

Analysis of recovery strategies for construction and demolition waste in the last 10 years: a review of the scientific literature

Paola Jessica LLaccho Fernandez ¹, Ximena Alejandra Rivera Huamán², and Magda Velásquez Marin Mtr³
^{1,2,3} Universidad Privada del Norte, Perú, N00174449@upn.pe, N00171676@upn.pe, magda.velasquez@upn.edu.pe

Abstract– This article from the scientific literature talks about recovery strategies for construction and demolition waste (RCD) that have been used nationally and internationally in the last ten years in such a way that they serve as alternatives to the problem generated by these materials. leftovers present on public roads because there is no comprehensive plan or recovery strategies for this waste because they do not receive sufficient attention from the competent national authorities. This research aims to analyze RCD recovery strategies of the last ten years. A systematic review methodology was carried out using different scientific journals such as Scielo, Alicia, Redalyc, BASE, REDIB and DOAJ. On the other hand, 5 articles and 1 theses were discarded because they were not related to the objective of the study topic and were not within the last 10 years. Within the limitations, it was observed that there are not many countries that carry out studies on RCD recovery strategies. The country with the largest number of studies is Colombia, with Latin America having the highest number of studies. Finally, the valorization strategies that were used were identified, which are recycling, added material, construction of sheds, bioremediation of degraded soils, manufacture of concrete, bricks, paving stones, earth blocks, precast and concrete. It was possible to reach the conclusion that the most used strategy is recycling since it is a relatively widespread practice in several countries.

Keywords: Construction and demolition waste, recovery, recycling, strategies.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Análisis de estrategias de valorización de residuos de construcción y demolición, en los últimos 10 años: una revisión de la literatura científica

Paola Jessica LLaccho Fernandez ¹, Ximena Alejandra Rivera Huamán², and Magda Velásquez Marin Mtr³
^{1,2,3} Universidad Privada del Norte, Perú, N00174449@upn.pe, N00171676@upn.pe, magda.velasquez@upn.edu.pe

Resumen– El presente artículo de la literatura científica habla sobre estrategias de valorización de residuos de construcción y demolición (RCD) que se han usado a nivel nacional e internacional en los últimos diez años de tal forma que sirvan como alternativas al problema que generan estos materiales sobrantes presentes en las vías públicas debido a que no existe un plan integral o estrategias de valorización de estos residuos porque no reciben la suficiente atención por parte de las autoridades nacionales competentes. Esta investigación tiene como objetivo analizar estrategias de valorización de RCD de los últimos diez años. Se realizó una metodología de revisión sistemática en donde se usaron diferentes revistas científicas como Scielo, Alicia, Redalyc, BASE, REDIB y DOAJ. Por otro lado, se descartó 5 artículos y 1 tesis debido a que no estaban relacionados con el objetivo del tema de estudio y no se encontraban dentro de los últimos 10 años. Dentro de las limitaciones, se observó que no son muchos los países que realizan estudios sobre estrategias de valorización de RCD. El país con mayor cantidad de estudios se encuentra Colombia, siendo América Latina con mayor índice de cantidad de estudios. Finalmente, se identificó las estrategias de valorización que se utilizaron, las cuales son el reciclaje, material agregado, construcción de galpones, biorremediación de suelos degradados, fabricación de hormigones, ladrillos, adoquines, bloques de tierra, prefabricado y concreto. Se pudo llegar a la conclusión que la estrategia más utilizada es el reciclaje ya que es una práctica relativamente difundida en varios países.

Palabras Claves: Residuos de construcción y demolición, valorización, reciclaje, estrategias.

I. INTRODUCCIÓN

Los residuos de construcción y demolición (RCD) son materiales sobrantes provenientes de las construcciones, remodelaciones y demolición de cualquier obra pública o privada [1]. También se define como residuos de obras de cualquier tipo de obra, por ejemplo: construcción, demolición, modificación de las edificaciones, obra civil y espacio públicos, así mismo, estos materiales se consideran de carácter inerte, no peligrosos, con un elevado nivel de valorización y aprovechamiento [2]. Sin, embargo, los RCD no tienen una composición propia ya que varían según el tipo de estructura, proceso de demolición y sistemas de gestión ambiental empleados; algunos ejemplos de estos materiales corresponden principalmente a ladrillos, tejas, cerámica, artículos sanitarios, mezclas de hormigón y restos de yeso [2]. Ahora bien, se define la valorización de residuos sólidos como aquel proceso cuyo fin sea que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen sea reutilizado para reemplazar otros materiales o recursos en las etapas productivas [3].

A nivel mundial se generan cerca de 6.5 mil millones de toneladas de RCD, de las cuales entre 2,6 y 3 mil millones de toneladas corresponden a residuos inertes de la construcción y de la demolición. En ese sentido, se calcula que aproximadamente el 35% de RCD se vierte a sitios de disposición final, sin embargo; esto puede variar de un país a otro, por ejemplo, en Australia se producen cerca de 19.5 millones de ton de RCD anuales, de los cuales un tercio de estos residuos son dispuestos en vertederos [4]. Es por esta razón, que países como Alemania, España y Bélgica, se encuentran en la delantera en el tratamiento y aprovechamiento de estos residuos, promoviendo una política que incluye separación en la fuente, tratamientos específicos y aprovechamientos en diferentes áreas de la construcción, disminuyendo el porcentaje de material residual a ser dispuesto [5]. Por otra parte, a nivel de Latinoamérica, Brasil ha sido el primer país en promover políticas para la adecuada gestión de los RCD, en esa línea, la cantidad de RCD varía entre 230 y 760 kg/habitante/año. Además, en países latinoamericanos como Colombia, México y Argentina, la gestión de RCD se encuentra en orden, pero existen normas que no son ejecutadas por varios de los actores involucrados, generando RCD en lugares no autorizados [6].

En el caso del Perú, los residuos de construcción no reciben la atención suficiente por parte de las autoridades; porque no se ha elaborado un plan de gestión y tratamiento de residuos que posibilite aprovechar los potenciales beneficios que podrían obtenerse de ellos. A ello se añade, que en diversas oportunidades estos residuos son vertidos a través de vertederos no autorizados, lo cual evidencia la inexistencia de controles previos y posteriores sobre su nivel de toxicidad o grado de reciclabilidad [7].

La generación de RCD se debe principalmente al gran auge que existe en el sector construcción, sin embargo, es una actividad que demanda importantes recursos naturales tales como la energía, agua, entre otros. Por consiguiente, los impactos generados por la extracción y la transformación de materiales en relación con la construcción pueden ser: cambios en el paisaje, ruido, alteraciones en flujo del agua, remoción de la capa vegetal, erosión del suelo, aumento de partículas suspendidas en el aire, entre otros, esto sin tener en cuenta tres hechos relacionados: el primero es la construcción misma; el segundo tiene que ver con el mantenimiento de la obra durante el periodo de su vida útil; y la tercera está ligada al fin de la vida útil de la edificación; en otras palabras, una obra de construcción genera impactos antes de su construcción, durante

su construcción, en el periodo de su vida útil y al final de la misma [8].

Por lo tanto, a nivel mundial, se han formulado diversas alternativas para paliar la contaminación producida por los RCD, por ejemplo, disminución de residuos en la fuente, reutilización y reciclaje. A pesar de ello, se debe incluir etapas que promuevan valor agregado a estos materiales y que contribuya a reintegrar a la cadena productiva, generando una solución sostenible a dicha problemática [9]. Por lo mencionado anteriormente, el reciclaje para este tipo de residuos se presenta como una estrategia para paliar el impacto que estos generan en el ambiente de ahí la importancia del estudio de nuevas alternativas para su mejor aprovechamiento. Según, estas actividades traen los siguientes beneficios:

Minimizar focos de contaminación y problemas de salubridad relacionados con este (suelo y aire contaminado).

Disminución considerable en los costos de manejo y disposición final por parte de las autoridades municipales encargadas, además de una reducción en los gastos asociados a la limpieza por el vertimiento inapropiado de estos residuos alrededor de toda la ciudad.

Disminución de botaderos de residuos de construcción y demolición (RCD) no autorizados para minimizar los riesgos ambientales y promover la valorización de estos materiales a empresas autorizadas.

Producción de agregados reciclados de concreto (ARC) tanto gruesos como finos para la producción de mezclas de concreto y mortero, bases y sub-bases granulares y elementos prefabricados.

Reducción en la demanda y extracción de materias primas naturales como grava y arena para el uso en el sector de la construcción [10].

Por lo tanto, en relación con el tema de estudio previamente mencionado se puede mencionar que existe una interrogante la cual se busca resolver a futuro y que consigna de la siguiente manera: ¿Cuáles son las estrategias de valorización de residuos de construcción y demolición de acuerdo con las revistas de investigación publicadas en bases de datos científicas en los últimos 10 años? Como resultado, la revisión sistemática tiene como objetivo analizar las estrategias de valorización de residuos de construcción y demolición, de acuerdo con las revistas de investigación publicadas en bases de datos científicas en los últimos 10 años.

II. METODOLOGÍA

A. Determinación de criterios de selección

Se buscaron artículos científicos y tesis alineados al objetivo de estudio. Se incluyeron artículos originales en idioma español, inglés y portugués, entre los años 2012 y 2022. En cuanto a la exclusión, se consideró lo siguiente: a) No cumple con el objetivo de investigación, b) Negación de acceso al artículo completo.

B. Recurso de información

Para la obtención de los artículos científicos y tesis, se realizó la búsqueda en repositorios electrónicos formales como: Scielo, Alicia, Redalyc, BASE, REDIB, DOAJ y Scopus.

Donde se encontró 24 artículos y 4 tesis, luego de analizar detenidamente se concluyó que 22 se alineaban al objetivo de investigación y se tenía acceso al artículo completo tal como lo muestra la tabla II.

C. Búsqueda

Para poder realizar la búsqueda de literatura científica en base a todo lo mencionado anteriormente, se identificó las palabras claves de la pregunta de investigación y se tomó en cuenta el tiempo de rango establecido de 10 años. Ver Tabla I.

TABLA I
PALABRAS CLAVES USADAS EN LA BUSQUEDA DE INFORMACIÓN

Palabras claves	
AND / OR	<ul style="list-style-type: none"> ✓ "residuos de construcción" ✓ "estrategias de RCD" ✓ "residuos de demolición" ✓ "valorización de RCD" ✓ Valorización ✓ Reciclaje ✓ Estrategias ✓ construction and demolition waste

D. Descarte o inclusión

A partir de los artículos revisados que tenían una cierta relación con lo investigado se usó criterios de inclusión que fueron los siguientes: Los artículos aportan al objetivo y responden a la pregunta de investigación, y contiene redacción coherente. Por otro lado, los criterios de exclusión fueron: la investigación no estaba relacionada con el objetivo del tema de estudio. En base a la información recolectada, se ejecutaron criterios como inclusión y exclusión de las fuentes de información y se obtuvieron los siguientes resultados ver tabla II.

TABLA II
ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN DE ARTÍCULOS Y TESIS

Base de datos	Descarte de artículos y tesis	Artículos y tesis finales después de la revisión
Scielo	5	11
Alicia	0	2
Redalyc	0	1
BASE	1	1
REDIB	0	2
DOAJ	0	3
Scopus	0	2
Total	6	22

E. Selección de datos

Luego del ordenamiento de los hallazgos, se construyó un cuadro de análisis de los artículos de investigación en base a los criterios de: Base de datos, autores, título, país y año de publicación. Ver tabla III.

TABLA III
CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Base de datos	Criterios	Selección
Scielo Alicia Redalyc BASE REDIB DOAJ Scopus	Autor Título País Año	Los artículos aportan al objetivo y responden a la pregunta de investigación. La investigación debe estar relacionada con el objetivo del tema de estudio.

III. RESULTADOS

A. Proceso de selección de estudios

Para la revisión sistemática realizada se utilizaron diversos buscadores como Scielo, Alicia, Redalyc, BASE, REDIB y DOAJ donde se pudieron encontrar investigaciones científicas de diversos países, se utilizó como criterio de inclusión investigaciones en los últimos 10 años. Los archivos tomados en cuenta en la búsqueda de datos fueron 26 los cuales 22 pertenecen a artículos de investigación y 4 a tesis. Entre artículos y tesis excluidas fueron 6 con base al año, acceso y objetivo. Y los archivos incluidos fueron 22 de acuerdo con el criterio de inclusión como podemos apreciar en la Fig.1.

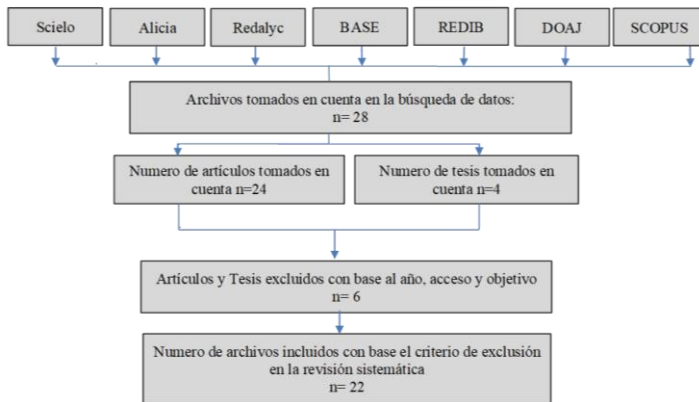


Fig. 1 Diagrama de Flujo del proceso de selección de datos

B. Características de estudio

Se tomó en cuenta los principales artículos incluidos en la revisión sistemática, según la base de datos en donde el mayor porcentaje de investigaciones seleccionadas fue de Scielo con un 50%, DOAJ con un 13%, seguido de Alicia, REDIB y Scopus con un 9%, el menor porcentaje de investigaciones incluidas son de Redalyc y BASE con un 5% en total.

Por otro lado, de las 22 investigaciones incluidas se clasificaron según el tipo de investigaciones científicas, en

la Tabla IV se muestra que se obtuvo que el 86% corresponde a 19 artículos y el 14% restante a 3 tesis incluidas en la revisión sistemática.

TABLA IV
CANTIDAD DE ARTICULOS Y TESIS INCLUIDOS

Base de datos	Artículos	Tesis	Total	Porcentaje (%)
Scielo	11	0	11	50
Alicia	0	2	2	9
Redalyc	1	0	1	5
BASE	0	1	1	5
REDIB	2	0	2	9
DOAJ	3	0	3	13
Scopus	2	0	2	9
Total	19	3	22	100

Asimismo, de las 22 investigaciones incluidas en esta revisión sistemática, en la Fig. 2 se muestra que hay un mayor porcentaje de investigaciones en los años 2021 con un 22%, siguiendo los años 2016 y 2019 con un 18%, en el año 2017 un 14%, año 2015 un 9% y por último en los años 2012; 2013; 2018 y 2020 tuvieron una inclusión del 5% del total. El año que tuvo el mayor porcentaje de investigaciones fue el año 2021.



Fig. 2 Investigaciones incluidas según su año de publicación

En relación con la inclusión de los artículos científicos según los países, en la Fig. 3 se muestra que la mayor cantidad de estudios fueron de Colombia con un 45%, seguido por Perú con 12%, Brasil y Chile con 9% y con menor porcentaje Trinidad y Tobago, Rusia, Bolivia, España y Reino Unido con un 5%. Mediante la inclusión según los países se puede apreciar que el país con más información respecto al objetivo de investigación nos brinda Colombia con 10 artículos.

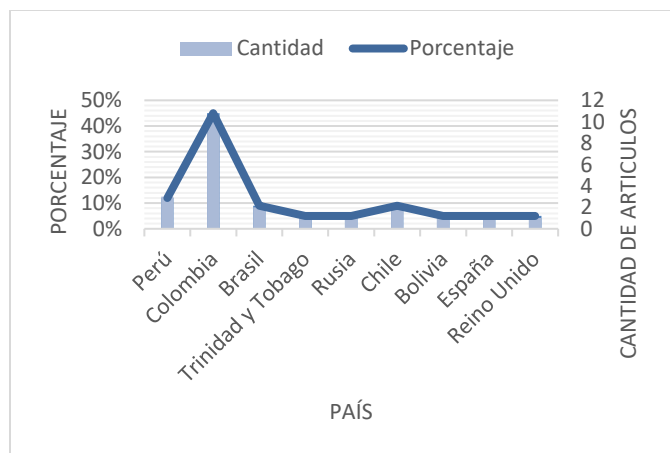


Fig. 3 Inclusion según países

C. Evaluación de estrategias de valorización de residuos de construcción y demolición

En la presente revisión sistemática tiene como pregunta de investigación ¿Cuáles son las estrategias de valorización de residuos de construcción y demolición de acuerdo con las revistas de investigación publicadas en bases de datos científicas en los últimos 10 años?

De acuerdo con las revistas de investigación las estrategias de valorización que se identificaron son el reciclaje, material agregado, construcción de galpones, biorremediación de suelos degradados, fabricación de hormigones, ladrillos, adoquines, bloques de tierra, prefabricado y concreto. Siendo la estrategia más utilizada el reciclaje. Ahora bien, el reciclaje de RCD como agregados es una práctica, relativamente difundida en los países desarrollados, para prevenir la contaminación ambiental y disminuir el impacto de la extracción de agregados vírgenes [11]. Una parte de los residuos de construcción se pueden utilizar y consumir en el reciclaje del mismo proyecto de construcción. Pero se debe implementar procedimientos para obtener un resultado eficaz [12]. Todos los RCD pueden ser tratados para su reutilización o reciclaje, es por esto por lo que una parte de ellos debe ser dispuesta en un sitio destinado para cada fin. Resalta la importancia de una adecuada gestión para que estos residuos no pierdan su valor y así no sea interrumpida el proceso de reciclaje y reutilización, lo cual es consecuencia de la falta de control en la generación y clasificación de RCD potencialmente aprovechables [5].

Una de las estrategias también resaltantes en esta investigación es la biorremediación con RCD; porque, no solo se podrá prevenir la contaminación sino también se tratará. La caracterización química y mineralógica de RCD permite que estos sean usados en la biorremediación de suelos degradados por minería urbana, presentando un potencial uso en la bio- recuperación, debido a que contienen elementos necesarios para los microorganismos y plantas del suelo, los cuales pueden restablecer las propiedades físicas como: capacidad de retención de agua, aireación e infiltración [13].

Para concluir, cada estrategia de valorización usada y aplicada de manera correcta en el mismo proyecto de construcción ayudara a disminuir costos, tener un mejor manejo de RCD y evitar la contaminación, también se puede concluir que no son muchos los países que suelen realizar estudios sobre estrategias de valorización de residuos de construcción y demolición en los últimos 10 años, el cual fue una limitación para identificar más tipos de estrategias.

D. Comparación de resultados según los componentes

La presente revisión sistemática tiene como objetivo analizar las estrategias de valorización de residuos de construcción y demolición, de acuerdo con las revistas de investigación publicadas en bases de datos científicas en los últimos 10 años. A continuación, se mostrará el tipo de residuo, la cantidad o porcentaje y la estrategia de valorización, siendo el reciclaje una de las estrategias más usadas, seguida de la fabricación y elaboración de ladrillos.

Los resultados han permitido conocer las diferentes formas de valorización de residuos de construcción y demolición. En Colombia los RCD generados de baldosa cerámica y aparatos sanitarios poseen un alto potencial para ser reutilizados en mezclas de concreto ya sea como agregado fino o en la pasta cementante [13].

Por otro lado, en Bolivia realizaron una propuesta para la reducción de generación, que consistió en realizar un control y seguimiento en el caso de los residuos de construcción, sin embargo, los residuos generados en la demolición dependen prácticamente de la parte generadora. También menciona que existen oportunidades de reutilización de los residuos generados como material de relleno en la misma construcción o en construcciones vecinas; el material de excavación de algunas zonas de la ciudad fue de arcilla de calidad adecuada para producir ladrillo [14].

Continuando en América del Sur, específicamente en Trinidad y Tobago, realizaron una investigación sobre acciones de gestión para la implementación de prácticas sólidas de RCD para colaborar con el desarrollo de una economía verde. Se analizaron datos recolectados en una encuesta que fue dividida en cuatro secciones: Sección I— Información General como 'tipo de construcción', 'obra ejecutada para', 'tamaño de las empresas' y otros, y tuvo siete preguntas. Los datos de esta sección se recopilaban en un estudio anterior. No obstante, también se utilizó en este estudio; La Sección II consistió en preguntas sobre 'fuentes y tipos de desechos', y se preguntó acerca de 'nivel de acuerdo' sobre qué materiales se desechan más en las obras de construcción de 14 materiales de construcción de uso común y su causa principal basado 18 posibles tipos de generación de desechos; La Sección III consistió en preguntas acerca de qué estrategias se utilizan para la gestión de cuatro tipos comunes de desechos en la gestión de residuos de RCD; La Sección IV hizo énfasis en los 'beneficios potenciales de la gestión de residuos de construcción y demolición y las barreras para la

implementación' preguntando acerca del "nivel de acuerdo" mencionando 7 ventajas de la gestión de los RCD y mencionando la dificultad de la implementación de técnicas debido a 15 factores [15].

Asimismo, en Chile realizaron un caso de estudio que consistía en la factibilidad de la aplicación de un modelo de gestión de RCD implementado en España, para estimar la cantidad de RCD que se produce. Este modelo asegura que el promotor del proyecto gestione de manera adecuada los residuos. Se comprende como promotor al “productor de RCD” o “cualquier persona física o jurídica propietaria del inmueble, estructura o infraestructura que lo origina”. El modelo Alcores se puede resumir en los siguientes 6 pasos: solicitud de licencia de obras; informe de evaluación de RCD; correcta gestión de RCD; reciclaje; emisión del certificado de correcta gestión; y devolución de la fianza. Este caso consistía en la construcción de 17 viviendas unifamiliares en la ciudad de Temuco, región de la Araucanía y durante su construcción aplicar la metodología del modelo español previamente mencionado para la previsión de los residuos encontrados, en ese sentido, con la previsión de cantidades de RCD que se generan se puede definir su adecuada gestión. Se obtuvo como resultado que el 97% del total de los residuos generados se da durante el proceso de excavación por lo que es indispensable realizar, desde la fase de diseño del proyecto, un estudio para la reutilización de las tierras, lo que producirá un gran ahorro en los costos de gestión de RCD y el consumo de recursos naturales, disminuyendo el impacto ambiental que ocasionan los proyectos de urbanización [16].

También en Perú hace mención de estrategias haciendo énfasis en la valorización de los residuos sólidos como la principal alternativa para la gestión antes que cualquier otra medida, sobre todo la de disposición final, en ese sentido, existen empresas como Cajas Ecológicas S.A.C. que cuentan con una tasa de éxito que permite su replicabilidad en cualquier parte de nuestro país, logrando así la valorización (acondicionamiento, recuperación y reciclaje) procesos que realiza en su Planta de Valorización de Residuos Sólidos de Construcción. Sucede pues que, los residuos de naturaleza pétreo son tratados en la máquina trituradora y así convertido en materia prima por lo que permite la reutilización de estos residuos en la construcción de pistas, veredas de baja densidad, losas deportivas, adoquines, entre otros. Observamos que la empresa gestiona sus desechos adecuadamente; lo que demuestra la eficacia de implementación de este tipo de plantas no sólo por los beneficios ambientales, sociales y económicos generados sino porque se posiciona como una alternativa a una necesidad no atendida a nivel nacional [17].

Mientras que, en Brasil proponen la valorización de lodos de la parte mineral inerte de los RCD (RA-S) como materia prima principal para la producción de ladrillos cocidos. Se prepararon ladrillos cocidos fabricados con diferentes tipos de dosificaciones de RA-S y tierra para

luego evaluar sus propiedades. El RA-S se caracterizó y los resultados demostraron que se puede clasificar como un material arcilloso y arena limosa ricamente graduada, mientras que el suelo de ladrillo se puede clasificar como arena arcillosa según las normas francesas. Un análisis indicó que la adición de RA-S a la materia prima de la tierra no generó grandes cambios en las propiedades mineralógicas finales de los ladrillos cocidos. Por ende, los resultados de la prueba de resistencia a la compresión (RC) reveló que las muestras de ladrillo (cocidas a 800°C) aumentó con la adición de RA-S de 30% a 70%. En definitiva, es posible decir que el RA-S elaborado a partir del reciclaje de la parte mineral inerte de la planta de RCD es un material favorable para preparar ladrillos cocidos que pueden emplearse con éxito en el sector de la construcción [18].

En España los resultados que se obtuvieron de la prueba de compactación Proctor estándar indican que la densidad seca máxima de la mezcla se incrementa desde el suelo limoso original, con un máximo en la relación 2:1 (suelo limoso:CDW). Además, se ha comprobado que la adición de RCD a suelos limosos reduce en gran medida el comportamiento plástico de las mezclas en el proceso de compactación, lo que permitiría que estos materiales pudieran ser colocados en obra utilizando equipos de compactación convencionales. Esta mejora del material lutítico conlleva además beneficios medioambientales [19].

El estudio que se realizó en Reino Unido de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) como agregados en mezclas asfálticas en frío. Se ensayaron mezclas asfálticas en frío, tipo grave-emulsión, con 100% de agregados reciclados y mezclas control, con 100% de agregados naturales. Los resultados muestran que los CDW no solo son aptos para uso general en vías de tráfico medio/bajo, sino que también mejoran algunas propiedades de las mezclas asfálticas en frío, en comparación con las elaboradas únicamente con áridos naturales [20]. Ver Tabla V.

TABLA V
RESUMEN DE LAS ESTRATEGIAS DE VALORIZACIÓN.

Referencia	País	Tipo de residuo	Estrategia de valorización
[17]	Perú	Papel, Cartón, madera, plástico, metales ferrosos y no ferrosos y residuos de concreto.	Reciclaje
[21]	Colombia	Residuos madereros, restos de alambre, envolturas plásticas y botellas PET.	Construcción de galpones
[22]	Colombia	Mortero, ladrillo, concreto, vidrio, madera y acero	Fabricación de Adoquines

[8]	Colombia	Ladrillo cerámico, baldosa cerámica y aparatos sanitarios	Material agregado
[13]	Colombia	Concreto, ladrillo y cemento	Biorremediación de suelos degradados por la minería
[23]	Brasil	Ladrillo y concreto	Fabricación de hormigones convencionales
[24]	Colombia	Escombros	Reciclaje
[14]	Bolivia	Tierra excavación, arena grava, ladrillos 6H, cemento, yeso, teja, cerámica, clavos y alambre	Obtención de hormigón y fabricación de ladrillos
[25]	Chile	Escombros	Reciclaje
[9]	Colombia	Ladrillo, bloque, roturas y cerámicas	Placa suelo-cemento
[12]	Chile	Escombros	Reciclaje
[11]	Colombia	Escombros	Reciclaje
[26]	Colombia	Residuos generados por el Laboratorio de suelos, concreto y pavimentos de la Universidad EAFIT, concretos y materiales cerámicos.	Bloques de tierra
[27]	Colombia	Ladrillo residual	Fabricación de un prefabricado para el revestimiento de edificaciones
[18]	Brasil	Lodo mineral inerte	Ladrillos cocidos
[28]	Rusia	Todo tipo de residuos	Reciclaje
[29]	Perú	Concreto, mortero, arcilla y cerámico	Elaboración de concreto
[15]	Trinidad y Tobago	Madera, plástico, cartón, placa de yeso y acero	Reciclaje
[5]	Colombia	Escombros	Reciclaje
[19]	España	Residuo Arenoso	Reutilización de suelos cohesivos
[20]	Reino Unido	Áridos Reciclados	Agregados en mezclas asfálticas en frío

IV.CONCLUSIONES

En el presente trabajo se analizó estrategias de valorización de residuos de construcción y demolición de acuerdo con las revistas de investigación publicadas en Scielo, Alicia, Redalyc, BASE, REDIB, DOAJ y Scopus, donde se encontró 19 artículos y 3 tesis de los últimos 10 años. En esas tesis y artículos se analizó estrategias de valorización de residuos de construcción y demolición de Brasil, Colombia, Perú, Chile, Bolivia, Trinidad y Tobago, España y Reino Unido, en el cual, se observaron avances significativos en actividades de reciclaje para los residuos de construcción y demolición.

En la mayoría de las investigaciones que se usó en el presente trabajo tuvieron resultados positivos frente al problema sobre la falta de atención que presentan estos materiales o residuos sobrantes de las construcción o demoliciones, demostrando que las estrategias mencionadas en la presente investigación podrían ser adoptadas en Perú y en diferentes países, de tal forma que se pueda minimizar la cantidad de los residuos de construcción y demolición como: ladrillos, concreto, cemento, bloques, cerámicas, yeso, escombros, entre otros. Estos residuos se pueden aprovechar a través del reciclaje, obtención de hormigón, fabricaciones de ladrillos, elaboración de concreto, etc. De esta forma se busca el aprovechamiento de estos materiales sobrantes de tal manera que puedan ser reutilizados para reemplazar otros materiales o recursos en las etapas productivas de la construcción.

REFERENCIAS

- [1] F. G. Cabrera, J. M. Gómez, J. L. Almaral, S. P. Arredondo, M. C. Gómez, y J. M. Mendivil, "Propiedades en estado fresco de morteros con árido reciclado de hormigón y efecto de la relación c/a", *Revist. Científi. Ingenie. Desarro.*, vol. 35, no. 1, pp.198-218, jun. 2017.
- [2] S. S. Suarez, C. Betancourt, J. Molina, y L. Mahecha, "La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavicencio: Estado actual, barreras e instrumentos de gestión", *Entramad.*, vol.15, no. 1, pp. 224- 244, jun 2019.
- [3] Diario Oficial del Bicentenario El Peruano, "Decreto Legislativo N° 1278: La Ley de Gestión Integral De Residuos Sólidos", 2021 [online]. Disponible: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-aprueba-la-ley-de-gestion-integral-d-decreto-legislativo-n-1278-1466666-4/> [accedido: may. 15, 2022]
- [4] M. Menegaki, y D. Damigos, "A review on current situation and challenges of construction and demolition waste management", *Curren. Opini. Gree. Susta. Chemistr.*, vol.13, pp.8-15, oct. 2018.
- [5] C. A. Pacheco, L. G. Fuentes, E. H. Sánchez y H. A. Rondon, "Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de Barranquilla desde su modelo de gestión", *Ing. Desarro.*, vol.35, no. 2, pp. 533-555, dic. 2017.
- [6] S. Suarez, J. D. A. Molina, L. Mahecha y L. Calderón, (2018) "Diagnóstico y propuestas para la gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Ibagué (Colombia)", *Gest. Ambient.*, vol. 21, no.1, pp. 9-21, ene. 2018.
- [7] I. O. Bazán, "Caracterización de residuos de construcción de Lima y Callao (estudio de caso)", Tesis Pregrado, Ponti. Univ. Católi. Perú, Lima, Perú, 2018.
- [8] C.A. Mejía, L. J. Sierra, S. A. Arboleda y U.-J. Zuluaga, "Evaluación técnica del potencial cementante de arcillas provenientes de los residuos de la construcción y la demolición", *TecnoLógi.*, vol.24, no. 52, pp.84- 109, jun. 2021.

- [9] L. M. Chica, y J. M. Beltrán, “Caracterización de residuos de demolición y construcción para la identificación de su potencial de reúso”, *DINA*, vol. 85, no. 206, pp. 338-347, sep. 2018.
- [10] R. A. Robayo, P. E. Matthey, Y. F. Silva, D. M. Burgos y S. Delvasto, “Los residuos de la construcción y demolición en la ciudad de Cali: un análisis hacia su gestión, manejo y aprovechamiento”, *Revist. Tecnur.*, vol. 19, no. 44, pp. 157-170, abr. 2015.
- [11] J. O. Castaño, R. M. Rodríguez, L. A. Lasso, A. Gómez y M. S. Ocampo, “Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes”, *Tecnur.*, vol. 17, no. 38, pp. 121-129, dic. 2013.
- [12] J. Aldana y A. Serpell, “Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis”, *Revis. Construc.*, vol. 11, no. 2, pp. 04-16, agos. 2012.
- [13] E. Mejía, L. Osorno y N. W. Osorio, “Residuos de la construcción: una opción para la recuperación de suelos”, *Revis. EIA*, vol. 12, no. 2, pp. E55-E60, jun. 2015.
- [14] R. Vargas y M. Luján, “Estudio de Caracterización y Propuestas de Revalorización de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Cochabamba”, *Acta Nova*, vol. 7, no. 4, pp. 399-429, sep. 2016.
- [15] N. Narcis, R. Indrajit y G. Hosein, “Construction and Demolition Waste Management Actions and Potential Benefits: A Perspective from Trinidad and Tobago”, *Buildings*, vol.9, no. 6, pp.150, jun. 2019.
- [16] C. M. Muñoz, C. Camacho, M. Meléndez y G. Balic, “Urbanización de viviendas y gestión ecoeficiente de residuos de construcción en Chile: aplicación del modelo español”, *Amb. Constr.*, vol. 19, no. 3, pp. 275-294,
- [17] R. Avalo, “Valorización de los Residuos Sólidos de Construcción y Demolición para la Mejora de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la Empresa Cajas Ecológicas S.A.C.”, Tesis Pregrado, Univ. Cesar Vallejo, Lima, Perú, 2020.
- [18] G. S. dos Reis, B. G. Cazacliu, A. Cothenet, y J.-M. Torrenti, “Valorization of Inert Part of Construction and Demolition Wastes for the Production of Fired Bricks”, *Proceeding*, vol. 34, no. 1, pp. 8, nov. 2019.
- [19] P. L. López, A. S. Bordonaba, J. A. Pérez y Ó. P. Anchuela, “Compatibilidad mejorada de un suelo limoso al mezclarlo con residuos de construcción y demolición”, *Geogaceta*, pp.179-182, jun. 2017.
- [20] B. Gómez y I. Pérez, “Propiedades de las mezclas bituminosas en frío con áridos reciclados de residuos de construcción y demolición”, *Carreteras*, vol.4, pp. 1-11, jul. 2017.
- [21] H. D. Cañola, F. Granda y K. L. Quintero, “Aprovechamiento de residuos en la construcción de galpones como alternativa de sostenibilidad en el corregimiento El Prodigio, en San Luis, Antioquia-Colombia”, *TecnoLógicas*, vol.24, no. 51, pp.1830, dic. 2020.
- [22] S. Ceballos, D. C. González y J. D. Sánchez, “Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (RC&D) Generados en la Universidad del Valle Sede Meléndez para la Fabricación de Adoquines”, *Revista ION*, vol.34, no. 1, pp. 27-35, may. 2020.
- [23] A. Ponte, M. Medeiros y S. K. Uchôa, “Análise experimental comparativa entre concreto reciclado com agregado graúdo oriúo reciclagem de resíduo de construção e demolição”, *Society and Development*, vol.10, no.5, pp.1, abr. 2021.
- [24] J. S. Carvajal y C. E. Carmona, “Gestión integral de residuos de construcción y demolición en Colombia: una aproximación basada en la metodología del marco lógico”, *Rev.P+L*, vol.11, no. 1, pp.117-128, may. 2016.
- [25] B. Salgin, P. Arroyo y G. Ballard, “Explorando la relación entre los métodos de diseño lean y la reducción de residuos de construcción y demolición: tres estudios de caso de proyectos hospitalarios en California”, *Revista Ingeniería de Construcción*, vol.31, no.3, pp.191-200, set. 2016.
- [26] A. Vásquez, L. F. Botero y D. Carvajal, “Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional”, *Ingeniería y Ciencia*, vol.11, no.21, pp. 197-220, dic. 2014.
- [27] A. C. Rodríguez y S. Becerra, “Fabricación de un prefabricado para el revestimiento de edificaciones a partir del uso de residuos de construcción y demolición”, Trabajo de grado, Univ. San Buenaventura Medellín, Medellín, Colombia, 2016.
- [28] A. Ginzburg, “Information modeling of the construction and demolition waste system”, *E3S Web of Conferences*, vol.97, pp. 8, may. 2019.
- [29] F. C. Cipriano, “Concreto elaborado con agregados de residuos de construcción y demolición (RCD) reciclados”, Tesis de grado, Univ. Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2019.
- [30] L. G. Mateo, “Reutilización de residuos de construcción y demolición para la fabricación de concreto reciclado a utilizar en columnas”, Tesis de Pregrado, Univ. Científica del Sur, Lima, Perú, 2021.