

# **Análisis de preinversión para la implementación de proyectos de viviendas sostenibles en el municipio de Fusagasugá.**



AUTOR

**Laura Alexandra Díaz Morales**

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

**ESPECIALISTA EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS**

ASESOR

**Diógenes Alexander Garrido Ríos**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS  
BOGOTÁ, JUNIO DE 2020**

# **Análisis de preinversión para la implementación de proyectos de viviendas sostenibles en el municipio de Fusagasugá.**

**Laura Alexandra Díaz Morales**  
Universidad Militar Nueva granada  
Bogotá Colombia

[U1301649@unimilitar.edu.co](mailto:U1301649@unimilitar.edu.co)

Asesor: Diógenes Alexander Garrido Ríos

## **ABSTRACT**

The paper consists of the research and approaching to possibilities of solution in the corregimiento of Chinauta, a rural area of Fusagasugá, to generate development systems, using methodologies focused to energetic saving and water recovery in order to solve problems related to the access of basic services, and which also help to its growth, promoting town activities such as agriculture, and at the same time help to improve social and living places. The project shows the social impact on a specific kind of people, by implementing systems that use renewable resources of radiation, capture and recovering rainwater.

**Key words:** Energy saving, water recovery, renewable systems and rural area.

## **RESUMEN**

El documento trata de la investigación y planteamiento de posibilidades de solución en el corregimiento de Chinauta, zona rural del municipio de Fusagasugá, para generar el desarrollo de sistemas que a partir de metodologías enfocadas al ahorro energético y la recuperación de aguas, solucionen el problema de acceso a servicios básicos y ayuden a su desarrollo impulsando las actividades de la zona, como la agricultura, del mismo modo que ayuden en el mejoramiento de los aspectos prioritarios sociales y de vivienda. En el artículo se muestra la formulación de un proyecto de impacto social de una población típica implementando sistemas que utilizan recursos renovables de radiación, de captación y recuperación de aguas lluvias.

**Palabras claves:** Desarrollo sostenible rural, ahorro energético, recuperación de aguas y sistemas renovables.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los sectores rurales en la actualidad no son un punto prioritario para la administración del país, la problemática presentada en cifras según la RIMISP, Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural [1], indica que en Colombia la población que hace parte de la ruralidad es del 26%, del cual el 62% viven en pobreza y el 21,5% en pobreza extrema. Sin embargo se han generado acercamientos al concepto de *Desarrollo Rural Sostenible*, materializado como un proceso que intenta el cambio social y el crecimiento económico de poblaciones, por medio de la integración de elementos correspondientes a las actividades de producción, los recursos que cada zona denota y las necesidades específicas de poblaciones con estas características. Este concepto que a nivel mundial pretende responder a los requerimientos del bienestar de las personas que hacen parte del 50% de la población rural. Lo anterior con el objetivo de disminuir la pobreza extrema y evitar su migración a otras ciudades [2]. El Desarrollo Sostenible, según Wolfgang Sachs, bien calculado, que permita desde lo económico el incremento neto del capital y que promueva la justicia social, como la sostenibilidad ecológica [3].

Adicionalmente, el enfoque que se hace en torno a los aspectos nombrados, conlleva a una visión distinta del sector rural, donde preexisten factores estructurales que hacen que las comunidades rurales sobrelleven las limitaciones de generación de ingresos suficientes y sostenibles, esto debido a la falta de acceso a recursos productivos, recursos hídricos, estabilidad del servicio de energía y financiamiento. Por lo mismo impide y reprime el desarrollo de sistemas productivos eficientes a falta de condiciones y herramientas que los capaciten para gestionar el sector agrícola y ganadero al que se dedican. Teniendo en cuenta que en Colombia el sector rural ocupa el 95 por ciento del territorio y son parte fundamental en la línea de producción para el consumo de zona urbana, se deben priorizar nuevas modalidades económicas y ecológicas que posibiliten el avance y mejoramiento en su nivel de vida [4].

Por lo anterior, el objetivo de este artículo es mostrar cuál es la mejor alternativa de sostenibilidad para optimizar las condiciones habitacionales, y cómo al analizar el uso de tecnologías y sistemas que se enfocan en el aprovechamiento de generación de energía y en la recuperación de aguas lluvias, concibe una propuesta de preinversión para la implementación de un proyecto de viviendas sostenibles en Chinauta, zona rural de Fusagasugá, los mismos viabilizarán el modelo de evolución en el acceso a servicios básicos para el municipio. La propuesta se identifica como un caso práctico donde prima satisfacer las necesidades para mejorar la calidad de vida a bajo costo en el territorio rural y para propiciar espacios que contribuyan al desarrollo integral y humano de la comunidad, mediante la construcción de viviendas sostenibles. Para ello se aplicará una evaluación técnica que permite describir estrategias y conceptos para el aprovechamiento del campo energético y manejo del elemento hídrico. La metodología utilizada está basada en la Metodología General Ajustada (MGA), que obedece a la identificación, preparación, evaluación y programación, de un diseño programado para el desarrollo real de un proyecto que se encuentra en la fase de preinversión, que por medio de estudios de oportunidad y de prefactibilidad proporciona un impacto

social positivo en comunidades dedicadas al trabajo agrícola y ganadero, y así hacen parte del desarrollo económico sostenible para la estabilidad del sector, sin depender totalmente de las entidades convencionales. La estructura del documento corresponde a un planteamiento que parte del diagnóstico de una problemática en el contexto rural de un sector específico de Fusagasugá, el cual desemboca en una estructura de oportunidad, que desarrolla la implementación de una alternativa de vivienda, módulos habitacionales viables para resolver las necesidades de la población objetivo.

## **2. IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE PROBLEMAS DEL SECTOR RURAL**

La zona rural tiene un gran significado para cualquier territorio, debido a que provee elementos que demandan las industrias y las grandes ciudades, aunque se encuentran marginadas y con limitaciones de desarrollo, la implementación de proyectos sostenibles que impulsan el desarrollo humano, físico, económico y ambiental, fortalecen la participación de comunidades por medio de conceptos como la integralidad, productividad y sustentabilidad, generando empleos e ingresos y promoviendo el uso sustentable de los recursos renovables [5]. El proyecto es un esfuerzo temporal, que en este caso busca la eficiencia de los recursos a partir de la implementación de proyectos de vivienda sostenibles en el sector rural de Fusagasugá, potencializando procesos técnicos para la generación de servicios básicos, conservando el medio ambiente, contribuyendo a la infraestructura, generando organización y participación social, por medio de las oportunidades del sector agropecuario que ofrece su mismo entorno y dando un valor agregado a su hábitat digno, haciéndolo productivo y sostenible con los recursos propios de esta región [6].

### **DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DE LA ZONA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

Chinauta es un corregimiento anexo al municipio de Fusagasugá, localizado en el departamento de Cundinamarca, que basa su economía en el sector agropecuario, el comercio y el turismo, su ubicación está a 63 km de Bogotá, se encuentra delimitada por los ríos Cuja y el Chocho, cuenta con una extensión total de 206 kilómetros cuadrados, de los cuales 193 hacen parte del área rural y sólo 13 de la zona urbana [7]. De acuerdo con la información del DANE, su población es de 139.805 habitantes, teniendo en cuenta que en los últimos años ha tenido un aumento del 25% por el desplazamiento evidenciado [8].

La identificación de la situación del municipio, plasma el panorama a enfrentar, donde la problemática se enfoca en el sector rural del cual Fusagasugá tiene el 93% de su extensión, y el 80.5% de los habitantes que hacen parte de esta caracterización también pertenecen a la pobreza, debido a un incremento alto de población desplazada a falta de oportunidades y competitividad en el mercado laboral y el déficit de vivienda que puede darse por no tener programas planificados de interés social. Lo anterior da a entender que las entidades territoriales como la

Alcaldía municipal y la Empresa de Servicios Públicos de Fusagasugá (EMSERFUSA), necesitan mejorar las condiciones habitacionales, que aunque tienen como política pública el apoyo a la agro-tecnología y protección de la zona rural, no respaldan el desarrollo de sistemas de redes de alcantarillado en el área por ser área rural [9]. La evidencia del problema central indica que actividades económicas como el turismo, la construcción y hasta el mismo agro, están impactando negativamente al corregimiento de Chinauta, por no tener un protocolo de manejo de los residuos sólidos y de vertimientos inadecuados, afectando la salud y las condiciones de vida de los habitantes por los siguientes determinantes: cobertura de acueducto, alcantarillado, servicios de electricidad; presentando factores de riesgo por calidad de agua, disminución considerable en la presión, cortes diarios permanentes y afectaciones en el servicio de fluido eléctrico. En la siguiente figura se presenta el desarrollo del *árbol de problemas* para claridad de las causas y efectos que intervienen.

Figura 1. Árbol de Problemas.



Fuente: Elaboración a partir de DPN (2017) [10].

## ESTRUCTURA DE OPORTUNIDAD

Apuntando a programas de vivienda concebidos para la zona rural, accesibles para la población vulnerable del municipio y partiendo del contexto en el que se encuentra la vivienda en el país, se estructura el proyecto basado en el concepto de *la "Nueva Ruralidad" (NL)*, corriente relativamente reciente que surge para explicar las transformaciones en el espacio rural que se han generado con la implementación de políticas globales" [11], y que además provee una visión distinta del núcleo del sector rural donde están surgiendo nuevas modalidades económicas, ecológicas, autogestoras e innovaciones técnicas que posibilitan mejoras en su modo de vida. La comunidad compartida media en la repartición de terrenos y responde de manera directa a los cambios climáticos, a la escasez y al alto índice poblacional de la zona. Desde este planteamiento, se puede proyectar un modelo de control de calidad [12], en la etapa de selección y definición de los preliminares del proyecto, examinando la viabilidad técnica en cuanto a la funcionalidad del ciclo pre-operativo.

**Tabla 1.** Modelo de Proyecto.

<b>MODELO DE PROYECTO DE VIVIENDAS SOSTENIBLES</b>			
<b>CONTROL DE CALIDAD PLANTEAMIENTO</b>			
<b>SUSTENTABILIDAD SOCIAL</b>	<b>ARQUITECTURA INFRAESTRUCTURA</b>	<b>AMBIENTAL IMPACTOS</b>	<b>ECONOMÍA ACTIVIDAD</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reducción de costos en la planeación.</li> <li>▪ Vivir en comunidad.</li> <li>▪ Viviendas a necesidades.</li> <li>▪ Inclusión y participación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estructura técnica funcional - sistemas.</li> <li>▪ Ahorro en materiales.</li> <li>▪ Diseño – zonificación.</li> <li>▪ Viabilidad vida útil de materiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aprovechamiento de recursos renovables.</li> <li>▪ Cualidades retícula rural.</li> <li>▪ Mitigación de impactos por residuos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leyes que reinvierten en la generación.</li> <li>▪ Promotores que benefician a comunidades.</li> <li>▪ Estabilidad económica de familias.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración a partir de IBA WEIN (2020) [12].

### 3. PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO

En este artículo, se trata el tema puntual de acuerdo con el concepto del “desarrollo sostenible que es fundamental en la agenda de las nuevas políticas públicas que buscan un amplio alcance a largo plazo” [13]. Con ello se enmarca cómo el crecimiento de los pueblos y los problemas asociados, deben ser solucionados mediante planeaciones, para que exista un desarrollo sustentable entre las exigencias ambientales y las del desarrollo económico. Teniendo como variable principal el bienestar de la población sin menospreciar el entorno, se hace necesaria la construcción de propuestas que respaldan el desarrollo y el aprovechamiento de lo existente de mejor manera, a la que se viene haciendo en el mundo.

Así mismo el proyecto en esta etapa de preparación, busca establecer módulos de vivienda con condiciones dignas habitables, por medio de un diseño de calidad, seguridad, confort y productividad, basándose en el análisis de la magnitud requerida para la implementación. Según los datos del DANE [8], el grado de urbanización general del municipio se caracteriza por tener una densidad poblacional alta, a falta de programas de interés social, por lo mismo se identifican 29.838 viviendas de las cuales el 25% de ellas son habitadas por familias campesinas y hacen parte del déficit habitacional que se presenta en Fusagasugá [14].

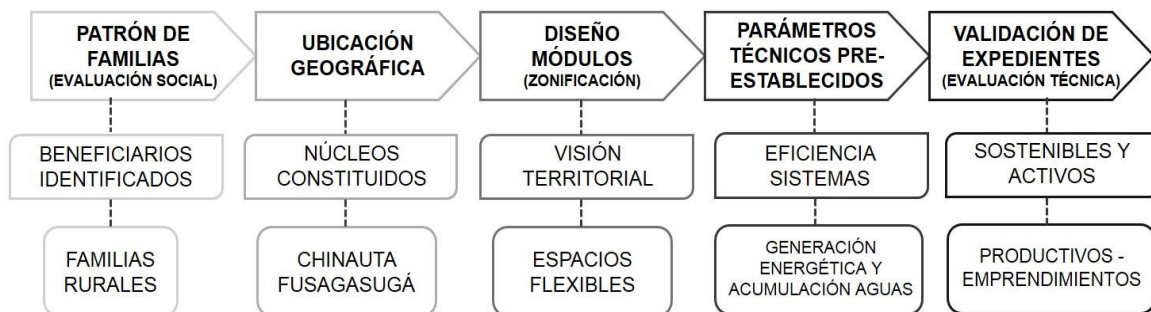
**Tabla 2.** Identificación contexto demográfico.

<b>CONTEXTO DEMOGRÁFICO</b>		
<b>FACTORES</b>	<b>CONDICIONES – CARACTERÍSTICAS</b>	<b>AFECTACIÓN</b>
CALIDAD DE VIVIENDA	95% Construcciones en arcilla, piedra y madera. 2,03% Construcciones en tapia, adobe y bareque. 2,89% Construcción a base de materiales de residuo. 0,08% Construcciones sin paredes.	Habitabilidad
HACINAMIENTO	En general, los hogares cuentan con 1 y 2 dormitorios, en el cual habitan 3 personas en promedio cada uno – factor riesgo de salud e integridad.	Espacialidad
PRIVACIONES / NECESIDADES	Pobreza (NBI) El índice de necesidades básicas insatisfechas es de 17,4 % - (IPM) El índice de Pobreza Multidimensional es del 56%.	Progresividad
ESTRUCTURA POBLACIONAL	En los últimos años se han considerado los rangos de ciclo vital como población mayoritaria (25 y 30) y mayores de 60.	Limitación
SITUACIÓN ECONÓMICA	La tasa de desempleo oscila entre 7,9 a 15 teniendo más peso el desempleo abierto que el oculto. Poder adquisitivo bajo, por falta de actividad económica y cantidad de personas que tienen ingresos dentro de las familias.	Oportunidad

**Fuente:** Elaboración a partir de datos DANE (2017) [14].

Partiendo del análisis anterior sobre el contexto en que se encuentran los habitantes del sector rural de Fusagasugá, se plantea un esquema que pretende categorizar las prioridades y usos de las viviendas rurales, el cual determina el alcance de la implementación de proyectos de vivienda sostenible, dedicada y diseñada para la comunidad. Adicionalmente, agrega valor al trabajar técnicas para la generación de energía y recuperación de aguas que tengan aplicabilidad en el territorio, proponiendo rutas de desarrollo basadas en las fuentes primarias de energía y aguas para el consumo en viviendas, que finalmente como resultado permite establecer costos reales que respaldan la viabilidad del modelo desarrollado a continuación.

Figura 2. Proceso de planteamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Después de analizar las condiciones y los roles de quienes intervienen, en referencia a los procedimientos que se consideran esenciales para el desarrollo del planteamiento (Figura 2.), utilizados para la creación del proyecto a implementar, se establece que el camino obligatorio es la inversión pública. Por ende, la fase de preinversión se ha basado en la Metodología General Ajustada (MGA), que por medio de módulos permite un desarrollo racional, que facilita la gestión de cualquier proyecto gubernamental con un tiempo limitado. Esta metodología ha tenido como objetivo principal, servir como marco estándar para la toma de decisiones respecto a la viabilidad, ejecución y seguimiento, registrando la formulación y la estructura de los proyectos ante las entidades nacionales y territoriales [15].

La implementación de proyectos de vivienda sostenible cumple con las características de los planes que entran en esta herramienta: temporales, ámbito geográfico específico, actividades definidas, beneficiarios identificados y objetivos claros. A partir de esto y de acuerdo a la identificación de las partes, al análisis de las condiciones y al diagnóstico de la situación, se desarrolla un plan estratégico enfocado en la sustentabilidad humana, económica, ambiental y social, limitando el alcance del proyecto al diseño de una propuesta para la ejecución de viviendas rurales de Fusagasugá, con sistemas de aprovechamiento de generación de energía y recuperación de aguas lluvias involucrando a la comunidad, es decir a los habitantes del municipio.

## IMPLEMENTACIÓN SOSTENIBLE

La estructuración del proyecto parte de estudios básicos requeridos para validar el terreno a implantar, donde se tienen en consideración estudios técnicos de suelos para determinar su productividad y la capacidad portante para la estabilidad de las construcciones habitacionales. Igualmente, el diseño y la distribución, se enmarcan sobre los lineamientos normativos establecidos en las leyes, según competencias institucionales con las que se regulan los programas, asegurando el buen funcionamiento de las soluciones enfocadas al sector rural, donde se incluyen aspectos como las condiciones socio-ambientales, las soluciones de saneamiento, el acceso a servicios y demás condiciones para el mejoramiento de vivienda.

Lo anterior destaca algunas entidades que se ven involucradas y que buscan respaldar el desarrollo de viviendas de interés social rural a nivel nacional, como el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVTC), Departamento Administrativo para la Prosperidad Social y, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [10]. Aunque el proyecto está basado en sistemas de recuperación y aprovechamiento de los recursos, deben tener sus respectivos permisos con entidades tales como: el Ministerio de Minas y Energía, encargado de los procedimientos de instalaciones eléctricas e hidráulicas RETIE [16], Agua Potable y Saneamiento Básico RAS [17] y la Norma Colombiana Sismo Resistente NSR [18], ya que la dirección y coordinación se realiza a nivel departamental y municipal, los cuales exigen el uso de reglamentaciones y estándares de calidad para los ordenamientos.

Según las anteriores exigencias para la propuesta de vivienda sostenible, el punto en el que se localizará, es el sector de Cutucumayo en el corregimiento de Chinauta, en área de borde, donde se asientan algunas de las poblaciones vulnerables con más necesidades. El terreno hace parte del sector rural, cerca al río Panches en la zona suroccidental de Fusagasugá, está conformada por una extensa área, suficiente para zonificar los usos, priorizando las áreas de vivienda y de trabajo. Dentro de las 15 hectáreas que componen el predio, el 12% estará ocupado por 200 unidades habitacionales que cubren las necesidades espaciales de las familias objetivo, cabe resaltar que las cubiertas serán receptoras de radiación para la energía. El 5% se destinará para la construcción de sistemas que permitan el abastecimiento del recurso hídrico, y el resto del área será dedicado al desarrollo colectivo de actividades sociales y económicas dedicadas al agro.

El programa busca ser parte del presupuesto nacional que se dispone anualmente para el mejoramiento de las condiciones habitacionales para el sector rural, dirigido por el Ministerio de Agricultura. También se proyecta la integración de alianzas con promotores que tengan la visión de oportunidad, para el desarrollo de las capacidades empresariales de comunidades inclusivas, y finalmente, al ser un prototipo, se propone involucrar el apoyo del Programa de las Naciones Unidas, el cual tiene como objetivo soluciones integrales que responden a las realidades, por medio de la implementación de proyectos que estén en el área de desarrollo sostenible y energías limpias, como lo han venido haciendo en países de



Latinoamérica [19]. Este proceso consta de una estructura de integración de instancias, apoyo de instituciones, participación de consejos del municipio e intervención de la comunidad, entendiendo que las personas son la base de la evolución y hacen parte del ciclo vital productivo, formando una línea de desarrollo colaborativo con cuatro premisas: ahorro, proyectos, subsidios y créditos [20]. Dicha visión cooperativa, se genera a partir de un trabajo de articulación de redes, capacitación a grupos sociales y aprovechamiento de infraestructura, llamado *empoderamiento de comunidades restringidas*, en donde se tiene como resultado modelos productivos sustentables.

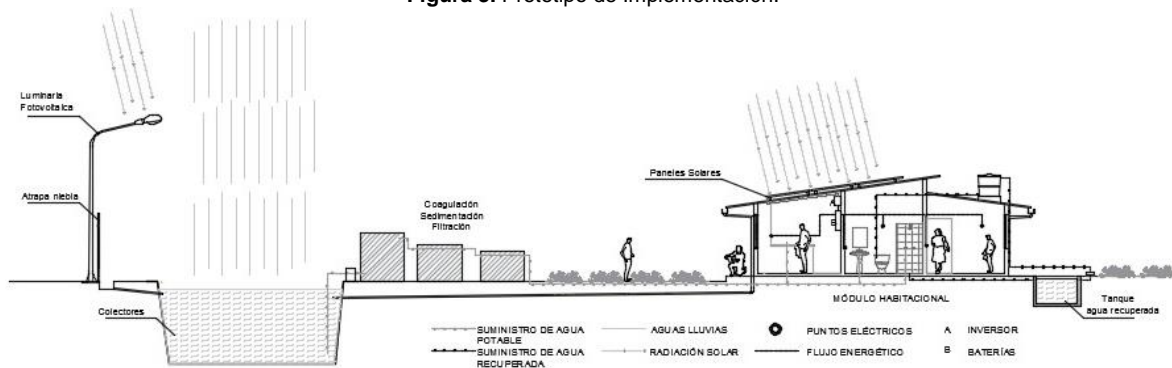
Conforme al diagnóstico base en el contexto familiar y de vivienda, el consumo de agua diario oscila entre los 80 y 110 L/Hab/Día, y no debe sobrepasar los 20 m<sup>3</sup> al mes por vivienda, según datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). De modo que para el proyecto se estima un consumo diario de 13.5 m<sup>3</sup> al mes por familia habitante, destinado únicamente a las necesidades del hogar, eso quiere decir un total (proyecto) de 2.700 m<sup>3</sup>/mes. Para el avance de esta propuesta se debe tener en cuenta que la actividad de agricultura, está clasificada como una de las que tienen mayor consumo hídrico, según reportes del IDEAM [21]. Sin embargo, esta actividad, se convierte en la principal fuente de sostenibilidad, ocupando el primer lugar de la producción a gran escala de frutas, tubérculos y verduras, debido a que las condiciones climáticas (cálida – húmedas) de Chinauta son favorables y viables para la producción, gracias a su ubicación geográfica (450 – 900 msnm) y a que los terrenos están cargados de humedad. Visto desde esta perspectiva, se plantea el fortalecimiento de las capacidades de los gobiernos locales, quienes registrarán una base de datos con expedientes técnicos e información colaborativa de consulta, asesoría y orientación, y por medio de ella, se capacitará a los agricultores y operarios del programa, sobre el manejo de los recursos ácuos, permitiendo reducir el impacto negativo ambiental [22].

Teniendo en contra la limitada cobertura de acueducto en las zonas limítrofes rurales, y a favor, la humedad y las lluvias de la zona, para el cumplimiento de las metas de abastecimiento, se proyecta el desarrollo de sistemas de captación de agua, utilizados en poblaciones de otros países bajo las mismas condiciones. Dándole significado útil a elementos arquitectónicos básicos y basados en los positivos resultados de zonas rurales en las afueras de Bogotá y en países como Perú y Chile [19], en primera instancia, se aplicará el primer sistema de “Cosecha de lluvia”, que está constituido en función de la acción de atrapar la niebla. Con ese fin, cada 3.75 hectáreas, se hará cerramientos internos, para la división de control propio de las comunidades. La estructura de cerramiento estará compuesta por mallas recolectoras templadas, con soportes verticales cada 2.5m, y en la parte inferior se mantendrá un cárcamo de canalización a coaguladores, sedimentadores y filtros, cuya función es el tratamiento de las aguas, las cuales se repartirán por gravedad a tanques colectores comunales para el uso de agua potable.

El segundo sistema a implementar, es el que lleva por nombre “Sistema de captación Casas Milenio Verde” [23], puesto que aprovecha las aguas lluvias, que en el sector ocasionalmente provocan inundaciones. Estas aguas serán canalizadas

mediante redes de recolección, provistas de las cubiertas de las unidades habitacionales, así mismo, a partir de subdivisiones transparentes de grupos de vivienda, las aguas pluviales serán captadas, en las canales pendientadas destinadas a los estanques colectores, cubiertos por membranas de alta capacidad, que tienen la función de acumular aguas lluvias en gran cantidad. Como último recurso, se plantea un diseño sanitario acorde a la utilización de las aguas grises desechadas (duchas, lavamanos y lavado de ropas), recogidas en un tanque para cada vivienda, proceso que se llevará a cabo por medio de la conexión de las redes, las cuales recirculan las aguas del tanque, para ser utilizadas en sanitarios, esta implementación tiene como intención fundamental, reducir los vertimientos de la zona.

Figura 3. Prototipo de Implementación.



Fuente: Elaboración propia.

Apoyado en el análisis realizado por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) y por el Ministerio de Minas y energía, las altas de consumo en los estratos bajos también se debe al poder adquisitivo, puesto que se restringen la compra de equipos ahorradores de energía. El estudio del consumo eléctrico tiene mayor participación dentro del proyecto en el módulo habitacional, en los usos de refrigeración, televisión, iluminación y en algunos casos, aunque en el sector rural se evidencia un alto índice de uso de leña, de cocción, siendo éste un energético que se demanda bastante. En consideración de lo anterior, enfatizando que el consumo por persona está en una rango entre los 20 a 40kw/mes, y en aproximación a las condiciones socio-económicas de la comunidad que se verá beneficiada por la implementación del proyecto, se establece un consumo cerca de los 100kw/mes por vivienda, en donde se estima que cada familia está conformada por 5 personas. Paulatinamente, surge la preocupación por disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y por la seguridad del abastecimiento energético, en este caso la propuesta plantea la autogeneración partiendo de la Ley 1715 de 2014, ya que “diversifica el sistema energético actual invirtiendo en tecnologías renovables para la reducción del impacto ambiental e incentivo de la economía” [24] y promueve, el desarrollo y utilización de las fuentes no convencionales.

El sistema de generación energética solar para el autoconsumo de cada módulo habitacional, depende de la radiación y los cambios de temperatura, debido a que

Fusagasugá tiene un clima cálido aproximado a 20°, y como lo indican los datos históricos meteorológicos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), se estima un promedio de radiación solar de 4.50kWh/m<sup>2</sup>/d [25], lo que reduce costos en la implementación del sistema autónomo. De acuerdo con la información suministrada anteriormente, se instalarán dos paneles solares de 39.5wp (captación de radiación), que requieren 2 baterías de 225A (acumulación energética), un regulador (puente entre panel y baterías) y un inversor de 800VA (transformador de energía producida en instalación fotovoltaica); dentro de las utilidades el sistema permite tener la cobertura suficiente para los usos de iluminación, electrodomésticos y bomba de presión. Por otro lado, el sector de agricultura, al contrario del recurso hídrico, está registrado como el sector que consume el menor porcentaje energético, por lo cual solo se instalarán lámparas de 18V, de 6 metros de altura, en las subdivisiones del terreno, evitando costos de conexiones y diseños de redes a gran escala. El proceso de mantenimiento al igual que en la recolección de aguas estará a cargo de los mismos beneficiados, por medio de capacitaciones que fortalecen las cadenas productivas.

#### 4. ALCANCE, EFECTO Y DISCUSIÓN DEL PROYECTO

Esta sección presenta las actividades necesarias para llevar a cabo la implementación de proyectos de vivienda sostenible, logrando como resultado la estructura de desglose de trabajo en la fase inicial. Los entregables, permiten relacionar el resultado de la planeación con el *árbol de problemas* (Figura 1.), dichas actividades hacen parte de la etapa de organización y se muestran en la tabla presentada a continuación.

Tabla 3. Actividades estudio de prefactibilidad.

ACTIVIDADES DEL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD – IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO SOSTENIBLE	
ASPECTOS	ACTIVIDADES
PRELIMINARES (Organización)	Memoria Descriptiva Proyecto Levantamiento Topográfico Estudio de Suelos Anteproyecto Arquitectónico (Distribución áreas) Estructural (Pre-dimensionamiento) Estudio de Trámites de Licencias – Entidades Municipales Estudio de Permisos Ambientales Gestión Administrativa Inscripción

Fuente: Elaboración propia

En referencia al estudio de prefactibilidad realizado para la implementación de proyectos sostenibles de vivienda rural en el corregimiento de Chinauta, se relaciona un presupuesto base calculado a partir de la utilización de energías renovables y de la recuperación de aguas. Con el presupuesto asociado al proyecto, en donde se incluyen los costos administrativos, de insumos y de operación, se permite la toma de decisiones y se evidencia la viabilidad para continuar con la Fase de Inversión. Los costos de disposición del proyecto fueron estimados en relación a los tiempos estipulados en la programación (Tabla 6.).

**Tabla 4.** Presupuesto Base / Fase 1 – Fase 2.

PRESUPUESTO BASE			
<b>PRELIMINARES</b>			
FASE 1	1	Memoria Descriptiva Proyecto	N/A
	2	Levantamiento Topográfico	\$ 32.000.000
	3	Estudio de Suelos	\$ 75.000.000
	4	Anteproyecto Arquitectónico (Distribución áreas)	\$ 125.000.000
	5	Estructural (Pre-dimensionamiento)	\$ 195.000.000
	6	Estudio de Trámites de Licencias – Entidades Municipales	\$ 300.000.000
	7	Estudio de Permisos Ambientales	\$ 100.000.000
	8	Gestión Administrativa	\$ 150.000.000
	9	Inscripción y Licencias	\$ 500.000.000
<b>TOTAL FASE 1</b>		<b>\$ 1.477.000.000</b>	
<b>PRELIMINARES</b>			
	1	Localización	\$ 34.000.000
	2	Cerramiento Provisional	\$ 34.320.000
<b>MÓDULOS HABITACIONALES</b>			
FASE 2	3	Perfilada de Terreno y Nivelación (Módulos Habitacionales)	\$ 25.500.000
	4	Rellenos Recebo Compactado	\$ 76.500.000
	5	Cimentación (Zapatas y Vigas de Amarre)	\$ 1.588.500.000
	6	Excavación Manual Conglomerado	\$ 307.800.000
	7	Placa Contra Piso	\$ 1.445.000.000
	8	Estructura Vertical (Columnas)	\$ 95.040.000
	9	Estructura Horizontal (Vigas Amarre)	\$ 982.500.000
	10	Mampostería	\$ 1.210.000.000
	11	Instalaciones Red Suministro y Desagües	\$ 1.728.000.000
	12	Instalaciones Eléctricas (Sistema Fotovoltaico Autogestor)	\$ 760.000.000
	13	Estructura Metálica – Cubierta	\$ 2.040.000.000
	14	Pañete – Acabados	\$ 726.750.000
	15	Carpintería Metálica	\$ 204.000.000
	16	Aparatos y Accesorios	\$ 400.000.000
	<b>OBRAS EXTERIORES - Áreas Comunes Proyecto</b>		
		17	Sistema 1. Recolección Aguas / Canalización – Mallas - Tanques
	18	Sistema 2. Excavación Estanques Colectores – Membrana de Protección	\$ 1.020.000.000
	19	Sistema 3. Redes Suministro – Recirculación	\$ 620.000.000
	20	Vertimientos y Tratamiento Agua / Sanitarios - Trámites	\$ 555.000.000
<b>TOTAL FASE 2</b>		<b>\$ 14.437.910.000</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 4. se enuncian acciones conexas a la planeación y puesta en marcha del proyecto, sin embargo y basándose en el presupuesto anterior, se puntualiza en los ítems relevantes que dan solución a la problemática de cobertura de servicios, pues son los puntos focales de la proyección, considerados como resultados coherentes al desarrollo y a la justificación de la inversión, del ahorro y del retorno.

A continuación se realiza un comparativo entre los costos de consumo de las redes convencionales, dimensionando el funcionamiento del proyecto durante un año, y la implementación del proyecto con sistemas alternativos, teniendo como punto de partida los valores unitarios que ofrece cada operador de red, según el servicio que le competa. En primera instancia, la energía eléctrica tiene un valor promedio de \$522 por Kw, el segundo servicio es el del acueducto, cuyo valor es de \$2.610 m<sup>3</sup>, y por último, el alcantarillado por \$2.729 m<sup>3</sup>, adicionando un cargo básico para los dos últimos; estos datos contrastados con los consumos (es decir, las necesidades) de cada *Módulo Habitacional*, suministra un panorama del ahorro, al implementar el proyecto sostenible sobre el consumo promedio anual.

Los resultados obtenidos (Tabla 5.), nos indican que al construir cada sistema de este proyecto sustentable, por medio del aprovechamiento, captación, tratamiento y vertimientos de recursos, recuperaría su costo total de inversión entre 5 y 7 años, ya que la implementación de estas tecnologías calcula una vida útil mayor a 20 años. Quiere decir que a partir del octavo año, los costos se reducen a la post-operación, y es ahí donde entra la etapa del planteamiento estratégico, la cual le da un valor agregado a las capacitaciones dirigidas a los involucrados durante el proceso, teniendo un ahorro total de mano de obra en el mantenimiento de cada unidad de vivienda, debido a que las familias se convertirían en operarios de su misma comunidad productiva, logrando la integración e inclusión de cada beneficiario.

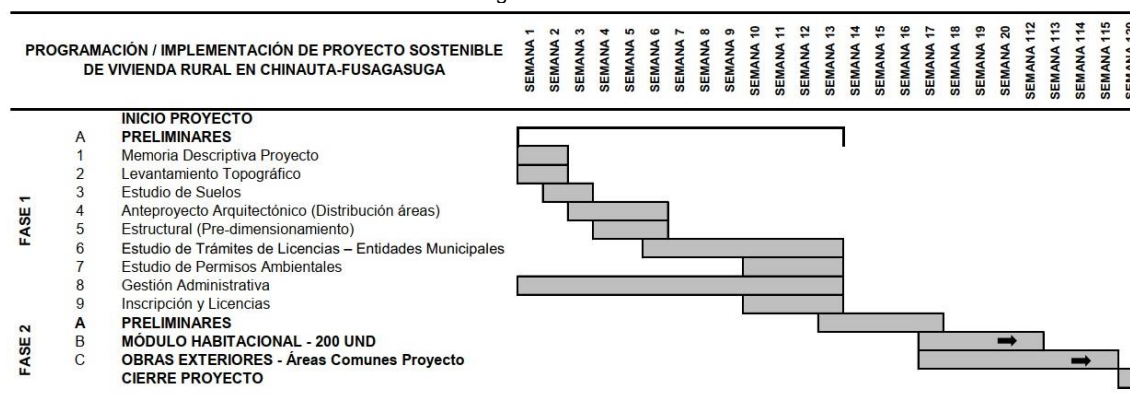
Tabla 5. Comparativo Redes Convencionales – Sistemas Alternativos.

COMPARATIVO SISTEMAS DE REDES CONVENCIONALES - SISTEMAS ALTERNATIVOS					
ITEM	CONSUMO AL MES - POR MÓDULO	CONSUMO MES - 200 MÓDULOS	CONSUMO AL AÑO - 200 MÓDULO	ITEM	SISTEMA AUTOGENERADOR 200 MÓDULOS HABITACIONALES
Instalaciones Eléctricas - Operador de Red - kw/m	\$ 52.253,00	\$ 10.450.600,00	\$ 125.407.200,00	Sistema Energético (Fotovoltaico Autogestor)	\$ 760.000.000
Instalaciones Suministro - Operador de Red - m³/m	\$ 48.599,00	\$ 16.567.300,00	\$ 198.807.600,00	Sistema 1 - 2 (Captación de Aguas)	\$ 1.605.000.000
Instalaciones Alcantarillado - Operador de Red - m³/m	\$ 43.157,55	\$ 8.631.510,00	\$ 103.578.120,00	Vertimientos y Tratamiento A. N. (Red Sanitaria)	\$ 555.000.000

Fuente: Elaboración Propia.

Por medio de la evaluación técnica, social y financiera, se establece otro componente de las líneas base (tiempo). La programación aplicada como instrumento de gestión del proyecto, traza el mapa de ruta que enfoca su ejecución al desempeño de los objetivos que lo cimientan, y como resultado de la planificación, se explican (Tabla 6.) las fases establecidas, la primera se desarrollará en las trece primeras semanas y la fase 2, se ejecutaría hasta la semana 115, concluyendo el ciclo y haciendo el cierre del proyecto en la semana 120.

Tabla 6. Programación / Fase 1 – Fase 2.



Fuente: Elaboración propia.

## 5. CONCLUSIONES

El análisis de factibilidad de proyectos sostenibles para poblaciones rurales con características similares al corregimiento de Chinauta, abundan en el país, de manera que basados en los resultados técnicos obtenidos en el presente estudio, se puede concretar que la implementación de proyectos sustentables contemplados como auto-generadores, son la solución práctica para impulsar programas de vivienda social, puesto que no siempre requieren de la monopolización de los servicios de las entidades. En efecto, los sistemas alternativos pueden reducir costos significativos a futuro, a partir de una planeación estratégica regulada incluyente, asimismo se evitarían comunidades subsidiadas sin propósito y a cambio, se capacitarían grupos y comunidades que participen de manera activa en el proyecto, con un sentido de pertenencia y arraigamiento a la tierra que se utiliza para proveer a las grandes ciudades.

Las construcciones colectivas son el camino al desarrollo y aprovechamiento de recursos, que con el suficiente respaldo de las instituciones gubernamentales podrían generar soporte y ampliación de las políticas públicas. La propuesta de un prototipo que tenga aguas propias, energías limpias y que genere ingresos, evitando cobros por servicios inestables es la plataforma de un proceso de reflexión y de conciencia. La recuperación de los recursos podría abrir las puertas a una economía circular, donde elementos como la radiación y las aguas lluvias son productivas y aumentan la cobertura de servicios básicos de familias con problemática de pobreza, comunidades vulnerables ubicadas en el contexto de la ruralidad, abasteciéndose con el trabajo de la tierra. A partir del diagnóstico general, se podría plantear la pregunta de si es la falta de recursos la que genera problemáticas de gran magnitud, o es la falta de investigación y capacitación, la que no permite la evolución de las condiciones dignas de habitabilidad para la población rural.

La implementación de este proyecto sostenible no sólo, contribuye a la solución del déficit de vivienda, sino que se estructura como un prototipo posible y viable, en el que se forma un conjunto de familias productivas que a partir de los ingresos del campo agrícola, gestan oportunidades de empoderamiento y emprendimiento, y contribuyen al desarrollo económico del sector rural del país. Así mismo, el proyecto dignifica las condiciones de vida del ser humano, en el enfoque de justicia social que plantea Martha Nussbaum, pues promueve las capacidades humanas de los beneficiarios del proyecto y la protección del medio ambiente [26].

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. Perry, «LA POBREZA RURAL EN COLOMBIA,» Diciembre 2010. [En línea]. Available: <https://www.rimisp.org/>. [Último acceso: Mayo 2020].
- [2] S. C. d. B. d. I. República, «Desarrollo rural sostenible,» 2017. [En línea]. Available: [http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ciencias/desarrollo\\_rural\\_sostenible](http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ciencias/desarrollo_rural_sostenible). [Último acceso: Mayo 2020].
- [3] W. Sachs, «La Anatomía Política del "Desarrollo Sostenible",» p. 15, 2012.
- [4] IGAC, Noviembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.igac.gov.co/es/noticias/>. [Último acceso: Abril 2020].
- [5] Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación, *Ley de desarrollo rural sostenible*, Mexico, 2005.
- [6] Universidad de los Andes, «Vivienda de interés social y arquitectura.,» de *Retos técnicos y de gestión en la calidad - Vivienda*, Bogotá, 2020.
- [7] Alcaldía de Fusagasugá, «Alcaldía de Fusagasugá,» 25 Mayo 2020 . [En línea]. Available: <http://www.fusagasuga-cundinamarca.gov.co/>. [Último acceso: 25 Mayo 2020].
- [8] DANE INFORMACIÓN ESTRATEGICA, «Análisis de información CNPV,» Gobierno Nacional, Bogotá, 2018.
- [9] Corporación Autónoma Regional CAR, «Caso de interés - OPSU - Contaminación del suelo en la meseta de Chinauta por vertimientos,» <http://oaica.car.gov.co/>, 2014.
- [10] DPN Departamento Nacional de Planeación , «Mejoramiento de vivienda rural - Proyectos tipo soluciones ágiles para un nuevo país,» Departamento Nacional de Planeación , Bogotá, 2017.
- [11] M. R. Baños, *Una construcción a la economía ecológica: Actividades No-proletarias generadoras de ingresos*, Mexico: Universidad Autónoma Metropolitana - Casa Abierta al Tiempo, 2009.
- [12] IBA\_WIEN, «NUEVA VIDA SOCIAL,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.iba-wien.at/>. [Último acceso: 25 Mayo 2020].
- [13] V. H. M. y. R. R. Cañizales, «Desarrollo sostenible y vivienda Digna como punto de progreso social,» *Reflexión derivada de investigación*, vol. Vol 17, pp. 245-254, Noviembre 2016.
- [14] Alcaldía de Fusagasugá - Secretaria de salud, «Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud,» Asis Municipal, Fusagasugá, 2017.



- [15] Departamento Nacional de Planeación, «Manual conceptual de la,» Bogotá, 2015.
- [16] Ministerio de Minas y Energía, «Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE,» agosto 2013. [En línea]. Available: <https://www.minenergia.gov.co/retie>. [Último acceso: Mayo 2020].
- [17] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, «NUEVA RESOLUCIÓN 0330 DE 2017 – REGLAMENTO TÉCNICO – RAS,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.minvivienda.gov.co/GuiasRAS/>. [Último acceso: Mayo 2020].
- [18] ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial, «El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente,» Asociación Colombiana de ingeniería sísmica, Bogotá, 2010.
- [19] J. A. García, «Captación y aprovechamiento de agua lluvia en America Latina,» Chile, 2016.
- [20] A. D. Bogotá, «Listado normativo subsidio vivienda - Vivienda interes social,» Recopilación legal, [En línea]. Available: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/listados/tematica2.jsp?subtema=28963>. [Último acceso: 28 Mayo 2020].
- [21] M. C. GONZÁLEZ, «ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA - Conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial,» IDEAM, Bogotá, 2010.
- [22] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, «Análisis de los sistemas de producción agrícola de las,» FAO, Bogotá, 2010.
- [23] <https://hidropluviales.com/2012/11/29/captacion-en-el-mundo/>, «Hidropluviales,» 2018. [En línea]. Available: <https://hidropluviales.com/2012/11/29/captacion-en-el-mundo/>. [Último acceso: Abril 2020].
- [24] Unidad de Planeación Minero Energetica (UPME), *Plan de Acción de Eficiencia Energética*, Bogotá: UPME, 2016.
- [25] IDEAM, «Atlas del ideam - Radiación por Sectores de Colombia,» 2005. [En línea]. Available: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>. [Último acceso: Mayo 2020].
- [26] M. Nussbaum, *Crear Capacidades - Propuesta para el Desarrollo Humano*, Barcelona: PAIDÓS, 2012.