

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN FINANCIERA DE ALTERNATIVAS DE
CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE PARA UNA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL
EN COLOMBIA**

Autor:

Jennifer Alejandra Vence Silva

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

SECCIONAL BUCARAMANGA

ESCUELA DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

2019

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN FINANCIERA DE ALTERNATIVAS DE
CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE PARA UNA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL
EN COLOMBIA**

Jennifer Alejandra Vence Silva

ID: 000176362

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERA CIVIL

Director del Trabajo de Grado

Leonardo Barón Páez

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

SECCIONAL BUCARAMANGA

ESCUELA DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

2019

DEDICATORIA

Este trabajo de grado se lo dedico primero que todo a Dios porque ha sido mi guía y mi fuerza en este camino que decidí emprender unos años atrás, cuando sentía que iba a desfallecer le pedía que me llenara de su sabiduría y entendimiento para poder cumplir este sueño que un día emprendí y que estoy a un paso de lograrlo.

A mi padre, madre, mis hermanas, y demás familiares que desde el inicio de este camino han estado muy presentes en mi proceso como estudiante, y decidieron confiar en mi para que este sueño se me hiciera realidad, y el transcurso de este tiempo siempre estuvieron dispuestos a darme su ayuda cuando más lo necesite.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. OBJETIVOS.....	14
1.1 OBJETIVO GENERAL:	14
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:	14
2. JUSTIFICACIÓN.....	15
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:.....	15
2.2 ANTECEDENTES:	16
2.3 ALCANCE:	18
3. MARCO TEORICO	19
3.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	19
3.1.1 VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)	19
3.1.2 NECESIDADES DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS) EN COLOMBIA.....	19
3.1.2.1 PARTICIPANTES DE UN PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS).....	20
3.1.3 CALIDAD DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL	22
3.1.4 POLÍTICA DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL DESARROLLO SOSTENIBLE	23
3.1.5 PROGRAMAS DE VIVIENDA.....	24
3.2 DESARROLLO SOSTENIBLE	25
3.2.1 CARACTERISTICAS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE	26
3.3 VIVIENDA SOSTENIBLE	27
3.3.1 CARACTERISTICAS DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE	27
3.3.2 VENTAJAS DE UNA COSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.....	28
3.4 MATERIALES SOSTENIBLES PARA COSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	30
3.5 CERTIFICACION LEED	41
3.5.1 TIPOS DE CERTIFICACIONES LEED:	41
3.5.1.1 LEED BD+C (DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES)	41

3.5.1.2	LEED ID+C (DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INTERIORES) ..	41
3.5.1.3	LEED O+M (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO).....	41
3.5.1.4	LEED ND (DESARROLLO DE BARRIOS).....	42
3.5.1.5	LEED HOMES (VIVIENDAS)	42
3.5.2	NIVELES DE CLASIFICACIÓN LEED:.....	42
3.5.3	CRITERIOS DE EVALUACIÓN LEED:.....	43
3.6	INDICADORES DE BONDAD FINANCIEROS:	43
3.7	INDICADORES PARA MEDIR LA BONDAD FINANCIERA:.....	44
3.8	LEGISLACIÓN DE LAS VIVIENDAS SOSTENIBLES:.....	45
4.	METODOLOGIA	46
4.1	METODOLOGÍA	46
4.1.1	ETAPAS DE LA METODOLOGÍA.....	46
4.1.1.1	IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS SOSTENIBLES EN COLOMBIA.....	46
4.1.1.2	DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN BASE	47
4.1.1.3	DEFINICIÓN DE OPCIONES A EVALUAR Y RELACIÓN DE LAS MISMAS	47
4.1.1.4	EVALUACIÓN FINANCIERA	48
4.1.1.5	SELECCIÓN DE LAS MEJORES ALTERNATIVAS.....	49
5.	DESARROLLO DEL PROYECTO	50
5.1	Proyectos de Construcción con Alternativas/o Sistemas Sostenibles	50
5.2	Matriz de Identificación.....	85
5.3	Alternativas de Construcción Sostenible incluidas en Proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS).....	90
5.4	Relación de alternativas de construcción sostenible calificada y evaluada. 98	
5.5	Listado de alternativas/o sistemas de construcción sostenible aplicadas a una Vivienda de Interés Social (VIS).....	118
6.	CONCLUSIONES	120
7.	RECOMENDACIONES.....	122
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	123

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Sistema de Actores.	21
Tabla 2: Programas de Vivienda	24
Tabla 3: Beneficios Económicos de la Construcción Sostenible.	29
Tabla 4: Alternativas y/o Sistemas de Construcciones Sostenibles y sus Beneficios.	39
Tabla 5: Legislación de Viviendas Sostenibles.....	45
Tabla 6: Matriz de Identificación.....	85
Tabla 7: Evaluación del Proyecto "Casa Tenjo"	92
Tabla 8: Alternativas y/o Sistemas de Construcción Sostenible que se le Pueden Aplicar a una Vivienda de Interés Social (VIS).	99
Tabla 9: Relación Beneficio – Costo de alternativas/o sistemas de construcción sostenible.	116
Tabla 10: Listado de alternativas/o sistemas de construcción sostenible aplicadas a una Vivienda de Interés Social (VIS).....	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Déficit Habitacional en Colombia.....	20
Figura 2: Desarrollo Sostenible.	26
Figura 3: Funcionamiento del Panel Solar.	32
Figura 4: Elementos de un Panel Solar.	32
Figura 5: Ventana de Aluminio Laminado.	33
Figura 6: Sistema de Control Solar Pasivo.....	34
Figura 7: Recolección de Agua de Lluvia.	35
Figura 8: Estructuras en Maderas.	36
Figura 9: Estructuras Metálicas.	37
Figura 10: Cubiertas Verdes.....	38
Figura 11: Niveles de Clasificación LEED.	42
Figura 12: Sistema de Aguas Grises.	54
Figura 13: Fachada.	54
Figura 14: Zonas Verdes.....	55
Figura 15: Transporte Alternativo.	55
Figura 16: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.	57
Figura 17: Pasillo de Conexión Entre los Diferentes Edificios.	59
Figura 18: Infograma de la Certificación.....	95
Figura 19: Certificación Casa Colombia.	97

GLOSARIO

CAMACOL: Cámara Colombiana de la Construcción. Es una confederación laboral de carácter nacional sin ánimo de lucro, que une a nivel nacional empresas y personas naturales relacionadas con la cadena de valor de la construcción. (CAMACOL, 2014-2015)

CCCS: Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. Es una organización privada sin ánimo de lucro fundada en 2008 comprometida con elevar el nivel de sostenibilidad de todos los usos de las edificaciones nuevas y existentes, y de las ciudades en general. (Consejo Colombiano de construcción Sostenible)

CONSTRUCCION SOSTENIBLE: Es la reducción de los impactos ambientales causados por los procesos de construcción, uso y derribo de los edificios y por el ambiente urbanizado. (SciELO, 2011)

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística, se encarga de la planeación, levantamiento, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales de Colombia. (DANE)

GEI: Gas de Efecto Invernadero, es un gas atmosférico que absorbe y emite radiación dentro del rango infrarrojo. (IDEAM, 2017)

INURBE: Entidad pública rectora de la nueva política de vivienda social. (Held, 2000)

LEED: Leadership in Energy and Environmental Design. Liderazgo en energía y diseño ambiental, es una herramienta de construcción ecológica que se ocupa de todo el ciclo de vida del edificio reconociendo estrategias de construcción de las mejores en su clase. (SpainGBC)

SGBC: Spain Green Building Council. Es la primera asociación nacional sin ánimo de lucro de empresas líderes de la industria del medio construido que trabajan juntas para promover ciudades y edificios medioambientalmente responsables, rentables y saludables para las personas que viven o trabajan en ellos. (SpainGBC)

USGBC: El Consejo de la Construcción Ecológica de Estados Unidos es una organización sin ánimo de lucro que promueve la sostenibilidad en el diseño, construcción y funcionamiento de los edificios en EE.UU. (USGBC)

VIS: Vivienda de interés social. Vivienda destinada a las personas menos favorecidas de nuestro país, con un salario mínimo. (Ministerio de Vivienda)

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN FINANCIERA DE ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE PARA UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN COLOMBIA

AUTOR(ES): JENNIFER ALEJANDRA VENCE SILVA

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): LEONARDO BARÓN PAÉZ

RESUMEN

Este trabajo de grado tiene como objetivo principal analizar la alternativa de construcción sostenible más viable, desde el punto de vista financiero, para una vivienda de interés social en Colombia. Para cumplir con los objetivos planteados del proyecto, se llevaron a cabo las siguientes etapas: En primer lugar, se realizó una investigación en diferentes entidades públicas y privadas con un alcance en tiempo para los últimos 10 años sobre las alternativas de construcción sostenible que fueron desarrolladas en proyectos de construcción de todo tipo y luego específicamente en proyectos de viviendas de interés social (VIS) en Colombia. Luego, se procedió a identificar los proyectos que fueron calificados como sostenibles por algún tipo de entidad u organización no gubernamental con el fin de entregar un listado o relación de los mismos. Posteriormente, se analizaron los aspectos técnicos, financieros, sociales y ambientales que están involucrados al momento de hacer el análisis beneficio – costo. Todo lo anterior, para elaborar un listado de posibles alternativas de construcción sostenible (evaluadas financieramente y consideradas como rentables) que puedan ser aplicadas en proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS).

PALABRAS CLAVE:

Alternativas de construcción sostenible, Vivienda de Interés Social (VIS).

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: ANALYSIS AND FINANCIAL EVALUATION OF ALTERNATIVES OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION FOR A HOUSING OF SOCIAL INTEREST IN COLOMBIA

AUTHOR(S): JENNIFER ALEJANDRA VENCE SILVA

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: LEONARDO BARÓN PAÉZ

ABSTRACT

The main objective of this graduate work is to analyze the most viable sustainable construction alternative, from a financial point of view, for a low-income housing in Colombia. In order to comply with the objectives set for the project, the following stages were carried out: First, an investigation was conducted in different public and private entities with a time scope for the last 10 years on the sustainable construction alternatives that were developed in construction projects of all kinds and then specifically in Social Housing projects in Colombia. Then, we proceeded to identify projects that were qualified as sustainable by some type of entity or non-governmental organization in order to deliver a list or list of them. Subsequently, the technical, financial, social and environmental aspects that are involved at the time of the benefit - cost analysis were analyzed. All of the above, to prepare a list of possible sustainable construction alternatives (evaluated financially and considered as profitable) that can be applied in Social Interest Housing projects (VIS).

KEYWORDS:

Alternatives for sustainable construction, Social Interest Housing

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción ha sido uno de los pilares fundamentales para el progreso y avance de la sociedad a lo largo de la historia avanzando firmemente como uno de los sectores con mayor crecimiento en la economía Colombiana logrando ser una industria dinámica y superior a otros sectores importantes del país, el sector de la construcción se está volviendo más eficaz debido al uso de nuevos sistemas, tecnologías y alternativas que generan un impacto ambiental mucho menor que el generado por un sistema de construcción tradicional. (Zapata Barros & Orostegui Jaimes , 2010)

De acuerdo con lo anterior, se selecciona el sector de la construcción como actor principal de la economía colombiana y adicionalmente, se evidencia que actualmente existen sistemas y/o alternativas muy amigables con el medio ambiente y aplicadas a procesos constructivos en los cuales se ve el camino más viable y seguro para poder responder a las necesidades de la sociedad y del medio ambiente. Estos sistemas y/o alternativas se pueden ver aplicados en diferentes tipos de construcción, pero en este trabajo se revisarán los que han sido aplicados en las Vivienda de Interés Social en Colombia.

Ahora bien, en el ámbito social tener una vivienda digna es uno de los derechos fundamentales de la sociedad Colombiana (Constitución Política de Colombia, 1991), sin embargo, en Colombia el tema de la vivienda digna es una problemática del Estado. Aún existe un gran porcentaje de la población colombiana que no tiene acceso a una vivienda adecuada y digna debido a la falta de recursos para adquirir este bien (Del total de área censada destinada a vivienda tipo VIS 6.628.605 m², el

56,5% correspondió a obras en proceso, el 29,0% a obras paralizadas y el 14,6% a obras culminadas). (DANE, 2018)

La implementación de alternativas de construcción sostenible para una vivienda de interés social en Colombia es el tema que se desarrolla en este trabajo de grado. En él que se realizará una evaluación a través de uno o unos indicadores que permitan comparar de alguna forma la viabilidad técnica, ambiental, económica y/o social (teniendo en cuenta las limitaciones de información disponible), de dichas alternativas aplicadas.

El presente trabajo tiene como objetivo principal analizar la alternativa de construcción sostenible más viable, desde el punto de vista financiero, para implementar en una vivienda de interés social en Colombia.

Para lograr los objetivos del proyecto, se realizaron las siguientes etapas: Primero, una investigación en diferentes entidades públicas y privadas con un alcance en tiempo para los últimos diez (10) años sobre las alternativas de construcción sostenible que fueron desarrolladas en proyectos de construcción de todo tipo y luego específicamente en proyectos de viviendas de interés social (VIS) en Colombia. Segundo, se identificaron los proyectos que fueron distinguidos como sostenibles por algún tipo de entidad u organización no gubernamental con el fin de entregar un listado o relación de los mismos. Posteriormente, se analizaron los aspectos sociales, ambientales y financieros que fueron parte del análisis de cada proyecto consultado. Finalmente, elaborar un listado de posibles alternativas de construcciones sostenibles (evaluadas y consideradas como recomendables) que puedan ser aplicadas en proyectos de vivienda de interés social (VIS).

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL:

Analizar, desde el punto de vista financiero, la alternativa de construcción sostenible más viable para una vivienda de interés social en Colombia.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Identificar proyectos de construcción en Colombia; donde se hayan ejecutado alternativas de construcción sostenible o sistemas de construcción sostenible; en los cuales se pueda evidenciar datos o información sobre el impacto de dicha implementación. En la definición y alcance del problema (numeral 4.1.2.1) se especifica la muestra base a investigar.
- Evaluar las alternativas y/o sistemas de construcción que fueron aplicados constructivamente en los proyectos identificados y que hayan sido clasificados o considerados como sostenibles.
- Elaborar una relación de alternativas de construcción sostenible calificadas y evaluadas como rentables para que se tengan como referencia en la construcción de proyectos de vivienda de interés social en Colombia.

2. JUSTIFICACIÓN

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Con el transcurrir del tiempo, el tema de desarrollo sostenible se ha entendido según el informe de la comisión de Brundtland de 1987 como aquel *“desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generación de satisfacer sus propias necesidades”* (UNESCO, 2012), esto ha permitido que la sociedad tome conciencia de los efectos perjudiciales que está provocando el cambio climático y que diariamente su evidencia se hace más notoria.

El sector de la construcción es señalado como uno de los grandes causantes de impacto directo sobre el efecto invernadero, gran parte de los materiales utilizados en la industria de la construcción tienen su origen en la corteza terrestre; *“el sector de la construcción es responsable del 50% de los recursos naturales empleados, del 40% de la energía consumida (incluyendo la energía en uso) y del 50% del total de los residuos generados”*. (LO VEO VERDE, 2013)

Por ese motivo el sector de la construcción en todo el mundo, ha desarrollado una clase de normativas, lineamientos o políticas, que pretenden que las edificaciones logren reducir el impacto negativo que están generando en el medio ambiente.

Una de las problemáticas más relevantes en la construcción, son los altos costos de adquisición, funcionamiento y mantenimiento del inmueble, siendo estos dos últimos los más relevantes ya que acá se incluyen el agua, iluminación, ventilación, temperatura, manejo de residuos entre otros, en donde las nuevas construcciones

tengan implementaciones que acojan cada uno de estos factores y genere un alivio en las viviendas de interés social (VIS) sostenibles.

De acuerdo a todo lo anterior, los lineamientos internacionales en términos del desarrollo sostenible, el problema de la industria de la construcción claramente identificada como un gran consumidor de los recursos naturales, de la energía y productor de residuos y la oportunidad de aplicar alternativas de construcción sostenible en proyectos VIS; justifican la necesidad de investigar sobre este tema y de responder a este tipo de preguntas.

¿Es viable incluir alternativas de construcción sostenible en proyectos de vivienda de intereses social VIS, en Colombia?

2.2 ANTECEDENTES:

Se realizó una investigación sobre las ventajas y desventajas de la aplicación de los criterios de certificación LEED FOR HOMES para el diseño y construcción de VIS en Bucaramanga, teniendo en cuenta los materiales que se van a utilizar, dándole un óptimo manejo a los recursos para minimizar el impacto sobre el medio ambiente, proponiendo alternativas sencillas y de calidad que se tengan en cuenta en los proyectos constructivos y de esta manera poder establecer bases para la creación de una “obra verde” y la aplicación del concepto de un hogar digno (León Pinto & Loaiza Gómez, 2014).

Otra investigación plantea un modelo de vivienda de interés social; sin embargo, al explorar una posible metodología que permitiera llegar al producto final ya mencionado, se encontró con la incertidumbre respecto a los caminos para diseñar. Se plantea entonces, una nueva metodología que permitiera llegar a la vivienda con

criterios de sostenibilidad y habitabilidad como producto final. (Solano García & Quiroga Prada, 2014)

Por otro lado, la aplicación de sistemas sostenibles a construcciones tradicionales, con el fin de convertirlas en construcciones sostenibles, se da entonces gran importancia a la certificación LEED, cuyos requerimientos son la base de producir edificaciones sostenibles, y se enmarcan en tecnologías que reduzcan el uso de recursos naturales y que a su vez los aprovechen, sin alterar de manera importante el medio ambiente en cada uno de sus sistemas; se ven entonces tecnologías para el ahorro de agua potable, como son: recolección y tratamiento primario de aguas grises y de aguas lluvias. Para el ahorro de energía eléctrica se utilizan sistemas de paneles solares aprovechando la energía solar, ventanales sirviendo la iluminación del día, y sensores electrónicos. (Oroztegui Jaimes & Zapata Barroso , 2010)

En el documento cuyo título es: Diagnóstico sobre proyectos de construcción de vivienda de interés social (VIS) en Bucaramanga y su área metropolitana; tiene como finalidad diagnosticar el proceso legal y técnico- financiero para los proyectos de construcción de vivienda de interés social “VIS”, con base en la normatividad vigente con el fin de disminuir el déficit de vivienda en los estratos uno, dos y tres; para Bucaramanga y su Área Metropolitana. (Ríos Duran & Hernández Rivera, 2012)

Y por último, un manual que permite a los constructores de vivienda de interés social en el país establecer los parámetros dentro de los cuales se ofrecen soluciones habitacionales, especialmente en lo relacionado con composición de la vivienda, requerimientos mínimos de espacialidad, selección del terreno, condiciones ambientales del proyecto, documentación (licencia de urbanismo, planos y construcción, disponibilidad de servicios públicos domiciliarios, escritura, certificado de libertad y constancia predial, aspectos ambientales, aspectos legales, e

identificación del oferente) que facilitaran la construcción de vivienda en Colombia. (Moya Muñoz & Sarmiento Colmenares , 2012)

Los antecedentes muestran que las investigaciones previas se han dirigido a revisar si las certificaciones de proyectos sostenibles, tales como LEED, presentan ventajas o desventajas en su aplicación y si finalmente dichas certificaciones convierten o no en proyectos sostenibles a las construcciones que se aplican. En otras áreas de la investigación se encontraron procesos inadecuados y a partir de estas identificaciones se plantearon metodologías para intentar llegar a viviendas con criterios sostenibles y de habitabilidad y finalmente se encontraron manuales que dejan propuestas del cómo establecer parámetros para lograr viviendas cuyas soluciones facilitan la construcción de vivienda en Colombia y por supuesto apoyaron esta investigación

2..3 ALCANCE:

Lo que se busca con esta investigación es poner en conocimiento de los consultores, constructores, funcionarios públicos que estructuran proyectos de vivienda de interés social y en general a los participantes de la industria de la construcción; la existencia de los sistemas sostenibles o alternativas de construcción sostenibles para la construcción de vivienda de interés social (VIS), y el respectivo análisis de las alternativas de construcción sostenibles que se han aplicado en proyectos de vivienda en el país y adicionalmente contar con una comparación a nivel de evaluación financiera de dichas alternativas.

El alcance de la presente investigación se delimita a una identificación de proyectos con alternativas de construcción sostenible en Colombia. La investigación se realizó para cualquier tipo de proyecto de construcción y el proceso de análisis se realizó exclusivamente para las alternativas que se implementaron en proyectos de construcción de Vivienda de Interés Social.

3. MARCO TEORICO

Es preciso que se presenten los conceptos básicos y una recopilación de referencias que tratan temas sobre la construcción sostenible y las viviendas de interés social en Colombia.

3..1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1.1 VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)

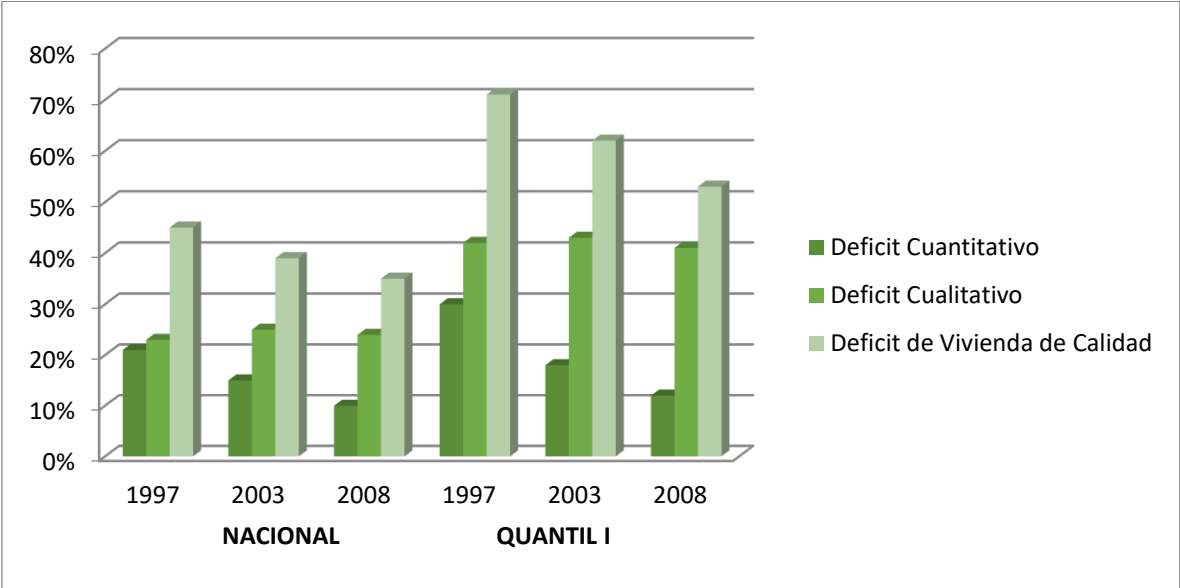
Se puede definir la vivienda de interés social (VIS) a las edificaciones que logren garantizar el derecho a la vivienda y una mejor calidad de vida de los hogares de nuestro país con menores ingresos. La vivienda de interés social debe reunir elementos que aseguren su habitabilidad, estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción. *“El valor máximo de una vivienda de interés social (VIS) será de ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (135 SMLM)”*. (Ministerio de Vivienda)

3.1.2 NECESIDADES DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS) EN COLOMBIA

La Vivienda de Interés Social (VIS) es una de las necesidades más sentidas en Colombia. En el año 2011 las familias colombianas que no tenían acceso a una vivienda para mejorar su calidad de vida estaban en 3,5 millones. Las cifras muestran la gravedad de la problemática, pero la realidad es mucho más abrumadora y complicada ya que se ven involucrados varios factores con diversas motivaciones y en constante interacción.

La carencia de vivienda en Colombia ha disminuido a una tasa muy lenta desde 1997, un porcentaje alto de la población colombiana aún no tiene acceso a una vivienda digna.

Figura 1: Déficit Habitacional en Colombia.



Fuente: (Baena & Olaya, 2013)

En la **figura 1** se puede observar claramente que aún hay gran parte de la población Colombia que no ha podido acceder a una vivienda digna y así poder mejorar sus condiciones de vida y de su familia.

En Colombia se ha disminuido el problema: existe un déficit de vivienda, por lo tanto, se debe construir más VIS para que más familias colombianas de escasos recursos les sea más accesible adquirirlas y tengan una vivienda digna.

3.1.2.1 PARTICIPANTES DE UN PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL (VIS)

Los actores son personas que ven la problemática de las personas que no tienen accesibilidad a una vivienda de interés social (VIS) y sus decisiones tienen influencia

en el sistema de vivienda de interés social (VIS); y pueden ayudar a solucionar gran parte de esa problemática

Tabla 1: Sistema de Actores.

Hogares sin vivienda de calidad	Hogares sin vivienda de calidad interesados en que su derecho a una vivienda digna se cumpla, pero carecen de los recursos suficientes. Necesitan el apoyo de otros actores.
Promotores	Empresas privadas que administran y construyen los proyectos de vivienda. Tendencia hacia reducir calidad de la VIS para optimizar la rentabilidad.
Entidades Financieras	Empresas privadas que otorgan créditos hipotecarios. No se ven motivadas a participar en créditos para VIS ya que deben enfrentar un riesgo muy alto.
Firmas de diseño	Empresas privadas encargadas del diseño de las viviendas. Mediante el diseño innovador podrían crear calidad y confort sin aumentar costos.
Gobierno nacional	Procura por el cumplimiento del derecho a una vivienda digna para todos los colombianos y propicia la colaboración por parte de organizaciones privadas.
Gobiernos locales	Entienden las necesidades de la comunidad local. Encargados de otorgar licencias de construcción, pero con tendencia a no querer VIS en sus localidades.
Comunidad	Red de soporte social con intereses genuinos de apoyar a sus miembros.
Urbanizadores piratas	Ofrecen vivienda informal, más viable a corto plazo pero con grandes costos sociales y ambientales.
Dueños de las tierras	Determinar el precio de las tierras según el mercado, es decir la disponibilidad que haya

Fuente: (Olaya & Baena, 2013)

En la **Tabla 1** se puede observar las personas que conforman el sistema de actores y la función que cumple cada uno dentro del sistema. Y como análisis clave, está la participación de las entidades estatales; que son las que inicialmente planean los proyectos de vivienda y quienes definen parámetros o lineamientos del proyecto. En este caso, la entidad estatal es un actor decisivo y es quien debería tener en cuenta este tipo de trabajos de grado para incluir en sus proyectos VIS las alternativas de construcción sostenible que se relacionan.

3.1.3 CALIDAD DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

Una vivienda de interés social (VIS) debe cumplir con los parámetros de calidad de una vivienda adecuada, de acuerdo con lo dicho en el folleto informativo # 21: “El derecho humano a una vivienda adecuada, adicionalmente su diseño y construcción deben velar por el uso sostenible de los recursos naturales”. (Ministerio de Vivienda, 2011)

En toda vivienda se debe considerar:

- Un espacio apropiado para dormir, debe incluir el espacio para moblaje del depósito de ropa.
- Es primordial que toda vivienda cuente con una unidad sanitaria que brinde: disposición sanitaria de excretas, aseo personal en ducha y lavamanos y una zona de lavado, secado y planchado de ropa.
- La vivienda debe incluir un espacio amplio, limpio, adecuado, para el almacenamiento, procesamiento y consumo de los alimentos.

3.1.4 POLÍTICA DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL DESARROLLO SOSTENIBLE

En el año de 1991 se crearon los dos pilares de la nueva política de vivienda social: el Instituto Nacional de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana (INURBE), y el sistema de subsidios a la demanda de vivienda.

El INURBE es la entidad pública rectora de la nueva política de vivienda social. Sus principales funciones son normar el sistema de subsidios habitacionales, administrar los subsidios dirigidos a hogares con ingresos inferiores a dos salarios mínimos en programas de vivienda que forman parte de la red de solidaridad social (canalizando fondos del presupuesto nacional), y prestar asistencia técnica a entidades locales y a organizaciones populares de vivienda. (Held, 2010). Estas últimas son de carácter comunitario y se auto gestionan con miras a promover y construir viviendas para hogares de bajos ingresos.

Las cajas de compensación familiar son entidades privadas que incluyen entre sus funciones la gestión de subsidios para programas de vivienda para hogares con ingresos entre dos y cuatro salarios mínimos. Los respectivos fondos provienen de aportes de las nóminas salariales de los trabajadores.

En 1997 se definió una política de suelo para viviendas sociales. Esta política obliga a las municipalidades a elaborar planes de ordenamiento territorial y las dota de instrumentos a fin de prevenir que incrementos de precio en el suelo urbanizable excluya del mercado de la vivienda a las familias de menores ingresos.

3.1.5 PROGRAMAS DE VIVIENDA

Los principales oferentes de viviendas sociales han sido empresas constructoras privadas, las cajas de compensación familiar, y organizaciones populares de vivienda. Esos oferentes son de muy diverso tamaño, pero aportan un ambiente de competencia en la determinación de los precios de mercado de viviendas nuevas.

Tabla 2: Programas de Vivienda

Tipo de programa	Descripción	% Subsidios asignados
Lote urbanizable	Lote para edificar una vivienda mínima en un período no mayor a un año. Dispone de permiso de urbanismo y garantía de disponibilidad de servicios básicos (acueducto, alcantarillado y energía).	7.7
Lote urbanizado	Lote para edificar una vivienda mínima con acueductos de servicios públicos y obras básicas de urbanismo.	23.7
Unidad básica	Construcción sobre un lote urbanizado conformado por un espacio de uso múltiple con cocina, baño y lavadero el cual sirve de base para ampliar la vivienda.	13.3
Vivienda mínima	Espacio de uso múltiple más cocina, baño, lavadero y una o más habitaciones.	7.0
Vivienda usada	Solución de vivienda que ha sido habitada al momento de su adquisición.	8.1

Mejoramiento vivienda-entorno	Programa dirigido a superar las carencias de una o varias de las condiciones básicas de la vivienda en materia de estabilidad estructural (cimientos, vigas, pisos, paredes), servicios públicos (acueducto y alcantarillado), y saneamiento básico (cocina, baño y lavadero).	32.1
Legalización de títulos	Saneamiento de títulos cuando las familias son poseedoras de viviendas sin haber accedido a la propiedad legal de las mismas.	8.0

Fuente: (Held, 2010)

En la **tabla 2** se describe los principales programas de vivienda de interés social que se ejecutaron entre 1991 y 1997.

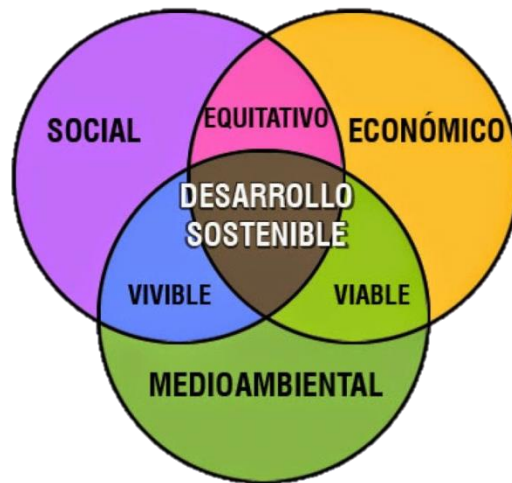
Estos programas han contemplado varias alternativas de viviendas mínimas, incluyendo lotes urbanizables y urbanizados para edificar esas viviendas, y unidades básicas como parte de la construcción de viviendas mínimas en etapas. Los programas de vivienda contemplaron desde la partida, la posibilidad de aplicar subsidios a viviendas usadas y al mejoramiento de viviendas existentes.

3.2 DESARROLLO SOSTENIBLE

La satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. El desarrollo sostenible se divide en tres componentes: Componente social trata de fortalecer los aspectos positivos y calidad de vida de las personas, Componente

ambiental trata la preservación del medio ambiente, y el Componente económico trata del sistema financieramente posible y rentable.

Figura 2: Desarrollo Sostenible.



Fuente: (Opcionis, 2017)

En la **Figura 2** se puede ver que el desarrollo sostenible es la armonía de tres componentes importantes recursos naturales, el crecimiento económico y la sociedad, todos estos componentes están profundamente ligados.

3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Las características que debe cumplir un desarrollo para que se pueda considerar sostenible son las siguientes:

- “Restaura los ecosistemas dañados.
- Utiliza implantación de tecnologías limpias.
- Organiza campañas de reciclaje y reutilización.
- Hace que la actividad económica mantenga o mejore el sistema ambiental.

- Resalta importancia de la naturaleza para el bienestar humano.
- Afirma que la actividad económica mejora la calidad de vida de todos, no sólo de unos pocos selectos”. (Urdaneta, 2018)

3.3 VIVIENDA SOSTENIBLE

Una vivienda sostenible es la que aprovecha al máximo los recursos naturales, principalmente la energía y el agua; mediante técnicas de recolección, aislamiento y distribución de espacios saludables y confortables manejando materiales innovadores y resistentes. Este tipo de vivienda generan un leve impacto en el medio ambiente, es decir los materiales que se utilizan para su construcción son amigables con el medio ambiente.

Las construcciones de viviendas sostenibles buscan condiciones óptimas de habitabilidad, teniendo en cuenta condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para mitigar los impactos ambientales.

3.3.1 CARACTERISTICAS DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

Al momento de hablar de vivienda sostenible un aspecto muy importante a tener en cuenta es la innovación y el desarrollo en la construcción que ha generado gran parte de la contaminación que existe actualmente resultado de procesos y técnicas de construcción.

Una vivienda sostenible aprovechas las condiciones climáticas (control de climatización), el reciclaje de aguas, la iluminación natural, el aislamiento térmico, la ventilación, la utilización de fuentes renovables de energía siendo muestra o modelo de soluciones para la contaminación que genera una casa convencional. Se dice que las industrias y los coches son los mayores contaminantes del medio ambiente. “La casas y los edificios emiten un 48% de los gases de efecto

invernadero, lo que supera con creces las emisiones del sector de transportes (27%) o de la industria (25%). Del mismo modo, las edificaciones consumen el 76% de la energía producida por las plantas energéticas”. (Salazar, 2012). Por tal motivo la construcción sostenible surge como propuesta para la mitigación de gases, ahorro de energía, recursos naturales, cambiando la condición de vida de los habitantes de la vivienda.

Las principales características de la construcción sostenible son:

- **Uso eficiente de la energía:** Utilizar manejo de la luz natural y generación de energía para lograr sistema de climatización en la vivienda; por medio de estas técnicas se ahorra energía.
- **Recursos:** Manejo de recursos hídricos: aguas negras, grises y aguas lluvias, y uso de sistemas de ahorro posible.

3.3.2 VENTAJAS DE UNA COSTRUCIÓN SOSTENIBLE

- “La implementación de sistemas sostenibles genera contundentes beneficios al bajar en promedio, 30% de ahorro de energía, 35% de carbono, entre 30 y 50% de agua y entre 50% y 90% de costos de desechos, esto sin contar la mejora en la salud y la productividad de los quienes los habitan. (CCCS, 2016)
- **Reduce los costos operativos:** Los costos operacionales de una edificación se derivan principalmente de la energía eléctrica, agua, y gas. Estos aspectos son reducidos mediante técnicas sustentables, mitigando el impacto ambiental, y el impacto a la economía de los ocupantes y operadores del edificio.
- **Mejor calidad del aire:** Las edificaciones sustentables vigilan el bienestar del ser humano al mejorar la calidad del aire interior mediante el control de aperturas al exterior del edificio, permitiendo la ventilación natural.

- **Reducción del uso de energía:** Se logra mediante prácticas como el modelado energético, diseño de las instalaciones eléctricas, correcta elección de luminaria, iluminación natural, empleo de energías renovables.
- **Materiales ambientalmente preferibles:** La elección de los materiales de construcción tiene un gran impacto en el medio ambiente, además, de saber elegirlos, pueden contribuir a la reducción de costos e incremento del bienestar de los ocupantes.
- **Reducción de los residuos:** En la etapa de construcción y durante la vida útil del edificio, se cuida el impacto al medio ambiente. Se disminuyen los volúmenes de material desechado, enviándolo a lugares donde será reciclado o reutilizado.

Tabla 3: Beneficios Económicos de la Construcción Sostenible.

BENEFICIOS ECONÓMICOS ENERGÍA	
Reducción en consumo de energía de un 20% - 50%	KWh \$ 279,960
Consumo aproximado para 1000 m ²	Whs \$22,000
Costo mensual aproximado	\$6,153,180
Ahorro aproximado mensual	\$2,000,000
Ahorro Anual	\$24,000,000
BENEFICIOS ECONÓMICOS AGUA	
Reducción en consumo de energía de un 40% - 50%	
Consumo aproximado para 1000 m ²	360 m ³
Costo mensual aproximado	\$1,890,000
Ahorro aproximado mensual	\$760,000
Ahorro Anual	\$9,072,000

Fuente: (Slideplayer, 2012)

En la **Tabla 3** se puede observar los beneficios económicos tanto en agua como en energía, los porcentajes de reducción, cuando se aplica una construcción sostenible.

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. (BRIAN ROPERO GIRALDO, 2011)

3.4 MATERIALES SOSTENIBLES PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

En el mercado colombiano actualmente se comercializan productos que se utilizan en construcción de viviendas sostenibles. Hay varias empresas que brindaron información de algunos de estos materiales entre los que se encuentran el Vinyl Siding que es un revestimiento exterior en PVC comercializado por ARKOS, el uso de este material ayuda a conseguir puntos para la certificación LEED. Es un material que contribuye menos al calentamiento global que el ladrillo, y a su vez, emite menos gases CO₂ durante la fabricación que el cemento tradicional.

Otros de los materiales utilizados en la construcción de viviendas sostenibles es el ladrillo en bloque de tierra comprimido (BTC). La empresa PROTIERRA S.A se especializa en la comercialización de este material

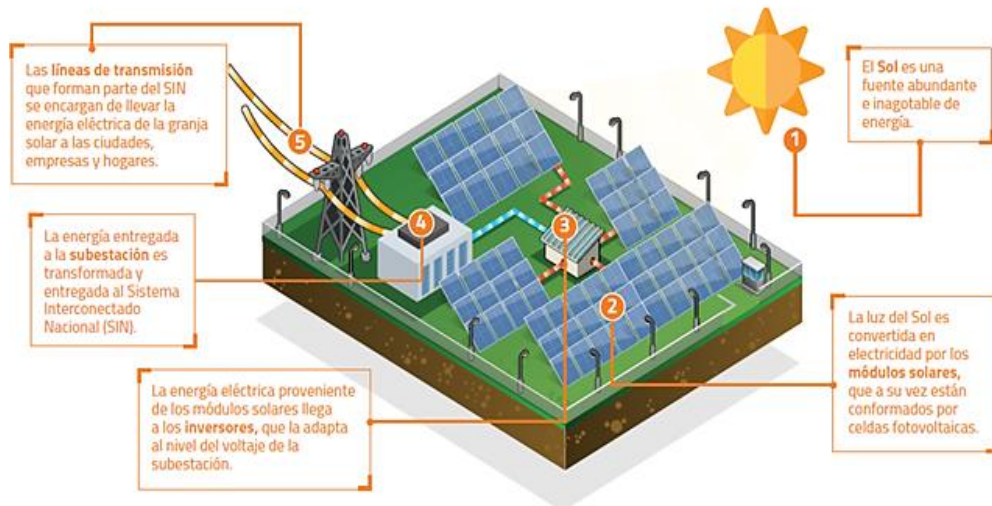
El siguiente material que se referencia, corresponde a las tejas en asfalto, fabricadas en Canadá y son traídas a Colombia por la empresa ARKOS S.A. Estas estructuras son reconocidas por la certificación LEED, como material sostenible para la construcción.

En lo que compete a bases y a vigas, en la construcción sostenible se usa la madera seca en una modalidad de viga doble T, también comercializada por ARKOS S.A, son unas vigas de madera mucho más altas que las convencionales y esta altura hace que la luz natural entre con mayor intensidad.

La selección de los materiales en la construcción tiene un gran impacto en la demanda de las materias primas, las nuevas alternativas y/o sistemas de construcción sostenible tiene como fundamento el uso de materiales que genere el menor impacto ambiental posible, en la reducción de la cantidad de materiales necesarios y manejo de residuos. Hoy en día se están utilizando los siguientes recursos y materiales:

- **Iluminación LEED:** La iluminación LED es altamente eficiente, duradera, respetuosa con el medio ambiente e inherentemente controlable, lo que permite aplicaciones de luz nuevas, así como tradicionales. Es una nueva tecnología de iluminación fluorescente, son luminarias de bajo consumo usan entre un 50 y un 80% menos de energía y producen la misma cantidad de luz. (Lighting)
- **Panel Solar:** Son módulos fotovoltaicos individuales que captan la energía que proporciona el sol convirtiéndola en electricidad. Están formados por celdas solares que a su vez contienen células solares individuales hechas de materiales semiconductores como el silicio (cristalino y amorfo) que transforman la luz (fotones) en energía eléctrica (electrones). (Celsia)

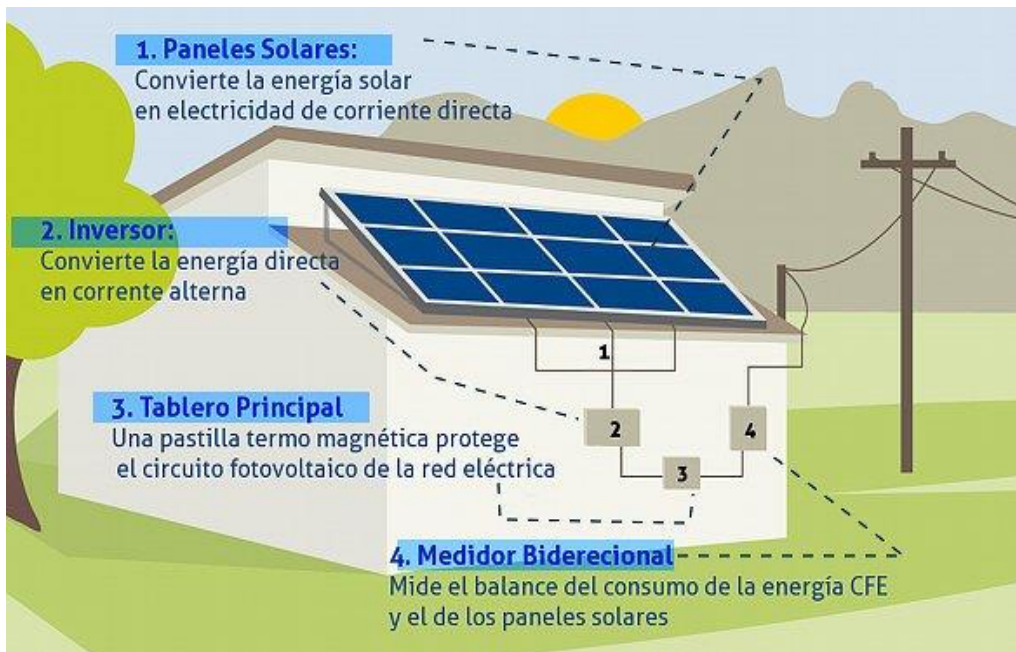
Figura 3: Funcionamiento del Panel Solar.



Fuente: (Celsia)

En la **figura 3** se puede observar como el funcionamiento de un panel solar y la forma en que los elementos del mismo están distribuidos.

Figura 4: Elementos de un Panel Solar.



Fuente: (Evoluo)

En la **figura 4** se muestra cada uno de los elementos de un panel solar y la función de cada elemento en el panel.

- **Ventanas de Vidrios Laminados:** Consisten en dos hojas de vidrio que están acopladas por una lámina que se interpone entre ellas, esta lámina mayormente es de Butiral de polivinilo o resina. Las láminas pueden recibir un tratamiento acústico y de control solar. Con estas láminas el vidrio se hace más resistente ante roturas, ya que los pedazos quedan unidos a las estas. (Arquigrafico)

Se usan ventanas que ocupan el del 40% al 60% aproximadamente, del área de la pared en la cual se ubican.

Figura 5: Ventana de Aluminio Laminado.



Fuente: (Aluminio Picasso)

En la **figura 5** se observa como es una ventana en aluminio laminado, están ventanas son más estéticas y poseen un funcionamiento muy agradable.

Sistema de Control Solar Pasivo: Se utilizan principalmente para captar y acumular el calor proveniente de la energía solar a través de ventanas, muros o tejados sin necesidad de utilizar otros dispositivos electromecánicos como ventiladores o bombas de recirculación. (Isan, 2017) Los sistemas de control solar pasivo se utilizan mucho en la arquitectura bioclimática.

Figura 6: Sistema de Control Solar Pasivo.

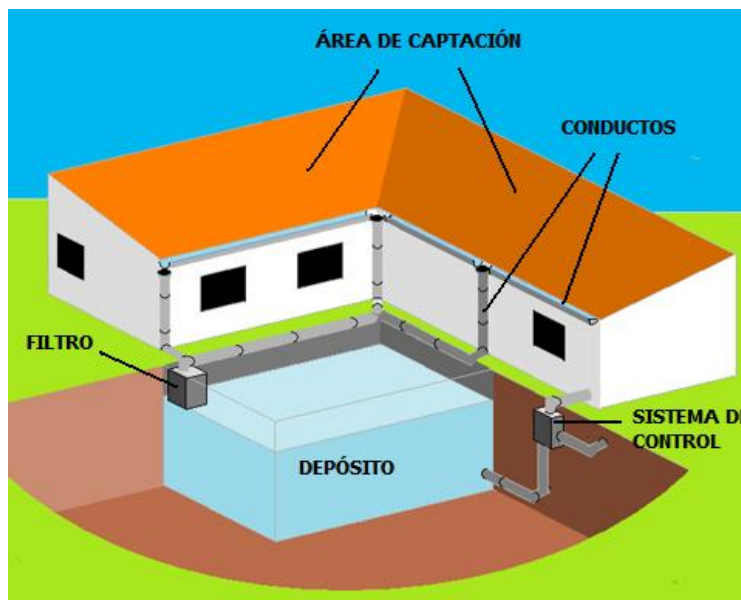


Fuente: (Basa)

En la **figura 6** se muestra como es un sistema de control pasivo, que ayuda a un control lumínico, otorgando un mayor confort, ahorro energético y estética a los proyectos.

- **Sistemas de Recolección de Aguas:** La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola. En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. El agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso. En la captación del agua de lluvia con fines domésticos se acostumbra a utilizar la superficie del techo como captación, conociéndose a este modelo como SCAPT (sistema de captación de agua pluvial en techos). (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

Figura 7: Recolección de Agua de Lluvia.



Fuente: (Sitio Solar)

En la **figura 7** se muestra el proceso del sistema de recolección de aguas lluvias por medio de la cubierta de una casa, también se observa los elementos por los que se compone el sistema.

Recoger el agua de lluvia supone utilizar el espacio de los tejados y cubiertas de una edificación para captar el agua que precipita desde el cielo. Esta agua será canalizada, filtrada y almacenada en un gran depósito o aljibe para su posterior uso cuando sea necesario.

- **Estructuras de Madera:** La construcción con estructuras de madera, al ser un material aislante, tiene una ventaja, con respecto a las estructuras de acero u hormigón, de reducir los puentes térmicos en la envolvente del edificio con el exterior. Además su condición estética es inmejorable, pudiendo dejar vista las estructuras, ahorrando de esta forma en acabados como los falsos techos.

El material que mejor relación tiene entre peso propio y resistencia mecánica es la madera, mejor que el hormigón armado y el acero, por lo que permite crear estructuras resistentes y ligeras. Su comportamiento ante el fuego es previsible, al contrario que estructuras realizadas con otros materiales, la estructura de madera sigue funcionando mecánicamente hasta que el incendio está muy avanzado, sin colapsar, asegurando la correcta evacuación del edificio. (Auto Promotores)

Figura 8: Estructuras en Maderas.



Fuente: (Corona, 2018)

En la **figura 8** se muestra un ejemplo de cómo son las estructuras en madera.

- **Estructuras Metálicas:** Son uno de los elementos más utilizados en la construcción moderna, haciendo que los procesos para construir una casa o edificio, sean mucho más seguros y rápidos de hacer. Los sistemas constructivos compuesto por vigas y columnas metálicas reduce el tiempo de construcción y su costo, facilita el crecimiento en altura o en superficie y deja delimitada la expansión futura de cada vivienda que los usuarios pueden desarrollar por autoconstrucción, con diversos materiales. (CORONA, 2014)

Las estructuras metálicas varían en tamaño y resistencia, y depende del uso que se le quiera dar. De esto también dependerá el tipo de metal que se utilizará, así como el perfil de los elementos que la integrarán, donde el acero es el material más comúnmente utilizado para crear estas estructuras. (Castro Chan, 2018)

Figura 9: Estructuras Metálicas.



Fuente: (Archiexpo)

En la **figura 9** se muestra un ejemplo de cómo son las estructuras en metálicas.

- **Cubierta Vegetal:** Una cubierta vegetal ofrece numerosos beneficios a nivel económico, ecológico y social. Una cubierta vegetal retiene el agua de lluvia, purifica el aire, reduce la temperatura ambiente, regula la temperatura, ahorra energía y promueve la biodiversidad en la ciudad. Las cubiertas verdes forman parte de la construcción bioclimática. (Semper Green)

Beneficios de una Cubierta Verde:

- ✓ Reduce la temperatura del tejado.
- ✓ Actúa como una barrera de sonido en su edificio.
- ✓ Filtran partículas del aire y convierten el CO₂ en oxígeno.
- ✓ Ahorro de energía.
- ✓ Reduce costos de energía.
- ✓ Crea una barrera resistente al fuego.
- ✓ Proporciona una reserva de agua de lluvia.
- ✓ Alarga la vida útil de la cubierta.

Figura 10: Cubiertas Verdes.



Fuente: (Eco Habitar, 2018)

En la **figura 10** se muestra un modelo de cubierta verde, las cubiertas verdes están siendo muy utilizadas en la actualidad por los múltiples beneficios que ofrece.

Tabla 4: Alternativas y/o Sistemas de Construcciones Sostenibles y sus Beneficios.

Alternativas y/o Sistemas de Construcciones Sostenibles	Beneficios
Iluminación LED	<ul style="list-style-type: none"> • Son luminarias de bajo consumo • Usan entre un 50 y un 80% menos de energía. (Lighting)
Panel Solar	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementa el valor de la propiedad entre un 3 y 4%. • Evitan la contaminación acústica. • Reducción de CO₂. • No se paga factura de la luz. (Alvarez).
Ventanas de Vidrios Laminados	<ul style="list-style-type: none"> • Sirven de tratamiento acústico y de control solar. • El vidrio se hace más resistente. (Arquigrafico)
Sistema de Control Solar Pasivo	<ul style="list-style-type: none"> • Captan y acumulan el calor proveniente de la energía solar. (Isan, 2017)
Sistemas de Recolección de Aguas “Agua de Lluvia”	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a reducir el exceso de la demanda de suministro público. • Uso de un recurso gratuito. • El agua de lluvia es un recurso gratuito. • Se puede utilizar en actividades que no impliquen consumo. • Disminucion en el consumo del agua.

	(Conocimientos Web).
Estructuras de Madera	<ul style="list-style-type: none"> • Condición estética es inmejorable. • Ahorro en acabados. (Auto Promotores).
Estructuras Metalicas	<ul style="list-style-type: none"> • Gran capacidad de carga. • Luces más grandes. • Columnas más pequeñas. • Flexibilidad de diseño económico. • Facilidad para la modificación y renovación. • Tiempo reducido de construcción • Completo reciclaje. (Metal Tec, 2018).
Cubierta Vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce la temperatura del tejado. • Actúa como una barrera de sonido en su edificio. • Filtran partículas del aire y convierten el CO₂ en oxígeno. • Ahorro de energía. • Reduce costos de energía. • Crea una barrera resistente al fuego. • Proporciona una reserva de agua de lluvia. • Alarga la vida útil de la cubierta. (Semper Green).

Fuente: (Vence J. , 2019)

En la **tabla 4** se observan las posibles alternativas y/o sistemas de construcción sostenible que se le pueden aplicar a una vivienda y los beneficios que genera al momento de que se implementan.

3.5 CERTIFICACION LEED

LEED es un sistema de clasificación de estructuras sostenibles líder en eficiencia energética y diseño sostenible, el cual está dirigido por la organización USGBC; con el fin de proporcionar una norma sobre lo que constituye un “edificio verde”. (Spain Green Building Council, 2000) .Sirve como herramienta para construcciones de todo tipo y tamaño, ofreciendo una validación y ayuda para el diseño, construcción y operación de construcción para características sustentables de un proyecto; dirigiéndose a mejorar el bienestar de los ocupantes, la eficiencia medioambiental y los beneficios económicos de estos edificios.

3.5.1 TIPOS DE CERTIFICACIONES LEED:

3.5.1.1 LEED BD+C (DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES)

“Esta certificación aplica a 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. (CCCS, 2018)

3.5.1.2 LEED ID+C (DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INTERIORES)

Aplica a proyectos conformados por un equipamiento interior completo. Incluye oficinas, comercio y hospitales.

3.5.1.3 LEED O+M (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO)

Aplica a edificios que están realizando trabajos de mejora o poca o ninguna construcción. Incluye edificios existentes, escuelas, comercio, hoteles, centros de datos, bodegas y centros de distribución.

3.5.1.4 LEED ND (DESARROLLO DE BARRIOS)

Aplica a los nuevos proyectos de desarrollo de suelo o proyectos de renovación urbana que contienen usos residenciales. Los proyectos pueden estar en cualquier etapa del proceso de desarrollo, desde la planificación hasta la construcción.

3.5.1.5 LEED HOMES (VIVIENDAS)

Aplica a las viviendas unifamiliares, a las multifamiliares de baja altura (uno a tres pisos) o de mediana altura (cuatro a seis pisos).

3.5.2 NIVELES DE CLASIFICACIÓN LEED:

Figura 11: Niveles de Clasificación LEED.



Fuente: (Arquitectura)

En la **figura 11** se puede observar los posibles puntajes que se pueden obtener cuando una edificación está aspirando a obtener un nivel de clasificación LEED, los proyectos deberán cumplir con las normas obligatorias derivadas de la Guía para el ahorro de agua y energía en las edificaciones.

3.5.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN LEED:

Actualmente existen muchas promotoras, constructoras, ingenierías y estudios de arquitectura, que han tomado conciencia sobre la importancia que tiene realizar construcciones sostenibles “realizando una gestión eficiente de los recursos, no sólo por el ahorro de material que esto supone, sino también por la contribución real que se produce a la economía medioambiental”. (Gripple, 2017)

3.6 INDICADORES DE BONDAD FINANCIEROS:

Al momento de analizar la conveniencia o no de realizar un proyecto de inversión, es necesario utilizar ciertos indicadores financieros que permiten tomar una decisión objetiva. Estos indicadores arrojan resultados de los cuales se puede concluir que una alternativa de inversión es factible o no factible y de esa manera el proyecto se pueda comenzar a ejecutar.

Cuando los proyectos fallan, a menudo, es por la falta de investigación previa a la ejecución de los mismos. Afortunadamente, esto puede evitarse. “El éxito o el fracaso de un proyecto dependen, en gran medida, de su grado de evaluación, es decir, de la valoración de sus riesgos, gastos, beneficios, recursos y elementos”. (OBS).

En la actualidad, una inversión inteligente requiere de una buena estructuración y evaluación, la cual indique la pauta a seguir, en aspectos como: la correcta asignación de recursos, la seguridad de que la inversión será realmente rentable, la decisión del ordenamiento de varios proyectos en función a su rentabilidad y finalmente, tomar una decisión de aceptación o rechazo.

3..7 INDICADORES PARA MEDIR LA BONDAD FINANCIERA:

Actualmente se han creado unos indicadores o índices que reflejan y miden en cierta forma la rentabilidad de las diferentes alternativas de inversión, proporcionándole al inversionista algunos criterios que le ayudan a tomar decisiones en relación con la bondad económica que le ofrecen. Para medir la bondad financiera de un proyecto de inversión existen diferentes indicadores o índices, siendo los más comúnmente usados:

3.7.1 COSTO – BENEFICIO:

“El análisis costo - beneficio permite valorar inversiones teniendo en cuenta aspectos, de tipo social y medioambiental, que no son considerados en las valoraciones puramente financieras”. (CEPAL, 2010). Este tipo de análisis se utiliza especialmente en las inversiones públicas, en las que, además de los aspectos puramente económicos, es necesario considerar los efectos sobre el bienestar social.

El análisis de costo - beneficio es necesario para la toma de decisiones de cualquier tipo de empresa, organización o institución. Este análisis ayuda a diagnosticar la viabilidad de un proyecto. En la etapa de prefactibilidad de un proyecto, se analizan los costos y beneficios derivados, directa o indirectamente, del mismo. El análisis de costo - beneficio no sólo se realiza en la etapa de inicio del proyecto, sino también durante cada etapa del mismo.

3.8 LEGISLACIÓN DE LAS VIVIENDAS SOSTENIBLES:

Globalmente las edificaciones usan una gran cantidad de recursos y emiten diferentes tipos de material contaminante. Más de la mitad de los recursos consumidos globalmente son usados en construcción. Hay poca duda de que para reducir las emisiones de carbono es crucial ocuparse de la sostenibilidad ambiental a largo plazo de la industria de la construcción y de la subsecuente ocupación de las edificaciones.

El Ministerio de Vivienda de Colombia ha desarrollado unos documentos los cuales sirven de guía al momento en que se vayan a realizar construcciones sostenibles, en los documentos, se aplicaron los principios fundamentales de la arquitectura sostenible, a fin de establecer el uso eficiente de los recursos, con relación a la mitigación del impacto ambiental generado y a la calidad y confort requerido para la mejor calidad de la vivienda urbana.

Tabla 5: Legislación de Viviendas Sostenibles

	Número y Año	Tema
Decreto	1285 de 2015	Urbanización y construcción sostenible.
Resolución	0549 de 2015	Políticas de renovación urbana, mejoramiento integral de barrios, calidad de vivienda, urbanismo y construcción de vivienda sostenible, espacio público y equipamiento.
Guía de construcción sostenible		Ahorro de agua y energía en edificaciones.

Fuentes: (Ministerios de Vivienda)

En la **tabla 5** se muestra las legislaciones que rigen en Colombia a las Viviendas Sostenibles.

4. METODOLOGIA

Se desarrollaron dos tipos de metodologías que serán la base para encontrar una solución a la problemática que se plantea en esta investigación:

Primero: Evaluar si los proyectos identificados son considerados de alguna forma: “sostenibles” o en los cuales se aplicó alguna alternativa de construcción sostenible.

Segundo: Evaluar financieramente a través de indicadores, que se selecciona y aplica dependiendo de la información encontrada.

4.1 METODOLOGÍA

4.1.1 ETAPAS DE LA METODOLOGÍA

4.1.1.1 IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS SOSTENIBLES EN COLOMBIA

Se realizó una investigación sobre los proyectos de construcción en Colombia que hayan sido calificados o evaluados o de alguna forma distinguidos como proyectos sostenibles. Lo anterior, en los últimos diez (10) años y dicha consulta se realizó en publicaciones de entidades, tales como, consejo colombiano de la construcción sostenible, CAMACOL, sociedades de ingenieros (asociaciones y/o organizaciones no gubernamentales) y trabajos de grado o artículos de investigación que se referencian según el caso.

4.1.1.2 DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN BASE

Se realizó una exploración de los últimos diez (10) años atrás hasta la actualidad que se basó en fuentes de información primarias y secundarias, para la compilación de información de alternativas de construcción sostenible en proyectos de construcción de todo tipo y luego en proyectos de viviendas de interés social (VIS) en Colombia, que hayan sido desarrollados por entidades públicas y privadas.

4.1.1.3 DEFINICIÓN DE OPCIONES A EVALUAR Y RELACIÓN DE LAS MISMAS

Se realizó las respectivas investigaciones en las siguientes entidades u organizaciones:

- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS).
- Construdata.
- ISAGEN.
- Grupo Éxito.
- Revista Dinero.
- Fundación Juan Felipe Gómez.
- Caracol Radio.
- Green Factory.
- US Green Building Council (USGBC).
- Interior Architects.

Se encontró que hay una gran variedad de proyectos en Colombia que se encuentran calificados con Certificación LEED en diferentes categorías: LEED

Platinum (Platino), LEED Gold (oro), LEED Silver (plata), LEED Certified (Certificado) y a su vez también se encuentran clasificados por tipo de certificación: LEED BD+C (diseño y construcción de edificaciones), LEED ID+C (diseño y construcción de interiores), LEED O+M (operación y mantenimiento), LEED ND (desarrollo de barrios), LEED Homes (vivienda).

Luego, se continuó indagando cual fue la inversión que se hizo en cada uno de los proyectos; cuanto porcentaje de ahorro se obtuvo cuando se aplicaron las alternativas y/o sistemas de construcción sostenible en los proyectos. Inmediatamente se realizó una búsqueda exhaustiva de los proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS) existente en Colombia que aplicaran alternativas y/o sistemas de construcción sostenible, de la cual se encontró solo una vivienda que construyeron en el Municipio de Tenjo que cumple con las características de Vivienda de Interés Social (VIS) sostenible.

Después se realizó una relación de alternativas de construcción sostenible calificadas y evaluadas en los siguientes aspectos: Técnicos, Ambientales, Social y Financiero, de lo cual resultó una evaluación teniendo en cuenta el indicador beneficio – costo. Finalmente se arrojó un listado de las alternativas y/o sistemas de construcción sostenible que fueron evaluadas financieramente y que resultaron viables para aplicar a una Vivienda de Interés Social (VIS).

4.1.1.4 EVALUACIÓN FINANCIERA

En esta etapa se tuvo en cuenta el indicador Beneficio/Costo para poder analizar las alternativas y/o sistemas de construcción sostenible que se pueden implementar en una Vivienda de Interés Social (VIS).

4.1.1.5 SELECCIÓN DE LAS MEJORES ALTERNATIVAS

En esta etapa se realizó la selección y clasificación definitiva de las alternativas que después de ser evaluadas financieramente tengan el mejor indicador beneficio/costo con respecto de las otras alternativas identificadas.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 Proyectos de Construcción con Alternativas/o Sistemas Sostenibles

Nombre del Proyecto: Google Expansión

Ubicación: Bogotá

Tipo de Certificación: Certificación LEED en el nivel Platino para interiores comerciales

Área del Proyecto: 650 m²

PROYECTO: Es un proyecto de expansión fue desarrollo por Google, está ubicado en el octavo piso dentro del Edificio OXO. El edificio está ubicado en una de las mejores zonas de la ciudad, lo cual es un punto que tiene a su favor. El proyecto decidió escoger este edificio por muchos factores que se van a mencionar a continuación la ubicación, el acceso al transporte público y la proximidad a los servicios básicos provistos fueron una excelente opción para la expansión de Google.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- **Energía:** Las luminarias externas del proyecto son de tecnología LED que tienen un bajo consumo de energía, son controladas automáticamente por medios horarios, previniendo que luminarias se queden encendidas durante todo el día, cuando la luz natural es suficiente para iluminar estas áreas.
- **HVAC:** El equipo del proyecto logró una mayor ventilación (más de 30%) en comparación con la asignación de ASHRAE 62.1-2007. También logró un rendimiento energético óptimo de los sistemas HVAC, por lo que es 30% eficiente.

- Iluminación: el equipo del proyecto logró reducciones significativas (más del 30%) en la densidad de potencia de iluminación en comparación con la asignación de ASHRAE 90.1-2007.
- Agua: La edificación cuenta con una cubierta verde que tiene especies sedum, y otras especies nativas en el resto del paisajismo el requerimiento de riego es muy bajo y en caso de requerirse se usa agua lluvia recogida. La principal función de las cubiertas verdes es recolectar aguas lluvias, las cuales sirven para el consumo general de todo el edificio.

El edificio cuenta con aparatos sanitarios de descarga de bajo consumo que se alimentan con agua lluvia captada, Todos estos aparatos y estrategias aportan al ahorro en el consumo de agua total del edificio en un 44%.

- Materiales y recursos: En la construcción del edificio se tomaron medidas para controlar la erosión y evitar la sedimentación en las fuentes de agua y en las vías de acceso y evitar la dispersión del polvo.

Durante la construcción se enviaron a reciclaje residuos como plástico, cartón, papel, chatarra, escombros y madera, alcanzando un 95% de desvío del relleno sanitario o botadero.

FUENTE: (CCCS, 2016)

Nombre del Proyecto: Torre 75 Invernac.

Ubicación: Bogotá

Tipo de Certificación: Certificado en LEED en el nivel Platino para Edificaciones Existentes – Operación y Mantenimiento.

Área del Proyecto: 8.200 m²

PROYECTO: Es el primer proyecto en Colombia y Sur América en alcanzar esta certificación. Para obtener la certificación LEED se realizó una profunda renovación de un edificio que ya existía. Los constructores se inspiraron en la condición que ofrecía el lote y con base a un estudio de la historia hidrológica y biológica de la zona, se propuso un parque urbano que permite generar un pulmón verde para la ciudad compuesto por especies nativas del lugar que buscan restituir esos humedales naturales compuestos por especies de árboles y pastos nativos que fomentan de esta manera la biodiversidad local y migratoria.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- Las zonas tienen propiedades hidrológicas tales como las que tiene un humedal, esta modalidad anfibia permite que cuando existen aguas lluvias en suficiente cantidad se forman espejos de agua que permiten ralentizar la escorrentía, los cuales van soltando de forma paulatina esta agua recolectada especialmente al colector de aguas lluvias planteado para recuperar todas las aguas lluvias que caigan sobre la plataforma para ser tratadas y reutilizadas a interior del proyecto en usos no potables como instalaciones sanitarias de descarga.
- Sistema de tratamiento de aguas grises mediante el uso de humedales artificiales subsuperficiales ubicados en áreas estratégicas del parque, los cuales realizan el tratamiento por medio de la gravedad y las propiedades de las plantas especialmente seleccionadas para hacerse cargo de los organofosforados haciéndolos parte esencial de su crecimiento, de modo que el agua pueda ser reutilizada en los usos no potables del edificio al igual que las aguas lluvias previamente descrita.

- Tiene un espejo de agua que cumple no sólo una función estética, sino que es a su vez el tanque de agua contra-incendio.
- Los servicios sanitarios tienen aparatos sanitarios y griferías de bajo consumo.

Estrategias de Sostenibilidad sobresalientes



Reducción consumo de GEI por medio del incentivo transporte alternativo



Más de 8,000 m² de áreas verdes nativas con zonas inundables compensando las condiciones ecológicas anteriores



Ahorro de consumo de agua potables de más de un 60%. Tratamiento aguas grises por medio de humedales artificiales.



Ahorro energético con más de 40%. 70 Kwp de Paneles solares



Gestión de los residuos generados en obra. Fachada de alto rendimiento



Calidad interior por medio de la ventilación e iluminación natural

Aplicándose todas las técnicas anteriormente mencionadas se logró un 42% de ahorro en energía, 33% de ahorro en consumo de aparatos sanitarios, el no uso de agua potable para riego, así como un edificio saludable y con condiciones de confort adecuadas. De igual forma se mejoraron las prácticas de operación, mantenimiento, compras, manejo de residuos, entre otros. De esta manera se logró una edificación sostenible en su operación diaria y no sólo desde la infraestructura.

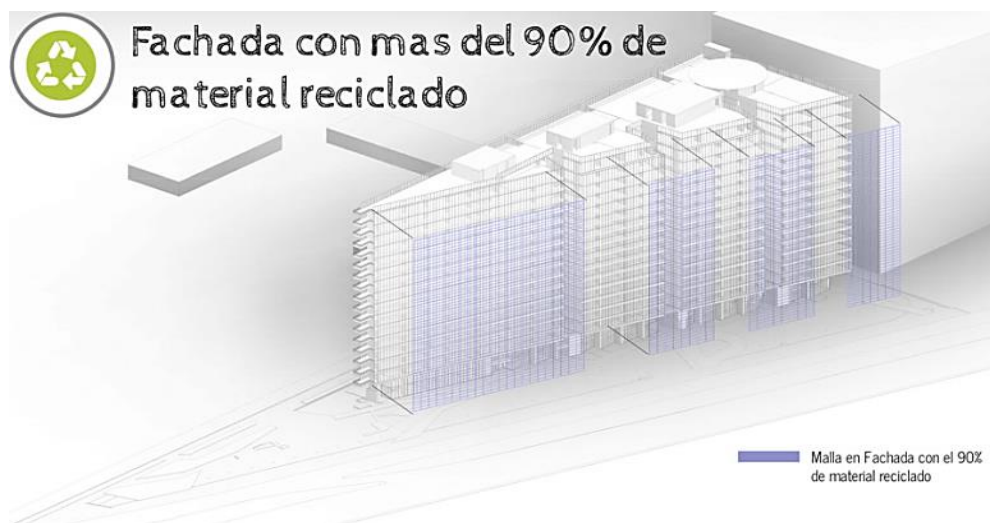
Figura 12: Sistema de Aguas Grises.



Fuente: (Green Factory)

En la **figura 12** se puede observar como es el esquema de aguas residuales tratadas con humedales artificiales y recirculadas que se trabaja en la Torre 75 Invernac.

Figura 13: Fachada.



Fuente: (Green Factory)

En la **figura 13** se puede observar como es la fachada de la Torre 75 Invernac la cual está compuesta del 90% con material reciclado.

Figura 14: Zonas Verdes..



Fuente: (Green Factory)

En la **figura 14** se muestra como está cubierto el Edificio Torre 75 Invernac casi en su gran totalidad por zonas verdes.

Figura 15: Transporte Alternativo.



Fuente: (Green Factory)

En la **figura 15 se** muestra como es el sistema de transporte alternativo.

FUENTE: (CCCS, 2016), (Green Factory), (JLL)

Nombre del Proyecto: Fundación Juan Felipe Gómez Escobar.

Ubicación: Cartagena.

Tipo de Certificación: Certificación LEED Plata para Edificaciones Existentes – Operación y Mantenimiento.

Área del Proyecto: 3272.65m²

PROYECTO: El proyecto está localizado en la zona sur-este de la ciudad de Cartagena. El edificio está dividido en las siguientes áreas. Edificio de Servicios Generales, Madres Adolescentes, Auditorio y Restaurante, IPS, Administración y Portería. El edificio no está localizado dentro de un campus o un grupo grande de edificios. Sus fuentes de energía son el gas natural y eléctrico y el suministro de agua viene del sistema público de acueducto de la ciudad. El sistema de aguas residuales está conectado al sistema de alcantarillado municipal. El presupuesto total del proyecto fue de 4,588,202 USD.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- **Paisajismo y riego:**

El sistema de riego consiste en una serie de rociadores distribuidos uniformemente alrededor de las áreas verdes del proyecto. El sistema es alimentado por agua tratada cuya calidad de salida cumple con los requerimientos exigidos por las regulaciones que aplican. Esto evita el uso de agua potable en riego en zonas que no la requieren. La Fundación cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales que trata el 100% de las aguas utilizadas en el edificio. El tratamiento consiste en un proceso de aireación que tiene los siguientes pasos:

1. Almacenamiento e igualación de caudal en tanques homogeneizadores.
2. Inyección de oxígeno en un tanque horizontal (ecopac) por medio de bombas de aire en cada extremo.
3. Sedimentación en tanque tipo panel.
4. Desinfección por medio de cloro.
5. Almacenamiento en un tanque de 7 m³.

El agua almacenada en el tanque de 7 m³ es reutilizada en el riego de jardines y pastos. Es importante anotar que esta es la única fuente de agua disponible para el riego, evitando así el uso de agua potable en esta actividad.

Figura 16: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.



Fuente: (Fundación Juan Felipe Gómez)

En la **figura 16** se puede observar los tanques de almacenamiento que son utilizados para el tratamiento de las aguas residuales.

- **Iluminación:**

El diseño de la iluminación exterior se basa en Iluminación de Bajo Ambiente, utilizando luminarias cuyo haz de luz es hacia abajo evitando contaminación lumínica a los vecinos y espacios fuera de la institución. El sistema de control de iluminación consta de sensores de ocupación para el sistema de iluminación oficinas y baños y algunos consultorios médicos en el edificio IPS.

Las áreas abiertas (restaurante y áreas de circulación) del sistema de alumbrado, son controladas por un panel de relés programado de acuerdo con los horarios de Funcionamiento de la Fundación. Esta placa de relé está configurada de acuerdo con las necesidades de programación de proyectos, eventos y de ahorro de energía. El sistema proporciona la capacidad de anular zonas, horarios de cambio, y el estado del sistema en cualquier momento que se requiera; la iluminación exterior es controlada por Fococeldas.

Las luminarias son de bajo consumo energético en su mayoría T5, y hay instaladas algunas luminarias tipo Led de 16W y 7W.

- **Sistema de ventilación y confort**

El sistema de ventilación y confort de la Fundación funciona con ventilación natural o ventilación mecánica y aire acondicionado dependiendo del uso de los espacios. La ventilación natural se logra por medio de ventilación cruzada gracias a ventanas operables y rejillas dispuestas en los espacios y al diseño arquitectónico del proyecto el cual busca que los espacios sean bastante abiertos y permeables permitiendo la entrada de aire natural y la conexión de las personas con los exteriores.

- **Ventilación natural**

El diseño de ventilación natural contempla el uso de ventanas operables y rejillas instaladas en los diferentes espacios de manera que se logre una ventilación cruzada que permita tener ingreso de aire exterior y renovación del mismo de manera que se tenga una calidad de aire interior buena en cada espacio y así tener espacios más saludables para las estudiantes, los niños, los visitantes y el personal administrativo de la fundación.

Figura 17: Pasillo de Conexión Entre los Diferentes Edificios.



Fuente: (Fundación Juan Felipe Gómez)

En la **figura 17** se puede observar la rejilla perimetral para el área del primer piso del edificio la cual es usada para ventilar naturalmente la zona de los vestieres y duchas.

Las diferentes estrategias implementadas a nivel de diseño y construcción en el edificio permitieron la reducción del 38,57% en el consumo de agua potable utilizada en aparatos hidrosanitarios; reducción del 92,23% en el consumo de agua potable en el paisajismo y la disminución del 68% del consumo energético comparado con edificios del mismo tipo.

FUENTE: (CCCS, 2016), (Fundación Juan Felipe Gómez), (Prensa Latente, 2016)

Nombre del Proyecto: Encenillo – Cedi Pastas Doria, Bodega y Centro de Distribución.

Ubicación: Mosquera, Cundinamarca.

Tipo de Certificación: Certificado LEED en el nivel Oro en la modalidad de nuevas construcciones.

Área del Proyecto: 2.491 m²

PROYECTO: Encillo es un centro de almacenamientos alimenticios que se producen en la fábrica principal que se encuentra al lado del edificio. La fábrica y el almacén comparten servicios e instalaciones, como estacionamientos, almacenamiento de bicicletas, vestuarios, baños, una planta de tratamiento de aguas residuales y un área de almacenamiento de desechos

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- **Eficiencia Energética:**

El almacén tiene ventilación natural, aprovechando las suaves condiciones ambientales del año. El edificio tiene un sistema de iluminación con tecnología LED y un techo mezclado de metal blanco y translúcido, que reduce la necesidad de iluminación artificial. Estas estrategias contribuyen a reducir el consumo de energía del centro de distribución de almacenes durante la operación en un 37%, en comparación con la línea de base LEED.

- **Eficiencia de Agua:**

Estrategias para recolectar y usar aguas residuales previamente tratadas de las instalaciones contiguas para el lavado del inodoro. El agua de lluvia del sitio se recolecta y se conduce a la Libra Municipal que se usa para el sistema de riego de la región. Se han seleccionado plantas nativas y adaptables, de modo que no se utiliza agua potable para el riego.

- **Materiales y desechos:**

Más del 20% de los materiales utilizados en el proyecto tienen contenido reciclado y se producen en el país (dentro de una radio de 500 millas). El cien por ciento de la madera utilizada está certificado.

Estas estrategias de sostenibilidad permiten lograr ahorros de 37% en el consumo energético y 51% en el consumo de agua potable durante la operación.

Fuente: (USGBC), (CCCS, 2016)

Nombre del Proyecto: Hotel Waya

Ubicación: Albania, La Guajira.

Tipo de Certificación: Certificado LEED en el nivel Oro en la modalidad de nuevas construcciones.

Área del proyecto: 3.700 m²

Proyecto: El proyecto está ubicado en la provincia de la Baja Guajira, al norte del área urbana de la ciudad de Albania en un cerro llamado Cerro de la Cabellona. El Hotel Wayá abarca el diseño y la construcción de un hotel de 140 habitaciones, con sus respectivos servicios: restaurante, cafetería, piscina, salas de reuniones y áreas técnicas asociadas a estos servicios.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- Tiene una planta de tratamiento de aguas para su reutilización que ahorra 40 m³ de agua al día.
- El uso de productos biodegradables, un claro plan de reciclaje.
- Un sistema de aire acondicionado manejado por un sistema de enfriamiento a través de agua la cual se envía a todo el hotel por ductos para evitar el sistema tradicional de aire central; un diseño que permite el aislamiento climático y el ahorro energético y un sistema de grifería ahorradora, entre otros, deja en claro su fuerte compromiso ambiental.
- El posicionamiento de los edificios aprovecha la topografía para reducir la intensidad del calor solar, minimizando la cantidad de la fachada que recibe los rayos del sol al utilizar el cerro y su vegetación como fuentes de sombra en la tarde. Además, la colina forma una barrera acústica contra el ruido de la carretera.
- Las habitaciones tienen sistemas de calefacción solar en el techo para las necesidades de agua caliente que contribuyen al ahorro de energía del hotel. La calefacción del líquido se hace a través de paneles solares, con un diseño que permite el flujo de las aguas lluvias de acuerdo con la caída natural.

- Se construyeron humedales artificiales o embalses para almacenar agua negra tratada del proyecto que se reciclará para su uso en sistemas de riego y para accesorios de descarga.

Fuente: (Caracol Radio, 2015), (Sostenibilidad, 2016), (CCCS, 2016),

Nombre del Proyecto: Paralelo 26.

Ubicación: Bogotá.

Tipo de Certificación: Certificado LEED en el nivel Platino en la categoría de núcleo y envolvente.

Área del Proyecto: 56.000 m²

Proyecto: Paralelo 26 Business Center es un complejo de oficinas cuenta con tres niveles de estacionamiento subterráneo y áreas de venta al por menor en el primer piso. Se encuentra ubicado en una de las avenidas más grande de Bogotá, en la Avenida el Dorado.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- Se realizaron mejoras en el espacio abierto y la biodiversidad a través de un techo verde y un gran patio con vegetación que incluye especies nativas y adaptadas. Dado que el proyecto se encuentra a menos de una milla de distancia del jardín botánico, se espera que aumenten las interacciones naturales entre la vegetación, las aves y los insectos.
- El equipo del proyecto intentó simular regímenes hidrológicos naturales aumentando la infiltración de aguas pluviales en el suelo. Además, se incluyen medidas estructurales para capturar, tratar y usar el agua de lluvia. Los accesorios de fontanería fueron cuidadosamente seleccionados para disminuir la demanda de agua.
- Las oficinas administrativas, las salas de conferencias y el gimnasio incluyen bombas de calor de fuente de agua (WSHP) de alta eficiencia instaladas como parte del alcance del trabajo del proyecto. Los inquilinos serán aplicados a lo largo de un Contrato de Arrendamiento de Arrendatarios para instalar unidades que igualen o excedan la eficiencia de la unidad WSHP del edificio base.
- La iluminación será controlada por un sistema central automatizado con sensores de ocupación y luz natural. Esta estrategia garantizará el ahorro de energía debido a la regulación y el apagado automático de la iluminación.

- El proyecto ha instalado un sistema de energía solar térmica para proporcionar agua caliente a las duchas del edificio

En este proyecto el uso de accesorios de plomería de alta eficiencia y un sistema de recolección de aguas lluvias permiten ahorrar más de 60 % de la demanda total de agua de los usuarios. A través de la combinación de varias estrategias como un diseño eficiente, instalación de controles a la iluminación con sensores de presencia y horario y, la utilización de un sistema de calentamiento solar de agua, el proyecto logra una reducción del consumo de energía en 31% en comparación con los estándares de ASHRAE 90.1. Otro aspecto a destacar es que más de 90% de los residuos sólidos durante el proceso constructivo fueron desviados de llegar a un relleno sanitario.

Fuente: (CCCS, 2016), (USGBC),

Nombre del Proyecto: Centro Empresarial y Hotelero Oxo 69.

Ubicación: Bogotá.

Tipo de Certificación: Certificado LEED en el nivel Platino en la categoría de núcleo y envolvente.

Área del Proyecto: 62,764m²

Proyecto: OXO 69 es un centro de negocios de uso mixto que consta de un hotel, oficinas, locales comerciales y áreas de servicio relacionadas. El hotel cuenta con 99 habitaciones, servicios complementarios y un centro de negocios de 4.085 m² que consta de oficinas privadas. También hay 142 espacios de estacionamiento y locales comerciales en el primer piso. El proyecto se desarrolló en un lote donde antes había tres edificios de tres y cuatro pisos, que fueron demolidos.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

Durante el proceso constructivo se enviaron a reciclaje residuos como plástico, cartón, papel, chatarra, escombros y madera, y se alcanzó un 95% de desvío del relleno sanitario o botadero. Los residuos fueron destinados principalmente para su reutilización en otras actividades de construcción. Los escombros fueron usados para base y sub-base de vías y estabilización de suelos y, por último, los demás residuos de construcción reutilizables, en lo posible, fueron reintegrados a la cadena de producción.

- **Transporte Alternativo:**

Tiene 72 parqueaderos para bicicletas que reducen la necesidad del uso de vehículo particular y, por ende, el impacto ambiental asociado.

- **Arquitectura:**

La edificación tiene una cubierta verde y, en las áreas diferentes a esta, se utilizaron materiales con índice de reflectancia que evita el efecto de isla de calor o afectación en el microclima alrededor de la edificación.

- **Paisajismo e irrigación:**

La edificación tiene un total de 627,6 m² de paisaje con vegetación nativa y adaptada. Cuando se requiere de riego se utiliza agua lluvia captada, lo cual permite un ahorro de 100% de agua potable. Así mismo, por la prevalencia de plantas nativas y de bajo consumo de agua, se ahorra alrededor de 91% de consumo total de este recurso. La principal función de las cubiertas verdes es recolectar aguas lluvias, las cuales sirven para el consumo general de todo el edificio.

- **Desempeño en el consumo de agua:**

El proyecto cuenta con griferías y aparatos sanitarios de descarga de bajo consumo que se alimentan con agua lluvia captada y que aportan un 44% de ahorro de agua potable en la edificación.

- **Iluminación:**

La utilización de luminaria LED permite una reducción en el consumo de energía del sistema de iluminación exterior, con respecto a un sistema de tecnología convencional, de más de 45%. El sistema de iluminación interior contempla el paso de luz natural a través de las fachadas, lo cual permite que la iluminación artificial funcione a niveles más bajos y mantener un nivel cómodo de iluminancia. Las luminarias que se instalaron en el proyecto son de última tecnología fluorescente lineal y LED. El sistema de iluminación interior del edificio consume un 62% menos que un sistema convencional de similar tamaño y uso.

- **Ventilación:**

En el lobby, el gran salón, y la administración, la ventilación opera mediante rejillas estratégicamente ubicadas, y no representa ningún consumo energético al tratarse de un sistema de ventilación natural.

Las habitaciones del hotel cuentan con ventilación mecánica, además del sistema de aire acondicionado (bomba de calor de refrigerante variable y recuperación de energía). Las áreas de oficinas tienen un sistema de rejillas que, para sistemas de ventilación mecánica y/o aire acondicionado (sistema de agua helada de flujo

primario variable), permiten tomar aire del exterior para ventilar de forma mecánica, o para operar los equipos de aire acondicionado en modo free cooling. Esto permite aprovechar las condiciones climáticas de la zona. Con estas soluciones se logran ahorros en la operación de los sistemas mecánicos.

- **Energía Solar y Ahorro Energético:**

Un sistema de calentamiento de agua por colectores solares atiende la demanda de agua caliente de las habitaciones del hotel. El sistema se compone de 36 colectores solares ubicados en la cubierta del edificio y están alineados para recibir la mayor cantidad posible de energía solar durante el día. El sistema está diseñado para producir 8,45 metros cúbicos de agua caliente al día y tiene como soporte 10 calderas a gas, las cuales garantizan la temperatura del agua.

Con una capacidad total de 63 kW, el sistema de colectores produce cerca de 73.000 kWh de energía cada año, lo que corresponde a 1,82% del total de la energía eléctrica utilizada en el proyecto.

- Con el objetivo de promover el reciclaje de cartón, papel, vidrio y plástico, se instalaron contenedores para cada uno de estos residuos para facilitar la separación en la fuente y evitar que estos materiales -que pueden ser reciclados- terminen en lugares no deseados o en rellenos sanitarios, donde no pueden ser reintegrados a la cadena de producción o reutilizados. Estas actividades son monitoreadas y se deben sujetar a la política de manejo de residuos implementada por el edificio.

Con las alternativas y sistemas anteriormente mencionadas el Hotel presenta ahorros de 28,5% en el consumo de energía y 44% en consumo de agua potable.

Fuente: (CCCS, 2016), (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2016), (En Obra, 2016), (World Office Forum)

Nombre del Proyecto: Edificio Bancolombia.

Ubicación: Medellín.

Tipo de Certificación: Certificación LEED en el nivel oro.

Área del Proyecto: 125.000m²

Proyecto: El edificio se encuentra ubicado en un lugar estratégico de la ciudad, se construyó en el año 2006 en respuesta a una necesidad de consolidar a 4.000 empleados que operaban en más de 14 edificios distribuidos por toda la ciudad. *Interior Architects*, fue la empresa escogida para hacer realidad este proyecto; su equipo de diseño y estrategia se involucró en todos los aspectos, desde la selección del lugar, hasta el diseño y la construcción.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- **Condiciones del sitio:**

Valora la ubicación cercana al transporte masivo, las restricciones y políticas de parqueadero, el diseño del paisajismo con especies nativas, la reutilización de las aguas lluvias para los sistemas de riego y aire acondicionado, así como el espacio abierto de oficinas.

- **Eficiencia en Agua:**

Involucra el automatismo y dispositivos para ahorro de agua: sensores en lavamanos y sanitarios, orinales sin agua, sistemas de riego, recolectando agua de lluvia.

- **Eficiencia en energía y atmósfera:**

Tiene que ver con el consumo energético, el automatismo de control de iluminación, el tipo de luminarias, la iluminación natural en puestos de trabajo, el manejo de refrigerantes y el control en sistema de aire acondicionado.

- **Materiales y recursos:**

Se evalúan los materiales comprados con sus indicadores preconsumer y postconsumer, tanto para la ejecución del edificio como para su mantenimiento.

- **Calidad del medio ambiente:**

Se trata de los productos utilizados para la limpieza, el manejo de plagas y el control de la calidad del aire acondicionado.

Conserva la integridad ecológica con cerca de 1000 especies de plantas, la disposición del aire acondicionado en pisos y no en techos, lo que permite una reducción del consumo energético del 30% y el sistema de recolección de aguas en las cubiertas reduce en un 40% el consumo por las torres de enfriamiento.

Fuente: (Interior Architects), (Oikos, 2014)

Nombre del Proyecto: Edificio Novartis.

Ubicación: Bogotá.

Tipo de Certificación: Certificación LEED Nuevas Construcciones. en la categoría Plata,

Área del Proyecto: 9.700m²

Proyecto: La nueva sede de Novartis (NOVARTIS Colombia) ubicada al norte de Bogotá, es la primera edificación de Colombia en recibir la certificación Leed categoría plata en la clasificación de Nueva Construcción en el 2010. La sede de Novartis tiene como novedad la primera cubierta verde certificada en Bogotá.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:



Espacios especialmente diseñados y demarcados para depositar materiales reciclados. Estas características son complementadas adicionalmente por Novartis con políticas que incentivan el uso de carro compartido y el uso de bicicletas que evitan la contaminación del medio ambiente; así como la prohibición de fumar dentro del edificio y sus alrededores.



45% de ahorro en el consumo de agua, gracias a la instalación de un tanque de 15.500 galones para el tratamiento y posterior reutilización de aguas lluvias, además de la implementación de técnicas amigables con el medio ambiente como son los orinales secos.



37% de ahorro de energía, gracias a un sistema de aireación natural, además de una oportuna adecuación y diseño de las oficinas que permiten aprovechar al máximo la luz natural evitando el consumo de luz artificial. Es importante señalar, que este es un proyecto bioclimático, en donde las oficinas mantienen la temperatura entre 18°C y 22°C



Alfombra de bajos compuestos orgánicos.



La primera cubierta verde certificada Leed en Colombia. 450 m², sembrados con vegetación endémica que tienen como propósito contribuir a la disminución del calentamiento global, la reutilización de aguas lluvias y la eficiencia energética del edificio. Modernos sistemas de ventilación e iluminación que generan un ambiente bioclimático natural.

Fuente: (El Tiempo, 2010), (Susa, 2012), (Construdata, 2010), (La Republica, 2012)

Nombre del Proyecto: Viverdi 84.

Ubicación: Barranquilla.

Tipo de Certificación: Nivel Oro en la categoría “Nuevas construcciones”.

Área del Proyecto: 3.700m²

Proyecto: El proyecto se encuentra ubicado en Barranquilla en el Barrio Altos de Riomar, en un punto estratégico cerca a los centros comerciales, supermercados, colegios y parques. Es una unidad residencial conformada por 10 pisos que en total suman 34 apartamentos que pueden tener desde 40 m² hasta 128 m² y tiene zonas comunales conformadas por piscinas, jacuzzi, turco, jardines en asotea y un salón comunal.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- Para la construcción de la estructura se utilizó concreto de baja impermeabilidad con uso de material reciclado como lo son cenizas volantes, de 4000 psi, este concreto fue suministrado por Argos.
- Recoge el agua que evapora de los aires acondicionados en tanques subterráneos que, junto con el agua lluvia, se destinan a la limpieza general del lobby y el mantenimiento de las zonas verdes.
- El consumo de electricidad es mínimo en todo el edificio y cuenta con iluminación basada en lámparas LED que ahorran hasta un 40% de la energía.
- Cuenta con sistemas de reciclaje de basuras.
- Cuenta con una planta de tratamientos residuales (PTAR), la cual trata las aguas negras provenientes de los baños y duchas para ser reutilizadas en los sanitarios u otras zonas. Esto permite ahorrar el consumo de agua para riego en un 99%

Fuente: (CCCS, 2016), (Argos), (CERREJON, 2016), (CECODES, 2016), (La Metro Noticias, 2017)

Nombre del Proyecto: Nueva Planta de Hunter Douglas de Colombia.

Ubicación: Tenjo, Cundinamarca.

Tipo de Certificación: Certificado LEED, nuevas construcciones.

Área del Proyecto: 13.390m²

Proyecto: Hunter Douglas de Colombia, amplió sus instalaciones a una nueva planta. El proyecto cuenta con una inversión que supera los 40.000 millones de pesos, la cifra más alta que la compañía dedicada a los productos arquitectónicos y los cubrimientos de ventanas en América Latina. La planta cuenta con 10.150 m² para planta y 3.000 m² para oficinas y servicios. Así mismo tiene un auditorio para 80 personas, y ha dedicado 240 m² a Showroom tanto para la unidad de negocios de productos arquitectónicos como de cortinas, persianas y toldos.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- Iluminación sostenible

La planta está equipada con iluminación LED regulable que permite controlar la intensidad de la luz según las necesidades de cada espacio. También cuenta con detectores de movimiento para evitar un espacio iluminado cuando no es necesario. En el área de producción hay paneles de techo translúcidos que permitirán que la luz natural ingrese al espacio y prácticamente eliminen el uso o la iluminación artificial durante el día.

- Cuidando el agua

Para asegurar un menor consumo de agua potable, instalaron alta tecnología en inodoros, desarrollando la recolección de agua de lluvia y comenzaron a reutilizar las aguas residuales tratadas previamente en la planta de tratamiento.

- Aire fresco

Cuenta con un espacio libre de humo para que se pueda respirar libremente. Las pinturas, alfombras, techos, cortinas y adhesivos se seleccionaron cuidadosamente para que tuvieran bajas emisiones de COV.

- Materiales que nunca mueren

Todas las estructuras metálicas, techos, paredes, techos, pisos y cortinas fueron hechos con alto contenido reciclado.

- El cuidado de los bosques

Toda la madera utilizada es de la fábrica tiene la certificación FSC. Los pisos fueron elaborados en bambú, un material rápidamente renovable.

- Disfrutando del confort

Cuenta con sistemas de ventilación natural, techos acústicos, cortinas motorizadas y centralmente controladas y una hermosa vista al exterior.

Fuente: (CCCS, 2016), (COMUNICADOS, 2016), (Revista de Logística, 2016), (Portafolio, 2016)

Nombre del Proyecto: Avon, Ecobranh.

Ubicación: Guarne, Antioquia.

Tipo de Certificación: Certificado LEED, en la categoría Oro.

Área del Proyecto: 181.170 m²

Proyecto: Es un centro de distribución de Avon, cuenta con tres bloques en el primero funciona el edificio administrativo, una instalación de dos plantas que en el nivel bajo alberga todos los servicios para el personal (baños, guardarropas) y un restaurante; y en el segundo, un conjunto de oficinas con aproximadamente 60 puestos de trabajo. El centro de distribución cuenta también con dos zonas de proceso logístico principales: una de almacenamiento y otra de envío, cada una de ellas con áreas de 11.131 m² y 9.778 m², respectivamente.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:



El agua del edificio es suplida en cerca de un 40% con la recolección de aguas lluvia. Las precipitaciones son recolectadas en las cubiertas de toda la construcción (aproximadamente en 11.000 m² equivalentes a la mitad de las cubiertas de las bodegas). Por medio de las tuberías, las aguas son llevadas a tanques con capacidad de 100 m³ en donde se almacenan y posteriormente se reutilizan en el vaciado de sanitarios y orinales.



La construcción está equipada con paneles solares que sirven para calentar toda el agua que se requiere en el complejo. Proveen energía suficiente para el funcionamiento del sistema de iluminación exterior del Ecobranh. Para la iluminación, se instalaron 18 lámparas fotovoltaicas sobre la vía de acceso y parqueaderos.



Manejo de residuos provenientes de la construcción: de las 50 toneladas de desechos generadas, 43 de ellas (el 83%), fueron recicladas. El concreto utilizado fue mezclado con cenizas de grandes hornos, reduciendo así la cantidad de

elementos nuevos empleados. Lo mismo ocurre con el acero. La madera es certificada FSC y el hierro proviene de reciclaje.



El 1,2 % del total de la energía consumida por el Ecobranch es generada por paneles solares, correspondientes al agua caliente y la iluminación de los accesos y parqueaderos de automóviles.

- Protección contra incendios con una red de rociadores, que cuenta con un sistema de re direccionamiento del agua a los tanques de aguas lluvias.

Fuente: (Portafolio, 2011), (Construdata), (Dinero, 2010),

Nombre del Proyecto: Complejo Ruta N

Ubicación: Medellín.

Tipo de Certificación: Certificado LEED, en la categoría Oro.

Área del Proyecto: 9.300 m²

Proyecto: Es el primer edificio de carácter público en obtener este reconocimiento en el país. Su localización, garantiza una fuerte conectividad urbana con múltiples servicios básicos y sistemas de transporte público. Se redujeron los impactos negativos de las actividades de construcción a través de la implementación de un plan de erosión y sedimentación, que permitió mitigar los efectos producidos por el aire y el agua sobre las superficies del terreno.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- **Sitios sostenibles:**

La implementación de un plan de erosión y sedimentación permitió mitigar los efectos producidos por el aire y el agua sobre las superficies del terreno.

El proyecto cuenta con racks para el almacenamiento de bicicletas en las zonas públicas y duchas para los empleados. Esto incentiva hacer uso de medios alternativos de transporte y reducir el uso del vehículo particular

El proyecto reservó estacionamientos preferenciales para vehículos de baja emisión y consumo eficiente de combustible.

El proyecto suministró 35% más espacio abierto que el exigido por el índice de ocupación. El 37% de este espacio abierto es vegetado.

- **Eficiencia en Agua**

Los aparatos sanitarios reducen el consumo de agua potable en un 31%.

Las especies vegetales sembradas en los exteriores y en la cubierta verde son irrigadas gran parte del año únicamente con agua lluvia.

Los aparatos sanitarios instalados utilizan para su funcionamiento 100% el agua lluvia captada por el edificio. El proyecto reduce en 72% el consumo de agua potable respecto a un proyecto convencional.

- **Energía y Atmosfera**

Los sistemas de aire acondicionado e iluminación de alta eficiencia, logran reducir en más del 34% el consumo energético respecto a un proyecto convencional.

Los refrigerantes utilizados en los sistemas de aire acondicionado del proyecto reducen considerablemente el impacto generado sobre la capa de ozono y su aporte al calentamiento global.

- **Materiales y Recursos**

En la fase de construcción, se implementó un plan de gestión que permitió desviar (reciclar/reutilizar) más del 90% de los residuos de construcción generados de los rellenos sanitarios.

Más del 20% del costo de los materiales del proyecto corresponde a productos fabricados a partir de materia prima reciclada.

Más del 29% del costo de los materiales del proyecto corresponde a productos extraídos y manufacturados a menos de 500 millas del proyecto.

El 100% de la madera instalada en el proyecto fue cultivada y procesada de forma responsable con el medio ambiente. Esta madera cuenta con la certificación FSC.

- **Calidad Ambiental Interior**

El proyecto cuenta con sistemas naturales y mecánicos que garantizan una renovación constante del aire interior de los espacios. De esta forma se garantizan concentraciones mínimas de contaminantes durante la operación del edificio.

Tiene sistemas naturales y mecánicos que garantizan el confort térmico de los ocupantes durante la mayor parte del tiempo de ocupación.

Fuente: (Rutan Medellín , 2014).

Nombre del Proyecto: Edificio Iságen

Ubicación: Medellín.

Tipo de Certificación: Certificado LEED, en la categoría Oro

Área del Proyecto: 25.000 m²

Proyecto: Es una obra de arquitectura de última generación tiene siete pisos de oficinas, áreas comunes y de servicio (con 770 puestos de trabajo y 45 salas de reuniones) y seis pisos de parqueaderos (281 parqueaderos para automóviles y 53 para bicicletas). Para la construcción del edificio se utilizaron productos que tienen contenido reciclado como lo son el acero, el aluminio, el concreto, el drywall y la madera.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- Los sistemas hidrosanitarios son altamente eficientes y se dispuso de una planta para el tratamiento de aguas lluvias que se utilizan para servicios sanitarios, limpieza, riego y mantenimiento.
- En el consumo de energía eléctrica, el diseño aprovechará la luz natural a través de tres lucernarios en la terraza del edificio de oficinas, se incorporarán luminarias de alta eficiencia y se contará con un sistema automatizado de control de iluminación que incluye el control de cortinas del edificio sincronizado con un reloj.
- La selección de materiales, para este diseño sostenible se optó por adhesivos, sellantes, pinturas y recubrimientos con baja emisión de partículas volátiles (VOC), productos con certificación LEED.
- La fachada vegetal que cubre seis niveles del edificio de parqueaderos, el sendero verde generado de manera paralela al recorrido de la quebrada La Yerbabuena, así como las especies vegetales ubicadas en las terrazas y en las plazuelas de los vacíos del edificio.

Fuente: (ISAGEN, 2013), (La Republica, 2013), (El Colombiano, 2011), (CORONA, 2014).

Nombre del Proyecto: Centro Comercial Viva la Ceja

Ubicación: La Ceja, Antioquia

Tipo de Certificación: Certificación LEED Gold en Construcción Sostenible

Área del Proyecto: 25.000m²

Proyecto: Es el primer centro comercial que se construyó en el Municipio de la Ceja, este centro comercial que está compuesto por dos plantas, el proyecto que tiene una ubicación privilegiada en una de las zonas más bonitas del oriente antioqueño, rodeado de naturaleza y montañas.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- El proyecto contará con una planta fotovoltaica para aprovechar la energía solar y así obtener mayor eficiencia a través de fuentes renovables, con el fin de reducir la emisión de carbono anualmente. Esta planta de paneles solares tendrá un área aproximada de 1.700m² suplirá parte de las necesidades energéticas del Centro Comercial, entregando alrededor de 900 kwh por día, para suministrar energía eléctrica sostenible y reducir la emisión de carbono anualmente.
- El almacén cuenta con un sistema de refrigeración que permite mantener la cadena de frío de los productos y ahorrar hasta 47% el consumo de energía.
- El sistema de ventilación y aire acondicionado es más eficiente y reduce el consumo de energía manteniendo una temperatura de confort al interior de la tienda.
- El techo del almacén cuenta con domos que permiten el ingreso de iluminación natural evitando el uso de luz eléctrica en la mayor parte del día.
- La fachada del Centro Comercial cuenta con un muro verde de alrededor de 27 m²

Fuente: (America Retail, 2016), (Grupo Exito, 2015).

Nombre del Proyecto: Homecenter, la Rosita

Ubicación: Bucaramanga

Tipo de Certificación: Certificado LEED, en la categoría Plata

Área del Proyecto: 25.000m²

Proyecto: El proyecto tuvo un costo de 60 mil millones, Bucaramanga es el primer almacén de cadena de Colombia y el segundo en Sudamérica que tiene este sello. El primero en Sudamérica es el Homecenter de Copiapó en Chile.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- Se realizó una lucarna de extracción, en la cumbrera de la tienda, la cual funciona con sistema neumático altamente tecnológico, donde a través de sensores se detecta la temperatura que aumenta más de lo normal.
- La tienda genera un ahorro de 33% en sistemas de iluminación y de ventilación, logrando una eficiencia al interior de 5 grados centígrados frente a la temperatura exterior, maximizando el rendimiento de los equipos de enfriamiento.
- La reducción de agua es de 45% manejado bajo un sistema de recolección de agua lluvia.
- Cuenta con un sistema de potencialización de la iluminación cenital, sensores de luminosidad natural y luces Led.
- Se utilizó madera certificada por el forest stewardship council, FCS.
- Se instalaron sensores de CO₂ y CO que monitorean el medio ambiente y regulan las entradas de aire fresco.

Fuente: (Vanguardia, 2012), (La República, 2012).

Nombre del Proyecto: El centro comercial Viva Wajiira

Ubicación: Riohacha

Tipo de Certificación: Certificado LEED, en la categoría Oro

Área del Proyecto: 70.274m²

Proyecto: El centro comercial Viva Wajiira fue el segundo proyecto inmobiliario del Grupo Éxito en obtener una certificación LEED. El año anterior fue reconocido con el certificado Core and Shell LEED Gold, es el primer centro comercial en la región Caribe en obtener esta calificación. Esta certificación se le otorgo por reducir su impacto ambiental al usar de manera eficiente el agua y la energía, implementar procesos para la reducción de las emisiones de CO₂ y disminuir la generación de residuos sólidos, brindar calidad del ambiente bajo techo e innovar en el diseño.

ALTERNATIVAS/O SISTEMAS QUE UTILIZARON:

- Planta solar con una superficie de 5.000 m² de paneles solares que generan alrededor del 30% de la energía que el Centro Comercial necesita diariamente para su funcionamiento.
- Optimización del sistema de aire acondicionado con una fachada flotante que mitiga la intensidad de los rayos del sol y evita la transferencia de calor al interior.
- Instalación de batería sanitaria y grifería que ahorran un 26% de agua potable.
- El sistema de ventilación y aire acondicionado del Centro Comercial es 17% más eficiente que el de un edificio de similares características en el mismo clima.
- Reducción de un 21% del consumo de energía según estándares internacionales en w/m² (vatios por metro cuadrado) con un sistema de iluminación LED, comparados con un centro comercial de similares características.
- Implementación de un plan de control en la calidad del aire acondicionado, el acopio de materiales porosos como los espumados, la selección de solventes, además de un estricto control de limpieza.
- El 88% del desperdicio de materiales de construcción tuvo una disposición alternativa para poder ser reutilizados o reciclados

- Ahorro de 507.189,9 kWh de energía eléctrica convencional, lo que equivale al consumo de energía de 3.337 hogares colombianos en un año; y ha dejado de emitir al ambiente 137 toneladas de CO₂ que representan el CO₂ que absorben 91 árboles.

Fuente: (Grupo Exito, 2017)

5.2 Matriz de Identificación

Tabla 6: Matriz de Identificación.

NOMBRE	UBICACIÓN	AREA (M ²)	TIPO DE CATEGORIA	ALTERNATIVAS/O SISTEMAS (% DE AHORROS)					
				Ubicación Transporte	Sitios sostenibles	Agua	Energía y Atmósfera	Materiales Recursos	Calidad Ambiental Interior
Google Expansión	Bogotá	650	Platino	_____	_____	30%	44%	95%	_____
Torre 75 Invernac	Bogotá	8.200	Platino	_____	_____	60%	42%	_____	_____
Fundación Juan Felipe Gómez Escobar	Cartagena	3272.65	Platino	_____	_____	38% agua potable utilizada en aparatos hidrosanitarios; reducción del 92,23%	68%	_____	_____

						en el consumo de agua potable en el paisajis mo			
Encillo	Mosquera	2.491	Oro	_____	_____	51%	37%	_____	_____
Hotel Waya	Albania; La Guajira	3.700	Oro	_____	_____	61%	22%	_____	_____
Paralelo 26	Bogotá	56.000	Platino	_____	_____	60%	31%	90%	_____
Centro Empresarial y Hotelero Oxo 69	Bogotá	62.764	Platino	_____	_____	44%	28.5%	95%	91%
Edificio Bancolombia	Medellín	125.000	Oro	_____	_____	40%	30%	_____	_____
Edificio Novartis	Bogotá.	9.700	Platino	_____	_____	45%	37%	35%	_____
Viverdi 84	Barranquilla	3.700	Oro	_____	_____	45%	40%	80%	
Planta de Hunter Douglas	Tenjo.	13.390	Plata	_____	_____	_____	80%	_____	_____
Avon, Ecobranch	Guarne, Antioquia	181.170	Oro	_____	_____	50%	35%	83%	_____

Complejo Ruta N	Medellín.	9.300	Oro	_____	_____	72%	34%	90%	_____
Edificio Iságen	Medellín	25.000	Oro	_____	_____	81%	25%	96%	_____
El centro comercial Viva Wajiira	Riohacha	60.274	Oro	_____	_____	26%	21%	88%	_____
Centro Comercial Viva la Ceja	La Ceja	25.000	Oro	_____	_____	_____	47%	_____	_____
Homecenter, la Rosita	Bucaramanga	25.000	Plata	_____	_____	26%	21%	88%	_____

Fuente: (Vence, 2018)

En la **tabla 6** se pueden observar la clasificación que se hizo en cuanto a nombre del proyecto, la ubicación y área en m² del mismo que tipo de Certificación LEED obtuvieron (Oro, Platino, Plata), y que porcentaje de ahorro obtuvieron cuando se aplicaron alternativas/o sistemas de construcción sostenible en cada uno de los proyectos anteriormente mencionados y teniendo en cuenta cada uno de los aspectos que se califican al momento de obtener la Certificación LEED

De los proyectos que se identificaron en la investigación, se puede analizar que las alternativas y/o sistemas de construcción que más se utilizan al momento en que los proyectos aspiran a obtener un tipo de Certificación LEED son las siguientes:

- Agua (Cubiertas Verdes que tiene como función principal recolectar aguas lluvias las cuales sirven para el consumo general de todo el edificio – **MANEJO EFICIENTE DEL AGUA.**
- Plantas de tratamiento de aguas residuales que trata el 100% de las aguas utilizadas en el edificio para el riego de jardines y pastos. - **NO CONTAMINACIÓN.**
- Griferías y aparatos sanitarios de descarga de bajo consumo que se alimentan con agua lluvia captada. – **MANEJO EFICIENTE Y REDUCCIÓN DEL CONSUMO.**
- Sensores en lavamanos y sanitarios. - **MANEJO EFICIENTE Y REDUCCIÓN DEL CONSUMO.**
- Aparatos sanitarios de doble descarga que pueden reducir de manera importante la cantidad de litros por descarga).
. - **MANEJO EFICIENTE Y REDUCCIÓN DEL CONSUMO.**
- Energía y Atmosfera (La gran mayoría de los proyectos que estudie cuentan con luminarias de tecnología LED generan un bajo consumo de energía y son controladas automáticamente por medios horarios o en su defecto por sensores) – **MANEJO EFICIENTE DE LA ENERGÍA.**
- Materiales y Recursos (Reciclaje residuos como plástico, cartón, papel, chatarra, escombros y madera. – **MANEJO EFICIENTE DE LOS MATERIALES Y RECURSOS.**
- Sistemas de reciclaje de basuras. – **RECICLAJE.**
- Las estructuras metálicas fueron hechas con alto contenido reciclado. – **RECICLAJE.**
- El concreto utilizado fue mezclado con cenizas de grandes hornos. – **MANEJO EFICIENTE DE LOS MATERIALES Y RECURSOS.**
- La madera instalada en el proyecto fue cultivada y procesada de forma responsable con el medio ambiente. – **MANEJO EFICIENTE DE LOS MATERIALES Y RECURSOS.**

- Ubicación Transporte (Tiene parqueaderos para bicicletas que reducen la necesidad del uso de vehículo particular y, por ende, el impacto ambiental asociado). – **SITIOS SUSTENTABLES.**

Todo lo anteriormente mencionado trae como resultado construcciones muy eficientes, técnicas de fabricación menos contaminantes para el medio ambiente, ahorros de energía por medio de procesos que se desconocían hasta el momento, mejor calidad de vida de las comunidades.

Obtener la Certificación LEED otorga grandes beneficios económicos. Implementar este tipo de certificación en los proyectos permite ahorro de consumo de energía, al cumplir con los estándares se obtiene una reducción de residuos de hasta un 90%, entre 30 a 50% en uso de agua y un mayor porcentaje en ahorro de consumo energético.

5.3 Alternativas de Construcción Sostenible incluidas en Proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS).

Colombia está atravesando por una crisis ambiental, hay una destrucción exagerada de los recursos naturales debido a la producción de materiales de construcción, lo anteriormente mencionado conlleva a que el hombre tome conciencia acerca de la conservación de la naturaleza y al medio natural, de ahí nace la necesidad de reconocer la importancia de la construcción de las viviendas de interés social sostenibles, donde se vean disminuidos los consumos de energía, agua, emisiones de CO₂, y donde se vea mejorado el confort de sus habitantes.

En la búsqueda para cumplir parte de mis objetivos planteados, encontré nada más un proyecto que cumple con las características de una Vivienda de Interés Social (VIS) Sostenible, no hay información precisa en las plataformas acerca de este tipo de tema. Encontré el proyecto “Casa Tenjo” que les voy a dar a dar conocer seguidamente.

- **Casa Tenjo:**

Es una vivienda unifamiliar que cuenta con un área de 42 m², que se encuentran distribuidos de la siguiente manera: 3 habitaciones, cocina, baño, zona social, entrada principal y salida trasera. Este modelo de construcción es ideal para áreas rurales en donde la construcción tradicional no llega fácilmente. Esta vivienda fue donada a una familia de escasos recursos en el Municipio de Tenjo, cerca de la Ciudad de Bogotá. (Noticentro Colombia, 2017), (Catorce6, 2018), (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2018)

Para la construcción de la vivienda utilizaron como alternativa sostenible los paneles de Aislamiento Térmico de PVC rellenos de tecnología de poliuretano (PIR/ PUR)

desarrollada por Dow en conjunto con Azembla, los paneles anteriormente mencionados reemplazaron los materiales convencionales de construcción como el ladrillo y el cemento, por las ventajas y beneficios que representa los paneles:

✓ **Eficiencia energética**

La tecnología PIR/ PUR permite el confort térmico dentro de la vivienda en diferentes climas, eliminando la necesidad de aire acondicionado o calefacción, esto conlleva a una reducción en el consumo de energía. (Dow Chemical Company, 2017)

✓ **No requiere acabados, ni gastos adicionales de mantenimiento**

Este nuevo modelo de vivienda no necesita acabados, ni costos extra de mantenimiento y tiene la ventaja de ser sismo resistente. (Dow Chemical Company, 2017)

✓ **Ahorro de agua en la construcción de un 100%**

Este nuevo modelo de construcción no necesita de agua durante la instalación, reduciendo su gasto a un 0%. (Dow Chemical Company, 2017)





✓ **El tiempo requerido para la construcción es mucho menor**




Los paneles generan un ahorro en la ejecución de la obra en un 30% menor al modelo convencional, reduciendo gastos durante y después de la instalación. (Dow Chemical Company, 2017)

✓ **Disminución de la mano de obra**

La instalación de los paneles no requiere demasiada mano de obra, de, se reduce en un 70%. (Dow Chemical Company, 2017)

Tabla 7: Evaluación del Proyecto "Casa Tenjo"

Categoría	Puntaje Máximo	Puntaje Obtenido	Razón
Sostenibilidad con el entorno 	23	6	Se garantiza el 100% del manejo de aguas de escorrentía generada por la cubierta dada las características climáticas y geográficas.
Sostenibilidad en obra 	4	4	No se generan residuos de construcción usando al máximo elementos prefabricados los paneles de PVC que llegan listos a la obra.
Eficiencia en recursos: AGUA 	15	5	<p>Se tiene un ahorro del 31% del agua en interiores con respecto a la línea base del Código Internacional de Fontanería.</p> <p>Se cuenta con una trampa de grasas de 105 litros para el agua de lavaplatos y lavamanos conectada a un sistema séptico de 2000 litros para las aguas de sanitarios y ducha. Sistema cerrado con el uso de bacterias para degradación de más del 80% de los sólidos totales suspendidos.</p>
Eficiencia en recursos: ENERGÍA 	23	18	<p>Eficiencia del 19% en términos de energía comparado con un caso base creado para clima frío.</p> <p>Se gestiona la entrega de electrodomésticos eficientes en ahorro de agua y en energía por medio de la fundación Hábitat.</p> <p>Se mide el consumo de gas por la cantidad de tanques consumidos al año y el consumo eléctrico por un medidor instalado en la cocina de la edificación por CODENSA ESP.</p>

<p>Eficiencia en recursos: MATERIALES</p> 	11	3	<p>Se capacita a los habitantes de la edificación en reciclaje y se dispone de contenedores para separar Papel, Vidrios plásticos y Residuos Ordinarios.</p>
<p>Bienestar:</p> 	18	6	<p>Se tiene un sistema de ventilación natural.</p> <p>Los habitantes se comprometen a tener la totalidad de la edificación libre dehumo.</p>
<p>Responsabilidad social:</p> 	6	6	<p>La edificación se construye en conjunto con la municipalidad y los habitantes.</p> <p>Se instruye al personal y los habitantes en los temas del plan de Educación Ambiental a empleados.</p> <p>Se entrega a los habitantes un manual del propietario con todos los beneficios ambientales y cómo hacer buen uso de ellos.</p>
<p>Proceso Integrativo de Diseño</p>	2	2	<p>La orientación de la vivienda, en especial de las ventanas más grandes, permite optimizar la luz natural. La eficiencia energética será del 41% respecto a la línea base de la IFC (Res 0549, 2015 MVCT).</p>

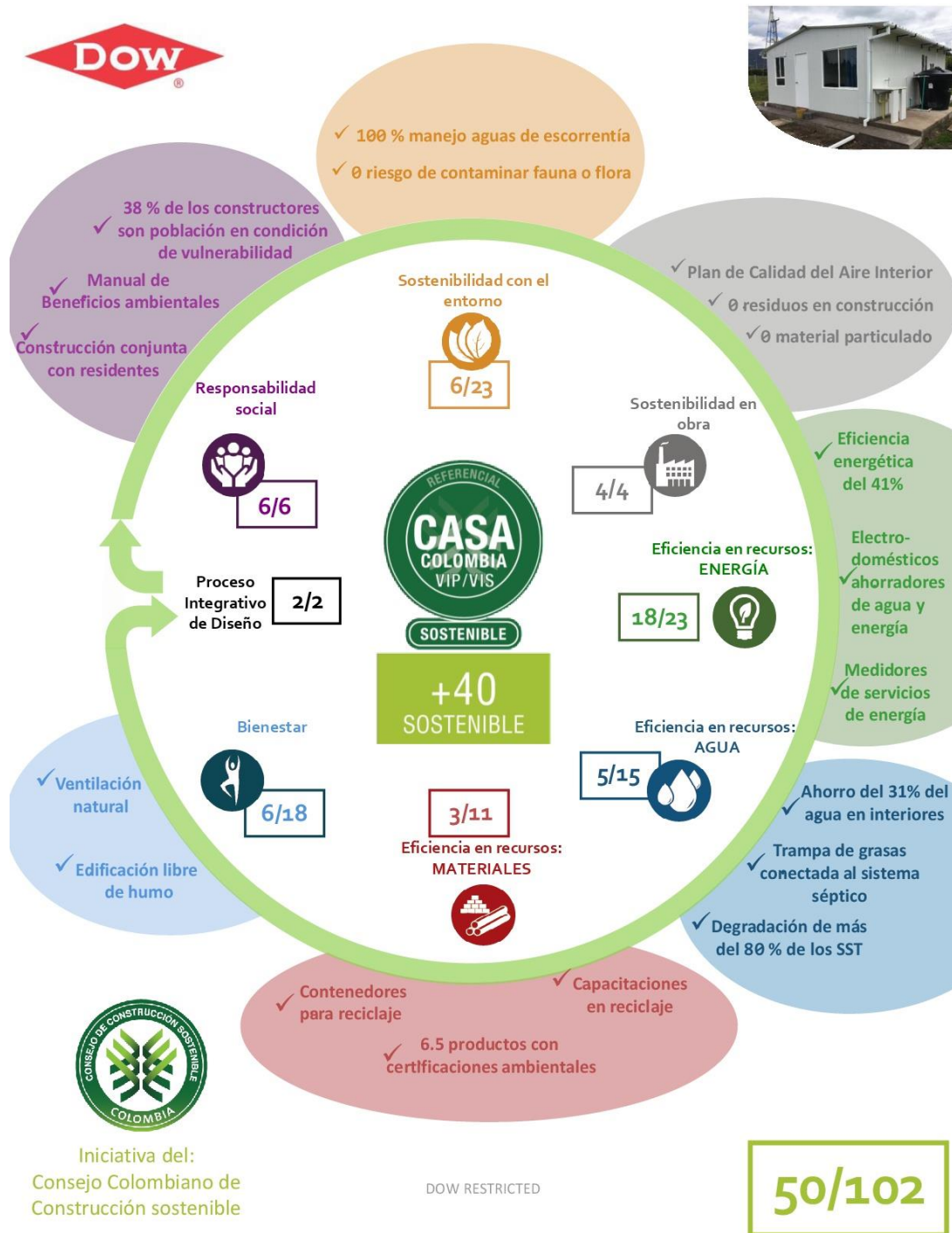
Fuente: (DOW)

En la **tabla 7** se puede observar cómo fue la evaluación del proyecto, los puntajes que obtuvo en cada una de las categorías que fue evaluado y la razón por la cual se obtuvo cada puntaje.

Según todos los ítems anteriormente mencionados se obtuvo una clasificación de 50 puntos lo que les otorgo un sello Sostenible en “Referencial Casa Colombia”.

El proyecto anteriormente mencionado se realizó gracias a Dow en alianza con Azembla, Habitat para la Humanidad y con el fin de ayudar a las familias más necesitadas del Municipio de Tenjo, con una mejor calidad de vivienda, con una fácil construcción. Posteriormente entro hacer parte el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), el cual propuso una iniciativa de una certificación en la categorización “Referencial CASA Colombia”, la cual pretendió impulsar la construcción de viviendas sostenibles en el país, en esta certificación se evaluaron siete (7) categorías las cuales son: Sostenibilidad con el entorno, Sostenibilidad en obra, Eficiencia en agua, Eficiencia en energía, Eficiencia en materiales, Bienestar y Responsabilidad social. Luego de que fueron evaluadas cada una de las categorías mencionadas, se obtuvieron unos puntajes y una métrica que analizó la integración del diseño.

Figura 18: Infograma de la Certificación.



Fuente: (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2018)

La **figura 18** muestra un detalle de cada una de las categorías evaluadas y la manera de cómo se obtuvieron los puntajes.

Al momento en que se aplicaron cada una de las alternativas y/o sistemas de construcción sostenible a esta vivienda de Interés Social (VIS), se obtuvieron ahorro del 100% en agua, 41% en energía, 31% en agua de interiores y 1/3 de emisiones de CO₂ en comparación con un modelo de vivienda convencional. De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que, si es posible desarrollar un modelo constructivo innovador en Colombia, y este modelo se puede posicionar como una solución viable y efectiva para apresurar la construcción de proyectos de vivienda de interés social, y de esta manera ayudar a muchas familias en Colombia que no cuentan con la capacidad financiera para adquirir una vivienda de mayor precio. Hay que resaltar que esta iniciativa permite crear oportunidades únicas que ayudan a mejorar la calidad de vida de muchas familias colombianas que aspiran tener acceso a una vivienda digna.

Ahora que Colombia cuenta con un tipo de modelo de Vivienda de Interés Social (VIS) sostenible, será posible replicarlo en cualquier ciudad del país debido a que su construcción es mucho más sencilla y rápida. En comparación al modelo tradicional de construcción, este diseño es de fácil montaje y transporte, y se adecua a cualquier condición climática debido a su aislamiento térmico. Como resultado se obtiene un hogar de bajo mantenimiento, que presenta un alto grado de resistencia en caso de que ocurra un movimiento telúrico y con múltiples beneficios ambientales, sociales y económicos.

Figura 19: Certificación Casa Colombia.



Fuente: (Zuper Casa, 2018)

En la **figura 19** se puede observar la certificación que consiguió el proyecto, debido a la sumatoria de puntos que obtuvo cuando se presentó en cada una de las categorías que fue evaluado.

5.4 Relación de alternativas de construcción sostenible calificada y evaluada.

En la tabla que se describe a continuación se encuentran las posibles alternativas y/o sistemas de construcción sostenible que se le pueden aplicar a una Vivienda de Interés Social (VIS), y los aspectos que se van evaluar son los siguientes: Técnicos, Ambientales, Sociales y Financieros; no fue fácil encontrar valores (porcentajes %) que reportaran los beneficios que aportan cada uno de los diferentes aspectos mencionados anteriormente, que fueron evaluados y que mezclados todos se puede decir, si son sostenibles. Se hará un análisis beneficio/costo para saber cuáles son los beneficios que aportan cada una de las alternativas y/o sistemas de construcción sostenible y cuál es el costo monetario de emplear dichas alternativas y/o sistemas.

Tabla 8: Alternativas y/o Sistemas de Construcción Sostenible que se le Pueden Aplicar a una Vivienda de Interés Social (VIS).

Alternativas y/o sistemas de construcción	ASPECTOS A EVALUAR			
	Técnicos	Ambientales	Social	Financiero
LUMINARIAS LED	<p>La luminarias LED duran casi seis veces más que las bombillas tradicionales, consumen entre el 80-90% menos de electricidad, son más resistente. (Pascual, 2017)</p>	<p>Las luminarias LED son muy amigables con el medio ambiente, genera múltiples beneficios como lo son: reduce las emisiones de CO₂ en un 80%. (Blogs, 2014). No emite ni rayos ultravioleta ni rayos infrarrojos, esto ayuda a evitar riesgos tanto en la salud humana como en la flora y fauna.</p>	<p>En la sociedad las luminarias LED han tenido un impacto muy positivo, la sociedad ha comenzado a utilizar este tipo de luminaria porque están viendo los cambios que genera. La vida útil de las bombillas amarillas es de 1.000 horas de uso mientras que las bombillas LED es de 5 mil a 7 mil horas de</p>	<p>La iluminación LED consume un 80-90% menos de electricidad que una bombilla corriente de características similares. Esto aproximadamente, significa un 90% de ahorro en la factura eléctrica. (Hernández Gutiérrez, 2014)</p>

			<i>uso.</i> (Do it Center, 2014)																	
RELACION BENEFICIO - COSTO	<p>Se hizo un análisis de la siguiente manera, es una Vivienda que consta de tres (3) habitaciones, cocina, baño, zona social, entrada principal y salida trasera, por eso se presupuestó que la vivienda utilizaría ocho (8) Bombillos, y de ahí se hace la siguiente relación beneficio/costo.</p> <p>Estimación del costo</p> <p>ALTERNATIVA SOSTENIBLE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CANTIDAD(UND)</th> <th>PRECIO UNITARIO</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bombillos Individuales</td> <td>8</td> <td>\$3.300</td> <td>\$26.400</td> </tr> </tbody> </table> <p>(Homecenter)</p> <p>ALTERNATIVA NO SOSTENIBLE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CANTIDAD</th> <th>PRECIO UNITARIO</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bombillas Amarillas</td> <td>8</td> <td>\$1.800</td> <td>\$14.400</td> </tr> </tbody> </table> <p>La diferencia de dinero es 12.000, esta diferencia no es elevada y es un precio que esta asequible para toda la sociedad que se va ver beneficiada ya que por medio de estos bombillos va a tener ahorros en su factura de energía del 90% con respecto al valor antes pagado, dependiendo del uso que usted haga de las bombillas.</p>				DESCRIPCIÓN	CANTIDAD(UND)	PRECIO UNITARIO	TOTAL	Bombillos Individuales	8	\$3.300	\$26.400	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	Bombillas Amarillas	8	\$1.800	\$14.400
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD(UND)	PRECIO UNITARIO	TOTAL																
	Bombillos Individuales	8	\$3.300	\$26.400																
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL																
Bombillas Amarillas	8	\$1.800	\$14.400																	

	<p>VENTAJAS DE LAS BOMBILLAS LED:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con este tipo de luminaria se evitan tener que estar realizando un mantenimiento frecuentemente, debido a que tienen larga vida. • Cuida la salud de los habitantes. • El consumo con la iluminación de una bombilla LED, se caracteriza porque dura mucho y consume muy poco. • No provoca calor lo que hace que tenga poca pérdida de energía. • No pierde intensidad de luz al aumentar las horas de trabajo, su luz se mantiene constante. • No contienen sustancias como mercurio o gas, por lo que contaminan menos. <p>DESVENTAJAS DE LAS BOMBILLAS AMARILLAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son focos que queman al tocarlos. • Generan mucho calor en un ambiente lo que hace que gaste mucha energía. • Tiene menos vida útil, aproximadamente 1000 horas. <p>Se observa que las bombillas LED ofrece muchos más beneficios comparándolo con las desventajas que tiene las bombillas amarillas, que por cierto ya un poco se encuentra en el mercado debido a los problemas que le trae al medio ambiente.</p>
<p>¿ES VIABLE?</p>	<p>Se hizo el siguiente análisis de rentabilidad:</p>

	BOMBILLAS LEED		BOMBILLAS AMARILLAS	
	<p>Beneficio del 90% cuantificado como el ahorro en el consumo</p> $\frac{90\%}{26.400}$ <p>En este caso se evidencia una relación beneficio costo mucho mayor comparando con la otra alternativa que no ahorra nada. Sin embargo, este tipo de alternativas se debe evaluar más específicamente en un análisis de rentabilidad en el tiempo que se recupera el costo adicional versus el ahorro que proporciona.</p>		<p>No genera ahorro y su consumo es del 100%</p> $\frac{0\%}{12.000}$	
CUBIERTAS VERDES	<p>Las cubiertas verdes, muros verticales, jardines del cielo, se distinguen porque son sistemas que integran vegetación en paredes o techos, esta es una técnica para desarrollar espacios agradables y</p>	<p>Al momento en que se instala una cubierta en una vivienda se obtiene múltiples beneficios: Reducen el consume de electricidad por el sistema de aire acondicionado hasta en 40%, captura un 42% de</p>	<p>Las cubiertas verdes extienden la vida de una cubierta de concreto impermeabilizada de 5 a 40 años. (Asociación Mexicana para la Naturación de Azoteas)</p>	<p>Las cubiertas verdes traen múltiples beneficios de diferentes tipos, el alto costo de instalación ésta visto como una de las principales barreras para su</p>

	<p>amigables con el medio ambiente. (Construdata, 2013) El nivel anual de retención de los contaminantes del aire por hectárea es de 85kg. En las ciudades más pequeñas este resultado oscila alrededor de 0.2 kg por m² por año. (Kunh & Peck, 2003)</p>	<p>aguas lluvia, reduce hasta en 8 decibeles el ruido, disminuye de 45° a 19° la temperatura sobre el concreto, retarda el proceso de impermeabilización cada 35 años. (Construdata, 2013)</p>	<p>implementación masiva. El costo de una cubierta verde es 10 a 14% más alto que el costo de una cubierta regular después de un complete ciclo de vida de 60 años. (Carter & Keeler, 2011)</p>
<p>RELACION BENEFICIO - COSTO</p>	<p>Para saber cuánto saldría la cubierta verde para esta vivienda, se averiguo en Generador de Precios, una cubierta con las siguientes características: Cubierta plana transitable, ventilada, con piso fijo, impermeabilización con láminas de PVC, la cual tiene un precio por m2 de \$178.580,78; este precio incluye los materiales, equipos, mano de obra y la herramienta menor. (Generador de Precios). La vivienda tiene un área de 42m² por lo que la cubierta verde tendría un costo total de \$7.500.392,76.</p>		

BENEFICIOS DE LA CUBIERTA VERDE:

- **Reducción de la Factura energética en un 40%**

DESCRIPCIÓN	AÑO
Factura energética	\$396.372
Reducción del 40%	\$158.549
BENEFICIO	\$237.823

Se hizo en análisis para una vivienda ubicada en la dirección Carrera 12 # 34 – 56 en el Municipio de Floridablanca exactamente en el Barrio Villabel de Estrato 2, la factura energética llega en promedio de **\$33.031** al mes, por lo tanto, en un año serían **\$396.372**. El uso de una cubierta verde les disminuye el consumo en un **40%**, entonces gastarían **\$158.549** y con ello se ahorrarían **\$2.520.000**.

(Asociación Mexicana para la Naturación de Azoteas), (ESSA, 2016)

Retarda el proceso de impermeabilización

		Cada 5 años	Durante 40 años
Sin cubierta verde	Costo de impermeabilización	\$2.940.000	\$11,760.000
Con cubierta verde	costo de impermeabilización	\$0.00	\$2.940.000
BENEFICIO		\$2.940.000	\$8.820.000

(Asociación Mexicana para la Naturación de Azoteas)

	<p>La mano de obra para impermeabilizar tiene un costo de \$70.000 mil pesos el m², la vivienda tiene 42 m² por lo que tendría un costo de \$2.940.000, y realizar el mantenimiento durante 40 años tiene un costo de \$11,760.000, por tal motivo se puede decir que es una buena alternativa invertir en la impermeabilización de la cubierta porque se va a obtener un ahorro de \$8.820.000.</p>						
<p>¿ES VIABLE?</p>	<p>Se hizo el siguiente análisis de rentabilidad:</p> <table border="1" data-bbox="596 529 1478 954"> <thead> <tr> <th data-bbox="596 529 1026 581">CON CUBIERTA VERDE</th> <th data-bbox="1026 529 1478 581">SIN CUBIERTA VERDE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="596 581 1026 760"> <ul style="list-style-type: none"> Hay un ahorro energético del: $\frac{40\%}{237.823}$ </td> <td data-bbox="1026 581 1478 760"> <ul style="list-style-type: none"> Los gastos energéticos son del: $\frac{0\%}{396.372}$ </td> </tr> <tr> <td data-bbox="596 760 1026 954"> <ul style="list-style-type: none"> Hay ahorro en la impermeabilización $\frac{5 \text{ años}}{2.940.000}$ </td> <td data-bbox="1026 760 1478 954"> <ul style="list-style-type: none"> La impermeabilización de la cubierta $\frac{40 \text{ años}}{11.760.000}$ </td> </tr> </tbody> </table> <p>Se observa que cuando se aplica el sistema de cubierta verdes en un vivienda, se obtienen grandes beneficios como lo son ahorro en el recibo de la energía eléctrica en un 40%, retarda el proceso de impermeabilización por lo que en cierto lapso de tiempo va a ver un ahorro económico, la temperatura ambiente de una cubierta verde nunca sobrepasa los 26°C mientras que un techo sin cubierta llega alcanzar los 70°C, la cubierta verde retiene aguas pluviales mientras que un techo sin cubierta verde no tiene la posibilidad de realizar esta actividad, reducción del ruido debido a que la cubierta verde funciona como aislamiento acústico (EcoHabitar, 2015), por estas razones anteriormente</p>	CON CUBIERTA VERDE	SIN CUBIERTA VERDE	<ul style="list-style-type: none"> Hay un ahorro energético del: $\frac{40\%}{237.823}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Los gastos energéticos son del: $\frac{0\%}{396.372}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Hay ahorro en la impermeabilización $\frac{5 \text{ años}}{2.940.000}$ 	<ul style="list-style-type: none"> La impermeabilización de la cubierta $\frac{40 \text{ años}}{11.760.000}$
CON CUBIERTA VERDE	SIN CUBIERTA VERDE						
<ul style="list-style-type: none"> Hay un ahorro energético del: $\frac{40\%}{237.823}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Los gastos energéticos son del: $\frac{0\%}{396.372}$ 						
<ul style="list-style-type: none"> Hay ahorro en la impermeabilización $\frac{5 \text{ años}}{2.940.000}$ 	<ul style="list-style-type: none"> La impermeabilización de la cubierta $\frac{40 \text{ años}}{11.760.000}$ 						

	mencionadas se puede decir que es rentable aplicar este tipo de alternativas/o sistemas de construcción sostenible.			
GRIFERÍA AHORRADORA	<p>Actualmente existen diferentes alternativas que ayudan a disminuir el consumo de agua sin interferir con las actividades cotidianas. Los mecanismos más utilizados para ahorrar agua son los siguientes: detector de movimiento, imanes, aireadores, grifos, sanitarios, entre otros. Los sanitarios ahorradores consumen 6 litros, lo cual implica un ahorro de 66% frente a los antiguos. (El Espectador, 2009), las duchas que cuentan con este dispositivo</p>	<p>Ofrece varios beneficios al medio ambiente: No utilizan compuestos químicos contaminantes, reduce el consumo de agua, lo que genera un ahorro económico e hidrológico importante, al drenarse menos agua de los ríos, lagos, cascadas, se bajan los riesgos de impactos negativos en su ecosistema. Los nuevos sistemas ahorradores ofrecen el beneficio de usar solo 4.8 litros para descarga de líquidos o 6 litros para descarga de sólidos. Con este sistema de alta tecnología, se consigue</p>	<p>El agua es un recurso natural y vital para la vida en el planeta. Por tal motivo en los hogares se debe tener control de su consumo ya que este es un recurso no renovable y puede llegar a escasearse. El 40% del consumo de agua potable en un hogar corresponde a las descargas del sanitario (El Espectador, 2009).</p>	<p>Los sanitarios con tecnología potencia, los cuales consume 4.8 litros en promedio, cuentan con un compresor de aire en el tanque que garantiza el buen funcionamiento del aparato; este tipo de sanitario logra un ahorro en promedio de consumo de agua del 63%. (BARRETO, 2013)</p>

	<p><i>ahorran un 54%, mientras que las griferías de los lavamanos y lavaplatos pueden ahorrar hasta un 40% en promedio en el consumo del líquido.</i></p> <p>(El Espectador, 2009)</p>	<p><i>un ahorro de agua en promedio del 63% en comparación con los sanitarios que tienen una antigüedad mayor a 10 años.</i> (El Espectador, 2009)</p>										
<p>RELACION BENEFICIO - COSTO</p>	<p>Se analizará cuanto es el consumo diario/familiar, haciendo una comparación de cuando se utiliza un sanitario ahorrador con un sanitario normal, luego se estimará el consumo anual por familia y se sabrá cuando litros de agua se ahorran implementando este tipo de sistema.</p>											
SISTEMA AHORRADOR												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">CONSUMO DEL SANITARIO (lt)</th> <th style="width: 25%;">#DESCARGA/DIA</th> <th style="width: 25%;"># PERSONAS</th> <th style="width: 25%;">CONSUMO DIARIO/FAMILIA(lt)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">4.8</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">77</td> </tr> </tbody> </table>					CONSUMO DEL SANITARIO (lt)	#DESCARGA/DIA	# PERSONAS	CONSUMO DIARIO/FAMILIA(lt)	4.8	4	4	77
CONSUMO DEL SANITARIO (lt)	#DESCARGA/DIA	# PERSONAS	CONSUMO DIARIO/FAMILIA(lt)									
4.8	4	4	77									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 100%;">CONSUMO ANUAL(lt/AÑO)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">28.105</td> </tr> </tbody> </table>					CONSUMO ANUAL(lt/AÑO)	28.105						
CONSUMO ANUAL(lt/AÑO)												
28.105												
<p>(El Espectador, 2009)</p>												

SISTEMA NORMAL			
CONSUMO DEL SANITARIO (lt)	#DESCARGA/DIA	# PERSONAS	CONSUMO DIARIO/FAMILIA(lt)
18	4	4	288

CONSUMO ANUAL(lt/AÑO)
105.210

(El Espectador, 2009)

Al realizar el cálculo anterior se observa que al utilizar el sistema ahorrador se va a conseguir en promedio un ahorro diario de 211 litros de agua, frente a sanitarios que no tienen este sistema. **Es aquí donde se genera el ahorro del 63%.**

COMPARACION DE LOS SANITARIOS

SISTEMA AHORRADOR	SISTEMA NORMAL
“Sanitario Smart Redondo”	“Sanitario Avanti Plus”
Precio: 379.900	Precio: 243.900
Descripción: Diseño compacto y contemporáneo que combina la eficiencia y la	Descripción: Estilo más tradicional, elige este sanitario con taza y tanque separados, de piezas

optimización de espacio. Sistema de accionamiento Control Azul CORONA de descarga variable para optimizar el consumo de agua.

livianas y además los puedes reemplazar por separado

Ventajas:

- Capacidad de descarga: Evacuación de sólidos de 500 gramos.
- Sistema dual flush: 6lt sólidos | 4lt líquidos
- Limpieza: Mejorado anillo con orificios direccionados y alto espejo de agua que garantizan mayor limpieza y evitan devolución de malos olores.
- Mantenimiento: Se puede realizar con herramientas convencionales

Ventajas:

- Capacidad de descarga: Evacuación de sólidos entre 200 gr y 300 gr gramos de miso.
- Limpieza: Alto espejo de agua que garantiza limpieza de la taza y evita devolución de olores.
- Mantenimiento: Se puede realizar con herramientas convencionales

(CORONA)

PRODUCTO	PRECIO (\$)	AHORRO (%)
Accesorio para lavamanos y lavaplatos	4.900	60%

(Mercado Libre)

Haciendo una comparación de los sanitarios se hace el siguiente análisis que el sistema ahorrador ofrece mayores ventajas ya que trae incorporado el sistema ahorrador, por ende, su precio es un poco

	<p>mayor, pero pensando en los beneficios que se van a obtener, será una inversión que se verá reflejada al momento de pagar el recibo.</p> <p>Utilizar los accesorios para los lavamanos y lavaplatos traer un ahorro del 60% al momento de utilizarlo y ese beneficio se obtiene a un costo muy mínimo.</p>							
<p>¿ES RENTABLE?</p>	<p>Se hizo el análisis de rentabilidad:</p> <table border="1" data-bbox="594 578 1478 820"> <thead> <tr> <th data-bbox="594 578 1026 634">SISTEMA AHORRADOR</th> <th data-bbox="1026 578 1478 634">SISTEMA NORMAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="594 634 1026 820"> <ul style="list-style-type: none"> Hay un ahorro en el consumo del agua: $\frac{63\%}{379.900}$ </td> <td data-bbox="1026 634 1478 820"> <ul style="list-style-type: none"> Los gastos de agua son del: $\frac{0\%}{243.900}$ </td> </tr> </tbody> </table> <p>A largo plazo se convierte en una inversión ya que es posible ahorrar hasta 211 litros de agua diario, tomando en cuenta el consumo de una persona; es un ahorro significativo de dinero que se verá reflejado en tu factura mensual, cuando se implementan los accesorios ahorradores de agua se tienen en cuenta el ahorro que se consigue al momento de implementarlos por los cual solo se estaría reflejando un gasto del $\frac{40\%}{4.900}$.</p>				SISTEMA AHORRADOR	SISTEMA NORMAL	<ul style="list-style-type: none"> Hay un ahorro en el consumo del agua: $\frac{63\%}{379.900}$	<ul style="list-style-type: none"> Los gastos de agua son del: $\frac{0\%}{243.900}$
SISTEMA AHORRADOR	SISTEMA NORMAL							
<ul style="list-style-type: none"> Hay un ahorro en el consumo del agua: $\frac{63\%}{379.900}$	<ul style="list-style-type: none"> Los gastos de agua son del: $\frac{0\%}{243.900}$							
<p>RECOLECCIÓN DE RESIDUOS</p>	<p>El reciclaje es un proceso de recolección y procesamiento de</p>	<p>Reciclar tiene muchos beneficios que ayudan a la preservación del medio ambiente:</p>	<p>La sociedad tiene concientizarse de la importancia que trae reciclar, en Colombia esta actividad</p>	<p>Reduce los costos de la energía, que en la actualidad son elevados,</p>				

	<p>materiales que de otro modo serían arrojados como basura, y convertirlos en nuevos productos. Colombia genera 12 millones de toneladas de basura y solo recicla el 17%. (Dinero, 2017).</p>	<p>reducción del volumen de residuos, y por lo tanto de la contaminación; preservación de los recursos naturales, pues la materia reciclada se reutiliza; ahorro de energía se necesita menos energía para fabricar un producto de material reciclado que de material virgen, los productos se reutilizan, por lo que no se necesita volver a sacar la materia prima de la naturaleza, sino que se puede alargar la vida útil de esa que ya se ha extraído. Cada tonelada de papel reciclado representa un ahorro de energía</p>	<p>mueve más de \$354.000 millones al año, el reciclaje es la fuente de empleo para 300.000 familias colombianas, el reciclaje representa más del 50% de la materia prima que se utiliza en la producción industrial, el 90% de los residuos que se producen en casa pueden ser reciclados. (Dinero, 2017)</p>	<p>Reciclar una tonelada de papel ahorra unos 4000 KW de electricidad, aproximadamente la electricidad necesaria para una casa de tres dormitorios a lo largo de un año. (Importancia)</p>
--	---	---	---	---

		<p><i>de 4100KWH, reciclar vidrio ahorra un 90% de energía y por cada tonelada reciclada se ahorran 1,2 toneladas de materias primas, reciclar una tonelada de papel se salvan aproximadamente 17 árboles.</i> (Cociencia Eco, 2012).</p>																		
<p>RELACION BENEFICIO - COSTO</p>	<p>Se hizo el análisis suponiendo que en la vivienda habrán 3 canecas en las que se distribuirán los residuos de la siguiente manera: Canecas Verdes: Residuos no peligrosos, inertes y comunes, Canecas Grises: Residuos reciclables como el cartón y similares y Canecas Azules: El vidrio y el plásticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para empezar el proceso de reciclaje en el hogar se necesitan: <table border="1" data-bbox="617 1133 1669 1367"> <thead> <tr> <th>PRODUCTO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>VALOR PARCIAL</th> <th>VALOR TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Canecas</td> <td>3</td> <td>\$3.500</td> <td>\$10.500</td> </tr> <tr> <td>Paquete de Bolsas</td> <td>3</td> <td>\$2.600</td> <td>\$7.800</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>TOTAL</td> <td>\$18.300</td> </tr> </tbody> </table>				PRODUCTO	CANTIDAD	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL	Canecas	3	\$3.500	\$10.500	Paquete de Bolsas	3	\$2.600	\$7.800			TOTAL	\$18.300
PRODUCTO	CANTIDAD	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL																	
Canecas	3	\$3.500	\$10.500																	
Paquete de Bolsas	3	\$2.600	\$7.800																	
		TOTAL	\$18.300																	

- Cuando se hace el proceso de reciclaje se obtienen los siguientes beneficios:
 - ✓ Con 80 latas de refrescos se puede hacer una llanta de bicicleta
 - ✓ Por reciclar una botella de plástico se ahorra la energía necesaria para mantener una bombilla encendida durante 6 horas.
 - ✓ Cuando se recicla 2 toneladas de plástico usado, se ahorra una tonelada de petróleo, como también una gran cantidad de agua.
 - ✓ Por cada tonelada de briks transformados en tectan reciclado (es un producto parecido al aglomerado de madera), se ahorra 1500kg de madera, 100.000 litros de agua y 221kg de gasoil.
 - ✓ Por cada kilogramo de envase de vidrio reciclado se obtiene un kilogramo de nuevos envases.
 - ✓ 3.000 botellas de vidrio recicladas son unos 1000 kilos menos de basura que van a parar a los vertederos.
 - ✓ Con la energía que se ahorra para conseguir con el reciclado de 4 botellas de vidrio, se consigue que un refrigerador funcione un día completo.

(Quintanilla)

Se observa que son muchos los beneficio que se van obtener tanto para las familias que apliquen esta técnica, como para el medio ambiente, y comparando todos estos beneficios con la inversión que toca realizar es muy mínima y es un valor que esta asequible a la gran mayoría de la familias Colombianas.

<p>¿ES RENTABLE?</p>	<p>Viendo el análisis costo – beneficio de la recolección de residuos se puede decir que, si es rentable aplicar este tipo de alternativa, porque son muchos los beneficios que se van a obtener comparándolo con el costo de inversión que hay que realizar.</p>			
<p>CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA</p>	<p>La captación de agua de lluvia es una estrategia que se está implementando actualmente como una fuente alternativa para el acceso al agua. Implementar un sistema de captación pluvial es una solución que puede llegar a ahorrar hasta el 15% del agua que se utiliza en cada hogar. (GREENDATES, 2018)</p>	<p>Para beber y cocinar, se usa del 5 al 10% de agua potable, si se incluye un sistema de captación se reduce en 2/3 el uso de agua potable y un 90% del agua destinada a las diversas actividades de la vida. (Eco Sofía, 2007)</p>	<p>El agua es un recurso natural cada vez más importante y escaso en nuestro entorno. Gracias a la instalación de un sistema de captación de agua de lluvia, puede ahorrar fácilmente hasta un 50% del consumo de agua potable en su casa. (Eco Casas, 2011). La captación de agua de lluvia puede ser una estrategia poderosa para combatir la</p>	<p>Este sistema de captación permite ahorrar hasta un 80% en la factura de agua porque no dependerá totalmente del servicio de Acueductos y Alcantarillados sino del agua de lluvia. (El Nuevo Día, 2015)</p>

			escasez del agua en la actualidad.	
RELACION BENEFICIO – COSTO	<p>Se indago acerca de cómo se podía captar el agua lluvia y esta pareció la manera más asertiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Barril contenedor de agua: <p>Es una fuente alternativa de agua. La recolección de agua lluvia es un recurso de bajo riesgo biológico y químico y puede ser usada directamente en actividades que no requieren agua potable, por ejemplo: jardines, lavado del auto, lavado de ropa, lavado de losa, entre otras actividades. (Homecenter)</p> <p>Cómo recolectar agua lluvia</p> <p>La forma más fácil de recolectar agua lluvia, es conectar un tubo al techo de tu casa que aterrice en un tanque de agua, de esta manera toda la lluvia que caiga sobre las canaletas se transportan por el tubo y terminarán en dicho tanque para luego ser recogida a través de la llave. (Homecenter)</p> <p>(Tanque 1000 Litro Acuaviva)</p> <p>PRECIO: \$232.900</p> <p>(Homecenter)</p> <p>Utilizar este tipo de sistemas alternativos genera beneficios como los son: ahorro en el pago del agua, menos gasto de agua potable, este sistema puede convertirse en una alternativa para mitigar estos costos y mejorar así la calidad de vida de la sociedad.</p>			
¿ES RENTABLE?	<p>Se observa que hay una rentabilidad del $\frac{80\%}{232.900}$ por lo que sería una buena idea implementar esta técnica en estos tipos de vivienda, además se lograra menos desperdicios de agua potable.</p>			

Fuente: (Vence J. , 2019)

En la **tabla 8** se observa las posibles alternativas y/o Sistemas de Construcción Sostenible que se le pueden aplicar a una Vivienda de Interés Social (VIS) fueron evaluadas en los aspectos: técnicos, ambiental, social y financieramente, de donde resulto un análisis de rentabilidad por medio del indicador financiero costo – beneficio.

Tabla 9: Relación Beneficio – Costo de alternativas/o sistemas de construcción sostenible.

Vivienda de Interés Social (VIS)		COSTO (\$)	AHORRO (%)	COSTO - BENEFICIO
Luminaria LED		\$26.400	50%-80%	$\frac{90\%}{26.400}$
Cubiertas Verdes	Ahorro Energético	\$7.500.392,76	40%	$\frac{40\%}{237.823}$
	Tiempo de Impermeabilización		5 años	$\frac{5 \text{ años}}{2.940.000}$
Sanitario Ahorrador		\$379.900	63%	$\frac{63\%}{379.000}$
Accesorios Ahorradores		\$4.900	60%	$\frac{60\%}{4.900}$
Recolección de Residuos		\$18.300	Múltiples Beneficios	
Captación de agua de lluvia		\$232.900	80%	$\frac{80\%}{232.900}$

Fuente: (Vence J. , 2019)

En la **tabla 9** se encuentran un listado de las posibles alternativas/o sistemas de construcción sostenible, ahí se encuentra el costo de la implementación de dicho sistema, el ahorro que se obtiene cuando se aplica, y el porcentaje de rentabilidad.

5.5 Listado de alternativas/o sistemas de construcción sostenible aplicadas a una Vivienda de Interés Social (VIS).

Estas alternativas/o sistemas de construcción sostenible son las que yo como investigadora recomiendo a las empresas para que se las apliquen a una Vivienda de Interés Social (VIS):

Tabla 10: Listado de alternativas/o sistemas de construcción sostenible aplicadas a una Vivienda de Interés Social (VIS).

Vivienda de Interés Social (VIS)	COSTO (\$)	AHORRO (%)	RENTABILIDAD (%)
Luminaria LED	\$26.400	50%-80%	$\frac{90\%}{26.400}$
Sanitario Ahorrador	\$379.900	63%	$\frac{63\%}{379.000}$
Accesorios Ahorradores	\$4.900	60%	$\frac{60\%}{4.900}$
Recolección de Residuos	\$18.300	Múltiples Beneficios	
Captación de agua de lluvia	\$232.900	50%	$\frac{80\%}{232.900}$

Fuente: (Vence J. , 2019)

En la **tabla 10** se encuentran un listado de las posibles alternativas/o sistemas de construcción sostenible aplicadas a una Vivienda de Interés Social (VIS) que se le aplicar a una vivienda de este tipo, ahí se encuentra el costo de la implementación de dicho sistema, el ahorro que se obtiene cuando se aplica, y el porcentaje de rentabilidad.

Las alternativas/o sistemas de construcción sostenible anteriormente mencionadas son las que se le pueden aplicar a una Vivienda de Interés Social (VIS), ayudan a que se obtenga un ahorro significativo en la vivienda que ve reflejado al momento de pagar los servicios públicos; contribuye a la desmesurada destrucción del medio ambiente promoviendo nuevas técnicas de construcción amigables con el ambiente, materiales ecológicos, lo anterior se hace con el fin de que conozcan las alternativas/o sistemas de construcción sostenible y afirmar que si es posible implementar este tipo de técnicas en una vivienda de escaso recurso dando como resultado una vivienda sostenible y amigable con el ambiente.

6. CONCLUSIONES

En Colombia diecisiete (17) proyectos han sido distinguidos por utilizar alternativas y/o sistemas de construcción sostenible, de ese total de proyectos el 100% de estos utilizaron Manejo eficiente del agua, el 94% utilizaron Manejo eficiente de la energía, el 35% utilizaron Manejo eficiente de los materiales y recursos, el 18% utilizaron calidad del ambiente interior y un 5% hace aprovechamiento del sitio sustentables; del total de los proyectos 8 obtuvieron LEED Gold (Oro), 4 obtuvieron LEED Platinum (Platino), y 4 obtuvieron LEED Silver (Plata).

En Colombia se están implementado alternativas/o sistemas de construcción sostenible en sobre todo estas líneas son las más utilizadas: Manejo eficiente del agua, Manejo eficiente de la energía y Manejo eficiente de los materiales y recursos, además las empresas se están certificando, **además se está cambiando el paradigma de realizar proyectos sostenibles**, actualmente se puede encontrar que los proyectos están implementando este tipos de técnicas porque quieren obtener algún tipo de certificación y quieren aportar a la contribución de la destrucción de los recursos naturales y el medio ambiente.

Se encontró nada más un proyecto que cumple con las características de una Vivienda de Interés Social (VIS) con alternativas/o sistemas de construcción sostenible, no hay información precisa en las plataformas acerca de este tipo de tema, después de una exhaustiva búsqueda se **encontró el proyecto “Casa Tenjo”** que se realizó gracias a Dow en alianza con Azembla, Habitat para la Humanidad y con él con Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) con el fin de ayudar a las familias más necesitadas y mejorar su calidad de vida.

El proyecto obtuvo la certificación “Nivel de Sostenibilidad: MUY BUENO” con un puntaje de “50 puntos” en la categoría “Referencial CASA Colombia” que fue otorgada por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), en esta certificación se evaluaron 7 categorías las cuales fueron: Sostenibilidad con el entorno, Sostenibilidad en obra, Eficiencia en agua, Eficiencia en energía, Eficiencia en materiales, Bienestar y Responsabilidad social; con las alternativas/o sistemas de construcción sostenible que se aplicaron en el proyecto se obtuvieron ahorro del 100% en agua, 41% en energía, 31% en agua de interiores y 1/3 de emisiones de CO₂ en comparación con un modelo de vivienda convencional.

En Colombia los proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS) tienen una mínima aplicación de las alternativas/o sistemas de construcción sostenible, o por lo menos los proyectos que han realizado no lo han publicado, no lo reportan, no existen trabajos de grados, estudios, acerca de esta temática por lo que quedo comprobado en este trabajo de grado que solo se pudo encontrar el proyecto “Casa Tenjo”.

Como resultado de la presente investigación las alternativas y/o sistemas de construcción sostenible que son viables para aplicar a un proyecto de Vivienda de Interés Social (VIS) son: Luminaria LED con un costo de \$26.400 y un ahorro del 50%-80%, Sanitario Ahorrador con un costo de \$379.900 y un ahorro del 63%, los Accesorios Ahorradores con un costo de \$4.500 y un ahorro del 60%, la Recolección de Residuos con un costo de \$18.300 generando múltiples beneficios al medio ambiente, Uso de medio de transporte “Bicicleta” con un costo de \$200.000 y ahorros del 80% y Captación de agua de lluvia con un costo de \$232.900 y un ahorro del 50%.

7. RECOMENDACIONES

Dar a conocer entre el gremio de la construcción a nivel Nacional, mediante seminarios, sinopsis, eventos, estudios reales con cifras, artículos, revistas especializadas en el sector constructivo, que la construcción sostenible es una inversión a largo plazo pero que trae múltiples beneficios a cada uno de los hogares obteniendo ahorros significativos en casa uno de los servicios, también se ven reducidos los costos de mantenimientos del proyecto, y por último se mitigan los impactos negativos que el sector de la construcción genera al medio ambiente.

Una certificación LEED demuestra el compromiso de las empresas por mantener proyectos amigables con el medio ambiente y altamente sostenibles, este tipo de certificación la pueden obtener todo tipo de proyectos que cumpla con todas las categorías en que lo evaluarán, hay una gran variedad de proyectos que se encuentran certificados, y la suma de esto irá aumentando cada vez más por lo que ven la necesidad de contribuir con el deterioro del medio ambiente.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Held, G. (Junio de 2010). *Repositorio Cepal*. Recuperado el 13 de 09 de 2018, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5304/S00050485_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SpainGBC. (s.f.). Recuperado el 21 de 11 de 2018, de http://www.spaingbc.org/files/Core%20Concepts%20Guide_ES.pdf

Aluminio Picasso. (s.f.). Recuperado el 02 de 12 de 2018, de <http://aluminiumpicasso.com/cristal.php>

Alvarez, V. (s.f.). Recuperado el 14 de 02 de 2019, de <https://www.vix.com/es/imj/hogar/6540/ventajas-de-tener-paneles-solares-en-casa>

America Retail. (30 de 09 de 2016). Recuperado el 01 de 29 de 2019, de <https://www.america-retail.com/colombia/colombia-el-grupo-exito-inaugura-viva-la-ceja/>

Archiexpo. (s.f.). Recuperado el 03 de 12 de 2018, de <http://www.archiexpo.es/prod/connect-homes/product-137568-1525302.html>

Argos. (s.f.). *Biblioteca de Obras*. Recuperado el 17 de 10 de 2018, de <http://bibliotecadeobras.argos.com.co/Works/Internal/2245>

Arquigrafico. (s.f.). Recuperado el 03 de 12 de 2018, de <https://arquigrafico.com/el-vidrio-laminado-excelente-opcion-como-vidrio-de-seguridad/>

Arquitectura. (s.f.). *Arquitectura*. Recuperado el 11 de 09 de 2018, de Arquitectura: <http://arquitectura.co/certificacion-leed/>

Asociación Mexicana para la Naturación de Azoteas. (s.f.). Recuperado el 24 de 01 de 2019, de <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbW>

Fpbnxhem90ZWFzdmVyZGVzdW5yZWZsZWpvZGV2aWRhfGd4OjQwNDdl
MDA2OTE4YTJIMDg

Auto Promotores. (s.f.). Recuperado el 03 de 12 de 2018, de https://www.autopromotores.com/construccion/estructura-de-madera/#Construccion_con_elementos_portantes_de_madera

Baena, A., & Olaya, C. (2013). Vivienda de Interés Social de calidad en Colombia: hacia una solución integral. *S&T*, 10.

BARRETO, K. L. (2013). Recuperado el 25 de 01 de 2019, de https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1110/2/Beneficios_aplicaci%C3%A9n_sistemas_sostenibles_hogares_barrio_Yomasa.pdf

Basa. (s.f.). Recuperado el 03 de 12 de 2018, de <http://www.basayd.com/portfolio/celoscreen/>

Biblioteca de Obras Argos. (2014). *Biblioteca de Obras Argos*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <http://bibliotecadeobras.argos.com.co/Works/Internal/2245>

Bicitekas. (06 de 2008). Recuperado el 04 de 04 de 2019, de http://bicitekas.org/wp/wp-content/uploads/2013/05/La_Rueda_4.pdf

Blogs. (01 de 21 de 2014). Recuperado el 29 de 01 de 2019, de <https://blogs.20minutos.es/un-hogar-con-mucho-oficio/2014/01/21/8-motivos-por-los-que-deberias-tener-luces-led-en-casa-desde-hoy-mismo-una-pista-vas-a-ahorrar/>

BRIAN ROPERO GIRALDO, J. S. (2011). *Universidad Pontificia Javeriana*.
Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/9479/tesis574.pdf?sequence=1>

CAMACOL. (2014-2015). *Informe de Gestión*. Bogotá.

CAMACOL. (2014-2015). *Informe de Gestión* . Bogotá.

- Caracol Radio. (03 de 09 de 2015). *Caracol Radio*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de http://caracol.com.co/radio/2015/03/08/regional/1425850740_664545.html
- Carter, T., & Keeler, A. (29 de 09 de 2011). Life-cycle cost-benefit analysis of extensive vegetated roof systems. 350-363.
- Castro Chan, J. (02 de 04 de 2018). *Homify*. Recuperado el 03 de 12 de 2018, de https://www.homify.com.co/libros_de_ideas/5142713/conocias-todo-lo-que-puedes-hacer-con-las-estructuras-metalicas
- Catorce6. (2018). Certifican en Colombia Primera Vivienda Sostenible. *Catorce6*.
- CCCS. (04 de 04 de 2016). *Consejo Colombiano de Construcción Sostenible*. Obtenido de <http://www.cccs.org.co/wp/wp-content/uploads/filebase/2016-04-04-PropuestaRefCasa.pdf>
- CCCS. (18 de 05 de 2016). *Consejo Colombiano de Cosntrucción Sostenible*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <https://www.cccs.org.co/wp/2016/05/26/once-proyectos-recibieron-distinciones-en-construverde-2016/>
- CCCS. (23 de 05 de 2016). *Consejo Colombiano de Costrucción Sostenible*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <https://www.usgbc.org/projects/google-bog-8f-fe69>
- CCCS. (06 de 03 de 2018). *Consejo Colombiano de Construcción Sostenible*. Obtenido de <https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed/>
- CECODES. (12 de 07 de 2016). *CECODES*. Recuperado el 17 de 10 de 2018, de <https://www.cecodes.org.co/site/hotel-waya-logra-certificacion-leed/>
- Celsia. (s.f.). Recuperado el 03 de 12 de 2018, de <https://blog.celsia.com/que-son-como-son-paneles-solares>

CEPAL. (17-27 de 08 de 2010). *CEPAL*. Recuperado el 29 de 01 de 2019, de https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/7/40547/LEALVIERNES_2_ANALISIS_COSTO_BENEFICIO_REVISADO.pdf

CERREJON. (30 de 09 de 2016). *CERREJON*. Recuperado el 17 de 10 de 2018, de <https://www.cerrejon.com/index.php/2016/09/30/hotel-wayaguajira-obtuvo-segundo-puesto-del-premio-caracol-televison-la-proteccion-del-medio-ambiente/>

Cociencia Eco. (21 de 08 de 2012). Recuperado el 30 de 01 de 2019, de <https://www.concienciaeco.com/2012/08/21/que-es-el-reciclaje/>

COMUNICADOS. (24 de 06 de 2016). *COMUNICADOS*. Recuperado el 17 de 10 de 2018, de <https://comunicados.co/2016/06/se-lanza-nueva-planta-de-hunter-douglas/>

Con Altura. (s.f.). *Con Altura*. Recuperado el 18 de 10 de 2018, de <https://blog.conaltura.com/vivienda-sostenible-diversidad-bosque-verde-vivo>

Conocimientos Web. (s.f.). Recuperado el 14 de 02 de 2019, de <https://www.conocimientosweb.net/portal/article3144.html>

Consejo Colombiano de construcción Sostenible. (s.f.). Recuperado el 21 de 11 de 2018, de <https://www.cccs.org.co/wp/acerca-del-cccs/>

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (20 de 12 de 2016). *CCCS*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <https://www.cccs.org.co/wp/2016/12/20/viverdi-84-primer-proyecto-leed-oro/>

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (05 de 2016). *CCCS*. Recuperado el 13 de 09 de 2018, de https://www.cccs.org.co/wp/wp-content/uploads/filebase/2016.-OXO-69-CENTRO-EMPRESARIAL-Y-HOTELERO-_2.pdf

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (29 de 06 de 2018). *CCCS*. Recuperado el 19 de 12 de 2018, de

<https://www.cccs.org.co/wp/2018/06/29/la-primera-vivienda-sostenible-del-pais-certificada-en-casa-colombia/>

Constitución Política de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Colombia: LEGIS.

Construdata. (17 de 08 de 2010). *Construdata*. Recuperado el 25 de 09 de 2018, de http://www.construdata.com/BancoConocimiento/E/edificionovartis_leed2010/edificionovartis_leed2010.asp

Construdata. (28 de 01 de 2013). Recuperado el 29 de 01 de 2019, de https://www.construdata.com/Bc/Otros/Documentos/beneficios_cubiertas_verdes.asp

Construdata. (s.f.). Avon, ecobranch. *Construdata*, 7.

CORONA. (s.f.). Recuperado el 30 de 01 de 2019, de <https://www.corona.co/producto/sanitario-smart-redondo/O29191001>

CORONA. (25 de 04 de 2014). *CORONA*. Recuperado el 18 de 10 de 2018, de <https://www.corona.co/articulo/disenio-sostenible-en-el-nuevo-edificio-de-isagen-en-medellin>

Corona. (01 de 08 de 2018). Recuperado el 03 de 12 de 2018, de http://empresa.corona.co/storage/app/media/Actualizaciones/Premio_Corona_2018_Publicacion.pdf

DANE. (s.f.). Recuperado el 21 de 11 de 2018, de <https://www.dane.gov.co/files/acerca/PF.pdf>

DANE. (28 de 08 de 2018). Recuperado el 21 de 11 de 2018, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/vis/bol_vis_Iltrim2018.pdf

Dinero. (27 de 04 de 2010). *Dinero*. Recuperado el 18 de 10 de 2018, de <https://www.dinero.com/negocios/articulo/millonaria-inversion-avon-antioquia/94842>

- Dinero. (01 de 12 de 2014). Recuperado el 04 de 02 de 2019, de <https://www.dinero.com/pais/articulo/ventajas-desventajas-del-uso-motos-bicicletas/203729>
- Dinero. (31 de 08 de 2017). Recuperado el 30 de 01 de 2019, de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/pais/articulo/cuanta-basura-genera-colombia-y-cuanta-recicla/249270>
- Do it Center. (17 de 06 de 2014). Recuperado el 29 de 01 de 2019, de <https://www.doitcenter.com.pa/blogs/blog/bombillos-blancos-vs-bombillos-amarillos-ventajas-y-desventajas>
- DOW. (s.f.). Recuperado el 23 de 01 de 2019, de <https://www.cccs.org.co/wp/download/documento-dow-proyecto-casa-tenjo/?wpdmdl=17088>
- Dow Chemical Company. (17 de 11 de 2017). Recuperado el 29 de 01 de 2019, de <https://co.dow.com/es-co/news/press-release/el-hogar-verde-de-la-familia-guayacundo>
- Eco Casas. (16 de 08 de 2011). Recuperado el 31 de 01 de 2019, de <https://ecocosas.com/construccion/captacion-de-agua-de-lluvia/>
- Eco Habitar. (18 de 03 de 2018). Recuperado el 03 de 12 de 2018, de <http://www.ecohabitar.org/tag/techos-verdes/>
- Eco Sofía. (23 de 04 de 2007). Recuperado el 31 de 01 de 2019, de http://ecosofia.org/2007/04/ahorrar_agua_por_el_planeta_por_el_bolsillo.html
- EcoHabitar. (06 de 10 de 2015). Recuperado el 04 de 02 de 2019, de <http://www.ecohabitar.org/nuevo-sistema-de-cubierta-verde-ligera-urbanscape/>
- El Colombiano. (22 de 04 de 2011). *El Colombiano*. Recuperado el 18 de 10 de 2018, de

http://www.elcolombiano.com/historico/la_nueva_sede_de_isagen_sera_un_edificio_verde-FFEC_130720

El Espectador. (29 de 12 de 2009). Recuperado el 30 de 01 de 2019, de <https://www.elespectador.com/articulo179606-abc-el-ahorro-de-agua>

El Nuevo Día. (22 de 08 de 2015). Recuperado el 04 de 02 de 2019, de <https://www.elnuevodia.com/noticias/locales/nota/nuevaalternativaparaquenuncafalteelagua-2089685/>

El Siglo de Torreón. (04 de 21 de 2018). Recuperado el 31 de 01 de 2019, de <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/1453186.ventajas-ambientales-de-usar-una-bicicleta.html>

El Tiempo. (10 de 08 de 2010). El Tiempo. *Sede de farmacéutica Novartis en el norte de Bogotá obtiene certificación LEED*, pág. 1.

En Obra. (25 de 04 de 2016). OXO 69: EL MIXTO MÁS SOSTENIBLE. Bogota, Colombia.

ESSA. (05 de 05 de 2016). ESSA. Recuperado el 30 de 03 de 2019, de <https://www.essa.com.co/site/Saladeprensa/Finalizandeformaescalonadaenfacturaci%C3%B3ndeESSA.aspx>

Evoluo. (s.f.). Recuperado el 12 de 03 de 2018, de http://evoluo.mx/wp-content/uploads/2017/02/8a5d15_paneles-solares-en-casa.jpg

Fundación Juan Felipe Gómez. (s.f.). *Juan*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <https://juanfe.org/wp-content/uploads/2015/07/Caso-de-Estudio-Juanfe.compressed.pdf>

García, J. (2008). *MATEMÁTICAS FINANCIERAS CON ECUACIONES DE DIFERENCIA FINITA*. Colombia: Pearson.

Generador de Precios. (s.f.). Recuperado el 04 de 02 de 2019, de http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Cubiertas/Planas/Transitables_ventiladas/QAC012_Cubierta_plana_transitable__ventila.html

- Grajales Palacio, L., Marín, Y. A., & Carvajal, C. E. (s.f.). Recuperado el 21 de 11 de 2018, de <https://prezi.com/fiyqpkzuouca/indicadores-de-bondad-financiera/>
- Green Factory. (s.f.). *Green Factory*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <http://www.greenfactory.com.co/?project=elemento-bogota>
- GREENDATES. (26 de 02 de 2018). Recuperado el 31 de 01 de 2019, de <http://greendates.com.mx/cuales-son-los-beneficios-de-la-captacion-de-aguas-pluviales/>
- Gripple. (14 de 02 de 2017). *Gripple*. Recuperado el 12 de 09 de 2018, de <https://www.gripple.com/es/es/article-105/qu-necesito-para-conseguir-la-certificacin-leed-edificios-sostenibles-parte-i>
- Grival. (s.f.). Recuperado el 03 de 12 de 2018, de <https://www.grival.com/articulos/especial-griferias-ahorradoras>
- Grupo Exito. (06 de 22 de 2015). Recuperado el 29 de 01 de 2019, de <https://www.grupoexito.com.co/es/sala-de-prensa/noticias/viva-la-marca-del-negocio-inmobiliario-del-grupo-exito-llega-a-la-ceja-para-entregarle-a-este-municipio-su-primer-centro-comercial>
- Grupo Exito. (10 de 08 de 2017). *Grupo Exito*. Recuperado el 18 de 10 de 2018, de <https://www.grupoexito.com.co/es/sala-de-prensa/noticias/viva-wajiira-del-grupo-exito-en-riohacha-es-el-primer-centro-comercial-en-la-region-caribe-con-certificacion-leed-gold-por-sus-altos-estandares-internacionales-en-construccion-sostenible>
- Guerra, Y., Martínez, Y., & Mangones, K. (2015). *Scribd*. Recuperado el 11 de 09 de 2018, de <https://es.scribd.com/document/315352127/INDICADORES-PARA-MEDIR-LA-BONDAD-FINANCIERA-DE-UNA-ALTERNATIVA-DE-INVERSION>
- Held, G. (06 de 2000). Recuperado el 21 de 11 de 2018, de <https://core.ac.uk/download/pdf/7081490.pdf>

- Hernández Gutiérrez, M. C. (2014). Recuperado el 02 de 02 de 2019, de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1142/ILUMINACION+LED.+AHORRO,+EFICIENCIA+E+INNOVACION.+%BFPROYECTO+DE+MEJORA+DE+LA+ILUMINACION+DE+UN+HOTEL%BF.pdf;jsessionid=9C1344ACC8A53F6AB22E6747E307981F?sequence=1>
- Homecenter. (s.f.). Recuperado el 29 de 01 de 2019, de <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat740142/Led>
- Homecenter. (s.f.). Recuperado el 31 de 01 de 2019, de <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/guias-de-compra/aprende-a-reutilizar-agua-lluvia-para-tu-hogar/>
- Homecenter. (s.f.). Recuperado el 31 de 01 de 2019, de <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/59507/Tanque-1000-Litros/59507>
- IDEAM. (12 de 2017). Recuperado el 21 de 11 de 2018, de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befec11cf15f06dd>
- Importancia. (s.f.). Recuperado el 04 de 02 de 2019, de <http://importancia.de/reciclaje/>
- Interior Architects. (s.f.). *Interior Architects*. Recuperado el 15 de 09 de 2018, de <http://vidamasverde.com/2012/edificio-bancolombia-obtuvo-certificacion-leed-gold/>
- ISAGEN. (17 de 12 de 2013). *ISAGEN*. Recuperado el 18 de 10 de 2018, de <https://www.isagen.com.co/SitioWeb/delegate/documentos/enterate/boletines-prensa/2013/certificacion-LEED.pdf>
- Isan, A. (27 de 11 de 2017). *Ecología Verde*. Recuperado el 03 de 12 de 2018, de <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-sistemas-solares-pasivos-348.html>

- JLL. (s.f.). Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <http://www.jllproperty.com.co/es-co/bogot%C3%A1/andino-nogal/oficinas-en-arriendo/edificio-centro-empresarial-calle-75-oficinas-en-arriendo-en-bogot%C3%A1/515362>
- Juanfe. (s.f.). *Juan*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <https://juanfe.org/wp-content/uploads/2015/07/Caso-de-Estudio-Juanfe.compressed.pdf>
- Kunh, M., & Peck, S. (2003). *Design guidelines for green roofs*. New York: Ontario Association of Architects Ontario. 22 p. Landsberg, H. E., 1981. *The urban climate*. Academic Press.
- La Metro Noticias. (30 de 07 de 2017). *La Metro Noticias*. Recuperado el 18 de 10 de 2018, de <https://lametronoticias.com/la-construccion-verde-e-inversiones-inteligentes-son-las-innovaciones-que-haran-parte-de-vimo-2017/>
- La República. (02 de 02 de 2012). Recuperado el 29 de 01 de 2019, de <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/homecenter-abre-la-primera-tienda-local-con-leed-2000165>
- La Republica. (04 de 06 de 2012). *La Republica*. Recuperado el 18 de 10 de 2018, de <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/nueve-edificios-corporativos-tienen-la-certificacion-leed-2014489>
- La Republica. (25 de 01 de 2013). *La Republica*. Recuperado el 18 de 10 de 2018, de <https://www.larepublica.co/empresas/isagen-estrena-sede-empresarial-construida-con-estandares-sostenibles-2030156>
- León Pinto, M. A., & Loaiza Gómez, L. G. (2014). *Biblioteca UPB*. Obtenido de Alejandría UPB: <https://biblioteca.bucaramanga.upb.edu.co/application/index/material/27068>
- Lighting. (s.f.). Recuperado el 03 de 12 de 2018, de <http://www.lighting.philips.com.mx/educacion/iluminacion-led>
- Linio. (s.f.). Recuperado el 05 de 02 de 2019, de <https://www.linio.com.co/p/bicicleta-todoterreno-rin-26-15-18-cambios-de-palanca-v-brake-rojo-op6bwn>

- LO VEO VERDE. (03 de 04 de 2013). *LO VEO VERDE*. Obtenido de <https://loveoverde.wordpress.com/2013/04/03/construccion-vs-medio-ambiente/>
- Mercado Libre. (s.f.). Recuperado el 04 de 02 de 2019, de https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-453773884-accesorio-llave-lavaplatos-ahorrador-de-agua-economiza-60-_JM?quantity=1
- Metal Tec. (23 de 02 de 2018). Recuperado el 14 de 02 de 2019, de <http://info.metal-tec.com.mx/blog/ventajas-de-estructuras-metalicas-diseno-oficinas>
- Ministerio de Vivienda. (s.f.). Recuperado el 21 de 11 de 2018, de <http://www.minvivienda.gov.co/viceministerios/viceministerio-de-vivienda/vis-y-vip>
- Ministerio de Vivienda. (17 de 05 de 2011). Obtenido de Calidad en la Vivienda de Interés Social: http://www.minvivienda.gov.co/Documents/guia_asis_tec_vis_1.pdf
- Ministerio de Vivienda. (s.f.). *Ministerio de Vivienda*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/viceministerios/viceministerio-de-vivienda/vis-y-vip>
- Ministerios de Vivienda. (s.f.). *Ministerios de Vivienda*. Recuperado el 12 de 09 de 2018, de <http://www.minvivienda.gov.co/cambio-climatico/mitigacion/construccion-sostenible>
- Moya Muñoz, M. M., & Sarmiento Colmenares, L. R. (2012). *Biblioteca UPB*. Obtenido de Alejandría UPB: <https://biblioteca.bucaramanga.upb.edu.co/application/index/material/22205>
- Noticentro Colombia. (07 de 11 de 2017). *Noticentro Colombia*. Recuperado el 18 de 12 de 2018, de <http://www.noticentrocolombia.com/2017/11/07/en-tenjo-se-realizo-la-entrega-de-una-vivienda-amigable-y-sostenible-con-el-medio-ambiente/>

- OBS. (s.f.). *OBS*. Obtenido de <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/causas-de-fracaso-de-un-proyecto/importancia-de-la-evaluacion-del-proyecto-para-alcanzar-el-exito>
- Oikos. (24 de 09 de 2014). *Oikos*. Recuperado el 15 de 09 de 2018, de <https://www.oikos.com.co/constructora/proyectos-de-construccion-sostenible>
- Olaya, C., & Baena, A. (2013). Vivienda de Interés Social de calidad en Colombia: hacia una solución integral. *S&T*, 11.
- Opcionis. (23 de 02 de 2017). *Opcionis*. Recuperado el 09 de 09 de 2018, de Opcionis: <https://opcionis.com/blog/que-es-desarrollo-sostenible/>
- Organización Panamericana de la Salud. (2004). *GUÍA DE DISEÑO PARA CAPTACIÓN*. Recuperado el 03 de 12 de 2018, de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cd47/lluvia.pdf>
- Oroztegui Jaimes , J. A., & Zapata Barroso , M. A. (2010). *Biblioteca UPB*. Obtenido de Alejandría UPB: <https://biblioteca.bucaramanga.upb.edu.co/application/index/material/18468>
- Pascual, J. A. (02 de 07 de 2017). *Computer Hoy*. Recuperado el 29 de 01 de 2019, de <https://computerhoy.com/noticias/hardware/verdades-mentiras-lamparas-bombillas-led-64096>
- Portafolio. (09 de 10 de 2011). *Portafolio*. Recuperado el 18 de 10 de 2018, de <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/herramienta-impulsa-sostenibilidad-141122>
- Portafolio. (16 de 06 de 2016). *Portafolio*. Recuperado el 17 de 10 de 2018, de <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/hunter-douglas-tenjo-497645>
- Prensa Latente. (04 de 05 de 2016). *Prensa Latente*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <http://prensarealestate.com/fundacion-gomez-escobar-certificacion-leed/>

- Quintanilla, J. (s.f.). *Medicina Illure*. Recuperado el 31 de 01 de 2019, de <https://www.medicinalliure.com/es/efectos-positivos-del-reciclaje-impacto-calentamiento-global/>
- Revista de Logistica. (18 de 07 de 2016). *Revista de Logistica*. Recuperado el 17 de 10 de 2018, de <https://revistadelogistica.com/almacenamiento/hunter-douglas-de-colombia-invierte-mas-de-40-000-millones-de-pesos-en-su-nueva-sede/>
- Ríos Duran, D. F., & Hernández Rivera, J. A. (2012). *Biblioteca UPB*. Obtenido de Alejandría UPB: <https://biblioteca.bucaramanga.upb.edu.co/application/index/material/22206>
- Rutan Medellín . (11 de 06 de 2014). *Rutan Medellín* . Recuperado el 18 de 10 de 2018, de <https://www.rutanmedellin.org/es/actualidad/noticias/item/complejo-ruta-n-obtiene-la-certificacion-leed-gold11062014-5>
- Salazar, J. A. (19 de 10 de 2012). *Colmayor*. Recuperado el 06 de 09 de 2018, de http://www.colmayor.edu.co/archivos/materialesdeconstruccindebajoc_jie7u.pdf
- SciELO. (06 de 2011). INDURAL: a meaningful contribution to cleaner production and sustainable construction. *SciELO*.
- Semper Green. (s.f.). Recuperado el 03 de 12 de 2018, de <https://www.sempergreen.com/co/soluciones/techo-verde/beneficios>
- Sitio Solar. (s.f.). Recuperado el 03 de 12 de 2018, de <http://www.sitiosolar.com/los-sistemas-de-recoleccion-de-agua-de-lluvia/>
- Slideplayer. (30 de 11 de 2012). *Slideplayer*. Recuperado el 09 de 09 de 2018, de Slideplayer: <http://slideplayer.es/slide/1102518/>
- Solano García , N. M., & Quiroga Prada, E. R. (2014). *Biblioteca UPB*. Obtenido de Alejandría UPB: <https://biblioteca.bucaramanga.upb.edu.co/application/index/material/27595>

Sostenibilidad. (06 de 07 de 2016). *Sostenibilidad*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <https://sostenibilidad.semana.com/>

Spain Green Building Council. (07 de 2000). *Spain Green Building Council*. Obtenido de http://www.spaingbc.org/files/leed_nc_v2_0_esp.pdf

SpainGBC. (s.f.). Recuperado el 21 de 11 de 2018, de <http://www.spaingbc.org/web/>

Susa, D. E. (04 de 07 de 2012). Nueve edificios corporativos tienen la certificación Leed. pág. 1.

UNESCO. (2012). *UNESCO*. Obtenido de Educación para el Desarrollo Sostenible
LIBRO DE CONSULTA:
<http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002167/216756s.pdf>

Universidad Sergio Arboleda. (s.f.). Recuperado el 31 de 01 de 2019, de <https://www.usergioarboleda.edu.co/beneficios-ambientales-usar-la-bicicleta/>

Urbina, G. B. (2011). *Fundamentos de Ingeniería Económica*. Mexico: McGraw-Hi.

Urdaneta, J. A. (30 de 06 de 2018). *Electrontools*. Obtenido de <http://www.electrontools.com/Home/WP/2018/06/30/sostenibilidad-ambiental/>

USGBC. (s.f.). Recuperado el 21 de 11 de 2018, de <https://new.usgbc.org/leed>

USGBC. (s.f.). *USGBC*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <https://www.usgbc.org/projects/encenillo-cedi-pastas-doria>

USGBC. (s.f.). *USGBC*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <https://www.usgbc.org/node/1732728>

USGBC. (s.f.). *USGBC*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <http://www.usgbc.org/projects/paralelo-26?view=overview>

Vanguardia. (20 de 01 de 2012). Recuperado el 29 de 01 de 2019, de Bucaramanga es el primer almacén de cadena de Colombia y el segundo en Sudamérica

que tiene este sello. El primero en Sudamérica es el Homecenter de Copiapó en Chile.

Vence, J. (02 de 02 de 2019). Bucaramanga, Colombia.

Vence, J. A. (17 de 10 de 2018). Matriz de Frecuencia. *Matriz de Frecuencia*. Bucaramanga, Santander, Colombia.

World Office Forum. (s.f.). *World Office Forum*. Recuperado el 14 de 09 de 2018, de <http://worldofficeforum.com/oxo-69-leed-platino-colombia/>

Zambrano, A. M. (2009). *Máticas Financieras*. Mexico: Alfaomega.

Zapata Barros, M. A., & Orostegui Jaimes, J. A. (2010). Recuperado el 21 de 11 de 2011, de https://biblioteca.bucaramanga.upb.edu.co/docs/digital_18468.pdf

Zuper Casa. (06 de 2018). Recuperado el 23 de 01 de 2019, de <http://zupercasa.com/wp-content/uploads/2018/06/P201705-01-Certificado.pdf>