



TRABAJO DE GRADO

**PLAN GERENCIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SOSTENIBILIDAD
MEDIANTE PANELES SOLARES EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL (VIS)**

BRENDA ESTEFANIA CASTAÑO QUIROGA

SUSAN ALEXANDRA HERNÁNDEZ MARROQUÍN

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ D.C

2021

TRABAJO DE GRADO

**PLAN GERENCIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SOSTENIBILIDAD
MEDIANTE PANELES SOLARES EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL (VIS)**

BRENDA ESTEFANIA CASTAÑO QUIROGA

SUSAN ALEXANDRA HERNÁNDEZ MARROQUÍN

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gerencia de
Obras

Docente

DIANA MAGALLY FORERO TOLOZA

Magister en Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ D.C

2021



Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](#). [Advertencia](#).

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material

La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia](#).

Dedicatoria

A mi familia que es mi apoyo y compañía incondicional, especialmente a mi hermana Paula, poder culminar esta etapa después de que la vida se nos derrumbará con tu partida, fue gracias a la compañía incondicional que siempre me has brindado, porque aunque la mayor parte de este proceso no has estado con tu presencia física, te sigo sintiendo cada día más cerca, gracias por ese amor tan grande que siempre me brindaste y sé que desde donde estés estas muy orgullosa de mí, Te amo Paulis, tú Alexita.

Susan Alexandra Hernández Marroquín

A toda mi familia por su gran amor y por su gran apoyo en todo momento fueron los que me ayudaron a culminar esta linda etapa de mi vida, muchas gracias y los amo con toda mi vida.

Brenda Estefania Castaño Quiroga

Dar gracias a Dios porque nos ha permitido culminar una etapa más en nuestra vida profesional.

A nuestros padres y toda nuestra familia porque siempre nos han apoyado en cada uno de los pasos que decidimos recorrer personal y profesionalmente.

Gracias a la Ing. Diana Magally Forero Toloza por su apoyo, guía, compromiso y por haber dirigido con éxito este proyecto de grado.

A la Universidad Católica de Colombia por brindarnos las herramientas para seguir creciendo como profesionales y personas.

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	9
2. GENERALIDADES	11
2.1 LINEA DE INVESTIGACIÓN	11
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2.3 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	12
2.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	13
2.5 VARIABLES DEL PROBLEMA	13
2.5.1 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	13
2.5.2 NORMATIVIDAD Y POLÍTICAS DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.....	14
2.5.3 ENERGÍA RENOVABLE Y PANELES SOLARES	14
2.6 OBJETIVOS	15
2.6.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
2.7.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
3. ANÁLISIS DEL CONTEXTO GLOBAL	16
3.1 SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.....	16
3.2 VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL CON ENERGÍAS RENOVABLES.....	20
3.3 CASOS DE EDIFICIOS EN COLOMBIA QUE UTILIZAN PANELES SOLARES	20
3.4 FACTORES DETERMINANTES DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	23
3.4.1 PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD	23
3.4.2 CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD	24
4. VISUALIZACIÓN DEL ESCENARIO	25
4.1 ENERGÍAS LIMPIAS	26
4.2 ENERGÍAS FOTOVOLTAICAS.....	27
4.3 ENERGÍA ELÉCTRICA	27
4.4 ENERGÍAS RENOVABLES.....	28
4.5 PANELES SOLARES	28
4.6 TIPO DE PLANTAS DE PANELES SOLARES	30
4.7 INCORPORACIÓN DE PANELES SOLARES EN EDIFICACIONES.....	31

4.8	IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL	31
5.	ESTUDIO DE LA POBLACIÓN	32
6.	ESTUDIO TÉCNICO	37
6.1	CICLO DE VIDA DE UNA EDIFICACIÓN.....	37
6.1.1	fase 1 – IDENTIFICACIÓN.....	38
6.1.2	fase 2 – evaluación	39
6.1.3	Fase 3 – PLANEACIÓN.....	39
6.1.4	FASE 4 - construcción	39
6.1.5	FASE 5 - PCO (pre condicionamiento, condicionamiento y operación)	39
6.2	PROCESO PRODUCTIVO DE LAS EDIFICACIONES.....	40
6.2.1	PROCESO DE DISEÑO INTEGRADO (PDI)	40
6.2.2	PROCESO CONSTRUCTIVO.....	42
6.3	ESTRATEGIA DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	43
6.4	TECNOLOGÍAS Y TÉCNICAS SOSTENIBLES	45
7.	ESTUDIO FINANCIERO	46
7.1	PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN	47
7.2	INVERSIÓN Y FINANCIACIÓN	48
7.2.1	Inversión inicial.....	48
7.2.2	Capital de trabajo	49
7.2.3	Subsidio de Vivienda	49
7.2.4	Donación por entidades y/o fundaciones para cubrir los gastos de la implementación de los paneles solares.	49
7.2.5	Alianza con constructora.....	50
7.3	Plan de pagos por parte del beneficiario de la vivienda.....	51
8.	ESTUDIO LEGAL, SOCIAL Y AMBIENTAL.....	56
8.1	NORMATIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN EL CONTEXTO LOCAL (CASO COLOMBIA)	56
8.2	NORMATIVIDAD VIVIENDA DE INTERES SOCIAL (VIS).....	58
8.3	NORMATIVIDAD PANELES SOLARES.....	60
9.	PLAN DE NEGOCIO	61
9.1	Diseño de modelo de negocio	61
9.2	Un modelo de negocio sostenible para la VIS, integrando paneles solares.....	63
9.2.1	Necesidades básicas.....	64

9.2.2	Causantes del cambio.....	65
9.3.3	SOLUCIONES A LAS PROBLEMÁTICAS ACTUALES.....	66
9.2.3	Potencial de innovación	66
9.2.4	Expectativas emergentes	67
9.3	Propuesta de Valor.....	67
9.4	Segmentos de clientes	69
9.5	Relación con el cliente.....	69
9.6	Canales de distribución y comunicaciones.....	70
9.7	Actividades claves	71
9.8	Recursos Claves.....	72
9.9	Alianzas Estratégicas.....	72
9.10	Estructura de Costos.....	73
9.11	Flujos de ingresos	75
10.	CONCLUSIONES.....	76
11.	BIBLIOGRAFIA.....	78

Tabla 1.	Presupuesto de obra	48
Tabla 2.	Estructura de capital de trabajo	49
Tabla 3.	Flujo de caja del proyecto.....	50
Tabla 4.	Descripción de valores.....	51
Tabla 5.	Plan de pagos.....	56
Tabla 6	Recursos Claves	72
Tabla 7.	Presupuesto de obra	74
Tabla 8.	Flujo de caja de la ejecución de la obra.....	75
Tabla 9.	Flujo de caja	75

Ilustración 1.	Área iniciada por tipo de vivienda.....	13
Ilustración 3.	Edificación VERT 79 con Certificación LEED.	22
Ilustración 4.	Edificación Kubik virrey I y II con certificación LEED gold	22
Ilustración 5.	Dimensiones de una edificación sostenible	23
Ilustración 6.	Las principales empresas importadoras de células fotovoltaicas en Colombia.	29
Ilustración 7.	Aspectos de Desarrollo Sostenible	33
Ilustración 8.	Generación de empleo sector de la construcción.....	34
Ilustración 9.	Variación anual del PIB total, Valor agregado construcción y subsectores (a precios constantes) 2016-2020 (II Trimestre).....	34

Ilustración 10. Variación, contribución y participación anual del área aprobada total y para vivienda 302 municipios 2018-2020.....	35
Ilustración 11. Cifras de población por género y edad	36
Ilustración 12. Etapas de construcción	37
Ilustración 13. Ciclo de vida de edificaciones.....	38
Ilustración 14. Comparativo de los procesos obtenidos.....	41
Ilustración 15. Proceso Constructivo.....	42
Ilustración 16. Puntaje de certificación LEED.....	43
Ilustración 17. Puntos requeridos para obtener la certificación LEED.....	44
Ilustración 18. Paneles Solares encontrados en Colombia.	45
Ilustración 19. Sistema de captación solar.....	46
Ilustración 20. Plano de vivienda de interés social	47
Ilustración 21. Modelo de negocio.....	62
Ilustración 22. Modelo CANVA.....	64
Ilustración 23. Segmentos de Clientes	69
Ilustración 24. Relación con los clientes	70

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es, sin duda, un factor determinante en el desarrollo de las sociedades, ya que es responsable directa en el diseño de infraestructura de vivienda, transporte, instalaciones sanitarias, entre otros proyectos, donde se consolida la cultura y el crecimiento económico de los territorios. La verdadera influencia del sector en la economía mundial se aprecia en el hecho de que en 2020 por la pandemia encontrada SARS-CoV-2 “la economía se contrajo el 4.3% de lo que llevaba expandiéndose un 2.2% en el 2019, aportando el 3.2% del PIB global y generando una disminución en los empleos. De acuerdo a los últimos reportes, el sector genera 7.1% del empleo nacional que representa 1.3 millones de trabajadores”.¹ Para el caso Colombia en particular, la industria de la construcción consume el 40% de la energía, genera el 30% del CO₂ y el 40% de los residuos. Consume el 60% de los materiales extraídos de la tierra. Adicionalmente, en la construcción se desperdicia el 20% de todos los materiales empleados en la obra.

Por otra parte, en Colombia el 2,8% de la tasa anual de materias primas es usada en el sector de la construcción que equivale a 87 millones de toneladas. “El sector de la construcción es también el mayor consumidor de energía en el mundo consumiendo un tercio de está, en su mayoría durante el tiempo de habitación y uso del inmueble. También, el 70% de la energía es consumida durante el proceso de construcción, elaboración de materiales y demolición de las obras de construcción.” (Acevedo, 2017). Descrito lo anterior, la construcción sostenible se ha convertido en una alternativa que permite reducir los impactos generados al entorno y también, aumenta la probabilidad de mitigar la reducción de los recursos naturales evitando impactos irreversibles. Identificar estrategias alineadas en la construcción sostenible puede generar una reducción del 35% en las emisiones de CO₂, un ahorro en el consumo de agua y energía del 30 al 50%, y una disminución de los costos por disposición de residuos sólidos de hasta el 90%.

En Colombia, durante los últimos años, se ha identificado que el sector de la construcción es una de las principales actividades económicas del país, y se ha generado un crecimiento exponencial en la construcción vertical (Vivienda), integrando en esta tendencia, las viviendas de interés social. Teniendo en cuenta estos aspectos e integrando la importancia de la sostenibilidad, orientada en el sector de la construcción, es necesario entender que el ejercicio de la construcción causa impactos en los sistemas sociales dentro de los que se actúa. Por tanto, se hace relevante identificar estrategias en la dimensión social de la sostenibilidad, lo que plantea nuevos procesos en el momento de diseñar los proyectos, pues exige

¹ Acevedo, Harlem. Vasquez, Alejandro. Ramirez, Diego. Sostenibilidad: actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. Gestión y ambiente. Universidad Nacional de Colombia. 2012. P 1-15

orientar la atención en los individuos que directamente van a hacer uso de las estructuras a construir.

La identificación y apropiación de prácticas sostenibles en la construcción, orientadas aun en simples cambios en la mentalidad y en la manera de concebir las edificaciones, han permitido que las organizaciones del sector se orienten hacia tendencias sostenibles, comenzando a crear un mercado en torno a ésta. Es importante plantear que la industria de la construcción es un sector que consume, casi exclusivamente, un tipo de materiales que pertenecen a la categoría de recursos no renovables: los materiales pétreos. Por otra parte, en términos de déficit habitacional, que se calcula en 3'828.055 unidades habitacionales (DANE, 2009) para Colombia, las estructuras organizativas encargadas deben generar nuevos modelos de construcción para dar solución este reto del país. De acuerdo al Ministerio de vivienda de Colombia, la construcción de viviendas VIS y VIP ha permitido disminuir el déficit habitacional del sector de la población que, por su condición de pobreza, no tiene posibilidades de acceder a una vivienda digna. Esto permite inferir que la construcción de viviendas de interés social en el país debe estar orientada en la edificación de casas dignas que cumplan con ser económicas, presentar un buen desempeño ambiental y posibilitar a sus habitantes el acceso a los servicios públicos, de educación, salud, entre otros, mejorando las condiciones de pobreza en la que se encuentran más del 46,1 % de los colombianos .

Bajo esta premisa, este trabajo tiene como objetivo determinar viviendas de interés social en Colombia con sistemas de sostenibilidad teniendo como base la implementación de políticas y sistemas llamados leed (LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN) que se han implementado en estados unidos y nos sirven de ejemplo para poderlos desarrollar en Colombia.

2. GENERALIDADES

2.1 LINEA DE INVESTIGACIÓN

Este plan de trabajo está orientado en el área de conocimiento sobre Gestión y Tecnología para la sustentabilidad de proyectos que tiene como propósito explorar estrategias para la construcción de viviendas de interés social sostenible. El plan gerencial tiene como propósito la identificación de una metodología para la implementación de viviendas verdes en el cual se busca generar energía renovable con paneles solares.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El país cuenta con un porcentaje del 86,04% de población que equivaldrían a 6.9 millones de personas, que se encuentra dentro de los estratos que se podrían beneficiar de la política de vivienda de interés social orientada a disminuir una de las necesidades más latentes de Colombia: la de garantizar la vivienda propia. La vivienda de interés social está concebida como aquellas “unidades habitacionales destinadas a las clases sociales de menores ingresos económicos, es decir, aquellas personas que ganan menos de dos salarios mínimos mensuales y, cuyo acceso a créditos es reducido”². Esta política fue creada por el gobierno de Colombia y tiene como propósito generar beneficios a poblaciones vulnerables, que están categorizadas en los estratos uno, dos y tres, y que corresponden a barrios de invasión o aquellos predios que reciben subsidios en los servicios públicos. Por esto los estratos de bajos recursos cuenta con unos subsidios creados por el gobierno nacional en donde para acceder a estos se necesita que las familias no cuenten con ingresos mayores a cuatro salarios mínimos, para poder acceder al programa creado por el ministerio de vivienda que es “Mi casa ya” en donde para poder acceder a este se tienen dos beneficios el primero es un subsidio a la cuota inicial entre 27 millones de pesos o encontrarse afiliado a alguna caja de compensación para que se logre una financiación mayor es decir obtener un subsidio de 45 millones de pesos y el segundo beneficio con el que se cuenta es la reducción de la tasa de interés a un 30% de lo que normalmente se pagaría.

De acuerdo a la cifras mencionadas con anterioridad, se puede identificar que un 86,04% de la población en estratos uno, dos y tres, corresponde a un porcentaje bastante alto de la de los Colombianos que tienen la probabilidad de beneficiarse

² Susunaga Monroy, Jorge Mario. Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de vivienda de interés social y prioritario. Especialización en gerencia de obras. Universidad Católica de Colombia, Facultad de ingeniería. Bogotá. 2014. P 1-55.

de la Política: Si se logran implementar buenas prácticas de sostenibilidad en las viviendas de interés social, se podrían presentar cambios significativos en Colombia teniendo en cuenta que se transformaría el modelo convencional de construcción VIS. Descrito lo anterior, la identificación y apropiación de estrategias sostenibles en el sector de la construcción, significaría un gran aporte al desarrollo sostenible del país, teniendo en cuenta que la implementación de tecnologías como por ejemplo, los paneles fotovoltaicos que permite producir energía natural y no contamina el medio ambiente, puede generar grandes ventajas, no solo en la etapa constructiva, sino en el largo plazo, a través de la reducción del uso de energía tradicional.

2.3 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En Colombia existen decretos, leyes y normas que cumplen con la *“Declaración universal de los derechos humanos de 1948 y la convención internacional sobre los Derechos económicos, sociales y culturales (DESC) de 1966. La vivienda es considerada un bien vital para el desarrollo de las personas”*³, teniendo en cuenta que hace parte de los derechos humanos económicos y sociales, permitiendo que se cumpla con lo estipulado; todos los seres humanos tienen derecho a acceder y mantener un hogar y una comunidad, seguros de que puedan vivir en paz y con dignidad. En Colombia se encuentran construidas según cifras del DANE un porcentaje de 25.7 %⁴ de viviendas de interés social en todo el país. Durante el segundo trimestre del 2020 el 52,6% las obras se encontraban paralizadas debido a la pandemia (COVID-19), teniendo en cuenta que el país entró en una etapa de aislamiento total, generando que la mayoría de los sectores económicos entraran en receso, incluido el sector de la construcción. En la gráfica a continuación, se puede observar la construcción por metro cuadrado de VIS y no VIS a través de los años, logrando identificar el decaimiento del 2,8% en la VIS, en comparación al mismo trimestre del año anterior.

³ Muñoz, Leydi Banessa y Vides Yennis Fernanda. Incidencia de la política pública de vivienda de interés social en la población en condición de vulnerabilidad del municipio de Bucaramanga 2010-2014. Especialización en Gestión Pública. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Escuela Económica y Administración, 2015. 126 p.

⁴ DANE

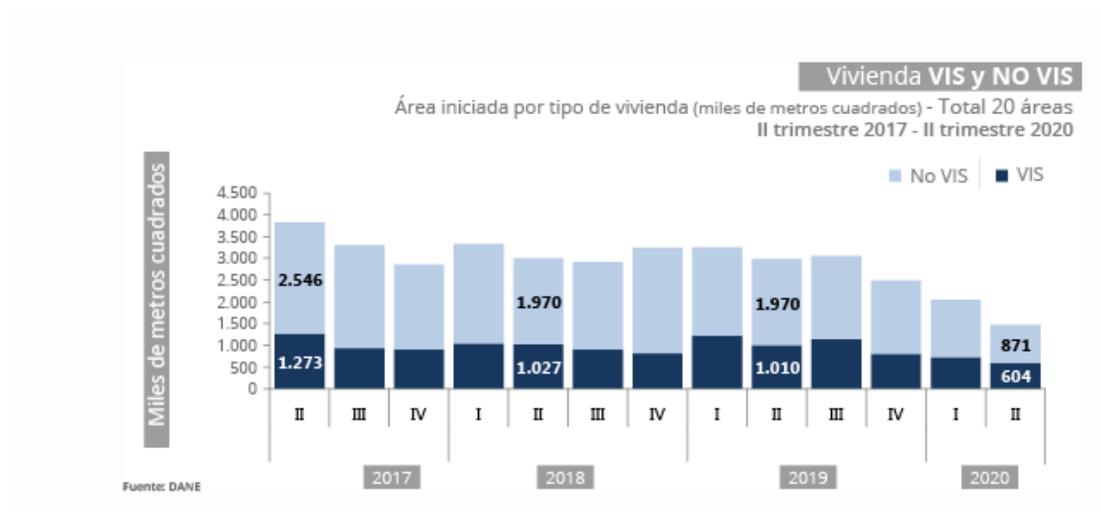


Ilustración 1. Área iniciada por tipo de vivienda

Por otra parte, es importante resaltar que el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, creó el Decreto 1467 de 2019 en donde oficializó en su artículo 2.1.9.1 el costo que debe tener la Vivienda de Interés Social (VIS), donde se indica que el precio máximo para este tipo de vivienda será de ciento cincuenta salarios mínimos mensuales legales vigentes (150 SMLMV), para viviendas ubicadas en Distritos y Municipios que pertenecen a ciertas urbanizaciones definidas en el documento CONPES 3819 de 2014, cuya población supere el millón (1.000.000) de habitantes.

2.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo diseñar una estrategia para la construcción de vivienda de interés social sostenible mediante la implementación de paneles solares, en el marco de la política de vivienda de interés social en Colombia?

2.5 VARIABLES DEL PROBLEMA

2.5.1 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

“La construcción sostenible es la práctica de planear, diseñar, construir, operar y habitar proyectos de construcción, con el fin de que sean económicamente eficientes, minimicen su impacto negativo en el ambiente y maximicen su impacto positivo en los usuarios y en las comunidades a lo largo de su ciclo de vida. En la actualidad, los esfuerzos conjuntos del sector público y privado en el país han comenzado a dar resultado con un incremento en el número de empresas del sector de la construcción, que incluyen cada vez más la

sostenibilidad como parte de su estrategia de negocio. Los proyectos de construcción sostenible son cada vez más accesibles y están presentes en todo tipo de edificaciones, como: colegios, hospitales, centros comerciales, oficinas, escenarios de entretenimiento y vivienda, incluyendo la vivienda social.”⁵

2.5.2 NORMATIVIDAD Y POLÍTICAS DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

El inciso primero del artículo 85 de la Ley 1955 de 2019, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, dispone que la Vivienda de Interés Social es aquella que se desarrolla para garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos, que cumple con los estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción sostenible, y cuyo valor no exceda ciento treinta y cinco (135) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

Que esta misma norma dispuso que excepcionalmente, para las aglomeraciones urbanas definidas por el CONPES y cuya población supere un millón (1 .000.000) de habitantes, el Gobierno Nacional podrá establecer como precio máximo de la vivienda de interés social, la suma de ciento cincuenta (150) salarios mínimos mensuales legales vigentes, indicando que para el caso de los municipios que hacen parte de dichas aglomeraciones, el valor aplicará únicamente para aquellos en que el Gobierno nacional demuestre presiones en el valor del suelo que generan dificultades en la provisión de vivienda de interés social.⁶

2.5.3 ENERGÍA RENOVABLE Y PANELES SOLARES

PANELES SOLARES: *Los paneles o módulos solares son dispositivos **diseñados para captar la radiación electromagnética proveniente del Sol**, para su posterior aprovechamiento y transformación en diversas formas de energía útil, como son la energía térmica (obtenida mediante colectores solares) y la energía eléctrica (obtenida mediante paneles fotovoltaicos)*⁷

ENERGÍAS RENOVABLES: “Son aquellas fuentes de energía basadas en la utilización de recursos naturales: el sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, sino recursos naturales capaces de renovarse ilimitadamente. Uno de sus puntos fuertes es que tienen un impacto ambiental muy escaso, pues además de no emplear recursos finitos, no

⁵ Forero Ramírez, Sandra y Valdivieso Orozco, Viviana. Introducción a la construcción sostenible, 2020. P 1-22.

⁶ Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. Decreto Número 1467. (13 de agosto de 2019); p. 1-4.

⁷ Raffino, María Estela. Panel Solar. [online]. Argentina, 2020. Publicado 20 de julio de 2020.

generan contaminantes. A las energías renovables se les conoce como energías alternativas o energías verdes.”⁸

2.6 OBJETIVOS

Los objetivos de este proyecto se plantean a partir de una exploración de la literatura y que está orientada en analizar y proponer una estrategia de implementación de viviendas de interés social que incluyan mecanismos de sostenibilidad, tales como los paneles solares, se plantea analizar cuáles son los factores determinantes que intervienen en la designación de los proyectos y de los recursos.

2.6.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta de Plan Gerencial para la construcción de vivienda de interés social sostenible (VIS) que integre los paneles solares como una estrategia de sostenibilidad.

2.7.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Elaborar un marco conceptual en el tópico de construcción sostenible, a través de una revisión de documentos estratégicos, para identificar dimensiones y/o factores determinantes de la construcción de vivienda de interés social en Colombia.

Analizar la normatividad y el marco legal a través del cual se desarrollan las actividades de un proyecto de construcción sostenible, para identificar los lineamientos normativos en el marco de la política de Vivienda de interés social.

Determinar a partir de la articulación del marco conceptual, las dimensiones y/o factores determinantes, el marco legal y los estudios técnicos el modelo de negocio que permita el diseño, planeación y comercialización de vivienda de interés social que integre paneles solares como estrategia de sostenibilidad.

⁸ Factor energía. Energías Renovables: Características, tipos y nuevos retos. [online]. 2018. Publicado 30 de agosto de 2018.

3. ANÁLISIS DEL CONTEXTO GLOBAL

3.1 SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

El sector de la construcción, además de ser uno de los sectores indispensables para el desarrollo de la sociedad, *“es también uno de los principales responsables de la generación de residuos, contaminación, transformación del entorno y uso considerable de energía”*.⁹

Es conveniente señalar que el sector de la construcción es uno de los sectores que afecta al medio ambiente desde su etapa inicial, considerando que la extracción de material para la etapa constructiva es *“primordial para las obras civiles puesto que los materiales de cantera o de arrastre de río, son materia prima en la producción de morteros, concretos, bases, subbases, rellenos de vías en toda su etapa constructiva”*¹⁰. Igualmente, la construcción contribuye en buena medida a los grandes problemas medioambientales del entorno, tales como, el calentamiento global, efecto invernadero, la contaminación y polución del aire, el agotamiento de los recursos naturales, renovables y no renovable. “Por otra parte, las edificaciones, durante su usabilidad y funcionamiento y, dependiendo de su diseño, representan un alto impacto ambiental y pueden llegar ser causantes de emisiones de gases y sustancias tóxicas, contaminación sónica, vibraciones excesivas, comportamiento inadecuado, clima interior excesivo, incomodidad e inseguridad física de los usuarios, riesgos o peligros en casos de incendio o terremotos”¹¹

También, el sector de la construcción utiliza los recursos naturales en todas las fases del proceso, y para el caso de Latinoamérica, *“el consumo energético durante la operación de edificios representa casi el 24% del consumo de energía y cerca del 30% de las emisiones de CO₂”*¹². A su vez, *de acuerdo con la Superintendencia de Servicios Públicos (2014), en áreas urbanas el sector residencial es el mayor consumidor de agua, representando el 79% del total.”*¹³ Sin lugar a duda, es un sector que afecta de forma directa a los recursos naturales, por lo tanto, se deben crear objetivos que permitan al sector más sostenible.

⁹ Acevedo, Harlem. Vásquez, Alejandro. Ramírez, Diego. Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. En: Revista Universidad Nacional de Colombia. (mayo 2011- mayo 2012)

¹⁰ Ministerio de Minas y Energía. Explotación de materiales de construcción, Canteras y material de arrastre. Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia. Colombia.2013. p 1-57

¹¹ Alavedra, Pere. Dominguez, Javier. Gonzalo, Engracia. Sierra, Javier. La construcción sostenible. El estado de la cuestión. Publicado: Septiembre 1997. P 1-7

¹² Forero Ramírez, Sandra y Valdivieso Orozco, Viviana. Op. Cit. P-8.

¹³ Forero Ramírez, Sandra y Valdivieso Orozco, Viviana. Op. Cit. P-9

Descrito lo anterior, a través de los años, en el contexto global se han implementado desarrollos sostenibles orientados en satisfacer las necesidades del presente sin alterar la capacidad de las futuras generaciones, teniendo en cuenta la necesidad que se ha presentado por el cambio climático, que se entiende como “ *el clima del planeta que ha experimentado cambios constantes a lo largo del tiempo geológico, entre ellos fluctuaciones significativas de las temperaturas medias globales*”¹⁴. Esto ha permitido evidenciar el agotamiento inevitable de los recursos naturales, energéticos y la no implementación de estrategias como la Economía Circular que permite reducir tanto la entrada de los materiales como la producción de desechos, cerrando los “bucles” o flujos económicos y ecológicos de los recursos.

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

La sostenibilidad hace referencia a la capacidad de mantenerse por sí mismo y ha sido relacionada con el equilibrio que debe existir en cualquier proceso entre las partes que en él se ven involucradas, tratado generalmente desde las dimensiones ecológica, económica y social. Esto sugiere una relación articulada en las tres dimensiones, relación que ha determinado el desarrollo de la humanidad desde sus inicios. (Acevedo, 2012) . “La construcción sostenible enmarca un conjunto de actividades tales como el diseño, la construcción y la operación de edificaciones con el propósito de diseñar estrategias que permitan ser responsables con el medio ambiente, que sean factibles económicamente y sobre todo garantizar las condiciones de salud y condiciones dignas de vivienda y uso. Estos fundamentos se establecen desde el diseño, y se planifican desde la identificación de las materias primas aplicando su reutilización, diversificación energética, el uso adecuado de los procesos de construcción hasta la selección correcta en la ejecución del proyecto.”¹⁵

La Construcción sostenible, que debería ser la construcción del futuro, se puede definir como aquélla que, con compromiso con el Medio Ambiente, implica el uso sostenible de la energía. Es importante resaltar el estudio de la aplicación de las energías renovables en la construcción de los edificios, así como la importancia de identificar estrategias para mitigar el impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y la minimización del consumo de energía que implica la utilización de los edificios. El término de Construcción Sostenible abarca, no sólo a los edificios propiamente dichos, sino que también debe tener en cuenta su entorno y la manera como se comportan para formar las ciudades. “El desarrollo urbano sostenible deberá tener la intención de crear un

¹⁴ Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL). Proyecto de Investigación del sector de la construcción de edificaciones en Colombia. Colombia. 2018. P 1-244

¹⁵ Rosero Altamar, Alvaro Jose. La sostenibilidad un camino seguro para la industria de la construcción en Colombia. Facultad de arquitectura. Universidad de San Buenaventura. Cartagena. 2020

entorno urbano que no atente contra el medio ambiente, con recursos, no sólo en cuanto a las formas y la eficiencia energética, sino también en su función, como un lugar para vivir.” (Pere,1997)

Por otra parte, la Construcción Sostenible deberá entenderse como el desarrollo de la Construcción tradicional, pero con una responsabilidad considerable con el Medio Ambiente por todos los actores claves del sector. Esto implica la responsabilidad compartida en todas las etapas de la construcción, considerando las diferentes alternativas en el proceso, logrando la minimización del agotamiento de los recursos, previniendo la degradación ambiental o los perjuicios y proporcionando un ambiente saludable, tanto en el interior de los edificios como en su entorno. La definición de Construcción Sostenible lleva asociada tres verbos: reducir, conservar y mantener. “La combinación de los principios ecológicos y de los recursos disponibles nos proporcionan una serie de consideraciones a tener en cuenta.” (Pere,1997)

Igualmente, los recursos disponibles para llevar a cabo los objetivos de la Construcción Sostenible hacen referencia a: 1) Energía, que implicará una eficiencia energética y un control en el crecimiento de la movilidad, 2) Terreno y biodiversidad; la correcta utilización del terreno requerirá la integración de una política ambiental y una planificación estricta del terreno utilizado. La construcción ocasiona un impacto directo en la biodiversidad a través de la fragmentación de las áreas naturales y de los ecosistemas, y 3) Recursos minerales, que implicará un uso más eficiente de las materias primas y del agua, combinado con un reciclaje a ciclo cerrado.¹⁶

Los retos actuales requieren una visión y una respuesta innovadora por parte del sector ajustados al contexto del país, donde se debe reducir y mitigar en gran medida los residuos y emisiones, dándole cabalidad a la mejora de los impactos ambientales en el ciclo de vida de los proyectos y contribuyendo al cumplimiento de las acciones de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas de una manera tan eficaz como sea posible. Teniendo en cuenta el objetivo siete de energías asequibles y no contaminantes, podemos evidenciar mediante este trabajo de investigación, que uno del mecanismo a utilizar es la implementación de paneles solares en el sector de la construcción, a través de las viviendas de interés social.

Actualmente, muchos países están implementando la sostenibilidad en construcciones haciendo grandes avances en el tema, Colombia también hace parte de esta implementación teniendo como base las ciudades de Medellín y Bogotá quienes en sus prácticas de construcción urbanística han implementado la sostenibilidad en sus edificaciones. En Colombia desde el 2015 se realizaron

¹⁶ Domingo Acosta. Arquitectura y Construcción sostenibles: CONCEPTOS, PROBLEMAS Y ESTRATEGÍAS.

cambios en la construcción en el país, implementando construcción sostenible; donde no solo es un tema ecológico sino también es un tema económico y social puesto que se busca es “satisfacer las necesidades actuales con el propósito de no comprometer la capacidad de los recursos naturales de las futuras generaciones” y reducir los costos tanto en la obra como en el precio final de las mismas.

Por consiguiente, la construcción sostenible se ha consolidado en Colombia, permitiendo las empresas que hacen parte del sector incorporen incorporar dentro de sus proyectos tecnologías sostenibles y modelos de negocio sustentables que estén orientados en satisfacer las necesidades de los estratos bajos beneficiando a estas comunidades a través de la implementación de estas estrategias de sostenibilidad.

Además de las apuestas mencionadas con anterioridad y que comúnmente se han abordado al exponer el tema de la sostenibilidad, en referencia al sector de la construcción, es necesario entender que el ejercicio de la construcción causa impactos en los sistemas sociales dentro de los que se actúa. Es por tanto importante ocuparse de la dimensión social de la sostenibilidad, lo que supone nuevos procesos cuando se desea diseñar nuevos proyectos, pues exige centrarse en los individuos que directamente van a hacer uso de las estructuras a construir. Esto demanda procesos de inmersión en la comunidad, con el propósito de identificar y caracterizar a partir de sus experiencias los posibles proyectos a ejecutar y hacer un levantamiento de las necesidades reales de los futuros usuarios. (Pere, 1997)

Por otra parte, la concentración de la construcción de vivienda en corporaciones privadas y una ausencia de políticas públicas de sostenibilidad han hecho que el acceso a una vivienda digna sea muy difícil para la población colombiana de escasos recursos. Las viviendas serían un inmueble de máxima inversión en el país, de modo que el propietario busca que su vivienda cumpla con las siguientes condiciones:

“•Bajo costo

- Alta calidad ambiental
- Climatización en línea de confort
- Eficiencia energética
- Eco-materiales
- Espacios ergonómicos
- Acceso a servicios de la ciudad (políticos, administrativos, educativos, entre otros)”¹⁷.

¹⁷ Hincapie Vera, Claudia Cecilia. Valencia Ceballos, María Janeth. Construcción de vivienda de interés social sostenible en la ciudad de Medellín como apoyo socioeconómico a la problemática actual. Especialización en gerencia de proyectos. Corporación universitaria minuto de Dios. Medellín, Colombia. Junio. 2015. p 1-51

3.2 VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL CON ENERGÍAS RENOVABLES

“Para que una edificación de vivienda sea sostenible en este caso de vivienda de interés social, debe ser ante todo una edificación segura o de baja vulnerabilidad para garantizar una función eficiente durante toda su vida útil. De no garantizar una materialidad y un buen diseño que apunte a este sistema de sostenibilidad, los edificios necesitan de constantes retoques y reparaciones, y por generarse bajo criterio de solución de vivienda social, no se prevé este rubro en determinado tiempo, lo que genera un costo de mantenimiento, muy alto debido al deterioro que se da cuando se quiera hacer”¹⁸

Durante el último siglo se han venido desarrollando cambios a nivel mundial, respecto a los diferentes mecanismos, que se están construyendo para obtener disminución en los efectos que se tienen al medio ambiente. En virtud de que si no se generan cambios la vida de la tierra se verá muy afectada en los siguientes años y así se deteriora con más rapidez. En Colombia el 86,04% de la población puede acceder a las viviendas de interés social, entendiendo que estas son destinadas a personas de bajos recursos cuyos ingresos en los hogares no supere dos salarios mínimos (En Colombia son aproximadamente un millón ochocientos diecisiete mil cincuenta y dos pesos) y también a personas que no cuenten con vida crediticia para que los bancos les puedan proporcionar un crédito de vivienda.

Teniendo en cuenta la guía de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social en su tomo 1- Calidad en la Vivienda de Interés Social, en el numeral 1.2 El uso sostenible de los recursos naturales, establece que las VIS deben estar diseñadas comprometiéndose con el adecuado uso de los recursos naturales, estas deben pensarse en el consumo de agua y energía, haciendo uso también de estrategias que contribuyan a mejorar la calidad de vida de las personas mientras se conserva el medio ambiente.¹⁹

3.3 CASOS DE EDIFICIOS EN COLOMBIA QUE UTILIZAN PANELES SOLARES

En Colombia la sostenibilidad en la construcción ha tomado un boom muy importante debido a lo que se ha observado a nivel mundial del deterioro del medio ambiente, y ejemplo de ellos es que en Colombia contamos 242 edificios de estándares de certificación LEED.

¹⁸ Montilla Moreno, Pedro. La construcción de edificaciones sostenibles. Perspectivas, estrategias y retos en Latinoamérica. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Meridad, Venezuela. 2010. p 1-25.

¹⁹ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Viceministro de Vivienda y Desarrollo Territorial. Calidad en la Vivienda de Interés Social.p 13.

El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible creó la certificación CASA, que es una herramienta de cambio cultural que brinda la oportunidad de aportar a la mitigación del cambio climático, generar valor e impactar positivamente la salud, el bienestar y la felicidad de las personas.” en el área de Colombia. Este sistema es aplicable tanto a viviendas VIS y no VIS en donde se debe tener un *“Proceso integrativo de Diseño como una metodología que permite la planeación efectiva de estrategias de sostenibilidad desde las etapas tempranas del proyecto, la definición de metas claras de desempeño y el cumplimiento de las expectativas sociales, ambientales y económicas de las partes involucradas. El logro de la sostenibilidad integral exige indagar por los requerimientos del cliente, la definición de indicadores y la participación de todos los actores del proyecto.”*²⁰

Para el caso de Colombia en particular se creó un proyecto VERT 79 en Sabaneta – Antioquia que hace referencia a un proyecto residencial que tiene como propósito la certificación LEED BD+C New Construcción v4 en nivel Oro, convirtiéndose así en un proyecto innovador que le brinda a la sociedad colombiana un proceso de sostenibilidad favorable y competitivo; y contribuyendo al medio ambiente.

*“Este proyecto no usa sistemas mecánicos para ventilación y aire acondicionado, todas las unidades residenciales y zonas comunes son ventiladas naturalmente garantizando el flujo de aire renovado por medio de jardines verticales como horizontales.”*²¹ el proyecto contempla realizar el uso de plantas de la región que producen 200 kg de oxígeno al año, lo que representa un ahorro significativo en el consumo de energía de los aires acondicionados y un impacto reducido al medio ambiente eliminando los refrigerantes. Así mismo, se utiliza un sistema de iluminación que alimenta el 35% de lámparas, luminarias LED y sensores de ocupación en zonas comunes tales como ascensor, bombas de agua y sótanos. Este sistema y el sistema eléctrico cuentan con suministro de energía alternativa proveniente de paneles solares instalados en cubierta que proporcionan alrededor de 38.688 kWh/año.”²²

Descrito lo anterior, se proyecta un beneficio de ahorro de energía del 45% y ahorro de agua del 36%, puesto que se tiene un sistema de recolección de agua lluvia y freática que es utilizada para regar jardines y realizar aseo en las zonas comunes.

²⁰ Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. Op. Cit.

²¹ Armenta, Sara. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. Caso de Éxito: Proyecto VERT 79 con LEED BD+C. Colombia. Publicado: 8 de mayo de 2020.

²² Armenta, Sara. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. Caso de Éxito: Proyecto VERT 79 con LEED BD+C. Colombia. Publicado: 8 de mayo de 2020.



Ilustración 2. Edificación VERT 79 con Certificación LEED.

Otro caso de estudio de Colombia en certificación LEED es el Kubik Virrey I y II. Este edificio está ubicado en la ciudad de Bogotá en la localidad de Chapinero y Barrios Unidos en el sector de Virrey. El proyecto está reconocido con la certificación LEED categoría Gold, que establece una puntuación entre 60 a 79 puntos como resultado de la metodología para la evaluación de construcción sostenible. Específicamente en temas de energía renovable, los apartamentos *“tienen un sistema de automatización fácil de manejar, que optimiza cuándo deben apagarse algunas luminarias si los espacios no están ocupados. Todas las luces poseen tecnología LED –la mayoría dimerizables–, y las estufas de inducción reducen el consumo de energía. El proyecto tiene, asimismo, un mecanismo de calefacción centralizada con base en agua, calentada en calderas de alta eficiencia. El ahorro energético al combinar todo lo anterior se estima entre un 35 o 45 %”*.²³ En este sector de la ciudad el bajo consumo de energía favorece al pago del servicio público puesto que el proyecto está ubicado en uno de los estratos más altos en Colombia.



Ilustración 3. Edificación Kubik virrey I y II con certificación LEED gold

23 Garavito, Camilo. 5 proyectos arquitectónicos sostenibles en Colombia. Axxis. Publicado: julio 29 de 2019.

3.4 FACTORES DETERMINANTES DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

3.4.1 PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD

El desarrollo sostenible ha venido cobrando más importancia con el paso del tiempo, muchas veces asociamos el concepto de sostenibilidad solo al medio ambiente, pero es ahí donde estamos errados, dado que se deben tener en cuenta tres elementos que son de gran importancia para que este desarrollo sea equilibrado y permanente.

- Sostenibilidad económica: Busca impulsar un crecimiento económico que genere riqueza equitativa sin perjudicar los recursos naturales.
- Sostenibilidad ambiental: Defiende que la naturaleza no es una fuente inagotable de recursos y vela por su protección y uso racional.
- Sostenibilidad Social: Fomenta el desarrollo de las personas, comunidades y cultural para conseguir un nivel global de calidad de vida, sanidad y educación adecuado y equitativo.



*Ilustración 4. Dimensiones de una edificación sostenible
Fuente: Política Nacional de Edificaciones Sostenibles.*

La anterior ilustración representa la importancia que tiene la apropiada articulación de estas tres dimensiones en una construcción sostenible, puesto

que este tipo de práctica debe ser integral y debe articular no solo el uso adecuado de los recursos naturales, sino que también debe ofrecer confort, salud, economía, equidad y calidad de vida a los usuarios, esto con el propósito que el desarrollo sostenible del país crezca en todas las dimensiones.

3.4.2 CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD

El consejo nacional de política económica y social-CONPES del Departamento Nacional de Planeación expidió a través del CONPES 3919 La política Nacional de Edificaciones Sostenibles, esta política ha sido uno de los pasos más significativos en cuanto a construcción sostenible en Colombia, en el Anexo E de esta política se definen unos criterios de sostenibilidad.

“Los criterios de sostenibilidad presentados en este anexo son los lineamientos identificados en varios sistemas de certificación de sostenibilidad integral, reglamentaciones nacionales, normas técnicas sectoriales por categorías de producto y guías de implementación de buenas prácticas publicadas en diferentes ministerios y gremios de la construcción”. (CONPES 2018).

De acuerdo con lo anterior cabe aclarar que estos criterios nos son de obligatorio cumplimiento, estos se plantearon con el fin de que sirvan como referentes para el diseño de una edificación sostenible integral, haciendo inclusión de las tres determinantes del desarrollo sostenible mencionadas anteriormente.

Según lo establecido en el CONPES 3919 los criterios de sostenibilidad se clasificaron de la siguiente manera:

CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD SOCIAL

- Proceso de planeación incluyente
- Componente de equidad y accesibilidad

CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

Para abarcar la sostenibilidad ambiental se clasifico en dos aspectos: territorio y edificación.

- Para el territorio:
 - Localización
 - Movilidad
 - Gestión ambiental y resiliencia
- Para la edificación

Teniendo en cuenta que nuestro plan gerencial está enfocado a la construcción de vivienda sostenible, en este apartado haremos una breve explicación de los aspectos ambientales a tener en cuenta en la edificación.

- **Eficiencia en Agua:** Implementar sistemas de riego eficientes, que permita reducir el consumo de agua, así como también el uso de sistemas de recolección para la reutilización de aguas lluvias y aguas negras (cuando sea posible).
- **Eficiencia Energética:** Uso de fuentes de energía renovables que permitan reducir el consumo de energía, que para nuestra propuesta lo que plantearemos es el uso de los paneles solares, y que a su vez se puede hacer uso de accesorios y equipos que sean energéticamente eficientes.
- **Manejo de materiales recursos:** Priorizar la utilización de materiales y productos que estén diseñados para ser reutilizados, así como también que sean de bajo consumo de energía en su proceso de fabricación.
- **Calidad de ambiente interior:** Dar prioridad a la ventilación y luz natural, uso de materiales de baja emisión de partículas organizas, así como también garantizar las condiciones de confort para los ocupantes de la edificación.

4. VISUALIZACIÓN DEL ESCENARIO

Para empezar, vamos a entrar en contexto de que es la construcción sostenible dado que no se tiene una definición universal. Para esta investigación en particular, se ha decidido adoptar el siguiente concepto “la construcción sostenible es aquella que busca satisfacer las necesidades del mundo, haciendo uso eficiente de los recursos, con el fin de generar mayores oportunidades a las generaciones futuras, porque con esta práctica incrementa el cuidado del medio ambiente, por medio de los diferentes procesos que permiten la implementación de nuevas tecnologías que nos ayudan a conservar los recursos naturales y a mejorar la calidad de vida de nosotros los seres vivos.”²⁴

Por otra parte, la construcción sostenible es una práctica relativamente nueva implementada en la industria de la construcción teniendo en cuenta que este sector

²⁴ Torres Castañeda, Carlos Alberto. Construcción sostenible y certificaciones LEED en Colombia. Facultad de educación permanente y avanzada. Fundación universidad de América. Bogotá D.C. 2017

es uno de los que genera efectos negativos en el medio ambiente, siendo uno de los principales consumidores de los recursos naturales y a su vez generador de emisiones de carbono y residuos en todo el mundo. Descrito lo anterior, se ha incrementado el interés de diferentes instituciones y organizaciones por identificar e implementar diferentes alternativas para mitigar las afectaciones generadas.

En Colombia se han unido esfuerzos entre el sector privado y público que han venido dando resultados dado que se han incrementado las iniciativas por diversas empresas del sector de la construcción en querer implementar dentro de sus portafolios los proyectos sostenibles, puesto que aunque para la mayoría de las personas se tiene la idea de que por ser sostenible es aún más costoso, esto se ha venido transformando y se ha podido dar a entender que esta práctica conlleva no solo a ayudar en la conservación de nuestro planeta si no que tiene una serie de beneficios como ser eficientemente económicos e impactos positivos en los usuarios durante su ciclo de vida.

4.1 ENERGÍAS LIMPIAS

El enfoque de este proyecto es incentivar el uso de las energías renovables utilizando la energía fotovoltaica como el panel solar en viviendas de interés social, donde a través de la radiación solar se incorporan alternativas ecológicas como energía limpia, inagotable y sostenible. Según La Unidad de Planeación Nacional Minero Energética (UPME), las energías renovables cubren actualmente cerca del 20% del consumo mundial de electricidad, siendo la energía solar una de las más limitadas en la implementación en zonas urbanas y zonas rurales”.²⁵

Colombia es uno de los países con abundancia de recursos hídricos, lo que ha llevado a la construcción de embalses en donde su mecanismo permite producir energía hidráulica con un aprovechamiento del 70 % para satisfacer las necesidades de los municipios aledaños a estos, por lo cual es un porcentaje importante pero preocupante debido a que se genera una *“gran dependencia hacia esta energía y al ser un recurso que se ve afectado directamente por el cambio climático no se debe depender de este como la principal fuente de energía renovable.”*²⁶

²⁵ Ortiz Chacón, Maryi. Chacón Rincón, Diego. Evaluación de los impactos en la implementación de energía solar fotovoltaica para una vivienda unifamiliar (vereda la Cecilia Villavicencio-Meta-Colombia). Universidad cooperativa de Colombia. Facultad de Ingeniería. Villavicencio, Colombia. 2018. P 1-64

²⁶ Medina Rincón, Sebastián. Venegas Camargo, Allyson. Energías renovables un futuro óptimo para Colombia. Escuela de negocios, gestión y sostenibilidad. Facultad de Administración de Empresas.

Otra de los tipos de energías limpias que existen es la energía eólica, se ha evidenciado que en países que aprovechan las fuentes de energías renovables, este tipo de tecnología puede producir un 20% de la energía necesaria para suplir la demanda energética del país. Esta energía es una de las que tiene menor costo de inversión por lo cual está es impulsada en el mercado

4.2 ENERGÍAS FOTOVOLTAICAS

Los sistemas fotovoltaicos se están aplicando en el sector rural a causa de que se tiene un mayor espacio en la instalación de estos sistemas, pero también se tiene que los costos de implementación están en función del precio del combustible y los costos de operación y mantenimiento donde no se ven los resultados inmediatamente sino a largo plazo respecto a los costos de inversión por esto es importante generar estas energías puesto que cerca de 1 millón de familias carecen del servicio de electricidad en Colombia.

En cuanto a la empresa Telecom en los años 80 con su programa de telecomunicaciones rurales junto con la Universidad Nacional “instalaron pequeños generadores fotovoltaicos de 60 Wp (Wp: vatio pico) para radioteléfonos rurales por su buen funcionamiento, ya en 1983 se instalaron 2950 sistemas, y como toda tecnología esta fue evolucionando al punto de que sus generadores llegaron de 3 a 4 kWp para las antenas satelitales terrenas²⁷.” Mediante este incremento del uso de estas energías las empresas empezaron a utilizar este mecanismo en sus diferentes productos eléctricos.

4.3 ENERGÍA ELÉCTRICA

El proceso para obtener esta energía consiste en la quema de combustibles fósiles tales como el carbón o el petróleo, principales materias orgánicas encontradas en las rocas sedimentarias, el proceso para extraer esta materia es el primordial generador de CO₂ uno de los gases más destructivos en el deterioro del medio ambiente, en efecto esta materia orgánica es limitada, es decir a medida que pasa el tiempo el recurso no se recupera sino que solo se acaba, por este motivo se están creando energías renovables para disminuir este gas y así poder contribuir al mejoramiento del medio ambiente.

También se vienen generando cambios en la energía eléctrica en consecuencia de que esta energía está compuesta de cargas eléctricas positivas y negativas

²⁷ Gómez Ramírez, Jonathan. Murcia Murcia, Jairo. Cabeza Rojas Iván. La energía Solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas. Facultad de ingeniería mecánica. Universidad Santo Tomas. Bogotá, Colombia. 2018. P 1-19.

buscando que estas se neutralicen para ser transformada en energía luminosa, mecánica y térmica.

4.4 ENERGÍAS RENOVABLES

Este tipo de energías están compuestas por tecnologías renovables como la termo solar que permite mediante la tecnología generar energía eléctrica o electricidad mediante la energía térmica que proviene del Sol (el calor solar) o más conocida como energía termoeléctrica.”²⁸, otro método de energía renovable es la fotovoltaica en suelos o en edificios, esta hace referencia a “aquella que se obtiene al convertir la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotoeléctrico, siendo esta una fuente importante de energía renovable, inagotable y no contaminante donde se pueden implementar en pequeños generadores y plantas fotovoltaicas.”²⁹, también se tiene la energía eólica terrestre que se “encarga de producir energía eléctrica a partir del aprovechamiento del viento que realizan los parques eólicos emplazados en tierra”³⁰, adicionalmente existe la energía eólica marina, hidráulica de embalses existentes o de pequeños saltos, energía de las olas, biomasa o geotérmica.

Teniendo en cuenta lo anterior la Unión Europea creó objetivos medioambientales considerando que la energía convencional es insostenible. realizando investigaciones con diferentes universidades y grupos de investigación en donde la Universidad de Standford considero que es probable que en un futuro se consiga el 100% de la energía desarrollando estadísticas que mostraban que en 143 países podrían llegar a este objetivo dentro de 30 años.

4.5 PANELES SOLARES

Pero ¿cómo está constituido un panel solar para que sea capaz de reemplazar la energía convencional? El panel solar es un modelo fotovoltaico en donde está conformado por un conjunto de células conectadas eléctricamente que se procede a encapsularlas. para conformarlas en un marco como estructura principal y que a su salida se tenga una tensión de voltajes que proporcione la energía que se buscan.

El Instituto de planificación y promoción de soluciones energéticas (IPSE) constituido mediante el decreto 1140 de 1999 es el que se encarga de toda la

²⁸ Energía solar, ¿Que es la energía termo solar? [online], Publicado el 29 de marzo 2017, actualizado el 12 de abril de 2020.

²⁹ Iberdrola, ¿Qué es la energía solar fotovoltaica? [online].

³⁰ Iberdrola, Energía eólica [online].

energía del país, así como también de realizar estudios y dar soluciones a las necesidades energéticas de las regiones que no cuentan con un sistema eléctrico. Esta institución generó 370 proyectos en Vichada, Guaviare, Vaupés, Amazonas y Guainía implementando los sistemas solares fotovoltaicos individuales, donde cada módulo tiene un vatio pico de 51 a 53 Wp, una batería de 60 a 72 amperios por hora, un regulador de 12 amperios, dos tomacorrientes y lámparas fluorescentes. Del mismo modo la IPSE actualmente cuenta con 15000 sistemas instalados, en donde cuentan con innovadoras soluciones híbridas, combinando la energía fotovoltaica y las plantas Diesel como plano secundario.

Para esto se necesitan conocer las empresas que tienen la capacidad de importar estos sistemas de alta calidad, lo cual tenemos la lista a continuación:

EMPRESAS IMPORTADORAS DE DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES FOTOSENSIBLES		
EMPRESAS	INVERSIÓN (US\$)	%
Tenesol Colombia Ltda.	\$ 162.861,00	14,22%
Melco de Colombia Ltda.	\$ 147.220,00	12,85%
Coexito S.A.	\$ 123.645,00	10,80%
Colsein Ltda.	\$ 83.404,00	7,28%
BP Solar España Suc. L.A.	\$ 76.637,00	6,69%
Unión Temporal Fulgor Energía	\$ 70.356,00	6,14%
Componentes Electrónicas Ltda.	\$ 58.003,00	5,06%
Durespo S.A.	\$ 44.203,00	3,86%
Energías Integradas CIA. Ltda.	\$ 42.000,00	3,67%
Andcom Ltda.	\$ 38.920,00	3,40%
Satlice and Solar Services - 3s	\$ 38.010,00	3,32%
Proyectos y desarrollo social	\$ 30.260,00	2,64%
Solar Center Ltda.	\$ 26.112,00	2,28%
Coaxesorios Ltda.	\$ 22.240,00	1,94%
Otros	\$ 181.390,00	15,84%
TOTAL	\$ 1.145.261,00	100%

Ilustración 5. Las principales empresas importadoras de células fotovoltaicas en Colombia.

Para incorporar esta tecnología en las zonas rurales se debe utilizar un sistema convencional para hogares aislados en donde sus paneles solares tienen 50 a 70 Wp, una batería entre 60 y 120 Ah y un regulador de carga, con estos sistemas se puede suministrar energía para iluminación, radio, televisión y las necesidades básicas de los campesinos. “cumpliendo con un orden financiero se obtiene que los costes del sistema están entre US \$1200 a \$1500, donde la instalación en las zonas remotas es el mayor costo.”³¹ Teniendo en cuenta esto, en los últimos años ha crecido la instalación de sistemas en los programas de electrificación rural, con

³¹ Rodríguez Murcia, Humberto. Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. Publicado 4 de enero de 2009.

recursos financieros del Estado principalmente del Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las zonas no interconectadas (FAZNI).

4.6 TIPO DE PLANTAS DE PANELES SOLARES

Existen cuatro tipos de tecnologías que incorporan paneles solares para obtener diferente la energía solar:

- La primera es las plantas de torre o receptor central el cual consiste en un campo circular de heliostatos que forman un movimiento circular continuo donde la radiación solar se concentra en un receptor situado en la punta de la torre actuando como caldera. en este punto se permite captar el vapor para ser inyectado a una turbina y así generar electricidad, estos campos permiten moverse en dos ejes azimut y elevación respecto al sol.
- La segunda es la planta de colectores de cilindros parabólicos (CCP) la cual se conforma de metros de espejos con forma parabólica para así concentrar la radiación solar en su foco, se sitúa un tubo donde entra un fluido de aceite sintético térmicamente eficiente que absorbe la radiación colimada alcanzando temperaturas cercanas a los 400 grados centígrados, permitiendo que el fluido sea bombeado a tanques intercambiadores donde esta energía es capaz de mover una turbina.
- La tercera es la planta de reflectores lineales de Fresnel (LFR) es un diseño con un sistema foco muy parecido al de los concentradores CCP, dando así que la radiación se concentre en un captador lineal invertido, está diseñado con pocos apoyos estructurales, juntas de fluido fijas, receptor separado del sistema reflector y largas longitudes de foco permitiendo el uso de cristal convencional y los colectores LFR.
- La cuarta es la planta de discos Stirling diseñada para formar pequeñas unidades que componen una superficie en forma de disco moviéndose en dos ejes respecto al sol. El disco concentra la luz sobre un receptor situado en su foco, donde se alcanzan temperaturas cercanas a 750°C ³²

Descrito lo anterior, se tienen diferentes tipos de plantas que permiten generar electricidad, en Colombia existe una planta de energía solar en el departamento de Tolima, en donde su funcionamiento generara una viabilidad económica en cuestión a la implementación SFV en ciudades del país, en donde se podrá realizar inversiones en temas de energía sostenible creando así beneficios respecto a la sostenibilidad, pero en Colombia todavía no se cuentan con beneficios que permitan adquirir paneles solares sin restricciones, Por ejemplo en Reino Unido están implementando subsidios para volver el país más sostenible, lo cual en Colombia

³² Arias Pulido, Brigitte. Girón Guerra, William. Elaboración de un protocolo para la implementación de energía fotovoltaica en edificios públicos del departamento de Cundinamarca. Caso de modelo: municipios Fómeque y Jerusalén. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Bogotá D.C. 2020. P 1-93.

no funcionará debido a que estos pausarían la innovación y desestimularían la inversión de grandes inversionistas. “Lo cierto, es que no es claro el impacto de los subsidios en la difusión de estas tecnologías, y los países adelantan medidas para evaluar las consecuencias de estos mecanismos en los territorios”³³

4.7 INCORPORACIÓN DE PANELES SOLARES EN EDIFICACIONES

El uso de los paneles solares genera una disminución del 91% de contaminantes más que otras fuentes de energía. Para la obtención de esta energía en edificaciones se debe realizar los siguientes pasos que permiten modificar la energía convencional.

1. Se debe verificar cuál es el consumo de energía en tu hogar para conocer cuántos voltios necesitas para no tener fallas eléctricas.
2. Encontrar un punto clave donde siempre llegue la radiación solar para no tener interferencias.
3. Seleccionar el tipo de instalación tales como On-Grid o instalación fotovoltaica conectada a la red: solo funciona durante el día si hay energía solar suficiente. o también la Off-Grid o instalación fotovoltaica aislada: Tiene una batería que almacena la electricidad que se produce en el día y se puede consumir en la noche.
4. Realizar una revisión eléctrica por seguridad.
5. Realizar el cambio de los paneles solares teniendo en cuenta el ciclo de vida de este.
6. Realizar el mantenimiento regular del sistema fotovoltaico.

4.8 IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL

Si se implementan estos paneles solares a viviendas de interés social se pueden obtener los siguientes beneficios, primero, deducción en el pago del impuesto de renta del 50% de las inversiones en un período de 5 años, segundo, depreciación acelerada de los activos, tercero, exclusión de IVA de los bienes asociados al proyecto, cuarto, exención del gravamen arancelario, quinto, La vivienda adquiere mayor valor de venta por la instalación solar y el uso de energías menos contaminantes, sexto, reducción de impuestos para empresas, séptimo, al instalar paneles solares en edificios se puede lograr una reducción del gasto energético que puede ser medido calculando el gasto por familia al año en energías convencionales, restándole la energía solar consumida, y octavo, los generadores

³³ Cadavid, Lorena. Salazar Serna, Kathleen. Valencia Arias, Alejandro. Franco, Carlos. Las ciudades y el sol: Paridad de red de la generación de electricidad con sistemas fotovoltaicos en los hogares en Colombia. Publicado 19 de febrero del 2020. P 1-23.

de energía renovable en pequeña y gran escala, podrán vender a la red eléctrica el excedente de energía que ellos no consuman, según lo disponga la CREG.

5. ESTUDIO DE LA POBLACIÓN

Para empezar se realizó un estudio del incremento de la población, en los últimos dos siglos según el Foro Económico Mundial (WEF) que es una organización sin ánimo de lucro dedicada a promover debates públicos sobre asuntos globales.³⁴ En donde se evidencia que la población ha aumentado de 1000 millones a cerca 7700 millones de habitantes lo que significa un incremento exponencial y esto genera que el consumo aumente y se vuelva un consumo desmedido, razón por la cual el ser humano es el actor principal del daño ocasionado al planeta siendo este un factor para realizar un cambio positivo creando alternativas y soluciones para disminuir el daño causado al planeta. Es importante destacar las cifras obtenidas por el Banco Mundial (WB) *“que es una asociación mundial única: las cinco instituciones que lo integran trabajan para reducir la pobreza y generar prosperidad compartida en los países en desarrollo.”*³⁵ en donde muestran según sus estadísticas que el 20% de la población utiliza el 80% de los recursos naturales, lo cual es un desequilibrio grande puesto que no toda la población los está utilizando y los que lo utilizan consumen una buena parte de estos.

Cabe resaltar que en tan solo 50 años la producción económica, representada por el Producto Interno Bruto mundial *“que es un indicador económico que refleja el valor monetario de todos los bienes y servicios finales producidos por un país o región en un determinado periodo de tiempo”*.³⁶ ha aumentado más de 30 veces, y *“el consumo de energía se ha triplicado”*,³⁷ nos indica que esta demanda generada ha afectado al planeta situado un cambio irreversible en la recuperación del entorno, por esto la gestión de los recursos renovables busca *“que la tasa de recolección sea igual a la tasa de recuperación o regeneración de los mismos, y la tasa de generación de residuos sea igual a la tasa natural de asimilación de estos residuos por parte de los ecosistemas”*³⁸.

³⁴ Rey, Fernando. Foro Económico Mundial o Foro Davos, En: El orden Mundial. Publicado el 24 de enero de 2020.

³⁵ Malpass, David. Grupo Banco Mundial cinco instituciones: Un Grupo. Publicado en el 2020

³⁶ Silva Arias, Andrés. Economipedia. Producto Interno Bruto. Publicado en el 2012

³⁷ Ritchie, Hannah y Roser, Max. BPstatistical review of energy. Our World in Data. Publicado en 2015. Actualizado en 2018

³⁸ ALBA CARRASCO, Sajai. Bogotá, 2011, 148. De la vivienda de interés social al hábitat sostenible: un estudio para Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias económicas. Bogotá, Colombia. 2011. P 148.



Fuente: MinTic/MinEducación

Ilustración 6. Aspectos de Desarrollo Sostenible

Igualmente, como se muestra en la ilustración 7 podemos evidenciar que todo se relaciona y que se compone por ciertos factores establecidos, en donde cada una de las áreas permiten tener equilibrio y de esta manera generar un aporte significativo.

Así mismo, a nivel mundial la industria de la construcción alcanza ingresos anuales promedio de casi 10 billones de dólares y un valor agregado de 3.6 bdd. En países en vías de desarrollo, esta industria suma cerca del 5% del PIB, mientras que en países desarrollados alcanza hasta un 8%. “Actualmente, más de 100 millones de personas se encuentran empleadas en la industria de la construcción en todo el mundo”.³⁹

Para el caso de Colombia, la generación de empleo que aporta el sector de la construcción representa el 7.1% del empleo Nacional que representa 1.3 millones de trabajadores de “ acuerdo a las cifras entregadas en el Informe de Actividad Edificadora de Octubre de 2020 de CAMACOL ”⁴⁰, como se observa en la siguiente gráfica entre finales de 2019 y principio de 2020, el empleo generado por el sector de la construcción alcanzó su pico máximo, pero luego se presentó un decrecimiento, esto debido a la pandemia por el virus SARS-CoV-2, que generó afectación en la economía a nivel mundial.

Teniendo en cuenta la ilustración 8 presentada a continuación se puede observar que el empleo en el sector de la construcción tuvo un decaimiento de menos de

³⁹ Guía de la industria química. Estadísticas globales de la industria de la construcción. Publicado en el 2018.

⁴⁰ Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL). Informe de Actividad Edificadora. Colombia. Octubre 2020. P 1-59

5,8% durante el año 2020, puesto que en los meses descritos fueron los meses donde todos los sectores se suspendieron por afrontar la pandemia.

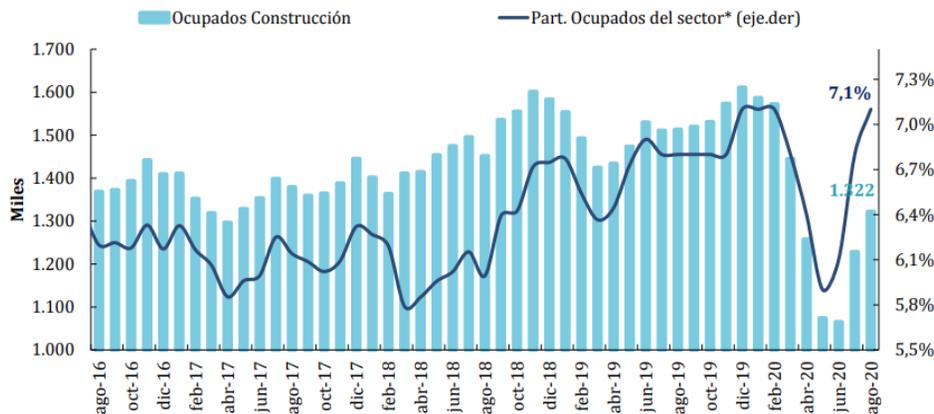


Ilustración 7. Generación de empleo sector de la construcción

A continuación, se presenta un gráfico con las variaciones de los aportes al PIB en los últimos 4 años por parte del sector de la construcción, en donde se observa que ha tenido variaciones, pero que de igual forma es de los sectores que mayor aporte tiene en la economía colombiana.

	Variación Anual (%)	Variaciones porcentuales anuales (Precios Constantes)			
		2016 - II		2020 - II	min. / máx.
PIB	-15,7 3,1	2,1		-15,7	-15,7 / 3,5
Valor agregado construcción	-31,7 0,8	2,7		-31,7	-31,7 / 7,3
Valor agregado edificaciones*	-38,7 -5,4	5,0		-38,7	-38,7 / 10,2
Valor agregado obras civiles**	-18,8 14,1	-4,5		-18,8	-18,8 / 14,1
Valor agregado actividades especializadas***	-32,8 0,3	5,3		-32,8	-32,8 / 8,5

2020 (II Trimestre)
 2019 (II Trimestre)

Ilustración 8. Variación anual del PIB total, Valor agregado construcción y subsectores (a precios constantes) 2016-2020 (II Trimestre)

Por otra parte, para el caso de las licencias de construcción, “el área aprobada para vivienda presentó un decrecimiento de 28,0% respecto a junio de 2019, al pasar de 1.311.724 m² a 944.104 m² registrados en junio de 2020, se licenciaron 10.886 soluciones de vivienda⁴¹; 6.332 viviendas de interés social (VIS) y 4.554 viviendas diferentes a interés social⁴¹, lo cual representó una variación en el número de

⁴¹ DANE Información para todos, Boletín Técnico vivienda VIS y no VIS. Op. Cit.

unidades aprobadas para vivienda de interés social de 16,5% y para vivienda diferente de interés social de -50,1%.

De acuerdo con lo anterior y como se observa en la siguiente gráfica se puede evidenciar que cada año el área aprobada para vivienda de interés social está obteniendo un porcentaje cada vez mayor, lo que significa que los beneficiarios con esta política son cada vez más.

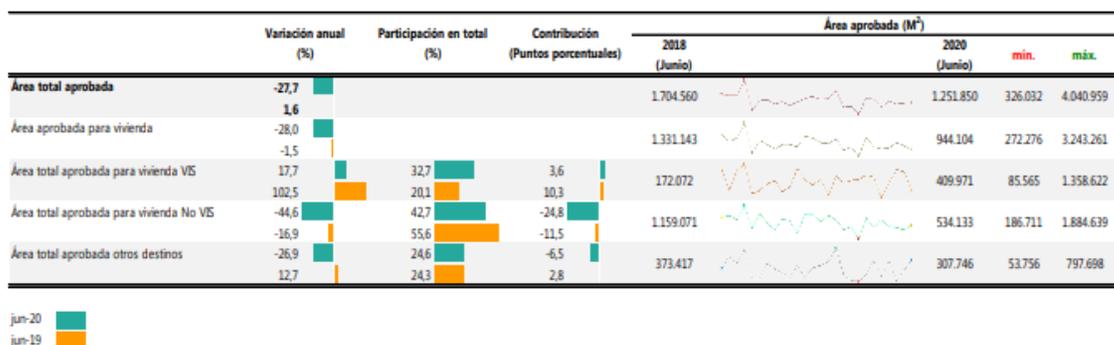


Ilustración 9. Variación, contribución y participación anual del área aprobada total y para vivienda 302 municipios 2018-2020

En Colombia se cuenta con el departamento administrativo nacional de estadística (DANE) institución encargada de llevar el control, planeación, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales de la población colombiana, en el cual se establece un censo de población cada vez que sea necesario por lo cual el último censo realizado fue en el 2008 “en donde consistió en contar y caracterizar las personas residentes en Colombia, así como las viviendas y los hogares del territorio nacional. A través del censo, el país obtiene datos de primera mano sobre el número de habitantes, su distribución en el territorio y sus condiciones de vida.”⁴²

Este censo no corresponde solo a tener estadísticas de la población, sino que permite tener estadísticas informativas para los organismos públicos y privados que posibilita conocer la cantidad de personas por localidades y generar un control y una planeación de los diferentes recursos que se pueden destinar a cada una de las localidades, pueblos, regiones entre otras. Así mismo se pueden tomar decisiones de políticas públicas, de desarrollo económico, económico, bienestar social, empleo, vivienda, salud, migración, entre otros.

La información generada por el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 sobre características de la población como sexo, edad, pertenencia étnica, nivel cultural, situación económica; y sus respectivas condiciones de vida, “como la conformación

⁴² DANE información para todos, Colombia, Actualizado: 24 de enero de 2020.

de los hogares, jefatura de hogar, tipos de vivienda, y el acceso a servicios públicos, se convierte en información esencial para el desarrollo del país, y se constituye en el principal insumo para determinar la evolución de las variables demográficas. Por ejemplo, el tamaño de los hogares, el índice de envejecimiento, el índice de juventud, los fenómenos migratorios dentro del país y, desde y hacia el exterior, por mencionar algunos.”⁴³

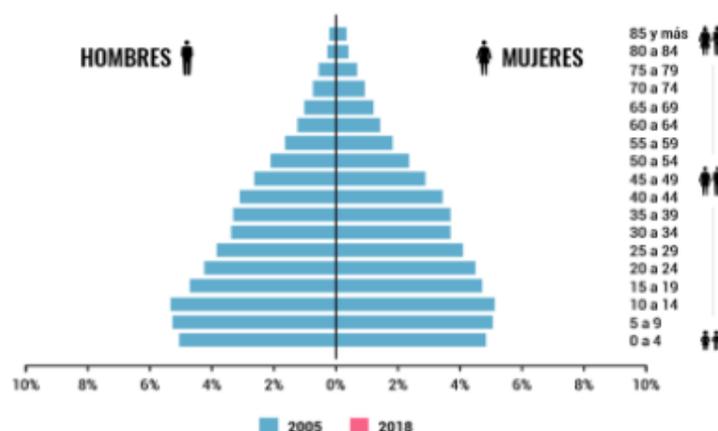


Ilustración 10. Cifras de población por género y edad

El estudio de este plan gerencial es la población colombiana contando con 43.835.324 personas censadas en hogares particulares y 329.093 personas en lugares especiales de alojamiento (LEA) con un total de 44.164.417 personas efectivamente censadas y 4.094.077 que corresponde al 8.5% del total de personas con hogares particulares y así se tendría un total de 48.258.494 personas en Colombia según cifras del DANE, teniendo un 51,2% de mujeres y un 48.8% de hombres en donde se tiene de 0-14 años un porcentaje de 22,6%, de 15-65 años un 68,2% y un 9.1% de 65 años y más.

⁴³ DANE información para todos, Colombia Op. Cit.

6. ESTUDIO TÉCNICO

El propósito de definir el ciclo de vida de un proyecto de construcción es identificar y definir con claridad cuáles son las etapas requeridas para que se ejecute la obra sin ningún contratiempo. También, se hace necesario analizar las herramientas tecnológicas, físicas, estratégicas y locativas de cómo se puede articular el ciclo de vida del proyecto, con las estrategias de sostenibilidad, garantizar que se apropien desde la etapa de prefactibilidad, hasta la evaluación, a través de un plan específico. Para esto, es importante analizar el ciclo de vida del proyecto, proceso constructivo, estrategias de sostenibilidad, uso de recursos renovables e inclusión de tecnologías que permitan generar sostenibilidad.



Ilustración 11. Etapas de construcción

6.1 CICLO DE VIDA DE UNA EDIFICACIÓN

Desde la dimensión de sostenibilidad, se ha planteado que el ciclo de vida de un proyecto, en términos de gerencia de obras, se contemplan 5 fases (Identificación, evaluación, planeación, construcción y PCO): lo cual nos permite tener una definición más clara del alcance de nuestro proyecto, es decir a que producto final se debe llegar, pero teniendo en cuenta la sostenibilidad desde el principio dando mejor entorno y enfoque al grupo de

trabajo.

El objetivo de llevar la sostenibilidad a los edificios es generar estrategias que permitan mejorar la calidad de vida de los territorios, lograr la eficiencia en los recursos naturales, así como, sensibilizar a las comunidades frente a la integración de herramientas sostenibles que pueden ser incorporadas su día a día mecanismo que permitan ayudar al medio ambiente sin tener que dejar de usar ciertos elementos, es más se usa para lograr obtener los mismos rendimientos con las tecnologías utilizadas durante siglos.

Para este caso en particular, se plantea como primera medida, la ubicación del proyecto, el abastecimiento a la obra, evacuación de residuos, disposición de material final, los materiales a utilizar y los materiales que se puedan reciclar.



Ilustración 12. Ciclo de vida de edificaciones

6.1.1 FASE 1 – IDENTIFICACIÓN

Para la fase de identificación, se debe caracterizar el lugar donde va a estar ubicado el proyecto, es decir, todo su entorno, el clima, la topografía, vegetación, vías, redes de alcantarillado, acueducto, energía y factores externos como la población y las condiciones sociales. Para tener en cuenta la sostenibilidad, con un enfoque de energías renovables, se debe conocer la orientación del sol teniendo en cuenta la radiación solar incidente, dirección y velocidad del viento, trayectoria solar,

pendiente del terreno, localización dentro de un ecosistema urbano, para poder obtener el lugar indicado en donde se puede colocar los paneles solares para que su potencia de energía sea siempre constante y no genere ninguna afectación a las viviendas por falta de esta.

6.1.2 FASE 2 – EVALUACIÓN

Durante esta fase se tiene contemplada todas las alternativas de localización de los paneles solares en las viviendas, teniendo en cuenta la orientación del sol donde nos permita generar una energía fluente. Se realizan diferentes diseños respectivos tanto de la orientación como el mecanismo necesario para construir en todo el edificio para que el voltaje sea siempre el adecuado para cada vivienda.

6.1.3 FASE 3 – PLANEACIÓN

Mediante esta fase se implementa la mejor alternativa seleccionada, la cual permite darle una especificación a un proyecto, realizar los respectivos análisis de riesgos para poder tener planes de contingencias en donde nos permita darle solución a los problemas encontrados. Así mismo se busca obtener un control de los recursos, cuantificándolos para toda la etapa constructiva. Se requiere de todos los estudios, licencias, replanteo del terreno, evaluación del plan arquitectónico y estructural, las redes existentes, el cronograma de obra para darle un cumplimiento y conocer el estado del proyecto a cada momento.

6.1.4 FASE 4 - CONSTRUCCIÓN

Esta etapa se debe realizar un seguimiento y control al cronograma de obra para no generar ninguna afectación al proyecto, en cuanto a la construcción sostenible se debe poder reciclar algunos de los materiales encontrados durante la excavación, demolición de estructura existente y así mismo mediante el equipo de trabajo poder darle seguimiento a esto. También se puede generar en los campamentos capacitaciones de reciclaje, cuidados del medio ambiente entre otras, para así incluso desde la parte mínima que son los trabajadores ir generando conciencia hacia las personas y permitiendo desde el punto mínimo tratar de cumplir con los estándares establecidos para la sostenibilidad. En cuanto a nuestra edificación desde la fase 1 se plantea estrategias para que se pueda llegar a cumplir con las certificaciones existentes ya habladas de la sostenibilidad.

6.1.5 FASE 5 - PCO (PRE CONDICIONAMIENTO, CONDICIONAMIENTO Y OPERACIÓN)

En esta fase se debe cumplir con el pre-condicionamiento, condicionamiento y operación que es lo establecido para esta fase en donde se debe realizar el

cumplimiento de cada una de las fases anteriores para dar con el resultado requerido que es construcción de vivienda VIS sostenible con la incorporación de paneles solares, teniendo en cuenta la puntuación requerida para alcanzar la certificación LEED platino.

6.2 PROCESO PRODUCTIVO DE LAS EDIFICACIONES

Un proceso productivo hace referencia a un sistema de operaciones sucesivas y coordinadas que se encuentren relacionadas entre sí de forma dinámica para transformar ciertos elementos o insumos y así generar un bien o servicio.⁴⁴Teniendo en cuenta esta definición, podemos decir que hay un conjunto de acciones que se generan para el proceso productivo. En cuanto a las edificaciones se tienen proyectos de grande magnitud donde se debe desarrollar la sostenibilidad de estos desde todas las fases del proceso de construcción. Descrito lo anterior, es necesario tener un diseño inicial de construcción sostenible para poder incorporar estrategias durante todo el proyecto.

6.2.1 PROCESO DE DISEÑO INTEGRADO (PDI)

Es importante aclarar que no se tiene un método establecido, puesto que construir teniendo en cuenta la sostenibilidad es relativamente nuevo. Por esto, en la gestión de un proyecto se toman decisiones respecto a construir y financiar proyectos y en ningún momento la sostenibilidad, por tanto, se ha incorporado una metodología de integración de un diseño sostenible basado en criterios y normativas existentes internacionalmente.

Utilizando el proceso de diseño integrado observamos que no es un proceso lineal, sino que se basa en cada proyecto teniendo en cuenta todas las especialidades requeridas en este, para poder generar un modelo integrado interdisciplinar en donde todos los actores claves hacen parte de este proceso y así se puede generar un proyecto eficaz, contemplando las ideas de los actores claves para analizarlas y diseñar las mejores ideas logrando una ejecución de proyecto eficaz.

⁴⁴ Polanco Muñoz, Camilo Andrés. Plan de negocios de una línea de construcción sostenible para Fénix construcciones sas. Facultad de ingenierías fisicomecánicas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2015

Proceso Tradicional	Proceso de Diseño Integrado
Conocimientos y acciones individuales	Superposición de conocimientos y habilidades compartidas
Proceso de recorrido lineal	Proceso de recorrido iterativo
Gran posibilidad de discrepancia entre planos	Coordinación temprana de planos
Trabajo independiente	Fijación conjunta de metas
Mayor duración por falta de coordinación	Programas de obras más cortos
Costos elevados gracias a mayores tiempos de entrega en planificación y obra	Reducción de costos e imprevistos y conflictos

Ilustración 13. Comparativo de los procesos obtenidos.

El uso de este modelo nos permite integrar de forma eficaz las estrategias de construcción sostenible, teniendo en cuenta que se analiza desde la etapa inicial del proyecto, logrando que el presupuesto se ajuste a esta necesidad y así se puedan cumplir con las metas establecidas. Este proceso es uno de los mejores para utilizar porque las herramientas utilizadas son los costos, el análisis del ciclo de vida, materialidad, innovación y eco-eficiencia. Se debe tener en cuenta que el modelo, para que sea eficaz, debe ser aplicado por todos los actores claves logrando la apropiación en su utilización y considerando las 3 etapas esenciales de este proceso.

La primera etapa es la concepción y prediseño que tienen como propósito el diseño estructural sostenible, así mismo, se deben conocer los objetivos que se presenten para cumplirlos en su totalidad. Se contemplan realizar los cambios respectivos de cómo se llegará a implementar la energía renovable sin afectar la potencia que recibirá cada una de las viviendas que se contemplan en el proyecto, es decir, tener un diseño de red de energía en el cual el voltaje sea funcional. Por esto se define el alcance del proyecto, el presupuesto y la planeación.

La segunda etapa corresponde al diseño y la construcción donde la mejor alternativa planteada se escogerá y se procede a realizar un plan de contingencia en donde se defina desde el inicio de la obra, la integración de energías renovables para el uso de maquinaria y equipos que permitan explorar cómo será la implementación de los paneles solares en el proyecto.

Por último, la tercera etapa corresponde a la ocupación y el uso donde se comprende la gestión del edificio y control de los sistemas instalados, es decir, la medición y control de las redes instaladas logrando establecer los objetivos planteados en la primera etapa del proyecto.

6.2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo es la etapa en donde las ideas planteadas en papel se hacen realidad. Por tanto, se empiezan a generar otros desafíos diferentes, como lo son *“el transporte y uso de materiales, el uso de equipos y herramientas, la mano de obra calificada y no calificada, la instalación de las tecnologías de energía renovable”*⁴⁵. A continuación, se relaciona todo el proceso constructivo que se lleva a cabo en la construcción de viviendas VIS o no VIS.

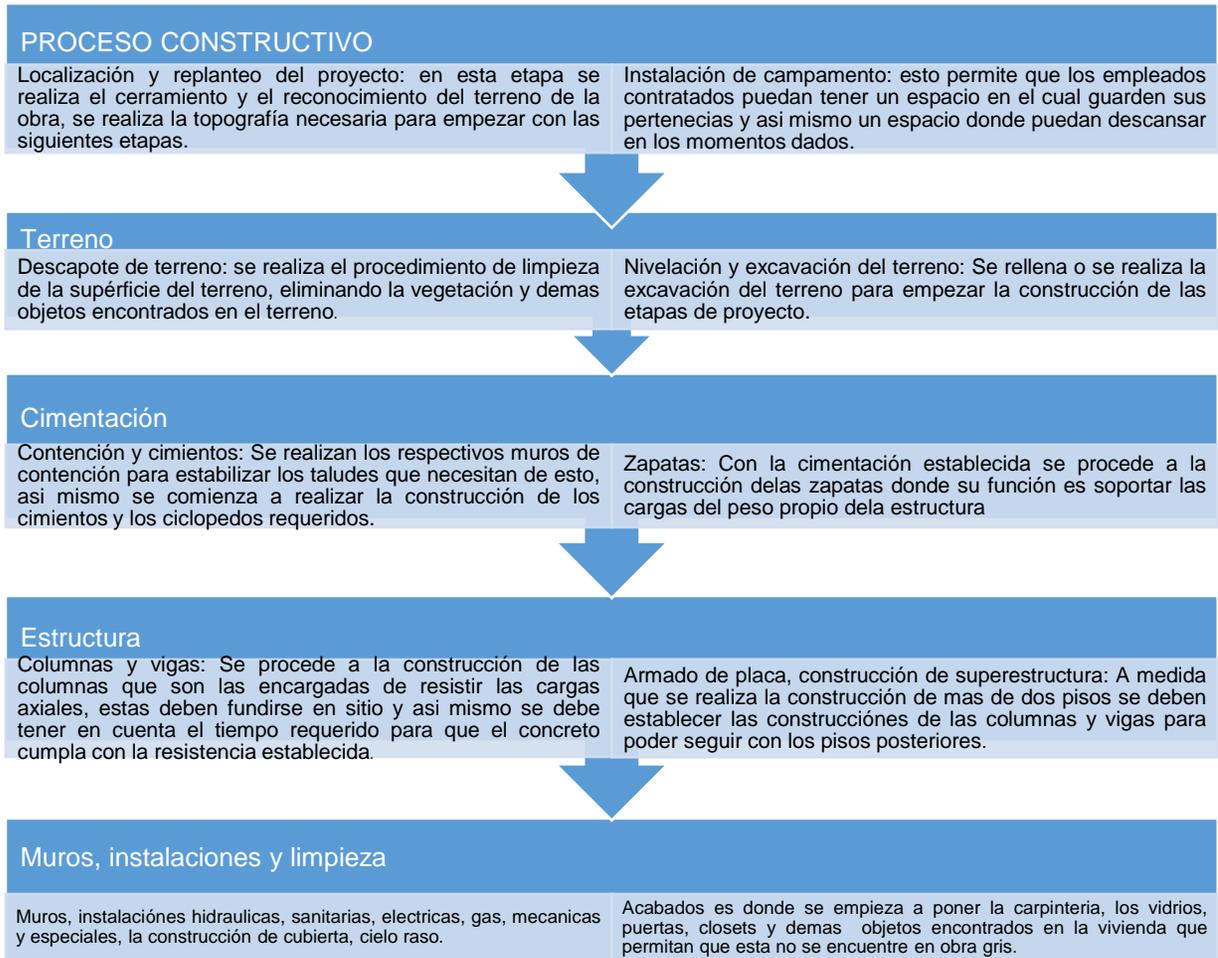


Ilustración 14. Proceso Constructivo

⁴⁵ Polanco Muñoz, Camilo Andrés. Plan de negocios de una línea de construcción sostenible para Fénix construcciones sas. Facultad de ingenierías físicas y mecánicas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2015

6.3 ESTRATEGIA DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Colombia cuenta con un Consejo Colombiano de Construcción Sostenible que es el aliado estratégico del *Green Business Certification Inc. (GBCI)* creado en 2008 como medida de acoplamiento al programa LEED en Colombia, donde la certificación LEED corresponde a una organización independiente que mediante el desempeño de la industria reconoce la excelencia de los negocios sostenibles y las prácticas globales” y también la certificación EDGE (representada por CAMACOL en Colombia).

“El consejo colombiano de construcción sostenible tiene convenios con diferentes organizaciones mundiales que permiten tener certificados específicos en sostenibilidad”⁴⁶, tales como:

- El estándar *Project Evaluation and Review Techniques (PEERTM)* para sistemas de energía.
- *Green Building Council (USGBC)*
- *Well Building Standards Sustainable SITES initiative (SITES)*
- *ParksmartSM*
- *Certificación True Zero Waste*
- *Investor Confidence Project (ICP)* para actualizaciones de eficiencia energética
- Organización orientada al sector industrial comprometida a evaluar el desempeño medioambiental, social y de gobernanza (GRESB)

En cuanto a *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)* es la organización más reconocida mundialmente en la excelencia en construcciones sostenibles, este se utiliza para el diseño, construcción, mantenimiento y operación de construcciones sostenibles.



Ilustración 15. Puntaje de certificación LEED

En términos de proyectos, Colombia cuenta con 151 diseños certificados en cada una de las categorías mencionadas con anterioridad y se encuentran distribuidos

⁴⁶ Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. El CCCS es el aliado estratégico del Green Business Certification Inc. (GBCI) para el programa LEED en Colombia. [online]. Colombia. Publicado: 2016, Actualizado: 2018.

de la siguiente manera: 16 proyectos son platino, 72 proyectos son oro y 41 proyectos son plata y 223 en proceso de certificación.



Ilustración 16. Puntos requeridos para obtener la certificación LEED

Igualmente, la estrategia EDGE es un sistema de certificación de construcción sostenible que se enfoca en construir edificios más eficientes donde se procure evaluar los costos de implementación de ahorro en energía y agua en sus edificios. *“El Green Business Certification Inc (GBCI) administra la certificación EDGE en más de 120 países del mundo y es el socio exclusivo para todos los edificios EDGE.”*⁴⁷

Con esta implementación se busca que se represente un ahorro de 2.6 billones de pesos en el pago de los servicios públicos de agua y energía para los colombianos en los próximos 7 años. La Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), como socio local de la Corporación Financiera Internacional (IFC) del Grupo Banco Mundial, puso en marcha un ambicioso plan para articular la cadena de valor de la construcción en un propósito común: la transformación de la construcción de edificaciones hacia una actividad que involucre diseños, materiales y construcción mediante altos estándares de sostenibilidad ambiental.

También, el consejo colombiano de construcción sostenible creó la certificación de CASA Colombia que tiene como propósito la construcción sostenible adaptada al contexto colombiano, donde la prioridad es el enfoque en las personas y su calidad de vida, y también, generar un entorno que mitigue los impactos ambientales.

⁴⁷ Excellence In Design For Greater Efficiencies. Brochure. P. 1-10.

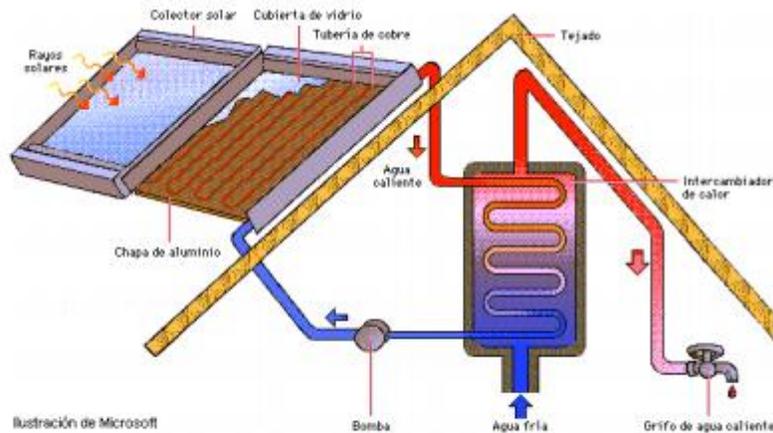
6.4 TECNOLOGÍAS Y TÉCNICAS SOSTENIBLES

Para lograr el desarrollo sostenible, se deben incorporar tecnologías durante todas las fases del ciclo de vida del proyecto, por tanto, se describirán las tecnologías encontradas de energías renovables que han sido articuladas en las edificaciones de vivienda de interés social. Estas tecnologías que son articuladas a este tipo de construcciones, deben ser productos sostenibles en donde todo su material sea adecuado para el medio ambiente. Para el uso de estas tecnologías debemos tener claridad de donde se pueden obtener los productos puesto que el transporte de los materiales puede generar incrementos en el presupuesto del proyecto. Por esto, debe tenerse en cuenta que este proyecto en particular tiene como objetivo la implementación de energías renovables como los paneles solares. A continuación, mostraremos los diferentes tipos de paneles solares que pueden ser utilizados en las viviendas de interés social (VIS).

Producto	Descripción	Proveedores
	<p>Paneles solares fotovoltaicos: La energía solar fotovoltaica es un tipo de electricidad renovable (energía eléctrica, -voltaica) obtenida directamente de los rayos del sol (foto-) gracias a la foto-detección cuántica de un determinado dispositivo; normalmente una lámina metálica semiconductor llamada célula fotovoltaica, o una deposición de metales sobre un sustrato llamada capa fina. Una de las grandes posibilidades y mayor uso de la energía solar fotovoltaica y energía eólica es la de electrificar viviendas aisladas de la red eléctrica convencional.</p>	<p>Ambientes Soluciones, Solen Techonlogy, Alta Ingeniería XXI, Energreencol. Electrosolar, Exiplast, Hybritec, Ecopower solutions, Panasonic Colombia, Colombia Solar systems, Green Energy Latinoamerica, Idelect, Solar plus energy, Sun power, Colpilas, Energía solar de Colombia, Aprotect, Suconael, Eneco, Solutecnia, Energía alternas, Tamesol, Ongreen</p>
	<p>Paneles solares térmicos (calentador solar): El calentador solar permite la conversión de energía solar a energía térmica para propósitos de calentamiento de agua. Genera importantes ventajas tales como su facilidad de instalación, economía, estructura simple, alta eficiencia de calentamiento, y libre de mantenimiento. El funcionamiento consiste en que el sol calienta unos paneles con tubos que forman parte de un circuito por el que circula un líquido portador. Este líquido se calienta en el panel y se introduce en la vivienda para el uso que se le quiera dar.</p>	<p>Ambientes Soluciones, Ajoer, Solen Techonlogy, Alta Ingeniería XXI, Energreencol. Electrosolar, Exiplast, Hybritec, Ecopower solutions, Panasonic Colombia, Colombia Solar systems, Green Energy Latinoamerica, Codesolar, Sitiosolar, Ongreen, Bosch, Ingenieros electricistas y mecánicos.</p>

Ilustración 17. Paneles Solares encontrados en Colombia.

Estos son sistemas activos ya que se requiere el uso de la intervención del usuario en su etapa inicial, puesto que deben ser instalados correctamente para que la funcionalidad sea 100% efectiva.



Fuente: http://www.esco-tel.com/Paneles_solares_como_funcionan.html

Ilustración 18. Sistema de captación solar

7. ESTUDIO FINANCIERO

El estudio financiero se ha planteado como una propuesta para una unidad de vivienda de interés social que cumpla con el valor del tope máximo para VIS, que actualmente es de **135 smmlv**, es decir, su precio máximo en 2021 será de **\$122.651.010** es importante aclarar que aunque para aglomeraciones urbanas donde se supere el millón de habitantes el tope máximo puede ser de **150 smmlv**, esta propuesta se presenta de acuerdo al valor que cubre un porcentaje alto en Colombia, siendo así, el planteamiento de un diseño que se encuentra dentro del rango aceptado en Colombia para este tipo de vivienda que es entre **90 smmlv** y **135 smmlv**. Por otra parte, se espera que este modelo de negocio pueda ser replicado en cualquier región, especialmente aquellas que tienen un mayor porcentaje de población vulnerable, logrando un aporte significativo al desarrollo del país.

Descrito lo anterior, esta propuesta se ha construido para ser implementada en zonas del país donde no se presentan grandes aglomeraciones urbanas, y se plantea identificar estrategias de alianzas con el Estado, Fundaciones, Constructoras y Entidades Financieras que permitan un conjunto de beneficios en pro de la comunidad, aportando cada uno desde su posición. Para llevar a cabo el estudio financiero, el diseño arquitectónico de la Vivienda de Interés Social que vamos a proponer se diseñó tomando como referencia los resultados presentados en el trabajo de grado *“Evaluación y propuesta de diseño de una vivienda tipo VIS*

como solución para la reubicación de asentamientos urbanos incorporando criterios de confort, eficiencia energética y sostenibilidad”⁴⁸

El diseño arquitectónico planteado es una unidad VIS que está compuesta por 3 habitaciones, 1 baño, sala, comedor y cocina, y 1 pequeña zona de estudio, tiene un área de 51 metros cuadrados y está diseñada para una familia de 4 integrantes.



Ilustración 19. Plano de vivienda de interés social

7.1 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN

De acuerdo con lo anterior, en la siguiente tabla se presenta el resumen del presupuesto estimado de obra:

ITEM	ACTIVIDAD	VALOR TOTAL
1	Actividades preliminares	\$147,645
2	Movimiento de tierras	\$2,175,675
3	Estructura	\$20,257,094
4	Mampostería y pañetes	\$2,741,064
5	Estucos y pinturas	\$1,654,345
6	Pisos y enchapes	\$2,290,439
7	Cubiertas y cielorrasos	\$3,451,505
8	Aparatos Sanitarios	\$1,144,590
9	Redes eléctricas y de comunicaciones	\$2,811,670
10	Carpintería metálica	\$2,563,190

⁴⁸ Gonzales, José Daniel. Villarreal, Iván José. Evaluación y propuesta de diseño de una vivienda tipo VIS como solución para la reubicación de asentamientos urbanos incorporando criterios de confort, eficiencia energética y sostenibilidad. Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2019

ITEM	ACTIVIDAD	VALOR TOTAL
11	Carpintería en madera	\$1,420,565
12	Redes Hidrosanitarias	\$3,266,583
13	Griferías	\$867,223
14	Estructuras estancas	\$1,602,353
15	Decoración y ornato	\$60,000
16	Aseo	\$75,000
	Total obra (Año 2015)	\$46,528,941
	Factor de equivalencia ICCV	1.24
	Valor implementación paneles solares	\$20,000,000
	Total obra (Año 2021)	\$77,783,542
	ADMINISTRACIÓN (13%)	\$10,111,860
	IMPREVISTO (5%)	\$3,889,177
	UTILIDAD (7%)	\$5,444,848
	TOTAL OBRA	\$97,229,427

Tabla 1. Presupuesto de obra

Se tomó como referencia el presupuesto de una vivienda de interés social para el año 2015, por lo cual de acuerdo con la serie de empalme 1990-2021, del DANE, se usó el índice de costos de la construcción de vivienda (ICCV), para proyectar el valor a marzo de 2021, el cálculo de este se hizo de la siguiente manera:

$$Factor = \frac{ICCV_{2021}}{ICCV_{2015}} = \frac{263.95}{212.54} = 1.24$$

Por lo tanto, el valor de la obra en costo directo aumento en 1.24 veces el valor que se tenía para 2015.

7.2 INVERSIÓN Y FINANCIACIÓN

7.2.1 INVERSIÓN INICIAL

Para la inversión del proyecto se buscarán recursos que permitan que de la mejor manera se logre construir una vivienda digna y que genere calidad de vida a los usuarios, es por eso que se propone que la inversión con la que se planea financiar el proyecto se distribuya de la siguiente manera:

- Terreno donde se realizará la construcción, que será aportado por cada uno de los futuros propietarios/beneficiarios de las viviendas.

- Crédito bancario con el que la constructora ejecutará la obra.
- Para los costos de implementación de los paneles solares, se buscarán donaciones que permitan recaudar el 100% de los recursos y que de esta manera no se genere un sobrecosto en el valor final de compra de los futuros propietarios, es decir estas donaciones funcionarán como un subsidio adicional que cubre el valor de la implementación de los paneles solares.

7.2.2 CAPITAL DE TRABAJO

La propuesta se presentará para 1 unidad de vivienda de interés social, los cálculos presentados a continuación son de acuerdo con los requeridos para un solo beneficiario, puesto que se pretende que la propuesta esté en pro de una causa social.

A continuación, se presenta el resumen de los aportes por parte de cada una de las entidades de la alianza para completar el total de los recursos necesarios para la VIS sostenible con implementación de paneles solares.

Estructura Capital de trabajo	
Subsidio de Vivienda	\$27.200.000
Donación valor paneles solares	\$20.000.000
Alianza con constructora	\$50.029.427,27
Total Construcción	\$97.229.427,27

Tabla 2. Estructura de capital de trabajo

7.2.3 SUBSIDIO DE VIVIENDA

El valor del subsidio de vivienda será la inversión inicial que representa casi el 28% del valor total de la construcción siendo este de \$27.200.000 para personas que se encuentren dentro de la población que tiene ingresos mensuales entre **0 y 2 smmlv**, con la que se podrá empezar a ejecutar la construcción, este valor se utilizará para la compra de insumos, pago de mano de obra y ejecutar las actividades preliminares del proyecto.

7.2.4 DONACIÓN POR ENTIDADES Y/O FUNDACIONES PARA CUBRIR LOS GASTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PANELES SOLARES.

El modelo de negocio planteado para esta investigación debe ser considerado por diferentes entidades con el fin de crear una alianza que permita trabajar en pro de las comunidades más vulnerables y, con los recursos que se consigan de las donaciones y/o aportes por parte de estas, se puedan asumir los costos que tiene el sistema de implementación de los paneles solares, que está presupuestado en aproximadamente \$20.000.000 representando el 20.5% del valor total de la

construcción. Logrando este tipo de alianzas, se aliviará el valor del costo de la vivienda al beneficiario.

7.2.5 ALIANZA CON CONSTRUCTORA

Todos los actores claves de este proceso (estado, sector empresarial, universidades, comunidad y demás) deben tener en cuenta que esta tipología de proyectos se diseña con el propósito de consolidar el ecosistema de innovación de las ciudades, y esto se puede materializar a través de soluciones innovadoras a comunidades en condición de vulnerabilidad.

Para la ejecución de la obra, se deberán contar con \$50.029.427,27 aproximadamente, de acuerdo con el presupuesto presentado anteriormente y con los subsidios y donaciones ya descritos, proponemos dos formas de conseguir los recursos:

1. Recursos propios de la constructora: Si la constructora tiene la posibilidad de manejar su dinero directamente para la ejecución, este será para llevar a cabo la ejecución sin necesidad de ningún tipo de crédito y evitando generar intereses.
2. Crédito constructor:

En Colombia existe un modelo financiero usado para los proyectos de construcción de vivienda, el cual consiste en que los bancos ofrecen un crédito a las constructoras, que financia hasta el 70% del valor del proyecto sin tener en cuenta el lote, este sistema consiste en que se saca a un plazo de acuerdo al tiempo de construcción de la obra, y durante cada mes el banco va girando lo que la constructora necesita para la ejecución de la obra, la constructora paga a mes vencido los intereses que se generan de acuerdo a la tasa de interés pactada y al monto acumulado de los giros que se van haciendo, y al terminar la construcción el saldo se cancela con la financiación del banco que ahora será la deuda del beneficiario.

Tasa de interés	1.70%			
Valor crédito	\$50,029,427			
Mes	1	2	3	4
Valor desembolso	\$5,002,943	\$22,513,242	\$22,513,242	
Intereses		\$85,050	\$467,775	\$850,500
Valor de Capital	\$0	\$0	\$0	\$50,029,427
Valor Cuota	\$0	\$85,050	\$467,775	\$850,500
Saldo final	\$50,029,427	\$50,029,427	\$50,029,427	\$0

Tabla 3. Flujo de caja del proyecto

Total intereses	\$1,530,900
Total préstamo	\$50,029,427
Total a pagar crédito	\$51,560,327

Tabla 4. Descripción de valores

7.3 Plan de pagos por parte del beneficiario de la vivienda

Luego de terminada la construcción, la entidad financiera será la encargada de prestar la financiación de la casa a los usuarios, por medio de la modalidad de crédito hipotecario, este respaldado con el lote en el que se construyó y con la nueva vivienda, para que así la deuda con la que se ejecutó la obra, ya no pasa a ser de la constructora si no del propietario de la VIS, que pagará de acuerdo al siguiente plan de pagos mensuales, que para este caso, se tomó como plazo para el pago del crédito de 15 meses con una tasa de interés anual del 9.8% para el 2021.

PERIODO	SALDO CRÉDITO	ABONO CAPITAL	INTERÉS	SEGURO DE VIDA	VALOR DE LA CUOTA MENSUAL
0	\$50,029,427				
1	\$49,901,726	\$127,701	\$391,295	\$40,230	\$559,226
2	\$49,773,026	\$128,700	\$390,296	\$40,230	\$559,226
3	\$49,643,319	\$129,707	\$389,289	\$40,230	\$559,226
4	\$49,512,598	\$130,721	\$388,275	\$40,230	\$559,226
5	\$49,380,854	\$131,744	\$387,252	\$40,230	\$559,226
6	\$49,248,080	\$132,774	\$386,222	\$40,230	\$559,226
7	\$49,114,268	\$133,812	\$385,184	\$40,230	\$559,226
8	\$48,979,409	\$134,859	\$384,137	\$40,230	\$559,226
9	\$48,843,495	\$135,914	\$383,082	\$40,230	\$559,226
10	\$48,706,518	\$136,977	\$382,019	\$40,230	\$559,226
11	\$48,568,470	\$138,048	\$380,948	\$40,230	\$559,226
12	\$48,429,342	\$139,128	\$379,868	\$40,230	\$559,226
13	\$48,289,126	\$140,216	\$378,780	\$40,230	\$559,226
14	\$48,147,814	\$141,313	\$377,683	\$40,230	\$559,226
15	\$48,005,396	\$142,418	\$376,578	\$40,230	\$559,226
16	\$47,861,864	\$143,532	\$375,464	\$40,230	\$559,226
17	\$47,717,210	\$144,654	\$374,342	\$40,230	\$559,226
18	\$47,571,424	\$145,786	\$373,210	\$40,230	\$559,226
19	\$47,424,498	\$146,926	\$372,070	\$40,230	\$559,226
20	\$47,276,423	\$148,075	\$370,921	\$40,230	\$559,226

PERIODO	SALDO CRÉDITO	ABONO CAPITAL	INTERÉS	SEGURO DE VIDA	VALOR DE LA CUOTA MENSUAL
21	\$47,127,189	\$149,233	\$369,763	\$40,230	\$559,226
22	\$46,976,789	\$150,401	\$368,595	\$40,230	\$559,226
23	\$46,825,212	\$151,577	\$367,419	\$40,230	\$559,226
24	\$46,672,450	\$152,762	\$366,234	\$40,230	\$559,226
25	\$46,518,493	\$153,957	\$365,039	\$40,230	\$559,226
26	\$46,363,331	\$155,161	\$363,835	\$40,230	\$559,226
27	\$46,206,956	\$156,375	\$362,621	\$40,230	\$559,226
28	\$46,049,358	\$157,598	\$361,398	\$40,230	\$559,226
29	\$45,890,528	\$158,831	\$360,165	\$40,230	\$559,226
30	\$45,730,455	\$160,073	\$358,923	\$40,230	\$559,226
31	\$45,569,130	\$161,325	\$357,671	\$40,230	\$559,226
32	\$45,406,544	\$162,587	\$356,409	\$40,230	\$559,226
33	\$45,242,686	\$163,858	\$355,138	\$40,230	\$559,226
34	\$45,077,546	\$165,140	\$353,856	\$40,230	\$559,226
35	\$44,911,114	\$166,431	\$352,565	\$40,230	\$559,226
36	\$44,743,381	\$167,733	\$351,263	\$40,230	\$559,226
37	\$44,574,336	\$169,045	\$349,951	\$40,230	\$559,226
38	\$44,403,969	\$170,367	\$348,629	\$40,230	\$559,226
39	\$44,232,270	\$171,700	\$347,296	\$40,230	\$559,226
40	\$44,059,227	\$173,043	\$345,953	\$40,230	\$559,226
41	\$43,884,831	\$174,396	\$344,600	\$40,230	\$559,226
42	\$43,709,071	\$175,760	\$343,236	\$40,230	\$559,226
43	\$43,531,937	\$177,135	\$341,861	\$40,230	\$559,226
44	\$43,353,417	\$178,520	\$340,476	\$40,230	\$559,226
45	\$43,173,500	\$179,916	\$339,080	\$40,230	\$559,226
46	\$42,992,177	\$181,323	\$337,672	\$40,230	\$559,226
47	\$42,809,435	\$182,742	\$336,254	\$40,230	\$559,226
48	\$42,625,264	\$184,171	\$334,825	\$40,230	\$559,226
49	\$42,439,653	\$185,611	\$333,385	\$40,230	\$559,226
50	\$42,252,590	\$187,063	\$331,933	\$40,230	\$559,226
51	\$42,064,064	\$188,526	\$330,470	\$40,230	\$559,226
52	\$41,874,063	\$190,001	\$328,995	\$40,230	\$559,226
53	\$41,682,576	\$191,487	\$327,509	\$40,230	\$559,226
54	\$41,489,592	\$192,984	\$326,012	\$40,230	\$559,226
55	\$41,295,098	\$194,494	\$324,502	\$40,230	\$559,226
56	\$41,099,083	\$196,015	\$322,981	\$40,230	\$559,226
57	\$40,901,535	\$197,548	\$321,448	\$40,230	\$559,226
58	\$40,702,442	\$199,093	\$319,903	\$40,230	\$559,226

PERIODO	SALDO CRÉDITO	ABONO CAPITAL	INTERÉS	SEGURO DE VIDA	VALOR DE LA CUOTA MENSUAL
59	\$40,501,792	\$200,650	\$318,346	\$40,230	\$559,226
60	\$40,299,572	\$202,220	\$316,776	\$40,230	\$559,226
61	\$40,095,772	\$203,800	\$315,195	\$40,231	\$559,226
62	\$39,890,378	\$205,393	\$313,601	\$40,232	\$559,226
63	\$39,683,380	\$206,999	\$311,994	\$40,233	\$559,226
64	\$39,474,763	\$208,617	\$310,375	\$40,234	\$559,226
65	\$39,264,516	\$210,247	\$308,744	\$40,235	\$559,226
66	\$39,052,625	\$211,891	\$307,099	\$40,236	\$559,226
67	\$38,839,078	\$213,547	\$305,442	\$40,237	\$559,226
68	\$38,623,862	\$215,216	\$303,772	\$40,238	\$559,226
69	\$38,406,963	\$216,899	\$302,088	\$40,239	\$559,226
70	\$38,188,369	\$218,594	\$300,392	\$40,240	\$559,226
71	\$37,968,067	\$220,303	\$298,682	\$40,241	\$559,226
72	\$37,746,042	\$222,025	\$296,959	\$40,242	\$559,226
73	\$37,522,282	\$223,760	\$295,223	\$40,243	\$559,226
74	\$37,296,772	\$225,509	\$293,473	\$40,244	\$559,226
75	\$37,069,500	\$227,272	\$291,709	\$40,245	\$559,226
76	\$36,840,452	\$229,049	\$289,931	\$40,246	\$559,226
77	\$36,609,613	\$230,839	\$288,140	\$40,247	\$559,226
78	\$36,376,969	\$232,644	\$286,334	\$40,248	\$559,226
79	\$36,142,507	\$234,462	\$284,515	\$40,249	\$559,226
80	\$35,906,212	\$236,295	\$282,681	\$40,250	\$559,226
81	\$35,668,070	\$238,142	\$280,833	\$40,251	\$559,226
82	\$35,428,067	\$240,004	\$278,970	\$40,252	\$559,226
83	\$35,186,187	\$241,880	\$277,093	\$40,253	\$559,226
84	\$34,942,416	\$243,771	\$275,201	\$40,254	\$559,226
85	\$34,696,740	\$245,676	\$273,295	\$40,255	\$559,226
86	\$34,449,144	\$247,597	\$271,373	\$40,256	\$559,226
87	\$34,199,611	\$249,532	\$269,437	\$40,257	\$559,226
88	\$33,948,128	\$251,483	\$267,485	\$40,258	\$559,226
89	\$33,694,680	\$253,449	\$265,518	\$40,259	\$559,226
90	\$33,439,250	\$255,430	\$263,536	\$40,260	\$559,226
91	\$33,181,823	\$257,427	\$261,538	\$40,261	\$559,226
92	\$32,922,384	\$259,439	\$259,525	\$40,262	\$559,226
93	\$32,660,916	\$261,467	\$257,495	\$40,263	\$559,226
94	\$32,397,405	\$263,511	\$255,450	\$40,264	\$559,226
95	\$32,131,833	\$265,571	\$253,389	\$40,265	\$559,226
96	\$31,864,186	\$267,648	\$251,312	\$40,266	\$559,226

PERIODO	SALDO CRÉDITO	ABONO CAPITAL	INTERÉS	SEGURO DE VIDA	VALOR DE LA CUOTA MENSUAL
97	\$31,594,446	\$269,740	\$249,219	\$40,267	\$559,226
98	\$31,322,597	\$271,849	\$247,109	\$40,268	\$559,226
99	\$31,048,623	\$273,974	\$244,983	\$40,269	\$559,226
100	\$30,772,508	\$276,116	\$242,840	\$40,270	\$559,226
101	\$30,494,234	\$278,274	\$240,681	\$40,271	\$559,226
102	\$30,213,784	\$280,450	\$238,504	\$40,272	\$559,226
103	\$29,931,142	\$282,642	\$236,311	\$40,273	\$559,226
104	\$29,646,290	\$284,852	\$234,100	\$40,274	\$559,226
105	\$29,359,211	\$287,079	\$231,872	\$40,275	\$559,226
106	\$29,069,888	\$289,323	\$229,627	\$40,276	\$559,226
107	\$28,778,303	\$291,585	\$227,364	\$40,277	\$559,226
108	\$28,484,439	\$293,864	\$225,083	\$40,278	\$559,226
109	\$28,188,277	\$296,162	\$222,785	\$40,279	\$559,226
110	\$27,889,800	\$298,477	\$220,469	\$40,280	\$559,226
111	\$27,588,989	\$300,811	\$218,134	\$40,281	\$559,226
112	\$27,285,827	\$303,162	\$215,781	\$40,282	\$559,226
113	\$26,980,294	\$305,533	\$213,410	\$40,283	\$559,226
114	\$26,672,373	\$307,921	\$211,021	\$40,284	\$559,226
115	\$26,362,044	\$310,329	\$208,612	\$40,285	\$559,226
116	\$26,049,290	\$312,755	\$206,185	\$40,286	\$559,226
117	\$25,734,090	\$315,200	\$203,739	\$40,287	\$559,226
118	\$25,416,426	\$317,664	\$201,274	\$40,288	\$559,226
119	\$25,096,278	\$320,148	\$198,789	\$40,289	\$559,226
120	\$24,773,627	\$322,651	\$196,285	\$40,290	\$559,226
121	\$24,448,454	\$325,173	\$193,762	\$40,291	\$559,226
122	\$24,120,739	\$327,715	\$191,218	\$40,292	\$559,226
123	\$23,790,461	\$330,278	\$188,655	\$40,293	\$559,226
124	\$23,457,601	\$332,860	\$186,072	\$40,294	\$559,226
125	\$23,122,139	\$335,462	\$183,469	\$40,295	\$559,226
126	\$22,784,054	\$338,085	\$180,845	\$40,296	\$559,226
127	\$22,443,326	\$340,728	\$178,201	\$40,297	\$559,226
128	\$22,099,934	\$343,392	\$175,536	\$40,298	\$559,226
129	\$21,753,857	\$346,077	\$172,850	\$40,299	\$559,226
130	\$21,405,074	\$348,783	\$170,143	\$40,300	\$559,226
131	\$21,053,564	\$351,510	\$167,415	\$40,301	\$559,226
132	\$20,699,306	\$354,258	\$164,666	\$40,302	\$559,226
133	\$20,342,279	\$357,028	\$161,895	\$40,303	\$559,226
134	\$19,982,460	\$359,819	\$159,103	\$40,304	\$559,226

PERIODO	SALDO CRÉDITO	ABONO CAPITAL	INTERÉS	SEGURO DE VIDA	VALOR DE LA CUOTA MENSUAL
135	\$19,619,828	\$362,632	\$156,289	\$40,305	\$559,226
136	\$19,254,360	\$365,468	\$153,452	\$40,306	\$559,226
137	\$18,886,035	\$368,325	\$150,594	\$40,307	\$559,226
138	\$18,514,830	\$371,205	\$147,713	\$40,308	\$559,226
139	\$18,140,723	\$374,107	\$144,810	\$40,309	\$559,226
140	\$17,763,691	\$377,032	\$141,884	\$40,310	\$559,226
141	\$17,383,711	\$379,980	\$138,935	\$40,311	\$559,226
142	\$17,000,760	\$382,951	\$135,963	\$40,312	\$559,226
143	\$16,614,815	\$385,945	\$132,968	\$40,313	\$559,226
144	\$16,225,853	\$388,963	\$129,949	\$40,314	\$559,226
145	\$15,833,849	\$392,004	\$126,907	\$40,315	\$559,226
146	\$15,438,780	\$395,069	\$123,841	\$40,316	\$559,226
147	\$15,040,622	\$398,158	\$120,751	\$40,317	\$559,226
148	\$14,639,351	\$401,271	\$117,637	\$40,318	\$559,226
149	\$14,234,943	\$404,408	\$114,499	\$40,319	\$559,226
150	\$13,827,373	\$407,570	\$111,336	\$40,320	\$559,226
151	\$13,416,616	\$410,757	\$108,148	\$40,321	\$559,226
152	\$13,002,647	\$413,969	\$104,935	\$40,322	\$559,226
153	\$12,585,442	\$417,205	\$101,697	\$40,323	\$559,226
154	\$12,164,974	\$420,468	\$98,434	\$40,324	\$559,226
155	\$11,741,219	\$423,755	\$95,146	\$40,325	\$559,226
156	\$11,314,151	\$427,068	\$91,831	\$40,326	\$559,226
157	\$10,883,743	\$430,408	\$88,491	\$40,327	\$559,226
158	\$10,449,970	\$433,773	\$85,125	\$40,328	\$559,226
159	\$10,012,805	\$437,165	\$81,732	\$40,329	\$559,226
160	\$9,572,222	\$440,583	\$78,313	\$40,330	\$559,226
161	\$9,128,195	\$444,028	\$74,867	\$40,331	\$559,226
162	\$8,680,695	\$447,500	\$71,394	\$40,332	\$559,226
163	\$8,229,696	\$450,999	\$67,894	\$40,333	\$559,226
164	\$7,775,171	\$454,525	\$64,367	\$40,334	\$559,226
165	\$7,317,092	\$458,079	\$60,812	\$40,335	\$559,226
166	\$6,855,431	\$461,661	\$57,229	\$40,336	\$559,226
167	\$6,390,161	\$465,271	\$53,618	\$40,337	\$559,226
168	\$5,921,252	\$468,909	\$49,979	\$40,338	\$559,226
169	\$5,448,677	\$472,575	\$46,312	\$40,339	\$559,226
170	\$4,972,407	\$476,270	\$42,616	\$40,340	\$559,226
171	\$4,492,413	\$479,994	\$38,891	\$40,341	\$559,226
172	\$4,008,665	\$483,747	\$35,136	\$40,342	\$559,226

PERIODO	SALDO CRÉDITO	ABONO CAPITAL	INTERÉS	SEGURO DE VIDA	VALOR DE LA CUOTA MENSUAL
173	\$3,521,135	\$487,530	\$31,353	\$40,343	\$559,226
174	\$3,029,793	\$491,342	\$27,540	\$40,344	\$559,226
175	\$2,534,609	\$495,184	\$23,697	\$40,345	\$559,226
176	\$2,035,553	\$499,056	\$19,824	\$40,346	\$559,226
177	\$1,532,595	\$502,958	\$15,921	\$40,347	\$559,226
178	\$1,025,704	\$506,891	\$11,987	\$40,348	\$559,226
179	\$514,849	\$510,855	\$8,022	\$40,349	\$559,226
180	-\$0	\$514,849	\$4,027	\$40,350	\$559,226

Tabla 5. Plan de pagos

8. ESTUDIO LEGAL, SOCIAL Y AMBIENTAL

8.1 NORMATIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN EL CONTEXTO LOCAL (CASO COLOMBIA)

La Constitución Política de Colombia de 1991 considerada como una constitución Ecológica, dio un paso determinante en la legislación y política ambiental en nuestro país, dado que dentro del artículo 79 del capítulo 3 en el título II, reconoce el Medio Ambiente Sano y lo cataloga como un derecho Colectivo.

En ella se plantean alrededor de 34 disposiciones que le dan dicho reconocimiento, en ese sentido, el artículo 79 de la Carta Política consagra el derecho al medio ambiente sano, al cual la Corte Constitucional Colombiana ha otorgado a través de su jurisprudencia el carácter del derecho fundamental, entre otras se puede hacer énfasis en las siguientes sentencias T-406 de 1992, T-411 de 1992, C-671 de 2001, C339 de 2002, T-415 de 1992, SU-442 de 1997, T-1451 de 2000, SU-1116 de 2001, T-760 de 2007, T 154 de 2013 y C 760 de 2008.

Igualmente, el Estado Colombiano con el fin de garantizar impactos ambientales negativos y como miembro del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) de la Organización Mundial de las Naciones Unidas, acogió los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), de acuerdo con el PNUD, los 1

7 ODS están integrados, ya que reconocen que las intervenciones en un área afectarán los resultados de otras y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad medio ambiental, económica y social. Estos son la base fundamental del acuerdo

ético y programático entre las naciones y las personas para hacerle frente a los desafíos de la sociedad contemporánea denominado como Agenda 2030.

También, dentro de la legislación jurídica colombiana se debe resaltar que la Ley 388 de 1997 estableció en su artículo 10 los objetivos del desarrollo territorial, donde se encuentra el establecimiento de mecanismos que permitan la defensa del patrimonio ecológico, garantizar la protección del medio ambiente y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. Adicionalmente, la ley en mención introdujo como principio del ordenamiento del territorio, en su artículo 2, "La función social y ecológica de la propiedad", del mismo modo el artículo 6° estableció la incorporación de "instrumentos que permitan regular las dinámicas de transformación territorial de manera que se optimice la utilización de los recursos naturales y humanos para el logro de condiciones de vida dignas para la población actual y las generaciones futuras."

De ahí que el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio mediante Resolución 0549 del 8 de julio de 2020, estableció los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, definiendo las Construcciones Sostenibles como "el conjunto de medidas pasivas y activas, en diseño y construcción de edificaciones, que permiten alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía, encaminadas al mejoramiento de vida de sus habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social"⁴⁹.

Una de las medidas implementadas en las Construcciones Sostenibles es la generación de energía a través de fuentes alternativas, Colombia ha desarrollado a través de los años diferentes regulaciones para promover la producción de energías limpias. Una de las primeras regulaciones es la Ley 143 del 11 de julio de 1994, que en el artículo 11 "establece la definición de auto generador a saber, aquel generador que produce energía eléctrica exclusivamente para atender sus propias necesidades."⁵⁰

Adicionalmente la Ley 1715 del 13 de mayo de 2014 tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable; así mismo determinó los elementos para promover la autogeneración de energía a pequeña escala estableciendo el nivel máximo de potencia para auto generador en 1 MW, lo anterior en concordancia con la Resolución UPME 281 de 2015.

Finalmente, la Comisión de Regulación Energética y de Gas, adscrita al Ministerio de Minas y Energía reguló las actividades de autogeneración a pequeña escala, a

⁴⁹ Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Resolución Numero 0549 de 2020. Colombia.2020. p. 6.

⁵⁰ Departamento administrativo de la función pública. Ley 143 del 11 de julio de 1994. Publicado en el Diario Oficial No. 41.434 de julio 12 de 1994. Colombia. p 1-25

través de la Resolución 030 del 26 de febrero de 2018, esta resolución define el proceso por el cual los usuarios pueden producir su propia energía solar, eólica o de otra fuente renovable y vender lo que les sobre al Sistema Interconectado Nacional.

“El CONPES3919 busca impulsar la inclusión de criterios de sostenibilidad al considerar el ciclo de vida de las edificaciones, a través de instrumentos para la transición, seguimiento y control, e incentivos financieros.”⁵¹

8.2 NORMATIVIDAD VIVIENDA DE INTERES SOCIAL (VIS)

- LEY 3 de 1991, Crea el Sistema Nacional de Vivienda de Interés Social, señala las entidades que lo integre, y establece el subsidio familiar de vivienda, en donde se define e indica sus beneficiarios.
- Decreto 1146 de 1992, en el cual se determina que el subsidio Familiar de Vivienda se expresará en Unidades de Poder Adquisitivo Constante-UPAC, así como también establece los requisitos de planes y programas de Vivienda de Interés Social y otorgamiento de escrituras.
- Ley 388 de 1997, Se dicta la definición de vivienda de interés social, limita y da las bases para la localización y zonas donde se pueden desarrollar proyectos VIS.
- Ley 546 de 1999, Por la cual se dictan normas en materia de vivienda, se señalan los objetivos y criterios generales a los cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular un sistema especializado para su financiación, se crean instrumentos de ahorro destinado a dicha financiación, se dictan medidas relacionadas con los impuestos y otros costos vinculados a la construcción y negociación de vivienda y se expiden otras disposiciones.
- Ley 633 del 2000, se define la conformación del fondo obligatorio para Vivienda de Interés Social (FOVIS).
- Ley 708 de 2001, Habla de las normas básicas para la asignación del subsidio de vivienda para la adquisición de unidades de vivienda de Interés Social.
- Decreto 2342 de 2001, determina los montos del subsidio de vivienda, los cuales se otorgarán de acuerdo con el tipo de solución de vivienda, e indica el tope máximo del beneficio.
- Decreto 1354 de 2002, Amplía el plazo para acceder a subsidios familiares de vivienda de interés social, los prorroga y determina su aplicación en todos los municipios del país.

⁵¹ Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES.Documento CONPES 3919.Politica Nacional de Edificaciones Sostenibles.Bogotá D.C 23 de marzo de 2018.p 3.

- Decreto 2488 de 2002, Determina los postulantes al subsidio familiar de vivienda, calificación de postulantes, valor y vigencia del subsidio, planes de vivienda de interés social, y postulaciones colectivas.
- Decreto 975 de 2004, reglamenta el subsidio familiar de vivienda de interés social para áreas urbanas.
- Resolución 1150 de 2004, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se establece un esquema de crédito complementario admisible para el otorgamiento del Subsidio Familiar de Vivienda de Interés Social urbana.
- Decreto 1526 de 2005, Modifica parcialmente el decreto 975 de 2004, en lo referente al valor del subsidio familiar de vivienda de interés social en dinero para áreas urbanas.
- Decreto 4429 de 2005, Modifican los decretos 295, 3169 y 311 de 2004 y 1526 de 2005, y establece los criterios especiales a los que se sujetará el otorgamiento de subsidios familiares de vivienda de interés social con cargo a los recursos de la Bola Única Nacional.
- Ley 1114 de 2006, Destinación de los recursos de vivienda a nivel nacional para VIS rural y urbana.
- Decreto 3702 de 2006, Modifica los decretos 975 de 2004 y 4429 de 2005 y establece los criterios para el desarrollo de proyectos de mejoramiento a través de la Bolsa única de Nacional.
- Decreto 4080 de 2007, subroga algunos artículos del decreto nacional 975 de 2004, por lo cual se reglamenta el subsidio familiar de vivienda de interés social en dinero para áreas urbanas conforme lo dispuesto en las leyes 49 de 1990, 3 de 1991, 388 de 1997, 546 de 1999, 789 de 2002 y 812 de 2003.
- Decreto 2778 de 2008, reglamenta el acceso al subsidio de vivienda de interés social urbano para hogares que desarrollen actividades de recuperación, tratamiento y aprovechamiento de residuos reciclables.
- Ley 1432 de 2011, Modifica el artículo 60 de la ley 3 de 1991 referente al subsidio de vivienda familiar como un aporte de dinero o en especie para el acceso a una vivienda de interés social o prioritaria.
- Ley 1469 de 2011. Se establece el subsidio de vivienda de como un aporte en dinero o en especie, otorgado por una sola vez al beneficiario con el objetivo de facilitar el acceso a una solución de vivienda de interés social o interés prioritario de las señaladas en el artículo 5 de la presente ley y que cumpla con las condiciones que establece esta ley.
- Decreto 248 de 2015, Implementa el programa de promoción de acceso a la vivienda de interés social- “Mi casa ya”.
- Ley 1573 de 2015, Adopta el plan de desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”.⁵²

⁵² Documento para vivienda de interes social. Alcaldía de Bogotá.

- Decreto 1077 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio.
- Decreto 583 de 2017, se modifica parcialmente el decreto 1077 de 2015 en lo relacionado con las características de las viviendas de interés social y prioritario en tratamiento de renovación urbana, los requisitos de solicitud y trámite de las licencias urbanísticas y cesiones anticipadas.
- Decreto 046 de 2029, por lo cual se modifican las disposiciones del decreto 1077 e 2015 en relación con los precios máximos de la vivienda de interés social y la vivienda de interés prioritario.

8.3 NORMATIVIDAD PANELES SOLARES

- Ley 1715 de 2014 “Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional”, que busca además promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.
- Decreto 2492 de 2014 “Por el cual se adoptan disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda”.
- Decreto 2469 de 2014 “Por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración”
- Decreto 2143 de 2015 “Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo 111 de la Ley 1715 de 2014”
- Resolución UPME 0281 de 2015 “Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala” Resolución CREG 024 de 2015 “Por el cual se regula la actividad de autogeneración a gran escala en el Sistema Interconectado Nacional”
- Decreto 1623 de 2015 “Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de lineamientos de políticas para la expansión de la cobertura del servicio de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional y en las Zonas No Interconectadas”.
- Resolución Min Ambiente 1283 de 2016 “Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables –FNCER y gestión eficiente de la energía, 14 para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones”.

9. PLAN DE NEGOCIO

9.1 Diseño de modelo de negocio

Un modelo de negocio consiste en el conjunto de elecciones hechas por la empresa y el conjunto de consecuencias que se derivan de dichas elecciones. Magretta (2002) define el modelo de negocio como “historias que explican cómo la empresa trabaja” y utilizando a Drucker como referente, el autor define un buen modelo de negocio como aquél que responde a las siguientes preguntas: ¿Quién es el cliente y qué valora? ¿Cuál es la lógica económica subyacente que explica cómo podemos aportar dicho valor al cliente a un coste apropiado? De acuerdo a Chesbrough and Rosenbloom (2001) presentan una definición más detallada y operativa al indicar que las funciones de un modelo de negocio son: “articular la proposición de valor; identificar un segmento de mercado; definir la estructura de la cadena de valor; estimar la estructura de costes y el potencial de beneficios; describir la posición de la empresa en la red de valor y formular la estrategia competitiva.”⁵³

Por su parte, Osterwalder, Pigneur y Tucci (2005) definen que: “un modelo de negocio es una herramienta conceptual que contiene un conjunto de elementos y sus relaciones y que nos permite expresar la lógica de negocio de una empresa específica. Es la descripción del valor que una empresa ofrece a uno o varios segmentos de clientes y de la arquitectura de la empresa y su red de socios para crear, comercializar, y aportar este valor a la vez que genera un flujo rentable y sostenible de ingresos.” Como consecuencia de esta definición se establecen 9 elementos de un modelo de negocio: proposición de valor, cliente objetivo, canal de distribución, relaciones, configuración de la cadena de valor, competencias esenciales, red de socios, estructura de costes y modelo de ingresos.

Descrito lo anterior, y en el marco de este proyecto, se hace una exploración de algunos modelos de negocio que podrían servir como ruta metodológica para la implementación de paneles solares en viviendas de interés social.

- Multinivel: Modelo que permite darle reconocimiento a los clientes por medio de incentivos convirtiéndolos en vendedores.
- Freenium: modelo de negocios que permiten generar ingresos mediante la captación de clientes ofreciendo un producto gratis.

⁵³ RicarT, Joan. Modelo de negocio: El eslabón perdido en la dirección estratégica. Universia Business Review. Madrid, España. 2009. P 12-25

- Long Tail: un modelo que requiere un volumen de clientes para generar ventas considerables.
- Bait and Hook: es un modelo que para llamar al cliente se le regala un producto para incentivarlo y así hacerlo cliente.
- De nube and software as a service: es un modelo online que permite pagar a las aplicaciones para mostrar el producto.
- Modelo de suscripción: es un modelo de cliente recurrente en donde se paga una suscripción por parte del cliente y la aplicación le genera descuentos en los productos.
- Comercio electrónico de venta especial: modelos de negocios que tienen descuentos, gruponos entre otros.
- Crowdsourcing: modelo de negocio que permite prestar un servicio resolviendo problemas a través de aportaciones por parte de la comunidad.
- CANVAS: El Modelo fue creado con el fin de establecer una relación lógica entre cada uno de los componentes de la organización y todos los factores que influyen para que tenga o no éxito. A través de un "lienzo" se detalla desde la idea de negocios, hasta los diferentes factores que influirán en ella al momento de ponerla en marcha.

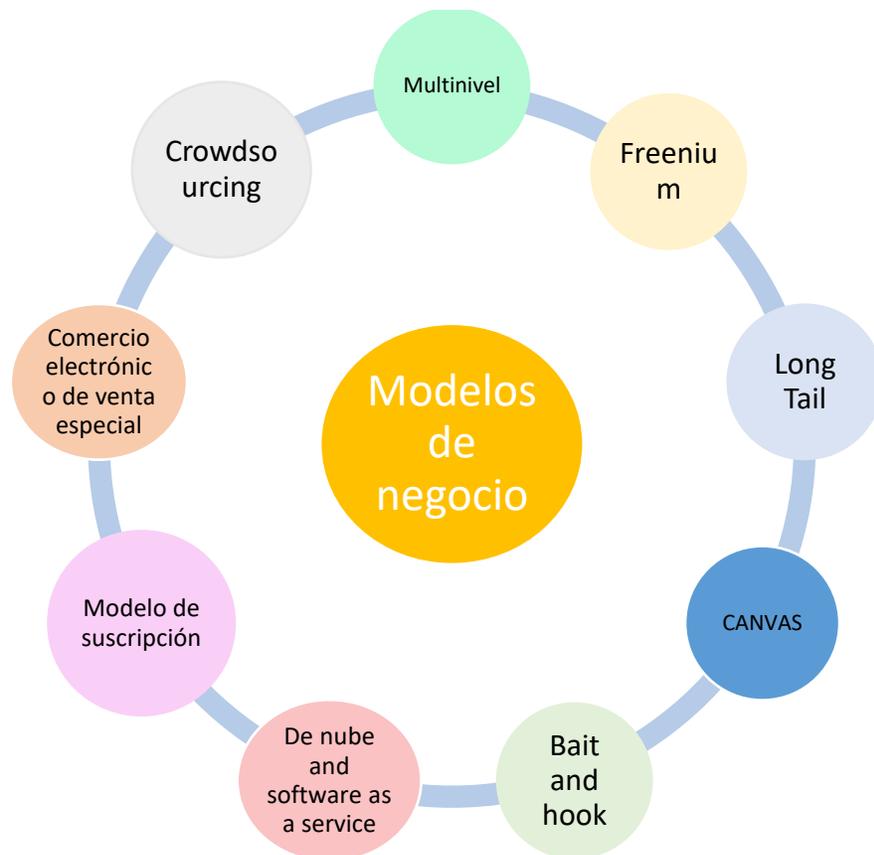


Ilustración 20. Modelo de negocio

9.2 Un modelo de negocio sostenible para la VIS, integrando paneles solares.

A través de los años se ha identificado que el modelo de negocio convencional buscar crear valor exclusivamente para los clientes y la empresa. Sin embargo, un modelo de negocio sostenible permite crear valor tanto económico como social y medioambiental para lo que conocemos como los actores claves del sector o los Stakeholders. Una de las herramientas utilizadas en estos procesos de creación de valor es el CANVAS propuesto por Osterwalder y Pigneur, (2010) que consiste en una herramienta que describe el funcionamiento del proyecto empresarial a través de nueve bloques que serán modificados para poder incluir elementos de sostenibilidad que le permitirán al empresario desarrollar una idea de negocio sostenible. Es evidente que cuantos más bloques sean modificados en base a elementos sostenibles, más innovador y sostenible será el modelo de negocio diseñado.

Igualmente, cuando un modelo de negocio cambia por completo y tiene resultados positivos tanto económicos como sociales y medioambientales, se trata de un modelo de negocio sostenible. Establecer nuevas ideas de negocios sostenibles es lograr la modificación de cualquiera de los bloques diseñados por Osterwalder. Aunque el cambio sea en alguno de los bloques, esto genera de forma directa la modificación de otros bloques del modelo, ya que los bloques dependen unos de otros, están interrelacionados. Para este caso en particular, definir una propuesta de valor orientada en la integración de paneles solares con el propósito de mitigar los impactos ambientales por consumo energético elevado en las edificaciones, conlleva a cambios en los bloques de segmentos del mercado, relaciones con el cliente, canales de distribución etc.⁵⁴

⁵⁴ Martínez Rodríguez, Emilia. El modelo de negocio como base del éxito empresarial: una revisión teórica. Facultad de ciencias económicas y empresariales. Universidad de Almería. Almería.2014.

Sostenibilidad



Ilustración 21. Modelo CANVA

9.2.1 NECESIDADES BÁSICAS

Con el propósito de generar valor en las comunidades y el medio ambiente, las empresas deben identificar nuevas propuestas y/o diseños innovadores para proyectos de construcción de viviendas de interés social (VIS), que integre la apropiación de tecnología y articule a todo el ecosistema de innovación del sector que puede cofinanciar estos proyectos con las administraciones de las ciudades de

influencia, institutos de vivienda regionales, y otras entidades públicas y privadas que implementen proyectos similares, incorporando elementos diferenciales para:

- Aprovechar sosteniblemente los recursos ambientales de los territorios.
- Prever el crecimiento progresivo y la ampliación de las viviendas, dependiendo de las necesidades o aspiraciones de los beneficiarios.
- Permitir a las familias participar en los procesos de construcción y/o diseño a través de procesos de co-creación.
- Considerar la identidad cultural de los beneficiarios, empatía
- Diseñar vivienda de acuerdo a la política establecida para la vivienda de interés social.

Igualmente, estas soluciones deben estar orientadas en garantizar el mayor impacto en la comunidad beneficiada en función de su grado de novedad y factibilidad técnica, económica y social, y que sirven como un modelo que puede ser escalado en todo el territorio.

9.2.2 CAUSANTES DEL CAMBIO

Se ha identificado que un hogar de interés social se utilizan aproximadamente 15 bombillas. Pese a los esfuerzos por implantar las de bajo consumo, las bombillas tradicionales siguen teniendo la mayor usabilidad. Una casa consume al año 1980 kilovatios-hora (kWh), (165kwh*12meses) aproximadamente. Tomando un promedio de gasto energético de 165 kWh en una vivienda de interés social, su gasto económico sería de 43,378 pesos mensuales aproximadamente, generando un gasto anual de 636,174 pesos aproximadamente en consumo energético. Por otra parte, la mayor parte de los hogares desconocen la calificación energética de sus electrodomésticos y muchos ignoran el gasto que generan estos aparatos cuando no están encendidos, pero siguen conectados (en modo *standby*).⁵⁵

Actualmente las energías renovables, específicamente la fotovoltaica, se ha convertido en una estrategia de energía convencional en el contexto global. Este tipo de tecnologías renovables están reduciendo drásticamente sus costes, de forma que ya son plenamente competitivas con las convencionales en un número creciente de emplazamientos. Las economías de escala y la innovación están logrando que las energías renovables lleguen a ser la solución más sostenible, no sólo ambiental sino también económicamente, con el propósito de dinamizar la economía en el mundo a aportar al medio ambiente.

⁵⁵ Suarez Hernao, Katherine. Valencia Hernandez, Vanesa. Vivienda multifamiliar de interes social sostenible. Facultad de artes integradasr. Universidad de san buenaventura seccional Medellin. Medellin.2014.

9.3.3 SOLUCIONES A LAS PROBLEMÁTICAS ACTUALES

La alternativa propuesta específicamente para este trabajo es la implementación de paneles solares en la Vivienda de Interés Social en el marco de implementación de herramientas de energía renovables que permitan generar energía a la vivienda, sin afectar el voltaje de cada una de estas permitiendo un ahorro significativo a las familias beneficiarias.

9.2.3 POTENCIAL DE INNOVACIÓN

La generación de electricidad con energía solar empleando sistemas fotovoltaicos ha estado siempre dirigida al sector rural, en donde los altos costos de generación originados principalmente en el precio de los combustibles, y los costos de Operación y Mantenimiento en las distantes zonas remotas, hacen que la generación solar resulte más económica en el largo plazo y confiable. Estas actividades surgieron con el Programa de Telecomunicaciones Rurales de Telecom a comienzos de los años 80, con la asistencia técnica de la Universidad Nacional. Sin embargo, los desarrollos en Colombia son aún modestos y el desarrollo actual no corresponde ni al potencial de varias fuentes, ni a las posibilidades de un desarrollo local, que permita al país realizar tecnologías energéticas liberadas de las tradicionales dependencias de tecnologías foráneas.

El interés por las FENR (Fuentes de Energía Nuevas y Renovables) y en particular en la solar, tanto a nivel de planificación estatal como en el sector de investigación y desarrollo I&D, ha estado en el marco de las crisis de energía. Dos aspectos que deberían orientar líneas de acción estatal para el desarrollo de las FENR son: 1) la importancia de diversificar la canasta energética nacional para dar flexibilidad al sistema de suministro de energía, necesario frente a un futuro lleno de incertidumbres, 2) la importancia de las FENR frente a los problemas causados principalmente por el impacto ambiental del uso de los combustibles fósiles y el agotamiento de sus reservas.⁵⁶

Descrito lo anterior, los paneles solares se convierten en una herramienta tecnológica viable para cumplir con los objetivos estratégicos de los territorios, y esto, alienado con la propuesta en generar nuevos diseños de solución habitacional sostenible.

⁵⁶ Rodríguez Murcia, Humberto. Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. Recibido: 30 de diciembre de 2008. Publicado: 15 de enero de 2009.

9.2.4 EXPECTATIVAS EMERGENTES

Al implementar estos paneles solares a viviendas de interés social se pueden obtener los siguientes beneficios, primero deducción en el pago del impuesto de renta del 50% de las inversiones en un período de 5 años, segundo depreciación acelerada de los activos, tercero exclusión de IVA de los bienes asociados al proyecto, cuarta exención del gravamen arancelario, quinta La vivienda adquiere mayor valor de venta por la instalación solar y el uso de energías menos contaminantes, sexta reducción de impuestos para empresas, séptima al instalar paneles solares en edificios lograr una reducción del gasto energético que puede ser medido calculando el gasto por familia al año en energías convencionales, restándole la energía solar consumida y octava los generadores de energía renovable en pequeña y gran escala, podrán vender a la red eléctrica el excedente de energía que ellos no consuman, según lo disponga la CREG.

9.3 Propuesta de Valor

La propuesta de valor es una práctica que tiene como propósito generar a los usuarios una idea clara, concisa y transparente de cómo un modelo de negocio en particular puede ser relevante para él. La propuesta de valor hacer referencia a lo diferenciador en un producto o servicio, ese elemento que destaca a las organizaciones y permite diseñar estrategias orientadas en el diseño de estos servicios y/o productos. Descrito lo anterior, se deben considerar los factores claves que permiten darle un sentido significativo a los usuarios y que está articulado con la implementación de los paneles solares en las viviendas de interés social.

- Precio: Se requiere tener un precio relativamente bajo al precio del mercado, con el propósito de atraer a los clientes logrando que su implementación no modifique las normas establecidas para este tipo de vivienda.
- Novedad: Productos diferenciadores en el mercado, que logran dejar la competencia fuera del proceso de evaluación del producto y/o servicio.
- Calidad: Corresponde a la percepción que el usuario hace sobre un producto y/o servicio. Es una fijación mental del consumidor que permite definir si satisface sus necesidades.
- Conveniencia: se enfoca en generar confiabilidad al usuario, logrando generar un producto y/o servicio que, optimizar el tiempo y el esfuerzo del cliente.
- Marca: Posicionamiento en el mercado
- Desempeño: Generar productos que permitan ser eficientes en un porcentaje muy alto.

- Reducción de riesgos: Disminuir el daño que se pueda causar por medio del producto, entrega entre otras.
- Reducción de costos: Identificar nuevas estrategias de costos que se ajusten a los requerimientos del proyecto. Minimizar los costos.
- Diseño: hacer en énfasis en este elemento como diferenciador de la oferta de la empresa.
- Customización: Permitir la adaptación de la oferta a las necesidades y gustos de cada usuario o grupo de usuarios.

Nuestra propuesta va dirigida a las constructoras, el gobierno y entidades financieras con el propósito de identificar nuevas estrategias orientadas en la construcción sostenible y lograr generar un un modelo de negocio que permite aportar en el desarrollo del país y que está orientado en el fortalecimiento de las dimensiones económicas, sociales y culturales. De esta forma, el proyecto tiene como propósito plantear una nueva propuesta para garantizar energía a través de la implementación de paneles solares sin generar ningún cambio en la red de energía, es decir sin afectar la potencia. Igualmente, hacer un proceso de sensibilización en el sector frente a la necesidad de integrar nuevas tecnologías en los proyectos de construcción de obra civil.

- ¿Qué es lo que se ofrece al mercado?

Nuestro producto son los paneles solares en viviendas de interés social dando un cambio de energía convencional a energía renovable, permitiendo mejorar la calidad de vida de las personas, teniendo en cuenta las tres determinantes de la construcción sostenible como lo son: Sostenibilidad Económica, Sostenibilidad Ambiental y Sostenibilidad Social.

- ¿Cuáles son los atributos de nuestra propuesta de valor?

Generar un estrategia para mitigar los impactos ambientales y disminuir los gastos generados en esta tipología de vivienda por el consumo energético. Cuál es el conjunto de productos y servicios específicos que ofrecemos a cada segmento de clientes?

Se ofrece implementar el uso de paneles solares teniendo en cuenta toda su conectividad, distribución, manejo del recurso y demás componentes que permitan que la red se encuentre siempre al 100%.

- ¿Cuáles son las necesidades que son satisfechas por la Propuesta de Valor?

Las necesidades satisfechas están orientadas en la cobertura de vivienda a través de la política de vivienda de interés social, integrando paneles solares con el propósito de obtener una reducción en los costos de los servicios públicos,

alineando estos ahorros con la posibilidad de aportar al capital del crédito con él se obtiene la vivienda.

9.4 Segmentos de clientes

El proyecto va dirigido a El Estado Colombiano, Constructoras, Entidades Financieras y Población vulnerable, debido a que son las principales creadoras de las viviendas de interés social en donde desde los inicios de la fase 1 del proyecto pueden proporcionar el diseño de los paneles solares en sus estructuras para que la comunidad, que es el segundo segmento de clientes beneficiarios de las viviendas de interés social, esta comunidad corresponde a un porcentaje del 86.04 de la población colombiana, lo que quiere decir que es un porcentaje bastante alto en donde generando cambios de esta población se proporcionarían unos grandes efectos positivos en el mejoramiento del medio ambiente.



Ilustración 22. Segmentos de Clientes

9.5 Relación con el cliente

Nuestro proyecto requiere una relación directa con las cinco partes interesadas: Gobierno, Constructora, Entidad Financiera, Fundación y Comunidad. puesto que es fundamental para implementar nuestro producto. Esta relación permite que solo

se constituya con el comprador es decir que nuestra propuesta de valor solo se relacione con este cliente, es así como se busca que el vínculo se a largo plazo ya que permite que se maneje un uso del producto a largo plazo y con los diferentes proyectos que ellos manejan permitiendo que a medida del tiempo se generen recursos positivos para ambos lados es decir ganancias por parte y parte, también dando descuentos entre el proveedor y el cliente.

Así mismo, esta relación debe ser entre el proveedor y el cliente ya que esto permite que sea una persona la encargada de establecer el contacto con el cliente informándole de la propuesta de valor y esto proporciona que la relación se afiance y se genere una confianza entre los cuatro relacionados. En donde a continuación se realizará un análisis del ciclo de vida de la relación.



Ilustración 23. Relación con los clientes

9.6 Canales de distribución y comunicaciones

Estos canales permiten generar un vínculo de cómo se llevará el producto desde el fabricante hasta el cliente final, para llegar a este fin se necesitan conocer y practicar tres etapas esenciales del ciclo de vida. La primera etapa es el conocimiento en el cual el cliente está enterado de la calidad de cada uno de los productos utilizados

para el producto final. La segunda etapa es la consideración en el cual consiste en la aceptación del producto presentado al cliente encajando con las necesidades y la tercera etapa es el producto final donde el cliente hace un reconocimiento físico y visual del producto final.

La distribución del producto hoy en día es menos compleja debido a que existen muchas plataformas virtuales que permiten visualizar el producto en donde la empresa debe adaptarse a las nuevas tecnologías proporcionadas. Se puede decir que los canales de distribución varían dependiendo del sector.

Los dos mayores canales de distribución se definen en canal propio o directo en donde la empresa dirige su producto al cliente sin ningún intermediario, por lo cual esta no delega procesos de almacenaje, transporte o atención al consumidor, el siguiente canal es el canal externo o ajeno en el cual las empresas tienen terceros que realizan la entrega del producto.

Para nuestro producto se pretende utilizar el canal directo en donde no se necesitan de terceros para hacer la entrega el producto es así que nuestra estrategia es exclusiva puesto que se realiza un mínimo de ventas del producto en mención a los clientes seleccionados.

9.7 Actividades claves

- Encontrar las partes interesadas para formar la alianza en pro de llevar a cabo el proyecto.
- Por medio de la Fundación y/o persona natural que quiera hacer parte de la alianza para ejecutar el proyecto, conseguir los recursos necesarios que permitan la donación del valor de la implementación de los paneles solares.
- Apoyar al beneficiario en la gestión de la solicitud del subsidio de Vivienda por parte del Estado.
- Establecer los parámetros que se van a manejar para que los involucrados en la Alianza entiendan el sentido de la propuesta.
- Realizar los trámites para dar inicio a la ejecución de la obra por medio de la Constructora Aliada.
- Construcción de la obra
- Entrega de Vivienda de Interés Social con implementación de sostenibilidad mediante paneles solares.

9.8 Recursos Claves

Los recursos claves para llevar a cabo la ejecución de la construcción de la Vivienda, se presentan en la siguiente

Recursos Claves	
Subsidio de Vivienda	\$27.200.000
Donación valor paneles solares	\$20.000.000
Alianza con constructora	\$50.029.427,27
Total, VIS Sostenible	\$97.229.427,27

Tabla 6 Recursos Claves

9.9 Alianzas Estratégicas

Para llevar a cabo el proyecto, se plantea consolidar las relaciones de confianza con 4 aliados estratégicos en pro del usuario que será el beneficiario de este tipo de Vivienda de Interés Social. A continuación, se define el rol de cada Aliado:

- **Estado Colombiano:** Será quien aporta el subsidio de Vivienda de Interés Social equivalente a **\$27.200.000** para la población que tenga ingresos mensuales ente 0 y 2 **smmlv**, este subsidio será la base para iniciar la construcción de la VIS.
- **Entidad Financiera:** Será quien facilite el crédito a la constructora, para llevar a cabo la construcción de la VIS, así como también el crédito hipotecario al usuario de la vivienda de interés social, ofreciendo beneficios en las tasas de interés y en los plazos de pago.
- **Constructora:** Será quien ejecute la construcción, como es una alianza en pro de una causa social, lo que se propone es que el beneficio que la constructora aporte a este proyecto sea que no se genere un mayor costo de venta de la vivienda si no que al no tener que generar una inversión inicial y que el proyecto este financiado con el crédito de la entidad financiera, el valor final de esta sea el del costo de la obra, siendo así la única utilidad la que se tiene presupuestada inicialmente y el gran valor que dan al hacer parte de esta alianza en pro de la causa social.
- **Donaciones:** Se buscarán donaciones por medio de Fundaciones y/o personas naturales que quieran aportar al desarrollo del proyecto, con el fin de conseguir los recursos necesarios para la implementación de los paneles solares a las VIS, que son la propuesta de valor de este proyecto.
- **Usuario:** Para que sea quien reciba los beneficios de la Alianza, deberá aportar el lote para la construcción de la Vivienda de interés Social sostenible,

en donde es importante que sepa que el costo de esta será de aproximadamente el 52% del valor total, teniendo en cuenta los beneficios que aportan cada uno de los aliados.

9.10 Estructura de Costos

Como se presentó en el estudio financiero, el resumen del presupuesto nos muestra que las actividades que representan mayor porcentaje del total de la construcción son la estructura y la implementación de los paneles solares, es por esto que es de gran importancia contar con una inversión inicial, que en este caso es el subsidio de vivienda, porque será el que nos permita conseguir los recursos materiales y de mano de obras necesario para dar inicio a la ejecución de la obra.

Adicionalmente, como se observa en la tabla del presupuesto, otra de las actividades que representa un gran valor dentro del costo total de la obra, es la implementación de la tecnología de los paneles solares, puesto que es algo relativamente nuevo en nuestro país y que aporta en gran medida al cuidado del medio ambiente y a la economía de los beneficiarios, aunque parezca alta la inversión inicial de esta tecnología, los beneficios se verán reflejados a mediano y largo plazo, con la disminución en los pagos de servicios de energía, lo que serviría a los usuarios para aportar al capital del crédito hipotecario que tomaron para obtener la vivienda.

	ACTIVIDAD	VALOR TOTAL
1	Actividades preliminares	\$147,645
2	Movimiento de tierras	\$2,175,675
3	Estructura	\$20,257,094
4	Mampostería y pañetes	\$2,741,064
5	Estucos y pinturas	\$1,654,345
6	Pisos y enchapes	\$2,290,439
7	Cubiertas y cielorrasos	\$3,451,505
8	Aparatos Sanitarios	\$1,144,590
9	Redes eléctricas y de comunicaciones	\$2,811,670
10	Carpintería metálica	\$2,563,190
11	Carpintería en madera	\$1,420,565
12	Redes Hidrosanitarias	\$3,266,583
13	Griferías	\$867,223
14	Estructuras estancas	\$1,602,353
15	Decoración y ornato	\$60,000
16	Aseo	\$75,000
	Total obra (Año 2015)	\$46,528,941
	Factor de equivalencia ICCV	1.24
	Implementación paneles solares	\$20,000,000
	Total obra (Año 2021)	\$77,783,542
	ADMINISTRACIÓN (13%)	\$10,111,860
	IMPREVISTO (5%)	\$3,889,177
	UTILIDAD (7%)	\$5,444,848
	TOTAL OBRA	\$97,229,427

Tabla 7. Presupuesto de obra

9.11 Flujos de ingresos

La propuesta para llevar a cabo el proyecto es que como se explicó anteriormente, se cuente con recursos adicionales tal que el valor final de la vivienda cuando la compre el beneficiario sea de 52% del valor final de la construcción.

De acuerdo a lo anterior se presenta el flujo de caja del proyecto, en donde para llevarlo a cabo se tendrán una inyección de capital inicial con el subsidio de Vivienda, que será la base para iniciar la construcción, luego con el crédito constructor, se irán teniendo ingresos mensuales como se refleja en el cuadro del flujo de caja del proyecto, el mes 1 será del 10% del valor del crédito, el mes 2 del 45% del valor del crédito más 10 millones de los aportes de las donaciones para los paneles solares, y en el 3 mes 45% del valor del crédito más 10 millones de los aportes de las donaciones para los paneles solares.

Para los egresos se llevó a cabo un estimado mensual de acuerdo al costo de actividades constructivas que se tienen en el presupuesto.

Flujo de caja de la ejecución de la obra

Flujo de Caja del proyecto				
\$ 27,200,000.00	1	2	3	4
INGRESOS	\$ 5,002,942.70	\$32,513,242.15	\$32,513,242.15	
EGRESOS	\$ 19,130,165.58	\$33,436,228.57	\$38,269,263.81	\$ 6,393,769.30
FLUJO	-\$ 14,127,222.88	-\$ 922,986.42	-\$ 5,756,021.66	-\$ 6,393,769.30
FLUJO ACUMULADO	\$ 13,072,777.12	\$ 12,149,790.70	\$ 6,393,769.04	\$ -

Tabla 8. Flujo de caja de la ejecución de la obra

Para verificar si el proyecto es viable (entendiendo para este caso que viable es que no se generen pérdidas para ninguno de los aliados, puesto que está encaminado a aportar a una causa social), es así que se calculó la Tasa Interna de Retorno (TIR) teniendo en cuenta el tiempo que se necesitará para ejecutar la obra en su totalidad, por lo cual el resultado de esta fue positivo en 2.3%, lo que significa que la Constructora que decida aliarse no tendrá pérdidas en la ejecución, cabe resaltar que los intereses generados con el crédito constructor se cubrirán con el porcentaje de imprevistos que se tiene estimado en el presupuesto.

	FLUJO0	FLUJO1	FLUJO2	FLUJO3	FLUJO4	
EGRESOS		\$19,130,165.6	\$33,436,228.6	\$ 38,269,263.81	\$ 6,393,769.30	
Intereses Banco			\$ 85,050.03	\$ 467,775.14	\$ 850,500.26	TIR
INGRESOS	\$27,200,000.0	\$ 5,002,942.7	\$32,513,242.2	\$32,513,242.15		2.30%
FLUJO	\$27,200,000.0	-\$14,127,222.9	-\$1,008,036.5	-\$ 6,223,796.80	-\$ 7,244,269.56	

Tabla 9. Flujo de caja

10. CONCLUSIONES

- Una vez realizado el análisis del contexto global y del contexto local en el área de sostenibilidad en el sector de la construcción, se puede inferir que es necesario e imprescindible la optimización, tratamiento adecuado y uso racional de los recursos, con criterios y estrategias eficientes que garanticen una construcción de calidad, económica y sostenible. Esto teniendo en cuenta que el sector de la construcción es el responsable del 40% del total de la energía consumida a nivel mundial. Implementar estrategias más efectivas, eficientes y que estén orientadas en la sensibilización, fortalecimiento y consolidación de la sostenibilidad, garantiza la generación de ventajas competitivas en toda la cadena de valor de la industria de la construcción en general.
- Aunque en otros países emergentes de Latinoamérica, las estrategias para mitigar el impacto ambiental se han diseñado en todo el proceso de la construcción de obra civil, para el caso de Colombia en particular, se han identificado las capacidades necesarias para generar ecosistemas sostenibles, articulando técnicas y materiales que minimicen el flujo de energía y residuos al interior de las comunidades. Actualmente, se puede identificar que el sector de la construcción ha implementado tecnologías de bajo costo, en el área de energía, que pueden igualmente pueden ser articuladas en todo el ciclo de vida del proyecto.
- De acuerdo con el estudio de mercado realizado en esta investigación, la unidad de análisis de este proyecto representa el 86.04% de las personas en Colombia que son beneficiarias de vivienda de interés social. Diseñar una solución alternativa para esta tipología de vivienda, generaría un gran cambio en la disminución de los contaminantes generados por el proceso de la energía eléctrica, esto quiere decir que se contribuiría de forma directa con impactos en el medio ambiente teniendo en cuenta que los sectores residenciales y de oficinas consumen el 40% de los recursos de todo el mundo, especialmente de energía, y son responsables del 40% de las emisiones de CO₂ que van a la atmósfera, uno de los principales causantes de los gases efecto de invernadero
- Es importante plantear que las energías renovables están siendo involucradas cada vez más en el sector de la construcción, teniendo en cuenta que durante los últimos años se han generado diferentes estrategias de sensibilización sobre las alternativas que permiten mitigar los impactos ambientales. Descrito lo anterior, se han incorporado en los procesos de

construcción de obra civil, los paneles solares como una alternativa que garantiza el cumplimiento de los determinantes de la sostenibilidad: Sostenibilidad económica, Sostenibilidad Social y Sostenibilidad Ambiental.

- La construcción sostenible no debe plantearse como una exploración más, o como un caso aislado solamente con valor académico y profesional, pues su aporte puede perderse en los modelos convencionales de construcción sistematizada, pero diseñados sin tener en cuenta la calidad ambiental. Para el caso de Colombia en particular, aunque se han implementado diferentes estrategias de sostenibilidad que se reflejan en la normatividad para la construcción sostenible y el uso de energías renovables, deberá ser el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial el encargado de diseñar los lineamientos necesarios que permitan generar una cultura sostenible en el sector.
- Esta investigación representa una exploración innovadora teniendo en cuenta que hace una articulación de tecnologías dentro del proceso de construcción de obra civil y el plan de negocios se convierte en una buena herramienta para lograr madurar la idea; establecer objetivos que se articulen con la dinámica del mercado y plantear una hoja de ruta que articule todos los elementos necesarios dentro de la planeación (objetivos, propuesta de valor, usuarios, canales, financiación etc). En conclusión, es una ruta que permite transformar el modelo convencional de VIS en una realidad más aplicada.
- Con la articulación de los determinantes de la construcción sostenible y la normatividad que hasta la fecha se tiene en Colombia respecto a la construcción sostenible, el uso de energías renovables y la Vivienda de Interés Social; se logra proponer un modelo de negocio que permita fusionar la Sostenibilidad Social, Sostenibilidad Ambiental y Sostenibilidad Económica, basados en los requisitos mínimos de calidad para una vivienda de interés social digna, que integre dentro de sus diseños una alternativa de sostenibilidad a través de la implementación de paneles solares. También se plantea la importancia de consolidar alianzas que permitan aportar a las condiciones de calidad de vida de familias en condición de vulnerabilidad.

11. BIBLIOGRAFIA

Muñoz, Leydi Banessa y Vides Yennis, Fernanda. Incidencia de la política pública de vivienda de interés social en la población en condición de vulnerabilidad del municipio de Bucaramanga 2010-2014. Especialización en Gestión Pública. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Escuela Económica y Administración, 2015. 126 p.

Villaveces Niño, Martha Juanita. Política de vivienda: alcances y perspectivas, fascículo 11 Universidad, ciencia y desarrollo programa de divulgación científica tomo II, 2007. P. 1-12.

DANE Información para todos, Boletín Técnico vivienda VIS y no VIS. (19 de agosto de 2020); p. 1-36.

Forero Ramírez, Sandra y Valdivieso Orozco, Viviana. Introducción a la construcción sostenible, 2020. P 1-22.

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. Decreto Número 1467. (13 de agosto de 2019); p. 1-4.

Raffino, María Estela. Panel Solar. [online]. Argentina, 2020. Publicado 20 de julio de 2020. [<https://concepto.de/panel-solar/>].

Factor energía. Energías Renovables: Características, tipos y nuevos retos. [online]. 2018. Publicado 30 de agosto de 2018. [<https://www.factorenergia.com/es/blog/noticias/energias-renovables-caracteristicas-tipos-nuevos-retos/>]

UPB Sostenible. Construcción sostenible en Colombia: cuestión de equilibrio y conciencia. [online]. Universidad Pontificia Bolivariana, marzo 2020. Publicado el 2 de marzo de 2020. [<https://www.upb.edu.co/es/blogs/construccion-sostenible-colombia-equilibrio-conciencia>]

Acevedo, Harlem. Vásquez, Alejandro. Ramírez, Diego. Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. En: Revista Universidad Nacional de Colombia. Publicado: 13 de mayo de 2012. [<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/download/30825/39307>]

Rey, Fernando. Foro Económico Mundial o Foro Davos, [online] En: El orden Mundial. Publicado el 24 de enero de 2020. [<https://elordenmundial.com/que-es-el-foro-economico-mundial/>]

Malpass, David. Grupo Banco Mundial cinco instituciones: Un Grupo [online]. Publicado en el 2020 [<https://www.bancomundial.org/es/who-we-are>]

Silva Arias, Andrés. Economipedia. Producto Interno Bruto. [online]. Publicado en el 2012. [<https://economipedia.com/definiciones/producto-interior-bruto-pib.html>]

Ritchie, Hannah y Roser, Max. BPstatistical review of energy [online]. Our World in Data. Publicado en 2015. Actualizado en 2018. [[https://ourworldindata.org/energy#all-charts-preview.](https://ourworldindata.org/energy#all-charts-preview)]

ALBA CARRASCO, Sajai. De la vivienda de interés social al hábitat sostenible: un estudio para Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias económicas. Bogotá, Colombia. 2011. P 148.

Guía de la industria química. Estadísticas globales de la industria de la construcción. [online] Publicado en el 2018. [<https://guiaquimica.mx/articulo/55/estadisticas-globales-de-la-industria-de-la-construccion>]

Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL). Informe de Actividad Edificadora. Colombia. Octubre 2020. P 1-59.

Ministerio de Minas y Energía. Explotación de materiales de construcción, Canteras y material de arrastre. Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia. Colombia.2013. p 1-57.

Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL). proyecto de Investigación del sector de la construcción de edificaciones en Colombia. Colombia. 2018. P 1-244

Programa de las Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Hambre cero. [online]. Publicado: 2015, Actualizado: 2020 [<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals>]

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Resolución Numero 0549 de 2020. Colombia.2020. p. 6.

Montilla Moreno, Pedro. La construcción de edificaciones sostenibles. Perspectivas, estrategias y retos en Latinoamérica. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Meridad, Venezuela. 2010. p 1-25.

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. El CCCS es el aliado estratégico del Green Business Certification Inc. (GBCI) para el programa LEED en colombia.

[online]. Colombia. Publicado: 2016, Actualizado: 2018. [<https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed>]

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. Sistema de Certificación CASA Colombia. [online]. Colombia. Publicado: 2016, Actualizado: 2020. [<https://www.cccs.org.co/wp/casa-colombia/>]

Armenta, Sara. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. Caso de Éxito: Proyecto VERT 79 con LEED BD+C. [online]. Colombia. Publicado: 8 de mayo de 2020. [<https://www.cccs.org.co/wp/2020/05/18/caso-de-exito-proyecto-vert-79-con-leed-bdc/>]

Excellence In Design For Greater Efficiencies. Brochure. P. 1-10

Hincapie Vera, Claudia Cecilia. Valencia Ceballos, María Janeth. Construcción de vivienda de interés social sostenible en la ciudad de Medellín como apoyo socioeconómico a la problemática actual. Especialización en gerencia de proyectos. Corporación universitaria minuto de Dios. Medellín, Colombia. Junio. 2015. p 1-51

Departamento administrativo de la función pública. Ley 143 del 11 de julio de 1994. Publicado en el Diario Oficial No. 41.434 de julio 12 de 1994. Colombia. p 1-25.

DANE información para todos, Colombia, [online] Actualizado: 24 de enero de 2020. [<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>]

Lambea Rueda, Ana. Grau Ruiz, Maria Amparo. Albaladejo, Gema Pastor. La sostenibilidad de la vivienda: razones para incentivar su desarrollo en España. España. Publicado: 16 de marzo 2020.

Macias, M. García Navarro J. Metodología y herramienta VERDE para la evaluación de la sostenibilidad en edificios. 2009. P 1-14.

Briceño Pineda, Diva Alexandra. Niño Corredor, Rigoberto. Arango Cano Vanessa. Diseño de propuesta para la construcción de vivienda de interés social en barrios populares cercanos a las centralidades de Bogotá: una propuesta de ciudad sostenible. Especialización formulación y evaluación social y económica de proyectos. Universidad Católica de Colombia. Facultad de ciencias económicas y administrativas. Bogotá D.C, Colombia. 2018. p 1-151.

Recalde, Marina Yesica. Bouille, Daniel Hugo. Girardin, Leónidas Osvaldo. Limitaciones para el desarrollo de energías renovables en Argentina. 19 de mayo de 2015. P 1-27.

Mikati, M. Santos, M. Armenta, C. Modelo y simulación de un sistema conjunto de energía solar y eólica para analizar su dependencia de la red eléctrica. España.2012. p 1-15

Valencia, Diana Elizabeth. La vivienda sostenible, desde un enfoque teórico y de política pública en Colombia. Universidad de Medellín. Colombia. Publicado: 2018. p 1-18.

Susunaga Monroy, Jorge Mario. Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de vivienda de interés social y prioritario. Especialización en gerencia de obras. Universidad Católica de Colombia, Facultad de ingeniería. Bogotá. 2014. P 1-55.

Polanco Muñoz, Camilo Andrés. Plan de negocios de una línea de construcción sostenible para fénix construcciones S.A. Universidad Industrial de Santander, Facultad de ingenierías fisicomecánicas escuela de estudios industriales y empresariales. Bucaramanga, Colombia. 2015. P 1-337.

Brown, Tim. Desing Thinking. Harvard Business Review.US. 2013.p1-11

Noticias ONU, El agua, parte del problema, pero también de la solución ante el cambio climático [online], Publicado el 22 de marzo de 2020. [<https://news.un.org/es/story/2020/03/1471492>]

Energía solar, ¿Que es la energía termo solar? [online], Publicado el 29 de marzo 2017, actualizado el 12 de abril de 2020. [<https://solar-energia.net/energia-solar-termica/energia-termsolar>]

Iberdrola, ¿Qué es la energía solar fotovoltaica? [online]. [<https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/que-es-energia-fotovoltaica>]

Iberdrola, Energía eólica [online]. [<https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/energia-eolica>]

Ortiz Chacón, Maryi. Chacón Rincón, Diego. Evaluación de los impactos en la implementación de energía solar fotovoltaica para una vivienda unifamiliar (vereda la Cecilia Villavicencio-Meta-Colombia). Universidad cooperativa de Colombia. Facultad de Ingeniería. Villavicencio, Colombia. 2018. P 1-64

Medina Rincón, Sebastián. Venegas Camargo, Allyson. Energías renovables un futuro óptimo para Colombia. Escuela de negocios, gestión y sostenibilidad. Facultad de Administración de Empresa.

Gómez Ramírez, Jonathan. Murcia Murcia, Jairo. Cabeza Rojas Iván. La energía Solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas. Facultad de ingeniería mecánica. Universidad Santo Tomas. Bogotá, Colombia. 2018. P 1-19.

Arias Pulido, Brigitte. Girón Guerra, William. Elaboración de un protocolo para la implementación de energía fotovoltaica en edificios públicos del departamento de Cundinamarca. Caso de modelo: municipios Fómeque y Jerusalén. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Bogotá D.C. 2020. P 1-93.

Rodriguez Murcia, Humberto. Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. Publicado q4 de enero de 2009.

Cadavid, Lorena. Salazar Serna, Kathleen. Valencia Arias, Alejandro. Franco, Carlos. Las ciudades y el sol: Paridad de red de la generación de electricidad con sistemas fotovoltaicos en los hogares en Colombia. Publicado 19 de febrero del 2020. P 1-23.

Acevedo, Harlem. Vásquez, Alejandro. Ramírez, Diego. Sostenibilidad: actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. Gestión y ambiente. Universidad Nacional de Colombia. 2012. P 1-15.

Garavito, Camilo. 5 proyectos arquitectónicos sostenibles en Colombia. Axxis. Publicado: julio 29 de 2019. [<https://revistaaxxis.com.co/arquitectura/proyectos-arquitectonicos-sostenibles-en-colombia>]

Polanco Muñoz, Camilo Andrés. Plan de negocios de una línea de construcción sostenible para Fénix construcciones sas. Facultad de ingenierías fisicomecánicas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2015

Documento para vivienda de interés social. Alcaldía de Bogotá. [<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/listados/tematica2.jsp?subtema=27824>]

Gonzales, José Daniel. Villarreal, Iván José. Evaluación y propuesta de diseño de una vivienda tipo VIS como solución para la reubicación de asentamientos urbanos incorporando criterios de confort, eficiencia energética y sostenibilidad. Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2019.

Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES. Documento CONPES 3919. Política Nacional de Edificaciones Sostenibles. Bogotá D.C 23 de marzo de 2018.p 3.

Torres Castañeda, Carlos Alberto. Construcción sostenible y certificaciones LEED en Colombia. Facultad de educación permanente y avanzada. Fundación universidad de América. Bogotá D.C. 2017

Domingo Acosta. Arquitectura y Construcción sostenibles: CONCEPTOS, PROBLEMAS Y ESTRATEGÍAS.