
La madera en la arquitectura como material sustentable en las instituciones educativas

Carlos Andrés González Figueroa

Liliana Margarita Montes Escudero

Yina Tivisay Rodríguez Vergara

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR

Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura

Programa de arquitectura

Sincelejo

2020

La madera en la arquitectura como material sustentable en las instituciones educativas

Carlos Andrés González Figueroa

Liliana Margarita Montes Escudero

Yina Tivisay Rodríguez Vergara

Artículo de revisión de tema presentado como requisito para optar al título de Arquitecto

Tutora

María Cristina Albis Romero

Coordinadora de la facultad de Arquitectura

Tutora

Angélica María Torregroza Espinoza

Magíster en Ciencias Agroalimentarias

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR

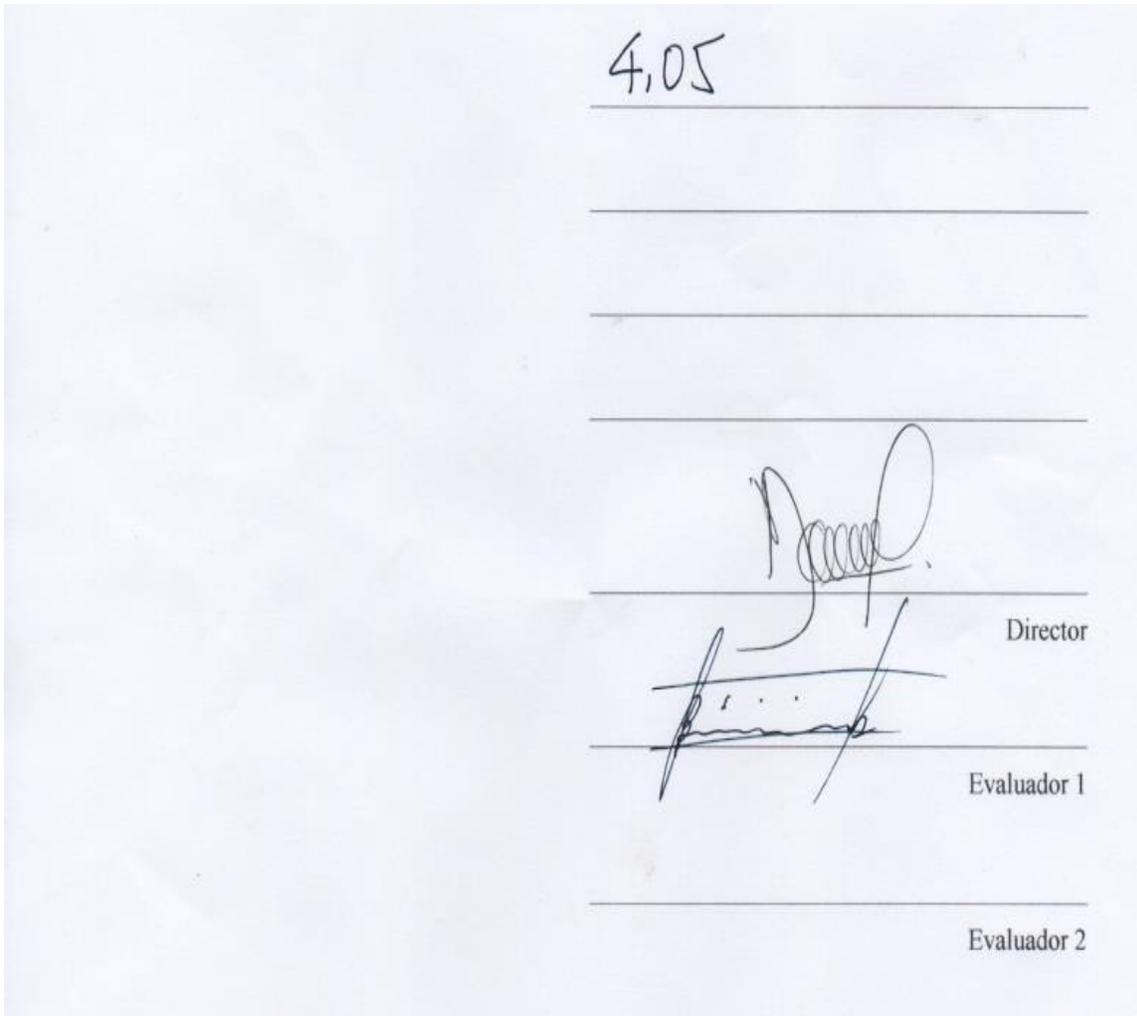
Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura

Programa de arquitectura

Sincelejo

2020

Nota de Aceptación



4,05

Director

Evaluador 1

Evaluador 2

Sincelejo, Sucre, 29 de enero de 2020

Tabla de Contenido

1. Introducción.....	7
2. Materiales y métodos	8
3.Resultados	9
4. Conclusiones	28
5. Referencias bibliográficas	29

Resumen

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer las bondades de la madera en la arquitectura como material sustentable en edificaciones educativas, a través de una revisión bibliográfica, con el fin de profundizar los conocimientos previos que se poseen sobre el uso de la madera en la construcción, y así mismo promover la implementación de dicho material en las diferentes estructuras arquitectónicas como material sustentable. La búsqueda de los referentes se realizó mediante distintas bases de datos tales como, Scopus, Google académico, y a través de la biblioteca virtual architecture open library, a la cual se tiene acceso mediante los recursos virtuales de la biblioteca de Cekar. Además, se hizo una ficha bibliográfica para cada referente con el fin de registrar y extraer los aportes más relevantes de cada fuente. Los resultados indican que diversos autores concuerdan en que el uso de la madera no solo se debe resumir a los espacios decorativos, sino, que también es beneficioso emplearla en estructuras completas debido a sus diversas propiedades.

Palabras clave: nórdicos, sustentabilidad, bioarquitectura, comercialización, madera.

Abstract

The objective of this work is to make known the benefits of wood in architecture as a sustainable material, in educational buildings through a bibliographic review, in order to deepen previous knowledge on the use of wood in construction and also promote the implementation of such material in different architectural structures. The search for referents was carried out through different databases such as Dialnet, academic Google, and through the virtual library architecture open library which is accessed through the virtual resources of Cekar's library, among others. In addition, a bibliographic record was made for each reference in order to record and extract the most relevant contributions from each source. The results indicate that several authors agree that the use of wood should not only be summed up as decorative spaces, but that it is also beneficial to use it in complete structures due to its diverse properties.

Keywords: duvets, sustainability, bioarchitecture, commercialization, wood.

1. Introducción

La madera desde el inicio del hombre en la tierra ha jugado un papel importante para su desarrollo, por sus grandes bondades y sustentabilidad ha ayudado a civilizaciones en su evolución urbana. Por ende, se realizaron investigaciones para así demostrar que la madera hoy en día es útil y cumple un papel fundamental como dicen los autores Felipe Alvarado y Milton Medina Peña (2019) “que la madera es un material muy amigable con el medio ambiente y el mejor para implementarlo en las edificaciones del siglo XXI” (p.21). Sin embargo, en la actualidad su alto grado de explotación ha llevado a un cambio climático bastante abrumador donde se logra demostrar que utilizando este recurso se puede mitigar dicho daño ambiental en ciertas medidas. Cabe resaltar que la tecnología actual muestra todas sus características y comportamientos en distintos terrenos sin afectar el medio y sin perder su capacidad portante; las grandes compañías e industrias se han visto obligadas a volver a un material que es renovable y amigable con el medio ambiente. Por ende, ya se aplican métodos de explotación controlada y en lugares específicos como dicen los autores Wilver Contreras Miranda y Mary Owen de Contreras, (2000); “realizando zonificaciones de sectores donde se puede extraer e implementar proyectos de carácter social. Uno de los problemas más tangibles en el mundo es la pobreza. Los proyectos de carácter social en cuanto a instituciones educativas, viviendas u otro tipo son realizadas con madera de la zona porque es un material renovable y fácil de trabajar, generando así empleo a la mano de obra del lugar” (p.54). Algunos sectores del mundo, más exactamente los países nórdicos son pioneros en la utilización de la madera en todo tipo de edificación arquitectónica, en consecuencia, de esto invierten en desarrollos tecnológicos que ayuden a potenciar dicho material y de este modo realizar edificaciones con cero emisiones de CO₂ a la atmósfera. Por otra parte, esta revisión bibliográfica tiene como objetivo principal demostrar que la madera es el material más adecuado y sustentable para ser usado en todo tipo de contexto.

2. Materiales y métodos

El presente trabajo está enfocado hacia una investigación de tipo descriptiva, para dar a conocer los análisis obtenidos de una revisión bibliográfica y que hoy día si se puede construir con madera en instituciones educativas, ya que la mayoría de los autores coinciden que es un material apto para cualquier uso dentro de la construcción.

Esta metodología busca reflejar que no solo la madera es exclusiva para la construcción, sino que también es una ayuda imperante al cambio climático, al ser un material sustentable los autores citados están innovando con este material. Antes de obtener los documentos, se realizó una búsqueda de artículos congruentes al tema y esta se obtuvo por medio de fuentes digitales como el internet donde uno de los principales fue “Google académico” y otros recursos electrónicos como lo es la biblioteca virtual de la Corporación universitaria del caribe (CECAR), architecture open library, Scopus, tesis doctorales, revistas y libros.

Luego, se clasificaron los documentos que aportan información acerca de lecturas críticas y elaboración de los gráficos para el desarrollo del trabajo. Para obtener todos los resultados se consultaron 50 autores, de todos estos datos obtenidos se clasificó la información en tablas donde se coloca el nombre del tema, el autor, el año en que fue realizada la investigación, la ciudad donde fue implementada, y el aporte que hace cada autor de su investigación que es de vital importancia para este documento. Luego de que las tablas se organizaran con toda la información, se procedió a realizar el aporte de cada uno de nosotros para obtener un mejor análisis del trabajo.

3. Resultados

Se citaron varios autores con el fin de dar a conocer su investigación y como este aporta al desarrollo de las tablas de análisis y así exponer la importancia de la implementación de la madera en las construcciones arquitectónicas. De los 50 autores consultados 31 de estos están relacionados con el trabajo, continuamente se organizó en tablas donde 6 autores coinciden con los inicios de la madera en la arquitectura, 5 autores concuerdan con la extracción de la madera para su comercio, 6 autores coinciden en que la madera es utilizada como material sustentable, 4 autores hablan de países donde usan en mayor proporción la madera y 9 autores coinciden con la implementación de la madera en instituciones educativa y como la implementaron dentro de las construcciones. (Véase en las siguientes tablas y grafico A).

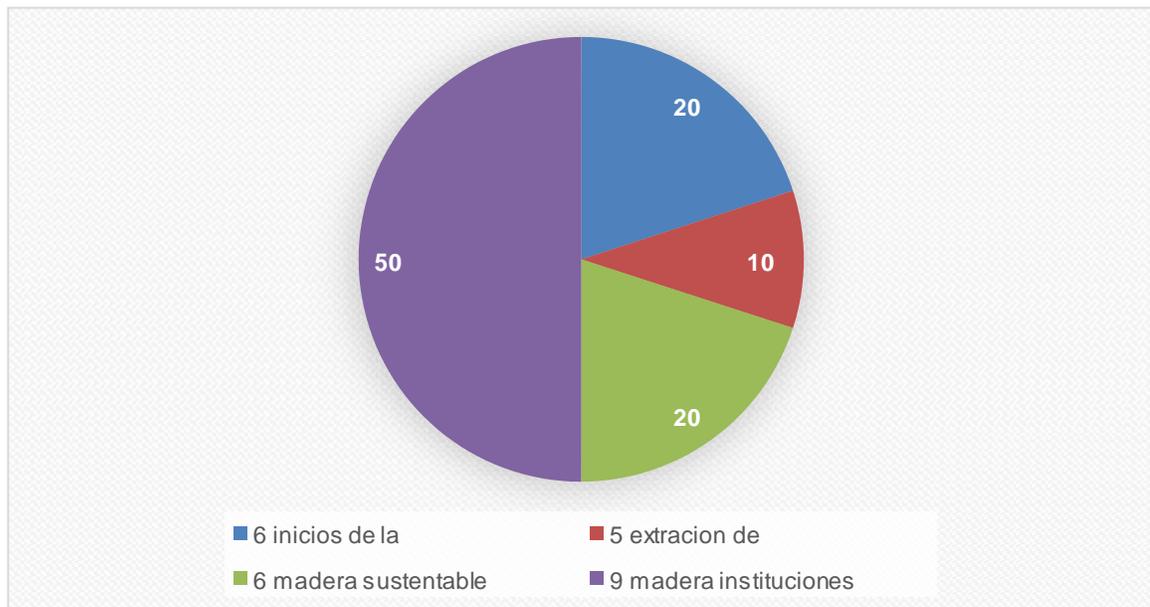


Gráfico A: autores que aportan información según su investigación
Fuente: elaboración propia

Tabla 1.
Análisis de datos

Épocas y cuantía de la implementación de la madera en las construcciones			
Nombre de la investigación	Autor (es) y año	Base de datos	Aportes
La cubierta plana, un paseo por su historia.	Ramón Graus, (2005). Texas	upcommons. upc.edu	Desde los cimientos históricos del hombre A.C, se realizaron las primeras construcciones, implementando en ellas los recursos con los cuales contaban a su alrededor, y dichos recursos naturales se traducían en madera, luego entonces esta relación arquitectura-madera no tiene una ruptura, antes bien tiene una trayectoria.
Arquitectura de tierra, piedra y madera en Madrid (ss. V-IX d.C.). Variables materiales, consideraciones sociales.	Alfonso Vigil-escalera Guirado, (2003) Madrid	Google Académico	A lo largo de la historia se han visto hallazgos de la implementación que el hombre hace de la madera en las diferentes estructuras que edifica, tales como diversos hallazgos arqueológicos datan de los siglos V-IX D.C; señalando que, al realizar las excavaciones, estas revelan que la madera era ya utilizada en la construcción de las casas o cabañas indígenas.
Naves de arcos diafragma y techumbre de madera en la arquitectura civil valenciana.	Arturo Zaragoza Catalán, (1996) Madrid	Sedhc.es	Hacia el siglo XII, los países costeros del mediterráneo, procuraban la conservación de la mejor madera, para la construcción de los barcos, catedrales, monasterios, hospitales y puentes, con la imposición de la arquitectura medieval valenciana y sus estructuras en madera, se probó la fascinación de todo aquel que admiraba las diferentes construcciones realizadas en dicho material, puesto que estas guardaban la esencia de la cotidianidad.
La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas.	Clara Eugenia Sánchez Gama, (2007) Colombia	Scielo.org.co	Según este autor, en Colombia desde el año (500 D.C), en las civilizaciones Muisca era esencial el uso del bahareque para la construcción de sus viviendas, en los siglos XVI-XVIII se hallan vestigios de su uso, sumado a esto, se afirma que hacia el siglo XIX-XX y debido a los diferentes fenómenos sísmicos presentados en la región Andina del

			país Colombiano, se hace lo que otros autores llamaron el “redescubrimiento” del bahareque, al notar la poca resistencia ante los temblores, que poseían otros materiales usados para la época como el adobe; esto dio lugar a una arquitectura carpinteril.
Breve historia de la madera v como material de construcción	Xavier Borrás (2010)	Google Académico	Aunque las edificaciones vistas en las civilizaciones antiguas (A.C), tales como Grecia, Roma, Egipto y Persia, se denoten el ladrillo, el mármol, etc. Se debe tener en cuenta que las viviendas familiares estaban construidas con madera sin tratar, lo que provocaban los frecuentes incendios en la población.
Arquitectura e historia en Costa Rica: templos parroquiales en el Valle central.	Ofelia María Sanou Alfaro (1998) Costa Rica	Google books	A finales del siglo XIX y comienzo del siglo XX, tuvieron popularidad las construcciones europeas por usar la madera como material alternativo en ellas, donde llego a tener predominio en el mundo occidental. Por este motivo, este estilo fue imitado por Costa Rica, exclusivamente en los mismos siglos donde esta corriente era tendencia. Por ende, en Costa Rica las construcciones de templos parroquiales eran muy notorios el estilo europeo.
Teoría, historia y restauración de Estructuras de fábrica.	Jacques Heyman, (1995) Madrid	Google books	En el siglo XIII, en Inglaterra se construyeron las armaduras de madera especialmente las de las grandes iglesias, donde en los años 1960 – 1970 han sido restauradas con gran cuidado sin modificar su diseño original conservándolo para el interés de la historia de la arquitectura. Además; estos estudios se basan para desarrollar un proyecto para las necesidades que tengan estas edificaciones antiguas en sus techumbres de madera.

Fuente: autores citados en la tabla 1.

Con la información obtenida de la tabla 1, se da a conocer que la humanidad ha usado la madera para sus propios beneficios en los diferentes siglos (A.C y D.C.). Por lo tanto, la madera ha sido parte de las edificaciones que ha desarrollado el hombre desde su comienzo en el mundo, cuando no contaban con herramientas eficientes para trabajar con este material (la madera). Sin embargo, buscaron la forma de hacer refugios con materiales naturales como la roca, barro, la madera, etc. Logrando fabricar la distinguida llamada “choza” como resguardo y hogar en sus tiempos. Por ello, la madera a su vez era y aún es de gran ayuda para nuestro vivir. Por otra parte, en la tabla 1. No se constata que entre los siglos (I – V D.C) se hayan realizado abundantes construcciones de viviendas con estilos o tendencias arquitectónicas madereras; los autores Vigil y Guirado (2003) nos dicen que entre los siglos (V-X D.C) “se implementó la madera por los hallazgos arqueológicos que se encontraron” (p.288). Pero en los siglos donde se da a conocer más las construcciones en madera son entre (X – XV D.C) localizadas principalmente en Europa. Sobre todo, desde el siglo (XV D.C) hasta hoy día la arquitectura en madera se ve menos reflejado. Aunque se implementa en diferentes formas en las construcciones ya sea pisos, vigas, cerramientos, aislante acústico, entre otros. En el grafico 1 se determina con claridad los resultados que nos denotan la tabla de análisis. (Véase gráfico 1).

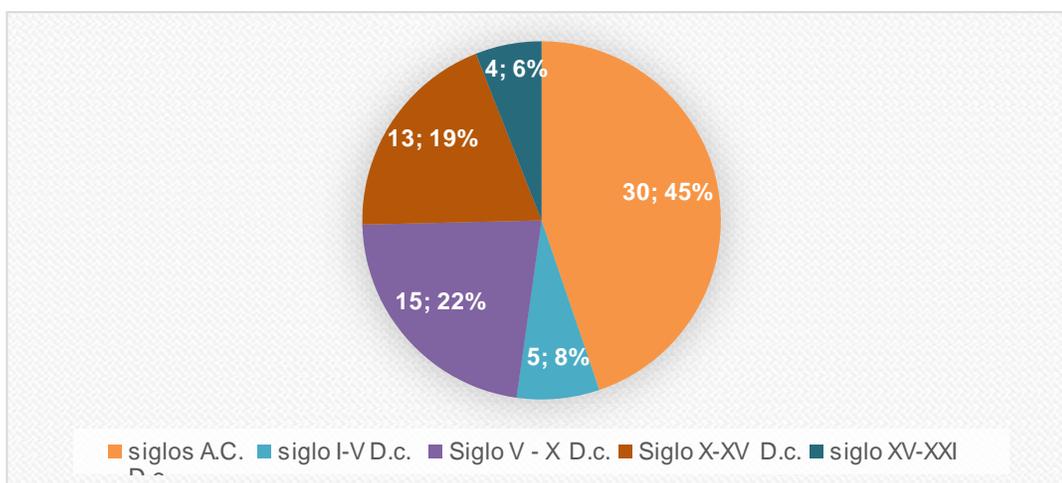


Gráfico 1. Épocas y cuantía de la implementación de la madera en las construcciones
Fuente: elaboración propia.

Este gráfico de elaboración propia basado en la tabla de análisis de datos 1. Refleja que en los siglos A.C. fue una época donde se presentó el desarrollo primitivo del hombre en la tierra y como este uso la madera en gran proporción que era parte de su día a día ya que esas primeras civilizaciones usaban dicho material en todo lo relacionado con el refugio, caza de animales, fuego, entre otras. En los siglos (X – XV D.C.) se usó la madera con más rigor en la edificación, aunque en los siglos anteriores (siglo V-X D.C.) ya se habían usado, pero no con tanto rigor, sin embargo, es importante para la historia de la arquitectura.

En los análisis de antecedentes de la madera, se puede decir que es uno de los materiales más antiguos en la construcción. Teniendo en cuenta la madera en la arquitectura actual, existen empresas internacionales y nacionales que trabajan solamente con este material (madera) y que están certificadas por los ministerios de ambiente de cada país, aquí se hace referencia de dónde se obtiene la madera para su comercio en el mundo: (véase tabla 2).

Tabla 2.
Análisis de datos

Extracción de la madera para su comercio			
Nombre de la investigación	Autor (es) y año	Base de datos	Aportes
La importancia de los aprovechamientos forestales para combatir el calentamiento global.	Empresa Maderea– Beatriz Argueso (2019)- España	Maderea.es	España es uno de los países con superficie forestal para la extracción de madera, por ende, disponen de uno de los montes de gran biodiversidad. Esto con el fin de ofrecer un gran servicio a la sociedad y en la conservación de la fauna, flora, calidad del agua, aire limpio, etc. Sin embargo, el aprovechamiento de la forestación se da para reducir el exceso del dióxido de carbono (CO2), ya que es la consecuencia directa del efecto invernadero. Por tal motivo, explican que se tiene un método totalmente erróneo cuando talan arboles viejos. Es decir, la mayoría de las maderas están

			compuesta por un 50% carbón que son adsorbidas mediante la fotosíntesis.
Origen de nuestra madera.	Anónimo– Emp. Ebony and Co (s.f). - Europa	ebonyandco.com	La madera es obtenida responsablemente de las zonas destinadas para la extracción, principalmente de los estados unidos y Europa. Sin embargo, también va dependiendo de la especie de madera que se requiera. Por ejemplo, el roble blanco es extraído de los montes Apalaches en el este de Norteamérica y para el roble de grado claro se abastecen de Francia, Alemania y Croacia. Por tal motivo, el proceso de recolección de la madera es estrictamente regulado para sostener un volumen estable en los bosques.
Reciclar y recuperar la madera	David Susa, (2012) – Colombia	Larepublica.co	La recolección y recuperación de la madera ya usada, se obtienen de diferentes fuentes en toda España exceptos de los bosques. En las empresas donde trabajan con palets (bases horizontales para transporte de mercancía). Por otro lado, también se recuperan las cajas de frutas, puertas y de más, que se encuentre en deterioro. Por ello, son sometidos a procesos de clasificación, limpieza y reducción de volumen para la finalidad de tableros aglomerados de uso en las construcciones y/o en ganaderías. La recuperación de este material se da principalmente que con el aprovechamiento se determina la colaboración en la disminución de la tala de árboles en los bosques para su comercio.
Empresas madereras trabajando para mitigar la deforestación	David Susa, (2012) – Colombia	Larepublica.co	Tablemac es una empresa maderera que cuenta con plan de manejo forestal para su legal comercialización de este material. Donde, su objetivo es abastecer el 50% de las expectativas de

			la planta de producción con las plantaciones de especies que requieren, en las cuales son plantadas en 4.128 hectáreas exclusivamente para el uso comercial. Pero para mitigar este daño del medio ambiente cuenta con 2.113 hectáreas de bosques como reserva.
Comercialización	Anónimo - Promadera de Colombia S.A.S (s.f.)	Promadera.com.co	La comercialización de la madera proviene directamente de los bosques cultivadores; donde crecen maderas macizas para satisfacer las necesidades que deseen. Sin embargo, estas maderas rigen las normas americanas estructurales para usos definitivos. Como techos, pisos, cercas, cielo raso entre otros.

Fuente: autores citados en la tabla 2.

De acuerdo a los análisis de la extracción de la madera para su comercialización. Se muestra en el siguiente gráfico: (véase gráfico 2).

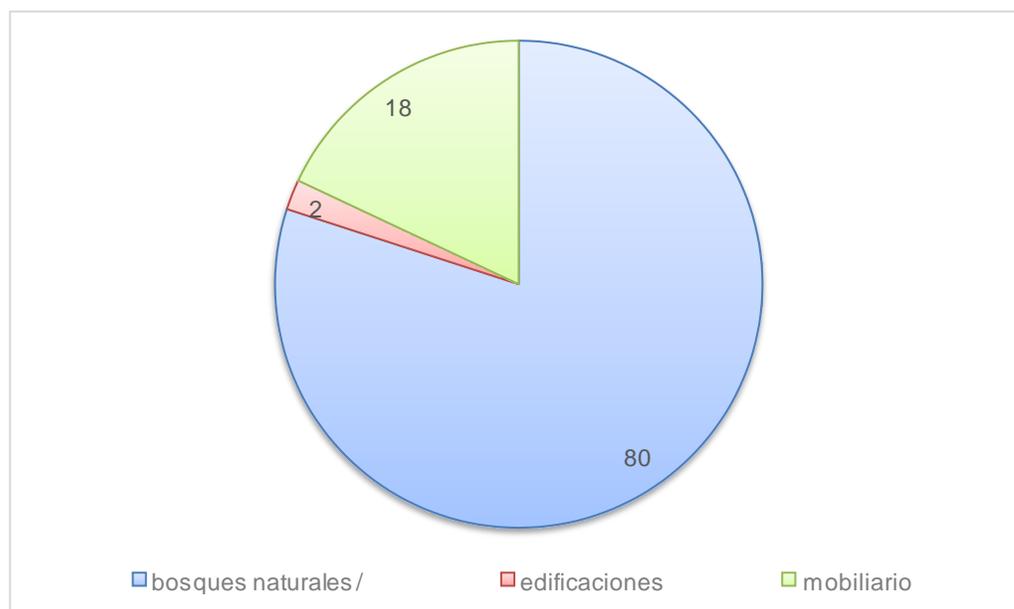


Gráfico 2. Extracción de la madera para el comercio
Fuente: elaboración propia

Del gráfico anterior, se puede observar que el 80% de las empresas internacionales y nacionales se abastecen directamente de los bosques, estos alegan que su extracción es de forma controlada, no obstante, no deja de afectar a la biodiversidad ya que si no actúan para mitigar el daño este puede ser catastrófico por querer cumplir las expectativas comerciales. Por ende, generalizando el 20% restante de las empresas se identifican simplemente por decir que no es necesario acudir a los bosques para obtener este material porque existe más alternativas de extracción sea de edificaciones antiguas no habitable o de mobiliarios para su reutilización y darle uso en el comercio de la construcción u otras finalidades. Con lo anterior, la madera pese a ser un producto ecológico y reutilizable siempre será un buen negocio para empresas por sus características y su fácil manejo, queda reflejado que también es un material reciclable y amigable con el medio ambiente y aun así los ministerios ambientales no toman medidas que sean determinantes en esta problemática.

Tabla 3.
Análisis de datos

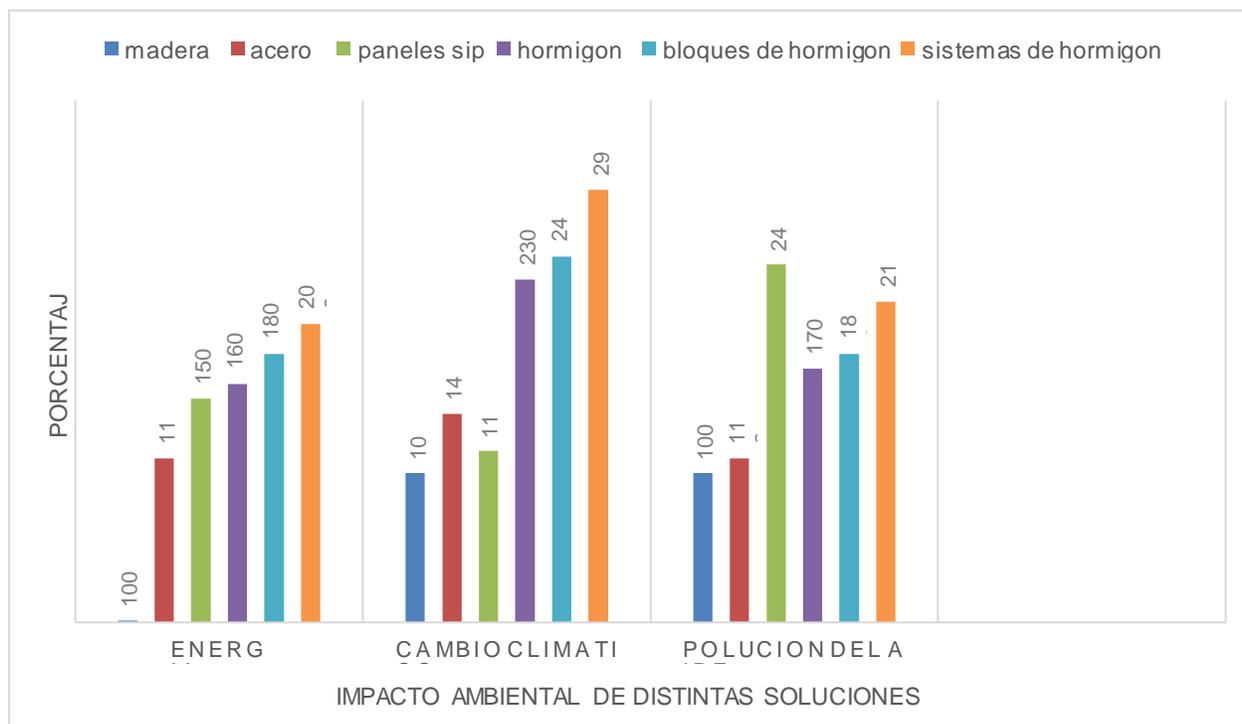
Madera como material sustentable			
Nombre de la investigación	Autor (es) y año	Base de datos	Aportes
madera sustentable como material de construcción de edificaciones contra el cambio climático.	Felipe Alvarado y Milton Medina Peña (2019)	Google académico.	Los autores realizan un análisis exhaustivo sobre el cambio climático y que lo produce para poder mitigarlo, por ende toman como opción más acertada escoger la madera como un material sustentable ya que este minimiza el daño que se le está ocasionando al planeta, teniendo en cuenta lo anterior realizaron estudios de las características de la madera y como esta ofrece el costo beneficio, ya que su implementación en la construcción es casi ilimitada puesto que su resistencia en estructuras es mucho mejor que el acero o el concreto, también cuenta con un aislante térmico el cual en cerramientos es excepcional y uno de

			<p>los aspectos más destacables es que no produce Co₂ a la atmósfera. Esta cuenta con una característica muy importante ya que, puede ser extraído una y otra vez de este modo, por cada árbol talado se siembran 2 reemplazando así el que se utilizara.</p>
<p>prototipo estructural mucunután-i, para la construcción de viviendas rurales modernas en los páramos venezolanos, empleando la madera y las tecnologías constructivas alternativas</p>	<p>Wilver contreras miranda y Mary Owen de contreras (2000)</p>	<p>Google académico.</p>	<p>Estos autores muestran una preocupación por el bajo índice de vivienda que se da en Mérida, Venezuela y deciden realizar viviendas sustentables hechas de madera y así demostrar que este material es capaz de adaptarse a cualquier tipo de terreno y se comporta de una manera eficiente, este proyecto se desarrolló en zonas que cuentan con pendientes bastante pronunciadas y que su diseño se adaptó al punto de que la persona que la viva puede modificarla sin perder resistencia o esbeltez, para ello también realizan estudios basados en otros autores con el fin de alcanzar un alto grado de confianza. Cabe resaltar que ellos manifiestan que la mejor manera de hacer este tipo de arquitectura es cerca de zonas donde la madera sea extraída.</p>
<p>Arquitectura y construcción sostenibles: conceptos, problemas y estrategias.</p>	<p>Domingo acosta (2009)</p>	<p>Google académico.</p>	<p>El autor del artículo tiene como fin hacer ver todo lo que conlleva una arquitectura y construcción sostenible no solo para el medio ambiente si no también el impacto social que este tiene, ya que siempre se tiene claro que esta forma de hacer arquitectura en su mayor proporción es ir dirigida a personas con recursos limitados. Cabe resaltar que este también genera un impacto económico y social, por ende, la idea final de este método es que las generaciones futuras puedan disponer de recursos que hoy en día se disfrutan</p>

			en masa y así el impacto ambiental disminuya en gran medida.
Construcción sostenible y madera: realidades, mitos y oportunidades.	Rolando founier Zepeda (2008)	Google académico	El texto tiene como idea principal dar a conocer el tema de las construcciones biológicas sustentables, que se basan en el estudio de las interrelaciones entre el ser humano, el ambiente construido y su entorno. De igual forma manifiesta la implementación de madera debido a que con la bioarquitectura (casa sana) la utilización de mampostería es poco usada debido a su nivel de toxicidad de algunas de las sustancias que se desprenden de estos materiales.
Procesos urbanísticos no sustentables en municipio de coloso sucre, Colombia.	Luis Carlos Sandoval Herazo, Sergio Aurelio Zamora castro, e. d. Pérez Díaz (2016)	Google académico.	El aporte de los autores es su inconformismo y preocupación por la deforestación que se presenta en el municipio de coloso ya que, pese a que el 93,04% de sus edificaciones son en madera, pero esta es extraída de zonas de reserva, por ende, causan un impacto de magnitud considerable puesto que al realizar esta práctica no regulada genera desplazamiento de especies y muerte a la fauna y flora que allí se encuentra.
La madera: ¿una alternativa para proteger el medioambiente?	Alberto Cedeño Valdiviezo (2013)	Google académico.	Teniendo en cuenta lo que el autor propone en el artículo, este habla de la importancia de la madera en el medio ambiente y como esta puede ser aprovechada en materia de construcción, pero siempre teniendo en cuenta algunos parámetros que puede llevar a tener cierto balance con el ecosistema. Cabe resaltar que el autor recalca lo importante que es, enseñar en academias de arquitectura el uso de la madera como materia prima.

Fuente: autores citados en la tabla 3.

Teniendo en cuenta la tabla anterior podemos deducir que el material del futuro es la madera ya que es sustentable y es avalado y utilizado en distintos países en el mundo, los primeros autores demuestran como este material es un aliciente para los cambios que se viven en la tierra debido al calentamiento global. (Véase gráfica 3).



Grafica 3. Medición del ciclo de vida
 Fuente: Fuente: Felipe Alvarado y Milton medina peña (2019)

Por otra parte, (contreras miranda y Owen de contreras 2000). puede ir de la mano con la teoría antes mostrada en la gráfica 3 ya que el demuestra como la madera soluciona problemas en cualquier entorno mostrando un buen desempeño ante agentes externo combinando la madera con tecnología, lo que (Sandoval Herazo, Zamora castro, Pérez Díaz 2016). refuta ya que este no está de acuerdo porque según su investigación ellos no encuentran sustentable los procedimientos con madera, más específicamente en el municipio de coloso alegando que estos deforestan y no contribuyen con el medio ambiente.

(Cedeño Valdiviezo 2013). tiene un poco de los ya mencionados ya que este busca preservar el medio ambiente pero así mismo se hace preguntas sobre materiales alternativos que puedan suplir las necesidades básicas a la hora de construir, técnicamente hablando que cumplan con los requisitos mínimos de resistencia, poca emisión de CO₂ y controlar el uso de combustibles fósiles con lo que se extraen los materiales convencionales, con todo esto el propone que una de las formas más eficientes es que desde la academia de arquitectura se le dé un enfoque al buen uso de la madera y de ese modo mitigar el impacto ambiental que ha ocasionado la extracción desmedida, según la OMS las cifras de contaminación son muy altas por lo cual recomienda el reemplazo de materiales no renovables por renovables, por ende realiza un estudio donde demuestra las bondades de la madera teniendo en cuenta contenido energético a la hora de ser fabricados, los metales son altos consumidores (el aluminio llega a 459.000 ml/m³), el concreto armado tiene un valor intermedio (4000 ml/m³), y los materiales naturales como la tierra cruda, la madera o el bambú, valores bajos (Cedeño, 2010). Sin embargo, (acosta 2009). hace un análisis integral el cual implica aspectos tecnológicos, políticos, sociales, económicos y éticos, con el fin de desarrollar estrategias que permitan tener una mayor sostenibilidad o eco-eficiencia. Con todo esto el autor nos muestra cómo se da los impactos ambientales. (Véase grafica 4).

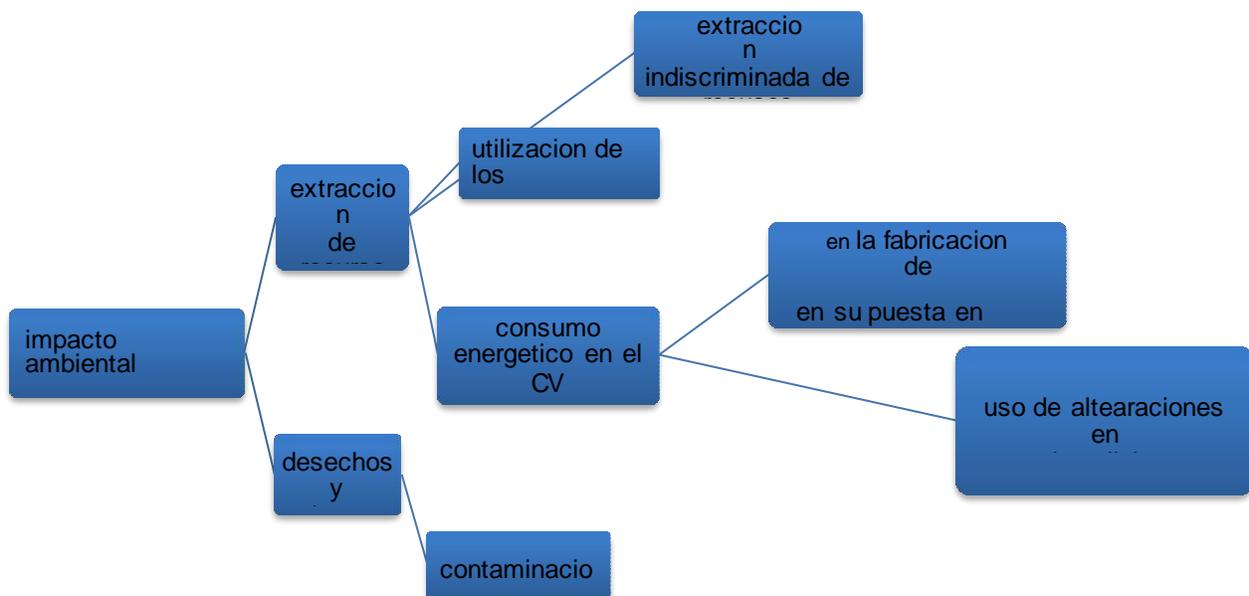


Gráfico 4. Impactos ambientales

Fuente: elaboración propia

Con la información suministrada por la tabla anterior y el gráfico 4 se puede decir que todo espacio urbano debe ser gestionado con criterios sostenibles. A todo esto, (Zepeda 2008). Busca que las construcciones sean con material biológico en este caso la madera y sostenibles para lo que él llama una interrelación entre el ser humano lo construido y su entorno, ya que si se tiene en cuenta estos parámetros se mejora la calidad de vida y se realizan espacios saludables, preservando la especie humana y el medio ambiente, conceptualizando la edificación como una tercera piel.

Tabla 4.
Análisis de datos

Países donde se usa la madera			
Nombre de la investigación	Autor (es) y año	Base de datos	Aportes
Estudio de los sistemas constructivos en madera en los países nórdicos.	Pablo Clusa García (2015) Barcelona	Google académico.	En los países nórdicos el tema de arquitectura está ligado con la madera ya que aún conservan la tradición y la base en las poblaciones europeas, aunque la madera ha sido el material que más han utilizado desde el siglo XVII hasta la actualidad este aún se sigue usando para grandes construcciones gracias a las nuevas tecnologías.
EMERGENTE: Centro integral de Recursos Educativos, reactivador de la Laguna Terreros y su ronda.	Claudio Enrique Arévalo Villaplana (2015) Bogotá	Javeriana.edu .co	En el municipio de Soacha han llegado víctimas por la violencia y se han asentado en zonas no permitidas para su construcción, por ende, hacen de esta una ciudad insegura. Es por ello que se realizaron trabajos para la recuperación de la laguna que se encuentra en la zona ya que es un eje ecológico de gran envergadura y que para integrarla se realizó un centro educativo con materiales sustentables como la madera.
			La arquitectura escolar en Colombia llegó en el siglo XX donde se realizó la primera construcción de un pabellón en el instituto pedagógico de Bogotá a partir de allí el gobierno invirtió en

<p>La arquitectura escolar en la construcción de una arquitectura del lugar en Colombia.</p>	<p>Francisco Ramírez Potes (2009) valle.</p>	<p>Udea.edu.co</p>	<p>construcciones escolares, pero con una arquitectura moderna en cuanto espacios y convivencia social, ya que desde su llegada los materiales para su construcción fue el ladrillo, aunque no muy amigable con el medio ambiente, haciendo de estos espacios monótonos y con una calidad muy baja de confort ya que son materiales generadores de CO2.</p>
<p>Pedagogías de una ideología: arquitectura educativa en Colombia.</p>	<p>William García Ramírez (2017) Medellín</p>	<p>Google académico</p>	<p>Durante el siglo XXI la arquitectura educativa en Colombia estaba tomando auge en cuanto a la implementación de las instituciones educativas ya que el gobierno no solo invertía en escuela sino también en jardines infantiles y no solo pensaban en crear espacios para enseñanzas, sino que realizan espacios abiertos donde el edificio sea un espacio público y pensado en el confort de quienes lo habitan, su poco cerramiento este hecho en madera del lugar.</p>

Fuente: autores citados en la tabla 4.

Teniendo en cuenta la tabla 4 se puede decir que los países que más utilizan madera en instituciones educativa son los nórdicos (Dinamarca, Noruega, Suecia, Tailandia, Islandia) ya que ellos aún conservan la tradición de construir con este material, desde tiempo remotos donde el hombre empezaba a fabricar su vivienda para su refugio. La madera tuvo gran impacto en países europeos por que cuentan con grandes extensiones de bosque maderable y que aprovechan muy bien para hacer construcciones de grandes envergaduras al contar con nuevas tecnologías (véase grafica 5) que facilitan el rápido e innovador diseño de este tipo de proyecto.

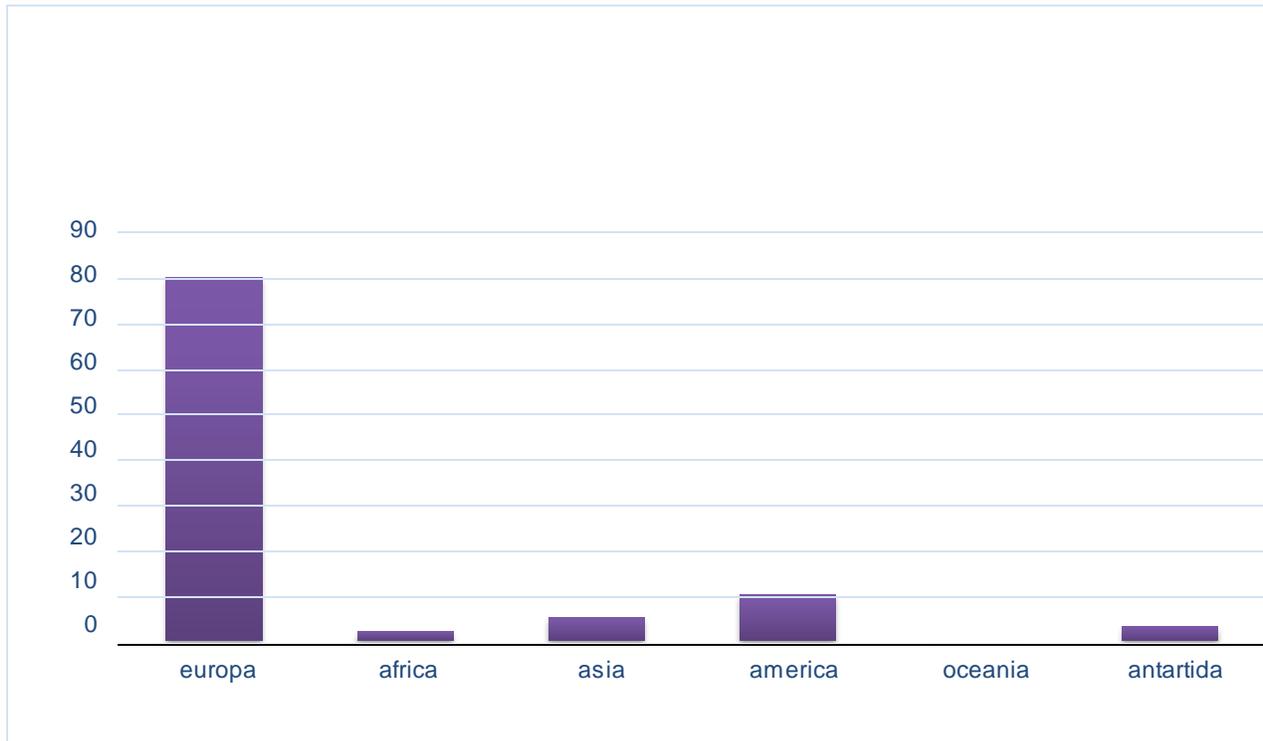


Gráfico 5. Utilización de madera en continentes
Fuente: elaboración propia

El gráfico 5 arroja que el 80% de zonas forestales están en los países nórdicos, y que sus árboles son aptos para la construcción de estructuras e instituciones.

Cabe resaltar que estos países son los que más zonas forestales poseen en Europa ya que el 90% de sus árboles son utilizados para cualquier tipo de construcción y es por eso que países con gran diversidad de árboles tengan una historia y tradición acerca de las construcciones hechas en madera.

Tabla 5.
Análisis de datos

Uso de la madera en instituciones			
Nombre de la investigación	Autor (es) y año	Base de datos	Aportes
escuelas: innovación y diseño.	Carles broto (s.f.) España.	Architectureopenlibrary.com	La escuela lucie aubrac – Francia es destacada por su construcción y organización de los espacios. Contando con biblioteca, salón de música, sala de informáticas, entre otros. Por ende, esta construcción está equipada con paneles de aluminio con aislante acústicos, mobiliarios de madera para guardar juegos didácticos y/o utensilios, bancos corridos de este mismo material y, por último, en la fachada implementaron listones de pinos sin tratar para su embellecimiento.
Arquitectura tropical y educación musical: pautas de confort ambiental.	Milena Valverde-López (2014) Costa rica	Google académico.	La madera es un material que hoy día ya está en la arquitectura, en este caso lo implementaron para paneles acústico y pisos dentro de salones para ensayos de música, aquí la madera juega un papel importante dentro de la construcción ya que no la están usando solamente para estructuras o cerramiento si no que es utilizada para crear confort acústico y térmico dentro del espacio.
Arquitectura para la educación.	Jacobo Krauel y Carles Broto (s.f.) - España	Architectureopenlibrary.com	Metla - Finlandia, es un edificio de oficinas para albergar a los investigadores dedicados al estudio de la madera. El objetivo de este proyecto es usar la madera finlandesa en toda la construcción de forma innovadora. Por ello, este material es prolongado tanto en la parte estructural (columnas – vigas - losa) a grandes escalas, así como listones de pino en el techo y en los mobiliarios de cada oficina. Cabe

			resaltar que este tipo de encino es de gran envergadura.
Arquitectura: guarderías.	Arian Mostaedi, (s.f.) – España.	Architectureo penlibrary.com	La guardería Nussackerweg – Alemania, está diseñado a partir de un eje central con la finalidad de ser dinámico por tener los espacios semiabiertos, ventanas adaptadas a la altura infantil, sus paredes y cubierta son de madera maciza brindándole con su tonalidad natural un contexto neutral y cálido para un buen desarrollo de la creatividad en los estudiantes.
Dos edificios públicos a base de tierra en Chile.	Hugo Pereira (1986)	informesdela construccion. revistas.csic.es	Proyecto ubicado en Santiago –Chile, hoy día es un equipamiento comunitario basado en la construcción de la cultura del campo chileno. Su cerramiento es de adobe artesanal lo cual lo ven apropiado para los cambios climáticos de la región; el sistema constructivo de la cubierta es en teja de arcilla cocida realizados por la misma comunidad con unas cerca de madera totalmente conservada como su estructura.
actualidad de la construcción de guadua en Colombia.	Simón Vélez (2006)- Colombia.	tesisenred.net	Llamado la casa del pueblo (Colombia) es una biblioteca pública. Construida de forma regular–ovalada; y compuesta generalmente por columnas en guadua colocadas estratégicamente para el soporte de la cubierta con un sistema constructivo de esterilla de guadua y paja en la parte superior. Por otro lado, los muros son en ladrillos cocidos (comunes) cumpliendo solo la función de cerramiento y protección de los agentes exteriores
Guarderías.	Jure kotnik, (s.f.)- España.	Architectureo penlibrary.com	Por el rápido crecimiento poblacional de keket aparece como respuesta para esta problemática la creación de diferentes guarderías. En este caso se realizó la construcción de un centro infantil en el cual se utilizó la madera prefabricada y su instalación solo duro

			tres días, dando como respuesta lo fácil que es trabajar con este material en su fachada principal ofrece elementos verticales que se pueden girar para darle movimiento a la fachada y a su vez es un elemento de protección solar.
Nueva arquitectura para la educación.	Carlos Broto (s.f.) España	Architectureo penlibrary.com	A orillas del río Umea se encuentra situada la escuela de arquitectura, es un edificio dedicado a la arquitectura del futuro ya que su función principal es innovar e inspirar. En la fachada del edificio se encuentran unas ventanas con cuadros en madera que le dan ritmo y secuencia, el objetivo del proyecto es crear espacios abiertos y brillantes.
Nueva arquitectura museos.	Jacobo Krauel (s.f.) España	Architectureo penlibrary.com	El museo ibere Camargo – Brasil. Tiene 9 salas de exposiciones distribuidas en tres niveles; su fachada se caracteriza por ser una serie de rampas formando parte de la circulación interna de la edificación. Aunque este proyecto fue construido en su mayoría de hormigón blanco (mezcla de cemento y hormigón blanco) inspirado en la arquitectura moderna brasileña sus pisos son de madera aportándole a los espacios calidez adoptando atención especial al medio ambiente.

Fuentes: autores citados en la tabla 5.

Teniendo en cuenta los autores antes mencionados (tabla N°5), se clasifica el uso que le dan a la madera en las instituciones educativas. Por lo tanto, este material es el preferido para el cerramiento de las edificaciones ya que es un excelente aislante térmico, acústico y se adapta a los cambios climáticos. Sin embargo, la madera cuenta con una característica que la hace resistente a esfuerzos estructurales, pero los mobiliarios diseñados con este material juegan un papel muy importante en la arquitectura de estas edificaciones ya que brindan un confort diferente a los espacios. El gráfico 6 muestra el uso de la madera en mayor cantidad y con más rigor en los

cerramientos, sin embargo, los mobiliarios y las estructuras de madera en las instituciones se conservan por ser muy prácticos y resistentes, no obstante, y no menos importante la madera en los pisos no son tan deseados en estas edificaciones por ser de flujo constante de estudiantes y puede deteriorarse más rápido. (Véase gráfico 6).

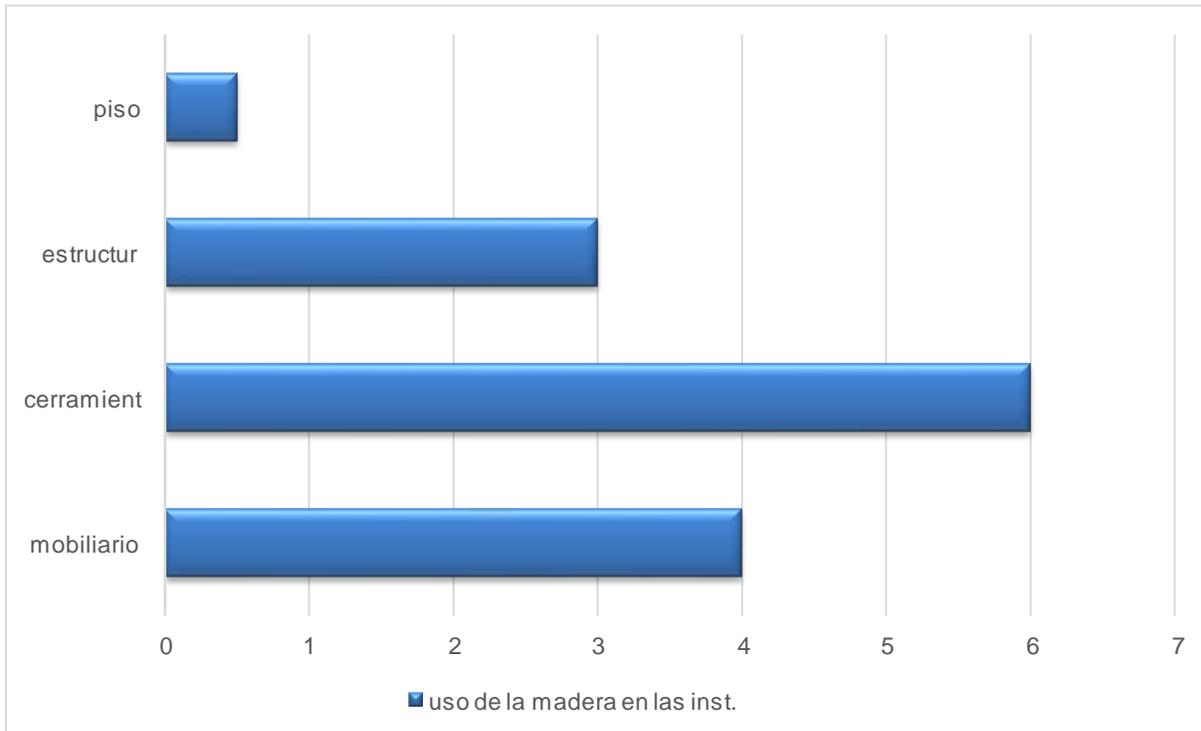


Gráfico 6. Uso de la madera en instituciones educativas
Fuente: elaboración propia

4. Conclusiones

Teniendo en cuenta la investigación, se puede decir que la madera es el material del siglo XXI ya que tiene todas las características necesarias para la construcción y puede ser combinada con otro material sin perder su solidez y belleza, es claro que estamos en una época de impactos climáticos donde la madera puede ser una solución a este problema global por el alto índice de contaminación que las construcciones convencionales emiten, de este modo implementando el material antes mencionado no solo se genera confort y mejor calidad de aire es también, un material de fácil manejo. Por ende, el análisis realizado por cada autor demuestra las bondades de la madera ya que esta cumple con todas las pruebas a la que es sometida, una de ellas es el gasto mínimo energético que este tiene al momento de ser extraído en comparación con otras materias primas, el uso: su utilización es casi infinita pero tiene un punto que quizás sea su talón de Aquiles y es que esta no se debe implementar como cimentación ya que sus propiedades orgánicas hace que tenga una rápida descomposición del material, estructuralmente funciona mejor que las estructuras convencionales ya que sus fibras internas hace que sea un tejido más fuerte sobre todo en zonas donde se presentan sismos dejando entrever su capacidad portante.

Por otra parte, al ser implementada la madera con mayor frecuencia, la reducción de CO₂ es bastante notoria ya que una de sus propiedades es absorber todo el monóxido de carbono que hoy en día se genera, reduciendo así los gases de efecto invernadero. Con lo anterior surge una pregunta. ¿Es la madera el material idóneo para la construcción? La respuesta es clara, sus características, su hábitat y las propiedades con las que cuenta hacen de la madera un material 100% sustentable y el mejor para aplicar en las instituciones educativas ya que cuenta con una absorción de sonido haciendo de estos recintos el mejor lugar para el aprendizaje y el desarrollo psicosocial de los estudiantes.

Referencias Bibliográficas

- Acosta, D. (2009). *Arquitectura y construcción sostenibles: Conceptos, problemas y estrategias*. Dearq. Revista de Arquitectura, (4), 14-23.
- Alfaro, O. (1998). *Arquitectura e historia en Costa Rica: templos parroquiales en el Valle central*. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?id=u8zpttk-zxmc&printsec=frontcover&dq=arquitectura+e+historia+en+costa+rica&hl=es-419&sa=x&ved=0ahukewip0kok867nahvoh-akhxhba5aq6aeikdaa#v=onepage&q=arquitectura%20e%20historia%20en%20costa%20rica&f=false>
- Alvarado, F. y Medina, M. (2019). *Madera sustentable como material de construcción de edificaciones contra el cambio climático*. Recuperado de: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/46826/3560901543795UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Anónimo (s.f.). *Origen de nuestra madera*. Ebony and co. Recuperado de: <https://www.ebonyandco.com/products/31-talk/products/241-behind-the-scenes-the-origin-of-our-wood>
- Anónimo (s.f.). *Comercialización*. Promadera de Colombia S.A.S. recuperado de http://www.promaderas.com.co/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=1:promaderas-de-colombia-s-a-s
- Anónimo (1997). *Reciclar y recuperar la madera*. Reciclaje AVI. Recuperado de: <http://reciclajesavi.es/reciclar-y-recuperar-la-madera/>
- Arévalo, C. (2015). *Emergente: centro integral de recursos educativos, reactivador de la Laguna Terreros y su ronda* (Bachelor's thesis, Facultad de Arquitectura y Diseño).
- Argueso, B. (19 de agosto de 2019). *La importancia de los aprovechamientos forestales para combatir el calentamiento global*. Maderea. Recuperado de: <https://www.maderea.es/el-papel-de-los-aprovechamientos-forestales-en-el-calentamiento-global/>
- Borras, X. (2010). *Breve historia de la madera como material de construcción*. Recuperado de: <https://www.interempresas.net/Madera/Articulos/44265-Breve-historia-de-la-madera-como-material-de-construccion.html>

- Broto, C. (s.f.). *Escuelas: innovación y diseño*. Recuperado de: https://www-architectureopenlibrary-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/spa/libro/393-0-escuelas_innovacion_y_diseno
- Broto, C. (s.f.). *Nueva arquitectura para la educación*. Recuperado de: https://www-architectureopenlibrary-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/spa/libro/142-0-today_s_educational_facilities
- Catalán, A. (1996). *Naves de arcos diafragma y techumbre de madera en la arquitectura civil valenciana*. In Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción (Vol. 19, p. 21).
- Clusa, P. (2016). *Estudio de los sistemas constructivos en madera en los países nórdicos* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Gama, C. (2007). *La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas*. Apuntes. Revista de estudios sobre patrimonio cultural, 20(2).
- Graus, R. (2005). *La cubierta plana, un paseo por su historia*. Universitat Politècnica de Catalunya, Texas.
- Guirado, A. y Vigil, E. (2003). *Arquitectura de tierra, piedra y madera en Madrid (ss. V-IX dC). Variables materiales, consideraciones sociales*. Arqueología de la Arquitectura, (2), 287-291.
- Herazo, L. y Zamora, S. (2016). *Procesos urbanísticos no sustentables en municipio de Colosó de Sucre, Colombia*. RINDERESU, 1(1), 64-76.
- Heyman, J. (1995). *Teoría, historia y restauración de Estructuras de fábrica*. Recuperado de: <https://www.google.com.co/search?tbm=bks&q=Teor%C3%ADa%2C+historia+y+restauraci%C3%B3n+de+Estructuras+de+f%C3%A1brica>
- Kotnik, J. (2013). *Guarderías*. Recuperado de: <https://www-architectureopenlibrary-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/spa/libro/278-0-guarderias>
- Krauel, J. y Broto, C (s.f). *Arquitectura para la educación*. Recuperado de: https://www-architectureopenlibrary-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/spa/libro/126-0-arquitectura_para_la_educacion.

- Krauel, J. (s.f.). *Nueva arquitectura museos*. Recuperado de: https://www-architectureopenlibrary-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/spa/libro/212-0-new_iconic_museums
- Miranda, W. y De Contreras, M. (2000). *Prototipo estructural mucunután, para la construcción de viviendas rurales modernas en los páramos venezolanos, empleando la madera y las tecnologías constructivas alternativas*. *Rev. Forest. Venez*, 44(2), 53-61.
- Mostaedi, A. (s.f.). *Arquitectura: guarderías*. Recuperado de: https://www-architectureopenlibrary-com.ezproxy.cecar.edu.co:2443/spa/libro/154-0-arquitectura_guarderias
- López, M. (2014). *Arquitectura tropical y educación musical: pautas de confort ambiental*. *Tecnología en marcha*, 1(1), 68-76. Recuperado de: [file:///c:/users/hp%20i3/downloads/dialnet-arquitecturatropicalyeducacionmusical-5013962%20\(2\).pdf](file:///c:/users/hp%20i3/downloads/dialnet-arquitecturatropicalyeducacionmusical-5013962%20(2).pdf)
- Pereira, H. (1986). *Dos edificios públicos a base de tierra en Chile*. Recuperado de: <file:///C:/Users/HP%20i3/Downloads/1784-2412-2-PB.pdf>
- Potes, F. (2009). *La arquitectura escolar en la construcción de una arquitectura del lugar en Colombia*. *Revista Educación y Pedagogía*, 21(54), 81-101. Recuperado de: <file:///C:/Users/HP%20i3/Downloads/9781-28274-2-PB.pdf>
- Susa, D. (9 de mayo 2012). *Empresas madereras trabajando para mitigar la deforestación*. *La república*. Recuperado de: <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/empresas-madereras-trabajan-para-mitigar-la-deforestacion-2009805>
- Ramírez, W. (2017). *Pedagogías de una ideología: Arquitectura educativa en Colombia (1994-2016)*. *Arquitecturas del Sur*, 70-83.
- Valdiviezo, A. (2013). *La madera. ¿Una alternativa para proteger el medioambiente?* *Revista de arquitectura*, (15), 111-119. Recuperado de: <file:///c:/users/hp%20i3/downloads/dialnet-lamaderaunaalternativaparaprotegerelmedioambiente-4722778.pdf>
- Vélez, S. (2006). *Actualidad de la construcción de guadua en Colombia*. Recuperado de: https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6130/09_esd_cos_pp_251_352.pdf?sequence=9
- Zepeda, R. (2008). *Construcción sostenible y madera: realidades, mitos y oportunidades*. *Tecnología en Marcha*, 21(4), 92-101 recuperado de: [file:///c:/users/hp%20i3/downloads/dialnet-construccionsostenibleymadera-4835621%20\(2\).pdf](file:///c:/users/hp%20i3/downloads/dialnet-construccionsostenibleymadera-4835621%20(2).pdf)