

INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA

JEYSON JAVIER NEIRA CAMARGO

Id. 000295270

LAURA CAMILA PINEDA NAVAS

Id. 000323264

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2021

INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA ⁱⁱ

JEYSON JAVIER NEIRA CAMARGO

Id. 000295270

LAURA CAMILA PINEDA NAVAS

Id. 000323264

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Ingenieros Civiles

**Director del Proyecto:
CARLOS FERNANDO RIVERA PEÑA
Candidato a Magister MsC©**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2021**

Jeyson Javier Neira Camargo

A Dios: por darme la salud y las ganas que me da todos los días para lograr las metas que me he trazado en la vida. Esto no sería posible sin su bendición.

A mi Familia: por el apoyo recibido en la consecución de todas mis metas, por hacer de mí una persona de bien y útil para la sociedad.

A los docentes de la Universidad: por compartir día a día sus conocimientos.

Laura Camila Pineda Navas

A Dios: por haberme dado la oportunidad de cumplir este sueño, bendecirme con mis padres, quienes han sido mi apoyo más importante en esta etapa y quienes me dieron con mucho sacrificio los medios para poder afrontar este reto.

A mi familia: por apoyarme y ser la fuente de mi inspiración y quienes han hecho de mí lo que soy en este momento.

A los docentes que fueron la guía, por lo enseñado, por los consejos y recomendaciones para que mi crecimiento profesional.

Agradecimientos

iv

Jeyson Javier Neira Camargo

Le agradezco al director de tesis, el profesor Carlos Fernando Rivera Peña por la colaboración brindada para la revisión de este trabajo de grado.

Le agradezco a mi compañera de trabajo que es un excelente ser humano con quien hice un excelente equipo y quien puso todo su empeño para que todo se realizara de la mejor forma.

Laura Camila Pineda Navas

Le agradezco en primera medida a nuestro director de tesis porque desde el primer momento nos brindó su apoyo y conocimiento para realizar este trabajo, también a toda la facultad de Ingeniería Civil quienes día a día ponen su empeño para formar excelentes profesionales y seres humanos.

A mi compañero de trabajo grado que es un excelente ser humano con quien hice un excelente equipo y quien puso todo su empeño para que todo se realizara de la mejor forma.

Introducción	3
Capítulo 1 Generalidades	5
1.1 Delimitación del Problema	5
1.1.1 Formulación del Problema	5
1.2 Justificación	6
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo General	7
1.3.2 Objetivos Específicos	7
Capítulo 2 Marco Teórico	8
2.1 Técnicas de Construcción con Tierra	8
2.2 Ventajas de los Bloques de Tierra Comprimida	12
2.3 Limitaciones o Desventajas de los Bloques de Tierra Comprimida	13
2.4 Revisión Bibliográfica	13
2.4.1 Definición de la Revisión Bibliográfica	13
2.4.2 Características de la Revisión Bibliográfica	15
Capítulo 3 Metodología	16
3.1 Tipo de Investigación	16
3.2 Enfoque	16
3.3 Método	17
3.4 Procedimiento	17
Capítulo 4 Tendencias usadas en la Construcción con Bloques de Tierra Comprimida	19
4.1 Tendencias usadas en Egipto, Mesopotamia, Siria, China (Antes de Cristo)	19
4.2 Tendencias usadas en África	20
4.3 Tendencias usadas en Europa	21
4.4 Tendencias usadas en Latinoamérica	21
4.5 Tendencias usadas en Colombia	24
Capítulo 5	27
Categorización de las Publicaciones trabajadas	27
5.1 Bases de Datos	28

5.2 Tipo de Publicación	29
5.3 País de Publicación	30
5.4 Año de Publicación	31
5.5 Categorías de Análisis.....	32
5.6 Categorías de Análisis vs Bases de Datos.....	34
Capítulo 6.....	35
Desarrollo en la fabricación y composición del Bloque de Tierra Comprimida	35
6.1 España.....	39
6.2 México	40
6.3 Argentina.....	40
6.4 Ecuador	41
6.5 Perú	42
6.6 Colombia.....	42
Capítulo 7.....	43
Procesos y Características de mejoramiento que se han desarrollado en los BTC a nivel mundial	43
7.1 España.....	43
7.2 Argentina.....	44
7.3 México	44
7.4 Ecuador	45
7.5 Colombia.....	45
Capítulo 8 Conclusiones y Recomendaciones	46
8.1 Conclusiones.....	46
8.2 Recomendaciones	47
Lista de Referencias.....	48

Lista de Figuras

vii

Figura 1. Adobe	9
Figura 2. Técnica constructiva en Bahareque	10
Figura 3. Técnica constructiva en Tapia pisada.....	11
Figura 4. Bloques de tierra comprimida (BTC)	12
Figura 5. Resumen Esquemático de la Metodología	18
Figura 6. Bases de datos consultadas	28
Figura 7. Tipos de Publicaciones consultadas	29
Figura 8. País de Publicación.....	31
Figura 9. Periodo de Años de las Publicaciones consultadas	32
Figura 10. Categorías de Análisis propuestas	33
Figura 11. Bases de datos consultadas	36
Figura 12. Tipos de Publicaciones consultadas	37
Figura 13. País de Publicación.....	38

Lista de Tablas

viii

Tabla 1. Objetivos que tiene la Revisión Bibliográfica	14
Tabla 2. Bases de datos consultadas	28
Tabla 3. Tipos de Publicaciones consultadas.....	29
Tabla 4. País de publicación	30
Tabla 5. Año de las Publicaciones consultadas	31
Tabla 6. Categorías propuestas para la investigación	33
Tabla 7. Categorías de Análisis vs Bases de datos consultadas.....	34
Tabla 8. Bases de datos consultadas	35
Tabla 9. Tipos de Publicaciones consultadas.....	36
Tabla 10. País de publicación	37

Título: “Investigación Bibliográfica sobre Bloques de Tierra Comprimida”

Autores: Jeyson Javier Neira Camargo y Laura Camila Pineda Navas.

Programa: Ingeniería Civil.

Director: Carlos Fernando Rivera Peña.

El presente estudio está enfocado en desarrollar una investigación bibliográfica sobre la Bloques de Tierra Comprimida enfocada en la evolución y en el mejoramiento que a estos se les ha realizado. Metodológicamente; es una investigación Documental con un enfoque Descriptivo, puesto que se establecerán diversas características a partir de los datos recolectados sobre las BTC enfocada en la evolución y en el mejoramiento que a estos se les ha realizado, de esta manera se analizarán los resultados obtenidos y se extraerá todo el conocimiento que pueda aportar mejoras al objeto de estudio. Asimismo, el método utilizado para esta investigación será una búsqueda documental, realizada en bases de datos académicos electrónicos tales como: Google Académico, Redalyc, Scopus, Dialnet, Scielo, Dspace. Con el desarrollo del estudio se concluye que el rastreo bibliográfico llevado a cabo por los autores, consistió en reunir las publicaciones que cumplieran con los criterios establecidos, y fue así como se obtuvo un total de 43 publicaciones sobre artículos de investigación y tesis de grado provenientes de bases de datos o algunas bibliotecas de universidad.

Palabras Claves: Bloques de Tierra Comprimida, Investigación Documental, Investigación Bibliográfica, Técnicas de Construcción con Tierra.

General Summary of Work of Grade

2

Title: "Bibliographical Research on Compressed Earth Blocks"

Author: Jeyson Javier Neira Camargo and Laura Camila Pineda Navas.

Program: Civil Engineering.

Director: Carlos Fernando Rivera Peña.

The present study is focused on developing a bibliographic investigation on the construction technique with compressed earth blocks focused on the evolution and improvement that has been made to them. Methodologically; It is a Documentary type research with a Descriptive approach, since various characteristics will be established from the data collected on the construction techniques with compressed earth blocks focused on the evolution and improvement that they have been made, the results obtained will be analyzed and all the knowledge that can contribute improvements to the object of study will be extracted. Likewise, the method used for this research will be a Bibliographic Search, carried out in electronic academic databases such as: Academic Google, Science-Direct, Redalyc, Scopus, Dialnet, Scielo, Dspace, and Dialnet; in order to identify different aspects related to the research topic. With the development of the research, it is concluded that the bibliographic search carried out by the authors consisted of gathering the publications that met the established criteria and that is how a total of 43 publications on research articles and graduate theses were obtained from of databases or some university libraries.

Keywords: Compressed Earth Blocks, Documentary Research, Bibliographic Research, Earth Construction Techniques.

Introducción

Según el autor Barbeta (2012) en la actualidad es poco usada la construcción con tierra debido a que a esta se le ha dado poca promoción e investigación; no obstante es así, como se desaprovechan diversas ventajas que esta ofrece, por ejemplo; el bajo costo, su uso como materia prima, la disponibilidad que tiene la misma, la resistencia y la producción sin consumo de energía que presenta. Asimismo, como lo afirman los autores Cabrera et al. (2020) a través del tiempo, la construcción con tierra ha tenido significativos avances, además de diversas implementaciones; igualmente la utilización de diversas maquinarias y herramientas mecánicas propios en la elaboración de BTC, han facilitado el trabajo y mejorado notablemente los rendimientos en cuanto a producción se refiere.

En virtud a lo anteriormente expuesto, este estudio tiene como propósito general desarrollar una investigación bibliográfica sobre la construcción con BTC enfocada en la evolución y en el mejoramiento que a estos se les ha realizado.

Metodológicamente; es una investigación “Documental” con un enfoque “Descriptivo”, que maneja un método de Revisión Bibliográfica. Para el desarrollo de este estudio se planeará el procedimiento en cuatro (4) fases: se comenzará con una búsqueda y recolección de artículos científicos acerca de las técnicas de construcción con BTC. En la siguiente fase, se buscará reducir la información de la investigación para expresarla y describirla de forma conceptual; para ello, se categorizarán las diversas publicaciones trabajadas según los criterios establecidos. Posteriormente, se desarrollará una revisión de la literatura publicada sobre los sistemas constructivos de BTC en diversos países que lo han manejado. Finalmente, se establecerán los procesos y características de mejoramiento que se han desarrollado los BTC a lo largo de la evolución.

La investigación se divide en cinco (8) Capítulos, organizados del siguiente modo: 4

Capítulo 1: la problemática de investigación que surge a partir del interés por desarrollar el problema objeto de estudio del trabajo de grado y el interrogante que se intentará responder a través de la investigación. Se exponen a través de la Justificación, las razones por las cuales se realiza esta investigación. Dichas razones se conciben desde lo profesional, institucional y social, según la conveniencia, la parte teórica y práctica. Se presentan los Objetivos, que se convierten en la guía del estudio.

Capítulo 2: se incluye una revisión bibliográfica o bases teóricas de los principales conceptos, de manera que se facilite la lectura del plan de trabajo por parte de cualquier lector.

Capítulo 3: se presenta la metodología: tipo y método de la investigación, fuentes de investigación y el procedimiento. En este capítulo se explica la forma concreta como se va trabajar y el procedimiento de investigación a emplear para alcanzar los objetivos propuestos.

Capítulo 4, 5, 6 y 7: se presentan los Resultados y Discusión.

Capítulo 8: se presentan las sugerencias y los posibles trabajos que se puedan desarrollar a partir de dichos resultados a través de las Conclusiones y Recomendaciones.

Finalmente, la Lista de Referencias, los Anexos y el Apéndice.

Generalidades

1.1 Delimitación del Problema

Según los autores Del Rio y Esteban (2011) los Bloques constructivos de tierra comprimida son fabricados con componentes como la tierra, arena y arcilla, son muy utilizados debido a su eficiencia y rapidez, además su producción puede hacerse hasta ornamentalmente.

La problemática que ha generado el uso de la tierra como sistema constructivo en edificaciones ha generado inconvenientes, como lo afirman los autores Díaz et al. (2011) generalmente es la carencia de resistencia, comparado con la que ofrecen las viviendas construidas con ladrillo cocido, aunque es notable que las primeras manejan costos muy bajos.

Según López (2018) los Bloques de Tierra Comprimida al igual que otras técnicas de construcción con tierra, presentan diversas limitaciones, tales como: si las características de la tierra empleada para su fabricación no son las adecuadas, su resistencia a compresión no será suficiente para cumplir funciones estructurales. Asimismo, independientemente del tipo de tierra empleada para su fabricación, exhiben algunos problemas de durabilidad.

Esta investigación tiene como propósito general desarrollar una revisión bibliográfica sobre la construcción con bloques de tierra comprimida a nivel mundial enfocada en la evolución que ha tenido este material constructivo.

1.1.1 Formulación del Problema.

Por lo anterior se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las condiciones y características que tiene el desarrollo de una investigación bibliográfica sobre bloques de tierra comprimida enfocada en la evolución y en el mejoramiento que a estos se les ha realizado?

La investigación es relevante desde el punto de vista teórico porque provee material de línea de base que aporta al conocimiento científico, ya que ilustra el panorama de las publicaciones sobre diferentes tendencias constructivas a nivel mundial con Bloques de Tierra Comprimida.

El estudio se justifica desde lo social puesto que contribuye a generar conocimiento en el campo de la Ingeniería Civil, en aspectos relacionados con los sistemas constructivos y tendencias en el tema.

El hecho de hacer una extracción, recopilación y selección de artículos asociados a las tendencias de construcción con BTC a nivel mundial, lleva a que se genere un conocimiento renovado de los procesos que se han realizado alrededor de esta temática de la Ingeniería Civil, ofreciendo a la comunidad académica y externa, que puedan llegar a verse interesados en el estudio del tema, una mayor claridad en lo que respecta a conceptualizaciones, avances e información relevante del mismo.

La investigación es relevante desde el punto de vista académico, porque pretende contribuir al Programa de Ingeniería Civil de la UPB, aportando datos sobre esta técnica de construcción enfocada en la evolución y en el mejoramiento que a estos se les ha realizado.

Finalmente, cobra importancia para la Ingeniería Civil como disciplina científica el precisar sobre temas que tienen relación directa con los sistemas constructivos; igual para sus autores, que en calidad de estudiantes de Pregrado buscan ahondar en esta área del conocimiento con el fin de crecer como profesionales desde el entendimiento de este grupo poblacional.

1.3 Objetivos

7

1.3.1 Objetivo General.

Desarrollar una investigación bibliográfica sobre la técnica de construcción con bloques de tierra comprimida enfocada en la evolución y en el mejoramiento que a estos se les ha realizado.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Analizar la tendencia usada en la construcción con BTC por medio de investigaciones publicadas a lo largo de la historia.
- Categorizar las diversas publicaciones trabajadas según los criterios sobre las cuales fueron desarrolladas.
- Identificar el desarrollo tanto en la fabricación y en la composición del bloque de tierra comprimido en diversos países, según la investigación bibliográfica.
- Establecer los procesos y las características de mejoramiento que se han desarrollado en los bloques de tierra comprimida a lo largo de su evolución y uso a nivel mundial.

Marco Teórico**2.1 Técnicas de Construcción con Tierra**

Según los autores Angulo y Carreño (2017) A lo largo de la historia, la construcción con tierra ha tenido mejoras hasta convertirse en “Sistema Constructivo”, por ejemplo; el Adobe (que se puede usar sin estabilizar o de igual manera estabilizado), la Tierra pisada y los BTC. Asimismo, como algunos de estos sistemas han sufrido cambios en pro de mejorar, otros del mismo modo se han dejado de utilizar, debido a que son vulnerables respecto a características como el esfuerzo o la tracción.

A continuación se presentan las características de algunas técnicas importantes de construcción con tierra:

1) Adobe: para los autores Del Rio y Esteban (2011) es una de las formas de construir más milenarias que han existido desde siempre a nivel mundial. Su utilización se remonta desde hace más de 10.000 años. Asimismo, su elaboración se realiza principalmente de barro, sus medidas oscilan entre 40x30x10 y 30x20x10 cm y pesa en promedio de 10 a 15 kg.

El autor Laguna (2011) manifiesta que los Adobes, en la antigüedad eran hechos a mano, posteriormente se empezó a utilizar los moldes, que eran utilizados bajo unos parámetros para lograr mejoras en la producción. El proceso consistía en dejar húmeda la tierra durante algunos días, para luego realizar un proceso de fermentación, logrando que los aglomerantes actúen. Para la elaboración del ladrillo, el material se distribuía dentro del molde húmedo, con el fin de comprimirlo de modo uniforme con la mano o pies; luego se alisa la superficie, y se desmolda con cuidado con el fin de que los bordes queden en buen estado. Finalmente, el adobe se coloca a secar durante mínimo 3 días.

Asimismo, el autor expresa que si en el proceso de secado el l adobe se raja es porque⁹ presenta mucha arcilla. No obstante, la estabilización que se le realiza al adobe, se hace antes de efectuar la fase de humedad en la tierra.

Figura 1. Adobe



Fuente: (Ecocosas, 2020)
Recuperado de: <https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/>

2) Bahareque: según el autor López (2012) este sistema constructivo está compuesto de una especie de materia vegetal acompañado de tierra. A su vez consiste en una estructura de madera la cual va empotrada al suelo natural o cimentación, a la cual se le fijan tubos de caña, pero de menor sección, con separaciones de aproximadamente 60 a 100 mm. Luego, se incorpora diferentes cañas, que, según el diámetro, se pueden colocar enteras o partidas en toda su longitud. En la técnica de construcción a base de bahareque se observa que para los entramados deben colocarse materiales que presenten buen estado. Finalmente, para sellar se utiliza cal.



Fuente: (Construcciones UCE, 2020)

Recuperado de: <https://construccionesuce.wordpress.com/2020/03/20/proyecto-sistema-constructivo-bahareque/>

3) Tapia pisada: para los autores Mitchell y Arena (2013) es un sistema constructivo realizado a través de una formaleta de madera, llamado tapial. Para desarrollar esta técnica, la tierra usada para la tapia debe tener una humedad óptima para su compactación. Asimismo, se debe tener en cuenta que los rangos de humedad requeridos para la elaboración de tapias están en más o menos un 10%. La tierra que se vaya a utilizar debe ser cernida con el fin de que no tenga rocas grandes y mucho menos material orgánico, puesto que este puede descomponerse y alterar las propiedades de los muros o los bloques que se construyan.

Por otro lado, la construcción de muros a través de tapia puede ser de diversas formas; la diferencia radica en el soporte y movimiento que se le dé al mismo.



Fuente: (Radio Nacional, 2019)

Recuperado de: <https://www.radionacional.co/cultura/tapia-pisada-herencia-viva-de-la-construccion-en-tierra>

4) Bloques de tierra comprimida (BTC): para el autor Molina (2016) son bloques constructivos cuya fabricación consiste en una mezcla de diversos componentes tales como tierra, arena y arcilla, además en muchas ocasiones tienen cal como estabilizante. Luego se prepara la mezcla adecuada, se moldea el bloque y comprime en una máquina llamada “Prensa mecánica”.

Asimismo, Roux y Lozano (2016) afirman que para realizar los BTC, se debe preparar la mezcla, abrir la caja e introducir la tierra estabilizada. Luego, el bloque se saca del molde y se lleva para el curado o secado, en el que puede durar de 2 a 7 días, dependiendo de la humedad que muestre el bloque luego de la compactación.



Fuente: (Revista Digital de Arquitectura, 2015)

Recuperado de: <http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2015/01/bloques-de-tierra-comprimida-tecnologia.html>

2.2 Ventajas de los Bloques de Tierra Comprimida

Algunas de las ventajas que presentan los BTC, según el autor Montes (2018) son:

- Los BTC son una muy buena opción para cualquier tipo de clima. Debido a la fortaleza que tienen pueden soportar los daños ocasionados por altas temperaturas.
- Cuentan con gran flexibilidad y múltiples posibilidades de adaptación a diseños que se realicen en el plano de la construcción.
- Estos bloques no requieren que se les haga un mantenimiento continuo, ya que debido a su buena resistencia pueden soportar el paso de los años y estar en condiciones óptimas.
- Los BTC, además de la comodidad, una vivienda hecha con este material presenta ventajas en el plano económico, ya que su valor puede ajustar más al bolsillo de algunas clases sociales.

2.3 Limitaciones o Desventajas de los Bloques de Tierra Comprimida

13

Según López (2018) los BTC presentan algunas limitaciones, estas son:

- Si las características de la tierra empleada para su fabricación no son las adecuadas, su resistencia a compresión no será suficiente para cumplir funciones estructurales.
- Independientemente del tipo de tierra empleada para su fabricación, exhiben algunos problemas de durabilidad: se degradan frente al agua.

Asimismo, estas limitaciones pueden minimizarse utilizando estabilizantes químicos en menor porcentaje durante su elaboración, los cuales aumentan la resistencia y durabilidad, además de un conjunto de funciones y propiedades del BTC.

2.4 Revisión Bibliográfica

2.4.1 Definición de la Revisión Bibliográfica.

Según el autor Silamani (2015) este tipo de revisión se define como una investigación detallada y selectiva, que reúne o recopila información importante sobre un determinado tema, examinando la bibliografía publicada y situándola en una perspectiva.

Asimismo, Peña (2011) define la revisión bibliográfica como una investigación en la que su autor plantea un interrogante, luego recopila información (artículos y publicaciones), los analiza y llega a una conclusión. No obstante, se debe explicar que existe una diferencia entre una revisión y un trabajo original, que consiste en la unidad de análisis de la misma.

De igual modo, Coral (2017) apunta a la afirmación que “la revisión bibliográfica debe tener 3 fases o etapas principales: la de investigación, la de exposición de la evidencia científica y finalmente, la actualización académica.

Tabla 1. Objetivos que tiene la Revisión Bibliográfica

Objetivos de la Revisión Bibliográfica		
Investigación	Exposición de la Evidencia Científica	Actualización Académica
<ul style="list-style-type: none"> - Identificar aspectos importantes sobre el proceso de la investigación - Hacer una formulación de objetivos, hipótesis y problemas concretos al tema objeto de la investigación. - Identificar diferentes aproximaciones teóricas elaboradas - Conocer las aproximaciones metodológicas del proceso investigativo. - Identificar las variables asociadas a la investigación y validar los instrumentos para su medición. - Seleccionar los métodos de análisis más apropiados para la investigación. - Comparar los resultados obtenidos en la investigación con otras investigaciones similares. - Usar la revisión bibliográfica para explicar la teoría generada en las investigaciones encontradas 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar bases de datos confiables validadas que sean actuales - Tomar decisiones acertadas, sobre bases de datos confiables validadas encontradas. - Elaborar guías sobre las bases de datos consultadas. - Evaluar la pertinencia sobre las bases de datos consultadas - Identificar la aplicabilidad de la evidencia científica sobre las bases de datos consultadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Resumir información sobre la problemática objeto de la investigación - Proporcionar información amplia sobre el tema objeto de investigación. - Contribuir al ahorro de tiempo y esfuerzo en la lectura de documentos consultados. - Contribuir a superar las barreras idiomáticas que existen respecto a la consulta realizada. - Elaborar nuevas aproximaciones de tipo teórico y conceptual sobre la consulta realizada.

Fuente: Autores de la Investigación basados en (Silamani, 2015)

2.4.2 Características de la Revisión Bibliográfica.

15

La autora Coral (2017) manifiesta que este tipo de revisión, cuenta diversas características que permiten al investigador tener un acercamiento al tema objeto de la investigación, con el fin que pueda llegar a adquirir un conocimiento profundo y preciso sobre el estado del estudio.

De igual forma, Silamani (2015) afirma que la revisión bibliográfica debe responder a una serie de cuestionamiento de índole científica, tales como:

- Debe utilizar sólo aquellos documentos que realmente ofrezcan un aporte determinante a la investigación, evitando así bibliografía irrelevante y no confiable.
- Resaltar la bibliografía consultada que más ayude a la comprensión del problema objeto de la investigación.
- Debe mostrar los conocimientos de una manera crítica, haciendo énfasis en aquellas limitaciones que existan.
- La bibliografía consultada debe ser de los últimos 10 años, eso con el fin de tener material actualizado.
- En caso de que exista poca bibliografía sobre el tema objeto de la investigación, se debe consultar bases de datos confiables y que tengan mayor alcance en cuanto a información se refiere.
- Finalmente, la revisión bibliográfica realizada debe tener relevancia dentro del plano académico y científico.

Metodología

En este capítulo se describe la forma cómo se desarrollará el proyecto, se plantea el tipo y enfoque de la investigación y el procedimiento, entre otras.

3.1 Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo DOCUMENTAL, puesto que es un proceso que se fundamenta en la búsqueda, recolección y análisis de la información.

Según la autora Coral (2017) este tipo de investigación se basa en el estudio información científica validada que ofrece al investigador datos que giran en torno al tema específico objeto del estudio.

Según el autor Peña (2011) la “Revisión Bibliográfica” se ha definido como un procedimiento de tipo documental, que consiste en recuperar un conjunto de bibliografía que se publica a nivel mundial sobre una temática en específico.

De otro lado, la revisión bibliográfica cumple la función específica para los autores anteriores de servir como una selección de bibliografía disponible sobre el tema específico, la cual contiene información válida sobre el sujeto de consulta.

3.2 Enfoque

El enfoque de la investigación es DESCRIPTIVO, ya que se establecerán diversas características a partir de los datos recolectados sobre los BTC enfocada en la evolución y en el mejoramiento que a estos se les ha realizado a estos a nivel mundial en los países que los utilizan, de esta manera se analizarán los resultados y se extraerá todo el conocimiento que pueda aportar mejoras al objeto de estudio.

3.3 Método

17

El método utilizado para esta investigación será de búsqueda bibliográfica, realizada en bases de datos tales como: Google académico, Redalyc, Scopus, Dialnet, Scielo, Dspace, Dialnet; con el fin de identificar diferentes aspectos relacionados con las técnicas de construcción con BTC. Para lograr lo anterior, se seleccionaran 43 documentos que abordan en sus contenidos el tema objeto de la investigación.

3.4 Procedimiento

Para el desarrollo de esta investigación y considerando el camino a seguir para llevar a cabo los objetivos propuestos, se planeará el procedimiento en cuatro (4) fases, estas son:

- Fase I: se comenzará con una búsqueda y recolección de artículos científicos e información acerca de las técnicas de construcción con BTC. Para lograr esto, se realizará un análisis exhaustivo de literatura a nivel mundial, revisando investigaciones realizadas por cada continente a lo largo de la historia.
- Fase II: En esta fase se buscará dejar la información relevante que aporte a la investigación; para ello, se categorizarán las diversas publicaciones trabajadas según los criterios sobre las cuales fueron desarrolladas.
- Fase III: se hará una revisión que tiene como finalidad examinar la bibliografía publicada sobre el desarrollo que han tenido los sistemas constructivos de BTC en los diversos países que lo han manejado.
- Fase IV: Finalmente, se establecerán los procesos y características de mejoramiento que se han desarrollado en los BTC a lo largo de la evolución y uso a nivel mundial.

A continuación, en la figura 5 se muestra el resumen esquemático de la metodología¹⁸ utilizada para alcanzar el cumplimiento de los objetivos específicos:

Figura 5. Resumen Esquemático de la Metodología



Fuente: Autores de la Investigación

Tendencias usadas en la Construcción con Bloques de Tierra Comprimida**4.1 Tendencias usadas en Egipto, Mesopotamia, Siria, China (Antes de Cristo)**

Los autores Del Rio y Esteban (2011) afirman que la construcción utilizando tierra se remonta en la historia alrededor de 9000 años atrás, encontrándose en el Turquestán viviendas construidas de tierra. Asimismo, en Siria, se encontraron cimientos de tierra apisonada con orígenes en el año 5000 a.C., las culturas que había en ese momento, para efectuar la construcción de sus viviendas utilizaban la tierra como componente principal. Igualmente, las bóvedas del templo Mortuorio de Ramsés II en Gourná-Egipto, que fueron construidas con adobes hace más de 3000 años. Otro ejemplo fue la ciudad de Arge Bam-Irán, construida en tierra comprimida, que cuenta con construcciones con 2500 años de antigüedad.

Al respecto, el autor Sanchis (2009) manifiesta que la construcción con tierra tiene sus orígenes desde épocas milenarias y ha sido materia prima frecuente desde el inicio de la construcción hasta la modernidad, donde se han encontrado construcciones semejantes a las que había en Mesopotamia o el antiguo Egipto.

Aunado a esto, López (2012) afirma que se han encontrado hallazgos sobre construcciones a base de tierra de la Antigua Mesopotamia, que pertenecen al período Neolítico de los años 6000 al 10.000 a.C., esta cultura las construcciones con este material consiguieron una gran evolución, hasta llegar a la construcción de monumentos insignias, tales como la Biblioteca de Alejandría, numerosas edificaciones en Babilonia y las murallas de Nínive en Siria. Sanchis (2009) apoya lo anterior, afirmando que se debe recordar que otra de las obras de construcción con tierra más emblemáticas de Mesopotamia, son los “Zigurats” o templos en torre, que tienen su origen en los antiguos poblados babilonios.

En el continente Asiático, en cuanto a técnicas de construcción con tierra, se encuentran²⁰ los improntas antiguas; halladas en el Himalaya y el Palacio de Potala, llevados a cabo a partir de adobe. Asimismo, las Ciudades de Mohenjo-Daro donde son importantes varios perímetros amurallados que sirvieron de edificaciones habitables, ejecutados con componentes tales como ladrillo y tierra batida.

Igualmente, la Gran Muralla China, que se constituye en una de las obras insignias de la humanidad, con una antigüedad de hace más de 2500 años y cuya construcción fue de tierra apisonada, adobe y piedra. (López, 2012)

En Egipto, en cuanto a la construcción utilizando tierra, se puede decir que las primeras edificaciones egipcias tuvieron sus orígenes hacia el año 3.800 a.C. y se levantaron en base a una estructura de cañas unidas y acumuladas con tapial. Posteriormente, para el 3.000 a.C. se introdujo en estos pueblos la construcción con adobe. (Del Rio y Esteban, 2011)

4.2 Tendencias usadas en África

En África, por ser un continente grande en tamaño, en él se pueden encontrar técnicas constructivas diferentes, tales como la construcción a través de adobe y el tapial; edificaciones como la Gran Mezquita de Djenné, considerada uno de los mayores templos sagrados hecho a base de adobe, y asimismo, una de las obras cumbre de la arquitectura sudanesa.

También existen otras tendencias utilizadas como el “superadobe” propuesto por Khalili, utilizado frecuentemente en la elaboración de bóvedas y cúpulas. Además algunas construcciones elaboradas con adobes cuadrados armado con cañas, las cuales se han copiado en cantidad de obras en muchos países, así como en proyectos de vivienda social. (Sanchis, 2009).

4.3 Tendencias usadas en Europa

21

El autor López (2012) afirma que en el continente Europeo, las técnicas de construcción con tierra presentan se presentan en gran parte del patrimonio arquitectónico existente. En países como Alemania, Bélgica, Francia se calcula que un 15% de su patrimonio arquitectónico está construido a base de tierra, mientras que en España alrededor de 25% se encuentran construidos de este material.

En la Península Ibérica, específicamente en Almería se hallaron construcciones a base de adobe, las cuales tienen más de 4000 años de antigüedad. También en Granada hay otros ejemplos de construcción con tierra como lo es el Cerro de la Virgen de Orce. (López, 2012)

En España, el autor Barbeta (2012) afirma que en la antigüedad la tendencia usada en la construcción con BTC en este país, se relacionaba con un módulo de unas habitaciones (sala, comedor, patio, zona de aseo, entre otros), al cual podrían incorporarse fácilmente diferentes unidades de dormitorios. En España, en las construcciones a base de tierra no existía ningún tipo de norma urbanística, topografía, uso de suelos, entre otras; aspectos que caracterizan de cierta forma la vivienda.

4.4 Tendencias usadas en Latinoamérica

En Latinoamérica, según los autores Neves y Borges (2011) desde la época colonial ya se observaban construcciones a base de tierra; algunos ejemplos de ello son la Pirámide del Sol en Trujillo (Perú).

Asimismo, la ciudad precolombina de Chan Chan, ubicada también en Trujillo-Perú, que utilizó adobe y tierra como sistema constructivo. Otro ejemplo fue en México, específicamente en la Ciudad de Taos donde los indios construyeron sus viviendas mediante adobes, configurando las antiguas envolturas de rollizos en forma de pirámide y tierra compactada.

En Latinoamérica, como lo expresa Minke (2010) los sistemas de construcción que han²² aparecido a lo largo de muchos años, no han logrado reemplazar en el tiempo, el uso del ladrillo. Lo anterior, debido a dos motivos principales, el primero de tipo “Económico”, ligado a los costos del mismo y el otro de tipo “Cultural”, asociado con la comodidad. Lo anterior se debe a que la fabricación del adobe no utiliza ningún tipo de tecnología sofisticada, tampoco costos de inversión altos, condiciones de consumo y producción, que se mantienen en la actualidad.

Después del Siglo XX, la construcción con BTC en Latinoamérica, tuvo un amplio desarrollo, destacándose notablemente países como México, Perú y Argentina. En este último, se realizaron investigaciones importantes a través de las Universidades de Buenos Aires, Tucumán (Grupo Tierra Tucumán – F.A.U.). Es importante resaltar también la investigación realizada por la Universidad Católica de Salta, con la que se construyó el proyecto de vivienda del Barrio Ecosol (viviendas de BTC estabilizado con cemento), en la Provincia de Salta.

Asimismo, se pueden citar las siguientes investigaciones desarrolladas en Argentina y México, en los últimos años, referentes a construcciones con bloques de tierra comprimida:

- En primer lugar, la investigación de Roux y Lozano (2016) que abordó la situación de las propiedades térmicas de los BTC, con el propósito de comprobar las ventajas de este material de construcción alternativo sobre los materiales convencionales, con el fin de demostrar que éstos pueden satisfacer las necesidades de la población en construcción de viviendas dignas, produciendo un menor impacto ambiental.

Asimismo, los autores Roux y Lozano (2016) presentan un estudio de los bloques de tierra comprimida estabilizados con hidróxido de calcio, cumpliendo con las Normas Mexicanas para el análisis de ciclo de vida (ACV), determinando su impacto ambiental y así poder contrastarlos con bases de datos existentes de materiales convencionales.

- En segundo lugar, la investigación realizada por la Universidad Nacional de Tucumán²³ de Argentina, titulada “Propiedades mecánicas de la mampostería de bloques comprimidos de Tierra-Cemento”, que demuestra que es posible alcanzar los mínimos estándares exigidos por las Normas INPRESCIRSOC, referidas a construcciones sismo resistente de mampostería. (Cabrera, Aranda, Suárez y Domínguez, 2020)
- Otra tendencia usada en la construcción con BTC fue la del “Barrio Ecosol”, realizada por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Católica de Salta, en Argentina. Esta construcción se realizó con BTC analizados y validados para suelos arcillosos, con comportamientos físicos y mecánicos admisibles, con una adición del 5% de cemento en peso y con una presión de compactación adecuada. (Curadelli, 2019)
- Finalmente, la investigación realizada por Cabrera y otros (2020) en donde se presenta la evaluación del impacto ambiental y la resistencia a compresión de BTC estabilizados con cal aérea hidratada y cemento Portland. Para el desarrollo de esta investigación, se fabricaron 12 series de bloques estabilizados con diferentes proporciones de cal y cemento y se empleó la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Con el desarrollo de la misma se concluye que usando suelos y arena característicos de la ciudad de Santa Fe-Argentina, estabilizados con determinados porcentajes de cemento Portland -comprendidos entre el 5 y el 10% en peso- pueden producirse BTC con niveles de resistencia suficientes para ser utilizados en muros de carga y, de esta forma, minimizar el impacto ambiental negativo asociado al tema de fabricación.

Igualmente, otras tendencias que se han manejado en la construcción con bloques de tierra comprimida BTC en países de Suramérica son:

En Ecuador, el autor Mejía (2018) plantea la elaboración de un BTC estabilizado con²⁴ cemento, que incorpora agregados de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) como una alternativa viable y sostenible para la construcción, la cual contribuye a cerrar ciclos de vida de ciertos materiales, constituyéndose en una medida preventiva con respecto a la reducción del volumen de residuos de construcción y demolición a ser vertidos en el ambiente.

En Perú, el autor Montes (2018) propone un Proyecto de módulos de viviendas sociales en Arquitectura, estructuras, Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias mediante el sistema constructivo del BTC. Esta investigación ofrece una solución a la población para que puedan construir viviendas con este material, considerando el ahorro. En efecto, el nivel de ahorro que representa construir una vivienda social con este sistema, en relación al material convencional es representativo, porque existe un 52.44 % de reducción de costos totales en construcción en Perú.

Numerosos países cuentan con normas técnicas específicas para la construcción con tierra: no obstante según Cabrera et al. (2020) son pocos los que poseen normas de ensayo específicas para BTC publicadas por Organismos Oficiales de Normalización, entre los que destacan Brasil, Colombia, Francia, España y México.

4.5 Tendencias usadas en Colombia

En Colombia, según Uribe et al. (2019) vienen realizándose desde hace algunos años proyectos de construcción con bloques de tierra comprimida pese a las debilidades que persisten en la Norma Técnica Colombiana NSR -10. Esto ha permitido que se abra un debate que gira en torno a la aceptación de la tierra como material constructivo, introduciendo a su vez leves modificaciones a la norma, pero posibilitando investigaciones que paulatinamente contribuyan a realizar reformas pertinentes y considerar así la tierra como un material sismo resistente.

A continuación se presentan algunas investigaciones realizadas en Colombia sobre el²⁵ tema de tendencias usadas en la construcción con bloques de tierra comprimida:

- Los autores Echeverry y Jaramillo (2017) realizaron una investigación para la Universidad Libre de Pereira, cuyo propósito fue la búsqueda de diferentes alternativas para elaboración de BTC con suelos derivados de cenizas volcánicas. Para ello, realizaron una investigación experimental que permitió un proceso de elaboración de BTC, donde se caracterizó el suelo a utilizar, los porcentajes de aditivos a aplicar al suelo y las variables relevantes en su proceso de fabricación (humedad de compactación y el tiempo de secado).
- El autor Molina (2016) planteó una tendencia usada en la construcción a través de BTC a través de la adición de residuos de concreto y cemento como solución sostenible para la construcción de muros no estructurales. Después de varias pruebas técnicas, el autor descubrió que el suelo derivado de ceniza volcánica, mezclado con los restos de concreto que queda de una demolición, puede ser un buen candidato para reemplazar el ladrillo.
- Finalmente, Arteaga et al. (2012) en un estudio realizado con el Grupo de Investigación en Construcción Antisísmica –GICA– de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, desarrollaron una tendencia en la construcción a través de BTC usados en el Claustro Santa Clara la Real, cuya importancia patrimonial radica en distintos elementos arquitectónicos en conjunto con la capilla adyacente, trabajaron en unos sistemas constructivos ofreciendo mejoras en cuanto al esfuerzo a tracción de los materiales.

A continuación se explican algunas investigaciones realizadas a nivel local en la ciudad de Bucaramanga sobre el tema de tendencias usadas en la construcción con BTC:

En Bucaramanga, el autor Cadena (2018) desarrolló una tendencia a través de Bloques²⁶ de tierra comprimida que implemento en una propuesta de vivienda rural para la zona de la meseta del municipio de Lebrija – Santander. A partir de las dimensiones del bloque de tierra, diseñó un módulo estándar de 4*4 m para la conformación de los espacios tanto de la vivienda como de la zona productiva, también utilizó las medidas del bloque para dimensionar las puertas y ventanas, logrando la optimización del material evitando la menor cantidad de desperdicios.

Asimismo, en la ciudad de Bucaramanga los autores Silva et al. (2018) desarrollaron una tendencia en la construcción a través de Bloques de tierra comprimida y el uso de la tapia pisada. Este proceso de investigación buscó documentar y evidenciar las ventajas de los BTC por medio de la tapia pisada en los procesos constructivos de la actualidad, la evolución de su uso, y la toma de conciencia para rescatar parte de la cultura constructiva del municipio de Barichara en Santander.

Categorización de las Publicaciones trabajadas

Durante el rastreo bibliográfico llevado a cabo por los autores de la investigación para reunir las publicaciones suficientes que además cumplieran con los parámetros establecidos, para ello se manejaron 43 publicaciones provenientes de bases de datos o algunas bibliotecas virtuales de universidad.

Para efectos de visualización de las referencias bibliográficas, años y tipos de publicación, localización en bases de datos, abordaje, categorías de análisis y cantidad de investigaciones encontrados respecto al tema, se tuvo en cuenta que cumplieran los siguientes criterios de inclusión:

- Año de Publicación: 2011 - 2020
- Tipo de Publicación: Teórico o Aplicado
- Temática de la Publicación: Técnicas de construcción con bloques de tierra comprimida.
- Abordaje: - Enfocada en la evolución y mejoramiento que se les ha realizado a los BTC.
 - Publicaciones que fueran a lo largo de la Historia.
- Idiomas: - Español
 - Inglés
 - Portugués

La compilación de la información de las publicaciones sobre técnicas de construcción con bloques de tierra comprimida realizadas en los países objeto de la investigación y a lo largo de la historia, produjo los siguientes resultados:

5.1 Bases de Datos

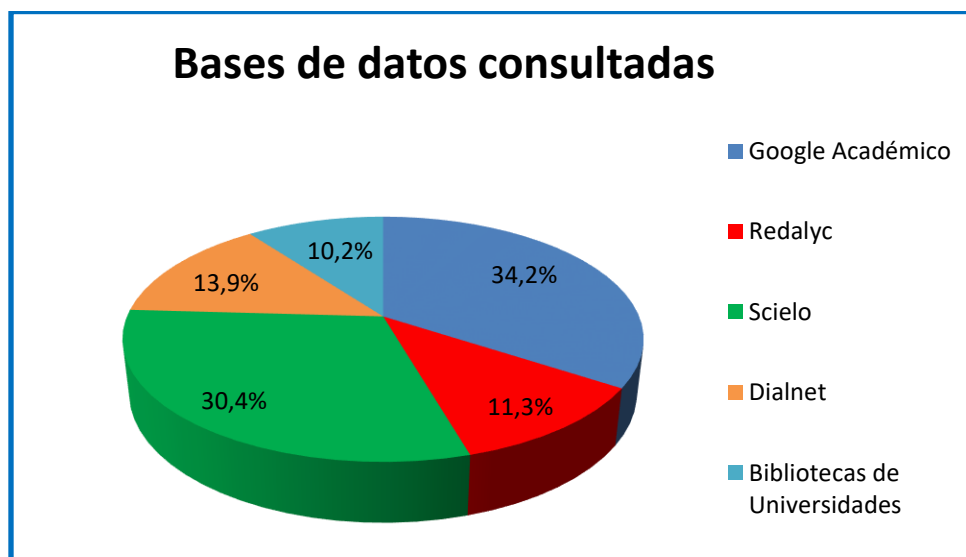
Para el desarrollo de este apartado se consultaron diversas investigaciones de bases de datos tales como: Google Académico, Redalyc, Scielo, Dialnet e información de Bibliotecas de Universidades. Asimismo, de la búsqueda realizada en las bases de datos establecidas, las 43 publicaciones fueron encontradas con la frecuencia que se mostrada a continuación:

Tabla 2. Bases de datos consultadas

Bases de Datos	Número de Publicaciones encontradas	Frecuencia
Google Académico	15	34,2%
Redalyc	5	11,3%
Scielo	13	30,4%
Dialnet	6	13,9%
Bibliotecas de Universidades	4	10,2%
Total	43	100%

Fuente: Autores de la Investigación

Figura 6. Bases de datos consultadas



Fuente: Autores de la Investigación

5.2 Tipo de Publicación

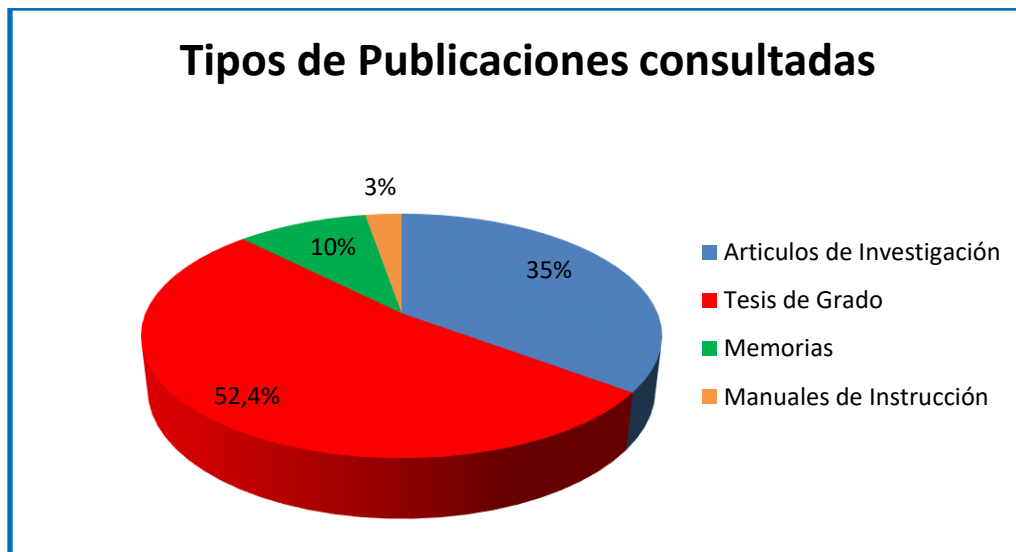
En cuanto a tipos de publicación se refiere se consultaron diversos estudios encontrados en Artículo de Investigación, Tesis de Grado, Memorias y Manuales de Instrucción.

Tabla 3. Tipos de Publicaciones consultadas

Tipos de Publicaciones	Número de Publicaciones encontradas	Frecuencia
Artículos de Investigación	15	35,2%
Tesis de Grado	23	52,4%
Memorias	4	9,7%
Manuales de Instrucción	1	2,7%
Total	43	100%

Fuente: Autores de la Investigación

Figura 7. Tipos de Publicaciones consultadas



Fuente: Autores de la Investigación

5.3 País de Publicación

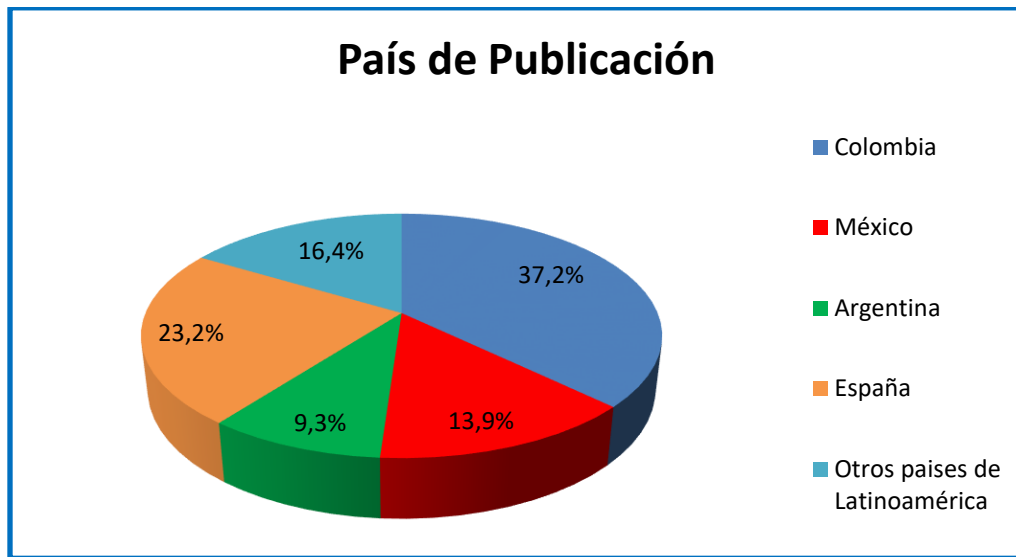
En cuanto a los países desde los cuales fueron publicados las investigaciones, se dividen de la siguiente forma:

Tabla 4. País de publicación

Países	Número de Publicaciones encontradas	Frecuencia
Colombia	16	37,2%
México	6	13,9%
Argentina	4	9,3%
Ecuador	2	4,7%
Perú	2	4,7%
Brasil	2	4,7%
Bolivia	1	2,3%
España	10	23,2%
Total	43	100%

Fuente: Autores de la Investigación

Con base en los datos expuestos, es pertinente afirmar que la mayor cantidad de estudios encontrados fueron publicados en Colombia 37,2% (16 publicaciones), en segundo lugar se encuentra España con 23,2% (10 publicaciones), tercer lugar México 13,9% (6 publicaciones), seguido de Argentina 9,3% (4 publicaciones) y otros países Latinoamericanos como Brasil, Bolivia, Ecuador, Perú con un total de 16,4% (7 publicaciones). Tomando como referencia a Colombia que fue el país del cual se encontró el mayor número de publicaciones para esta investigación, se puede decir que las principales fuentes de bases de datos consultadas fueron Google Académico y Bibliotecas de Universidades. Asimismo, para este país se encontraron en su mayoría Artículos de Investigación y tesis de grado.



Fuente: Autores de la Investigación

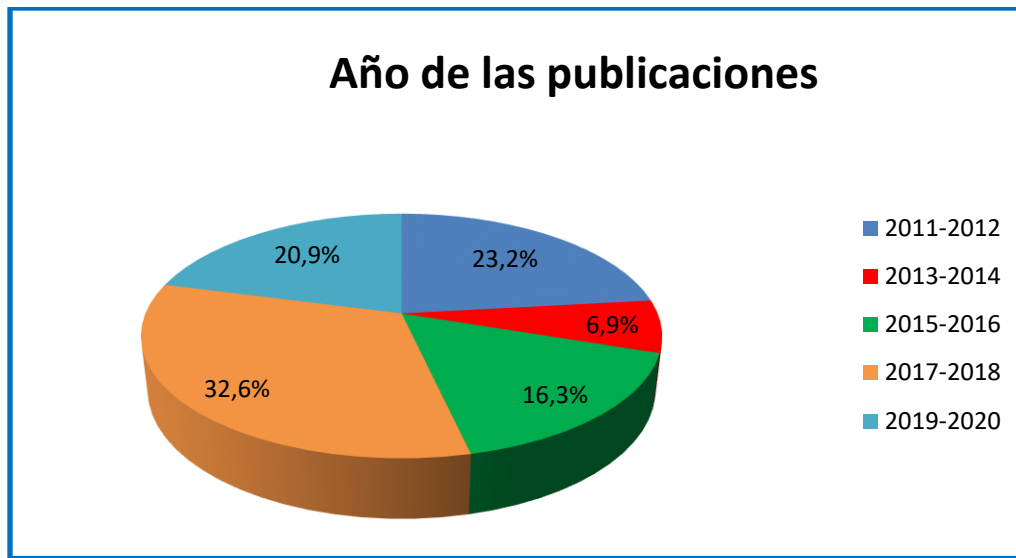
5.4 Año de Publicación

En cuanto al año de publicación de las publicaciones seleccionadas, se tuvo en cuenta un rango de diez años (2011-2020), encontrando lo siguiente:

Tabla 5. Año de las Publicaciones consultadas

Periodo en Años de las Publicaciones	Número de Publicaciones encontradas	Frecuencia
2011 - 2012	10	23,2%
2013 - 2014	3	6,9%
2015 - 2016	7	16,3%
2017 - 2018	14	32,6%
2019 - 2020	9	20,9
Total	43	100%

Fuente: Autores de la Investigación



Fuente: Autores de la Investigación

Con la figura 8 se concluye, que la mayor cantidad de investigaciones encontradas fueron publicadas en el periodo 2017-2018 con un total de 32,6% (14 publicaciones), seguido por el periodo 2011-2012 con un 23,2% (10 publicaciones), en tercer lugar, el periodo 2019-2020 con un 20,9% (9 publicaciones), seguido por el periodo 2015-2016 con un 16,3% (7 publicaciones) y por último el periodo comprendido entre los años 2013-2014 con un 6,9% (3 publicaciones).

5.5 Categorías de Análisis

La delimitación de las categorías de análisis se obtuvo a través de la definición del constructo dentro de la investigación.

Durante el proceso de sistematización de datos en relación a las categorías, se establecen tres (3), las cuales fueron analizadas en diversos países, dichas categorías son:

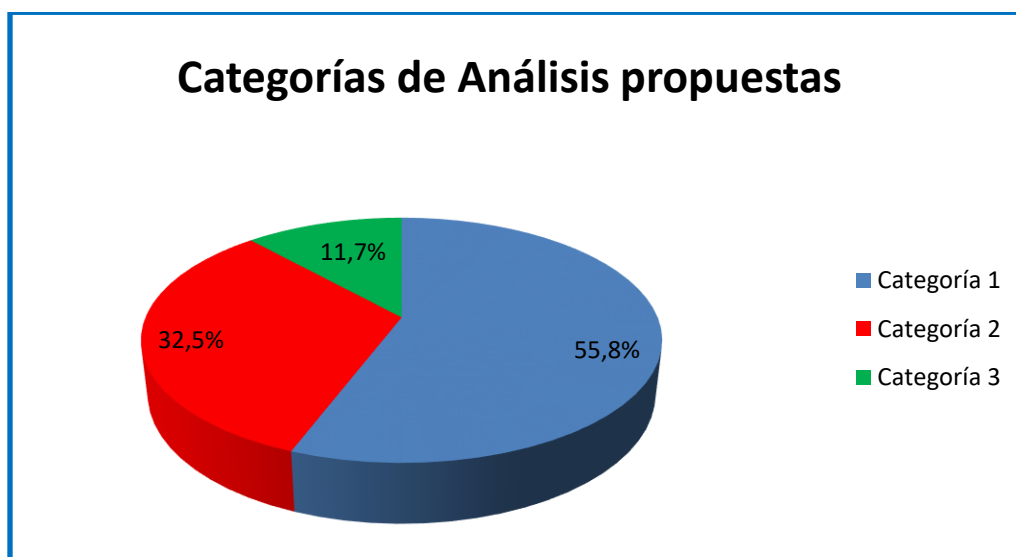
- Categoría 1: Tendencias usadas en la construcción con BTC
- Categoría 2: Desarrollo tanto en la fabricación y en la composición del BTC.
- Categoría 3: Procesos y características de mejoramiento desarrollados en los BTC.

Tabla 6. Categorías propuestas para la investigación

Categorías	Número de Publicaciones encontradas	Frecuencia
1	24	55,8%
2	14	32,5%
3	5	11,7%
Total	43	100%

Fuente: Autores de la Investigación

Figura 10. Categorías de Análisis propuestas



Fuente: Autores de la Investigación

A continuación, en la figura 9 están los resultados de las categorías de análisis propuestas donde se observa que el 55,8% corresponde a la categoría 1 “Tendencias usadas en la construcción con BTC” por medio de investigaciones publicadas a lo largo de la historia. Asimismo, un total de 32,5% de las publicaciones encontradas corresponde a la categoría 2 “Desarrollo tanto en la fabricación y en la composición del BTC”.

5.6 Categorías de Análisis vs Bases de Datos

Las diferentes categorías de análisis propuestas para la presente investigación se encontraron en fuentes de información como Google Académico, Redalyc, Scielo e información de Bibliotecas de Universidades de la siguiente forma:

Tabla 7. Categorías de Análisis vs Bases de datos consultadas

Categorías	Google Académico	Redalyc	Scielo	Bibliotecas de Universidades	Total
1	8	2	5	9	24
2	3	2	3	6	14
3	1	-	2	2	5
Total	12	4	10	17	43

Autores de la Investigación

Desarrollo en la fabricación y composición del Bloque de Tierra Comprimida

En este capítulo se muestran los resultados de la búsqueda bibliográfica realizada por los autores de la investigación, con el fin de reunir las publicaciones suficientes que cumplan con los parámetros requeridos, se obtuvo un total de 43 publicaciones sobre artículos y tesis de grado provenientes de bases de datos o algunas bibliotecas virtuales de universidad. De estas publicaciones, hay un total de 14 que se relacionan con el desarrollo en la fabricación y composición de los BTC.

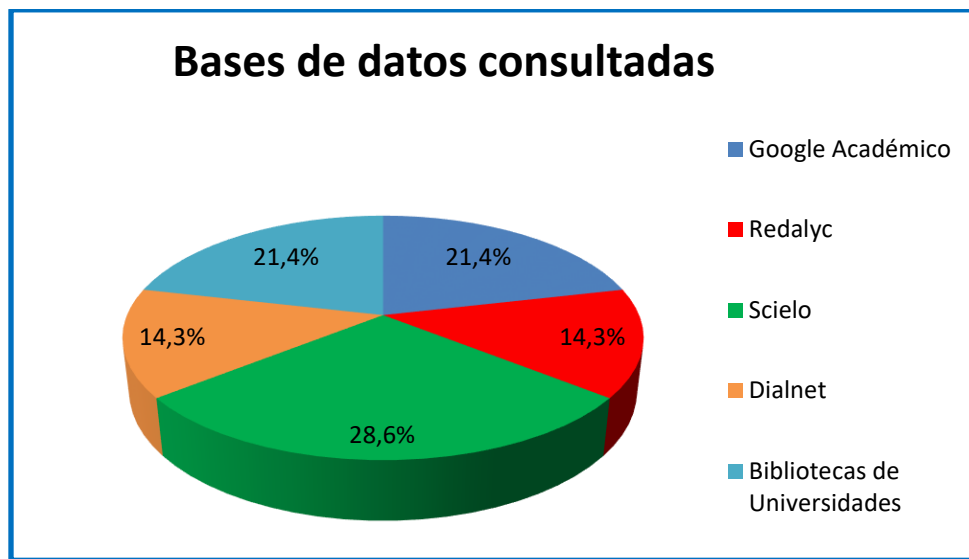
Para el desarrollo de este capítulo se tuvieron en cuenta publicaciones de los últimos diez años (2011–2020), de tipo Teórico y Aplicado, en idioma Español y que fueran de bases de datos confiables (Google Académico, Redalyc, Scielo, Dialnet y Bibliotecas de Universidades).

A continuación el resumen del rastreo bibliográfico:

Tabla 8. Bases de datos consultadas

Bases de Datos	Número de Publicaciones encontradas	Frecuencia
Google Académico	3	21,4%
Redalyc	2	14,3%
Scielo	4	28,6%
Dialnet	2	14,3%
Bibliotecas de Universidades	3	21,4%
Total	14	100%

Fuente: Autores de la Investigación



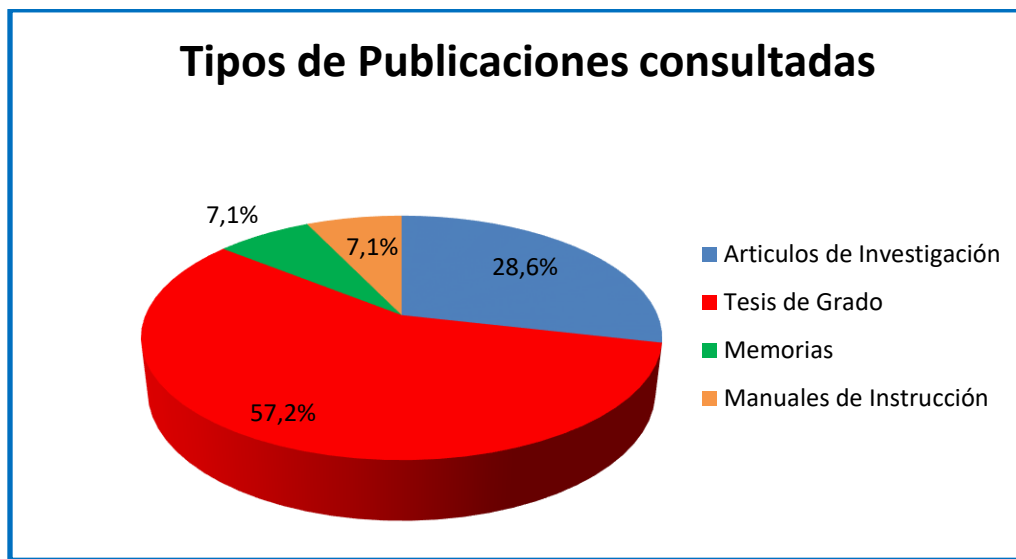
Fuente: Autores de la Investigación

En cuanto a tipos de publicación sobre el tema de desarrollo en la fabricación y composición de los BTC, se consultaron diversos estudios encontrados en Artículos de Investigación, Tesis de Grado, Memorias y Manuales de Instrucción.

Tabla 9. Tipos de Publicaciones consultadas

Tipos de Publicaciones	Número de Publicaciones encontradas	Frecuencia
Artículos de Investigación	4	28,6%
Tesis de Grado	8	57,2%
Memorias	1	7,1%
Manuales de Instrucción	1	7,1%
Total	14	100%

Fuente: Autores de la Investigación



Fuente: Autores de la Investigación

En cuanto a los países desde los cuales fueron publicados las investigaciones sobre el tema de desarrollo en la fabricación y composición de los BTC, se dividen de la siguiente forma:

Tabla 10. País de publicación

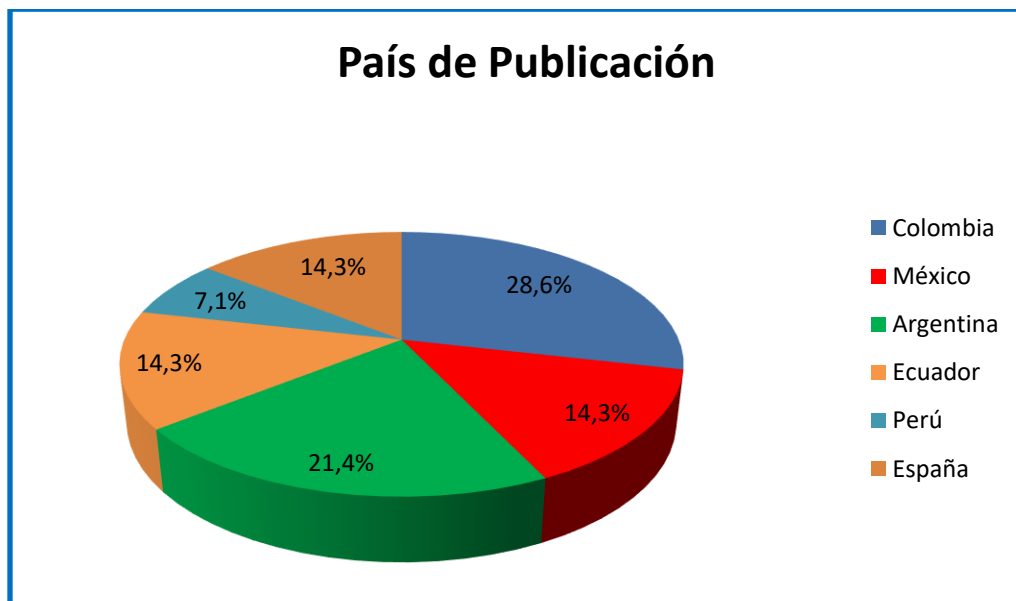
Países	Número de Publicaciones encontradas	Frecuencia
Colombia	4	28,6%
México	2	14,3%
Argentina	3	21,4%
Ecuador	2	14,3%
Perú	1	7,1%
España	2	14,3%
Total	14	100%

Fuente: Autores de la Investigación

Con base en los datos expuestos, es pertinente afirmar que la mayor cantidad de estudios³⁸ encontrados sobre el tema de desarrollo en la fabricación y composición de los BTC, fueron publicados en Colombia 28,6% (4 publicaciones), en segundo lugar se encuentra Argentina con 21,4% (3 publicaciones), tercer lugar México, Ecuador y España cada uno con un porcentaje de 14,3% (2 publicaciones/ cada uno) y finalmente Perú con 7,1% (1 publicación).

Tomando como referencia a Colombia que fue el país del cual se encontró el mayor número de publicaciones para esta investigación, se puede decir que las principales fuentes de bases de datos consultadas fueron Scielo en primer lugar y luego Google Académico y Bibliotecas de Universidades.

Figura 13. País de Publicación



Fuente: Autores de la Investigación

A continuación se hace un resumen por países del desarrollo tanto en la fabricación y como en la composición del bloque de tierra comprimida, según la investigación bibliográfica:

En este país, en cuanto al desarrollo tanto en la fabricación y composición del BTC, existen diversas investigaciones, según la revisión bibliográfica, algunas de ellas son:

- En la primera investigación se elaboraron bloques de tipo ecológico los cuales tenían una mezcla compuesta por gel de origen vegetal y tierra con tierra. Lo anterior se realizó con el fin de brindar al mercado una propuesta en bloques que contribuyen con el medio ambiente en un sector como la construcción. Esta investigación data de un trabajo experimental en donde se procedió a realizar una caracterización de dos materiales (gel de origen vegetal y tierra). Luego se realizaron los ensayos pertinentes, en los que se utilizaron muestras de compuesto añadiendo agua y tierra.

Asimismo, los ensayos aplicados fueron de resistencia mecánica, realizados a través de un proceso de envejecimiento artificial acelerado y comportamientos frente al agua, siguiendo los parámetros de normatividad a nivel mundial para BTC. (Sostenibilidad y Arquitectura, 2013).

- En la segunda investigación encontrada, los Bloques de Tierra Comprimida ha tenido un notable desarrollo al estabilizarse mediante diversos de origen natural a través de los cuales se pretende conseguir un nuevo tipo de bloque amigable con el medio ambiente. Es así, como se realizan los ensayos pertinentes de resistencia mecánica en este proceso. Para ello, se manejaron dos piezas de diferentes tamaños compuestas de agua, polímero natural y un refuerzo natural con fibras de lana de oveja y tres tipos de arcilla diferentes (amarilla, negra y roja), en cuyos casos las dosificaciones utilizadas fueron las mismas para todos. (Cabo, 2015).

En México, el desarrollo tanto en la fabricación y composición que ha tenido el BTC es notable, existen diversas investigaciones según la revisión bibliográfica realizada, algunas son:

- Un bloque estabilizado con cemento Portland en un porcentaje de 5 a 7 % y reforzados a través de un compuesto como lo es la fibra de Coco. Con el desarrollo de esta investigación los autores concluyen que el mejor porcentaje de fibra de coco, para el refuerzo del bloque es del 1%, ya que porcentajes mayores a este valor afectan la resistencia a la compresión.

- La fabricación de los Bloques de Tierra Comprimida (BTC) en México, ha abordado la diversas investigaciones dirigidas a evaluar las ventajas que ofrece este tipo de bloques respecto otros materiales convencionales; asimismo, otras investigaciones sobre BTC giran en torno a la producción de bloques que no degraden el medio ambiente.

- En investigaciones como la de Roux y Lozano (2016) se presenta el estudio de los bloques estabilizados con hidróxido de calcio, donde se compararon algunos tipos de mampuestos a través de sus propiedades, teniendo en cuenta la normativa mexicana del Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

6.3 Argentina

En este país, en cuanto al desarrollo tanto en la fabricación y composición del BTC, existen diversas investigaciones, según la revisión bibliográfica realizada:

- El autor Galíndez (2017) plantea un desarrollo en la fabricación y composición del BTC eliminando el cemento de la mezcla base del mampuesto que lleva el bloque, respondiendo principalmente a razones de tipo económico y ambiental. El mampuesto utilizado en esta investigación se realizó a base de tierra cruda, el cual elimina en su fabricación la etapa de cocción, que es aquella que produce la mayor afectación ambiental.

- Los autores Curadelli et al. (2019) presentan un desarrollo en BTC a través de una⁴¹ evaluación del impacto ambiental y resistencia a compresión realizada a bloques estabilizados con cal aérea hidratada y cemento Portland. El desarrollo consistió en la fabricación de BTC por series, estabilizados en diferentes concentraciones empleando la metodología (ACV).

6.4 Ecuador

En Ecuador, el desarrollo tanto en la fabricación y composición que ha tenido el BTC es notable, existen diversas investigaciones según la revisión bibliográfica realizada, algunas son:

- Mejía (2018) en su investigación plantea un desarrollo en la fabricación y composición del bloque de tierra cruda comprimida (BTC) al que se le agrega una mezcla a base de residuos de construcción y demolición. Para lograr lo anterior, plantea, la elaboración de un BTC, estabilizado con cemento, que incorpora agregados de residuos del sector de la construcción como alternativa ambientalmente sostenible, contribuyendo a cerrar ciclos de vida de ciertos materiales y constituyendo una medida paliativa a la sobre explotación de canteras y reducción del volumen de residuos a ser vertidos en el ambiente.

- Los autores Vásquez et al. (2016) plantean un desarrollo en la fabricación y composición del BTC a través de la elaboración por hormigón con el fin de tener una base de tierra, en donde, las resistencias de estas mezclas aumenten en función del tiempo en los BTC elaborados con agregado reciclado, sin embargo en los BTC con piedra partida natural no sucede esto. La resistencia a la tracción por compresión diametral de las probetas cilíndricas alcanzó a los 90 días un valor que oscila entre 85% y 95% del valor de compresión simple.

En este país, en cuanto al desarrollo tanto en la fabricación y composición del BTC, se realizó una investigación que propone proyectos de viviendas sociales a través de módulos, que cuentan con estructuras, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias mediante la utilización de bloques de tierra comprimida; que consideró características y dimensiones de diseño que permitían una construcción adecuada.

6.6 Colombia

En Colombia, el desarrollo tanto en la fabricación y composición que ha tenido el BTC es notable, existen diversas investigaciones según la revisión bibliográfica realizada, algunas son:

- Los bloques para este desarrollo se fabricaron con diversas geometrías, desde bloques macizos hasta mejorados. Los autores Arteaga y Gutiérrez (2012) para lograr su investigación utilizan a partir de una mezcla de tierra, arena y cemento, para luego ser compactada la mezcla. El material fue cernido previamente al mezclado y estabilizado.

- Los autores Barrera y Buitrago (2014) plantean un desarrollo en la fabricación y composición a través del reforzamiento estructural de BTC añadiéndole fibras de polisombra reutilizada, así mismo el material y los bloques fueron sometidos a pruebas y ensayos de laboratorio para obtener un resultado en el que este tiene más resistencia a la compresión.

- La autora Molina (2016) plantea un desarrollo a través de la dosificación óptima para el desarrollo de BTC a través de compuestos que tienen porcentaje de suelos derivados de cenizas volcánicas, escombros de concreto y cemento, como alternativa de construcción sostenible de muros no estructurales.

Procesos y Características de mejoramiento que se han desarrollado en los BTC a nivel mundial

En este capítulo se muestran los resultados de la búsqueda bibliográfica llevada a cabo por los autores de la investigación, donde se obtuvo un total de 43 publicaciones sobre artículos y tesis de grado provenientes de bases de datos o algunas bibliotecas virtuales de universidad. De estas publicaciones, hay un total de 5 que se relacionan con los Procesos y Características de mejoramiento que se han desarrollado en los Bloques de Tierra Comprimida a nivel mundial.

7.1 España

En España, los procesos y características de mejoramiento que se han desarrollado en los Bloques de Tierra Comprimida según la revisión bibliográfica realizada, son entre otros:

- El BTC obtenido a través de procesos de ensayos de materiales variando la composición granulométrica de sus componentes. El mejoramiento se realizó tomando muestras de suelo, con un contenido constante de Limos, pero variando únicamente el contenido de arcilla y arena.

- Otra mejora que se realizó en España fue un Ladrillo ecológico desarrollado para ser utilizado como material sostenible para la construcción.

- Asimismo, otro proceso de mejoramiento fue el realizado con la Fabricación de mampuestos tipo BTC sin añadir cemento. Esta propuesta pretende lograr buenas cualidades físicas y mecánicas en los bloques, utilizando el menor costo energético posible.

- Finalmente, el proceso de mejoramiento de fabricación de BTC con adición de residuos de construcción y demolición, esto con el fin de lograr el reemplazo del agregado pétreo en los bloques.

En este país, los procesos y características de mejoramiento que se han desarrollado en los Bloques de Tierra Comprimida según la revisión bibliográfica realizada, son entre otros:

- El mejoramiento que se le realizó a los BTC, consistió en mezclar las arcillas como aglomerante natural, evitando la adición de cemento al mampuesto, estabilizando por compactación y utilizando métodos que garantizaron el cumplimiento de las premisas teóricas en fábrica, esto hace parte de un nuevo sistema de materiales de construcción más sustentables.

- Otra mejora que se realizó en los BTC en Argentina fue la realizada por Galíndez (2017) que propuso trabajar con tres tipos distintos de tierras arcillosas, las cuales se compactaron a presiones diferentes, con ello se demostró que a mayor plasticidad de la tierra, sometida a su vez a mayor presión de compactación, la resistencia a la compresión del mampuesto aumenta.

7.3 México

En México, los procesos y características de mejoramiento que se han desarrollado en los Bloques de Tierra Comprimida según la revisión bibliográfica realizada, son entre otros:

- Una mejora implementada a los Bloques de Tierra Comprimida se desarrolló a través de los ladrillos de suelo-cemento, que consiste en una alternativa eficiente, económica y sustentable, donde se compararon tres tipos de mampuestos a través de algunas de sus propiedades, el ladrillo de suelo cemento compactado a presión, el ladrillo de suelo cemento compactado por impacto y ladrillos cerámicos comunes.

- Otra mejora implementada en BTC en México fue la medición del Comportamiento termohidrófugo de los bloques estabilizando por compactación.

7.4 Ecuador

45

En Ecuador, los procesos y características de mejoramiento que se han desarrollado en cuanto a los Bloques de Tierra Comprimida según la revisión bibliográfica realizada, son entre otros, los realizados con muestras de suelos derivados de ceniza volcánica y materiales reciclables, implementados en este país como una alternativa ecológica.

7.5 Colombia

En Colombia, los procesos y características de mejoramiento que se han desarrollado en los Bloques de Tierra Comprimida según la revisión bibliográfica realizada, son entre otros:

- Los autores Molina et al. (2016) introducen procesos de mejoramiento en Bloques de Tierra Comprimida a través de la propuesta de un bloque de suelo cemento y un bloque de suelo geo polimerizado.

- Otra mejora en BTC introducida en Colombia fue la realizada por el autor Lobo (2018) en la que a través de la compresión de los bloques adiciona un porcentaje de escombros de ladrillo y cal, para luego compactar.

Conclusiones y Recomendaciones**8.1 Conclusiones**

Con el desarrollo de la investigación se realizó un rastreo bibliográfico llevado a cabo por los autores, que consistió en reunir las publicaciones suficientes que además cumplieran con los criterios establecidos, y fue así como se obtuvo un total de 43 publicaciones sobre artículos de científicos, memorias y tesis de grado provenientes de bases de datos confiables y algunas bibliotecas virtuales de universidad.

Para efectos de visualización de las referencias bibliográficas, se tuvo en cuenta que cumplieran los siguientes criterios de inclusión: Año de Publicación: 2011 – 2020; Tipo de Publicación: Teórico o Aplicado; Temática de la Publicación: Técnicas de construcción con bloques de tierra comprimida; Abordaje: Enfocada en la evolución y mejoramiento que se les ha realizado a los BTC; Idiomas: Español, Inglés y Portugués.

Con base en los datos expuestos según revisión bibliográfica, es pertinente afirmar que la mayor cantidad de estudios encontrados fueron publicados en Colombia 37,2% (16 publicaciones), en segundo lugar España con 23,2% (10 publicaciones), tercer lugar México 13,9% (6 publicaciones), Argentina 9,3% (4 publicaciones) y otros países Latinoamericanos como Brasil, Bolivia, Ecuador, Perú con un 16,4% (7 publicaciones).

Tomando como referencia a Colombia que fue el país del cual se encontró el mayor número de publicaciones para esta investigación, se puede decir que las principales fuentes de bases de datos consultadas fueron Google Académico y Bibliotecas de Universidades.

8.2 Recomendaciones

47

Se recomienda a la Facultad De Ingeniería Civil de la Universidad Pontificia Bolivariana, el desarrollo de investigaciones y estudios sobre propiedades y desempeño de los BTC, con el fin de tener más bibliografía que sirva como soporte de investigación.

Es recomendable, trabajar con los Bloques de Tierra Comprimida desde un punto de vista netamente ecológico, ya que este es importante reconocer las bondades que tiene este en cuanto a que no afecta el medioambiente; debido a que los procesos que anteceden su fabricación son sencillos, lo que le convierte en una alternativa altamente sostenible.

Es pertinente recomendar a la Universidad Pontificia Bolivariana de Floridablanca, que siga incentivando la investigación y realización de sistemas constructivos a base de BTC. Asimismo, el establecimiento de una línea de investigación que recopile investigaciones en este campo, ya que se evidenció en el proceso investigativo la falta de bibliografía en la biblioteca universitaria UPB relacionada con este tema.

- Albarrán, A. (2019) *Sistema de Bloque de Tierra Compactado frente a la normatividad mexicana*. Universidad Jesuita de Guadalajara. Maestría en Proyectos y Edificación Sustentables. Jalisco, México.
- Angulo, D. E. y Carreño, K. (2017) *El Bloque de Tierra Comprimido o BTC. Una alternativa de construcción para la arquitectura contemporánea*. Revista UAN, Vol. 12, pág. 31–37. Recuperado de: <http://revistas.uan.edu.co/index.php/nodo/article/view/655>
- Arteaga, K. y Gutiérrez, O. (2012) *Bloque de tierra comprimida como material constructivo*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Grupo de Investigación en Construcción Antisísmica GICA. Boyacá, Colombia.
- Asociación Sostenibilidad Y Arquitectura. (2013) *Bloques de tierra comprimida*. Recuperado de: <https://www.sostenibilidadyarquitectura.com/blog/2013/07/17/tesis-sobre-el-bloque-de-tierra-comprimido/>
- Barbeta, G. (2012) *Mejora de la tierra estabilizada en el desarrollo de una arquitectura sostenible hacia el siglo XXI*. Tesis doctoral. Barcelona.
- Barrera, L. y Buitrago, N. (2014) *Fabricación y reforzamiento de bloques de tierra compactada (BTC) en Bogotá bajo la reutilización de las fibras de la poli sombra*. Universidad La Gran Colombia. Facultad de Arquitectura. Bogotá, Colombia.
- Botero, L.; Vásquez, A. y Carvajal, D. (2015) *Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional*. Medellín: Universidad Eafit, p. 19-22.
- Bradley, R., Gohnert, M. y Bulovic, I. (2018) *Construction considerations for low-cost earth brick shells*. *Journal of Construction in Developing Countries*, volume 23, páginas 43–60. Recuperado de: http://web.usm.my/jcdc/vol23_1_2018/jcdc2018.23.1.3.pdf
- Cabo, M. (2015) *Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción*. Universidad Pública de Navarra. Navarra, España, 117 p.

- Cabrera, S., Aranda, Y., Suárez, E. y Domínguez, R. (2020) *Bloques de tierra comprimida*⁴⁹ (BTC) estabilizados con cal y cemento: Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión. *Revista Hábitat Sustentable*, Volumen. 10, pág. 70 – 81. Recuperado de: <https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.02.05>
- Cabrera, S., González, A. y Rotondaro, R. (2020) *Resistencia a compresión en Bloques de Tierra Comprimida: Comparación entre diferentes métodos de ensayo*. Informes de la Construcción, volumen 72. Recuperado de: <https://doi.org/10.3989/ic.70462>
- Cadena, M. (2018) *Vivienda rural para el municipio de Lebrija – Santander*. Universidad Santo Tomás de Aquino. Facultad de Arquitectura. Bucaramanga.
- Caicedo, A.; Gómez, L.; Loaiza, L.; Murillo, L.; Salazar, V. (2016) *Determinación de la resistencia a compresión de los bloques de tierra comprimida adicionada con un 12,5% de escombros de ladrillo y cal*. Universidad Libre de Pereira. Colombia.
- Carretero, M. y García, J. (2018) *Comparison between Building roof construction systems based on the LCA*. *Revista de la Construcción*, volumen 18, páginas 123–136. Recuperado de: <https://doi.org/10.7764/RDLC.17.1.123>
- Coral, D. (2017) *Hacer una revisión bibliográfica*. Universidad El Bosque. Bogotá. Primera Edición. Recuperado de: <https://lpl.unbosque.edu.co/wp-content/uploads/09-Guia-Revisio%CC%81n-bibliografica.pdf>
- Curadelli, S., López, M., Arena, P. y Civit, B. (2019) *Estudio socio ambiental de la producción de ladrillos artesanales en Mendoza desde la perspectiva del análisis de ciclo de vida*. Mendoza. Argentina. Recuperado de: <http://190.114.221.84/handle/20.500.12272/3719>
- Del Rio, M., Esteban, S. (2011) *La evolución de los sistemas constructivos en tierra*. Tecnología y Arquitectura. Congreso de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos.
- Díaz, F.; Jové, F.; Muñoz, D. (2011) *Prototipo de vivienda sostenible construida con muros de Bloque de Tierra Comprimida (y una reflexión sobre la tectónica)*. Congreso de Arquitectura de Tierra. Universidad de Valladolid. Pág. 255-266. Recuperado de: http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2011/2011_9788469481073_p255-266_diaz.pdf

- Echeverry, J. y Jaramillo, C. (2017) *Elaboración de (BTC) bloques de tierra comprimida con⁵⁰ suelos derivados de cenizas volcánicas y materiales alternativos*. Universidad Libre de Pereira. Facultad De Ingeniería. Pereira, Colombia.
- Galíndez, F. (2017) *Bloques de tierra comprimida (BTC) sin adición de cemento. Aportación al ahorro energético*. Revista Seguridad y Medio Ambiente. Fundación Mapfre. Recuperado de: <https://app.mapfre.com/fundacion/html/revistas/seguridad/n115/articulo4.html>
- García, A.; Mazzeo, J.; Martínez, A. (2015) *Metodología de control de calidad en producción de paneles con suelos estabilizado*. Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
- Gómez, J. (2018) *Consideraciones sobre la normalización de la arquitectura en tierra en Colombia: Estado del arte sobre las técnicas utilizadas a nivel nacional*. Fundación Universitaria de Popayán. Facultad de Arquitectura. Popayán.
- González, A. y Cabrera, S. (2017) *Prensa electromecánica para BTC*. XVII Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra pp. 91–100. Recuperado de: <https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/06/17-SIACOT-Bolivia-2017.pdf>
- Hernández, R., Baptista, P y Fernández, C. (2017) *Metodología de la investigación*. Sexta Edición. México D.F. Recuperado de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Herrera, J. (2018) *Modelamiento numérico del comportamiento sísmico de viviendas de mampostería con bloques de tierra comprimida*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12059>
- Icontec. (2004) *Norma Colombiana para bloques de suelo cemento para muros y divisiones. Definiciones. Especificaciones. Métodos de ensayo*. Condiciones de entrega. Instituto Colombiano De Normas Técnicas. 39 pág. NTC 5324.
- Laguna, M. (2011) *Ladrillo Ecológico Como Material Sostenible para las Construcción*. Trabajo de Maestría. Universidad Pública de Navarra. Recuperado de: <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4504/577656.pdf?sequence=1>

- López, A. (2018) *Desarrollo de un nuevo bloque de tierra mejorada con la incorporación de⁵¹ aditivos de compuestos orgánicos*. Universidad Politécnica De Catalunya. Barcelona, España.
- López, P. (2012) *Caracterización de ladrillos históricos en: la conservación de los geo materiales utilizados en el patrimonio*. Madrid, España.
- Lobo, D.; Londoño, E.; Marín, P.; Osorio Ceballos, S.; Valencia, P. (2015) *Determinación de la resistencia a compresión de los bloques de tierra comprimida adicionada con un 17,5% de escombros de ladrillo y cal*. Universidad Libre Seccional de Pereira. Colombia.
- Macías, A. (2017) *Evolución del comportamiento mecánico de bloques y baldosas de tierra comprimida estabilizada sometidas a heladicidad*. Universidad de Sevilla. Escuela Técnica Superior De Arquitectura. España.
- Mejía, P. (2018) *Bloques de tierra comprimida con agregados de residuos de construcción y demolición como sustitución de los agregados tradicionales en la ciudad de Saraguro, Loja, Ecuador*. Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- Mitchell, J.; Arena, A. (2013) *Evaluación Ambiental comparativa de materiales mampuestos aplicados en muros de viviendas en regiones áridas andinas*. Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda. Mendoza, Argentina.
- Minke, G. (2010) *Manual de Construcción en Tierra*. Ed. Fin de Siglo. Montevideo, Uruguay.
- Molina, D. y Becerra, J. (2020) *La tierra como material de construcción, propiedades y estabilizantes*. Universidad Santo Tomás de Aquino. Facultad de Arquitectura. Bucaramanga.
- Molina, G. (2016) *Bloques de tierra comprimida con adición de residuos de concreto y cemento como solución sostenible para la construcción de muros no estructurales*. Universidad Libre De Pereira. Facultad De Ingeniería Civil. Pereira, Colombia.
- Molina, G.; Arenas, M.; Londoño, A.; Parra, O.; Vallejo, L. (2016) *Bloques de tierra comprimida con suelos derivados de ceniza volcánica y materiales reciclables: una alternativa ecológica*. Universidad Libre Seccional Pereira, Colombia.

- Montes, J. (2018) *Los bloques de tierra comprimida (BTC) y su influencia en el costo de⁵² construcción de viviendas sociales en zonas de habilitación en laderas de la ciudad de Huancayo*. Universidad Continental. Facultad de Ingeniería. Huancayo, Perú.
- Neves, C. y Borges, O. (2011) *Técnicas de Construcción con Tierra*. Recuperado de: https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/05/4a_PP-Tecnicas-de-construccion-con-tierra_2011.pdf
- Peña, L. (2011) *La Revisión Bibliográfica*. Universidad Javeriana. Bogotá. Recuperado de: https://www.javeriana.edu.co/prin/sites/default/files/La_revision_bibliografica.mayo_2010.pdf
- Roux, R. y Espuna, J. (2016) *El Hidróxido de Calcio y los bloques de tierra comprimida, alternativa sostenible de construcción*. Revista Nova Scientia, volumen 5, pág. 176-202. Recuperado de: <https://doi.org/10.21640/ns.v5i9.163>
- Roux, R., y Lozano, J. (2016) *Bloques de tierra comprimida, su retardo térmico e impacto ambiental*. Revista Legado de Arquitectura y Diseño. Vol. 19. Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477951060009>
- Salgar, C. (2016) *Diseño de vivienda unifamiliar basado en los principios de la bioconstrucción, sobre suelo urbanizable en Barichara, Santander*. Colegio Universitario Cardenal Cisneros. Bucaramanga, Santander, Colombia. Recuperado de: https://bioconstrucciononline.com/wpcontent/uploads/2017/03/TFC_CESAR_SALGAR_NAVARRO.pdf
- Sánchez, M.; Amaya, F.; Belinde, L.; Beltramo, M. (2016) *Técnicas adoptadas en la elaboración de hormigón para tener una matriz a base de tierra*. Universidad Tecnológica Nacional - Argentina.
- Sanchis, F. (2009) *La arquitectura de tierra. Evolución a través de la historia*. Tesis De Master. Universidad Politécnica De Valencia. Máster en Edificación Especialidad Gestión. Valencia, España.
- Silamani J. (2015). *Utilidad y tipos de revisión de literatura*. Universidad de Valencia. Vol. 9. Recuperado de: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2015000200002

- Silva, L., Vecino, P. y Jiménez, H. (2018) *Tapia pisada como técnica constructiva vernácula*.⁵³ Universidad Santo Tomas de Bucaramanga. Especialización en Interventoría y Supervisión de Construcción. Bucaramanga, Colombia. Recuperado de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/13851/2018pedrovecinoluisilva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Uribe, C., Acevedo, M., González, G., y Peña, L. (2019) *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto*. Universidad Tecnológica de Bolívar. Cartagena, Colombia.
- Velásquez, Y.; Martínez, E.; Martínez, J.; Tapasco, E.; Vaca, J. (2015) *Determinación de la resistencia a compresión de los bloques de tierra comprimida adicionada con un 12,5% de escombros de ladrillo y cal*. Universidad Libre Seccional de Pereira. Colombia.
- Vásquez, M.; Guzmán, D.; Iñiguez, J. (2016) *Comparación entre propiedades físicas y mecánicas de adobes tradicionales y BTC estabilizados químicamente*. Universidad de Cuenca – Ecuador.