

DISEÑO DE EDIFICIOS SUSTENTABLES EN COLOMBIA

DIEGO FERNANDO CHAUCANEZ RUALES

BRAYAN ESMITH MARTINEZ SANCHEZ

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
INGENIERÍA CIVIL
PAMPLONA
2022-2

DISEÑO DE EDIFICIOS SUSTENTABLES EN COLOMBIA

DIEGO FERNANDO CHAUCANEZ RUALES

BRAYAN ESMITH MARTINEZ SANCHEZ

MONOGRAFÍA DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TUTOR:

JORGE LUIS ORTIZ CARRILO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

INGENIERÍA CIVIL

PAMPLONA

2022-2

Tabla de Contenido

RESUMEN	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUCCIÓN	9
1. MARCO TEÓRICO.....	11
1.1 CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE.....	11
1.2 ¿Qué es un Edificio Sustentable?	13
1.3 Carateristicas de los Edificios Sustentables	14
1.4 Iniciativas en Pro de la Construcción Sustentable	19
1.5 Marco Referencial	20
1.5.1 Edificio Novartis Colombia	20
1.5.2 Edificio Bancolombia Medellín	21
1.5.3 Edificio Corporativo de Amarilo (Bogotá)	23
2. BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES DE LAS EDIFICACIONES SUSTENTABLES	25
2.1 Beneficios Ambientales.....	25
2.2 Beneficios Sociales	26
2.3 Beneficios Económicos	27
3. MARCO NORMATIVO DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE.....	29
3.1 Edificaciones Sostenibles.....	29
3.2 Norma Técnica Colombiana en el Marco de Edificaciones Sostenibles.....	30
3.3 Sellos de Certificación Sostenible.....	32

4.	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	34
4.1	Análisis del ciclo de vida de los materiales usados en construcción	34
4.1.1	Extracción	35
4.1.2	Fabricación.....	36
4.1.3	Distribución y transporte.....	36
4.1.4	Uso y mantenimiento	36
4.1.5	Reciclaje.....	37
4.1.6	Disposición de desechos	37
4.1.7	Demolición y reciclado	37
4.2	Materiales más usados en la construcción sostenible.....	37
4.2.1	Madera	38
4.2.2	Barro cocido.....	39
4.2.3	Corcho aglomerado	40
4.2.4	Fibras de celulosa con papel reciclado.....	41
4.2.5	Polipropileno, poli butileno y polietileno	41
4.2.6	Pinturas naturales	42
4.2.7	Cemento termo crómico.....	43
4.2.8	Hormigón autorreparable	44
4.2.9	Tejas sintéticas	45
5.	PRINCIPALES PROBLEMATICAS CAUSADAS POR EL SECTOR DE LA COSNSTRUCCIÓN	46
5.1	Explotación Masiva de Materias Primas	46

5.1.1	La Tierra.....	46
5.1.2	La Madera	47
5.1.3	El Concreto	47
5.2	Residuos generados en procesos constructivos.....	48
5.3	Consumo elevado de energía en edificios.....	49
CONCLUSIONES		50
Referencias.....		52

Tabla de figuras

Figura 1 <i>Los 3 ejes en que se centra el Desarrollo Sustentable</i>	12
Figura 2 <i>Bloomberg Building (Inglaterra)</i>	14
Figura 3 <i>Edificio Novartis Colombia</i>	21
Figura 4 <i>Edificio Bancolombia Medellín</i>	23
Figura 5 <i>Edificio Corporativo de Amarilo (Bogotá)</i>	24
Figura 6 <i>Costos y beneficios de los agentes intervinientes</i>	28
Figura 7 <i>Tableros OSB</i>	38
Figura 8 <i>Fachada con barro cocido</i>	39
Figura 9 <i>Corcho aglomerado</i>	40
Figura 10 <i>Fibras de celulosa con papel reciclado</i>	41
Figura 11 <i>Tuberías polietileno</i>	42

RESUMEN

En Colombia el ámbito constructivo aparte de ser esencial para que se desarrolle el país, también es uno de los mayores generadores de restos, contaminantes y uso desmedido de energía, estos motivos obligan a este sector no ser indiferente con la problemática ambiental actual. La presente monografía realiza una descripción exhaustiva mediante revisión bibliográfica de artículos publicados por algunas universidades, medios de comunicación y paginas gubernamentales oficiales del país, iniciando con una descripción general de lo que es la sostenibilidad y respondiendo a la pregunta de ¿Qué son los edificios sustentables?, sus principales características, los beneficios sociales, económicos y ambientales, la normativa que rige en Colombia respecto a estas edificaciones y los recursos de mayor uso en este tipo de obra con el objetivo principal de dar a conocer los principios de la construcción sostenible en el país, como es la aplicación de estos principios y de qué manera afecta en la economía, además, conocer los impactos positivos que estas actividades pueden generar en el ambiente que nos rodea, en la área encargada de la construcción y en una mejor calidad de vida para las personas. Para esto, se presenta un entorno genérico del sector constructivo entorno a los impactos ambientales que genera, se hace un recorrido de las prácticas, estrategias y materiales que contribuyen a reducir estos impactos negativos en el planeta.

Palabras clave: Construcción, sostenibilidad, ahorro energético, eficiencia, impacto ambiental.

ABSTRACT

In Colombia, the construction field, apart from being essential for the development of the country, is also one of the largest generators of waste, pollutants and excessive use of energy, these reasons force this sector not to be indifferent to the current environmental problems. This monograph makes an exhaustive description through a bibliographic review of articles published by some universities, media and official government pages of the country, starting with a general description of what sustainability is and answering the question of what are sustainable buildings? , its main characteristics, the social, economic and environmental benefits, the regulations that govern Colombia regarding these buildings and the resources most used in this type of work with the main objective of publicizing the principles of sustainable construction in the country, how is the application of these principles and how it affects the economy, in addition, to know the positive impacts that these activities can generate in the environment that surrounds us, in the area in charge of construction and in a better quality of life for people. For this, a generic environment of the construction sector is presented around the environmental impacts it generates, a tour of the practices, strategies and materials that contribute to reducing these negative impacts on the planet is made.

Keywords: Construction, sustainability, energy saving, efficiency, environmental impact.

INTRODUCCIÓN

Los vertidos de productos nocivos para la capa de ozono y la correspondiente alteración de la temperatura mundial provocada por la humanidad han ido cambiando la vida en nuestro planeta. La contaminación, la deforestación, la utilización innecesaria de productos petrolíferos y otros cambios han desencadenado un cambio medioambiental que requiere una rápida reacción y la adopción de medidas adecuadas en todos los ámbitos económicos para reducir las consecuencias negativas sobre el clima. Con el fin de analizar esta problemática y de qué manera la ingeniería de la construcción está aportando a la mitigación de los daños causados en sus procesos se buscan alternativas que sean sustentables sostenibles, de tal manera que generen un impacto menor en el medio ambiente, Scherz et al. (2022) afirma que una de las áreas que generalmente es responsable de estos patrones naturales negativos es el área de la construcción, que consume el 40-75% del total de los materiales explotados en el mundo. A pesar de la enorme cantidad de materiales extraídos, el área de la construcción también es responsable del consumo del 25% del agua del planeta. En cuanto a las emanaciones, es responsable de la irradiación del 39% de los flujos de productos que generan deterioro la capa de ozono en nuestro planeta.

Según el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) El sector constructivo en busca de disminuir los efectos negativos sobre el medio ambiente en general ha ido avanzado hacia la mejora de proyectos adicionales inofensivos para el ecosistema. Durante más de treinta años el país ha sido precursor en la mejora de los emprendimientos bioclimáticos con logros extremadamente grandes. Sin embargo, en los últimos trece años, por medio de la fundación del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, se ha contribuido al mejoramiento del país en este espacio. Durante estos años, las personas y organizaciones se han hecho progresivamente

conscientes de la importancia de limitar el efecto ecológico de la zona y de sumarse a las responsabilidades mundiales de desarrollo natural y gestionable obtenidas por el país. Durante este periodo, los marcos de certificación han sido un esencial motor para la recepción de la gestionabilidad en los proyectos de desarrollo. En 2008, se inscribieron los tres primeros proyectos LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) en el país, y a partir de 2010, se empezaron a ejecutar proyectos afirmados. A partir de ese momento, ha habido un gran desarrollo de marcos de confirmación en la nación, coordinando otros certificados globales como EDGE y HQE al mercado, y en términos nacional, alcanzando la mejora del certificado CASA Colombia, sólo para construcciones de alojamiento. Con esto se ha logrado que se considere la gestión de los atributos en diferentes tipos de tareas, desde viviendas de bajo costo hasta enormes edificios de clínicas médicas.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

La sustentabilidad alude a la virtud de poder sostenerse por su propia cuenta y se ha relacionado con la armonía que tiene que haber en cualquier ciclo entre los conjuntos asociados a él, en general tratados desde las perspectivas natural, monetaria y social. Esto propone una conexión significativa en los 3 círculos, una relación que ha decidido la mejora de la sociedad desde sus puntos de partida.

A partir del surgimiento de la humanidad, el ser humano inicio a cambiar su habitad actual para suplir sus necesidades fundamentales. Este cambio se produjo a nivel local, permitiendo el perfeccionamiento de diversas estrategias de construcción en todo el planeta, a la luz de los recursos y las cualidades climáticas y geológicas de las zonas. Por ejemplo, en la antigua ciudad de Babilonia, a causa de los suelos terrestre que se presentaban en el lugar, se repitió la utilización de componentes de adobe y bloques terminados, material prima que proporcionaban un ambiente agradable en los espacios interiores de las estructuras. En Grecia, la falta de madera, producida por la tala excesiva de árboles para calentar las viviendas, impulsó la mejora de los planes de ingeniería que ensamblaban la energía del sol en el moldeado cálido de las estructuras, originando el diseño alimentado por el sol como reacción a la emergencia energética y patrimonial. En la región en la que se encuentra Colombia hoy en día, los nativos crearon estrategias basadas en la utilización de tierra, piedra y distintas materias primas que nos proporciona el planeta que son todavía empleados en un enorme territorio del país con fines de desarrollo. Métodos como la tierra pisada o también el bahareque son la consecuencia de una combinación de estrategias de desarrollo europeas y autóctonas que, por su baja utilización de energía relacionada y su capacidad de ejecutar materias primas de nuestro entorno actual,

obtienen cualidades de sustentabilidad. Hacia el final del siglo XX, se inició un ciclo dinámico para resolver las cuestiones naturales relacionadas con los factores que causan contaminación en el proceso de industrialización. Ocasiones significativas que unieron diferentes áreas financieras en torno a las cuestiones naturales, por ejemplo, la conformación de la Junta Intergubernamental sobre el Cambio Ambiental, la cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992, la Reunión sobre el Cambio Atmosférico en Toronto en 1988, la formación de la Secretaría de la Muestra sobre el Cambio Ambiental, la aprobación de la Convención de Kioto en 1997, entre otras, prepararon la formación de acuerdos, arreglos y regulaciones mundiales para el clima y la manejabilidad de los procedimientos de productividad (Acevedo et al. 2012).

Figura 1

Los 3 ejes en que se centra el Desarrollo Sustentable



Nota. Fuente: (Certificación Sustentable S.A, 2016),(<https://www.sustentable.org>).

1.2 ¿Qué es un Edificio Sustentable?

Un edificio es sustentable cuando tanto su diseño como su proceso constructivo proporcionan un uso eficaz de recursos energéticos, los materiales y otros recursos primordiales como el agua, de modo que su ejecución ayude de manera eficaz a limitar los impactos del sector constructivo en los cambios medioambiental debido que este sector consume algunos materiales que forman parte al tipo de elementos no renovables: los materiales provenientes de la roca. La sustracción excesiva de dichos materiales, trae con sí un daño al planeta, debido a que este proceso va ligado a la transformación del medio y los procedimientos de elaboración conllevan unos gastos enormes de energía y a su vez produciendo gases que perjudican la capa de ozono

La construcción y el avance sostenible permiten lograr un sinnúmero de beneficios ecológicos para los inquilinos de las estructuras, como fondos de reserva en la utilización de la energía, fondos de reserva en la utilización del agua, mejora del clima metropolitano, eficiencia ampliada y protección del bienestar, entre otros (Daza, 2010).

No obstante del potencial de cambio de los edificios sustentables (ES), al día de hoy supone apenas un porcentaje de la totalidad de las edificaciones de Colombia, según El Tiempo (2015) Los datos del Comité Colombiano de Desarrollo Económico (Cccs), a la luz de la información del US Green Structure Board (Usgbc), muestran que el país se ubica en 4 posición en América del sur en cuanto a estructuras 'verdes', con 175 emprendimientos inscritos en la lista de autoridades de Leed, que resultan en más de 3 millones de m².

Figura 2

Bloomberg Building (Inglaterra)



Nota. Es un edificio ecológico que se encuentra en Londres. su inauguracion fue en el 2018. Su proceso constructivo tardo 8 años. Esta edificación esta construido con láminas de piedra y madera. Fuente: (Guerrero, 2022), (<https://www.cinconoticias.com>).

1.3 Características de los Edificios Sustentables

Es claro que se necesitan avances y mejoras prácticas en el sector de la construcción en el planeta ya que se conoce que este sector es el mayor productor de CO₂ al planeta; en consecuencia, se debe hacer un análisis de ciclo de vida (ACV) de estas obras como puede ser su diseño, construcción y ejecución para reducir lo máximo posible los impactos negativos en el planeta y lograr así un bienestar enorme para sus ocupantes.

Según Daza (2010) El sector constructivo es de importancia esencial para lograr un desarrollo sostenible, sin embargo, esto incluye una utilización masiva de recursos naturales,

produce un enorme volumen de residuos, y afecta inequívocamente el diseño social y financiero de las naciones en las que trabaja. Debido a estas variables, este sector tiene la obligación de buscar construir espacios mejores y más manejables en los que vivir, que sean como uno con la naturaleza y dentro del alcance de todos. En consecuencia, la sostenibilidad nos permite lograr beneficios al medio ambiente y también para los habitantes de estas edificaciones, como pueden ser: el ahorro en el gasto energético, en el uso de agua potable, adecuación del medio urbano, aumento en el rendimiento y en el cuidado de la salud entre otros.

Para el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) el objetivo general de estas edificaciones es minimizar de su huella ambiental y aumentar el confort de sus ocupantes, para lograrlo se basan en los siguientes principios:

- Coordinación del ciclo de vida.
- Afinidad entre la obra y el medio.
- Consumo eficaz y consciente de la energía.
- Preservación, reserva y reutilizar el agua.
- Uso de materiales reciclables y renovables.
- Escoger materias primas que su proceso de fabricación y extracción sea limpia
- Aumento de la eficacia en métodos constructivos.
- Cambiar hábitos de la población.
- Determinar las propiedades de un E.S y la trascendencia en el sector constructivo.

Inmobiliaria Actual (2021) describe que el propósito de un E.S es ser amigable con el planeta y eficaz en terminar de consumo de energía. Para lograrlo, estas obras deben tener algunas características descritas a continuación:

- Minimizar la huella de la construcción, tener presente el precio del transporte, la sustracción de materia prima y verificar los distribuidores aportan a una construcción más sustentable.
- Reducir el gasto de agua, en estos procesos sostenibles se tiene en cuenta los enormes volúmenes de agua utilizada para la producción y ejecución. En esta clase de proyectos, en la etapa constructiva, se dan solución inmediatamente algún tipo de fuga, se emplean automóviles que no usan grandes cantidades de agua y se ubican elementos que generen a la comunidad a reducir el consumo de este recurso.
- Reducir el peligro a una inundación, es esencial mermar el peligro de inundaciones y las afectaciones que generan, debido a que las consecuencias pueden ser catastróficas. Numerosos métodos de proyectos sustentable pueden reducir el peligro de inundaciones. Esto se logra, antes de iniciar el proceso constructivo, verificando la topografía del terreno y sus protecciones naturales existentes y generar un plan para su mejoramiento. Para ello se pueden optar como las medidas siguientes:
 - ✓ Recuperar el flujo natural reorganizando las áreas costeras o conectando los ríos con sus llanuras aluviales.
 - ✓ Recuperar los humedales, que logran contener agua de inundaciones y generan una disminución de estos flujos de agua.
 - ✓ Embalses para áreas agrícolas para el almacenamiento de agua de en las inundaciones, en caso contrario áreas naturales de alto valor.
 - ✓ Disponer de una infraestructura de protección contra inundaciones, ya sea drenajes y techos verdes.

- Minimiza el consumo de energía, el sector constructivo es uno de los que más consumen recursos naturales. Por tanto, asegurar que estos proyectos sean eficaces en términos de energía es un punto de inicio muy bueno para elaborar una construcción sustentable, también, aumentar el aprovechamiento de la luz solar, Se puede hacer uso de algunos equipos e innovaciones para disminuir la utilización de energía, como la iluminación delicada del movimiento, los sopladores de aire y la base de los ciclos de producción de energía. Del mismo modo, la gestión debe trasladarse a ciclos como la demolición, el transporte y la excavación. En ellos, se deben utilizar opciones de ahorro de energía.
- Es asequible, por lo general, pensar que las estructuras verdes y viables son más costosas que las estructuras habituales, sea como sea, el gasto dependerá de las metodologías y los materiales utilizados en la empresa. Cualquier acuerdo para hacer que una estructura sea ecológica con materiales manejables debe ser trazado hacia el comienzo de la tarea para que sea razonable, ya que perseguir opciones espontáneas provocará mayores gastos y actualizaciones en el plan de la empresa.
- Hacer uso de materiales reciclables o razonables, algunas personas imaginan que el proyecto de sostenibilidad se cierra una vez desarrollada la estructura, sin embargo, ésta tarde o temprano necesitara arreglos y los materiales serán suplantados. En ese caso, asumiendo que es importante deshacerse de ciertos, deberíamos saber que estos pueden ser reutilizados o reaprovechados. Del mismo modo, existen numerosos materiales de estructura económicos, por ejemplo, racimos de paja, bambú, plástico reutilizado y hormigón de madera.

- beneficia la salud de sus ocupantes, aunque las estructuras verdes son excelentes para el clima, también lo son para el bienestar de sus habitantes. Por ejemplo, la configuración biofísica disminuye la presión y desarrolla aún más la eficiencia, ya que los individuos se sienten más cerca de la naturaleza. El plan dinámico, a través de un montón de normas de construcción, avanza el trabajo activo y mantiene a los individuos sanos. Además, el establecimiento de películas de gas ayuda a mantener los gases nocivos fuera de la estructura, lo que implica un aire de mejor calidad.
- Uso de aislamiento adecuado, el mantenimiento del calor es un gran problema de la manejabilidad de los edificios debido a la solidez y a la competencia de los materiales. Unos pocos casos de protección soportable incorporan protección de celulosa, algodón, vellón de oveja y protección de espuma de poliuretano de aerosol.
- Reduce la contaminación causada por gases nocivos, La contaminación por gases destructivos puede afectar esencialmente a la sustentabilidad de una estructura como consecuencia de los peligros que suponen para los ocupantes. Uno de estos gases es el radón, que es formado normalmente cuando un metal radiactivo uranio, torio o radio se van descomponiendo en rocas, en el suelo y en aguas subterráneas. La población puede verse expuesta al radón fundamentalmente cuando lo inhalan en el aire que emerge de las roturas de las estructuras y los hogares, por lo que introducir la protección esencial es urgente. Unos pocos diseñadores no introducen películas de protección contra el gas, lo que hace una caja de gas que puede causar crecimiento en células cancerígenas y otras condiciones médicas para los que están dentro de la edificación.

1.4 Iniciativas en Pro de la Construcción Sustentable

Según Acevedo et al. (2012). Desde el ámbito público se han venido impulsando propuestas importantes. La administración local y regional de las principales ciudades de Colombia ha implementado metodologías y modelos de desarrollo que les permiten reducir el efecto sobre el clima interior y el clima que rodea la ciudad. Esto se ha visto reflejado en los índices de manejo ambiental en el informe “Política de Gestión ambiental urbana” del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en el procedimiento del Departamento de Planeación Nacional llamada “Construir Ciudades Amigables” o en los planeamientos como el que está realizando la Región Metropolitana del Valle de Aburrá para la ejecución y dispersión de actividades viables en el desarrollo de la localidad.

Desde el sector privado, han surgido adelantos muy relevantes en tema de creación de algún material con propiedades sustentables como ECO- MAT en el Valle del Cauca. En cuanto a los edificios verdes, PVG Arquitectos se presenta como organización precursora en esta clase proyectos diseños en la línea de la sustentabilidad.

Las universidades del país también han generado su aporte. Por ejemplo, la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia en el 2009 fue la primera en dar apertura a una especialización en construcciones sustentable de Colombia, que posee acuerdo con la Universidad Nacional, y el SENA. Esta idea se ha aplicado también en la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. El SENA, por su lado, ha mantenido la instrucción de los métodos constructivos por medio del uso de materias primas propias de la región como la guadua y la tierra.

Como respuesta a lo anterior, el país se ha iniciado un plan en las instituciones en beneficio de la construcción amigable con el planeta desde las Universidades, en pregrado y

también en posgrado. También, se pueden observar obras en ejecución con planes de reciclaje, consumo medido del agua y energía por parte de las constructoras colombianas especialistas en este campo, logrando así, la apertura de un mercado con bastante competencia rumbo a la sustentabilidad del sector constructivo del país.

1.5 Marco Referencial

A nivel nacional se relacionan algunos proyectos donde la sostenibilidad se ha establecido como factor esencial durante su proceso constructivo, estos se han guiado por principios ecológicos y disminuyendo el impacto ambiental. Por ejemplo: Edificio Novartis, que se encuentra en la capital del país, con certificación Leed nivel Plata; Edificio Bancolombia en Medellín, reconocido con la certificación Leed Oro.

1.5.1 Edificio Novartis Colombia

El edificio de la empresa de fármacos, localizada en Bogotá, se estableció en la primera obra de infraestructura del país en obtener el certificado LEED Plata, que lo otorga el Consejo de la Construcción Sostenible en los Estados Unidos (USGBC).

Este edificio tiene como innovación la primera certificación en una cubierta en la capital del país, que también contribuye con los principios de lograr un mínimo impacto en el medioambiental. Está cubierta cuenta con 450 metros cuadrados que tiene siembras de vegetación endémica (que su finalidad es reducir el calentamiento del planeta) hay que adicionarle la reutilización de aguas pluviales y un consumo eficaz de la energía de esta obra. De hecho, gracias al diseño, se produce un ahorro de energía del 37 por ciento y logra que los espacios interiores se beneficien lo mayor posible de la luz del ambiente. También, gracias a un tanque con capacidad de 15 mil gl para el tratamiento y un uso posteriormente de aguas de lluvia, se estima una reducción del 45 % en el gasto de agua. (Portafolio, 2010).

Dentro de las leyes internas, no está permitido fumar en los espacios interiores de la edificación y fuera de esta sólo en un espacio específico. El edificio Novartis propone una ley del automotor compartido o carpool, el cual se basa en fomentar esta alternativa de movilidad entre los ocupantes buscando generar menores consumos de gasolina y prevenir una contaminación mayor.

Figura 3

Edificio Novartis Colombia



Nota. Fuente: (ArquitectObra, 2012), (<https://arquitectura-sostenible.es>).

1.5.2 Edificio Bancolombia Medellín

Según el CCCS (2010). La sede de compañía de Bancolombia en Medellín - Antioquia fue realizado con el fin de ejecutar una obra que aportara significativamente a la ciudad, que cumpliera con lineamientos de sustentabilidad de clase global y, también, se constituyera como un elemento de desarrollo para la compañía de Bancolombia.

Con un total aproximado a \$360.000 millones de pesos, esta obra se compone de 2 edificaciones de doce plantas con un espacio total es de 125 mil metros cuadrados, los cuales cuanta con un aforo de 4 mil personas. Este sector se ha destinado a oficinas, locales comerciales, zonas comunes y zonas de estacionamiento. De las 3,5 hectáreas del terreno, se otorgaron a Medellín alrededor de 2,2 ha, de las que fueron usadas con fines viales y para parque. Posee 5 plantas para parquear, 7 plantas para oficinas de los cuales cuatro se conectan por 2 puentes de 50 metros, una planta para reuniones, una sala para conferencias, y una planta para un restaurante, cafeterías, gimnasio, y espacios para reposo y relajación.

En tema de gasto de agua, la edificación usa las aguas grises para baños y los jardines. En cuanto al gasto de energía, el 95% de los espacios internos tienen luz natural. Como adicional, se incorporó un mecanismo de aire acondicionado eficaz que disminuye los gastos de energía en alto grado y sus ascensores cuentan con inteligencia neuronal, estos se acoplan al funcionamiento de la edificación logrando una reducción de gasto de energía.

El Edificio cuenta con mueblería construido con madera con certificación, que logran reducir liberación de sustancias al medio ambiente, y se realizan actividades de reutilización y de clasificación de residuo sólido, esto ayuda minimizan la huella ambiental vinculados con la operación del Banco. También, existen normas de transporte y movilidad que promueven que los empleados tengan menor uso de automotores particulares. Tiene también estacionamiento para bicicletas y espacios para vestidores y duchas para sus ocupantes. Es propio mencionar que un 5% del total de los espacios de estacionamiento son primordialmente para automóviles con emisiones bajas y para las personas que hagan uso compartido de sus vehículos.

Figura 4

Edificio Bancolombia Medellín



Nota. Fuente: (La Republica, 2012), (www.larepublica.co).

1.5.3 Edificio Corporativo de Amarilo (Bogotá)

El Edificio Amarilo, es catalogado como un ícono en el sector. La obra, de 8.729 m², tiene un ahorro cercano al 42 % de agua usando la recolección y posterior el procesamiento de aguas de lluvias y una media de 57 % de consumo energético debido a los 78 paneles solares instalados en la edificación. Sumado a esto, las oficinas ocupadas por altos mandos se localizan en el centro para así tener una mayor iluminación haciendo uso de la luz natural.

La planeación de esta obra de infraestructura tardo cerca de 2 y medio años y desde el comienzo se quería lograr el objetivo de recibir la certificación el LEED platinum, certificación otorgada por el Consejo de la Construcción Amigable de Estados Unidos para construcciones sostenibles, ésta fue otorgada en el 2020, al principio por construcción y después en ejecución. En Latinoamérica recibieron esta certificación solamente 4 edificaciones; y el edificio Amarilo

en tema de área se considera el más grande que ha logrado esta distinción en el país. Sumado a esto, también recibió la certificación EBOM 4.1 en Colombia, que es el más alto nivel de distinción. (Semana, 2021)

Figura 5

Edificio Corporativo de Amarilo (Bogotá)



Nota. Fuente: (Amarilo, 2021), (<https://amarilo.com.co>).

2. BENEFICIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES DE LAS EDIFICACIONES SUSTENTABLES

La construcción de edificios sustentables sin duda, logra un aporte importante al planeta, al desarrollo de las sociedades y la el impacto en la vida de los habitantes de estos proyectos finalmente. Aparte de su importancia para el desarrollo urbano, un gran reto como sector de la construcción y del país es no quedarse solo en edificaciones, sino también, toda grande obra de infraestructura a los que añadan, en el diseño, construcción y ejecución, aspectos relacionados con el medio ambiente y lo social; generando así, beneficios no solo ambientales sino también socioeconómicos.

2.1 Beneficios Ambientales

Según el CCCS, los edificios Sustentables respecto a los edificios tradicionales representan una disminución del 30% en cuanto a gasto de energía, menor cantidad de emisiones de CO₂ en un 35%, menos agua consumida es decir una disminución entre el 30% y el 50% y a la eficaz manipulación de los recursos y materias primas se conlleva menores cantidades de desperdicio y desechos que van desde el 50% al 90% menos.

Disminuye el calentamiento global y protege la capa de ozono, consumiendo menor cantidad de energías, generando menores cantidades de CO₂, evitando la contaminación por gases productores del efecto invernadero y ayuda en cierta parte al calentamiento global. Controlando la utilización de productos refrigerantes para aparatos de calefacción y aislamiento térmico, se reduce la afección a la capa de ozono. La materia prima que se usan en estas edificaciones generan muy poco o ningún el riesgo de producción de estos gases nocivos en su proceso de fabricación y cuando termine su vida útil.

También estas prácticas persiguen crear obras de infraestructura más amigables con el planeta y ser ecológicamente más eficaces con el uso de recursos. Las edificaciones sustentables pueden lograr cuidar la biodiversidad al cuidar los espacios abiertos, reparar sitios ecológicamente afectados, generando un hábitat para los animales silvestres en lugares como las cubiertas o tejados.

De igual manera ayudan al utilizar elementos que no generen daño al ecosistema en otros lugares. Estas obras, también, trabajan como laboratorios para educar y concienciar en términos ambientales y aumentan la calidad de las aguas y el aire respirable, minimizando los agentes contaminantes que se ven vertidos a las alcantarillas y luego a la red de potabilización del agua. También ayudan a promover la siembra de plantas nativas y que resisten a la sequía. (Inarquia , 2021).

2.2 Beneficios Sociales

Los beneficios de las edificaciones sostenibles van más allá del medio ambiente, ya que se ha comprobado que además generan un impacto social positivo. Basado en el bienestar del personal que trabaja o vive en este tipo de edificaciones debido a que se conoce que el ser humano pasa aproximadamente el 85% de su tiempo en espacios interiores. Por este motivo, es de supremamente importante una buena calidad del ambiente interno. Las edificaciones con certificación LEED ejecutan una gran cantidad de medidas tales como la optimización, aumento y explotación de la luz del sol, aprovechamiento óptimo de la iluminación artificial, regulación de factores como la insolación, confort a nivel de temperatura, ventilación o aeración producto de la naturaleza, seguimiento y manejo de calidad de las actividades sistematizadas de climatización o disminución en la implementación de componentes que generan toxicidad, entre otros. Todas estas condiciones cooperan para la reducción de factores y agentes que contaminan

a su vez son causantes de enfermedades, de tal manera que se genere una mejoría en la salud de quienes habitan dichas edificaciones. (Inarquia, 2021).

2.3 Beneficios Económicos

Se cree que llevar a cabo una construcción de forma sostenible o sustentable, supone mayores costos que al edificar construcciones convencionales, pero esto es dependiente de diferentes agentes, pues muchas edificaciones sustentables o verdes a nivel de costos pueden ser igual e incluso llegan a costar menos que una edificación convencional o tradicional, esto se debe a que los recursos se gestionan de una manera más eficiente, que a su vez repercute en la reducción de gastos de los elementos eléctricos o electrónicos, sistemas pluviales, mecánicos y en la estructura de la edificación. Una clave para lograr esto es la implementación de un diseño integrado por medio del uso de las materias recicladas y amigables con el planeta.

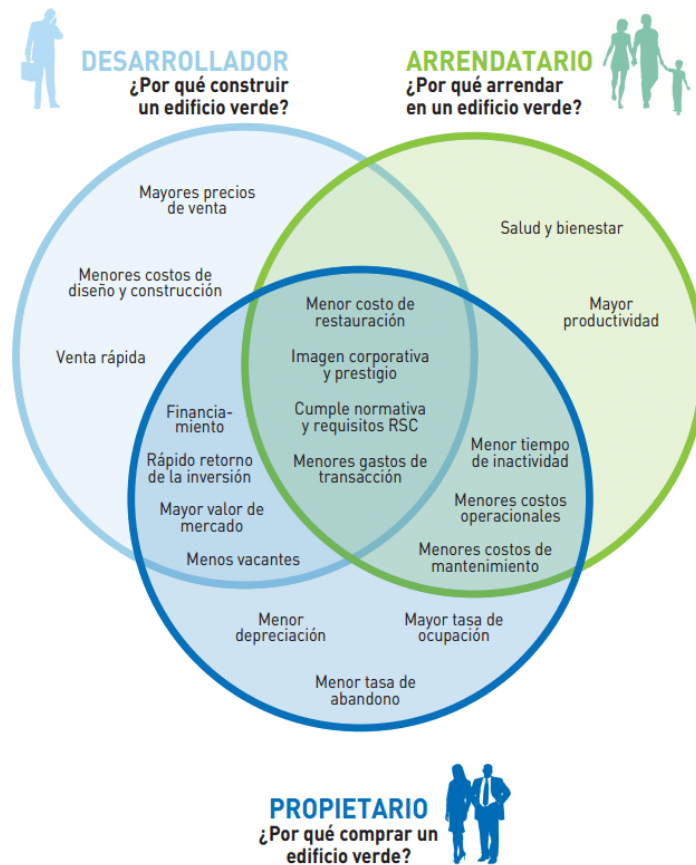
Este ahorro no es sólo en el proceso constructivo, ya que quienes vivan o hagan uso de estas construcciones también pagarán menos. Debido a que estas edificaciones están adaptadas a las necesidades de sus ocupantes, aprovechando las fuentes hídricas cercanas, se benefician de iluminación por medio de paneles solares, ventilación óptima a causa de su diseño y en ellas se implementan electrodomésticos con consumo disminuido de energía que a su vez se ve reflejado en los costos generales.

Los estudios realizados sugieren la existencia de una gran cantidad de incalculables de beneficios al realizar ideas sostenibles, que secundan a los múltiples implicados durante el ciclo de vida de una construcción. Cuando los contratistas y los habitantes entiendan la envergadura de la disminución de las afectaciones en el ambiente y sociales de estas edificaciones, aumentaran las posibilidades ante una mejor acogida comercial de los edificios verdes. Investigaciones que se realizaron en todo el mundo se comprueba que las edificaciones sostenibles generan un mayor

atractivo en quienes arriendan, generando un impulso en los costos de arriendo y venta.
(OVACEN, 2020).

Figura 6

Costos y beneficios de los agentes intervinientes



Nota. Fuente: (World Green Building Council, 2013), (<http://ovacen.com>).

3. MARCO NORMATIVO DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

3.1 Edificaciones Sostenibles

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022) en su Actitud de Gestión Ambiental Urbana, elaboró y radico el informe “Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana”, en el que expone un grupo de criterios, enfocadas inicialmente en prevenir, el cual se relaciona con la utilización de materia renovable. Los criterios allí publicados se basan los 3 objetos fundamentales de la sostenibilidad:

- Racionalización de la utilización de los recursos renovables naturales.
- Sustitución con sistemas o recursos alternos.
- Manejo del efecto ambiental generado.

CONPES 3919 de 2018 El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible participó en la creación del CONPES 3919 de 2018 – Política Nacional de Edificaciones Sostenibles, en donde se definen sus objetivos generales como “inducir la revisión de factores de sostenibilidad para todos los usos y durante cada una de las fases del ciclo de uso de las construcciones por medio de convenios normativos, la ejecución de mecanismos de revisión constante y la implantación de incentivos a nivel de economía, que colaboren con la disminución de impactos de manera negativa de los procesos constructivos hacia el medio ambiente, mejorar las los criterios de habitabilidad y generando mayores oportunidades de trabajo e innovación”.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Norma Técnica Colombiana NTC-6112 de 2016 “Etiquetas Ambientales Tipo I. Sello Ambiental Colombiano – SAC”, se especifican criterios de ambiente para diseñar y construir de obras sustentables para

utilización distinta a viviendas. Esta alusión se relaciona en la ejecución de factores sustentables dentro del tiempo de vida útil de las construcciones. Esta norma, establece estándares para las etapas de diseño, ejecución constructiva, utilización y el aprovechamiento último de las construcciones

En este contexto, el Ministerio de Ambiente también implementó incentivos monetarios en relación a la sostenibilidad de construcciones como las expuestas a continuación:

1. La exención del impuesto definida en el contexto del artículo 255 del Estatuto Tributario Nacional para construcciones que se encuentren calificadas en su etapa de diseño por una entidad certificadora acreditada ya sea del país o en otros países en construcciones sostenibles (Decreto 2205 de 2017, Resolución 0367).
2. La exclusión del IVA, ayuda que se contempla en el Estatuto Tributario inclinado a impulsar múltiples metodologías afines a la construcción de edificios que se encuentren en curso de obtención de algún tipo de certificado energético o de ambiente, de orden nacional o internacional (Plan de Acción Indicativo del PROURE 2017-2022), estímulo que es aplicable para construcciones que estén bajo certificación en su etapa de diseño por una entidad certificadora acreditada de orden nacional o internacional en construcciones sostenibles (Decreto 1564 de 2017, Resolución 1988 de 2017 y Resolución UPME 585 de 2017).

3.2 Norma Técnica Colombiana en el Marco de Edificaciones Sostenibles

En el contexto del Sello Ambiental Colombiano, el Ministerio de Ambiente y el Organismo de Certificación, se han ejecutado de manera colectiva normativa relacionada de manera directa e indirecta con el avance en edificación sostenible. Con estos mecanismos se

plante entregar al usuario información veraz y concreta sobre las características medioambientales de los elementos usados para dicho fin, de esta manera incentivar el mejoramiento del medio ambiente de las fases productivas y así promover el aumento en la necesidad y la satisfacción a nivel productivo que generen impacto positivamente en el medio ambiente.

El Sello Medio Ambiental de Colombia para edificios Sustentables. Se entregará a edificaciones que en su proceso constructivo se hayan considerado principios de sostenibilidad, estas se tomarán en cuenta criterios de la ubicación de la construcción, un uso óptimo energético, recurso hídrico, residuos, materiales, calidad ambiental de interiores y comodidad, entre otros. Como también, instaurar la reglamentación técnica para el tipo de construcción descrita, se constituirá un Comité Técnico interdisciplinario conformado por delegados del área constructiva, usuarios y personas interesadas en general que por medio de acuerdos se establezcan requerimientos donde se evalué la calidad, seguridad, cuidado a la salud y el medio ambiente. Mientras está en disposición el Sello Medio Ambiental de Colombia para las Construcciones Sostenibles, hay una novedosa concepción de diseños certificados con otras herramientas y sellos.

En la actualidad encontramos en proceso de reglamentación por parte de la organización a la cual compete, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) las normas técnicas a continuación descritas:

- Construcciones sostenibles para utilización diferente a residencial
- Productos mediante la utilización de la guadua
- Prefabricación utilizando concreto como material base

3.3 Sellos de Certificación Sostenible

Para garantizar que constructores y arquitectos ofrezcan verdaderamente edificios sustentables, existen organizaciones que determinan los criterios y/o estándares para verificar la calidad ambiental. En Colombia existen siete sellos que certifican la sostenibilidad, los cuales han permitido desarrollar variados proyectos inmobiliarios. Como son:

- LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), que sus siglas en español significan *Líder en Eficiencia Energética y Diseño sostenible*, propone la edificación al que se refiere se encuentra diseñado y construido con unos ítems de eco eficiencia y cumple con los estándares de sostenibilidad. Es netamente voluntario, otorgando un valor añadido al proyecto y estimulando la edificación sostenible. (Structuralia, 2020)
- ARC, es una herramienta que ayuda vigilar el comportamiento o niveles en que se desempeña una edificación en cuanto a consumo energético, agua, transporte, vivencia humana y contaminación por medio de residuos. Esta plataforma es de uso libre y cualquier diseño de infraestructura pueden hacer uso de esta para analizar su comportamiento e identificar opciones de perfeccionamiento. (Specson, 2022)
- CASA Colombia del CCCS, es un sistema que proporciona certificados para edificaciones o viviendas enfocado en sus usuarios, que evalúa proyectos sustentables y amigables con el medio ambiente. Es un sistema multi propósito, que se basa en desempeño, con indicadores de proporción y que posee una verificación de tercera parte. (Casa Colombia, 2022)

- HQE (High Quality Environmental), considerado como uno de los estándares más completos del planeta en términos de construcción sostenible. Valora factores como la eficiencia de energía, medioambiente, vigor, comodidad, medio; Tanto en residencias y edificaciones oficiales o privados como en toda obra de construcciones. (BBVA, 2021)
- WELL Building Standard, es un método de valoración dinámico para edificaciones y viviendas que facilita reconocer, cuantificar y vigilar las particularidades de los lugares y áreas edificadas que repercuten en la salud en el bienestar y salud de sus usuarios. Esta certificación es la precursora que se enfoca únicamente en la salud y la comodidad de los habitantes. Está asentada en la ganancia y no en la disposición. (ITG , 2022)
- Living Building Challenge, es una certificación internacional creada en el año 2006. Tiene como objetivo promover los estándares más avanzados de construcción sustentable, ya sea en edificios nuevos como en aquellos ya existentes. Según esto, se puede aplicar tanto a infraestructuras como a paisajes, barrios o vecindarios. Su metodología y ejecución se distingue de algunos certificados sostenibles como son la LEED o BREEAM. (Maison Plus, 2022)
- EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies), es un mecanismo de cambio de mercado para edificaciones que sean eficientemente de forma monetaria, vertiginosa y cómodo de usar. EDGE ayuda a los arquitectos y constructores de obras de ingeniería reconocer rápidamente los precios de concentrar métodos de ahorro energético, agua y materia prima en sus obras. (EDGE, 2022)

4. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Últimamente se han creado en todo el planeta sistemas centrados en el trabajo sobre los atributos naturales de los materiales. Uno de ellos, la observación del tiempo útil de los materiales (ACV), depende de la enunciación y demarcación del marco, la medición de la información y el resultado de la emisión y las energías, que producen influencia en el clima y la valoración de estos efectos. Igualmente, también ejecuta la interpretación en la que se sacan las conclusiones y las indicaciones acerca de los períodos del material donde se genera un mayor impacto en el medio ambiente y, por tanto, que puntos del procedimiento son posible mejorar. De esta manera, para que la materia prima sea sustentable realmente, se debe considerar cada uno de los ciclos por los que atraviesa, desde la explotación de la sustancia no refinada, el movimiento previsto en cada etapa, los ciclos de cambio del material, cómo se utiliza el material, su eliminación una vez terminada la vida útil, la propiedad para ser reutilizado o reciclado, entre otros. En la actualidad, los residuos y resultados modernos están siendo utilizados como sustancias naturales electivas en los procesos de montaje, con la intención de conseguir materiales más inofensivos para el ecosistema, a la vez que sirven para valorizar y eliminar los residuos. De igual manera, se ha continuado la ejecución de material anterior y de los entornos, por ejemplo la tierra, la fibra natural y la guadua, los cuales han sido manejados, en general, con materiales diferentes que se suman al trabajo de sus características mecánicas y a la normalización de sus ciclos de ensamblaje del resultado final, trabajando así en el acopio de material de construcción, según la perspectiva ambiental (Acevedo et al. 2012).

4.1 Análisis del ciclo de vida de los materiales usados en construcción

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV), es un método que se usa para calificar la huella medio ambiental de algún prototipo de producto o servicio, por consiguiente, lo podemos aplicar

sobre determinado material, proceso constructivo, o también sobre un edificio o un grupo de estos. La utilización del procedimiento de ACV en las estructuras tiene muchos beneficios para el área de desarrollo, trabaja con la toma de disposiciones por parte de los organismos y asociaciones del sector constructivo con el objetivo de organizar sistemas de eco eficacia en la construcción, reconociendo las oportunidades para trabajar las huellas ambientales en este sector, teniendo en cuenta todo el período de duración de las estructuras, estableciendo límites para el diseño o restauración ecológica de las construcciones, la elección conveniente de mercados de materia prima constructiva y componentes energéticos, la disposición de técnicas y estrategias para supervisar los restos de la construcción y la carga de materia prima (EcoHabitar, 2019).

El ACV de un material consta de diferentes etapas, empezando por la explotación de las materias primas que se usan para su fabricación, hasta el reciclaje de estos cuando finalice su vida útil. A continuación, explicaremos cada una de estas etapas.

4.1.1 Extracción

En esta etapa se realizan todos los procedimientos importantes para la extracción de los componentes no refinados que se esperan para obtener el material ideal. En general, la extracción y preparación de las sustancias naturales para su posterior uso en la elaboración de artículos requiere gran cuantía de energía, con el consiguiente efecto ecológico elevado.

El aumento de las solicitudes ha impulsado a las organizaciones que participan en la extracción de componentes no refinados a cambiar sus ciclos, ya sea disminuyendo su utilización, o suministrando energía sostenible, o explorando nuevas materias primas. Asimismo, hay que tener en cuenta que numerosas materias primas están bastante alejadas del lugar de producción, con el consiguiente efecto vehicular y ecológico que ello supone.

4.1.2 Fabricación

Durante esta etapa, se realizan tareas de fabricación para transformar los componentes sin refinar en materiales de construcción que cumplan las normas de calidad legítimas, especializadas y necesarias.

El proceso de fabricación también tiene serias afectaciones ambientales, fundamentalmente debido a la enorme utilización de energía y activos esperados para lograr el material correcto. En este sentido, los fabricantes comienzan a crear pensando en las liberaciones de dióxido de carbono en el ambiente y desvelan el efecto ecológico de sus materiales durante el proceso de fabricación.

4.1.3 Distribución y transporte

El resultado final se envía a la última zona. El interés por la energía y los bienes difiere según el tipo de transporte, el recorrido y el tipo de combustible utilizado. Para evitar este efecto, la mejor opción es buscar materiales y productos cercanos, con una ventaja extra: ayuda a la economía del sector.

4.1.4 Uso y mantenimiento

Los primordiales efectos que se derivan de la finalidad son generalmente los relacionados con la utilización de la energía. Si nos limitamos estrictamente a los materiales manejados en la construcción, la resistencia de los materiales es sin duda un punto de vista a tener en cuenta, así como su posibilidad de ser sustituidos por otros de mejor ejecución. No hay que olvidar que en esta fase es fundamental tener en cuenta los arreglos que necesita un producto durante su utilización.

4.1.5 Reciclaje

Una vez que el material ha cumplido con su vida útil, siempre y cuando sea factible, este deberá ser reciclado, reutilizarse o también devolverlo a la naturaleza. Los componentes de estos materiales se vuelven imprescindibles para conocer sus posibilidades.

4.1.6 Disposición de desechos

Es de vital importancia desechar de manera correcta los materiales que no puedan ser reutilizados. Para esto se debe tener en cuenta sus características y tener medidas para que no puedan generar efectos negativos sobre el entorno.

4.1.7 Demolición y reciclado

En la actualidad, el sector constructivo está obligado a realizar un plan de administración de residuos, informar y depositar la basura en al menos una planta de tratamiento de residuos, con sus consiguientes gastos, costes y efecto ecológico. Es el tratamiento de residuos establece quien separa los diversos tipos de materiales para su posterior arreglo y reutilización, ya sea como nuevos componentes sin refinar o como residuos. El objetivo a corto plazo es programar el reciclaje dentro de la obra.

Las expectativas que se presentan entorno al concepto ACV de los materiales cada vez aumentan. Es fundamental que mejoremos y suplantemos los recursos naturales limitados con energía sostenible o materiales reciclables, y que nos establezcamos en materiales cercanos que disminuyan las emisiones por transporte. (retokommerling, 2021).

4.2 Materiales más usados en la construcción sostenible

Se pueden hallar distintos materiales en la construcción sostenible que son concurrentes con el medioambiente. Se pueden hallar desde los más básicos y asequibles como por ejemplo la madera, que podemos hallar de forma natural, incluso materiales que son más complicados ya

que demandan un complejo proceso de elaboración. Unos de los materiales que más se están utilizando en pro de la sostenibilidad son los siguientes.

4.2.1 Madera

Este material ha cortejado a la humanidad a lo largo de toda su trayectoria, es apreciada como el material que genera un mínimo impacto climático en su obtención, ya que a lo largo de su período de utilidad es capaz de eliminar enormes cantidades de dióxido de carbono.

También es importante acentuar su capacidad aislante, que según cálculos puede alcanzar un ahorro entre el 50-60% en calefacción y aire acondicionado. Asimismo, las edificaciones de madera normalmente se ejecutan en menor tiempo y logran alcanzar a ser hasta un 30% más económica que elecciones de ladrillo o concreto. En el mercado hay productos provenientes de la madera empleados para aislar, como las secciones de fibras, elaborados con los residuos que generan las carpinterías o los tableros OSB sintetizados por capas de cepilladuras orientadas unidireccionalmente.

Figura 7

Tableros OSB



Nota. Un tablero OSB está hecho por diversas capas de virutas de madera adherentes a las que se le emplea presión. Fuente: (Drywall, 2020), (<https://drywall-sa.com.ar>).

4.2.2 Barro cocido

Está hecho de tierra arcillosa que se somete a temperaturas por debajo de 950 °C y a la que se le aplican algunas técnicas naturales. Estas actividades consiguen una disminución de radiactividad, una gran ociosidad en caliente y protegen la higroscopicidad.

Una más de las características que hacen que el barro cocido se pueda mantener es su capacidad para ser reciclado, ya que este es materia inactiva y realmente estable. De este modo, los restos creados en su producción pueden reintegrarse de otra vez al círculo de conformación del mismo.

Tiene un amplio abanico de utilización en el ámbito de la construcción, pero se utiliza fundamentalmente para fabricar paredes, chapas y tejas.

Figura 8

Fachada con barro cocido



Nota. Fuente: (ArchiExpo, s.f.), (www.archiexpo.es).

4.2.3 Corcho aglomerado

Este producto natural tiene generalmente excelentes propiedades de protección termo acústicas. Es un material que cuenta con una conductividad extremadamente baja, resistente a la llama, no recoge la electricidad basada en la fricción y no ingiere humedad. En este sentido, se utiliza sobre todo para proteger las viviendas en cuanto a temperaturas se refiere.

Asimismo, el tapón procede de la corteza de los robles tapados y tiene facilidad para separarse sin necesidad de talar el árbol, lo que lo convierte en un material profundamente sostenible.

Figura 9

Corcho aglomerado.



Nota. La comercialización de este corcho es en paneles, losetas y rollos. Sin embargo, también se puede encontrar en bloques, granular, molido, etc. Fuente: (Arquitectura Sostenible, 2019), (<https://arquitectura-sostenible.es>).

4.2.4 Fibras de celulosa con papel reciclado

Este material sostenible también es frecuentemente utilizado como aislante. Está compuesto periódicos reutilizados que se han tratado con sales de bórax para brindarle características incombustibles, tóxicas y anti fúngicas.

Tiene comportamientos muy parecidos a la madera, lo que genera equilibrio ante la temperatura tanto en épocas veraniegas como en las etapas invernales. Al mismo tiempo, posee una característica térmica de conductividad bajo y las energías que se necesita para ser fabricado es muy poca, estando por debajo de los 5 KWh/m³.

Figura 10

Fibras de celulosa con papel reciclado



Nota. Fuente: (Teoria de construcción, 2022), (<https://teoriadeconstruccion.net>).

4.2.5 Polipropileno, poli butileno y polietileno

Aparte de los componentes subyacentes o de protección, significa mucho considerar la utilización de materiales de construcción manejables para los establecimientos de alojamiento.

Por lo general, se utilizan tuberías de PVC, que se crean utilizando componentes biocidas que descargan partículas que son destructivas para el bienestar.

Una opción de plástico más inofensiva para el ecosistema para la canalización es el polipropileno, el poli butileno y el polietileno. Se compone de materiales termoplásticos que consiguen utilizarse para los marcos de calentamiento, las líneas de agua y los desagües. Su primordial primacía es que no domina en su constitución el cloro y, por tanto, no son perjudiciales. Además, son artificialmente inactivos, esterilizarles y pueden ser reciclados.

Figura 11

Tuberías polietileno



Nota. El polietileno es un producto plástico, incoloro y flexible que resulta mediante la polimerización del gas etileno. Fuente: (Gardeneas, 2017), (<https://gardeneas.com>).

4.2.6 Pinturas naturales

Estas pinturas están fabricadas utilizando aceites provenientes de materia vegetal, óxidos de metales y procedentes de vegetales o minerales. A diferencia de las pinturas comunes, no tienen agregados orgánicos volátiles, formaldehído o son compuestos por metales pesados. Son

biodegradables y amigables con el planeta, facilitan la eliminación de los materiales, evitando la aparición de humedad o agrietamiento.

Figura 12

Pinturas naturales



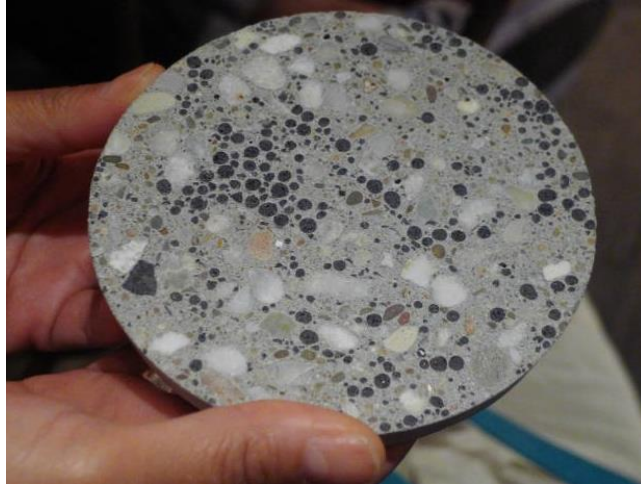
Nota. Fuente: (BioPasiva, 2022), (www.casas-madera-madrid.net).

4.2.7 *Cemento termo crómico*

el sector ha venido evolucionado y, en los últimos años, han aparecido ideas muy novedosas como el cemento termo crómico. Este revestimiento inteligente para fachadas tiene la capacidad de variar su coloración con relación a los cambios exteriores de temperatura. El objetivo principal es aumentar o disminuir la temperatura del exterior con el fin de calibrar una temperatura ambiente confortable en los interiores de la construcción.

Figura 13

Cemento termo crómico



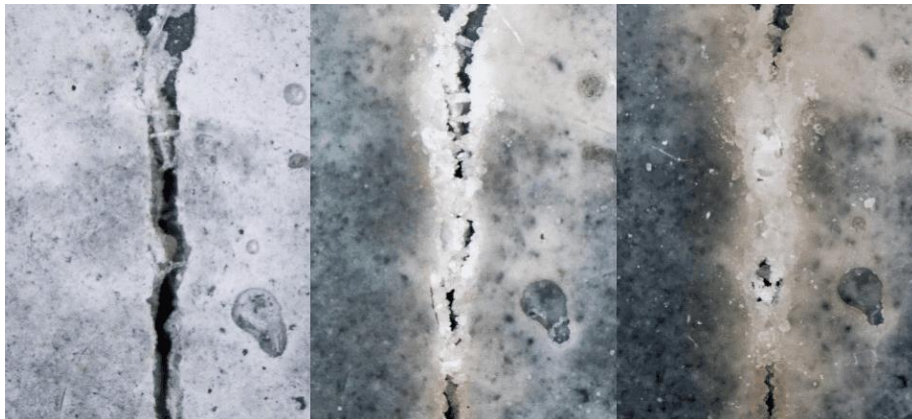
Nota. Fuente: (BricolajeFacil, 2018), (<https://bricolajefacil.net>).

4.2.8 Hormigón autorreparable

En lo que respecta a la innovación, el hormigón autorreparable es una de las propuestas más sorprendentes en cuanto a materiales sostenibles. A pesar de la vida útil del cemento habitual (más de 100 años) y de su resistencia, esta clase de revestimiento busca frenar la conocida obsolescencia programada. Para esto, su estructura incorpora micro cápsulas que se fraccionan para fijarlo en caso de roturas interiores. De hecho, debido a esta propiedad, los especialistas estiman que su vida útil puede aumentar de dos a 3 veces.

Figura 14

Hormigón autorreparable



Nota. Fuente: (Inarquia, 2022), (<https://inarquia.es>).

4.2.9 Tejas sintéticas

Estas tejas están fabricadas a partir del reciclaje de plásticos y piedra caliza convirtiéndose en una opción más económica y sostenible que las tejas tradicionales y está disponible en multitud de modelos y colores que, tienen un aislamiento perfecto. Además, una vez finalice su vida útil (más de 50 años), son nuevamente reciclables.

Figura 15

Tejas sintéticas



Nota. Fuente: (Codotep, 2022), (www.codotep.com).

Para lograr una estructura más eficiente, además de la utilización de materiales económicos e inofensivos para el ecosistema que hemos visto, también es posible aplicar estrategias de planificación y desarrollo que permitan una mejor eficacia energética, consiguiendo así edificaciones más sostenibles. Para decirlo claramente, la utilización de materiales sostenibles debería ser cada vez más importante si pretendemos llegar a una construcción que respete ambientalmente hablando (Structuralia, 2019).

5. PRINCIPALES PROBLEMATICAS CAUSADAS POR EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

5.1 Explotación Masiva de Materias Primas

Bedoya (2011) afirma que los materiales más utilizados en el negocio de las obras de ingeniería civil han sido generalmente: suelos, madera, cemento, aceros y vidrios. Salvo la tierra y la madera, los demás son materiales que en su mayor composición son producidos con componentes no sostenibles y no refinados. Asimismo, son los materiales que han prevalecido durante los últimos cien años en las comunidades urbanas, las ciudades y, trágicamente, incluso en el campo abierto. En los últimos tiempos las soluciones a nivel de vivienda para campesinos e indígenas de departamentos como Antioquia, están siendo trabajadas o elaboradas mediante la utilización de ladrillos de concreto, ladrillos de arcilla y tejas de asbesto cemento.

5.1.1 La Tierra

Como materia prima para la construcción tiene una larga tradición en estos procesos, la cual remonta las primeras construcciones, a 5 000 a.C. esta materia prima tiene la mayoría de las ventajas desde un punto de vista ambiental, es fácil su reutilización o reciclaje. Además, a esto se le adiciona que representa un coste factible a cualquier colectividad. La excavación de la tierra como materia prima de construcción se puede ejecutar de manera sostenible, debido a que es necesario para proyectos de infraestructura, realizar movimientos de tierra y excavación para la adecuación del terreno y el proceso de cimentación. Estos procesos generan enormes cuantías de tierra que se puede considerar como restante, pero es fácilmente reutilizada en la obra como material para estas mismas.

5.1.2 La Madera

Es considerada otro precioso material para proyectos de infraestructura, no en vano, las más afamadas montañas rusas del planeta son edificadas con madera evitando el uso de acero. Finlandia y Chile han convertido a la madera uno de sus primordiales materiales para la construcción de edificaciones y puentes, creando proyectos para una reforestar y talar de una manera controlada para que la explotación de esta no supere su disposición de reposición, convirtiendo estos trabajos en sostenibles. El problema radica en la tala excesiva que se presenta en américa latina a los bosques utilizados para esta disposición, cuya velocidad de agotamiento supera con creces a la velocidad de reproducción, siendo los bosques amazónicos y chocoanos, dos de los casos que más preocupan a la sociedad mundial.

5.1.3 El Concreto

Este material es usado en múltiples obras como en viviendas y edificios, también se emplea en obras de mayor magnitud, por ejemplo, puentes, centrales hidroeléctricas, intercambios viales, y aeropuertos. Su uso de gran alcance esta dado por las excelentes características físico-mecánicas que ofrece el material. Igualmente, de ofrecer fiabilidad a largo plazo y una fuente prácticamente ilimitada de estructuras de composición, su creación debería ser posible in situ o pre constituido en proveedores especializadas en este tipo de servicio. Desgraciadamente, a pesar de sus ventajas especializadas y monetarias, existen algunas deficiencias que son básicas analizándolo desde un punto de vista ambientalista. Por ejemplo:

- Para la elaboración del concreto se utilizan materias primas que no se pueden renovar, especialmente agregados. Estos componen más del 70 % de la totalidad del producto.

- En Colombia la obtención de sus materias primas se realiza en canteras a campo abierto, siendo este un componente de mayor daño ambiental debido a que desaloja tanto la flora y la fauna de estos sitios, alterando el componente paisajístico casi al máximo y en el mayor de los casos puede alterar los suelos, llegando a esterilizar los mismos.
- La elaboración de estos productos no solo altera los sectores cercanos a la mina, sino que, debido a los vientos constantes, el material fino se traslada por mucha distancia lo que genera contaminación en el aire, a su vez ingresa al sistema respiratorio de las personas.
- Grandes liberaciones de CO₂ al planeta.

Lo descrito anteriormente implica que sea preciso la creación de material innovador y métodos de generar estos materiales tan usados, que logren una estabilidad y armonía con el medio ambiente.

5.2 Residuos generados en procesos constructivos

Al momento de realizar una obra de infraestructura como puede ser un edificio, una carretera o un puente se realizan una serie de actividades llevan que conllevan manejo de tierra y excavaciones ya sea en pequeña o a gran escala. Estos procedimientos manifiestan la aparición de los residuos iniciales en la obra. Después de esto se generan otro tipo de desechos a los cuales se les cataloga como pétreos o inertes, que pueden ser los siguientes:

- Residuos de mezcla de concreto
- Residuos de ladrillo y mortero de pega
- Desechos de materiales cerámicos
- Sobras de tubos y accesorios plásticos

- Restos de maderas
- Empaques de algunos materiales

En procesos de demolición de obras antiguas, producen enormes cantidades de residuos de diferentes tipos. Por ejemplo, además de las ya mencionadas, se le agregan de igual manera los residuos de fibrocemento, aluminio, manto asfáltico, morteros de revoque y tejas de arcilla. Estos tipos de restos son más complicados de procesar, debido a la no existencia de procesos de recuperación de residuos generados por los mismos, no se procesan de manera selectiva, sino que se transportan un lugar de acopio común, de tal manera que contaminan los residuos que si pueden ser aprovechados y mermando así la posibilidad de su reutilización o su reciclaje.

5.3 Consumo elevado de energía en edificios

Carlos Bedoya (2011) menciona que el sector de la construcción, sobre todo en proyectos de edificaciones, no solo con la relación de la materia prima y los procesos constructivos, sino que también son los sitios donde se realizan determinadas acciones que necesitan de diferentes condiciones de humedad, lumínicas y de temperatura. Este aumento se consigue desafortunadamente debido a la necesidad de instalar sistemas para mejorar la condición climática y e iluminaria artificialmente, de tal forma que genera mayor costo de sostenimiento a través de su periodo útil de vida, pero principalmente un uso no racional y sin medida de los recursos naturales.

CONCLUSIONES

- La ingeniería de la construcción, aparte de ser un factor importantísimo en el desarrollo del país, también es responsable directa de la contaminación, de generar residuos, de la metamorfosis del entorno y explotación excesiva de las fuentes naturales de recursos. Su planeación ejecución, manipulación e inciertamente su demolición, ocupan una enorme cuantía de recursos y generan grandes cantidades de residuos contaminantes.
- Es claro que, en Colombia, es vital implementar prácticas para mejorar las actividades al momento de diseñar y construir edificaciones debido a que el área de la construcción es la principal fuente de CO₂ al planeta, con el fin de mitigar esta problemática ha nacido el diseño de edificios sustentables y sostenibles, que generaran una considerable disminución de los daños ambientales, sociales y económicos causados.
- Los edificios sustentables al ser eficientes, optimizando el consumo energético, y siendo afines con el medio ambiente, generan en un ahorro económico notable.
- En la actualidad, las edificaciones sustentables suelen a ser ejecutados a un costo similar a las edificaciones tradicionales y las inversiones puede ser recuperar mediante el ahorro en los costos de operación post construcción y, con las particularidades de diseño precisas, se convierten en sitios con excelentes características para su habitabilidad.
- Estas edificaciones con relación a las edificaciones convencionales generan a ambientalmente hablando una disminución del 30% en gasto total de energía, menorando cantidades de carbono en un 35%, reducción del gasto del agua en un 30% al 50% y la optimización de la materia prima y recursos consiguiendo una disminución en desechos y desperdicios que oscilan entre el 50% y 90% menos.

- Las ventajas en temas económicos y ecológicos más notables de las construcciones sustentables se reflejarán en los costos iniciales y en el consumo de energía, en donde las construcciones sustentables tienen menor costo que un edificio convencional debido a la optimización en la utilización de los recursos que ayudan a reducir sistemas estructurales, eléctricos, y mecánicos, igualmente en el gasto energético ya que merma el gasto en un 30% si lo comparamos con un inmueble convencional.
- Los edificios sustentables en Colombia son una novedosa oportunidad de comercio para constructores en general, debido a que la ubicación geográfica del país, además de sus excelentes condiciones como temperatura, clima y los entornos paisajísticos de las distintas ciudades, proporcionan particularidades para diseñar y construir espacios sostenibles que tengan la capacidad de ahorro energético, de agua, recursos naturales y económicos con tan solo el aprovechamiento de factores naturales como lo son el sol y la lluvia

Referencias

- Acevedo Agudelo, H., Vásquez Hernández, A., & Ramírez Cardona, D. A. (2012). *Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. Gestion y Ambiente.*
- Amarilo. (22 de diciembre de 2021). Obtenido de <https://amarilo.com.co/blog/verde/construcciones-con-certificacion-leed-en-colombia-y-el-mundo/>
- ArchiExpo. (s.f.). Obtenido de <https://www.archiexpo.es/prod/paloma-ceramicas/product-57028-1407415.html>
- ArquitectObra. (12 de abril de 2012). Obtenido de <http://arquitectobra.blogspot.com/2012/04/edificio-novartis-en-bogota-obtiene.html>
- Arquitectura Sostenible. (11 de febrero de 2019). Obtenido de <https://arquitectura-sostenible.es/el-corcho-un-material-sostenible-con-multiples-ventajas-para-la-construccion/>
- BBVA. (9 de junio de 2021). *Certificación HQE: sostenibilidad de la construcción en todos los sentidos.* Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/certificacion-hqe-sostenibilidad-de-la-construccion-en-todos-los-sentidos/>
- Bedoya Montoya, C. M. (2011). *CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE Para volver al camino.* Medellín: Biblioteca Jurídica Diké .
- BioPasiva. (2022). Obtenido de <https://www.casas-madera-madrid.net/bioconstruccion/pinturas-naturales/>
- BricolajeFacil. (6 de diciembre de 2018). Obtenido de <https://bricolajefacil.net/cemento-que-cambia-de-color-y-hormigon-auto-rreparable-el-futuro-de-la-construccion/>

Casa Colombia. (2022). Obtenido de <https://casa.cccs.org.co/>

Certificación Sustentable S.A. (2016). *CERTIFICACIONES POR PROGRAMAS SUSTENTABLES*. Obtenido de <https://www.sustentable.org/certificacion/programas-sustentables>

Codotep. (2022). Obtenido de <https://www.codotep.com/galeria/tejas-sintetica/>

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2021). *Estado de la Construcción Sostenible en Colombia*.

Daza Donozo, P. J. (2010). *CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE DE EDIFICIOS: UNA ALTERNATIVA RESPONSABLE PARA EL DESARROLLO URBANO DE QUITO*. Quito.

Drywall. (2020). *Características y usos de los tableros OSB*. Obtenido de <https://drywall-sa.com.ar/2020/02/18/caracteristicas-y-usos-de-los-tableros-osb/>

EcoHabitar. (2019). *Impacto de los materiales de construcción, análisis de ciclo de vida*. Obtenido de <https://ecohabitar.org/impacto-de-los-materiales-de-construccion-analisis-de-ciclo-de-vida/>

EDGE. (2022). *EDGE es un sistema de certificación de construcción sostenible que se enfoca en hacer edificios más eficientes*. Obtenido de <https://edge.gbci.org/?language=es>

EL TIEMPO. (5 de junio de 2015). Los edificios sostenibles en tono verde. *El Tiempo*.

Gardeneas. (10 de febrero de 2017). Obtenido de <https://gardeneas.com/tuberias-de-poli-etileno/>

Guerrero, A. (26 de febrero de 2022). *Cinco Noticias*. Obtenido de 20 edificios ecológicos que han cambiado el futuro de la arquitectura: <https://www.cinconoticias.com/edificios-ecologicos/>

Inarquía . (2021). *¿Qué Beneficios Aporta una Construcción Sostenible?* Obtenido de <https://inarquia.es/beneficios-aporta-construccion-sostenible/>

Inarquia. (2022). Obtenido de <https://inarquia.es/hormigon-autorreparable-que-es-como-funciona/>

Inmobiliaria Actual. (5 de marzo de 2021). *Actual Inmobiliaria*. Obtenido de Qué debe tener un edificio para ser totalmente sostenible: <https://blog.actual.pe/caracteristicas-edificio-sostenible>

ITG . (2022). *¿QUÉ ES LA CERTIFICACIÓN*. Obtenido de <https://wellservices.itg.es/certificado-well/#:~:text=La%20certificaci%C3%B3n%20WELL%20es%20un,el%20bienestar%20de%20los%20ocupantes.>

La Republica. (8 de febrero de 2012). *El Edificio de Bancolombia en Medellín recibió la certificación ambiental Leed*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/el-edificio-de-bancolombia-en-medellin-recibio-la-certificacion-ambiental-leed-2000905>

Maison Plus. (2022). *¿Qué es el Living Building Challenge y que beneficios tiene?* Obtenido de <https://maison-plus.es/living-building-challenge/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Construcción Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/construccion-sostenible/>

Ministerio de Minas y Energía -MME. (diciembre de 2016). *Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética PAI PROURE 2017 - 2022*. Obtenido de <https://www1.upme.gov.co/Paginas/Plan-de-Acci%C3%B3n-Indicativo-de-Eficiencia-Energ%C3%A9tica-PAI-PROURE-2017---2022.aspx>

OVACEN. (2020). *Construcción sostenible revisión de los costes y beneficios*. Obtenido de <https://ovacen.com/construccion-sostenible-costes-y-beneficios/>

Portafolio. (18 de agosto de 2010). *Portafolio*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/sede-farmaceutica-novartis-norte-bogota-obtiene-certificacion-leed-219634>

retokommerling. (13 de enero de 2021). *El ciclo de vida de los materiales*. Obtenido de <https://retokommerling.com/ciclo-de-vida-materiales/>

Scherz, M., Hoxha, E., Kreiner, H., Passer, A., & Vafadarnikjoo, A. (july de 2022). A hierarchical reference-based know-why model for design support of sustainable building envelopes. *Automation in Construction*, 139, 1.

Semana. (11 de junio de 2021). Obtenido de <https://www.semana.com/mejor-colombia/articulo/edificios-de-amarilo-en-colombia-un-referente-de-infraestructura-sostenible-en-america-latina/202100-2/>

Specson. (2022). Obtenido de <https://specs-consultoria.com/blog/arc-monitorear-consumo-energia-edificios>

Structuralia. (12 de marzo de 2019). *Materiales empleados en la construcción sostenible*. Obtenido de <https://blog.structuralia.com/materiales-empleados-en-la-construccion-sostenible>

Structuralia. (11 de mayo de 2020). *¿En qué consiste la certificación LEED?* Obtenido de <https://blog.structuralia.com/certificacion-leed>

Teoria de construcción. (14 de abril de 2022). Obtenido de <https://teoriadeconstruccion.net/blog/fibras-de-celulosa/>

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA - UPME. (2017). *Decreto 1564 de 2017*. Obtenido de

https://www1.upme.gov.co/ServicioCiudadano/Documents/Proyectos_normativos/Proyecto_Res_IT_EE_IVA_RENTA_23032018.pdf

World Green Building Council. (18 de octubre de 2013). *Costes y beneficios de los agentes intervinientes*. Obtenido de <http://ovacen.com/construccion-sostenible-costes-y-beneficios/>