

ECONOMIA CIRCULAR UNA SOLUCION AL IMPACTO AMBIENTAL



AUTOR

NICOLÁS RODRÍGUEZ AGUDELO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de:

INGENIERO CIVIL

Tutor:

Ing. DIEGO PALMA CUERO

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ, 05 FEBRERO 2020



Economía circular una solución al impacto ambiental

Nicolás Rodríguez Agudelo
Universidad Militar Nueva Granada
Programa de Ingeniería
Ingeniería Civil

Introducción

La revolución industrial trajo consigo un gran desarrollo tecnológico que permitió el crecimiento económico de gran parte de países potencia. Sectores como la explotación, fabricación, construcción y transporte, progresaron aceleradamente teniendo más facilidad para desarrollar gran cantidad de actividades. Sin embargo, el concepto de obtener ganancias a corto plazo, no permitía el desarrollo simultaneo con el medio ambiente, generando impactos ambientales, en todos los sectores de producción, desde la extracción, elaboración y finalización de la vida útil de los productos, además de los residuos generados en cada etapa. Todos estos impactos colaboran con el desarrollo y son el origen de grandes desastres naturales y problemáticas ambientales. Estas anomalías ambientales tienen grandes repercusiones en la salud humana como enfermedades y cáncer.

Es por esto que conceptos económicos como la economía circular, permiten el enlace de la producción y construcción lineal, en un proceso cíclico. Integrando de nuevo en la producción y construcción como fuente de insumos, residuos como los residuos de construcción y demolición. De esta manera se reducen impactos ambientales, la generación de residuos y las emisiones de gases contaminantes y material particulado.



En el último siglo se han presentado gran cantidad de fenómenos naturales, como: movimientos de masa, fenómenos atmosféricos, desastres biológicos, incendios y maremotos. De los cuales, los más devastadores y caóticos son los huracanes, terremotos y maremotos, considerados como “desastres naturales”, por su gran poder devastador el cual arrasa con la infraestructura y las personas que las habitan. Como es el caso del terremoto de Lisboa, con 8.4 grados en la escala de Richter, durante 10 minutos. El cual termino con la vida de 100.000 personas y arrasó con casi la totalidad de la ciudad, al igual que el terremoto de Tokio, que, con 7.9 grados en la escala de Richter provoco olas de hasta 12 metros de alto, llevándose la vida de 142.000 personas y más de 381.000 viviendas. Estos dos terremotos ocupan el primer y cuarto puesto en los 10 desastres más letales (Luis Miguel Ariza, 2010).

Sin embargo, es claro que son una consecuencia a los fuertes impactos ambientales que la revolución industrial y la actividad humana, han generado por la explotación de los recursos naturales y su mala administración. actividades como: el fracking, la minería, agua embalsada, la extracción de petróleo y gas convencional, son el origen de estos (Gillian Foulger, Jon Gluyas y Miles Wilson 2017). Como se puede ver la siguiente Figura 1.



MAGNITUDES DE LOS TERREMOTOS PRODUCIDOS POR HUMANOS

577 casos analizados

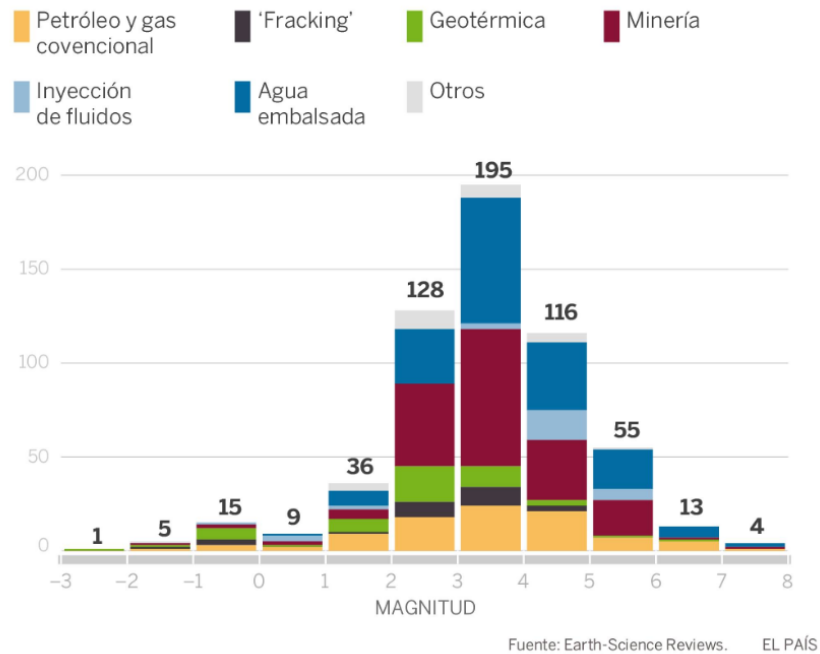


Figura 1: Magnitudes de los terremotos producidos por humanos. Fuente: Periódico EL PAÍS

La Figura 1, muestra, la información de 577 casos de terremotos, donde se clasifico por magnitudes y su origen. Es evidente que las actividades de explotación y de ingeniería, son las principales causantes de este tipo de fenómeno natural. Este tipo de actividades de explotación de recursos son actividades que debilitan el suelo, provocando estos movimientos de tierra fuertes y repetitivos. Por otro lado, muchas actividades de explotación de recursos naturales, junto con su mal manejo, generan gran contaminación provocando problemas ambientales como: cambios climáticos, sequias, inundaciones, degradación de la tierra, entre otros. Los cuales posteriormente se convierten en externalidades.

Este tipo de actividades de explotación han ido incrementando año tras año por la necesidad de recursos naturales, imprescindibles para la fabricación de productos. Países como China



considerados como la primera economía mundial en el presente año 2020, con un PIB de 64.2 Billones de dólares (BBC News Mundo, 2019). Es líder en la producción de todo tipo de productos, por esto necesitan gran cantidad de recursos naturales para seguir distribuyendo a todo el mundo.

Además de China, gran cantidad de países buscan tener las mejores economías, es por esto que optan por direccionar su sistema de producción, distribución y mercado de bienes y servicios a lo que se conoce como economía roja. Por consiguiente, algunos autores como Felipe Buitrago, Gunter Pauli, y Michael Jacobs proponen diferentes colores de economía alternativos, que son más amigables con el medio ambiente, Economías como naranjas, azul y verde propuestas respectivamente, son una posible solución al crecimiento de la economía, en compañía del medio ambiente. Estos autores critican la estrecha relación que tiene el crecimiento de economía roja con el consumismo, lo que la hace principal enemigo del medio ambiente. Además, de que esta economía, se enfocan en que, en el mercado presente, los individuos necesiten sus productos y los consuman excesivamente sin pensar en las consecuencias, es por esto que nada limita su sistema de producción y por ende tienden a generar una dependencia a los recursos naturales. Esta economía lineal que maneja gran cantidad de países les permite unos ingresos de forma rápida, debido a que se reciben los ingresos de forma directa después de la venta de los bienes, además, al utilizar materia prima proveniente de los recursos naturales se accede a ella a un bajo costo y gracias a la fabricación de productos a base de materia prima permite que los procesos de producción sean sencillos.

Pero este sistema económico tiene grandes afectaciones contaminando el medio ambiente, lo cual ya es una tragedia para la humanidad. La contaminación de los recursos disponibles en el ambiente como el aire y el agua ah causa 800.000 muertes prematuras al año en Europa, según la



Agencia Europa del Medioambiente, se calcula el doble de lo estimado para el año 2019, además se calcula una reducción en la esperanza de vida de los europeos de alrededor de 2,2 años menos. Esta contaminación en el aire a registrado 8.8 millones de muertes por enfermedades cardiovasculares, cifra que preocupa a la Organización Mundial de la Salud por casi doblar los 4,5 millones de muertes que se tenían calculadas.

Otro tema grave es la contaminación del agua, la cual puede ser microbiológica al ser contaminada por diferentes patógenos como bacterias, virus, protozoarios y parásitos proveniente por lo general de desechos orgánicos. Causantes de numerosas enfermedades como: Giardiasis, Disentería amebiana, hepatitis, gastroenteritis, Salmonelosis, colera, vomito y Diarrea. Esta última es la segunda enfermedad por la que más mueren niños menores de 5 años en el mundo; se calcula, según la Organización Mundial de la salud, que mata cada año a 525.000 niños menores de cinco años. También el agua es contaminada químicamente por elementos y compuestos químicos, provenientes de la contaminación del agua potable con residuos sólidos y desechos químicos de fábricas e industrias, los cuales generan estos componentes que se disuelven en el agua, como micro plásticos, metales pesados, cloruros, sulfatos, nitratos, carbonatos, ácidos, alcalinos, gases tóxicos disueltos, entre otros. Esta contaminación química en el agua, a corto plazo, por estar disueltas en el agua no generan graves en enfermedades, pero, el exceso de compuestos químicos a largo plazo tiende a desarrollar cáncer en las personas. (NIH 2018) El instituto nacional del cáncer: cloruros como el cloruro vinílico, producido a nivel industrial para la fabricación de policloruro de vinílico o como se le conoce comúnmente como PVC, que es usado a gran escala en trabajos de ingeniería civil, para la construcción de todo tipo de red que contienen líquidos, ha generado cáncer de cerebro, pulmón, linfoma, leucemia y muy poco común, cáncer de hígado en



la población que está expuesta de forma continua y por largo tiempo. Queda claro que la contaminación ambiental que genera todo tipo de actividad de producción bien sea de bienes de consumo o de servicios como es el caso de la producción de tuberías en PVC para los diferentes servicios de acueducto y alcantarillado, tienen una incidencia negativa en el medio ambiente que está afectando de manera directa la vida de miles de personas y acabando con sus vidas de manera temprana, bien sea por medio de enfermedades o desencadenando desastres naturales.

La Ingeniería Civil, es una profesión que surge con el principal objetivo de satisfacer algunas necesidades fundamentales de la población, necesidades como la movilidad, la disponibilidad de agua potable, el manejo de las aguas residuales, entre otras, muchas a base de construcciones nuevas y remodelaciones. El Sector de la construcción es un sector con gran potencial en la economía circular, debido la gran demanda de insumos que necesita, debido a esto es un sector que moviliza gran cantidad de recursos naturales, pero a su vez genera gran cantidad residuos RCD (Residuos de Construcción y Demolición) los cuales son depositados en un relleno sanitario. Esto es debido a el sistema Lineal que obedece el sector de la construcción, como se observa en la Figura 2.

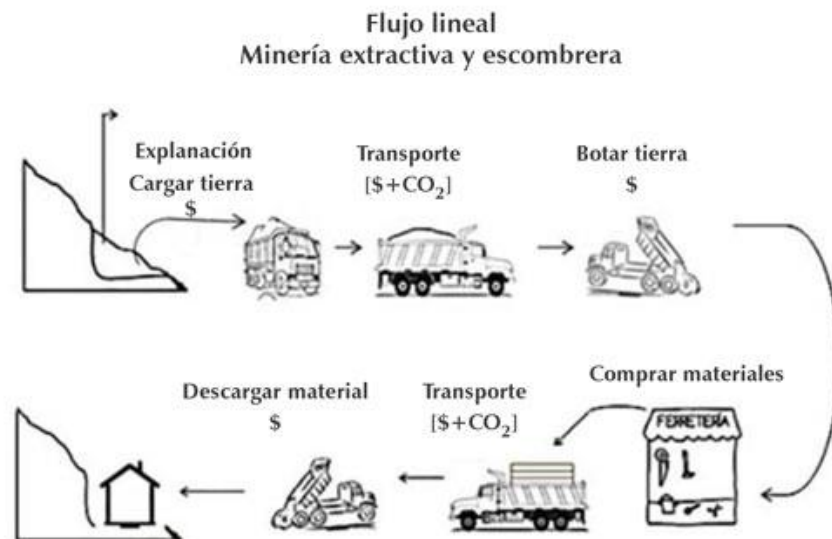


Figura 2: Flujo lineal en la producción de Material Mineral y escombrera, Fuente: Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material

El ciclo de gran variedad de materiales de construcción, obedece al mismo del material de extracción mostrado en la ilustración, además de los RCD que se generan al final de la construcción, los cuales casi en su totalidad son depositados en un contenedor provisional y finalmente en un relleno sanitario, terminando así con su vida útil. Esto origina un impacto ambiental, llamado “Consumo de recursos renovables y no renovables”. Según un artículo, publicada en Santiago de Chile, llamado “Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción” realizado en la revista “Revista Ingeniería de construcción” indica que en las construcciones se consume una gran cantidad de materias primas como: arcillas, arenas, gravas, agua, maderas, hierro, asfalto, aluminio y combustible para los vehículos.

Precisamente en el caso de los combustibles se comprueba que son fuente de gran contaminación en el aire, según el artículo, se identificaron cuarenta y seis impactos más, tales como: generación de material particulado, contaminación por ruido, remoción de la vegetación,



entre otros. Todos estos impactos tienen afectación principalmente en tres aspectos en los que se dividen: ecosistemas, recursos naturales y salud pública; Afectando a uno o a más de uno estos aspectos.

Es aquí donde la economía circular, permite grandes cambios, permitiendo el progreso y reduciendo en gran parte la contaminación. La fundación, Economía Circular define el concepto principalmente como una directriz económica con una estrecha relación con la sostenibilidad la cual, se enfoca en conservar el valor económico de los recursos el mayor tiempo posible durante su ciclo, reduciendo al máximo la generación de residuos. Esto es un cambio del sistema lineal a uno circular, reintegrando el residuo como insumo en el ciclo de vida de los materiales.

Lo que se logra al implementar este concepto económico en la construcción, es reducir la dependencia y por ende la extracción de recursos naturales, además se reduce la generación de RCD, con lo cual, en conjunto mitiga los impactos ambientales, preservando el capital natural, permitiendo el progreso en la infraestructura y la generación de recursos económicos por medio de la optimización del uso de los recursos naturales. Como se muestra en la Figura 3.



Figura 3: Ciclo de vida circular de un producto para la construcción. Fuente: Sustentabilidad, Saint-Gobain

La economía circular se enfoca principalmente en la gestión de los RCD, residuos con alta densidad y de difícil manejo por lo cual producen altos volúmenes y ocupan grandes áreas tanto en obra como en sus depósitos finales. Es por esto que representan un gran agente contaminante y también un costo adicional en el proyecto para su común gestión en un relleno sanitario. Además, Los RCD son residuos altamente generados en Europa, ocupan entre el 25% y 30% de los residuos totales generados por todos los países de la Unión Europea. (Sormunen, P., Kärki, T. 2019) Del mismo modo, el sector de la construcción europea genera 820 millones de toneladas de RCD al año. (Gálvez-Martos, J.L., Styles, D., Schoenberger, H. and Zeschmar-Lahl, B., 2018) Esto hace que el manejo y los principios de la economía circular generen diferentes alternativas para obtener utilidad a los RCD.



Etapas que viven todas las construcciones como el “Fin de la Vida útil” se caracterizan por la generación de gran cantidad de Volúmenes de RCD ya que toda la construcción pasa a ser un gran RCD al finalizar su uso. Es aquí donde usualmente es abandonada generando un gran impacto contaminante. Otro final del proyecto es la demolición para la construcción de otro proyecto, donde su único cambio es la generación de RCD fragmentando alterando su aspecto y su manejo, bien sea en un relleno sanitario o en su transformación para la producción de otros materiales de construcción, los cuales son poco conocidos. Otra alternativa que se encuentra a nivel mundial es la desconstrucción, donde es vital el desarrollo del concepto previo en la etapa de diseño. Esta alternativa según evaluaciones de impacto ambiental genera más beneficios ambientales que las demoliciones. (López Ruiz, L.A., Roca Ramón, X and Gassó Domingo, S., 2020). Es por esto que Para la implementación de la economía Circular es necesaria la modificación de aspectos importantes como: la transformación del residuo en recurso, la reutilización en todo aspecto, la reparación, un adecuado reciclaje, la valorización, la fomentación de la eficacia del sistema y del diseño de demolición en el periodo de diseño, el cual, no es una obligación para el diseñador, pero esta adaptación reduce el desperdicio del fin de la vida útil de la construcción, posibilita una excelente y eficiente ejecución del (PGIRS) Plan de gestión integral de los residuos sólidos, maximiza el volumen y posibles costos por el ahorro de materiales recuperado. (Jiménez Rivero, A., Sathre, R., García Navarro J., 2016)

Empresas como “HISER” Fuertes en la implementación de la economía circular en la construcción. Tiene tres grandes campos de trabajo: el primero es el desarrollo de metodologías, donde armoniza soluciones metódicas con medio de herramientas, con las que controla cualidades de los RCD como tipos, calidades, cantidades entre otros, con ayuda de herramientas



computacionales como (BIM) “Building information modelling” las cuales son de gran utilidad para este campo. Ya que, softwares como Revit permiten el diseño de edificaciones con BIM, posibilitando diseñar obras con usos alternativos incluso después de su vida útil. Herramientas como la cuantificación de cantidades de materiales, clasificación por tipologías e información de proveedores, permiten la construcción de obras con bajas emisiones de RCD. Además, con el trabajo en conjunto de estas herramientas permite la demolición controlada de la obra, con la que se generan RCD separados y clasificados para la generación de materias primas.

El segundo es el desarrollo de tecnologías para producir materias primas de alta pureza. Se establece como recuperar las materias primas con altos índices de pureza, por medio de técnicas de selección, trituración e incluso métodos más sofisticados como la electro-fragmentación, con lo cual se logra el objetivo de obtener materias primas con índices de purezas entre 80% y 100 % a base de RCD, a los cuales se les evalúa calidad y eficiencia.

Y por último se producen nuevos materiales de construcción a partir de RCD, estos materiales novedosos como, el hormigón verde, el cual está compuesto de material agregado, ladrillo, paneles de yeso reciclado, fibras de madera y lana mineral, donde, en proyectos en Finlandia se realizaron la construcción de casetas para la el almacenamiento de madera.

O como es el caso de un trabajo de investigación donde se han fabricado bloques de adoquín reciclados de 80 mm en forma de “I”. Reemplazando su insumo puro (agregados gruesos naturales de 10 mm) por un residuo abundante en la construcción (áridos gruesos de hormigón reciclado) proveniente de los RCD. El proceso consiste en llevar los RCD al laboratorio; se separa el hormigón demolido de manera manual de los demás RCD para llevarlos a una trituradora donde



se obtienen tamaños de 0 a 20 mm. Con este material transformado se prosigue con la producción de los adoquines. Luego, se realizaron mezclas entre el agregado natural y el árido grueso de hormigón reciclado transformado proveniente de los RCD con varios porcentajes y finalmente se obtuvo adoquines con mejor resistencia al usar un 60% del árido grueso de hormigón reciclado. (Kumar, G., Shrivastava, S., Gupta, R.C. 2019).

Es evidente la falta de tecnología que se presenta en muchas investigación y productores de materiales alternativos en procesos como la separación del material de los demás RCD. Sin embargo, se obtienen resaltados de innovación.

Otro estudio se enfatiza en el uso de madera reciclada, papel, cartón, metal, vidrio, lana mineral, yeso, concreto y cerámica como componentes principales de otros materiales compuestos para la construcción. Sin embargo, enfatiza en que los RCD contaminados son de difícil manejo para la obtención de materias primas, por lo cual, establece que, para el reciclaje de metales, cartón, yeso, vidrio y papel, se requiere de tecnologías especializadas pertenecientes a las industrias que las producen. esta tecnología es necesaria para cerrar el circuito y destinar estos materiales para productos distintos al producto original. (Sormunen, P., Kärki, T. 2019), Asimismo, la baja relevancia que tienen las decisiones de gobierno, frente a los desechos, no genera presupuesto adicional en los proyectos que fomente el aumento en la generación de soluciones con los RCD. (Gálvez-Martos, J.L., Styles, D., Schoenberger, H. and Zeschmar-Lahl, B., 2018)



CONCLUSIONES

Grandes catástrofes ambientales que han afectado a la humanidad son respuesta de la explotación y contaminación ambiental que se ha generado por las actividades de economía y construcción, lo cual ha tenido que soportar el planeta, por el sistema lineal y de económica de exceso consumo con el que se gobiernan y se construye actualmente en varios países. Una solución a largo plazo para esta problemática es la implementación a gran escala, del concepto de economía circular, el cual exige un gran esfuerzo por parte de todo el sistema de economía y construcción, para su crecimiento amigable con el medio ambiente.

Un punto vital para la generación de residuos aprovechables es el correcto manejo y separación de los residuos sólidos en función de su naturaleza y cantidades generadas con sus respectivos recicladores, es crucial que la separación y manejo de los residuos sean acorde a él Plan de gestión integral de los residuos sólidos de los centros de reciclaje para generación de materiales con altos índices de pureza con lo que se reduce la contaminación y la generación de residuos a depositar en el relleno sanitario.

Las políticas gubernamentales obligan a la no disposición de los RCD en lugares diferentes a los rellenos sanitarios, pero, no promueven a la recirculación de los materiales en la misma cadena de producción bien sea para la generación de los mismos productos o de productos compuestos, además, no incentiva al uso de materiales provenientes de RCD, con lo cual no genera cambios del sistema lineal a un sistema de construcción circular.



En el proceso del diseño es necesario tener presente el concepto de economía circular aplicado a los materiales para que se vean reflejados los cambios económicos en el proyecto, la reducción de RCD y de impacto ambiental. Así mismo lograr el objetivo de la desconstrucción, la cual tienen las menores incidencias ambientales y mayor rendimiento económico.

El cierre del ciclo lineal a la circular de la construcción actual ahorra trayectos de transporte a los rellenos sanitario, sin embargo, aumenta trayectos a los centros de reciclaje por lo cual no es claro si ayuda o no con la huella de carbono. además, No sé a demostrado que incidencia tienen en la producción de material particulado debido a que estas investigaciones son escasas.



LISTA DE REFERENCIAS

Ariza, L.M. (2010, febrero) Diez grandes catástrofes en la memoria. *Periódico EL PAIS*.

Recuperado de:

https://elpais.com/diario/2010/02/07/eps/1265527611_850215.html

BBC News Mundo (2019, enero) Cuáles serán las mayores economías del mundo en 2030.

Periódico BBC News Mundo. Recuperado de:

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-46813508>

Bedoya-Montoya C. M. (2018). Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material. *Revista de Arquitectura*. (Bogotá), 20(1), 62-70.

Recuperado de:

<https://doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.1.1193>

Enshassi, Adnan, Kochendoerfer, Bernd, & Rizq, Ehsan. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 29(3), 234-254. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000300002>

Foulger, G. Gluyas, J. y Wilson, M. (2017, enero). Así provoca terremotos el ser humano.

Periódico EL PAIS. Recuperado de:

https://elpais.com/elpais/2017/01/26/ciencia/1485435956_353026.html

Fundación Economía Circular, definición de economía circular. *Página oficial Fundación de economía circular*. Recuperado de: <http://economiecircular.org/>

Gálvez-Martos, J.L., Styles, D., Schoenberger, H. and Zeschmar-Lahl, B. (2018, september)

Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling, Elsevier* Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.016>

Hiser, Holistic Innovative Solutions for an Efficient Recycling and Recovery of Valuable Raw Materials from Complex Construction and Demolition Waste (HISER) *Página oficial*,



Hiser Project Recuperado de:

<https://www.imnovation-hub.com/es/construccion/hiser-economia-circular-construccion/>

Jiménez Rivero, A., Sathre, R., García Navarro J. (2016, March-April) Life cycle energy and material flow implications of gypsum plasterboard recycling in the European Union.

Resources, Conservation and Recycling, Elsevier Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.01.014>

Kumar, G., Shrivastava, S., Gupta, R.C. (2019, December) Paver blocks manufactured from construction & demolition waste. *Materials Today: Proceedings, Elsevier* Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.11.039>

López Ruiz, L.A., Roca Ramón, X and Gassó Domingo, S. (2020, march) The circular economy in the construction and demolition waste sector – A review and an integrative model approach. *Journal of cleaner production, Elsevier* Recuperada de:

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119238>

NIH (2018, Diciembre) Vinyl Chloride. *Página oficial National cancer institute*. Recuperado de:
<https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/substances/vinyl-chloride>

OMS (2017, Mayo) Enfermedades diarreicas. *Página oficial Organización Mundial de la Salud*. Recuperado de:

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>

Sáez, C. (2019, marzo) La contaminación ambiental causa 800.000 muertes al año en Europa. *Periódico La Vanguardia*. Recuperado de:

<https://www.lavanguardia.com/ciencia/cuerpo-humano/20190312/46999524021/contaminacion-causa-800000-muertes-prematuras-europa.html>



Sormunen, P., Kärki, T. (2019, July) Recycled construction and demolition waste as a possible source of materials for composite manufacturing. *Journal of Building Engineering*, Elsevier Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100742>