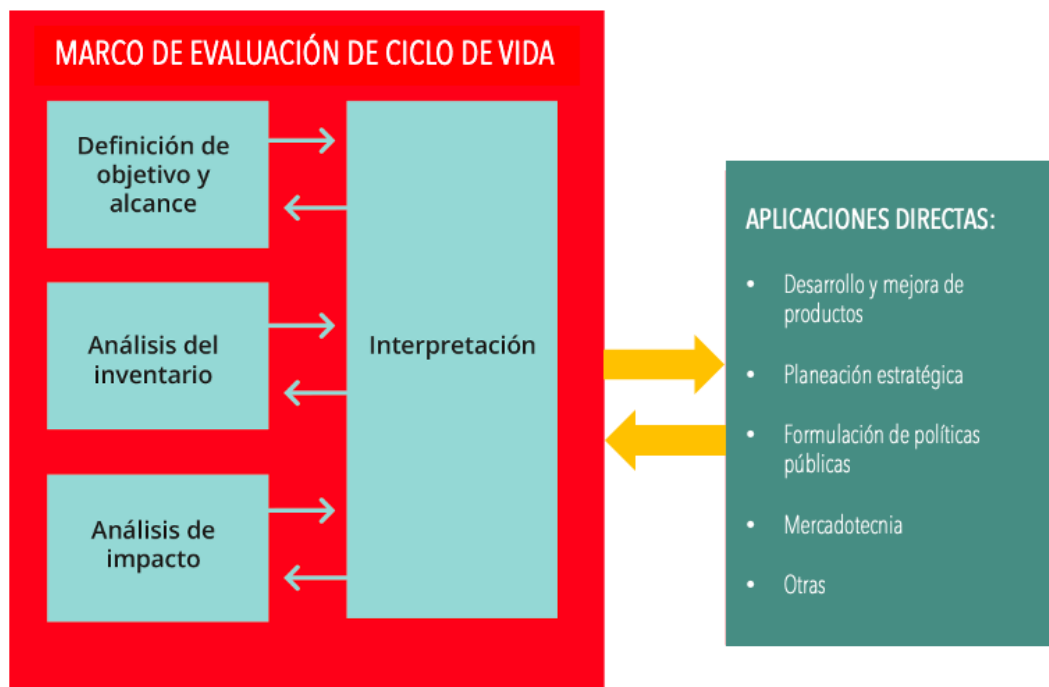


Figura 1. Fases de un estudio de ACV (ISO 14040, 2006).

Otro enfoque es el ACV “consecuencial”, que analiza cómo las actividades de un sistema o producto están vinculadas y las transformaciones que pueden generarse como

consecuencia de un cambio en la demanda de la unidad funcional (Brander, Burritt and Christ, 2019) . En comparación con el ACV atribucional, el ACV consecuencial tiene como objetivo cuantificar los cambios causados por una decisión o intervención en un sistema, lo cual es de relevancia para la toma de decisiones o la asignación de responsabilidades.

Si bien existen diferencias entre estos enfoques, es importante identificar el propósito para el cual se quiere realizar un ACV y elegir el modelo más adecuado. También pueden combinarse para entender mejor el comportamiento de un sistema (Tabla 1).

ACV Atribucional	ACV Consecuencial
Describe los flujos físicos ambientalmente relevantes de un producto o servicio.	Describe cómo los flujos del Sistema de un producto o servicio cambiarán en respuesta a posibles cambios o decisiones.
Utiliza datos promedio de un sistema para producir una unidad del bien o servicio (Finnveden and Potting, 2014).	Utiliza datos marginales de la producción del bien o servicio (Finnveden and Potting, 2014).
Su objetivo es cuantificar y asignar emisiones/reducciones absolutas a una entidad o elemento determinado (Brander, 2016).	Su objetivo es cuantificar el cambio en las emisiones/reducciones marginales como resultado de una decisión o intervención (Brander, 2016).
Es un proceso estático independiente del contexto (Plevin et al., 2014).	Es un proceso idealmente dinámico específico al contexto (Plevin et al., 2014).
Los inventarios no capturan todas las “fuentes de emisiones relevantes y materiales para la organización” si la intención es mitigar el cambio climático (Brander, 2018).	El ACV consecuencial tiende a no mostrar impactos a corto plazo ni muestra la transición de impactos de corto plazo a largo plazo (Brander, 2018).

Tabla 1. Implicaciones metodológicas comparativas entre el ACV atribucional y el ACV consecuencial

En la práctica, un ACV hace siempre una comparación de productos o sistemas que tengan la misma función u objetivo. Gracias a la información que un estudio de ACV puede proporcionar, se ha convertido en una herramienta analítica indispensable de apoyo a la gestión sostenible que continúa evolucionando (Finnveden and Potting, 2014).

EJEMPLO

Se han realizado varios estudios de ACV (atribucional) relacionados con los proyectos de CCUS, los cuales analizan distintos límites de la cadena de valor de la tecnología (Aycaguer et al., 2001; Suebsiri et al., 2006; Hertwich et al., 2008; Jaramillo et al., 2009; Cooney et al., 2015; Azzolina et al., 2016; Núñez-López et al., 2019). En la literatura, únicamente se cuenta con un estudio de ACV (consecuencial) realizado por Brander y Asci en 2019 para un proyecto de CCUS en una planta siderúrgica en China.

En general, aún existen retos para llevar a cabo este tipo de estudios, los cuales están asociados principalmente con el acceso a datos y la selección de la unidad funcional, el interés en el análisis de los proyectos de CCUS y la adopción de estas herramientas como parte de la estrategia para medir el impacto de los proyectos (Fig.2).

En México se pueden encontrar estudios de ACV (atribucional) en los trabajos de:

- Lacy et al., 2015 [“Life-cycle GHG assessment of CCUS for linked primary energy and electricity production”](#)
- Morales et al., 2016 [“Life cycle assessment of carbon capture and utilization from ammonia process in Mexico”](#)
- Morales et al., 2020 [“An integrated approach to determining the capacity of ecosystems to supply ecosystem services into LCA for a carbon capture system”](#)

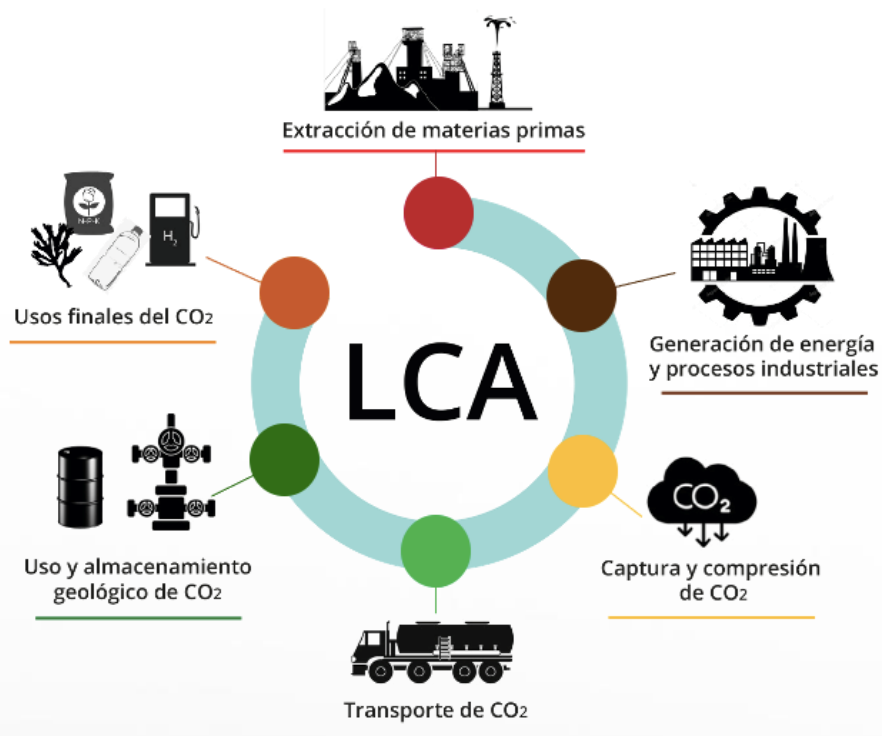


Figura 2. Cadena de valor de un proyecto de CCUS bajo el enfoque de ACV

Referencias

- Brander, M. (2016). Transposing lessons between different forms of consequential greenhouse gas accounting: Lessons for consequential life cycle assessment, project-level accounting, and policy-level accounting. *Journal of Cleaner Production*, *112*, 4247–4256. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.101>
- Brander, M. (2018). Comparative analysis of attributional corporate greenhouse gas accounting, consequential life cycle assessment, and project/policy level accounting: A bioenergy case study. *Journal of Cleaner Production*, *167*, 1401–1414. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.097>
- Brander, M., Burritt, R. L. and Christ, K. L. (2019) 'Coupling attributional and consequential life cycle assessment: A matter of social responsibility', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 215, pp. 514–521. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.01.066.
- Curran, M. A. (2017) 'Selection of Impact Categories, Category Indicators and Characterization Models in Goal and Scope Definition. Chapter 1 "Overview of Goal and Scope Definition in Life Cycle Assessment', in *LCA Compendium - The Complete World of Life Cycle Assessment, Goal and Scope Definition in Life Cycle Assessment*, pp. 63–122. doi: 10.1007/978-94-024-0855-3.
- Finnveden, G. and Potting, J. (2014) 'Life Cycle Assessment', *Encyclopedia of Toxicology: Third Edition*. Academic Press, pp. 74–77. doi: 10.1016/B978-0-12-386454-3.00627-8.
- ISO 14040 (2006): Environmental management—life cycle assessment—Principles and framework. *International Organization for Standardization, 2006*.
- Plevin, R. J., Delucchi, M. A., & Creutzig, F. (2014). Using Attributional Life Cycle Assessment to Estimate Climate-Change Mitigation Benefits Misleads Policy Makers. *Journal of Industrial Ecology*, *18*(1), 73–83. <https://doi.org/10.1111/jiec.12074>