

Valoración económica de los impactos ambientales por el uso del suelo con enfoque de ciclo de vida: estado del arte

Economic assessment of the environmental impacts of land use through the life cycle assessment approach: state of art

Melisa Mariel Paris 
Bárbara Civit 
Lorena Corica 

Resumen

En el Área Metropolitana de Mendoza, provincia de la República Argentina, se está produciendo una importante expansión demográfica que involucra suelos fértiles o naturales y no considera el costo de oportunidad de urbanizar y sellar dichos suelos. Por esta razón, surgió el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial, que destaca la necesidad de una planificación territorial que mitigue los riesgos de desastres naturales y que mejore la accesibilidad y el desarrollo económico y energético. Sin embargo, el documento no contempla los impactos ambientales de esta urbanización en términos de costos y beneficios económicos y sociales, es decir, cómo las mencionadas transformaciones afectan a la sociedad en su conjunto. Surge entonces la necesidad de realizar una revisión de la literatura para conocer cómo se han analizado situaciones similares en otros estudios y ver si existen metodologías que puedan ser aplicadas al caso de estudio propuesto. La revisión se realizó a partir de palabras claves y se enfocó en las siguientes tres dimensiones: análisis de ciclo de vida, ordenamiento territorial y valoración económica en el período 2004-2018. Como resultado de esta investigación se detectaron trabajos a partir de los cuales es posible desarrollar una metodología de análisis.

Palabras-clave: Valoración económica. Uso del suelo. Análisis de ciclo de vida.

Abstract

In the last decades, the Metropolitan Area of Mendoza has been the setting of a significant demographic expansion involving fertile or natural soils without considering the opportunity cost of urbanising and sealing soils. For this reason, the Territorial Ordinance Provincial Plan was developed, highlighting the need for a territorial planning that mitigates the risks of natural disasters, improves accessibility and economic and energy development. However, the plan does not take in to account the environmental impacts of this urbanisation in terms of economic and social costs and benefits, that is, how these transformations affect society as a whole. Hence the need to carry out a review of the literature in order to find out how similar situations have been analysed in other studies and to know if there are any methodologies that can be applied in the proposed case study. The review was carried out according to key words and it focused on 3 dimensions: Life Cycle Assessment, Territorial Planning, and Economic Valuation covering the period 2004-2018. As a result of this investigation, some studies were detected that can form the basis upon which an analysis methodology can be developed.

Keywords: Economic assessment. Land use. Life cycle assessment.

¹Melisa Mariel Paris
Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas
Mendoza - Argentina

²Bárbara Civit
Universidad Tecnológica Nacional
Mendoza - Argentina

³Lorena Corica
Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas
Mendoza - Argentina

Recebido em 20/02/19
Aceito em 17/07/19

Introducción

El crecimiento de la población y del consumo, siendo este el medio primordial para lograr el bienestar de la sociedad, traen asociados el consumo de recursos y la emisión de diversas sustancias que paulatinamente pueden producir la degradación de los ecosistemas y la sobreexplotación de los recursos naturales renovables y no renovables. Las actividades antrópicas – como la minería, la industria, la agricultura, la ganadería y la urbanización – están asociadas a la ocupación y la modificación del suelo y conducen a la generación de impactos ambientales (IA) sobre la diversidad biológica y/o la calidad del suelo, referidos a las funciones de soporte de vida (CIVIT, 2009).

En tierras secas, la ocupación y transformación del suelo dependen de la disponibilidad física y del acceso económico al agua, ocasionando un impacto sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Esta situación se intensifica en algunas actividades, como la provisión de vivienda y sitios urbanos, en las cuales, al no considerarse el costo de oportunidad del uso del suelo, la planificación queda sujeta a intereses o necesidades particulares que no permiten su utilización eficiente. Por otra parte, quedan excluidas del análisis las pérdidas de la calidad del suelo y del agua y los costos y tiempos necesarios para remediar los daños potenciales ocasionados, que en tierras secas suelen ser procesos irreversibles (NÚÑEZ *et al.*, 2010; CIVIT, 2009).

En la provincia analizada, el 68% de la población vive en el Área Metropolitana de Mendoza (AMM), y se ha observado un importante deterioro ambiental durante el período de estudio¹. Mesa, Arboit y de Rosa (2010) identificó como sus principales causas la desertificación del oasis periurbano, el creciente desgaste de la infraestructura obsoleta, la progresiva precarización del hábitat de los sectores carenciados, la importante emisión de gases de invernadero y de materiales particulados desde fuentes fijas y móviles, el mal uso del escaso recurso hídrico regional y la falta de aptitud del diseño y de tecnología implementados en el hábitat construido. Estas situaciones han llevado a que investigadores, dirigentes y tomadores de decisión analicen las falencias y las vías para mejorar la ordenación del territorio para atender las necesidades de la población creciente. Como resultado, se sancionó la Ley de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo (2017) luego de una amplia participación pública e institucional que representó el consenso logrado en materia de ordenamiento territorial² (OT) a partir de 2006. Esta ley tiene como finalidad definir los objetivos para el desarrollo sostenible del territorio, considerando el equilibrio entre el medio ambiente y la actividad humana.

Como consecuencia de la mencionada ley, nació el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial (PPOT) (2018), que se centra en la necesidad de una planificación holística del hábitat, la mitigación de riesgos ante amenazas naturales y antrópicas y la conectividad y accesibilidad para la integración de la provincia, propiciando la movilidad sostenible y el desarrollo económico y energético. El PPOT identifica y valora las áreas que requieren especial atención por causa de los servicios ambientales que prestan, como es el caso del Oasis mendocino, dentro del cual se encuentra el AMM. Sin embargo, el plan no contempla algunos aspectos ambientales, económicos y sociales, en especial, cómo afecta a la sociedad el avance de la urbanización en términos de costos y beneficios económicos y sociales. Es necesario analizar este aspecto porque, en la actualidad, esta expansión se está produciendo sobre zonas fértiles que eran suelos cultivados o cultivables o en áreas naturales que podrían ser vulnerables, como el piedemonte. A esto se suma que hasta el momento no fue abordado en profundidad el desarrollo de una metodología que permita cuantificar la sostenibilidad de la ciudad y su crecimiento desde el punto de vista económico.

- (a) Paruelo (2011) afirma que las herramientas que sirven de base para la planificación del territorio deberían permitir las siguientes acciones:
- (b) identificar cuáles procesos ecosistémicos y servicios asociados se verían afectados cuando se produce cada uno de los tipos posibles de intervenciones;
- (c) determinar la magnitud y el sentido del cambio en el nivel de provisión de un servicio inducido por cada tipo de intervención;

¹El Gobernador de la Provincia de Mendoza, Licenciado Alfredo Cornejo, decretó la prohibición de desarrollos y emprendimientos inmobiliarios en el piedemonte mendocino por el período de un año.

²De acuerdo a Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, el ordenamiento territorial “*permite organizar el uso, aprovechamiento y ocupación del territorio sobre la base de las potencialidades y limitaciones, teniendo en cuenta las necesidades de la población y las recomendaciones generadas por todos los instrumentos de planificación y gestión.*”, considerando al territorio como un sistema multifuncional, abierto, dinámico y complejo integrado en un contexto geográfico y social (MOINE 2006; WIGGERING *et al.*, 2003).

- (d) identificar los actores sociales, económicos y políticos relevantes; y
- (e) cuantificar el nivel de apropiación de beneficios y perjuicios por parte de los distintos actores socioeconómicos.

Por otro lado, existen herramientas metodológicas para evaluar los IA asociados a la producción y el uso de bienes y servicios de los que se valen las personas para satisfacer sus necesidades e incrementar su bienestar, como es el análisis de ciclo de vida (ACV). De acuerdo con la ISO 14040 (INTERNATIONAL..., 2006), el ACV es una metodología de evaluación de IA de productos que considera las entradas y salidas de recursos y materiales en cada etapa del ciclo de vida del producto estudiado, desde la extracción de las materias primas, pasando por el procesamiento y la manufactura, el empaque, el transporte, el uso y el fin de vida. Siguiendo esta línea, la *Life Cycle Initiative* (2018) afirma que el principal objetivo del pensamiento de ciclo de vida es mejorar el desempeño ambiental de un producto – medido en términos de consumo de recursos y emisiones al ambiente como consecuencia de su fabricación o consumo – y el desempeño socioeconómico, facilitando los vínculos entre las mencionadas dimensiones.

A diferencia de lo que ocurre con la valoración económica (VE), en el ámbito del ACV se usa el análisis de costos del ciclo de vida para evaluar la mejor alternativa desde el punto de vista económico y no sólo ambiental. Este análisis permite verificar la viabilidad económica del caso de estudio, pero no tiene el alcance de evaluar y valorar los costos y beneficios de los IA que se producen a lo largo de todo el ciclo de vida, especialmente en el ámbito del ordenamiento del territorio. Sin embargo, dentro del ACV hay indicadores que ponderan los IA mediante su valoración monetaria, donde se detallan los métodos más adecuados para la valoración de cada impacto (Stepwise, Lime 1-2, Ecotax2002, Ecovalue08, MAC/RCA, EPS2000, EVR, ReCiPe, entre otros), recopilados además en numerosas revisiones literarias (NEUGEBAUER; FORIN; FINKBEINER, 2016; PIZZOL; WEIDEMA; BRANDÃO, 2015; AHLROTH, 2014; TEKIE; LINDBLAD, 2013).

Estas herramientas miden y analizan los IA a lo largo del ciclo de vida de procesos o productos, pero no permiten valorar económicamente los efectos asociados a la intervención del suelo cuando se ordena el territorio. Una de las principales barreras identificadas, y por la cual otros autores no han abordado este aspecto, es la dificultad de definir el concepto de "función del suelo". Esto ocurre porque, en el contexto del OT, el suelo tiene funciones múltiples y en tierras secas incluso conviven sobre una misma porción de suelo. Esto motivó la búsqueda de antecedentes en la literatura que permitan establecer el marco teórico como punto de partida para el estudio y el desarrollo metodológico de una propuesta que conjugue la VE, el ACV y la OT.

Del problema identificado y de las posibles alternativas que podrían considerarse para su solución, se infiere que la incorporación de la visión económica para identificar los costos asociados al impacto de un crecimiento urbano que permita satisfacer las necesidades poblacionales condiciona la elección de la forma más adecuada de ocupación y transformación del territorio.

De esta forma, el objetivo de este trabajo es conocer si existen herramientas metodológicas para la VE de los IA que resultan del uso del suelo en el contexto del ACV, que sean adaptables al AMM o a partir de las cuales desarrollar una propuesta de análisis. Para esto, fueron relevados más de 500 artículos referentes al ACV, el OT y la VE publicados en el período de 2004 a 2018³. Sin embargo, este trabajo se centró en 147 estudios seleccionados con el objetivo de identificar las herramientas más adecuadas de análisis y de valoración.

Metodología

En toda revisión bibliográfica hay diversas metodologías que dependen de la información que se quiere obtener y que, a su vez, definen las estrategias de búsqueda y de análisis. Paré *et al.* (2015) identifica los siguientes nueve tipos de metodologías:

- (a) la revisión narrativa, que presenta en forma resumida y sintetizada los antecedentes académicos sobre un tema en particular;
- (b) la revisión sistemática, que procura respaldar la toma de decisiones con base en la evidencia empírica;

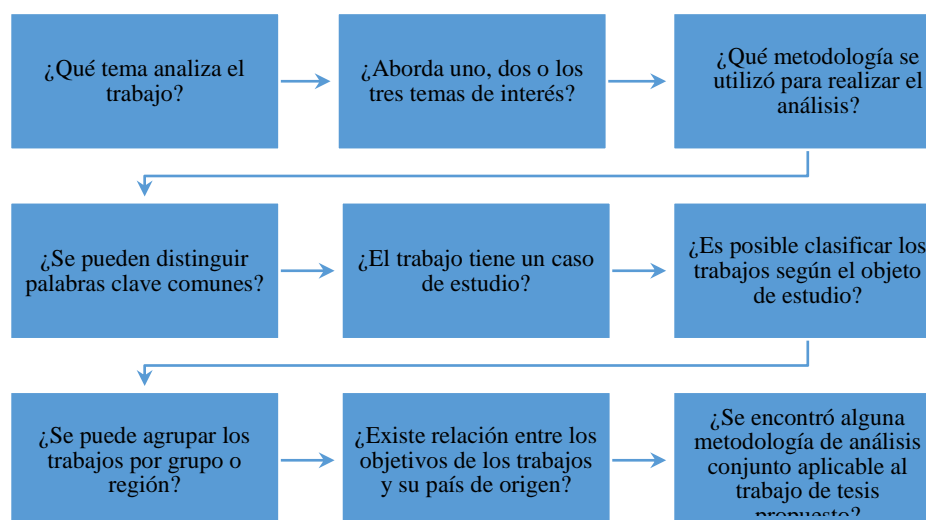
³Considerando la primera fecha de publicación.

- (c) la revisión descriptiva y de mapeo, que persigue la identificación de patrones y lagunas en la literatura sobre teorías, metodologías o hallazgos previos;
- (d) la revisión de alcance, que muchas veces es un paso previo a la revisión sistemática porque, al identificar la naturaleza y el grado de la evidencia científica, permite determinar los beneficios de emprender esta última revisión;
- (e) la revisión crítica, en la que se realiza una evaluación crítica y un análisis interpretativo de la literatura sobre un tema determinado, con el objetivo de identificar las debilidades, fortalezas y contradicciones de teorías, hipótesis, temas de investigación, métodos o resultados de investigaciones sobre un tema determinado;
- (f) las revisiones de enfoque, que son terciarias, teóricas y comparan los hallazgos de revisiones sistemáticas en áreas prioritarias y en diferentes tipos de intervenciones para la misma condición, mismas intervenciones para diferentes condiciones, resultados, problemas o poblaciones y efectos adversos;
- (g) la revisión realista, que es complementaria a la sistemática, es interpretativa y se basa en la teoría, teniendo como objetivo informar, mejorar, ampliar o complementar las revisiones sistemáticas convencionales al incluir evidencias de estudios tanto cuantitativos como cualitativos de intervenciones complejas aplicadas en diversos contextos para justificar políticas;
- (h) la revisión de meta-análisis, que, mediante métodos estadísticos de agregación de datos, pretende evaluar la coherencia y variabilidad de los resultados obtenidos en los estudios primarios incluidos en la revisión e investigar las causas de cualquier observación, entre otros objetivos; y
- (i) la revisión teórica, que considera estudios conceptuales y empíricos precedentes que permitan desarrollar un marco teórico.

Este trabajo de revisión bibliográfica se estructuró siguiendo la revisión descriptiva porque el principal objetivo es, identificar lagunas en la literatura a partir de las cuales desarrollar y aplicar una metodología de análisis de la VE de los IA en el OT con la ayuda de un *software* de gestión bibliográfica.

La búsqueda bibliográfica se realizó según palabras clave, abarcando los últimos 15 años (2004-2018) y abordando la temática ambiental desde la perspectiva del ACV, el OT y la VE de los bienes ambientales. Los principales términos utilizados fueron “*life cycle assessment*”, “*economic assessment*”, “*urban planning*”, “*environmental impacts*” y “*land use*” y sus respectivas traducciones al español. El alcance geográfico de la búsqueda fue global, pero tuvo especial énfasis en la identificación de antecedentes regionales y nacionales. Luego de esta primera aproximación, fueron consultadas las referencias de los trabajos encontrados y se abrió un abanico de artículos relacionados. Además, se profundizó en los trabajos de diversos autores y revistas científicas como otro motor de búsqueda. A partir de esto, tuvo inicio el procesamiento de la información, cuyo desarrollo se muestra en la Figura 1.

Figura 1 - Esquema del procesamiento de la información



Los principales conceptos que se desprendieron de esta etapa y que permitieron detectar la interdisciplinariedad de los trabajos fueron “impactos ambientales”, “uso del suelo” y “análisis de ciclo de vida”. Estos términos aparecen, respectivamente, en el 34%, el 78% y el 28% de los trabajos con pluralidad de enfoques.

Análisis de ciclo de vida

Para llevar a cabo la revisión se utilizaron, en primer lugar, los términos “análisis de ciclo de vida” y “uso de suelo”. A partir de esto, la búsqueda se acotó a conceptos específicos de la temática analizada. Finalmente, se incluyeron términos para orientar la búsqueda dentro del paraguas del ACV hacia la VE de los bienes ambientales, a fin de constatar la existencia de trabajos que aborden las dos temáticas simultáneamente. Una vez agotadas estas instancias, se consultaron las referencias y revistas científicas previamente mencionadas.

Valoración económica de bienes ambientales

Linares Llamas y Romero López (2008) define la VE de los bienes ambientales como la intención de obtener una medición monetaria de la ganancia o pérdida de bienestar o utilidad que una persona o un determinado colectivo experimenta a causa de una mejora o daño de un activo ambiental. Esto permite que las decisiones relativas a los recursos naturales no se tomen considerando sólo las señales de mercado o las necesidades de desarrollo que puedan distorsionar los precios relativos en mercados subsidiados.

Utilizando los conceptos “valoración económica”, “métodos de valoración”, “bienes ambientales”, “economía ambiental” y “servicios ecosistémicos”, la búsqueda tuvo un alcance global, focalizándose luego en Argentina, a fin de conocer sus aplicaciones concretas en el país y las herramientas utilizadas. Al igual que en la revisión sobre ACV, se finalizó con la consulta de las referencias encontradas.

Ordenamiento territorial

En este apartado se procuró conocer los métodos más utilizados en la comunidad científica para diseñar, proyectar y evaluar los IA por el uso del suelo residencial en las ciudades y analizar en futuros estudios su aplicabilidad en el AMM – Argentina. Los principales motores de búsqueda fueron “ordenamiento territorial”, “planificación urbana” y “diseño urbano”.

Resultados

En esta sección se exponen los principales resultados obtenidos con respecto a la cantidad total de artículos relevados por área de investigación, año y país, seguido por los trabajos que consideraron dos o los tres temas de interés.

En la Figura 2 se muestra la cantidad de estudios según el enfoque de análisis. El eje de ordenadas principal corresponde a la cantidad de estudios en valores absolutos y en el secundario se muestran dichos datos en términos relativos.

En la Figura 3 se distingue por categoría la proporción de estudios prácticos y teóricos.

Si bien entre los trabajos considerados es notoria la preponderancia de los estudios de ACV y de VE, con el 36 % y 35%, respectivamente, existen trabajos con visión interdisciplinaria: el 25% de los trabajos considerados realizan análisis conjuntos. Un punto que merece destaque es que sólo el 3% se refirió exclusivamente al OT.

Para conocer las condiciones generales del estado de avance de la literatura académica, en la Figura 4 se muestra la cantidad de estudios publicados por año. Este análisis es completado con la Figura 5, que presenta la distribución geográfica de los trabajos considerados.

Figura 2 - Cantidad de estudios según enfoque de análisis

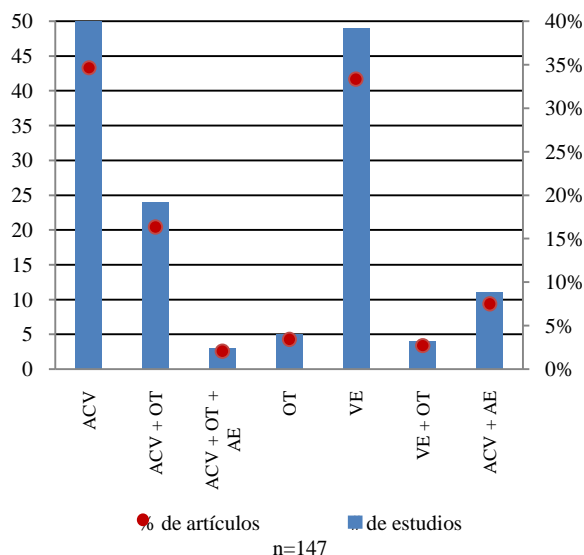
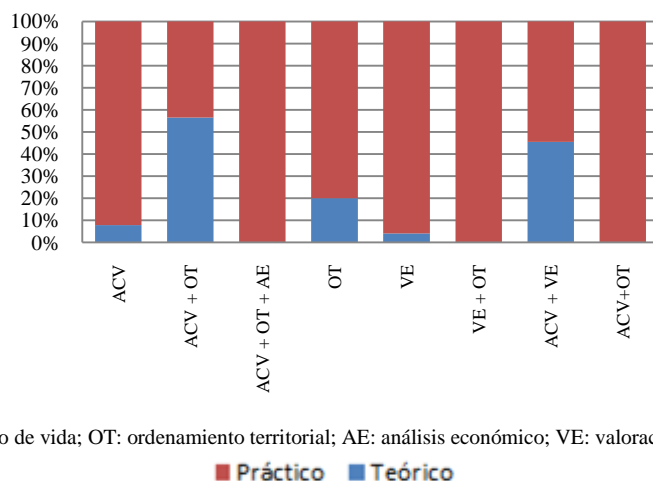


Figura 3 - Porcentaje de estudios con caso práctico de aplicación según enfoque de análisis

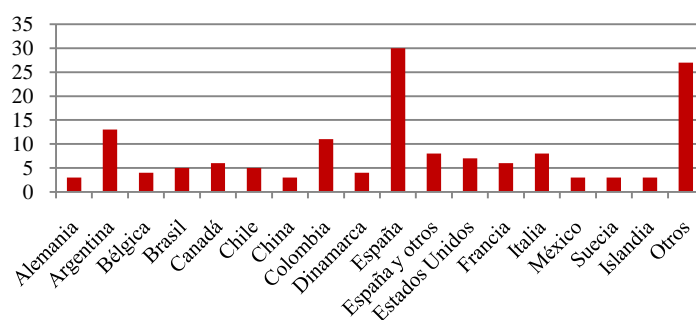


ACV: análisis de ciclo de vida; OT: ordenamiento territorial; AE: análisis económico; VE: valoración económica. n=147.

Figura 4 - Distribución cronológica de la bibliografía



Figura 5 - Distribución geográfica de la bibliografía

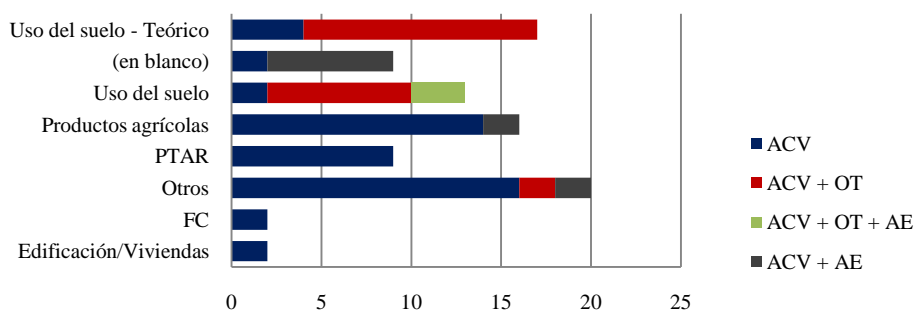


Existe una tendencia creciente con picos en los años 2016 y 2018 en los que se identificaron 18 y 19 trabajos, respectivamente. Entre la literatura publicada en 2016, siete artículos corresponden a estudios de ACV y dos de ACV complementado con un análisis económico (AE): Corona Bellostas (2016) aplica el análisis *input-output* (AI-O) a tecnología hidrosolar, y Neugebauer, Forin y Finkbeiner (2016) introducen una dinámica que relaciona los IA con los impactos económicos en el ciclo de vida de un producto. Además de los trabajos mencionados, tres utilizan el ACV para analizar los IA por el uso del suelo: uno de ellos analiza las consecuencias de la realización de un evento (TONIOLLO *et al.*, 2017), y los otros dos estudian los IA de la administración pública (MAZZI *et al.*, 2017) o de regiones agrícolas (AVADI *et al.*, 2016). Por su parte, un artículo hace referencia al OT en el área metropolitana de Estocolmo, Suecia. Los trabajos restantes se enfocan en el OT y en su VE, ya sea para descubrir el valor operacional de la tierra (USTAOGLU *et al.*, 2016) o para vincular el uso de la tierra con la valoración multimétodo y espacial de los servicios ecosistémicos (TAMMI; MUSTAJÄRVI; RASINMÄKI, 2017). Por último, tres artículos aplican los métodos de VE para conocer la disponibilidad a pagar de las personas en diferentes contextos. Roldán Monsalve (2016) aplica el método de valoración contingente (MVC) al Parque Nacional Cajas (Cuenca del Río Tomebamba, Ecuador), al igual que Ferreras, Salvador y Vaccarino (2015), quienes estimaron la valoración de la sociedad por el piedemonte del Gran Mendoza.

La VE del medio ambiente es también objeto de análisis de tesis tanto doctorales como de maestría, como es el caso de Mendoza Mompeán (2016), quien utiliza el método de costo de viaje (MCV) para averiguar cuál es la disposición a pagar por parte de los visitantes para acceder al Parque Regional el Valle Carrascoy. Además, 17 de los trabajos contemplados y publicados durante 2018 calculan la disposición a pagar de las comunidades afectadas y lo hacen principalmente mediante el MVC, aunque los autores también recurren a otras metodologías —como el método de función del daño, los costos de reposición, utilizado en forma individual o complementaria a otros métodos, la medición de la pérdida de productividad, el método de valoración discreta y métodos de valoración inferida— como complemento al MVC. Por su parte, Roibas, Loiseau y Hospido (2018) y García-Guaita *et al.* (2018) analizaron los IA por el uso del suelo, pero desde el punto de ACV.

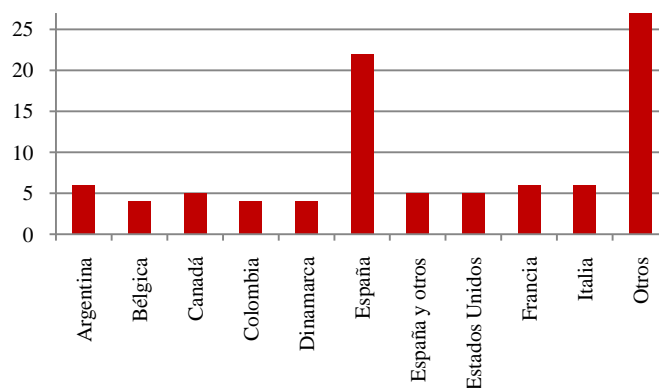
En cuanto a la distribución geográfica, en la Figura 5 también se observa que España está en primer lugar, con 38 trabajos publicados de forma unilateral (treinta estudios) o conjunta con otro país (ocho trabajos). Del total de estudios que involucran a España, diez se refieren a la VE de bienes ambientales, 21 a trabajos de ACV, tres sobre ACV complementado con un análisis económico, uno sobre OT, dos sobre OT y ACV y sólo uno incorpora los tres temas, pero no lo hace considerando la VE de bienes ambientales, sino que hace un AI-O para estudiar el metabolismo urbano (MU) desde el punto de vista de la demanda, como límite del sistema para estimar los materiales y recursos energéticos requeridos y las emisiones ambientales resultantes de sus actividades económicas. Cada eje temático por separado se analiza en las secciones presentadas a continuación.

Figura 6 - Objetivos artículos ACV



Nota: FC: factores de caracterización; PTAR: planta de tratamiento aguas residuales/residuos; ACV: análisis de ciclo de vida; OT: ordenamiento territorial; y AE: análisis económico.

Figura 7 - Distribución geográfica artículos ACV



Análisis de ciclo de vida

En la Figura 6 se muestran las aplicaciones de los estudios de ACV y las herramientas con las que estos estudios son abordados. Con respecto a la cantidad de publicaciones por área de estudio, 88 fueron realizadas bajo el paraguas del ACV, distribuidas en 51 que utilizan el ACV con fines distintos al OT, once utilizan simultáneamente el ACV y análisis económico, 23 complementan el ACV con el OT y tres abordan simultáneamente las tres dimensiones de estudio. También se identificaron diversos objetivos, clasificados en siete categorías generales.

Por último, en la Figura 7 se observa la distribución geográfica de los trabajos de ACV, donde es notable la preponderancia de España como principal país en aplicar el ACV como metodología de estudio.

Como antecedente de revisión bibliográfica sobre ACV y planificación urbana, se destaca el trabajo de Petit-Boix *et al.* (2017), en el que se exploran los trabajos que incluyen herramientas de ciclo de vida y su aplicación en la evaluación de la sostenibilidad de las ciudades.

Valoración económica de bienes ambientales

De acuerdo con los trabajos relevados, el AE del medio ambiente y sus IA se abordó mediante cinco herramientas, que, a fines de la presente investigación, fueron categorizadas dentro del AE:

(a) VE de bienes ambientales:

- MVC: de acuerdo con Azqueta *et al.* (2007), este método pretende averiguar, por medio de preguntas directas, la valoración que le otorgan las personas a un determinado recurso ambiental;

- MCV: busca estimar los costos en los que incurre una persona para poder trasladarse a un lugar y disfrutar de un determinado espacio natural;
 - método de transferencia de valores (MTV): estima la valoración de una persona o grupo social extrapolando los resultados de algún estudio realizado en un estudio de base llamado *study site*;
 - método de los precios hedónicos: busca descubrir todos los atributos del bien que explican su precio y averiguar la importancia cuantitativa de cada uno de ellos (AZQUETA *et al.*, 2007); y
 - otros métodos: valoración multimétodo, método de valoración integral, *water poverty index*, daños a la salud humana, costos de reposición, función de daño y costo social, costos de reposición y precio social del carbón, método de elección múltiple.
- (b) AI-O: es un método que fue impulsado por Leontief en 1936. Es una herramienta macroeconómica que, utilizando datos interindustriales de las transacciones en una economía, logra tener en cuenta las interdependencias de las diferentes industrias (ROSADO; FERRÃO, 2009). De esta manera, vincula los datos ambientales de sectores económicos conectados mediante flujos monetarios y permite una asignación de las cargas ambientales de los consumos agrupados según las características de los productos implicados y estimar diversos indicadores ambientales;
- (c) análisis de costo de ciclo de vida (ACCV): permite evaluar sistemas alternativos que compiten entre sí en base a los costos; únicamente aquellas alternativas que satisfacen los requerimientos técnicos pueden ser plausibles de comparaciones en base el ACCV;
- (d) análisis costo-beneficio (AC-B): calcula los costos, beneficios y rentabilidad financiera de las alternativas o proyectos y pretende determinar su conveniencia financiera; y
- (e) cálculo del valor actual neto de los flujos de fondos calculados en base a los flujos de materiales y energía analizados en el ACV.

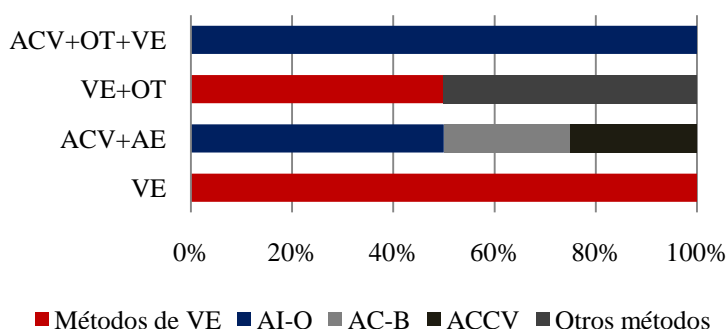
La Figura 8 muestra los métodos de AE y su aplicación en los trabajos relevados por categoría.

El Table 1 muestra la cantidad de trabajos encontrados por método de VE.

Entre las aplicaciones de los métodos de VE, se destacaron el diseño de políticas públicas ambientales, como el control del desmonte o regulaciones de urbanización, el financiamiento de áreas protegidas, las decisiones de conservación de determinados recursos naturales y la valoración de externalidades negativas, como el ruido. Esto permite mejorar la toma de decisiones sobre los usos alternativos de los servicios ambientales y confeccionar esquemas de pago de servicios ambientales de captura de carbono, biodiversidad, paisaje, servicios hídricos entre otros.

Figura 8 - Método de análisis económico

Análisis Económico - Enfoques



Nota: ACV: análisis de ciclo de vida;
 OT: ordenamiento territorial;
 VE: valoración económica;
 AE: análisis económico;
 AI-O: análisis *input-output*;
 AC-B: análisis costo-beneficio; y
 ACCV: análisis de costo de ciclo de vida.

Table 1 - Cantidad de trabajos por método de VE

Métodos utilizados	Cantidad
MVC	20
MCV	5
MTV	6
MVC+MCV	3
Otros métodos	17

Nota: MVC: método de valoración contingente;
 MCV: método de costo de viaje; y
 MTV: método de transferencia de valores.

Para finalizar, en la Figura 9 se muestra la distribución geográfica de los trabajos. En la figura se evidencia el sesgo territorial en favor de América Latina. Del total de trabajos, cuatro combinaron el estudio del ACV con el AE: dos lo hicieron mediante el AI-O, uno complementa el ACV con un AC-B y el último aplica el ACCV.

Ordenamiento territorial

En el marco de esta investigación, se halló una estrecha interacción entre el OT y el MU. Análogamente al metabolismo de los organismos vivos, el MU describe el mecanismo por el cual los materiales y la energía fluyen en las ciudades. A su vez, está relacionado con el ACV, reflejándose en que, aproximadamente, solo el 20% de los estudios sobre MU no estuvo inserto en estudios de ACV, como se ve reflejado en el Figura 10, y solo el 15% de los trabajos encontrados no formó parte un análisis interdisciplinario.

La mayoría de los estudios abordaron el OT desde la perspectiva del MU y/o del ACV – Koellner *et al.* (2013), Loiseau *et al.* (2013, 2018), Roibas, Loiseau y Hospido (2018) —, aunque algunos autores se basan en el MU e incorporan el análisis de flujo de materiales (MU+AFM) de las ciudades, entonces es posible considerar los flujos y el *stock* de materiales dentro de un sistema definido temporal y espacialmente, conectando fuentes, caminos y sumideros intermedios y finales de un material, permitiendo llevar un control mediante un balance que compara las entradas y salidas (BRUNNER; RECHBERGER, 2004).

Con respecto a la localización de los trabajos, la Figura 11 muestra la distribución geográfica de los estudios de OT. Si bien los estudios tienen una distribución geográfica más dispersa y no es posible identificar indiscutiblemente un país con un rol preponderante en la investigación de este tema, hay un sesgo hacia Europa, con el 70 % de la literatura relevada.

A pesar de la vasta literatura existente en relación con el OT y la VE, son escasos los trabajos que realizan un análisis conjunto. Chen *et al.* (2014) evalúa los cambios en el uso del suelo entre 1980 y 2010 en Sanjiang y analiza sus IA en términos de los servicios ecosistémicos afectados. Para esto, estudia las variaciones de los valores de los servicios ambientales por los cambios en el uso del suelo mediante el MTV. Otro ejemplo es el trabajo de Tammi, Mustajärvi y Rasinmäki (2017), que compara la configuración espacial del valor de oferta de los servicios ecosistémicos en diversos escenarios. Por último, Tello, de Prada y Cristeche (2015) a partir del MVC estima la VE de un plan de OT para, mediante el control del desmonte, incrementar en un 50% la superficie de los bosques de Caldén en la provincia de Córdoba, Argentina.

Dado que uno de los objetivos que dio lugar a esta revisión de antecedentes es conocer si existen métodos que combinen el ACV con la VE y/o el OT, resulta importante destacar los trabajos que lo han hecho y averiguar si son adaptables al caso del AMM, en el oeste argentino. Si bien 29 trabajos abordaron el uso del suelo, 16 de ellos no analizaron un caso de estudio particular, sino que introdujeron propuestas metodológicas. Con respecto a la forma de estudio, se identificaron diversas metodologías que analizan los IA que tiene la planificación urbana en términos de consumo de recursos, residuos y emisiones. Dentro del ACV se pudo observar que los autores utilizaron diversos enfoques y herramientas. A partir de la guía metodológica de Koellner *et al.* (2012, 2013), que es un marco de referencia para evaluar los IA causados por el uso del suelo y que abarca todas las trayectorias de la cadena causa-efecto entre el uso del suelo y el impacto sobre la biodiversidad, surgieron diversas variantes del ACV para encarar las investigaciones, ya sea mediante modificaciones o complementándolo con otras herramientas, de acuerdo con los objetivos de estudio planteados. De Baan *et al.* (2013) aplicó esta guía para cuantificar los impactos potenciales sobre la biodiversidad por el uso del suelo en diferentes regiones del planeta, específicamente sobre los IA por la ocupación como forma de intervención del suelo, destacando las incertidumbres que se pueden presentar en

el análisis, usando la riqueza relativa de las especies como indicador para calcular los factores de caracterización (FC) de los daños potenciales sobre los ecosistemas terrestres.

Alvarenga *et al.* (2013, 2015) y Taelman *et al.* (2016) utilizaron el ACV junto con el potencial de productividad neta de producción (PPN) de biomasa del suelo. En primer lugar, Alvarenga *et al.* (2013) propusieron un marco para calcular los FC espaciales basados en la exergía de la tierra, método aplicable tanto a la biomasa como al área ocupada. En la misma línea, Alvarenga *et al.* (2015) plantearon una metodología de análisis de impactos del ciclo de vida para calcular los impactos del uso de la tierra sobre la PPN con base en el enfoque de la apropiación humana de su producción. Por fin, Taelman *et al.* (2016) utilizaron la PPN como indicador de los posibles IA que el uso del suelo puede tener sobre la salud del ecosistema.

Por otro lado, Bidstrup, Pizzol y Schmidt (2015) propusieron una técnica para aplicar el ACV en la evaluación estratégica ambiental haciendo hincapié en la influencia de las elecciones al momento de la planificación sobre los sistemas de producción y servicios. Por su parte, Siquiera (2011), Chester y Horvath (2010) y García-Guaita *et al.* (2018) incorporaron el AFM al ACV en sus investigaciones para analizar el MU de las ciudades. Siquiera *et al.* (2011) lo aplicaron a la ciudad de Aveiro en Portugal, a diferencia de Chester y Horvath(2010), que presentaron un trabajo teórico sin un caso de estudio específico, y de García-Guaita *et al.* (2018), que destacaron diversas metodologías como la huella ecológica, el análisis de flujo de materiales y energía, el análisis energético, el AI-O o, incluso, combinaciones de las mencionadas técnicas, complementando en su estudio el ACV con el AFM para determinar el perfil ambiental de Santiago de Compostela y compararlo con los resultados obtenidos utilizando únicamente el análisis de MU.

Figura 9 - Distribución geográfica de los estudios de VE

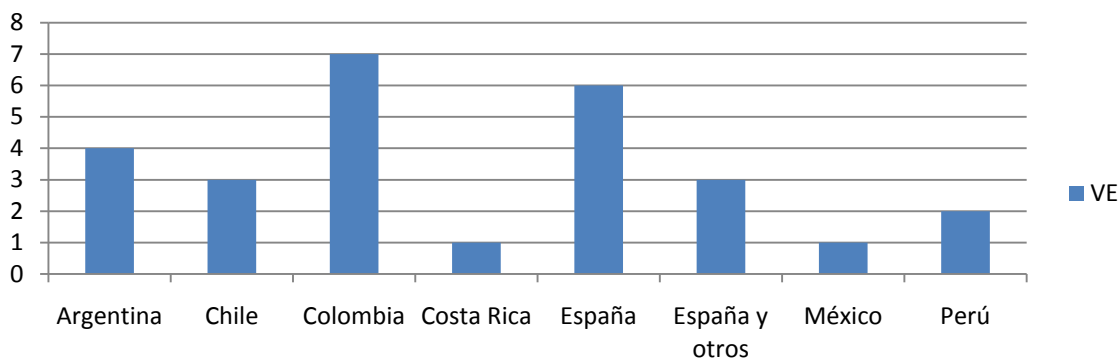
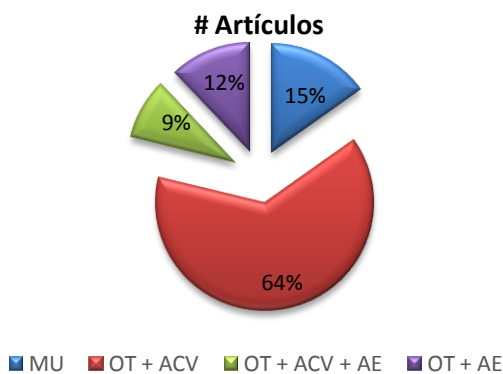
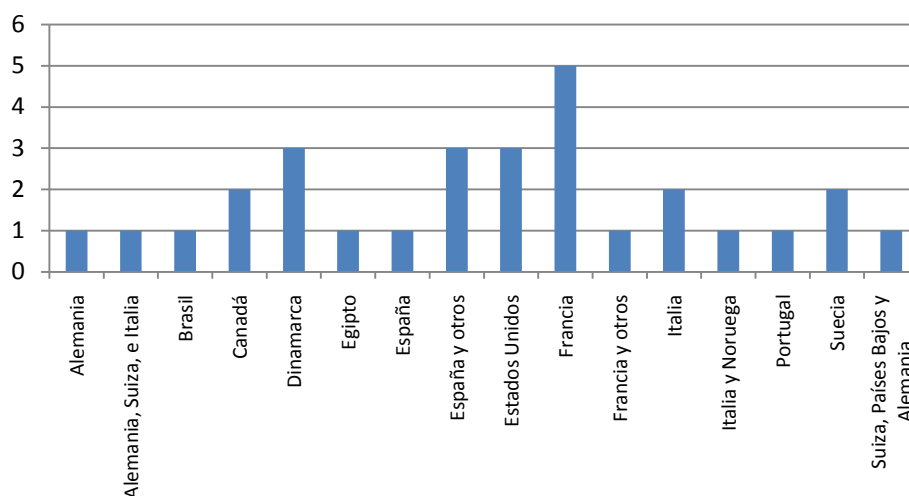


Figura 10 - Interdisciplinariedad del OT



Nota: MU: metabolismo urbano;
 OT: ordenamiento territorial;
 ACV: análisis de ciclo de vida; y
 AE: análisis económico.

Figura 11 - Distribución geográfica de los estudios de OT



Otros autores – entre los que se encuentran Shaffie *et al.* (2013) y Goldstein *et al.* (2013) – también analizaron el MU de las ciudades, pero con la salvedad de que, en lugar de realizar un AFM, lo hicieron desde el punto de vista del AI-O y calcularon, los primeros autores, los IA por el funcionamiento de Cataluña, considerando las diferentes actividades económicas que allí se realizan (producción agrícola, industrias, comercio, agua, gas y energía, construcción, comercio, gastronomía y hotelería, entre otros), los insumos utilizados y las emisiones originadas. El otro estudio busca, mediante la fusión del ACV y el MU, avanzar en la capacidad de cuantificar los IA de las ciudades mediante el modelado de presiones en los flujos ascendentes y descendentes, comparando los resultados obtenidos en Pekin, Ciudad del Cabo, Hong Kong, Londres y Toronto. Es posible que al integrar el ACV y el MU se produzcan *trade-offs* no buscados de los IA, lo cual es analizado por Chester, Pincetl y Allenby (2012). Otra modificación que sufrió el ACV fue su integración con el análisis de los IA del transporte, de la cual surgió una propuesta para realizar un Análisis Integrado del Transporte y el Uso del Suelo y el Análisis de Ciclo de Vida, propuesto por Chester *et al.* (2013). La mencionada integración toma como caso de estudio el sistema de trenes de Arizona, Phoenix, en Estados Unidos, y desarrolla un modelo de ACV como marco teórico para evaluar los cambios en el consumo de energía y en las emisiones al aire, de vecindarios diseñados y orientados al tránsito.

Por otra parte, Loiseau *et al.* en 2013, 2014 y 2018, desarrollaron un ACV territorial, cuyo objetivo es proveer información relevante sobre los posibles IA en diversos escenarios de planificación urbana. Para ello, presentaron un cambio en la forma de abordar cuatro cuellos de puntos identificados como problemáticos para utilizar el ACV convencional en la planificación urbana:

- (a) la unidad funcional y las funciones del suelo;
- (b) los límites del análisis;
- (c) la forma de recolección de los datos; y
- (d) los métodos de análisis de inventario.

Otras diferencias importantes están relacionadas con el alcance del sistema, dado que el análisis tradicional estudia actividades específicas de un sector en un determinado territorio, mientras que en su propuesta se consideran todas las actividades de producción y consumo ubicadas en un territorio y definido por los escenarios de planificación espacial; y no se plantea la asignación de los IA a cada una de las actividades, sino que se analizan en su conjunto.

Roibas, Loiseau y Hospido (2018) siguen la misma línea del ACV territorial, buscando averiguar la pertinencia del uso del enfoque territorial del ACV para determinar factores de normalización subnacionales aplicados a las actividades de producción y consumo en Galicia. Posteriormente Nitschelm *et al.* (2015) se basaron en el ACV territorial y la combinaron con el ACV espacial para estudiar la planificación del suelo en tierras agrícolas.

Otro trabajo que merece destaque es el de Norman *et al.* (2006), quienes definieron dos alternativas de unidades funcionales para comparar los IA por el uso del suelo con fines residenciales en un escenario de alta y en otro de baja densidad en términos de uso de energía y emisión de gases de efecto invernadero. Las dos unidades funcionales que presentaron son el área habitable medida en m² y la cantidad de personas alojadas medidas per cápita.

Como explican diversos autores (NEUGEBAUER; FORIN; FINKBEINER, 2016; PIZZOL; WEIDEMA; BRANDÃO, 2015; AHLROTH, 2014; TEKIE; LINDBLAD, 2013), existen herramientas de ACV que incorporan los métodos de VE previamente descriptos a productos y servicios para calcular ponderadores de impactos (Stepwise, Lime 1-2, Ecotax2002, Ecovalue08, MAC/RCA, EPS2000, EVR, ReCiPe, entre otros), aunque se aplican a productos y servicios y todavía no fueron validadas en la valoración de los IA por el uso del suelo.

Respondiendo a la inquietud sobre si existen trabajos que analicen las tres dimensiones planteadas, se identificaron tres estudios en los que se conjugaba el ACV, el OT y el AE (SIQUEIRA, 2011; SHAFIE *et al.*, 2013; CAO *et al.*, 2015). Sin embargo, solo el de Cao *et al.* (2015) abordó el análisis desde el punto de vista del VE que tienen para la sociedad los bienes ambientales y los IA por el cambio en las condiciones de uso. Para ello, le aplicaron a la producción de polímeros en Brasil, Italia y Tailandia un método para convertir los indicadores biofísicos de impacto de las funciones ecológicas del suelo en servicios ecosistémicos expresados en unidades económicas utilizando la VE para agregar los indicadores *midpoint* del uso del suelo en una sola área de protección (AdP) que refiere a la pérdida de la calidad de los servicios ecosistémicos utilizados por la sociedad. Los IA en esta AdP representan los costos económicos en los que la sociedad debería incurrir para compensar los cambios en los servicios ecosistémicos demandados por los seres humanos y son producto de los cambios del uso del suelo y la consecuente pérdida de calidad. Los autores sostienen que los FC previamente planteados por diversos autores aseguran la relación entre el uso del suelo y los potenciales indicadores *midpoint*: producción biótica, recarga de aguas subterráneas, regulación de la erosión, purificación del agua y regulación climática; y, mediante la incorporación de factores de conversión económicos (FCE), factores de exposición (FE) y factores de capacidad de adaptación (FCA), incorporaron indicadores de daño en los servicios ecosistémicos (I). Esta relación la expresan mediante la siguiente Ecuación 1.

$$I_i = A * t_{occ} * CF_i \quad \text{Ec. 1}$$

En la que $CF_i = FCE(FC_i) * FE_i * FCA$.

Este es un estudio que busca desarrollar los FCE para polímeros, pero puede ser un puntapié para el desarrollo de una metodología de análisis conjunto de ACV y VE en zonas residenciales. Por este motivo, se la considera entre los principales resultados surgidos de este estudio.

En lo Quadro 1 se observan las modificaciones sobre el ACV que los autores han introducido a lo largo de los últimos 8 años. Reconociendo esta flexibilidad, y en función de ella, futuras investigaciones deberían orientarse a identificar los aspectos del ACV que podrían modificarse para posibilitar su aplicación al estudio de los IA por el uso del suelo en el AMM.

Una vez identificados estos impactos comenzará la etapa de VE, y será posible explorar metodológicamente las opciones para articular las dos metodologías, especialmente en la planificación de ciudades sostenibles y el ordenamiento del territorio en tierras secas.

Conclusiones y discusiones

Luego de haber explorado la literatura sobre las tres dimensiones que considera la investigación, se constató que existe una producción vasta de trabajos que abordan la problemática del uso del suelo en el contexto del ACV y surge primordialmente en Europa, específicamente en España. Creemos que esto puede ser consecuencia de la trayectoria que tienen ciertos grupos de investigación de ese país, que han sido pioneros en la búsqueda de soluciones sostenibles con enfoque de ciclo de vida a problemas que se dan en el ámbito del crecimiento de las ciudades. Por otra parte, encontramos mayor aporte de trabajos relacionados con la VE de servicios ecosistémicos en Latinoamérica con respecto de otras regiones, mientras que abundantes antecedentes sobre investigaciones referidas al OT en general se presentan en el resto de Europa.

Se han detectado vacíos metodológicos que se presentan cuando se quiere conjugar el estudio de la VE de los impactos por uso del suelo en la ordenación del territorio, con enfoque de ciclo de vida. Son escasos los trabajos que abordan el uso del suelo desde los tres ejes en simultáneo y especialmente en tierras secas. La evaluación de la sostenibilidad de las ciudades y de los IA por el uso del suelo y cómo estos afectan el

bienestar de la sociedad está todavía en desarrollo y cobrando mayor interés. Es importante continuar la investigación en esta línea, dado que no se puede definir con anterioridad la metodología de VE de los IA porque las herramientas utilizadas dependen de cada caso.

El principal aporte de esta revisión a la investigación que la antecede es el reconocimiento de la necesidad de desarrollar una herramienta de análisis que incorpore los impactos sobre el bienestar de la sociedad, y de los cambios en la calidad del suelo, producto de intervenciones en el mismo, para comparar entre distintas alternativas o arreglos de expansión del territorio urbano. Los trabajos de diversos autores contribuyen para vislumbrar esta metodología. Loiseau *et al.* (2013) permiten salvar la barrera de la definición de la unidad funcional, proponiendo en su lugar la identificación de funciones del suelo, aunque esto también supone desafíos por su multiplicidad de prestaciones en el marco del OT. Además, se ha visto que la versatilidad del ACV permite su adaptación a diferentes escenarios mediante la introducción de modificaciones de acuerdo con el objetivo de estudio y la utilización de distintas unidades funcionales: el área habitable, medida en m², y la cantidad de personas alojadas por unidad de superficie. Sería importante aprovechar esta flexibilidad del ACV para analizar los IA por uso del suelo y llegar a una VE en diversos escenarios de planificación urbana del AMM. Para esto es importante revisar los indicadores que ponderan los IA mediante su VE, que, aunque aplicados a productos y procesos, podrían ajustarse para calcular FCE propuestos por Cao *et al.* (2015) y aplicarlos al estudio de los IA por el uso del suelo en el AMM.

Este es el primer paso para poder desarrollar una metodología de valoración de IA en el OT, con enfoque de ciclo de vida. Se abre, de este modo, un camino hacia una línea de investigación regional y particular de tierras secas, con sus características propias, lo cual permitirá contar con información de base científica para la toma de decisiones en el plano político y económico de la región centro-oeste argentina y que podrá extrapolarse a otras tierras secas similares.

Cuadro 1- Evolución enfoques de ACV

2010-2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<p><u>ACV + MU + AFM + AI-O</u> Chester y Horvath (2010) Siqueira (2011)</p>	<p><u>ACV</u> Koellner <i>et al.</i> (2013) <u>ACV + Biodiversidad</u> De Baan, Alkemade y Koellner (2013)</p>	<p><u>ACV + PPN</u> Alvarenga <i>et al.</i> (2013) <u>ACV territorial</u> Loiseau <i>et al.</i> (2013) <u>ACV + MU</u> Birkvud <u>ACV + transporte</u> Chester <i>et al.</i> (2013) <u>ACV</u> Koellner <i>et al.</i> (2013) <u>ACV + AI-O + MU</u> Shaffle <i>et al.</i> (2013) Goldstein <i>et al.</i> (2013)</p>	<p><u>ACV + PPN</u> Alvarenga <i>et al.</i> (2015) <u>ACV territorial</u> Loiseau <i>et al.</i> (2014)</p>	<p><u>ACV</u> Cao <i>et al.</i> (2015) <u>ACV + ACV territorial</u> Nitschelm <i>et al.</i> (2015) <u>ACV + Economía Circular + MU</u> Kalmylkova <i>et al.</i> (2015) <u>ACV + EE A</u> Bidstrup, Pizzol y Schmidt (2015)</p>	<p><u>ACV + extrapolación</u> Avadiet <i>et al.</i> (2016) <u>ACV + PPN</u> Taelman <i>et al.</i> (2016)</p>	<p><u>ACV + sistema de gestión ambiental</u> Mazziet <i>et al.</i> (2017) <u>Evaluación Espacial</u> <u>Multimétodo</u> Tammi, Mustajärvi y Rasinmäki (2017)</p>	<p><u>ACV + MU + AFM</u> García-Guaita <i>et al.</i> (2018) <u>ACV territorial</u> Roibás, Loiseau y Hospido (2018) Loiseau <i>et al.</i> (2018)</p>

Nota: ACV: análisis de ciclo de vida;
 MU: metabolismo urbano; AFM: análisis de flujo de materiales;
 AI-O: análisis *input-output*;
 PPN: potencial de productividad neta de producción de biomasa del suelo;
 EE A: evaluación estratégica ambiental; y
 AFM: análisis de flujo de materiales.

Referencias

- AHLROTH, S. The use of valuation and weighting sets in environmental impact assessment. **Resource, Conservation and Recycling**, v. 85, p. 34-41, 2014.
- ALVARENGA, R. A. *et al.* Exergy-based accounting for land as a natural resource in life cycle assessment. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v.18, n. 5, p. 939-947, 2013.
- ALVARENGA, R. F. *et al.* Global land use impacts on biomass production: a spatial-differentiated resource-related life cycle impact assessment method. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 20, p. 440-450, 2015.
- AVADI, A. *et al.* Data strategy for environmental assessment of agricultural regions via LCA: case study of a French catchment. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 21, p. 476-491, 2016.
- AZQUETA, D. *et al.* **Introducción a la Economía Ambiental**. 2. ed. Madrid: McGraw Hill, 2007.
- BIDSTRUP, M.; PIZZOL, M.; SCHMIDT, J. H. Life Cycle Assessment in spatial planning: a procedure for addressing systemic impacts. **Journal of Cleaner Production**, v. 91, p. 136-144, 2015.
- BRUNNER, P.; RECHBERGER, H. **Practical Handbook of Material Flow Analysis**. Boca Ratón: CRC Press, 2004.
- CAO, V. *et al.* Aggregated indicator to assess land use impacts in life cycle assessment (LCA) based on the economic value of ecosystem services. **Journal of Cleaner Production**, v. 94, p. 56-66, 2015.
- CHEN, J. *et al.* Land use changes and their effects on the value of ecosystem services in the small Sanjiang plain in China. **Scientific World Journal**, p. 752846, 2014.
- CHESTER, M. *et al.* Integrating life-cycle environmental and economic assessment with transportation and land use planning. **Environmental Science & Technology**, v. 47, n. 21, p. 12020-12028, 2013.
- CHESTER, M.; PINCETL, S.; ALLENBY, B. Avoiding unintended tradeoffs by integrating life-cycle impact assessment with urban metabolism. **Human Settlements and Industrial Systems**, v. 4, n. 4, p. 451-157, 2012.
- CHESTER, M.; HORVATH, A. Life-cycle assessment of high-speed rail: the case of California. **Environmental Research Letters**, v. 136, n. 5, 2010.
- CIVIT, B. Sostenibilidad ambiental: desarrollo de indicadores regionales para su aplicación en estudios de Análisis de Ciclo de Vida en la región árida del centro-oeste argentino. Mendoza: EDIUNC, 2009.
- CORONABELLOSTAS, B. **Análisis de sostenibilidad del ciclo de vida de una configuración innovadora de tecnología termosolar**. Madrid, 2016. Tesis- Doctoral, UPM, Madrid, 2016.
- DE BAAN, L.; ALKEMADE, R.; KOELLNER, T. Land use impacts on biodiversity in LCA: a global approach. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 18, n. 6, p. 1216-1230, 2013.
- FARRERAS, V.; SALVADOR, P.; VACCARINO, E. La incorporación de las preferencias sociales en el análisis espacial: una aplicación a los espacios naturales del piedemonte mendocino. **Proyección – Instituto Cifot**, v. 19, p. 46-76, 2015.
- GARCÍA-GUAITA, F. *et al.* Integrating urban metabolism, material flow analysis and life cycle assessment in the environmental evaluation of Santiago de Compostela. **Sustainable Cities and Society**, v. 40, p. 569-580, 2018.
- GOLDSTEIN, B. *et al.* Quantification of urban metabolism through coupling with the life cycle assessment framework: concept development and case study. **Environmental Research Letters**, v. 8, 2013.
- INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **ISO 14040**: gestión ambiental: análisis del ciclo de vida: principios y marco de referencia. London, 2006.
- KALMYKOVA, Y.; ROSADO, L. Urban metabolism as framework for circular economy design for cities. In: WORLD RESOURCES FORUM, Davos, 2015. **Proceedings [...]** Davos, 2015.
- KOELLNER, T. *et al.* UNEP-SETAC guideline on global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services in LCA. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 18, n. 6, p. 1188-1202, 2013.

- KOELLNER, T. *et al.* Principles for life cycle inventories of land use on a global scale. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 18, n. 6, p. 1203-1215, 2012.
- LIFE CYCLE INITIATIVE. Life Cycle thinking e-learning modules. Disponible en: <https://www.lifecycleinitiative.org/resources-2/e-learning-modules>. Acceso em: 05 maio 2018.
- LINARES LLAMAS, P.; ROMERO LÓPEZ, C. Economía y medio ambiente: herramientas de valoración ambiental. **Tratado de Tributación Medioambiente**, v. 2, p. 1189-1225, 2008.
- LOISEAU, E. *et al.* Adapting the LCA framework to environmental assessment in land planning. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 18, p. 1533-1548, 2013
- LOISEAU, E. *et al.* Implementation of an adapted LCA framework to environmental assessment of a territory: important learning points from a French Mediterranean case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 80, p. 17-29, 2014.
- LOISEAU, L. *et al.* Territorial Life Cycle Assessment (LCA): what exactly is it about? a proposal towards using a common terminology and a research agenda. **Journal of Cleaner Production**, v. 176, p. 474-485, 2018.
- MAZZI, A. *et al.* The combination of an Environmental Management System and Life Cycle Assessment at the territorial level. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 63, p. 59-71, 2017.
- MENDOZA MOMPEÁN, J. **Aplicación del método del coste de viaje individual para la valoración recreacional del parque regional el valle y Carrascoy**. Cartagena, 2016. Tesis – (Maestría) – Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, 2016.
- MESA, A.; ARBOIT, M.; DE ROSA, C. La sustentabilidad energético-ambiental como base para el desarrollo urbano en zonas de oasis andinos. **Cuaderno Urbano**, v. 9, 2010.
- MOINE, A. Le territoire comme un système complexe: un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie. **L'Espace géographique**, v. 35, p. 115-132, 2006.
- NEUGEBAUER, S.; FORIN, S.; FINKBEINER, M. From Life Cycle Costing to Economic Life Cycle Assessment: introducing an economic impact pathway. **Sustainability**, v. 8, n. 5, 2016.
- NITSCHHELM, L. *et al.* Spatial differentiation in Life Cycle Assessment LCA applied to an agricultural territory: current practices and method development. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 2472-2484, 2015.
- NORMAN, J. *et al.* Comparing high and low residential density: life-cycle analysis of energy use and greenhouse gas emissions. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 132, n. 1, mar. 2006.
- NUÑEZ, M. *et al.* Assessing potential desertification environmental impact in life cycle assessment, Part 1: Methodological aspects. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 15, n. 1, p. 67-78, 2010.
- PARÉ, G. *et al.* Synthesizing information systems knowledge: a typology of literature reviews. **Information & Management**, v. 52, n. 2, p. 183-199, 2015.
- PARUELO, J. M. Valoración de servicios ecosistémicos y planificación del uso del territorio ¿es necesario hablar de dinero? In: LATERRA, P.; JOBBAGY, E. PARUELO, J. M. **Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial**. Buenos Aires: INTA, 2011.
- PETIT-BOIX, A. *et al.* Application of life cycle thinking towards sustainable cities: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 166, p. 939-951, 2017.
- PIZZOL, M; WEIDEMA, B; BRANDÃO, M; OSSET, P. Monetary valuation in Life Cycle Assessment: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 91, n. 15, p 136-144, 2015.
- ROIBÁS, L.; LOISEAU, L.; HOSPIDO, A. On the feasibility and interest of applying territorial Life Cycle Assessment to determine subnational normalisation factors. **Science of The Total Environment**, v. 626, p. 1086-1099, 2018.
- ROLDÁN MONSALVE, D. **Valoración económica de los recursos hídricos para el suministro de agua potable: el caso del Parque Nacional Cajas, la Cuenca del Río Tomebamba**. Alicante, 2016. Thesis – (Doctoral) – Universidad de Alicante, Alicante, 2016.

- ROSADO, L.; FERRAO, P. **Measuring the Embodied Energy in Household Goods**: application to the Lisbon City, 2009.
- SHAFIE, F. *et al.* Urban metabolism using economic input–output analysis for the city of Barcelona. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v.179, p. 27-37, 2013.
- SIQUEIRA, D. **Urban metabolism of Aveiro: LCA of the city demands and water cycle**. Universidade de Aveiro, 2011. Departamento de Ambiente e Ordenamento, 2011.
- TAEMLAN, S. E. *et al.* Accounting for land use in life cycle assessment: the value of NPP as a proxy indicator to assess land use impacts on ecosystems. **Science of the Total Environment**, v.550, p. 143-156, 2016.
- TAMMI, I.; MUSTAJÄRVI, K.; RASINMÄKI, J. Integrating spatial valuation of ecosystem services into regional planning and development. **Ecosystem Service**, v. 26, Part b, p. 329-344, 2017.
- TEKIE, H.; LINDBLAD, M. Methodologies for monetary valuation of environmental impacts: State of the Art. **CPM the Swedish Life Cycle Center**, Gothenburg, p 22–25, 2013.
- TELLO, D.S.; DE PRADA, J.; CRISTECHE, E. Valoración económica de servicios ecosistemicos no comerciales del bosque de caldén, sur de córdoba argentina. In: ASOCIACIÓN Argentina de Economía Agraria XLVI Reunión Anual de la AAEA. Tandil, 2015.
- TONIOLO, S. *et al.* Life Cycle Assessment to support the quantification of the environmental impacts of an event. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 63, p 12-22, 2017.
- USTAOGLU, E. *et al.* Economic evaluation of agricultural land to assess land use changes. **Land Use Policy**, v. 56, p. 125-146, 2016.
- WIGGERING, H. *et al.* The concept of multifunctionality in sustainable land development. In: HELMING, K.; WIGGERING, H. (ed.) **Sustainable development of multifunctional landscapes**. Berlin: Springer, 2003.

Agradecimiento

Agradecemos a Mariana Conte Grand, da Universidad del Centro de Estudios Macroeconómicos de Argentina (UCEMA).

Melisa Mariel Paris

Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía | Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas | Av. Ruiz Leal s/n | Mendoza - Argentina | CP 5500 | Tel.: +(54)-261524-4435 | E-mail: mparis@mendoza-conicet.gob.ar

Bárbara Cívít

Centro de Estudios sobre Desarrollo Sustentable | Universidad Tecnológica Nacional | Cnel Rodríguez, 273 | Mendoza - Argentina | CP 5500 | Tel.: +(54)-261 - 5244693 | E-mail: bcivit@mendoza-conicet.gob.ar

Lorena Corica

Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía | Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas | Av. Ruiz Leal s/n | Mendoza - Argentina | CP 5500 | Tel.: +(54)-261524-4435

Ambiente Construído

Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro
Porto Alegre - RS - Brasil
CEP 90035-190
Telefone: +55 (51) 3308-4084
Fax: +55 (51) 3308-4054
www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido
E-mail: ambienteconstruido@ufrgs.br



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.