

COMPONENTES ESTRATÉGICOS PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN COLOMBIA



Identificación de componentes estratégicos para la estructuración de proyectos de construcción
sostenible en Colombia

David Alejandro Suárez Patiño

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede / Centro Tutorial Bello (Antioquia)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Noviembre de 2019

COMPONENTES ESTRATÉGICOS PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN COLOMBIA

Identificación y análisis de componentes estratégicos para la estructuración de proyectos de
construcción sostenible en Colombia

David Alejandro Suárez Patiño

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos

Asesor(a)

Lina María Bedoya Zuluaga

MSc. En Gobierno y Sociedad- Ciencias Políticas

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede / Centro Tutorial Bello (Antioquia)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Noviembre de 2019

Dedicatoria

Muy especialmente con todo mi amor, cariño y admiración a mi esposa Dorely David Gómez, por su sacrificio, dedicación, y comprensión totalmente incondicional.

A mis hijos Alejandro, María José y Emanuel, por ser la fuente de motivación e inspiración para llevar un proyecto de vida adelante.

A mis padres, por el ejemplo, cariño y ayuda constante.

A mis hermanos, familiares, compañeros y amigos quienes hicieron parte de este proceso, por ayudarme a construir una mejor persona cada día

Agradecimientos

Este trabajo de grado, fue posible gracias a Dios quien permite cada momento de la historia y mueve todas sus influencias para que sea perfecta.

A mi esposa MSc, Dorely David Gómez, por convertirse en el motor de mi vida.

A los profesores MSc, Lina María Bedoya y el Doctor Carlos Alberto Botero Chica, así como toda la planta de profesores de la especialización, por hacer un acompañamiento continuo en este proceso.

A mi familia, compañeros y amigos por hacer parte de este cuento.

Contenido

Lista de figuras.....	IX
Lista de anexos.....	X
Resumen.....	XI
Abstract.....	XII
Introducción	13
CAPÍTULO I	15
1. Aspectos generales y metodológicos del proyecto	15
1.1 Antecedentes situacionales.....	15
1.2 Descripción del problema.....	17
1.3 Planteamiento del problema.....	18
1.4 Objetivos	19
1.4.1 Objetivo general.....	19
Realizar un análisis documental normativo y científico, con el fin de establecer los componentes estratégicos en la construcción sostenible en Colombia, empleando el software de análisis bibliométrico VOSviewer.....	19
1.6.13 Objetivos específicos.....	19
1.5 Justificación y delimitación.....	20
1.6 Aportes Teórico y Práctico.....	21
1.6.1 Aporte Teórico:.....	21

1.6.2	Aporte Práctico:	21
CAPÍTULO II		22
2.	Fundamentación teórica.....	22
2.1	Marco de referencia.....	22
2.1.1	Marco contextual	22
2.1.2	Marco teórico.....	26
2.1.3	Marco normativo.....	33
CAPITULO III.....		37
3.	Metodología.....	37
3.1.1	Método histórico – Lógico.....	37
3.1.2	Método Dialéctico.....	37
3.1.3	Método descriptivo.	38
3.1.4	Descripción general de las etapas del proceso	38
3.1.5	Fuentes e instrumentos.....	39
3.1.6	Análisis de información	39
CAPÍTULO IV.....		40
4.	Resultados y discusión.....	40
4.1	Análisis de componentes desde la documentación científica.....	40
4.2	Análisis de componentes desde la normatividad.....	55
5.	Conclusiones.....	59

Referencias..... 61

Anexos 69

Lista de tablas

Tabla 1. Entidades y organizaciones que promueven la construcción sostenible en Colombia ...	24
Tabla 2. Legislación vigente en Colombia	33
Tabla 3. Normas técnicas	35
Tabla 4. Certificaciones	35
Tabla 5. Relacionamiento y ocurrencia de términos generales.....	41
Tabla 6. Ecuaciones de búsqueda refinadas para los componentes estratégicos	42
Tabla 7. Documentos seleccionados por componente estratégico.....	48
Tabla 8. Relevancia de componentes estratégicos en construcción sostenible.....	54
Tabla 9. Componentes en Decreto 1285 de 2015	56
Tabla 10. Componentes en Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones.	56
Tabla 11 Componentes estratégicos a partir de las normas de certificación internacional	57
Tabla 12. Distribución porcentual por sistema de certificación	58

Lista de figuras

Figura 1. Campos de la sustentabilidad	26
Figura 2. Dimensiones para el análisis del desarrollo científico y tecnológico.....	31
Figura 3. Etapas del proceso	38
Figura 4. Redes bibliométricas con la ecuación de búsqueda inicial (TITLE-ABS- KEY ("sustainable construction" AND building AND Colombia)	40
Figura 5. Red de coincidencia. TITLE-ABS-KEY ("sustainable construction" building AND measure).....	42
Figura 6. Tendencia de publicación en el tiempo para las ecuaciones de búsqueda analizadas...	44
Figura 7. Instituciones destacadas para la ecuación 1.....	45
Figura 8. Instituciones destacadas para la ecuación 2.....	46
Figura 9. Instituciones destacadas para la ecuación 3.....	47
Figura 10. Instituciones destacadas para la ecuación 4.....	47
Figura 11. Instituciones destacadas para ecuación 5	48
Figura 12. Relevancia porcentual de los componentes estratégicos en escala logarítmica	54
Figura 13. Relevancia de los componentes de acuerdo a las certificaciones.....	58

Lista de anexos

Anexo A. Fichas de lectura.....	69
Anexo B. Resultados de análisis ecuaciones de búsqueda generales en VOSviewer.....	103
Anexo C. Análisis cuantitativo general.....	106

Resumen

La construcción sostenible implica el uso eficiente de los recursos como la energía, el agua y la implementación de materiales no perjudiciales para el medioambiente, en función de reducir los impactos ambientales, económicos y sociales. En Colombia el término para cuantificar el estado de implementación de prácticas sostenibles en los sistemas constructivos es deficiente (Acevedo, Vásquez & Ramírez, 2012), lo que genera una gran necesidad de identificar los componentes estratégicos de sustentabilidad, para esto es importante tener en cuenta la normatividad vigente en Colombia, los sistemas de certificación de edificios en diversas partes del mundo y los documentos científicos publicados a partir de 2015, fecha en la que se adopta la resolución 0549 de 2015 para construcciones sostenibles en el país. En el presente trabajo se realizó un análisis documental normativo y científico, con el fin de establecer los componentes estratégicos en la construcción sostenible en Colombia, empleando el software de análisis bibliométrico VOSviewer 1.6.13 y una selección analítica de acuerdo a los criterios de búsqueda obtenidos a partir del software y a la contextualización de los términos en los documentos. Los componentes estratégicos asociados a la construcción sostenible con mayor incidencia y relacionamiento, fueron, eficiencia energética, aprovechamiento y/o disminución de residuos, ahorro en consumo de agua, aprovechamiento de recursos, estrategias activas y/o pasivas.

Palabras clave: Construcción sostenible, sustentabilidad, componentes estratégicos, medio ambiente, bibliometría, diseño bioclimático.

Abstract

Sustainable construction implies the efficient use of resources such as energy, water and the implementation of materials that are not harmful to the environment, in order to reduce environmental, economic and social impacts. In Colombia, the term to quantify the state of implementation of sustainable practices in construction systems is deficient (Acevedo, Vásquez and Ramírez, 2012), which generates a great need to identify the strategic components of sustainability, for this it is important to have in It has the regulations in force in Colombia, the certification systems of buildings in various parts of the world and the scientific documents published as of 2015, date on which resolution 0549 of 2015 is adopted for sustainable constructions in the country. In the present work a normative and scientific documentary analysis was carried out, in order to establish the strategic components in sustainable construction in Colombia, using the VOSviewer 1.6.13 bibliometric analysis software and an analytical selection according to the search criteria a from the software and contextualization of the terms in the documents. The strategic components associated with sustainable construction with the highest incidence and relationship were energy efficiency, use and / or reduction of waste, savings in water consumption, use of resources, active and / or passive strategies.

Keywords: Sustainable construction, sustainability, strategic components, environment, bibliometrics, bioclimatic design.

Introducción

La arquitectura y la construcción son actividades que contribuyen al desarrollo social y económico de un país, su capacidad de generar empleo, su aporte al crecimiento económico, su articulación con la política pública en materia de vivienda y su efecto sobre el aparato productivo industrial y comercial del país, han hecho de la construcción un foco de inversión pública y privada, y se ha convertido en uno de los pilares del desarrollo nacional. En Colombia este sector ha venido cobrando gran dinamismo, pero al mismo tiempo, ha venido generando un alto impacto ambiental durante todo el ciclo de vida del desarrollo de proyectos constructivos (Padilla & Osorio, 2018). La actividad constructora, es una de las mayores consumidoras de recursos naturales: madera, minerales, agua y energía, así mismo, los edificios, en su vida útil, continúan siendo una causa directa de contaminación por las emisiones que se producen en los mismos o el impacto sobre el territorio, creando un ambiente físico alienante, y una fuente indirecta por el consumo de energía y agua necesarias para su funcionamiento (Gordillo, Hernández, & Ortega, 2010).

El sector de la construcción, a nivel mundial, es aquel que mayor potencial tiene para reducir sus impactos negativos al medio ambiente, ya que con pequeños cambios, que no incurren en grandes costos de producción, serían suficientes para reducir en promedio, un 30% el consumo de energía, 35% las emisiones de carbono (CO₂), hasta un 50% el consumo de agua, además de generar ahorros del 50% al 90% en el costo de la disposición de desechos sólidos (Susunaga, 2014, p 12).

Existe gran variedad de sistemas sostenibles que pueden ser implementados en la arquitectura y diseño de viviendas, sin embargo en Colombia se observa un alto índice de informalidad en el sector de la construcción y las empresas constituidas aún registran falta de conocimiento que

permita el desarrollo de forma natural de proyectos constructivos sostenibles. A esto se suma la ausencia de políticas claramente definidas reguladas por los entes de control, para que constructoras y entidades encargadas orienten y motiven sus actividades hacia procesos sustentables.

Esta investigación, tiene como objetivo realizar un análisis documental normativo y científico, con el fin de establecer los componentes estratégicos en la construcción sostenible en Colombia, empleando el software de análisis bibliométrico VOSviewer 1.6.13

CAPÍTULO I

1. Aspectos generales y metodológicos del proyecto

1.1 Antecedentes situacionales

El mercado mundial de la construcción representa 13,4% del PIB mundial y se cuenta con una proyección de alza del 70% en el curso de los diez próximos años. Este mercado se apoyará principalmente sobre la vivienda, que por sí sola, representará el 40% de este mercado en 2020, con un valor de 5.100 millones de dólares. Este sector industrial claramente hace aportes significativos al desarrollo social nacional, dada su alta generación de empleo directo e indirecto y su evidente relación con los demás sectores productivos de la economía (Padilla & Osorio, 2018), sin embargo trae como consecuencia unos altos índices de contaminación. La problemática ambiental, a nivel mundial ha llevado a las sociedades a tomar decisiones sobre la forma de desarrollar sus ciudades.

La implementación de sistemas para la construcción de edificaciones sostenibles generan un aporte importante al medio ambiente y a la calidad de vida de las personas que habitan estas construcciones(Susunaga, 2014). De acuerdo con la información publicada por el Consejo de Construcción Sostenible de Colombia (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2011), la implementación de sistemas sostenibles genera contundentes beneficios al bajar en promedio, 30% de ahorro de energía, 35% de carbono, entre 30 y 50% de agua y entre 50% y 90% de costos de desechos, esto sin contar la mejora en la salud y la productividad de los quienes los habitan(Bautista & Loaiza, 2017).

La construcción sostenible es la identificación de las prácticas más sobresalientes durante el ciclo en que se construyen las edificaciones, las cuales pueden ser; el diseño, la operación, la proyección, entre otras, esto aporta de manera eficaz y efectiva el poder minimizar el impacto del

sector de la construcción sobre el tema del cambio climático, por lo que se presentan las emisiones de gases con respecto al efecto invernadero, además del consumo de recursos y la gran pérdida que se evidencia en la biodiversidad(FORERO, 2016).

En términos técnicos y financieros los factores sostenibles más viables para invertir en el sector de la construcción, son las captaciones y aprovechamiento del recurso hídrico, la implementación de calentadores solares, la implementación de paneles y sistemas LED, donde el retorno de la inversión oscila entre 5 y 10 años comparados con el consumo de los servicios públicos(González, Sierra, Tarra, & Sanchez, 2017).

Construir edificios verdes se convierte en una oportunidad para los empresarios de esta disciplina, para hacerse visibles en el ámbito de la bioconstrucción y constituye una oportunidad para entrar en la red internacional de la construcción sostenible. Es también un elemento que permite aumentar la competitividad de las empresas en el mercado. Un proyecto de construcción sostenible puede costar entre 10% y 15% más que una construcción tradicional, pero en la medida en que se desarrollan el mercado de proveedores, materiales y profesionales capacitados se va reduciendo su costo(Susunaga, 2014).

1.2 Descripción del problema

La construcción, además de ser indispensable para el desarrollo de la sociedad, es también uno de los principales responsables de residuos, contaminación, transformación del entorno y uso inadecuado de recursos naturales (Susunaga, 2014, p.12). En América Latina, los edificios consumen el 21% del agua, 42% de la energía eléctrica, producen el 2 % de las emisiones de CO₂ y el 65% de los residuos(Russell, Obermaier, Rebolledo, & Heffer, 2014, p.17).

Según cálculos del Departamento de Planeación Nacional, en Colombia las edificaciones residenciales generan el 10,5% del total de gases de efecto invernadero, principalmente por el consumo de gas natural, gasto de energía y producción de residuos sólidos. Asimismo, el sector residencial consume el 79% del agua en los principales centros urbanos, las edificaciones representan el 22% del total de la demanda de energía nacional (16,7% en el sector residencial, 5,3% en las demás edificaciones) y el sector residencial causa el 15% de las pérdidas de eficiencia energética a nivel nacional(CAMACOL, 2018, p.31).

El concepto de construcción sostenible en Colombia es reciente, este hecho sumado a la falta de divulgación de la normatividad existente hasta el momento ha generado un escenario de desconocimiento por parte de los constructores y quienes conocen el concepto, lo manejan en su mayoría como estrategia de marketing. Adicionalmente más del 50% de las construcciones siguen siendo informales, es decir, son construidas sin las licencias y permisos adecuados, con materiales cuya calidad no es controlada y carecen de sistemas adecuados de supervisión en su construcción (Giraldo, 2018).

El desconocimiento generalizado entre las empresas del sector de la construcción sobre aspectos relacionados con la construcción sostenible dificulta la implementación de nuevas prácticas. De ahí que se hace importante que las asociaciones que integran el gremio constructor, a nivel

nacional y regional, presenten a los constructores, continuamente, las ventajas y beneficios que pueden tener con la implementación de estas prácticas; así mismo, que haya un mayor esfuerzo por parte del Gobierno nacional para crear políticas claras que contribuyan a su implementación y que desde la parte académica surjan propuestas que contribuyan a consolidarla (Acevedo, Vásquez & Ramírez, 2012). Establecer conceptos claros, estratégicos para el sector y de fácil comprensión, se convierten en un punto de partida y en un referente de consulta para el sector académico e industrial, en función de determinar políticas claras que faciliten la medición y comparación de los sistemas constructivos sostenibles.

1.3 Planteamiento del problema

El desarrollo de obras de vivienda en Colombia presenta un bajo índice de incorporación de aspectos de diseño sostenible, adicionalmente los entes gubernamentales no cuentan con herramientas claras para la medición de la implementación de estos sistemas.

¿Cuáles son los componentes estratégicos en la construcción sostenible para desarrollar obras de vivienda en Colombia?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Realizar un análisis documental normativo y científico, con el fin de establecer los componentes estratégicos en la construcción sostenible en Colombia, empleando el software de análisis bibliométrico VOSviewer

1.6.13 Objetivos específicos

Ejecutar búsquedas de información científica y normativa en bases de datos especializadas con ecuaciones de búsqueda establecidas en un rango de tiempo determinado.

Analizar índices de coincidencia de aspectos relevantes para el diseño y la construcción sostenible.

Establecer los componentes estratégicos que permitan la evaluación de los procesos constructivos sustentables en Colombia.

1.5 Justificación y delimitación

El mercado internacional de proyectos de construcción sostenible ha incrementado significativamente en los últimos 10 años y la demanda de edificaciones sostenibles presenta una tendencia de crecimiento para los próximos 3 años (Dodge Data & Analytics, 2018.). El informe de Tendencias Globales de Construcción Sostenible 2018 indica un aumento en el porcentaje de encuestados de la industria que esperan hacer la mayoría (más del 60%) de sus proyectos sostenibles: saltando del 27% en 2018 a casi el doble (47%) para 2021 (World Green Building Council, 2018).

La actual situación en cuanto a la protección del medio ambiente nos presenta la oportunidad de estudiar cómo los arquitectos, diseñadores y constructores, pueden mejorar los proyectos de vivienda, implementando la sostenibilidad como alternativa para la construcción.

En países desarrollados existen políticas y sistemas técnicamente sostenibles, que contribuyen a ésta causa, sistemas que en Colombia se están empezando a implementar en edificaciones de grandes superficies, pero no así en la construcción de viviendas unifamiliares. Existen muchas estrategias para implementar los sistemas sostenibles que pueden ser implementados en la construcción de este tipo de viviendas, sin embargo, los pequeños constructores aún desconocen los aspectos estratégicos que involucra el diseño y construcción sostenible.

El sector de la construcción en Colombia requiere lineamientos claros para definir la sostenibilidad de las edificaciones, que involucre políticas públicas comprometidas con su proceso de implementación, para esto es fundamental partir de un proceso de identificación de componentes estratégicos construidos a

partir de la experiencia reportada en documentos científicos y normativos, que se convertirán en referente en el territorio nacional para su futura implementación y medición.

Lo que se busca con esta investigación, es identificar los componentes estratégicos de la construcción sostenible en Colombia, a partir de un análisis bibliométrico y haciendo uso de un software de análisis, con el fin de brindar herramientas más claras para cuantificación y comparación entre viviendas sostenibles.

1.6 Aportes Teórico y Práctico

1.6.1 Aporte Teórico:

Fundamentar la identificación de un sistema de componentes estratégicos de sustentabilidad en la construcción.

1.6.2 Aporte Práctico:

Mejorar la cuantificación de prácticas sostenibles en Colombia, para implementar el desarrollo ambiental, económico y social.

CAPÍTULO II

2. Fundamentación teórica

2.1 Marco de referencia

2.1.1 Marco contextual

La sostenibilidad en la construcción está relacionado con la sostenibilidad de los asentamientos humanos y el medio ambiente, con el objeto de mejorar las condiciones de vida de las personas (Acosta, 2009, p.18). El término de construcción sostenible abarca, no sólo los edificios propiamente dichos, sino también cuenta el entorno y la manera cómo se integran para formar las ciudades (Ramírez, 2002, p.30)

En general, las edificaciones usan una gran cantidad de recursos y emiten diferentes tipos de material contaminante. Más de la mitad de los recursos consumidos globalmente son usados en construcción. Para reducir las emisiones de carbono es crucial ocuparse de la sostenibilidad ambiental a largo plazo de la industria de la construcción y de la posterior ocupación de las edificaciones. Se entiende por construcción sostenible el conjunto de medidas pasivas y activas, en diseño y construcción de edificaciones, que permiten alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social. A comienzos del 2011 el gobierno colombiano a través del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, solicitó asistencia a la Corporación Financiera Internacional (IFC – por sus siglas en inglés) para desarrollar el Código Nacional de Construcción Sostenible en Colombia con el fin de mitigar el impacto ambiental del sector de la construcción. IFC también recibió un pedido formal de parte de la Cámara Colombiana de la Construcción (Ministerio de Vivienda, 2015) para hacer parte de la mesa redonda que está desarrollando un marco regulatorio en conjunto con el ministerio para

fortalecer la consciencia de construcción sostenible y desarrollar la construcción de capacidades en el sector en diseño ecoeficiente, energía, eficiencia del agua y materiales, entre otros (íbid)

El desarrollo sostenible ha ido evolucionando durante casi 25 años en todo el mundo. La industria de la construcción, involucra un gran número de actores (desarrolladores, planificadores, arquitectos, ingenieros, constructores y operadores) desde la fase de diseño y desarrollo hasta el final de la vida (Aksel, Fuentes, V. A. (2002). & Eren, 2015); quienes desde sus diversas actividades deben aplicar los siguientes principios:

- Reducir el consumo de recursos (reducir);
- Reutilizar recursos (reutilizar);
- Utilizar recursos reciclables (reciclar);
- Proteger la naturaleza (naturaleza);
- Eliminar los tóxicos (tóxicos);
- Aplicar los costos del ciclo de vida (economía);
- Centrarse en la calidad (calidad).

El diseño y la construcción sostenible generan beneficios económicos, ambientales y sociales como resultado del uso responsable de los recursos y de plantear cómo las edificaciones afectarán al medio ambiente. Existe la creencia de que construir de manera ecointeligente es más costoso que no hacerlo. Dependiendo de varios factores, muchos edificios ecológicos o verdes cuestan lo mismo e incluso menos que un edificio tradicional, debido a las estrategias de gestión más eficaces de los recursos que permiten reducir sistemas eléctricos, mecánicos y estructurales. La clave para lograrlo es la aplicación del diseño integrado, la incorporación de estrategias verdes en la primera fase del proyecto es esencial para el éxito de las construcciones verdes (Estévez, 2015).

Para favorecer la implementación de construcción sostenible en Colombia, diversas entidades han unificado esfuerzos y brindado las pautas para una primera aproximación en materia de construcción sostenible (Tabla 1).

Tabla 1. Entidades y organizaciones que promueven la construcción sostenible en Colombia

Entidad	Descripción
Consejo Colombiano de Construcción Sostenible – CCCS	Sus acciones se concentran en fortalecer el conocimiento sobre construcción y urbanismo sostenible, fomentar la utilización de sistemas de certificación y normalización de mercados verdes en la construcción, colaborar con el gobierno nacional y los gobiernos locales para gestionar y apoyar la formulación de políticas de producción y consumo responsable para el sector.
Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible - CECODES	Es el capítulo colombiano del Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, WBCSD, por sus siglas en inglés, que reúne a 200 compañías líderes en el mundo, unidas por el compromiso con el desarrollo sostenible a través de sus tres pilares: crecimiento económico, balance ecológico y progreso social, sus afiliados provienen de más de 35 países y de sectores industriales. En Colombia CECODES está conformado por un grupo de empresas convencidas que el Desarrollo Sostenible es una opción para lograr una mayor rentabilidad, mejorar la calidad de vida de las personas y utilizar racionalmente los recursos naturales.
CAMACOL	La Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL, es una asociación gremial de carácter nacional sin ánimo de lucro, que reúne a nivel nacional empresas y personas naturales relacionadas con la Cadena de Valor de la Construcción.
Sociedad Colombiana de Arquitectos SCA	La SOCIEDAD COLOMBIANA DE ARQUITECTOS es una asociación de carácter civil, de interés profesional, sin ánimo de lucro, cuya finalidad consiste en fomentar la arquitectura y el urbanismo, cultivar la ética profesional del arquitecto y orientar las relaciones de los arquitectos con el Estado, con la comunidad a la cual sirven y de los arquitectos entre sí. La SCA es Cuerpo Consultivo del Gobierno Nacional por Decreto 1782 del 8 de junio de 1954, ratificado por la Ley 64 de 1978, por el Decreto 2623 de 1995 y por la Ley 435 de 1998.
Sociedad Colombiana de Ingenieros	La Sociedad Colombiana de Ingenieros, SCI, fundada el 29 de mayo de 1887 y declarada por la ley 46 de 1904 como Centro Consultivo del Gobierno Nacional, es una corporación sin

	ánimo de lucro, de carácter académico, científico y gremial, cuya misión es el mejoramiento de la calidad de vida y el bienestar de la humanidad mediante el avance de las ciencias y de la ingeniería.
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MMADS)	Es una entidad pública encargada de definir la política Nacional Ambiental y promover la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, a fin de asegurar el desarrollo sostenible y garantizar el derecho de todos los ciudadanos a gozar y heredar un ambiente sano.
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA (MME)	El Ministerio de Minas y Energía es una entidad pública de carácter nacional del nivel superior ejecutivo central, cuya responsabilidad es la de administrar los recursos naturales no renovables del país asegurando su mejor y mayor utilización; la orientación en el uso y regulación de los mismos, garantizando su abastecimiento y velando por la protección de los recursos naturales del medio ambiente con el fin de garantizar su conservación, restauración y el desarrollo sostenible, de conformidad con los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambiental, señalados por la autoridad ambiental competente.
MINISTERIO DE Vivienda (MV)	Entidad pública de orden nacional que de acuerdo con las condiciones de acceso y financiación de vivienda, y de prestación de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, es responsable de formular, adoptar, dirigir, coordinar y ejecutar la política pública, planes y proyectos en materia de vivienda urbana, agua potable y saneamiento básico, desarrollo territorial y urbano planificado del país y de la consolidación del sistema de ciudades, con patrones de uso eficiente y sostenible del suelo.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Marco teórico

El desarrollo sostenible busca comprender las interacciones entre tres sistemas complejos: la economía mundial, la sociedad global y el medio ambiente físico de la Tierra (Sachs, 2015 p.21)

Según el “Reporte de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. «Nuestro Futuro Común»” (Report of the world Commission on Environment and Development. Our Common Future). (UN, 1987, p. 54) se definió que: “Desarrollo sostenible es un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

La sostenibilidad en la construcción se asocia a los principios de la “sostenibilidad ambiental”, dada la necesidad del manejo de los altos impactos ambientales generados por la industria de la construcción y la racionalización de los recursos naturales en el marco del desarrollo sostenible. Esta vertiente de la arquitectura integra al diseño elementos que buscan la armonización y optimización de la edificación, en todas sus fases de producción, con el medio ambiente y el desarrollo socio-económico de las comunidades (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2012). El urbanismo sustentable se enfoca en los tres pilares del desarrollo sostenible: ambiental, social y económico (figura 1).

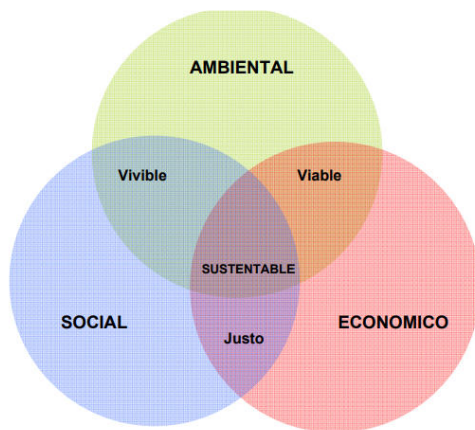


Figura 1. Campos de la sustentabilidad
Fuente: (Rodríguez, Osorio, Villadiego, & Padilla, 2018a)

Estos pueden obtenerse a través de la implementación de aspectos como:

2.1.2.1 Estrategias activas en la construcción

Las medidas activas se relacionan con los dispositivos mecánicos o eléctricos (aire acondicionado, calefacción, calderas, iluminación eléctrica y ventilación mecánica) que complementan el diseño (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015b) y se clasifican de acuerdo con su potencial de ahorro, costo de implementación, periodo de retorno de la inversión, disponibilidad en el mercado y facilidad de inclusión (Rodríguez et al, 2018)

2.1.2.2 Estrategias pasivas en la construcción

Las estrategias pasivas involucran aspectos como el clima, localización, paisaje, orientación, forma, protección solar, selección de materiales, masa térmica, aislamiento, diseño interior y la ubicación para el manejo del acceso solar, luz natural y ventilación. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015b). Mediante el uso de este tipo de estrategias se potencia el uso de materiales como piedras y cerámicos, contribuyendo a tener abundante masa, con buena capacidad de acumulación térmica y restitución pausada en el tiempo. Es necesario garantizar que en el caso de la energía solar la captación obtenga los máximos rendimientos posibles, poniendo cuidado en el color y textura de los paramentos receptores. Estas soluciones se deben incorporar principalmente en lugares donde se producen grandes variaciones de temperaturas entre el día y la noche. En general, se puede concluir que se dispone de una energía simple, limpia y gratuita que es concedida diariamente (Casas, 2013, p.50)

2.1.2.4 Residuos generados en la construcción

Los residuos de la construcción hacen referencia al material residual que se produce en procesos de construcción, renovación o ampliación de estructuras. Los componentes típicos incluyen hormigón, asfalto, madera, metales, yeso, cerámicos o baldosas, tejas, ladrillos, vidrios

(Mercante, 2007). El impacto asociado a los residuos de construcción está relacionado con, los vertimientos no controlados, los vertederos autorizados y su inadecuada gestión del transporte al vertedero y a los centros de valorización.

2.1.2.3 Recursos naturales

Un recurso natural es aquel elemento o bien de la naturaleza que la sociedad, con su tecnología, es capaz de transformar para su propio beneficio (Gordillo, 2018, p 18)

De acuerdo con Kriebel (1999) citado por (Rodríguez, Osorio, Villadiego, & Padilla, 2018b, p.20), los criterios que debe cumplir una edificación para cumplir parámetros de sostenibilidad son:

- Reducir los gastos de los recursos empleados.
- Reducir la contaminación del suelo, el aire y el agua.
- Mejorar el confort interno y externo del edificio, preferentemente de manera pasiva.
- Ahorrar recursos económicos y financieros en el proceso constructivo.
- Reducir los desperdicios derivados del ciclo del inmueble (diseño, construcción, uso, mantenimiento y demolición)
- Mejorar la tecnología que provee servicios a los inmuebles (aparatos, máquinas, mecánica y eléctricas).

2.1.2.4 Medio ambiente.

El medio ambiente es el conjunto de valores naturales, sociales y culturales, agentes físicos químicos, biológicos y visuales que se encuentran en un lugar y un momento determinado, que tienen influencia en la vida material y psicológica del hombre y en el futuro de generaciones (Ambientum, <En línea>).

2.1.2.5 *Diseño bioclimático.*

Según (Fuentes, 2002) el procedimiento para construir una casa climáticamente balanceada se divide en cuatro pasos, de los cuales el último es la expresión arquitectónica. La expresión arquitectónica debe estar precedida por el estudio de las variables climáticas, biológicas y tecnológicas.

2.1.2.5.1 Análisis climático.

El primer paso hacia el ajuste ambiental es el análisis de los elementos climáticos de una localidad dada. Deben analizarse datos anuales de temperatura, humedad, radiación y efectos del viento. si fuera necesario, los datos deberán ser adaptados al nivel habitable, y deben considerarse los efectos de las condiciones microclimáticas.

2.1.2.5.2 Evaluación Biológica.

La evaluación biológica debe basarse en las sensaciones humanas. La graficación de los datos climáticos en la carta bioclimática a intervalos regulares mostrará un diagnóstico de la región, y se determinarán tablas de datos horarios.

2.1.2.5.3 .Soluciones tecnológicas.

Después de determinar los requerimientos, se deben buscar las soluciones tecnológicas. para ello deberán realizarse cálculos de selección del sitio, orientación, determinación de sombras, forma de la casa, movimientos de aire, balance de temperatura interior.

2.1.2.5.4 Expresión arquitectónica.

A través de los resultados obtenidos en los tres pasos anteriores, se deberá desarrollar los conceptos arquitectónicos y equilibrarlos de acuerdo a la importancia de los diferentes elementos.

Un estudio de caso en Ecuador (Perez, 2017), propone algunos indicadores para evaluar la sostenibilidad de la arquitectura en países emergentes asociados a aspectos Constructivos urbanísticos, aspectos sociales y de habitabilidad, aspectos de consumo energético y aspectos plus. En conjunto, todos estos factores revelan una sostenibilidad singular y que habría de tener una herramienta de evaluación particular en la que se consideren lo estético, lo simbólico, lo social y en la que le peso de aspectos como la huella de carbono o el consumo energético no es importante como la falta de trabajo, de salud o de vivienda misma.

2.1.2.6 Componentes estratégicos

Elementos de gran importancia para el desarrollo de los sistemas constructivos sostenibles, seleccionado a partir de un sistema que comprende diversos ítems asociados a la temática.

2.1.2.7 Análisis bibliométrico.

Por medio de los estudios bibliométricos es posible identificar tendencias y definir patrones que pueden ayudar a establecer avances y definir el grado de desarrollo científico de una temática en particular, empleando algunos indicadores (Cardona, Becerra & Rodríguez, 2017). Algunas de las variables empleadas para el análisis bibliométrico son: número de autores, título de la publicación, tipo de documento, idioma y palabras clave, centrando específicamente su atención en el cálculo e interpretación de los resultados cuantificables (Ardanuy, 2012).

2.1.2.8 *Cienciometría.*

Según Leydesdorff (2001) citado por Lopez & García (2017), la *cienciometría* estudia la producción científica con el fin de medir y analizar el desarrollo de una temática específica. La *cienciometría* se centra en la observación de los textos generados por los científicos (académicos) en las diferentes áreas de la ciencia y la tecnología fundamentado en tres dimensiones (Figura 2)

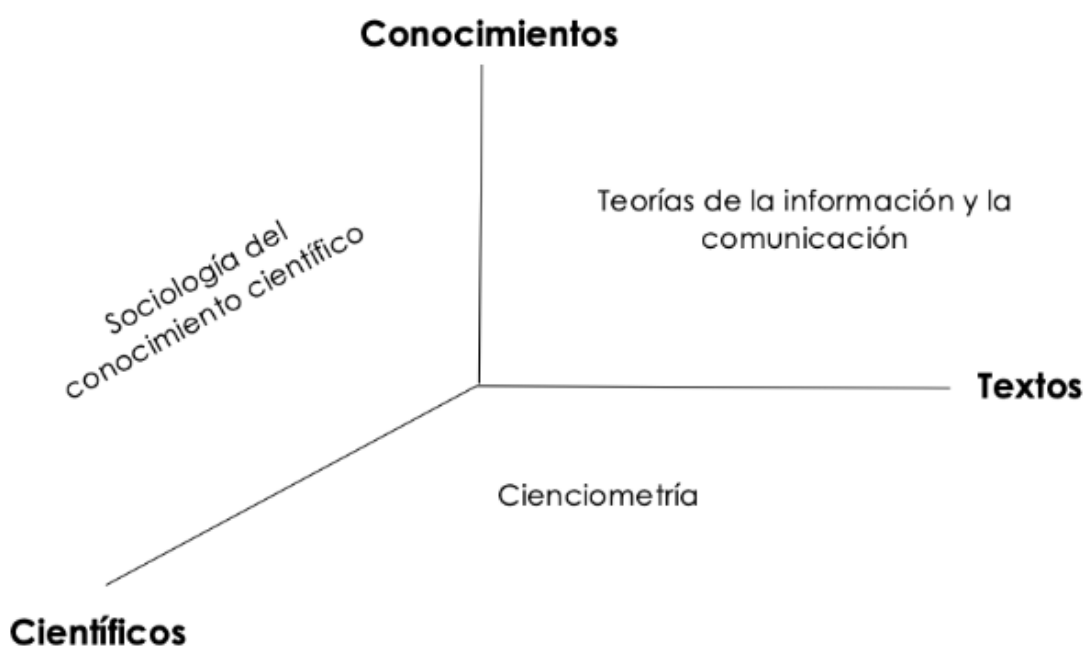


Figura 2. Dimensiones para el análisis del desarrollo científico y tecnológico

Fuente: Leydesdorff (2001) citado por Lopez & García (2017)

2.1.2.9 *Mapas científicos*

Los mapas científicos son representaciones simbólicas de los campos de la ciencia, en los cuales los elementos se distribuyen por su similitud, los más relacionados se sitúan más cerca y los menos relacionados se localizan más lejos. Estos mapas son muy útiles en el análisis de la producción científica. Esa modalidad de análisis permite descubrir la evolución, la continuidad,

los cambios o la extinción de líneas de investigación a lo largo del tiempo, así como indicar sus tendencias de desarrollo (Restrepo & Urbizagástegui, 2017). Para obtener estos mapas se hace uso de software de análisis, en este documento se empleó el software VOSviewer, una herramienta para crear mapas basados en redes de datos, su relación y proximidad.

2.1.2.10 Coocurrencia

El término coocurrencia hace referencia al uso de dos o más palabras conjuntas y representativas en los títulos, resúmenes, descriptores o encabezamientos de materia de un texto; es decir, es el estudio de los términos que incorporan los conceptos contenidos en un documento en los casos en que dos o más palabras representativas aparecen juntas en el título de los artículos científicos, en el resumen o *abstract*, en los términos usados como palabras clave, en los descriptores o aun en el propio texto. Permite detectar clústeres, programas o líneas de investigación existentes en un determinado campo del conocimiento (Restrepo & Urbizagástegui, 2017).

2.1.2.11 Proximidad

En los procesos de análisis de documentos y mapas de conocimiento se analiza la cercanía de las palabras clave haciendo referencia a la proximidad entre los términos.

2.1.3 Marco normativo

Colombia se encuentra en una fase de desarrollo de documentos normativos relacionados con el eourbanismo y la construcción sostenible. Estas iniciativas están lideradas por el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y de instituciones privadas como la Cámara de Comercio de Barranquilla, El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible e instituciones internacionales (Padilla & Osorio, 2018, p.22). En la tabla 2, se plantea el marco legal en Colombia en relación con los sistemas constructivos que permean la construcción sostenible.

Tabla 2. Legislación vigente en Colombia

Resolución 0549 del 10 de julio de 2015	“Por la cual se reglamenta el capítulo 1 del título 7 de la parte 2, del libro 2, del decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones”.
Decreto 1285 del 2015	“Por el cual se modifica el Decreto 1077 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector 65 Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones”
Ley 1715 del 2014	Esta ley promulgada establece los lineamientos para otorgar incentivos a proyectos de energía renovable
Decreto 2981 de 2013	“Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo”
Ley 1259 de 2008	“Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros”

Ley 1083 de 2006, que modifica el decreto 1594 de 1984 (recogido después por la ley 99 de 1993).	En esta se establecen sanciones a los delitos cometidos en materia ambiental
Ley 365 de 2005	regula la administración, conservación, uso, aprovechamiento sostenible y preservación en cantidad y calidad de todos los recursos hídricos existentes en el país
Decreto 4741 de 2005	“Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”.
Ley 769 de 2002.	“Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre”
Decreto 1713 de 2002: Artículo 44	“Recolección de escombros: Es responsabilidad de los productores de escombros su recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas. El Municipio o Distrito y las personas prestadoras del servicio de aseo son responsables de coordinar estas actividades en el marco de los programas establecidos para el desarrollo del respectivo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos
Ley 388 de 1997	Ley de Ordenamiento Territorial, establece las normas y directrices de desarrollo urbano.
LEY 373 DE 1997	Establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua
Decreto 948 de 1995	“Reglamenta la prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire”.
Ley 143 de 1994	establece el régimen de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad
Resolución 541 de 1994	“Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación”
Ley 99 de 1993	se constituyó en el Sistema Nacional Ambiental (SINA) para darle a la gestión ambiental en Colombia una dimensión sistemática, descentralizada, participativa, multiétnica y pluricultural

Artículo VIII Constitución Política de Colombia 1991	señala la obligación del Estado y de los ciudadanos de proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación
Decreto ley 2811 de 1974	Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente como una política integral ambiental

Fuente: Elaboración propia.

Existen herramientas que, a pesar de no ser de cumplimiento obligatorio, brindan pautas para la implementación de algunos sistemas y procesos, en la tabla 3 se describen algunas que tienen impacto en la construcción sostenible.

Tabla 3. Normas técnicas

Norma	Descripción
Código técnico de la edificación	El Código Técnico de la Edificación (CTE), es el marco normativo que establece y desarrolla las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, permitiendo demostrar que se satisfacen los requisitos básicos de la edificación que establece la Ley en España.
Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 50001	Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para su uso
ISO 14001:2004	Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, los sistemas de certificación relacionados con la construcción sostenible están compuestos por conjuntos de normas sobre la utilización de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en todo tipo de edificios, reconociendo la construcción de espacios responsables con el medio ambiente, y cuyo diseño permite el uso eficiente de los recursos naturales, en la tabla 4 se describen las más reconocidas a nivel mundial.

Tabla 4. Certificaciones

Certificación	Descripción
----------------------	--------------------

LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)	Líder en diseño energético y medioambiental, Sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council). Fue inicialmente implantado en el año 1998, utilizándose en varios países desde entonces.
BREEAM international	Es el método de evaluación de sostenibilidad más importante del mundo para los proyectos de planeación, infraestructura y edificios. Se trata de una serie de etapas del ciclo de vida como Nueva Construcción, Rehabilitación y en uso.
Referencial CASA Colombia	“Para el Diseño y Construcción de Soluciones Habitacionales Sostenibles” es una iniciativa del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), cuyo objetivo principal es brindar a la industria de la construcción colombiana una herramienta que facilite la construcción sostenible de viviendas, en el marco de una metodología transparente y ágil, en alineación con las políticas nacionales de crecimiento verde.
Certificación VERDE	Metodología de evaluación de la sostenibilidad de los edificios. Las distintas herramientas de las que disponen pretenden cubrir todas las necesidades del sector de la edificación en España.
MINERGIE	Es un registro de calidad para los edificios nuevos y restaurados, de bajo consumo energético. Este sello de calidad se desarrolló con el apoyo de la Confederación Suiza, los cantones de Suiza y el Principado de Liechtenstein, junto con Comercio e Industria. Se ha registrado en Suiza y en todo el mundo y por lo tanto está protegido contra el uso no autorizado. La etiqueta Minergie sólo podrá ser utilizada para los edificios, los servicios y componentes que realmente cumplen con el estándar Minergie.
GREEN STAR	Es una Certificación australiana, que consta de un proceso formal mediante el cual se otorga, a las edificaciones, una calificación por un panel independiente de expertos en desarrollo sostenible a través de una evaluación basada en la documentación.
GREEN MARK	El BCA (Building and Construction Authority) Green Mark, es un programa que se inició en enero de 2005 como una iniciativa para impulsar la industria de la construcción de Singapur hacia edificios más respetuosos con el medio ambiente.

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III

3. Metodología

Se contempló un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo para el análisis documental, siendo el objetivo de la investigación, identificar los componentes estratégicos para la construcción sostenible en Colombia. Los métodos filosóficos utilizados en esta investigación son: histórico – lógico, método dialéctico y se usó el método descriptivo dentro del enfoque cuantitativo.

3.1.1 Método histórico – Lógico.

Según Abreu (2014), este método establece una forma de evaluación y síntesis de pruebas sistematizadas con el objeto de determinar hechos, aspectos históricos y antecedentes gnoseológicos que muestren la relación que existe entre las ciencias desde sus inicios para formular conclusiones sobre hechos pasados que expliquen vínculos y que conduzcan a hallar y comprender las evidencias que respalden el estado presente. A partir de este método fue posible identificar los antecedentes situacionales mencionados en el presente proyecto, establecer la evolución tecnológica de la sostenibilidad en los sistemas constructivos y plantear la importancia de medir su uso en las construcciones colombianas.

3.1.2 Método Dialéctico.

Mediante este método, se realizó un proceso de integración racional expresado por diversos autores reflejado en el enlace y las múltiples dependencias entre los hechos, los procesos, los fenómenos y las contradicciones que condicionan su funcionamiento y desarrollo como lo describen Rodríguez y Pérez (2018). Teniendo en cuenta este método se identificó el nivel de priorización de diversos autores, frente a los componentes estratégicos de la construcción sostenible.

3.1.3 Método descriptivo.

Por medio de este método cuantitativo se busca explicar características y rasgos importantes del fenómeno estudiado, mediante dinámicas objetivas de observación, análisis y demostración.

3.1.4 Descripción general de las etapas del proceso

En la figura 3, se representan los ítems más importantes desarrollados en el documento para definir los componentes estratégicos de la construcción sostenible en Colombia, antes de realizar el análisis bibliométrico se realizaron búsquedas preliminares que permitieron obtener palabras clave que se incorporaron en diferentes ecuaciones de búsqueda, diseñadas de acuerdo al lenguaje de cada motor de búsqueda, se estableció un rango de tiempo a partir del año 2015 como límite inferior, donde entró en vigencia la resolución 0549 y se analizaron documentos que incluyeran el término Colombia, con el fin de establecer la pertinencia de la temática evaluada en el territorio nacional.

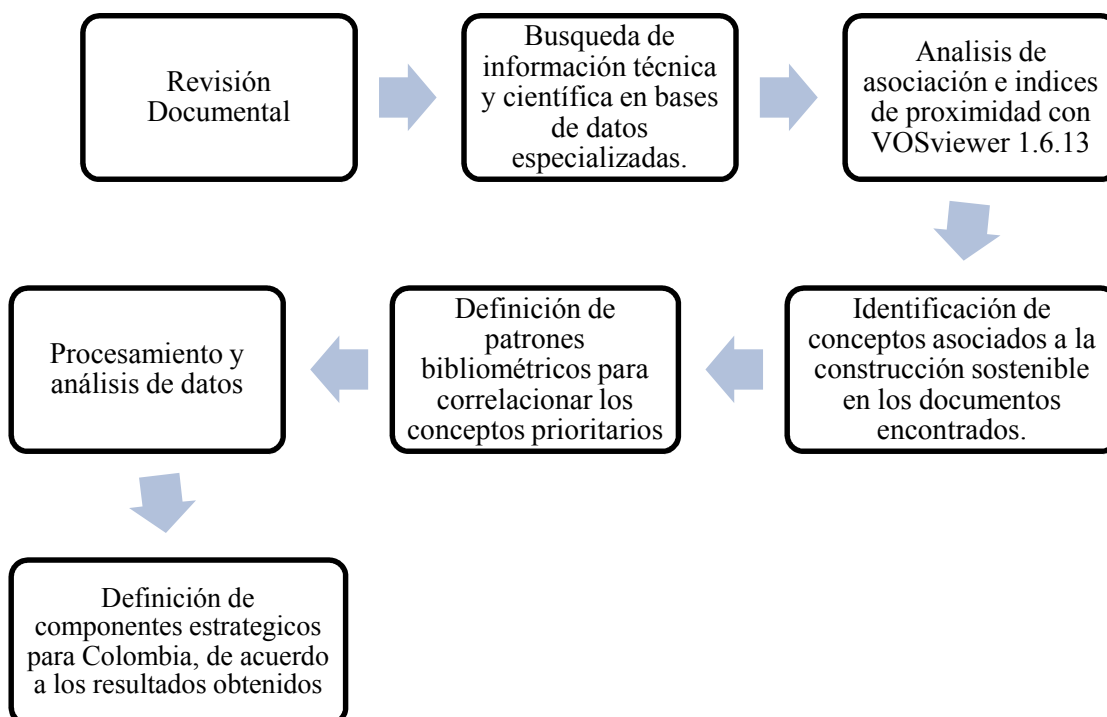


Figura 3. Etapas del proceso

3.1.5 Fuentes e instrumentos

Se realizó una búsqueda de información relevante para la construcción de herramientas y diagnósticos, en las bases de datos especializadas disponibles en la Uniminuto. Se escogió la base de datos SCOPUS, por ser multidisciplinaria y brindar herramientas para el seguimiento, análisis y visualización de la investigación.

Los resultados obtenidos se analizaron a través del software VOSviewer 1.6.13, un programa informático disponible gratuitamente para construir y visualizar mapas bibliométricos, el cual emplea medidas de asociación de fuerza, evaluando índices de proximidad en los términos y palabras clave, así como los índices de coincidencia en diversos documentos científicos, con el fin de determinar los principales componentes asociados a la construcción sostenible.

3.1.6 Análisis de información

Con los resultados del software, se desarrollaron diferentes ecuaciones de búsqueda y se construyeron fichas de lectura (anexo A), seleccionando 50 documentos científicos (10 para cada uno de los componentes seleccionados) donde se contextualizaron los conceptos asociados a la construcción sostenible y se asignaron valores de acuerdo a la relevancia en el documento (Nº de veces que se mencionan en el texto). Adicionalmente se realizó una revisión y análisis de la información normativa y se compararon los puntajes asignados en certificaciones internacionales para la construcción sostenible.

Con base en los resultados arrojados en la figura 3 se reestructuró la ecuación de búsqueda y se escogieron los términos asociados a la construcción sostenible que mayor relevancia presentaban, encontrando en los diferentes documentos analizados 49 términos con un mínimo de ocurrencia de 10 veces, sin embargo se escogieron aquellos que tienen que ver directamente con el manejo y optimización de recursos, donde adquiere una mayor relevancia, por su capacidad de interacción con los términos evaluados, la eficiencia energética (tabla 5).

Tabla 5. Relacionamiento y ocurrencia de términos generales

Término	Ocurrencia	Relevancia
Eficiencia energética	13	1.6
Residuos	18	1.35
Construcción sostenible	14	1.12
Agua	11	1.10
Energía	31	0.92
Recursos	19	0.6
Estrategia	19	0.58

La figura 5 muestra el grado de relacionamiento entre la construcción sostenible y los términos elegidos, con un grado similar de relacionamiento para estrategias (activas o pasivas), residuos, eficiencia energética, agua y aprovechamiento de recursos.

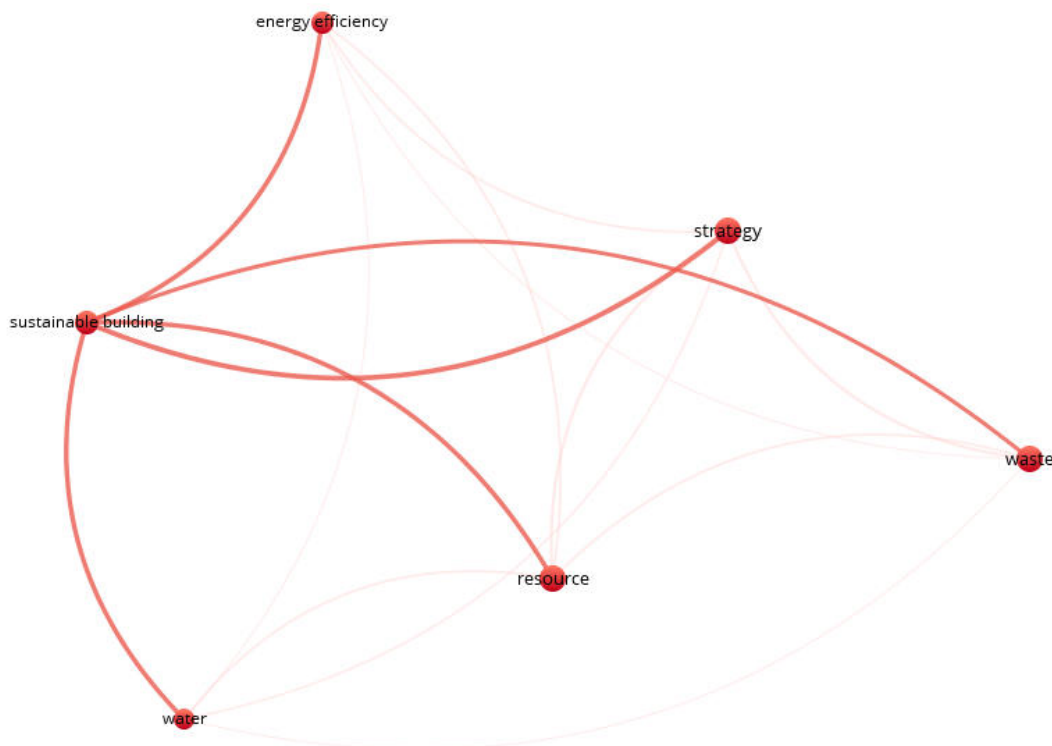


Figura 5. Red de coincidencia. TITLE-ABS-KEY ("sustainable construction" building AND measure)

Teniendo en cuenta los resultados de relevancia se desarrollaron las ecuaciones de búsqueda presentadas en la tabla 6 para realizar el análisis cuantitativo y realizar un análisis detallado con una selección específica.

Tabla 6. Ecuaciones de búsqueda refinadas para los componentes estratégicos

Ítem	Ecuación de búsqueda	Numero de resultados
1. Eficiencia energética	TITLE-ABS-KEY ("sustainable construction" building "energy efficiency") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015))	91

2. Estrategias (activas o pasivas)	TITLE-ABS-KEY ("sustainable construction" building "strategy") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015))	75
3. Aprovechamiento y/o disminución de residuos	"sustainable construction" building AND waste AND colombia AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015))	65
4. Aprovechamiento de recursos	Sustainable construction" building AND resource AND colombia AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015))	73
5. Ahorro en consumo de agua	"sustainable construction" building AND "water" AND colombia AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015))	63

La figura 6 muestra la tendencia de publicación de documentos científicos en el tiempo de acuerdo a las ecuaciones de búsqueda presentadas en la tabla 6.

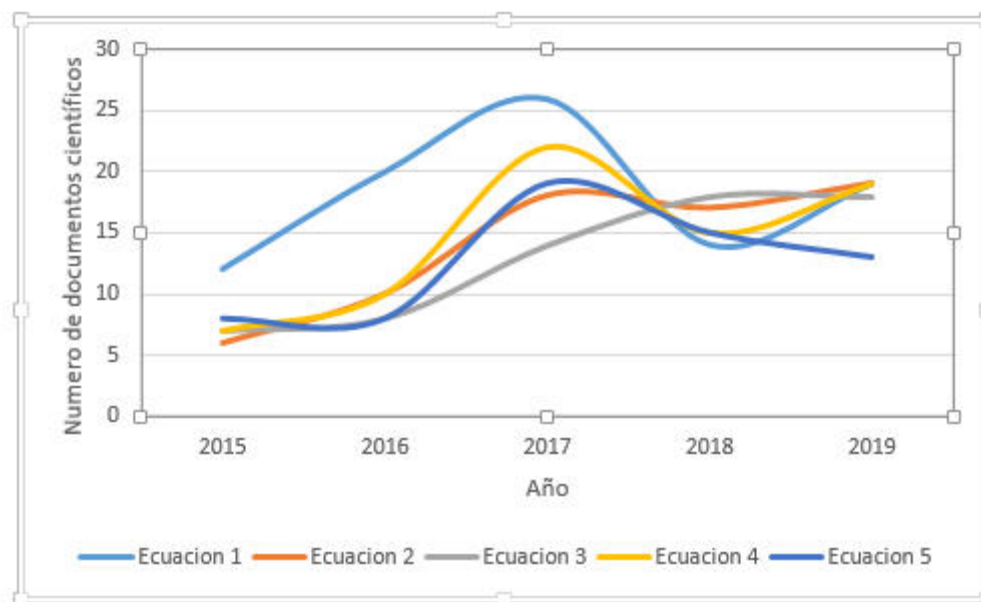


Figura 6. Tendencia de publicación en el tiempo para las ecuaciones de búsqueda analizadas. La tendencia es similar para todas las ecuaciones analizadas presentando el valor máximo de documentos científicos en el año 2017. La eficiencia energética tiene una tendencia superior respecto a los demás términos analizados. De acuerdo con Ramos 2012, el ahorro energético permite mitigar en gran medida los impactos ambientales generados por la industria de la construcción y supone un cambio importante a la hora de enfocar los nuevos proyectos de edificación, en dos sentidos, por un lado, el nivel de aislamiento térmico debe aumentar y también se deben buscar soluciones constructivas más efectivas, para evitar consumos excesivos de energía. Para permitir que la edificación demande menos energía y contribuya de manera clara a los compromisos de reducción de emisiones de CO₂. Por otro lado en la resolución 0549 de 2015 se hace obligatoria la incorporación de energía solar u otra energías alternativas, para alcanzar ciertos porcentajes esenciales en los procesos constructivos sostenibles.

La Figura 7, muestra las instituciones destacadas para la ecuación de búsqueda número 1, la cual hace referencia a la asociatividad entre la eficiencia energética y la construcción sostenible, en

este sentido se destacan la Universidad Estatal de Arizona quienes están implementando actualmente diferentes medidas de conservación de energía (ECM) en sus diferentes campus, los proyectos incluyen, iluminación, mecánica, electricidad, infraestructura, servicios públicos y mejoras generales del edificio. La Universidad Técnica de Yıldız que es una universidad técnica dedicada recientemente a la ingeniería y las ciencias naturales, así como a las ciencias sociales, y es una de las instituciones educativas más antiguas de Estambul, Turquía y La Universidad de Sevilla quienes en su propio campus han optimizado las instalaciones desde varios puntos de vista, reduciendo el consumo energético en un 8% del consumo total desde 2009 (Universidad de Sevilla <En línea>).

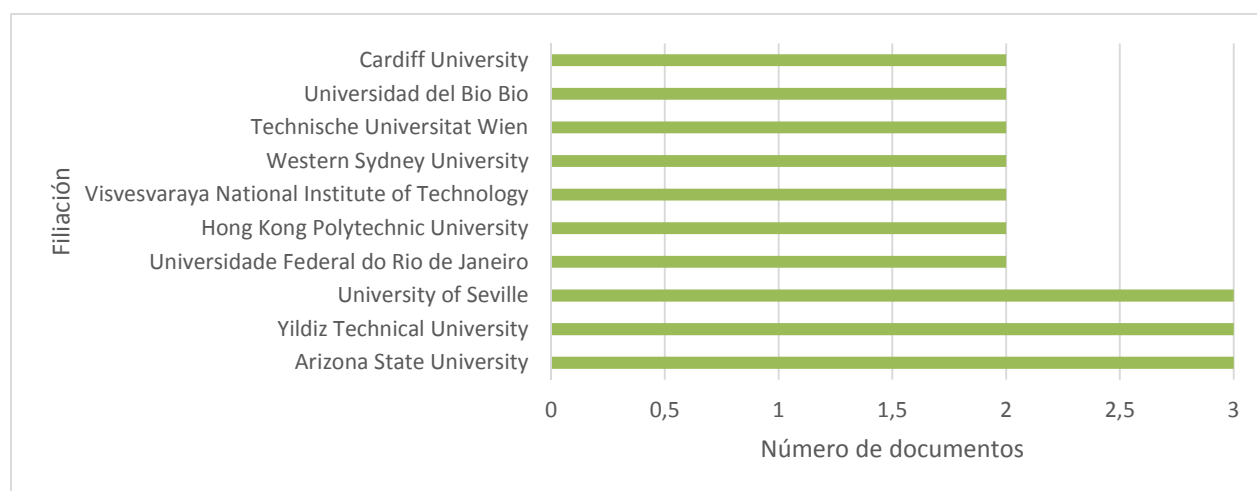


Figura 7. Instituciones destacadas para la ecuación 1

En la figura 8 se observan las instituciones destacadas para la ecuación 2, que hace referencia al relacionamiento entre las estrategias (activas o pasivas) con la construcción sostenible. La Universidad de Coimbra es la destacada, es una institución portuguesa de enseñanza superior situada en la ciudad de Coímbra que en 2013, cuyo campus fue denominado como Patrimonio de la Humanidad (Unesco, 2013), la empresa GmbH por su parte lleva 6 décadas prestando los

servicios profesionales de ingeniería en el campo de la tecnología de demolición y estableciendo estrategias para mitigar el impacto ambiental que esto genera.

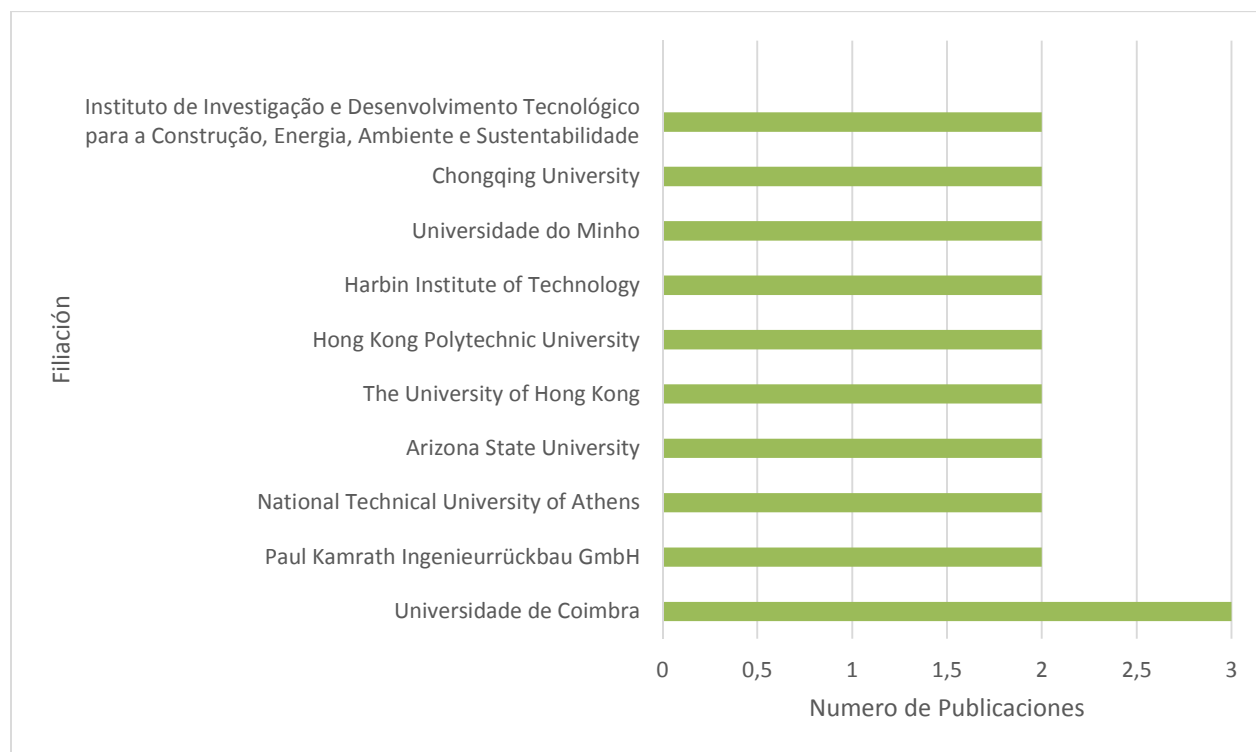


Figura 8. Instituciones destacadas para la ecuación 2

Para las ecuaciones 3 y 4, asociadas al aprovechamiento de residuos y manejo eficiente de recursos respectivamente, se encontraron resultados similares con relación a las instituciones destacadas (figuras 9 y 10). Tanto la Universidad Nacional de Singapur y la Universidad de Medellín en Colombia tienen en sus programas académicos destacados ingeniería ambiental, razón que sugiere mayor investigación asociada a los dos términos relacionados en las ecuaciones de búsqueda.

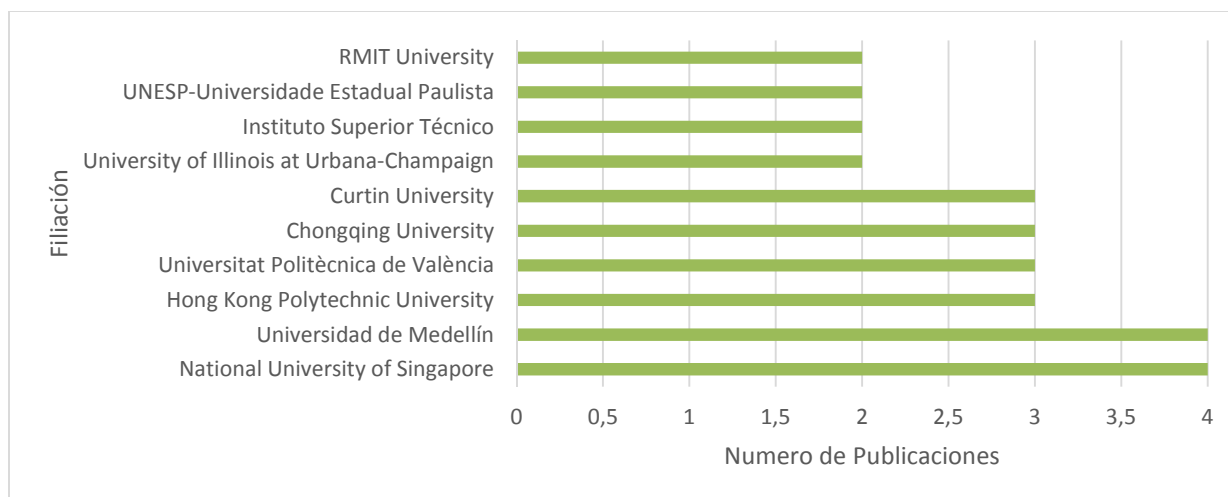


Figura 9. Instituciones destacadas para la ecuación 3

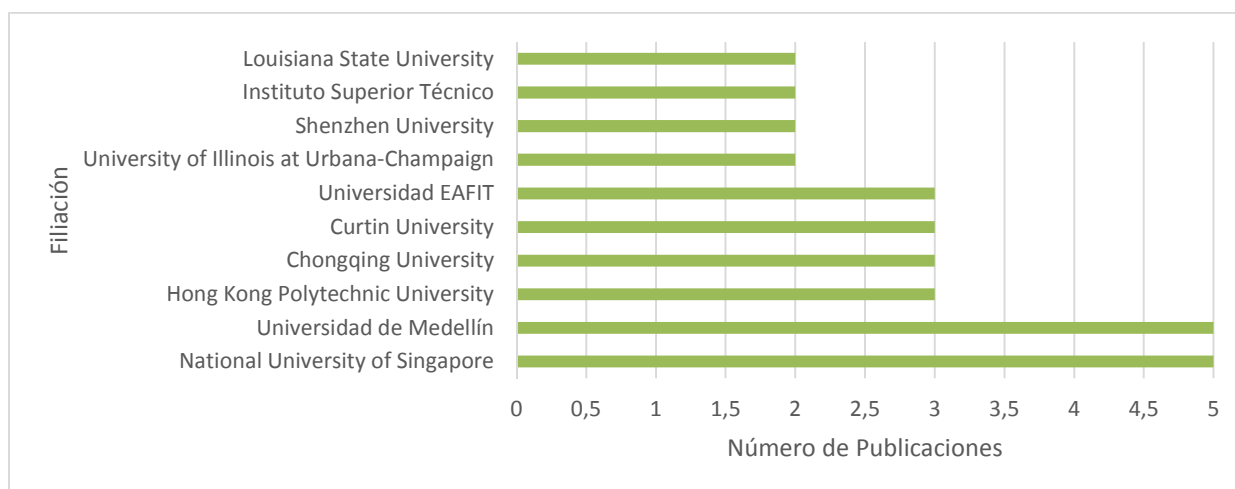


Figura 10. Instituciones destacadas para la ecuación 4

En relación al ahorro en el consumo de agua se destacan en Colombia, la Universidad de los Andes y la Universidad Nacional de Colombia (figura 11), la primera cuenta con un programa académico y de investigación relacionado con la planeación, optimización y manejo de los recursos hídricos y el diseño de sistemas hidráulicos para su aprovechamiento y la segunda cuenta con el instituto del agua que es un centro regional enfocado en el aprovechamiento y uso eficiente de este recurso.

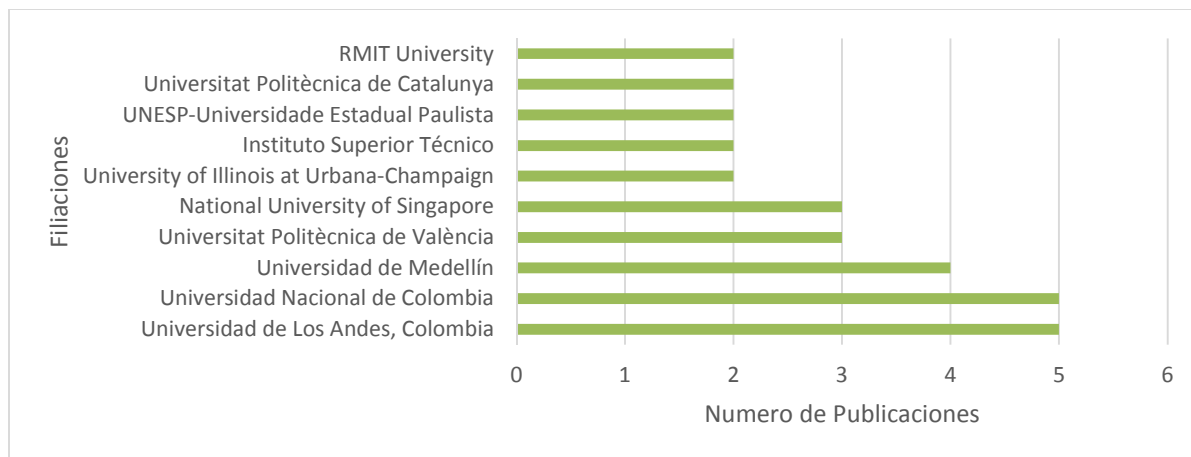


Figura 11. Instituciones destacadas para ecuación 5

Con el fin de establecer una mayor pertinencia de los componentes estratégicos, se seleccionaron 10 documentos científicos de cada una de las ecuaciones de búsqueda (Tabla 7), realizando un análisis detallado de cada documento (Ver Anexo A) con base en la experiencia profesional y el contexto en el cual se encontraron los términos.

Tabla 7. Documentos seleccionados por componente estratégico

Nombre de Documento	Año de publicación	Autor
Eficiencia energética		
Análisis de viabilidad ambiental y de costos al implementar la certificación LEED: estudio de caso aplicado a un proyecto de Viviendas de Interés Social en Bogotá D.C	2019	M. Martínez ¹ *, D. Villalba *, R. Misle *, E. Rey *, H. Páez *
Integrated optimization with building information modeling and life cycle assessment for generating energy efficient buildings	2019	M. Najjar, K. Figueiredo, A.W.A. Hammad, A.N. Haddad
A critical evaluation on the factors impacting the adoption of eco-block as a green construction material: From a Mauritian perspective	2019	H. Joyrama

Net zero buildings-A framework for an integrated policy in Chile	2019	MB. Piderit, F. Vivanco, G. Van Moeseke, S. Attia
Application of adaptive comfort behaviors in Chilean social housing standards under the influence of climate change	2017	C. Rubio-Bellido, A. Pérez-Fargallo, J.A. Pulido-Arcas, M. Trebilcock
Development and performance evaluation of an improved biomass cookstove for isolated communities from developing countries	2019	Chica, J.F. Pérez
Thermal comfort assessment in naturally ventilated offices located in a cold tropical climate, Bogotá	2019	A. García, F. Olivieri, E. Larrumbide, P. Ávila
Energy demand and greenhouse gas emissions analysis in Colombia: A LEAP model application	2019	J.A. Nieves, A.J. Aristizábal, I. Dynner, O. Báez, D.H. Ospina
Assessment of the energy efficiency of a “cool roof” for passive cooling. Comparative study of a case of tropical climate and a case of Southern Spanish climate	2017	C.A.D. Torres, A.D. Delgado
On the usefulness of a cost-performance indicator curve at the strategic level for consideration of energy efficiency measures for building portfolios	2016	Christen, M., Adey, B.T., Wallbaum, H.
Estrategias (activas o pasivas)		
Economic benefits of LEED certification: A case study of the Centro Ático building [Beneficios económicos de la certificación LEED. Edificio Centro Ático: Caso de estudio]	2016	O. Angarita Ribero, D. Garzón, Y. Alvarado, I. Gasch
Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase	2019	D. Carvajal-Arango, S. Bahamón-Jaramillo, P. Aristizábal-Monsalve, A.

		Vásquez-Hernández, L.F.B Botero.
Green maintainability performance indicators for highly sustainable and maintainable buildings	2019	A.S. Asmone, S. Conejos, M.Y. Chew
Effect of degree of refining on flexural response of fibre cement boards reinforced with Guadua Angustifolia Kunth Bamboo	2019	L.A. Sánchez Echeverri, J.A. Medina Perilla, G. Quintana, J.H. Sánchez Toro, E. Ganjian
Investment valuation model for sustainable infrastructure systems: Mezzanine debt for water projects	2019	J. D. Gonzalez Ruiz, A. Arboleda, S. Botero, J. Rojo
Review of sustainability assessment approaches based on life cycles	2017	C. Wulf, J. Werker, C. Ball, P. Zapp, W. Kuckshinrichs
An evaluation of the impact of risk cost on risk allocation in public private partnership projects	2019	K. Almarri, S. Alzahrani, H. Boussabaine
A review of construction, infrastructure and built environment towards CPTeD	2019	Charu Nangia
Automated Green Building Rating System for Building Designs	2015	T.H. Nguyen, S.H. Torogi, F. Jacobs
A decade review of the credits obtained by LEED v2.2 certified green building projects	2016	P. Wu, C. Mao, J. Wang, Y. Song, X. Wang
Aprovechamiento de residuos		
Tobacco waste ash: a promising supplementary cementitious material	2018	P. Moreno, R. Fragozo, S. Vesga, M. Gonzalez, L. Hernandez, I.D. Gamboa, J. Delgado.
Use of BOF slag and blast furnace dust in asphalt concrete: An alternative for the construction of pavements [Uso de escoria BOF y polvo de alto horno en concretos asfálticos: Una alternativa para la construcción de pavimentos]	2018	A. López-Díaz, R. Ochoa-Díaz, G.E. Grimaldo-León

Productive chains of peace	2018	J. A. Rodríguez
Environmental architecture and local sustainable development from participatory intervention models in various municipalities of Caldas, Colombia [Arquitectura ambiental y desarrollo local sostenible a partir de modelos de intervención participativa, en varios municipios De Caldas, Colombia]	2017	Ó. G. Ocampo-Cuervo, M. Salazar-Henao, R. Álvarez-León
Recycling of agroindustrial solid wastes as additives in brick manufacturing for development of sustainable construction materials [Reciclaje de residuos sólidos agroindustriales como aditivos en la fabricación de ladrillos para el desarrollo sostenible de materiales de construcción]	2014	L. M. Luna-Cañas, C. A. Ríos-Reyes, L. A. Quintero-Ortíz
Urban material flow analysis: An approach for Bogotá, Colombia	2014	W. H. A. Piña, C.I.P. Martínez
Life cycle assessment of two dwellings: One in Spain, a developed country, and one in Colombia, a country under development	2010	O. Ortiz-Rodríguez, F. Castells, G. Sonnemann
Feasibility of using constructed treatment wetlands for municipal wastewater treatment in the Bogotá Savannah, Colombia	2009	M. E. Arias, M.T. Brown
Evaluation of asphalt binder blended with coconut coir dust and residual coconut fibers for structural applications [Evaluación de asfalto mezclado con polvo de corteza y fibras residuales de coco para aplicaciones estructurales]	2018	A. Loaiza, E. Garcia, H.A. Colorado
Tobacco waste ash: a promising supplementary cementitious material	2018	P. Moreno, R. Fragozo, S. Vesga, M. Gonzalez, L. Hernandez, I.D. Gamboa, J. Delgado.
Aprovechamiento de recursos		
Demolition and construction waste characterization for potential reuse identification [Caracterización de residuos de demolición y construcción para la identificación de su potencial de reúso]	2018	L.M. Chica Osorio, J.M. Beltrán Montoya

Infrastructures and society: from a literature review to a conceptual framework	2019	I. Josa, A. Aguado
Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase	2019	D. Carvajal-Arango, S. Bahamón-Jaramillo, P. Aristizábal-Monsalve, A. Vásquez-Hernández, L.F.B Botero.
Green maintainability performance indicators for highly sustainable and maintainable buildings	2019	A.S. Asmone, S. Conejos, M.Y. Chew
Investment valuation model for sustainable infrastructure systems: Mezzanine debt for water projects	2019	J. D. Gonzalez Ruiz, A. Arboleda, S. Botero, J. Rojo
Leed certification and the new standard of sustainable construction in Colombia	2017	A.P. Ospina, A.G Castaño, L.M. Restrepo.
Cellular concrete review: New trends for application in construction	2019	L. Chica, A. Alzate
Natural volcanic pozzolans as an available raw material for alkali-activated materials in the foreseeable future: A review	2018	R.A. Robayo Salazar, R. Mejía de Gutierrez
Fique as thermal insulation morphologic and thermal characterization of fique fibers	2019	G.F. García Sánchez, R.E. Guzmán Lopez, A.M. Restrepo Osorio, E.H. Arroyo
Managing infrastructure systems through changeability	2018	M. Sánchez Silva
Disponibilidad y uso eficiente del agua		
Distribution analysis of fiber into bamboo culms - A natural fiber for being used as reinforcement	2016	L.A. Sánchez Echeverri, J.A. Medina Perilla, M.E. Rodríguez García
Effect of the calcinations temperatures of phosphate washing waste on the structural and mechanical properties of geopolymetric mortar	2018	R. Dabebi, J.B. de Aguiar, A. Camoes, B. Samet, S. Baklouti

Leed certification and the new standard of sustainable construction in Colombia	2017	A.P. Ospina, A.G Castaño, L.M. Restrepo.
Toward sustainable urban equipment: Utilization of rainwater on the campus of the pontificia javeriana university in Bogota [Hacia equipamientos urbanos sostenibles: Aprovechamiento de aguas lluvias en el campus de la pontificia universidad javeriana en Bogotá]	2013	A. Torres, S. Méndez Fajardo, J.A. Lara-Borrero, J.L. Estupiñán Perdomo, H.O. Zapata García, O.M. Torres Murillo
Financial and environmental modelling of water hardness - Implications for utilising harvested rainwater in washing machines	2014	T. Morales Pinzón, R. Lurueña, X. Gabarrell, C.M. Gasol, J. Rieradevall
Green construction and urban planning in Colombia. A regard at the policy framework [Arquitectura y urbanismo sostenible en Colombia. Una mirada al marco reglamentario]	2018	L. Rodríguez Potes, K. Villadiago Bernal, S.E. Padilla Llano, H. Osorio Chávez
Effects of beach tourists on bathing water and sand quality at Puerto Velero, Colombia	2018	F. Torres Bejarano, L.C. González Márquez, B. Díaz Solano, A.C.Torregroza Espinosa, R. Cantero Rodelo
Measuring the sustainability of Latin American capital cities	2018	F. Coronado
Green roofs for comprehensive water management: Case study in Chapinero, Colombia	2019	O. Contreras Bejarano, P.A. Villegas González
Financial feasibility of end-user designed rainwater harvesting and greywater reuse systems for high water use households	2018	E. R. Oviedo Ocaña, I. Dominguez, S. Ward, M.L. Rivera Sanchez, J.M. Zaraza Peña

Con base en estos documentos se determinó el porcentaje de incidencia de los términos escogidos encontrando mayor representatividad para la disponibilidad y uso eficiente del agua (tabla 8).

Tabla 8. Relevancia de componentes estratégicos en construcción sostenible

Componentes estratégicos	Relevancia porcentual
Eficiencia energética	7,62
Estrategias (Activas o pasivas)	3,53
Residuos	23,96
Aprovechamiento de recursos	4,19
Disponibilidad y uso eficiente del agua	60,70

En la figura 12 se evidencia una mayor relevancia para el componente disponibilidad y uso eficiente del agua, seguido por aprovechamiento de residuos y eficiencia energética respectivamente. Los componentes Aprovechamiento de recursos y uso de estrategias activas y/o pasivas son importantes, pero tienen menor puntuación ya que al implementar en los procesos constructivos estos ítems inciden directamente en el consumo de agua y la eficiencia energética de las edificaciones.



Figura 12. Relevancia porcentual de los componentes estratégicos en escala logarítmica

Con relación al recurso agua, tanto ahorro como disponibilidad Coronado (2018), se enfoca en el suministro de agua potable ya que esto contribuye al desarrollo de las regiones y mejora el nivel de competitividad, Torres et al, 2013 se enfocan en el aprovechamiento de aguas lluvias en función de reducción de costos y disminución del impacto ambiental de su uso. Respecto a las certificaciones tanto LEED, BREEAM, DGNB Y CASA COLOMBIA, contemplan para este recurso implementación de accesorios de conservación de agua, tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua, recolección de aguas lluvias y reutilización (León-Arévalo, 2018).

En cuanto al aprovechamiento de los residuos los principales usos manifestados son para su incorporación en materiales para el desarrollo de cemento, concreto y ladrillos (Moreno et al; 2018, López, Ochoa & Grimaldo, 2018, Bernal et al; 2019, Rivera Torres, 2012)

4.2 Análisis de componentes desde la normatividad

La normatividad en Colombia aplicable a las construcciones sostenible tiene sus inicios en el 1974, con el decreto ley 2811 que se enfoca en protección al Medio Ambiente como una política integral ambiental, a través del tiempo se desarrollan leyes, reglamentaciones y políticas que definen cuales son los procesos que se deben seguir para realizar proyectos sostenibles y amigables con el medio ambiente, con conceptos como disposición de escombros, manejo de residuos, desarrollo urbano, ahorro y uso eficiente de agua entre otros (ver tabla 2). Sin embargo, solo hasta el año 2015 es reglamentada la construcción sostenible en Colombia con el decreto 1285 de 2015 el cual fue publicado el 12 de junio por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio “Por el cual se modifica el Decreto 1077 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector 65 Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones y la resolución 549 de 2015 que fue publicada el 10 de julio por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio “Por la cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7

de la parte 2, del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones.

Los principales aspectos mencionados en estos documentos se listan en las tablas 9 y 10.

Tabla 9. Componentes en Decreto 1285 de 2015

Componente	Aspectos a tener en cuenta
Agua y energía Relevancia en el documento 50:50	Porcentajes obligatorios de ahorro en agua y energía según clima y tipo de edificaciones.
	Sistema de aplicación gradual para el territorio de conformidad número de habitantes de los municipios.
	Procedimiento para la certificación de la aplicación de las medidas.
	Procedimiento y herramientas de seguimiento y control a la implementación de las medidas.
	Promoción de Incentivos a nivel local para la construcción sostenible

Tabla 10. Componentes en Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones.

Componente	Ítems que involucra
Energía - medidas pasivas	Iluminación
	Envolvente
	Ventilación
Energía medidas activas	Iluminación
	HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado)
	Medidas Activas
Agua	Conservación del agua
	Medidas de ahorro del agua
	Tratamiento de aguas residuales
	Recolección de aguas lluvias y reutilización
Buenas prácticas	Ventilación natural
	Sub-medición de electricidad y agua
	Parqueo de bicicletas
	Reducción en superficies impermeables

Entre las certificaciones más conocidas e implementadas a nivel mundial y en Colombia se encuentran: LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), BREEAM (Building

Research Establishment Environmental, Assessment Methodology), DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies), iiSBE (International Initiative for a Sustainable Built Environment), HQE (High Quality Environmental) CASA COLOMBIA (Casa Colombia Referencial) (León-Arevalo, 2018). En la tabla 11 se presentan los principales componentes a tener en cuenta con base estas certificaciones.

Tabla 11 Componentes estratégicos a partir de las normas de certificación internacional

Componentes	Criterios descritos
Energías pasivas (diseño)	Iluminación
	Envolvente
	ventilación
Energías activas	Iluminación
	Climatización artificial
	Luz del día y control de la luz
	Iluminación de energía eficiente
Agua	Accesorios de conservación de agua
	Tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua
	Recolección de aguas lluvias y reutilización
Sistemas de ventilación e iluminación	Ventilación natural
	Aprovechamiento de la luz del día
Residuos	Procesos de separación
Accesibilidad	Transporte sostenible
Control	Submedición de electricidad y agua

Fuente: Elaboración propia, adaptado de León-Arevalo, 2018

Cada sistema de certificación asigna una puntuación de acuerdo al enfoque y a las necesidades específicas de cada proyecto la tabla 12 presenta una relación porcentual de cada componente estratégico.

Tabla 12. Distribución porcentual por sistema de certificación

Componente estratégico	LEED	HQE	BREEAM	Referencial CASA Colombia
Proceso integrativo	2%	7%	11%	2%
Salud y Productividad	13%	50%	14%	18%
Energía	29%	7%	17%	23%
Transporte	15%	0%	7%	0%
Agua	8%	7%	5%	15%
Materiales	12%	7%	11%	11%
Residuos	2%	7%	7%	2%
Uso del Suelo y Ecología	12%	7%	9%	23%
Polución	0%	0%	9%	2%
Innovación	5%	7%	9%	0%
Prioridad Regional	4%	0%	0%	0%
Responsabilidad Social	0%	0%	0%	6%

Fuente: Elaboración propia, basada en reportes del CCCS, 2016

En la figura 13 se evidencian coincidencias en importancia de las certificaciones para los componentes energía, agua, materiales, residuos, uso del suelo y ecología, salud y productividad y residuos. La certificación HQE tiene una medida muy elevada respecto a las demás para el componente salud y productividad es a causa de su enfoque, ya que a diferencia de las otras certificaciones analizadas el individuo es el centro del proceso.

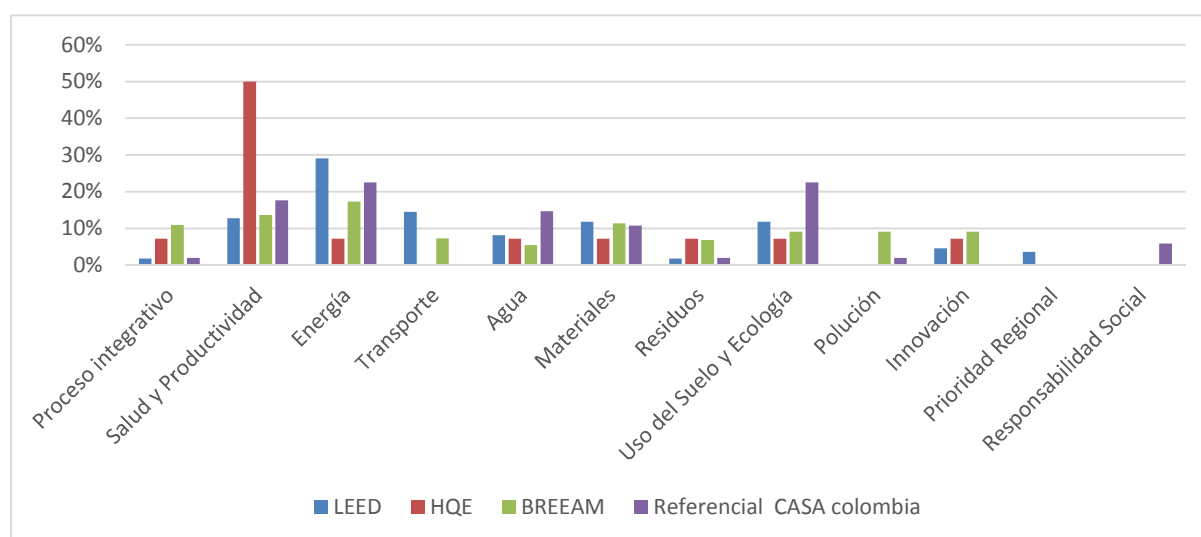


Figura 13. Relevancia de los componentes de acuerdo a las certificaciones

5. Conclusiones

- La información científica y normativa presenta coincidencias en la relevancia de los componentes, especialmente en aquellos relacionados con la energía, el agua, el aprovechamiento de los recursos o materiales y los residuos.
- En términos generales la eficiencia energética es la que mayor relevancia presenta, sin embargo, al contextualizar los términos y evaluar la incidencia para Colombia, es el uso eficiente del agua el más representativo.
- En el año 2017 se registró un mayor número de publicaciones para todas las ecuaciones de búsqueda analizadas, lo cual tiene mayor relevancia para Colombia ya que a partir del año 2015 se reglamentó la construcción sostenible en el país, generando mayor interés por parte del sector académico e industrial.
- Las Universidades destacadas en Colombia por generar documentos científicos asociados a la temática evaluada, fueron, La Universidad de los Andes, La universidad de Medellín y La Universidad Nacional de Colombia.
- De acuerdo a los datos cuantitativos la disponibilidad y el uso eficiente del agua es un componente esencial en las construcciones sostenibles con un 61% de relevancia, seguido del manejo y/o aprovechamiento de los residuos con 24%, eficiencia energética con 7.6 %, aprovechamiento de recursos 4.2% y por último el uso de estrategias activas o pasivas con 3.5%.
- Los valores de los componentes estratégicos planteados desde las certificaciones nacionales e internacionales, difieren en términos de importancia, esto debido a que cada proyecto tiene necesidades específicas y son las empresas quienes definen cual es el foco principal de su desarrollo.

- Mediante la implementación de componentes y estrategias de construcción sostenible en Colombia, se obtienen herramientas fundamentales de apoyo para las políticas de cambio climático, así como problemáticas ambientales, sociales y económicas del país.

Referencias

- Acevedo Agudelo, Harlem, & Vásquez Hernández, Alejandro, & Ramírez Cardona, Diego Alejandro (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *Gestión y Ambiente*. [fecha de Consulta 30 de Noviembre de 2019]. ISSN: 0124-177X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1694/169424101009>
- Acosta, D. (2009). Arquitectura y construcción sostenibles. *Revista de Arquitectura de La Universidad de Los Andes*, 14–24.
- Aksel, Fuentes, V. A. (2002)., 278. Recuperado de: http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/5605/Metodologia_diseno_bioclimatico_Fuentes_2002_MAB.pdf?sequence=1
- Havva, & Eren, Ö. (2015). Metodología del diseño bioclimaticos: El Análisis Climático, 2(3), 46–53. <https://doi.org/10.14621/tna.20150405>
- Almarri, K., Alzahrani, S., & Boussabaine, H. (2019). An evaluation of the impact of risk cost on risk allocation in public private partnership projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*.
- Ambientum. Diccionario de términos medioambientales. Recuperado de: <https://www.ambientum.com/diccionario-de-terminos-medioambientales-letra/m>
- Angarita Ribero, Ó., Garzón Pedraza, D., Alvarado Vargas, Y. A., & Gasch Molina, M. I. (2016). Beneficios económicos de la certificación LEED. Edificio Centro Ático: caso de estudio/Economic benefits of LEED certification: a case study of the Centro Ático building. *Revista Ingeniería de Construcción*, 31(2), 139-146.
- Ardanuy, J. (2012). Breve introducción a la bibliometría. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Arias, M. E., & Brown, M. T. (2009). Feasibility of using constructed treatment wetlands for

- municipal wastewater treatment in the Bogotá Savannah, Colombia. *Ecological Engineering*, 35(7), 1070-1078.
- Asmone, A. S., Conejos, S., & Chew, M. Y. (2019). Green maintainability performance indicators for highly sustainable and maintainable buildings. *Building and Environment*, 163, 106315.
- Bautista, J., & Loaiza, N. (2017). La Construcción Sostenible Aplicada a Las Viviendas De Interés Social En Colombia Semillero Competitividad Económica Ambiental Proyecto Curricular Administración Ambiental, 11(1), 86–110.
- Bernal, R. S., Castañeda, D. J. P., Velandia, K. D. G., & Verdugo, J. A. H. (2019). Análisis de mezclas de residuos sólidos orgánicos empleadas en la fabricación de ladrillos ecológicos no estructurales. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1), 23-44.
- CAMACOL. (2018). *Construyendo colombia 2018-2022*.
- Cardona, D., Becerra, J. y Rodríguez, D. (2017). Análisis bibliométrico sobre direccionamiento de los estudios en Riesgos Financieros. *Revista Espacios*, 38(59), 2
- Carvajal-Arango, D., Bahamón-Jaramillo, S., Aristizábal-Monsalve, P., Vásquez-Hernández, A., & Botero, L. F. B. (2019). Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase. *Journal of Cleaner Production*.
- Casas, P. (2013). *Análisis Y Recomendaciones Para Una Construcción Sustentable En Edificios En General*. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfic335a/doc/bmfic335a.pdf>
- CCCS. 2016. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. *Comparativo Sistemas de Certificación en Construcción Sostenible en Colombia*. En línea. Disponible en: <https://www.cccs.org.co/wp/haga-parte-del-cccs/comparativo-sistemas-de-certificacion->

en-construccion-sostenible-en-colombia/

- Chica, E., & Pérez, J. F. (2019). Development and performance evaluation of an improved biomass cookstove for isolated communities from developing countries. *Case Studies in Thermal Engineering*, 14, 100435.
- Chica, L., & Alzate, A. (2019). Cellular concrete review: New trends for application in construction. *Construction and Building Materials*, 200, 637-647.
- Chica-Osorio, L. M., & Beltrán-Montoya, J. M. (2018). Demolition and construction waste characterization for potential reuse identification. *Dyna*, 85(206), 338-347.
- Contreras-Bejarano, O., & Villegas-González, P. A. (2019). Techos verdes para la gestión integral del agua: caso de estudio Chapinero, Colombia/Green roofs for comprehensive water management: Case study in Chapinero, Colombia. *Tecnología y ciencias del agua*, 10(5), 282-318.
- Coronado, F. (2018). Measuring the sustainability of Latin American capital cities. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*.
- Dabbebi, R., de Aguiar, J. B., Camões, A., Samet, B., & Baklouti, S. (2018). Effect of the calcinations temperatures of phosphate washing waste on the structural and mechanical properties of geopolymeric mortar. *Construction and Building Materials*, 185, 489-498.
- Dodge Data & Analytics. (2018). Recuperado de: <https://www.businesswire.com/news/home/20191010005234/en/Dodge-Data-Analytics-Unveil-2020-Forecast-81st>
- Echeverri, L. A. S., Perilla, J. A. M., Quintana, G., Toro, J. H. S., & Ganjian, E. (2019). Effect of degree of refining on flexural response of fibre cement boards reinforced with *Guadua Angustifolia Kunth* Bamboo. *Sustainable Construction Materials and Technologies*, 2.

- Forero, Á. D. (2016). Construcción sostenible como ventaja competitiva en el mercado de la construcción empresarial en bogotá. *IOSR Journal of Economics and Finance*, 3(1), 56. <https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-b-000238666>
- Fuentes, V. A. (2002). Metodología del diseño bioclimatico: El Análisis Climático, 278. Recuperado de: http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/5605/Metodologia_diseno_bioclimatico_Fuentes_2002_MAB.pdf?sequence=1
- García Sánchez, G. F., Guzmán Lopez, R. E., Restrepo Osorio, A. M., & Arroyo, E. H. (2019). Fique as thermal insulation morphologic and thermal characterization of fique fibers. *Cogent Engineering*, 6(1), 1-11.
- García, A., Olivieri, F., Larrumbide, E., & Ávila, P. (2019). Thermal comfort assessment in naturally ventilated offices located in a cold tropical climate, Bogotá. *Building and Environment*, 158, 237-247.
- González, S., Sierra, J., Tarra, H., & Sanchez, G. (2017). Comparación financiera construcción tradicional y construcción sostenible 1, 1–73.
- Gonzalez-Ruiz, J. D., Arboleda, A., Botero, S., & Rojo, J. (2019). Investment valuation model for sustainable infrastructure systems: Mezzanine debt for water projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(5), 850-884.
- Gordillo, F., Hernández, N., & Ortega, J. (2010). Pautas para una construcción sostenible en Colombia. Recuperado de: http://unicolmayor.edu.co/recursos_user/portal/rec/arc_3963.pdf
- Gordillo, J. D. B., & Elizalde, N. F. L. (2018). Impactos de la construcción sostenible y tradicional a nivel ambiental. *Boletín Semillas Ambientales*, 12(1), 16-25. <https://cfo.asu.edu/energy-conservation>

- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, (2018), Ecuador. [En Línea]. Consultado: [28 de octubre de 2019]. Disponible en: http://www.iner.gob.ec/wpcontent/uploads/2014/12/EDIFICACIONES_DOSSIER.pdf
- Josa, I., & Aguado, A. (2019). Infrastructures and society: From a literature review to a conceptual framework. *Journal of Cleaner Production*, 117741.
- Joyrama, H. (2019). A critical evaluation on the factors impacting the adoption of eco-block as a green construction material: From a Mauritian perspective. *Journal of Building Engineering*, 100789.
- León Arévalo, K. Y. 2018. Análisis de los diferentes sistemas de certificación en construcción sostenible a nivel mundial y sus perspectivas de aplicación y cumplimiento en Colombia. p165
- Loaiza, A., Garcia, E., & Colorado, H. A. (2018). Evaluation of asphalt binder blended with coconut coir dust and residual coconut fibers for structural applications. *Revista de la Construcción. Journal of Construction*, 17(3), 542-554.
- López-Díaz, A., Ochoa-Díaz, R., & Grimaldo-León, G. E. (2018). Use of BOF slag and blast furnace dust in asphalt concrete: an alternative for the construction of pavements. *Dyna*, 85(206), 24-30.
- Luna-Cañas, L. M., Ríos-Reyes, C. A., & Quintero-Ortíz, L. A. (2014). Recycling of agroindustrial solid wastes as additives in brick manufacturing for development of sustainable construction materials. *Dyna*, 81(188), 34-41.
- M. d. vivienda, «Decreto 1285 de 2015,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.minvivienda.gov.co/Decretos%20Vivienda/1285%20-%202015.pdf>. [Último acceso: 2019].

- Mercante, I. T. (2007). Caracterización de residuos de la construcción. Aplicación de los índices de generación a la gestión ambiental.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2012). Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana. Artículo. Recuperado de: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/2054-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-88>
- Ministerio de minas, ciudad y territorio. (2015). Guía de construcción sostenible para el ahorro sostenible en Colombia de agua y energía en edificación.
- Ministerio De Vivienda, Ciudad Y Territorio. (2015c). Resolución 0549 de 2015. Recuperado de: <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesVivienda/0549%20-%202015.pdf>
- Morales-Pinzón, T., Lurueña, R., Gabarrell, X., Gasol, C. M., & Rieradevall, J. (2014). Financial and environmental modelling of water hardness—Implications for utilising harvested rainwater in washing machines. *Science of the Total Environment*, 470, 1257-1271.
- Moreno, P., Fragozo, R., Vesga, S., Gonzalez, M., Hernandez, L., Gamboa, I. D., & Delgado, J. (2018). Tobacco waste ash: a promising supplementary cementitious material. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 9(4), 499-504.
- Najjar, M., Figueiredo, K., Hammad, A. W., & Haddad, A. (2019). Integrated optimization with building information modeling and life cycle assessment for generating energy efficient buildings. *Applied Energy*, 250, 1366-1382.
- Nguyen, T. H., Toroghi, S. H., & Jacobs, F. (2015). Automated green building rating system for building designs. *Journal of Architectural Engineering*, 22(4), A4015001.
- Nieves, J. A., Aristizábal, A. J., Dyner, I., Báez, O., & Ospina, D. H. (2019). Energy demand and greenhouse gas emissions analysis in Colombia: A LEAP model application. *Energy*, 169,

380-397.

Ocampo-Cuervo, Ó. G., Salazar-Henao, M., & Álvarez-León, R. (2017). Arquitectura Ambiental Y Desarrollo Local Sostenible A Partir De Modelos De Intervención Participativa, En Varios Municipios De Caldas, COLOMBIA. *Revista Luna Azul*, (45), 150-170.

Ortiz-Rodríguez, O., Castells, F., & Sonnemann, G. (2010). Life cycle assessment of two dwellings: One in Spain, a developed country, and one in Colombia, a country under development. *Science of the total environment*, 408(12), 2435-2443.

Ospina, A. P., Castaño, A. G., & Restrepo, L. M. (2017). LEED certification and the new standard of sustainable construction in Colombia. *Int. J. Sustain. Build. Technol. Urban Dev*, 8, 125-134.

Oviedo-Ocaña, E. R., Dominguez, I., Ward, S., Rivera-Sanchez, M. L., & Zaraza-Peña, J. M. (2018). Financial feasibility of end-user designed rainwater harvesting and greywater reuse systems for high water use households. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(20), 19200-19216.

Padilla, S. E., & Osorio, H. (2018). Arquitectura y urbanismo sostenible en Colombia ., 28(3), 19–26.

Perez, M. (2017). *Arquitectura: Indicadores de sostenibilidad caso Ecuador* (October 2017).

Piderit, M. B., Vivanco, F., Van Moeseke, G., & Attia, S. (2019). Net Zero Buildings—A Framework for an Integrated Policy in Chile. *Sustainability*, 11(5), 1494.

Piña, W. H. A., & Martínez, C. I. P. (2014). Urban material flow analysis: An approach for Bogotá, Colombia. *Ecological indicators*, 42, 32-42.

Ramírez, A. (2002). La construcción sostenible. *Física y sociedad*, 13, 30-33.

Ramos, M. L. P. (2012). El reto de la eficiencia energética en el sector de la

construcción. *Economía industrial*, (385), 91-98.

Restrepo Arango, Cristina, & Urbizagástegui Alvarado, Rubén. (2017). Red de co-palabras en la bibliometría mexicana. *Investigación bibliotecológica*, 31(73), 17-45. <https://dx.doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2017.73.57845>

Rivera Torres, J. C. (2012). El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales. *Apuntes: Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural-Journal of Cultural Heritage Studies*, 25(2), 164-181.

Robayo-Salazar, R. A., & de Gutiérrez, R. M. (2018). Natural volcanic pozzolans as an available raw material for alkali-activated materials in the foreseeable future: A review. *Construction and Building Materials*, 189, 109-118.

Rodríguez, J. A. (2018). Productive Chains Of Peace. In *DS 93: Proceedings of the 20th International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE 2018)*, Dyson School of Engineering, Imperial College, London. 6th-7th September 2018 (pp. 350-357).

Rodríguez, L. M., Osorio, H., Villadiego, K. D. C., & Padilla, S. (2018a). Arquitectura y urbanismo sostenible en Colombia. Una mirada al marco reglamentario. *Bitácora Urbano Territorial*, 28(3), 19–26. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v28n3.52051>

Rodríguez, L. M., Osorio, H., Villadiego, K. D. C., & Padilla, S. (2018b). Arquitectura y urbanismo sostenible en Colombia. Una mirada al marco reglamentario. *Bitácora Urbano Territorial*, 28(3), 19–26. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v28n3.52051>

Rodríguez-Potes, L., Villadiego-Bernal, K., Padilla-Llano, S. E., & Osorio-Chávez, H. (2018). Green construction and urban planning in Colombia. A regard at the policy framework. *Bitácora Urbano Territorial*, 28(3), 19-26.

- Rubio-Bellido, C., Pérez-Fargallo, A., Pulido-Arcas, J. A., & Trebilcock, M. (2017, December). Application of adaptive comfort behaviors in Chilean social housing standards under the influence of climate change. In *Building Simulation* (Vol. 10, No. 6, pp. 933-947). Tsinghua University Press.
- Russell, J., Obermaier, M., Rebolledo, E., & Heffer, C. (2014). Adaptación y mitigación del cambio climático en zonas urbanas. Lima, Peru.
- Sanchez-Echeverri, L. A., Medina-Perilla, J. A., & Rodríguez-García, M. E. (2016). Distribution analysis of fiber into bamboo culms—a natural fiber for being used as reinforcement. In *International Conference On Sustainable Construction Materials And Technologies Scmt4*, 4th, Las Vegas.
- Sánchez-Silva, M. (2018). Managing Infrastructure Systems through Changeability. *Journal of Infrastructure Systems*, 25(1), 04018040.
- Susunaga, J. M. (2014). Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario, 1–55. Recuperado de: [http://repository.ucatolica.edu.co:8080/jspui/bitstream/10983/1727/1/Construcción sostenible%2c una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario.pdf](http://repository.ucatolica.edu.co:8080/jspui/bitstream/10983/1727/1/Construcción%20sostenible%2c%20una%20alternativa%20para%20la%20edificaci3n%20de%20viviendas%20de%20interes%20social%20y%20prioritario.pdf)
- Torres, A., Méndez-Fajardo, S., Lara-Borrero, J. A., Perdomo, J. L. E., García, H. O. Z., & Murillo, Ó. M. T. (2012). Hacia equipamientos urbanos sostenibles: aprovechamiento de aguas lluvias en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 5(9).
- Torres, C. A. D., & Delgado, A. D. (2017). Assessment of the Energy Efficiency of a “Cool Roof” for Passive Cooling. Comparative Study of a Case of Tropical Climate and a Case of Southern

- Spanish Climate. In Sustainable Development and Renovation in Architecture, Urbanism and Engineering (pp. 439-449). Springer, Cham.
- Torres-Bejarano, F., González-Márquez, L. C., Díaz-Solano, B., Torregroza-Espinosa, A. C., & Cantero-Rodelo, R. (2018). Effects of beach tourists on bathing water and sand quality at Puerto Velero, Colombia. *Environment, development and sustainability*, 20(1), 255-269.
- Unesco (22 de junio de 2013). «Qatar and Fiji get their first World Heritage sites as World Heritage Committee makes six additions to UNESCO List». Unesco.org (en inglés). Consultado el 22 de junio de 2014.
- Universidad de Sevilla. En línea. Consultado el 28.09.19. disponible en: http://smantenimiento.us.es/eficiencia_energetica/actuaciones_eficiencia_energetica_Universidad_Sevilla.php
- World Green Building Council. (2018). Nuevo Informe de Tendencias Globales Construcción Sostenible, 1-3.
- Wu, P., Mao, C., Wang, J., Song, Y., & Wang, X. (2016). A decade review of the credits obtained by LEED v2. 2 certified green building projects. *Building and Environment*, 102, 167-178.
- Wulf, C., Werker, J., Ball, C., Zapp, P., & Kuckshinrichs, W. (2019). Review of Sustainability Assessment Approaches Based on Life Cycles. *Sustainability*, 11(20), 5717.

Anexos

Ver Anexos en documento Adjunto.

Anexo A.

Fichas de lectura

Anexo B.

Resultados de análisis en VOS viewer para ecuación TITLE-ABS-KEY (sustainable AND construction)

Anexo C.

Análisis Cienciométrico global

Anexos

Anexo A. Fichas de lectura

Tabla 13. Ficha de Lectura Componente Eficiencia Energética

Componente: Eficiencia Energética (Energy Efficiency)				
Nombre de Documento	Año de publicación	Autor	Descripción general	Relevancia en el documento (N de veces que se mencionan en el contexto)
Análisis de viabilidad ambiental y de costos al implementar la certificación LEED: estudio de caso aplicado a un proyecto de Viviendas de Interés Social en Bogotá D.C	2018	M. Martínez 1*, D. Villalba*, R. Misle*, E. Rey*, H. Páez*	Este artículo presenta las alternativas del análisis de viabilidad ambiental, y sus costos asociados, para el desarrollo de un proyecto de construcción de vivienda de interés social (VIS) ubicado en Bogotá, Colombia, que incorpora los criterios sostenibles determinados por la certificación LEED. La metodología de investigación se soporta en un estudio de caso basado en análisis sobre los estándares dispuestos por la certificación LEED BD+C Homes para el Diseño y Construcción de Viviendas Multifamiliares de Altura Media. Se desarrolla un estudio propositivo mediante escenarios financieros, con el fin de evaluar si estas tecnologías en VIS son factibles desde la óptica de la inversión de los constructores en Colombia, considerando que a la fecha no se han implementado medidas sostenibles con base en esta certificación y en este tipo de proyectos en el país. Las conclusiones permiten distinguir en general barreras y oportunidades de las implicaciones de la inclusión de tecnologías y procedimientos sostenibles en viviendas para personas de bajos ingresos.	4

<p>Integrated optimization with building information modeling and life cycle assessment for generating energy efficient buildings</p>	<p>2019</p>	<p>M. Najjar, K. Figueiredo, A.W.A. Hammad, A.N. Haddad</p>	<p>El consumo de energía en los edificios es un tema muy importante en la construcción, donde la demanda operativa se considera uno de las más altas entre todos los demás sectores de la economía. Avanzar hacia edificios energéticamente eficientes es un factor clave para lograr la sostenibilidad. En este artículo se desarrolla un marco novedoso para integrar la optimización matemática, el modelado de información del edificio y la evaluación del ciclo de vida con el fin de mejorar la eficiencia energética operativa de los edificios resultantes de los diseños empleados, junto con la reducción de las dificultades asociadas a la construcción del edificio, en términos de costo de construcción. El marco acomoda varios parámetros, a través de la integración de la programación de optimización matemática, el modelado de información del edificio y la evaluación del ciclo de vida para mejorar el rendimiento del edificio, identificar diseños alternativos sostenibles y potenciar el proceso de toma de decisiones y la sostenibilidad en el sector de la construcción. A través del modelo de optimización desarrollado, se lleva a cabo el examen de varias alternativas para los componentes del edificio que conforman la revestimiento de un edificio residencial. La información obtenida de los resultados muestra que todos los componentes de las capas de revestimiento de los edificios influyen en el consumo de energía, particularmente en las paredes y ventanas exteriores. Los impactos en términos de intensidad de uso de energía anual podrían reducirse en aproximadamente un 45%, el uso y el costo de la energía en el ciclo de vida se podría optimizar en más de un 50%, y los impactos ambientales como la acidificación y el potencial de calentamiento global se pueden reducir en más de un 30% con el uso del marco propuesto. Este trabajo indica que se pueden lograr decisiones de construcción sostenibles mediante la optimización de la selección de materiales y la evaluación del impacto ambiental a través del modelado de información de construcción y la evaluación del ciclo de vida.</p>	<p>21</p>
---	-------------	---	---	-----------

<p>A critical evaluation on the factors impacting the adoption of ecoblock as a green construction material: From a Mauritian perspective</p>	<p>2019</p>	<p>H. Joyrama</p>	<p>Durante casi 50 años, los bloques celulares fueron las unidades exclusivas de mampostería de hormigón en la industria de la construcción de la República de Mauricio. Este bloque en particular se utiliza en proyectos de construcción de edificios por su gran resistencia estructural y durabilidad. No obstante, con los obstáculos de la crisis energética y la huella de carbono en todo el mundo, las partes interesadas están optando cada vez más por material ecológico para disminuir el consumo de energía. En este aspecto, existe un impulso propulsor para que Mauricio avance hacia un material de construcción sostenible y viable para un futuro prospectivo más saludable. Desde principios de 2015, se introdujo en la isla un bloque de hormigón sólido con un núcleo de poliestireno incrustado, con aislamiento térmico y acústico: el ecobloque. Sin embargo, el uso del ecobloque todavía está rezagado en Mauricio debido a la falta de conocimiento del producto. Este documento proporciona una evaluación crítica sobre las preferencias para la adopción del ecobloque como material de construcción "verde" en edificios.</p>	<p>2</p>
<p>Net zero buildings-A framework for an integrated policy in Chile</p>	<p>2019</p>	<p>MB. Piderit, F. Vivanco, G. Van Moeseke, S. Attia</p>	<p>El potencial de mitigación de las emisiones de dióxido de carbono en el sector de la construcción se puede lograr a través de políticas energéticas, objetivos progresivos y sistemas de apoyo para lograr construcciones sostenibles que garanticen la reducción de las emisiones. Net-Zero Energy Buildings (NZEB) es un concepto que permite avanzar hacia la neutralización de las emisiones de carbono de los edificios. Esto ha sido demostrado por distintos países industrializados que han establecido objetivos y desafíos para acercarse progresivamente a un equilibrio de neutralidad energética de los edificios. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es definir un marco para un nuevo estándar con el fin de llegar a una construcción NZEB en Chile. En primer lugar, se realizó una revisión exhaustiva de las políticas energéticas, las definiciones de NZEB y los componentes de un sistema NZEB. En segundo lugar, se organizaron discusiones de grupos focales con profesionales locales e internacionales del sector de la construcción para definir una visión, oportunidades y medidas potenciales con un enfoque político-legal, con el objetivo de implementar y desarrollar tecnologías locales para edificios NZEB en Chile. El estudio muestra la necesidad de avanzar en las políticas públicas para lograr una política integral que favorezca la implementación de edificios que apliquen el concepto de energía neutral. Finalmente, el documento presenta un marco estándar NZEB, que incluye indicadores clave de rendimiento y umbrales métricos de rendimiento sugeridos.</p>	<p>22</p>

<p>Application of adaptive comfort behaviors in Chilean social housing standards under the influence of climate change</p>	<p>2017</p>	<p>C. Rubio-Bellido, A. Pérez-Fargallo, J.A. Pulido-Arcas, M. Trebilcock</p>	<p>Actualmente, los indicadores de rendimiento energético de los edificios están asociados con el consumo de la fuente de energía primaria, las emisiones de CO₂ o la distribución neta de energía, que en conjunto establecen la eficiencia energética del edificio. La evaluación se basa frecuentemente en temperaturas de consigna y horas de operación. Sin embargo, estos parámetros fijos no son adecuados para la simulación de viviendas sociales, ya que su rendimiento tiende a funcionar libremente, excluyendo condiciones extremadamente frías o cálidas. Por lo tanto, una evaluación más exitosa de la eficiencia de estos edificios es la capacidad de los usuarios para vivir dentro de rangos de confort adaptativos sin sistemas de aire acondicionado. El objetivo de esta investigación es analizar los nuevos estándares chilenos para una vivienda social sostenible en el contexto del cambio climático utilizando el enfoque de confort adaptativo abordado en la norma EN 15251: 2007. Usando el software de simulación EnergyPlus, se analizan 16 series de parámetros para las condiciones actuales y se validan contra mediciones in situ. Al mismo tiempo, se ha tenido en cuenta también una predicción del clima en 2050. El estudio de caso es el modelo de vivienda de bajo costo más extendido. Este estudio demuestra que el período de tiempo dentro de las condiciones de confort térmico varía sustancialmente si el análisis se realiza utilizando el estándar de confort adaptativo o el Código de Construcción Sostenible (CCS) para viviendas chilenas. Considerando el cambio climático, el porcentaje de tiempo fluctúa de -19.00% a 24.30%. Se concluye que el modelo de confort adaptativo tiene una mayor capacidad de evaluar positivamente las temperaturas interiores para las viviendas sociales en el centro-sur de Chile. Esta investigación también establece que es posible proporcionar hogares donde se mejoren los estándares dentro de las condiciones de confort sin utilizar medios artificiales, el 99.67% del tiempo actualmente y el 88.89% en el futuro.</p>	<p>6</p>
--	-------------	--	--	----------

Development and performance evaluation of an improved biomass cookstove for isolated communities from developing countries	2019	E. Chica, J.F. Pérez	<p>En Colombia, alrededor de 1.6 millones de familias cocinan sus comidas con biomasa usando estufas de fuego de 3 piedras cuya eficiencia está entre 8 y 12%. En este trabajo, se diseña y desarrolla una estufa de biomasa mejorada (IBCS) que funciona bajo regímenes de combustión, alcanzando un objetivo de eficiencia del 20%. El IBCS tiene una cámara de combustión tipo cohete con faldones alrededor de las ollas para mejorar la transferencia de calor desde la corriente de gas a las ollas, aumentando la eficiencia. El IBCS está construido con láminas de acero y secciones de acero estructural, lo que resulta en un bajo peso y portabilidad. Estas características hicieron que el IBCS se transportara fácilmente a las regiones aisladas. El rendimiento energético del IBCS bajo el protocolo de prueba de ebullición del agua alcanzó una eficiencia promedio, tiempo de ebullición, consumo de combustible específico y una tasa de consumo de energía específica de 20.9%, 31.6min, 122.57g / L y 64.54 kJ / L-min, respectivamente . Debe destacarse que al comparar el IBCS desarrollado y la estufa de fuego de 3 piedras, el primero ahorra ~8.0 toneladas de CO₂ / familia / año. Además, el menor consumo de combustible del IBCS fabricado permite disminuir el costo de la energía útil de 5.37 cUSD / kW-h a 3.11 cUSD / kW-h. Por lo tanto, el IBCS podría clasificarse como una estufa de biomasa mejorada para poblaciones aisladas.</p>	1
--	------	-------------------------	---	---

<p>Thermal comfort assessment in naturally ventilated offices located in a cold tropical climate, Bogotá</p>	<p>2019</p>	<p>A. García, F. Olivieri, E. Larrumbide, P. Ávila</p>	<p>El confort térmico ha sido objeto de estudio y preocupación durante más de un siglo. Como resultado, se han llevado a cabo avances significativos que han llevado al establecimiento de normas y directrices para entornos térmicos dentro de los edificios. Estos tienen mecanismos definidos para su evaluación y medición; sin embargo, se han desarrollado para áreas específicas, entre las cuales no se encuentran las zonas climáticas tropicales frías y húmedas. En ausencia de regulaciones de confort térmico en estas áreas, actualmente se aplican varios estándares de confort que podrían ignorar las condiciones locales. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue abordar el confort térmico en zonas tropicales frías y húmedas, a través del estudio de oficinas con ventilación natural ubicadas en la ciudad de Bogotá, Colombia. Ocho oficinas ubicadas en diferentes áreas de la ciudad fueron analizadas durante aproximadamente tres meses, encuestando a 72 personas y realizando 790 encuestas. Los resultados de esta investigación mostraron que para una aceptación térmica del 96.58%, y según el método de Griffiths, la temperatura operativa de confort para las oficinas analizadas es de 23.47 ° C. Esto difiere de los modelos estáticos y / o adaptativos, como los recomendados por ASHRAE, que establecen rangos más bajos. La aplicación de estos modelos podría ayudar a aumentar el consumo de energía, en una ciudad donde los niveles adecuados de confort térmico podrían obtenerse principalmente a través de la ventilación natural.</p>	<p>1</p>
--	-------------	--	--	----------

Energy demand and greenhouse gas emissions analysis in Colombia: A LEAP model application	2019	J.A. Nieves, A.J. Aristizábal, I. Dyner, O. Báez, D.H. Ospina	Colombia representa a ese grupo de países en desarrollo que enfrenta nuevos desafíos en la demanda de energía debido a fenómenos climáticos, cambios tecnológicos y el uso creciente de energía renovable. Este artículo presenta un trabajo de investigación conjunto entre la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y la Universidad Jorge Tadeo Lozano de Bogotá para analizar la demanda energética y las emisiones de gases de efecto invernadero producidas en Colombia. El estudio se realizó utilizando el software del Sistema de Planificación de Alternativas Energéticas de Largo Alcance (LEAP), mediante la construcción de un modelo basado en el año 2015 y con dos escenarios futuros (positivo y negativo). El modelo LEAP se extrapola hasta los años 2030 y 2050 para obtener las predicciones futuras de los sectores económicos del país: sector terciario, sector industrial, sector de la vivienda y sector del transporte. El escenario negativo se caracteriza por un bajo crecimiento económico y pocos incentivos para el cambio tecnológico, lo que se traduce en un bajo crecimiento en la eficiencia energética, así como una baja sustitución de energía a base de petróleo. Por el contrario, en el escenario positivo, el crecimiento económico de los sectores es mayor y la sustitución tecnológica se acelera, lo que permite mayores niveles de eficiencia en el uso final de la energía y una mayor migración hacia tecnologías más limpias.	8
---	------	---	---	---

<p>Assessment of the energy efficiency of a “cool roof” for passive cooling. Comparative study of a case of tropical climate and a case of Southern Spanish climate</p>	<p>2017</p>	<p>C.A.D. Torres, A.D. Delgado</p>	<p>El objetivo de este estudio es analizar la eficiencia energética resultante del uso de un tipo de techo frío (Cool Roof) en condiciones climáticas que operan en el sur de España y el norte de Colombia durante todo el año mediante el uso de datos meteorológicos mensuales típicos. Específicamente, los comportamientos termodinámicos de un techo fresco y un techo estándar se comparan en dos marcos climáticos y geográficos que podrían sugerir el uso de este tipo de techos: el clima mediterráneo en el sur de España y el clima tropical ecuatorial en el norte de Colombia. Cool Roofs es una tecnología asequible porque los materiales utilizados son simples y fácilmente disponibles, como pinturas, tejas y membranas, y proporcionan una gran tasa de rendimiento, ya que su uso puede reducir significativamente los costos de energía de enfriamiento durante el periodo de verano en áreas del sur de Europa o incluso durante todo el año en zonas climáticas tropicales. A partir del análisis de rendimiento energético realizado para los techos considerados, es decir, el techo fresco y un techo con una capa externa de tejas cerámicas, concluimos que en el caso del sur de España los ahorros de energía logrados durante la temporada de calor se compensan con un aumento de la carga de calefacción en la temporada de frío, aunque el balance energético global es favorable para Cool Roof. En el caso del clima ecuatorial considerado, el balance energético global es claramente favorable para el Cool Roof, ya que logra una reducción sustancial en el consumo de energía en comparación con el techo de tejas cerámicas estándar.</p>	<p>2</p>
---	-------------	------------------------------------	---	----------

Tabla 14. Ficha de Lectura Componente Estrategias.

Componente : Estrategias Activas y pasiva (Passive and active strategies)				
Nombre de Documento	Año de publicación	Autor	Descripción general	Relevancia en el documento (N de veces que se mencionan en el texto)
Economic benefits of LEED certification: A case study of the Centro Ático building [Beneficios económicos de la certificación LEED. Edificio Centro Ático: Caso de estudio]	2016	O. Angarita Ribero, D. Garzón, Y. Alvarado, I. Gasch	En este artículo se estudian los beneficios económicos de la aplicación del programa de certificación de construcciones sostenibles LEED, en el Edificio Centro Ático situado en Bogotá - Colombia. Inicialmente, se determinan los consumos de agua y energía eléctrica, y los costos de construcción y operación del edificio bajo su diseño original (construido sin tener en cuenta los parámetros establecidos por LEED). Seguido a esto se plantean estrategias para lograr que el edificio Centro Ático alcance la certificación LEED GOLD New Construction V3 2009 y se calculan los incrementos económicos asociados a éstas. Así mismo, se calculan los nuevos consumos de agua y energía eléctrica bajo la aplicación de dichas estrategias (diseño modificado) y sus correspondientes costos de operación. Finalmente, se determinan los indicadores de bondad económica de la inversión mediante un análisis de flujo de caja.	11

Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase	2019	D. Carvajal-Arango, S. Bahamón-Jaramillo, P. Aristizábal-Monsalve, A. Vásquez-Hernández, L.F.B Botero.	Los académicos y profesionales en el campo de la arquitectura, la ingeniería y la construcción (AEC) han expresado un creciente interés en la sostenibilidad y su aplicación en el desarrollo de proyectos de construcción, especialmente con su relación estimada con la construcción limpia (Lean Construction), con el fin de mejorar la eficiencia en los procesos de la construcción. Las prácticas enmarcadas bajo la filosofía "Lean" muestran su potencial para reducir los impactos ambientales, económicos y sociales durante la fase de construcción, con un aumento en los parámetros de sostenibilidad en el desarrollo de proyectos. Este artículo es una revisión de la literatura existente, en un esfuerzo por establecer las relaciones y sinergias entre las filosofías de construcciones limpias y sostenibles, y para determinar cómo las prácticas de construcción "Lean" contribuyen a cada dimensión de sostenibilidad (es decir, ambiental, económica, social) durante la fase de construcción de un proyecto. Se presenta una matriz para mostrar los efectos positivos generados por las prácticas "Lean" en las tres dimensiones. Además, este estudio identifica las prácticas de construcción "Lean" que se mencionan más comúnmente en la literatura y aquellas que aportan más beneficios económicos, sociales y ambientales. Los análisis y hallazgos de esta revisión de la literatura ofrecen un punto de partida para futuras investigaciones que integren la construcción limpia y sostenible durante la fase de construcción.	10
Green maintainability performance indicators for highly sustainable and maintainable buildings	2019	A.S. Asmone, S. Conejos, M.Y. Chew	El concepto de mantenimiento ecológico proporciona al sector de la construcción una oportunidad emocionante para transformarse con edificios altamente sostenibles y duraderos. Se extiende a lo largo del proceso de entrega del proyecto de construcción y abarca diferentes sistemas de construcción. Este documento tiene como objetivo proponer un conjunto de indicadores críticos de rendimiento para medir la sostenibilidad ecológica en proyectos de construcción, Esto con el fin de minimizar los impactos ambientales adversos y al mismo tiempo maximizar el funcionamiento, la seguridad, la eficiencia energética y el desempeño financiero de la instalación. Para superar los desafíos de la deficiencia de datos, se utilizó en este estudio un enfoque de investigación cualitativa, consistente en una revisión sistemática de la literatura y entrevistas a expertos. El conjunto identificado de indicadores de mantenimiento ecológico se valida con un estudio de caso piloto de un proyecto de construcción ejemplar con niveles altamente deseables de mantenimiento ecológico. Los indicadores críticos identificados son cruciales en el desarrollo de un sistema de evaluación de mantenimiento ecológico. Este estudio es un intento significativo de promover la sostenibilidad ecológica entre los profesionales de la construcción para avanzar en la sostenibilidad del ciclo de vida de los entornos construidos buscando mejorar los procesos de diseño de instalaciones con herramientas adecuadas.	14

Effect of degree of refining on flexural response of fibre cement boards reinforced with Guadua Angustifolia Kunth Bamboo	2019	L.A. Sánchez Echeverri, J.A. Medina Perilla, G. Quintana, J.H. Sánchez Toro, E. Ganjian	En esta investigación, las fibras alcalinas pretratadas de Guadua Angustifolia se refinaron en un refinador de molino PFI a diferentes velocidades (1500, 4500, 7000 y 10000 revoluciones) y se usaron como refuerzo en tableros compuestos de cemento CCB. Para determinar los cambios físicos después del refinado, se evaluaron el valor de retención de agua (WRV), la longitud de la fibra y las imágenes SEM. Además, los índices cristalinos se calcularon por el método Segal a partir de espectros XRD. Con el objetivo de evaluar el efecto del grado de refinamiento en la respuesta mecánica de CCB, se evaluó su resistencia a la flexión después de 7 y 28 días de curado. Los resultados muestran un aumento de WRV hasta 4500 revoluciones de refinamiento, seguido de una disminución una vez que este punto de refinamiento se supera. Asimismo, la resistencia a la flexión de los compuestos muestra un comportamiento similar al WRV, exhibiendo un valor óptimo entre 4500 y 7000 revoluciones de refinamiento,	2
Investment valuation model for sustainable infrastructure systems: Mezzanine debt for water projects	2019	J. D. Gonzalez Ruiz, A. Arboleda, S. Botero, J. Rojo	El propósito de este documento es desarrollar un modelo de valoración de la inversión utilizando el mecanismo de deuda intermedia basado en Bonos Azules que aluden explícitamente a las asociaciones público-privadas (P3s) y la financiación de proyectos (PF). Además, este estudio propone la teoría del valor financiero capturado (FCV) para medir la cantidad de valor financiero que los prestamistas pueden obtener al convertirse en patrocinadores a través del financiamiento de sistemas de infraestructura sostenible (SIS).	5
Review of sustainability assessment approaches based on life cycles	2017	C. Wulf, J. Werker, C. Ball, P. Zapp, W. Kuckshinrichs	Se han desarrollado muchos enfoques diferentes para cuantificar y evaluar la sostenibilidad. Aquí se realiza una revisión sobre la evaluación de la sostenibilidad basada en el Pensamiento del ciclo de vida, que en su mayoría significa Evaluación del Ciclo de Vida Sostenible (Life Cycle Sustainability Assessment - LCSA). Hasta finales de 2018, se pueden encontrar 258 publicaciones, de las cuales 146 incluyen un estudio de caso. El mayor número de publicaciones apareció entre 2016 y 2018 y, en comparación con los años anteriores a 2016, el número de autores ha aumentado. Sin embargo, en los últimos años, la atención se ha centrado más en los estudios de casos que en los aspectos metodológicos de LCSA. Los enfoques holísticos presentados para LCSA son demasiado amplios o demasiado estrechos para la orientación científica. Por lo tanto, muchas preguntas sobre LCSA aún están abiertas, por ejemplo, sobre la definición de dimensiones de sostenibilidad y el deseo o la necesidad de un análisis de decisión de criterios múltiples. Un problema subyacente es la falta de discusión sobre los conceptos de sostenibilidad. El impulso en la comunidad para realizar estudios de caso para LCSA también debe usarse para desarrollar más principios rectores.	4

An evaluation of the impact of risk cost on risk allocation in public private partnership projects	2019	K. Almarri, S. Alzahrani, H. Boussabaine	Un aspecto único de las asociaciones público-privadas es la oportunidad de transferir la propiedad del riesgo al sector privado. El propósito de este documento es investigar cómo el costo del riesgo influye en la asignación del riesgo.	2
Automated Green Building Rating System for Building Designs	2015	T.H. Nguyen, S.H. Torogi, F. Jacobs	Como la sostenibilidad de los proyectos de construcción se ha convertido en una gran preocupación para los profesionales de la construcción, se han desarrollado varios sistemas diferentes de clasificación de edificios ecológicos para ayudar a garantizar que los proyectos de construcción se diseñen y construyan utilizando estrategias destinadas a minimizar o eliminar sus impactos en el medio ambiente. En los Estados Unidos, aunque el sistema de calificación de edificios ecológicos de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED) ha sido ampliamente aceptado como el estándar nacional para el diseño sostenible de edificios, su evaluación de edificios ecológicos es desafiante y requiere mucho tiempo debido a su complicado proceso. Tal proceso de calificación de edificios ecológicos podría acelerarse y facilitarse mediante el uso de tecnología informática como el modelado de información de edificios (BIM), un enfoque innovador y nuevo para el diseño de edificios, la ingeniería y la gestión de la construcción que se ha utilizado ampliamente en la arquitectura, la ingeniería y industria de construcción. Para habilitar la calificación de edificio verde para un diseño de edificio en aplicaciones BIM, la información del edificio debe estar representada de tal manera que el conocimiento contenido en los criterios de edificio verde LEED se pueda extraer del modelo BIM para respaldar la evaluación. En este documento, se presentará un marco de conocimiento de construcción que representa los criterios de construcción ecológica LEED. El marco propuesto se implementó en una plataforma BIM para obtener una herramienta automatizada para la calificación de un diseño de edificio verde. Se discutirá el desarrollo del sistema automatizado de calificación de edificios ecológicos y los resultados de su implementación.	1

<p>A decade review of the credits obtained by LEED v2.2 certified green building projects</p>	<p>2016</p>	<p>P. Wu, C. Mao, J. Wang, Y. Song, X. Wang</p>	<p>El Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED) es considerado como uno de los sistemas de calificación de edificios ecológicos más exitosos. Una de sus versiones más exitosas, LEED v2.2, se lanzó en 2005 y ha acreditado más de 5000 proyectos a nivel mundial. Este artículo revisa el uso de LEED v2.2 e investiga el patrón de asignación de puntos LEED analizando críticamente una base de datos de todos los proyectos certificados LEED v2.2 hasta su fecha de caducidad de certificación. Los resultados muestran que los puntos relacionados con la innovación son los más fáciles de obtener, mientras que los puntos relacionados con la energía y los materiales son los más difíciles de obtener. Varias regiones, en todo el mundo o en los EE. UU., funcionan de manera diferente en ciertos créditos LEED v2.2, especialmente en créditos espacialmente específicos, como la reurbanización de brownfield y la energía verde. Los patrones de logros crediticios variados también se identifican en niveles anuales, de certificación cruzada y de sección transversal. El estudio ofrece una referencia útil para que los desarrolladores de proyectos comprendan los sistemas de calificación LEED y para que los organismos reguladores mejoren el sistema de calificación.</p>	<p>4</p>
---	-------------	---	---	----------

Tabla 15. Ficha de Lectura Componente Aprovechamiento de Residuos

Componente estratégico: Aprovechamiento de residuos (Waste management)				
Nombre de Documento	Año de publicación	Autor	Descripción general	Relevancia en el documento (N de veces que se mencionan en el documento dentro de un contexto)
Tobacco waste ash: a promising supplementary cementitious material	2018	P. Moreno, R. Fragozo, S. Vesga, M. Gonzalez, L. Hernandez, I.D. Gamboa, J. Delgado.	Según la Asociación Europea de Cemento, CEMBUREAU, en 2015, la producción mundial de cemento fue de 4.600 millones de toneladas. La producción tradicional de cemento emite aproximadamente 1 tonelada de CO ₂ por tonelada de cemento, lo que representa casi el 80% de las emisiones totales de CO ₂ del concreto y aproximadamente el 6% de las emisiones mundiales. Entre los materiales cementosos suplementarios, el uso de cenizas de residuos agrícolas surge debido a su reducción de emisiones de CO ₂ , difusión de cloruros y costo de materiales, además de su mayor resistencia a la compresión. En Colombia, la eliminación de desechos agrícolas, como los desechos de tabaco, es una preocupación ambiental y económica. En este estudio, la ceniza obtenida de los desechos de tabaco (TWA) se estudió como un reemplazo parcial sostenible del cemento en el concreto hidráulico. El TWA se redujo a un tamaño de partícula de menos de 75 µm y se caracterizó por fluorescencia de rayos X. Se usó un diseño compuesto central para estudiar la influencia del porcentaje de reemplazo de cenizas del cemento y la relación agua / aglutinante (p / p) en la resistencia a la compresión a los 28 días. Los resultados muestran que es posible reemplazar el 10% del cemento con TWA usando una relación de 0.5 w / b y obtener una resistencia a la compresión 51% mayor que la mezcla de control a los 28 días. Además, los resultados experimentales demostraron una mejora del 86% en la resistencia a la compresión de 7 días cuando se utilizó TWA.	40

<p>Use of BOF slag and blast furnace dust in asphalt concrete: An alternative for the construction of pavements [Uso de escoria BOF y polvo de alto horno en concretos asfálticos: Una alternativa para la construcción de pavimentos]</p>	<p>2018</p>	<p>A. López-Díaz, R. Ochoa-Díaz, G.E. Grimaldo-León</p>	<p>El auge de la construcción de grandes obras de ingeniería ha impulsado la demanda por acero, lo que ha generado un incremento en la producción de residuos siderúrgicos, una situación que causa problemas ambientales debido a la acumulación y no disposición adecuada de estos subproductos. El uso de residuos industriales en diferentes procesos debe estar enfocado hacia el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente. Este trabajo se desarrolló con el objetivo de ratificar el uso de la escoria de horno al oxígeno (BOF) como agregado grueso y estudiar la alternativa del uso de polvo de alto horno (BFD) como agregado fino; para fabricar mezclas asfálticas en caliente para pavimentos como una alternativa para mitigar los problemas ambientales derivados de la acumulación de residuos siderúrgicos y de la explotación de materiales no renovables, como la grava y la arena. Para lograr el objetivo, se analizaron tres tipos de mezclas asfálticas, una mezcla con materiales convencionales (control) y dos mezclas sustituyendo parcial y totalmente el agregado grueso por BOF y el agregado fino por polvo de AH. El diseño de las mezclas se realizó con la metodología Ramcodes, la cual se basa en el principio del polígono de vacíos. Se realizaron ensayos para evaluar las características físicas y la susceptibilidad al agua y deformación plástica de cada tipo de mezcla. Los resultados de este estudio confirman el uso de BOF e indican que es factible el uso de BFD como agregado fino para reemplazar parcialmente los agregados convencionales en la pavimentación de carreteras.</p>	<p>10</p>
--	-------------	---	--	-----------

Productive chains of peace	2018	J. A. Rodríguez	<p>Este proyecto fue desarrollado por ASOMENORES, una fundación social que tiene como objetivo la resocialización de delincuentes juveniles en el Departamento de Bolívar en Colombia, en asociación con el Programa de Diseño Industrial de la Universidad Jorge Tadeo Lozano en Bogotá, y otras partes interesadas de la región de Bolívar. El objetivo principal de este proyecto era contribuir en la reinserción social y económica de los jóvenes transgresores de la ley mediante el desarrollo de habilidades laborales y sociales y, por lo tanto, ayudarlos a mejorar su calidad de vida y sustento. La estrategia consistió en un diseño participativo y la implementación del proyecto denominado " Diseño popular, cadenas productivas y construcción de la paz " en los municipios de Cartagena y Turbaco (Bolívar, Colombia). El proyecto preveía no solo enseñar a estos reclusos menores cómo construir artesanías, sino que también incluía la construcción de cadenas productivas sostenibles que proporcionaran un gran valor a su trabajo artesanal. Esta estrategia de NEOCrafts (movimiento de renovación de artesanías) incluía la trascendencia de los productos hechos a mano, su responsabilidad ambiental, el uso de materiales naturales y la gestión de residuos. Por lo tanto, el valor fundamental de la artesanía radica en su tradición cultural y ancestral que le da singularidad al producto, separándolo del consumo masivo y global de productos de marca. Para ASOMENORES, y para este proyecto específico, la rehabilitación social y la reinserción en la sociedad dependen de varios factores: uno de ellos es la rehabilitación psicológica proporcionada por el penal; Otro factor, la intervención fue originada por este proyecto a través de la construcción de cadenas productivas. La estrategia se centró en determinar la evaluación de las habilidades de cada participante. Desde ese punto de partida, el resultado fue el desarrollo de ventajas individuales, técnicas y competitivas. Estas ventajas enfatizaron sobre su cultura, tradiciones y perspectivas, donde se planeó crear e innovar con conciencia sistémica, valor agregado inclusivo y participativo.</p>	1
----------------------------	------	-----------------	--	---

<p>Environmental architecture and local sustainable development from participatory intervention models in various municipalities of Caldas, Colombia [Arquitectura ambiental y desarrollo local sostenible a partir de modelos de intervención participativa, en varios municipios De Caldas, Colombia]</p>	2017	<p>Ó. G. Ocampo-Cuervo, M. Salazar-Henao, R. Álvarez-León</p>	<p>Con base en trabajos de carácter cualitativo y con enfoque de investigación acción participación IAP, se diseñó y se pusieron en funcionamiento varias obras arquitectónicas en Manizales, Marquetalia, Pácora, Pensilvania, Samaná y Chinchiná (Caldas), no solo de beneficio urbanístico, sino ambiental y social. Se logró que las comunidades se involucraran y participaran de manera integral a través de sus familias, lo cual garantizó la pertenencia y el cuidado posterior, logrando a su vez, muy buenas relaciones entre ellos y las diferentes entidades que apoyaron el proyecto.</p>	8
<p>Recycling of agroindustrial solid wastes as additives in brick manufacturing for development of sustainable construction materials [Reciclaje de residuos sólidos agroindustriales como aditivos en la fabricación de ladrillos para el desarrollo sostenible de materiales de construcción]</p>	2014	<p>L. M. Luna-Cañas, C. A. Ríos-Reyes, L. A. Quintero-Ortiz</p>	<p>La acumulación de residuos sólidos agroindustriales no administrados especialmente en los países en vías de desarrollo ha dado lugar a una creciente preocupación ambiental. El reciclaje de tales residuos como un material de construcción sostenible parece ser una solución viable no sólo al problema de la contaminación, sino también una opción económica para diseñar edificios verdes. El presente trabajo estudia la aplicación de varios residuos agroindustriales en la fabricación de ladrillos, que incluyen cáscara de cacao, aserrín, cáscara de arroz y caña de azúcar. En primer lugar, se determinó la composición mineralógica y química de los residuos y del suelo arcilloso. A continuación, los ladrillos se fabricaron con diferentes cantidades de residuos (5%, 10% y 20%). El efecto de la adición de estos residuos en el comportamiento tecnológico del ladrillo se evaluó mediante ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y durabilidad. Con base en los resultados obtenidos, las cantidades óptimas de residuos agroindustriales para obtener ladrillos fueron mezclando 10% de cáscara de cacao y 90% de suelo arcilloso. Estos porcentajes producen ladrillos cuyas propiedades mecánicas eran adecuadas para su uso como materias primas secundarias en la producción de ladrillos.</p>	52

<p>Urban material flow analysis: An approach for Bogotá, Colombia</p>	<p>2014</p>	<p>W. H. A. Piña, C.I.P. Martínez</p>	<p>El proceso de urbanización ha excedido el ritmo tradicional de asentamiento humano y se está moviendo hacia la formación de grandes regiones urbanas en respuesta a una creciente demanda de servicios y bienes ambientales, combinada con una mayor producción de residuos y emisiones. Por lo tanto, es fundamental determinar los flujos de recursos hacia las ciudades, especialmente en los países en desarrollo, así como las transformaciones que ocurren y los resultados que se producen, como productos, servicios y desechos. En este estudio, se aplicó el análisis de flujo de material urbano, que determina los flujos de entradas (agua, energía, alimentos y otros) y salidas (aguas residuales, contaminación del aire, desechos y otros) a la ciudad de Bogotá, Colombia, para determinar la relación entre demanda de recursos y el impacto ambiental de los productos. Los datos cuantitativos y cualitativos de Bogotá se utilizan para evaluar y comparar las tendencias de flujo de materiales y energía para esta ciudad. Los resultados indican que en esta ciudad, las entradas y salidas están directa y linealmente relacionadas. El consumo de energía y materiales de construcción ha aumentado, mientras que el consumo de alimentos y agua se ha mantenido estable. Los niveles de reciclaje y tratamiento de aguas residuales son bajos y las emisiones, como las partículas, han disminuido. Los resultados de este estudio se pueden utilizar para formular y aplicar políticas y estrategias para mejorar la sostenibilidad de los recursos, disminuir la dependencia de los recursos físicos, aumentar la eficiencia del uso de recursos y energía en las zonas urbanas y mejorar la producción y el consumo sostenibles en las ciudades.</p>	<p>103</p>
---	-------------	---	--	------------

<p>Life cycle assessment of two dwellings: One in Spain, a developed country, and one in Colombia, a country under development</p>	<p>2010</p>	<p>O. Ortiz-Rodríguez, F. Castells, G. Sonnemann</p>	<p>El objetivo principal de este trabajo es estudiar y cuantificar las diferencias en el consumo de energía y los impactos ambientales de dos viviendas durante el ciclo de vida completo del edificio: uno en España, un país desarrollado, y uno en Colombia, un país en desarrollo. En ambos escenarios, evaluamos las fases de construcción, uso y fin de vida. Los resultados muestran que la fase de uso en la casa de Pamplona (Colombia) representa un porcentaje menor para todos los impactos en el total que en la casa de Barcelona (España). Los resultados de este estudio mostraron que la diferencia en el consumo en Colombia y en las viviendas españolas analizadas no solo se debe a la variación en los resultados de las diferencias bioclimáticas, sino también a los hábitos de consumo en cada país. Se busca la importancia de los hábitos de consumo de los ciudadanos y la necesidad de desacoplar el desarrollo socioeconómico del consumo de energía para lograr la sostenibilidad desde la perspectiva del ciclo de vida. Existe una necesidad crucial de satisfacer las necesidades básicas y los requisitos de confort de la población con un consumo de energía razonable y sostenible. Luego, el tipo de vivienda estándar varía sustancialmente dependiendo de la ubicación geográfica donde se construye. Las diferencias climáticas, tecnológicas, culturales y socioeconómicas definen claramente el estándar de un edificio en cualquier contexto y en cualquier región. Sin embargo, la función es siempre la misma, proporcionar protección y vivienda a sus habitantes.</p>	<p>33</p>
--	-------------	--	--	-----------

<p>Feasibility of using constructed treatment wetlands for municipal wastewater treatment in the Bogotá Savannah, Colombia</p>	<p>2009</p>	<p>M. E. Arias, M.T. Brown</p>	<p>Los principales cuerpos de agua en la sabana de Bogotá se han contaminado gravemente debido a la mala gestión de las aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales. Si bien hay varias instalaciones de tratamiento de aguas residuales en la región, la mayoría no funciona correctamente. Existe una gran necesidad de sistemas de tratamiento de aguas residuales económicos y sostenibles que no sean tecnológicamente sofisticados y que no requieran un manejo intensivo. El objetivo principal de este estudio fue cuantificar el desempeño y la sostenibilidad de los humedales de tratamiento y los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes en esta región. Utilizando datos de la literatura, se desarrolló un modelo de tratamiento de humedales, que se centró en la eliminación de contaminantes. El rendimiento modelado se comparó con un sistema de estanques de estabilización de residuos y un reactor por lotes de secuenciación. Los tres sistemas estaban sujetos a análisis de costos y una evaluación de emergencia, lo que condujo a la evaluación de los indicadores de costo-beneficio para la comparación. El análisis económico sugirió que el costo anual neto del humedal de tratamiento fue de US \$ 14,672, en comparación con US \$ 14,201 para los estanques de estabilización y US \$ 54,887 para el reactor por lotes. Las evaluaciones de emergencia muestran que los estanques tienen el flujo de emergencia anual más bajo ($6.65 + 16 \text{ sej / año}$), seguidos por el humedal construido ($2.88E + 17 \text{ sej / año}$) y el reactor por lotes ($8.86E + 17 \text{ sej / año}$). Estos resultados se combinaron para estimar las proporciones de tratamiento (contaminantes eliminados por costo de por vida y contaminantes eliminados por emergencias totales), proporciones de costos (costo por volumen de agua, costo anual per cápita y costo de construcción per cápita) y proporciones de emergencias (rendimiento del tratamiento, emergencias renovables, emprice de por vida, emprice de construcción, emergencias no renovables, potenciar la densidad, carga ambiental, emergencias totales por volumen de agua y emergencias per cápita).</p>	<p>39</p>
--	-------------	------------------------------------	---	-----------

<p>Evaluation of asphalt binder blended with coconut coir dust and residual coconut fibers for structural applications [Evaluación de asfalto mezclado con polvo de corteza y fibras residuales de coco para aplicaciones estructurales]</p>	<p>2018</p>	<p>A. Loaiza, E. Garcia, H.A. Colorado</p>	<p>Esta es una investigación sobre asfalto mezclado con diferentes cantidades de un residuo orgánico de polvo de corteza y fibras residuales de coco muy abundante en países del Caribe y del Trópico. Se han fabricado muestras con 0.0, 1.0, 2.5 y 5.0% en peso del residuo. Este residuo es un tipo de residuo orgánico producido en grandes cantidades en la región caribe de Colombia. Se compone del mesocarpio molido, el cual se encuentra en la corteza fibrosa del coco, y es actualmente usado en agricultura, adornos y artesanías. Este residuo es un material muy estable y resistente, además de versátil para su uso en aplicaciones estructurales tales como refuerzo en materiales compuestos. En este trabajo, la caracterización de los materiales se realizó mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier y por microscopía electrónica de barrido, con el fin de analizar la microestructura de las muestras. También se realizaron ensayos de distribución de tamaño de las fibras cortas. Adicionalmente, también se realizaron sobre las mezclas asfálticas ensayos de penetración, punto de ablandamiento, índice de penetración, viscosidad, punto de inflamación, punto de llama y ductilidad. En general, estos ensayos revelaron que las formulaciones de asfalto pueden ser usadas en infraestructura bajo esfuerzos no críticos.</p>	<p>27</p>
--	-------------	--	--	-----------

Tabla 16- Ficha de Lectura Componente Recursos

Componente: Aprovechamiento de Recursos (Resource use)				
Nombre de Documento	Año de publicación	Autor	Descripción general	Relevancia en el documento (N de veces que se mencionan en el contexto)
Demolition and construction waste characterization for potential reuse identification [Caracterización de residuos de demolición y construcción para la identificación de su potencial de reúso]	2018	L.M. Chica Osorio, J.M. Beltrán Montoya	Los residuos de demolición y construcción (RCD), se han convertido en una problemática constante en el sector, debido a su volumen de producción y la falta de espacio para su disposición final. Para solucionar esta problemática se han propuesto diversas estrategias de gestión que consideran desde la disminución en la fuente hasta la reutilización como materia prima en la fabricación de diversos elementos. En este último aspecto, a nivel mundial, se han llevado a cabo esfuerzos por determinar el posible reúso de dichos residuos. Sin embargo, en muchos casos ese proceso parece ser inconsistente pues no se considera la naturaleza y propiedades del residuo como un condicional en la identificación de su posible reutilización. En este artículo, se presenta un ejemplo de aplicación de la identificación del potencial de reúso de residuos de demolición y construcción de la ciudad de Medellín, a partir de la determinación de las propiedades físicas, mineralógicas y energéticas, y del inventario específico de producción. Los resultados mostraron que, para el caso de estudio, los residuos con mayor potencial de uso para la reincorporación en la cadena productiva fueron los residuos de excavación y de mampostería de bloque, con los cuales, además, se probó un modelo de reutilización consistente en una placa suelo-cemento conformada por 95% de RCD.	1

<p>Infrastructures and society: from a literature review to a conceptual framework</p>	<p>2019</p>	<p>I. Josa, A. Aguado</p>	<p>Si bien los aspectos económicos y ambientales de la ingeniería civil han atraído la mayor atención entre la academia contemporánea, su lado social a menudo se ha dejado de lado. Sin embargo, el impacto social que tienen las infraestructuras es enorme y su análisis y comprensión son fundamentales. Al mismo tiempo, aspectos sociales como la cultura o el comportamiento humano pueden tener efectos significativos durante las diferentes etapas del ciclo de vida de las infraestructuras. Por lo tanto, una mejor comprensión de las conexiones entre la ingeniería civil y la sociedad puede ayudar a adaptar mejor las infraestructuras a sus contextos, así como a minimizar sus impactos negativos; Como resultado, esta comprensión puede generar infraestructuras que sean más sostenibles socialmente. Los escasos estudios que han evaluado la conexión entre la sociedad y la ingeniería civil han considerado esta relación como unidireccional. El escenario real no es tan simple. El análisis de esta relación debe ser interdisciplinario, y es en este contexto que este documento aborda el análisis de las infraestructuras y las ciencias sociales desde un punto de vista sociotécnico. Nos basamos en las interrelaciones encontradas para proponer un marco conceptual con el objetivo principal de proporcionar a profesionales y académicos herramientas para llevar a cabo decisiones más sostenibles y adaptadas al contexto. Clasificamos los campos de la ingeniería civil y las ciencias sociales en varios subcampos diferentes, a saber, seis para infraestructuras (transporte, agua, energía, medio ambiente, planificación urbana y edificios) y doce para ciencias sociales (cultura e historia, comportamiento y mente, comunicación e interacción). , socioeconomía, ciencias jurídicas, vida y salud, política, problemas sociales, grupos sociales, ética y filosofía, artes y educación e innovación). Posteriormente, revisamos la literatura existente en la intersección entre las diversas categorías. Concluimos proponiendo un marco que pueda apoyar las decisiones y acciones tomadas en diferentes niveles y áreas de trabajo. El marco incluye pautas para una consideración más holística de la interacción entre las infraestructuras y la sociedad en actividades clave mediante las cuales a menudo se requiere una mejor comprensión del efecto de esta relación. Las directrices proporcionan una descripción de diferentes áreas clave y se pueden aplicar a una amplia variedad de acciones que van desde el desarrollo de planes de estudio universitarios hasta la evaluación del impacto social de los proyectos.</p>	<p>9</p>
--	-------------	---------------------------	---	----------

Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase	2019	D. Carvajal-Arango, S. Bahamón-Jaramillo, P. Aristizábal-Monsalve, A. Vásquez-Hernández, L.F.B Botero.	Los académicos y profesionales en el campo de la arquitectura, la ingeniería y la construcción (AEC) han expresado un creciente interés en la sostenibilidad y su aplicación en el desarrollo de proyectos de construcción, especialmente con su relación estimada con la construcción limpia (Lean Construction), con el fin de mejorar la eficiencia en los procesos de la construcción. Las prácticas enmarcadas bajo la filosofía "Lean" muestran su potencial para reducir los impactos ambientales, económicos y sociales durante la fase de construcción, con un aumento en los parámetros de sostenibilidad en el desarrollo de proyectos. Este artículo es una revisión de la literatura existente, en un esfuerzo por establecer las relaciones y sinergias entre las filosofías de construcciones limpias y sostenibles, y para determinar cómo las prácticas de construcción "Lean" contribuyen a cada dimensión de sostenibilidad (es decir, ambiental, económica, social) durante la fase de construcción de un proyecto. Se presenta una matriz para mostrar los efectos positivos generados por las prácticas "Lean" en las tres dimensiones. Además, este estudio identifica las prácticas de construcción "Lean" que se mencionan más comúnmente en la literatura y aquellas que aportan más beneficios económicos, sociales y ambientales. Los análisis y hallazgos de esta revisión de la literatura ofrecen un punto de partida para futuras investigaciones que integren la construcción limpia y sostenible durante la fase de construcción.	17
Green maintainability performance indicators for highly sustainable and maintainable buildings	2019	A.S. Asmone, S. Conejos, M.Y. Chew	El concepto de mantenimiento ecológico proporciona al sector de la construcción una oportunidad emocionante para transformarse con edificios altamente sostenibles y duraderos. Se extiende a lo largo del proceso de entrega del proyecto de construcción y abarca diferentes sistemas de construcción. Este documento tiene como objetivo proponer un conjunto de indicadores críticos de rendimiento para medir la sostenibilidad ecológica en proyectos de construcción, Esto con el fin de minimizar los impactos ambientales adversos y al mismo tiempo maximizar el funcionamiento, la seguridad, la eficiencia energética y el desempeño financiero de la instalación. Para superar los desafíos de la deficiencia de datos, se utilizó en este estudio un enfoque de investigación cualitativa, consistente en una revisión sistemática de la literatura y entrevistas a expertos. El conjunto identificado de indicadores de mantenimiento ecológico se valida con un estudio de caso piloto de un proyecto de construcción ejemplar con niveles altamente deseables de mantenimiento ecológico. Los indicadores críticos identificados son cruciales en el desarrollo de un sistema de evaluación de mantenimiento ecológico. Este estudio es un intento significativo de promover la sostenibilidad ecológica entre los profesionales de la construcción para avanzar en la sostenibilidad del ciclo de vida de los entornos construidos buscando mejorar los procesos de diseño de instalaciones con herramientas adecuadas.	12

Investment valuation model for sustainable infrastructure systems: Mezzanine debt for water projects	2019	J. D. Gonzalez Ruiz, A. Arboleda, S. Botero, J. Rojo	El propósito de este documento es desarrollar un modelo de valoración de la inversión utilizando el mecanismo de deuda intermedia basado en Bonos Azules que aluden explícitamente a las asociaciones público-privadas (P3s) y la financiación de proyectos (PF). Además, este estudio propone la teoría del valor financiero capturado (FCV) para medir la cantidad de valor financiero que los prestamistas pueden obtener al convertirse en patrocinadores a través del financiamiento de sistemas de infraestructura sostenible (SIS).	5
Leed certification and the new standard of sustainable construction in Colombia	2017	A.P. Ospina, A.G. Castaño, L.M. Restrepo.	El Decreto 1285 de 2015 es el nuevo estándar para la construcción sostenible en Colombia, con parámetros técnicos y lineamientos de diseño adoptados por la Resolución 0549. Esta normativa ha aumentado el interés público y privado en el tema, con el fin de desarrollar una industria de la construcción sostenible. Sin embargo, existe una falta de conocimiento técnico y práctico en arquitectos y constructores, y el reciente proceso de capacitación sobre pautas de sostenibilidad y su relación con el estándar son insuficientes para formar una masa crítica para su aplicación en el proceso arquitectónico. Esta situación constituye una oportunidad comercial para la promoción de la certificación LEED en Colombia y sus representantes. Al tener publicidad declarada en eventos académicos y medios de comunicación, el cumplimiento de una certificación LEED es suficiente para cumplir con las pautas del estándar de Construcción Sostenible. Sin embargo, esta declaración carece de soporte técnico, convirtiéndose un modelo de sostenibilidad visual, mediática y distorsionada. Este documento evalúa el consumo real de agua y energía de un edificio de oficinas con certificación LEED Gold en Medellín y su relación con el estándar de construcción sostenible, con el objetivo de determinar si un edificio con certificación LEED puede alcanzar los objetivos establecidos por el estándar colombiano. Los resultados muestran diferencias de 172% en el consumo de energía y 81% en el consumo de agua entre el consumo real y el esperado. Esto sugiere que no hay garantía de cumplir con el estándar mediante el pago de un sistema extranjero, pero amenaza la expectativa de una construcción sostenible en Colombia.	2

Cellular concrete review: New trends for application in construction	2019	L. Chica, A. Alzate	En los últimos años, el uso de hormigones celulares se ha extendido, debido al aumento en la relación resistencia / peso alcanzado, así como al desarrollo de nuevas materias primas cementosas, agentes espumantes y cargas para aplicaciones específicas de concreto celular. Sin embargo, el conocimiento de esta forma de concreto liviano aún está en construcción. Este artículo presenta una revisión completa con los principales aspectos que influyen en la aplicación del hormigón celular: materias primas, métodos de producción y propiedades esperadas basadas en la densidad. El objetivo de esta revisión es mostrar cómo el uso de materias primas nuevas y alternativas para el concreto celular podría permitir modificaciones en las propiedades físicas y mecánicas para aplicaciones de construcción. Las dificultades encontradas en la producción industrial de hormigón celular en procesos como la mezcla, el transporte y el bombeo deben resolverse para mejorar el potencial del hormigón celular como material de construcción estructural.	1
Natural volcanic pozzolans as an available raw material for alkali-activated materials in the foreseeable future: A review	2018	R.A. Robayo Salazar, R. Mejía de Gutierrez	Los materiales activados con álcalis (AAM) representan una línea de investigación de gran interés en todo el mundo como una alternativa real para reemplazar el cemento Portland (OPC). A pesar de este interés global, se cree que la investigación actual y futura debería centrarse en superar los desafíos que enfrenta esta tecnología con respecto a su aplicación a nivel industrial. Una de las principales barreras para escalar a nivel industrial es la escasez de estudios sobre materias primas verdaderamente disponibles y sostenibles (precursores y activadores). Esta revisión enfatiza las puzolanas volcánicas naturales (NP), también denominadas cenizas volcánicas, como una materia prima sostenible y disponible a nivel mundial para la producción industrial de AAM en el futuro previsible. Con este fin, se presentan y describen los hallazgos más importantes sobre el rendimiento mecánico y la durabilidad informados por los investigadores a nivel mundial, y se realiza un análisis constructivo para establecer los desafíos y oportunidades futuros para llevar a cabo una transición tecnológica de estos avances (aplicación industrial) en países ricos en materiales derivados de la actividad volcánica.	1

Fique as thermal insulation morphologic and thermal characterization of fique fibers	2019	G.F. García Sánchez, R.E. Guzmán Lopez, A.M. Restrepo Osorio, E.H. Arroyo	Los bio-aislamientos han ganado gran interés en los últimos años debido a su potencial para reducir el consumo de energía sin impactos ambientales negativos. El fique es uno de los cultivos más importantes en Colombia, y ha demostrado una baja conductividad térmica que lo convierte en un posible reemplazo de los materiales de aislamiento comunes. Sin embargo, hay pocos trabajos que estudien sus propiedades térmicas. Con el fin de mejorar la comprensión del fique como aislamiento térmico, en este documento se presenta un análisis morfológico de fibras de fique crudo y pruebas de termogravimetría (TGA) y calorimetría diferencial de barrido (DSC) de tres muestras de fique, a saber, fique natural sin tratamiento, fique que se lavó con un suavizante comercial y fique después de haber estado en remojo durante 24 horas en el mismo suavizante.	1
Managing infrastructure systems through changeability	2018	M. Sánchez Silva	Cualquier estructura de ingeniería está diseñada y construida para operar en un entorno dinámico y cambiante que no puede predecirse completamente en el diseño. Por lo tanto, los diseños exitosos deberían tener en cuenta las disposiciones que pueden manejar futuros inciertos pero predecibles y que permiten al sistema hacer frente a eventos nuevos y no planificados. Estas necesidades han despertado interés en conceptos tales como resiliencia, robustez, flexibilidad y adaptabilidad, que forman parte de una idea más general: la capacidad de cambio. Este documento presenta una discusión crítica de las limitaciones de los enfoques existentes del ciclo de vida, discute la necesidad y la importancia de la capacidad de cambio en el diseño de ingeniería, y presenta una hoja de ruta que puede abrir nuevos espacios para un nuevo paradigma de diseño de ingeniería que contribuya al desarrollo eficiente de Infraestructura de alto valor. El documento discute críticamente las prácticas actuales en diseño y administración de infraestructura y propone un enfoque alternativo centrado en la capacidad del sistema para cambiar con el tiempo.	4

Tabla 17. Ficha de Lectura Componente Aprovechamiento Agua

Componente Estratégico: Ahorro Consumo De Agua (Saving Water Consumption)				
Nombre de Documento	Año de publicación	Autor	Descripción general	Relevancia en el documento (N de veces que se mencionan en el contexto)
Distribution analysis of fiber into bamboo culms - A natural fiber for being used as reinforcement	2016	L.A. Sánchez Echeverri, J.A. Medina Perilla, M.E. Rodríguez García	Hoy en día, la industria de la construcción se ha aventurado con materiales ecológicos. En estas nuevas opciones existe un conjunto de materiales conocidos como compuestos de cemento cuyo refuerzo podría hacerse con fibras naturales. Una planta nativa de rápido crecimiento de Colombia conocida como Guadua, una especie de bambú, tiene ventajas ambientales y mecánicas sobre los materiales de construcción convencionales. El uso del bambú en su conjunto es ya importante, pero el uso de sus fibras ha ganado importancia últimamente debido a su potencial para ser usado como refuerzo en el compuesto de cemento. Este artículo presenta un estudio sobre las características de la distribución de fibra en dos variedades de Guadua: Guadua Angustifolia Kunth Rayada Amarilla y Guadua Angustifolia Kunth Macana. Se examinaron bajo microscopía electrónica de barrido, difracción de rayos X y la metodología de la Asociación Oficial de Químicos Agrícolas - 2000, para obtener información cuantitativa sobre el contenido de fibra insoluble. Los resultados indicaron que la distribución de fibra insoluble no es homogénea entre la capa interna y externa de la caña de bambú: el contenido de fibra dentro de los culmos de Guadua aumenta de la capa interna a la externa. Los patrones de rayos X mostraron que la fibra insoluble tiene una orientación cristalina preferencial en relación con la dirección de crecimiento del bambú. La combinación del microscopio electrónico de barrido y la difracción de rayos X ofrece información importante sobre la localización y distribución morfológica de los componentes dentro de los tallos de bambú.	1
Effect of the calcinations temperatures of phosphate washing waste on the	2018	R. Dabebi, J.B. de Aguiar, A.	La industria del fosfato enfrenta serios problemas ambientales. Este problema es causado por los desechos después de la extracción del mineral de fosfato. Los residuos denominados residuos de lavado de fosfato (PWW)	16

structural and mechanical properties of geopolymeric mortar		Camoës, B. Samet, S. Baklouti	se filtraron y se secaron a 105 ° C durante 24 h para eliminar el agua. El PWW seco se molió, se tamizó en un tamiz de 100 µm y se caracterizó por fluorescencia de rayos X (XRF). El residuo resultante se calcinó a 600, 700 y 800 ° C, el residuo calcinado y no calcinado se investigó mediante difracción de rayos X en polvo (DRX), infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR), análisis térmicos diferenciales simultáneos y termogravimétricos (DSC-TG) y microscopio electrónico de barrido (SEM). El PWW se activó con hidróxido de sodio (NaOH) y silicato de sodio para producir materiales geopoliméricos. Se descubrió que la temperatura de calcinación y el agua adicional agregada a la mezcla para asegurar la buena trabajabilidad juegan un papel importante en el desarrollo de la trabajabilidad del sistema y la resistencia a la compresión.	
Leed certification and the new standard of sustainable construction in Colombia	2017	A.P. Ospina, A.G Castaño, L.M. Restrepo.	El Decreto 1285 de 2015 es el nuevo estándar para la construcción sostenible en Colombia, con parámetros técnicos y lineamientos de diseño adoptados por la Resolución 0549. Esta normativa ha aumentado el interés público y privado en el tema, con el fin de desarrollar una industria de la construcción sostenible. Sin embargo, existe una falta de conocimiento técnico y práctico en arquitectos y constructores, y el reciente proceso de capacitación sobre pautas de sostenibilidad y su relación con el estándar son insuficientes para formar una masa crítica para su aplicación en el proceso arquitectónico. Esta situación constituye una oportunidad comercial para la promoción de la certificación LEED en Colombia y sus representantes. Al tener publicidad declarada en eventos académicos y medios de comunicación, el cumplimiento de una certificación LEED es suficiente para cumplir con las pautas del estándar de Construcción Sostenible. Sin embargo, esta declaración carece de soporte técnico, convirtiéndose un modelo de sostenibilidad visual, mediática y distorsionada. Este documento evalúa el consumo real de agua y energía de un edificio de oficinas con certificación LEED Gold en Medellín y su relación con el estándar de construcción sostenible, con el objetivo de determinar si un edificio con certificación LEED puede alcanzar los objetivos establecidos por el estándar colombiano. Los resultados muestran diferencias de 172% en el consumo de energía y 81% en el consumo de agua entre el consumo real y el esperado. Esto sugiere que no hay garantía de cumplir con el estándar mediante el pago de un sistema extranjero, pero amenaza la expectativa de una construcción sostenible en Colombia.	43

<p>Toward sustainable urban equipment: Utilization of rainwater on the campus of the pontificia javeriana university in Bogota [Hacia equipamientos urbanos sostenibles: Aprovechamiento de aguas lluvias en el campus de la pontificia universidad javeriana en Bogotá]</p>	<p>2013</p>	<p>A. Torres, S. Méndez Fajardo, J.A. Lara-Borrero, J.L. Estupiñán Perdomo, H.O. Zapata García, O.M. Torres Murillo</p>	<p>Este artículo es el resultado del proyecto de investigación aprovechamiento de aguas lluvias en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana, sede Bogotá (PUJB): caracterización y posibles usos, y tiene como objetivo identificar los posibles usos de las aguas lluvias de escorrentía para su eventual aprovechamiento como fuente de agua alternativa dentro del campus de la PUJB. Para ello se determinan, por un lado, los escenarios de oferta-demanda del recurso hídrico en el campus y, por el otro, las concentraciones de algunos contaminantes físico-químicos y bacteriológicos presentes en el agua, su variabilidad temporal y las incertidumbres asociadas, comparándolos con los niveles máximos admitidos para los diferentes usos. Adicionalmente, se establecen los requerimientos de infraestructura para el aprovechamiento del agua lluvia de escorrentía para ciertos usos dentro del campus y se puede suplir una demanda máxima del 14 % del consumo total.</p>	<p>38</p>
--	-------------	---	--	-----------


<p>Financial and environmental modelling of water hardness - Implications for utilising harvested rainwater in washing machines</p>	<p>2014</p>	<p>T. Morales Pinzón, R. Lurueña, X. Gabarrell, C.M. Gasol, J. Rieradevall</p>	<p>Se realizó un estudio para determinar los efectos financieros y ambientales de la calidad del agua en los sistemas de recolección de agua de lluvia. Se estudió el potencial para reemplazar el agua del grifo utilizada en las lavadoras con agua de lluvia, y luego el análisis presentado en este documento es válido para aplicaciones que incluyen lavadoras donde la dureza del agua del grifo puede ser importante. Una amplia gama de condiciones climáticas, como la lluvia (284–1794 mm / año); dureza del agua (14–315 mg / L CaCO₃); precios del agua del grifo (0,85–2,65 euros / m³) en diferentes zonas urbanas españolas (desde edificios individuales hasta barrios enteros); y se analizaron otros escenarios (incluidos los materiales y la capacidad de almacenamiento de agua). La lluvia fue esencial para la recolección del agua de lluvia, pero los precios del agua del grifo y la dureza del agua fueron los principales factores a considerar en los análisis financieros y ambientales, respectivamente. La dureza y los precios locales del agua del grifo pueden causar mayores impactos financieros y ambientales que el tipo de material utilizado para el tanque de almacenamiento de agua o el volumen del tanque. El uso del agua de lluvia como sustituto del agua dura en las lavadoras favorece el análisis financiero. Aunque la dureza del agua del grifo afecta significativamente el análisis financiero, el mayor efecto se encontró en el análisis ambiental. Cuando fue necesario reemplazar el agua del grifo, se descubrió que un precio del agua de 1 euro / m³ podría hacer que el uso de agua de lluvia sea económicamente factible cuando se utilizan sistemas de recolección de agua de lluvia a gran escala. Cuando la dureza del agua era superior a 300 mg / L de CaCO₃, un análisis financiero reveló que se podía obtener un valor presente neto superior a 270 euros / vivienda a escala de vecindario, y podría haber una reducción en el potencial de calentamiento global (100 años) que oscilan entre 35 y 101 kg de CO₂ eq. / vivienda / año.</p>	<p>295</p>
<p>Green construction and urban planning in Colombia. A regard at the policy framework [Arquitectura y urbanismo sostenible en Colombia. Una mirada al marco reglamentario]</p>	<p>2018</p>	<p>L. Rodríguez Potes, K. Villadiego Bernal, S.E. Padilla Llano, H. Osorio Chávez</p>	<p>Concebir y producir nuestras ciudades en términos urbanísticos o arquitectónicos implica un pensamiento responsable sobre las condiciones medioambientales. De ahí la importancia de conocer, y disponer de herramientas e instrumentos normativos que sirvan para la gestión y proyección del crecimiento sostenible de las ciudades. Este artículo presenta un análisis del marco institucional vigente en Colombia relacionado con el medio ambiente, y la sostenibilidad en arquitectura y diseño urbano, incluyendo políticas nacionales, instrumentos de planificación, manuales y documentos normativos. De este análisis evidenciamos la necesidad de integrar los enfoques parciales desarrollados por estos instrumentos en uno solo, con una visión global y sistémica. Resaltando así, la importancia de fortalecer los mecanismos de control para</p>	<p>25</p>

			que se cumplan las medidas exigidas y se puedan cuantificar los avances en la búsqueda de la sostenibilidad en el sector de la construcción.	
Effects of beach tourists on bathing water and sand quality at Puerto Velero, Colombia	2018	F. Torres Bejarano, L.C. González Márquez, B. Díaz Solano, A.C.Torregroza Espinosa, R. Cantero Rodelo	Las zonas costeras frágiles sufren de actividades humanas. La calidad ambiental es uno de los aspectos más importantes en un destino turístico de sol y arena. La calidad del agua de baño y la arena se convirtieron en indicadores en la competencia mundial de destinos de playa. Estudiamos la calidad del agua y la arena a lo largo de la playa de Puerto Velero, en el norte de Colombia. La calidad del agua y la playa de arena fueron monitoreadas durante trece meses. Esto permitió identificar las fuentes más importantes de contaminación a lo largo de la playa y comprender la interrelación entre el turismo y los efectos sobre el medio ambiente. Las correlaciones lineales permiten evaluar la asociación entre el número de visitantes y los parámetros físicoquímicos y microbiológicos. El número de visitantes se correlacionó directamente con la presencia de grasas y aceites, tanto en agua como en arena, así como con coliformes fecales en el agua. Se observó una relación entre los sólidos suspendidos y la presencia de coliformes fecales en agua y arena. Este enfoque estadístico permite comprender el origen de la arena de la playa y la contaminación del agua de natación en las playas turísticas. En general, la calidad de la arena tiene una influencia importante y está directamente relacionada con la calidad del agua de la playa. Tanto el número de turistas como sus actividades son factores principales que explican la contaminación del agua y la arena. Esto muestra la importancia de la gestión de residuos y aguas residuales en combinación con iniciativas de sensibilización. Más investigación debería incluir el monitoreo y la evaluación de las playas de agua y arena y proporcionar datos para revisar el marco legal existente.	135

Measuring the sustainability of Latin American capital cities	2018	F. Coronado	El propósito de este documento es estudiar las condiciones de vida en diez ciudades capitales de América Latina para proponer indicadores que puedan ayudar a cuantificar la sostenibilidad de esas ciudades capitales y su impacto sobre la competitividad de un país. Se propone un modelo lineal que suma el puntaje de diez indicadores cuantificables y, de acuerdo con el resultado, se clasifican las capitales como "ciudad sostenible", "sostenibilidad débil" y "sostenibilidad amenazada". Existe una buena relación entre la sostenibilidad de la ciudad y la competitividad del país. Este es el caso de Ciudad de México, Buenos Aires, Santiago, seguido de Lima, La Paz y Bogotá, un resultado similar al rango obtenido por el Mckinsey Global Institute en 2011. Se encontró que las cuatro capitales clasificadas como "sostenibles" tienen la mayor producción de agua potable, pero no se definió una correlación directa entre la competitividad de un país y el desarrollo de ciudades medianas importantes.	45
Green roofs for comprehensive water management: Case study in Chapinero, Colombia	2019	O. Contreras Bejarano, P.A. Villegas González	La ciudad de Bogotá, Colombia, se ha visto inmersa en problemas de inundaciones por empozamientos de agua pluvial y aumento tanto en la temperatura promedio como en la contaminación del aire. Las tecnologías verdes representan un mecanismo para la mitigación de tales problemas. Esta investigación analiza el comportamiento de la inundación urbana en el sector norte de la localidad de Chapinero, al sustituir las cubiertas existentes por techos verdes mediante modelación computacional. Asimismo, se construye un prototipo de techo verde en donde se analiza la calidad del agua de lluvia antes y después de filtrarse por diferentes sustratos (mezclas de tierra de jardín y cascarilla de arroz, humus, arena y/o aserrín), y plantas (<i>Sedum</i> , <i>Asparagus plumosus</i> y <i>Soleirolia</i>), con el fin de determinar los materiales con los cuales se controlen las condiciones de calidad de agua de lluvia una vez se filtre a través dichas cubiertas. El aumento en la cantidad de techos verdes contribuye a la atenuación tanto de las inundaciones como de la capacidad de transporte de agua de lluvia de los ductos del alcantarillado pluvial de la zona. Por otro lado, los resultados del laboratorio indican que el aserrín es un 46% más eficiente que los demás materiales analizados en el control del pH de la precipitación. Las plantas <i>Sedum</i> demostraron una resistencia satisfactoria a un régimen frecuente de lluvia. El uso de tecnologías verdes no sólo disminuye la vulnerabilidad urbana frente a eventos de inundación sino también crea mecanismos para la gestión integral del recurso hídrico.	52

<p>Financial feasibility of end-user designed rainwater harvesting and greywater reuse systems for high water use households</p>	<p>2018</p>	<p>E. R. Oviedo Ocaña, I. Dominguez, S. Ward, M.L. Rivera Sanchez, J.M. Zaraza Peña</p>	<p>Las presiones de disponibilidad de agua, los usos finales competitivos y las alcantarillas a capacidad son todos los impulsores del cambio en la gestión del agua urbana. Los sistemas de recolección de agua de lluvia (RWH) y reutilización de aguas grises (GWR) constituyen alternativas para reducir el uso de agua potable y, en el caso de RWH, reducir la escorrentía del techo que ingresa a las alcantarillas. A pesar de la creciente popularidad de las instalaciones en edificios comerciales, las tecnologías RWH y GWR a escala doméstica han demostrado ser menos populares en una variedad de contextos globales. Para los sistemas diseñados de arriba hacia abajo, esto a menudo se debe a la falta de un costo-beneficio favorable (donde los subsidios no están disponibles), aunque pocos estudios se han centrado en realizar evaluaciones completas de capital y operaciones financieras, particularmente en hogares con alto consumo de agua. Utilizando un enfoque de diseño ascendente, basado en una encuesta por cuestionario con 35 hogares en un complejo residencial en Bucaramanga, Colombia, este artículo considera la viabilidad financiera inicial de tres configuraciones de sistemas RWH y GWR propuestas para hogares con alto nivel de agua (equivalente a > 203 L per cápita por día). Se realizó una evaluación financiera operativa y de capital completa a un nivel más detallado para el diseño más viable utilizando datos históricos de lluvia. Para la configuración seleccionada ("Alt 2"), el ahorro estimado de agua potable fue del 44% (equivalente a 131 m³ / año) con una tasa de retorno de la inversión del 6,5% y un período de recuperación estimado de 23 años. Como ejercicio inicial de diseño impulsado por el usuario final, estos resultados son prometedores y constituyen un punto de partida para facilitar dichos enfoques para la gestión del agua urbana a escala de hogares.</p>	<p>187</p>
--	-------------	---	--	------------


Anexo B. Resultados de análisis en VOS viewer para ecuación TITLE-ABS-KEY (sustainable AND construction)



Choose threshold

Minimum number of occurrences of a term:


Of the 44164 terms, 87 meet the threshold.



Choose number of terms

For each of the 87 terms, a relevance score will be calculated. Based on this score, the most relevant terms will be selected. The default choice is to select the 60% most relevant terms.

Number of terms to be selected:



Verify selected terms

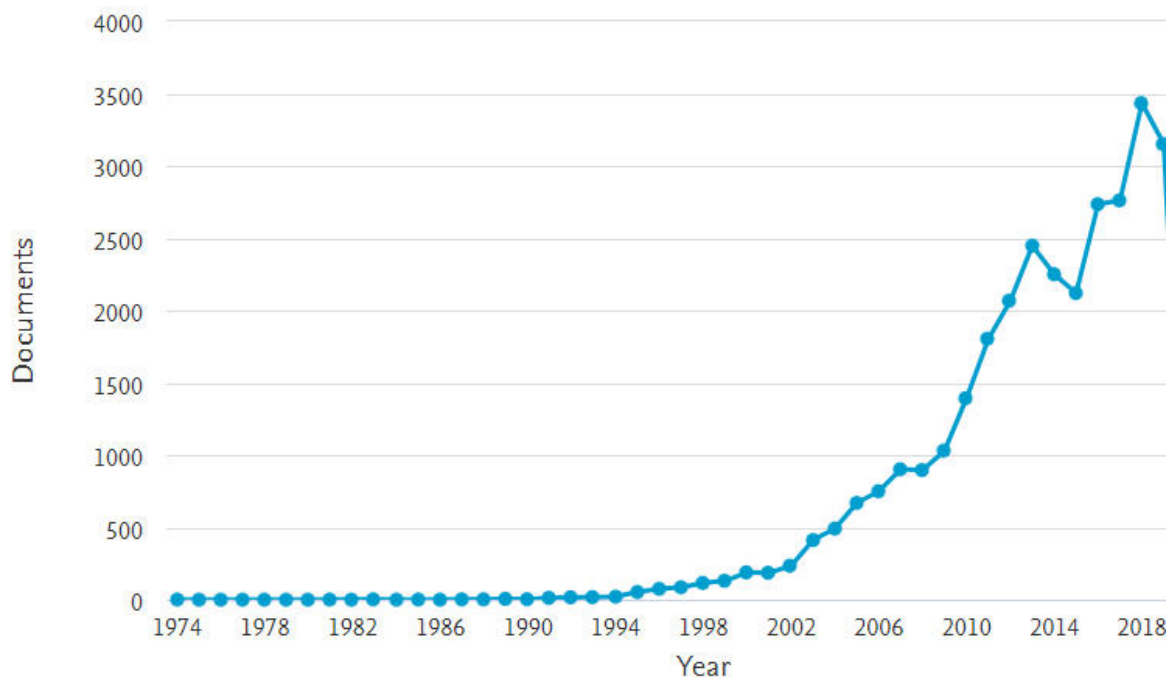
Selected	Term	Occurrences	Relevance ▾
<input checked="" type="checkbox"/>	compressive strength	134	7.05
<input checked="" type="checkbox"/>	cement	171	5.64
<input checked="" type="checkbox"/>	concrete	233	4.18
<input checked="" type="checkbox"/>	property	360	3.36
<input checked="" type="checkbox"/>	waste	256	2.36
<input checked="" type="checkbox"/>	china	231	1.66
<input checked="" type="checkbox"/>	city	224	1.57
<input checked="" type="checkbox"/>	material	671	1.27
<input checked="" type="checkbox"/>	licence	273	1.18
<input checked="" type="checkbox"/>	iop publishing ltd	442	1.09
<input checked="" type="checkbox"/>	implementation	166	1.03
<input checked="" type="checkbox"/>	production	285	0.98
<input checked="" type="checkbox"/>	example	118	0.91
<input checked="" type="checkbox"/>	elsevier ltd	375	0.90
<input checked="" type="checkbox"/>	right	263	0.81
<input checked="" type="checkbox"/>	framework	192	0.79
<input checked="" type="checkbox"/>	area	408	0.76
<input checked="" type="checkbox"/>	product	211	0.73
<input checked="" type="checkbox"/>	project	370	0.73

Selected	Term	Occurrences	Relevance ▼
<input checked="" type="checkbox"/>	project	370	0.73
<input checked="" type="checkbox"/>	case study	160	0.67
<input checked="" type="checkbox"/>	quality	203	0.61
<input checked="" type="checkbox"/>	performance	392	0.59
<input checked="" type="checkbox"/>	model	439	0.57
<input checked="" type="checkbox"/>	application	356	0.54
<input checked="" type="checkbox"/>	addition	229	0.54
<input checked="" type="checkbox"/>	data	303	0.48
<input checked="" type="checkbox"/>	concept	169	0.48
<input checked="" type="checkbox"/>	increase	167	0.47
<input checked="" type="checkbox"/>	article	181	0.45
<input checked="" type="checkbox"/>	author	383	0.44
<input checked="" type="checkbox"/>	reduction	188	0.44
<input checked="" type="checkbox"/>	country	220	0.43
<input checked="" type="checkbox"/>	sustainable development	370	0.43
<input checked="" type="checkbox"/>	knowledge	139	0.42
<input checked="" type="checkbox"/>	factor	288	0.42
<input checked="" type="checkbox"/>	change	280	0.42
<input checked="" type="checkbox"/>	water	174	0.41

<input checked="" type="checkbox"/>	system	535	0.40
<input checked="" type="checkbox"/>	number	146	0.39
<input checked="" type="checkbox"/>	development	605	0.38
<input checked="" type="checkbox"/>	elsevier bv	105	0.37
<input checked="" type="checkbox"/>	environmental impact	169	0.35
<input checked="" type="checkbox"/>	effect	347	0.35
<input checked="" type="checkbox"/>	problem	261	0.32
<input checked="" type="checkbox"/>	lack	115	0.31
<input checked="" type="checkbox"/>	year	266	0.30
<input checked="" type="checkbox"/>	construction industry	245	0.28
<input checked="" type="checkbox"/>	work	259	0.25
<input checked="" type="checkbox"/>	finding	211	0.23
<input checked="" type="checkbox"/>	building	475	0.23

Anexo C. Análisis Cienciométrico global

Documents by year



Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.

