

USO DE MATERIALES SOSTENIBLES EN LA ARQUITECTURA MODERNA

USE OF SUSTAINABLE MATERIALS IN MODERN ARCHITECTURE

Mirian Cerna ^{1, *}, Karen Vargas ¹, Andrés Muñoz ¹, and Gianella Chalacan ¹

¹ Faculty of Engineering Science, State Technical University of Quevedo, Quevedo 120301, Ecuador

* Correspondence: mcernam@uteq.edu.ec

Resumen: El presente artículo aborda el impacto que tienen los materiales sostenibles en el planeta y sobre la arquitectura moderna. Se examinan diferentes materiales sostenibles en la construcción para ayudar en el medioambiente. Se revisan investigaciones en el estado del arte que destacan comparaciones en la utilización de biomateriales para una construcción más sostenible. Este análisis propone contribuir la importancia de concientización en cada persona para ayudar a mantener el medioambiente a través de los materiales sostenibles, se destacarán funciones primordiales en las cuales los materiales tendrán un alto desarrollo en la arquitectura moderna. Se presenta un sistema el cual toma en cuenta las dimensiones importantes en la construcción y desarrollo de diseños arquitectónicos sostenibles. En el estudio metodológico se da a conocer el porcentaje del desarrollo en materiales como las diferentes cenizas usadas en construcciones sostenibles. Esta investigación resalta la importancia de utilizar materiales sostenibles en la arquitectura moderna y construcción, proporcionando una tabla de datos con la información necesaria de cada tipo de material sostenible analizado y estudiado por cada persona relacionada en este ámbito, toma en cuenta el beneficio que aporta al medioambiente. Se discute también los resultados obtenidos de esta investigación y como se puede mejorar cada problemática obtenida sobre estos materiales y su impacto medioambiental.

Abstract: This article addresses the impact that sustainable materials have on the planet and on modern architecture. Different sustainable materials are examined in construction to help the environment. State-of-the-art research is reviewed that highlights comparisons in the use of biomaterials for more sustainable construction. This analysis proposes to contribute the importance of awareness in each person to help maintain the environment through sustainable materials, primary functions in which materials will have a high development in modern architecture will be highlighted. A system is presented which takes into account the important dimensions in the construction and development of sustainable architectural designs. In the methodological study, the percentage of development in materials such as the different ashes used in sustainable constructions is revealed. This research highlights the importance of using sustainable materials in modern architecture and construction, providing a data table with the necessary information of each type of sustainable material analyzed and studied by each person related to this field, taking into account the benefit that contributes to the environment. The results obtained from this research are also discussed and how each problem obtained regarding these materials and their environmental impact can be improved.

Keywords: Sustainable materials - biomaterials, Architecture, Construction, Pollution.

Citation: To be added by editorial staff during production.

Academic Editor: Firstname
Lastname

Received: date

Revised: date

Accepted: date

Published: date



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Esta investigación tiene como finalidad dar a conocer la importancia de cuidar nuestro planeta a través del uso de materiales sostenibles en la arquitectura moderna. Hoy en día, el mundo está causando un gran daño al medio ambiente al agotar los recursos

naturales como: el aire, el agua y el suelo, destruyendo ecosistemas, hábitats y llevando a la extinción de especies animales [1].

El uso de materiales sostenibles en la arquitectura moderna es fundamental en el campo constructivo y son aquellos que pese a su producción, uso y eliminación generan un impacto ambiental mínimo ya que no producen gases de efecto invernadero. Por último, se sustituyen materiales contaminantes, especialmente en los casos de corta durabilidad, los materiales de alto impacto ambiental, por opciones naturales o completamente reciclables, por ejemplo, el hormigón geopolímero es un nuevo material sostenible que nos ayuda a disminuir la contaminación en el medio ambiente ya que está hecho de materiales de desechos con actividad química desechable [9].

El objetivo principal de incorporar materiales sostenibles en la arquitectura moderna es fomentar una utilización prudente de los recursos naturales de nuestro planeta, manteniendo un equilibrio entre la ecología y la economía. De tal manera que, al emplear estos materiales en la arquitectura moderna y construcción, se cuida la salud del planeta y sus habitantes [2].

A continuación, se presentan distintas investigaciones relacionadas con el uso de materiales sostenibles y su buen efecto en el medioambiente y en la arquitectura moderna.

1.1 Revisión del Estado del Arte sobre el uso de materiales sostenibles en la arquitectura moderna

Bakhearev [3] presenta una revisión del estado del arte sobre los materiales geopoliméricos preparados con cenizas volantes Clase F (Indica la capacidad de soportar un aumento de temperatura máxima de 115°C a una temperatura ambiente máxima de 40°C) y la activación de cenizas al material geopolimérico curado a temperaturas de hasta 70 °C. Obtuvo el resultado sobre la resistencia a la compresión, alcanzada después de 28 días fue de 8 MPa (Mega Pascal, se usa para grandes presiones, normalmente en poca superficie).

Farooq. et al. [4], presentan una revisión del estado del arte sobre el geopolímero como material sostenible, que tienen un efecto inflexible sobre el efecto invernadero. Los rápidos aumentos de resistencia de hasta 50 MPa (Mega Pascal) y la alta resistencia contra el ataque de sulfatos en uno de los sustitutos del hormigón OPC (cemento Portland normal). Farooq. et al. [4] hablan sobre los geopolímero y sobre su resistencia a los sulfatos del hormigón, a diferencia de nuestro trabajo que busca variedad de materiales sostenibles.

Fridley. et al. [5] se preocupan únicamente de materiales derivados de la madera, a diferencia de Mariani. et al. [6] que hablan sobre los problemas que limitan a la madera, en cierta medida de sus usos potenciales. Fridley. et al. [5] buscan que los materiales derivados de la madera tengan una evolución, para ser usados como materia estructural, en cambio Mariani. et al. [6] ya son usados hasta como tratamientos de pirolisis (descomposición química de la materia orgánica) a corto plazo.

Lee, H et al. [7], presentan una revisión del estado del arte sobre los nanos cristales de celulosa, en el cual se presenta la aplicación de cemento a convencionales que se han llevado a cabo algunos estudios sobre su resistencia a condiciones óptimas de mezclado. Por lo que es necesario desarrollar métodos que permitan la producción de concreto a gran escala y así reducir los problemas de los equipos.

1.2 Propuesta de Revisión del estado del arte

Para realizar una construcción sostenible debe tomarse en cuenta tres dimensiones: ambiental, social y económica; por lo tanto, son factores que deben evaluarse sí o sí, para poder realizar un diseño sostenible, desarrollando estrategias apropiadas en el lugar establecido. El diseño ecológico tiene un impacto positivo tanto en la salud de las personas como en el ambiente, con esto se busca reducir los costos operativos, así mejoran la

comercialización de los edificios y las organizaciones, y aumentan la productividad [27]. 92



Figure 1. Construcción sostenible que cuenta con las tres dimensiones dadas. 93

1.3 Preguntas de Investigación 94

1. ¿Cuáles son los materiales sostenibles analizados en el artículo? 95
2. ¿Cuál es el objetivo principal del desarrollo del uso de materiales sostenibles en la arquitectura moderna? 96
3. ¿En que benefician los materiales sostenibles en el cuidado del planeta? 97
4. ¿El tiempo de durabilidad de los materiales sostenibles en la construcción? 98

2. Materials and Methods 99

Al momento de realizar las investigaciones para el desarrollo del trabajo 100
investigativo, se hizo uso del buscador Academic google de lo cual se usó distintas 101
paginas para la investigación, estas páginas fueron: MDPI, Elsevier y ScienceDirect los 102
cuales facilitaron la obtención de información haciendo uso también de Mendeley, para 103
insertar las referencias de dichas páginas y empleando reuniones virtuales mediante 104
aplicaciones como Google meet para tener una mejor comunicación al momento de 105
realizar cada investigación entre todos los integrantes del grupo. 106

En el proyecto investigativo el grupo estuvo de acuerdo con el reparto de los temas 107
(Resumen, Introducción, Trabajos relacionados, Materiales y métodos, tabla de extracción 108
de datos, Resultados, Discusión, Conclusiones y Referencias) de manera equitativa. Así 109
cada integrante aportó en la realización del documento, realizándolo de manera eficaz. 110

El primer proceso fue realizar el resumen del cual estuvo encargada la integrante 111
Cerna Mirian. Como segundo paso se realizó la introducción, la cual fue desarrollada por 112
la integrante Chalacan Gianella, en esta sección desarrolló los antecedentes y destaco el 113
objetivo principal de la investigación. 114

Después se describió los trabajos relacionados a cargo de la integrante Vargas Karen, 115
en el cual redactó distintas revisiones del arte referentes a la investigación actual; a 116
continuación de esto se realizó materiales y métodos a cargo de Cerna Mirian, Muñoz 117
Andrés y Vargas Karen, en esta sección se redactó paso a paso todos los métodos 118
utilizados para la realización de la investigación. 119

En la parte de la tabla de extracción de datos se ubicó los distintos trabajos 120
investigados por todos los integrantes del grupo, del cual se contestaron en cada sección 121
las preguntas antes hechas de la tabla. 122

Así mismo los resultados fueron descritos por todos los integrantes del grupo. Las discusiones fueron redactadas por las integrantes: Cerna Mirian y Vargas Karen. Al final las conclusiones fueron redactadas por la integrante Chalacan Gianella.

Realizando la recolección de datos se usó artículos científicos, de los cuales pudo darse en manera efectiva la información con datos confiables y precisos. De esta forma permitieron realizar la investigación con trabajos investigados por expertos en la materia.

Al momento de utilizar la información de dichos artículos se aseguró que estos contengan DOI (digital object identifier), este nos permitió tener acceso a su ubicación en internet.

Una vez asegurado que todos los artículos en los cuales se había entrado y hecho uso de información, se obtuvo las correspondientes referencias, mostrando así la credibilidad del trabajo y la honestidad de los investigadores, gracias a la herramienta de “Mendeley” la cuál facilitó conseguir las referencias de una manera más sencilla y confiable.

3. Results

Esta investigación habla acerca de los materiales sostenibles en la arquitectura moderna el cual es un tema de gran importancia en la actualidad. Este artículo científico trata sobre la investigación del impacto del uso de algunos materiales sostenibles más importantes en la construcción arquitectónica, al analizar diversos artículos y fuentes verídicas las cuales permiten en este proyecto alcanzar los siguientes resultados:

La información recopilada sobre el uso de materiales sostenibles permitió observar como materiales que no son sostenibles perjudican gravemente al medio ambiente.

Esta investigación rescata como los materiales sostenibles aportan minúsculamente al cambio en el medio ambiente y en todo el entorno en sí, contribuyendo significativamente a mejorar la economía dentro de lo que cabe.

Este artículo es dirigido principalmente a los lectores a entender como ellos pueden contribuir al medio ambiente, cambiando materiales de corta duración y dañinos para el planeta a materiales como el hormigón geopolímero que está totalmente diseñado con desechos químicos, así lo convierte en un material fundamental en la sostenibilidad de la construcción el cual es hablado en la mayor parte del artículo redactado.

Además, valoró la explicación de diferentes materiales relacionados entre sí para permitir crear construcciones arquitectónicas bien desarrolladas a base de los materiales sostenibles analizados como la madera.



Figure 2. Comparación de la construcción sostenible y no sostenible

Table 1. Tabla de extracción de datos.

Referencia	Tipo Doc.	Año	Tipo de Estudio	Materiales sostenibles que ayudan a cuidar el planeta.	El objetivo principal del desarrollo del uso de materiales sostenibles en la arquitectura moderna.	Características de los materiales sostenibles	En que benefician los materiales sostenibles al cuidado del planeta.	Durabilidad de los materiales sostenibles en la construcción	Estudiante/Revisor
[8]	Article	2001	Observacional	Cemento, hormigón.	La reutilización de materiales que ya han sido fabricados.		Ayuda a reducir la contaminación.		Andrés Santiago Muñoz Araujo
[5]	Capítulo de libro	2002	Observacional	Madera		Es aislante, resistente y renovable.	Es un material de fácil descomposición.	De 15 años en caso de ser madera estructural bien cuidada.	Vargas Aguiar Karen Amelia
[3]	Article	2005	Observacional	Cenizas volantes	Usar las cenizas volantes para la creación de materiales geopoliméricos	Son secas y se presentan en polvo o arena muy finos.	Reducir la contaminación del medio ambiente.		Andrés Santiago Muñoz Araujo
[9]	Article	2007	Longitudinal	Madera	Evitar el uso de recursos los cuales son limitados y evitar grandes impactos ambientales		Menor impacto ambiental en el área de la construcción.	De 15 años en caso de ser madera estructural bien cuidada.	Andrés Santiago Muñoz Araujo
[10]	Article	2012	Observacional	Ladrillos de arcilla sin cocer para uso	Este material desempeña un papel importante en la mejora de la eficiencia	Es una forma de recuperación de energía a partir de residuos que	Disminuyen la generación de desechos al prolongar la vida útil de los materiales	Puede tener una vida útil de varias décadas a siglos, dependiendo	Chalacan cruz Gianella Aillen

				ambiental y sustentable	ambiental y la sostenibilidad	tiene un efecto directo sobre el cambio climático		de factores como el clima, mantenimiento y exposición a la intemperie,	
[11]	Article	2014	Experimental	Ladrillos de arcilla cocida	La reducción de residuos	Aumentar y disminuir progresivamente tanto la humedad relativa como la temperatura.	Pueden ahorrar energía en el proceso de fabricación al aumentar la temperatura local.		Cerna Molina Mirian Estefania
[12]	Journal	2014	Experimental	El acero inoxidable reciclado.	La reducción de huella ecológica en las construcciones de diseños arquitectónicos.	El acero inoxidable tiene excelentes propiedades anticorrosivas, lo que hace que su agradable aspecto dure mucho tiempo.	Contribuyen a la conservación de la biodiversidad al minimizar la degradación del medio ambiente.	El acero inoxidable en condiciones adecuadas, puede durar décadas e incluso siglos sin corroerse.	Chalacancruz Gianella Aillen
[13]	Journal	2014	Experimental	Neumáticos reciclados para hacer pisos de goma.	Reutilización de materiales obsoletos que ya han sido fabricados	Nuevas tecnologías, nuevos materiales y eficiencia energética en los edificios.	Mejora el replanteamiento de los planes de estudio mediante el desarrollo de colaboraciones activas.		Chalacancruz Gianella Aillen
[14]	Article	2014	Experimental	Madera certificada	Reducir el impacto ambiental, promover la sostenibilidad	Es un aislante natural.	Reducción del consumo de recursos,	Es de 100 años.	Vargas Aguiar Karen Amelia

					en la construcción.		contaminantes.		
[15]	Article	2016	Observacional	Lamina de Etileno-TeotraFluor etileno (ETFE).	El objetivo es reducir el consumo de energía en los edificios.	Transparentes y resistentes.	Traerá beneficios económicos y sociales.	De 10 a 15 años.	Vargas Aguiar Karen Amelia
[16]	Book	2017	Experimental	Aislamiento naturales y paneles solares.	Reducir los impactos ambientales negativos causados por los edificios y diseños urbanos.	Ahorrar materia prima y energía.	Reducir las emisiones de contaminantes y promover la conservación de recursos naturales.		Vargas Aguiar Karen Amelia
[2]	Article	2020	Observacional	Uso de plásticos PCR o bioplásticos	Su objetivo es asegurar que los países en crecimiento aprovechen sus recursos sin agotarlos		Maximización de la eficiencia energética y la minimización de los impactos negativos sobre el medio ambiente .	Iluminación LED: dura entre 25,000 a 50,000 horas, equivale a 10/20 años. Vidrio de triple capa de baja emisividad: dura al menos 20 años o más. Sistema de micro rejillas: menos de 10 a 15 años. Sistema BIPV (Generación de energía integrada en vidrios y paneles): alrededor de 25 a 30 años o más. Bombas de calor	Chalacan cruz Gianella Aillen

								geotérmicas: dura más de 20 años Sistema de conductos de luz: dura al menos 20 años o más.	
[17]	Article	2020	Observacional	Arcilla	Dar soluciones tecnológicas y técnicas además de nuevas alternativas posibles al diseño arquitectónico	Es un material de construcción natural y ecológico.	Es una alternativa medioambiental y económica para las casas individuales en el desierto del Sahara.	Al rededor de 50 años.	Cerna Molina Mirian Estefania
[18]	Journal	2021	Observacional	Materiales naturales, concretos de bajas emisiones, materiales compuestos	Utilizar materiales que a largo plazo ayuden al medio ambiente en general.	Reducen la contaminación del aire, agua y suelo al requerir menos procesos de fabricación intensivos en energía.	A utilizar materiales que a largo plazo ayuden al medio ambiente en general..		Chalacan cruz Gianella Aillen
[19]	Article	2021	Experimental	Bambú	Evitar la degradación medioambiental	Es un material resistente, durable.	Evita la continuación del daño que se provoca al medio ambiente.	Hasta 50 años con su cuidado.	Cerna Molina Mirian Estefania
[20]	Journal y	2021	Experimental	Bambú y fibras de lana.	Tiene como objetivo satisfacer las demandas actuales de alojamiento de trabajo e	Bambú: sus hojas son gruesas y alargadas.	Desempeñan un papel en todos los aspectos de la economía, la sociedad y el	Bambú: de 15-30 años. Fibras de lana: puede durar toda la vida.	Vargas Aguiar Karen Amelia

					infraestructura sin socavar la capacidad de las generaciones futuras.	Fibras de lana: repele el agua y resiste el fuego.	medio ambiente.		
[21]	Article	2021	Experimental	Filtro de lana	El objetivo es transformar el fieltro de lana en materiales conductores mediante la polimerización.	Es un tipo de material de biomasa natural y aislante acústico.	Ayuda como almacenamiento de energía.	Está diseñados para resistir el paso del tiempo.	Vargas Aguiar Karen Amelia
[6]	Article	2022	Estudio de caso	Madera transparente	El objetivo es reemplazar parcialmente a las fuentes fósiles.	Es transparente, térmico, mecánico y material curado.	Ayuda en el desarrollo de nuevos sistemas funcionales y estructurales.	De 10 a 15 años.	Vargas Aguiar Karen Amelia
[22]	Article	2022	Longitudinal	Lana de roca.	El objetivo principal es desarrollar materiales competitivos sostenibles.	Es un material aislante térmico.		Hasta 60 de supervisión.	Vargas Aguiar Karen Amelia
[23]	Article	2022	Experimental	Polvo de granito y residuos de mármol.	Evita la acumulación de residuos sólidos y acumulados.	Es un subproducto producido por las industrias de piedra ornamental.	Mejora la resistencia de los materiales de construcción.		Andrés Santiago Muñoz Araujo
[24]	Article	2023	Observacional	Bambú	Usar materiales de origen natural para reducir la contaminación ambiental	Es un material resistente, durable y amigable con el medioambiente.	Usarlo en el área de la construcción ayuda a la disminución de la contaminación	Hasta 7 años con supervisión	Andrés Santiago Muñoz Araujo

[8]	Article	2023	Experimental	Madera	Reducir la contaminación ocasionada por las construcciones.	Es aislante, resistente y renovable	Reducir la contaminación provocada por la construcción.	De 50 a 70 años	Andrés Santiago Muñoz Araujo
[1]	Journal	2023	Experimental	Bambú	Prolongar la vida del planeta a soporta cargas pesadas y resistente al viento y a los terremotos.	Ayuda a capturar el CO ₂ . Al cosecharse no daña el ecosistema ni se agotan los recursos naturales.		1 a 3 años cuando está expuesto a la intemperie, 4 a 7 años cuando está cubierto y entre 10 a 15 años cuando esta bien cuidada.	Chalacan Cruz Gianella Aillen
[25]	Article	2023	Experimental	Tierra cruda	Reducir la huella de carbono creada por el área de la construcción.	Es una mezcla de arcilla húmeda y arena.	Reducción del consumo de energía final.	Pueden llegar a tener una vida útil de hasta 30 años.	Andrés Santiago Muñoz Araujo
[26]	Article	2024	Experimental	Lana de oveja	Reducir la contaminación que producen los materiales aislantes.	Es un aislante natural	Reducir el uso de materiales que contribuyan a la contaminación ambiental.	Puede llegar hasta a durar hasta 100 años	Andrés Santiago Muñoz Araujo

4. Discussion

Nuestros resultados indican los diversos tipos de materiales sostenibles que existen en la actualidad, para ayudar a una mejor construcción de la arquitectura moderna, siendo asi que estos sean generosos con el medioambiente. Sin embargo, es importante tener en cuenta que se habla también de los materiales que no son sostenibles, los cuales perjudican al medioambiente, pero igual ayudan en las construcciones arquitectónicas, esto provoca un aumento significativo de materiales contaminantes en el planeta. Se necesita una mayor investigación para identificar las fuentes específicas de materias primas y desarrollar estrategias efectivas de construcción.

5. Conclusions

En conclusión, está demostrado que este estudio resalta la necesidad de realizar un cambio en los materiales utilizados en la arquitectura moderna y construcción, ya que a través de la recopilación de datos se puede llegar a la deducción que los materiales anteriormente presentados pueden ayudar a reducir la contaminación ambiental. Estos mismos materiales son de larga duración, además generan un impacto ambiental limitado durante su proceso de producción. Un claro ejemplo de esto es el bambú ya que este puede llegar a durar 50 años si se tiene bajo ciertas condiciones y también ayuda a atrapar el CO₂.

La importancia de estos resultados se presenta como prueba de que es posible utilizar otros materiales para la construcción. Estos materiales ofrecen una ventaja considerable al ser más económicos y poseer una vida útil prolongada, lo que resulta especialmente beneficioso para países en desarrollo.

Es crucial reconocer las limitaciones de este estudio, porque se presentan restricciones en cuanto a las fuentes de información sobre materiales sostenibles, ya que no se exploró en detalle de estos elementos creados por el ser humano.

References

- Mohd Taib, M.Z.; Ahmad, S.; Nogroho, W. A New Paradigm in Using Bamboo as Sustainable Material for Future Building Construction. *Environ.-Behav. Proc. J.* **2023**, *8*, 195–200, doi:10.21834/ebpj.v8i23.4512.
- Lee, J.H. Reinterpreting Sustainable Architecture: What Does It Mean Syntactically? *Sustainability* **2020**, *12*, doi:10.3390/su12166566.
- Bakharev, T. Geopolymeric Materials Prepared Using Class F Fly Ash and Elevated Temperature Curing. *Cem Concr Res* **2005**, *35*, 1224–1232, doi:https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.06.031.
- Farooq, F.; Jin, X.; Faisal Javed, M.; Akbar, A.; Izhar Shah, M.; Aslam, F.; Alyousef, R. Geopolymer Concrete as Sustainable Material: A State of the Art Review. *Constr Build Mater* **2021**, *306*, 124762, doi:https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124762.
- Fridley, K.J. Wood and Wood-Based Materials: Current Status and Future of a Structural Material. *Journal of materials in civil engineering* **2002**, *14*, 91–96.
- Mariani, A.; Malucelli, G. Transparent Wood-Based Materials: Current State-of-the-Art and Future Perspectives. *Materials* **2022**, *15*, doi:10.3390/ma15249069.
- Lee, H.-J.; Lee, H.-S.; Seo, J.; Kang, Y.-H.; Kim, W.; Kang, T.H.-K. State-of-the-Art of Cellulose Nanocrystals and Optimal Method for Their Dispersion for Construction-Related Applications. *Applied Sciences* **2019**, *9*, 426.
- Morel, J.C.; Mesbah, A.; Oggero, M.; Walker, P. Building Houses with Local Materials: Means to Drastically Reduce the Environmental Impact of Construction. *Build Environ* **2001**, *36*, 1119–1126, doi:https://doi.org/10.1016/S0360-1323(00)00054-8.
- Ljungberg, L.Y. Materials Selection and Design for Development of Sustainable Products. *Mater Des* **2007**, *28*, 466–479, doi:https://doi.org/10.1016/j.matdes.2005.09.006.
- Oti, J.E.; Kinuthia, J.M. Stabilised Unfired Clay Bricks for Environmental and Sustainable Use. *Appl Clay Sci* **2012**, *58*, 52–59, doi:https://doi.org/10.1016/j.clay.2012.01.011.
- Muñoz Velasco, P.; Morales Ortiz, M.P.; Mendiivil Giró, M.A.; Muñoz Velasco, L. Fired Clay Bricks Manufactured by Adding Wastes as Sustainable Construction Material – A Review. *Constr Build Mater* **2014**, *63*, 97–107, doi:https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.03.045.
- Rossi, B. Discussion on the Use of Stainless Steel in Constructions in View of Sustainability. *Thin-Walled Structures* **2014**, *83*, 182–189, doi:https://doi.org/10.1016/j.tws.2014.01.021.

13. Sieffert, Y.; Huygen, J.M.; Daudon, D. Sustainable Construction with Repurposed Materials in the Context of a Civil Engineering–Architecture Collaboration. *J Clean Prod* **2014**, *67*, 125–138, doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.018.
14. Vandevyvere, H.; Heynen, H. Sustainable Development, Architecture and Modernism: Aspects of an Ongoing Controversy. In Proceedings of the Arts; MDPI, 2014; Vol. 3, pp. 350–366.
15. Maywald, C.; Riesser, F. Sustainability – The Art of Modern Architecture. *Procedia Eng* **2016**, *155*, 238–248, doi:https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.025.
16. Tabb, P.J.; Deviren, A.S. *The Greening of Architecture: A Critical History and Survey of Contemporary Sustainable Architecture and Urban Design*; Routledge: Londres, Inglaterra, 2017; ISBN 9781351888622.
17. Benyoucef, M.Y. Contemporary Architecture Design of Clay Material-Ecological Alternatives for Individual Houses in the Sahara Desert. In Proceedings of the Materials Science and Engineering: Technological Advances and Research Results; Trans Tech Publications Ltd, March 2020; Vol. 1005, pp. 57–64.
18. Ige, O.E.; Olanrewaju, O.A.; Duffy, K.J.; Obiora, C. A Review of the Effectiveness of Life Cycle Assessment for Gauging Environmental Impacts from Cement Production. *J Clean Prod* **2021**, *324*, 129213, doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129213.
19. Yadav, M.; Mathur, A. Bamboo as a Sustainable Material in the Construction Industry: An Overview. *Mater Today Proc* **2021**, *43*, 2872–2876, doi:https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.125.
20. Tiza, T.M.; Singh, S.K.; Kumar, L.; Shettar, M.P.; Singh, S.P. Assessing the Potentials of Bamboo and Sheep Wool Fiber as Sustainable Construction Materials: A Review. *Mater Today Proc* **2021**, *47*, 4484–4489, doi:https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.322.
21. Wu, Z.; Zeng, Y.; Liu, Y.; Xiao, H.; Zhang, T.; Lu, M. Utilization of Waste Wool Felt Architecture to Synthesize Self-Supporting Electrode Materials for Efficient Energy Storage. *New Journal of Chemistry* **2021**, *45*, 17513–17521, doi:10.1039/D1NJ03834F.
22. DANACI, H.M.; AKIN, N. Thermal Insulation Materials in Architecture: A Comparative Test Study with Aerogel and Rock Wool 2021.
23. Luo, Y.; Bao, S.; Zhang, Y. Recycling of Granite Powder and Waste Marble Produced from Stone Processing for the Preparation of Architectural Glass–Ceramic. *Constr Build Mater* **2022**, *346*, 128408, doi:https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128408.
24. Yemesegen, E.B.; Memari, A.M. A Review of Experimental Studies on Cob, Hempcrete, and Bamboo Components and the Call for Transition towards Sustainable Home Building with 3D Printing. *Constr Build Mater* **2023**, *399*, 132603.
25. Aras-Gaudry, A.; Fronteau, G.; Hamard, E. Rediscovering Raw Earth Heritage of Champagne Area (France): Cartography and Typology of a Specific Adobe Vernacular Architecture. *Mater Today Proc* **2023**.
26. Hetimy, S.; Megahed, N.; Eleinen, O.A.; Elgheznavy, D. Exploring the Potential of Sheep Wool as an Eco-Friendly Insulation Material: A Comprehensive Review and Analytical Ranking. *Sustainable Materials and Technologies* **2024**, *39*, e00812, doi:https://doi.org/10.1016/j.susmat.2023.e00812.
27. Ali, H.H.; Al Nsairat, S.F. Developing a Green Building Assessment Tool for Developing Countries – Case of Jordan. *Build Environ* **2009**, *44*, 1053–1064, doi:10.1016/j.buildenv.2008.07.015.