

Análisis de las edificaciones sustentables como la mejor alternativa económica, social y ambiental para la construcción en Colombia.

Presentado por

Nicole Paola Malaver Jaramillo

Nelson Fabián Ortiz Esguerra

**Universidad La Gran Colombia
Faculta de Postgrados
Programa Especialización en Gerencia
Bogotá
2018**

Análisis de las edificaciones sustentables como la mejor alternativa económica, social y ambiental para la construcción en Colombia.

Nicole Paola Malaver Jaramillo

Nelson Fabián Ortiz Esguerra

**Trabajo de Grado para optar al título
Especialista en Gerencia**

**Dirigido por
Leidy Yolanda González**

**Universidad La Gran Colombia
Faculta de Postgrados
Programa Especialización en Gerencia
Bogotá
2018**

CONTENIDO

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
2.	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	3
2.1	Desarrollo económico y calidad de vida.....	3
3.	JUSTIFICACIÓN.....	3
4.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	6
5.	OBJETIVOS.....	6
5.1	OBJETIVO GENERAL	6
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
6.	ANTECEDENTES	7
7.	MARCO TEÓRICO	13
7.1	Desarrollo Sustentable:.....	13
7.2	Edificación Sustentable:	13
7.3	Certificaciones Principales en el mundo	14
7.3.1	Certificación LEED.....	15
7.3.2	Certificación BEEM:	16
7.3.3	Certificación GREEN STAR:	17
7.4	Análisis Ciclo de vida:.....	17
7.5	Costos de inversión.....	20

7.6	Costos operativos.....	21
8.	MARCO JURIDÍCO	22
8.1	ABC DEL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	22
8.2	CRITERIOS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE VIVIENDA URBANA MINAMBIENTE.	23
8.3	PROYECTO DE ACUERDO No. 187 DE 2010:	23
8.4	CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE – CCCS.....	24
8.5	SELLO AMBIENTAL COLOMBIANO PARA EDIFICACIONES SOSTENIBLES.....	24
9.	METODOLOGÍA	25
10.	Capítulo 1 – Características de los edificios sustentables	27
10.1	Principios de la construcción sostenible:.....	28
10.2	Características de la construcción sostenible:	29
11.	Capítulo 2 – Beneficios ambientales, sociales y económicos de edificaciones sustentables respecto a la construcción tradicional.	33
11.1	Beneficios ambientales de construcciones sostenibles:.....	34
11.2	Beneficios ambientales interiores, sociales y económicos de edificaciones sostenibles:	35
12.	Capítulo 3 – Edificaciones sustentables económicamente rentables	40
•	Edificio multifamiliar Viverdi 84.....	44
•	Edificio Viverdi 85.....	45
•	Kubik Confort 145	46

• W Hotel	47
• Centro deportivo Universidad de los Andes.	49
13. RECOMENDACIONES	50
14. CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFÍA.....	52

Imagen 1 Impacto potencial del código Colombiano para construcciones sostenibles, en el sector residencial.....	5
Imagen 2Análisis de ciclo de vida de un edificio. Fuente: Gramas	18
Imagen 3. Metodología, triangulación. Fuente propia.	25
Imagen 4 Impactos de las edificaciones tradicionales a nivel mundial. Fuente CCCS.	34
Imagen 5. Beneficios ambientales de construcciones sostenibles. Fuente Consejo de construcción sostenible.....	35
Imagen 6. Beneficios derivados del ambiente interior. Fuente CCCS.....	35
Imagen 7. Beneficios económicos de edificaciones sostenibles. Fuente CCCS	37
Imagen 8. Lo que las edificaciones sustentables significan para los negocio. Fuente Informe del world Green building council sobre el negocio de la edificación sostenible.	38
Imagen 9. Beneficios sociales de edificaciones sostenibles. Fuente CCCS.....	39
Imagen 10.Vivienda sostenible. Fuente: Tesis Investigación de Mercados para la construcción de viviendas.....	40
Imagen 11. Edificio Viverdi 84 Barranquilla. Fuente: Argos	44
Imagen 12. Edificio Viverdi 85 Barranquilla. Fuente: CCCS.....	45

Imagen 13. Kubik Confort 145. Fuente: Kubik lab.....	46
Imagen 14. W Hotel. Fuente: Tripadvisor.....	47
Imagen 15. Centro deportivo universidad de los Andes. Fuente: arch daily	49
 Tabla 1Ejemplos de medidas que pueden ayudar a reducir el impacto ambiental de los materiales utilizados en un edificio. Fuente: Gamas	 20
Tabla 2. Metodología. Fuente propia	26
Tabla 3Beneficios económicos de edificaciones sustentables	42
Tabla 4. Ejemplo reducción en consumo de energía de edificaciones sustentables. Fuente: propia	 42
Tabla 5. Ejemplo reducción en consumo de agua de edificaciones sustentables. Fuente: propia .	42

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La dependencia de los combustibles fósiles es un problema en ascenso, pues cada vez el suministro es más limitado, y su uso es tan frecuente que se está fomentando la contaminación en el planeta. En la actualidad el incremento en los costos de la energía y la reducción de materiales disponibles, han generado que la construcción sea cada vez más costosa y menos amigable con el medio ambiente.

Los edificios son la principal fuente de generación de CO₂, por encima de transporte y la industria, también es importante resaltar que los edificios consumen más del 70% del total de la energía eléctrica. Por ejemplo, “en estados unidos, solamente, los edificios generan un 39% del total de emisiones de CO₂, y consumen el 40% de materias primas a nivel global y 13% de agua potable” (Londoño, 2009, pág. 63)

La preocupación por el medio ambiente ha sido la causa de la aparición de una nueva generación de diseñadores con visiones y estrategias enfocadas a la creación de edificios sustentables, buscando una relación más estrecha entre la naturaleza y el hombre.

Es necesario considerar la forma en la que concebimos las edificaciones, pues esto conlleva a un impacto importante respecto a la manera en la que se planean, construyen y operan los edificios.

En la actualidad los diseñadores y arquitectos no se centran exclusivamente su atención en el diseño básico de la construcción, si no que buscan diseñar edificios que requieran menor uso de energía no renovable (carbón, petróleo, entre otros) y que en el momento de la construcción se

produzca la menor contaminación posible, teniendo un mejor manejo de los residuos, considerándolos desde la planeación del proyecto, y que resulten cómodos, económicos, saludables y seguros para las personas que los habiten.

Los Ingenieros y profesionales que desean construir con consciencia ecológica buscan nuevos y mejores métodos para edificar, como lo son el reciclaje de desechos de las otras obras en la medida de lo posible y aprovechando al máximo los recursos naturales del entorno.

Los edificios sustentables deben ofrecer diseños de calidad, y diseños que cumplan todas las normativas de construcción existentes, tratando de minimizar el impacto ambiental que genera la construcción de una edificación.

Los Ingenieros Civiles mediante sus diseños y conocimientos buscan transformar y generar cambios en la sociedad, que impacten y mejoren la calidad de vida de las personas, por esto es indispensable mencionar que los diseños y construcciones de edificaciones sustentables buscan satisfacer las necesidades de las personas, asegurando que el proceso de construcción dañe cada vez menos el medio ambiente.

2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Desarrollo económico y calidad de vida

La Línea de Desarrollo Económico Con Calidad de Vida: Se soporta sobre cuatro componentes, los cuales son: **el filosófico, el matemático, el económico y el social**. Estos su función ética y solidaria en: la justicia, la libertad, la igualdad, la democracia, el bienestar componentes a su vez encuentran, la productividad y la competitividad. (UGC)

3. JUSTIFICACIÓN

Esta Investigación pretende analizar ¿por qué es importante construir edificios sustentables en Colombia?, con el fin de ofrecer a diseñadores y arquitectos una nueva perspectiva de la construcción y las ventajas económicas y ecológicas, que esta traerá a futuro.

Las ventajas económicas y ecológicas de los edificios sustentables son: 1. **Costes Iniciales** donde los 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**; 2. **Consumo de energía** es el beneficio económico más inmediato pues en promedio un edificio verde usa 30% menos energía que un edificio convencional, 3. **Agua** los edificios sustentables suelen requerir un 25% menos que un edificio tradicional. (Estévez, 2015).

En Colombia la construcción sustentable y sostenible se rige bajo el Decreto 1285 del 12 de junio de 2015 y la Resolución 0549 del 10 de julio de 2015 en la que se definen los parámetros y lineamientos de construcción sustentable y sostenible y se adopta la guía de Construcción Sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones, pioneros en América latina (Camacol, 2015).

“La implementación de lo establecido en la resolución 0549 permitirá reducir en un 28% anual las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) generadas por el consumo de agua y energía en las edificaciones, a través del cumplimiento de los porcentajes mínimos de ahorro en agua y energía para nuevas edificaciones destinadas a: vivienda, centros comerciales, oficinas, hoteles, hospitales y centros educativos” (Camacol, 2015, pág. 1).

Es importante resaltar que en Colombia ya existen iniciativas para edificaciones sustentables y sostenibles, pero a pesar de ser pioneros en esto, los diseñadores y arquitectos siguen construyendo de manera tradicional sin pensar en la relación hombre y naturaleza, y son pocos los que han querido innovar y participar en la eliminación de CO₂ debido a la construcción.

En octubre de 2012 Camacol realizó un informe económico sobre la construcción sostenible en Colombia, presente y futuro, para establecer una línea base de consumos de energía, agua y disposición de residuos sólidos.

“Según IFC (Corporación financiera internacional), en su Informe Final de la Fase de Mapeo de 2011 sobre la situación actual del país en términos de consumo de recursos, de darse en Colombia la reglamentación en construcción sostenible para edificaciones nuevas, la emisión generada de CO₂ a la atmósfera, se reduciría hasta en un 24% en el sector residencial, al año 2025 (Maria, 2012) (Gráfico 1)”.

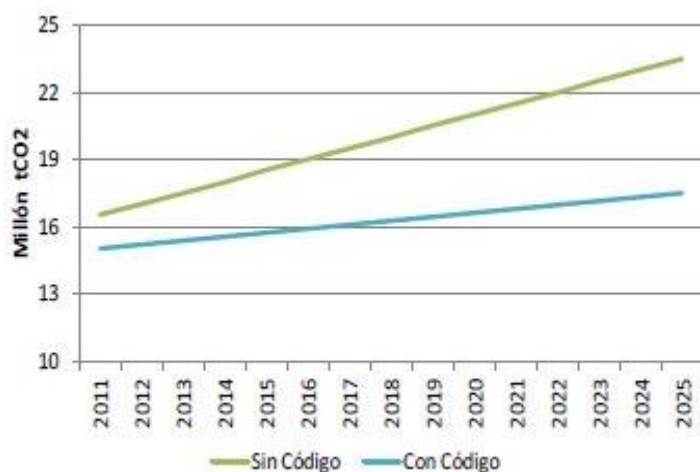


Imagen 1 Impacto potencial del código Colombiano para construcciones sostenibles, en el sector residencial

La posición geográfica, la temperatura, el clima y los paisajes de varias ciudades de Colombia, ofrecen a diseñadores, arquitectos y constructores características privilegiadas para idear y construir espacios capaces de ahorrar energía con tan sólo aprovechar la posición del sol y la lluvia, pero si se hace un análisis de las edificaciones de las grandes ciudades como lo son Bogotá y Medellín, se puede evidenciar que la mayoría de los diseños no se benefician de los ecosistemas sobre los cuales fueron construidos (Redaccion vivir, 2013).

Los diseñadores y arquitectos no son los únicos responsables de que la construcción sustentable no sea pensada para todos las edificaciones, porque las personas que habitan estos edificios también aportan a este problema, pues en la mayoría de los casos son estos los que piden que las edificaciones en Bogotá sean con ventanas selladas y sistemas de aire acondicionado.

4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ¿Por qué los edificios sustentables son la mejor alternativa para la construcción en Colombia?

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar una investigación sobre los beneficios ambientales, sociales y económicos que tiene la construcción de edificios sustentables en Colombia.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir las características de un edificio sustentable y su importancia en el ámbito de la construcción.
- Identificar los beneficios económicos, ambientales y sociales de edificaciones sustentables respecto a la construcción tradicional.
- Demostrar que la construcción de edificios sustentables es económicamente rentable.

6. ANTECEDENTES

- Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario. Susunaga Jorge, 2014. Trabajo de grado Universidad Católica.

“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 (energía, agua, etc.). Cada uno de los edificios y casas que habitamos produce una huella ecológica sobre el planeta. Su construcción, operación y, eventualmente, su demolición, consumen una gran cantidad de recursos y producen muchos residuos contaminantes. “Se calcula que el sector residencial y de oficinas, a nivel mundial, consume el 40% de energía, 30% de emisiones de carbono (CO₂) que van a la atmósfera, 50% materias primas, 40% de desperdicios y 20% de agua potable” (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2012)”. (Susunaga, 2014).

Metodología: relaciona algunos proyectos realizados a nivel nacional e internacional donde la sostenibilidad es el punto central de los mismos, se describen las principales características y formas de funcionamiento de: Edificio Novartis Colombia, ubicado en la ciudad de Bogotá, el cual recibió certificación Leed nivel Plata; Edificio Bancolombia de la ciudad de Medellín, acreditado con la categoría Leed Oro; el Taipei 101 ubicado en Taipei-Taiwan 31 acreditado como Leed Platino; finalizando con Eva Laxmeerse, un ecobarrio de Holanda.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo estudiar las alternativas para la construcción de vivienda de interés social y prioritario sostenible, pueden ser tenidas en cuenta por el Gobierno Nacional Colombiano, para su macro proyecto de vivienda gratis 2010-2014; esta investigación guarda relación con nuestro trabajo de investigación pues pretende que la construcción en

Colombia se realice de manera sostenible, mediante buenas prácticas de construcción, que minimizan el impacto ambiental en Colombia.

- Estudio, análisis y discusión de las tecnologías utilizadas en el diseño y construcción de edificios sustentables en Chile; Ramírez Roni, 2010. Trabajo de grado. Universidad de Chile.

“En el último tiempo, temas como el cambio climático y el calentamiento global han tomado mucha fuerza a nivel mundial y nuestro país no es la excepción a esto. Dichos problemas surgen principalmente por las emisiones masivas de CO₂ a la atmósfera, producto de las actividades industriales productivas intensivas y la quema masiva de combustibles fósiles para la obtención de energía. Dado que la industria de la construcción es responsable de un 36% del consumo energético mundial y del 30% de las emisiones de CO₂ (Montoya, 2009), es que ésta se debe reformular frente al panorama mundial actual y buscar maneras más limpias de continuar con su actividad. Así es como la eficiencia en los recursos energéticos y ambientales en las construcciones serán los aspectos de diseño y construcción primordiales, que deberán enfrentar los ingenieros y arquitectos en los próximos años”. (Vega, 2010).

Metodología: Recopilación de información de edificios sustentables en Chile posteriormente identificar y analizar las tecnologías que se están utilizando en éstos, para poder describir el estado del arte sobre esta materia y permita visualizar los alcances que se pueden obtener con el uso de dichas tecnologías y finalmente realizar una comparación de los proyectos estudiados.

Esta investigación tiene por objeto “catastrar seis de los más importantes edificios sustentables diseñados y construidos en nuestro Chile en los últimos cinco años y describir las múltiples tecnologías utilizadas en éstos, para disminuir su perturbación al medio ambiente a causa de su

construcción y ciclo de vida; y disminuir los efectos negativos que provocará en los que la llevarán a cabo y en los que posteriormente vivirán en ellos”. (Vega, 2010).

La investigación realizada por Ramírez, es de vital importancia para nuestra investigación pues realiza una descripción detallada de los beneficios de construcción sustentables en Chile, que permitirá más adelante demostrar que en Colombia se pueden realizar todos los edificios de manera sustentable para reducir la contaminación generada por la construcción.

- Los principios de la construcción sustentable como una medida para abatir el síndrome del edificio enfermo. Estudio de caso edificios académicos 10,11 y 12 de la unidad profesional Adolfo López Mateos del IPN. Martínez Marisol, 2012. Tesis Maestría Ingeniero Civil.

Los edificios compiten hoy en día con los automóviles y fabricas como fuentes de daño al ambiente, contribuyendo a la deforestación, la contaminación del agua, del aire y del suelo, así como una reducción del ozono estratosférico y el riesgo del calentamiento global, lo que hace particularmente urgente la necesidad de un cambio en el proceso de la construcción. (Castro, 2012)

“Los edificios denominados “verdes” y contruidos siguiendo pautas bioclimáticas pueden lograr entre 50% y 80% de ahorro energético respecto de los convencionales. A pesar de todos los beneficios que generan los edificios verdes, todavía existen muy pocos, y muchas personas no están dispuestos a construirlos. Esto se debe principalmente a que la construcción de uno de estos puede implicar una inversión inicial de entre un 10% y un 15% superior a aquella de un edificio convencional. Sin embargo este costo inicial supone a largo plazo una buena inversión ya que el ahorro en energía a la larga será mucho mayor que la inversión inicial (Lejibowicz, 2010)”. (Castro, 2012).

La investigación de Castro tiene por objeto identificar el síndrome del edificio enfermo para plantear una solución mediante los principios de la construcción sustentable, mediante el análisis de un caso de estudio; esta investigación aporta información importante para nuestra investigación pues busca mejorar una edificación mediante construcción sustentable y pretende hacerle entender a los construcción que a pesar de que la inversión inicialmente para la construcción sustentable es mayor, a futuro se recuperar la inversión realizada, que es lo que pretende nuestra investigación.

- Optimización del ciclo de vida del edificio mediante la construcción sostenible industrializada en base acero; Tucho Ricardo, 2012. Tesis doctoral.

“En esta tesis se plantea un cambio integral en la metodología del proceso de la edificación, desde su concepción y diseño pasando por las fases de fabricación industrializada de los componentes, construcción en obra, fase de uso y de fin de uso del mismo. La fase de desecho desaparecería ya que no habría desechos por reutilizarse o reciclarse el 100% de los componentes y materiales que se proponen para utilizar; al realizar el cambio en el proceso de construcción se pretende plantear el ciclo de vida del edificio en su conjunto, desde la fase de diseño hasta la etapa de fin de uso, con el fin de mejorar la sostenibilidad y la eficiencia de la construcción, mejorar las condiciones de trabajo, especialmente para la reducción de la siniestralidad laboral del sector, entre otros beneficios”. (Alonso, 2012).

Este trabajo de investigación tiene por objeto “plantear una metodología innovadora para la construcción y fabricación de un edificio que abarque todo el ciclo de vida, partiendo de un análisis profundo de las distintas fases del mismo, y del proceso de fabricación industrializa de los componentes basados en acero” (Alonso, 2012). Esta tesis busca que la construcción mediante de materias primas se minimice y se utilice el acero como armazón de la estructura, haciendo de los edificios más sostenibles y sustentables, este trabajo tiene relación con nuestra tesis pues la

finalidad de la investigación es reducir la contaminación y hacer que la construcción sea más amigable con el ambiente.

- Construcción sostenible de edificios: una alternativa responsable para el desarrollo urbano de Quito. Daza Pablo, 2010. Trabajo de grado.

“La industria de la construcción tiene fundamental importancia para lograr alcanzar el desarrollo sostenible, sin embargo, implica un consumo significativo de recursos naturales, genera un gran volumen de residuos y tiene fuerte incidencia en la estructura social y económica de los asentamientos humanos. Debido a estos factores, los actores de la construcción tienen la responsabilidad de buscar construir espacios más saludables y dignos en donde vivir, que estén en armonía con la naturaleza y que estén al alcance de todos. Des estas consideraciones depende la sostenibilidad de los asentamientos humanos. La construcción sostenible de edificios surge de la búsqueda de un entorno urbano sostenible que satisfaga la necesidad de la sociedad por infraestructura ofreciendo un entorno saludable a los ocupantes de edificios y siendo responsable con el medio ambiente”. (Donoso, 2010).

Metodología: La investigación se realiza por medio del análisis y procesamiento de información proveniente de fuentes secundarias y primarias. Las fuentes secundarias consisten en fuentes bibliográficas como: artículos de prensa, artículos profesionales, informes de investigación, libros especializados y páginas web. Las fuentes primarias consisten en entrevistas a profesionales de la construcción y a ocupantes de edificios, asistencia a conferencias relacionadas al tema, observaciones en campo de los impactos ambientales (en las fases de construcción y operación) y datos de la Cámara de la construcción de Quito. (Donoso, 2010)

Esta investigación tiene por objetivo proporcionar a los Ingenieros Civiles información básica sobre edificios sostenibles y compartir experiencias locales para que se motiven en el desarrollo de la construcción sostenible de edificios, proponiendo recomendaciones específicas para su aplicación en la ciudad de Quito. Decidimos tomar esta investigación como antecedente de investigación porque nuestra investigación también busca mediante la investigación dar una base sólida a diseñadores e ingenieros para que construyan de manera sustentable reduciendo la contaminación que esta genera.

7. MARCO TEÓRICO

7.1 Desarrollo Sustentable:

Está definido en la Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente como “el proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras”. Este concepto incluye el desarrollo equilibrado y coordinado de tres dimensiones: económica, social y ambiental. (sustentable, 2012).

A nivel mundial se están buscando alternativas que permitan disminuir y frenar el cambio climático, y como bien se sabe la construcción de edificios es la principal fuente de CO_2 por encima de las emisiones generadas por el transporte y la industria.

En el ámbito de la construcción es obligatorio contar con Ingenieros Ambientales que ayuden a obtener los permisos pertinentes para poder desarrollar las obras, pero es evidente que no solo se necesitan permisos “ambientales” pues aun obteniendo los permisos necesarios, las emisiones de CO_2 siguen creciendo, siendo necesario que el diseñador de los edificios tenga en cuenta el medio ambiente, los materiales, el ciclo de vida de los mismos, para que los diseños cambien de tradicionales a edificios sustentables.

7.2 Edificación Sustentable:

Los edificios proyectados con principios de sustentabilidad tienen como objetivo disminuir al máximo su impacto negativo en nuestro ambiente a través del uso eficiente de energía y demás recursos. La edificación sustentable puede definirse como la que comprende aquellas construcciones que tienen mínimos impactos adversos sobre el entorno natural y edificado, por lo

que se refiere a los propios espacios arquitectónicos, a sus entornos inmediatos y, más extensamente, el escenario regional y global. (Martinez, 2014).

Cambiando la manera de construir actualmente, y aplicando nuevas tecnologías en la construcción de edificios se pueden reducir de manera considerable la demanda de combustibles fósiles y emisiones de gases de efecto invernadero; y como bien se sabe la construcción tradicional agota día a día los recursos naturales y no se tienen buenas prácticas de eliminación de los residuos sólidos. La construcción sustentable no solo trae beneficios para el medio ambiente, sino que genera mayor bienestar para los habitantes de los mismos, pues a nivel económico en la vivienda se va a generar una reducción en los costos de energía eléctrica y agua potable.

Pero a pesar del potencial de transformación de los edificios sustentables, hoy en día constituye apenas un pequeño porcentaje de toda la edificación en Colombia, según “Cifras del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (Cccs), con base en datos del Consejo de Estados Unidos de Edificios Verdes (Usgbc, por sus siglas en inglés), señalan que Colombia ocupa la cuarta posición en Latinoamérica en cuanto a edificaciones ‘verdes’, con 175 proyectos registrados en el listado oficial de Leed, que suman 3,5 millones de metros cuadrados” (Tiempo, 2015).

7.3 Certificaciones Principales en el mundo

En el mundo existen distintas certificaciones que evalúan y certifican los proyectos de construcción sustentable, sostenible y los llamados edificios verdes. Estas certificaciones “evalúan la eficiencia de las edificaciones con base en parámetros de emplazamiento sostenible, eficiencia en el uso de agua y energético, materiales y recursos, calidad ambiental, innovación y diseño, tanto en la fase de diseño como en la fases de construcción, puesta en marcha y utilización de la edificación” (Susunaga, 2014).

7.3.1 Certificación LEED.

LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*) en español directiva en energía y diseño ambiental, se ha posicionado como el sistema más importante en certificación sostenible en el mundo. Fue creado por el **U.S. Green Building Council (USGBC)** y actualmente es utilizado en más de 78.000 proyectos comerciales y cerca de 100.000 unidades residenciales en más de 160 países. LEED garantiza un ahorro en costos de energía, menores emisiones de carbono y ambientes más saludables para los lugares que habitamos. **El programa está basado en el concepto de proceso de diseño integrado y motiva el logro de un alto rendimiento en áreas clave para la salud humana y el ambiente.** También incentiva la toma de decisiones inteligentes de planificación como garantizar el acceso al transporte y servicios públicos, lo que asegura comunidades económicamente viables y habitables. Los requisitos de LEED se desarrollan a través de un proceso abierto y transparente, el cual se basa en un consenso que asegura el aporte de diversos grupos de interés. De igual manera, **la certificación LEED se otorga con base a revisiones de tercera parte realizadas por expertos técnicos** (sostenible, 2016).

Tipos de certificaciones LEED en Colombia:

- LEED BD+C (diseño y construcción de edificaciones): Aplica a las edificaciones en proceso de construcción o de renovación importante (más del 50% del proyecto). Incluye nuevas construcciones, núcleo y fachada, escuelas, comercio, hoteles, centros de datos, hospitales, bodegas y centros de distribución. (sostenible, 2016).
- LEED ID+C (diseño y construcción de interiores): Aplica a proyectos conformados por un equipamiento interior completo. Incluye oficinas, comercio y hospitales. (sostenible, 2016).

- LEED O+M (operación y mantenimiento): Aplica a edificios que están realizando trabajos de mejora o poca o ninguna construcción. Incluye edificios existentes (EB), escuelas (SC), comercio, hoteles, centros de datos, bodegas y centros de distribución. (sostenible, 2016).
- LEED ND (desarrollo de barrios): Aplica a los nuevos proyectos de desarrollo de suelo o proyectos de renovación urbana que contienen usos residenciales, no residenciales o una mezcla de estos. Los proyectos pueden estar en cualquier etapa del proceso de desarrollo, desde la planificación hasta la construcción. Incluye el plan y el proyecto de construcción. (sostenible, 2016).
- LEED Homes (vivienda): Aplica a las viviendas unifamiliares, a las multifamiliares de baja altura (uno a tres pisos) o de mediana altura (cuatro a seis pisos). Incluye vivienda unifamiliar y multifamiliar de baja y mediana altura (sostenible, 2016).

7.3.2 Certificación BEEEM:

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) en español establecimiento de Investigación de Edificios Metodología de Evaluación Ambiental, es el método de evaluación y certificación de la sostenibilidad de la edificación técnicamente más avanzado y líder a nivel mundial con +20 años en el mercado y +541.000 edificios certificados en 77 países desde su primera versión en el año 1990 (ES, 2017).

Favorece una construcción más sostenible que se traduce en una mayor rentabilidad para quien construye, opera y/o mantiene el edificio; la reducción de su impacto en el medio ambiente; y un mayor confort y salud para quien vive, trabaja o utiliza el edificio (ES, 2017).

Evalúa impactos en 10 categorías (Gestión, Salud y Bienestar, Energía, Transporte, Agua, Materiales, Residuos, Uso ecológico del suelo, Contaminación, Innovación) y otorga una puntuación final tras aplicar un factor de ponderación ambiental que tiene en cuenta la importancia

relativa de cada área de impacto. Comprende las distintas fases de diseño, construcción y uso de los edificios y dispone de esquemas de evaluación y certificación en función de la tipología y uso del edificio (ES, 2017).

7.3.3 Certificación GREEN STAR:

“Creada en 2003 por el Consejo Australiano de Construcción Sostenible, está basado en LEED y en BREEAM. Evalúa el diseño ambiental así como la construcción de los edificios y busca establecer un lenguaje común y una medida estándar. Está diseñado especialmente para las condiciones Australianas y se han creado versiones para Nueva Zelanda y Sudáfrica. CASBEE El Sistema de Evolución Comprensivo para la Eficiencia Ambiental de Edificaciones (CASBEE por sus siglas en inglés) fue desarrollado en 2002 por el consejo Japonés de Construcción Sostenible junto con varias agencias gubernamentales de ese país. Tiene versiones para edificaciones nuevas, renovación, vivienda (unifamiliar), áreas urbanas y edificios, desarrollo urbano y avalúos inmobiliarios” (Susunaga, 2014)

7.4 Análisis Ciclo de vida:

Un análisis de ciclo de vida (ACV) (*Life Cycle Assessment (LCA)*), también conocido como *análisis de la cuna a la tumba*, balance ambiental o evaluación del ciclo de vida (ECV), es una herramienta de diseño que investiga y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia: extracción, producción, distribución, uso y fin de vida (reutilización, reciclaje, valorización y eliminación/disposición de los residuos/desecho (libre, 2017).

El ACV es por tanto una metodología empleada en el estudio del ciclo de vida de un producto y de su proceso de producción, con el fin de evaluar el impacto potencial sobre el ambiente de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida mediante la **cuantificación** del

uso de recursos ("entradas" como energía, materias primas, agua) y emisiones ambientales ("salidas" al aire, agua y suelo) asociados con el sistema que se está evaluando. Con el auge del ecodiseño, este enfoque ha ido integrando con más frecuencia diferentes criterios y parámetros de evaluación del impacto ambiental (libre, 2017).

Ejemplos de medidas que pueden ayudar a reducir el impacto ambiental de los materiales utilizados en un edificio:



Imagen 2 Análisis de ciclo de vida de un edificio. Fuente: Gramas

Etapa	Aspectos a considerar durante el diseño del edificio
Producción de materiales	Utilizar con preferencia materiales procedente de recursos renovables.
	Valorizar los materiales utilizando materiales reciclados (procedentes de recuperación de residuos)
	Utilizar materiales de bajo consumo energético durante su proceso de extracción y fabricación.

	Utilizar materiales procedentes de materias primas abundantes y de bajo impacto/toxicidad.
	Considerar la distancia de transporte de los materiales hasta la obra.
Construcción	Aplicar un plan de gestión de residuos de obra que maximice el reciclaje.
	Controlar la correcta ejecución de las medidas de reducción del impacto ambiental
Explotación / Mantenimiento	Minimizar las necesidades energéticas del edificio incorporando energías renovables y sistemas de alta eficiencia.
	Minimizar la necesidad de agua en el edificio, favoreciendo la recirculación de aguas grises.
	Incrementar la durabilidad del edificio.
	Asegurar la reparabilidad de los productos, equipos y sistemas.
	Definir las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo.
Rehabilitación	Hacer una correcta diagnosis para evaluar el origen de las patologías a resolver.
	Utilizar materiales compatibles con los existentes y de vida útil similar a los del edificio donde se actúa
	Utilizar estructuras desmontables que puedan ser substituidas.

	Aplicar el resto de criterios del apartado de: PRODUCCIÓN MATERIALES/ CONSTRUCCIÓN
	Facilitar el proceso de desconstrucción.
	Maximizar la reutilización de componentes.
Fin de vida	Buscar aplicaciones a los residuos intermedios.

*Tabla 1 Ejemplos de medidas que pueden ayudar a reducir el impacto ambiental de los materiales utilizados en un edificio.
Fuente: Gamas*

7.5 Costos de inversión

Los costos de inversión, llamados también costos pre-operativos, corresponden a aquellos que se incurren en la adquisición de los activos necesarios para poner el proyecto en funcionamiento, ponerlo "en marcha" u operativo. Para decirlo de una forma sencilla son todos aquellos costos que se dan desde la concepción de la idea que da origen al proyecto hasta poco antes de la producción del primer producto o servicio. (conexionesan, 2016)

Por ejemplo, en un proyecto de una carretera que une dos ciudades, los costos de inversión serán todos los que se dan desde la elaboración de los estudios preliminares hasta antes de inaugurar la carretera para que circulen a través de ella los primeros vehículos. (conexionesan, 2016)

La etapa pre-operativa, aquella en la que se generan los costos de inversión, comprende los siguientes costos (con variaciones dependiendo del tipo de proyecto): estudios de factibilidad, estudios definitivos (ingeniería conceptual, ingeniería de detalle), planos y licencias, terrenos, edificios, instalaciones fijas, bienes de capital (aquellos que sirven para la producción de otros bienes, como maquinarias y equipos); mobiliario, entre otros. Adicionalmente, en la etapa pre-

operativa se debe de contar con el capital de trabajo, el fondo de maniobra que sirve para costear los activos corrientes que harán posible el inicio de la etapa operativa del proyecto. (conexionesan, 2016)

También es importante considerar dentro de los costos de inversión las futuras reposiciones de bienes de capital que posiblemente el proyecto requiera; por ejemplo, si un proyecto tiene una vida útil de 20 años (se espera que durante 20 años produzca el bien o servicio para el que fue creado) y tiene al inicio una maquinaria que tiene sólo 6 años de vida útil, entonces será necesario hacer tres reposiciones de dicha maquinaria para que el proyecto siga funcionando. (conexionesan, 2016).

7.6 Costos operativos

Los costos operativos son todos aquellos que se dan desde la puesta en marcha del proyecto hasta el final de su vida útil. Aquí se tienen los siguientes: costos de producción (sueldos y salarios del personal, insumos, etc.), gastos de mercadotecnia, gastos administrativos y generales, gastos de la gerencia del proyecto, gastos financieros, impuestos, entre otros. Un componente muy importante de estos costos son los costos de mantenimiento que requieren los bienes de capital. (conexionesan, 2016)

A diferencia de los costos de inversión que se dan una sola vez (salvo los costos de reposición), los costos operativos son periódicos. Su frecuencia es relativamente alta (semanal, quincenal, mensual). (conexionesan, 2016)

Resumiendo, mientras los costos de inversión son esenciales para dejar el proyecto listo para que empiece a funcionar en el largo plazo, los costos de operación permiten que el proyecto funcione en el día a día, en el corto plazo. (conexionesan, 2016)

7.7 Reingeniería

En esta investigación la herramienta gerencial que se utilizó fue reingeniería porque consiste en la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costes, calidad, servicio y rapidez. La expresión Reingeniería de Procesos fue adoptada por Michael Hammer y James Champy en el ya clásico volumen, publicado en 1993.

Estos autores ponen énfasis en el carácter radical de las mejoras en el rendimiento que una organización puede obtener a través del rediseño radical de sus procesos. (consultores, 2015)

8. MARCO JURIDÍCO

8.1 ABC DEL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

El 10 de julio de 2015 el ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio, Luis Felipe Henao Cardona, presentó el nuevo **reglamento de construcción sostenible**, que busca que la renovación urbana esté en sintonía con el medio ambiente. (ARGOS, 2015)

El ABC es una normativa que establece parámetros y lineamientos técnicos relacionados con el uso eficiente del agua y la energía en nuevas edificaciones, que tiene por objetivo:

1. Lograr un ahorro en los recursos hídricos y energéticos de las obras de hasta un 45%, gracias a las buenas prácticas de diseño y construcción.
2. Mitigar el impacto del cambio climático.
3. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector de la construcción.
4. Impactar de forma positiva el bolsillo de las personas. Quienes habiten o trabajen en edificios más sostenibles, podrán ahorrar en sus cuentas de luz y agua.

8.2 CRITERIOS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE VIVIENDA URBANA MINAMBIENTE.

En el marco de la Política de Gestión Ambiental Urbana, el Ministerio de Ambiente desarrolló y publicó el documento "Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana", el cual contiene un conjunto de propuestas de gestión ambiental con un enfoque principalmente preventivo, ya que se centra en la identificación y definición de propuestas de manejo de los principales problemas ambientales de la vivienda urbana, relacionados con el suelo, agua, energía y materiales. (Ambiente, 2012)

Este documento incluye propuestas generales para las etapas de planificación, diseño, construcción y uso de la vivienda, con lo cual se definieron lineamientos que no solo contribuyen a la protección y conservación del medio ambiente, sino también a la salud y calidad de vida de la población colombiana, en especial de los grupos más vulnerables. (Ambiente, 2012).

8.3 PROYECTO DE ACUERDO No. 187 DE 2010:

"Por medio del cual se dan los lineamientos para una política de diseño, construcción y urbanismo sostenible en Bogotá". Para lograr un desarrollo sostenible se debe partir de la premisa de producir con el mínimo de recursos, lo que a su vez se traduce en una mayor eficiencia económica. Por lo tanto, mediante el manejo eficiente de los recursos naturales estamos asegurando permanencia en el tiempo del desarrollo, obteniendo equidad y bienestar de la sociedad. (Secretaria general de la alcaldia mayor de Bogotá, 2010)

Mediante este Proyecto de Acuerdo se propende generar lazos de concertación entre la construcción y la protección del medio ambiente, a través de un permanente análisis y ejecución de acciones desde los conceptos de eco eficiencia y sostenibilidad. (Secretaria general de la alcaldia mayor de Bogotá, 2010)

8.4 CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE – CCCS

Es una organización privada sin ánimo de lucro fundada en 2008, desde 2010 el CCCS ha hecho parte del LEED International Roundtable y ha liderado la regionalización de esta herramienta. (sostenible, 2016).

8.5 SELLO AMBIENTAL COLOMBIANO PARA EDIFICACIONES SOSTENIBLES

El Sello Ambiental Colombiano, es un distintivo o sello que se obtiene de forma voluntaria, y que permite identificar y diferenciar los productos (bienes o servicios) no alimenticios, que han demostrado que cumplen y aplican criterios ambientales a lo largo de su ciclo de vida. Normas que rigen el sello ambiental (Medellin, s.f.):

- NTC 5720: El Sello Ambiental Colombiano, es un distintivo o sello que se obtiene de forma voluntaria, y que permite identificar y diferenciar los productos (bienes o servicios) no alimenticios, que han demostrado que cumplen y aplican criterios ambientales a lo largo de su ciclo de vida.
- NTC 5757 Etiquetas ambientales tipo I. Sello Ambiental Colombiano. Criterios ambientales para aparatos sanitarios de alta eficiencia.
- NTC 5871 Etiquetas ambientales tipo I. Sello Ambiental Colombiano. Criterios ambientales para accesorios de suministro en fontanería.
- Etiquetas ambientales tipo I. Sello ambiental colombiano. Criterios ambientales para Culmos de guadua. (En estudio)
- Etiquetas ambientales tipo I. Sello Ambiental Colombiano. Criterios para diseño y construcción de edificaciones sostenibles con uso diferente a vivienda. (En estudio).

9. METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se realizara mediante un Análisis de fuentes secundarias, que consisten en:



Imagen 3. Metodología, triangulación. Fuente propia.

Tesis de investigación	Artículos de prensa	Análisis edificios sustentables
Estudio, análisis y discusión de las tecnologías utilizadas en el diseño y construcción de edificios sustentables en Chile; Ramírez Roni, 2010. Trabajo de grado. Universidad de Chile.	- Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. - Optimización del ciclo de vida del edificio mediante la construcción sostenible industrializada en base acero. - Investigación de mercados para la construcción de viviendas. - programa LEED en Colombia.	Viverdi 84 en Barranquilla
Los principios de la construcción sustentable como una medida para abatir el síndrome del edificio enfermo. Estudio de caso edificios académicos 10,11 y 12 de la unidad profesional Adolfo López Mateos del IPN. Martínez Marisol, 2012. Tesis Maestría Ingeniero Civil.	- Edificaciones sostenibles. - ABC del reglamento Colombiano de construcción sostenible. - Código colombiano de construcción sostenible. - El caso de la universidad de los Andes. - La hora de los edificios verdes. El espectador.	Viverdi 85 en Barranquilla.

Construcción sostenible de edificios: una alternativa responsable para el desarrollo urbano de Quito. Daza Pablo, 2010. Trabajo de grado.	-Kubik Confort 145. -Viverdi 84 Primer edificio multifamiliar residencial certificado en Colombia. -Viverdi 85. -Estudios economicos de camacol.	Kubik Confort 145 en Bogotá.
Investigación de mercados para la construcción de viviendas sostenibles en el altiplano Cundiboyacense. Brian Roper Giraldo y Juan Sebastián Murillo Benavides. 2011. Tesis Administración de empresas.	-W HOTEL Certificado en construcción sostenible con LEED en el nivel Oro – interiores comerciales. -Sello ambiental Colombiano para edificaciones y productos de construccion. -Beneficios del diseño sostenible en la edificación. -Consejo internacional para la investigacion e innovacion en edificaciones y construccion. -Los edificios sostenibles en tono verde	W hotel en Bogotá.
Los principios de la construccion sustentable como una medida para abatir el syndrome del edificio enfermo. Estudio de caso edificios academicos 10, 11 hy 12 de la unidad profesional Adolfo Lopez Mateos del IPN. Mexico D.F. Castro, M. G. (2012).	-Costos de inversión y de operación en la formulación de un proyecto. -Los beneficios de los edificios verdes. -Proyecto de acuerdo No. 187 de 2010. -7 características de un edificio verde.	Centro deportivo Universidad de los Andes en Bogotá.
Construccion sostenible, una alternativa para la edificacion de viviendas de interes social y prioritario. Bogota D.C. Susunaga, J. (2014).	-¿Qué características debe tener un edificio para ser sostenible? -Análisis de ciclo de vida. -Un edificio verde es un edificio inteligente. -Estrategia Nacional de construccion sustentable.	

Tabla 2. Metodología. Fuente propia

10. Capítulo 1 – Características de los edificios sustentables

Es evidente que a nivel mundial se necesitan mejores prácticas en el diseño y construcción de edificaciones pues como bien se sabe el sector de la construcción es la principal fuente de CO₂ al ambiente; debido a esto se debe analizar el ciclo de vida de las edificaciones como lo es el diseño, construcción y operación del mismo para minimizar el impacto del sector en el medio ambiente y pensar en un bienestar mayor para sus habitantes.

“La industria de la construcción tiene fundamental importancia para lograr alcanzar el desarrollo sostenible, sin embargo, implica un consumo significativo de recursos naturales, genera un gran volumen de residuos y tiene fuerte incidencia en la estructura social y económica de los asentamientos humanos. Debido a estos factores, los actores de la construcción tienen la responsabilidad de buscar construir espacios más saludables y dignos en donde vivir, que estén en armonía con la naturaleza y que estén al alcance de todos” (Donoso, 2010).

Es por esto que se ha empezado a pensar en la construcción de los “edificios proyectados con principios de sustentabilidad, que tienen como objetivo disminuir al máximo su impacto negativo en nuestro ambiente a través del uso eficiente de energía y demás recursos. La edificación sustentable puede definirse como la que comprende aquellas construcciones que tienen mínimos impactos adversos sobre el entorno natural y edificado, por lo que se refiere a los propios espacios arquitectónicos, a sus entornos inmediatos y, más extensamente, el escenario regional y global” (Martinez, 2014).

Para entender mejor las edificaciones sustentables es necesario conocer sus características, ventajas e importancia en el ámbito de la construcción. Los edificios sostenibles, sustentables o también conocidos como “verdes” “pueden lograr un ahorro energético entre 50% y 80%, respecto de los edificios convencionales” (Castro, 2012).

“La construcción y desarrollo sostenible permiten alcanzar beneficios ambientales y beneficios para los ocupantes de las edificaciones, como lo son el ahorro en el consumo de energía, ahorro en el consumo de agua, mejoramiento del entorno urbano, incremento en la productividad y la preservación de la salud, entre otros” (Donoso, 2010).

Según el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) el objetivo común de las edificaciones sustentables es la reducción de su impacto en el ambiente y un mayor bienestar de sus usuarios y Algunos elementos clave de estas son:

- Gestión del ciclo de vida.
- Relación estrecha de edificación con el entorno.
- Uso eficiente y racional de la energía.
- Conservación, ahorro y reutilización del agua.
- Utilización de recursos reciclables y renovables.
- Selección de insumos y materiales derivados de procesos de extracción y producción limpia.
- Mayor eficiencia en técnicas de construcción.
- Cambios en hábitos de personas y comunidades.
- Definir las características de un edificio sustentable y su importancia en el ámbito de la construcción.

10.1 Principios de la construcción sostenible:

“Los principios de la construcción sostenible, definidos por el Consejo Internacional para la investigación e innovación en edificación y construcción (CIIB) son (Donoso, 2010):

- Reducir el consumo de recursos. Satisfacer las necesidades de infraestructura usando la menor cantidad de recursos (energía, materiales y agua).
- Reutilizar recursos. Mantener a recursos dentro del ciclo de construcción y operación de la infraestructura por más tiempo mediante la reutilización para reducir la dependencia de fuentes primarias de recursos.
- Usar recursos reciclables. Usar procesos y energía para reciclar, obteniéndose productos útiles para la construcción y así reducir la dependencia de fuentes primarias de materiales.
- Proteger la naturaleza. Minimizar el daño a los ecosistemas que se desarrollan en el sitio y recuperar en lo posible los elementos naturales que se hayan dañado o perdido por causa de la construcción o por otras acciones pasadas.
- Eliminar sustancias tóxicas. Disponer de forma responsable los residuos de la construcción y prever soluciones para prevenir y aislar la posible contaminación durante la operación de la infraestructura.
- Considerar el ciclo de vida del proyecto y de los insumos utilizados para el mismo. Estudiar los efectos que puedan generarse en todas las etapas de un proyecto y de los materiales de construcción y buscar la forma de controlar esos efectos.
- Enfoque en la calidad. Satisfacer las necesidades sin reducir la calidad esperada por los usuarios de la infraestructura.

10.2 Características de la construcción sostenible:

El objetivo principal de las construcciones sostenibles es “crear y operar un entorno urbano saludable basado en la eficiencia de recursos y el diseño ecológico” (CIIB). Las características de las construcciones sostenibles son (Harrison, 2017):

- Un edificio sostenible tiene que ser **eficiente energéticamente y poder optimizar la energía** que utiliza (energía pasiva y activa). Es más, si esa energía que utiliza la puede reutilizar o transformar para un nuevo uso, mejor.
- Utilizar **energía renovable** que sean respetuosas con el medio ambiente y que contamine lo menos posible y así no producir emisiones de CO₂ a la atmósfera.
- Que esté estructurado de tal manera que aproveche la **luz solar** (ventanas o cristalerías) y la **ventilación natural** para generar una mejor calidad de vida a sus ocupante.
- Que tenga en cuenta el **ecosistema** y el entorno en el que se asienta y no interfiera de forma negativa en él.
- Debe tener como principio fundamental el **ahorro energético**, lo que se traduce directamente en un **ahorro económico**.
- Que utilice **materiales reciclables** a los que, al final de su vida útil, se pueda dar un segundo uso para contaminar menos y aprovechar mejor los recursos.
- Que esté integrado teniendo muy en cuenta las **costumbres, la cultura y la arquitectura** de la zona en la que se asentará.
- Debe ser también un edificio que tenga la capacidad de **enseñar y educar** a sus ocupantes a respetar el medio ambiente y fomentar el ahorro energético.

En otros estudios de sostenibilidad y sustentabilidad que se han realizado a nivel mundial, surgen otras características necesarias para la construcción de edificaciones sustentables como (greenbiz, 2015):

- **Ubicación:** uno de los elementos clave para la construcción de un **edificio verde** se encuentra en su ubicación y la armonía con el medio ambiente. Es decir, se deben de tomar en cuenta las condiciones del **entorno** para el desarrollo de la edificación.

- **Suministro de agua:** lo ideal para este tipo de construcción es que la estructura tenga sistemas y mecanismos que le permitan abastecerse del **agua de lluvia** para el suministro de toda la edificación.
- **Energía limpia:** la instalación de **paneles solares** en la azotea o lugares al aire libre permite la generación de energía limpia. Los edificios sustentables deben de encontrar la manera de aprovechar los **recursos naturales** para volverse auto-sostenibles y generar el menor impacto al medio ambiente. Existen algunos que incluso logran generar energía para abastecer a construcciones cercanas.
- **Ambiente:** no basta con la implementación de sistemas de ahorro y eficiencia energética, es necesario prestar atención al ambiente que se genera al interior de la estructura, de manera que el diseño propicie la buena **comunicación** y confortabilidad. Es decir buscar que el espacio donde se desenvuelvan las personas al interior genere un **bienestar físico y psicológico** para completar el círculo de armonía.
- **No tóxico:** la tendencia es proteger además del entorno, la salud de los inquilinos, por ello se debe de buscar eliminar con sistemas, los elementos tóxicos que se encuentren en el ambiente que puedan perjudicar la **salud** de las personas que se desenvuelven en el lugar, se pueden utilizar también elementos de la **naturaleza** como plantas para purificar el ambiente.
- **Equidad:** la arquitectura sostenible debe de apoyar también la justicia y **equidad**, por ello se busca que tenga las condiciones apropiadas considerando las diferencias de las personas, de esta manera se promueve además una cultura inclusiva al interior.

- **Estética:** después de haber cumplido con todos los requerimientos anteriores, no hay que olvidar hacer que el **diseño** sea vistoso desde el exterior hasta el interior, que se componga de elementos visuales atractivos a la vista, es decir que el edificio luzca bello.

11. Capítulo 2 – Beneficios ambientales, sociales y económicos de edificaciones sustentables respecto a la construcción tradicional.

La industria de la construcción es, sin duda, protagonista en el desarrollo de las sociedades, ya que es responsable directa de la creación de infraestructura de vivienda, transporte, instalaciones sanitarias, entre otros proyectos, en las que se gesta la cultura y el crecimiento económico de la humanidad. La verdadera influencia del sector en la economía mundial se aprecia en el hecho de que, en 2007, generó 4.7 trillones de dólares (Langdon, 2008), aportando el 10% del PIB global y empleando a más de 111 millones de personas (UNEP, 2009). Por lo general, el sector genera entre el 5 y el 10% de los empleos y aporta del 5% al 15% del PIB de un país (UNEP, 2007), cifra que para Colombia fue del 5,8% en el 2009 (DANE, 2009). (Agudelo, Hernandez, & Cardona, 2012)

A pesar de su importancia para el crecimiento, la práctica constructiva es, además, uno de los principales actores en el proceso de modificación del planeta y de contaminación, pues es un gran consumidor de recursos y generador de desechos. El 40% de las materias primas en el mundo, que equivalen a 3000 millones de toneladas por año, son destinadas para la construcción. Esto mismo sucede con el 17% del agua potable (WorldGBC, 2008), el 10% de la tierra (UNEP- SBCI, 2006) y el 25% de la madera cultivada (WorldGBC, 2008), valor que asciende al 70% si se considera el total de los recursos madereros (Edwards, 2001). El sector constructor es también el responsable de más de un tercio del consumo de energía en el mundo, en su mayoría durante el tiempo de habitación y uso del inmueble. Un 20% de la energía es consumida durante el proceso de construcción, elaboración de materiales y demolición de las obras de construcción (UNEP- SBCI, 2009). (Agudelo, Hernandez, & Cardona, 2012)

La construcción tradicional genera impactos ambientales directos debido al mal manejo de las materias primas, construcción y operación de las edificaciones, lo que genera emisiones de CO_2 y gases de efecto invernadero y otras emisiones atmosféricas relacionadas con el consumo de energía, consumo de agua, residuos sólidos y la calidad del aire.

Según estudios del Consejo Colombiano de construcción sostenible los impactos de las edificaciones tradicionales a nivel mundial representan:

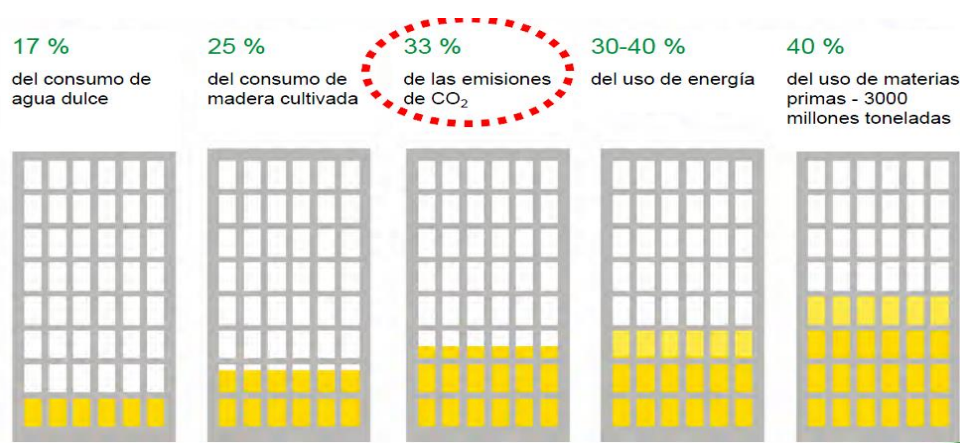


Imagen 4 Impactos de las edificaciones tradicionales a nivel mundial. Fuente CCCS.

11.1 Beneficios ambientales de construcciones sostenibles:

Las edificaciones Sustentables respecto a las edificaciones tradicionales representan a nivel ambiental una reducción del 30% en consumo de energía, menores emisiones de carbono en un 35%, menor consumo de agua es decir una reducción del 30% al 50% y a la buna utilización de los recursos y materias primas se genera un menor desperdicio y desechos de 50% a 90% menos.

Es decir que si el consumo de energía en la construcción de un edificio tradicional es de 6.192.203,8 Kwh, el consumo de energía para el mismo edificio construido con principios sustentables es de 4334542.66 Kwh, representando una reducción del 30% en el consumo de energía y menos emisiones de CO_2 al ambiente.

Según estudios realizados por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), los beneficios ambientales más importantes de la construcción de edificaciones sustentables son:



Imagen 5. Beneficios ambientales de construcciones sostenibles. Fuente Consejo de construcción sostenible.

11.2 Beneficios ambientales interiores, sociales y económicos de edificaciones sostenibles:

- **Beneficios del ambiente interior de las edificaciones**



Imagen 6. Beneficios derivados del ambiente interior. Fuente CCCS

Uno de los tipos más importantes de beneficios que ofrecen los edificios ecológicos es nuestro clima y el entorno natural. Los edificios ecológicos no solo pueden reducir o eliminar los impactos

negativos en el medioambiente, al usar menos agua, energía o recursos naturales, sino que pueden, en muchos casos, tener un impacto positivo en el medioambiente (en las escalas de edificios o ciudades) generando sus propia energía o aumento de la biodiversidad. (building, 2013)

A nivel global:

- El sector de la construcción tiene el mayor potencial para reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con otros sectores emisores importantes: PNUMA, 2009. (building, 2013)
- Se dice que este potencial de ahorro de emisiones será de hasta 84 gigatoneladas de CO₂ (GtCO₂) para el año 2050, a través de medidas directas en edificios como la eficiencia energética, el cambio de combustible y el uso de energía renovable - PNUMA, 2016 . (building, 2013)
- El sector de la construcción tiene el potencial de hacer un ahorro de energía del 50% o más en 2050, en apoyo de limitar los aumentos de temperatura global a 2 ° C (por encima de los niveles preindustriales) - PNUMA, 2016 . (building, 2013)

En un nivel de construcción:

- Se ha demostrado que los edificios ecológicos que obtienen la certificación Green Star en Australia producen un 62% menos de emisiones de gases de efecto invernadero que los edificios australianos promedio, y un 51% menos de agua potable que si se hubieran construido para cumplir con los requisitos mínimos de la industria. (building, 2013)
- Los edificios ecológicos certificados por el Indian Green Building Council (IGBC) resultan en ahorros de energía de 40 a 50% y ahorros de agua de 20 a 30% en comparación con los edificios convencionales en India. (building, 2013)

- Se ha demostrado que los edificios ecológicos que obtienen la certificación Green Star en Sudáfrica ahorran en promedio entre 30 y 40% de energía y emisiones de carbono cada año, y entre 20 y 30% de agua potable cada año, en comparación con la norma de la industria. (building, 2013)
- Se ha demostrado que los edificios ecológicos que obtienen la certificación LEED en los EE. UU. Y otros países consumen un 25 por ciento menos de energía y un 11 por ciento menos de agua que los edificios no verdes. (building, 2013)

- **Beneficios económicos de las edificaciones sostenibles**



Imagen 7. Beneficios económicos de edificaciones sostenibles. Fuente CCCS

Existe la creencia de que construir de manera sustentable o sostenible, es más costoso que construir edificaciones tradicionales, pero esto depende de varios factores, pues 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, sistemas de aguas, mecánicos y estructurales**. La clave para lograrlo es la aplicación de un diseño integrado con los materiales reciclables y el medio ambiente.

Según Rick Fredizzi, presidente del World GBC en su investigación “El caso de Negocios para construcciones verdes: Una revisión de los costos y beneficios para desarrolladores, inversionistas y residentes” (GBC, 2013) este informe confirma una vez más que cuando las estrategias ambientales, estrategias de administración, las construcciones verdes permitirán ahorrar energía, agua, recursos naturales y recursos económicos, permitiendo una gran oportunidad de negocio, y por tanto puede extenderse a mayor escala; lo que se demuestra en la siguiente imagen:

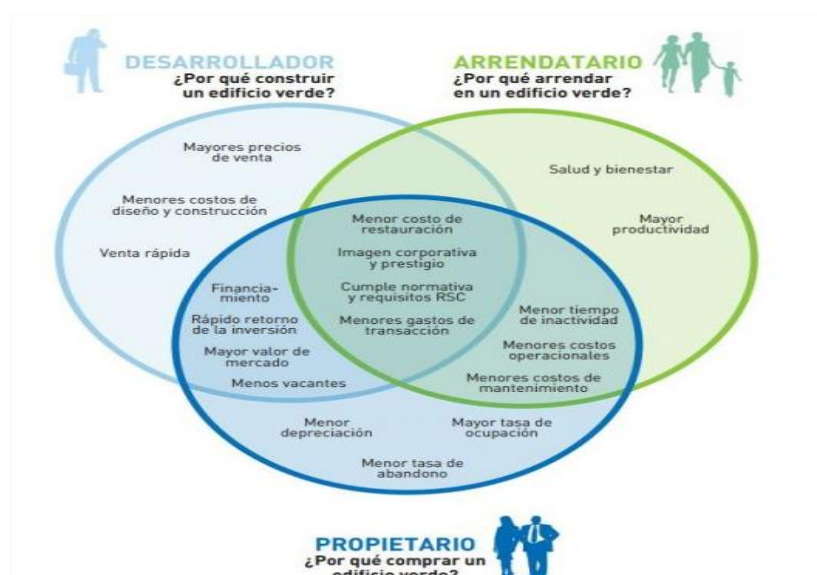


Imagen 8. Lo que las edificaciones sustentables significan para los negocio. Fuente Informe del world Green building council sobre el negocio de la edificación sostenible.

- **Beneficios Sociales de diseños de edificaciones sostenibles:**



Imagen 9. Beneficios sociales de edificaciones sostenibles. Fuente CCCS

Los beneficios de la construcción ecológica van más allá de la economía y el medio ambiente, y se ha demostrado que también tienen un impacto social positivo. Muchos de estos beneficios se basan en la salud y el bienestar de las personas que trabajan en oficinas ecológicas o que viven en hogares ecológicos.

- Los trabajadores en oficinas verdes y bien ventiladas registran un aumento del 101 por ciento en los puntajes cognitivos (función cerebral) - Escuela de Salud Pública Harvard TH Chan / Centro de Excelencia de la Universidad de Syracuse / SUNY Upstate Medical School, 2015.
- Los empleados de las oficinas con ventanas durmieron un promedio de 46 minutos más por noche: Academia Estadounidense de Medicina del Sueño, 2013.

- La investigación sugiere que una mejor calidad del aire interior (bajas concentraciones de CO₂ y contaminantes, y altas tasas de ventilación) puede conducir a mejoras en el rendimiento de hasta 8 por ciento, Park y Yoon, 2011.

12. Capítulo 3 – Edificaciones sustentables económicamente rentables

Uno de los aspectos más importantes a la hora de pensar una vivienda sostenible es la innovación y desarrollo en construcción que ha surgido debido a la alta contaminación que existe hoy en día y al gran impacto ambiental que generan los procesos convencionales de construcción y sus edificaciones. Según Francisco Gallo Mejía, investigador y arquitecto Colombiano de la universidad de San Sebastián en el País Vasco Español, „*La tecnología debe ser el puente que conecte el desarrollo económico con el ecológico*“ (Murillo, 2011)

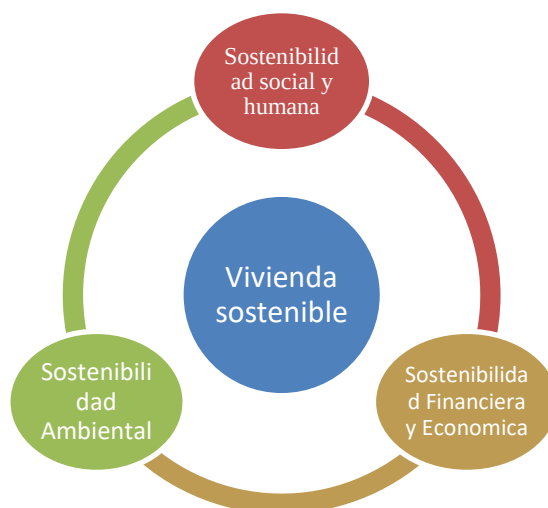


Imagen 10. Vivienda sostenible. Fuente: Tesis Investigación de Mercados para la construcción de viviendas.

Los edificios ecológicos ofrecen una serie de beneficios económicos o financieros, que son relevantes para una variedad de personas o grupos de personas diferentes. Estos incluyen ahorros

de costos en facturas de servicios públicos para inquilinos u hogares (a través de la eficiencia energética y del agua); menores costos de construcción y mayor valor de propiedad para desarrolladores de edificios; mayores tasas de ocupación o costos operativos para los propietarios de edificios; y creación de empleo. (building, 2013)

A nivel global:

- Las medidas globales de eficiencia energética podrían ahorrar entre 280 y 410 mil millones de euros en ahorros en gastos de energía (y el equivalente a casi el doble del consumo anual de electricidad de los Estados Unidos) - Comisión Europea, 2015 . (building, 2013)

A nivel de país:

- La industria de la construcción ecológica de Canadá generó \$ 23,45 mil millones en el PIB y representó casi 300,000 empleos de tiempo completo en 2014 - Consejo de Construcción Ecológica de Canadá / Grupo Delphi, 2016 . (building, 2013)
- Se prevé que la edificación sustentable represente más de 3.3 millones de empleos en los Estados Unidos para 2018 - Consejo de Construcción Ecológica de los Estados Unidos / Booz Allen Hamilton, 2015 . (building, 2013)

En un nivel de construcción:

- Los propietarios de edificios informan que los edificios ecológicos, ya sean nuevos o renovados, requieren un aumento del 7% en el valor de los activos en comparación con los edificios tradicionales: Dodge Data & Analytics, 2016 . (building, 2013)

La construcción de edificaciones sustentables es rentable económicamente hablando, debido a las reducciones en los costos de operación (13.6%), en el incremento en el retorno de la inversión

(9.9%), el aumento en el valor de la edificación (10.9%), también es importante destacar que construir edificaciones sostenibles genera un menor consumo de energía (30%), menores emisiones de carbono (35%), menor consumo de agua (30% a 50%), y menos desperdicios es decir menos desechos (50% a 90%). Para entender mejor los beneficios de las edificaciones sostenibles, a continuación se hará un ejemplo a pequeña escala:

Beneficios económicos de edificaciones sustentables		
Reducción en consumo de energía (Kwh)	20% - 50%	Costo de Kwh \$46.463
Reducción en consumo de agua (m3)	40% - 50%	Costo de m3 \$2,210

Tabla 3 Beneficios económicos de edificaciones sustentables

Beneficios económicos de edificaciones sustentables		
Reducción en consumo de energía (Kwh)	20% - 50%	Costo de Kwh \$ 46.463
Consumo aproximado para 2000mts2 de 44,000 Kwhs		
Costo mensual Aproximado		\$ 2.044.372
Ahorro aproximado mensual (30%)		\$ 613.312
Ahorro anual		\$ 7.359.739

Tabla 4. Ejemplo reducción en consumo de energía de edificaciones sustentables. Fuente: propia

Beneficios económicos de edificaciones sustentables		
Reducción en consumo de agua (m3)	40% - 50%	Costo de m3 \$2,210
Consumo aproximado para 2000 mts2 720m3		
Costo mensual Aproximado		\$ 1.591.200
Ahorro aproximado mensual (45%)		\$ 716.040,00
Ahorro anual		\$ 8.592.480

Tabla 5. Ejemplo reducción en consumo de agua de edificaciones sustentables. Fuente: propia

Las construcciones verdes cuestan entre un 10% y 15% más que una construcción tradicional, pero en la medida en que se desarrolla el mercado de proveedores, materiales y profesionales capacitados, se va reduciendo su costo. (Villegas, 2011). (Murillo, 2011)

Aumenta el valor de los activos en torno a que los sistemas de reciclamiento y almacenamiento que estén instalados en la casa generaran un ahorro importante a largo plazo, mejora la productividad, la satisfacción laboral y optimización del ciclo de vida económico del proyecto. Beneficios para la comunidad como mayor salud, mejorando la calidad del aire, las condiciones térmicas y acústicas, y la contribución a la calidad de vida del ocupante. (Murillo, 2011)

Las construcciones verdes deben ser certificadas con el certificado LEED, que traduce “Líder en diseño energético y ambiental”, es un sistema de certificación reconocido internacionalmente que mide las construcciones desde el punto de vista de indicadores de sostenibilidad. Esta certificación es bastante costosa y hace que los costos de la construcción aumenten. (Murillo, 2011)

Las edificaciones con certificación LEED tienen, por lo menos, un 30% de ahorro de energía, 35% de carbono, entre 30 y 50% de agua y entre 50% y 90% de costos de desechos (el costo de recolección de basura se disminuye ya que son desechos reutilizados) La construcción sostenible todavía es un concepto nuevo en Colombia y muchos arquitectos y profesionales de la construcción no están familiarizados con el tema, esto es un obstáculo que bloquea un avance más rápido de los proyectos. (Villegas, 2011). (Murillo, 2011)

En Colombia se ha avanzado en la práctica de construcción de edificaciones sustentables, según el consejo colombiano de construcción sostenible los edificios como Viverdi 84, Viverdi 85 en Barranquilla, el edificio Kubik confort 145 en Bogotá, W hotel en Bogotá, y el Centro deportivo Universidad de los Andes en Bogotá son un ejemplo claro de la construcción sostenible en Colombia; se realizara una breve descripción de cada uno de los edificios mencionados anteriormente.

- **Edificio multifamiliar Viverdi 84**



Imagen 11. Edificio Viverdi 84 Barranquilla. Fuente: Argos

- Viverdi 84 es un proyecto residencial localizado en la ciudad de Barranquilla, el cual comprende 25 apartamentos y servicios anexos como piscina, salón comunal y sauna. Este proyecto recibió la certificación LEED® Oro en la categoría de nuevas construcciones. (CCCS, Viverdi 84 Primer edificio multifamiliar residencial certificado en Colombia, 2016)
- Viverdi 84 obtuvo 10 puntos de 10 en eficiencia de agua, donde reciclan el agua de lluvia, reduciendo inundaciones.
- Viverdi 84 logra un alto nivel de ahorro de energía a través del diseño y las especificaciones de la envolvente, obteniendo así ahorros de hasta el 40% de energía. (CCCS, Viverdi 84 Primer edificio multifamiliar residencial certificado en Colombia, 2016)
- Mejoraron la eficiencia energética debido a los sistemas de iluminación LED que utilizaron en la construcción del edificio; como la orientación, el análisis de posición, tener en cuenta la iluminación exterior etc.

- **Edificio Viverdi 85**



Imagen 12. Edificio Viverdi 85 Barranquilla. Fuente: CCCS

El proyecto Viverdi 85 recibió la certificación LEED Gold (New Construction) en diciembre 2016. Bajo la asesoría de *Greener Consultores* (compañía especializada en la asesoría LEED y Miembro del CCCS), ésta es la segunda edificación multifamiliar residencial que obtiene una certificación en sostenibilidad en Colombia y en América Latina, instaurándolo como ejemplo de sostenibilidad dentro de la racionalidad presupuestal. (CCCS, Viverdi 85, 2016)

- **Ahorro de agua**

Respecto al ahorro de agua potable, aunque Barranquilla es un área donde la intensidad de lluvia es muy baja, el proyecto no solamente recicla este recurso, sino también el agua producto de la condensación de las unidades evaporadoras de los equipos de aire acondicionado. Ahorro de agua potable: 51 %. (CCCS, Viverdi 85, 2016)

- **Ahorro de energía**

La totalidad de los sistemas de iluminación hacen uso de la tecnología LED para mejorar la eficiencia energética. Adicionalmente todo el proyecto de iluminación incluyó un cuidadoso

análisis de su posición, orientación, protocolos de operación y apertura de haz, de manera que la contaminación lumínica del edificio sea mínima, demostrando una aproximación localmente novedosa y responsable. Ahorro de energía: 23 % y material de obra reciclado: 90 % (CCCS, Viverdi 85, 2016)

- **Kubik Confort 145**



Imagen 13. Kubik Confort 145. Fuente: Kubik lab.

En los Premios Obras Cemex de 2016 el jurado otorgó el premio de Edificación Sostenible al proyecto Kubik Confort 145, ubicado en el Barrio Cedritos en el norte de Bogotá. Este proyecto de vivienda residencial de KubikLab (Miembro Fundador del CCCS) de 11.000 metros cuadrados para 84 familias ofrece soluciones de construcción sostenible, las cuales, por ahora, no son comunes en este segmento. El proyecto estima ahorros de 36% en energía y 50% en agua en comparación con una edificación de iguales características sin iniciativas de sostenibilidad. (CCCS, Kubik Confort 145, 2016)

- El manejo de agua lluvia en el proyecto se realiza a través de la recolección en las cubiertas, este recurso se destina para la demanda de agua en uso sanitario. En el proyecto se destaca

el tratamiento de las aguas provenientes de lavamanos y duchas, que posterior a su tratamiento son reutilizadas en sanitarios y labores de riego. (CCCS, Kubik Confort 145, 2016)

Desempeño funcional del edificio:

- El ahorro en consumo de agua potable se estima alcanza 7500 m³/año y supone un ahorro de cerca de \$48 millones de pesos en el mismo periodo. Desde el punto de vista de energía, el proyecto contó con el diseño y la instalación de sistemas avanzados de iluminación de luminarias LED en todos los apartamentos y zonas comunes. Como referencia en un proyecto de vivienda la iluminación corresponde alrededor de 40% del consumo energético. (CCCS, Kubik Confort 145, 2016)

Aportes sociales

- Busca maximizar la calidad de vida de los usuarios a través de un diseño arquitectónico diferenciado, maximizando la entrada de luz natural, ventilación natural y vistas al exterior para los ocupantes. (CCCS, Kubik Confort 145, 2016)

- **W Hotel**



Imagen 14. W Hotel. Fuente: Tripadvisor

El 25 de agosto de 2016 el W Hotel Bogotá obtuvo la certificación LEED CI (Commercial Interiors) nivel Gold. El proyecto ubicado en el Centro Empresarial Santa Bárbara cuenta con 168 habitaciones distribuidas en 17 pisos. El hotel es operado por la cadena Starwood y se caracteriza por contar con estrategias de diseño y construcción los cuales benefician a los huéspedes, trabajadores y a la comunidad en general. (CCCS, W HOTEL Certificado en construcción sostenible con LEED en el nivel Oro – interiores comerciales, 2016)

Uso eficiente del agua

- El hotel cuenta con varias medidas de bajo consumo y tratamiento de agua que le permiten lograr un ahorro del 43,79 % anual del consumo de agua potable respecto a la línea base. (CCCS, W HOTEL Certificado en construcción sostenible con LEED en el nivel Oro – interiores comerciales, 2016)

Desempeño energético

- El consumo energético se redujo en un 47.24% respecto a la línea base. Se instalaron luminarias eficientes incluyendo tecnología LED y sensores de ocupación en el 75.67% de los espacios del hotel. El 86.99% de la potencia instalada en equipos corresponde a electrodomésticos eficientes reconocidos bajo el estándar estadounidense Energy Star, los cuales garantizan una reducción en el consumo energético. (CCCS, W HOTEL Certificado en construcción sostenible con LEED en el nivel Oro – interiores comerciales, 2016)

Gestión de residuos

- El 78.39% de los residuos generados durante el proceso de construcción del W hotel fueron enviados a agencia de reúso y/o reciclaje, lo cual permitió desviarlos de rellenos sanitarios e incineración. Además como complemento a la política de reciclaje del operador del hotel, se destinó un espacio exclusivo para la selección y almacenamiento efectivo de residuos o

materiales reciclables generados en su operación. (CCCS, W HOTEL Certificado en construcción sostenible con LEED en el nivel Oro – interiores comerciales, 2016)

- Centro deportivo Universidad de los Andes.

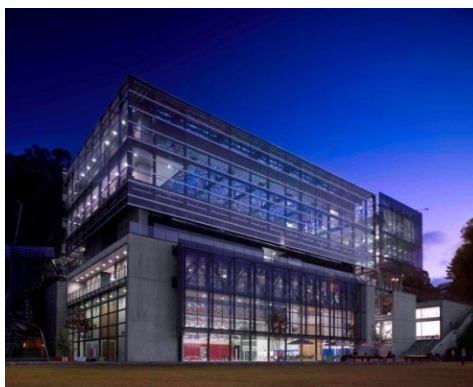


Imagen 15. Centro deportivo universidad de los Andes. Fuente: arch daily

El diseño y desarrollo del Centro Deportivo de la Universidad de los Andes responde a la búsqueda de un impacto positivo sobre el ambiente, la calidad de vida de sus usuarios y, en general, una comunidad de quince mil estudiantes. (CCCS, EL CASO DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, 2010)

- Uno de los aspectos más relevantes en el diseño arquitectónico del centro deportivo fue satisfacer los objetivos de la arquitectura bioclimática, proporcionando confort y calidad ambiental a los espacios internos. (CCCS, EL CASO DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, 2010)
- En el diseño se consideraron varias estrategias bioclimáticas, para lo cual se revisó el control solar y la asoleación de cada uno de los bloques en las diferentes épocas del año. (CCCS, EL CASO DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, 2010)
- Para el calentamiento del agua requerida para la operación del complejo, tanto para piscina como para las duchas, se utilizan paneles solares instalados en la cubierta del edificio. (CCCS, EL CASO DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, 2010)

13. RECOMENDACIONES

Se recomienda al Gobierno Nacional de Colombia y a la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), revisar, analizar y entender las iniciativas de construcción sustentable y sostenible que el Instituto Colombiano de Construcción sostenible propone pretendiendo elevar el nivel de sostenibilidad de todos los usos de las edificaciones nuevas y existentes, y de las ciudades en general, minimizando el consumo de energía, agua y reduciendo las emisiones de CO₂ al medio ambiente, con el fin de crear políticas y normas regulatorias para la Construcción en Colombia, dejando atrás la construcción tradicional por construcciones sustentables.

14. CONCLUSIONES

- Es evidente que en Colombia, se necesitan mejores prácticas en el diseño y construcción de edificaciones pues como bien se sabe el sector de la construcción es la principal fuente de CO₂ al ambiente, para esta necesidad ha surgido la construcción de edificaciones sustentables y sostenibles, que disminuirán los impactos ambientales, sociales y económicos.
- La construcción de edificaciones sustentables es eficiente energéticamente, optimizando la energía, siendo amigable con el medio ambiente, lo que se traduce directamente en un ahorro económico.
- Las edificaciones Sustentables respecto a las edificaciones tradicionales representan a nivel ambiental una reducción del 30% en consumo de energía, menores emisiones de carbono en un 35%, menor consumo de agua, reducción del 30% al 50% y la buena utilización de los recursos y materias primas generando un menor desperdicio y desechos de 50% a 90% menos.

- La construcción de edificaciones sustentables es rentable económicamente hablando, debido a las reducciones en los costos de operación (13.6%), en el incremento en el retorno de la inversión (9.9%), el aumento en el valor de la edificación (10.9%), también es importante destacar que construir edificaciones sostenibles genera un menor consumo de menores emisiones de carbono (35%).
- Las ventajas económicas y ecológicas más evidentes de las edificaciones sustentables se ven reflejadas en los costos iniciales y en el consumo de energía, donde los edificios cuestan menos que un edificio tradicional debido a las estrategias de gestión más eficaces de los recursos que permiten reducir sistemas estructurales, eléctricos, y mecánicos, también en el consumo de energía pues se reduce el gasto en un 30% comparado con un edificio tradicional.
- La construcción de edificaciones sustentables en Colombia es una nueva oportunidad de negocio para constructores, diseñadores y arquitectos, pues la posición geográfica, la temperatura, el clima y los paisajes de varias ciudades de Colombia, ofrecen características privilegiadas para idear y construir espacios sostenibles capaces de ahorrar energía, agua, recursos y dinero con tan sólo aprovechar la posición del sol y la lluvia.
- Las ventajas económicas de los edificios sustentables se ven reflejadas en los desarrolladores (constructores, diseñadores, etc.) en menores costos de diseño y construcción, mayores precios de ventas, venta rápida, menores costos de restauración, imagen corporativa y prestigio, y rápido retorno de la inversión; las ventajas para el propietario se ven reflejadas en las facturas de los servicios públicos, salud y bienestar, mayor productividad, menor depreciación y menores costos de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, A., Hernandez, V., & Cardona, R. (13 de mayo de 2012). *Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en colombia*. Recuperado el 20 de 10 de 2017, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/30825/39307>
- Alonso, R. T. (2012). *Optimizacion del ciclo de vida del edificio mediante la construccion sostenible industrializada en base acero*. Recuperado el 12 de 07 de 2017, de <http://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/13485>
- Ambiente, M. d. (2012). *Edificaciones sostenibles*. Recuperado el 13 de 07 de 2017, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/2054-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-88>
- ARGOS. (Julio de 2015). *ABC del reglamento Colombiano de construccion sostenible*. Recuperado el 13 de 07 de 2017, de <http://grandesrealidades.argos.co/abc-del-reglamento-colombiano-de-construccion-sostenible/>
- building, W. g. (06 de 03 de 2013). *Los beneficios de los edificios verdes*. Recuperado el 22 de 10 de 2017, de <http://www.worldgbc.org/news-media/business-case-green-building-review-costs-and-benefits-developers-investors-and-occupants>
- Camacol. (2015). *Codigo colombiano de construccion sostenible*.
- Castro, M. G. (2012). *Los principios de la construccion sustentable como una medida para abatir el sindrome del edificio enfermo. Estudio de caso edificios academicos 10, 11 hy 12 de la unidad profesional Adolfo Lopez Mateos del IPN*. Mexico D.F. Recuperado el 11 de 07 de 2017, de

http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/8843/1/TESIS_%20ULTIMA_m.pdf

CCCS. (08 de 2010). *EL CASO DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*. Recuperado el 25 de 10 de 2017, de <https://www.cccs.org.co/wp/download/el-caso-de-la-universidad-de-los-andes-en-bogotau0301/?wpdmdl=3901>

CCCS. (06 de 2016). *Kubik Confort 145*. Recuperado el 24 de 10 de 2017, de <https://www.cccs.org.co/wp/download/kubik-confort-145/?wpdmdl=4689>

CCCS. (Diciembre de 2016). *Viverdi 84 Primer edificio multifamiliar residencial certificado en Colombia*. Recuperado el 24 de 10 de 2017, de <https://www.cccs.org.co/wp/download/viverdi-84/?wpdmdl=8585>

CCCS. (12 de 2016). *Viverdi 85*. Recuperado el 24 de 10 de 2017, de <https://www.cccs.org.co/wp/download/viverdi-85/?wpdmdl=8587>

CCCS. (10 de 2016). *W HOTEL Certificado en construcción sostenible con LEED en el nivel Oro – interiores comerciales*. Recuperado el 24 de 10 de 2017, de <https://www.cccs.org.co/wp/download/w-hotel-certificado-leed-en-el-nivel-oro-interiores-comerciales/?wpdmdl=7562>

CIIB. (s.f.). Consejo internacional para la investigacion e innovacion en edificaciones y construccion.

conexionesan. (28 de Junio de 2016). *Costos de inversión y de operación en la formulación de un proyecto*. Recuperado el 11 de 10 de 2017, de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/06/costos-de-inversion-y-de-operacion-en-la-formulacion-de-un-proyecto/>

- consultores, A. (2015). *Reingeniería de procesos: concepto y metodología*. Recuperado el 04 de 03 de 2018, de <https://www.aiteco.com/reingenieria-de-procesos/>
- Donoso, P. J. (2010). *Construcción sostenible de edificios: una alternativa responsable para el desarrollo urbano de Quito*. Quito. Recuperado el 07 de 11 de 2017, de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3603/T-PUCE-3613.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ES, B. (2017). *BREEAM INTERNACIONAL*. Recuperado el 12 de 07 de 2017, de <http://www.breeam.es/index.php/conocenos/breeam-internacional>
- Estévez, R. (08 de 09 de 2015). *Beneficios del diseño sostenible en la edificación*. Recuperado el 28 de 07 de 2017, de Eco inteligencia: <https://www.ecointeligencia.com/2015/09/beneficios-diseno-sostenible-edificacion/>
- GBC, W. (2013). *Informe del World GBC sobre el negocio de la construcción verde*.
- greenbiz. (06 de 02 de 2015). *7 características de un edificio verde*. Recuperado el 20 de 09 de 2017, de <https://www.expoknews.com/7-caracteristicas-de-un-edificio-verde/>
- Harrison, R. (2017). *¿Qué características debe tener un edificio para ser sostenible?* Recuperado el 20 de 09 de 2017, de <http://www.deceuninck.es/blog/que-caracteristicas-debe-tener-un-edificio-para-ser-sostenible/>
- libre, W. I. (11 de 02 de 2017). *Análisis de ciclo de vida*. Recuperado el 12 de 07 de 2017, de https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_de_ciclo_de_vida
- Londoño. (2009). *Un edificio verde es un edificio inteligente*.
- Maria, A. (2012). *Estudios económicos de camacol*.

Martinez, I. O. (2014). *La sustentabilidad en el Diseño Complejo Participativo Mariposario*.

Mexico. Recuperado el 12 de 07 de 2017, de

<http://132.248.9.195/ptd2014/febrero/302178339/302178339.pdf>

Medellin, C. d. (s.f.). *Sello ambiental Colombiano para edificaciones y productos de*

construccion. Recuperado el 13 de 07 de 2017, de

<http://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/Memorias/HABLEMOS%20DE%20NEGOCIOS%20CONTEC.pdf>

Murillo, B. J. (12 de 2011). *INVESTIGACIÓN DE MERCADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE*

VIVIENDAS. Recuperado el 22 de 10 de 2017, de

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/9479/tesis574.pdf?sequence=1>

Redaccion vivir. (2013). *La hora de los edificios verdes*. El espectador.

Secretaria general de la alcaldia mayor de Bogotá. (2010). *Proyecto de acuerdo No. 187 de 2010*.

Recuperado el 13 de 07 de 2017, de

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39934>

sostenible, C. c. (2016). *programa LEED en Colombia*. Recuperado el 12 de 07 de 2017, de

<https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed/>

sustentable, C. (2012). *Estrategia Nacional de construccion sustentable*. Chile. Recuperado el 12

de 07 de 2017, de [http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/2_Estrategia-](http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/2_Estrategia-Construccion-Sustentable.pdf)

[Construccion-Sustentable.pdf](http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/2_Estrategia-Construccion-Sustentable.pdf)

Susunaga, J. (2014). *Construccion sostenible, una alternativa para la edificacion de viviendas de*

interes social y prioritario. Bogota D.C. Recuperado el 11 de 07 de 2017, de

<http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1727/1/CONSTRUCCI%C3%93N%20>

SOSTENIBLE%2C%20UNA%20ALTERNATIVA%20PARA%20LA%20EDIFICACI%
C3%93N%20DE%20VIVIENDAS%20DE%20INTERES%20SOCIAL%20Y%20PRIOR
ITARIO.pdf

Tiempo, R. E. (5 de Junio de 2015). Los edificios sostenibles en tono verde. *El tiempo*.

Recuperado el 12 de 07 de 2017, de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15899896>

UGC, F. d. (s.f.). *Definiciones de la estructura en investigación*. Recuperado el 25 de 02 de 2018,

de <https://drive.google.com/drive/folders/1enJ1cdFmbnvauZbFeFfG9QNXYWtmShQL>

Vega, R. R. (2010). *ESTUDIO, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

UTILIZADAS EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE EDIFICIOS SUSTENTABLES

EN CHILE. Santiago de Chile. Recuperado el 11 de 07 de 2017, de

http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-ramirez_rv/pdfAmont/cf-ramirez_rv.pdf