

**DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CASA MODULAR QUE IMPLEMENTE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y QUE SEA ASEQUIBLE A ESTRATOS 1,
2 Y 3 DE LA CIUDAD DE PEREIRA**

MARIA FERNANDA SUÁREZ TABARES

1088029977

NAZLY CAMILA NOVOA ROJAS

1088337970

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PEREIRA

2019

**DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CASA MODULAR QUE IMPLEMENTE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y QUE SEA ASEQUIBLE A ESTRATOS 1,
2 Y 3 DE LA CIUDAD DE PEREIRA**

MARIA FERNANDA SUÁREZ TABARES

1088029977

NAZLY CAMILA NOVOA ROJAS

1088337970

Proyecto de grado para optar al título de Ingenieras Industriales

DIRECTOR

GERMÁN COOK SARMIENTO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PEREIRA

2019

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. TÍTULO	11
2. PROBLEMA	12
2.1 PLANTEAMIENTO	12
2.2 FORMULACIÓN	13
2.3 SISTEMATIZACIÓN	13
3. OBJETIVOS	15
3.1 OBJETIVO GENERAL	15
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4. JUSTIFICACIÓN	16
5. MARCO DE REFERENCIA	17
5.1 MARCO TEÓRICO	17
5.1.1 La construcción tradicional	17
5.1.2 Sistema de construcción modular	18
5.1.3 Aspectos técnicos de la construcción modular	20
5.1.4 Energías renovables	23
5.2 MARCO CONCEPTUAL	24
5.3 MARCO SITUACIONAL	26
5.4 MARCO LEGAL	29
5.5 ANTECEDENTES	30
5.5.1 Proyectos de construcción modular en el mundo	31
5.5.2 Proyectos de construcción modular en Colombia	34

6. HIPÓTESIS	36
7. DISEÑO METODOLÓGICO	37
7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	37
7.2 MÉTODOS	37
7.3 POBLACIÓN	37
7.3.1 Muestra	37
7.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	38
7.4.1 Fuentes primarias	38
7.4.2 Fuentes secundarias	38
7.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	38
8. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	39
8.1 CRONOGRAMA	39
8.2 PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN	39
9. FACTORES	40
9.1 DETERMINANTES	40
9.2 CONDICIONANTES	40
9.3 REQUERIMIENTOS	41
10. DISEÑO	43
10.1 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	43
10.2 PROPUESTAS DE SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN	44
10.2.1 Sistema constructivo Homecell	44
10.2.2 Sistema constructivo Durapanel	47
10.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN O DE OPERACIÓN	48
10.4 PROPUESTA DE DISEÑO	50

10.4.1 Aspectos técnicos	50
10.4.2 Vistas	51
10.4.3 Planos eléctricos y planos hidráulicos	55
10.4.4 Sistema solar fotovoltaico	58
11. PRESUPUESTO Y GASTOS FINANCIEROS	64
11.1 MÓDULOS	64
11.1.1 Módulos con sistema Homecell	64
11.1.2 Módulos con sistema Durapanel	66
11.3 OTROS ELEMENTOS	69
11.4 PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN SISTEMA ENERGÍA SOLAR FOTVOLTAICA	71
11.5 PRESUPUESTO FINAL	71
12. CONCLUSIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plano casa prefabricada 107.	22
Figura 2. Mapa de localización de Pereira.	27
Figura 3. Atlas de radiación de Colombia.	28
Figura 4. Gráfica promedio mensual de Radiación global en Pereira.	29
Figura 5. Construcción modular antigua.	31
Figura 6. Casa prefabricada 108.	31
Figura 7. Casa tipo villa.	32
Figura 8. Casa de 3 habitaciones.	33
Figura 9. Planos casa de 3 habitaciones.	33
Figura 10. Casa Hormipresa M0.	34
Figura 11. Casas portafolio Prefabricada.	35
Figura 12. Casas portafolio Dinamicasas.	35
Figura 13. Bloque Homecell.	45
Figura 14. Unión bloques Homecell.	46
Figura 15. Durapanel con mortero y acabado.	48
Figura 16. Diseño final. Perspectiva frontal y lateral izquierdo.	52
Figura 17. Diseño final. Perspectiva trasera y lateral derecho.	53
Figura 18. Diseño final. Primer piso amoblado.	54
Figura 19. Diseño final. Segundo piso amoblado.	54
Figura 20. Distribución eléctrica y convenciones. Primer piso.	55
Figura 21. Distribución eléctrica y convenciones. Segundo piso.	56
Figura 22. Distribución hidráulica y convenciones. Primer piso.	57
Figura 23. Distribución hidráulica y convenciones. Segundo piso.	57
Figura 24. Conexión y funcionamiento del sistema solar fotovoltaico.	58
Figura 25. Cálculo sistema fotovoltaico SUNCOLOMBIA.	60
Figura 26. Resultado sistema fotovoltaico SUNCOLOMBIA.	61
Figura 27. Resultados cálculo sistema fotovoltaico América fotovoltaica.	62

Figura 28. Prototipo en construcción 1.....75
Figura 29. Prototipo en construcción 2.....76
Figura 30. Techo terminado.....76
Figura 31. Primer piso terminado.....77
Figura 32. Segundo piso terminado.....77
Figura 33. Prototipo terminado.....78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables del proyecto.....	36
Tabla 2. Cronograma del proyecto.....	39
Tabla 3. Presupuesto de la investigación.....	39
Tabla 4. Consumo energético mensual promedio.	59
Tabla 5. Presupuesto materiales módulo habitación principal.....	64
Tabla 6. Presupuesto materiales módulo habitación auxiliar.....	65
Tabla 7. Presupuesto materiales módulo cocina-comedor.....	65
Tabla 8. Presupuesto materiales módulo sala.	65
Tabla 9. Presupuesto materiales módulo baño.	65
Tabla 10. Presupuesto materiales módulo patio.	66
Tabla 11. Presupuesto materiales módulo estudio.....	66
Tabla 12. Presupuesto materiales pasillos.....	66
Tabla 13. Presupuesto módulo habitación principal Durapanel.....	67
Tabla 14. Presupuesto módulo habitación auxiliar Durapanel.....	67
Tabla 15. Presupuesto módulo cocina-comedor Durapanel.....	67
Tabla 16. Presupuesto módulo sala Durapanel.	67
Tabla 17. Presupuesto módulo baño Durapanel.	68
Tabla 18. Presupuesto módulo patio Durapanel.	68
Tabla 19. Presupuesto módulo estudio Durapanel.	68
Tabla 20. Presupuesto pasillos Durapanel.....	68
Tabla 21. Presupuesto instalación eléctrica.....	69
Tabla 22. Presupuesto instalación acueducto y alcantarillado.	69
Tabla 23. Presupuesto placas y techo.	69
Tabla 24. Presupuesto columnas y escaleras.....	70
Tabla 25. Presupuesto mano de obra general.	70
Tabla 26. Presupuesto de otros elementos de la casa.....	70
Tabla 27. Presupuesto sistema solar fotovoltaico.	71

Tabla 28. Presupuesto final casa modular que implementa energía solar fotovoltaica.	72
Tabla 29. Presupuesto final Durapanel.	73

INTRODUCCIÓN

Hoy en día se puede observar de manera más notoria el crecimiento de las diferentes ciudades y los retos que esto trae consigo, uno de estos es satisfacer las necesidades de las personas, conociendo la fuerte exigencia y demanda que existe por los diferentes recursos.

La expansión tanto geográfica como poblacional de las ciudades requiere de una infraestructura capaz de satisfacer las necesidades de cada uno de sus ciudadanos, una de las más importantes es la vivienda, trayendo consigo aportes a la estabilidad y desarrollo, no solo de la ciudad, sino también de sus habitantes, donde además se debe tener en cuenta a las personas que poseen menos recursos

Es por eso que con este trabajo se busca no solo realizar el prototipo de una casa modular que haga uso de energías renovables y que sea asequible para los estratos 1, 2 y 3 de la ciudad de Pereira, sino que también se quiere resaltar la importancia que tiene impulsar e incluir en las diferentes construcciones y edificaciones estas fuentes de energía, esto con el fin de dar un paso hacia la transición energética y ayudar en la lucha contra el cambio climático, el cual se ve alimentado por la contaminación que viene en muchos casos por la quema de combustibles fósiles para la generación de energía termoeléctrica; de igual manera su implementación en otros países ayudaría a reducir el uso de la energía nuclear que deja a su paso enormes problemas ambientales.

Además de esto, se quieren destacar las ventajas que trae consigo la construcción modular, no solo en la parte ambiental sino también en los procesos ligados a la construcción.

1. TÍTULO

Diseño de un prototipo de casa modular que implemente fuentes de energías renovables y que sea asequible a estratos 1, 2 y 3 de la ciudad de Pereira.

2. PROBLEMA

2.1 PLANTEAMIENTO

Hoy en día, el mundo atraviesa la crisis de los problemas medioambientales, que traen consigo grandes consecuencias que se evidencian aún más con el pasar de los años; además de ello, se encuentra que muchas personas no son conscientes de estas problemáticas y no incluyen dentro de su cotidianidad prácticas que ayuden a disminuir las graves consecuencias.

Es por esto que se requieren soluciones que impacten de manera positiva el medio ambiente, se necesitan proyectos que estén enfocados en el desarrollo de la sociedad pero que también incluyan la protección del medio ambiente; es de esta manera como hoy en día se premia a las empresas con proyectos de este calibre y que son innovadores.

La construcción es un sector trascendental en el desarrollo de las sociedades, puesto que este mismo es transversal a las actividades que a diario se realizan; sean escuelas, hospitales, viviendas o demás, la calidad de estas construcciones representa el desarrollo de las ciudades además de tener gran impacto medioambiental.

Existe en Colombia la necesidad de aumentar el uso de diferentes alternativas de construcción que busquen la sostenibilidad y que permitan a las personas de estratos más bajos acceder a ellas logrando un ahorro económico y un impacto ambiental positivo, teniendo en cuenta que muchas de las viviendas de estos estratos son construidas con sistemas tradicionales, que son más contaminantes y pueden resultar más costosas durante su vida útil.

Por otro lado, se expidió en 2015 el reglamento de Construcción Sostenible, según el Ministerio de Vivienda¹, este está orientado a establecer los parámetros a tener

¹ MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Colombia puso en marcha su nueva reglamentación de construcción sostenible [en línea].

en cuenta en las nuevas edificaciones con respecto al uso eficiente de los recursos de agua y energía; con la incorporación de estos parámetros de sostenibilidad ambiental en el diseño y construcción se apuesta a lograr ahorros de hasta el 45% en el consumo de agua y energía.

Incorporar diferentes medidas para el ahorro de energía y agua permite disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector de la construcción y suavizar el impacto del cambio climático. Este será un aporte para promover ciudades sostenibles en Colombia; a su vez, se requiere de mano de obra calificada para estas construcciones, por tanto, se piensa que seguir esta dirección es igualmente generar empleos calificados en el país.

El problema del proyecto se basa en diseñar un prototipo de vivienda modular que sea asequible a los estratos 1, 2 y 3 de la ciudad de Pereira, y que a su vez los proyectos que de este se desprendan sean los idóneos para empezar a construir un camino hacia las ciudades sostenibles.

2.2 FORMULACIÓN

¿Qué tan funcional es una vivienda modular que involucra fuentes de energías limpias basada en el prototipo presentado?

2.3 SISTEMATIZACIÓN

¿Qué ventajas tienen las construcciones modulares frente a las demás construcciones?

¿Qué recursos son necesarios en la fabricación de una vivienda modular?

¿Qué tan compleja es la implementación de fuentes de energías limpias en las construcciones?

¿Qué proyectos similares se han realizado a nivel nacional y cuál ha sido su impacto?

¿Qué tan viable es para las personas de bajos recursos, adquirir una de estas viviendas modulares?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño de un prototipo de una vivienda modular, que permita la implementación de fuentes de energías limpias y que a su vez sea asequible para las personas de bajos recursos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el prototipo para la vivienda.
- Identificar el impacto ambiental y social que traería consigo la elaboración de este tipo de proyectos.
- Determinar la viabilidad que tienen estas personas para adquirir este tipo de viviendas.

4. JUSTIFICACIÓN

Además de la clara necesidad que tienen las personas de poseer un espacio propio donde refugiarse, habitar, descansar y saciar otras necesidades que se tienen en la cotidianidad, se presenta en la actualidad la necesidad de conservar y mejorar el medio ambiente mediante diferentes propuestas; es este uno de los propósitos que impulsan a emprender este proyecto.

Se busca incursionar en un sistema de construcción de viviendas diferente al convencional, desarrollando un prototipo que al ser llevado a la realidad reduce considerablemente los costos, tiempos y desperdicios, manteniendo altos estándares de calidad.

Se pretende que por medio de las construcciones de viviendas modulares se impacte positivamente el medio ambiente y se den oportunidades para que las personas de bajos recursos puedan acceder a viviendas de calidad. Además, integrando en estas viviendas fuentes de energías limpias se apuesta al ahorro energético y económico, y a la creación de conciencia en las personas para que a la larga se adopte una cultura ecológica, se sensibilicen con el medio y se promuevan distintos hábitos sostenibles.

Otra razón para querer realizar este proyecto es que este va ligado a la arquitectura y el diseño, los cuales son temas que desde muy temprana edad han sido de mucho interés para las autoras.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO TEÓRICO

5.1.1 La construcción tradicional

La construcción es una antigua actividad humana cuyos inicios se deben a la necesidad funcional de un ambiente controlado, un refugio para los seres humanos que les permitiera atenuar los efectos del clima. Al principio, estos refugios eran simples y llegaban a durar apenas unos días o meses, pero con el pasar del tiempo, estas estructuras fueron pulidas hasta llegar a convertirse, por ejemplo, en iglús. Las primeras construcciones fueron refugios, pero tiempo después tomaron diferentes funciones, como almacenamiento de comida.

Por otro lado, se encuentra una tendencia en cuanto a la durabilidad de los materiales usados en las construcciones; los primeros materiales empleados, como ramas, pieles de animales, no eran tan duraderos, por lo que posteriormente se empezaron a utilizar materiales como arcilla, madera, piedra o guaduas, que tienen mayor durabilidad, sin embargo, hoy en día encontramos materiales más duraderos que son empleados, como ladrillo, metal, plástico y hormigón.

Otra tendencia es la búsqueda de altura y espacio en las nuevas edificaciones, que se consigue gracias a los materiales resistentes y al conocimiento de su empleabilidad. Asimismo, existe una tendencia en cuanto al grado de control que se tiene sobre el ambiente de los edificios, como luz, niveles de sonidos, olores, colores, humedad y otros factores que mejoran la comodidad de las personas.

Se puede afirmar que las técnicas de construcción tradicionales consistían en un conjunto de soluciones a los diferentes problemas que se presentaban en el medio, en los materiales, o en los demás factores que intervienen, buscando la comodidad de las personas según los recursos materiales disponibles, esto tenía

como resultado proyectos que se iban modificando según iban apareciendo dificultades en la construcción.

Por ejemplo, debido a que el ladrillo cocido no era accesible para muchos de los habitantes del medio rural y a que la cocción elevaba el precio de este material, los constructores se veían obligados a buscar soluciones funcionales y de menor costo, una de ellas era el adobe, cuyo costo dependía del tiempo que el constructor dedicada a confeccionarlos mediante un molde de madera y barro. El conocimiento de los diferentes materiales, la evolución de los asentamientos humanos y el desarrollo de sus modos de vida trajeron consigo necesidades que a su vez se tradujeron en una evolución de las técnicas empleadas en las construcciones tradicionales, como utilizar mejor el ladrillo o como la aparición de entramados de madera para elevar la altura de las construcciones.

En conclusión, la construcción tradicional se caracteriza por emplear muros de ladrillo, piedra, bloques o estructuras de pilares de hormigón armado o de acero laminado. Los muros de ladrillo o bloques de hormigón tienen mayor masa que el sistema de madera y son suficientes sin ningún refuerzo, sin embargo, para mayor altura se acompaña de pilares u otros refuerzos.

5.1.2 Sistema de construcción modular

Las casas modulares tienen su origen en las casas prefabricadas, pero buscando el máximo nivel de calidad y comodidad. El uso de las casas prefabricadas se hizo popular al inicio del siglo XX, pero fue después de la Segunda Guerra Mundial que comenzó el uso de la línea de producción y este mercado creció, logrando consolidarse como una opción destacada en países del norte de Europa, Estados Unidos y Canadá.

Esto se da debido a que en Europa habían muchos daños por arreglar, edificaciones por reconstruir y a Estados Unidos llegaban soldados de la guerra, pensando en formar una familia y adquirir un hogar. Estas situaciones provocaron

una alta demanda de viviendas que era mayor que la oferta que tenía para brindar el mercado con la construcción tradicional. Buscando satisfacer estas necesidades, se exploraron soluciones que aumentaran la eficiencia y redujeran el costo de construcción de las viviendas, y se encontró que el sistema de construcción modular satisfacía esto. Hoy en día se pueden encontrar casas modulares construidas alrededor de 1950 que se mantienen en perfecto estado.

Hasta los años 80, la mayoría de las viviendas modulares estaban conformadas por rectángulos con dos o cuatro módulos, gracias al desarrollo de la tecnología y de programas de diseño, las viviendas comenzaron a desarrollar nuevas formas. Es de esta manera como en los últimos veinte años las viviendas modulares se han vuelto más elegantes, empleando las nuevas tecnologías y métodos de construcción, además se pueden fabricar módulos más grandes y ser transportados.

Según Daniel Roperero Rago y Ana Comas Mora:

Desde los años noventa, sin embargo, a la necesidad de conseguir una vivienda asequible se ha unido la preocupación por otros valores como el respeto al medio ambiente y la sostenibilidad en la construcción, y los arquitectos cada día se apoyan más en materiales industriales prefabricados. Esta opción no sólo acorta los plazos de ejecución sino que además permite la construcción en seco, un procedimiento que evita buena parte de los componentes que tradicionalmente se emplean en un edificio, como el hormigón armado, los morteros de cal, el cemento, el yeso o las mamposterías. Estos materiales condicionan, con su tiempo de fraguado, el rápido avance de la obra, generan muchos residuos y consumen mucha agua y energía en el transporte.²

En el sistema de construcción modular, los módulos que componen la vivienda son elaborados en fábrica, es decir, fuera de su emplazamiento, como si se tratara de la fabricación de un mueble o enser. Para unirlos, estos son transportados a su lugar de emplazamiento y se deben ensamblar los diferentes elementos usando la

² ROPERO, D, y COMAS, A. Construcción modular de viviendas y arquitectura [en línea].

maquinaria adecuada y según el diseño escogido. Es por esto mismo que de ser necesario, desmontar este tipo de construcciones es posible y se puede lograr en poco tiempo.

5.1.3 Aspectos técnicos de la construcción modular

El sistema de construcción modular nace de la necesidad de construir de manera, rápida, ágil y eficiente, donde se busca reducir tiempos, dinero y desperdicios; esto se logra con lo que es la industrialización de la construcción, donde la construcción no se lleva a cabo en el terreno como tal, sino que se realiza dentro de una fábrica, de manera modular, y se conoce el costo exacto de cada módulo.

La construcción modular se divide generalmente en las siguientes fases: Definición del plano de construcción, Obtención de los permisos de obra, Inicio de la construcción, Recepción final en fábrica por el cliente, Montaje final en terreno.

Una de las principales ventajas de la construcción modular es que se realiza en un ambiente controlado, evitando imprevistos y cumpliendo con la planificación definida. El 90% del proceso se realiza en fábrica, y el 10% restante en terreno. Gracias a esto, las casas prefabricadas presentan diferentes ventajas, como el control de las diferentes condiciones como el clima, la calidad, la supervisión, mejor acceso a las herramientas, entre otras. Además, se reduce el costo y desperdicio de materiales, asimismo, hay menor contaminación y desperdicio de energía, como ahorro en tiempo y mejora del flujo de trabajo.

Según Daniel Roper³, debido al método controlado de fabricación, la producción, entrega y montaje de una casa prefabricada puede tomar de 6 a 8 semanas. El plazo total de “llave en mano” está alrededor de las 16 semanas desde que se dispone del proyecto. Por otro lado, el sistema de construcción modular puede representar un ahorro de al menos 20% con respecto al sistema tradicional.

³ ROPERO, D, y COMAS, A. Construcción modular de viviendas y arquitectura [en línea].

La construcción modular puede darse simultáneamente en el mismo lugar de trabajo, por lo que los proyectos pueden ser completados con una antelación de entre el 30% y 50% en relación con la construcción tradicional.

En el proceso de instalación de la construcción, los módulos son desplazados al terreno, donde se instalan, normalmente, sobre una base o cimentación previamente realizada, comúnmente de hormigón, y posteriormente se unen a la conexión de saneamiento, agua y electricidad.

Dentro de los materiales con los cuales se puede realizar una casa modular, se encuentran el aluminio, acero, policarbonato, hormigón, madera, entre otros, y que cada vez tienen más posibilidades de resistencia y calidad, gracias a las nuevas tecnologías.

Generalmente, las casas modulares son más resistentes en su estructura que las construidas de manera tradicional, puesto que cada módulo está desarrollado de forma independiente para soportar el transporte y las labores de grúa sobre los cimientos.

Por otra parte, las casas modulares presentan mayor flexibilidad y reutilización, dado que estas pueden ser desmontadas y los módulos recolocados o renovados para diferentes usos, además de que se pueden acoplar nuevos módulos a la construcción.

A manera de ejemplo y para ilustrar lo comentado anteriormente, se presenta a continuación el plano y los detalles de una casa prefabricada por la constructora española Norges Hus.



Figura 1. Plano casa prefabricada 107. Fuente: Norges Hus (<https://www.norghus.es/property/casa-prefabricada-107/>)

Esta casa tiene un área de 107 m², es de un piso, con fachada de madera, sauna, techo a dos aguas, cuenta con 3 habitaciones, 2 baños, cocina abierta y sala. El precio de la casa es de 29.900 euros, a esto se le suma el transporte, montaje y el IVA, para un total de 43.945 euros. Este precio resulta favorable al compararlo con otras casas en venta, que por un mayor valor, ofrecen mucho menos en cuanto a metros cuadrados. El tiempo de fabricación y montaje de esta casa es de máximo 7 meses, otro punto que resulta muy favorable al compararlo con las casas construidas tradicionalmente, que toman al menos 12 meses.

5.1.4 Energías renovables

Las energías renovables son fuentes de energía limpias, abundantes y crecientemente competitivas; además de diferenciarse de los combustibles fósiles en su abundancia y diversidad, su principal diferencia radica en que estas no producen gases de efecto invernadero, que son los causantes del cambio climático.

Existen varios tipos de energías renovables: energía eólica, energía solar, energía hidráulica o hidroeléctrica, energía geotérmica, biomasa y biogás, entre otras.

Algunas de estas energías ya eran usadas en la antigüedad, por ejemplo, en los siglos X y XI se dieron en Europa diferentes avances tecnológicos que llevaron a aprovechar la energía hidráulica. Según censos llevados a cabo en esa época, habían más de 5.600 molinos de agua en Inglaterra y en Francia aproximadamente 20.000, lo que tuvo un gran impacto económico puesto que un molino de agua tradicional generaba entre 2 y 3 caballos de fuerza y podía realizar el trabajo de entre 10 y 20 personas.

En aquellos lugares donde era difícil implementar la energía hidráulica, se recurrió a utilizar la energía eólica, el primer molino de viento de Europa fue construido en Inglaterra en el siglo XII y estos se extendieron rápidamente por el norte de Europa, debido a que eran llanuras. Para finales del siglo XVIII, en Europa habían más de medio millón de molinos de agua en funcionamiento, y aunque no habían tantos molinos de viento, estos generaban, individualmente, más potencia que los molinos de agua.

El crecimiento de las energías renovables queda reflejado en las estadísticas aportadas por la Agencia Internacional de Energía (AIEA) en el 2015, donde estas energías representan aproximadamente la mitad de la nueva capacidad de generación eléctrica instalada en 2014, siendo la segunda fuente global de

electricidad, superada por el carbón. Según la AEI, para el 2040 la demanda mundial de electricidad aumentará en un 70%.⁴

Con el pasar de los años y la nueva tecnología, se ha llegado a sacar mayor provecho de este tipo de energías, sin embargo, aún queda mucho por perfeccionar; el desarrollo de las energías renovables es de vital importancia para enfrentar el cambio climático y mitigar sus efectos. A esto se suma el apoyo que han recibido por parte de la comunidad internacional con el llamado “Acuerdo de París” suscrito en la Cumbre Mundial del Clima en el 2015; dicho acuerdo entrará en vigor en el 2020 y en este se establece un objetivo global de reducir las emisiones para disminuir la temperatura media del planeta.

Por otro lado, implementar estas energías trae ventajas, como reducir la dependencia energética, disminuir la contaminación puesto que son limpias y más viables frente a la degradación medioambiental y, además, sus costos se han ido reduciendo, al menos en la energía eólica y la energía solar, lo que las hace competitivas con las energías convencionales, llegando a ser una solución sostenible tanto ambiental como económicamente.

5.2 MARCO CONCEPTUAL

Construcción: Cuando se habla de construcción, se refiere a diversas formas y combinaciones de cómo hacer o crear varios tipos de estructura.⁵

Energía limpia: es un sistema de producción de energía con exclusión de cualquier contaminación o la gestión mediante la que nos deshacemos de todos los residuos peligrosos para nuestro planeta. Las energías limpias son, entonces, aquellas que no generan residuos.⁶

Construcciones modulares: es un proceso en el cual un edificio es construido fuera de su emplazamiento, bajo condiciones de planta estrictamente controladas,

⁴ ACCIONA. Energías renovables [en línea].

utilizando los mismos materiales y diseñando los mismos códigos y estándares que en una construcción convencional, pero en mucho menos tiempo.⁷

Energías renovables: Se denomina energía renovable a la que se obtiene de fuentes naturales inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.⁸

Energía solar: Es la que proviene de la radiación del sol. La energía solar puede aprovecharse de diferentes maneras: para producir calor, para calentar agua, para producir electricidad.⁹

Energía hidroeléctrica: es electricidad generada aprovechando la energía del agua en movimiento.¹⁰

Sostenibilidad ambiental: compatibilidad entre la actividad considerada y la preservación de la biodiversidad y de los ecosistemas, evitando la degradación de las funciones fuente y sumidero.¹¹

Prefabricados: se denomina prefabricados a los elementos ensamblados entre sí, una vez que han sido manufacturados previamente en fábrica o en otro sitio cercano a la obra.¹²

Diseño: El diseño es una actividad creativa orientada a soluciones, que trabaja en intervenciones concretas. Itera sobre representaciones parciales para construir, refinar y evaluar la manera en que la intervención cambiará el mundo. Convoca múltiples actores y saberes para imaginar y desencadenar el cambio.¹³

Cambio climático: un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.¹⁴

Impacto ambiental es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.¹⁵

Residuos de construcción: son los materiales productos o subproductos generados durante las actividades de excavación, demolición, ampliación, remodelación, modificación o construcción tanto pública como privada.¹⁶

Mercado objetivo: Es el grupo de consumidores u organizaciones que muy probablemente compre los productos o servicios de una compañía. Debido a que esos compradores son los que probablemente quieran o necesiten lo que ofrece tu compañía, tiene sentido que la compañía enfoque sus esfuerzos de marketing en alcanzarlos.¹⁷

5.3 MARCO SITUACIONAL

Es de gran importancia conocer el lugar donde se llevará a cabo el proyecto, por lo tanto, se realizará una pequeña descripción de la ciudad.

Pereira es un municipio colombiano, capital del departamento de Risaralda. Es la ciudad más poblada de la región del eje cafetero y la segunda más poblada de la región paisa, después de Medellín; conforma el Área Metropolitana de Centro Occidente junto con los municipios de Dosquebradas y La Virginia, alcanzan una población de 709.338 habitantes aproximadamente.¹⁸

¹⁸ WIKIPEDIA. Pereira [en línea].

NOTA: Las citas de la 5 a la 17 se encuentran en la BIBLIOGRAFÍA.



Figura 2. Mapa de localización de Pereira. Fuente: ANDI
<http://www.andi.com.co/es/GAI/Reg/Per/Paginas/MapPer.aspx>

Si en este proyecto se implementará la energía solar para la generación de electricidad y fuente de acondicionamiento térmico es necesario conocer cómo es la radiación solar en Pereira, e identificar que los niveles de radiación en la ciudad sean aptos para la generación de este tipo de energía renovable y limpia.

A continuación, se encuentra el mapa de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia y un gráfico con la radiación promedio mensual de la ciudad de Pereira, los cuales permitieron determinar que sí sería factible la implementación de energía solar en el prototipo a realizar.

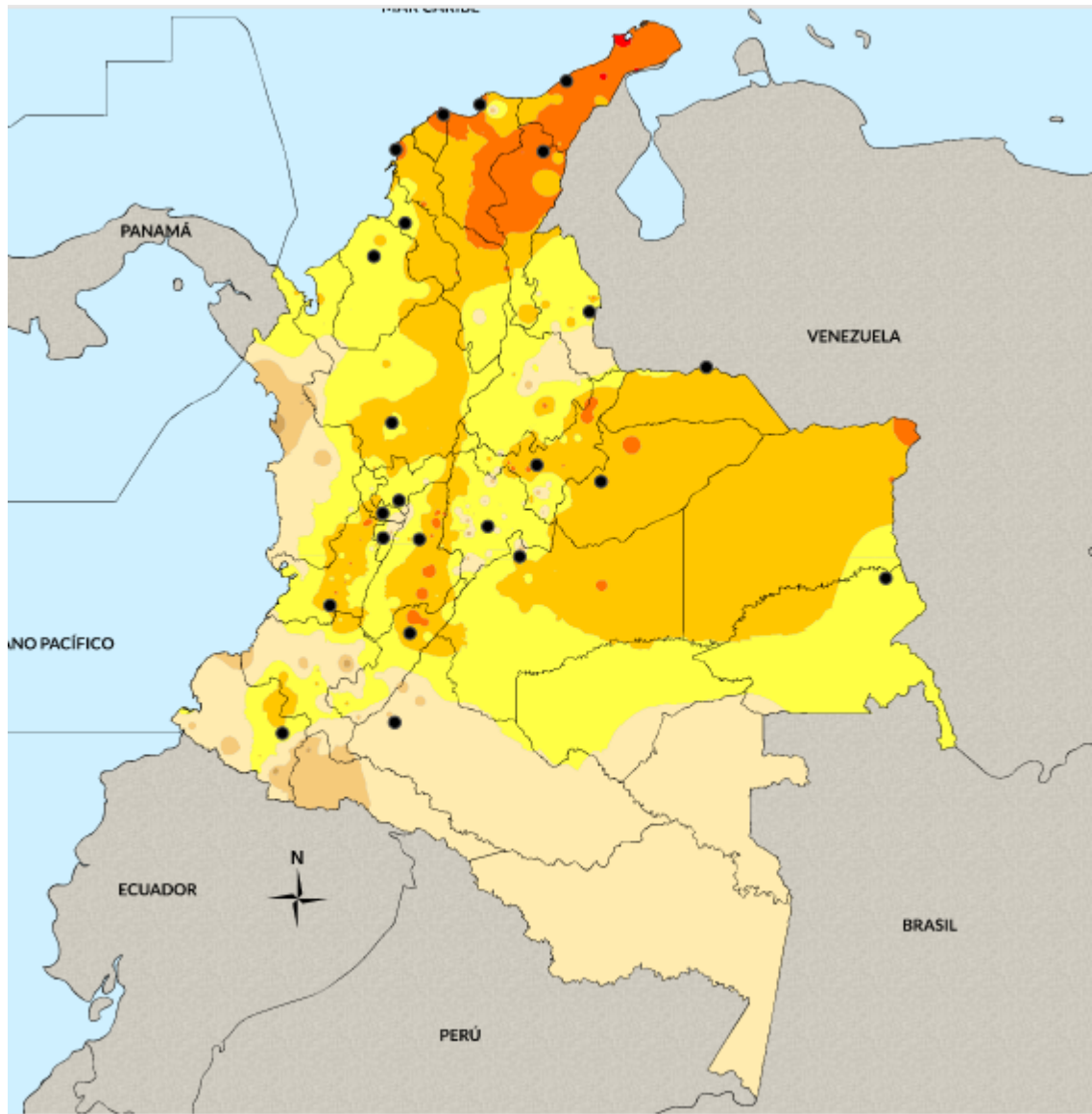


Figura 3. Atlas de radiación de Colombia. Fuente: IDEAM
(<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>)

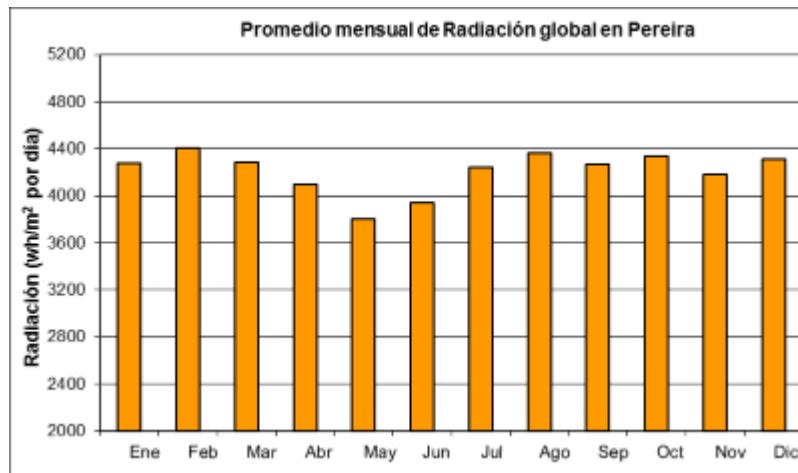


Figura 4. Gráfica promedio mensual de Radiación global en Pereira. Fuente: IDEAM (<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>)

5.4 MARCO LEGAL

LEY 1715 DE 2014: Regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional. Esta ley es la encargada de promover el desarrollo y la implementación de las fuentes no convencionales de energía, principalmente las renovables, en el sistema energético nacional, en otros usos energéticos como que fomentan el desarrollo económico sostenible, también busca la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.

DECRETO 1077 DE 2015: Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. Este decreto presenta las normativas establecidas por el Ministerio de Vivienda, ciudad y territorio para las construcciones de vivienda.

LEY 400 DE 1997: normas sobre construcciones sismo resistentes. Establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, que puedan verse

sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que éstas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos.

RESOLUCIÓN 0549 DE 2015: El gobierno a través del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, adoptará mediante resolución, los parámetros y lineamientos técnicos para la Construcción Sostenible: esta resolución muestra los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía establecidos según el tipo de edificaciones.

5.5 ANTECEDENTES

La construcción modular, es un tema que hoy en día está surgiendo en diferentes ámbitos como la construcción, ingeniería, arquitectura, sin embargo, este lleva varios años en funcionamiento y con grandes resultados. En el año 1833, un carpintero decidió construir una vivienda con características modulares para suplir las necesidades de nuevos colonos de Australia, desde allí se comenzó a desarrollar el concepto de “casa prefabricada”, que tenía el fin de dar soluciones de vivienda que se pudieran transportar con facilidad, y que permitieran ahorros en tiempo y costo.

Posterior a esto, en Estados Unidos, casi el 80% de las viviendas que se construían eran prefabricadas. Posteriormente se conocerían como Ballon Frame, construcciones realizadas sobre bastidores de madera que luego eran transportadas a su ubicación final; se popularizaron gracias a la venta por catálogo.



Figura 5. Construcción modular antigua. Fuente: Neoblock Modular (<https://neoblockmodular.com/primeros-pasos-construccion-modular/>)

5.5.1 Proyectos de construcción modular en el mundo

Europa ha sido el continente pionero y que más ha aprovechado las ventajas de la construcción modular; a continuación, se enlistan algunas de las constructoras y/o proyectos de este tipo.

Norges Hus: constructora especializada en la fabricación e instalación de casas prefabricadas en toda Europa, con gerentes de producción que tienen 15 años de experiencia directa en la construcción de casas de madera.



Figura 6. Casa prefabricada 108. Fuente: Norges Hus (<https://www.norghus.es/property/casa-prefabricada-108/>)

Eurocasas: empresa con más de 20 años de experiencia en el sector de las casas prefabricadas y más de 10.000 clientes satisfechos, que realiza proyectos en diferentes partes del mundo, como Portugal, Francia, África, España, entre otras.



Figura 7. Casa tipo villa. Fuente: Eurocasas (<https://eurocasas.com/casas-prefabricadas/villa>)

Kiss House: empresa inglesa dedicada a la construcción de casas modulares, con diseños ganadores de múltiples premios, y que presentan configuraciones flexibles, con un método de construcción de estándar internacional.



Figura 8. Casa de 3 habitaciones. Fuente: Kiss House
(<https://kisshouse.co.uk/kiss-house-pricing/>)



Figura 9. Planos casa de 3 habitaciones. Fuente: Kiss House
(<https://kisshouse.co.uk/kiss-house-pricing/>)

Hormipresa: empresa española, que se dedica a la edificación industrial y que cuenta con más de 40 años de experiencia en el mercado, ofreciendo casas de alta calidad con estructura de hormigón prefabricado.

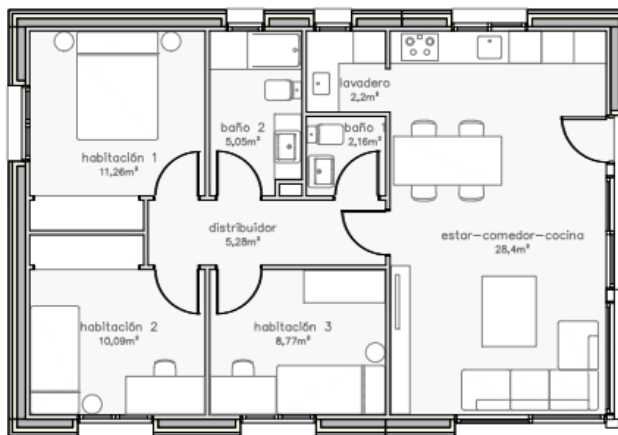


Figura 10. Casa Hormipresa M0. Fuente: Hormipresa (<http://www.hormipresa.com/vivienda/casa-hormipresa-m0/>)

5.5.2 Proyectos de construcción modular en Colombia

Colombia es un país donde el sector de la construcción se encuentra en crecimiento y cada vez son más las familias que buscan acceder a una vivienda propia. Asimismo, las viviendas modulares están en crecimiento con varias empresas dedicadas a innovar en el sector de la construcción. Algunas de estas empresas son las siguientes.

Prefabricada: empresa colombiana dedicada a la creación de proyectos habitacionales que busca mejorar la calidad de vida de las personas. Cuentan con un proceso constructivo ágil, innovando en diseño, economía y calidad.



Figura 11. Casas portafolio Prefabricada. Fuente: Prefabricada (<http://prefabricada.co/#portafolio>)

Dinamicasas: empresa colombiana, líder de la construcción rápida, con más de 4.500 construcciones que la acreditan como la empresa con mayor experiencia en Colombia en sistemas de construcción rápida y con más de 14 años en el mercado de las casas prefabricadas. Buscan desarrollar proyectos de bajo costo, de forma ágil y eficiente con innovación permanente.



Figura 12. Casas portafolio Dinamicasas. Fuente: Dinamicasas (<http://prefabricasa.com.co/blog/galeria/>)

6. HIPÓTESIS

- I. La construcción de viviendas modulares reduce los costos, los desperdicios y daño al medio ambiente; asimismo, llevar este prototipo a la realidad es viable y contribuye al desarrollo económico, social y ambiental de Pereira.

Variable	Definición de la variable	Indicadores
Impacto ambiental	Efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo eléctrico promedio por hogar. - Emisiones de gases de efecto invernadero. - Disposición de los desechos de construcción.
Características del mercado objetivo	Cualidades que definen y distinguen un segmento del mercado.	<ul style="list-style-type: none"> - Preferencias. - Necesidades. - Poder adquisitivo.
Competencia	Empresas dispuestas actualmente en el mercado que ofrecen soluciones de vivienda con lineamientos similares a los propuestos en este proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectos. - Capacidad. - Políticas ambientales y sociales.
Fuentes de energías limpias	Sistema de producción de energía con exclusión de cualquier contaminación o la gestión mediante la que nos deshacemos de todos los residuos peligrosos para nuestro planeta, es decir, fuentes que no generan residuos.	<ul style="list-style-type: none"> - Producción mediante energía solar. - Producción mediante energía hidroeléctrica.
Construcción modular	Es un proceso en el cual un edificio es construido fuera de su emplazamiento, bajo condiciones de planta estrictamente controladas, utilizando los mismos materiales y diseñando los mismos códigos y estándares que en una construcción convencional.	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo que tarda la construcción. - Kg de desechos generados. - Metros cuadrados de construcción. - Costos de la construcción.

Tabla 1. Variables del proyecto. Fuente: Propia

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se desarrollará será aplicada, porque da solución a situaciones. Exploratoria, porque es un fenómeno poco estudiado. Explicativa, porque confirma una teoría. Mixta, porque se requieren datos tanto cualitativos como cuantitativos.

Además, se recogerán datos con base en una hipótesis, la información recolectada será resumida y analizada para obtener resultados significativos que contribuyan a la solución del problema.

7.2 MÉTODOS

Se utilizará el método lógico deductivo, dado que se descubrirán consecuencias desconocidas basándonos en principios conocidos; y el método hipotético deductivo, para comprobar la hipótesis.

7.3 POBLACIÓN

El proyecto está dirigido a las personas habitantes de Pereira, principalmente a aquellas personas que se encuentran en los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3 dado el nivel de recursos que poseen.

7.3.1 Muestra

Para esta investigación se utilizará el muestreo por conveniencia y probabilístico, debido a que los compradores son personas de los estratos bajos y medios, y con un menor poder de adquisición. Sin embargo, también se quiere saber si personas de otros estratos más altos estarían dispuestas a implementar este diseño y sistema de construcción en sus viviendas.

7.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

7.4.1 Fuentes primarias

Se realizarán encuestas entre las personas de la población, entrevistas con personas conocedoras del tema y que trabajan o han trabajado con este.

7.4.2 Fuentes secundarias

Se revisarán estudios anteriores, se buscará en diferentes bases de datos e internet.

7.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El procesamiento de la información obtenida se hará en Excel, herramienta de hojas de cálculo que nos permite tabular y ordenar los datos de manera clara y concisa. En caso de ser necesario, y para ser más rigurosos se podrá utilizar SPSS.

Para realizar el diseño del prototipo se utilizarán principalmente los programas AutoCad, Visio y SketchUp, dada la facilidad y las herramientas que estos ofrecen para realizar un diseño preciso.

8. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

8.1 CRONOGRAMA

No.	Actividades	oct-18				nov-18				dic-18				ene-19				feb-19				mar-19				abr-19				may-19				jun-19				jul-19				ago-19			
		Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas							
1	Diseño Anteproyecto																																												
2	Entrega Anteproyecto																																												
3	Recolección de información																																												
4	Análisis y estructuración																																												
5	Realización del prototipo																																												
6	Revisión del proyecto																																												
7	Presentación del proyecto																																												

Tabla 2. Cronograma del proyecto. Fuente: Propia

8.2 PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN

Descripción	Unidades	Valor unidad	Valor total
Papel	5 resmas	\$ 9.000	\$ 45.000
Lápices	4	\$ 1.000	\$ 4.000
Borradores	4	\$ 500	\$ 2.000
Fotocopias	100	\$ 150	\$ 15.000
Memoria USB	1	\$ 8.000	\$ 8.000
Cosedoras	1	\$ 8.000	\$ 8.000
Almuerzo	60	\$ 6.000	\$ 360.000
Transporte	60	\$ 4.200	\$ 252.000
Internet (hora)	400	\$ 1.000	\$ 400.000
Solicitud bases de datos a Cámara de Comercio	1	\$ 28.000	\$ 28.000
Bases de datos	20	\$ 750	\$ 15.000
Impresión	200	\$ 150	\$ 30.000
TOTAL			\$ 1.167.000

Tabla 3. Presupuesto de la investigación. Fuente: Propia

9. FACTORES

9.1 DETERMINANTES

- El área mínima para construir una vivienda unifamiliar digna está determinada por, en su momento, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- El Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 realizado por el DANE determina los servicios que debe tener la vivienda, basados en el número de personas por hogar.
- Los parámetros de construcción sostenible están determinados por el Ministerio de Vivienda en la Resolución 0549 de 2015.
- El desarrollo y aprovechamiento de la energía solar en urbanizaciones y diferentes edificaciones, es fomentado por el Gobierno Nacional y se plasma en la Ley 1715 de 2014.

9.2 CONDICIONANTES

- Las condiciones mínimas para una vivienda unifamiliar son:
 - Lote mínimo: 35 m²
 - Frente mínimo: 3.5 m²
 - Aislamiento posterior: 2 m²
- Según el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018, en el departamento de Risaralda el número promedio de personas por hogar es de 3; según las cifras del Censo General 2005 del DANE, aproximadamente el 73.9% de los hogares pereiranos tiene 4 personas o menos, los hogares de 5 personas son el 12.9%, significando que los hogares de 6 o más personas representan el 13.2%. Teniendo en cuenta esto y además el artículo de UMACON “¿Cuántos m² necesito para una vivienda?”, la vivienda debe tener los servicios:

- 3 habitaciones
 - 2 baños
 - Cocina-Comedor
 - Sala
 - Patio
- En cuanto a usabilidad y funcionalidad, la vivienda debe tener las características descritas a continuación:
 - Aprovechamiento de la luz natural.
 - Empleo y aprovechamiento de la energía solar.
 - Cuidado del detalle y seguridad para sus habitantes.
 - Fácil transporte e instalación.
 - Opción para reacomodación de los módulos.
 - Espacios cómodos y dinámicos para el desarrollo de las actividades.
 - El costo de la vivienda no debe ser muy superior al compararlo con el costo de una vivienda similar construida de manera tradicional.
 - Los materiales empleados deben ser de igual o superior calidad a los empleados en la construcción tradicional.

9.3 REQUERIMIENTOS

- Mediante la implementación de una energía renovable como es la energía solar, se espera disminuir la dependencia energética de fuentes eléctricas y, asimismo, tener un impacto positivo en el medio ambiente.
- Proveer una vivienda digna, cuya área sea adecuada para la interacción familiar, el bienestar y la comodidad de sus habitantes.
- Lograr el acoplamiento de los módulos, de tal forma que prime la seguridad y comodidad, dando además la opción de una futura reacomodación.
- Diseñar los módulos o componentes de estos, de manera que su transporte no se dificulte y esté dentro de los parámetros establecidos por la norma.

- Plantear la vivienda para que tenga mejor aprovechamiento de los recursos naturales, la luz natural para disminuir los gastos por iluminación eléctrica, la circulación del aire para mejorar la ventilación y la luz solar para alimentar los paneles solares.

10. DISEÑO

10.1 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

- 1- Cada módulo está diseñado de manera independiente, lo cual permite que puedan ser distribuidos de diferentes maneras, además de brindar una mayor estabilidad estructural y resistencia.
- 2- Los módulos están diseñados de manera que, al acoplarse, se tenga una percepción de espacio amplio, puesto que el tener áreas compartidas permite tener mejor disposición del espacio a ser utilizado. Estas áreas compartidas son la Cocina-Comedor y la Sala.
- 3- Con el diseño se intenta tener un gran aprovechamiento de la luz natural, de manera que actividades como cocinar pueden realizarse haciendo uso de este recurso natural.
- 4- Los paneles solares se instalan en el techo de la vivienda de la forma más horizontal posible, para captar la mayor cantidad de luz solar y convertirla en energía eléctrica que pueda ser utilizada.
- 5- El diseño de las habitaciones toma en cuenta los datos ofrecidos por el artículo de UMACON “¿Cuántos m² necesito para una vivienda?”, donde indican el área mínima según el tipo de habitación. Para este diseño, también se toman en cuenta diferentes planos observados de algunas casas. Por otro lado, hay que recalcar la importancia de la habitación, siendo un espacio personal, empleado especialmente para el descanso y actividades de ocio, por lo que se considera importante tener un área amplia y cómoda.
- 6- Las paredes estarán pintadas de color blanco, a excepción de los baños que tendrán un acabado en baldosa cerámica. Los pisos también tendrán un acabado en baldosa cerámica.
- 7- Se considera dentro del diseño el generar un espacio de utilidad para guardar diferentes elementos que no son de uso cotidiano, este espacio se encuentra en el patio, dado que este no es completamente abierto. Igualmente, el diseño

permite que el patio esté aislado visualmente, buscando la comodidad de los habitantes de la casa.

- 8- Dentro del diseño existen 2 lavabos, uno de ellos está conectado directamente a la habitación principal y es la única vía de acceso. El lavabo restante se considera social puesto que lo usarán las personas visitantes, aunque sin limitarse a esto, pues está completamente equipado al igual que el que se encuentra en la habitación principal. De igual forma, su área ha sido considerada de modo que estos lavabos puedan ser usados al mismo tiempo por varias personas.

10.2 PROPUESTAS DE SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN

10.2.1 Sistema constructivo Homecell

El sistema constructivo Homecell, hace uso de bloques que poseen geometrías positivas y negativas que se encajan y acoplan tanto horizontal como verticalmente; están fabricados con un compuesto al cual llaman "SKIROS", que consiste en plásticos recuperados postproducción en un 50% y el restante está conformado por fibra natural como madera, cascarilla de arroz o de café también cuenta con aditivos ignífugos, protectores UV y colorantes.

Este es un sistema ecológico, durante el proceso se utiliza hasta un 90% menos en cuanto al consumo de agua que las construcciones convencionales, además de esto, se impacta positivamente el medio ambiente mediante el aprovechamiento del plástico, un material cuya disposición final no es eficiente y representa una problemática ambiental debido al largo tiempo que toma en degradarse, sin embargo, con este sistema se traduce en gran durabilidad de las viviendas.

El compuesto de que están hecho los bloques es recuperable, además de ser resistente a insectos como las termitas; en caso de que la vivienda tenga que ser desmantelada, los bloques Homecell pueden ser nuevamente molidos y

procesados (bajo la tecnología empleada para su elaboración) para hacer nuevas viviendas.



Figura 13. Bloque Homecell. Fuente: Ecohomecell
(<http://ecohomecell.com/index.html>)

Las construcciones realizadas con bloques Homecell son 6 veces más livianas que las realizadas con los sistemas tradicionales, por lo que es un material idóneo para construir en zonas de difícil acceso; cada bloque resiste 7 toneladas a la compresión, lo que aprueba que sean usados tanto para exteriores como para interiores. Además de esto, cuentan con un aditivo ignífugo o retardante de llama, lo que significa que, al presentarse un incendio, este material no propaga la llama.

Los bloques pueden ser estucados, enchapados, entre otras cosas, se pueden aplicar todos los acabados de obra blanca convencionales, con la ventaja de que la superficie del bloque es plana y no se necesita repellar ni aplicar rellenos, lo que implica que se consuma aproximadamente 50% menos de materiales para acabados.

Los bloques son termoacústicos gracias a la geometría hueca, que no permite que las ondas de sonido o de calor se propaguen fácilmente; todos los bloques están unidos entre sí y no necesitan de cemento de pega, pañete, estuco o pintura,

puesto que es un sistema constructivo en seco. Los bloques sirven como encofrado para fundir concreto reforzado con varillas de acero en dovelas, columnas, vigas, etc. Cumplen con la norma NSR-10 de sismo resistencia y es posible hacer edificaciones de varios pisos, además de reducir el tiempo de construcción en hasta un 70% del tiempo que tarda una construcción convencional.

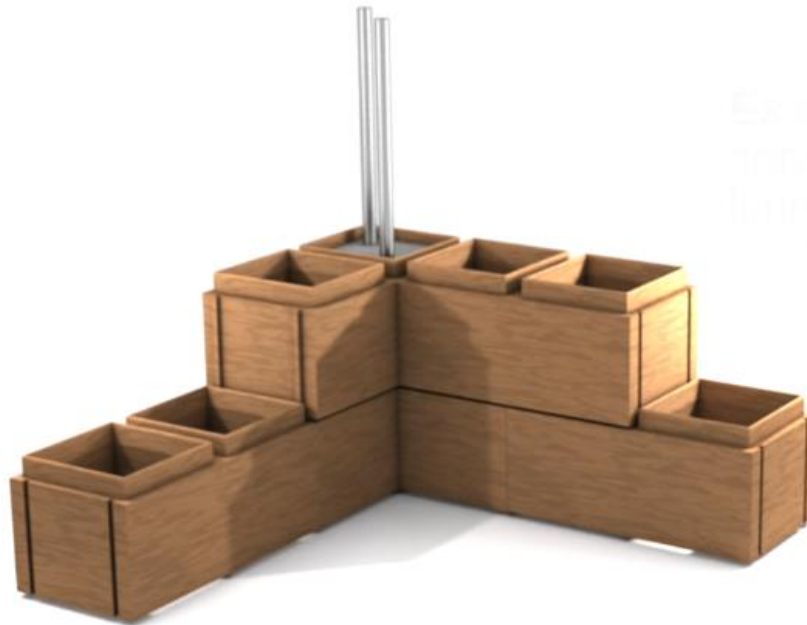


Figura 14. Unión bloques Homecell. Fuente: Ecohomecell
(<http://ecohomecell.com/index.html>)

Una vez planteada la casa se procede con el sistema estructural confinado de vigas y dovelas, y se comienza con el ensamble de los bloques, teniendo en cuenta las hiladas donde van conexiones eléctricas o hidráulicas. Se continúa con la etapa estética, donde se terminan de unir todos los bloques, se colocan los pisos y se da cerramiento a la vivienda. La última es la etapa de refinamiento, donde se colocan los detalles faltantes de la casa como sanitarios, cocinas, lavaplatos, duchas, entre otras.

10.2.2 Sistema constructivo Durapanel

Durapanel es un sistema constructivo monolítico y homogéneo, los paneles están producidos de poliestireno expandido y con una estructura interior de acero galvanizado y conectores electrosoldados, los paneles poseen altas propiedades de aislamiento termoacústico, y permiten la realización de muchos de los elementos estructurales, de cerramiento y de ornamentación necesarios para ejecutar una obra, y a su vez, ofrecen beneficios para muros divisorios, fachadas, losas y escaleras.

Este es un sistema de construcción innovador, que consiste en paredes portantes, sismorresistentes y de aislamiento termoacústico, que permiten construir edificios de hasta 4 plantas, de cualquier tipo de estructura arquitectónica, desde las más sencillas hasta las más complejas.

El Durapanel ofrece grandes ventajas en el proceso de construcción, gracias a que su compuesto, poliestireno expandido, es un material sostenible e inerte, por lo tanto, no se generan sustancias tóxicas o nocivas, asimismo, inhibe el crecimiento de microorganismos o moho y no sufre daños permanentes si se expone al vapor o a la humedad.

Es un producto ligero, un panel pesa 3.5 kg/m³, lo cual facilita su transporte y manipulación durante la construcción y reduce el desperdicio de materiales en obra; es sismorresistente, está diseñado bajo la norma NSR-10 y se ha comprobado que es apto para aceleraciones sísmicas de gran intensidad. El panel está confinado por una malla electrosoldada, lo que permite asegurar una mayor rigidez y resistencia a los elementos que se van a construir.

Durante la construcción mediante este sistema, se utiliza concreto para rellenar el panel y se espera a su endurecimiento, para posteriormente llevarlo a su acoplamiento con las demás secciones de la estructura. Este proceso se realiza con cada uno de los paneles empleados en la construcción de los muros.

Gracias a lo ligero que se presenta este producto, pueden ser posicionados de manera rápida y precisa, lo que da paso a la disminución del tiempo de construcción, además de que no se requiere de la aplicación de mucha fuerza para el acople y ensamble de los demás paneles.



Figura 15. Durapanel con mortero y acabado. Fuente: Edificio Quimbaya (<http://edificioquimbaya.com/2018/08/04/sistema-constructivo-durapanel/>)

Al tener que trabajar con concreto, el Durapanel está expuesto a residuos e impurezas que puedan afectar la estética de los muros, por lo que sería necesario la implementación de revoque o estuco, el cual proporciona un acabado más pulcro.

10.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN O DE OPERACIÓN

El primer paso es obtener las licencias y permisos de construcción: el primer paso del proceso de construcción es la indagación en la Secretaría de Planeación del

Municipio o de la Curaduría de la ciudad, de las normas de construcción que aplican al predio a construir, como el uso del suelo, aislamientos, alturas, etc.

El siguiente paso es realizar el trámite de la licencia de construcción, para el cual cada municipio tiene sus reglas, pero por lo general exigen: 1. Planos arquitectónicos y 2. Cálculo estructural.

La obra comienza por el descapote y compactación del terreno, sobre el cual se coloca una base de rajón de piedra y/o recebo afirmado.

Previa instalación de los ductos hidráulicos y sanitarios de conformidad a los planos aportados por la empresa, se funde una torta de concreto armado de 8 a 10 cm de espesor.

El sistema constructivo elegido para la llevar a cabo la construcción de la vivienda modular es el que emplea los bloques Homecell. Se elige debido a la facilidad y versatilidad de su uso, además de ser un sistema constructivo en seco, lo que significa que no emplea concreto para la sujeción de los bloques y permite un acabado estéticamente aceptable sin la necesidad de pañetar y pintar.

En la fábrica o centro de producción, mediante distintas cadenas de producción, se construyen los módulos y demás elementos que deben ser ensamblados, empleando los bloques Homecell, cada m² requiere 63 bloques. Una vivienda de 40 m² puede ser construida en una semana por 4 operarios, aplicando esta regla al prototipo presentado que tiene aproximadamente 120 m², distribuidos en 2 plantas de igual magnitud, se estima que el tiempo de construcción de la vivienda esté entre las 4 y 6 semanas, teniendo en cuenta que al ser de 2 plantas se presenta un poco más de complejidad.

Según el diseño, se van hilando los bloques horizontalmente para levantar los muros, de manera que se consiga la estructura deseada de cada módulo. En las hiladas 5 y 13 se instalan los bloques adecuados para los enchufes y switches. El diseño del bloque Homecell facilita la instalación de las redes hidráulicas y eléctricas.

Una vez terminadas las paredes de los módulos se procede a la instalación del cielorraso en cada uno de ellos; los módulos serán unidos posteriormente en el terreno de la vivienda.

Para el transporte se conoce que un solo camión de 10 toneladas puede transportar todos los materiales de una casa de hasta 40 m², un camión doble troque una casa de 80 m², y una tractomula puede transportar una casa de hasta 120 m².

Una vez los módulos han sido transportados al terreno de la construcción, se comienza con la instalación; el poco peso de los materiales y un método práctico de montaje facilitan una rápida instalación. No se requiere mucha mano de obra, mediante grúas u otros mecanismos de carga se posicionan cada uno de los módulos.

Cuando los módulos se encuentran posicionados y unidos, se procede a la instalación del techo y del material seleccionado para los pisos. Los módulos de los baños son enchapados con baldosa; éste paso se hace al final para evitar que el material se estropee al transportar los módulos.

10.4 PROPUESTA DE DISEÑO

10.4.1 Aspectos técnicos

A la hora de construir una vivienda se deben tener en cuenta diferentes aspectos como: las condiciones del suelo, el diseño de los planos, los materiales, mano de obra, disposición de los residuos, acceso a servicios públicos, además de velar por la comodidad, seguridad, confort y satisfacción de quienes habitarán la vivienda.

En el momento de diseñar el prototipo se idealizan algunas condiciones como la nivelación del terreno, el acceso a servicios de acueducto y alcantarillado, al igual

que a redes de suministro eléctrico. En cuanto al diseño de los planos se tuvieron en cuenta las necesidades, determinantes, condicionantes y requerimientos especificados anteriormente.

La vivienda contará con una habitación principal de 15.4 m² con baño privado de 5.04 m², dos habitaciones auxiliares que pueden servir como habitaciones dobles o sencillas debido a su área de 14 m². La sala de estar tiene un área de 11.8 m² al igual que la cocina-comedor, y ambos están dispuestos de manera que sus espacios se combinan mediante un pequeño pasillo, dando una sensación de amplitud.

Además de esto, la vivienda tiene un baño auxiliar de las mismas dimensiones que el baño privado, un pequeño cuarto de 5.6 m² que puede ser usado como estudio o adecuarse como un tercer baño, según la necesidad del cliente. Por último, está el patio cubierto, con amplias ventanas, que tiene un área de 8.4 m².

El techo tiene un área de aproximadamente 60.59 m², en la que se instalarán paneles solares que servirán como suministro principal de energía a la vivienda, dependiendo del consumo del cliente, este sistema puede llegar a cubrir más del 50% del consumo, sin embargo, conociendo la importancia de ser autosuficientes y estar en armonía con el medio ambiente, el proyecto espera que el número de paneles instalados abastezca la totalidad del consumo.

El número de paneles está basado en investigaciones realizadas en diferentes páginas web de empresas especializadas en estos sistemas como Darwin Energía Solar, Américafotovoltaica, SUNCOLOMBIA, entre otras. Este tema es profundizado en el numeral 10.4.4 Sistema solar fotovoltaico.

10.4.2 Vistas

El diseño del prototipo, sus vistas y planos fueron realizados utilizando el software SketchUp, un programa de fácil manejo y con herramientas que permiten un

diseño preciso, estético, donde se pueden incluir con agilidad los elementos que sean necesarios. Sus herramientas permiten que el diseño pueda ser modificado de diferentes maneras y según la necesidad del usuario, para encontrar la combinación deseada. Los planos, estructuras, elementos y demás cosas pueden ser elaboradas utilizando este programa.



Figura 16. Diseño final. Perspectiva frontal y lateral izquierdo. Fuente: Propia

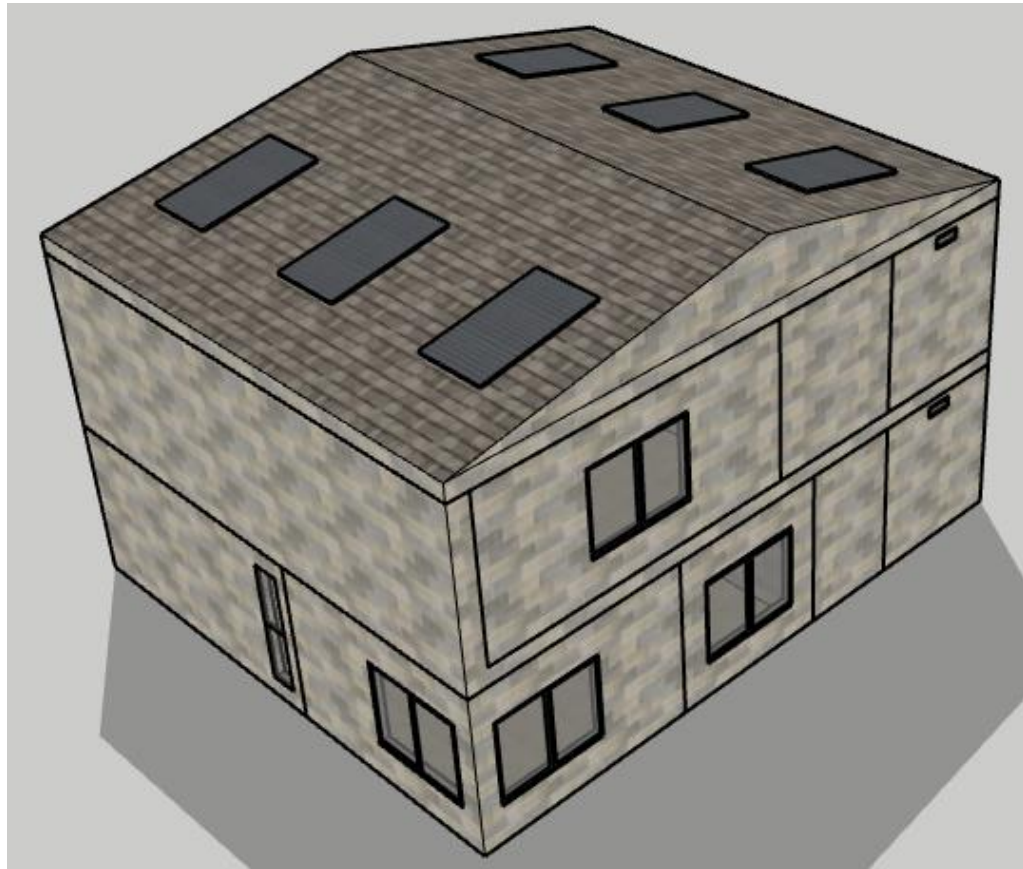


Figura 17. Diseño final. Perspectiva trasera y lateral derecho. Fuente: Propia

En el diseño final se puede observar que los paneles solares se encuentran ubicados a cada lado del techo, lo que permite un mejor aprovechamiento de la luz solar a lo largo del día, pues todos los paneles estarán expuestos a la luz la misma cantidad de tiempo, sin embargo, a medida que la tierra rota y la posición de donde proviene la luz solar cambia, los paneles irán percibiendo diferentes cantidades de luz.

Se puede observar también que el diseño busca aprovechar ampliamente la iluminación natural, mediante la integración de múltiples ventanas, contando con al menos una en cada cuarto. El patio cuenta con dos ventanas, lo que permite aprovechar la luz solar en las diferentes actividades que se llevan a cabo en este.



Figura 18. Diseño final. Primer piso amoblado. Fuente: Propia



Figura 19. Diseño final. Segundo piso amoblado. Fuente: Propia

10.4.3 Planos eléctricos y planos hidráulicos

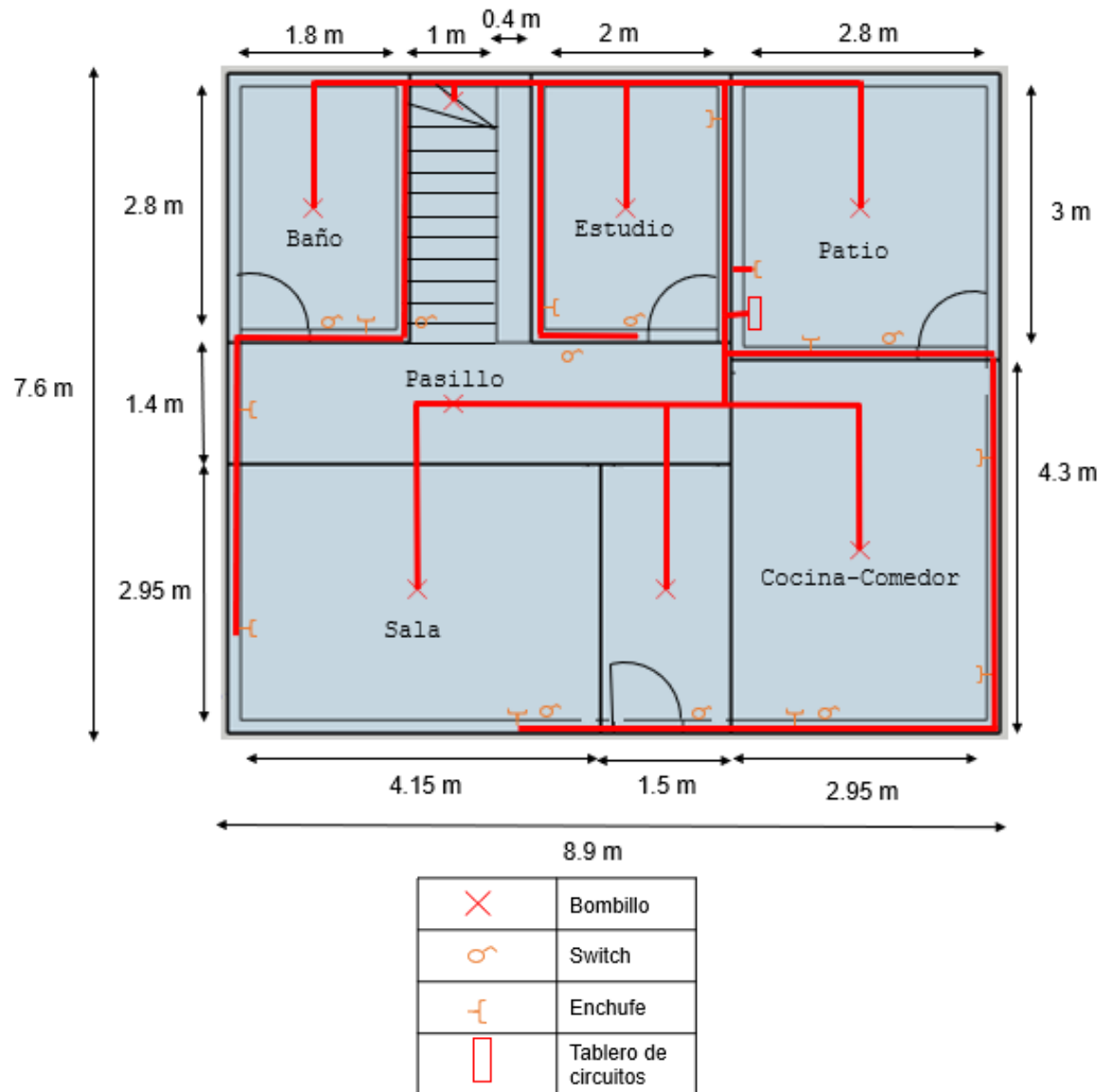


Figura 20. Distribución eléctrica y convenciones. Primer piso. Fuente: Propia

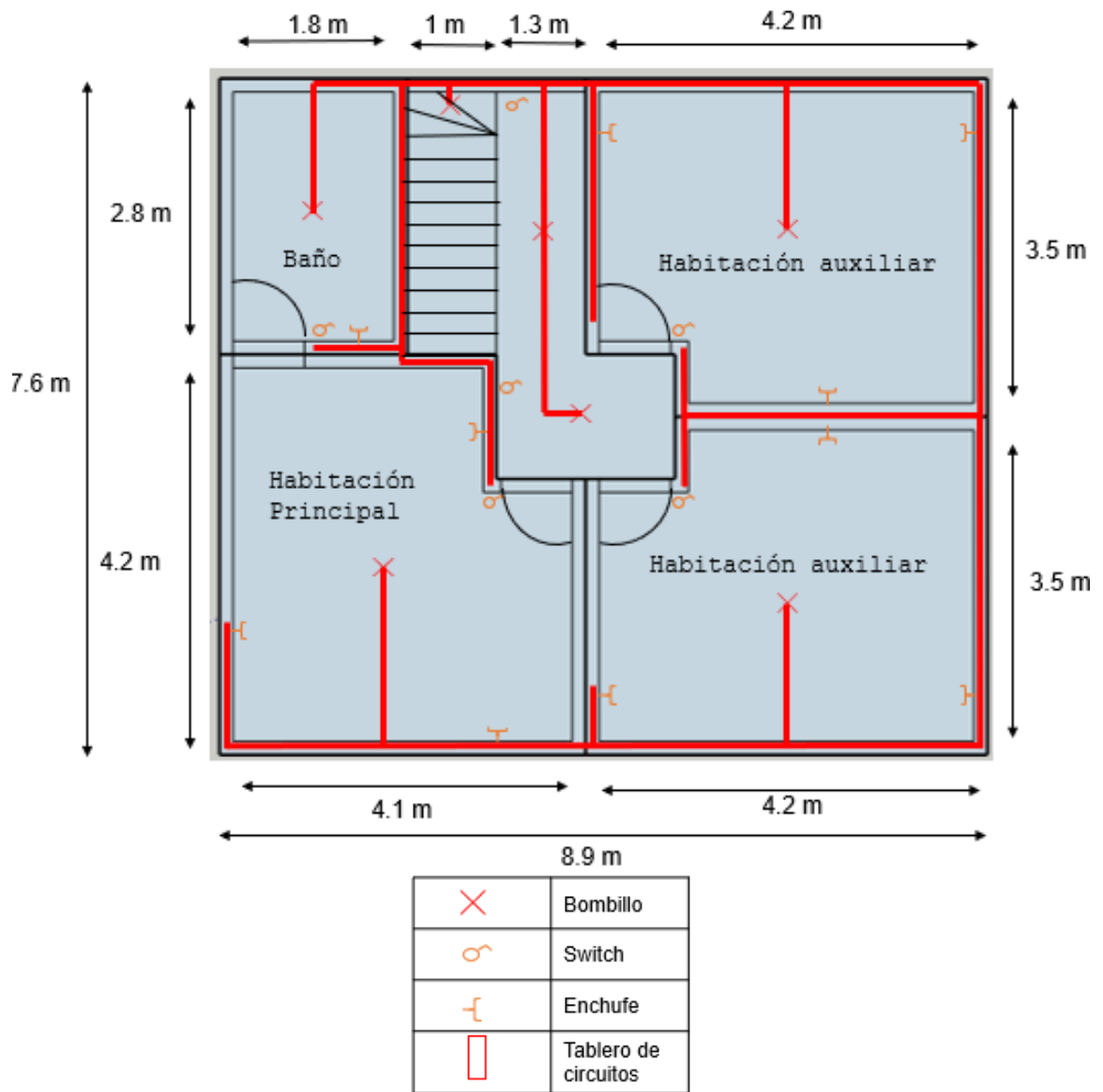


Figura 21. Distribución eléctrica y convenciones. Segundo piso. Fuente: Propia

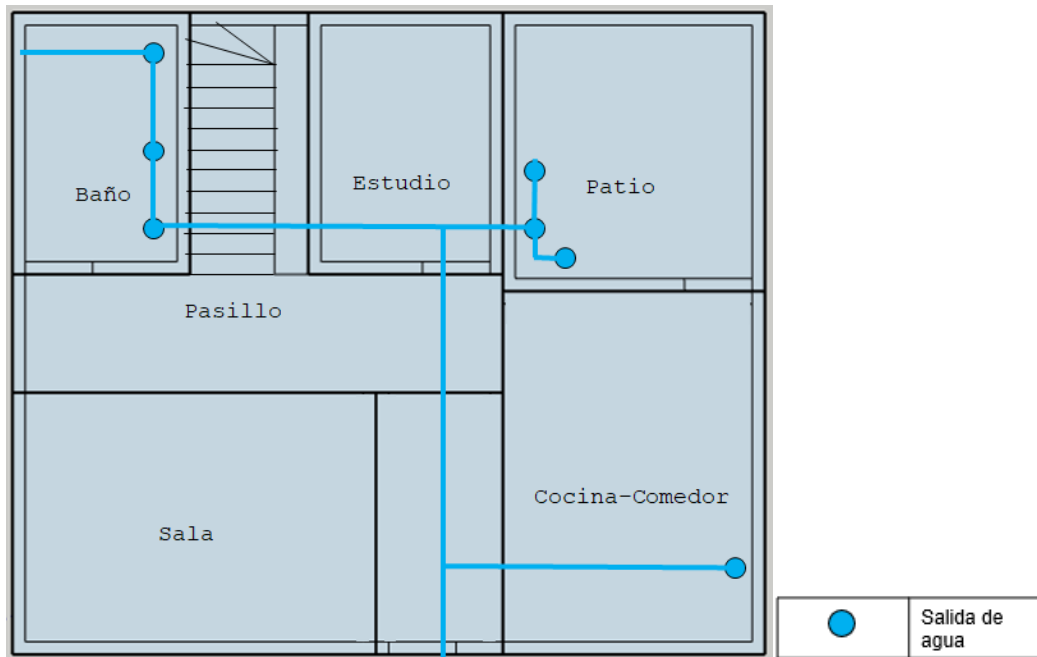


Figura 22. Distribución hidráulica y convenciones. Primer piso. Fuente: Propia

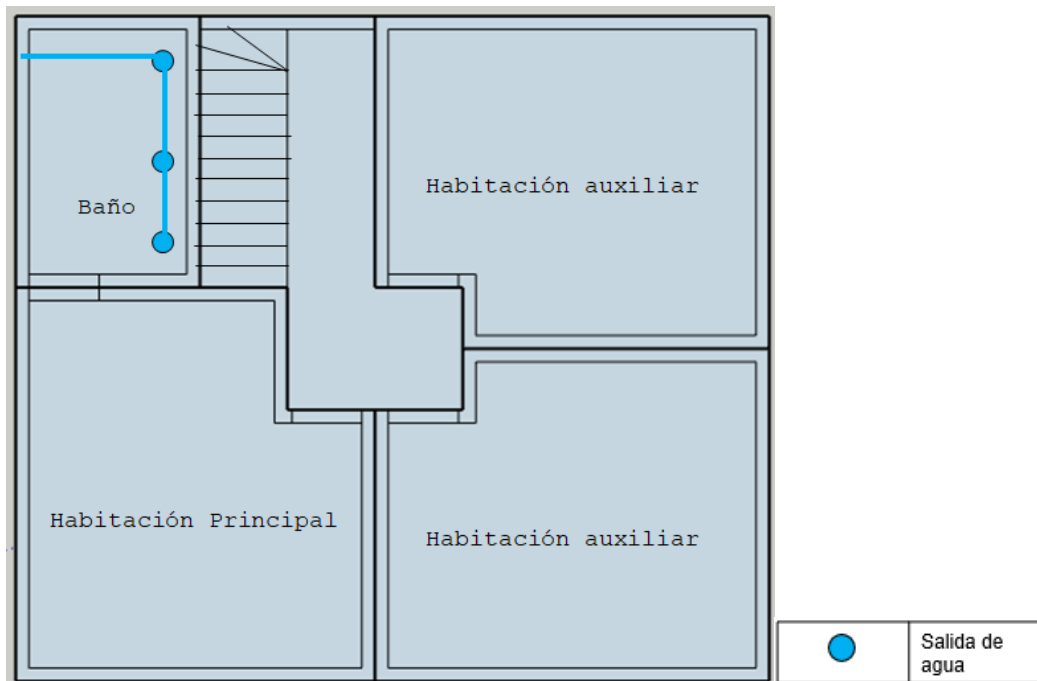


Figura 23. Distribución hidráulica y convenciones. Segundo piso. Fuente: Propia

Tanto el primer como el segundo piso cuentan con distribución eléctrica, los bombillos se encuentran ubicados de modo que cubran el mayor espacio posible y además se tuvo en cuenta cuáles son los espacios de la casa con mayor necesidad de iluminación, como la cocina y la sala.

En el caso de la distribución hidráulica, el primer piso cuenta con puntos en el lavabo para el lavamanos, el baño y la ducha; en el patio tiene conexiones para el lavadero y la lavadora, y en la cocina tiene punto para el lavaplatos. En el segundo piso cuenta con puntos en el lavabo igual que el del primer piso.

10.4.4 Sistema solar fotovoltaico

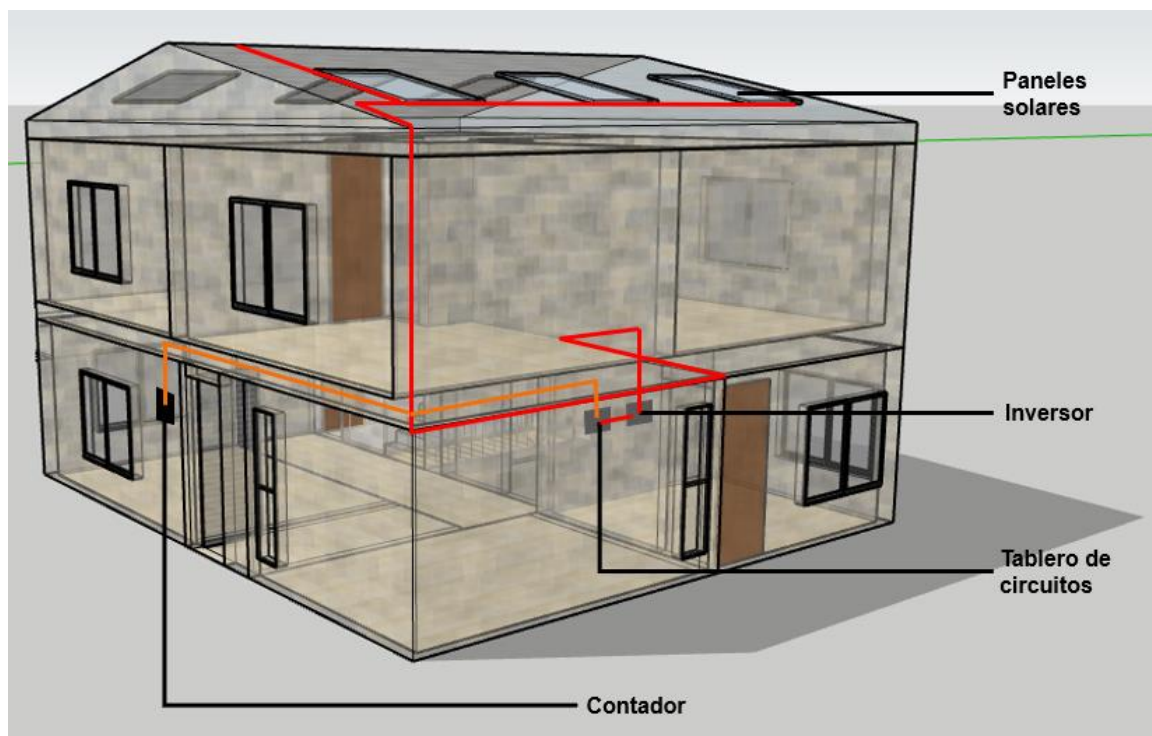


Figura 24. Conexión y funcionamiento del sistema solar fotovoltaico. Fuente: Propia

El sistema solar fotovoltaico transforma de manera directa la luz solar en electricidad aprovechando una tecnología que se basa en el efecto fotovoltaico. Este sistema, dependiendo del consumo y la capacidad de los paneles y demás componentes del sistema, puede llegar a suplir la cantidad total de energía que consume una vivienda.

A continuación, se presenta el promedio de consumo energético mensual de una vivienda con 6 habitantes, de estrato 3.

No.	Descripción	Wattios	KW	h/día	Consumo unitario (KWh)	Cant	Consumo diario (KWh)	Dias	Consumo mes (KWh)
1	Bombillos principales	20	0.02	5	0.1	3	0.3	30	9
2	Bombillos baños	20	0.02	1	0.02	4	0.08	30	2.4
3	Otros bombillos	20	0.02	0.1	0.002	10	0.02	30	0.6
4	Equipo de sonido	80	0.08	1	0.08	1	0.08	10	0.8
5	Impresora	300	0.3	0.1	0.03	1	0.03	5	0.15
6	Computador	200	0.2	2.2	0.44	1	0.44	20	8.8
7	Portatil	45	0.045	3	0.135	1	0.135	26	3.51
8	Extractor	75	0.075	0.4	0.03	1	0.03	30	0.9
9	Horno Microondas	1200	1.2	0.1	0.12	1	0.12	5	0.6
10	Lavadora	520	0.52	1.5	0.78	1	0.78	22	17.16
11	Nevera	200	0.2	12	2.4	1	2.4	30	72
12	Sanduchera	760	0.76	0.1	0.076	1	0.076	10	0.76
13	Plancha	1000	1	0.15	0.15	1	0.15	10	1.5
14	Televisor 32"	70	0.07	3	0.21	1	0.21	30	6.3
15	Televisor 32" 2	70	0.07	1	0.07	2	0.14	30	4.2
16	Televisor 19"	45	0.045	3	0.135	1	0.135	30	4.05
15	Teléfono inalámbrico	1.8	0.0018	24	0.0432	2	0.0864	30	2.592
16	Licudadora	300	0.3	0.2	0.06	1	0.06	20	1.2
17	Radio alarma	5	0.005	12	0.06	1	0.06	30	1.8
18	DVD	25	0.025	1	0.025	2	0.05	10	0.5
19	Modem	10	0.01	24	0.24	1	0.24	30	7.2
TOTAL		4967	4.967	94.9	5.206	38	5.622	468	146

Tabla 4. Consumo energético mensual promedio. Fuente: Propia

Para calcular la cantidad de paneles y el espacio necesario para su instalación, se utilizaron herramientas presentadas en la página web de SUNCOLOMBIA y en la página web de Américafotovoltaica, además se tuvo en cuenta una cotización realizada por Darwin Energía Solar (**Ver Anexo A. Cotización sistema de energía solar fotovoltaica Darwin Energía Solar**).

En la herramienta de SUNCOLOMBIA solo se permite un ahorro del 70% del total del consumo, sin embargo, el proyecto pretende que el sistema solar fotovoltaico que se instale cubra la totalidad del consumo energético, permitiendo que la vivienda sea autosuficiente en cuanto a la energía.

CALCULA TU PROYECTO

Calcula el precio estimado de tu proyecto fotovoltaico

Recibo mensual (COP)

160.000

Cuánto pagas en promedio en tu factura de energía?

Seleccione su ubicación

Andina

En qué zona del país te encuentras?

Cual es su consumo promedio de energía (kWh/mes)

146

valor promedio que indica tu factura de energía tal como se muestra en la imagen [Ver imagen](#)

Ahorro deseado

70%

Selecciona el porcentaje que desea de ahorro

CALCULAR \$

Figura 25. Cálculo sistema fotovoltaico SUNCOLOMBIA. Fuente: SUNCOLOMBIA (<https://www.suncolombia.com/energia-solar-en-colombia-paneles-solares-fotovoltaicos/>)

Según SUNCOLOMBIA, para un consumo de 146 KWh al mes, con un ahorro deseado del 70% tanto en energía como en el valor de la factura, se requiere que el tamaño del sistema fotovoltaico sea 1KWp, el área necesaria para su instalación es 24 m² y el costo aproximado del proyecto es de \$4'000.000 de pesos, presentando un ahorro de 0.41 toneladas de CO₂ anual.

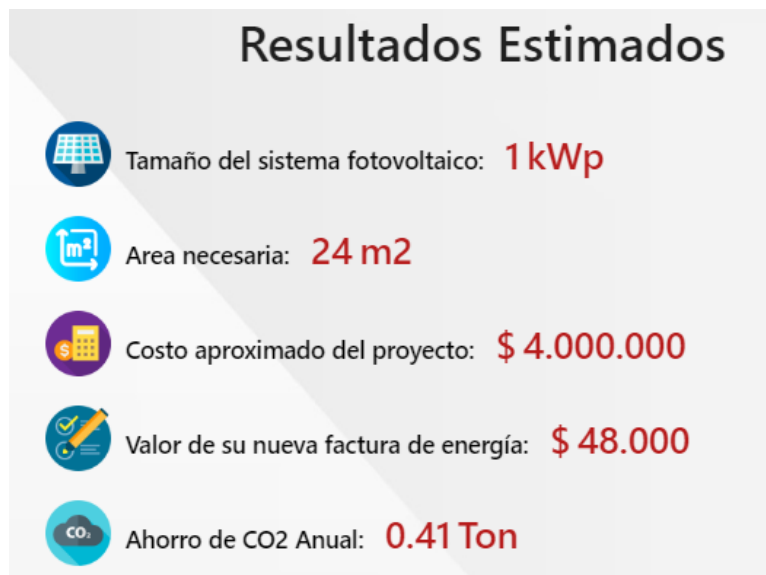


Figura 26. Resultado sistema fotovoltaico SUNCOLOMBIA. Fuente: SUNCOLOMBIA (<https://www.suncolombia.com/energia-solar-en-colombia-paneles-solares-fotovoltaicos/>)

Con el cálculo realizado en América fotovoltaica, se puede cubrir el 100% de la energía consumida, para lo cual, según el simulador, se requieren 6 paneles solares y un área de 15 m²; la potencia del sistema es 1.33 KWp y tendría un costo de \$13'936.363 de pesos.

La vida útil de este sistema es de 25 años, el simulador realiza el cálculo del ahorro monetario durante estos años, teniendo en cuenta el valor de la factura de \$160.000 pesos. El valor presente de la factura para 25 años sin instalación fotovoltaica (con incrementos en precio, sin aumentos en consumo) sería de \$59.264.830 de pesos, la inversión inicial sería \$13.936.363 de pesos, por tanto, el valor presente neto (ahorros - costos) sería de \$45.328.466 de pesos (**Ver Anexo B. Información detallada sistema fotovoltaico América fotovoltaica**).



Figura 27. Resultados cálculo sistema fotovoltaico Américafotovoltaica. Fuente: Américafotovoltaica (<http://www.americafotovoltaica.com/simulador-online/>)

Teniendo en cuenta estos cálculos y la cotización nombrada anteriormente, se tiene que la que se instalará es una planta de energía solar de 1,65 kWp que genera un ahorro del 100% en los consumos eléctricos y emplea 6 paneles solares, teniendo en cuenta el promedio de consumo de 146 kWh al mes que se calcula en la tabla presentada anteriormente. Por tanto, la casa será autosuficiente en cuanto al consumo eléctrico y podrá depender únicamente del sistema solar fotovoltaico, aunque se encuentre conectada a la red de una compañía eléctrica. Los paneles solares tienen una vida útil mayor a 30 años y la vida útil de los inversores es de 15 años.

Para implementar el sistema solar fotovoltaico, se comienza con la ubicación de los paneles solares en el techo, dichos paneles van conectados al inversor, éste a su vez va conectado al tablero de circuitos, y por último el tablero de circuitos se conecta al contador de la compañía eléctrica.

Los paneles solares convierten la energía del sol en corriente directa (DC), el inversor se encarga de convertir esta corriente directa en corriente alterna (AC),

que es la compatible con los elementos de la vivienda. Esta energía generada, es utilizada por todos los elementos electrónicos de la vivienda durante el día, dependiendo del porcentaje que haya sido generado. Por último, la red pública recibe los excedentes y/o aporta la energía faltante.

11. PRESUPUESTO Y GASTOS FINANCIEROS

Los precios de los bloques Homecell se obtuvieron mediante contacto con personal de Homecell; los precios de los paneles Durapanel se obtuvieron de Construdata y AConstructoras. Los precios de los elementos de la casa, materiales, mano de obra, entre otros, se obtuvieron de Homecenter y al hablar con un maestro de obra, quien corroboró dichos precios.

11.1 MÓDULOS

11.1.1 Módulos con sistema Homecell

Para la elaboración de una casa modular con el diseño presentado, los materiales empleados y el presupuesto se relacionan a continuación; la cantidad de bloques Homecell empleados en cada módulo se calcula teniendo en cuenta los m² de cada pared, además, se restan los espacios de ventanas y puertas. Se tiene en cuenta que para realizar 1 m² de pared se necesitan 63 bloques Homecell (Para ver los cálculos de los bloques ir a **Anexo C. Cálculo de bloques Homecell para cada módulo**).

MÓDULO HABITACIÓN PRINCIPAL				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Bloques Homecell	1995	\$ 1,350	\$ 2,693,250
2	Puerta	1	\$ 90,000	\$ 90,000
3	Ventana	1	\$ 242,900	\$ 242,900
TOTAL				\$ 3,026,150

Tabla 5. Presupuesto materiales módulo habitación principal. Fuente: Propia

MÓDULO HABITACIÓN AUXILIAR				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Bloques Homecell	1932	\$ 1,350	\$ 2,608,200
2	Puerta	1	\$ 90,000	\$ 90,000
3	Ventana	1	\$ 242,900	\$ 242,900
TOTAL				\$ 2,941,100

Tabla 6. Presupuesto materiales módulo habitación auxiliar. Fuente: Propia

MÓDULO COCINA-COMEDOR				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Bloques Homecell	945	\$ 1,350	\$ 1,275,750
2	Ventana	2	\$ 242,900	\$ 485,800
TOTAL				\$ 1,761,550

Tabla 7. Presupuesto materiales módulo cocina-comedor. Fuente: Propia

MÓDULO SALA				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Bloques Homecell	692	\$ 1,350	\$ 934,200
2	Ventana	2	\$ 242,900	\$ 485,800
TOTAL				\$ 1,420,000

Tabla 8. Presupuesto materiales módulo sala. Fuente: Propia

MÓDULO BAÑO				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Bloques Homecell	1164	\$ 1,350	\$ 1,571,400
2	Puerta	1	\$ 90,000	\$ 90,000
3	Ventana	1	\$ 50,000	\$ 50,000
TOTAL				\$ 1,711,400

Tabla 9. Presupuesto materiales módulo baño. Fuente: Propia

MÓDULO PATIO				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Bloques Homecell	1287	\$ 1,350	\$ 1,737,450
2	Puerta	1	\$ 90,000	\$ 90,000
3	Ventana	2	\$ 242,900	\$ 485,800
TOTAL				\$ 2,313,250

Tabla 10. Presupuesto materiales módulo patio. Fuente: Propia

MÓDULO ESTUDIO				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Bloques Homecell	1116	\$ 1,350	\$ 1,506,600
2	Puerta	1	\$ 90,000	\$ 90,000
3	Ventana	1	\$ 242,900	\$ 242,900
TOTAL				\$ 1,839,500

Tabla 11. Presupuesto materiales módulo estudio. Fuente: Propia

PASILLOS				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Bloques Homecell	1556	\$ 1,350	\$ 2,100,600
2	Puerta	1	\$ 90,000	\$ 90,000
TOTAL				\$ 2,190,600

Tabla 12. Presupuesto materiales pasillos. Fuente: Propia

11.1.2 Módulos con sistema Durapanel

A modo de comparación, se presentan a continuación los costos de los módulos si se utiliza el sistema constructivo Durapanel. Los paneles se venden por m² (Para ver los cálculos de los paneles ir a **Anexo D. Cálculo de paneles Durapanel para cada módulo**).

MÓDULO HABITACIÓN PRINCIPAL				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Muro Durapanel doble cara x 1 m2	31.62	\$ 64,627	\$ 2,043,506
2	Puerta	1	\$ 90,000	\$ 90,000
3	Ventana	1	\$ 242,900	\$ 242,900
4	Concreto	31.62	\$ 32,000	\$ 1,011,840
TOTAL				\$ 3,388,246

Tabla 13. Presupuesto módulo habitación principal Durapanel. Fuente: Propia

MÓDULO HABITACIÓN AUXILIAR				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Muro Durapanel doble cara x 1 m2	30.61	\$ 64,627	\$ 1,978,071
2	Puerta	1	\$ 90,000	\$ 90,000
3	Ventana	1	\$ 242,900	\$ 242,900
4	Concreto	30.61	\$ 32,000	\$ 979,440
TOTAL				\$ 3,290,411

Tabla 14. Presupuesto módulo habitación auxiliar Durapanel. Fuente: Propia

MÓDULO COCINA-COMEDOR				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Muro Durapanel doble cara x 1 m2	14.95	\$ 64,627	\$ 966,335
2	Ventana	2	\$ 242,900	\$ 485,800
3	Concreto	14.95	\$ 32,000	\$ 478,480
TOTAL				\$ 1,930,615

Tabla 15. Presupuesto módulo cocina-comedor Durapanel. Fuente: Propia

MÓDULO SALA				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Muro Durapanel doble cara x 1 m2	10.91	\$ 64,627	\$ 705,242
2	Ventana	2	\$ 242,900	\$ 485,800
3	Concreto	10.91	\$ 32,000	\$ 349,200
TOTAL				\$ 1,540,242

Tabla 16. Presupuesto módulo sala Durapanel. Fuente: Propia

MÓDULO BAÑO				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Muro Durapanel doble cara x 1 m2	18.45	\$ 64,627	\$ 1,192,368
2	Puerta	1	\$ 90,000	\$ 90,000
3	Ventana	1	\$ 50,000	\$ 50,000
4	Concreto	18.45	\$ 32,000	\$ 590,400
TOTAL				\$ 1,922,768

Tabla 17. Presupuesto módulo baño Durapanel. Fuente: Propia

MÓDULO PATIO				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Muro Durapanel doble cara x 1 m2	20.37	\$ 64,627	\$ 1,316,452
2	Puerta	1	\$ 90,000	\$ 90,000
3	Ventana	2	\$ 242,900	\$ 485,800
4	Concreto	20.37	\$ 32,000	\$ 651,840
TOTAL				\$ 2,544,092

Tabla 18. Presupuesto módulo patio Durapanel. Fuente: Propia

MÓDULO ESTUDIO				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Muro Durapanel doble cara x 1 m2	17.67	\$ 64,627	\$ 1,141,959
2	Puerta	1	\$ 90,000	\$ 90,000
3	Ventana	1	\$ 242,900	\$ 242,900
4	Concreto	17.67	\$ 32,000	\$ 565,440
TOTAL				\$ 2,040,299

Tabla 19. Presupuesto módulo estudio Durapanel. Fuente: Propia

PASILLOS				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Muro Durapanel doble cara x 1 m2	24.65	\$ 64,627	\$ 1,592,732
2	Puerta	1	\$ 90,000	\$ 90,000
3	Concreto	24.65	\$ 32,000	\$ 788,640
TOTAL				\$ 2,471,372

Tabla 20. Presupuesto pasillos Durapanel. Fuente: Propia

11.3 OTROS ELEMENTOS

A continuación, se relacionan los costos de los demás materiales necesarios para la finalización de la construcción de la casa y su correcto funcionamiento. Asimismo, se incluye una tabla con los costos de mano de obra general, es decir, quienes son los encargados de llevar a cabo el ensamble de todos los módulos.

En algunas tablas se presentan también costos de mano de obra, en estos casos se refiere a personal especializado en los aspectos a los que se refiere la tabla.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Mano de obra punto eléctrico	17	\$ 18,000	\$ 306,000
2	Punto eléctrico con materiales	17	\$ 45,000	\$ 765,000
3	Acometida eléctrica	1	\$ 500,000	\$ 500,000
TOTAL				\$ 1,571,000

Tabla 21. Presupuesto instalación eléctrica. Fuente: Propia

INSTALACIÓN ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Materiales e instalación	1	\$ 1,350,000	\$ 1,350,000
2	Matrícula	1	\$ 1,260,000	\$ 1,260,000
TOTAL				\$ 2,610,000

Tabla 22. Presupuesto instalación acueducto y alcantarillado. Fuente: Propia

PLACAS Y TECHO				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Placa primer piso m2	67.64	\$ 40,000	\$ 2,705,600
2	Placa segundo piso m2	67.64	\$ 50,000	\$ 3,382,000
3	Techo	1	\$ 4,500,000	\$ 4,500,000
TOTAL				\$ 10,587,600

Tabla 23. Presupuesto placas y techo. Fuente: Propia

COLUMNAS Y ESCALERAS				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	VARILLA G-60 W 9mm x6m Corrugada	60	\$ 8,330	\$ 499,800
2	Concreto 3000 Topex x 40kg	13	\$ 14,900	\$ 193,700
3	Escalera	1	\$ 1,400,000	\$ 1,400,000
4	Pasamanos m	2	\$ 330,000	\$ 660,000
TOTAL				\$ 2,753,500

Tabla 24. Presupuesto columnas y escaleras. Fuente: Propia

MANO DE OBRA				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Mano de obra día oficial	45	\$ 65,000	\$ 2,925,000
2	Mano de obra día ayudante	45	\$ 37,000	\$ 1,665,000
3	Mano de obra día ayudante	45	\$ 37,000	\$ 1,665,000
4	Mano de obra día ayudante	45	\$ 37,000	\$ 1,665,000
5	Mano de obra día ayudante	45	\$ 37,000	\$ 1,665,000
TOTAL				\$ 9,585,000

Tabla 25. Presupuesto mano de obra general. Fuente: Propia

ELEMENTOS DE LA CASA				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Combo Sanitario Blanco + Lavamanos + Grifería + Kit de accesorios Corona	2	\$ 194,900	\$ 389,800
2	Grifería ducha mezclador sin salida bañera Piscis plus Grival	2	\$ 75,900	\$ 151,800
3	Puerta plegable ducha recta 180 x 180 cm Hoggan	2	\$ 219,900	\$ 439,800
4	Lavadero 80 cm x 60 cm x 17 cm granito Prefabricar	1	\$ 179,900	\$ 179,900
5	Juego de 2 Llaves Pesadas Metálicas Ferreintegral	1	\$ 34,900	\$ 34,900
6	Cocina Integral Ferreti 2.20 Metros 11 Puertas 1 Cajón Miel	1	\$ 799,900	\$ 799,900
7	Lavaplatos sobreponer 2 pocetas cuadrada 84x48x 15cm Grival	1	\$ 192,000	\$ 192,000
8	Grifería 8" lavaplatos mezclador Dalia Grival	1	\$ 50,900	\$ 50,900
TOTAL				\$ 2,239,000

Tabla 26. Presupuesto de otros elementos de la casa. Fuente: Propia

11.4 PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN SISTEMA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Implementar un sistema de energía solar fotovoltaica que sea adecuado al cliente, depende del consumo de energía que este presenta. Para implementarlo dentro del diseño, se tuvieron en cuenta los cálculos realizados en el numeral “10.4.4 Sistema solar fotovoltaico”; donde se realizan los cálculos de cuántos paneles son necesarios para satisfacer la demanda energética presentada.

A continuación, se relacionan los elementos necesarios para implementar el sistema de energía solar fotovoltaica y sus respectivos costos.

SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Paneles fotovoltaicos	6	\$ 300,000	\$ 1,800,000
2	Microinversor	2	\$ 1,100,000	\$ 2,200,000
3	Estructura paneles	1	\$ 700,000	\$ 700,000
4	Accesorios	1	\$ 200,000	\$ 200,000
5	Materiales instalación	1	\$ 1,800,000	\$ 1,800,000
6	Mano de obra instalación	1	\$ 3,000,000	\$ 3,000,000
TOTAL				\$ 9,700,000

Tabla 27. Presupuesto sistema solar fotovoltaico. Fuente: Propia

11.5 PRESUPUESTO FINAL

En el presupuesto final se incluyen los totales de las tablas mostradas en este capítulo, teniendo en cuenta la cantidad total de módulos de la vivienda.

PRESUPUESTO TOTAL				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Módulo habitación principal	1	\$ 3,026,150	\$ 3,026,150
2	Módulo habitación auxiliar	2	\$ 2,941,100	\$ 5,882,200
3	Módulo cocina-comedor	1	\$ 1,761,550	\$ 1,761,550
4	Módulo sala	1	\$ 1,420,000	\$ 1,420,000
5	Módulo baño	2	\$ 1,711,400	\$ 3,422,800
6	Módulo patio	1	\$ 2,313,250	\$ 2,313,250
7	Módulo estudio	1	\$ 1,839,500	\$ 1,839,500
8	Pasillos	1	\$ 2,190,600	\$ 2,190,600
SUBTOTAL MÓDULOS				\$ 21,856,050
9	Instalación eléctrica	1	\$ 1,571,000	\$ 1,571,000
10	Instalación acueducto y alcantarillado	1	\$ 2,610,000	\$ 2,610,000
11	Placas y techo	1	\$10,587,600	\$ 10,587,600
12	Columnas	1	\$ 2,753,500	\$ 2,753,500
13	Mano de obra	1	\$ 9,585,000	\$ 9,585,000
14	Elementos de la casa	1	\$ 2,239,000	\$ 2,239,000
SUBTOTAL OTROS ELEMENTOS				\$ 29,346,100
15	Sistema solar fotovoltaico	1	\$ 9,700,000	\$ 9,700,000
SUBTOTAL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO				\$ 9,700,000
TOTAL				\$ 60,902,150

Tabla 28. Presupuesto final casa modular que implementa energía solar fotovoltaica. Fuente: Propia

Este presupuesto corresponde a los módulos elaborados utilizando el sistema constructivo Homecell, que fue el elegido para la realización del proyecto debido a sus ventajas como agilidad, facilidad y rapidez para la construcción, además de mostrar ventaja en cuanto a lo económico frente al sistema constructivo Durapanel, pues en caso de que el sistema constructivo empleado fuera Durapanel, el presupuesto final aumentaría, debido al costo de cada módulo.

A continuación, se presenta el presupuesto para el sistema Durapanel, cabe mencionar que en este no se relacionan los materiales necesarios para el pañetado y acabado, como revoques, estucos y/o pinturas, que pueden llegar a ser necesarios en este sistema, más no en el sistema Homecell y que pueden incrementar considerablemente los costos.

PRESUPUESTO TOTAL				
No.	Descripción	Cant	Valor uni	Valor total
1	Módulo habitación principal	1	\$ 3,388,246	\$ 3,388,246
2	Módulo habitación auxiliar	2	\$ 3,290,411	\$ 6,580,822
3	Módulo cocina-comedor	1	\$ 1,930,615	\$ 1,930,615
4	Módulo sala	1	\$ 1,540,242	\$ 1,540,242
5	Módulo baño	2	\$ 1,922,768	\$ 3,845,536
6	Módulo patio	1	\$ 2,544,092	\$ 2,544,092
7	Módulo estudio	1	\$ 2,040,299	\$ 2,040,299
8	Pasillos	1	\$ 2,471,372	\$ 2,471,372
SUBTOTAL MÓDULOS				\$ 24,341,225
9	Instalación eléctrica	1	\$ 1,571,000	\$ 1,571,000
10	Instalación acueducto y alcantarillado	1	\$ 2,610,000	\$ 2,610,000
11	Placas y techo	1	\$ 10,587,600	\$ 10,587,600
12	Columnas	1	\$ 2,053,500	\$ 2,053,500
13	Mano de obra	1	\$ 9,585,000	\$ 9,585,000
14	Elementos de la casa	1	\$ 2,239,000	\$ 2,239,000
SUBTOTAL OTROS ELEMENTOS				\$ 28,646,100
15	Sistema solar fotovoltaico	1	\$ 9,700,000	\$ 9,700,000
SUBTOTAL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO				\$ 9,700,000
TOTAL				\$ 62,687,325

Tabla 29. Presupuesto final Durapanel. Fuente: Propia

El costo final de materiales, mano de obra y demás elementos empleados en la construcción de la vivienda es \$60'902.150, la vivienda empleará el sistema constructivo Homecell.

12. CONCLUSIONES

El diseño del prototipo presentado satisface los factores determinantes, condicionantes y requerimientos presentados durante el trabajo, la agilidad con la que se realizan este tipo de construcciones y la versatilidad de los materiales utilizados permite que la vivienda se adapte a cualquier tipo de diseño modular y modificación arquitectónica dando vía libre a futuras remodelaciones y adiciones estructurales.

La versatilidad de los materiales y la facilidad de utilización de estos permiten que no sea necesario la utilización de mano de obra especializada, generando así una fuente de empleo para los locales, impactando positivamente en el desarrollo social del área de influencia.

La construcción modular presenta una gran ventaja económica frente a la construcción convencional, ya que utiliza materiales más económicos y los costos por mano de obra, detalles y acabados disminuyen.

En este caso se evidencia claramente la disminución en costos, ya que una vivienda de estas características fabricada de manera convencional puede llegar a triplicar el costo de la vivienda, siendo así el sistema de construcción modular utilizado en este prototipo más asequible para el segmento de población al que está dirigido el proyecto. Otra de las ventajas que se tienen es la pronta recuperación de la inversión ya que el tiempo de entrega de la vivienda es mucho menor en comparación de otros sistemas de construcción.

Cuando se habla de las ventajas de la construcción modular no solo hay que referirse al aspecto económico, el tiempo de construcción es uno de los factores que también son importantes, ya que se reducen por lo menos en un 50%. También cabe resaltar que este tipo de construcciones reducen considerablemente el impacto ambiental ya que generan menos desperdicios y a su vez llegan a utilizar hasta un 90% menos de agua.

En cuanto a las viviendas modulares construidas con los bloques HomeCell, se tienen mayores beneficios ambientales, ya que al utilizar materiales reciclados disminuye el impacto ambiental generado por la extracción de minerales, proceso que emite gran cantidad de gases de efecto invernadero. Además de esto se combate una de las más grandes problemáticas ambientales que se enfrentan actualmente, la disposición del plástico, material que puede tardar hasta 1000 años en degradarse y que genera grandes daños en los ecosistemas.

La implementación de paneles solares en las viviendas permite disminuir los gastos en cuanto a consumo de energía, ya que el sistema utilizado es capaz de generar hasta el 100% de energía necesaria para la alimentación de la vivienda. Esta fuente de energía es una inversión que puede ser recuperada en aproximadamente 5 años y teniendo en cuenta que la vida útil de los paneles es de 30 años se tendría un aproximado de 25 años libres de gastos significativos en términos de consumo de energía eléctrica.

Para finalizar, se presentan imágenes del prototipo durante su construcción y el resultado final.



Figura 28. Prototipo en construcción 1. Fuente: Propia



Figura 29. Prototipo en construcción 2. Fuente: Propia



Figura 30. Techo terminado. Fuente: Propia



Figura 31. Primer piso terminado. Fuente: Propia



Figura 32. Segundo piso terminado. Fuente: Propia



Figura 33. Prototipo terminado. Fuente: Propia

[3A%2F%2Fwww.clarin.com%2FFarq%2Fadrillos-plastico-metro-cuadrado-minutos_0_rkDpRSj_Z.html](http://www.clarin.com/Farq/Fladrillos-plastico-metro-cuadrado-minutos_0_rkDpRSj_Z.html)

COLECTIVO CREATIVO. Proyectos habitacionales [en línea], [revisado 18 de mayo de 2019]. Disponible en internet: <http://www.colectivocreativo.co/habitacionales/>

CONSTRUDATA. [en línea], [revisado 20 de julio de 2019]. Disponible en internet: <http://www.construdata.com/BuscarNew.asp?Palabra=durapanel&Filtro=3,2%7CCali>

CONSTRUMÁTICA. Construcción [en línea], [revisado 25 de octubre de 2018]. Disponible en internet: <https://www.construmatica.com/s/construccion>

DANE. Censo General 2005 [en línea], 14 de septiembre de 2010 [revisado 7 de junio de 2019]. Disponible en internet: https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/66001T7T000.PDF

DANE. Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 [en línea], [revisado 7 de junio de 2019]. Disponible en internet: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivienda-2018>

DARWIN ENERGÍA SOLAR. ¿Cómo funciona un sistema de energía solar conectado a la red? [en línea], [revisado 28 de mayo de 2019]. Disponible en internet: <https://www.darwinenergia.co/sistemas-conectados>

ECO INTELIGENCIA. Las energías renovables tienen mucha historia [en línea], 13 de febrero de 2015 [revisado 5 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://www.ecointeligencia.com/2015/02/energias-renovables-historia/>

GRUPO C. Construcción tradicional [en línea], [revisado 25 de octubre de 2018]. Disponible en internet: <http://grupoc.net/const-tradicional>

HOMECCELL. ¿Qué es Homecell? [en línea], [revisado 12 de julio de 2019]. Disponible en internet: <http://ecohomecell.com/>

HOMECENTER. [en línea], [revisado 20 de julio de 2019]. Disponible en internet: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/>

HOMIFY. Casas prefabricadas [en línea], [revisado 18 de mayo de 2019]. Disponible en internet: <https://www.homify.com.co/casas-prefabricadas>

INDUSTRIAL CONCRETO. Productos Durapanel [en línea], [revisado 12 de julio de 2019]. Disponible en internet: <https://www.industrialconcreto.com/durapanel/>

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Ley 400. Por la cual se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes [en línea], 19 de agosto de 1997 [revisado 10 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0400_1997.pdf

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Colombia puso en marcha su nueva reglamentación de construcción sostenible [en línea], 10 de julio de 2015 [revisado 25 de octubre de 2018]. Disponible en internet: <http://www.minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/noticias/2015/julio/colombia-puso-en-marcha-su-nueva-reglamentacion-de-construccion-sostenible>

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Decreto número 1077 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio [en línea], 26 de mayo de 2015 [revisado 10 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <http://www.minvivienda.gov.co/NormativaInstitucional/1077%20-%202015.pdf>

MODULAR HOME. Evolución de las viviendas modulares y su origen [en línea], 16 de enero de 2018 [revisado 2 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://www.modularhome.es/evolucion-de-las-viviendas-modulares-origen/>

NAOS. Construcción tradicional. Historia del sistema constructivo tradicional [en línea], 16 de marzo de 2016 [revisado 25 de octubre de 2018]. Disponible en internet: <http://www.naosinmobiliaria.com/construccion-tradicional/>

NEOBLOCK. Los primeros pasos de la construcción modular [en línea], 13 de julio de 2016 [revisado 18 de mayo de 2019]. Disponible en internet: <https://neoblockmodular.com/primeros-pasos-construccion-modular/>

OBRA CIVIL COLOMBIA. Durapanel [en línea], [revisado 17 de julio de 2019]. Disponible en internet: <https://www.obracivilcolombia.com/durapanel/14-durapanel.html#targetText=Es%20un%20sistema%20constructivo%20integra,%20C%20fachadas%20C%20losas%20y%20escaleras.>

OVACEN. Casas prefabricadas y modulares [en línea], [revisado 4 de mayo de 2019]. Disponible en internet: <https://ovacen.com/casas-prefabricadas-y-modulares/>

ROPERO, D, y COMAS, A. Construcción modular de viviendas y arquitectura [en línea], enero de 2013 [revisado 2 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: http://eraikal.blog.euskadi.eus/wp-content/uploads/2013/01/Construcci_n-Modular-y-Arquitectura-2.pdf

SCRIBD. Consumo electrodomésticos [en línea], [revisado 15 de junio de 2019]. Disponible en internet: <https://www.scribd.com/document/3598337/Consumo-electrodomesticos>

SECRETARÍA GENERAL DEL SENADO. Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional [en línea], 13 de mayo de 2014 [revisado 9 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html

SUNCOLOMBIA. Calcula tu proyecto [en línea], [revisado 20 de julio de 2019]. Disponible en internet: <https://www.suncolombia.com/energia-solar-en-colombia-paneles-solares-fotovoltaicos/>

UMACON. ¿Cuántos m2 necesito para una vivienda? [en línea], 7 de diciembre de 2017 [revisado 22 de junio de 2019]. Disponible en internet: <http://www.umacon.com/noticia.php/es/cuantos-m2-necesitamos-para-una-vivienda/443>

UNIPAMPLONA. Norma técnica colombiana – NTC 1486 [en línea], [revisado 9 de agosto de 2019]. Disponible en internet: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_15/recursos/01_general/09062014/n_icontec.pdf

VITALE LOFT. Características de la construcción modular [en línea], [revisado 4 de mayo de 2019]. Disponible en internet: <http://www.vitaleloft.com/arquitectura-modular-en-vitale-loft/caracteristicas-de-la-construccion-modular-en-vitale-loft/>

VIVIENDU. Historia de la construcción modular [en línea], [revisado 2 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://viviendu.com/wiki/historia-de-la-construccion-modular/>

WIKIPEDIA. Pereira [en línea], [revisado 9 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://es.wikipedia.org/wiki/Pereira>

⁵ ARQHYS. Que es la construcción [en línea], 2012 [revisado 10 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://www.arqhys.com/arquitectura/construccion-quees.html>

⁶ ERENOVABLE.COM. ¿Qué son las energías limpias? [en línea], 22 de febrero de 2018 [revisado 10 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://erenovable.com/energias-limpias/>

⁷ ABC MODULAR. La construcción modular. Qué es y cuáles son sus ventajas [en línea], [revisado 10 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://abcmodular.com/construccion-modular>

⁸ CONSTRUMÁTICA. Energías renovables en la construcción [en línea], [revisado 10 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: https://www.construmatica.com/construpedia/Energ%C3%ADas_Renovables_en_la_Construcci%C3%B3n

⁹ ERENOVABLE.COM. ¿Qué son las energías limpias? [en línea], 22 de febrero de 2018 [revisado 10 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: <https://erenovable.com/energias-limpias/>

¹⁰ NATIONAL GEOGRAPHIC. Energía hidroeléctrica [en línea], 5 de septiembre de 2010 [revisado 14 de diciembre de 2018]. Disponible en internet: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/energia-hidroelectrica>

¹¹ SOSTENIBLE PERDONA, ¿A QUÉ TE REFIERES?. ¿Qué es sostenibilidad?. Definiciones de Sostenibilidad, y otros términos [en línea], [revisado 14 de diciembre de 2018]. Disponible en internet: <http://sostenibleperdona.blogspot.com.co/p/que-es-sostenibilidad.html>

¹² CONSTRUMÁTICA. Clasificación de elementos prefabricados [en línea], [revisado 10 de noviembre de 2018]. Disponible en internet: [https://www.construmatica.com/construpedia/Clasificaci%C3%B3n_de Elementos Prefabricados](https://www.construmatica.com/construpedia/Clasificaci%C3%B3n_de_Elementos_Prefabricados)

¹³ LOYOLA. Diseño y creatividad [en línea], 20 de octubre de 2016 [revisado 14 de diciembre de 2018]. Disponible en internet: <https://systemdesignweb.wordpress.com/2016/10/20/disenoy-creatividad/>

¹⁴ CAMBIO CLIMÁTICO – IDEAM. Conceptos básicos de cambio climático [en línea], [revisado 14 de diciembre de 2018]. Disponible en internet: <http://www.cambioclimatico.gov.co/otras-iniciativas>

¹⁵ GRN. Impacto ambiental [en línea], [revisado 14 de diciembre de 2018]. Disponible en internet: <https://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>

¹⁶ TRANSPARENCIA DF. Residuos de la construcción [en línea], [revisado 14 de diciembre de 2018]. Disponible en internet: [http://www.transparenciamedioambiente.df.gob.mx/index.php?option=com_content &view=article&id=295%3Aresiduos-de-la-construccion&catid=55%3Aresiduos-solidos&Itemid=409](http://www.transparenciamedioambiente.df.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=295%3Aresiduos-de-la-construccion&catid=55%3Aresiduos-solidos&Itemid=409)

¹⁷ SHOPIFY. Mercado objetivo [en línea], [revisado 14 de diciembre de 2018]. Disponible en internet: <https://es.shopify.com/enciclopedia/mercado-objetivo>

ANEXOS

Anexo A. Cotización sistema de energía solar fotovoltaica Darwin Energía Solar.



www.darwinenergia.co

DARWIN
Energía Solar

— La energía evoluciona —

NIVEL DE SERVICIO Y TIEMPO DE RESPUESTA
Su proyecto estará instalado más rápido que con otros proponentes.

EXPERIENCIA
Más de 5 años de experiencia en el mercado desarrollando proyectos.

GARANTÍA
Los tiempos de garantía de nuestros productos son las más altas del mercado.



PROPUESTA COMERCIAL

PF190612409
MEDELLÍN, JUNIO 12 de 2019

Señora
MARIA FERNANDA SUAREZ
Pereira – Risaralda

ASUNTO: COTIZACIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA

Es grato para **DARWIN ENERGÍA SOLAR**, tener la oportunidad de ofrecerle nuestros servicios, con la seguridad de contar con la capacidad, equipo y conocimientos técnicos para suministrarle soluciones confiables.

1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Planta de energía solar de **1,65 kWp** que genera un ahorro del **100%** en los consumos eléctricos (*Promedio de consumo 134 kWh al mes*). Para la instalación del sistema solar se debe disponer de un área en techos de **10,2 m²** para la instalación de paneles solares. **ESTA PROPUESTA INCLUYE CERTIFICACIÓN RETIE Y TRAMITE RESOLUCIÓN CREG 030 DE 2018. NO SE INCLUYE CONTADOR BIDIRECCIONAL CON TELEMEDIDA.**



¿CÓMO FUNCIONA?

2 PROPUESTA SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Ítem	Descripción	Precio unitario	Cantidad	Unidad	Total
1	Panel Solar Policristalino Jinko JKM275PP-60 275 Wp	\$ 391.340	6	Und	\$ 2.348.042
2	Microinversor Para Conexión a la Red APS System QS1 1200W	\$ 1.129.306	2	Und	\$ 2.258.611
Subtotal Equipos Excluidos de IVA (Ley 1955 del PND)					\$ 4.606.653
3	Monitoreo Remoto WiFi APS System ECU C 1200W	\$ 1.135.833	1	Und	\$ 1.135.833
4	Estructura para paneles solares	\$ 625.997	1	Global	\$ 625.997
5	Accesorios conexión solar	\$ 166.500	1	Global	\$ 166.500
6	Instalación de sistema	\$ 6.234.611	1	Global	\$ 6.234.611
7	Materiales de instalación	\$ 1.812.842	1	Global	\$ 1.812.842
Subtotal Items con IVA					\$ 9.975.784
IVA (19%)					\$ 1.895.399
Total planta Fotovoltaica 1,65kWp					\$ 16.477.836

3 CONDICIONES COMERCIALES

Sistema diseñado bajo las consideraciones del cliente, solo se incluyen los elementos descritos en esta oferta comercial, el sistema se entrega en funcionamiento en **DOS QUEBRADAS-PEREIRA**.

3.1 FORMA DE PAGO

La forma de pago es 50% anticipo, 45% al finalizar el proyecto y 5% con entrega de excedentes según CREG 030.

3.2 TIEMPO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA

El tiempo de ejecución del proyecto es de 30 días calendario.

3.3 GASTOS DE ENVÍO Y/O TRANSPORTE

Los gastos de envío y/o transporte de los equipos y sus partes serán asumidos por **DARWIN – ENERGÍA SOLAR**.

3.4 CONSIDERACIONES ESPECIALES

EL CLIENTE debe proveer a **DARWIN ENERGÍA** espacios seguros para almacenamiento de herramienta y material.



4 GARANTÍA

Los **PANELES SOLARES** están amparados por un periodo de garantía de **25 años** contra defectos de fabricación contados a partir de la fecha de Instalación siempre que se use dentro de las condiciones de diseño.

Los **INVERSORES** están amparados por un periodo de garantía de **5 años** contra defectos de fabricación contados a partir de la fecha de Instalación siempre que se use dentro de las condiciones de diseño.

No cubre daños mecánicos por actividades sobre los mismos. Ésta garantía es únicamente para el beneficio del consumidor original y por ende no es transferible.

5 VIDA UTIL

Los **PANELES SOLARES** tienen un tiempo de vida útil mayor a **30 años**, mientras que los **INVERSORES** cuentan con un periodo de utilidad de **15 años**.

6 VALIDEZ

Esta oferta es válida por **30 días** calendario a partir de la entrega o envío de la presente oferta comercial. La información aportada se considera confidencial. Ninguna de las partes podrá revelar a una tercera persona la información aquí contenida, sin autorización expresa de la otra parte.

DARWIN – ENERGÍA SOLAR agradece la invitación a presentar esta oferta y está a su disposición para resolver cualquier inquietud técnica o comercial que pueda surgir de esta propuesta.

Cordialmente,

JUAN JOSÉ ZAPATA GÓMEZ
Director Comercial
juan.zapata@darwinenergia.co
Móvil: +57 319 259 5066
Teléfono: +57 (4) 230 3290



GRACIAS POR LA ATENCIÓN
PRESTADA



Cubrimiento a
nivel nacional



¡CONTÁCTANOS!

info@darwinenergia.co

+57 311 285 3042

+4 476 83 93

Calle 45 E #80A - 53
Medellin, Colombia



¡SÍGUENOS!

@darwinenergia



www.darwinenergia.co

Anexo B. Información detallada sistema fotovoltaico AméricaFotovoltaica.

Información detallada		
Su factura de la electricidad sin solar fotovoltaica		
Consumo anual de electricidad	kWh - año	1752
Valor de su factura para 1 año	\$COP - año	\$1.920.000
Valor presente de su factura para 25 años sin instalación fotovoltaica (con incrementos en precio, sin aumentos en consumo)	\$ COP	\$59.264.830
Aspectos técnicos y ambientales		
Porcentaje del consumo eléctrico atendido con fotovoltaica	%	100%
Producción anual deseada con fotovoltaica	kWh - año	1752
Potencia instalada	KWp	1.33
Número necesario de paneles solares	#	6
Área instalable	Metros 2	15
Número equivalente de árboles sembrados	#	44
Inversión y ahorros		
Inversión inicial	\$ COP	\$13.936.363
Ahorro generados por su instalación solar fotovoltaica	\$ COP	\$59.264.830
Valor presente NETO (ahorros - costos)	\$ COP	\$45.328.466

Anexo C. Cálculo de bloques Homecell para cada módulo.

No. Ladrillos que ocupa cada elemento				
Ventanas	Puertas	Vent. Coc.	Vent. Sala	Vent. Baño
15	26.25	21.25	15	2.5
7.5	4.1	2	15	3
112.5	107.625	42.5	225	7.5

NOTA: Cada m2 requiere 63 ladrillos Homecell. Además, se restan los ladrillos que ocupan cada uno de los elementos anteriores.

MÓDULO HABITACIÓN PRINCIPAL				MÓDULO HABITACIÓN AUXILIAR			
Lado (m)	Alto (m)	Total (m2)	Ladrillos	Lado (m)	Alto (m)	Total (m2)	Ladrillos
4.4	2.25	9.9	624	4.5	2.25	10.125	638
4.35	2.25	9.7875	617	3.5	2.25	7.875	497
2.15	2.25	4.8375	305	3.5	2.25	7.875	497
1.4	2.25	3.15	199	0.7	2.25	1.575	100
2.95	2.25	6.6375	419	2.95	2.25	6.6375	419
0.35	2.25	0.7875	50	15.15	11.25	34.0875	2151
15.6	13.5	35.1	2214	Total bloques - ventanas - puertas			1932
Total bloques - ventanas - puertas			1995				

MÓDULO COCINA-COMEDOR				MÓDULO SALA			
Lado (m)	Alto (m)	Total (m2)	Ladrillos	Lado (m)	Alto (m)	Total (m2)	Ladrillos
3.1	2.25	6.975	440	3.1	2.25	6.975	440
4.15	2.25	9.3375	589	4.15	2.25	9.3375	589
7.25	4.5	16.3125	1029	7.25	4.5	16.3125	1029
Total bloques - ventanas - puertas			945	Total bloques - ventanas - puertas			692

MÓDULO BAÑO				MÓDULO PATIO			
Lado (m)	Alto (m)	Total (m2)	Ladrillos	Lado (m)	Alto (m)	Total (m2)	Ladrillos
1.15	2.25	2.5875	164	3.15	2.25	7.0875	447
2.8	2.25	6.3	397	3.1	2.25	6.975	440
2.1	2.25	4.725	298	3	2.25	6.75	426
2.95	2.25	6.6375	419	2.15	2.25	4.8375	305
9	9	20.25	1278	11.4	9	25.65	1618
Total bloques - ventanas - puertas			1164	Total bloques - ventanas - puertas			1287

MÓDULO ESTUDIO				PASILLOS			
Lado (m)	Alto (m)	Total (m2)	Ladrillos	Lado (m)	Alto (m)	Total (m2)	Ladrillos
2.95	2.25	6.6375	419	1.4	2.25	3.15	199
2.3	2.25	5.175	327	1.4	2.25	3.15	199
2.8	2.25	6.3	397	2.95	2.25	6.6375	419
1.35	2.25	3.0375	192	2.95	2.25	6.6375	419
9.4	9	21.15	1335	0.7	2.25	1.575	100
Total bloques - ventanas - puertas			1116	2.3	2.25	5.175	327
				11.7	13.5	26.325	1663
				Total bloques - ventanas - puertas			1556

Anexo D. Cálculo de paneles Durapanel para cada módulo

No. Paneles que ocupa cada elemento				
Ventanas	Puertas	Vent. Coc.	Vent. Sala	Vent. Baño
1.5	2.1	1.7	1.2	0.2
1.2	0.8	0.4	3	0.6
1.8	1.68	0.68	3.6	0.12

MÓDULO HABITACIÓN PRINCIPAL				MÓDULO HABITACIÓN AUXILIAR			
Lado (m)	Alto (m)	Total (m)	Total (m)	Lado (m)	Alto (m)	Total (m)	Total (m)
4.4	2.25	9.9		4.5	2.25	10.125	
4.35	2.25	9.7875		3.5	2.25	7.875	
2.15	2.25	4.8375		3.5	2.25	7.875	
1.4	2.25	3.15		0.7	2.25	1.575	
2.95	2.25	6.6375		2.95	2.25	6.6375	
0.35	2.25	0.7875		15.15	11.25	34.0875	
15.6	13.5	35.1		Total bloques - ventanas - puertas	30.6075		
Total m2 - ventanas - puertas			31.62				

MÓDULO COCINA-COMEDOR				MÓDULO SALA			
Lado (m)	Alto (m)	Total (m)	Total (m)	Lado (m)	Alto (m)	Total (m)	Total (m)
3.1	2.25	6.975		3.1	2.25	6.975	
4.15	2.25	9.3375		4.15	2.25	9.3375	
7.25	4.5	16.3125		7.25	4.5	16.3125	
Total bloques - ventanas - puertas			14.9525	Total bloques - ventanas - puertas			10.9125

MÓDULO BAÑO				MÓDULO PATIO			
Lado (m)	Alto (m)	Total (m)	Total (m)	Lado (m)	Alto (m)	Total (m)	Total (m)
1.15	2.25	2.5875		3.15	2.25	7.0875	
2.8	2.25	6.3		3.1	2.25	6.975	
2.1	2.25	4.725		3	2.25	6.75	
2.95	2.25	6.6375		2.15	2.25	4.8375	
9	9	20.25		11.4	9	25.65	
Total bloques - ventanas - puertas			18.45	Total bloques - ventanas - puertas			20.37

MÓDULO ESTUDIO				PASILLOS			
Lado (m)	Alto (m)	Total (m)	Total (m)	Lado (m)	Alto (m)	Total (m)	Total (m)
2.95	2.25	6.6375		1.4	2.25	3.15	
2.3	2.25	5.175		1.4	2.25	3.15	
2.8	2.25	6.3		2.95	2.25	6.6375	
1.35	2.25	3.0375		2.95	2.25	6.6375	
9.4	9	21.15		0.7	2.25	1.575	
Total bloques - ventanas - puertas				17.67	2.3	2.25	
				11.7	13.5	26.325	
				Total bloques - ventanas - puertas			24.645