

La visión del arquitecto en la economía circular: revisión de teorías y proyección actual.

Inmaculada Bote Alonso^{1*}; María Beatriz Montalbán Pozas²; Irene Amigo Gamero³;
Mónica Victoria Sánchez Rivero⁴;

1*: Universidad de Extremadura

e-mail: ibotealo@alumnos.unex.es

2: Universidad de Extremadura, Escuela Politécnica.

e-mail: bmpozas@unex.es

3: Universidad de Extremadura

e-mail: ireneag@unex.es

4: Universidad de Extremadura

e-mail: msanchezvj@alumnos.unex.es

Palabras clave: economía circular, arquitectura, construcción, sostenibilidad, impacto positivo

Resumen: El paradigma de la sostenibilidad es cada vez más necesario a nivel mundial, también en el sector de la construcción. Según documentos de la Comisión Europea, dicho sector consume aproximadamente la mitad de los materiales y de la energía, así como un tercio del agua, al mismo tiempo que genera aproximadamente un tercio del total de los residuos. En este contexto, el concepto de economía circular toma progresivamente más fuerza, impulsado por políticas europeas, o incluso, como en el caso de Extremadura, también directrices regionales. No obstante, parecen especialmente difíciles de extrapolar a ámbitos como el de la construcción, que se ha solidado comportar de manera reacia a la hora de adoptar nuevos conceptos, como en este caso, el de la necesidad imperante de cerrar los ciclos de la construcción en su conjunto. Centrándonos en el concepto de economía circular, vemos que está relacionado con varias teorías cuya finalidad es la reducción del impacto ambiental o incluso generar un impacto positivo como De la cuna a la cuna (*Cradle to Cradle*), Leyes de la Ecología (*Laws of Ecology*), Biomímesis (*Biomimicry*), etc; y que se nutre desde muchos ámbitos, como la ecología, la industria, el diseño, o la economía. Sin embargo, para entender en qué punto se relacionan con la construcción y la arquitectura, y cómo se pueden desarrollar estas teorías desde estos puntos de vista, destacamos y analizamos varias de ellas que han ido surgiendo desde los años 70 de manos de arquitectos preocupados y comprometidos, como *Shearing Layers* –teoría que propone el arquitecto Frank Duffy y que posteriormente desarrolló Stewart Brand-; De la cuna a la cuna (*Cradle to Cradle*) – acuñado por el arquitecto Walter R. Stahel y posteriormente desarrollado por el arquitecto William McDonough y el químico Michael Braungart-; y Economía del Rendimiento (*Looped Economy o Performance Economy*) – también del arquitecto Walter Stahel. Por tanto, esta comunicación surge como una necesidad de revisión de la metodología aportada y desarrollada desde la visión propia de los arquitectos sobre la economía circular en el proceso edificatorio, que, desde ese entendimiento particular que les otorga su profesión, buscan contribuir a la sostenibilidad del mismo. Al mismo tiempo, analiza su posible relación con el panorama edificatorio actual.

1. INTRODUCCIÓN

La propia Comisión Europea, así como asociaciones como Green Building Council España (GBCe) –o Consejo para la Edificación Sostenible de España-, se hacen eco de la necesidad de incorporar estrategias y líneas de actuación relacionadas con la Economía Circular (EC) en el sector edificatorio y de la construcción en general (GBCe, 2017), sobre todo teniendo en cuenta que el consumo de la mitad de materiales y de energía, así como una tercera parte de agua, se produce durante la construcción y el uso de los edificios, además de ser el responsable de casi un tercio del cómputo global de los residuos (Comisión Europea, 2014).

A nivel nacional, el Gobierno está elaborando la Estrategia Española de Economía Circular, del cual se publicó el borrador para información pública en febrero de 2018 y que por tanto podrá sufrir modificaciones antes de su publicación definitiva (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2018). En dicho borrador se menciona la inclusión de medidas sobre EC en la normativa de edificación, teniendo en cuenta lo establecido en el Reglamento Europeo de Productos de Construcción sobre la utilización sostenible de los recursos naturales: “Las obras de construcción deberán proyectarse, construirse y demolerse de tal forma que la utilización de los recursos naturales sea sostenible y garantice en particular: a) la reutilización y la reciclabilidad de las obras de construcción, sus materiales y sus partes tras la demolición; b) la durabilidad de las obras de construcción; c) la utilización de materias primas y materiales secundarios en las obras de construcción que sean compatibles desde el punto de vista medioambiental.” (Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea, 2011). También se indica que en los proyectos de arquitectura de estaciones de ADIF se utilicen materiales y técnicas de gestión sostenible, con materiales regionales, reciclados, reciclables y, en el caso de que se use madera, debe ser certificada (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2018).

A nivel autonómico, destacan planes de acción como la Estrategia de Economía Verde y Circular de la Junta de Extremadura (2017), en la que se indican actuaciones relativas a “reducción de demanda energética y uso energías renovables, arquitectura bioclimática, buenas prácticas, adaptación al cambio climático” para la edificación residencial y el urbanismo, y otras como “la sostenibilidad de los recursos naturales y culturales: patrimonio natural y medio ambiente, tratamiento de residuos y eficiencia energética, patrimonio cultural, arquitectónico y urbanístico, patrimonio cultural inmaterial.”

Sin embargo, actualmente son pocas las investigaciones realizadas sobre EC en el ámbito edificatorio, pues la gran mayoría de las existentes se centran en las ciudades y vecindarios como nivel *macro*, o en los materiales y componentes de los edificios como nivel *micro*, quedando por tanto ese nivel intermedio relativo a la edificación sin desarrollar (Pomponi y Moncaster, 2017).

En este sentido, intentar comprender cómo puede influir la EC en la edificación y viceversa, de manera completa, lleva a estudiar las escuelas de pensamiento que pueden enlazar ambas cuestiones. Para ello parece adecuado estudiar las teorías ideadas o creadas por arquitectos, ya que profesionalmente dominan el proceso edificatorio completo y desde ese punto de vista podrían ser capaces de definir aspectos que abarquen y abracen por completo a ambas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para esta comunicación, se realiza una revisión y selección de los artículos y guías que se consideran como más relevantes de los últimos años sobre EC, las distintas teorías ligadas a ella, o su relación con el entorno construido. Las publicaciones son seleccionadas por aparecer en revistas indexadas como *Building and Environment*, *Journal of Cleaner Production*, *Resources, Conservation and Recycling*, y *Sustainability*; además de tener en consideración las publicaciones de la Fundación Ellen MacArthur – referente en EC-.

Tras este trabajo de búsqueda de referencias, se realiza un estudio sobre el origen y el concepto completo de EC, así como de las escuelas de pensamiento que se relacionan con dicho concepto, para posteriormente seleccionar las creadas o desarrolladas por arquitectos e indicar sus características esenciales. Todo ello permitirá establecer posteriormente interrelaciones entre el concepto de EC y cada una de las teorías estudiadas.

2.1. El concepto de Economía Circular: orígenes y definición.

Aunque el concepto de Sostenibilidad surge en el año 1972 con el Informe Brundtland¹ (Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, 1972), el concepto de EC asienta sus bases en varias teorías que comienzan cercanas a la década de los noventa, como la Economía Ambiental de Pearce y Turner (1989), o la Ecología Industrial de Graedel y Allenby (1995). Autores como Jung y Levrat (2014) defienden que el concepto se construye a partir del metabolismo industrial y la optimización propia de la Ecología Industrial. No obstante, y de manera paralela, diversas “escuelas de pensamiento” (Fundación COTEC para la Innovación, 2017), van desarrollándose al mismo tiempo que van refinando al propio concepto y le aportan distintos matices.

Para tener como referencia una definición completa y actualizada del concepto de EC, se tiene en cuenta la aportada por Kirchherr, Reike y Hekkert (2017):

“Definimos Economía Circular dentro de nuestro marco de codificación iterativamente desarrollado como un sistema económico que reemplaza el concepto de “final de vida” con la reducción, reutilización, reciclaje y recuperación de materiales en los procesos de producción/distribución y consumo. Opera a nivel micro (productos, empresas, consumidores), a nivel medio (parques ecoindustriales) y a nivel macro (ciudad, región, nación y más), con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible, creando simultáneamente calidad ambiental, prosperidad económica y equidad social, en beneficio de las generaciones actuales y futuras. Está habilitado por nuevos modelos de negocio y consumidores responsables.”

Esta definición viene argumentada por el estudio y análisis por parte de sus autores de 114 definiciones diferentes sobre EC, ya que consideran que es un concepto que se encuentra en plena tendencia, y por lo tanto, su significado ha podido convertirse en contenido difuso (Kirchherr, et al., 2017). Sin embargo, vemos ya en la misma como el sector edificatorio se puede encontrar sólo en el nivel micro a través de los productos o

¹ Se define como sostenible en el Informe Brundtland “aquel desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

materiales, y en el nivel macro de lo urbano, quedando reservado el nivel medio a los parques ecoindustriales únicamente. No obstante, para otros autores como Pomponi y Moncaster (2017) se deben establecer tres niveles de la siguiente manera: macro (ciudades y vecindarios), medio (edificios) y micro (ensamblajes y componentes).

2.2. Escuelas de pensamiento vinculadas a la Economía Circular

Recopilando las teorías o escuelas de pensamiento indicadas en cada publicación seleccionada se obtienen las siguientes:

- Biomimesis (*Biomimicry*) (Benyus, 2000)
- Biomimética (*Biomimetics*) (Bhushan, 2009)
- *Shearing Layers* (Brand, 1994)
- Capitalismo Natural (*Natural Capitalism*) (Hawken, Lovins y Lovins, 2013)
- De la cuna a la cuna (*Cradle to Cradle*) (McDonough y Braungart, 2002)
- Diseño Regenerativo (*Regenerative Design*) (Lyle, 1994)
- Ecología Industrial (*Industrial Ecology*) (Graedel y Allenby, 1995)
- Economía Azul (*Blue Economy*) (Pauli, 2010)
- Economía del Rendimiento (*Looped Economy / Performance Economy*) (Stahel, 2006)
- Leyes de la Ecología (*Laws of Ecology*) (Commoner, 1971)

De cada una de ellas se estudia su origen para conocer quién fue su autor o creador y el ámbito del cuál procede el mismo, además de destacar en qué publicación se menciona para comprobar el peso de la teoría en el entorno científico internacional respecto a la aplicación o estudio de la EC en la edificación.

Como se indicó al hablar de la definición de EC en el apartado 2.1, no existe un consenso común acerca de sus características esenciales. De la misma manera, podemos comprobar en la Tabla 1 como no todos los autores o fuentes consultadas para esta comunicación hacen referencia a las mismas teorías de pensamiento.

También se comprueba como de las 10 teorías que se citan en las publicaciones de referencia, sólo una, De la cuna a la cuna, aparece en todas ellas, mientras que *Shearing Layers* y la Biomimética se mencionan sólo en una de las publicaciones. Al mismo tiempo, se destaca que sólo tres de ellas han sido ideadas o desarrolladas por arquitectos: *Shearing Layers*, De la cuna a la cuna, y Economía del Rendimiento.

Tabla 1: Escuelas de pensamiento vinculadas a la EC según las publicaciones seleccionadas

TEORÍAS-ESCUELAS DE PENSAMIENTO	AUTOR Y/O CREADOR	ÁMBITO PROFESIONAL	CITADO EN*
Biomímesis (<i>Biomimicry</i>)	Benyus	Biología	●●●●●●
Biomimética (<i>Biomimetics</i>)	Bhushan	Ingeniería	●
Capitalismo Natural (<i>Natural Capitalism</i>)	Hawken Lovins Lovins	Empresa (multidisciplinar) Física C. Ambientales Empresa (multidisciplinar)	●●
De la cuna a la cuna (<i>Cradle to Cradle</i>)	Stahel McDonough Braungart	Arquitectura Análisis industrial Arquitectura Química	●●●●●●
Diseño Regenerativo (<i>Regenerative Design</i>)	Lyle	Arquitectura del paisaje ²	●●●●●
Ecología Industrial (<i>Industrial Ecology</i>)	Graedel Allenby	Física Astronomía (multidisciplinar) Ingeniería Derecho (multidisciplinar)	●●●●●
Economía Azul (<i>Blue Economy</i>)	Pauli	Economía Empresa	●●●●●
Economía del Rendimiento (<i>Looped Economy / Performance Economy</i>)	Stahel Reday	Arquitectura Análisis industrial Economía social	●●●●●
Leyes de la Ecología (<i>Laws of Ecology</i>)	Commoner	Biología	●●
<i>Shearing Layers</i>	Duffy Brand	Arquitectura Biología Diseño (multidisciplinar)	●
<p>*REFERENCIAS Fundación Ellen MacArthur (s.f) Geissdoerfer, Savaget, Bocken y Hultink (2017) Ghisellini, Cialani y Ulgiati (2016) Laumann y Tambo (2018) Pomponi y Moncaster(2017) Van Dijk, Tenpierik y Van Den Dobbelsteen (2014)</p>			

² No lo tenemos en cuenta para este estudio ya que queremos hacer énfasis en la edificación y la Arquitectura del Paisaje se centra más en los espacios abiertos, el espacio público y el suelo.

2.3. Teorías creadas o desarrolladas desde el ámbito de la arquitectura: características esenciales.

2.3.1. *Shearing Layers*

El trabajo de Duffy y Brand sobre la teoría *Shearing Layers* (Pomponi y Moncaster, 2017), fructifica en la publicación *How Buildings Learn: what Happens after They are Built*, desarrollada por Brand en 1994, siguiendo el término *Shearing Layers* acuñado por Duffy (Duffy, 1990) anteriormente (Monge Pascual, 2016) (Fig. 1). Esta teoría establece que el edificio en sí tiene su propio metabolismo y que depende de una serie de capas que se van modificando a lo largo de la vida del mismo. Estas capas se dividen en: sitio, estructura, piel, servicios, distribución espacial y muebles, ordenadas según la durabilidad que se espera de cada una de ellas.

Con el fin de que el edificio tenga una vida útil prolongada como manera de garantizar el máximo aprovechamiento de los recursos y la energía invertida tanto durante su construcción como durante su uso, estas capas son las que organizan el edificio. Este mismo orden a través de capas se refleja en lo urbano y permite establecer un marco acerca de la evolución de la ciudad (Sattrup y Strømman-andersen, 2011).

2.3.2. De la cuna a la cuna (*Cradle to Cradle*)

A finales de los 70 fue acuñada la expresión *Cradle to Cradle* por Stahel (Fundación Ellen MacArthur, s.f.), pero se desarrolla posteriormente y ya en el año 2002 se publica *Cradle to Cradle – Remaking The Way We Make Things*, de McDonough y Braungart (Fig.1) (McDonough y Braungart, 2002). Esta escuela de pensamiento se asienta en la idea de que los recursos se deben mantener dentro del ciclo el mayor tiempo posible, y todo ello es posible sin perder la mayor parte de su calidad.

Establece tres principios base: residuo es igual a recurso, el desperdicio realmente no existe de la misma manera que sucede en la naturaleza en la que los desechos de unos son nutrientes para otros; energías renovables, como parte integrada en los productos o servicios; diversidad, con productos y servicios adaptados a la diversidad de lugares y culturas teniendo en cuenta el punto de vista local (Van Dijk, Tenpierik y Van Den Dobbelsteen, 2014).

2.3.3. Economía del Rendimiento (*Looped Economy o Performance Economy*)

Reday junto con Stahel presentan en 1977 un informe para la Comisión Europea titulado *The potential for substituting manpower for energy*, describiendo su visión sobre una Economía en Bucles (*Looped Economy*). Sin embargo, no fue hasta 2006 cuando Stahel publicó *The performance economy* ampliando el concepto inicial de Economía en Bucles a Economía del Rendimiento (*Performance Economy*) y actualizándolo (Van Dijk, et al., 2014) (Fig.1).

Esta escuela de pensamiento tiene como objetivos optimizar los productos desde su diseño para aumentar su durabilidad y adaptabilidad, permitiendo la remanufactura de las partes desgastadas, así como el reciclaje y la prevención de residuos. Aboga por un modelo de negocios basado en servicios en lugar de venta de productos para fomentar

esa optimización de los productos junto con su calidad (Van Dijk, et al., 2014) (Fundación Ellen MacArthur, 2013).

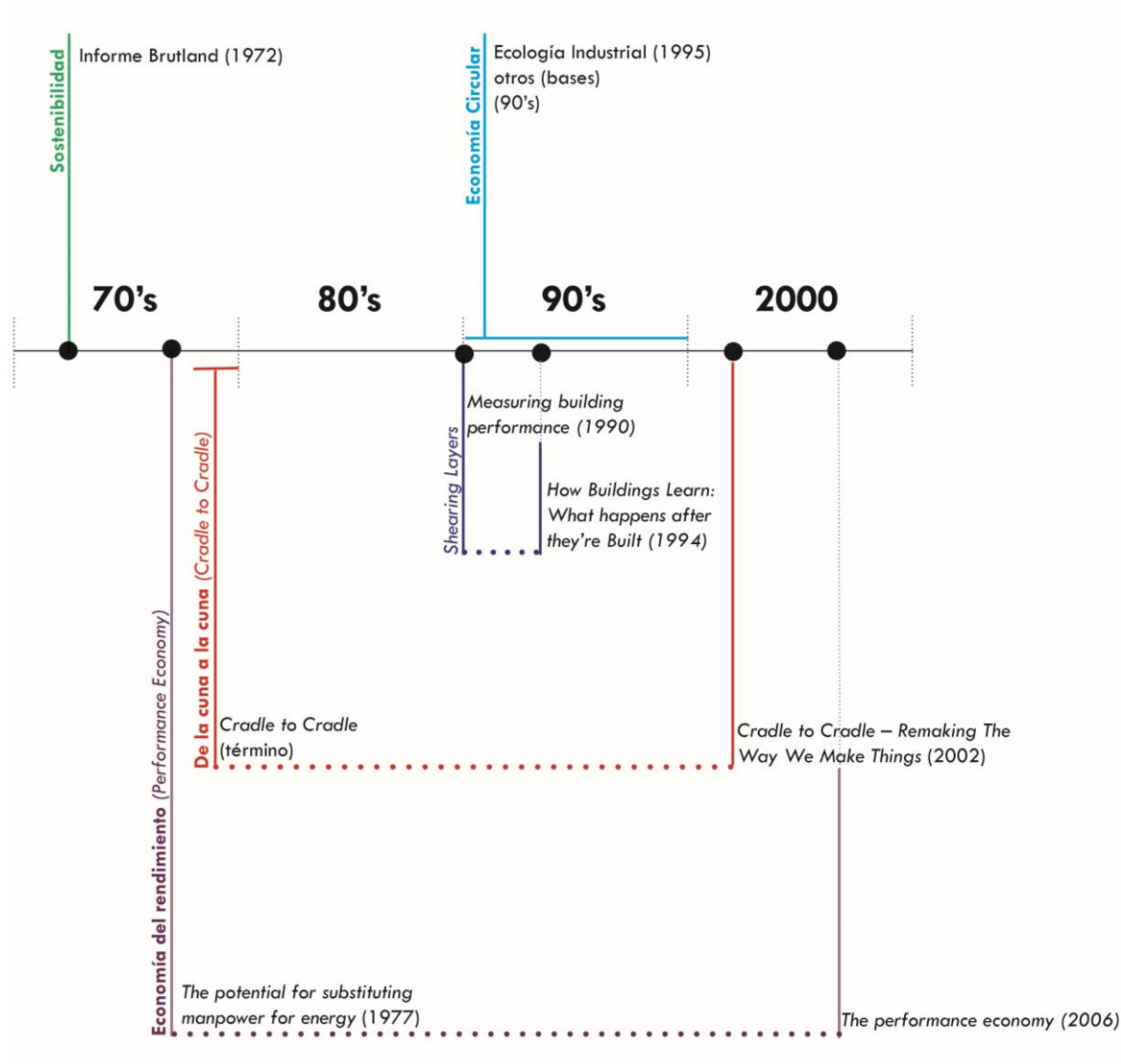


Figura 1: Línea temporal: orígenes de los conceptos de Sostenibilidad y Economía Circular, y las teorías Economía del Rendimiento (*Performance Economy*), De la cuna a la cuna (*Cradle to Cradle*) y *Shearing Layers*.

3. RESULTADOS

Teniendo como referencia la definición de EC y las características esenciales de las teorías creadas o desarrolladas desde el ámbito de la arquitectura, se establecen las interrelaciones directas entre ellas que se indican a continuación (Fig.2):

- Conceptos de adaptabilidad como las capas que componen los edificios que se modifican durante su vida útil de *Shearing Layers*, reflejan la búsqueda de mayor adaptabilidad de la Economía del Rendimiento.
- Respecto a cuestiones como el aprovechamiento máximo de los recursos y la vida útil prolongada que se indican en *Shearing Layers*, también se ven reflejadas directamente en el resto de las teorías, como en De la cuna a la cuna con conceptos como que los residuos se encuentren dentro del ciclo, entendiéndolos como recursos, y por defender las energías renovables; y en la teoría de la Economía del rendimiento con la búsqueda de una mayor durabilidad, y permitir la remanufactura y reciclaje.
- Al mismo tiempo todas estas características básicas respecto a los recursos se encuentran en la base del concepto de EC: reducción, reutilización, recuperación, reciclaje.
- También en otras cuestiones como la apuesta por modelos de negocios basados en servicios y no en productos respecto de la Economía del Rendimiento, podemos ver una relación directa con la generación de nuevos modelos de negocios que se indica en la EC.
- Conceptos como el del metabolismo de los edificios de *Shearing Layers* y optimizar el diseño de Economía del Rendimiento, van más allá de las estrategias basadas únicamente en los recursos para incidir en la importancia del diseño y del uso del producto para mejorar su calidad y la cantidad de recursos consumidos, incidiendo en otros procesos indicados en CE como son producción y consumo.

No obstante, aunque no se indique como característica básica o esencial de ninguna de las teorías creadas por arquitectos, indudablemente todas tienen como objetivo principal o fin último el desarrollo sostenible, al igual que la economía circular, pues se busca dar una solución a las necesidades del momento cuidando de no comprometer las necesidades de las generaciones futuras (Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, 1972).

La interrelación con otros aspectos, como los niveles de influencia de la EC, son difíciles de establecer desde un estudio inicial de aspectos básicos como el que se desarrolla en esta comunicación.

4. CONCLUSIONES

La visión del arquitecto en la EC pasa por los conceptos base de la misma respecto al uso eficiente de los recursos y la energía. Sin embargo, también intenta ir más allá de la preocupación por los recursos en sí mismos, entendiendo los productos –o la edificación en este caso- como elementos que se deben diseñar con la intención de que sean eficientes durante toda su vida útil y se puedan adaptar durante su uso. Es decir, se incide en la necesidad de establecer el diseño y la comprensión completa del elemento a diseñar –el edificio en su entorno, vivido por los usuarios-, como elementos esenciales para conseguir cerrar el ciclo y lograr un desarrollo sostenible real. Quizá al estar los orígenes del concepto de EC más vinculados a la industria, aspectos como estos puedan pasar desapercibidos.

La investigación existente resulta escasa, por lo que este estudio abre las posibilidades a un análisis más profundo de la cuestión que permita definir el alcance del concepto en el panorama edificatorio actual y entender las posibilidades de mejora que puedan generarse al dar un peso mayor al diseño dentro de la EC en el ámbito arquitectónico.

5. AGRADECIMIENTOS

Esta comunicación ha sido posible gracias a la concesión de una ayuda para la financiación de contratos predoctorales para formación de Doctores en los Centros Públicos de I+D pertenecientes al Sistema Extremeño de Ciencia, Tecnología e Innovación, al organismo Universidad de Extremadura, siendo su candidata predoctoral seleccionada D^a Inmaculada Bote Alonso; y a la financiación parcial con cargo a las Ayudas a Grupos de Investigación de la Junta de Extremadura (REF 15107 Grupo COMPHAS).

6. REFERENCIAS

Benyus, J.M. (2000). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*; Perennial: New York, NY, USA.

Bhushan, B. (2009). Biomimetics: Lessons from Nature--an Overview. *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, 2009, vol. 367, n^o 1893. pp. 1445-86

Brand, S. (1994). *How Buildings Learn: What happens after they're built*. Viking Penguin, New York.

Comisión Europea. (2014). COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES. OPORTUNIDADES PARA UN USO MÁS EFICIENTE DE LOS RECURSOS EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.

Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo. (1972). *Informe Brundtland*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano.

Commoner, B. (1971). *The Closing Circle*. Knopf Press: New York.

Duffy, F. (1990). Measuring building performance. *Facilities*, 1990. 8(5): p. 17-20. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000002112>

Fundación COTEC para la Innovación. (2017) *Situación y Evolución De La Economía Circular En España*. Disponible en: <http://cotec.es/media/informe-CotecI-SBN-1.pdf>.

Fundación Ellen MacArthur (sin fecha). *Escuelas de pensamiento*. Disponible en: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/escuelas-de-pensamiento> (Accedido: 16 October 2018).

Fundación Ellen MacArthur. (2013). *TOWARDS THE CIRCULAR ECONOMY. Economic and business rationale for an accelerated transition*.

GBCe. (2017). Informe de Posicionamiento de GBCe sobre Economía Circular.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P., Hultink, E.J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm?, *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 143, pp. 757–768. doi:10.1016/j.jclepro.2016.12.048.

Ghisellini, P., Cialani, C. and Ulgiati, S. (2016) 'A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 114, pp. 11–32. doi:10.1016/j.jclepro.2015.09.007.

Graedel, T.E., Allenby, B.R. (1995). *Industrial Ecology*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.

Hawken, P., Lovins, A.B., Lovins, L.H. (2013). *Natural Capitalism: The Next Industrial Revolution*; Routledge: New York, NY, USA.

lung, B., Levrat, E., (2014). Advanced maintenance services for promoting sustainability. *Procedia CIRP* 22, 15e22.

Junta de Extremadura. (2017). *Extremadura 2030. Estrategia de Economía Verde y Circular*. Plan de Acción de la Junta de Extremadura.

Kirchherr, J., Reike, D. and Hekkert, M. (2017) 'Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions', *Resources, Conservation and Recycling*, 127(April), pp. 221–232. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005.

Laumann, F., Tambo, T. (2018) 'Enterprise Architecture for a Facilitated Transformation from a Linear to a Circular Economy'. doi: 10.3390/su10113882.

Lyle, J.T. (1994). *Regenerative Design for Sustainable Development*; John Wiley & Sons: New York, NY, USA.

McDonough, W., Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*; North Point Press: New York, NY, USA.

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. (2018). España Circular 2030. Estrategia Española de Economía Circular. Borrador para información pública. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/Residuos-2018-Nota-sobre-proceso-informacion-publica-estrategia-espanola-economia-circular.aspx>

Monge Pascual, A. (2016). *LA ARQUITECTURA DEL TRABAJO. EL ENTORNO DE LA OFICINA EN EL S.XX, HACIA UNA ORGANIZACIÓN INFORMAL*. Tesis doctoral, E.T.S. Arquitectura (UPM), Madrid.

Pauli, G.A. (2010). *The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*; Paradigm Publications: Boulder, CO, USA.

Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea. (2011). REGLAMENTO (UE) No 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 9 de marzo de 2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.

Pearce, D.W., Turner, R.K. (1989). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Hemel Hempstead, Harvester Wheatsheaf, London. Italian edition 1991 by Il Mulino, Bologna.

Pomponi, F. and Moncaster, A. (2017) 'Circular economy for the built environment: A research framework', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 143, pp. 710–718. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.12.055.

Reday, G.; Stahel, W.R. (1976). *The potential for substituting manpower for energy*: final report 30 July 1977 for the Commission of the European Communities.

Stahel W.R. (2006). *The performance economy*. Palgrave Macmillan: Hampshire.

Sattrup, P. A. and Strømmandersen, J. (2011). *A methodological study of environmental simulation in architecture and engineering. Integrating daylight and thermal performance across the urban and building scales*. Proceedings of the 2011 Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design (SimAUD).

Van Dijk, S., Tenpierik, M., Van Den Dobbelsteen, A. (2014). Continuing the building's cycles: A literature review and analysis of current systems theories in comparison with the theory of Cradle to Cradle. *Resources, Conservation and Recycling*, 82, pp. 21-34, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.007>.