

PROTOTIPO DE VIVIENDA AGROPRODUCTIVA SOSTENIBLE PARA CLIMA FRÍO (10°C– 18°C)

ENTRE LOS .2000 - 2.999 M S.N.M

“SIMULACIÓN SOLAR, ILUMINACION, VENTILACIÓN TEMPERATURA”

Andersson Barrero González



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Facultad de Arquitectura

Programa de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C

2024

PROTOTIPO DE VIVIENDA AGRICOLA SOSTENIBLE PARA CLIMAS FRÍOS (10°C– 18°C)

“SIMULACIÓN SOLAR, ILUMINACION, VENTILACIÓN TEMPERATURA”

Andersson Barrero González

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

Arquitecto Manuel Fernando Martínez Forero



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Facultad de Arquitectura

Programa de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C

2024

Dedicatoria (opcional)

A mi madre (Magnolia González), mi hermana (Mayerly Barrero) y mi tía (Isabel González), por ser los pilares de mi vida. Gracias por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles y por creer siempre en mí, tanto como hijo como estudiante. Su deseo de verme convertido en una persona con grandes capacidades ha sido mi mayor motivación. Agradezco profundamente su fortaleza y los ánimos que me brindaron cuando más los necesitaba, pues su amor y confianza fueron el motor que me impulsó a alcanzar este logro.

A Carolina Correa, mi novia, por ser una fuente invaluable de sabiduría y apoyo durante este proceso. Su extraordinario poder de análisis y sus lineamientos hacia un buen método de investigación marcaron una diferencia crucial en el desarrollo de este trabajo. Agradezco profundamente su dedicación y el tiempo brindado, que me ofrecieron soluciones en los momentos en que no encontraba caminos viables. Su vasto conocimiento no solo me ha ayudado a ser más ordenado, sino que también ha enriquecido mi perspectiva y mis críticas hacia la vida. Gracias por estar a mi lado con amor, paciencia y claridad.

Agradecimientos (opcional)

A mi profesor, Manuel Fernando Martínez Forero, por ser una guía inquebrantable de sabiduría y lineamientos que reflejan su lucidez e inteligencia en la metodología y pedagogía de enseñanza en el ámbito de la arquitectura. Su dedicación sobresaliente a la educación y su generosidad al brindar conocimiento a sus alumnos son un ejemplo inspirador que trasciende el aula. Gracias por compartir su pasión por la arquitectura y por sembrar en nosotros la búsqueda constante de la excelencia.

Contenido

Resumen	9
Abstract.....	10
1 Introducción.....	11
1.1 Justificación.....	12
1.2 Hipótesis.....	14
1.3 Pregunta problema	15
1.4 Objetivo General	15
1.5 Objetivos Específicos.....	15
2 Marco Teórico	16
2.1 Vivienda Agrícola En Colombia	16
2.2 Área Rural Dispersa en Colombia.....	19
2.3 Clima frio en Colombia.....	20
2.4 Sostenibilidad.....	21
2.5 Prototipo	22
2.6 Referentes.....	22
2.6.1 <i>Invernadero Vernáculo Colombiano.....</i>	<i>23</i>
2.6.2 <i>VIVIENDA MAPVIS - MODELO DE AUTOCONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDAS SOSTENIBLES, ENFOCADA EN POBLACIONES VULNERABLES UBICADAS EN QUIBDÓ – CHOCÓ</i>	<i>24</i>
3 Análisis del contexto.....	26
3.1 Universo geográfico	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Autoconsumo	¡Error! Marcador no definido.
4 Propuesta.....	27
4.1 Criterios de diseño	27
4.1.1 <i>Normativo</i>	<i>27</i>
4.1.2 <i>Esquema arquitectónico.....</i>	<i>30</i>
4.1.3 <i>Implantación</i>	<i>32</i>
4.1.4 <i>Forma</i>	<i>33</i>
4.1.5 <i>Programa arquitectónico</i>	<i>34</i>
4.1.6 <i>Estructura.....</i>	<i>35</i>
4.1.7 <i>Materialidad.....</i>	<i>36</i>
4.2 Bioclimática.....	37

PROTOTIPO DE VIVIENDA AGRICOLA SOSTENIBLE PARA CLIMAS FRÍOS (10°C– 18°C)

“SIMULACIÓN SOLAR, ILUMINACIÓN, VENTILACIÓN TEMPERATURA”

6

4.2.1	RADIACION SOLAR.....	37
4.2.2	RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS.....	45
4.2.3	Simulaciones.....	46
4.3	Tratamiento de aguas	47
4.4	Producción vivienda.....	47
4.5	Normativa	¡Error! Marcador no definido.
5	Conclusiones	49
6	Bibliografía.....	52
7	Anexos	¡Error! Marcador no definido.

Lista de Figuras

Ilustración 1 Zonificación prototipo vivienda agrícola..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura 1	Características climáticas	21
Figura 2	Invernadero vernáculo Colombiano - Relaciones funcionales.....	23
Figura 3	Invernadero vernáculo Colombiano-Eschema de zonificación	24
Figura 4	Referente bioclimática MAPVIS	24
Figura 5	MAPVIS - Pendientes.....	25
Figura 6	Universo de implementación.....	26
Figura 7	UPA.....	26
Figura 8	Cimentación ciclópea mampostería confinada.....	28
Figura 9	conexión muros mampostería confinada	29
Figura 10	Regla estructural en muros de mampostería confinada	29
Figura 11	Esquema arquitectónico	30
Figura 12	Orientación vivienda	31
Figura 13	Zonificación vivienda.....	33
Figura 14	Esquema arquitectónico según radiación solar	35
Figura 15	Estructura confinada prototipo de vivienda agrícola	36
Figura 16	Características material envolvente	37
Figura 17	Simulación radiación solar	38
Figura 18	Simulación ventilación horizontal	39
Figura 19	Simulación ventilación	40
Figura 20	Simulación ventilación 3d v3	40
Figura 21	Simulación ventilación vertical v3.....	41
Figura 22	Simulación iluminación natural v3.....	41
Figura 23	ORIENTACION VIVIENDA.....	42
Figura 24	Radiación solar	43
Figura 25	Simulación meses fríos	43
Figura 26	Simulación temperatura por año.....	44
Figura 27	Captación de agua lluvia vivienda.....	46
Figura 28	Sistema hidraulico baño.....	47
Figura 29	Simulación de temperatura	48
Figura 30	Metodología de proceso de diseño BIM.....	51

PROTOTIPO DE VIVIENDA AGRICOLA SOSTENIBLE PARA CLIMAS FRÍOS (10°C– 18°C)
“SIMULACIÓN SOLAR, ILUMINACIÓN, VENTILACIÓN TEMPERATURA”

Lista de Tablas

Tabla 1 Acceso a servicios públicos 17

Tabla 2 Materialidad en vivienda agrícola 18

Tabla 3 Ocupación área rural dispersa 19

Tabla 4 Horarios de sol por espacio..... 32

Tabla 5 Precipitación por mes según clima frio 45

Resumen

La implementación de un prototipo de vivienda diseñado según rigurosos estándares de calidad y evaluación sostenible ofrece una solución integral para mejorar la calidad de vida de la población agrícola. Esta vivienda no solo garantiza un alto nivel de confort para sus habitantes, sino que también promueve la autosuficiencia alimentaria al permitir la producción de alimentos propios. Además, al ser una construcción de bajo impacto ambiental, contribuye a la preservación del entorno natural y reduce la huella ecológica asociada con la vivienda. Este enfoque implica la adopción de prácticas y materiales de construcción que cumplen con criterios específicos de sostenibilidad, como la eficiencia energética y el uso de materiales renovables. El diseño de la vivienda incluye espacios dedicados a la producción de alimentos, como invernadero, lo que mejora la seguridad alimentaria de los residentes y promueve hábitos de vida saludables. En conjunto, estas características ofrecen beneficios tanto sociales como ambientales, contribuyendo a un desarrollo más sostenible y resiliente en las comunidades agrícolas.

Palabras clave: Clima frío, Sostenibilidad, Sustentabilidad, Invernadero, Agrícola, Prototipo, Rural,

Abstract

The implementation of a housing prototype designed according to rigorous quality standards and sustainable evaluation offers a comprehensive solution to improve the quality of life of the agricultural population. This housing not only guarantees a high level of comfort for its inhabitants, but also promotes food self-sufficiency by allowing the production of their own food. In addition, being a low environmental impact construction, it contributes to the preservation of the natural environment and reduces the ecological footprint associated with housing. This approach involves the adoption of construction practices and materials that meet specific sustainability criteria, such as energy efficiency and the use of renewable materials. The housing design includes spaces dedicated to food production, such as a greenhouse, which improves food security for residents and promotes healthy living habits. Together, these features offer both social and environmental benefits, contributing to more sustainable and resilient development in farming communities.

Key words: Cold climate, Sustainability, Sustainability, Greenhouse, Agricultural, Prototype, Rural,

1 Introducción

En un contexto donde la sostenibilidad y la productividad agrícola son elementos vitales para el desarrollo rural, el diseño y la implementación de viviendas adecuadas juegan un papel fundamental. En regiones de clima frío como Colombia, donde las condiciones climáticas presentan desafíos particulares, la creación de prototipos de vivienda agrícola productiva y sostenible adquiere una relevancia aún mayor.

Este proyecto arquitectónico se centra en el diseño y la construcción de un prototipo de vivienda que no solo brinde un refugio seguro y confortable para los habitantes, sino que también promueva la actividad agrícola sostenible y productiva. La integración de prácticas y tecnologías innovadoras permitirá maximizar el uso de los recursos disponibles, adaptándose eficazmente a las condiciones climáticas y geográficas específicas de la región.

Considerando la importancia de la agricultura para la economía y el sustento de las comunidades rurales en Colombia, este prototipo de vivienda no solo busca mejorar las condiciones de vida de los agricultores y sus familias, sino también fortalecer la capacidad productiva del sector agrícola. Mediante la aplicación de principios de diseño bioclimático, uso eficiente de energía y agua, así como la integración de técnicas de cultivo sostenible, se aspira a crear un modelo replicable y escalable que contribuya al desarrollo sostenible de las zonas rurales en climas fríos.

En este contexto, el presente proyecto se propone como una solución innovadora y holística que aborda los desafíos habitacionales y agrícolas en un enfoque integrado. A través de la colaboración interdisciplinaria, se espera generar un impacto positivo tanto a nivel local como regional, fomentando la prosperidad rural de Colombia.

1.1 Justificación

Los campesinos colombianos conservan una fuerte relación entre la naturaleza, su territorio inmediato y la forma de habitar una vivienda. Estas relaciones se ven reflejadas no sólo en los métodos constructivos y materiales que se implementan en las construcciones, sino también en las conexiones espaciales y culturales que se generan entre el espacio de cultivo y los espacios de alimentación, socialización, esparcimiento y descanso. Este proyecto busca explorar una solución a los diversos retos de la vida campesina colombiana, por medio de un diseño de vivienda agrícola eficiente que refuerce estas condiciones existentes de habitabilidad y potencialice las posibilidades de autonomía y sostenibilidad para los productores agrícolas de climas fríos.

Los retos a los cuales se enfrenta el campesinado colombiano son el resultado de factores económicos, sociales y ambientales. Este proyecto se concentra en brindar alternativa a los siguientes factores:

- Déficit de acceso a servicios públicos básicos como lo son acueducto y sistema de alcantarillado, adicional al bajo aprovisionamiento de agua lluvia para preparar alimentos según Encuesta Nacional de Calidad de Vida de la DANE para el año 2023.
- Bajo nivel de ingresos para actividades agrícolas sumado a las condiciones históricas de conflicto por la tenencia de tierra que el país ha atravesado a lo largo de siglos. Al año 2014 aproximadamente el 63,5% de productores tenían una unidad de producción agrícola o UPA con un área menor a 5 hectáreas. Esto ha derivado en el abandono de las tierras agrícolas y ha generado un desplazamiento de la población rural joven hacia ciudades en búsqueda de otras y mejores oportunidades de trabajo. Este factor es una de las principales razones para mejorar las condiciones productivas y de habitabilidad del campesinado colombiano donde este proyecto busca plantear un modelo que permita el autoconsumo en lotes pequeños y cercano a la vivienda.

- Exposición al cambio climático, especialmente para el campesinado, los cuales están más expuestos a fenómenos climáticos extremos como se están experimentando hoy día con sequías prolongadas y fuertes temporadas de lluvia. El proyecto busca mitigar de alguna manera estos efectos por medio de la recolección de agua lluvia de las cubiertas y la reutilización de aguas grises.
- Pérdida de tradiciones constructivas debido a modelos traídos de otros contextos que no responden a las formas tradicionales y uso de materiales propios de la zona. Al implementar en este proyecto bloques de tierra comprimida para la envolvente del prototipo se busca reducir el impacto ambiental en transporte, maquinaria, mano de obra y ciclo de vida de los materiales.

1.2 Hipótesis

La implementación de un prototipo de vivienda diseñado según rigurosos estándares de calidad y evaluación sostenible ofrece una solución integral para mejorar la calidad de vida de la población agrícola. Esta vivienda no solo garantiza un alto nivel de confort para sus habitantes, sino que también promueve la autosuficiencia alimentaria al permitir la producción de alimentos propios. Además, al ser una construcción de bajo impacto ambiental, contribuye a la preservación del entorno natural y reduce la huella ecológica asociada con la vivienda. Este enfoque implica la adopción de prácticas y materiales de construcción que cumplen con criterios específicos de sostenibilidad, como la eficiencia energética y el uso de materiales renovables. El diseño de la vivienda incluye espacios dedicados a la producción de alimentos, como invernadero, lo que mejora la seguridad alimentaria de los residentes y promueve hábitos de vida saludables. En conjunto, estas características ofrecen beneficios tanto sociales como ambientales, contribuyendo a un desarrollo más sostenible y resiliente en las comunidades agrícolas.

1.3 Pregunta problema

¿Cuál es el prototipo de vivienda que responda a las dinámicas agro productivas con énfasis tecnológicos, y capacidades de adaptación productiva agrícola?

1.4 Objetivo General

Diseñar un arquetipo adaptativo a las variables naturales, sostenible de autoconsumo, con espacios acordes a las dinámicas de una vivienda agrícola con el menor impacto ambiental posible.

1.5 Objetivos Específicos

- Establecer directrices para la implantación del proyecto y su orientación.
- Caracterizar la propuesta habitacional a las dinámicas de la población agrícola.
- Definir la forma en función de las directrices de diseño y las funciones agrícolas
- Desarrollar un diseño de prototipo de vivienda productiva agrícola que integre las soluciones técnicas constructivas a favor de la producción agrícola.
- Evaluar el prototipo a través de las diferentes herramientas de simulaciones ambientales y la optimización de recursos naturales.

2 Marco Teórico

2.1 Vivienda Agrícola En Colombia

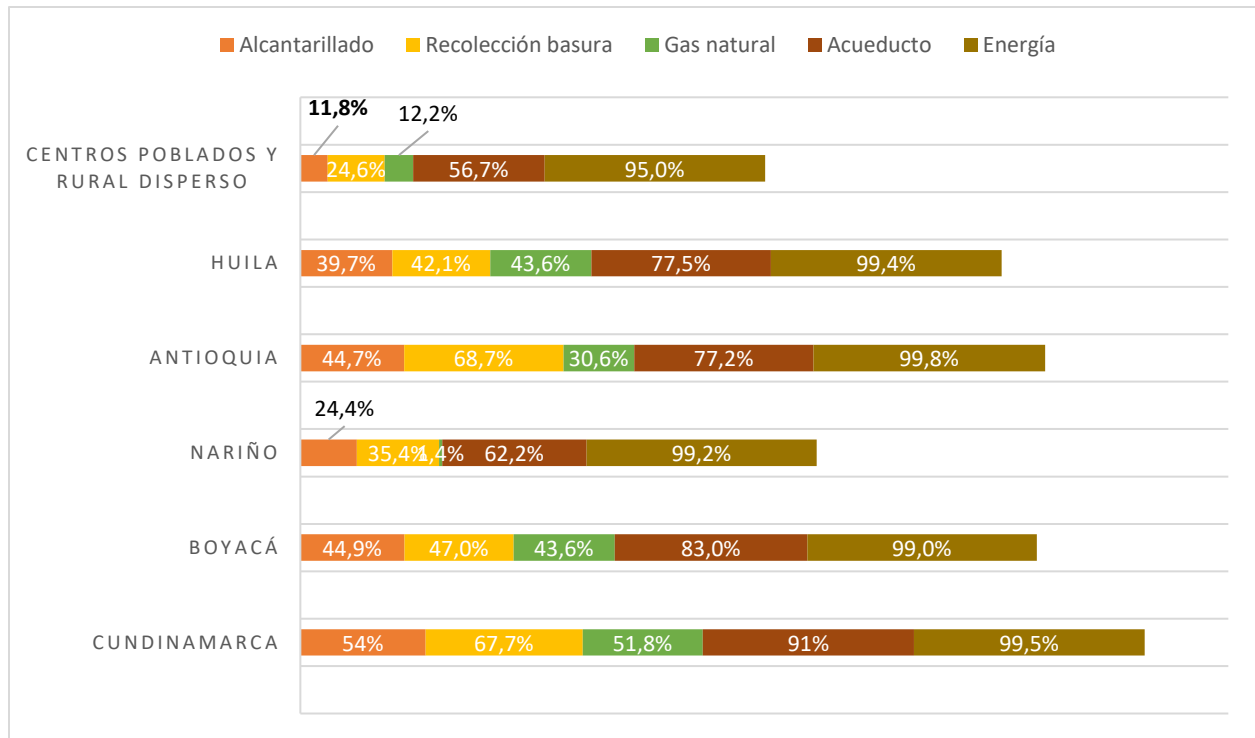
La vivienda agrícola es una unidad habitacional que sirve a individuos, principalmente núcleos familiares, que se dedican a actividades agropecuarias. Esta unidad tiene como objetivo proporcionar un espacio adecuado para la vida y el trabajo de agricultores y/o ganaderos. En Colombia la vivienda agrícola obtiene vital importancia, no solo para proporcionar un espacio adecuado para la vida y el trabajo de los agricultores asegurando su sostenibilidad económica y alimentaria, sino también para el desarrollo rural del país.

Parte de los desafíos más importantes a los que se enfrenta la ruralidad y la vivienda agrícola en Colombia son los grandes déficits habitacionales reflejados en el alcance de préstamo a servicios públicos a lo largo de estos territorios.

De acuerdo con la encuesta de calidad de vida de la población campesina realizada por DANE en el año 2023, los siguientes son los porcentajes de acceso a los servicios públicos en 5 departamentos de predominancia clima frío y con alto nivel de ocupación en áreas rurales dispersas.

Tabla 1

Acceso a servicios públicos



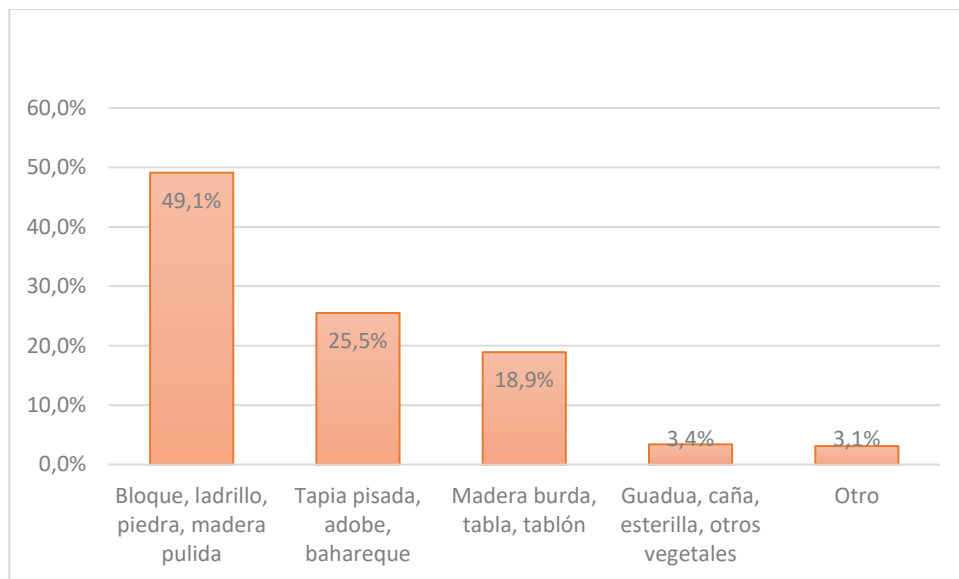
Nota: la tabla representa el acceso de los servicios públicos en la ruralidad que se encuentran en el clima frío en Colombia y accesibilidad de estos al campo “área rural dispersa”

Esta tabla nos indica un bajo porcentaje de acceso a los servicios de alcantarillado, gas natural y recolección de basuras. El total de centros poblados y rural disperso del país cuenta con un acceso del 56.7% al acueducto, mientras que para la energía se cuenta con un acceso del 95%.(DANE-2013)

Estos valores refuerzan la relevancia de integrar dentro del diseño de un prototipo de vivienda agrícola soluciones para alcantarillado, acueducto y tratamiento de basuras.

Otro factor de déficit habitacional en las viviendas agrícolas en Colombia es la materialidad. Los materiales de construcción proporcionan, o no, un confort térmico al interior de la vivienda, impactando a largo plazo la calidad de vida de quienes la habitan. Este confort térmico cobra vital importancia en climas fríos especialmente en la noche cuando no se cuenta con ninguna ganancia térmica.

Tabla 2
Materialidad en vivienda agrícola



Nota: La figura muestra el material más común de las viviendas en la UPA, área rural dispersa “imagen propia”

Según datos del DANE del 2014, en áreas rurales dispersas se construye con materiales vernáculos pero el porcentaje no es el más alto. Se pueden incrementar estos porcentajes para el uso de tapia pisada, adobe, bahareque y otros componentes tradicionales de construcción en tierra que permiten

En la gráfica anterior se mencionan áreas rurales dispersas. La vivienda agrícola se encuentra principalmente en la ruralidad y la mayoría de vivienda agrícola habitada se encuentra en áreas rurales dispersas.

2.2 Área Rural Dispersa en Colombia

El Área rural dispersa se refiere a zonas geográficas que están fuera de los centros urbanos, donde la población y las actividades económicas están distribuidas de manera esparcida en el territorio, sin una concentración significativa en un solo lugar.

“Las viviendas ocupadas en el área rural dispersa censada fueron el 71,1%...” –(Dane 2014). Lo cual indica para este año un alto porcentaje de ocupación. Este rango se puede ver de manera más detallada y por departamento en la siguiente tabla, la cual incluye los departamentos de interés para la investigación.

Tabla 3
Ocupación área rural dispersa

Ocupación (rango en %) de las viviendas en área rural dispersa por departamento							
Año:	2014						
Fuente:	DANE						
Departamento	Rango		Tipo				
Cundinamarca	60%	65%		Ocupado			
	20%	25%		Temporal			
Boyacá	55%	60%		Ocupado			
	30%	35%		Temporal			
Nariño	75%	80%		Ocupado			
	10%	15%		Temporal			
Antioquia	60%	65%		Ocupado			
	20%	25%		Temporal			
Huila	70%	75%		Ocupado			
	10%	15%		Temporal			

2.3 Autoconsumo

El autoconsumo o producción de autoconsumo es la práctica de cultivar alimentos para satisfacer las necesidades de las familias agrícolas campesinas y promover su autonomía. En esta medida, el concepto de autoconsumo se encuentra inmerso dentro del universo de seguridad alimentaria, promoviendo una producción diversificada de alimentos, impulsando la biodiversidad y construcción de comunidad, generando nuevas formas de consumo y dietas variadas y reduciendo la necesidad de compra y dependencia en sistemas externos.

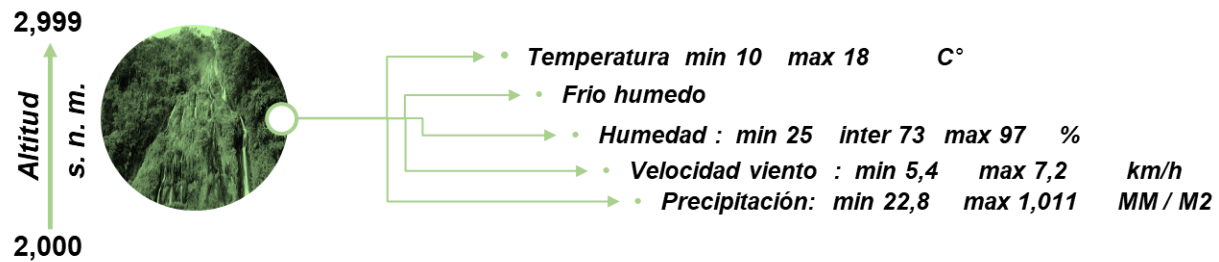
2.4 Clima frio en Colombia

Según la clasificación climática IDEAM (instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales) la cual es una “clasificación climática nacional a nivel Colombia que identifica los tipos de clima principales... nos muestran el comportamiento en temperatura, precipitaciones que caracterizan cada clima, Colombia presenta diferente tipos de clima que junto con aspectos tales como precipitaciones, intensidad y radiación solar, temperatura, sistemas de vientos, latitud, altitud y humedad atmosférica, generan un amplio mosaico de microclimas que van desde los más calurosos (30 °C en las costas y llanuras) hasta los más fríos, en los picos de las montañas de la Cordillera de los Andes y la Sierra Nevada de Santa Marta

Esta variedad factores climáticos junto con la variedad de microclimas es de vital importancia ya que la categoría de clima frío en Colombia entre 10 y 18°C no encaja con total precisión en la categoría de clima templado húmedo de montaña (identificado con la letra *Cfbi*) o clima ecuatorial de montaña (identificado con la letra *Csbi*)) pero que se van a tener como marco de referencia para generalizar el rango de temperaturas para estas zonas.

La clasificación de clima frio en Colombia que se va a trabajar como marco de referencia corresponde a la siguiente gráfica que toma información de Clasificación

Figura 1
Características climáticas



Nota: la siguiente imagen da un margen de delimitacion de implantacion de mi proyecto según las variables mostradas “imagen propia

2.5 Sostenibilidad

La sostenibilidad se refiere a la capacidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas. Alcanzar un balance entre las necesidades económicas (desarrollo económico responsable), ambientales (conservación de los recursos naturales y del entorno natural) a lo largo del tiempo requiere la preservación de los recursos naturales y un uso responsable del medio ambiente, tanto para las generaciones actuales como para las futuras.

En el contexto de las viviendas agrícolas productivas y sostenibles en áreas rurales dispersas en Colombia, este concepto adquiere una dimensión particular y de vital importancia, ya que implica la integración de prácticas que fomenten la productividad agrícola y el bienestar social.

Las viviendas rurales sostenibles en Colombia tienen el potencial para:

Ser ecológicas: utilizando materiales locales y técnicas de construcción tradicionales que minimicen el impacto ambiental.

Productivas: Incorporan espacios para la agricultura familiar, como huertas y sistemas de captación de agua, que permiten a las familias cultivar sus propios alimentos y generar ingresos adicionales.

Adaptativas: Se diseñan para responder a las condiciones climáticas y geográficas específicas de cada región, asegurando que sean funcionales y cómodas.

2.6 Prototipo

Un prototipo es un modelo o versión inicial de un producto que se utiliza para probar conceptos y funcionalidades antes de su producción en masa. Sin embargo, es importante resaltar que para esta propuesta no es de interés la fase de producción en masa pues el producto o vivienda agrícola va a tener variaciones según el contexto en el que se ubique y los intereses económicos, ambientales y sociales que cada persona o grupo decida darle. En el contexto de viviendas agrícolas productivas y sostenibles en áreas rurales dispersas de Colombia, un prototipo se refiere a un diseño arquitectónico específico que busca abordar las necesidades habitacionales y productivas de las familias campesinas.

El impacto esperado con este prototipo es el de mejorar las condiciones de vida al proporcionar un entorno habitable que cumple con las necesidades básicas y promover la autosuficiencia alimentaria y el desarrollo económico local al integrar actividades productivas dentro del hogar.

2.7 Referentes

Los siguientes referentes fueron analizados por que reúnen características de un prototipo de vivienda relevantes para el desarrollo del proyecto. Estos se implantan en el campo, tienen una función agrícola y

cumplen conceptos de sostenibilidad y productividad. Adicionalmente enriquecen el proceso de diseño, al brindar ejemplos de organización espacial, adaptabilidad del terreno.

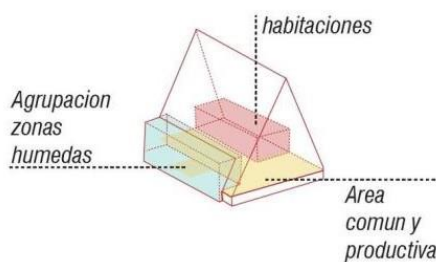
2.7.1 Invernadero Vernáculo Colombiano

Figura 2

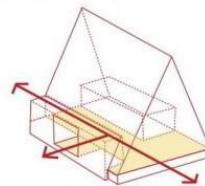
Invernadero vernáculo Colombiano - Relaciones funcionales

RELACIONES FUNCIONALES

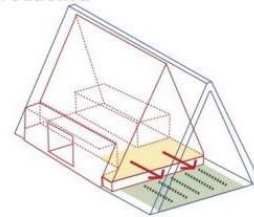
1. Agrupacion usos



2. Relacion interior- exterior



3. Relacion area productiva



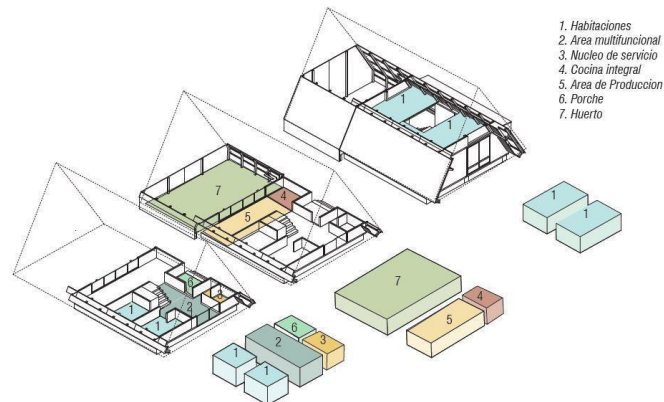
Nota: la figura representa la interacción espacial de la vivienda con el exterior y sus recorridos. Tomado de “invernadero vernáculo Colombiano” C. Betancour., A. Hurtado., & S Contreras. S.f. (<https://www.tallerespaciocolectivo.com/invernadero-vernaculo-colombiano>)

La propuesta se basa en un principio elemental de soporte que permite construir un espacio habitable cubierto mediante dos planos inclinados apoyados entre sí formando un triángulo de tracción. La estructura de acero compuesta de marcos triangulares, conforman el volumen de la *Vivienda-Invernadero* y rigidizan el *Techo*.

Figura 3

Invernadero vernáculo Colombiano-Esquema de zonificación

ESQUEMAS DE CIRCULACION Y ZONIFICACION



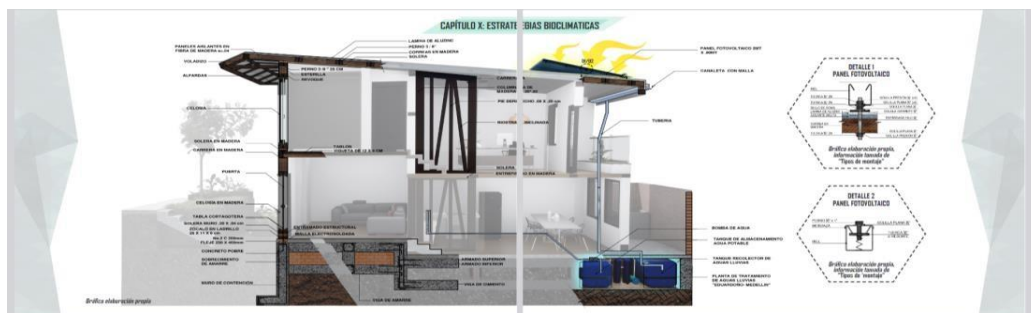
CUADRO DE AREAS

Nota: la figura indica la zonificación del proyecto basado en unas dinámicas de usuario agrícola y su interacción con la forma del proyecto y funcionalidad. Tomado de “invernadero vernáculo Colombiano” C. Betancour., A. Hurtado., & S Contreras. S.f. (<https://www.tallerespaciocolectivo.com/invernadero-vernaculo-colombiano>)

2.7.2 VIVIENDA MAPVIS - MODELO DE AUTOCONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDAS SOSTENIBLES, ENFOCADA EN POBLACIONES VULNERABLES UBICADAS EN QUIBDÓ – CHOCÓ

Figura 4

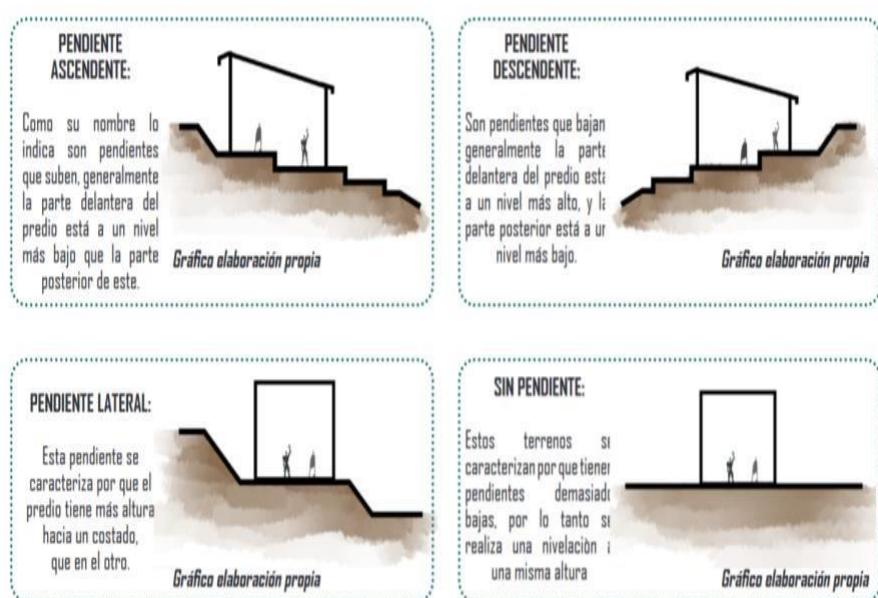
Referente bioclimática MAPVIS



Nota: la figura nos muestra diferentes conceptos de aprovechamiento de los recursos en la vivienda propuesta como lo es la radiación solar – reutilización de aguas. Tomado de.” VIVIENDA MAPVIS”. B Costo ., P Amaya, 2021 (<https://repository.ugc.edu.co/items/d7d992e5-7930-415f-9e24-07913ff01cda>)

La implantación de este proyecto en el Chocó, aunque presenta características muy diferentes al proyecto propuesto, comparte el enfoque en el aprovechamiento de los recursos naturales. A pesar de tratarse de una vivienda con linderos y un sistema constructivo distinto, se puede recopilar información relevante sobre la orientación de la vivienda y sus sistemas de recolección de aguas. Esto es especialmente importante dado que el Chocó tiene una de las tasas más altas de lluvia en el país.

Figura 5
MAPVIS - Pendientes



Nota: la figura nos muestra diferentes conceptos de aprovechamiento de los recursos en la vivienda propuesta, como lo es la radiación solar – reutilización de aguas. Tomado de. .” VIVIENDA MAPVIS”. B Costo ., P Amaya, 2021 (<https://repository.ugc.edu.co/items/d7d992e5-7930-415f-9e24-07913ff01cda>)

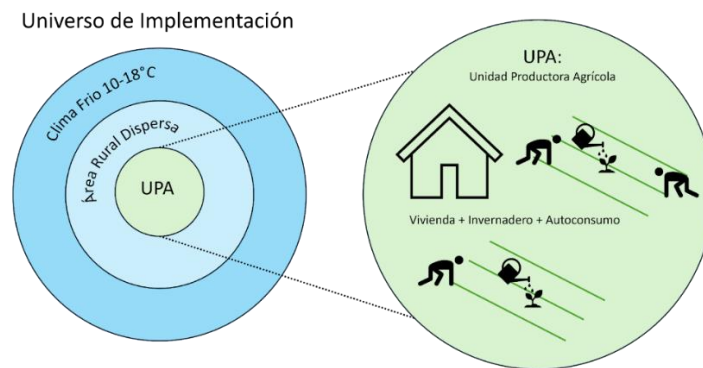
3 Análisis del contexto

3.1 DELIMITACION GEOGRAFICA

Unidad Productora agrícola en sus siglas UPA (DANE.2013). “Es la persona natural o jurídica que dirige la Unidad Productora Agropecuaria y toma las principales decisiones sobre el cultivo de plantas, la cría de animales, las prácticas agropecuarias, el uso sobre los medios de producción y la venta de los productos agropecuarios”

Figura 6

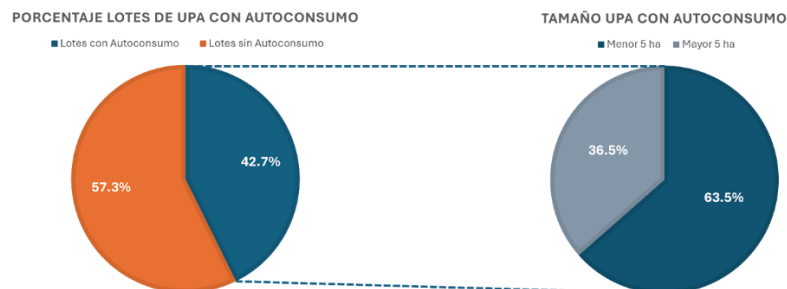
Universo de implementación



Nota. La figura representa la delimitación del usuario y condiciones geográficas respecto al clima en donde puede ubicarse el prototipo de vivienda.” Elaboración propia”

Figura 7

UPA



Nota. La figura representa el uso del suelo de las dinámicas agrícolas y las dimensiones más comunes de la UPA.” Elaboración propia”

el tamaño de la mayoría de lotes donde estos productores viven: “Alrededor de 63,5% de productores residentes tenían UPA de menos de 5ha” (DANE. características productoras, pág. 36) - esto quiere decir que en Colombia el tamaño promedio de UPA son pequeñas, es un minifundio, refleja la estructura agrícola colombiana. Un minifundio no permite una explotación o producción de gran escala. Son terrenos usualmente menores de 5 ha que “obliga” a los productores a vivir del autoconsumo, del autoabastecimiento (agricultura de subsistencia)

4 Propuesta

4.1 Criterios de diseño

Los criterios de diseño están contemplados en varios aspectos, tanto normativos como cualitativos y dinámicos de la población agrícola. La metodología de diseño del prototipo se verá modificada según simulaciones de ventilación, temperatura, iluminación y radiación solar. Las cuales me determinaran parámetros de mejoras para un confort térmico y aprovechamiento de las variables naturales.

El diseño parte de una modelación y metodología de autocorrección a través de la metodología BIM

4.1.1 Normativo

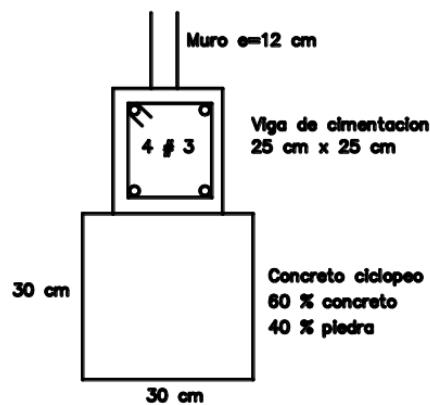
La normativa estructural esta regida bajo la norma SNR 10 (Norma Sismo Resistente) en el cual se tomo El titulo E de la NSR-10 establece los requisitos mínimos para el diseño y construcción de viviendas utilizando muros de mampostería o bahareque encementado. Las facilidades de la construcción de este

prototipo de vivienda agrícola por su ubicación geográfica (área rural dispersa) se decide tomar materiales de fácil acceso y de menor impacto para la eficiencia de la construcción. Como lo es el hierro, cemento, btc. En las siguientes figuras nos muestra las especificaciones técnicas de la estructura propuesta para el prototipo de vivienda.

Figura 8

Cimentación ciclópea mampostería confinada

d) Los cimientos de concreto ciclópeo deben tener una anchura mínima de 30 cm y una altura mínima de 20 cm. Se recomienda que las dimensiones del ciclópeo sean de 30 x 30 cm

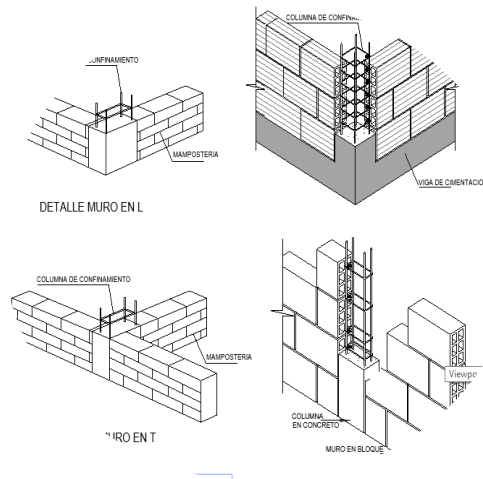


Nota: la figura nos muestra los parámetros de cimentación de la mampostería confinada según la NSR-10. Tomado de .” Reglamento colombiano de construcción sismo resistente”. Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes

(https://www.andi.com.co/uploads/reglamento_colombiano_construccion_sismo_resistente_636536179523160220.pdf)

La conexión de muros confinados con la columna debe tener un parámetro de confinamiento esto nos indica una forma constructiva para el refuerzo de cada columna indicado en la norma NSR-10

Figura 9
conexión muros mampostería confinada

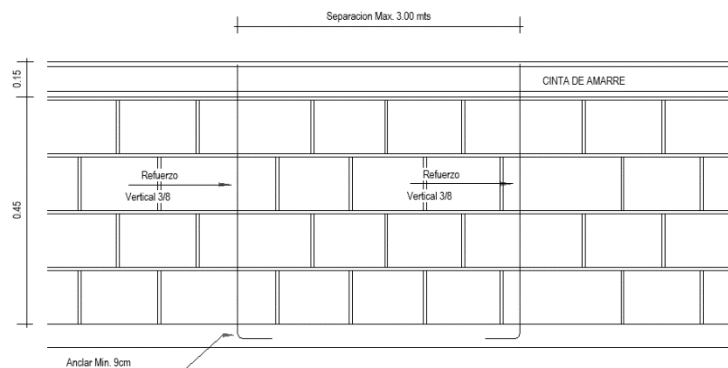


Nota: la figura nos muestra los parámetros de conexión de muros de la mampostería confinada según la NSR-10 . Tomado de .” Reglamento colombiano de construcción sismo resistente”. Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes

(https://www.andi.com.co/uploads/reglamento_colombiano_construccion_sismo_resistente_636536179523160220.pdf)

Las reglas de los muros confinados deben tener unas características de construcción y unas limitaciones las cuales no pueden pasar mas de los 3.12 mt desde cada eje de columna confinada, y donde esta una puerta y ventana debe esta confinada con columna. en la siguiente figura nos dan las medidas de los muros

Figura 10
Regla estructural en muros de mampostería confinada



Nota: la figura nos muestra los parámetros de conexión de muros de la mampostería confinada según la NSR-10 . Tomado de .” Reglamento colombiano de construcción sismo resistente”. Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes

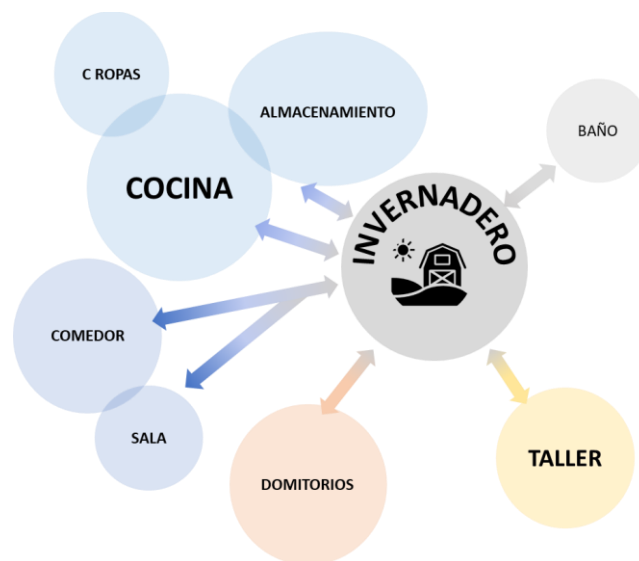
(https://www.andi.com.co/uploads/reglamento_colombiano_construccion_sismo_resistente_636536179523160220.pdf)

La parte normativa de este proyecto es fundamentada la NSR 10 norma colombiana, titulo E.

4.1.2 Esquema arquitectónico

Las determinantes del entorno son un factor fundamental para definir una óptima organización del programa arquitectónico, por lo que se deben considerar cuáles son las características físico-espaciales específicas del terreno para planear una estrategia específica y adecuada, en la que se complementen la habitabilidad y la actividad productiva

Figura 11 Esquema arquitectónico

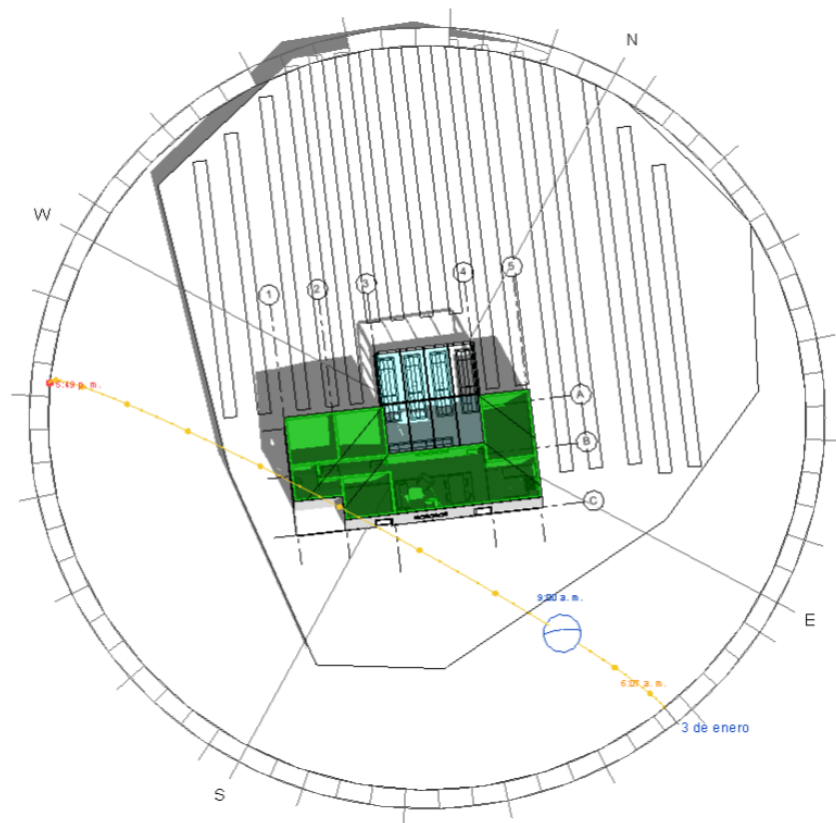


Nota: la siguiente figura muestra una zonificación de la vivienda prototipo en la cual el invernadero es la jerarquía del diseño

1. Orientación ideal para clima frío

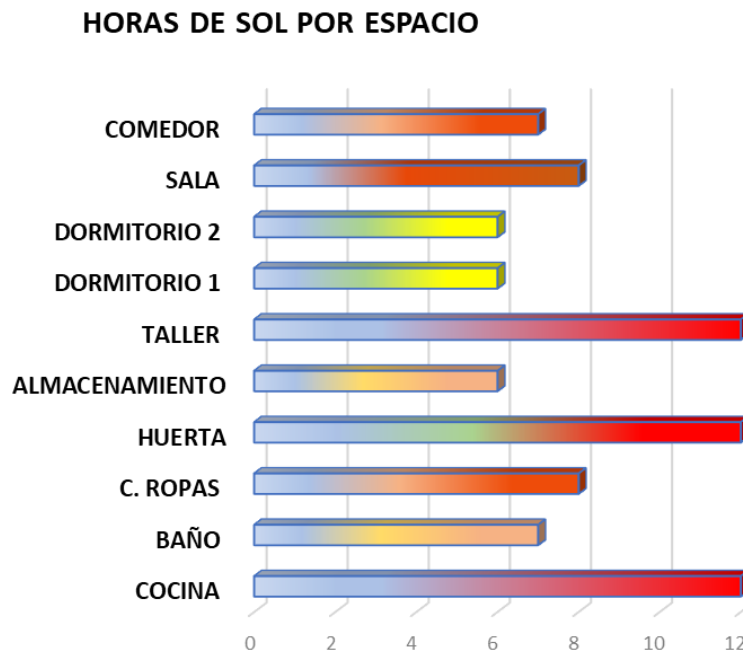
tener acceso al calor del sol entonces la orientación es alongar la edificación mirando al este/oeste y reducir las fachadas norte/sur. Este con el

Figura 12
Orientación vivienda



Nota: la siguiente figura muestra la orientación de la vivienda prototipo en la cual el invernadero es la jerarquía del diseño

Tabla 4
Horarios de sol por espacio



Nota: la siguiente figura muestra las horas de sol que debería recibir la vivienda agrícola según sus dinámicas.”elaboración propia”

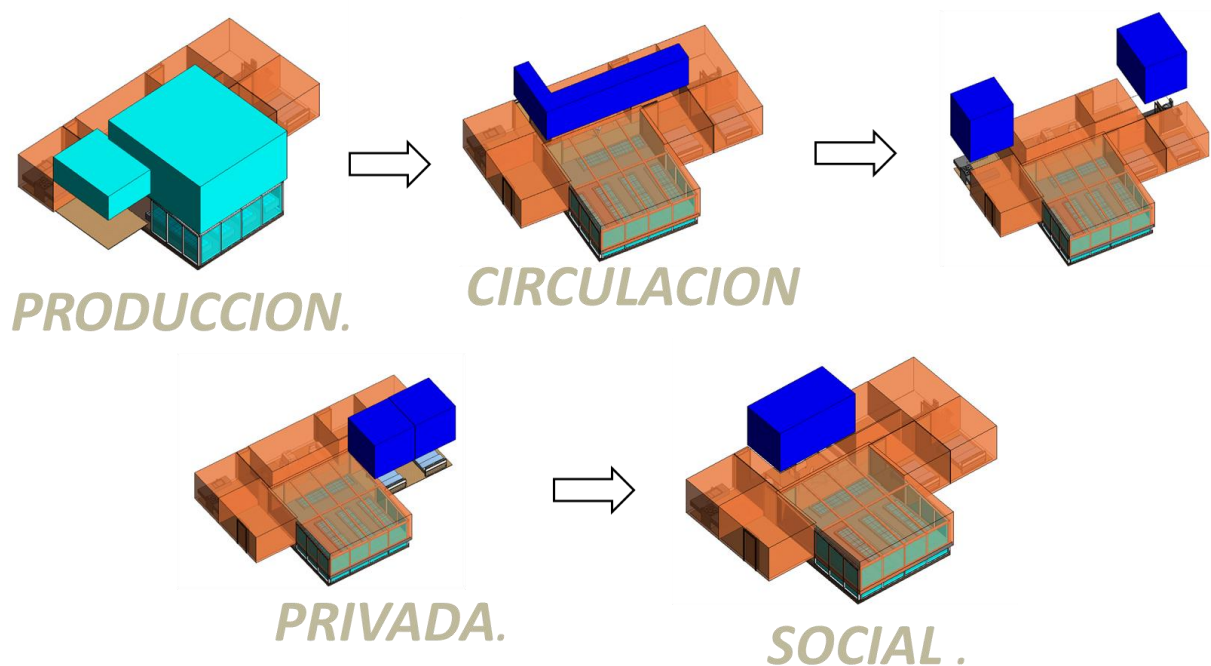
4.1.3 Implantación

La implantación de un prototipo de vivienda agrícola en un clima frío presenta diversas variables que deben ser cuidadosamente consideradas. En primer lugar, es fundamental seleccionar un terreno que cumpla con características específicas, especialmente en lo referente a su orientación con respecto al sol. Esta orientación es crucial, ya que la principal función de este prototipo es el autoconsumo, lo cual implica que la producción de alimentos y el aprovechamiento de la energía solar se integran de manera jerárquica dentro del diseño.

Además de la producción alimentaria, el prototipo debe funcionar como una fuente de calor térmica para garantizar el confort térmico de la vivienda, factor primordial en climas fríos. La captación de energía solar no solo favorecerá la autosuficiencia energética, sino que también contribuirá al bienestar de los habitantes. Todo esto debe realizarse cumpliendo con las características y condiciones planteadas en el diseño del proyecto, asegurando su funcionalidad y sostenibilidad a largo plazo.

4.1.4 Forma

Figura 13
Zonificación vivienda



Nota: en la siguiente figura se representa la modulación evolutiva de la vivienda seccionando las zonificaciones de la vivienda con la jerarquía arquitectónica según las dinámicas agro productivas, y autoconsumo. Tomado de “imagen propia”

1. PRODUCCIÓN
invernadero principal espacio y eje del proyecto del cual tiene articulación directamente con la asolación y las zonas productivas de la vivienda
2. CIRCULACION

Esta es la que conecta principalmente el espacio productivo con el taller se generó central ya que debemos conservar el confort térmico de la vivienda

3. SERVICIOS

Esta se ubica en las esquinas de la modulación por su necesidad de ventilación del interior de la vivienda al exterior de la misma

4. PRIVADA

invernadero principal espacio y eje del proyecto del cual tiene articulación directamente con la asolación y las zonas productivas de la vivienda

5. SOCIAL

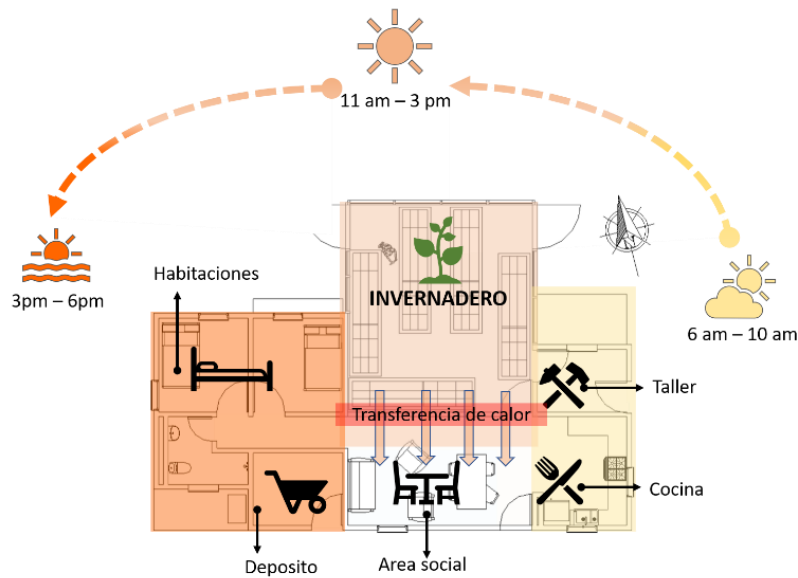
espacio central de la vivienda el cual será de confort térmico de las horas de la tarde, gracias a las captaciones térmicas de los materiales.

4.1.5 Programa arquitectónico

El programa arquitectónico está en función de las dinámicas productivas de un agricultor y la de terminante solar, dependiendo la orientación del proyecto indicada anterior mente. En la figura siguiente especificaremos el programa arquitectónico en la que se visualice la cantidad de sol que recibirá cada espacio durante un día en su implantación

Figura 14

Esquema arquitectónico según radiación solar



Nota: la siguiente figura muestra la orientación de la vivienda prototipo en la cual el invernadero es la jerarquía del diseño

En las dinámicas del agrícola y los cultivos es fundamental la radiación solar e iluminación en las áreas de producción la jornada laboral de un agricultor inicia a las 5 am para aprovechar al máximo iluminación y la asolación sobre el cultivo . en el caso del prototipo en las horas de la mañana

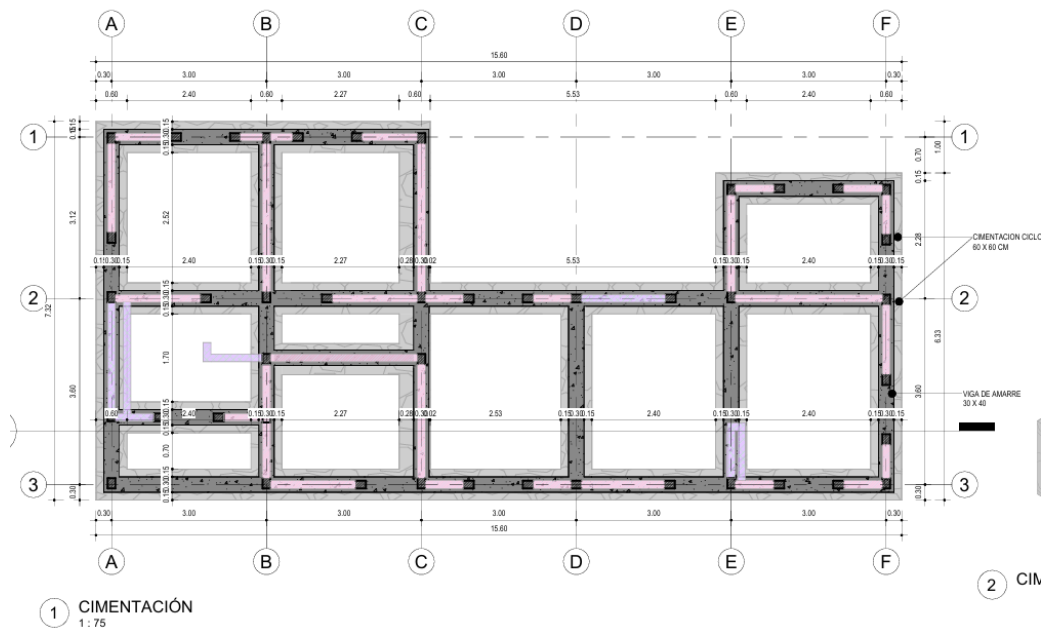
4.1.6 Estructura

La estructura realizada en el prototipo de vivienda es mampostería confinada ver detalles de la estructura en planimetría estructural planos (ES-101 AL ES-105) en el cual nos muestra los resultados de simetría de la construcción

EN LA SIGUIENTE IMAGEN SE MUESTRA LA SIMETRIA DE MUROS EN LA PLANTA DE PRIMER PISO

Figura 15

Estructura confinada prototipo de vivienda agrícola



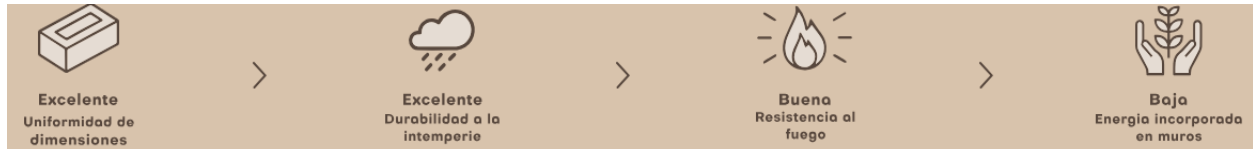
Nota: en la siguiente imagen se muestra la simetría de muros en la planta de primer piso. “imagen propia”

4.1.7 Materialidad

Para el proyecto de vivienda agrícola se buscó un material que cumpliera con las siguientes características de construcción. bajo costo, construcción vernácula. Características térmicas de absorción y materia prima fácil de obtener. Se decidió priorizar una de estas características la cual fue propiedades térmicas. El más indicado para la envolvente del proyecto fue el BTC este tiene una fácil fabricación en el cual se emplean (arcilla en un 25 %, arena en un 50 % y sedimentos del suelo más conocidos como limo en un 25%) este se compacta a través de una maquina manual y de fácil uso. Estas

características de este material lo hacen versátil para la implementación para el proyecto debido a su delimitación geográfica con respecto a la unidad de productora agrícola.

Figura 16
Características material envolvente



Nota : las principales características del material envolvente tomado de “ tierra TEC ARQUITECTURA DE TIERRA (<https://www.tierratec.com/productos>)

Propiedades físicas:

- Resistencia a la compresión: La resistencia de los bloques de tierra comprimida puede variar según la composición de la mezcla y el proceso de fabricación, pero generalmente oscila entre 1-4 MPa.
- Densidad: La densidad de los bloques también puede variar, pero típicamente se encuentra en el rango de 1,600-1,800 kg/m³.

4.2 Bioclimática

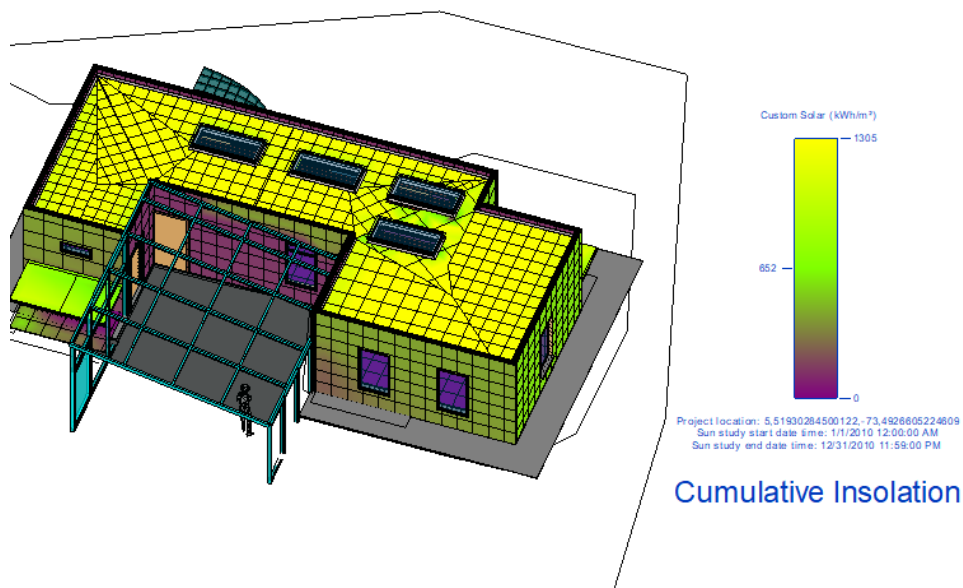
Este proyecto desde el punto de bioclimática se enfoca en tres aspectos principales

La radiación solar es un recurso clave en el diseño bioclimático del prototipo de vivienda agrícola sostenible, ya que permite aprovechar eficientemente la energía solar para satisfacer tanto las necesidades térmicas de la vivienda como las demandas productivas del invernadero integrado. Para abordar el diseño con base a las simulaciones de ubicación que nos da la exposición de la vivienda frente a la rotación de la tierra con respecto al sol .

El diseño de la vivienda se ha orientado estratégicamente hacia el este-oeste, lo que optimiza la exposición al sol a lo largo del día. Esta orientación permite que las áreas más importantes, como el invernadero, reciban radiación solar directa durante más de 10 horas diarias, lo que es esencial para la producción agrícola y para la transferencia de calor pasiva hacia el interior de la vivienda,

Figura 17

Simulación radiación solar



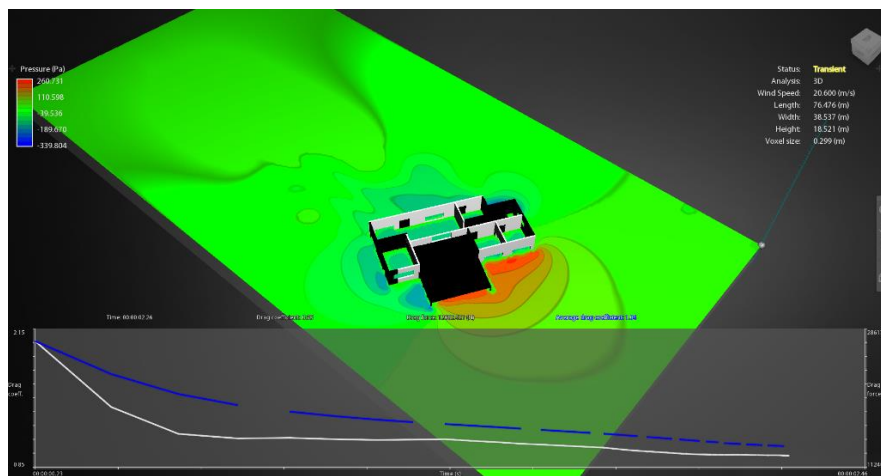
Nota. la figura representa la acumulación de sol durante un día de sol de la ubicación del prototipo según su orientación.
“elaboración propia” Revit insght

4.3 Ventilación

La simulación de la ventilación en un prototipo de vivienda agrícola es fundamental ya que se puede invertir el confort térmico de la vivienda. pero aun así se deben renovar los vientos de la vivienda. Las simulaciones de ventilación nos proporcionan unas estadísticas graficas de la acumulación de los vientos en el cual se puede mostrar

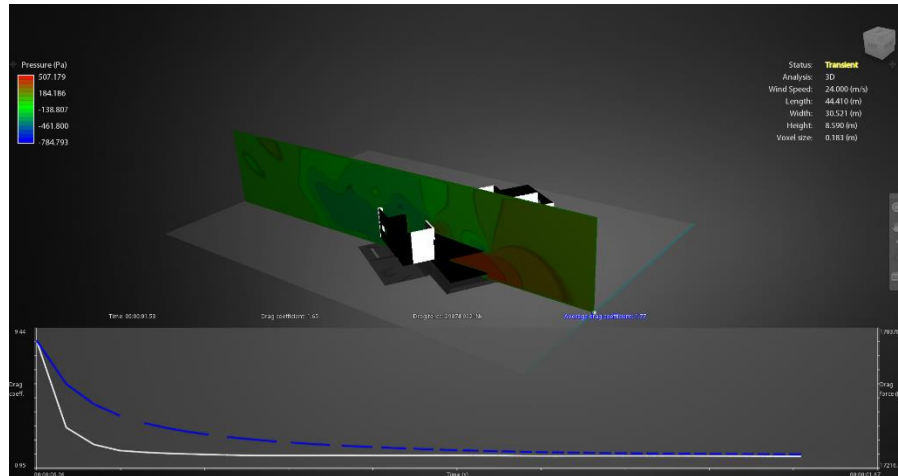
Figura 18

Simulación ventilación horizontal



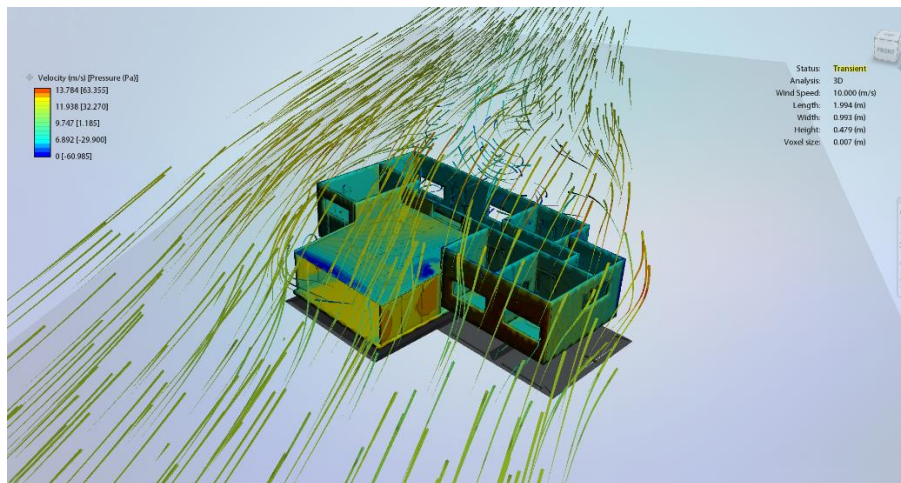
Nota. la figura representa la acumulación de ventilacion durante un día con respecto a la ubicación del prototipo según su orientación. “elaboración propia” FLOW DESIGN “

Figura 19
Simulación ventilación



Nota. la figura representa la acumulación de ventilación durante un día con respecto a la ubicación del prototipo según su orientación. “elaboración propia” FLOW DESIGN “

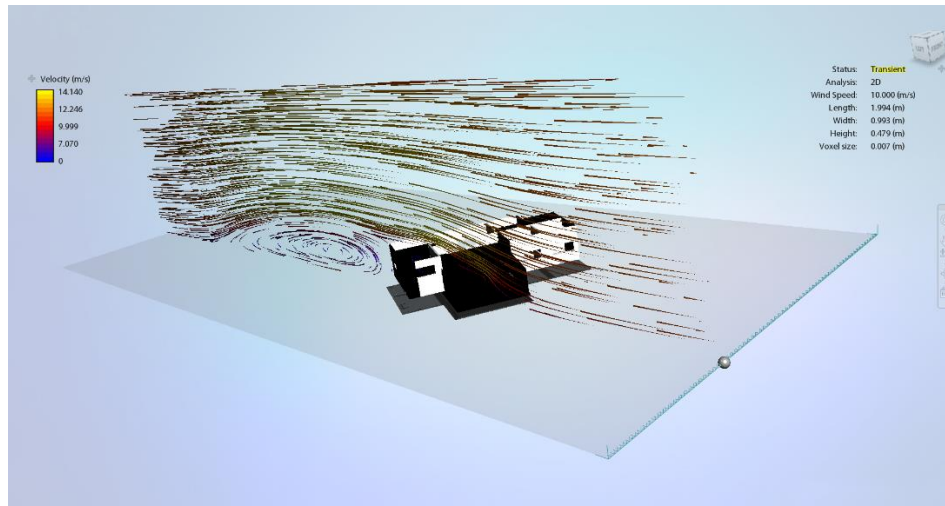
Figura 20
Simulación ventilación 3d v3



Nota. la figura representa la acumulación de ventilación durante un día con respecto a la ubicación del prototipo según su orientación. “elaboración propia” FLOW DESIGN “

Figura 21

Simulación ventilación vertical v3

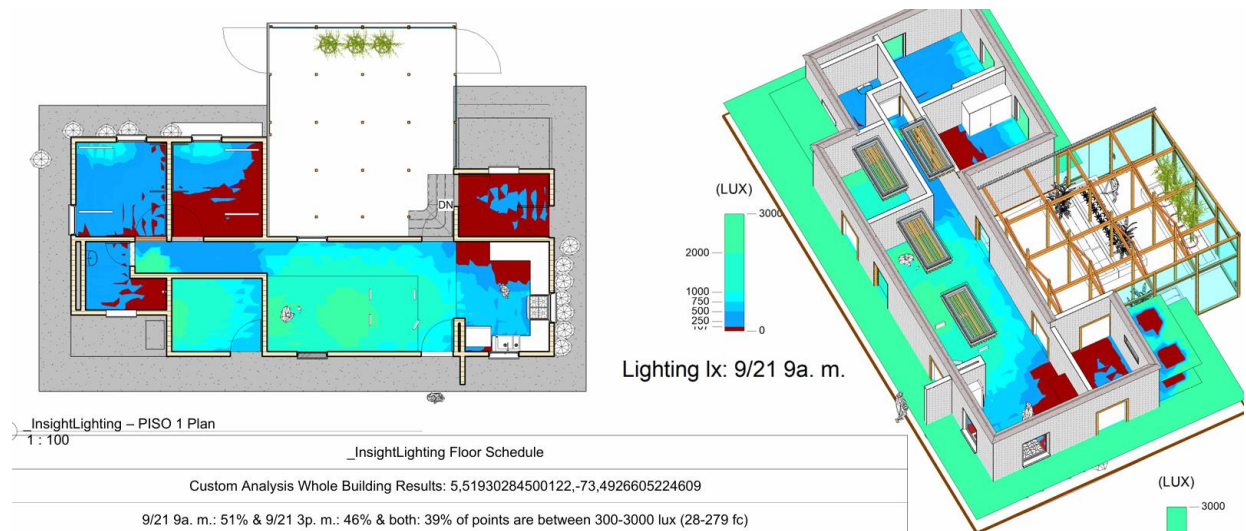


Nota. la figura representa la acumulación de ventilación durante un día con respecto a la ubicación del prototipo según su orientación. “elaboración propia” FLOW DESIGN “

4.4 Iluminación

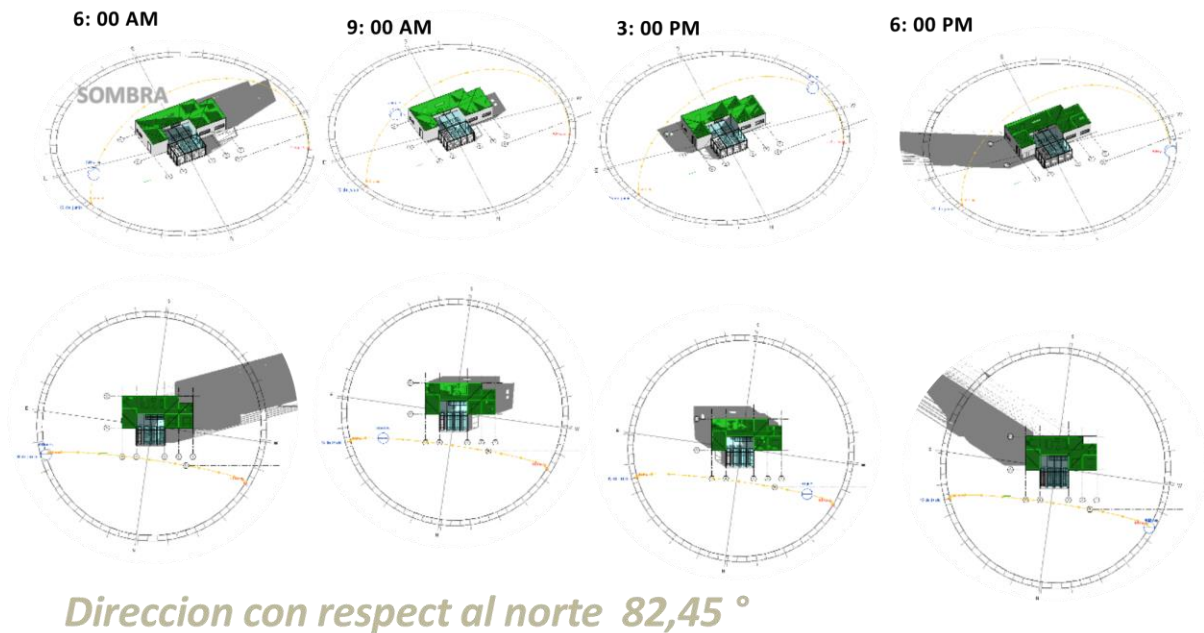
Figura 22

Simulación iluminación natural v3



Nota. la figura representa la acumulación de iluminación durante un día con respecto a la ubicación del prototipo según su orientación. “elaboración propia” Revit

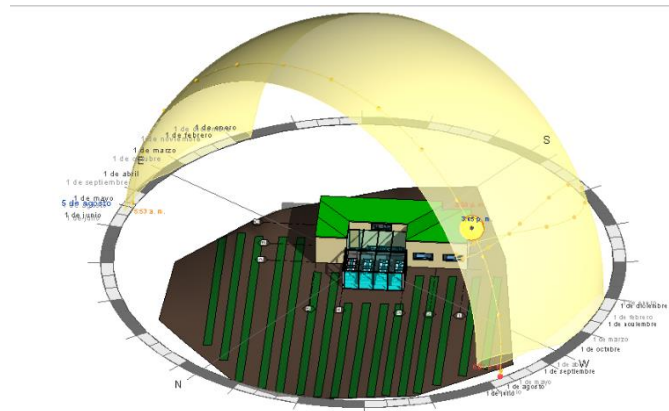
Figura 23
ORIENTACION VIVIENDA



Nota. la figura representa la acumulación de iluminación y sombras, durante un día con respecto a la ubicación del prototipo según su orientación. “elaboración propia” Revit”

Según el modelo de producción de la vivienda la orientación corresponde a la mayor cantidad de sol lograda en el área del invernadero el cual recibe 10 horas diarias. Teniendo elocuencia con las dinámicas productivas del residente agrícola. Las horas de la tarde la vivienda que son las más fuertes se ven reflejadas en la vivienda en la parte del dormitorio haciendo transferencia de calor a través del material, logrando calor al interior de la vivienda

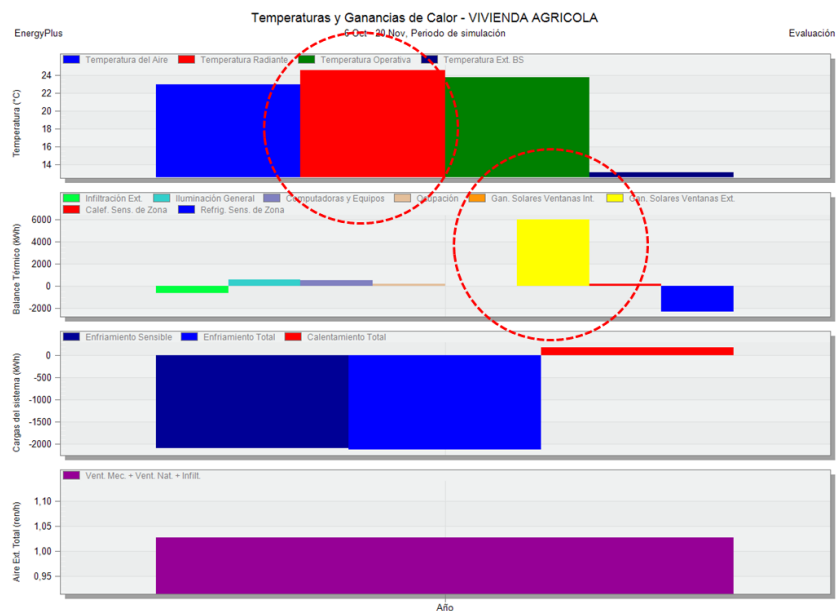
Figura 24
Radiación solar



Nota. la figura representa la acumulación de iluminación durante un día con respecto a la ubicación del prototipo según su orientación. “elaboración propia” Revit

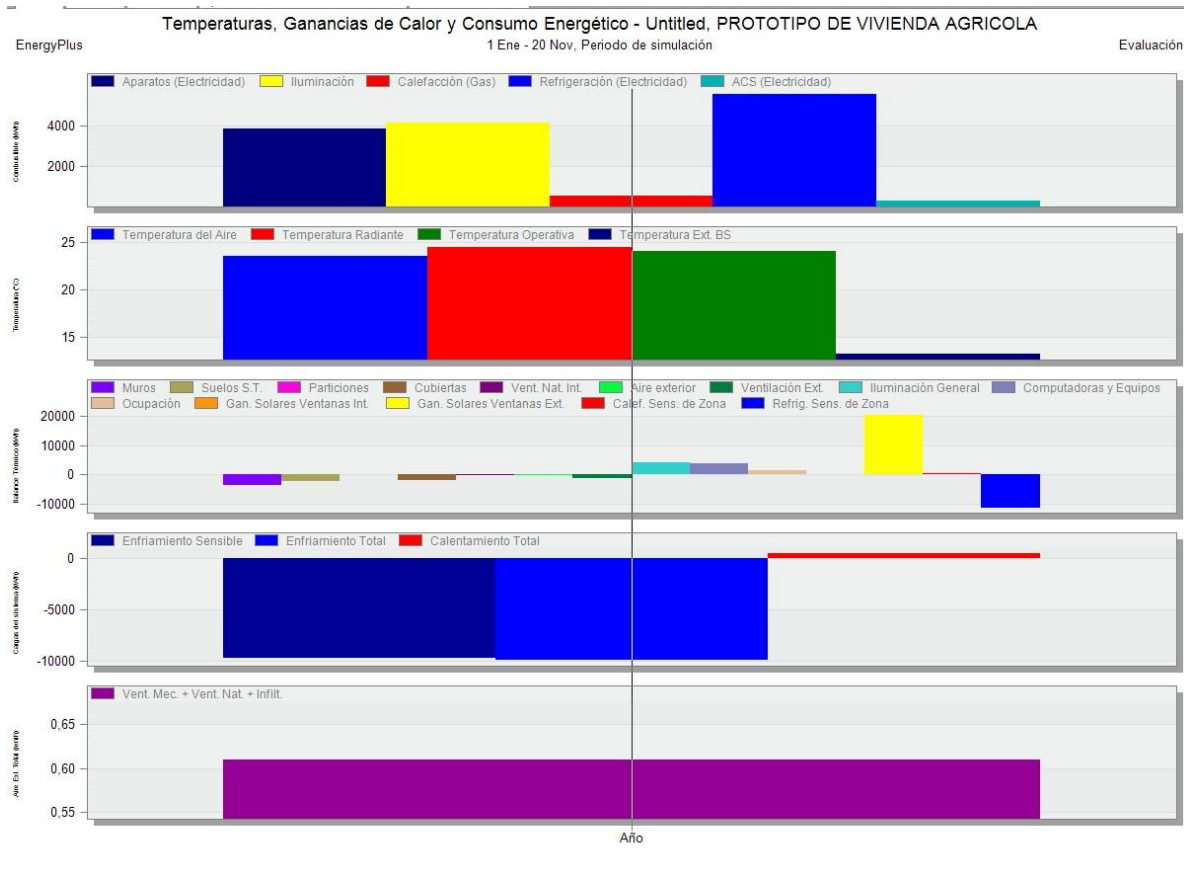
En la simulación de la radiación solar y temperatura de la vivienda se hizo un prueba en la cual se puso los meses mas fríos a la que se ve expuesta la vivienda y podemos deducir de los resultados unas ganancias de calor en un 2 °c

Figura 25 Simulación meses fríos



Nota. la figura representa la acumulación de temperatura en un día con respecto a la ubicación del prototipo según su orientación y la radiación solar que recibe la vivienda . “elaboración propia. ”Designbulder”

Figura 26
Simulación temperatura por año



Nota. la figura representa la acumulación de temperatura en orientación y la radiación solar que recibe la vivienda .
“elaboración propia.”Designbulder”

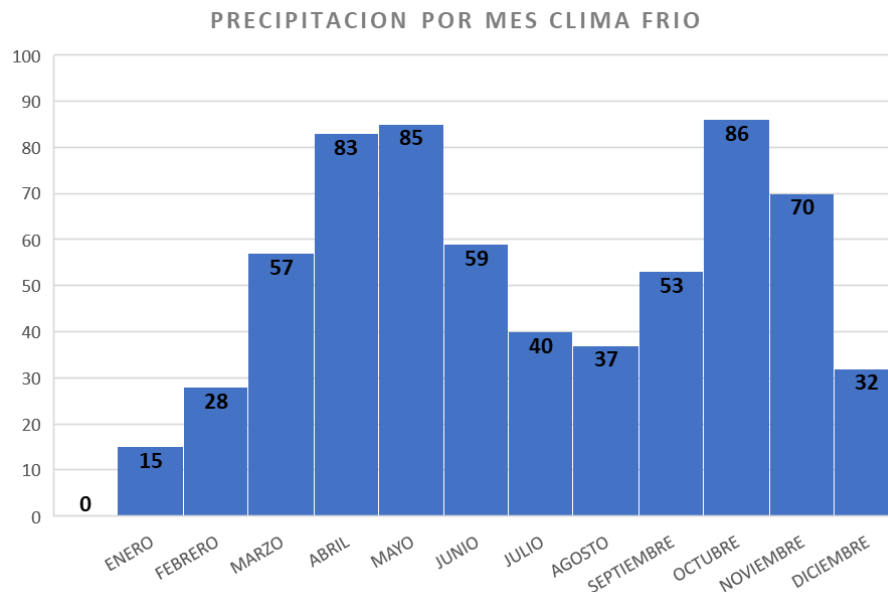
Las anteriores figuras nos muestran las ganancias en un 1.6° c teniendo como base máximo 18 °c, la temperatura promedio en los meses más fríos en Colombia que son octubre y noviembre. La ganancia mayor es por radiación solar generando un confort térmico de la vivienda entre los 16 a 19 °c

4.4.1 RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS

En la siguiente grafica se reúne información de las precipitaciones de los lugares con las condiciones de clima frio (10 -18°C)

Tabla 5

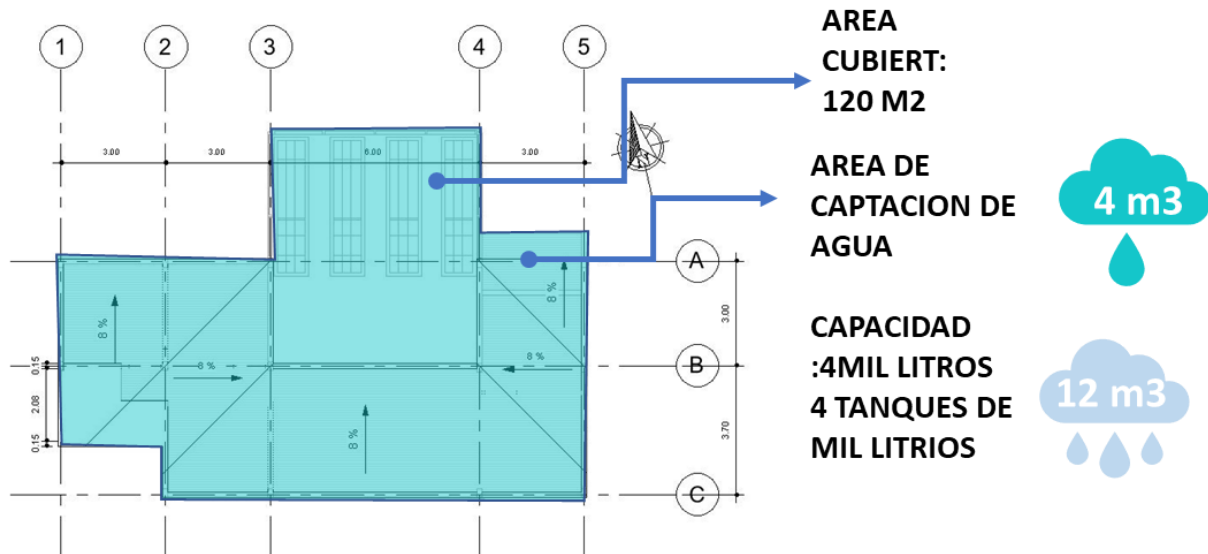
Precipitación por mes según clima frio



Nota. la figura representa la acumulación de temperatura en un día con respecto a la ubicación del prototipo según su orientación y la radiación solar que recibe la vivienda . “elaboración propia. ”Designbulder”

Se hace un resumen de la siguiente grafica a través de la recolección del agua del prototipo de vivienda

Figura 27
Captación de agua lluvia vivienda



NOTA: La figura nos muestra la captación del agua lluvia en la vivienda agrícola (prototipo). “imagen propia”

El suministro de aguas lluvias en la cubierta de 120 m² da para una capacidad de almacenaje de 3 mil litros al mes siendo enero y diciembre el mes con más baja precipitación. el proyecto está equipado con 4 tanques de reserva 2 de ellos estarán a disposición de la recirculación del agua para el suministro de la descarga sanitaria. Y los otros dos estar a disposición del riego del invernadero.

El diseño de la cubierta plana se hace con base en la cantidad de horas que recibe

4.4.2 Simulaciones

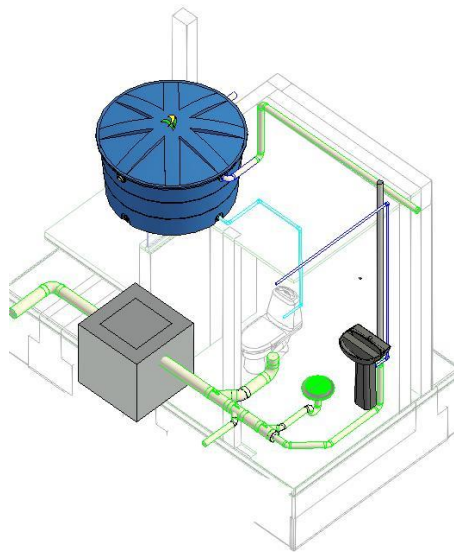
En el desarrollo de proyectos arquitectónicos, las simulaciones desempeñan un papel fundamental para garantizar el éxito del diseño antes y después de su finalidad como prototipo. Estas simulaciones permiten evaluar el comportamiento de un prototipo en diversas condiciones ambientales, estructurales y funcionales, lo que resulta esencial para optimizar el rendimiento energético, térmico y la eficiencia en

el uso de recursos. Al simular el comportamiento del diseño en un entorno controlado, es posible identificar posibles problemas y realizar ajustes antes de que el proyecto se materialice, reduciendo costos y evitando errores que podrían comprometer la viabilidad del proyecto.

4.5 Tratamiento de aguas

El tratamiento de aguas lluvias es un procedimiento de la separación de las mismas. en el cual pasan se reutilizan y se usan en diferentes procesos. la descarga de los inodoros, el riego del invernadero. Se muestra en detalle en la planos hidráulicos. (

Figura 28
Sistema hidraulico baño



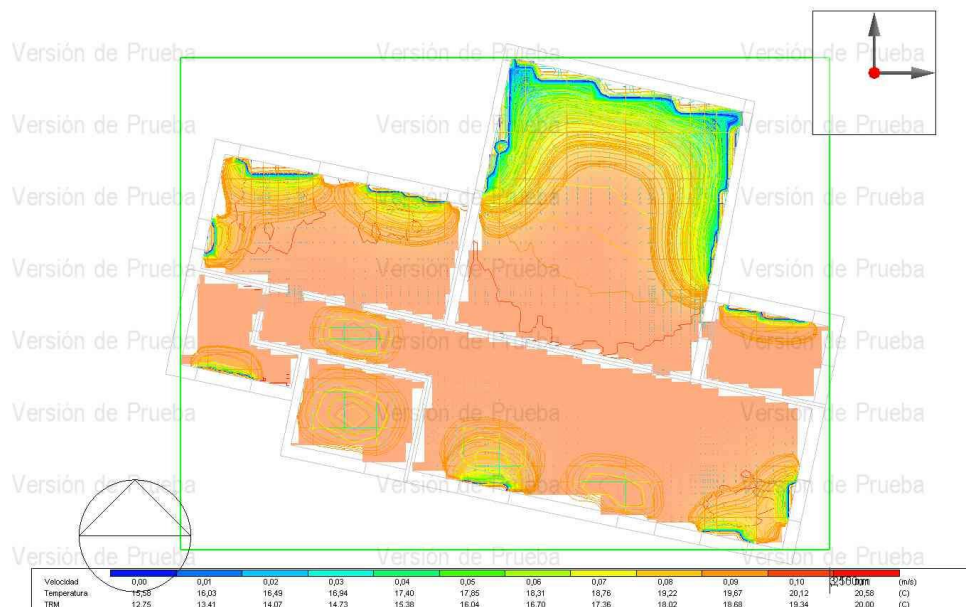
Nota. la figura representa la instalación hidrosanitaria del baño “elaboración propia” Revit

4.6 Producción vivienda

La productividad de la vivienda está ligada espacialmente en el invernadero, el cual brinda unas características especiales y tiene un rol, no solo de cultivo de víveres, si no también aporta beneficios de temperatura y ventilación en el prototipo. este genera calor y perdida del mismo por su cualidad de la envolvente en teja alveolar.

En la simulaciones de temperatura podemos ver las ganancias que produce a el prototipo a través del efecto pasivo de la transferencias de calor y el receptor y acumular de este calor es el muro que colinda con la vi vivienda hecho en BTC. La ubicación de este en el proyecto es jerárquico de modo que la vivienda y el usuario depende de este para un bienestar mutuo ver detalles en anexos (A107-A108A109) planos arquitectónicos de sus dimensiones

Figura 29
Simulación de temperatura



Nota. la figura representa la acumulación de temperatura en un día con respecto a la ubicación del prototipo según su orientación y la radiación solar que recibe la vivienda . “elaboración propia. ”Designbulder”

5 Conclusiones

La implementación del prototipo de vivienda agrícola sostenible busca explorar una solución eficiente para mejorar el diseño de viviendas agrícolas en climas fríos en Colombia, las condiciones de habitabilidad y las posibilidades de autonomía para los productores por medio del autoconsumo. Al emplear materiales asequibles y locales, este modelo, enfocado en el autoconsumo, no solo garantiza condiciones confortables de temperatura para climas fríos, sino que también reduce significativamente el impacto ambiental asociado a la construcción. Se recomienda la implementación del prototipo bajo condiciones de clima frío, es decir entre 2.000 a 2.999 metros s.n.m y de 10 a 18 °C. Para alcanzar una mayor eficiencia energética y un óptimo funcionamiento se acude a estrategias de diseño pasivo enfocadas en la orientación, el aprovechamiento de la iluminación y la ventilación. En el proceso del diseño fue principal el análisis de las simulaciones (ventilación, radiación solar e iluminación), las cuales retroalimentaron el diseño e introdujeron cambios en los componentes arquitectónicos como la morfología de la vivienda, su orientación de acuerdo a la trayectoria del sol, la ubicación de puertas y ventanas entre otros. También se tuvo en cuenta el uso adecuado del agua, captando y reutilizando aguas grises y agua lluvia. La implementación del invernadero es el aspecto central de este prototipo porque permite el cultivo de alimentos que no serían factibles en el clima exterior, habilita y promueve

el autoconsumo y autonomía de sus habitantes y adicionalmente facilita la transferencia de calor al interior de la vivienda.

5.1.1 Metodología proceso de diseño

Como conclusión el resultado de mi proyecto se debe a innumerables cambios en el proceso y el diseño basado en la intervención de las simulaciones, esto fue logrado a una metodología de diseño en el cual fue buscar la mejor practica para lograr un resultado adecuado y eficiente del diseño y la función. Esto fue logrado por una modelación tridimensional del prototipo o arquitectura, en el que se emplearon los siguientes programas.

REVIT: Este programa se empleó como base de modelación del prototipo en el cual tubo relevancia en el intercambio de información espacial y características geográficas de ubicación del proyecto, esto ayudo a visualizar e ingresar características principales del proyecto como lo es la orientación del proyecto, materialidad y funcionalidad de la arquitectura.

Autodesk insight 360: Este programa ayuda al análisis del lugar implementado incidencias solares, ventilación y funcionalidad con respecto a la forma del proyecto. Esto le da una orientación a la forma de acuerdo a las prioridades que se deben tener con respecto a las dinámicas del prototipo.

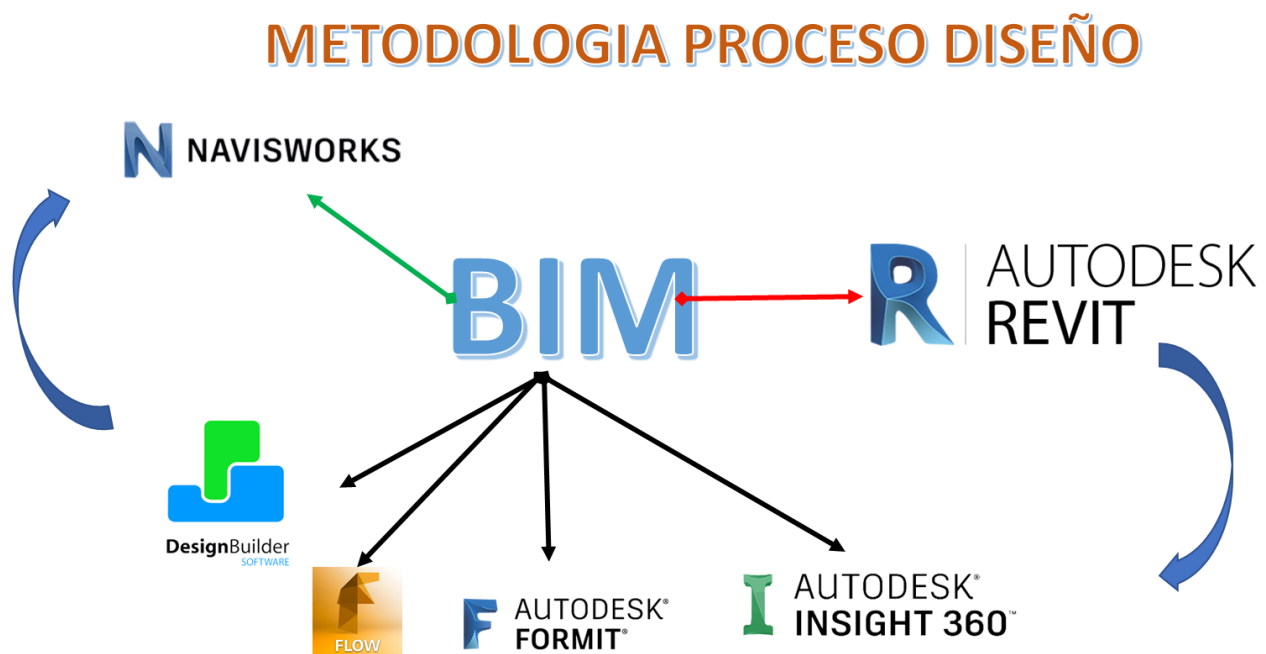
FORMIT: Este programa indica la mayor incidencia de la forma con respecto a las variables naturales

Flow design: este programa simula la ventilación de acuerdo a las características climáticas del entorno y mide el recorrido del viento en la vivienda tanto en el exterior y el interior del prototipo. Este da pautas de en que lugar de la vivienda sitúa las ventanas y las puertas. cual podría ser sus fachadas principales y la incidencia de la re ventilación de la vivienda con respecto a la ubicación de la misma.

Desingbuilder: Este programa como los anteriores solicita mucha demanda de información del proyecto como. Características de los materiales de la vivienda, ubicación, ocupación, numero de habitantes, y características específicas de las variables naturales (humedad, clima, velocidad del viento etc.) pero es el que mas da información de un posible confort térmico de la vivienda. El cual nos da resultados de temperatura interna de la vivienda, iluminación natural y artificial de la misma.

Navisworks: Esta nos brinda coaliciones de construcción en un proyecto el cual reduce imprevistos en la realidad de intersecciones de planos o instalaciones internas.

Figura 30
Metodología de proceso de diseño BIM



Nota. la figura representa el ciclo de los programas los cuales se utilizaron para la realización del proyecto prototipo de vivienda agrícola “elaboración propia.

6 Bibliografía

- Betancourt, C., Hurtado, A., & Contreras, S. (s. f.). Invernadero vernáculo colombiano. Taller Espacio Colectivo. Recuperado de <https://www.tallerespaciocolectivo.com/invernadero-vernaculo-colombiano>
- Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. ANDI. Recuperado de https://www.andi.com.co/uploads/reglamento_colombiano_construccion_sismo_resistente_636536179523160220.pdf
- Costo, B., & Amaya, P. (2021). *Vivienda MAPVIS: Modelo de autoconstrucción para viviendas sostenibles, enfocada en poblaciones vulnerables ubicadas en Quibdó – Chocó*. Universidad La Gran Colombia. Recuperado de <https://repository.ugc.edu.co/items/d7d992e5-7930-415f-9e24-07913ff01cda>
- DANE. (2013). *Encuesta de calidad de vida de la población campesina*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Recuperado de <https://www.dane.gov.co>
- DANE. (2014). *Características productoras y habitacionales del área rural dispersa en Colombia*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Recuperado de <https://www.dane.gov.co>

- IDEAM. (s. f.). *Clasificación climática nacional a nivel Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Recuperado de <https://www.ideam.gov.co>
- TierraTEC. (s. f.). *Arquitectura de tierra*. Recuperado de <https://www.tierratec.com/productos>