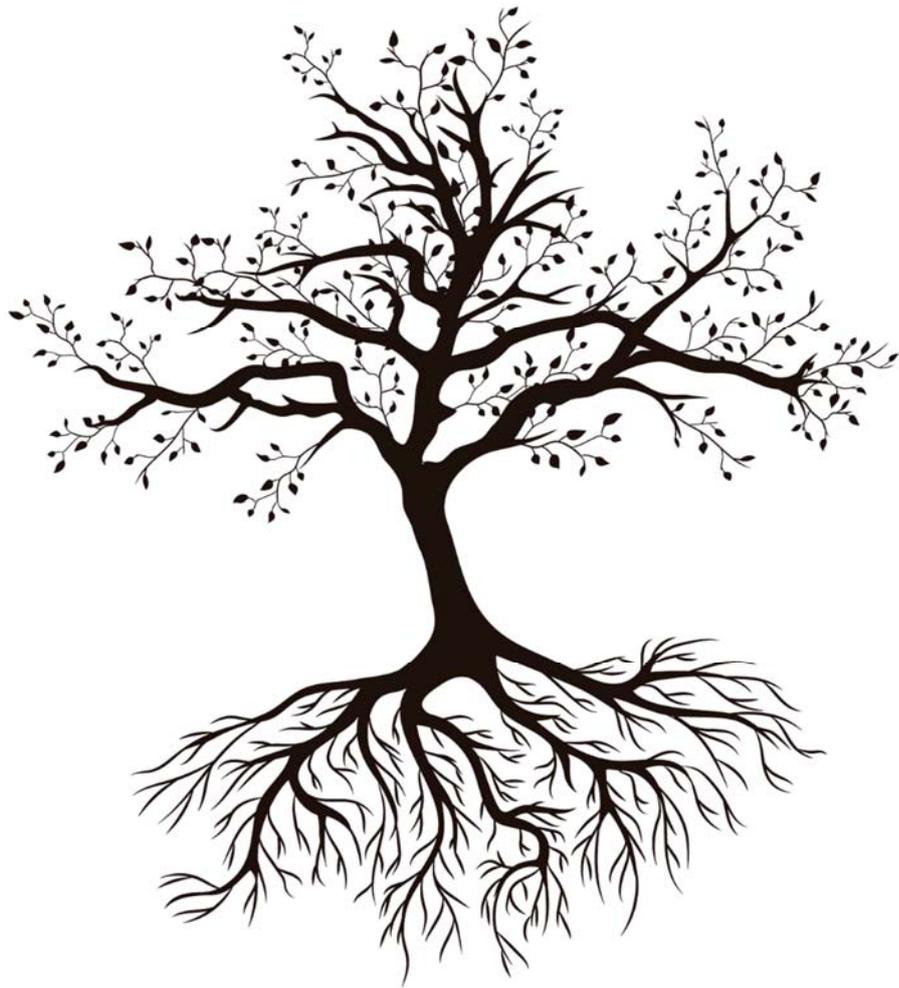


Cradle to Cradle

Re-diseño y Re-evolución



Autor
Raquel González Martín

Tutora
Francesca Olivieri

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE MADRID

2016

C2C

Cradle to Cradle
Re-diseño y Re-evolución

Alumna

Raquel González Martín

47309032X

11185

Tutora

Francesca Olivieri

Aula 2: TFG

Javier García-Gutierrez Mosteiro

C2C

ÍNDICE

RESUMEN.	5
ABSTRACT	6
AGRADECIMIENTOS.	7
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Problemática actual – Marco global.	8
2. OBJETIVOS	
2.1 Objeto de estudio.	10
3. ANTECEDENTES	
3.1 Energía de los materiales (ACV).	11
3.1.1 Cradle to Gate	
3.1.2 Cradle to Grave	
3.1.3 Cradle to Cradle	
3.2 Reducir, Reciclar y Reutilizar 3R.	13
4. ESTADO DE LA CUESTIÓN	
4.1 Orígenes del Cradle to cradle.	14
5. ESTRUCTURA Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	
5.1 Ideología o principios.	16
5.1.1 Economía como motor de los cambios sociales	
5.1.2 Basura = Alimento	
5.1.3 El buen diseño es una elección	
5.1.4 Infraciclaje, reciclaje y supraciclaje	
5.1.5 Ciclo biológico y ciclo técnico	
5.1.6 Producto de consumo y producto de servicio	
5.2 Certificación Cradle to Cradle.	23
5.2.1 Clasificación de componentes según lo perjudiciales que sean	
5.2.2 Niveles	
5.2.3 Categorías	
5.2.4 Requerimientos estándar para cada uno de los niveles	
5.3 Materiales cradle to cradle.	36

5.3.1 Ejemplo	
5.4 Aplicación del Cradle to Cradle a la arquitectura	36
5.4.1 Caso de estudio. Aplicación y crítica	
5.4.2 Proceso y pasos a seguir	
6. CONCLUSIONES.	44
6.1 Ventajas	
6.2 Productos vs. Arquitectura	
6.3 Cuestion de diseño	
BIBLIOGRAFÍA.	46
REFERENCIAS DE IMÁGENES Y TABLAS.	48
ANEXO	

•RESUMEN•

La población mundial sigue creciendo, y cada vez más, las economías emergentes se suben al tren del consumo. Es por esto que, la protección del medio ambiente y su conservación, ha ido adquiriendo una importancia mayor en las últimas décadas.

La filosofía Cradle to Cradle (de la cuna a la cuna) va más lejos que todas las soluciones propuestas hasta ahora. Considera que las tres R (reciclar, reutilizar y reducir) no solucionan el problema, sólo minimizan el daño, es decir, permiten que el planeta agonice de forma más lenta pero imparable.

Por ello, propone una nueva revolución industrial que imita el modelo natural, en el cual, no se produce un solo residuo que no sea útil. Plantas y animales cuando terminan su ciclo de vida sirven de alimento a la tierra, conformando un ciclo cerrado.

Para ello, se modifican los procesos de producción industrial para adaptarlos al diseño de materiales que al final de su vida útil sirvan de alimento a estos ciclos, biológico y técnico.

Además, a diferencia de otras propuestas, no rechaza la prosperidad económica consumista. No establece límites a la producción o dice que la solución sea producir menos, sino que su solución será producir bien, es decir, un buen diseño pensado desde el origen.

PALABRAS CLAVE

Nueva revolución industrial, ciclo cerrado, eliminar residuos, buen diseño.

•ABSTRACT•

The world population continues to grow, and increasingly, emerging economies get on the train consumption. That is why, the environmental protection and conservation has acquired greater importance in recent decades.

Cradle to Cradle philosophy (from cradle to cradle) goes further than all the solutions proposed so far. Considers that the three Rs (recycle, reuse and reduce) does not solve the problem, only minimize the damage, that is to say, allow the planet agonize slower but unstoppable.

It therefore proposes a new industrial revolution that mimics the natural model in which a single residue that is not useful does not occur. Plants and animals when they end their life cycle are fed to the ground, forming a closed cycle.

To this end, industrial production processes are modified to suit the design of materials at the end of its useful life provide food for these cycles, biological and technical.

In addition, unlike other proposals, it does not reject the consumerist economic prosperity. No limits to production or says the solution is to produce less, but its solution will produce well, namely, a good design plan from the beginning.

KEYWORDS

New Industrial Revolution, closed loop, eliminate waste, good design

•AGRADECIMIENTOS•

A mi tutora
Francesca Olivieri

Al profesor
Francisco Javier Neila González

Al arquitecto
Carlos Arroyo

•INTRODUCCIÓN•

1.1 Problemática actual – Marco global

China está creciendo muy rápidamente, se prevé que en los próximos años se construirán 200 millones de casas sólo en las zonas rurales, si usan ladrillos necesitarán el 25% de la superficie agrícola cultivable y la mitad de las reservas de carbono para fabricarlos.

La fábrica Ford, también tiene un problema. Al cabo de los años, el gran complejo en el que se asienta se ha convertido en un entorno muy contaminado.

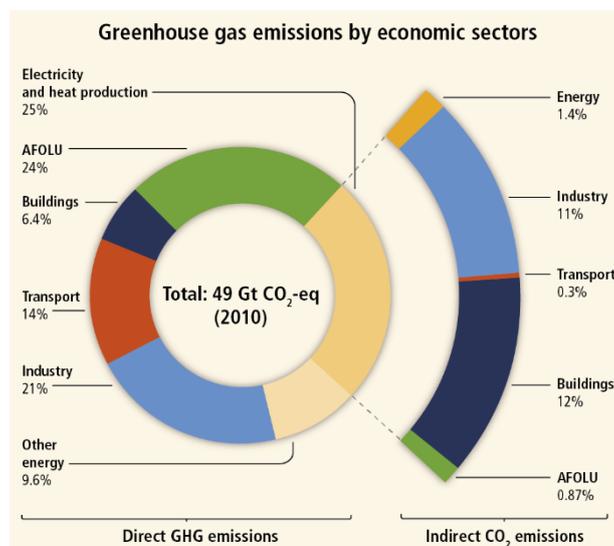
Nike tampoco se queda corto, ha distribuido tantos millones de zapatillas que la basura que genera ha empezado a ser un problema medioambiental.

De la misma forma, muchas otras fábricas, como las textiles, ya no saben qué hacer con sus residuos ya que tienen prohibido arrojarlos a los ríos debido a que son considerados sustancias peligrosas.¹

Hoy en día tomamos del planeta más nutrientes y recursos de los que podemos reemplazar, con lo que la naturaleza, no consigue digerirlos. Tal y como nos hizo ver el economista Herman E. Daly hace más de dos décadas, nuestro ritmo de consumo ha superado al de asimilación. Hemos saturado el mundo en términos de espacio ecológico.

Es más, esto nos lleva a buscar los recursos cada vez más lejos. Nuestra forma de consumo crea una presión en el entorno circundante que hace que se necesite la construcción de infraestructuras para transferirlos de un sitio a otro.

Además, el calentamiento global y su consecuente cambio climático, representa en la actualidad una de las mayores amenazas ambientales, sociales y económicas del planeta. (Fig. 1)



¹ Ideas extraídas de: *Waste = Food* (2006) Documental dirigido por Rob Van Hattum. Odisea Channel [DVD]

Fig. 1 Emisiones antropógenas de GEI totales (Gt CO₂ eq/año) por sectores económicos (www.ipcc.ch)

Parece tentador volver atrás, a los métodos artesanales de producción que sin duda eran más sostenibles. Pero esto no es lo que buscamos, nada más lejos de la realidad. De hecho, el mundo en el que vivimos ha cambiado —y actualmente es imposible que las técnicas puramente tradicionales consigan absorber las necesidades de toda la población actual.



Fig. 2 Progreso en el tiempo del trabajo y la disponibilidad de los recursos.

“En el «mundo vacío» de los comienzos de la industrialización, donde el factor trabajo escaseaba y el factor naturaleza abundaba, tenía sentido concentrarse en la productividad humana.

En un «mundo lleno» en términos ecológicos, donde la situación es inversa (el factor trabajo abunda y el factor naturaleza escasea), hay que invertir en protección y restauración de la naturaleza, así como buscar incrementos radicales de la productividad con que la empleamos”.²

Es verdad, que hubo un tiempo que muchos materiales eran biodegradables y podían ser abandonados para que se descompusieran o quemados de forma inocua, sin embargo, la próxima revolución no va a consistir en volver a un estado preindustrial idealizado.

Está claro que debemos hacer frente a los devastadores sistemas de producción y consumo actuales, que acaban con los recursos naturales, y dar un paso hacia la sostenibilidad. Parece evidente que nuestra tecnosfera actual, compuesta por todos aquellos productos de fabricación industrial, está mal diseñada. Y, es por esto que, entra en conflicto con la biosfera.

Necesitamos un cambio total, si no, permitiremos que la industria acabe con todo, poco a poco, gota a gota pero de forma silenciosa y persistente. Por ello, se propondrá como solución una nueva línea de investigación, que será el tema central de estudio.

Así, en nuestro estado actual de inseguridad económica, se va abriendo paso la concienciación. Ya no valen pequeños cambios puntuales ni mejoras aparentes, necesitamos una reinterpretación del sistema, un cambio de paradigmas, una revolución cultural, una reformulación del problema...

² Jorge Riechmann (2005) *¿Cómo cambiar hacia sociedades sostenibles? Reflexiones sobre la biomimesis y autolimitación*. Isegoría, p.103

•OBJETIVOS•

Actualmente la filosofía Cradle to Cradle (C2C), que pretende promover una nueva revolución industrial en la que se reinventen los procesos industriales aportando soluciones saludables, es una tesis en pleno desarrollo.

Hoy en día, ha comenzado aplicándose en su mayoría a productos y sistemas de pequeña escala, pero el objetivo es que en un futuro también pueda aplicarse a la arquitectura de forma extendida.

Para el desarrollo de esta idea, es crucial que esta filosofía se de a conocer, es decir, es muy importante su difusión para su aplicación a escala global, por lo que objetivo será la realización de un manual que recoja todas estas ideas y que defina y que ponga sobre la mesa los pasos que deben seguir los arquitectos y diseñadores en sus proyectos, para que cumplan con esta filosofía.

En definitiva, el objetivo será acotar la filosofía Cradle to Cradle (C2C), y facilitar su desarrollo e implantación mediante el estudio de su posible aplicación a la arquitectura.

El manual, cuyo objetivo último sería reestructurar el diseño en la arquitectura utilizando como modelo el equilibrio de los ecosistemas naturales, tan sólo servirá como punto de partida, pero no será algo definitivo, sino un método de difusión del C2C que irá cambiando en función de las dificultades de aplicación que vayamos encontrando.

Así, se analizarán las ventajas, inconvenientes y problemas de aplicación, para que se vayan proponiendo soluciones y mejoras.

•ANTECEDENTES•

2.1 De la cuna a la tumba

En un análisis del ciclo de vida (ACV), también conocido como análisis de la cuna a la tumba, se tienen en cuenta, analizan, investigan y evalúan los impactos ambientales de las fases del ciclo de vida de un producto, desde la extracción, producción, distribución y uso hasta el final de su vida útil.

El análisis del ciclo de vida evalúa el impacto ambiental de todo el proceso de un producto mediante la cuantificación del uso de recursos que utiliza y emisiones que produce. Sin embargo, no propone soluciones, sino que compara procesos de producción distintos para un mismo producto o mide el impacto ambiental que suponen algunos productos nuevos sobre productos ya existentes en el mercado.

La principal diferencia del análisis de la cuna a la tumba con el análisis de la cuna a la cuna (cradle to cradle) es que, mientras el primero concibe el ciclo de vida del producto como algo lineal, el segundo lo hace de forma circular, es decir, como un ciclo cerrado.

En resumen, tendríamos tres tipos de análisis distintos:

- **De la cuna a la puerta** “de la fábrica” (cradle to gate) también conocido como B2B (business to business): estudia únicamente las fases de extracción de materias primas, transporte a fábrica y producción.

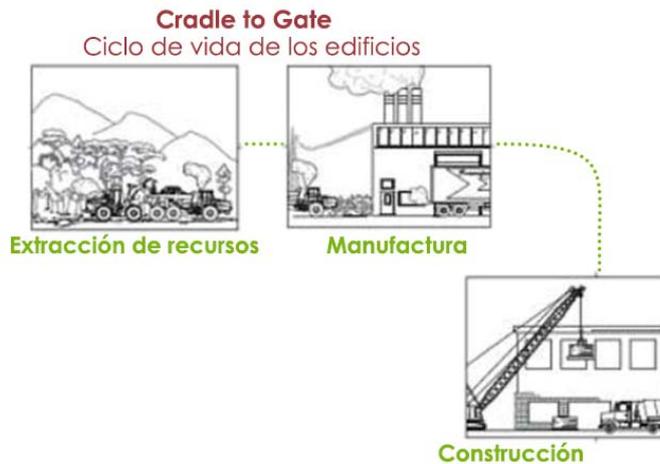


Fig. 2 Aplicación del Cradle to Gate a la arquitectura

- **De la cuna a la tumba** (cradle to grave): examina todas las etapas del ciclo de vida del producto desde la obtención de las materias primas hasta la gestión de los residuos al finalizar su vida útil.

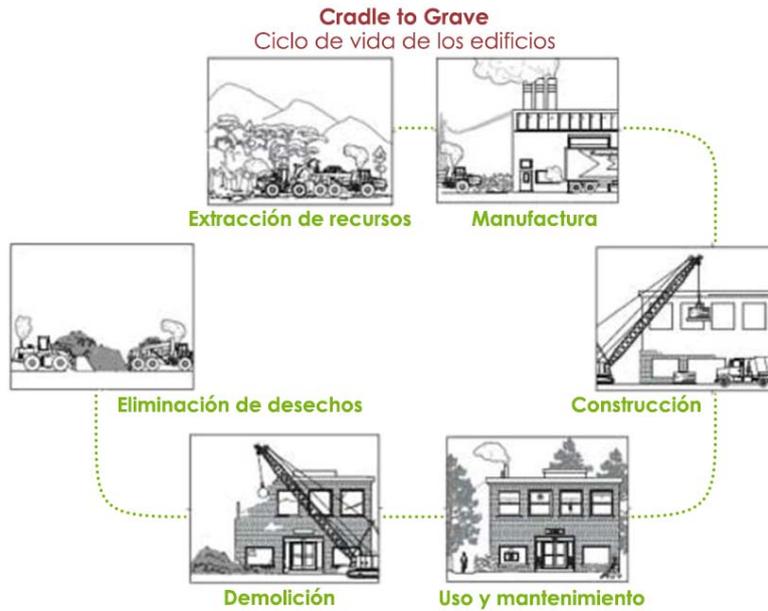


Fig. 3 Aplicación del Cradle to Grave a la arquitectura

- **De la cuna a la cuna** (cradle to cradle): al igual que en el caso anterior, analiza todas las fases del ciclo de vida del producto, y además incluye la gestión de los residuos al final de la vida y su reutilización como materia prima que reinicia el ciclo.

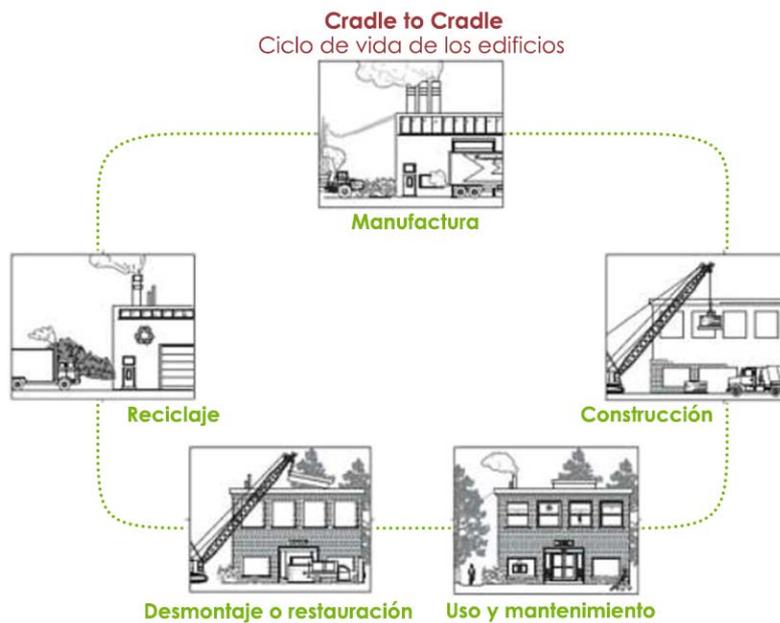


Fig. 4 Aplicación del Cradle to Cradle a la arquitectura

2.2 Reducir, Reciclar y Reutilizar (3R)



Esta es una regla que propone cuidar el medio ambiente reduciendo el impacto humano sobre el mismo. Para ello propone un uso eficiente de los recursos, es decir, disminuir tanto nuestro consumo como los recursos que utilizamos para elaborar los productos.

Sin embargo, como crítica a esta propuesta diremos que, cuando reciclamos, en muchos casos el material pierde valor, porque no ha sido diseñado para ello, y tenemos que añadirle aditivos, como químicos perjudiciales, para que suplan las carencias o la falta de calidad del material.

Además, "La reducción no acaba con el agotamiento y la destrucción, sólo los ralentiza haciendo que ocurran en incrementos más pequeños a lo largo de un periodo de tiempo más largo".³

Es por esto que la solución no es hacer lo imposible para reducir, reutilizar y reciclar nuestra basura, sino diseñar los residuos desde el inicio para que puedan ser reutilizados sin ningún esfuerzo.

³ Braungart M. y W. McDonough, (2005) *Cradle to cradle. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. Edición a cargo de Antonio García Brage. España, Grupo editorial McGraw-Hill.

•ESTADO DE LA CUESTIÓN•

4.1 Orígenes de cradle to cradle

A Walter Stahel, arquitecto suizo y fundador del Instituto de Vida del Producto (1982-2008), se le atribuye haber acuñado el término “*cradle to cradle*” (de la cuna a la cuna) durante los 80.

En 1970, había empezado a explicar su punto de vista sobre la “*economía circular o en bucle*” que generaba beneficios sostenibles basados en estrategias de prevención para la gestión de residuos y de bienes que ya no tienen propietario. Este punto de vista pretende solventar una práctica que, en última instancia, se traduce no sólo en una pérdida de energía y recursos, sino también en el depósito de productos en una fosa material como puede ser un vertedero.

Lo fundamental para su trabajo fueron las relaciones entre tres pilares interconectados: ecología, economía y compatibilidad social. Stahel escribió “*la re-utilización de los bienes y componentes basados en el reciclaje, es una estrategia de negocio sostenible y rentable que puede generar políticas empresariales eficaces, así como puestos de trabajo*”.⁴

Más tarde surgió el libro “*Cradle to Cradle: Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*” (2002) del químico alemán Michael Braungart y el arquitecto americano William McDonough, que sentará las bases de una nueva revolución industrial cuyos principios se basan en la naturaleza, la cual no genera basura porque sus desperdicios le sirven de alimento.

Anteriormente ya habían tratado este tema de la actividad humana en la tierra en su libro “*The Hannover Principles: Design for Sustainability*” (1992), creados para informar a los competidores internacionales de la EXPO 2000 en esta ciudad. Este libro contendrá una serie de principios, que vemos a continuación y que será un primer acercamiento a esta brillante ideología.

1. *Insistir en los derechos de la humanidad y la naturaleza para coexistir.*
2. *Reconocer la interdependencia. Los elementos de diseño humano interactúan y dependen de la naturaleza.*
3. *Relaciones respetuosas entre espíritu y materia.*
4. *Aceptar la responsabilidad de las consecuencias de las decisiones de diseño sobre el bienestar humano.*
5. *Crear objetos de valor seguro a largo plazo.*
6. *Eliminar el concepto de residuo. Evaluar y optimizar el ciclo de vida completo de los productos y procesos.*
7. *Depender de los flujos de energía naturales.*
8. *Entender las limitaciones de diseño.*
9. *Búsqueda de la mejora constante mediante el intercambio de conocimientos.*⁵

⁴ Baker A. y L. Tucker (2011) *Cradle to cradle Home design: Process and experience*. Primera edición. New York. Fairchild Books, pp. 16.

⁵ Braungart M. y W. McDonough, (1992) *The Hannover Principles: Design for Sustainability*. William McDonough & Partners. Charlottesville (Virginia) EE.UU.

Pero sin duda, será el libro "*Cradle to Cradle: Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*" el que dará la vuelta al mundo, marcando un antes y un después en la forma en la que vemos el diseño y la economía.

Este es una filosofía que ha sido desarrollada muy recientemente, por lo que aún no hay tesis o trabajos que profundicen en ella, sin embargo, ha impactado con fuerza y está en pleno desarrollo, abriendo una nueva vía de estudio inédita.

Además, no es algo teórico o utópico. En 2010, Braungart y McDonough fundaron el *Instituto de Innovación de Productos Cradle to Cradle* que certifica los productos para permitir transformar esta filosofía en un estándar global y, como veremos a continuación, algunas empresas punteras ya están colaborando con ello.

En la unión europea tenemos el *Cradle to Cradle Network (C2CN)* que ha sido un proyecto de cooperación interregional financiado por la UE en el que 10 regiones de distintos países (Holanda, Bélgica, Finlandia, Francia, Reino Unido...) pusieron en práctica esta idea en 2010, con una puesta de resultados en común un año después y, una segunda fase de actuación que asegurara la continuidad del progreso en el campo de la gestión de recursos.

De hecho, tenemos que incluso el instituto C2C está colaborando con países de América, donde lo han denominado, concepto de Producción en Ciclo Cerrado (PCC) Allí, la primera aplicación de este programa se llevó a cabo en Ecuador entre el año 2010-2013 con el objetivo de introducir y demostrar la viabilidad de la metodología PCC en el sector productivo ecuatoriano.

El proyecto dio lugar a la entrega de la primera certificación Cradle-to-Cradle de un embalaje de un producto empaquetado en América Latina y el Caribe. Y a base de este logro, se inició en Noviembre del 2013 la Fase II del programa de Producción en Ciclo Cerrado en las Americas (2013-2015) para convencer a otras empresas de su importancia y viabilidad.

•ESTRUCTURA Y MÉTODO•

ECONOMÍA COMO MOTOR DE LOS CAMBIOS SOCIALES

La economía industrial es el motor de cambios sociales, tanto para bien como para mal. En ella, el rico se hace más rico y el pobre lo es aún más, ya que tiende a concentrar la riqueza en manos de unos pocos, llevando a la desigualdad social.

A menudo los industriales ven a los ambientalistas como un obstáculo para la producción y el crecimiento. La actitud adoptada convencionalmente hasta ahora es que estos dos sistemas, no pueden crecer a la par, y que la industria, debe ser regulada y acotada para preservar el medio ambiente en buenas condiciones.

Es decir, se propone el establecimiento de límites de consumo y la realización de sacrificios para salvar el planeta, que no gustan nada al usuario.

BASURA= ALIMENTO

Es por esto que, necesitamos una solución ya que el problema de los residuos es una constante para muchas fábricas y empresas que buscan librarse de la basura.

Con el fin de resolverlo el C2C propone *“eliminar el concepto de desperdicio”*⁶, no reducirlo o minimizarlo, sino eliminarlo por completo, evitando así establecer los incómodos límites cuantitativos en torno al consumo de productos. Para ello, busca convertir los residuos en alimento, con lo que, estos deben ser completamente inocuos para humanos, plantas y animales, es decir, deben ser biodegradables.

Con este sistema no se producen residuos, los fabricantes se ahorran millones en la creación de materiales valiosos y se reduce la extracción de materias primas.

*Eliminar el concepto de residuo significa diseñar las cosas (los productos, los embalajes, los sistemas, los edificios) desde su más puro origen, pensando que no existe residuo. Es decir, los valiosos nutrientes contenidos en los materiales conforman y determinan el diseño*⁷

Por lo que para diseñar un producto o sistema de acuerdo con esta tesis, debemos separar, clasificar y analizar sus componentes, eliminar o sustituir aquellos que no puedan reutilizarse de forma cíclica.

Es por esto que la solución, está plenamente arraigada al diseño, e incluso bajo esta potente premisa podríamos decir que la forma sigue a la evolución, no sólo a la función. Esto es debido a que, si queremos que el producto sea posteriormente desensamblado y sus materiales recuperados, el tener en cuenta todas estas ideas, irremediablemente condicionará nuestro diseño.

⁶ Foro Urbano Mundial de la cumbre sobre la tierra 1992

⁷ Braungart M. y W. McDonough, (2005) *Cradle to cradle. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. Edición a cargo de Antonio García Brage. España, Grupo editorial McGraw-Hill.

EL BUEN DISEÑO ES UNA ELECCIÓN

Normalmente, cuando un diseñador se dispone a crear un nuevo producto, se plantea una serie de preguntas esenciales sobre cómo se hará. ¿A quién va dirigido? ¿Cuál será su funcionalidad? ¿Cuánto costará?

Los fabricantes y diseñadores deben reflexionar sobre qué clase de producto realmente desean crear y plantearse las preguntas correctas para revelar lo que consideran verdaderamente importante. El buen diseño, por lo tanto, es una elección. Cuánto más exigentes sean los criterios, mayor será la calidad del producto.

En este diseño deben tener en cuenta los criterios ecológicos que quieren que el producto refleje, si quieren que sea reciclable, deberán tenerlo en cuenta desde el origen, y no cuando ya está acabado.

“Si se empieza con un diseño ecológicamente dañado de raíz, a menudo no podrá ser reparado mediante pequeños cambios”.⁸

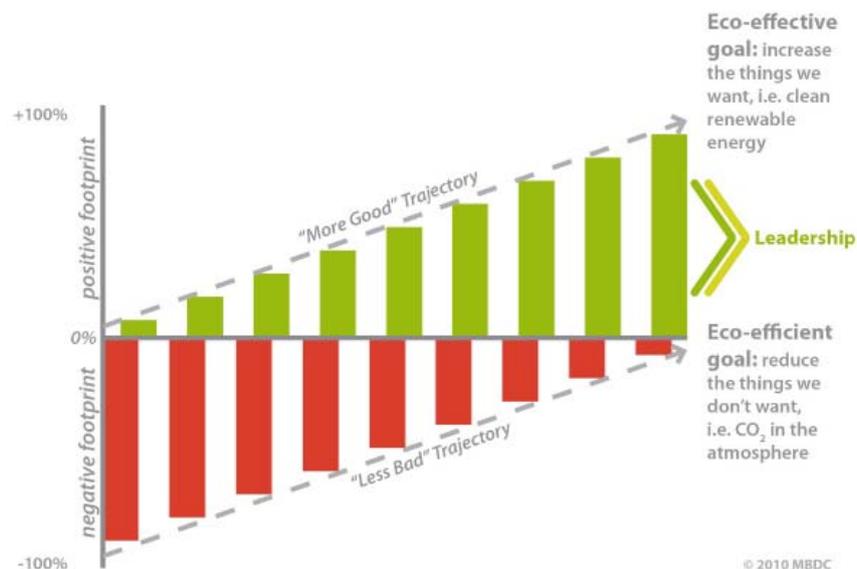


Fig. 5 Gráfico de mejora continua (www.c2ccertified.org)

El objetivo no sólo es ser “menos malos”, es decir, NO es intentar hacer el menor daño posible al planeta con nuestro producto o conseguir el mínimo impacto, si no llegar a crear un impacto positivo, ser “más buenos”. De esta forma, todo aquello que rodea al producto sufrirá una mejora ecológica debido al desarrollo del mismo.

Con esto, no sólo conseguiremos que el producto no sea algo perjudicial, sino que además será beneficioso para aquello cuánto le rodea. Si hacemos esto el crecimiento industrial será visto de forma positiva.

La naturaleza, que según el biólogo Frederic Vester, es “la única empresa que nunca ha quebrado en unos 4.000 millones de años” nos ha proporcionado el modelo para una economía sostenible y de alta productividad.

⁸ Braungart M. y W. McDonough, (2005) *Cradle to cradle. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. Edición a cargo de Antonio García Brage. España, Grupo editorial McGraw-Hill.

McDonough y Braungart hablan del ejemplo del cerezo. Este es un árbol que da miles de flores, que a su vez se transforman en frutos injeridos por otros animales. Estos frutos muchas veces caen al suelo, pero no todos germinan y se convierten en un nuevo árbol, sino que algunos simplemente se descomponen.

Sin embargo, al ver todos los frutos que produce el cerezo nadie pensaría que es un desperdicio. Porque con esto, el árbol no sólo permite su supervivencia, sino que alimenta a todo lo que tiene a su alrededor.

Este sistema natural sería un sistema efectivo y lo mejor de los sistemas efectivos es que uno quiere que haya más de ellos y no menos. Por ello, hemos de diferenciar entre ser eficientes, y ser efectivos.

Un edificio eficiente es aquel que intenta minimizar su uso de energía y reduciendo la cantidad de la misma que proviene de combustibles fósiles, mientras que uno efectivo es aquel que además de ser igual de eficiente energéticamente se diseña con elementos cuyos componentes están inmersos en ciclos biológicos o técnicos y hacen que el edificio sea acorde con la naturaleza que el rodea, el clima, la luz y el aire.

Además, cada uno de estos sistemas efectivos no deben ser una unidad aislada o separada de lo que tiene alrededor, sino que estarán necesariamente ligada a todos los demás.

INFRACICLAJE, RECICLAJE Y SUPRACICLAJE

Un producto reciclable es aquel que se puede recuperar como un material de calidad y/o valor similar.

Sin embargo, el reciclaje que realizamos en la sociedad actual se asimila más a lo que se denominaríamos infraciclaje ("downcycling"), es decir, al procesado de materiales y productos en otros nuevos materiales de calidad inferior, donde muchas veces este propio producto reciclado, recibirá un uso o importancia secundaria.

Por explicarlo claramente, actualmente, la mayoría de productos no son diseñados para que al final de su vida útil puedan ser desensamblados o descompuestos. Estos suelen contener diversos componentes que son procesados conjuntamente, perdiendo parte de sus propiedades.

Para suplir estas carencias, muchas veces se añaden aditivos y otros productos que no contenía el material original. Sin embargo, no hubiera sido necesario, forzar a conseguir estas características perdidas si hubiéramos tenido en cuenta la fase de reciclado desde el origen del diseño.

Normalmente los materiales que no pueden ser separados no pueden ser reciclados sin perder parte de sus propiedades, aunque cada uno de ellos si sea reciclable por su cuenta.

Esto ocurre por ejemplo con el acero de alta calidad, rico en carbono, que muchas veces es fundido junto con otros componentes, como pinturas u otros metales perdiendo su elasticidad, de forma que para intentar recuperarlas se le

añade más acero de alta calidad creando un híbrido que nunca llegará a ser tan bueno como el original.

Y lo mismo ocurre con la mayoría de productos, ya que *“un material, por el simple hecho de ser producto para el reciclaje, no se convierte automáticamente en benigno desde el punto de vista ecológico, especialmente si no fue diseñado específicamente para ser reciclado”*.⁹

Es por esto que, deberíamos aspirar al supraciclaje (“upcycling”), que por el contrario, utiliza todo el producto con el fin de hacerlo útil otra vez o darle una nueva identidad o valor sin perder sus propiedades.

Es decir, la solución no es producir menos, tal y como ha sido planteada por los ecologistas hasta ahora, es producir y diseñar bien.

En su libro “Cradle to Cradle. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas” McDonough y Braungart nos explican que el papel de un libro, es considerado un material biodegradable, y sin embargo, en su proceso de fabricación atraviesa tratamientos de blanqueo en los que se utilizan diversos químicos como el cloro, que no son naturales, o vemos que en sus acabados tenemos barnices, polímeros o metales pesados, como en algunas de las tintas de los textos.

A la hora de deshacernos de él, lo consideramos biodegradable a pesar de que, incluso si lo quemamos, liberará estas sustancias químicas al entorno.

Por el contrario si lo reciclamos, tendrá una apariencia distinta, perderá cualidades y deberemos añadir más químicos o más papel nuevo (pulpa virgen) para compensarlo. Es por esto que el papel es un material “infraciclado”.

Este es un ejemplo de problema de diseño, es por esto que ellos se plantean: ¿y si el papel de los libros se sustituyera por un tipo de plástico extremadamente duradero del cual podemos extraer las tintas y recuperar todos los materiales que hemos usado?

Puede parecer una fantasía, pero su libro está impreso de esta forma, en un tipo de plástico que, además al ser un polímero de alta calidad, es impermeable, podemos leerlo incluso en la bañera y podemos recuperar y reutilizar todos sus componentes al final de su vida útil ya que, las tintas no son tóxicas y pueden borrarse o recuperarse si cocemos el libro a altas temperaturas.

Esta solución no utiliza materiales que un principio consideraríamos ecológicos, y mucho menos, más ecológicos que la propia madera y, sin embargo, gracias a una elección de materiales muy estudiada, que es la que conforma el diseño, no genera ningún residuo ni se pierden parte de sus propiedades.

Esto sería lo que ellos llaman supraciclado, una solución reutilizable en la que no ha cambiado la apariencia del producto ni se han establecido restricciones cuantitativas en la producción.

⁹ Braungart M. y W. McDonough, (2005) *Cradle to Cradle. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. Edición a cargo de Antonio García Brage. España, Grupo editorial McGraw-Hill

CICLO BIOLÓGICO Y CICLO TÉCNICO

Como ya hemos dicho, a diferencia de nuestra concepción lineal de la producción, este es un método de fabricación en ciclo cerrado, en el que tenemos dos ciclos distintos.

“Los productos pueden estar compuestos por materiales que serán biodegradables y que se convertirán en alimento a lo largo de ciclos biológicos, o por materiales técnicos que no salen de los bucles de ciclos técnicos”

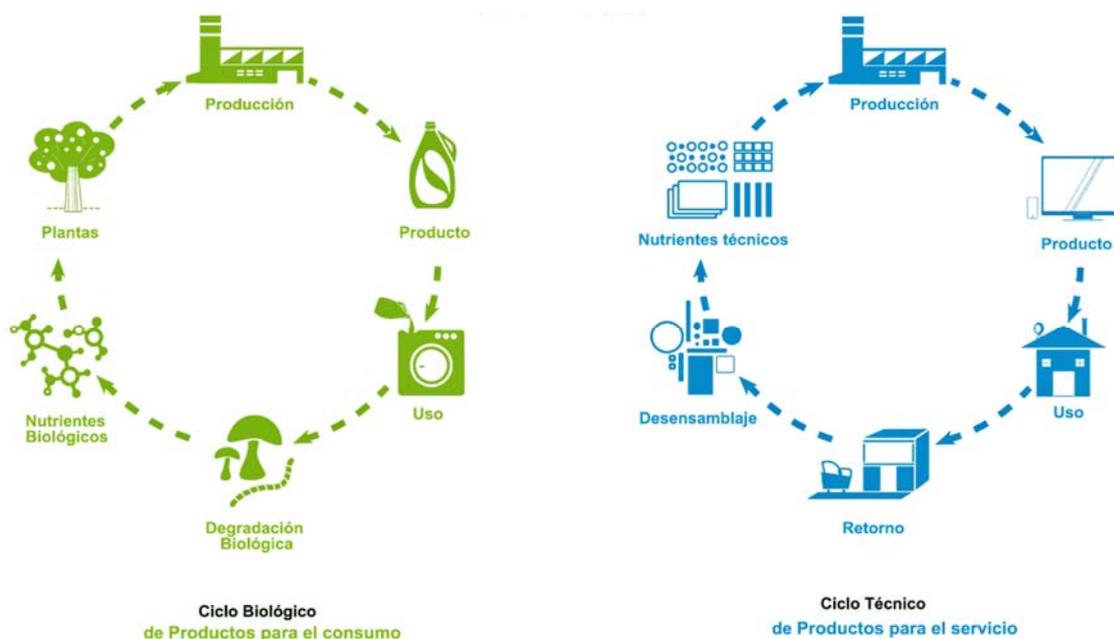


Fig. 6 Fases y ciclos Biológico y técnico.

El metabolismo biológico será aquel que esté compuesto por los materiales o productos que pertenecen a la Biosfera y que son diseñados para volver a los ciclos naturales, es decir, para ser degradables y alimentar a los microorganismos del suelo.

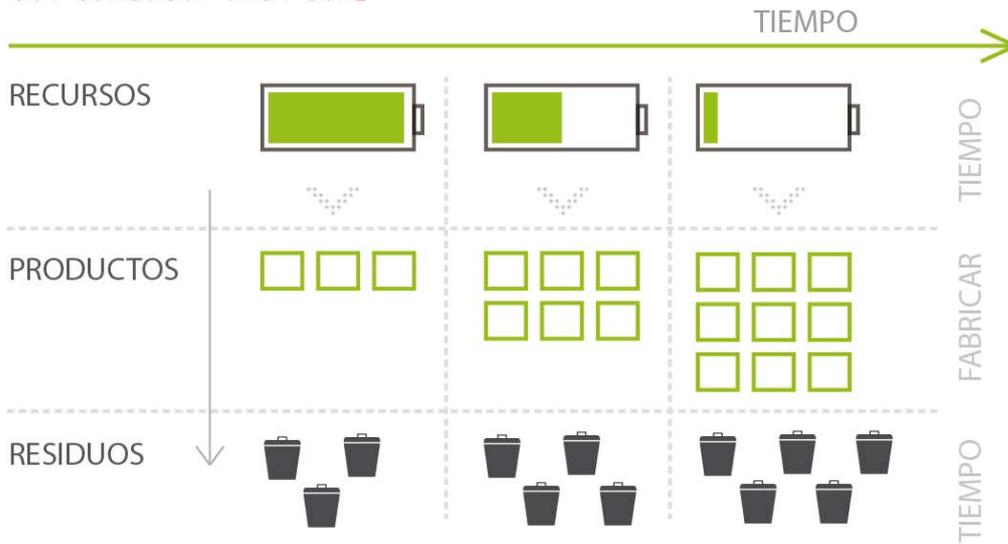
Muchas veces, no es necesario que el envoltorio de un producto sea más duradero que el propio producto que contiene. Esto ocurre con los envases de champú, de zumos, helados, etc. los cuales, no tiene sentido que duren décadas, sino que podrían ser fabricados con componentes biodegradables que al final de su vida pudieran ser usados como compost.

De forma paralela, el metabolismo técnico será aquel que esté compuesto por los materiales o productos que pertenecen a la Tecnosfera y que son diseñados para permanecer en el ciclo técnico, es decir, para ser siempre parte de un ciclo industrial.

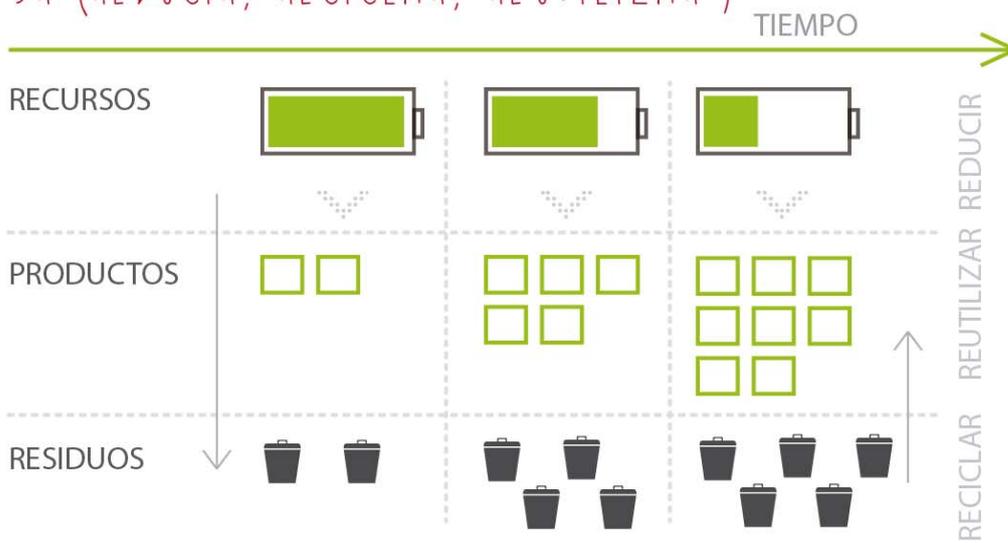
Para su reciclaje, deberán ser separados e incorporados otra vez al ciclo técnico de forma independiente.

Esto supone que cuanto más residuos tengamos, de más materias dispondremos, lo que conlleva una concepción innovadora del residuo, el cual deja de ser algo negativo y pasa a ser algo positivo, “alimento”.

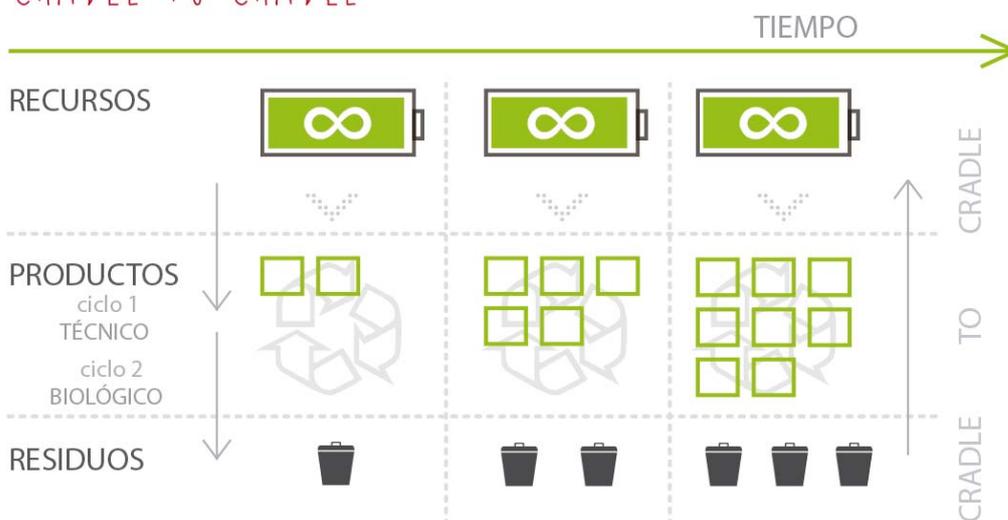
SITUACIÓN ACTUAL



3R (REDUCIR, RECICLAR, REUTILIZAR)



CRADLE TO CRADLE



Un ejemplo de aplicación a la industria sería la fábrica textil suiza Röhner". Esta tenía problemas con sus residuos, que habían sido declarados como peligrosos, por lo que no podía enterrarlos ni llevarlos a incineradoras.

El propietario se puso en contacto con Braungart y McDonough para que resolvieran su problema.

Estos, en lugar de apoyar su idea de tejidos hechos con materiales reciclados, como botellas de plástico que en contacto con el cuerpo pueden desprender partículas nada recomendables para el mismo, pusieron en práctica la filosofía C2C creando un tejido totalmente biodegradable en el que se eliminarán todos los componentes perjudiciales.

Tras una evaluación concluyeron que el agua que salía de la fábrica podía ser vertida directamente al río, ya que era potable y estaba más limpia incluso que el propio agua que entraba en ella, solventando así, el problema de residuos.

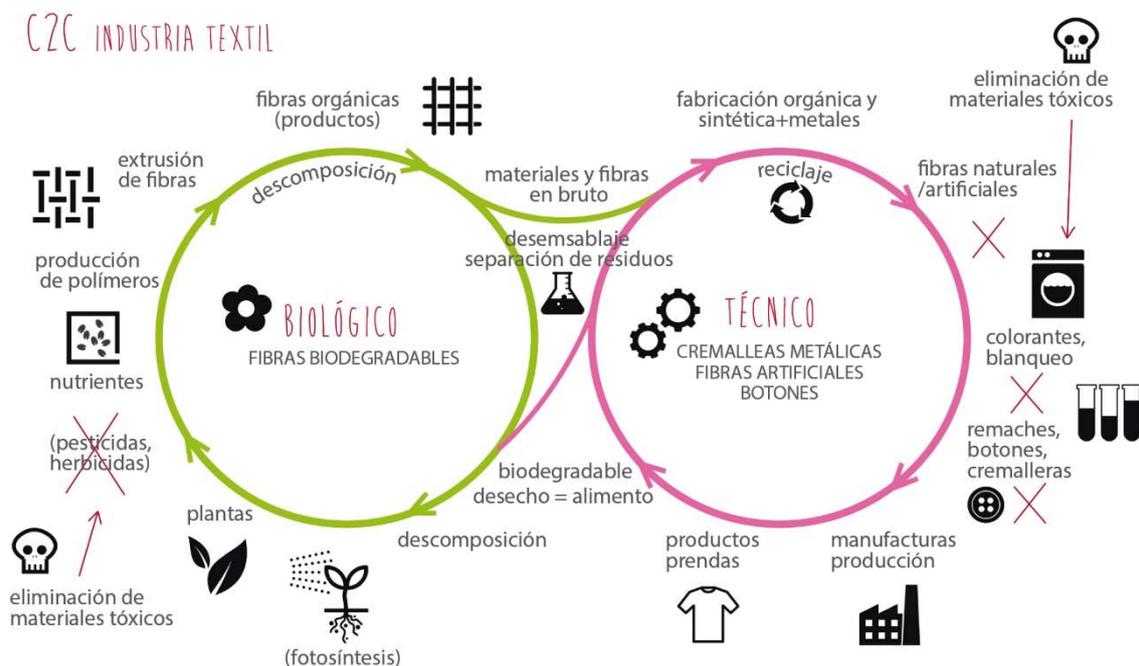


Fig. 7 Ejemplo de ciclo biológico y técnico para la industria textil.

PRODUCTO DE CONSUMO Y PRODUCTO DE SERVICIO

De esta forma podríamos incluso llegar a concebir dos tipos de productos, los de consumo y los de servicio, que sería un concepto similar al alquiler.

En lugar de pensar que todos los productos deben ser comprados, poseídos y desechados por los consumidores, tendríamos una variante que incluiría un servicio prestado para un cierto período de tiempo dado.

Es decir, si todos los componentes de un producto se pueden volver a utilizar sin perder ninguna de sus propiedades, el coste del producto se reduce drásticamente, por lo que podríamos pagar sólo el tiempo que lo usemos comprometiéndonos a su devolución íntegra cuando finalice nuestro uso.

La compañía que nos lo vendió se comprometería a la retirada del producto y a su separación o supraciclaje, y en este caso tendría un incentivo para utilizar los materiales de la más alta calidad, ya que va a volver a recuperarlos y reutilizarlos, conservando también así a los clientes.

“Diseñar los artículos como productos de servicio implica diseñarlos para que sean desensamblados”.

Esto es lo que la ideología C2C llama “eco-leasing” (arrendamiento ecológico), que está comenzando a implantarse en algunos productos.

Pero, ¿qué pasaría si aplicáramos esta ideología, que hoy en día, sólo se aplica a pequeños productos, también a sistemas de mayor tamaño, como a grandes proyectos de arquitectura?

Se abre un mundo de posibilidades.

5.1 Ideología Cradle to cradle

En resumen, los principales principios serían:

- a) **Eliminar el concepto de residuo. No reducirlo, minimizarlo o evitarlo.** Los nutrientes se convierten en nutrientes de nuevo y todo se debe diseñar para ser nutriente de otra cosa, de manera que los desechos = alimento.
- b) **Utilizar energías renovables.** Tanto en la fabricación como en el uso de un producto se debe utilizar la energía de la radiación solar incidente en la actualidad.
- c) **Todo debe contribuir a la diversidad.** En lugar de ofrecer soluciones genéricas deberíamos tener en cuenta las interacciones que se producen con los sistemas naturales.

5.2 Certificación Cradle to Cradle

La certificación de productos “Cradle to Cradle” es tan exhaustiva como rigurosa. Requiere de un cambio de paradigma a la hora de pensar en cómo se diseña un producto, qué contiene y dónde va después de su ciclo de uso.

Es un sistema de guía para los diseñadores y fabricantes de productos, que lleva a la creación de productos y sistemas que redefinen la calidad, la belleza y la innovación.



Fig. 8 Logo de la certificación

Está pensado para los productos o materiales de todas las industrias (excepto alimentación y bebidas, pero sí sus embalajes) que pueden optar a recibir la certificación. Desde el inicio del programa en 2005, unas 200 empresas han

participado en el programa de certificación "Cradle to Cradle", con miles de productos certificados y millones vendidos.¹⁰

Esta certificación no se aplica a:

- Edificios, ciudades, países
- Productos que contengan químicos prohibidos de la lista de la certificación.
- Comidas, bebidas, productos farmacéuticos, combustibles.
- Productos que provengan de especies en peligro.
- Productos cuyas características se opongan a la filosofía C2C.

ÍNDICE DE REUTILIZACIÓN DEL MATERIAL

Un producto se considerará como un producto de un solo material tanto si se compone de un material único y homogéneo, como si se compone de un material homogéneo que representa al menos el 95% de peso final de producto y cuyo 5% o menos restante, está formado por otros materiales que sean o bien revestimientos, acabados, impresiones, pinturas, tratamientos de superficie.

Para calcular el índice de reutilización de un material tenemos que los materiales que clasifican en:

- Materiales reciclables.** Es un material que se puede reciclar al menos una vez después de su fase de uso inicial en alguna parte del mundo.
- Materiales o químicos biodegradables.** Debe ser completamente biodegradable con el fin de ser considerado como tal en la siguiente fórmula.
- Materiales compostables.** Es un material capaz de experimentar descomposición biológica en un lugar de compostaje como parte de un programa disponible.
- Materiales reciclados.** Combina un porcentaje de materiales de post- y pre- consumo de reciclado.
- Materiales rápidamente renovables.** Un material rápidamente renovable es un material que se cultiva y se cosecha en ciclos de menos de 10 años.

$$\frac{\left[\begin{array}{l} \% \text{ contenido del producto reciclable} \\ \text{o rápidamente renovable} \end{array} \right] + 2x \left[\begin{array}{l} \% \text{ producto reciclable o} \\ \text{biodegradable/compostable} \end{array} \right]}{3} \times 100$$

INVENDIBLES

Desgraciadamente aún existen algunas excepciones, productos que no se acomodan a ninguno de los dos ciclos, lo cual es una situación que crea conflicto. Aunque "se intentará emprender políticas de supresión de residuos invendibles que serán eliminados del flujo actual de residuos."

¹⁰ MBDC in collaboration with Environmental Protection Encouragement Agency, GmbH (2016) *Cradle to cradle certified™ Product Standard versión 3.1*, McDonough Braungart Design Chemistry, p. 8

5.2.1 Clasificación de componentes según lo perjudicial que sean.

Clasificación y evaluación de los componentes

A	El componente es ideal para el material o sistema en cuestión desde una perspectiva “de la cuna a la cuna”.
B	El componente apoya en gran medida los objetivos “de la cuna a la cuna” para el producto. Ciclo biológico: rápidamente degradable Ciclo técnico: reciclable
C	Las propiedades moderadamente problemáticas del elemento en términos de la perspectiva de calidad “de la cuna a la cuna” se remontan a los ingredientes, aunque el material es todavía aceptable para su uso. Ciclo biológico: lentamente degradable Ciclo técnico: parcialmente reciclable
X	Las propiedades altamente problemáticas del elemento en términos de la perspectiva de calidad “de la cuna a la cuna” se remontan a los ingredientes. La optimización del producto requiere la eliminación de este ingrediente o material. Ciclo biológico: no degradable Ciclo técnico: no reciclable
Gris	Este material no puede evaluarse plenamente ya sea debido a la falta de formulación completa de los ingredientes, o a la falta de información toxicológica para uno o más ingredientes.
Prohibido	SE PROHIBE SU USO EN LOS PRODUCTOS CERTIFICADOS Este material contiene una o más sustancias de la lista prohibida y no se puede utilizar en un producto certificado.

Tabla 1. Clasificación y evaluación de los componentes. (Elaboración propia a partir de los datos de www.c2ccertified.org)

Sin embargo, “Prescindir sólo de un componente dañino no vuelve al producto sano y saludable” por lo que se tendrá en cuenta la cantidad de productos de cada tipo, para cada uno de los niveles de certificación que se establezcan.

Reciclable: Un material que se puede reciclar en un material de calidad y/o valor similar. En el caso de los revestimientos, su efecto sobre la reciclabilidad del material de sustrato es la principal preocupación ya que generalmente estos no son reciclables en sí mismos.

Parcialmente reciclables: Un material que es solamente “infraciclable”, es decir, el material resultante tiene menor calidad o valor; es por esto que será más probable que el material resultante que se deposite en vertederos al final del uso. Por ejemplo, las opciones para el reciclaje de plásticos termoestables son muy limitadas.

No reciclable: El material no es “infraciclable”. Los materiales que no pueden ser separados pueden no ser reciclables. Por ejemplo, en el caso de espuma pegada a una tela, cada uno puede ser reciclable por su cuenta, pero debido a que no se pueden separar, el elemento no es reciclable.

5.2.2 Niveles

En cuanto a los distintos grados de la certificación tenemos que existen 5 niveles de certificación de productos: básico, bronce, plata, oro y platino. Cada uno de ellos desarrolla una serie de principios que deben ser cumplidos para obtenerlo.

Todos los niveles tienen la misma importancia, y para conseguir la certificación en un nivel determinado, el producto debe cumplir los criterios mínimos de dicho nivel en las 5 categorías que veremos a continuación.

	BÁSICO	BRONCE	PLATA	ORO	PLATINO
 Salud de los materiales			✓		
 Reutilización de materiales			✓		
 Energía renovable y gestión del carbono				✓	
 Gestión del agua			✓		
 Justicia social y biodiversidad		✓			

Nivel general de certificación

Tabla 2. Clasificación por categoría y nivel. (www.c2ccertified.org)

5.2.3 Categorías

Además de estos 5 niveles tenemos que la calidad se define a través de cinco categorías de criterios:

1. SALUD DE LOS MATERIALES O SISTEMAS

Se hace un inventario de los ingredientes de los productos en toda la cadena de suministro y se evalúa su impacto en la salud humana y el medio ambiente. Los criterios, en cada nivel, van encaminados hacia la eliminación de todas las sustancias químicas tóxicas y no definidas, para transformarlas en nutrientes de un ciclo seguro y continuo.

Conociendo los ingredientes químicos de todos los materiales en un producto, y la optimización hacia materiales más seguros, se busca:

-Identificar los materiales, ya sea como nutrientes biológicos o técnicos.

-Entender cómo los peligros químicos se combinan con una probable exposición, para determinar las potenciales amenazas para la salud humana y la certificación del medio ambiente.

2. REUTILIZACIÓN DE MATERIALES

Los productos se diseñan, bien para biodegradarse de forma segura como nutrientes biológicos, o bien para ser reciclados en nuevos productos como nutrientes técnicos. En cada nivel se debe continuar progresando en el aumento de la recuperación de materiales, manteniéndolos en continuamente en el ciclo.

Diseñando los productos hechos con materiales que provienen de la naturaleza o de la industria y pueden regresar a las mismas, se busca:

-Maximizar el porcentaje de materiales rápidamente renovables o de material reciclado utilizado en un producto.

-Maximizar el porcentaje de materiales que pueden ser reutilizados de forma segura, reciclados o fermentados al final del uso de un producto.

-Designar el producto como técnico (puede regresar con seguridad a la industria) y/o biológico (puede regresar con seguridad a la naturaleza)

3. ENERGÍA RENOVABLE Y GESTIÓN DEL CARBONO

En cada nivel los criterios se dirigen hacia la búsqueda de neutralidad del carbono y el funcionamiento de todas las operaciones con energías renovables al 100 %.

Imaginando un futuro en el que toda la fabricación se alimenta con energía 100% renovable limpia, se busca:

-Una fuente eléctrica renovable y compensar las emisiones de carbono para la etapa final de fabricación del producto.

4. GESTIÓN DEL AGUA

Los procesos están diseñados para considerar el agua como un recurso preciado e imprescindible para todos los seres vivos. En cada nivel, el progreso se orienta hacia la depuración de los efluentes para que estén conformes con los estándares del agua saludable.

Manejando el agua limpia como un recurso preciado y un derecho humano esencial, se busca:

-Abordar los impactos locales geográficos de agua y la industria en cada instalación de fabricación.

-Identificar, evaluar y optimizar los productos químicos en los efluentes de una planta.

5. LEGITIMIDAD O JUSTICIA SOCIAL Y BIODIVERSIDAD

Las operaciones de la empresa que fabrica el producto se han diseñado para apoyar todos los sistemas naturales y humanos, y el progreso, se dirige hacia un impacto totalmente positivo tanto en las personas como en el planeta.

Diseñando las operaciones en honor a todas las personas y los sistemas naturales afectados por la creación, uso, eliminación o reutilización de un producto, se busca:

-Utilizar los recursos reconocidos a nivel mundial para llevar a cabo autoevaluaciones que identifiquen los problemas de la cadena de suministro y los problemas locales realizando auditorías de terceros para asegurar condiciones óptimas.

-Marcar una diferencia positiva en la vida de los empleados y la comunidad local.

5.2.4 Requerimientos estándar para cada uno de los niveles

SALUD DE LOS MATERIALES O SISTEMAS

NIVEL BÁSICO

En este nivel el producto está 100 % caracterizado por sus materiales genéricos (por ejemplo, aluminio, polietileno, acero, etc.) y/o en las categorías de tipo de producto, marcas (ej: revestimientos). Además, todos los materiales, productos químicos o sistemas están definidos como sustancias nutritivas biológicas (NB) o técnicas (NT), es decir, tienen un metabolismo adecuado.

Por otro lado, los materiales que habían sido declarados por los administradores como "sujetos a revisión" en el producto no contienen ninguna sustancia química de la lista de sustancias prohibidas, por encima de los umbrales admisibles. Es decir, habrán sido eliminados o sustituidos.

NIVEL BRONCE

El producto ha sido evaluado al menos en un 75 % (en peso) utilizando las tablas de clasificación de elementos ABC-X (ver tabla 1 pág. 25) y se ha desarrollado una estrategia de eliminación o de optimización para aquellos materiales con una calificación x.

Los componentes externamente gestionados (EMCS), que son productos que ya han sido comercializados por un tercero, se consideran evaluados y contribuyen al porcentaje global del producto que ha sido evaluado.

La información de la formulación completa tiene que haber sido recogida para el 100% de los materiales que son nutrientes biológicos ya que se liberan directamente en la biosfera como parte de su uso previsto (por ejemplo, cosméticos, cuidado personal, jabones, detergentes, pinturas, etc.)

NIVEL PLATA

El producto ha sido al menos evaluado en un 95% (en peso) utilizando clasificaciones ABC-X. Los *componentes externamente gestionados (CEG)* se consideran evaluados y contribuyen al porcentaje global del producto que ha sido evaluado.

El producto no puede contener sustancias que se sabe o se sospecha que causan cáncer, defectos de nacimiento, daño genético, u otros daños reproductivos (CMR) en una forma que puede provocar una exposición evidente.

NIVEL ORO

El producto ha sido evaluado 100 % (en peso) usando las calificaciones de ABC. Para ello, se consideran todos los países de mercados emergentes evaluado como no-X.

El producto no contiene materiales evaluados como x, y no se requiere la estrategia de optimización.

El producto cumple con las normas *Compuestos Orgánicos Volátiles cradle to cradle (COV)* dónde las emisiones sean relevantes, es decir, normalmente en interiores.

NIVEL PLATINO

En él, todos los productos químicos, tanto del proceso como del producto, han sido evaluados y ninguno ha sido evaluado como x.

REUTILIZACIÓN DE LOS MATERIALES O SISTEMAS

NIVEL BÁSICO

Cada material genérico en el producto está claramente definido como una parte prevista de un ciclo biológico o técnico (esto está cubierto por el requisito de Higiene a nivel básico)

NIVEL BRONCE

El producto tiene un índice de reutilización del material que es ≥ 35 . (ver pág. 24)

NIVEL PLATA

El producto tiene un índice de reutilización del material que es ≥ 50 .

NIVEL ORO

El producto tiene un índice de reutilización del material que es ≥ 65 . Además, el fabricante ha completado una estrategia de "manejo de nutrientes" para el producto, incluyendo el alcance, un cronograma y un presupuesto.

NIVEL PLATINO

El producto tiene un índice de reutilización del material del 100, y está siendo activamente recuperado, y se cicla en un metabolismo técnico o biológico.

ENERGÍA RENOVABLE Y GESTIÓN DEL CARBONO

NIVEL BÁSICO

Se cuantifican las emisiones anuales de uso de la electricidad y de gas de efecto invernadero asociadas con la etapa final de fabricación del producto.

NIVEL BRONCE

Se desarrolla un uso renovable de la electricidad y una estrategia de gestión del carbono.

NIVEL PLATA

Para la etapa final de fabricación del producto, el 5% de la electricidad es de origen renovable o está compensada con proyectos de electricidad renovable, y el 5% de las emisiones de gases de efecto invernadero han sido sustituidas.

NIVEL ORO

Para la etapa final de fabricación del producto, el 50 % de la electricidad es de origen renovable o compensado con proyectos de electricidad renovable, y el 50 % de las emisiones de gases de efecto invernadero han sido desplazadas.

NIVEL PLATINO

Para la etapa final de fabricación del producto, 100 % de la electricidad es de origen renovable o está compensada con proyectos de electricidad renovable, y 100% de las emisiones de gases de efecto invernadero han sido desplazadas.

La energía embebida asociada con el producto "Cradle to Gate" se caracteriza y cuantifica, y se desarrolla una estrategia para optimizarlo. Al volver a la aplicación, se demuestra el progreso en el plan de optimización.

Una cantidad mayor o igual al 5% de la energía incorporada asociada con el producto "Cradle to Gate" está cubierta por las compensaciones o dirigida de otra manera (por ejemplo, a través de proyectos con los proveedores de productos, rediseño, el ahorro durante la fase de uso, etc.)

GESTIÓN DEL AGUA

NIVEL BÁSICO

El fabricante no ha recibido una violación significativa de su permiso de descarga dentro de los últimos dos años. Por otro lado, las cuestiones locales y específicas del negocio relacionadas con el agua están caracterizadas (por ejemplo, el fabricante determinará si la escasez de agua es un problema y/o si los ecosistemas sensibles están en riesgo debido a las operaciones directas)

Se proporcionará una declaración de intenciones para la administración de este recurso que describa qué medidas se están tomando para mitigar los problemas y las preocupaciones identificadas. Además, se deberá demostrar el progreso de los planes de acción.

NIVEL BRONCE

Para alcanzar este nivel se completará una auditoría de agua en toda la instalación.

NIVEL PLATA

Los procesos que relacionan el producto con los químicos en el efluente han sido caracterizados y evaluados.

Los problemas del agua de la cadena de suministro relevantes para al menos el 20% de los proveedores de nivel 1, se han caracterizado y se desarrolla una estrategia de impacto positivo. (Esto será necesario también para las instalaciones sin efluentes relevantes en el producto)

NIVEL ORO

Los procesos que relacionan el producto con los químicos en el efluente han sido optimizados (los productos químicos identificados como problemáticos se mantienen fluyendo en los sistemas de recuperación de nutrientes; y los

efluentes que dejan las instalaciones no contienen productos químicos evaluados como problemáticos)

Se demuestra progreso en la estrategia desarrollada por los requisitos de nivel de plata (requerido para instalaciones con ningún producto efluente correspondiente)

NIVEL PLATINO

Toda el agua que sale de la planta de fabricación cumple con los estándares de calidad potable del agua.

JUSTICIA SOCIAL Y BIODIVERSIDAD

NIVEL BÁSICO

Se ha llevado a cabo una auto-revisión coordinada del material o del producto para evaluar la protección de los derechos humanos fundamentales.

Se proporcionan los procedimientos de gestión con el objetivo de abordar los problemas identificados. Se requiere demostración de los avances en el plan de gestión para la re-aplicación.

NIVEL BRONCE

Se ha completado una responsabilidad social de completa auto-revisión y se ha desarrollado una estrategia de impacto positivo (basada en la herramienta Global Compact o B-Corp)

NIVEL PLATA

Para alcanzar este nivel debemos cumplir una de los siguientes requisitos:

Se completa una especificación del material y/o una certificación o auditoría sobre temas específicos, correspondiente a un mínimo del 25% de material del producto por peso (certificación FSC, comercio justo, etc.)

Los asuntos sociales de la cadena de suministro que son relevantes se investigan exhaustivamente y se desarrolla una estrategia de impacto positivo.

La compañía está llevando a cabo activamente un proyecto social innovador que produce un efecto favorable en la vida de los empleados, la comunidad local, la comunidad mundial, en los aspectos sociales de la cadena de suministro del producto, o el reciclado/reutilización.

NIVEL ORO

Se han completado dos de los requisitos del nivel plata.

NIVEL PLATINO

Se completa una auditoría a nivel de instalaciones por un tercero, contra un programa de responsabilidad social reconocido internacionalmente (por ejemplo, norma SA8000 o B-Corp) y además se han cumplido todos los requisitos del nivel plata.

RESUMEN CERTIFICACIÓN C2C

SALUD DE LOS MATERIALES	B A S I C O	B R O N C E	P L A T A	O R O	P L A T I N O
-Ningún producto químico de la lista de prohibidos está presente por encima de umbrales permitidos.	●	●	●	●	●
-Todos los materiales o sistemas están definidos como sustancias nutritivas biológicas o técnicas.	●	●	●	●	●
-El 100 % del producto está "caracterizado", es decir, es conocido (ej. todos los materiales genéricos catalogados).	●	●	●	●	●
-Hemos de tener una estrategia desarrollada para optimizar todos los productos químicos restantes que hayan sido evaluados o clasificados como "x".		●	●	●	●
-Al menos se ha evaluado o clasificado el 75 % del peso y, tenemos la información de formulación completa para el 100 % de los materiales que sean nutrientes biológicos (NB), que serán liberados directamente en la biosfera como parte de su uso final.		●	●	●	●
-Al menos el 95 % del peso ha sido evaluado y catalogado, y tenemos la información de formulación completa para el 100 % de los materiales NB que son liberados directamente en la biosfera como una parte de su uso final.			●	●	●
-Los materiales evaluados o catalogados no contienen cancerígenos, productos químicos mutágenos, o reproductivamente tóxicos (CMR) en una forma que pueda causar una clara exposición.			●	●	●
-El 100 % del peso del producto ha sido evaluado o catalogado.				●	●
-La formulación ha sido optimizada, es decir, por ejemplo todos los productos químicos evaluados como "x" han sido substituidos o serán retirados progresivamente.				●	●
-Se han aplicado las normas de emisión <i>Cradle to cradle de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)</i> donde sean relevantes. Se intentará asegurar que los COV no se están emitiendo por productos usados en los interiores o que afecten a los mismos.				●	●
-Todos los procesos químicos han sido evaluados y no existe ningún químico evaluado como "x" entre los químicos presentes.					●

Tabla 3. Condiciones de Salud de los materiales o sistemas para cada nivel

REUTILIZACIÓN DE LOS MATERIALES O SISTEMAS

	BÁSICO	BRONCE	PLATA	ORO	PLATINO
-Definido el ciclo apropiado (es decir, técnico o biológico) para el producto.	•	•	•	•	•
-Diseñado o fabricado para el ciclo técnico o biológico y tiene un índice de reutilización del producto cuya puntuación es ≥ 35 .		•	•	•	•
-Diseñado o fabricado para el ciclo técnico o biológico y tiene un índice de reutilización del producto cuya puntuación es ≥ 50 .			•	•	•
-Diseñado o fabricado para el ciclo técnico o biológico y tiene un índice de reutilización del producto cuya puntuación es ≥ 65 .				•	•
-Se elaborará una estrategia bien definida de manejo de nutrientes (incluyendo el alcance, un cronograma y un presupuesto) para el desarrollo de la logística y de los sistemas de recuperación para esta clase de producto o material.				•	•
-Diseñado o fabricado para el ciclo técnico o biológico y tiene un índice de reutilización del producto cuya puntuación es del 100.					•
-El producto está siendo activamente recuperado e introducido en un ciclo técnico o biológico.					•

Tabla 4. Condiciones de Reutilización de materiales o sistemas para cada nivel

ENERGÍA RENOVABLE Y GESTIÓN DEL CARBONO

	BÁSICO	BRONCE	PLATA	ORO	PLATINO
-Se cuantifican las emisiones anuales de uso de la electricidad y de gas de efecto invernadero asociadas con la etapa final de fabricación del producto.	•	•	•	•	•
-Se desarrolla el uso de energía renovable así como una estrategia de gestión del carbono.		•	•	•	•
-Para la etapa final de fabricación del producto, el 5% de la electricidad es de origen renovable o está compensada con proyectos de electricidad renovable, y el 5% de las emisiones de gases de efecto invernadero han sido sustituidas.			•	•	•
-Para la etapa final de fabricación del producto, el 50% de la electricidad es de origen renovable o está compensada con proyectos de electricidad renovable, y el 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero han sido sustituidas.				•	•
-Para la etapa final de fabricación del producto, el 100% de la electricidad es de origen renovable o está compensada con proyectos de electricidad renovable, y el 100% de las emisiones de gases de efecto invernadero han sido sustituidas					•

JUSTICIA SOCIAL Y BIODIVERSIDAD

	B Á S I C O	B R O N C E	P L A T A	O R O	P L A T I N O
-Se ha llevado a cabo una auto-revisión coordinada del material o del producto para evaluar la protección de los derechos humanos fundamentales	●	●	●	●	●
-Se proporcionan los procedimientos de gestión con el objetivo de abordar los problemas identificados. Se requiere demostración de los avances en el plan de gestión para la re-aplicación.	●	●	●	●	●
-Se ha completado una responsabilidad social de completa auto-revisión y se ha desarrollado una estrategia de impacto positivo (basada en la herramienta Global Compact o B-Corp)		●	●	●	●
Cumplir uno de los siguientes: -Se completa una especificación del material y/o una certificación o auditoría sobre temas específicos, correspondiente a un mínimo del 25% de material del producto por peso (certificación FSC, comercio justo, etc.) -Los asuntos sociales de la cadena de suministro que son relevantes se investigan exhaustivamente y se desarrolla una estrategia de impacto positivo. -La compañía está llevando a cabo activamente un proyecto social innovador que produce un efecto favorable en la vida de los empleados, la comunidad local, la comunidad mundial, en los aspectos sociales de la cadena de suministro del producto, o el reciclado/reutilización.			●	●	●
-Se han completado dos de los requisitos del nivel plata.				●	●
-Se han cumplido todos los requisitos del nivel plata.					●
-Se completa una auditoría a nivel de instalaciones por un tercero, contra un programa de responsabilidad social reconocido internacionalmente (por ejemplo, norma SA8000 o B-Corp)					●

Tabla 7. Condiciones de Justicia social y biodiversidad para cada nivel.

5.3 Materiales o productos cradle to cradle



Un ejemplo de producto certificado es la silla giroflex. Se tarda 10 minutos en desmontar y a excepción de la espuma todo se vuelve a reutilizar sin perder sus propiedades (aluminio, acero, plástico...)

El plástico de las ruedas se recupera, el resorte de gas se vuelve a tratar, el tejido se convierte en abono, etc. Las piezas se separan en función del material de cual estén fabricadas para poder recuperar fácilmente la materia prima.

Fig. 9 Partes de la silla giroflex. Certificación C2C: silver.

Se ahorra el 37% de aluminio, se consume en producción 38,55 KWh menos de energía y 21,2kg de CO₂ por silla. Se reduce el consumo de energía y calefacción de aceite, las emisiones de CO₂ y los residuos en el tratamiento de aguas residuales.

5.4 Aplicación del cradle to cradle a la arquitectura

Construir siguiendo la tesis C2C implica concebir los edificios desde un diseño ecológico y efectivo que se piensa desde el origen. Los edificios imitarán a los árboles, es decir, deberán ser concebidos como un microentorno en sí mismo, regenerando, produciendo más energía que la que consumen, depurando las aguas residuales que producen, etc. Son edificios que imitan o se integran en la naturaleza, en lugar de entrar en conflicto con ella.

Además deberá pensarse el conjunto global con el fin de que no malgaste energía llevando el proyecto a unos resultados y un confort óptimos. Debemos saber dónde se coloca y qué condiciones tiene, para poder beneficiarnos así de su orientación, luz natural, recursos disponibles, corrientes de aire o métodos y técnicas utilizadas tradicionalmente en la zona.

Una vez finalizada su vida útil, sus materiales deberán ser biodegradables o reutilizables sin perder sus propiedades, de manera que no se generen residuos inútiles. En el primer caso, al ser biodegradables, serán devueltos al suelo generando nutrientes, mientras que en el segundo, serán incorporados de nuevo al ciclo para poder ser utilizados en otras construcciones. Sin embargo, para poder reutilizar los materiales, deberán ser desmontables de manera sencilla y eficaz, lo cual repercutirá irremediabilmente en el diseño.

Por supuesto, se hará uso de energías renovables, y se tendrá en cuenta su utilización en todas las fases del proyecto, tanto extracción, procesamiento, transporte, uso y reutilización. Incluso como un árbol, se generará más energía de la que se consume. Y lo mismo ocurrirá con el principio de justicia social y biodiversidad, que no sólo se aplicará a la fabricación sino al transporte, a la construcción, demolición o desensamblado, etc.

5.4.2 Caso de estudio. Aplicación y crítica.

SEDE LEITAT en el distrito 22@ de Barcelona

Aún son muy pocos los ejemplos que tenemos de completa aplicación de C2C, por lo que he buscado un edificio de alta eficiencia, cuyo diseño se asemeja a los principios C2C.

Lo analizaré de forma minuciosa viendo que más cambios podemos introducir para cumplir por completo con esta filosofía y poder estructurar o establecer una serie de pasos que marquen el proceso a seguir.

Varias premisas guían el proyecto, y una de principales es la voluntad de construir un edificio industrializado con técnicas reversibles hasta el máximo razonable. Se busca que sea factible el montaje en seco y el desmontaje completo del edificio para, en caso extremo, volverlo a construir en otro emplazamiento. Esto es coherente con el régimen del suelo que ocupa en la actualidad, ya que es una parcela de titularidad pública, con una cesión por un periodo de 50 años, tras los cuales todo lo que se mantenga en él pasará a titularidad también pública.

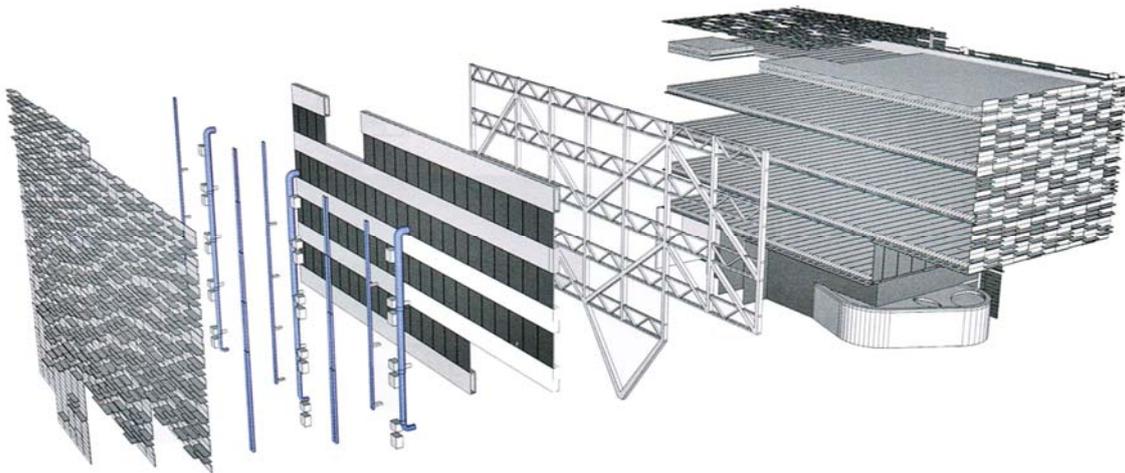


Fig. 10 Fachada explotada de la Sede Leitat. Hoja exterior/Instalaciones/Hoja interior/Pórtico

Además de acoger el programa interior, el edificio genera un nuevo espacio urbano, una plaza parcialmente cubierta por un voladizo que forma el propio edificio, y que conectará la calle con el patio interior de manzana, actuando como tamiz conector y creando un espacio protegido para el disfrute público.

Esta sede se planteó a partir de la idea de reversibilidad debido a que la construcción en seco con elementos prefabricados, lleva incorporado un alto nivel de exigencia, precisión y limpieza conceptual.

Se persigue conseguir la habitabilidad de los volúmenes interiores con el mínimo de elementos, unidos mecánicamente y de manera reversible en los puntos en los que sea posible.¹¹

¹¹ (2015) "Sede Leitat en el distrito 22@ de Barcelona - Pich-Aguilera Arquitectos" en Habitat Futura, número 58, Septiembre-Octubre 2015, pp. 24-33.

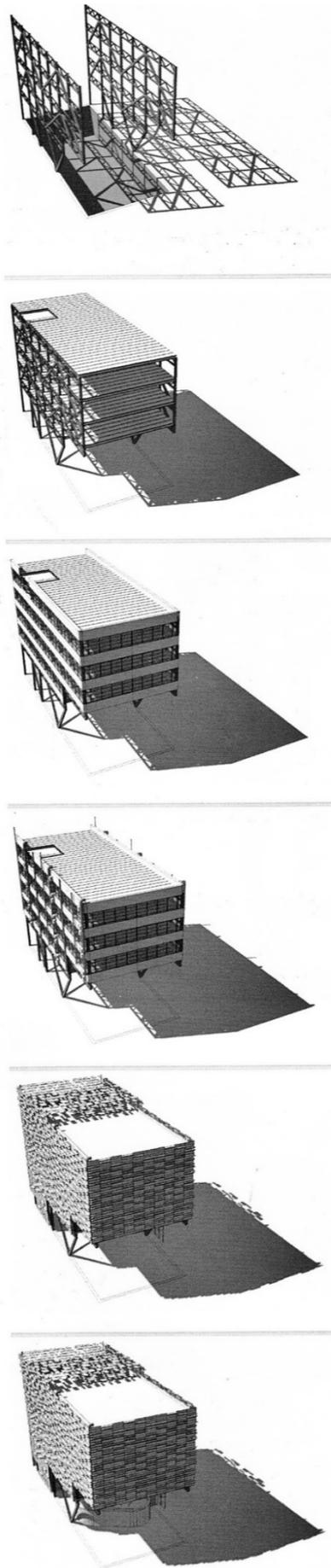


Fig.11 Desarrollo de la volumetría

ESTRUCTURA VERTICAL Y CIMENTACIÓN

Los pórticos atornillados a la fachadas principales son metálicos, y la excavación está entibada contra el terreno.

Sin embargo, si aplicamos estrictamente la ideología Cradle to Cradle, por la cual no podemos generar ningún residuo, la cimentación también debería ser recuperada una vez terminada la vida útil.

FORJADOS

Los forjados se realizan con placas alveolares pretensadas en una única crujía apoyadas en los pórticos metálicos. Las placas han sido machihembradas in situ mediante un cordón armado por encaje, por lo que podrán ser recuperadas.

FACHADA HOJA INTERIOR

Tiene un forro de cerramiento interior compuesto por bandas técnicas horizontales y ventanas corridas practicables. Las partes opacas están formadas por paneles sándwich con doblado interior aislante, que debería estar diseñado de forma que sus componentes puedan separarse.

INSTALACIONES

El sistema de instalaciones se adosa a la hoja interior y se divide en dos grandes grupos, las climatizadoras en cubierta y los sistemas VRV. Es un sistema accesible, ventilado y que admite una mayor densificación.

Las instalaciones serán del mismo material de forma que al terminar su vida útil puedan ser fundidas y reconvertidas.

ACABADO EXTERIOR

Estará compuesto por un sistema de filtro de piezas de hormigón pretensado y composite. La cubierta será vegetal y actuará también como aljibe, con zonas transitables.

Tenemos una pérgola fotovoltaica elevada, a modo de umbráculo, que llevan debajo las instalaciones por cubierta.

Todo el montaje del edificio se hace en seco, con elementos prefabricados o industrializados cuyas uniones implican precisión, rigor y mucha limpieza conceptual.

Esto alarga y complejiza el proceso de diseño, aunque por otro lado, se reduce considerablemente la duración de la obra, lo cual compensa este primer esfuerzo.

Es decir, la premisa del desmontaje lleva a planteamientos organizativos, tanto del edificio como del proceso de construcción, que evitará errores de proyecto, riesgos para los operarios o solapes de oficios, reduciendo al mínimo el desorden y ayudando a la limpieza conceptual del mismo.

Gracias a esto se logra establecer una jerarquía clara a la hora de plantear los sistemas del edificio. Este alto grado de exigencia desde el origen, ha conseguido que el resultado final sea un 10% más barato y un 50% más rápido.

	Energía renovable	90% de la producción
	118 paneles fotovoltaicos	Tamaño: 50+990+1645mm Potencia: 222 W Producción: 12
	Luz natural y control de la radiación solar	Exterior 1000 lx Interior 500 lx
	Tanque de agua en el tejado	Captación de la lluvia: 172,80 m ² Volumen del tanque:
	Extracción natural de aire	7% de la renovación de aire a través de las losas alveolares
	Confort	40-45% radiación
	$U_{\text{TEJADO}} = 0,29 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$ $U_{\text{VENTANAS}} = 2,10 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$ $U_{\text{MARCO}} = 3,10 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$ $U_{\text{CRISTAL}} = 1,80 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$ Factor solar = 0,6	
	Producción de refrigeración	95% distribución de calor y frío 5% fancoils
	Conducciones eficientes de recuperación de calor	Rendimiento energético: A

Tabla 8. Datos climáticos

Además gracias a que se ha pensado en el diseño, tenemos muchos elementos que son multifuncionales.

*“Por ejemplo, se introducen losas alveolares, cuya geometría hueca, sirve para llevar las canalizaciones de climatización. Estas losas se dejan expuestas al interior para sirvan de acabado y que, además, con su inercia térmica, actúen como depósitos de energía calorífica que estabilizan la temperatura del edificio”.*¹²

Lo mismo ocurre con el aljibe de la cubierta, diseñado para que también genere inercia térmica y sirva de retención del agua de lluvia. Esta agua se usa de diversas formas, como riego o humidificación del sustrato vegetal, o como enfriamiento evaporativo.

¹² Celia Galera (2015) "Sede Leitat en el distrito 22@ de Barcelona - Pich-Aguilera Arquitectos" en Habitat Futura, número 58, Septiembre-Octubre 2015. pp. 24-33

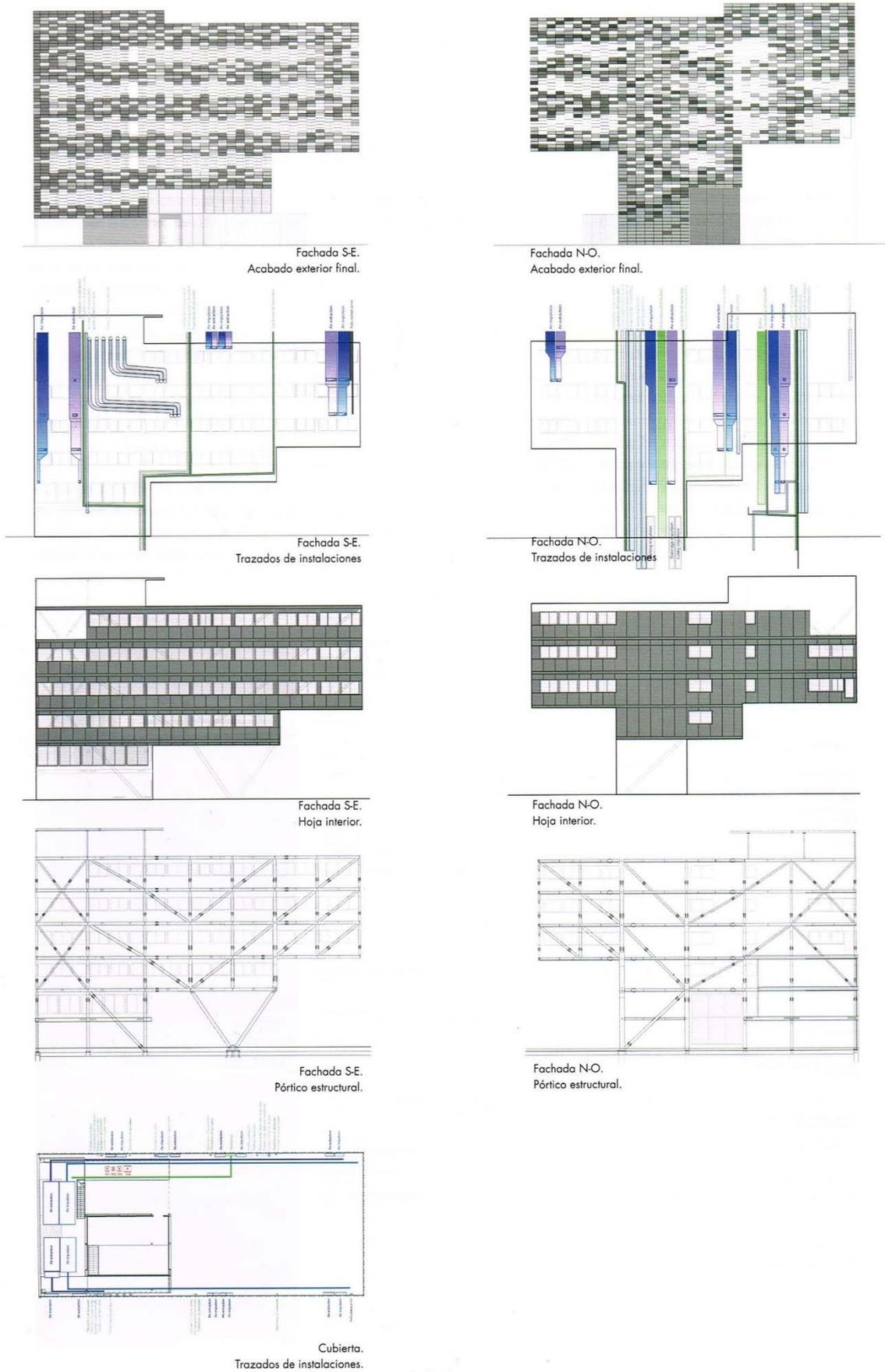


Fig. 12 Descomposición de alzados y planta de la Sede Leitat.

Finalmente, más ligado a la categoría de justicia social y biodiversidad, el edificio se piensa como sistema, como una plaza cubierta que participa de la ciudad y no una barrera entre el patio y la calle.

PROCESO Y PASOS A SEGUIR

1_Planificar

El primer paso es conocer el lugar en el que queremos colocar nuestro proyecto, para saber que materiales o recursos autóctonos existen en la zona y de cuáles podemos disponer. De esta forma determinaremos si cada material utilizado es el más adecuado.

Debemos entender qué necesidades existen en la zona y si podemos resolver alguna con nuestra propuesta.

Una vez tengamos esta información elegiremos una serie de materiales o componentes y comenzará el diseño. Hemos de entender qué el edificio estará condicionado por el reciclaje, más bien supraciclado (*upcycling*) de los componentes que lo forman, y no al revés. Por tanto, todo debe ser concebido para poder ser desensamblado y recuperado.

Para ello, nos ayudará dividir el edificio en partes, pero sin olvidar nunca que cada división forma parte de un sistema global, un todo unificado.

Una forma de abordar el problema sería resolverlo mediante una fachada multicapa en la que deberíamos separar entre: estructura (vertical y horizontal), instalaciones y revestimiento o fachada, tanto interior como exterior. De esta forma, si vamos construyendo bandas de uso que sean desmontables e independientes, será mucho más fácil, tanto su ensamblado en seco como su desmontaje.

Además de la construcción del edificio deberemos asegurarnos de que el mobiliario interior que introduzcamos también sea C2C.

2_Analizar

Una vez hecho esto, cuando ya hemos tenido en cuenta todas las premisas y tenemos el diseño acabado del edificio, procederemos al inventario de todos los materiales, sistemas o componentes incluidos en el mismo. De manera que, si alguno o una parte de él no cumple con los estándares requeridos, se procederá a su retirada y sustitución. Es decir, se redefinen las sustancias que componen el proyecto.

Para esto, el fabricante deberá facilitarnos datos de:

- Materiales, componentes, químicos, que forman cada producto.
- Cómo y dónde han sido fabricados, asegurando que las condiciones de los trabajadores son justas.
- Que se ha respetado el medio ambiente en su extracción, fabricación y transporte.
- Cuánta agua se ha utilizado y si se ha gestionado el agua en cada producto.
- El grado de reutilización de cada material.

Además se eliminarán directamente los sistemas que contengan componentes nocivos obvios como el mercurio, cadmio, plomo y aquellas que se conoce o se sospecha que son disruptores endocrinos, mutágenas o tóxicas.

Cómo este es un proceso laborioso, si queremos agilizarlo podremos utilizar materiales o sistemas constructivos que ya tengan asignada una calificación C2C, de manera que el análisis se reduzca considerablemente y tan sólo tengamos que centrarnos en conseguir un edificio reciclable y altamente eficaz.

Además en este paso, deberemos trazar un plan de actuación que recoja todos los pasos a seguir en el montaje del edificio, que lo ideal sería que se hiciera en seco para facilitar después su desensamblaje.

3_Evaluar o reinventar

Se reinventa la relación del proyecto con el consumidor teniendo en cuenta el conjunto de sistemas sociales, ecológicos y económicos. Es decir, se buscan y proponen caminos o soluciones distintas para resolver las necesidades del proyecto, y todo se pone en duda en busca de la eco-eficacia.

4_Optimizar

Llegados a este punto hemos de volver la vista atrás, alejarnos para tener una visión general y poder optimizar el diseño del producto y el proceso de extracción, fabricación, transporte, etc. que hayamos contemplado hasta ahora. Lo cual supondrá revisar todos los pasos anteriores, introduciendo variables de mejora.

A partir de aquí se elaborará el documento definitivo que nos servirá luego para el reciclaje del proyecto.

En este paso sería interesante entrar a formar parte de un programa piloto, el cual consistiría en entrenamiento y acompañamiento técnico por parte de algunos expertos para identificar el potencial del edificio que queremos diseñar y para cerrar el ciclo productivo en sus sistemas.

5_Certificar

Una vez hechos los cambios oportunos, se procederá a la certificación del producto, en la cual tendremos en cuenta:

- La salud de los productos o sistemas
- La reutilización de los mismos
- El uso de energía renovable y la gestión del carbono
- La gestión del agua
- La justicia social y biodiversidad

El proyecto o sistema se añadirá a al registro en línea de productos afines al Instituto. Además esta información estará disponible al usuario.

6_Renovar

Tener en cuenta el uso del edificio no solo la fabricación, por lo que la certificación necesitará de renovaciones o revisiones periódicas. Estas asegurarán que se mantiene la actualización de la información del edificio o de

los procesos, si es que se realizarán, y los propietarios deberán actuar de buena fe esforzándose continuamente por mejorar las categorías de cada criterio.

7_Reciclar

Una vez que finalice la vida útil del edificio, debemos desmontar todos los componentes y realizar los procesos necesarios para que puedan volver a ser utilizados, tanto en la misma función como para otra completamente distinta.

Para ello, deberemos disponer del inventario de materiales y del plan de actuación que se optimizó en el paso 3, en el que veremos cuál es el proceso a seguir y cómo cada material puede ser reutilizado.

•CONCLUSIONES•

Según el Cradle to Cradle, imitar la naturaleza para estar acorde con ella no tiene nada que ver con formas orgánicas ni con curvas sinuosas, sino con los sistemas efectivos a partir de los cuales se desarrolla.

Esta filosofía supone una reestructuración de la industria y los procesos de diseño, lo cual conlleva grandes ventajas, tanto para las empresas, que al poder reutilizar sus materias primas una y otra vez ahorran también grandes cantidades de dinero, como para los arquitectos y diseñadores, que aunque invierten más tiempo en la fase proyectual, ahorran dinero, eliminan errores y reducen la duración de la fase de la construcción.

PRODUCTOS vs. ARQUITECTURA

Hoy en día la mayor parte de las aplicaciones de esto están enfocadas a materiales o a sistemas o edificios de pequeño tamaño, debido a la cantidad de información requerida, lo cual dificulta su aplicación a gran escala. Sin embargo debemos continuar con esta línea de investigación para que en un futuro nos sea más fácil contemplar edificios de gran complejidad a partir de pequeñas unidades.

Todo lo establecido ya supone un gran avance rompedor, aunque hay un problema que radica en que aún son pocos los materiales y sistemas que han obtenido esta certificación en Europa, ya no decir en España, de manera que su uso en edificios es limitado. Por lo que, a la hora de realizar arquitectura que cumpla todas estas premisas, deberemos analizar nosotros mismos todos los materiales que usamos o usar aquellos pocos que de momento ya están certificados.

En el diseño, hay que tener en cuenta, tanto los materiales como los procesos de todos los elementos interiores y exteriores, mobiliario, funcionamiento del edificio y uso, construcción, transporte y generación de materiales, etc.

Esto supone un gran esfuerzo proyectual e inicial, sin embargo, podría reducirse si la certificación se extendiera y abarcara a todo. Además este esfuerzo inicial se compensa con creces en las fases sucesivas. Parece evidente que si hubiera más productos certificados se evitaría desplazar el material con lo que se reducirían los costes por transporte y, al aumentar la variedad, también sería más fácil la aplicación de distintas unidades a la totalidad de un gran sistema o proyecto.

Para ello, en primer lugar, es necesaria su difusión, uno de los principales problemas es que es un tipo de filosofía reciente que en muchos lugares aún no se ha dado a conocer. Sumado a esto tenemos que en muchos países, no existe formación por parte de los usuarios que desarrollan los productos o sistemas (operarios, obreros, empresarios, clientes...), que aprecien el valor añadido de un producto C2C.

A pesar de ello, ya ha sido posible describir y construir edificios que usen las innovaciones indicadas por el modelo C2C, lo cual nos abre una nueva vía de estudio y es una tesis muy interesante en la que merece la pena profundizar.

CUESTIÓN DE DISEÑO

Inicialmente, su puesta en marcha no tiene por qué ser tan radical, o todo o nada, podemos comenzar teniendo el C2C en cuenta de forma parcial, incluyendo y documentando de supraciclado que identifique las sustancias o sistemas utilizados en la construcción y diga cuáles de ellos son aptas para ser incorporadas de nuevo al ciclo técnico o biológico.

Por otro lado, podemos puntualizar algunas mejoras de la propia certificación.

Por ejemplo, en la fase gestión del agua, se debería hablar también de gestión de agua en el producto o en el proyecto, es decir, de la cantidad utilizada en su fabricación o construcción, y en todo caso, debería aplicarse también a su uso posterior no sólo al proceso, tanto a los residuos que genera como al producto final.

Incluso, sería importante que se incluyera si el consumo del edificio también es razonable. Y, no sólo en cuanto a gestión del agua, sino en consumo que se hace de energía o los residuos que se producen, si se reutilizan, etc.

En España no existe la mentalidad de inversión en estos temas, catalogados como de riesgo o novedades sin aplicación previa, lo que frena su puesta en marcha. Sin embargo, es importante subirnos a este tren y empezar a hablar de una filosofía que supone un cambio radical y cada vez abarca más campos de estudio nuevos.

•BIBLIOGRAFÍA•

LIBROS Y REVISTAS IMPRESOS

Braungart M. y W. McDonough, (1992) *The Hannover Principles: Design for Sustainability*. William McDonough & Partners. Charlottesville (Virginia).

Braungart M. y W. McDonough, (2005) *Cradle to cradle. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. Edición a cargo de Antonio García Brage. España, Grupo editorial McGraw-Hill.

Braungart M. y W. McDonough, (2013) *The Upcycle: Beyond Sustainability Designing for Abundance*. Primera edición. New York, North Point Press.

Jorge Riechmann (2006) *Biomímesis: Ensayos sobre la imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autocontención*. Primera edición. Madrid, Los libros de la Catarata.

Baker A. y L. Tucker (2011) *Cradle to cradle Home design: Process and experience*. Primera edición. New York. Fairchild Books.

Sips K. y P.Kuppers (2011) *A journey from Cradle to Cradle*. C2C Network Initiatives Guide. Italia, Grupo Stampa GB, Cologno Montzese (MI).

Solar Decathlon Europe Competition (2013) *Solar Decathlon Europe 2012 Improving Energy Efficient Buildings*. Primera edición. España, Solar Decathlon Europe + Universidad Politécnica de Madrid.

(2015) "Sede Leitat en el distrito 22@ de Barcelona - Pich-Aguilera Arquitectos" en *Habitat Futura*, número 58, Septiembre-Octubre 2015.

ONLINE

www.c2ccertified.org

MBDC in collaboration with Environmental Protection Encouragement Agency, GmbH (2013) *Cradle to cradle certified™ Product Standard versión 3.0 Material Health Assessment Methodology*, Noviembre, McDonough Braungart Design Chemistry.

MBDC in collaboration with Environmental Protection Encouragement Agency, GmbH (2015) *Supplemental Guidance for the Cradle to Cradle Certified™ Product Standard, Version 3.0*. Marzo, McDonough Braungart Design Chemistry.

Cradle to Cradle Products Innovation Institute in collaboration with MBDC (2015) *Supplemental Guidance for the Cradle to Cradle Certified™ Material Health Assessment Methodology, Version 3.0*. Marzo, McDonough Braungart Design Chemistry.

Cradle to Cradle Products Innovation Institute (2015) *Guidance for Applying the Final Manufacturing Stage Requirements in the Cradle to Cradle Certified™ Product Standard, Versions 3.0. and 3.1*, Octubre, McDonough Braungart Design Chemistry.

MBDC in collaboration with Environmental Protection Encouragement Agency, GmbH (2016) *Cradle to cradle certified™ Product Standard, Versión 3.1*, McDonough Braungart Design Chemistry.

Mulhall D. y M. Braungart (2010) *Cradle to cradle criteria for the built environment* Primera edición. Holanda, CEO Media BV. [e-book]

(2007) "Cradle to cradle - Ciclo de vida íntegramente verde" en Revista de la OMPI [en línea], número 2, Abril 2007, disponible en:

http://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2009/02/article_0010.html
[accesado el 4 de Marzo de 2016]

Jorge Riechmann (2005) *¿Cómo cambiar hacia sociedades sostenibles? Reflexiones sobre la biomimesis y autolimitación*. Isegoría [en línea], número 32, 2005, pp. 95-118, disponible en:

<http://isegoria.revistas.csic.es/index.php/isegoria/issue/view/28>
[accesado el 20 de Marzo de 2016]

www.oas.org (Organización de los Estados Americanos)

Departamento de Desarrollo sostenible (DSD) (2014) *Producción en ciclo cerrado en las Américas*, Septiembre, Organización de los Estados Americanos (OEA), Secretaría jurídica para el desarrollo integral (SEDI), disponible en:

http://www.oas.org/es/sedi/dsd/Energia/CicloCerrado/Panama/Evento_PAN/Sobre_el_Programa_Final_PAN_091514.pdf
[accesado el 8 de Abril de 2016]

Ministerio de energía, Gisma *"Inventario de emisiones de GEI para PyMEs"* [en línea] Santiago de Chile, disponible en:

<http://huelladecarbono.minenergia.cl/ciclo-vida-producto>
[accesado el 12 de Abril de 2016]

Otras páginas consultadas:

www.ipcc.ch (Intergovernmental Panel on Climate Change)

www.ecoemprende.com/cradle-to-cradle/

DOCUMENTOS AUDIOVISUALES

The Next Industrial Revolution: William McDonough, Michael Braungart and the Bird of the Sustainable Economy (2001) Documental dirigido por Chris Bedford and Shelley Morhaim y narrado por Susan Sarandon. Earthome Productions [VHS y DVD]

Waste = Food ("100% hecho de basura" en España) (2006) Documental dirigido por Rob Van Hattum. Odisea Channel [DVD]

OTROS

Conferencia de Carlos Arroyo (2016) Universidad Politécnica de Madrid, 10 de Febrero de 2016

•REFERENCIAS DE IMÁGENES Y TABLAS•

IMÁGENES

Imagen de portada por [Freepik.com](http://www.freepik.com)

Fig. 1 Emisiones antropógenas de GEI totales (Gt CO₂ eq/año) por sectores económicos

<http://www.ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&r=AR5%20-%20Synthesis%20Report&f=Topic%201> Fig 1.07-01
[Accesado el 5 de Mayo de 2016]

Fig. 2 Aplicación del Cradle to Gate a la arquitectura.

Elaboración propia a partir de los datos de:

<http://www.fs.fed.us/t-d/pubs/htmlpubs/htm08732839/page02.htm#fig07>
[Accesado el 5 de Junio de 2016]

Fig. 3 Aplicación del Cradle to Grave a la arquitectura

Elaboración propia a partir de los datos de:

<http://www.fs.fed.us/t-d/pubs/htmlpubs/htm08732839/page02.htm#fig07>
[Accesado el 5 de Junio de 2016]

Fig. 4 Aplicación del Cradle to Cradle a la arquitectura

Elaboración propia a partir de los datos de:

<http://www.fs.fed.us/t-d/pubs/htmlpubs/htm08732839/page02.htm#fig07>
[Accesado el 5 de Junio de 2016]

Fig. 5 Gráfico de mejora continua

<http://huelladecarbono.minenergia.cl/ciclo-vida-producto>
[Accesado el 12 de Mayo de 2016]

Fig. 6 Ciclos biológico y técnico

Elaboración propia a partir de los datos de:

MBDC in collaboration with Environmental Protection Encouragement Agency, GmbH (2016) *Cradle to cradle certified™ Product Standard versión 3.1*, McDonough Braungart Design Chemistry.

Fig. 7 Ejemplo de ciclo biológico y técnico para la industria textil.

Elaboración propia

Fig. 8 Logo de la certificación

www.c2ccertified.org
[Accesado el 10 de Junio de 2016]

Fig. 9 Partes de la silla giroflex. Certificación C2C: silver.

<http://www.ecointeligencia.com/tag/ecodiseno/>
[Accesado el 28 de Mayo de 2016]

Fig. 10 Fachada explotada de la Sede Leitat. Hoja exterior/Instalaciones/Hoja interior/Pórtico

Celia Galera (2015) "Sede Leitat en el distrito 22@ de Barcelona - Pich-Aguilera Arquitectos" en Habitat Futura, número 58, Septiembre-October 2015. p. 29

Fig.11 Desarrollo de la volumetría

Celia Galera (2015) "Sede Leitat en el distrito 22@ de Barcelona - Pich-Aguilera Arquitectos" en Habitat Futura, número 58, Septiembre-October 2015. p. 28

Fig. 12 Descomposición de alzados y planta de la Sede Leitat.

Celia Galera (2015) "Sede Leitat en el distrito 22@ de Barcelona - Pich-Aguilera Arquitectos" en Habitat Futura, número 58, Septiembre-October 2015. p. 31

TABLAS

Tabla 1. Clasificación y evaluación de los componentes.

Elaboración propia a partir de los datos de: (www.c2ccertified.org)

MBDC in collaboration with Environmental Protection Encouragement Agency, GmbH (2013) *Cradle to cradle certified™ Product Standard versión 3.0 Material Health Assessment Methodology*, Noviembre, McDonough Braungart Design Chemistry.

Tabla 2. Clasificación por categoría y nivel.

Elaboración propia a partir de los datos de: (www.c2ccertified.org)

MBDC in collaboration with Environmental Protection Encouragement Agency, GmbH (2013) *Cradle to cradle certified™ Product Standard versión 3.0 Material Health Assessment Methodology*, Noviembre, McDonough Braungart Design Chemistry.

Tabla 3. Condiciones de Salud de los materiales o sistemas para cada nivel.

Elaboración propia a partir de los datos de:

www.c2ccertified.org

Tabla 4. Condiciones de Reutilización de materiales o sistemas para cada nivel.

Elaboración propia a partir de los datos de:

www.c2ccertified.org

Tabla 5. Condiciones de Energía renovable y gestión del carbono para cada nivel.

Elaboración propia a partir de los datos de:

www.c2ccertified.org

Tabla 6. Condiciones de Gestión del agua para cada nivel.

Elaboración propia a partir de los datos de:

www.c2ccertified.org

Tabla 7. Condiciones de Justicia social y biodiversidad para cada nivel.

Elaboración propia a partir de los datos de:

www.c2ccertified.org

Tabla 8. Datos climáticos

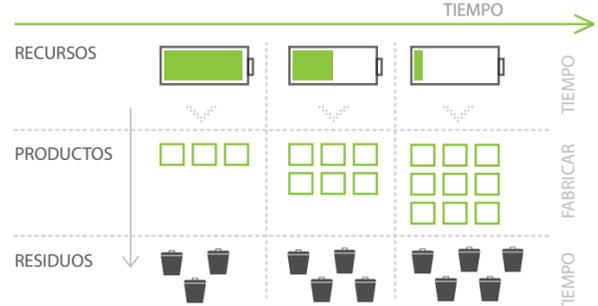
Elaboración propia a partir de los datos de:

Celia Galera (2015) "Sede Leitat en el distrito 22@ de Barcelona - Pich-Aguilera Arquitectos" en *Habitat Futura*, número 58, Septiembre-Octubre 2015. p. 27

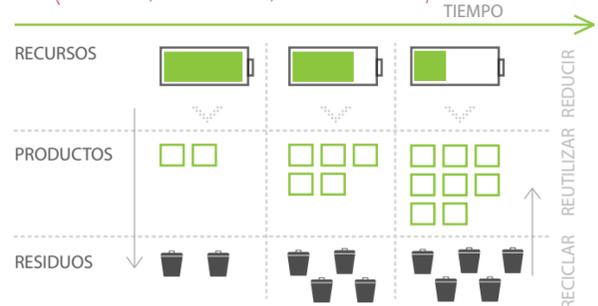
Calentamiento global + Exceso de residuos + Pérdida de la biodiversidad + Agotamiento de recursos

¡ NECESITAMOS UNA SOLUCIÓN !

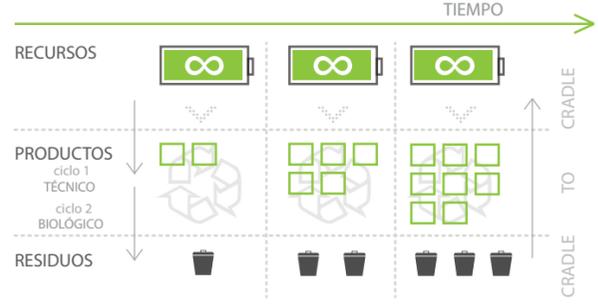
SITUACIÓN ACTUAL



3R (REDUCIR, RECICLAR, REUTILIZAR)



CRADLE TO CRADLE



SALUD DE LOS SISTEMAS

NIVEL	REQUISITOS
BÁSICO	-El producto está 100 % caracterizado por sus materiales genéricos (por ejemplo, aluminio, polietileno, acero, etc.) y/o categorías de producto, marcas (por ejemplo, revestimientos). -Se ha identificado en el producto y en sus materiales y/o productos químicos un metabolismo adecuado (es decir, nutrientes técnicos (NT) o nutrientes biológicos (NB)). -Los materiales sujetos a revisión en el producto que han sido declarados por los administradores no contienen ninguna sustancia química de la lista de sustancias prohibidas, por encima de los umbrales admisibles.
BRONCE	-El producto ha sido evaluado al menos en un 75 % (en peso) utilizando las tablas de clasificación de elementos ABC-X. -Los componentes externamente gestionados (EMCS) se consideran evaluados y contribuyen al porcentaje global del producto que ha sido evaluado. -La información de la formulación completa tiene que haber sido recogida por el 100% de los materiales BN que se liberan directamente en la biosfera como parte de su uso previsto (por ejemplo, cosméticos, cuidado personal, jabones, detergentes, pinturas, etc.) Se ha desarrollado una estrategia de eliminación o de optimización para aquellos materiales con una calificación X.
PLATA	-El producto ha sido al menos evaluado en un 95% (en peso) utilizando clasificaciones ABC-X. Los componentes externamente gestionados (CEG) se consideran evaluados y contribuyen al porcentaje global del producto que ha sido evaluado. Deberá haberse recogido la información completa de formulación del 100% de los materiales que son <i>nutrientes biológicos (NB)</i> , ya que se liberan directamente a la biosfera como parte de su uso previsto (por ejemplo, cosméticos, cuidado personal, jabones, detergentes, pinturas, etc.) -El producto no puede contener sustancias que se sabe o se sospecha que causan cáncer, defectos de nacimiento, daño genético, u otros daños reproductivos (CMR) en una forma que puede provocar una exposición plausible.
ORO	-El producto ha sido evaluado 100 % (en peso) usando las calificaciones de ABC. Se consideran todos los países de mercados emergentes evaluado como no-X. -El producto no contiene materiales evaluados como X (no se requiere la estrategia de optimización). -El producto cumple con las normas <i>Compuestos Orgánicos Volátiles cradle to cradle (COV)</i> donde las emisiones son relevantes.
PLATINO	-Todos los productos químicos, tanto del proceso como del producto, han sido evaluados y ninguno ha sido evaluado como X.

REUTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS

NIVEL	REQUISITOS
BÁSICO	-Cada material genérico en el producto está claramente definido como una parte prevista de un ciclo biológico o técnico (esto está cubierto por el requisito de Higiene a nivel básico)
BRONCE	-El producto tiene un índice de reutilización del material que es ≥35.
PLATA	-El producto tiene un índice de reutilización del material que es ≥50.
ORO	-El producto tiene un índice de reutilización del material que es ≥65. -El fabricante ha completado una estrategia de "manejo de nutrientes" para el producto, incluyendo el alcance, un cronograma y un presupuesto.
PLATINO	-El producto tiene un índice de reutilización del material del 100. -El producto está siendo activamente recuperado y se cicla en un metabolismo técnico o biológico.

ÍNDICE DE REUTILIZACIÓN DEL MATERIAL

$$\left[\frac{\% \text{ contenido del producto reciclable}}{\% \text{ producto reciclable o rápidamente renovable}} \right] + 2x \left[\frac{\% \text{ biodegradable/compostable}}{\% \text{ biodegradable/compostable}} \right] \times 100$$

IN VENDIBLES

EN FUNCIÓN DE LOS PELIGROS QUÍMICOS

- No hay peligro
- Riesgo al límite
- No hay datos
- Peligrosos

CLASIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES

A	El componente es ideal para el material o sistema en cuestión desde una perspectiva "de la cuna a la cuna". El componente apoya en gran medida los objetivos "de la cuna a la cuna" para el producto. Ciclo biológico: rápidamente degradable Ciclo técnico: reciclable
B	Las propiedades moderadamente problemáticas del elemento en términos de la perspectiva de calidad "de la cuna a la cuna" se remontan a los ingredientes, aunque el material es todavía aceptable para su uso. Ciclo biológico: lentamente degradable Ciclo técnico: parcialmente reciclable
C	Las propiedades altamente problemáticas del elemento en términos de la perspectiva de calidad "de la cuna a la cuna" se remontan a los ingredientes. La optimización del producto requiere la eliminación de este ingrediente o material. Ciclo biológico: no degradable Ciclo técnico: no reciclable
X	Este material no puede evaluarse plenamente ya sea debido a la falta de formulación completa de los ingredientes, o a la falta de información toxicológica para uno o más ingredientes. SE PROHIBE SU USO EN LOS PRODUCTOS CERTIFICADOS Este material contiene una o más sustancias de la lista prohibida y no se puede utilizar en un producto certificado.
Grís	
Prohibido	

ENERGÍA RENOVABLE Y GESTIÓN DEL CARBONO

NIVEL	REQUISITOS
BÁSICO	-Se cuantifican las emisiones anuales de uso de la electricidad y de gas de efecto invernadero asociadas con la etapa final de fabricación del producto.
BRONCE	-Se desarrolla un uso renovable de la electricidad y una estrategia de gestión del carbono.
PLATA	-Para la etapa final de fabricación del producto, el 5% de la electricidad es de origen renovable o está compensada con proyectos de electricidad renovable, y el 5% de las emisiones de gases de efecto invernadero han sido sustituidas.
ORO	-Para la etapa final de fabricación del producto, el 50 % de la electricidad es de origen renovable o compensado con proyectos de electricidad renovable, y el 50 % de las emisiones de gases de efecto invernadero han sido desplazadas.
PLATINO	-Para la etapa final de fabricación del producto, 100 % de la electricidad es de origen renovable o está compensada con proyectos de electricidad renovable, y 100% de las emisiones de gases de efecto invernadero han sido desplazadas. -La energía embebida asociada con el producto "Cradle to Gate" se caracteriza y cuantifica, y se desarrolla una estrategia para optimizarlo. Al volver a la aplicación, se demuestra el progreso en el plan de optimización. ≥ 5% de la energía incorporada asociada con el producto "Cradle to Gate" está cubierta por las compensaciones o dirigida de otra manera (por ejemplo, a través de proyectos con los proveedores de productos, rediseño, el ahorro durante la fase de uso, etc.)

TIPOS DE MATERIALES

- Materiales reciclables**
Es un material que se puede reciclar al menos una vez después de su fase de uso inicial en alguna parte del mundo.
- Materiales o químicos biodegradables.**
Debe ser completamente biodegradable con el fin de ser considerado como tal en la siguiente fórmula.
- Materiales compostables**
Es un material capaz de experimentar descomposición biológica en un lugar de compostaje como parte de un programa disponible.
- Materiales reciclados**
Combina un porcentaje de materiales de post- y pre-consumo de reciclado.
- Materiales rápidamente renovables**
Un material rápidamente renovable es un material que se cultiva y se cosecha en ciclos de menos de 10 años.

GESTIÓN DEL AGUA

NIVEL	REQUISITOS
BÁSICO	-El fabricante no ha recibido una violación significativa de su permiso de descarga dentro de los últimos dos años. -Las cuestiones locales y específicas del negocio relacionadas con el agua están caracterizadas (por ejemplo, el fabricante determinará si la escasez de agua es un problema y/o si los ecosistemas sensibles están en riesgo debido a las operaciones directas) -Se proporciona una declaración de intenciones para la administración de este recurso que describen qué medidas se están tomando para mitigar los problemas y las preocupaciones identificadas. Además, se deberá demostrar el progreso de los planes de acción.
BRONCE	-Se ha completado una auditoría de agua en toda la instalación.
PLATA	-Los procesos que relacionan el producto con los químicos en el efluente han sido caracterizados y evaluados. -Los problemas del agua de la cadena de suministro relevantes para al menos el 20% de los proveedores de nivel 1, se han caracterizado y se desarrolla una estrategia de impacto positivo. (Esto será necesario también para las instalaciones sin efluentes relevantes en el producto)
ORO	-Los procesos que relacionan el producto con los químicos en el efluente han sido optimizados (los productos químicos identificados como problemáticos se mantienen fluyendo en los sistemas de recuperación de nutrientes; y los efluentes que dejan las instalaciones no contienen productos químicos evaluados como problemáticos) -Se demuestra progreso en la estrategia desarrollada por los requisitos de nivel de plata (requerido para instalaciones con ningún producto efluente correspondiente)
PLATINO	-Toda el agua que sale de la planta de fabricación cumple con los estándares de calidad potable del agua.

Infraciclaje Actualidad
Es el procesado de materiales y productos en otros nuevos materiales de calidad inferior, donde muchas veces este propio producto reciclado, recibirá un uso o importancia secundaria.

→ **RECICLAJE**

Supraciclaje C2C
Es el procesado de materiales donde se utiliza todo el producto con el fin de hacerlo útil otra vez o darle una nueva identidad o valor, sin perder sus propiedades.

Todos las CATEGORÍAS son IGUAL de IMPORTANTES.
Para conseguir un nivel, debemos conseguirlo en todas ellas.

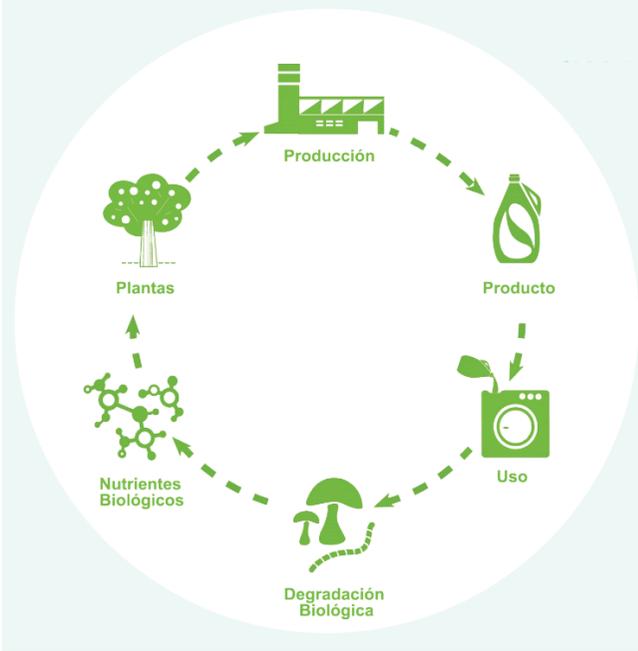
JUSTICIA SOCIAL Y BIODIVERSIDAD

NIVEL	REQUISITOS
BÁSICO	-Se ha llevado a cabo una auto-revisión coordinada del material o del producto para evaluar la protección de los derechos humanos fundamentales. -Se proporcionan los procedimientos de gestión con el objetivo de abordar los problemas identificados. Se requiere demostración de los avances en el plan de gestión para la re-aplicación.
BRONCE	-Se ha completado una responsabilidad social de completa auto-revisión y se ha desarrollado una estrategia de impacto positivo (basada en la herramienta Global Compact o B-Corp)
PLATA	Cumplir uno de los siguientes: -Se completa una especificación del material y/o una certificación o auditoría sobre temas específicos, correspondiente a un mínimo del 25% de material del producto por peso (certificación FSC, comercio justo, etc.) -Los asuntos sociales de la cadena de suministro que son relevantes se investigan exhaustivamente y se desarrolla una estrategia de impacto positivo. -La compañía está llevando a cabo activamente un proyecto social innovador que produce un efecto favorable en la vida de los empleados, la comunidad local, la comunidad mundial, en los aspectos sociales de la cadena de suministro del producto, o el reciclado/reutilización.
ORO	-Se han completado dos de los requisitos del nivel plata.
PLATINO	-Se completa una auditoría a nivel de instalaciones por un tercero, contra un programa de responsabilidad social reconocido internacionalmente (por ejemplo, norma SA8000 o B-Corp) -Se han cumplido todos los requisitos del nivel plata.

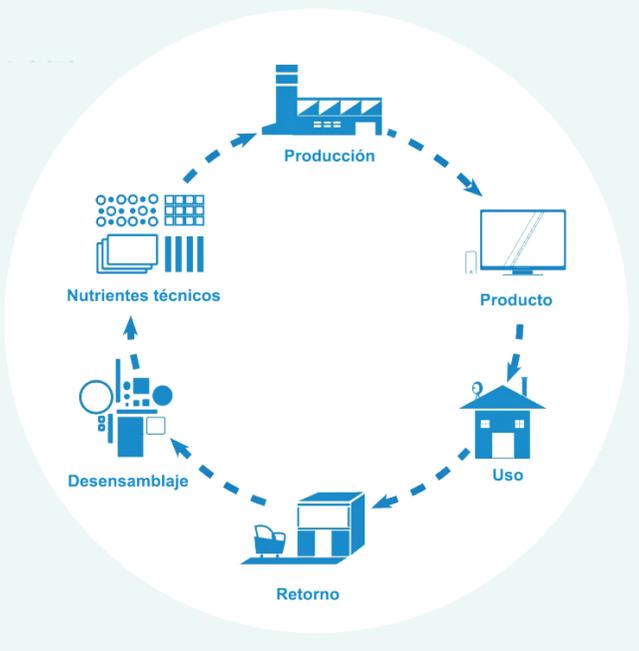
NIVEL CERTIFICACIÓN	BÁSICO	BRONCE	PLATA	ORO	PLATINO
Salud de los materiales				✓	
Reutilización de materiales				✓	
Energía renovable y gestión del carbono					✓
Gestión del agua				✓	
Justicia social y biodiversidad			✓		
Nivel general de certificación			✓		

C · R · A · D · L · E T O C · R · A · D · L · E
Re-diseño y Re-evolución
2016

MANUAL DE APLICACIÓN A LA ARQUITECTURA



Ciclo Biológico de Productos para el consumo



Ciclo Técnico de Productos para el servicio

COMPUESTO POR:
Materiales o productos que pertenecen a la BIOSFERA

Diseñados para volver a los ciclos NATURALES

DEGRADABLES

ALIMENTAN A LOS MICROORGANISMOS

COMPUESTO POR:
Materiales o productos que pertenecen a la TECNOSFERA

Diseñados para volver a los ciclos TÉCNICOS

NO DEGRADABLE

NO SALEN DEL CICLO

BASURA=ALIMENTO

Cuanto más residuos más materias primas

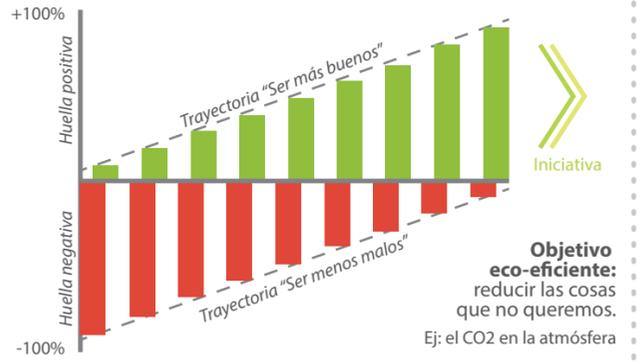
Todo es SUPRACICLABLE

EL BUEN DISEÑO ES UNA ELECCIÓN

Cuanto más exigentes sean los criterios, mayor será la calidad del producto

El diseño es quien refleja los CRITERIOS ECOLÓGICOS

El objetivo no sólo es ser "menos malos", es decir, NO es intentar hacer el menor daño posible al planeta con nuestro producto o conseguir el mínimo impacto, si no llegar a crear un impacto positivo, ser "más buenos".



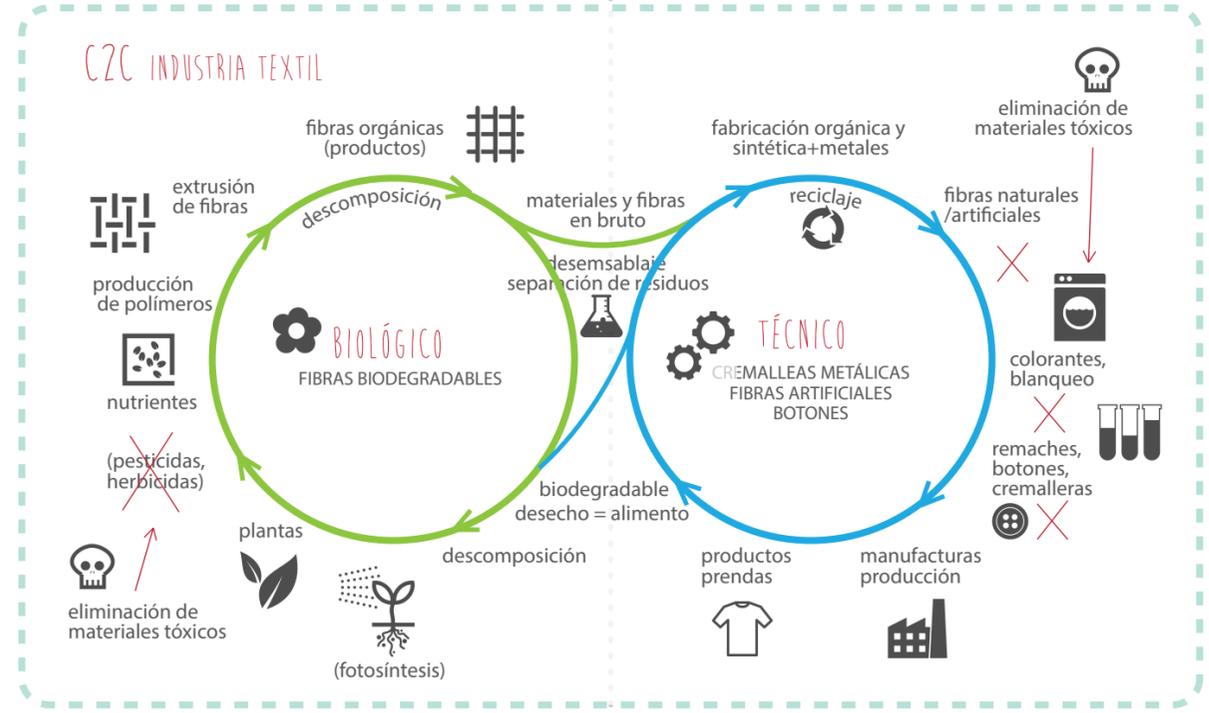
Objetivo eco-efectivo: aumentar las cosas que queremos. Ej: energías limpias renovables

Objetivo eco-eficiente: reducir las cosas que no queremos. Ej: el CO2 en la atmósfera

NUEVA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

- 1_Planificar
Todo debe ser concebido para poder ser desensamblado.
- 2_Analizar
Inventario de materiales utilizados y características.
- 3_Evaluar o reinventar
Se reinventa la relación del proyecto con el consumidor.
- 4_Optimizar proceso y resultado
- 5_Certificar
- 6_Renovar
Introducir mejoras periódicas y actualizar el sistema.
- 7_Reciclar

EJEMPLO



CERTIFICACIÓN CZC

5 CATEGORÍAS



1. SALUD DE LOS MATERIALES O SISTEMAS

Se hace un inventario de los ingredientes de los productos en toda la cadena de suministro y se evalúa su impacto en la salud humana y el medio ambiente. Se busca la eliminación de todas las sustancias químicas tóxicas y no definidas, para transformarlas en nutrientes de un ciclo seguro y continuo.

2. REUTILIZACIÓN DE MATERIALES

Los productos se diseñan, bien para biodegradarse de forma segura como nutrientes biológicos, o bien para ser reciclados en nuevos productos como nutrientes técnicos. En cada nivel se debe continuar progresando en el aumento de la recuperación de materiales, manteniéndolos en continuamente en el ciclo.

3. ENERGÍA RENOVABLE Y GESTIÓN DEL CARBONO

En cada nivel los criterios se dirigen hacia la búsqueda de neutralidad del carbono y el funcionamiento de todas las operaciones con energías renovables al 100 %.

4. GESTIÓN DEL AGUA

Los procesos están diseñados para considerar el agua como un recurso preciado e imprescindible para todos los seres vivos. En cada nivel, el progreso se orienta hacia la depuración de los efluentes para que estén conformes con los estándares del agua saludable.

5. LEGITIMIDAD O JUSTICIA SOCIAL Y BIODIVERSIDAD

Las operaciones de la empresa que fabrica el producto se han diseñado para apoyar todos los sistemas naturales y humanos, y el progreso, se dirige hacia un impacto totalmente positivo tanto en las personas como en el planeta.

