

## JUSTIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL FACTOR DEL PAISAJE EN EL USO DEL SUELO

David Cebrián-Tarrasón

Daniel Garraín

Rosario Vidal

*GID, Grupo de Ingeniería del Diseño, Dpto. Ingeniería Mecánica y Construcción, Universitat Jaume I de Castellón (España)*

### Abstract

The land use by human beings is the main direct cause of lots of impact in production systems. The term land use is traditionally used to show a classification of human activities that land surface hold. In the field of LCA (Life-Cycle Assessment), this term or the land use impact have been used to show environmental impacts reported to occupation and physic transformation of soil areas.

Some authors have carried out inventories of the methods that try to analyze and to evaluate this kind of impact. The general rule that they have followed in order to differentiate the main impacts that land use entail, have been to consider biodiversity and land fertility as the mainly damaged aspects.

In this article the justification of the inclusion of a new factor is presented in order to analyze the regionality of the land use impact from a taxonomy based in the SUMO (Suggested Upper Merged Ontology) ontology.

**Keywords:** *LCA, land use, taxonomy*

### Resumen

El uso del suelo por los seres humanos es la principal causa directa de muchos de los impactos de los sistemas de producción. El término uso del suelo tradicionalmente se utiliza para denotar una clasificación de las actividades humanas que ocupan superficie de suelo. En el campo del ACV (Análisis de Ciclo de Vida), este término, o bien, el impacto del uso del suelo han sido utilizados para denotar impactos medioambientales referidos a ocupación y transformación física de áreas de terreno.

Algunos autores han realizado inventarios de los métodos que intentan analizar y evaluar este tipo de impacto. La regla general que han seguido para diferenciar los impactos principales que causa el uso del suelo ha sido considerar la biodiversidad y la fertilidad del terreno como los aspectos más fuertemente perjudicados.

En este artículo se presenta la justificación de la inclusión de un nuevo factor para analizar la regionalización del impacto de uso de suelo a partir de una taxonomía basada en la ontología SUMO (Suggested Upper Merged Ontology).

**Palabras clave:** *ACV, uso de suelo, taxonomía*

## **1. Introducción**

El uso del suelo por los seres humanos es la principal causa directa de muchos de los impactos de los sistemas de producción. Existe un amplio consenso en que se trata de la principal causa de degradación de la diversidad biológica, además de que la inadecuada gestión del mismo es un factor principal para la reducción de la capacidad de producción biológica del terreno (Milà i Canals, 2007a).

El término uso del suelo tradicionalmente se utiliza para denotar una clasificación de las actividades humanas que ocupan superficie de suelo. En el campo del ACV (Análisis de Ciclo de Vida), este término, o bien, el impacto del uso del suelo han sido utilizados para denotar impactos medioambientales referidos a ocupación y transformación física de áreas de terreno (Lindeijer, 2000a).

En los estudios destinados a evaluar el impacto ambiental de productos o procesos mediante la aplicación del ACV, la categoría de impacto sobre el uso del suelo no siempre se incluye o no se adecúa a la realización de dichas evaluaciones. Esta circunstancia, junto con la escasa disponibilidad de datos, ha motivado que la aplicación de los indicadores de uso del suelo resulte, todavía hoy en día, compleja, debido a que existe una gran indefinición sobre los parámetros a considerar y la metodología a seguir.

Varios autores han revisado los diferentes indicadores para el cálculo del impacto del uso del suelo y su consideración con el ACV. Sin embargo, no existe hasta la fecha un consenso en cuanto a la forma en que los impactos causados por el uso del suelo pueden ser incorporados en el ACV.

En los primeros estudios, la evaluación se realizaba en base a la superficie de terreno ocupada. La categoría de impacto de uso del suelo se relacionaba con el área ocupada usada en relación con el ciclo de vida de un producto o sistema, calculada sin pretender distinguir entre las diferentes formas de uso de tierra y sin considerar el estado original del suelo. Existía consenso en combinar esta ocupación con el tiempo durante el cual se realizan las actividades humanas, por tanto, se añadía a la extensión ocupada el período de tiempo durante el cual se ejercía la actividad, midiéndose el impacto en términos de área multiplicada por tiempo. Pero este valor de ocupación debe estar acompañado de una evaluación cualitativa de los cambios que sufre el suelo como consecuencia de su uso. Con carácter internacional se acepta que la fase de inventario de ciclo de vida debe centrarse en dos aspectos del uso del suelo: el área ocupada y los cambios que se producen en la calidad del suelo. Aparecen así dos conceptos: ocupación y transformación del suelo (Lindeijer, 2000a).

Algunos autores han realizado inventarios de los métodos de análisis y evaluación de este impacto (Lindeijer et al., 1998; Cowell & Lindeijer, 2000a; van der Voet, 2001; Milà i Canals, 2003; Antón et al., 2007; Guinée et al., 2006). La regla general que han seguido para diferenciar los impactos principales que causa el uso del suelo ha sido considerar la biodiversidad y la fertilidad del terreno como los aspectos más fuertemente perjudicados.

A continuación se describe una visión general de las metodologías principales desarrolladas hasta el momento.

### **1.1 Impacto sobre la biodiversidad**

La biodiversidad puede definirse como la variedad de plantas y de vida animal en un hábitat particular, incluyendo la diversidad de ecosistemas (variedad de hábitats en una región o el mosaico de pequeñas parcelas encontrados dentro de un paisaje), diversidad genética (combinación de diferentes genes encontrados dentro de una población de especies singulares, y la pauta de variación encontrada dentro de diferentes poblaciones de una

misma especie) y la diversidad de especies (variedad y abundancia de diferentes tipos de organismos que habitan un área determinada).

Por regla general, las metodologías que miden el impacto del uso del suelo sobre la biodiversidad suelen medir el número de especies o densidad de plantas vasculares, las cuales son representativas de la diversidad de especies, en general, en un determinado tipo de suelo. Los trabajos de Barthlott et al. (1996, 1999) han mostrado una fuerte correlación entre el número de especies de plantas vasculares y la abundancia de otras especies de animales y plantas. La razón principal de elegir la diversidad de plantas vasculares como el indicador para la biodiversidad radica en que se trata del único indicador para el que se poseen datos científicos globales disponibles a diferentes escalas (Lindeijer, 2000b).

En este apartado cabe destacar los siguientes métodos:

- Uno de los primeros autores que trataron este tema fue Müller-Wenk (1998) que realizó una propuesta para modelar el impacto del uso del suelo sobre los ecosistemas con la medida de las plantas vasculares, utilizando factores de caracterización.
- En el método de Lindeijer (Lindeijer et al., 1998 y 2002; Lindeijer, 2000b) se toma la medición del número o la densidad de especies de plantas vasculares, las cuales son representativas de la diversidad de especies en general. Un desarrollo del método es el presentado por Weidema & Lindeijer (2001), el cual mide la riqueza de especies vasculares.
- Köllner (2000, 2007, 2008) también mide la riqueza de especies de plantas vasculares, cuyas diferencias en densidad dependerán del tipo de uso de suelo del área de estudio.
- Goedkoop & Spriensma (2001) han aplicado el método de Köllner (2000) para el desarrollo de la categoría de impacto del uso del suelo en el método de evaluación Ecoindicador-99.
- La autora Schenk (2001) propone una lista preliminar de indicadores consensuada por expertos en el campo. El objetivo de la misma era el desarrollo futuro de los mismos.
- El método de Vögtlander et al. (2004) expresa el impacto según los cambios en la biodiversidad de la flora, presentando dos modelos de caracterización basados en la riqueza de especies y en la rareza de los ecosistemas y sus plantas vasculares.
- La metodología de Michelsen (2008) se aplica para realizar la evaluación indirecta de la diversidad biológica basada en el conocimiento sobre qué factores son los importantes para el mantenimiento de la biodiversidad en un bosque boreal. Además, la calidad intrínseca de una zona es analizada también sobre la base de los factores determinados por Weidema & Lindeijer (2001): la escasez de ecosistemas y la vulnerabilidad de los mismos.

## **1.2 Impacto sobre la fertilidad o funciones de soporte de vida**

El suelo ejerce una serie de funciones que ayudan a mantener la vida en los ecosistemas, llamadas funciones de sostén o soporte vital. Estas funciones permiten que un suelo sea fértil, ya sea desde el punto de vista químico (capacidad para la provisión de nutrientes), físico (capacidad de brindar condiciones estructurales adecuadas para el sostén y crecimiento de los cultivos, como porosidad, densidad aparente, resistencia a la penetración, etc.) o biológico (vinculado con los procesos biológicos del suelo, relacionados con sus organismos, en todas sus formas).

En este apartado cabe destacar los siguientes métodos:

- Baitz et al. (1999) presenta un método en el cual los valores paisajísticos no se consideran y los impactos sobre la biodiversidad se consideran poco dominantes.

Considera once indicadores cuantitativos diferentes que miden las funciones de soporte de vida del suelo.

- La metodología desarrollada por Lindeijer (2000b) y mejorada posteriormente (Weidema & Lindeijer, 2001), presenta el impacto mediante los valores de producción primaria neta (NPP). El valor de NPP puede considerarse como la expresión del valor natural y dinámico de un área determinada. En los ecosistemas terrestres, la disponibilidad de recursos bióticos está relacionada con su potencial de productividad, entendida como la producción de biomasa fotosintetizada por las plantas verdes a partir de agua, CO<sub>2</sub> y energía solar. Si a esta biomasa se le resta la consumida en la respiración celular, se obtiene la NPP.
- Tanto Milà i Canals (Milà i Canals, 2003; Milà i Canals et al., 2007b) como Cowell & Clift (2000) sugieren la utilización de la materia orgánica del suelo (SOM) como un indicador a largo plazo de los efectos sobre la calidad y la productividad del suelo. Un aumento en la cantidad de SOM mejora la calidad biológica, química y física del mismo para una determinada producción de cultivo. El primero de ellos propone un modelo para calcular factores de caracterización para varias intervenciones que afectan a la cantidad total de SOM como los residuos de los cultivos o los residuos orgánicos. Cowell & Clift (2000) presentan un modelo de caracterización en función de la reserva de materiales orgánicos del suelo.

<b>Clasificación</b>	<b>Autores</b>	<b>Característica principal</b>
Basadas en el impacto sobre la biodiversidad	Müller-Wenk (1998)	Medida de plantas vasculares
	Lindeijer et al. (1998, 2002), Lindeijer (2000b)	Medida de plantas vasculares
	Weidema & Lindeijer (2001)	Medida de plantas vasculares modificada con características específicas de los ecosistemas
	Köllner (2000, 2007, 2008)	Medida de plantas vasculares
	Goedkoop & Spriensma (2001)	Método de Köllner (2000) en soporte informático (Ecoindicador-99)
	Schenk (2001)	Lista de indicadores
	Vögtlander et al. (2004)	Medida de plantas vasculares y rareza de los ecosistemas
	Michelsen (2008)	Basada en Weidema & Lindeijer (2001) aplicada a ecosistemas
Basadas en el impacto sobre la fertilidad o funciones de soporte de vida	Baitz et al. (1999)	Lista de indicadores
	Lindeijer (2000b)	Medida de la NPP
	Weidema & Lindeijer (2001)	Mejora de Lindeijer (2000b), medida de la NPP*
	Milà i Canals (2003), Milà i Canals et al.(2007c)	Medida de la SOM
	Cowell & Clift (2000)	Medida de la SOM

Tabla 1. Resumen de las metodologías para evaluar el impacto del uso del suelo.

### 1.3 Impacto paisajístico

El número de plantas vasculares y la cantidad de carbono del terreno aportan una información genérica sobre el impacto de uso de suelo. Debido a esta generalidad, se podría considerar que no aportan una información totalmente concreta y completa sobre las diferentes características de la situación de un terreno determinado.

Para obtener un índice global o genérico del impacto causado por la transformación de un determinado tipo de suelo hay que determinar cuáles son los principales impactos. De los estudios realizados por expertos se obtiene que los principales impactos debieran ser los realizados sobre la biodiversidad y sobre las funciones de soporte vital. La justificación de la importancia y la adecuación de considerar los impactos sobre la biodiversidad y la fertilidad como idóneos para evaluar la categoría de impacto del uso del suelo se han explicado previamente en el apartado anterior.

No obstante, debido a la importancia en la calidad de un determinado paisaje y su influencia en el ser humano, el impacto visual o paisajístico también se considera que es un impacto causado por el uso del suelo.

El desarrollo y aplicación de diferentes métodos de valoración del paisaje en diferentes territorios ha provocado que existan mapas de valoración del mismo en numerosas regiones y países. Para el caso de España se han realizado estudios a nivel regional, sin embargo, el paisaje ha sido descrito de forma cualitativa y no cuantitativa (Otero et al., 2007a, 2007b). Estos autores entienden el paisaje como *'naturaleza, territorio, área geográfica, medio ambiente, sistema de sistemas, recurso natural, hábitat, escenario, ambiente cotidiano, entorno de un punto, pero ante todo, y en todos los casos, el paisaje es una manifestación externa, imagen, indicador o clave de los procesos que tiene lugar en el territorio, ya correspondan al ámbito natural o al humano. Como fuente de información, el paisaje se hace objeto de interpretación: el hombre establece su relación con el paisaje como receptor de información y lo analiza científicamente o lo experimenta emocionalmente'*. Afirman que el proceso de evaluación del paisaje está reconocido como una herramienta para la evaluación del medio ambiente potente e interdisciplinar y que proporciona una base para percibir una zona de estudio como un sistema de unidades territoriales interrelacionadas con características ambientales específicas. Para la realización del mapa de calidad del paisaje a nivel nacional han diferenciado 24 grandes grupos o asociaciones de paisajes de la península y Baleares, subdivididos en 51 subgrupos. Posteriormente han analizado y extraído los principales rasgos que configuran cada paisaje, basados en características más bien de tipo físico como relieve, altitud, posición o influencia, rasgos morfológicos, usos y núcleos de población.

La información proporcionada por el factor de la calidad del paisaje suministrada a partir de una serie de rasgos físicos, tales como el relieve o la altitud, muestra datos relevantes para categorizar con mayor exactitud el impacto de uso de suelo. La información relativa a estos rasgos constituye la base para realizar la valorización del paisaje.

Por tanto, la introducción de esta variable del paisaje puede ser un aspecto muy importante a tener en cuenta en los procesos de planificación del terreno, junto con la información relativa a vegetación, geología, suelo, etc. (Otero et al. 2007a, 2007b).

La hipótesis anterior puede extrapolarse a la hora de considerar el impacto ambiental de la transformación de un determinado uso del suelo, en cuanto a completar los impactos tradicionalmente estudiados como los producidos sobre la biodiversidad o la fertilidad del terreno. Así el impacto sobre la calidad del paisaje basada en factores físicos se puede considerar, por lo tanto, un factor de importancia para los impactos del uso del suelo.

## 2. Metodología

Para justificar que los tres impactos seleccionados son adecuados para evaluar los cambios en el uso de suelo desde el punto de vista ambiental, se van a considerar los conceptos de ontologías y taxonomías, utilizados en el campo de ingeniería del diseño para organizar la información.

Las taxonomías se utilizan generalmente para clasificar grandes masas de información, aunque es importante señalar que sólo es posible organizar el conocimiento disponible sobre un conjunto de variables, por lo que esta limitación implica que el conocimiento sobre cualquier tema no es ni exhaustivo ni objetivo (Genshenson & Stauffer, 1999).

Las ontologías son representaciones formales de un conjunto de conceptos con un dominio y las relaciones entre esos conceptos. Son un sistema de representación del conocimiento que resulta de seleccionar un ámbito del mismo y aplicar sobre él un método con el fin de obtener una relación formal entre los conceptos que tiene y sus relaciones. La organización de estos conceptos se realiza en estructuras taxonómicas, por tanto, una ontología contiene una taxonomía de clases, sus propiedades e instancias correspondientes.

Entre la gran variedad de ontologías existentes, para realizar la justificación de la selección de los impactos, se considera la ontología SUMO (del inglés *Suggested Upper Merged Ontology*) (Cebrián-Tarrasón, 2008) por su alto nivel de abstracción y por proporcionar definiciones para términos de uso general. Esta ontología divide las entidades físicas en objetos y procesos. Las definiciones de cada entidad son las siguientes:

- Un *objeto* se considera una entidad que está presente en todo momento con unidad, como por ejemplo una persona, un coche o un reloj.
- Un *proceso* es una entidad que está presente durante un tiempo determinado, como por ejemplo una determinada acción, una tormenta o el diseño de un objeto.

## 3. Identificación y justificación de los impactos seleccionados

Considerando los conceptos relevantes de la información proporcionada por la ontología SUMO relacionados con el concepto físico de uso del suelo, se obtiene la Figura 1.

Comparando estos conceptos con los impactos seleccionados, se organiza y se identifica la siguiente información:

- **Biodiversidad.** Según la definición que propone la Real Academia de la Lengua Española, se trata de la variedad de especies animales y vegetales en su medio ambiente. Este factor se puede relacionar con el concepto de 'organismo' (*Agent – Organism*) de la ontología SUMO. Con el objetivo de entender esta identificación, se explican los motivos para considerar un organismo como elemento relacionado con el factor de la biodiversidad. Según la definición que proporciona SUMO, un organismo es 'generalmente, un ser vivo, incluyendo todas las plantas y animales', con lo que se corresponde directamente con parte de la definición de biodiversidad.
- **Fertilidad.** En el sentido horticultural, la fertilidad se puede definir como una medida de la riqueza nutricional del suelo. Este factor se puede relacionar directamente con el concepto de 'sustancia' (*Selfconnected Object – Substance*). Según la definición que proporciona SUMO, una sustancia es 'un objeto en cual todas las partes son similares a todas las otras en todos sus aspectos relevantes'. Se debe indicar que una sustancia puede tener propiedades físico-químicas que varían como la temperatura, constitución química, densidad, etc. (tómese como ejemplo una masa de agua). SUMO subdivide el concepto de 'sustancia' en seis tipos de los cuales, se seleccionan como relevantes, los

conceptos de 'minerales', 'sustancias puras', 'sustancias naturales' y 'sustancias biológicamente activas'. Así mismo, como sustancias puras se consideran los 'metales', 'moléculas' y el 'agua', y como sustancias biológicamente activas, los 'nutrientes'. Todos estos elementos indicados se relacionarían básicamente como los constituyentes de la riqueza nutricional del suelo.

- **Paisaje.** Se puede definir como la extensión de terreno que se ve desde un sitio aunque es un concepto que se utiliza de manera diferente por varios campos de estudio. No obstante todos los usos del término llevan implícita la existencia de un sujeto observador y de un objeto observado (el terreno) del que se destacan fundamentalmente sus cualidades visuales y espaciales.

El sentido que se otorga en este estudio es desde el punto de vista geográfico, en donde se entiende por paisaje cualquier área de la superficie terrestre producto de la interacción de los diferentes factores presentes en ella y que tienen un reflejo visual en el espacio. El paisaje geográfico es, por tanto, el aspecto que adquiere el espacio geográfico. Se define por sus formas: naturales o antrópicas. Todo paisaje está compuesto por elementos que se articulan entre sí. Estos elementos son básicamente de tres tipos: abióticos (elementos no vivos), bióticos (resultado de la actividad de los seres vivos) y antrópicos (resultado de la actividad humana). Por tanto, este factor se puede relacionar directamente con el de 'región' (*Region – Geographic Area*), ya que según la definición que proporciona SUMO, una región es una 'localización topográfica. Las regiones engloban superficies de objetos, lugares y áreas geográficas. Se debe indicar que una región es un tipo de objeto único y que puede ser localizado por sí mismo'.

- El término referente a la intervención humana (*Agent – SentientAgent*), implica la necesidad de la alteración del medio ambiente por parte del ser humano para provocar los cambios en el impacto de uso de suelo. Este es, por tanto, el impacto que se trata de evaluar, el cual afecta a los demás impactos independientes e igualmente nivelados citados anteriormente.
- La parte referida a los procesos, los cuales están divididos en geológicos y climáticos, interactúan en los cuatro factores indicados, por tanto son factores externos que tiene una gran relevancia, no obstante, ya se están teniendo en cuenta por sí mismos al considerar los factores de fertilidad, biodiversidad y paisaje.

Por lo tanto, a través de lo explicado con anterioridad y tomando como base cualquiera ontología, se puede afirmar que los términos seleccionados cumplen los requisitos necesarios de consistencia taxonómica (Cebrián-Tarrasón & Vidal, 2008), los cuales se describen a continuación:

- **Exhaustividad**, que quiere decir que es completamente exhaustiva sobre un dominio en concreto, para que todos los casos puedan ser clasificados. Se justifica que esta organización taxonómica es exhaustiva ya que tal como se indica en la comparativa relacionada, todos los conceptos relacionados con el impacto de uso de suelo, quedan perfectamente clasificados en los tres dominios de los distintos factores de caracterización indicados.
- **Ortogonalidad conceptual**, que quiere decir que se considera que los términos dentro de la organización del conocimiento relativo a los factores intervinientes en el uso de suelo son mutuamente exclusivos de los otros términos. Se considera que esta taxonomía tiene una ortogonalidad conceptual ya que cada término está mutuamente excluido. Como ejemplo de este tipo de consistencia, el factor paisajístico es exclusivo al concepto referido de región en la ontología SUMO, sin tener ningún elemento similar que pueda causar una ambigüedad en su definición.

- **Estructura paralela**, que quiere decir que se clasifican jerárquicamente los requerimientos. Se considera que esta taxonomía cumple una estructura paralela ya que tal como se clasifica en la Figura 1, los términos que están relacionados con el impacto de suelo, quedan jerárquicamente distribuidos indicando su relación entre los términos más concretos y más generales. En el caso del concepto sustancia, se ejemplifica esta idea al indicar que cualquier sustancia es un objeto y a su vez, cualquier mineral se puede considerar como una sustancia.

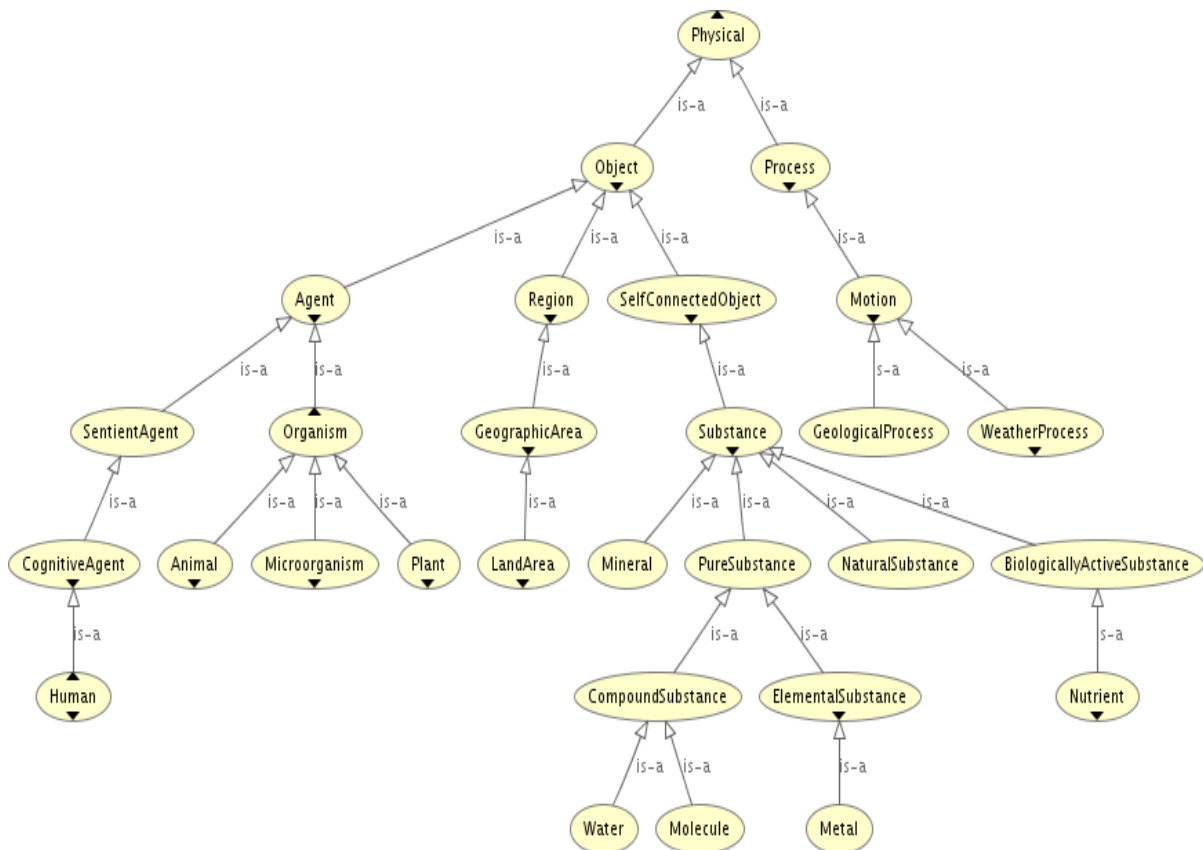


Figura 1. Conceptos de la jerarquía SUMO seleccionados que están en relación con el uso del suelo.

A partir de esta comparación queda demostrada la necesidad de incluir el factor paisajístico como un elemento relevante para complementar la caracterización del impacto de uso de suelo. La Figura 2 muestra de forma gráfica los impactos seleccionados y la justificación taxonómica.



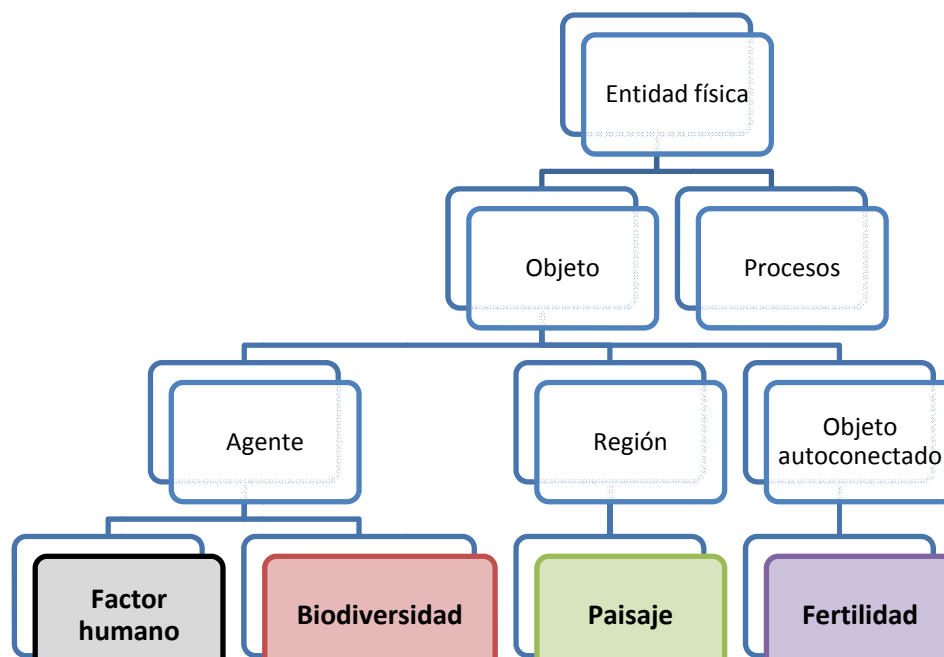


Figura 2. Justificación taxonómica de los impactos seleccionados en el uso del suelo

#### 4. Conclusión

En este trabajo se muestra la posibilidad de aplicación del ámbito de las taxonomías al campo del ACV. Este trabajo muestra una nueva vía de trabajo al formalizar el conocimiento disponible y abrir el campo al desarrollo futuro de una ontología sobre ACV.

Igualmente cabe resaltar respecto a la justificación del trabajo que si se considera solamente los impactos o apartados fundamentales referidos al factor de biodiversidad y fertilidad, no se incluyen factores propios específicos de la región donde se ubica. Problema que se puede resolver al incluir el factor paisajístico desde el punto de vista físico o geográfico.

#### Referencias

Angell I.O. and Straub B., "Rain-Dancing with Pseudo-Science", *Cognition, Technology & Work*, Vol. 1, 1999, pp.179-196.

Antón, A., Castells, F., Montero, J.I. "Land use indicators in life cycle assessment. Case study: The environmental impact of Mediterranean greenhouses", *Journal of Cleaner Production*, 15 (2007), pp. 432-438.

Baitz, M., Freissig, J., Schöch, C. "Method to integrate Land Use in Life Cycle Assessment", Institut für Kunststoffprüfung (IKP), University of Stuttgart, Alemania, 1998.

Barthlott W., Lauer W., Placke A. "Global distribution of species diversity in vascular plants: towards a world map of phytodiversity", *Erdkunde*, 1996, 50, Vol.4, pp. 317-327. [<http://www.botanik.uni-bonn.de/phytodiv.htm>].

Barthlott W., Biedinger N., Brau G., Feig F., Kier G., Mutke J. "Terminological and methodological aspects of the mapping and analysis of global biodiversity", *Acta Botanica Fennica*, 162 (1999), pp. 103-110.

Cebrián-Tarrasón, D., Vidal, R. (2008) "Las Ontologías y el marco FBS", *Actas del XII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*, Zaragoza, España.

Cowell, S.J., Lindeijer, E. *"Impacts on ecosystem due to land use: biodiversity, life support and soil quality in LCA"*, in: Agricultural data for Life Cycle Assessments, B.P. Weidema & M.J.G. Meeusen (eds.), Agricultural Economics Research Institute (LEI), The Hague, Holanda, 2000.

Crisfield M.A., *"Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. Volume 2: Advanced Topics"*, John Wiley & Sons, Chichester, 1997.

Eppinger S.D. and Salminen V.K., "Patterns of product development interactions", *Proceedings of the International Conference on Engineering Design 20'01*, Vol. 1, Glasgow, 2001, pp.283-290.

Gershenson, J.K., Stauffer, L.A. (1999) *"A Taxonomy for Design Requirements from Corporate Customers"*, Research in Engineering Design 11: 103-115.

Goedkoop, M., Spriensma, R. *"The Eco-indicator 99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment"*, Methodology report, Third Edition, PRé Consultants, Amersfoot, Holanda, 2001.

Güereca, L.P. *"Desarrollo de una metodología para la valoración en el análisis del ciclo de vida aplicada a la gestión integral de residuos municipales"*, Tesis Doctoral, Departamento de Proyectos de Ingeniería, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España, 2006.

Köllner, T. "Species-pool effect potentials (SPEP) as a yardstick to evaluate land-use impacts on biodiversity", *Journal of Cleaner Production*, 2000, 8, pp.293-311.

Köllner, T., Scholz, R.W. *"Assessment of land use impacts on the natural environment. Part 1: An analytical Framework for pure land occupation and land use change"*, *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2007, 12 (1) pp. 16-23.

Köllner, T., Scholz, R.W. *"Assessment of land use impacts on the natural environment. Part 2: Generic characterization factors for local species diversity in central Europe"*, *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2008, 13 (1) pp. 32-48.

Lindeijer E. *"Review of land use impact methodologies"*, *Journal of Cleaner Production*, 2000, 8, pp. 273-281, 2000a.

Lindeijer E. *"Biodiversity and life support impacts of land use in LCA"*, *Journal of Cleaner Production*, 2000, 8, pp. 313-319, 2000b.

Lindeijer E., van Kampen M., Fraanje P.J., van Gooben H.F., Nabuurs G.J., Schouwenberg E.P.A.G., Prins A.H., Dankers N., Leopold M.F. *"Biodiversity and land use indicators for land use impacts in LCA"*, Ministerie V&W. Publicatiereeks Grondstoffen 1998/07, rapport n. W-DWW-98-059, Holanda, 1998.

Lindeijer, E., Kok, I., Eggels, P., Alferts, A. *"Improving and testing a land use methodology in LCA. Including case-studies on bricks, concrete and wood"*, Ed: Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management (RWS DWW), Holanda, 2002.

Michelsen, O. *"Assessment of land use impact on biodiversity. Proposal of a new methodology exemplified with forestry operations in Norway"*, *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2008, 13 (1) pp. 22-31.

Milà i Canals L. *"Contributions to LCA methodology for agricultural systems. Site-dependency and soil degradation impact assessment"*, PhD dissertation, Universitat Autònoma de Barcelona, España, 2003.

Milà i Canals L., Basson L., Clift R. Müller-Wenk R., Bauer C., Hansen Y., Brandao M. *"Expert Workshop on Definition of Best Indicators for Biodiversity and Soil Quality for Life Cycle Assessment (LCA)"*, CES Working Paper 02/06, Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, Reino Unido, 2006.

Milà i Canals, L. "Land use in LCA: a new subject area and call for papers", International Journal of Life Cycle Assessment, 2007, 12 (1): 1, 2007a.

Milà i Canals, L. Romanyà, J., Cowell, S.J. "Method for assessing impacts on life support functions (LSF) related to the use of 'fertile land' in Life Cycle Assessment (LCA)", Journal of Cleaner Production, 2007 15, pp. 1426-1440, 2007b.

Müller-Wenk, R. "Land use - The main threat to species. How to include Land use in LCA". IWÖ-Diskussionbeitrag n. 64, IWÖ, Universität St. Gallen, Suiza, 1998.

Otero, I., Casermeiro, M. A., Esparcia, P. "Landscape evaluation: comparison of evaluation methods in a region of Spain", Journal of Environmental Management, 2007, vol. 85, n.1, pp. 204-214, 2007a.

Otero, I., Mancebo, S., Ortega, E., Casermeiro, M. Á. "Mapping landscape quality in Spain", M+A Revista Electrónica de Medioambiente, 4, pp. 18-34, 2007b.

Schenk, R.C. "Land use and biodiversity indicators for life cycle impact assessment", International Journal of Life Cycle Assessment, 2001, 6 (2) 114-117.

van der Voet, E. "Land use in LCA", CML-SSP Working Paper, Centre of Environmental Science, Leiden University, Holanda, 2001.

van Wezel W. and Jorna W.J., "Paradoxes in planning", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 14, 2001, pp.269-286.

Vogtländer, J.G., Lindeijer, E., Witte, J.P.M., Hendriks, C. "Characterizing the change of land-use based on flora: application for EIA and LCA", Journal of Cleaner Production, 2004, 12, pp.47-57.

Weidema, B., Lindeijer, E. "Physical impacts of land use in product life cycle assessment", Final report of the EURENVIRON-LCAGAPS sub-project on land use. Department of Manufacturing Engineering and Management, Technical University of Denmark, Dinamarca, 2001.

### **Correspondencia** (Para más información contacte con):

David Cebrián Tarrasón.  
GID – Grupo de Ingeniería del Diseño.  
Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, Universitat Jaume I.  
Av. Sos Baynat, s/n. E-12071 Castellón.  
Tel. +34964729252 Fax +34964728106  
e-mail: [dcebrian@uji.es](mailto:dcebrian@uji.es)  
URL: <http://www.gid.uji.es>

Daniel Garraín Cordero.  
GID – Grupo de Ingeniería del Diseño.  
Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, Universitat Jaume I.

Rosario Vidal Nadal.  
GID – Grupo de Ingeniería del Diseño.  
Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, Universitat Jaume I.