

Pétalo: sistema de recolección y potabilización de agua y generación de energía eléctrica para viviendas rurales

Autores

Juan Camilo Bernal Restrepo

Juan Daniel Soler Nieto

Director

D.I. Andrés Francisco Ramos Giffuni

Comité

D.I. Gloria Fabiola Beltrán Pereira

D.I. Guillermo Andrés Pérez Rodríguez

D.I. Juan Carlos Ruiz Barragán

Pontificia Universidad Javeriana
Facultad de Arquitectura y Diseño
Departamento de Diseño Industrial
Bogotá D.C

2020

Agradecimientos

A nuestras familias, profesores, Valle del viento (Villa de Leyva, Boyacá), Andrés Botero y Lucía Garzón.

Tabla de contenido

1. Tema	4
2. Planteamiento	4
3. Análisis de la problemática	5
4. Justificación	6
5. Objetivos	6
6. Límites y alcances	7
7. Marco de referencia	7
• Aspectos conceptuales	7
• Aspectos técnicos y productivos	8
• Aspectos humanos	9
• Aspectos financieros	11
• Gestión del proyecto	11
8. Concepto de diseño	12
9. Requerimientos	12
10. Alternativas	13
11. Propuesta proyectual	20
12. Desarrollo de producto	21
• Conceptual	21
• Formal	21
• Funcional	21
• Usabilidad	22
• Gestión	22
13. Comprobaciones	24
• Conceptuales	24
• Técnico-productivas	24
• De usabilidad	24
• Del modelo de gestión	26
14. Conclusiones	26
15. Bibliografía	28

Tema: Recolección y potabilización de agua lluvia y generación de energía eléctrica en zonas rurales de Colombia.

Planteamiento

El contexto rural colombiano históricamente ha experimentado profundos cambios y transiciones por causas de origen político, social y ambiental. Actualmente, el escenario rural en Colombia es un potente epicentro de cambio y transición por lo que es susceptible de fortalecerse de acuerdo a sus pluralidades y potencialidades en los diversos territorios locales.

El fenómeno de las nuevas ruralidades representa un germen para la producción de nuevas alternativas para el bienestar en las dinámicas del habitar en los escenarios rurales del país, al respecto Mendez (2013) afirma: “Hoy en día existe cierto consenso acerca de que el mundo rural va más allá de lo meramente agropecuario. Sobre esta premisa, nuevas prácticas e interacciones sociales son reconocidas como parte de ese mismo universo” (p.2), así, los nuevos habitantes del campo pueden ser actores que promueven nuevas prácticas de bienestar habitacional. Según el folleto informativo número 21 generado por las Naciones Unidas, el derecho a una vivienda adecuada no es simplemente contar con una estructura adecuada en la vivienda, también comprende el acceso no discriminatorio a servicios fundamentales como el agua y la energía eléctrica en el lugar de residencia, de acuerdo con esto, los procesos de nuevas ruralidades pueden ser apoyados desde la obtención de recursos vitales para uso y constitución de una vivienda.

Desde este marco de partida, el proyecto busca generar estrategias para realizar aportes parciales en el suministro de agua y energía en los escenarios rurales mediante sistemas que aprovechen las condiciones físicas del contexto para generar agua y energía eléctrica en función de apoyar el consumo habitual de recursos en la vivienda rural.

Análisis de la problemática

Los indicadores a escala colombiana permiten identificar las realidades vividas en los contextos rurales en materia de acceso a servicios públicos de primera necesidad (agua, energía y gas), así como también las dinámicas sociales en cuestión de migraciones ciudad-campo (nueva ruralidad). Para el desarrollo de este análisis es necesario fragmentar el macro sistema en problemáticas u oportunidades que componen el mismo. Por lo anterior, el abordaje se realiza desde las siguientes problemáticas: acceso a agua potable y energía eléctrica y los procesos de nuevas ruralidades en Colombia.

Según una encuesta realizada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en 2010, concluyó que de los encuestados un 42% no cuenta con ningún tipo de abastecimiento de agua potable, esto supone condiciones de escasez en un gran número de viviendas rurales en el país. Las dinámicas de construcción de nuevas viviendas en el contexto rural sumado a los procesos de nuevas ruralidades, suponen un incremento en la brecha que existe en materia de suministro del recurso del agua potable. Según un recuento de los 20 años del POT en Colombia, de 2005 a 2017 en los 773 municipios consultados, la cobertura de acueductos se redujo en un 58% debido a las nuevas construcciones tanto en el casco urbano como en las zonas veredales (Contreras, 2017).

Datos del Banco Mundial (2012), revelan que para el año 2012 cerca del 13% de la población rural colombiana no contaba con conectividad a redes de energía eléctrica domiciliaria. Pese a las medidas implementadas en los últimos años a nivel nacional para ampliar la conectividad a redes de energía eléctrica, estas se ven limitadas por la falta de proyección y planificación de las iniciativas que buscan la energización de las zonas rurales en Colombia. Algunas soluciones contempladas hacen uso de tecnologías obsoletas y poco eficientes para proveer de energía eléctrica a las zonas rurales, como lo es el uso excesivo de plantas de diésel que suponen altos costos de producción y mantenimiento en ZNI (Zonas no interconectadas), Torres (2019).

Los procesos de nueva ruralidad en Colombia dan cuenta de la diversificación demográfica que está transformando la composición de los escenarios rurales, los nuevos habitantes del campo son una puerta para aprehender y otorgar nuevos sentidos a los espacios y viviendas rurales, Mendez (2013). De acuerdo

a lo anterior, el fenómeno neorrural posibilita la introducción de tecnologías emergentes en contextos rurales a través del sujeto neorrural como actor que promueve el uso de estas tecnologías en zonas rurales.

Para este punto es posible establecer puntos coincidentes entre las diferentes problemáticas, esto con el fin de globalizar y entender el macro sistema planteado para así encontrar sinergias que permitan generar una respuesta integral ante cada una de las problemáticas.

Justificación

Las dificultades para abastecer las viviendas rurales con los recursos del agua y la energía en el contexto rural colombiano suponen una pronta intervención para la activación de los escenarios rurales como potentes epicentros generadores de desarrollo, al respecto Torres (2019) afirma:

Buscando superar esta visión tradicional, desde hace 25 años en el sector energético colombiano se introdujo el concepto de “energización” rural, que incluye, pero trasciende la “electrificación” rural no solo porque también abarca otras fuentes y usos térmicos y mecánicos de energía, sino porque busca que las tecnologías energéticas se inserten y dinamicen (¡energicen!) los procesos de desarrollo socioeconómico rural. (p.7-8)

Lo anterior representa una gran oportunidad de exploración desde el campo del diseño industrial pues a través de este es posible desarrollar alternativas estratégicas que promuevan en diferentes escalas el acceso a estos recursos. Una intervención oportuna tendría la capacidad para aumentar positivamente los indicadores de desarrollo del país en términos de infraestructura y salud.

Objetivo:

Apoyar el suministro de agua potable y energía eléctrica en zonas rurales de Colombia que no cuentan con acceso a redes de servicios públicos.

Límites y alcances:

Desarrollar un modelo de comprobación que permita verificar la eficiencia del diseño propuesto en términos de capacidad para generar energía y capacidad de captación y almacenamiento de agua, así como también, factores de usabilidad (ensamble del modelo e interacción con la interfaz) con posibles usuarios. El modelo estará ubicado en una parcela cultivada en el municipio de Cagua (Cundinamarca), el tiempo estimado para la verificación de indicadores se fija en un periodo de cinco días.

Se busca comprender y proyectar el potencial de la tecnología desarrollada para ser escalable, pues inicialmente este planteamiento quiere lograr una producción auxiliar de los recursos mencionados para tareas específicas en la vivienda rural, por ejemplo, el iluminado interno o externo de la casa y la recolección de agua necesaria para el cultivo de una huerta.

Marco de referencia:

El siguiente marco de referencia presenta las diferentes dimensiones proyectuales que acompañan y soportan la propuesta de diseño para la sostenibilidad de la vida mediada por elementos y procesos horizontales que conviven de manera más respetuosa con nuestro ecosistema.

- **Aspectos conceptuales**

Este proyecto se alimenta de la búsqueda de referencias que proponen alternativas de hábitat sostenible desde procesos de diseño para su aplicación en escenarios rurales, como parte de esto, se encontraron propuestas como The Venus Project, esta busca la

construcción de una sociedad más equitativa pasando por encima de intereses políticos y económicos fusionando el diseño con la ingeniería como fórmula para solucionar problemáticas del habitar en diversos escenarios, Fresco (2013). De estas exploraciones se tomaron elementos conceptuales que serán los pilares fundamentales que regirán cada una de las decisiones estratégicas en el proceso de diseño. De esta forma, los diversos usos potenciales de las fibras naturales, la utilización de fuentes de energía más limpias y el diseño como una herramienta para contribuir al desarrollo de una sociedad más equitativa son componentes que se convertirán en valores y principios que serán catalizados a través de respuestas de diseño industrial.

- **Aspectos técnicos y productivos**

Para este apartado se mencionan las decisiones correspondientes a los factores técnicos y productivos, durante todo el proceso de indagación y análisis se le asignó gran valor a los biomateriales, los procesos constructivos de bajo impacto y tecnologías emergentes más sostenibles, así, en primer lugar, se toma la decisión de utilizar guadua (*Guadua angustifolia*) para todo el sistema estructural del producto por sus excelentes propiedades mecánicas y su excelente producción a nivel nacional que promueve las economías regionales dinamizando los mercados existentes, así como también, telas en fibras vegetales (algodón, fique y yute).

De acuerdo con las indagaciones realizadas en materia de producción de energía sostenible se genera una recopilación de las tecnologías existentes en el mercado susceptibles de ser implementadas en el desarrollo de la propuesta, luego del análisis de las diferentes alternativas el proyecto se decantó hacia la incorporación de paquetes tecnológicos que son capaces de captar energía eléctrica de los procesos bioquímicos generados por las plantas, cabe aclarar que esta tipología aún es emergente pero se proyecta como una solución más eficiente con respecto a soluciones convencionales para el suministro de energía eléctrica en la vivienda rural (panel solar, planta diesel, red de suministro)

Aspectos humanos

El proyecto se origina como respuesta a la problemática de la vivienda digna de las personas que habitan los espacios rurales en Colombia, frente a ello era necesario entender la realidad del país para lo cual se desarrolla una investigación cuantitativa y cualitativa. Como primer acercamiento a la dimensión humana-social se encontraron documentos propios de las ciencias sociales que tuvieron que ser necesariamente extrapolados para su aprovechamiento en las decisiones de diseño. De acuerdo a lo anterior surge el escenario de las nuevas ruralidades como un fenómeno social que permea profundamente el proyecto así:

- “Nueva ruralidad, el término más aceptado, se utiliza para describir genéricamente las maneras de organización y el cambio en las funciones de los espacios tradicionalmente “no urbanos”: aumento en la movilidad de personas, bienes y mensajes, deslocalización de actividades económicas, nuevos usos especializados (maquilas, segunda residencia, sitios turísticos, parques y zonas de desarrollo), surgimiento de nuevas redes sociales, así como diversificación de usos (residenciales, de esparcimiento y productivas), que los espacios rurales ejercen de manera creciente (Arias, 2002, pp. 371-377; Linck, 2001, p. 94)” (RUIZ & DELGADO, 2008)

Una vez identificados los orígenes de este fenómeno se busca comprender los focos en los que el diseño industrial tendría una mayor pertinencia, así se caracterizan los usuarios y se desarrolla una estrategia que nos permita dar soporte y escalabilidad al proyecto con ayuda de entrevistas abiertas realizadas a profesionales en el campo de la construcción sustentable en escenarios rurales, finalmente se concluye que los puntos fundamentales en esta relación son la accesibilidad de recursos de primera necesidad como el agua potable y la energía eléctrica. Posteriormente se realiza el diseño del sistema de manera congruente con los principios de sostenibilidad y enfoque social del proyecto que se sustenta en el uso de materias primas locales al igual que el empleo de mano de obra local y el uso eficiente de recursos y de fuentes de energía alternativa.

- **Aspectos financieros**

La base principal del aspecto financiero es el costo variable unitario del sistema que contempla las materias primas, los costos de los procesos productivos, mano de obra y transporte pre ensamble. El costo de transporte depende del lugar donde se vaya a instalar y un precio de venta obtenido de la percepción de valor que el usuario tiene sobre el producto, costos administrativos, de bodegaje y mercadeo han sido contemplados, pero no desarrollados, la demanda se presupuesta en referencia a la industria de las energías sostenibles que serían competencia indirecta del sistema propuesto. Para consolidar la estimación mencionada, se realizó un ejercicio comparativo a manera de referencia en el que se analizaron las ventas de una empresa pequeña que importa e instala sistemas de celdas solares.

- **Gestión del proyecto**

En este aspecto están contempladas los procesos productivos, materias primas empleadas, proveedores, las tecnologías y técnicas empleadas para la producción, aspectos comerciales como los canales de venta y distribución, métricas que nos permiten medir la competitividad y finalmente la parte financiera especificada en costos y una posible demanda.

Concepto de diseño

Sistema integrado de captación, potabilización de agua y generación de energía eléctrica para aprovechamiento por parte de núcleos familiares neorrurales en Colombia

Requerimientos

- Capacidad de ser instalado en una parcela o lote
- Sustentar procesos de obtención de recursos básicos (agua, energía, alimento, protección)
- Integrar tecnologías vernáculas
- Constitución con tecnologías disponibles en el Colombia
- Generar componentes modulares para facilitar la integración a mayor escala, el transporte, cambios, reparaciones y mantenimientos.
- El producto debe dotar un mínimo del 10% de los recursos básicos de agua y energía eléctrica para una familia de 4 personas.
- Soportar altas temperaturas, vientos y lluvias fuertes.
- Tener una forma(morfología)/función biomimética.
- Usarse con un máximo de 5 acciones realizadas por el usuario.
- Mantener la seguridad del núcleo familiar cuando se encuentra en el lugar de ubicación del producto:
 - 1: Riesgo de caída de objetos.
 - 2: Bordes o esquinas que puedan generar cortes.
 - 3: Riesgo de colisión o caída ocurrido por algún componente del producto.
 - 4: Riesgo de electrocución.
- Determinantes:

del proyecto estaba en solucionar temas netamente constructivos, posteriormente se planteó que el pilar central funcionará como un canalizador de agua lluvia, desde este diseño se puede observar los módulos desplegados que posteriormente evolucionaría a la alternativa escogida (pétalo), esta alternativa fue descartada por considerarla más un problema de arquitectónico que de diseño.

Segunda alternativa.

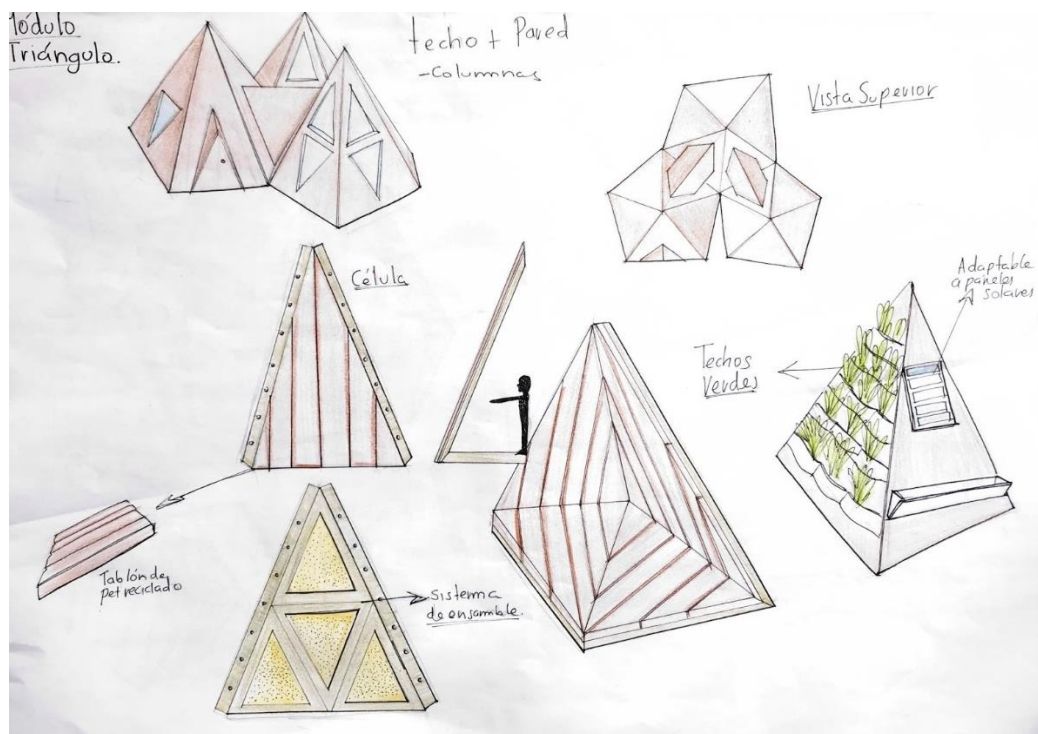


Fig 2 diseño conceptual propio

Esta alternativa buscaba desarrollar un único módulo que permitiese la construcción de una vivienda completa en ese caso el triángulo, luego a dicho módulo se le integró diversas funciones como la posibilidad de albergar huertos verticales, paneles fotovoltaicos y sistemas de recolección de agua, la idea fue nuevamente descartada por el carácter y el enfoque constructivo que se considera como un problema arquitectónico, sin embargo sentó las bases de lo que

posteriormente se buscaría integrar como la colecta de agua, fuentes de energía alternativa y el alimento.

Tercera alternativa:

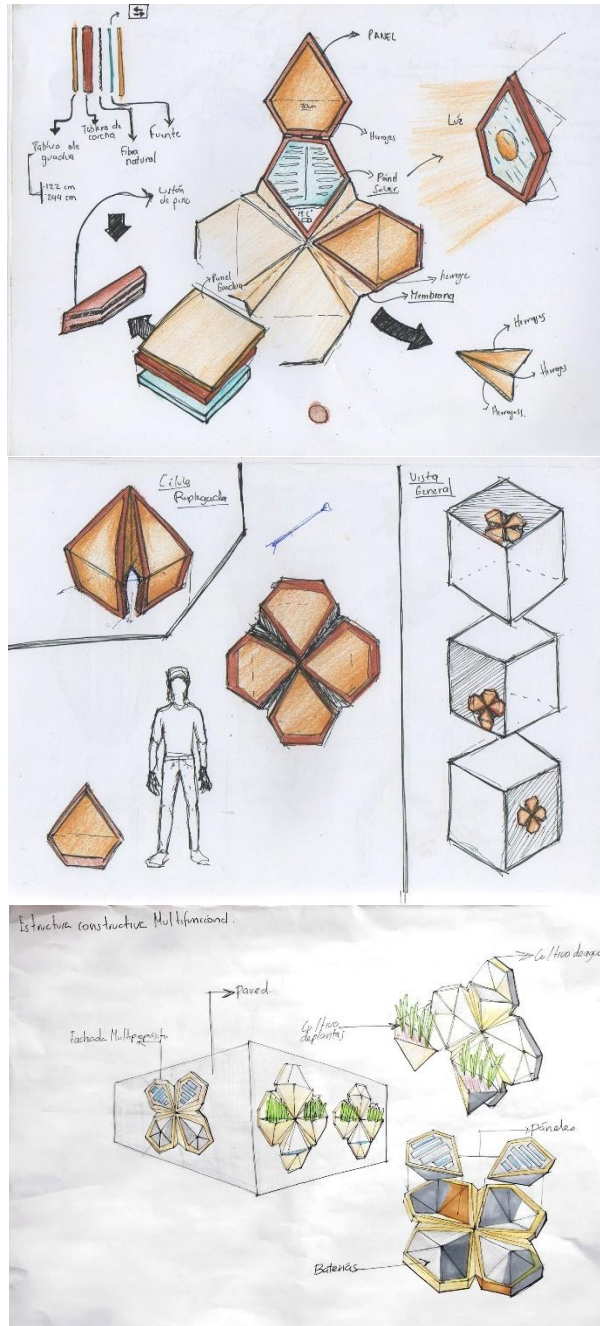


Fig 3 diseño conceptual propio

En esta alternativa se explora la posibilidad de integrar diversos módulos con diversas funciones que solucionarían necesidades estructurales, energéticas, de agua y alimento, sin embargo, se cae en cuenta que la disposición de los pentágonos no es la más eficiente y que además la manera en la que estaba pensada su instalación más allá de sustentar la estructura la podía debilitar.

Cuarta alternativa:

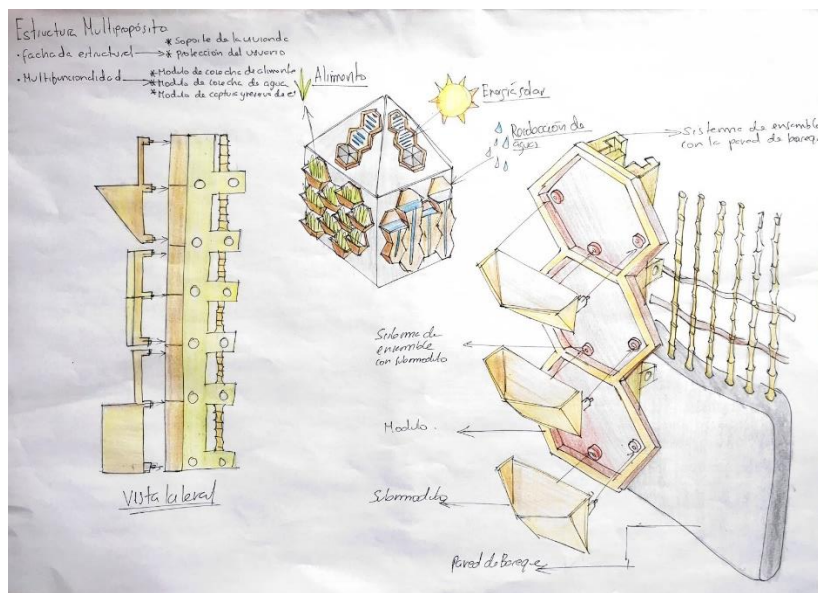


Fig 4 diseño conceptual propio

En esta alternativa se plantean nuevamente módulos pero que ahora están organizados en hexágonos, una figura que permite utilizar de manera más eficiente el espacio y una mejor distribución de los pesos de los distintos componentes, además se añadió una estructura también modular que se integraría a una pared de barro, lo que en esta disposición si ayudaría a sustentar la estructura de la vivienda, finalmente, también existía la posibilidad de integrar el sistema a techos, es importante aclarar que en este punto el proyecto está enfocado en apoyarse sobre técnicas de bioconstrucción ya que durante el análisis del contexto y las problemáticas encontramos que la aplicación de dichas técnicas sería un aporte sustancial al aumento de los

indicadores de vivienda digna en el país , sin embargo la alternativa se descartó por solucionar problemas únicamente para este tipo de viviendas (que no son las más difundidas en el país) y porque nuevamente cruzaba la línea en lo que para miembros del comité correspondía más a un problema arquitectónico que de diseño, sobre todo por la parte estructural.

Quinta alternativa:

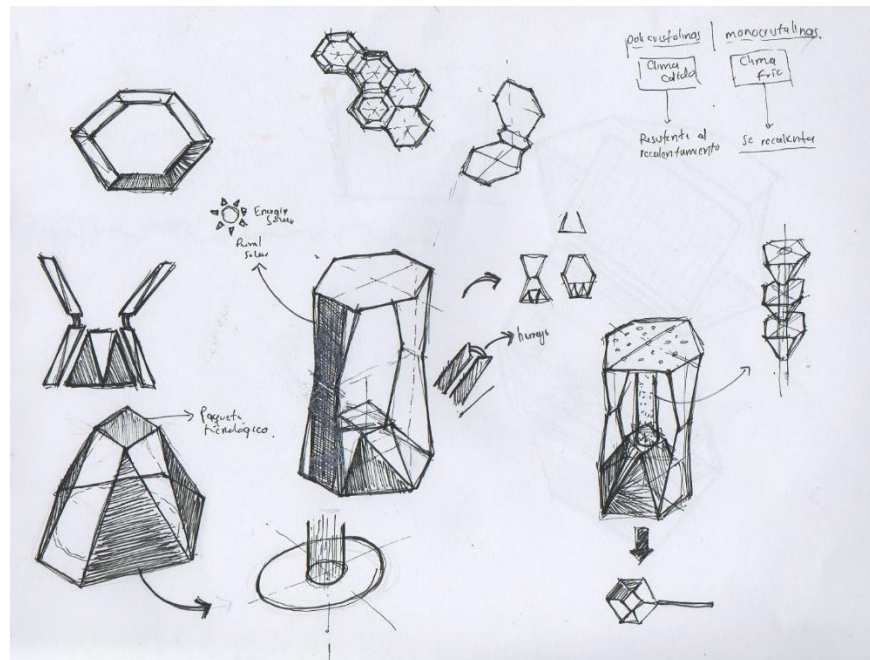


Fig 5 diseño conceptual propio

Esta alternativa fue la primera iniciativa en dividir el sistema de servicios con el sistema estructural y así obtener un elemento individual, en él se puede observar un elemento que despliega de sus costados unas columnas en las que se encuentran paneles solares, en la base un almacenamiento de agua y baterías y en la parte superior una superficie que sirve para captar agua lluvia, aquí el sistema de producción de alimento no se encuentra presente porque no se había logrado resolver.

Sexta alternativa:

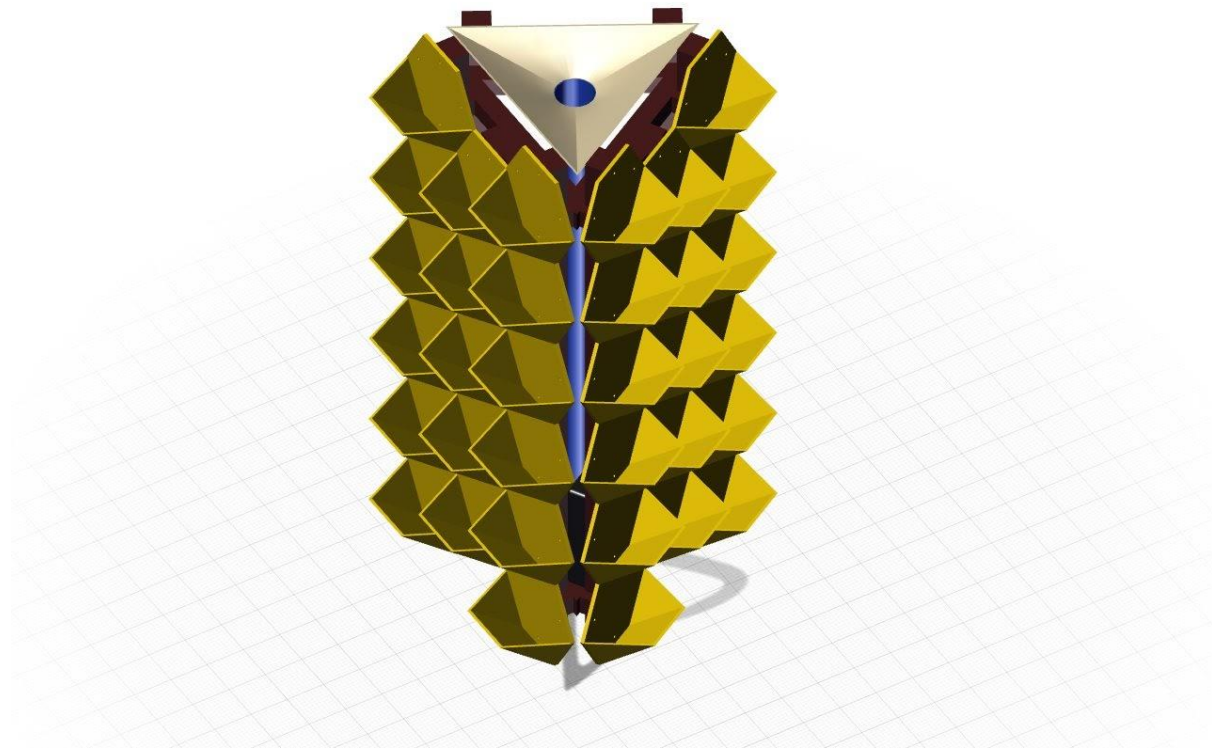


Fig 6 diseño conceptual propio

En esta alternativa empezamos a explorar la tecnología de generación de energía a partir de fotosíntesis, en paralelo con su concepción se empezaron a hacer las validaciones sobre dicha tecnología buscando entenderla y apropiarla, esta se basa en de módulos de plástico reciclado de forma hexagonal que sostienen las plantas que van a producir la energía, en la parte superior se encuentra un embudo que recoge el agua lluvia. aquí es posible visibilizar en lo que terminaría desarrollando el proyecto.

Séptima Alternativa:

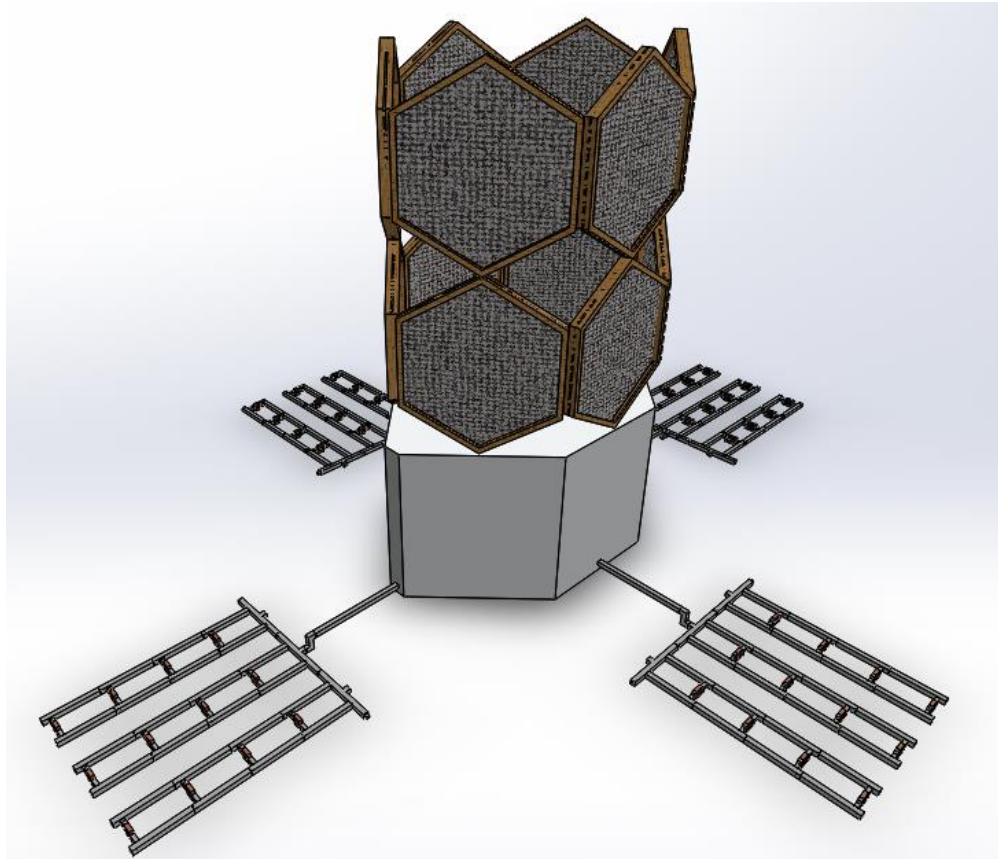


Fig 7 diseño conceptual propio

En esta alternativa integramos el sistema de cátodos y ánodos para la generación de energía eléctrica por fotosíntesis en las huertas, esto se determinó así porque se encontró en la investigación que el crear una huerta es una actividad común en el grupo poblacional de los neorrurales de esta forma se desmaterializaba el proyecto y no se invierte recursos en la producción de los hexágonos de la propuesta anterior, sin embargo cabe aclarar que eso no significa que dicha propuesta no funcione porque es claro que no todas las personas que viven en el campo tienen lugar para cultivar, sin embargo para ser coherentes con el usuario escogido estratégicamente, esta era la mejor opción, también se exploró un sistema de obtención de agua a través de la captación de niebla pero se para su descarte se argumentó que este sistema funciona

mejor en páramos, lo que reducía el alcance del proyecto, esto también se comprobó con un modelo a escala que se realizó de dichos paneles.

Propuesta proyectual

El interés sobre la problemática de la vivienda digna y las diversas variables que condicionan el problema nace del interés personal de los diseñadores sobre los temas de diseño socialmente responsable y diseño sostenible y de una mirada crítica de los mismos frente a la situación socioeconómica de una gran mayoría de los colombianos, durante el trabajo siempre se está buscando respuestas sobre temas relacionados a la autonomía y libertad de las comunidades y cómo estas pueden lograrlo mediante el diseño, constantemente aparece la pregunta sobre si la vulnerabilidad es un problema más de diseño que de economía, la búsqueda constante de un elemento que conjugue estas perspectivas los lleva a crear Pétalo, un sistema que utiliza tecnologías vernáculas y de vanguardia para proveer recursos de primera necesidad como el agua potable y la energía eléctrica.

Modelo de evaluación de alternativas

ALTERNATIVAS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
1) Capacidad de colectar agua.	2	4	1	2	2	3	1	5
2) Capacidad de almacenar agua.	0	2	1	3	2	2	4	5
3) Fortalecimiento estructural de la vivienda.	5	5	0	5	0	0	0	0
4) sistema propio de generación de energía.	2	2	2	2	3	5	5	5
5) Eficiencia en el uso del espacio.	5	3	2	5	4	5	4	3
6) plataforma para desarrollar cultivos (huertos o jardines verticales).	0	5	2	5	0	5	0	0
7) Capacidad para potabilizar el agua.	0	0	0	0	0	3	5	5
8) sistema independiente (que puede ser instalado sin otra estructura física que lo soporte)	0	0	0	0	5	5	5	5
9) Capacidad de generación de energía	0	3	3	3	3	2	5	5
Total	14	24	11	25	19	30	29	33

Fig 8 diseño conceptual propio

Desarrollo de producto

· Conceptual

Pétalo como su nombre lo indica está inspirado en la forma y la función de una flor, por medio de los 6 pétalos recoge agua, en su interior la purifica (potabiliza) y por medio de las raíces absorbe energía (Energía) para su funcionamiento, de igual manera la tecnología que permite la obtención de electricidad se hace a partir de la fotosíntesis lo que reafirma el carácter biomimético del producto y su relación con las plantas, cabe resaltar también como éste se integra en el ecosistema teniendo en cuenta que la eficiencia del mismo depende de variables geográficas, como el suelo, el clima, la pluviometría de la región al igual que las especies vegetales que pueden ser plantadas allí

· Formal

La forma general del pétalo es de carácter monolítico ya que es un gran pistilo que se abre radialmente en 6 pétalos, su estructura en guadua y el color amarillo de las fibras naturales evoca una conexión con la tierra, además de cumplir a cabalidad con su función, la estética que lo rodea entrega toda una experiencia sensorial, similar a una imponente instalación que podría verse en un museo, era importante desarrollar una estética adecuada que sugiriera funciones más allá de lo utilitario que le permitiera a los usuarios momentos de contemplación y reflexión.

· Funcional

El producto funciona a través de tres sistemas integrados:

Recolección: se realiza a partir de una matriz circular de “pétalos” que capturan el agua lluvia en una determinada área y que posteriormente canalizan a un tanque.

Producción de energía: empleando una tecnología de generación de energía en desarrollo basada en la fotosíntesis de las plantas, ánodos y cátodos son introducidos en las bases de los cultivos permitiendo un flujo de electrones, entregando un voltaje que es almacenado en una batería que es usada principalmente para la iluminación de la vivienda.

Potabilización: Haciendo uso de la energía almacenada en la batería una lámpara de luz ultravioleta ubicada en el tanque de agua elimina los microorganismos dañinos para la salud encontrados en ella.

- Usabilidad

Existen dos momentos importantes durante el uso del producto el primero es la instalación y el segundo es el uso cotidiano, en el siguiente esquema se ve representado cada momento.

- Gestión:

Pétalo: es un producto conformado por varios sistemas cuyos componentes pueden ser de carácter natural, digital o prefabricados, y la producción de algunos es de carácter artesanal (lienzos, yutes, curados) y los otros de un carácter industrial (baterías, componentes electrónicos, cables, herrajes) lo que necesariamente demanda una lista importante de proveedores, en el siguiente diagrama se muestra el flujo de los procesos productivos y proveedores que entran en la cadena en cada etapa.

Cadena productiva

 Sistema de energía eléctrica



Fig 8 diseño conceptual propio

Cadena productiva

 Sistema estructura/recolección



Fig 9 diseño conceptual propio

Comprobaciones

· Conceptuales:

Para la obtención de información se utilizaron herramientas de investigación cualitativa y cuantitativa, búsqueda en bases de datos privadas y páginas de acceso público como el DANE, estas con la finalidad de entender la problemática y su complejidad antes mencionada, posteriormente se realizaron entrevistas a neorrurales cuya información fue codificada y ponderada como se expresó en puntos anteriores, posteriormente y teniendo bases sólidas de conocimiento sobre el tipo de problema trabajado se procedió a buscar tipologías de productos o sistemas que lo solucionaran total o parcialmente, esto fue una búsqueda tanto de otros conceptos de diseño que no fueron producidos como de empresas que tienen productos en el mercado.

· Técnico-productivas

Durante el diseño y antes y durante el desarrollo del prototipo se fueron haciendo experimentos a manera de comprobaciones de material, tecnológicas y de procesos. Para el sistema de potabilización se optó por la tecnología de luz ultravioleta ya que el sistema de generación de energía era compatible con este, para que la lámpara cumpliera con los requerimientos de tamaño del tanque y volumen se enviaron especificaciones a los proveedores para escogieran la lámpara y el cuarzo indicados, un cuarzo es como denominan el cristal que encapsula la lámpara para evitar que toque el agua en aplicaciones que requieran contacto con la misma

· De usabilidad

Una vez concretado el diseño se procede a desarrollar el prototipo que posteriormente es ubicado en una finca en Cogua Cundinamarca allí de la mano del usuario neo campesino dueño de la finca se procede a la etapa de instalación y posteriormente a la etapa de uso cotidiano.

Instalación

Iniciando con la montura del pétalo, debido a la escala y materiales del prototipo se puede comprobar las acciones básicas que el equipo de instalación emprendería para lograr la configuración hexagonal, sin embargo una aproximación a los esfuerzos en términos de pesos y levantamientos se lograría de manera más eficiente con un prototipo de alta fidelidad a escala real, para la instalación del sistema de generación eléctrica se procedió como fue diseñado sin embargo se argumentó que los ensambles de los ánodos y cátodos con los segmentos de cable deberían venir ya “de fábrica” pues se invierte mucho tiempo en hacerlo en el terreno y finalmente que se requiere de una estandarización para las distancias de raíz la raíz para agilizar el proceso, lo que advierte que se necesita diseñar un sistema que se adapte a la diversidad de medidas y profundidades que puedan existir.

Uso cotidiano:

Una vez instalado, el Pétalo se deja en la finca durante dos días, en los cuales se logra recoger 3 litros de agua, al momento de comprobar la interacción del usuario frente a los indicadores lumínicos se requieren pocos intentos para que este comprenda la lógica de la batería cargada y los dos usos en lo que la puede emplear, potabilización o para iluminación dentro de la casa, esta comprobación se puede ver en las fotos tomadas durante el trabajo de campo, adicionalmente también se comprueba el uso del grifo y la altura del pedestal para la inserción de baldes, ollas o recipientes.

· Del modelo de gestión:

Se comprendió el modelo de gestión desde el ámbito productivo y financiero, este se desarrolló a partir de herramientas como el canvas y la herramienta verde para el costeo, además para determinar la demanda se utilizó las ventas del año pasado de una pyme del sector de las energías alternativas con sede en Bogotá y que ha desarrollado trabajos en contextos rurales, finalmente se plantearon los diagramas de flujo del proceso productivo.

Canvas

Misión

Facilitar el acceso a los recursos de agua potable y energía eléctrica para generar autonomía de abastecimiento en comunidades rurales.

<p>Problema Disponibilidad de acceso a los recursos del agua y energía eléctrica en contextos de vivienda rural.</p>	<p>Actividades claves Producir y comercializar el producto. Evaluación de impactos mediante indicadores y herramientas. Inversión en I+D. Generar estrategias para aumentar demanda.</p>		<p>Relación con el Usuario Dinámica participativa en las diferentes fases de implementación del producto. (co-creación y adecuación a requerimientos particulares)</p>	<p>Usuario/Stakeholders Campesinos y Neorurales Comunidades rurales Estado Cluster de productos y materias primas locales Proveedores</p>	
<p>Solución Sistema de recolección de recursos de primera necesidad</p>	<p>Métricas clave Cantidad de familias beneficiadas por el producto Volumen total de agua recolectada Cantidad de energía eléctrica utilizada Cantidad de empleos generados Impactos en economías locales relacionadas con producción de materias primas sostenibles Influencia sobre las métricas de equidad y sostenibilidad (Salud e infraestructura)</p>	<p>Propuesta de valor Capacidad de cultivar agua lluvia, potabilizarla y generar energía eléctrica en una parcela en zonas rurales interconectadas y no interconectadas a través de tecnologías que implementan energías limpias y materias primas sostenibles, reduciendo gastos de consumo y aumentando la accesibilidad de los recursos mencionados.</p>	<p>Canales Página Web Redes Sociales Ferias Agrícolas Canales Agrícolas Laboratorios de Sostenibilidad (ORGANIZMO/Aldea Feliz) Ferias Agrícolas</p>	<p>Socios Clave Proveedores de materias primas, insumos, componentes y manufactura Ecológicas Gobernaciones Alcaldías</p>	<p>Externo Reducir la necesidad de conexión a redes de infraestructura eléctricas convencionales Reducir enfermedades por consumo de agua contaminada Soporte para el acceso a Internet</p>
<p>Estructura de Costos Mano de obra Materiales Costos de fabricación Transporte Publicidad Gastos de iniciación Gastos de mercados</p>		<p>Sostenibilidad financiera Neorurales Campesinos Emprendimientos rurales Fundaciones ONGs Colegios Conductoras Gobierno</p>			



Fig 10 diseño conceptual propio

Conclusiones

Promueve el aumento en los indicadores de infraestructura ya que aumenta el acceso de energía eléctrica en comunidades inter y no interconectado, haciendo accesible posibles servicios como el internet.

Promueve el aumento en los indicadores de salud del país ya que permite generar una mayor cobertura de agua potable a poblaciones inter y no interconectadas con el servicio de acueducto.

El producto Pétalo apoya las economías locales de las materias primas del país, tanto de la industria de la guadua, industria apícola y la industria de las fibras naturales, presentes en el eje cafetero, los santanderes y Boyacá.

Es una prueba de un diseño de producto mixto donde se emplean tecnologías vernáculas y materiales naturales con tecnologías de índole digital o de producción más compleja.

Bibliografía

Banco Mundial. (2012). Acceso a la electricidad, sector rural. Retrieved

from https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.RU.ZS?end=2018&locations=CO&name_desc=false&start=1990

Contreras, Y. (2017). *20 años de ordenamiento territorial en Colombia: Experiencias, desafíos y herramientas para los actores territoriales*. Bogotá:

Espejo, N. (2010). El derecho a una vivienda adecuada. *Revista CIS*, 8(13), 48-63. Retrieved

from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=6310289>

Fresco, J. (2013). What is the venus project?

Méndez, M. J. (2013). *Una tipología de los nuevos habitantes del campo: Aportes para el estudio del fenómeno neorrural a partir del caso de manizales, Colombia* Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. doi:10.1590/S0103-20032013000600002

RUIZ, N., & DELGADO, J. (2008). Territorio y nuevas ruralidades: un recorrido teórico sobre las transformaciones de la relación campo-ciudad. *EURE*, 34(102), 77-95. doi:10.4067/S0250-71612008000200005 Retrieved

from https://explore.openaire.eu/search/publication?articleId=dedup_wf_001::d459128710f3f8b7b806c625b8277262

Torres, J. (2019). Energía y paz: Retos para la construcción de un nuevo país rural. *Revista De Ingeniería*, (48), 6-9. Retrieved from <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/992>