



Gestión de residuos de construcción y demolición frente al cambio climático

Construction and demolition waste management in the face of climate change

Gestão de resíduos de construção e demolição face às alterações climáticas

Oscar B. Cueva- Rodríguez^I
ocuevar@ucvirtual.edu.ec.pe
<https://orcid.org/0000-0001-9190-5080>

Bessy Castillo-SantaMaría^{II}
mcastillos@ucv.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-5320-4005>

Denys W. Rodríguez-Rodríguez^{III}
dwrr.ingeniero@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5348-4710>

Medali Cueva-Rodríguez^{IV}
mcuevaro@ucvirtual.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-1301-5477>

Correspondencia: ocuevar@ucvirtual.edu.ec.pe

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 13 de octubre de 2022 * **Aceptado:** 28 de noviembre de 2022 * **Publicado:** 15 de diciembre de 2022

- I. Magíster en Gestión Pública, Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- II. Doctora en Gestión Pública y Gobernabilidad, Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- III. Magíster en Gestión Pública, Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- IV. Magíster en Producción Animal, Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Resumen

Las grandes cantidades producidas de desechos de construcción y demolición (RCD) contribuyen a la generación de emisión de efecto invernadero que originan el cambio climático. Se realizó la investigación con el propósito de conocer la situación reciente de la gestión de residuos de construcción, demolición y el efecto que generan en el ambiente frente al cambio climático. Se utilizó el método de tipo descriptivo, con un paradigma interpretativo, con enfoque cualitativo. Se investigó a través de una revisión de artículos científicos de revistas indexadas, el impacto de los RCD en el cambio climático y la gestión que se realiza en Europa y Perú. Se concluye que en países de la Unión Europea se gestionan los RCD a través de la jerarquía de residuos que contribuye a la reducción de generación de residuos y beneficia al ambiente. En Perú, la gestión de RCD es ineficaz por la falta de aplicación de buenas estrategias, pocos vertederos, desconocimiento y escasa aplicación de las normativas de estos residuos por lo que es necesario adoptar estrategias de buena gestión.

Palabras clave: Gestión; Residuos de construcción y demolición; Cambio climático; Ambiente; Estrategias.

Abstract

The large quantities of construction and demolition waste (RCD) produced contribute to the generation of greenhouse gas emissions that cause climate change. The investigation was carried out with the purpose of knowing the recent situation of the management of construction and demolition waste and the effect they generate on the environment in the face of climate change. The descriptive method was used, with an interpretative paradigm, with a qualitative approach. Through a review of scientific articles from indexed journals, the impact of RCDs on climate change and the management carried out in Europe and Peru was investigated. It is concluded that in countries of the European Union RCDs are managed through the waste hierarchy that contributes to the reduction of waste generation and benefits the environment. In Peru, the management of RCD is ineffective due to the lack of application of good strategies, few landfills, ignorance and little application of the regulations of this waste, so it is necessary to adopt good management strategies.

Keywords: Management; Construction and demolition waste; Climate change; Ambient; Strategies.

Resumo

As grandes quantidades de resíduos de construção e demolição (RCD) produzidas contribuem para a geração de emissões de gases de efeito estufa que causam mudanças climáticas. A investigação foi realizada com o objetivo de conhecer a situação recente da gestão dos resíduos de construção e demolição e o efeito que geram no meio ambiente face às alterações climáticas. Foi utilizado o método descritivo, com paradigma interpretativo, com abordagem qualitativa. Por meio de uma revisão de artigos científicos de revistas indexadas, investigou-se o impacto dos RCDs nas mudanças climáticas e na gestão realizada na Europa e no Peru. Conclui-se que em países da União Europeia os RCDs são geridos através da hierarquia de resíduos que contribui para a redução da geração de resíduos e beneficia o meio ambiente. No Peru, a gestão de RCD é ineficaz devido à falta de aplicação de boas estratégias, poucos aterros sanitários, desconhecimento e pouca aplicação dos regulamentos deste resíduo, por isso é necessário adotar boas estratégias de gestão.

Palavras-chave: Gestão; Resíduos de construção e demolição; Mudança climática; Ambiente; Estratégias.

Introducción

La industria de la construcción influye fuertemente en tres aspectos de la sostenibilidad que son: económico, social y ambiental (López *et al.*, 2020). El desarrollo inmediato de instalaciones de construcción tanto de infraestructura como civiles ha generado un efecto negativo al medio ambiente, la cual se relaciona por la cadena de suministro lineal que sigue la industria de construcción basado en “tomar, fabricar, consumir y eliminar” (Esa *et al.*, 2016a). El impacto ambiental de los residuos de construcción y demolición (RCD) están asociados al deterioro de la tierra, el agotamiento de vertederos, la generación de emisiones de carbono que conlleva al cambio climático y gases residuales, la contaminación del agua entre otros (Akanbi *et al.*, 2018). En la actualidad, se observa un gran interés en implementar prácticas de recuperación, reúso y reciclaje, sin embargo, en casi todos los casos, en el transcurso de manejo de los residuos este ha

sido ineficiente; generando grandes cantidades de residuos depositados en vertederos que incluso son ilegales sin medidas de protección (Esa *et al.*, 2016a; Suárez *et al.*, 2016). Ante esta situación se debe tener estrategias efectivas para mitigar y evitar probar daños en el medio ambiente (Paulo y Coelho., 2017) y trabajar sobre la generación de conciencia en el cuidado del medio ambiente y sobre la correcta de gobernanza territorial (Rodríguez *et al.*, 2021; Caldas *et al.*, 2021) y dar cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Victor & Castillo, 2022).

Algunos países aplican una sensibilización a la sociedad para realizar una construcción amigable con el ambiente con el cumplimiento de políticas y normativas estrictas y logran obtener un porcentaje alto de residuos reciclados (Navarro y Vincenzo, 2019). A nivel mundial un porcentaje promedio del 35% de residuos de demolición y construcción van a vertederos sin realizarles algún tratamiento (Menegaki y Damigos, 2018). En América Latina y en Perú no existe adelantos significativos y se desconoce el impacto que los RCD generan en el cambio climático. El país alberga grandes cantidades de población y existen inapropiada conciencia, planificación y lugares específicos para reciclar los residuos ya que se están utilizando como vertederos a los desiertos o cuencas de ríos que conlleva a la contaminación ambiental.

En la presente investigación se da a conocer la situación reciente de la gestión de residuos de construcción y demolición a nivel internacional y en el país; además, de conocer el efecto que generan en el ambiente por su contribución al cambio climático. De hecho, a nivel internacional se ha realizado varios estudios acerca de la gestión de desechos de construcción y demolición sin embargo, en el Perú este tema ha sido poco abordado y estudiado con información escasa por lo que es necesario conocer cómo se realiza la gestión de RCD y a partir de las acciones que realizan los países de Europa acerca de gestión, se podría mejorar la situación actual de gestión de RCD en el Perú para mitigar el cambio climático que está afectando la salud de las personas y alterando el ecosistema.

Metodología

La presente investigación utilizó una revisión de literatura en la base de datos de ScienceDirect de revistas indexadas de alto impacto para conocer el estado de arte y se recolectó información referente a la gestión de residuos de construcción y demolición en Europa y Perú. Se utilizaron los criterios de inclusión a las investigaciones publicadas del 2012 al 2022, se excluyeron las investigaciones publicadas antes del 2012. En el contexto nacional se exploró literatura sobre la

temática en trabajos de investigación publicados en instituciones, revisión de la normativa referente a los RCD, diagnósticos publicados por las instituciones gubernamentales que están a cargo del control y manejo de los residuos sólidos en el Perú.

Resultados

Gestión de residuos de construcción y demolición

Los RCD son el flujo fundamental de producción de residuos brutos en la sociedad actual y están en crecimiento con la urbanización mundial moderna (Zhang *et al.*, 2021), siendo los generadores más importantes de RCD las tres economías más grandes como Estados Unidos (EE. UU.), China y la Unión Europea (UE) (Kabirifar *et al.*, 2020). Los desechos de construcción y demolición (RCD) son originados de la renovación, construcción y demolición de carreteras, puentes y construcciones, Agencia de Protección Ambiental (APA, 2019). Los RCD generados están compuestos de varios elementos como ladrillos, hormigón, yeso, metales, vidrio, plástico y madera entre otros, ver Figura 1 (Bovea y Powell, 2016; Silva *et al.*, 2019).

Fuente: Cueva-Rodríguez *et al.*, 2022, basado en Lodice *et al.* (2021).

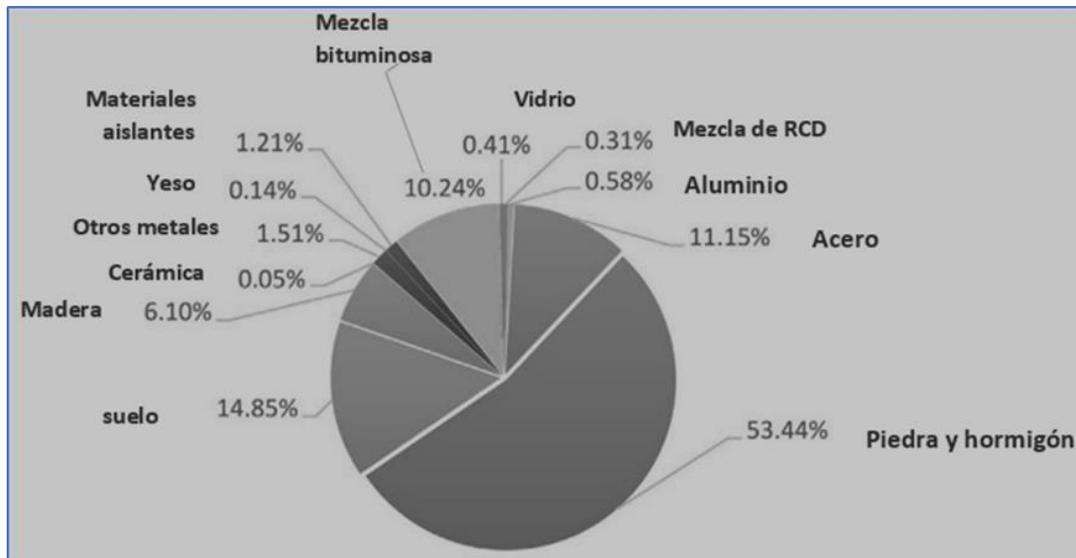


Figura 1: Composición de desechos de construcción y demolición.

La mejor manera de rescatar a la sociedad, los recursos naturales, la economía y el medio ambiente es gestionando los RCD (Mohammed *et al.*, 2021) y teniendo un plan de gestión

adecuado. Según, Gálvez-Martos & Istrate (2020) afirman que el plan de gestión de desechos de sitios de construcción y demolición se considera como una herramienta conveniente para identificar oportunidades, minimizar costos y reducir los impactos en los sitios de construcción, asimismo, el plan sirve de instrumento para empresas, desarrolladores y contratistas. Es necesario abarcar los siguientes aspectos para diseñar un plan específico de construcción y demolición (1) Identificación de materiales a utilizar en un lugar a través de una lista de estos y reconocer aquellos que producen residuos que se pueden recuperar, reutilizar, reciclar o destinar a disposición. (2) Definición clara de objetivos para realizar una gestión de residuos en términos medibles, por ejemplo, disponer del peso total del flujo de residuos separados de manera correcta, cantidad total de residuos destinados a reciclaje o el total de incidentes asociados a residuos. (3) Designación de un coordinador de plan de gestión de residuos. (4) Desarrollo de un conjunto de procedimientos que se deben describir de forma explícita, por ejemplo, en las instrucciones de trabajo y difundirlos al personal y contratistas. Para lograr ello, la capacitación y comunicación deben ser instrumentos para que esto funcione bien. Además, la retroalimentación en el trabajador es fundamental para obtener un desempeño adecuado en la gestión de desechos. (5) Evaluación del total de residuos necesarios por material y del calendario de trabajo estimado para la organización de métodos apropiados de descarte durante la vida útil del lugar de construcción. (6) Reconocimiento de residuos nocivos, procedimientos de manejo para separar, almacenar y transportar los residuos. (7) Descripción del pretratamiento requerido de los residuos no peligrosos en el lugar, por ejemplo, trituradoras para materiales excavados, empacadoras de papel y cartón, etc. (8) Detalle de la ubicación específica de los contenedores de reciclaje y contenedores pequeños como cajas de entrega cerca de los puntos de generación de residuos. Realizar este punto después de haber establecido el plan de construcción correctamente. (9) Etiquetado de contenedores y cubos; ilustración con fotos o dibujos de los materiales que se eliminarán en el lugar. Determinación de procedimientos de control de contenido de los depósitos por ejemplo el control visual de contenedores. (10) Los documentos como formularios, recibos, hojas de trabajo y documentos de capacitación relacionados a la gestión de desechos se deben mantener en virtual o físico además se debe tener una copia disponible de gestión de residuos en planta.

Es indispensable para una gestión eficaz considerar dos categorías como la jerarquía de residuos y los factores que contribuyen a la gestión de RCD que son la gestión de RCD desde la

perspectiva de la sostenibilidad, las actitudes de las partes interesadas de RCD, en el período de duración del proyecto de RCD y las herramientas de gestión de RCD; ambos se deben tomar en cuenta e integrar porque tienen las mismas direcciones y se superponen en la gestión de RCD (Kabirifar et al., 2020).

Jerarquía de residuos

La jerarquía de residuos ha existido desde hace muchos años y el origen de su concepto es priorizar las operaciones de reducción, reciclaje y reutilización de los residuos sobre la eliminación (Ewijk y Stegemann, 2015). En la perspectiva académica, el principio de la estrategia de minimización de desechos de las 3R que comprende reducir, reutilizar y reciclar, se consideran como los elementos principales de las estrategias de gestión de RCD, aunque la jerarquía de gestión de desechos abarque cinco pasos (Huang et al., 2018), afirman que la reducción es la medida de gestión adecuada entre las estrategias 3R para RCD porque posee los mínimos impactos adversos hacia el medio ambiente; además, es considerada de manera prioritaria al desarrollar planes de gestión de RCD. De hecho, se sugiere que el principio de "reducir" se incluya en las etapas de planificación y diseño de los trabajos de construcción para minimizar la generación de RCD (Esa et al., 2016b). Reducir los desechos es de suma importancia, sin embargo, se debe buscar formas de reutilizar los desechos generados y si no se pueden reutilizar, es crucial recolectarlos para reciclaje, finalmente la eliminación es el último paso en la gestión de RCD (Kabirifar et al., 2020). La acción de reutilizar se refiere a que los materiales de desecho generados en la industria de la construcción a veces se pueden usar otra vez para el mismo propósito o para otro fin diferente (Esa et al., 2016b). La operación de descomposición de componentes usados en construcción para producir materiales nuevos se refiere al reciclaje (Kabirifar et al., 2020), de hecho, la acción de reciclar varios materiales en construcción requiere de menos energía en comparación con el material virgen (Umar et al., 2020). Los beneficios de estas estrategias son minimizar la generación de residuos, reducir la demanda de nuevos vertederos, reducir espacio en los rellenos sanitarios, ahorro de materiales naturales, economizar el costo de transporte de RCD hacia los vertederos y se ahorra el costo de tratamiento o eliminación; además contribuye a la protección del medio ambiente (Jin et al., 2017). La actitud de los interesados en gestión, el rol de vida de los proyectos de construcción/demolición en la gestión de RCD, marco regulatorio para la gestión sostenible de RCD,

tecnologías y herramientas para gestión han sido considerados como factores que afectan la gestión de RCD (Kabirifar et al., 2020) y se ha demostrado que han sido efectivos en la gestión de RCD (Esa et al., 2016b; Udawatta et al., 2015b).

Gestión de residuos de construcción y demolición desde la perspectiva de la sostenibilidad

En el enfoque de sostenibilidad se han utilizado tres aspectos que son económicos, sociales y ambientales (Negash et al., 2021). La adopción de prácticas de construcción sostenibles es una solución para poder revertir los impactos negativos de los trabajos de construcción (Carvajal-Arango et al., 2019) y equilibrar los beneficios económicos, impactos sociales y el control ambiental (Araee et al., 2020; Huang et al., 2018). En la etapa de construcción el aspecto económico, la sostenibilidad busca maximizar el presupuesto del proyecto minimizando costos de mantenimiento y operación (Ogunbiyi et al., 2014); la parte ambiental se encamina a disminuir el consumo de recursos y los desechos de materiales y energía producidos por las actividades de construcción (Koranda et al., 2012), dando a conocer que el aspecto social se relaciona en la mejora de las diferentes condiciones de bienestar, salud y seguridad de todo el personal en el sitio de las operaciones.

Gestión de residuos de construcción y demolición en relación con la actitud de las partes interesadas

Se ha demostrado que la actitud y comportamiento de los interesados afectan la gestión de RCD (Kim et al., 2020) debido a que se requiere de su compromiso y dedicación para llevar acciones adecuadas de inmediato para minimizar los residuos generados (Udawatta et al., 2015a). La generación, reutilización y reciclaje de RCD pueden ser afectados si la actitud de los contratistas es establecer prioridades en la gestión (Chen et al., 2019). Por otro lado, los arquitectos y diseñadores también desempeñan un rol importante en la gestión de RCD cuando entregan sus diseños o dibujos a tiempo ya que esto podría minimizar la generación de residuos (Olanrewaju & Ogunmakinde, 2020).

Gestión de residuos de construcción y demolición en relación con el período de duración del proyecto

Es importante gestionar los RCD en las etapas del proyecto, asimismo la minimización de los desechos de construcción se realiza en todas las etapas del ciclo de vida proyecto. Varios factores como el pedido y manejo de materiales en la fase de adquisición, cambios en el plan del proyecto, diseño, planes y tecnologías de gestión de desechos durante la etapa de construcción y demolición afectan la gestión de RCD en los ciclos de vida del proyecto (Esa *et al.*, 2016a). Por otra parte, en la etapa de planificación y diseño se encuentran factores que afecta la gestión, por ejemplo, tener en cuenta el tipo y volumen de residuos antes del comienzo del proyecto, la aplicación del modelado de información de construcción (MIB), la contribución de las partes interesadas, el plan diseñado de gestión de desechos y el equipo encargado del seguimiento de la gestión (Kabirifar *et al.*, 2020).

Herramientas de gestión de residuos de construcción y demolición

Existen varias herramientas que se utilizan para gestionar los RCD, entre ellas están las herramientas de tecnología de información y la tecnología de prefabricación (Jin *et al.*, 2019). Dentro de las tecnologías de información se encuentra la aplicación modelado de información de construcción (MIB) que sirve para predecir el volumen del material a utilizar en las etapas de planificación y diseño de un proyecto (Huang *et al.*, 2013; Krystofik *et al.*, 2015). Otras tecnologías como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y el Sistema de Información Geográfica (GIS) se han incluido para la prevención de desechos y evaluación del diseño del material del lugar de construcción (Li & Yang, 2014). También se está utilizando la tecnología Big Data para almacenar y analizar gran cantidad de datos (Bilal *et al.*, 2016).

En Europa se realiza una buena práctica de gestión de RCD debido a que la tasa de recuperación de RCD en la Unión Europea (UE) conformada por 28 países es alrededor del 90% en el 2018 (Eurostat, 2021); este resultado se refleja por el sistema de gestión avanzado que posee la UE (Hao *et al.*, 2020). Las leyes, políticas, regulaciones, tecnologías para la gestión de RCD (Zhang *et al.*, 2021) y las redes densas de reciclaje (Hao *et al.*, 2020) conducen hacia un sector de construcción circular. La Directiva de Marco de Residuos-DMR europea describe a la jerarquía de residuos como la orden prioritaria de las operaciones a seguir en la gestión de RCD que

abarcen la prevención, preparación para la reutilización, reciclado, otras recuperaciones (incluye la recuperación de energía) y eliminación, ver Figura 2. La jerarquía de residuos se adapta a diferentes categorías de residuos, mezclas de energía y eficiencias de tratamiento (Laurent *et al.*, 2014).

Fuente: Cueva-Rodríguez et al., 2022.



Figura 2: Jerarquía de residuos en la directiva 2008/98/EC.

Se ha reportado que en los países del norte y este de Europa tienen un nivel de desarrollo de gestión alta, siendo Países Bajos el país que más puntaje de nivel de madurez de gestión ha tenido, señalando que tienen una buena práctica de gestión de RCD (Zhang *et al.*, 2021). Estos resultados se obtuvieron de acuerdo a la evaluación integral del nivel de desarrollo de gestión de RCD a partir de trece indicadores considerados por Monier *et al.* (2017) entre ellos la legislación de gestión de RCD, la práctica de reutilización y reciclaje, la prevención de desechos, política de residuos y gestión de vertederos. Por otro lado, los países con el nivel más alto de mejora de optimización de todas las categorías de práctica de RCD que se relacionan con la prevención, recuperación y vertido de RCD se incluyen a los países bajos, Reino Unido, Dinamarca y Luxemburgo (Zhang *et al.*, 2021). En Europa los residuos almacenados de construcción y demolición se transportan de forma periódica hacia las plantas de clasificación, luego se clasifican los desechos valiosos como metal, plásticos, papel y los desechos inertes (ladrillo y concreto); una vez que se realiza la clasificación los desechos son enviados a las empresas que producen estos dos tipos de residuos sin embargo, los residuos que no tienen valor para ser reciclados son depositados en vertederos o se incineran (Hao et al., 2020).

Actualmente, la gestión de RCD en cada país miembro de Europa es realizada a través de la prevención de la generación de residuos, recuperación y la disposición final en vertederos (Zhang *et al.*, 2021). El desarrollo de la gestión de RCD en los países de la Unión Europea se ha establecido a partir de la evaluación de indicadores seleccionados por Monier *et al.* (2017) que incluyen la política de desechos, la legislación de RCD, la práctica de reutilización y reciclaje, y la prevención de residuos (Zhang *et al.*, 2021). En la mayoría de países miembro de Europa la prevención se mide comúnmente mediante la reducción de la cantidad de residuos producidos de construcción y demolición (Zhang *et al.*, 2021). Cada país establece la forma de reducir sus residuos por ejemplo Suecia pretende reducir la cantidad de RCD por área de piso mientras que Gales se propuso el objetivo de reducir 1,4% de los desechos de construcción y demolición cada año hasta el 2050 en comparación con el nivel de 2006 (Monier *et al.*, 2017). Según Zhang *et al.* (2021) los países europeos se pueden clasificar en cinco tipos en base a la tasa de recuperación: (i) altamente desarrollados, (ii) desarrollados, (iii) de rápido desarrollo, (iv) fluctuantes, (v) de desarrollo lento. Países Bajos, Luxemburgo, Italia, Irlanda y Reino Unido son países altamente desarrollados porque poseen una tasa de recuperación del 90% desde 2010. Los países desarrollados como Islandia, Francia y Suecia presentaron tasas de recuperación del 60% - 100% en 2018. Un país de rápido desarrollo indica que su tasa de recuperación pasó del 20% en 2010 y aumentó rápidamente al 60% en 2018, por ejemplo, Bélgica, Finlandia, Grecia, etc. Como país fluctuante se considera a Bulgaria, con una tasa de recuperación que fluctuó entre menos del 20% y el 90% durante 2010-2018. Los países de lento desarrollo son Eslovaquia y Montenegro ya que la tasa de recuperación se mantuvo por debajo del 60% hasta 2018. Los RCD no recuperados son eliminados a través de vertederos (Hao *et al.*, 2020) sin embargo en la jerarquía de residuos esta acción es la menos considerable y siempre debe evitarse. En Europa los países tienen un control general para el vertido de desechos como materiales no peligrosos con una tasa media de vertido de 10% (Zhang *et al.*, 2021).

A nivel internacional, sobre todo en Europa se han realizado varias investigaciones sobre la gestión de RCD. En el Perú, existe muy poca información al respecto, los RCD son considerados residuos no municipales y se describen como los residuos producidos durante la construcción, remodelación, renovación, restauración y remodelación de edificios en las actividades de construcción y procesos de infraestructura Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de

Vivienda y Construcción y Saneamiento (MINAM y MVCS, 2016). La gestión de RCD abarca la generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y eliminación de desechos. Algunos estudios permitieron conocer la gestión de los residuos de construcción en el país, por ejemplo, se diagnosticó la realidad de la gestión de los residuos de construcción y demolición en el distrito de Pimentel donde resultó que un 49 % de encuestados tiene una opinión favorable de lo importante que es gestionar los desechos de construcción; se evidenció que la gestión para tratar los residuos no es eficiente con la necesidad de vertederos para la disposición final de RCD lo que genera contaminación impidiendo el desarrollo sustentable de la población libre de contaminación (Abello, 2020).

Cambio climático

El cambio climático es provocado por el aumento gradual de la temperatura por causa de la emisión elevada de gases efecto invernadero antropogénicos y es un fenómeno que se da a largo plazo en un tiempo de 30 años a partir de una media estadística; es provocado por causas naturales y antropogénicas; las primeras causas son la variabilidad solar, variación de la órbita de la tierra y las erupciones volcánicas, en cambio la emisión de gases efecto invernadero producidos por la acción de quemar combustibles de fósiles, deforestación y las industrias son las principales causas antropogénicas (Kumar, 2021). La interacción de los componentes meteorológicos como la temperatura del aire, la velocidad del viento, la presión del aire, la precipitación, la humedad y la velocidad del viento y la humedad, son el resultado del clima, sin embargo, los cambios en estos elementos conforman el cambio climático (Yalew et al. , 2020).

El cambio climático tiene un impacto negativo porque afecta el bienestar de la humanidad de diferentes grados mediante consecuencias de pérdida de cosechas, inundaciones o enfermedades respiratorias (Ding et al., 2021) así mismo trae otras desventajas como el aumento de la intensidad y continuidad de los desastres del clima que puede generar pérdidas significativas (Birkmann et al., 2015); reducción de la calidad de la tierra de cultivo (Ma et al., 2020); disminución de la función de la biodiversidad por la amplia vulnerabilidad del ecosistema (Li et al., 2018); aumento de acidez del medio marino que causa una gran amenaza para los ecosistemas y organismos que dependen de un medio químico estable; aumento del nivel del mar que conduce a ecosistemas costeros degradados (Anthony, 2016); contradicción entre la demanda y oferta de agua (Villanueva & Glenk, 2021) y efectos perjudiciales en los medios de vida, la salud

pública, la desigualdad, la economía y otros problemas sociales (Hernández-Delgado, 2015 ; Markkanen & Anger-Kraavi, 2019). Ello también se ha visto influenciado por las políticas ambientales que no han sido eficientes para contrarrestar los efectos en relación al cambio climático (Castillo-SantaMaría et al., 2021). En base a lo descrito, se debe trabajar de forma articulada en beneficio de nuestro país y planeta para poder solucionar los problemas frente a cambio climático y contaminación ambiental (Rodríguez-Rodríguez et al., 2021), la industria enfocada en construcción es responsable del 16% de las emisiones de gases del efecto invernadero en la Unión Europea (UE) y el 5 al 40 % están involucrados otros países (Francart et al., 2019). Se ha reportado que la generación de RCD y producción de hormigón son los componentes que contribuyen a la emisión de CO₂ a la atmósfera de forma constante (Akhtar & Sarmah, 2018). Los actores importantes que pueden trabajar para disminuir el impacto de la construcción en el cambio climático son los constructores, promotores y las autoridades públicas; además, los municipios también pueden proporcionar apoyo económico y administrativo, ofrecer capacitación, herramientas de software, promover la comunicación, innovación e informar sobre los problemas climáticos en las partes interesadas (Francart et al., 2019). Acciones como la prolongación de la vida útil de las construcciones y la práctica de reciclaje de materiales son métodos muy efectivos para disminuir el consumo de materias primas y la generación de residuos y mitigar las emisiones de CO₂ (Huang et al., 2013). La estrategia de reducción de desechos tiene el beneficio de reducir las emisiones de CO₂; la práctica de reutilizar permite mitigar las emisiones de gases efecto invernadero las cuales contribuyen al cambio climático, de igual manera, el reciclaje de materiales de construcción como hormigón, el metal, la madera, el asfalto, los materiales para techos, las placas de yeso y el cartón disminuye la generación de CO₂ (Oyenuga, 2016; Park & Tucker, 2017).

Discusión

La gestión de RCD en países desarrollados de la Unión Europea, realizan una buena práctica de gestión de estos residuos. En Europa se está utilizando la estrategia de Jerarquía de residuos para gestionar y obtener la mínima cantidad de residuos. Asimismo, otros estudios señalan que la jerarquía de gestión de RCD o el principio de las 3 R (Esa et al., 2016a) se considera la estrategia más eficaz para la gestión de RCD (Huang et al., 2018). Se ha estudiado que la jerarquía de residuos visualiza una nueva forma de gestionar los residuos por la reconsideración, rediseño y

reutilización de productos con la finalidad de la mejorar de la gestión de recursos y la reducción de generación de desechos y el impacto desfavorable de los residuos del ciclo de vida de pre-uso, uso y fases después al uso (Zhang et al., 2021). El hormigón es el principal generador de CO₂ por lo que en Europa se tiene en cuenta tres aspectos en la prevención de residuos de hormigón que son reducción de la cantidad, reducción del impacto adverso y reducción del contenido nocivo (Zhang et al., 2021). De hecho, estas estrategias mencionadas y aplicadas en Europa permiten mitigar el cambio climático debido a que se reduce la generación de emisiones de dióxido de carbono.

Los países desarrollados ejercen una mejor gestión en comparación con los países en desarrollo como el Perú, en los países desarrollados están más enfocados en buscar la forma de reducir las emisiones de gases efecto invernadero que contribuyen al cambio climático, se orientan al compromiso de la política del carbono, la mejora de herramientas y tecnologías de reciclaje de RCD, mejora de la educación y programas de formación para profesionales involucrados en esta área en dirección a mejorar actitudes hacia una gestión eficaz, también están desarrollando más instalaciones para reciclar RCD en las zonas urbanas y rurales para el desarrollo de un mercado con materiales y productos reciclados (Kabirifar et al., 2020).

En el Perú existe una gestión inadecuada de los residuos de construcción y demolición debido a que hay áreas extensas con estos residuos que no son atendidos, no están siendo tratados, se aplica de manera escasa las medidas de regulación y se encuentran contaminando el medio ambiente según la revisión realizada en este artículo. El Perú hasta la actualidad no cuenta con infraestructuras como escombreras para la disposición final de estos residuos y lamentablemente son arrojados a riberas de ríos, al mar sin tener tratamientos previos, y no hay una fiscalización eficiente, a pesar de que el gobierno impulsa mejorar la gestión de estos residuos brindando incentivos a las municipalidades que logren cumplir las metas propuestas (Orihuela, 2018). Otras barreras que tiene la gestión de RCD en el Perú incluyen que las partes interesadas no tienen claro sus responsabilidades, y existe una falta de recursos para la supervisar el cumplimiento de las regulaciones poco conocidas por las empresas constructoras (Rondinel-Oviedo, 2021). Del mismo modo Tamirat et al. (2021) reportaron que los criterios que obstaculizan a las prácticas de gestión de RCD sostenible incluyen la ausencia de compromiso, la falta de conciencia, la falta de cooperación, financiamiento inapropiado, la ausencia de visión nacional, incumplimiento legal, infraestructura limitada y la falta de supervisión.

Es necesario resaltar que el Perú debería adoptar estrategias como la implementación de las normas de regulación de estos residuos, el desarrollo de un plan de gestión de residuos incluyendo estrategias eficaces que han sido practicadas en otros lugares. Relacionado a ello en otro estudio en Perú sugiere reforzamiento en el control legislativo y gubernamental asimismo se debe establecer claramente y promover el reciclaje, certificaciones e incentivos económicos para mejorar la gestión de RCD (Rondinel-Oviedo, 2021). Todo ello coincide con la investigación de Kabirifar et al. (2020) mencionan que los países en desarrollo enfrentan situaciones de insuficiencia acerca de la generación, reutilización y reciclaje y la disposición de vertederos en la gestión de RCD.

Conclusiones

Se concluye que, en los países desarrollados de la Unión Europea utilizan la estrategia jerarquía de residuos que se basa en reducir, reutilizar y reciclar, permitiendo el desarrollo de una gestión adecuada y eficaz de residuos de construcción y demolición y por ende se obtiene una generación de desechos de construcción menor lo que contribuye a la mitigación del cambio climático. Por otro lado, los cuatro factores principales que afectan la gestión de RCD son las actitudes de los actores de gestión de RCD, la gestión de RCD dentro de los ciclos de vida del proyecto, la gestión de RCD con respecto a la sostenibilidad y herramientas de gestión de RCD.

Por otro lado, en Perú la gestión de RCD es inadecuada porque la mayoría de residuos no reciben tratamiento y no se dispone de vertederos para la disposición final de residuos; se aplica de manera escasa las medidas de regulación de estos residuos o no se tiene en claro las regulaciones establecidas por el gobierno o muchas veces las empresas constructoras desconocen de ello y no se hacen responsables de realizar una adecuada gestión de RCD, así también existe desconocimiento acerca de las estrategias para gestionar estos desechos por parte de los involucrados en la actividad de construcción y demolición, contribuyendo así al cambio climático.

Referencias

1. Abello, T. V. (2020). *Diseño de escombrera para residuos contaminantes provenientes de la construcción de los habitantes del Distrito de Pimentel*. [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58472>.
2. Agencia de Protección Ambiental. APA. (2019). Sustainable Management of Construction and Demolition Materials. www.epa.gov/smm/sustainablemanagement-construction-and-demolitionmaterials.
3. Akanbi, L. A., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Ajayi, A. O., Davila Delgado, M., Bilal, M., & Bello, S. A. (2018). Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 175–186. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.026>.
4. Akhtar, A., & Sarmah, A. K. (2018). Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective. *Journal of Cleaner Production*, 186, 262–281. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.085>.
5. Anthony, K.R.N. (2016). Coral reefs under climate change and ocean acidification: challenges and opportunities for management and policy. *Annual Review of Environment and Resources*, 41, 59–81. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ110615-085610>.
6. Araee, E., Manavizadeh, N., & Aghamohammadi Bosjin, S. (2020). Designing a multi-objective model for a hazardous waste routing problem considering flexibility of routes and social effects. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 37(1), 33–45. <https://doi.org/10.1080/21681015.2020.1727970>.
7. Bilal, M., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Ajayi, S. O., Alaka, H. A., Owolabi, H. A., Qadir, J., Pasha, M., & Bello, S. A. (2016). Big data architecture for construction waste analytics (CWA): A conceptual framework. *Journal of Building Engineering*, 6, 144–156. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2016.03.002>.
8. Bovea, M. D., & Powell, J. C. (2016). Developments in life cycle assessment applied to evaluate the environmental performance of construction and demolition wastes. *Waste Management*, 50, 151–172. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.036>.
9. Birkmann, J., Cutter, S. L., Rothman, D. S., Welle, T., Garschagen, M., van Ruijven, B., O'Neill, B., Preston, B. L., Kienberger, S., Cardona, O. D., Siagian, T., Hidayati, D.,

- Setiadi, N., Binder, C. R., Hughes, B., & Pulwarty, R. (2015). Scenarios for vulnerability: opportunities and constraints in the context of climate change and disaster risk. *Climatic Change*, 133(1), 53–68. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0913-2>.
10. Caldas, R., Castillo, B., & Castillo, F. W. (2021). Gobernanza territorial para el desarrollo sostenible de Perú. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(3), 47–54. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/438/458>
11. Carvajal-Arango, D., Bahamón-Jaramillo, S., Aristizábal-Monsalve, P., Vásquez-Hernández, A., & Botero, L. F. B. (2019). Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase. *Journal of Cleaner Production*, 234, 1322–1337. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.216>.
12. Chen, J., Hua, C., & Liu, C. (2019). Considerations for better construction and demolition waste management: Identifying the decision behaviors of contractors and government departments through a game theory decision-making model. *Journal of Cleaner Production*, 212, 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.262>.
13. Ding, Y. J., Li, C. Y., Wang, X., Wang, Y., Wang, S. X., Chang, Y. P., Qin, J., Wang, S. P., Zhao, Q. D., & Wang, Z. R. (2021). An overview of climate change impacts on the society in China, *Advances in Climate Change Research*, 12(2), 210–223. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2021.03.002>.
14. Eurostat. (2021). Recovery rate of construction and demolition waste [WWW document]. URL https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm040/default/table?lang=en.
15. Esa, M. R., Halog, A., & Rigamonti, La. (2016a). Developing strategies for managing construction and demolition wastes in Malaysia based on the concept of circular economy. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 19(3), 1144–1154. <https://doi.org/10.1007/s10163-016-0516-x>.
16. Esa, M. R., Halog, A., & Rigamonti, L. (2016b). Strategies for minimizing construction and demolition wastes in Malaysia. *Resources, Conservation and Recycling*, 120, 219–229. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.12.014>.
17. Ewijk, S. Van, & Stegemann, J. A. (2015). Limitations of the waste hierarchy for achieving absolute reductions in material throughput. *Journal of Cleaner Production*, 132, 122–128. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.051>.

18. Francart, N., Larsson, M., Malmqvist, T., Erlandsson, M., & Florell, J. (2019). Requirements set by Swedish municipalities to promote construction with low climate change impact. *Journal of Cleaner Production*, 208, 117-131.
19. Gálvez-Martos, J.-L., & Istrate, I.-R. (2020). Construction and demolition waste management. In *Advances in Construction and Demolition Waste Recycling* (Issue 2018). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819055-5.00004-8>.
20. Hao, J., Di Maria, F., Chen, Z., Yu, S., Ma, W., & Di Sarno, L. (2020). Comparative study of construction and demolition waste management in China and the European Union. *Detritus*, 13, 114–121. <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2020.14029>.
21. Hernández-Delgado, E.A. (2015). The emerging threats of climate change on tropical coastal ecosystem services, public health, local economies and livelihood sustainability of small islands: cumulative impacts and synergies. *Mar. Pollut. Bull*, 101 (1), 5-28. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.09.018>.
22. Huang, B., Wang, X., Kua, H., Geng, Y., & Bleischwitz, R. (2018). Resources, Conservation & Recycling Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. *Resources, Conservation & Recycling*, 129(April 2017), 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.029>.
23. Huang, T., Shi, F., Tanikawa, H., Fei, J., & Han, J. (2013). Materials demand and environmental impact of buildings construction and demolition in China based on dynamic material flow analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 72, 91–101. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.12.013>.
24. Iodice, S., Garbarino, E., Cerreta, M., & Tonini, D. (2021). Sustainability assessment of Construction and Demolition Waste management applied to an Italian case. *Waste Management*, 128, 83–98. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.031>
25. Jin, R., Li, B., Zhou, T., Wanatowski, D., & Piroozfar, P. (2017). An empirical study of perceptions towards construction and demolition waste recycling and reuse in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 126(April), 86–98. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.034>.
26. Jin, R., Yuan, H., & Chen, Q. (2019). Science mapping approach to assisting the review of construction and demolition waste management research published between 2009 and

2018. *Resources, Conservation and Recycling*, 140(September 2018), 175–188. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.029>.
27. Kabirifar, K., Mojtahedi, M., Wang, C., & Tam, V. W. Y. (2020). Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review. *Journal of Cleaner Production*, 2. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121265. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121265>.
28. Kim, S. Y., Nguyen, M. V., & Luu, V. T. (2020). A performance evaluation framework for construction and demolition waste management: stakeholder perspectives. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(10), 3189–3213. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2019-0683>.
29. Koranda, C., Chong, W. K., Kim, C., Chou, J. S., & Kim, C. (2012). An investigation of the applicability of sustainability and lean concepts to small construction projects. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 16(5), 699–707. <https://doi.org/10.1007/s12205-012-1460-5>.
30. Krystofik, M., Wagner, J., & Gaustad, G. (2015). Leveraging intellectual property rights to encourage green product design and remanufacturing for sustainable waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 97, 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.02.005>.
31. Kumar, V., Ranjan, D., Verma, K. (2021). Global climate change: the loop between cause and impact. *Global climate change*, 187-211. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822928-6.00002-2>.
32. Laurent, A., Bakas, I., Clavreul, J., Bernstad, A., Niero, M., Gentil, E., Hauschild, M. Z., & Christensen, T. H. (2014). Review of LCA studies of solid waste management systems - Part I: Lessons learned and perspectives. *Waste Management*, 34(3), 573–588. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.10.045>
33. Li, M., & Yang, J. (2014). Critical factors for waste management in office building retrofit projects in Australia. *Resources, Conservation and Recycling*, 93, 85–98. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.10.007>
34. Li, C., Lu, Y., Liu, J., & Wu, X. (2018). Science of the Total Environment Climate change and dengue fever transmission in China : Evidences and challenges. *Science of the*

- Total Environment, 622–623(19), 493–501.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.326>.
35. López, L. A., Roca, X., & Gassó, S. (2020). The circular economy in the construction and demolition waste sector – A review and an integrative model approach. *Journal of Cleaner Production*, 248. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119238>
36. Ma, J., Zhang, C., Yun, W., Lv, Y., & Zhu, D. (2020). The temporal analysis of regional cultivated land productivity with GPP based on 2000–2018 MODIS Data. *Sustainability* 12 (1), 16. <https://doi.org/10.3390/su12010411>.
37. Marcos, H. V., & Santa María, B. C. (2022). REFLEXIONES SOBRE EL REÚSO POTABLE DIRECTO Y DESALACIÓN PARA GARANTIZAR EL DERECHO HUMANO AL AGUA. *REFLEXOES*, 14, 121–132. <https://www.journals.cincader.org/index.php/sej/article/view/60/52>
38. Markkanen, S., & Anger-Kraavi, A. (2019). Social impacts of climate change mitigation policies and their implications for inequality, *Climate Policy* 19 (7), 827e844. <https://10.1080/14693062.2019.1596873>.
39. Mendiola, A.A. (2021). *Las políticas empresariales medioambientales de las compañías constructoras de Lima Metropolitana y su incidencia en la gestión integral de los residuos sólidos*. 200. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/16550>.
40. Menegaki, M., & Damigos, D. (2018). A review on current situation and challenges of construction and demolition waste management. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 13, 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.02.01>
41. Ministerio del Ambiente de Perú, [MINAM]. (2017). Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024 | SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024, 80. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuos-solidos-2016-2024>
42. Ministerio de Medio Ambiente. MIMAN. (2016). Guía informativa: Manejo de residuos de construcción y demolición en obras menores. <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20160622094218.pdf>.

43. Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento. MVCS. (2016). Ministerio de Vivienda. <http://nike.vivienda.gob.pe/dgaa/Archivos/DS-019-2016-VIVIENDA.pdf>.
44. Mohammed, M. S., ElKady, H., & Abdel- Gawwad, H. A. (2021). Utilization of construction and demolition waste and synthetic aggregates. *Journal of Building Engineering*, 43, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103207>
45. Monier, V., Hestin, M., Impériale, A. C., Hobbs, G., Adams, K., Pairon, M., Winghe, M. R., Wiaux, F., Gaillot, O., Wahlström, M., & Ramos, M. (2017). *Resource Efficient Use of Mixed Wastes - Fact sheet Denmark - Construction and Demolition Waste Management in Denmark* (Issue September).
46. Navarro, F., & Vincenzo, T. (2019). Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060>
47. Negash, T. Y., Hassan, A. M., Tseng, M., Wu, K.-J., & Ali, M. H. (2021). Sustainable construction and demolition waste management in Somaliland : Regulatory barriers lead to technical and environmental barriers. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126717. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126717>.
48. Olanrewaju, S. D., & Ogunmakinde, O. E. (2020). Waste minimisation strategies at the design phase: Architects’ response. *Waste Management*, 118, 323–330. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.08.045>.
49. Ogunbiyi, O., Goulding, J.S., & Oladapo, A. (2014). An empirical study of the impact of lean construction techniques on sustainable construction in the UK. *Constr. Innovat*, 14 (1), 88–107. <http://dx.doi.org/10.1108/CI-08-2012-0045>.
50. Oyenuga, A. (2016). Economic and Environmental Impact Assessment of Construction and Demolition Waste Recycling and Reuse Using LCA and MCDA Management Tools.[Doctoral thesis, London South Bank University]. <https://doi.org/10.18744/PUB.001810>.
51. Orihuela, J. (2018). Un Análisis de la Eficiencia de la Gestión Municipal de Residuos Sólidos en el Perú y sus determinantes. In *Instituto Nacional de estadística*. <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/investigaciones/residuos-solidos.pdf>.
52. Park, J., & Tucker, R. (2017). Overcoming barriers to the reuse of construction waste material in Australia: a review of the literature. *International Journal of Construction Management*, 17(3), 228–237. <https://doi.org/10.1080/15623599.2016.1192248>.

53. Paulo, E & Coelho, J.M. (2017). Solid waste management in construction. *Espacios*,38, 18,1-9. <http://www.revistaespacios.com/a17v38n18/a17v38n18p31.pdf>.
54. Rodríguez-Rodríguez, D. W., Castillo- Santa María, B., Cueva- Rodríguez, O. B., & Cueva-Rodríguez, M. (2021). Conciencia ambiental en la conservación de parques y jardines. *Hacedor*, 5, 96–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.26495/rch.v5i2.1933>.
55. Rondinel-Oviedo, D. R. (2021). Construction and demolition waste management in developing countries: a diagnosis from 265 construction sites in the Lima Metropolitan Area. *International Journal of Construction Management*, 0(0), 1–12. <https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1874677>.
56. Silva, R. V., De Brito, J., & Dhir, R. K. (2019). Use of recycled aggregates arising from construction and demolition waste in new construction applications. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117629.<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117629>
57. Suárez-Silgado, S. S., Betancourt Quiroga, C., Molina Benavides, J., & Mahecha Vanegas, L. (2019). La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavicencio: estado actual, barreras e instrumentos de gestión. *Entramado*, 15(1), 224–244. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.5408>.
58. Tamirat, Y., Muse, A., & Tseng, M. (2021). Sustainable construction and demolition waste management in Somaliland: Regulatory barriers lead to technical and environmental barriers. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126717. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126717>.
59. Udawatta, N., Zuo, J., Chiveralls, K., & Zillante, G. (2015a). Attitudinal and behavioural approaches to improving waste management on construction projects in Australia: Benefits and limitations. *International Journal of Construction Management*, 15(2), 137–147. <https://doi.org/10.1080/15623599.2015.1033815>.
60. Udawatta, N., Zuo, J., Chiveralls, K., & Zillante, G. (2015b). Improving waste management in construction projects: An Australian study. *Resources, Conservation and Recycling*, 101, 73–83. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.05.003>.
61. Umar, U. A., Shafiq, N., & Ahmad, F. A. (2020). Civil Engineering A case study on the effective implementation of the reuse and recycling of construction & demolition waste management practices in Malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.07.005>

62. Victor, H., & Castillo, B. (2022). Reflexiones sobre el reúso potable directo y desalación para garantizar el derecho humano al agua. *Reflexoes*, 14, 121–132. <https://www.journals.cincader.org/index.php/sej/article/view/60/52>
63. Villanueva, A.J., & Glenk, K., (2021). Irrigators' preferences for policy instruments to improve water supply reliability. *J. Environ. Manage*, 280, 111844. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman>.
64. Yalew, S. G., van Vliet, M. T. H., Gernaat, D. E. H. J., Ludwig, F., Miara, A., Park, C., Byers, E., De Cian, E., Piontek, F., Iyer, G., Mouratiadou, I., Glynn, J., Hejazi, M., Dessens, O., Rochedo, P., Pietzcker, R., Schaeffer, R., Fujimori, S., Dasgupta, S., ... van Vuuren, D. P. (2020). Impacts of climate change on energy systems in global and regional scenarios. *Nature Energy*, 5(10), 794–802. <https://doi.org/10.1038/s41560-020-0664-z>.
65. Zhang, C., Hu, M., Di Maio, F., Sprecher, B., Yang, X., & Tukker, A. (2021). An overview of the waste hierarchy framework for analyzing the circularity in construction and demolition waste management in Europe. *Science of the Total Environment*, 803, 149892. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149892>.

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).