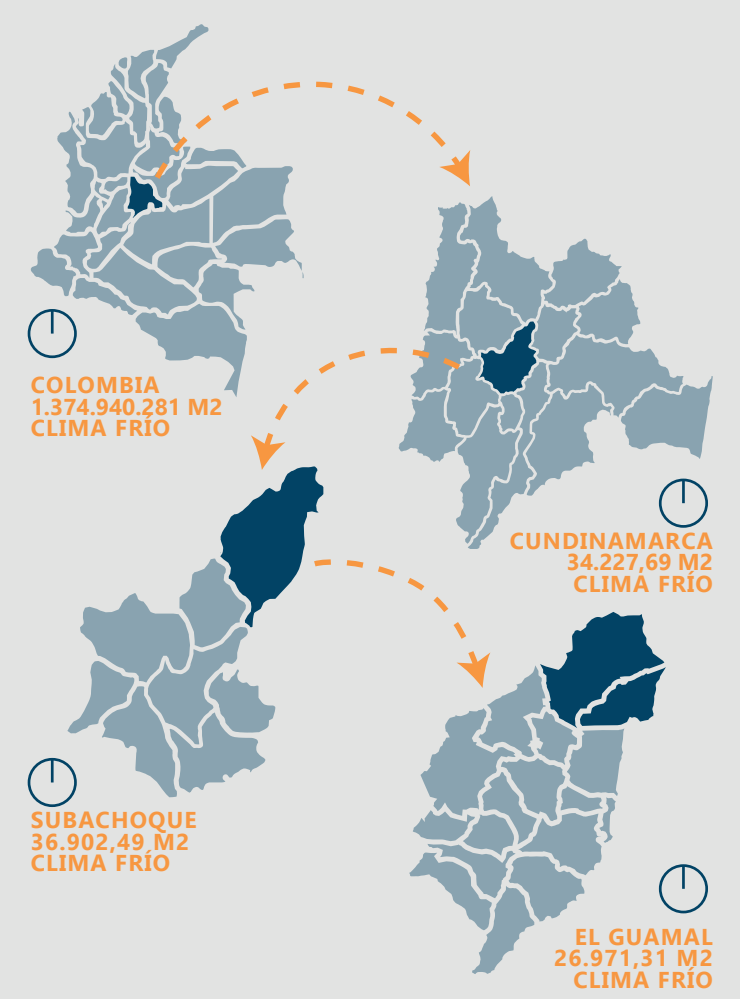
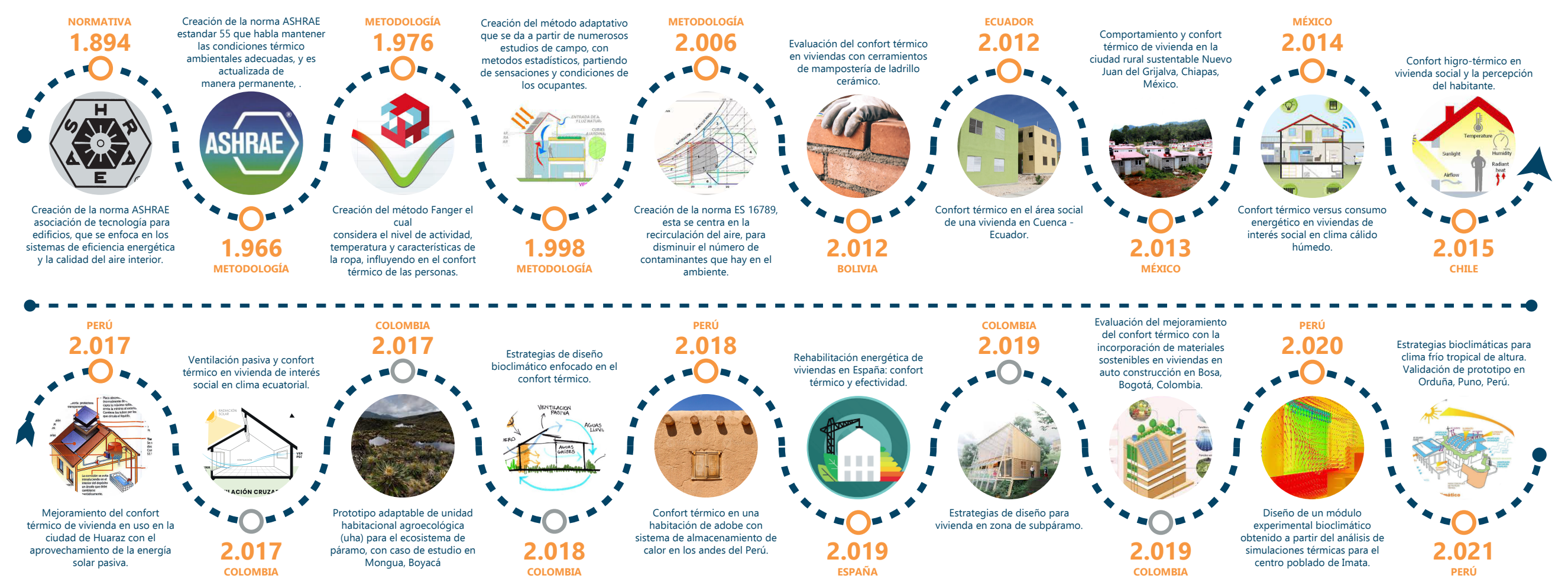
IMPLEMENTACIÓN DE MATERIALES PARA MEJORAMIENTO DE CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDA RURAL DE CLIMA FRÍO.

UBICACIÓN



MARCO TEÓRICO - ANTECEDENTES



- NORMATIVA 1.894 — Creación de la norma ASHRAE asociación de tecnología para edificios, que se enfoca en los sistemas de eficiencia energética y la calidad del aire interior.
- 1.966 METODOLOGÍA — Creación de la norma ASHRAE estandar 55 que habla mantener las condiciones térmico ambientales adecuadas, y es actualizada de manera permanente, .
- METODOLOGÍA 1.976 — Creación del método Fanger el cual considera el nivel de actividad, temperatura y características de la ropa, influyendo en el confort térmico de las personas.
- 1.998 METODOLOGÍA — Creación del método adaptativo que se da a partir de numerosos estudios de campo, con metodos estadísticos, partiendo de sensaciones y condiciones de los ocupantes.
- METODOLOGÍA 2.006 — Creación de la norma ES 16789, esta se centra en la recirculación del aire, para disminuir el número de contaminantes que hay en el ambiente.
- 2.012 BOLIVIA — Evaluación del confort térmico en viviendas con cerramientos de mampostería de ladrillo cerámico.
- ECUADOR 2.012 — Confort térmico en el área social de una vivienda en Cuenca - Ecuador.
- 2.013 MÉXICO — Comportamiento y confort térmico de vivienda en la ciudad rural sustentable Nuevo Juan del Grijalva, Chiapas, México.
- MÉXICO 2.014 — Confort térmico versus consumo energético en viviendas de interés social en clima cálido húmedo.
- 2.015 CHILE — Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante.
- PERÚ 2.017 — Mejoramiento del confort térmico de vivienda en uso en la ciudad de Huaraz con el aprovechamiento de la energía solar pasiva.
- 2.017 COLOMBIA — Ventilación pasiva y confort térmico en vivienda de interés social en clima ecuatorial.
- COLOMBIA 2.017 — Prototipo adaptable de unidad habitacional agroecológica (uha) para el ecosistema de páramo, con caso de estudio en Mongua, Boyacá.
- 2.018 COLOMBIA — Estrategias de diseño bioclimático enfocado en el confort térmico.
- PERÚ 2.018 — Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú.
- 2.019 ESPAÑA — Rehabilitación energética de viviendas en España: confort térmico y efectividad.
- COLOMBIA 2.019 — Estrategias de diseño para vivienda en zona de subpáramo.
- 2.019 COLOMBIA — Evaluación del mejoramiento del confort térmico con la incorporación de materiales sostenibles en viviendas de auto construcción en Bosa, Bogotá, Colombia.
- PERÚ 2.020 — Diseño de un módulo experimental bioclimático obtenido a partir del análisis de simulaciones térmicas para el centro poblado de Imata.
- 2.021 PERÚ — Estrategias bioclimáticas para clima frío tropical de altura. Validación de prototipo en Orduña, Puno, Perú.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer combinaciones constructivas que aporten al **mejoramiento del confort térmico mediante el diagnóstico de una vivienda rural**, tomando como caso de estudio la Vereda El Guamal (Subachoque).

OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Caracterizar la tipología arquitectónica representativa de la región, los materiales, el clima y el usuario, mediante análisis que generen el diagnóstico actual del área de intervención frente al confort térmico.

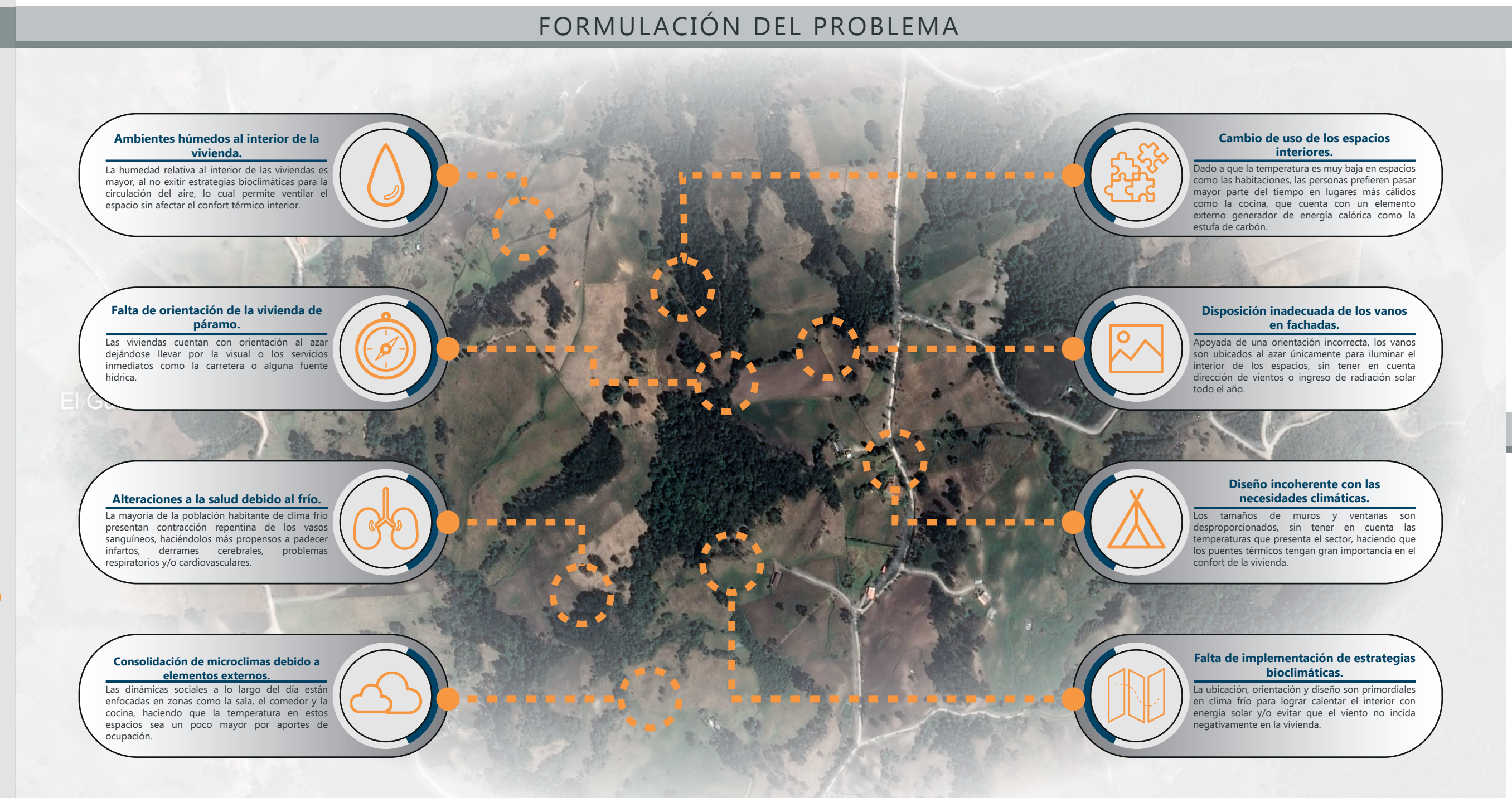
OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Seleccionar e implementar mejoras constructivas, por **medio de simulaciones multivariadas**, mejorando el confort térmico en el caso de estudio a partir de los resultados arrojados.

OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Desarrollar una guía de mejoramiento técnica y financiera, estipulando las estrategias finales para el mejoramiento del confort térmico en las viviendas rurales de clima frío.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA



Ambientes húmedos al interior de la vivienda.
La humedad relativa al interior de las viviendas es mayor, al no exitir estrategias bioclimáticas para la circulación del aire, lo cual permite ventilar el espacio sin afectar el confort térmico interior.

Falta de orientación de la vivienda de páramo.
Las viviendas cuentan con orientación al azar dejándose llevar por la visual o los servicios inmediatos como la carretera o alguna fuente hídrica.

Alteraciones a la salud debido al frío.
La mayoría de la población habitante de clima frío presentan contracción repentina de los vasos sanguíneos, haciéndolos más propensos a padecer infartos, derrames cerebrales, problemas respiratorios y/o cardiovasculares.

Consolidación de microclimas debido a elementos externos.
Las dinámicas sociales a lo largo del día están enfocadas en zonas como la sala, el comedor y la cocina, haciendo que la temperatura en estos espacios sea un poco mayor por aportes de ocupación.

Cambio de uso de los espacios interiores.
Dado a que la temperatura es muy baja en espacios como las habitaciones, las personas prefieren pasar mayor parte del tiempo en lugares más cálidos como la cocina, que cuenta con un elemento externo generador de energía calórica como la estufa de carbón.

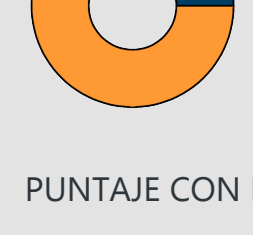
Disposición inadecuada de los vanos en fachadas.
Apoyada de una orientación incorrecta, los vanos son ubicados al azar únicamente para iluminar el interior de los espacios, sin tener en cuenta dirección de vientos o ingreso de radiación solar todo el año.

Diseño incoherente con las necesidades climáticas.
Los tamaños de muros y ventanas son desproporcionados, sin tener en cuenta las temperaturas que presenta el sector, haciendo que los puentes térmicos tengan gran importancia en el confort de la vivienda.

Falta de implementación de estrategias bioclimáticas.
La ubicación, orientación y diseño son primordiales en clima frío para lograr calentar el interior con energía solar y/o evitar que el viento no incida negativamente en la vivienda.

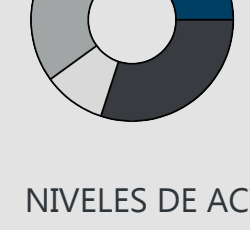
CARACTERIZACIÓN USUARIO

MATERIALES DE LA VIVIENDA



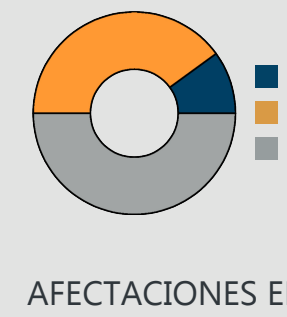
El 80 % de las personas tienen conocimiento de la construcción familiar de **las viviendas con materiales como el bloque y el ladrillo**, sin embargo, el restante de los encuestados no tiene conocimiento de los **procesos constructivos llevados a cabo.**

PUNTAJE CON RESPECTO AL FRÍO



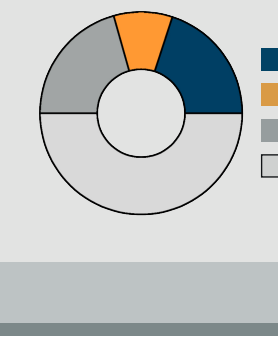
Siendo 7 de las 10 personas habitantes de la zona por mas de 30 años, **se tiene la percepción de frío alto en la vereda, por lo tanto, la encuesta arroja puntuaciones de 6 hacia arriba siendo 10 el mas frío.**

NIVELES DE ACTIVIDAD DIARIA



Debido a que el sector tiene actividades económicas como la ganadería y la agricultura (Cultivo de papa) **los habitantes de la zona tienen labores diarias relacionadas a dichas disciplinas presentando mediana y alta ocupación a lo largo del día.**

AFECTACIONES EN LA SALUD



El 50 % de los encuestados experimentan dolor articular diariamente, el 20% experimenta dolores y espasmos musculares y entre el 20 y el 30% restantes tiene sintomatología gripal o no se ven afectados por el frío con respecto a la salud.

METODOLOGÍA

FASE 1

CARACTERIZACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN

1. Caracterización y profundización sobre el tema de interés y las variables implicadas

- **Búsqueda de información** relacionada con el confort térmico
- Consulta e **interpretación de conceptos** como: puente térmico, conductividad térmica e inercia térmica.
- Revisión de los **daños a la salud** que causa la falta de confort térmico en las viviendas.
- **Revisión de normativas** vigentes acerca del confort térmico en el sector residencial y los parámetros contemplados.
- Revisión de **métodos de medición** de confort térmico según las determinantes pertinentes.
- Evaluación y escogencia de los parámetros necesarios para obtener un confort térmico al interior de una vivienda.

2. Análisis de posibles sectores a analizar contemplando el clima frío

- **Escogencia del sector** (municipio de Colombia) como caso de estudio.
- **Revisión de temperaturas y climas** que se encuentran dentro del sector escogido teniendo en cuenta temperatura, humedad y clima
- De acuerdo a los datos climáticos recolectados en planos agronómicos del IDECA **se selecciona el municipio de Subachoque** por su altura y su clima.

3. Escogencia de la vivienda representativa como caso de estudio.

- Determinar los parámetros de escogencia de la vivienda caso de estudio.
- **Revisión de las viviendas ubicadas en el sector identificando materiales y tipo de usuario de la vivienda.**
- De acuerdo con la revisión de materiales se hace la escogencia de una vivienda representativa del sector de páramo según los espacios que presenta y la tipología de la misma.

4. Visita al caso de estudio

- **Levantamiento fotográfico** de la vivienda.
- **Levantamiento arquitectónico** de la vivienda.
- Revisión de los **espacios al interior** de la vivienda.
- Revisión de cambios arquitectónicos, por los cuales ha sido sometida la vivienda.

FASE 2

SIMULACIONES Y RECOLECCIÓN DE PARÁMETROS DE DATOS

5. Encuesta de percepción térmica y ocupación de la vivienda

- Búsqueda de **encuesta** respecto al confort térmico según la ASHRAE estándar 55.
- Modificación de la encuesta basada en la normativa
- Revisión, evaluación y **realización de la encuesta en un grupo de personas nativas del área** de intervención vereda El Guamal.

6. Análisis y evaluación de las determinantes climatológicas.

- Búsqueda de los **datos climáticos** encontrados en archivo EPW base meteorológica.
- Evaluación de datos climáticos de la zona (**la temperatura y la humedad**).
- **Generación** de conclusiones para la posterior simulación de la vivienda.

7. Simulación caso base .

- Realización de una **entrevista a los residentes de la vivienda**
- **Modelado de la vivienda en Desing Builder.**
- Importar el archivo EPW al software
- **Consolidación de secciones** de ocupación por recinto (horarios y dinámicas), construcción (materiales), aperturas (ventanas), iluminación y HVAG (hallada por medio de ley de Hellman)
- Revisión final por espacio de todos los parámetros de simulación.
- **Simulación** de la vivienda y **generación de gráficas con información anual de temperatura ambiente, temperatura operativa y temperatura de superficies.**
- **Generación de conclusiones del caso base** para posterior formulación de combinaciones en los materiales a implementar.

8. Formulación de mejoras a materialidad

- **Revisión de materiales aislantes y materiales captadores** para la implementación de mejoras al interior de la vivienda.
- **Búsqueda de elementos y propiedades térmicas** de dichos materiales como densidad, conductividad térmica y resistencia térmica.
- Generación de **variaciones respecto a las diversas combinaciones de material determinando el valor u** de cada una de las combinaciones propuestas.

9. Simulaciones multivariadas, en total 12.

- Generación de **12 simulaciones de acuerdo a las combinaciones planteadas (cubiertas, muros y vanos) y modificaciones según proceso constructivo.**
- Modificación de la simulación base (elementos constructivos de la vivienda).
- Extracción de datos de temperatura operativa y temperatura radiante en cada uno de los casos mejorados.
- Generación de conclusiones con respecto al **% de días al año en los que se encuentra dentro de los parámetros de confort.**

FASE 3

CONSOLIDACIÓN DE GUÍA PARA MEJORAMIENTO DEL CONFORT TÉRMICO

11. Evaluación técnica de los materiales planteados en las simulaciones multivariadas.

- **Revisión de los materiales según las propiedades térmicas** que se presentan cada uno de los materiales.
- **Evaluación del valor u** con respecto a las diversas combinaciones **según las mejoras elaboradas en cada uno de los elementos**

12. Balance financiero para la implementación de materiales.

- **Revisión del valor por metro cuadrado de cada uno de los materiales** implementados al interior de la vivienda.
- **Revisión del valor de huella de carbono de cada uno de los materiales** implementados al interior de la vivienda.
- Revisión del **valor total por cada una de las adecuaciones** implementadas en la vivienda.

13. Diagramación y diseño de la guía técnica y financiera

- **Ilustración de los resultados obtenidos en la simulación base y las 12 simulaciones mejoradas.**
- Boceto de la **guía de diseño de acuerdo a las adecuaciones realizadas** y resultados derivados de ellos.

14. Digitalización e ilustración de la guía para el mejoramiento de confort térmico en las viviendas de clima frío.

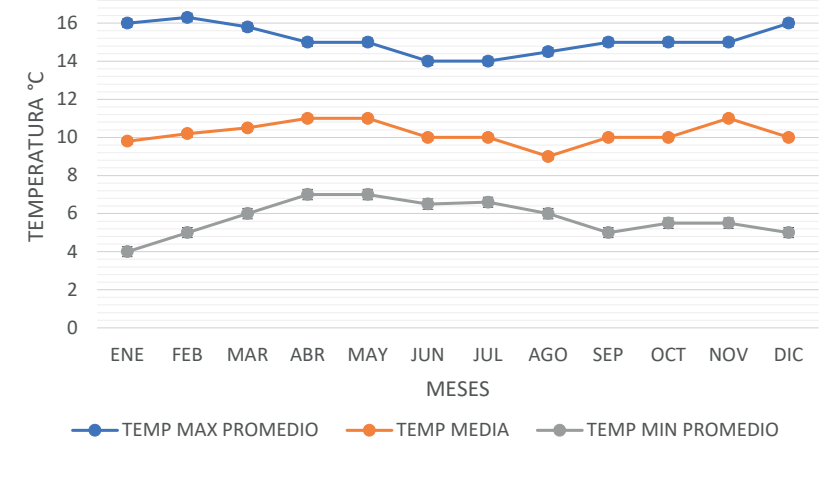
- Respecto al mapeo realizado anterior empezar la **digitalización de la guía de mejoramiento.**
- Revisión de la guía de mejoramiento, teniendo en cuenta las salidas gráficas, diagramación y estrategias de diseño para nuevas viviendas.

15. Materialización e impresión de la guía de mejoramiento para posterior presentación.

- Revisión final de los contenidos para la posterior **generación de la guía física para la muestra del producto final.**

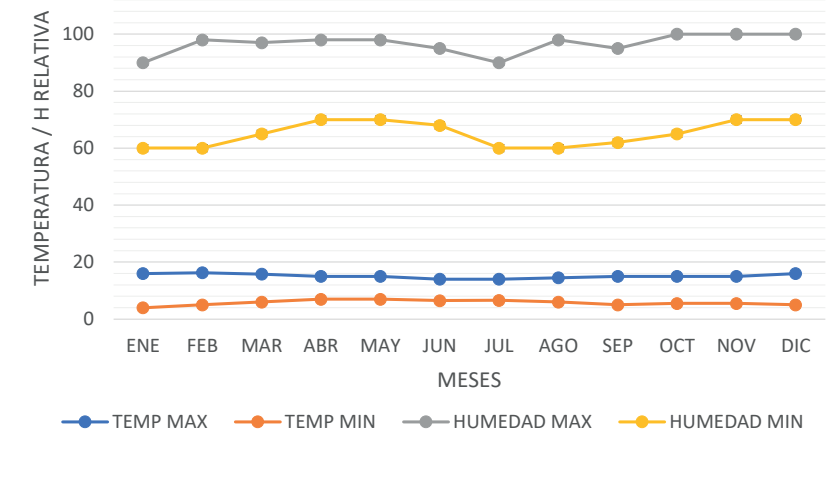
ANÁLISIS CLIMÁTICO CASO DE ESTUDIO

TEMPERATURA



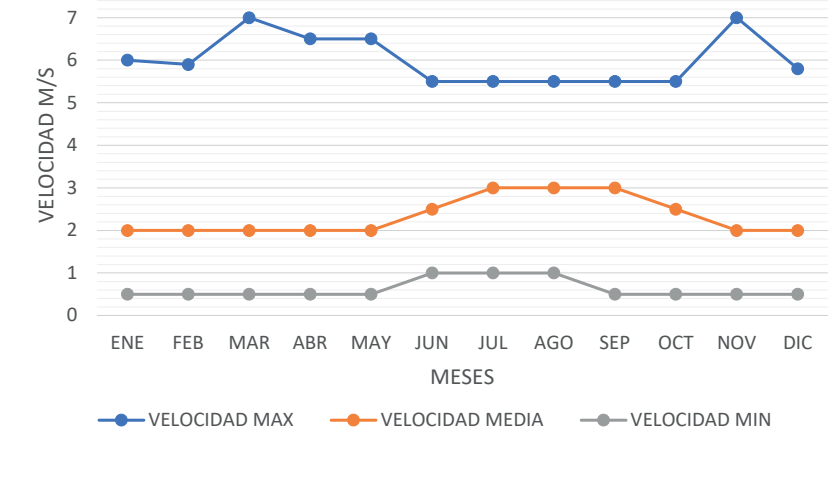
En el área del caso de estudio se presentan temperaturas medias a lo largo del año de los **9°C a los 11 °C**, la **temperatura promedio es de entre 4°C a los 16°C** en gran parte del año, sin embargo, se evidencian picos de **temperatura en todos los meses, inferiores a 0°C llegando a los -2°C y temperaturas superiores a 15°C llegando a los 19°C**, en meses específicos como en enero y septiembre.

HUMEDAD RELATIVA



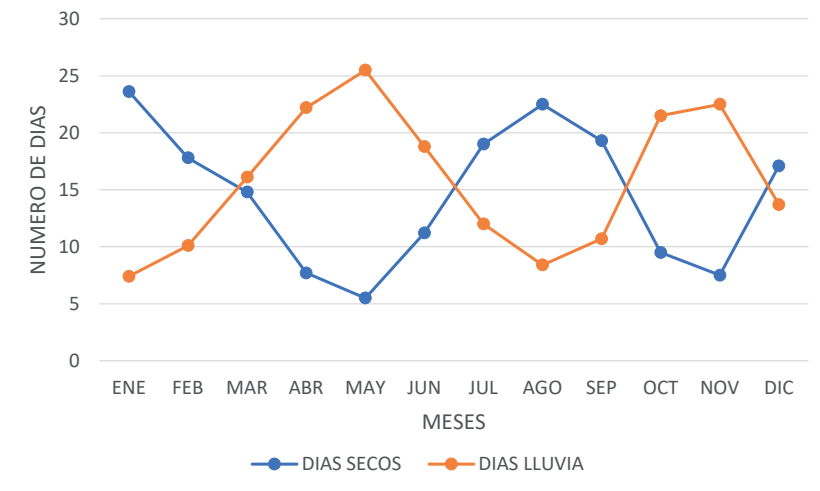
Estas dos medidas son inversamente proporcionales, a medida que la temperatura aumenta la humedad relativa disminuye, **encontrandose un porcentaje de humedad entre el 60% y el 80% por metro cuadrado, y un máximo del 89% de humedad por metro cuadrado**, teniendo un gran rango de oscilación, con cambios de temperatura y humedad drásticos a lo largo del día.

VELOCIDAD DEL VIENTO



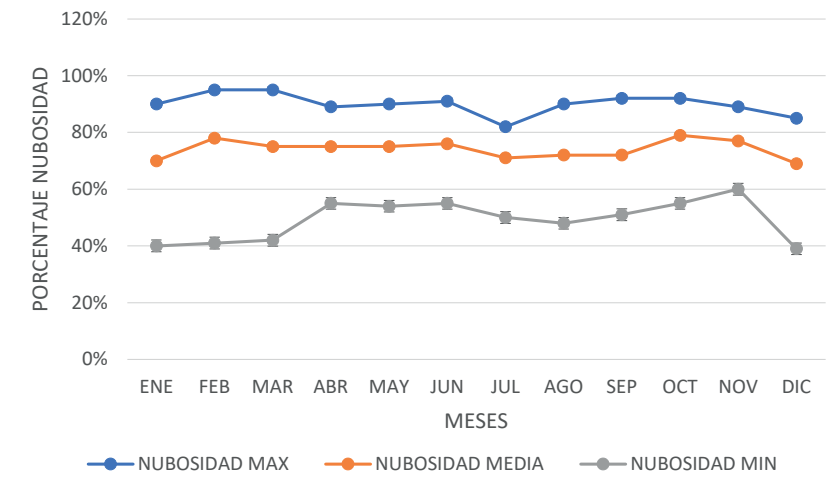
La velocidad del viento en la zona es baja, en **promedio de entre los 2 m/s hasta los 3 m/s**, sin embargo, se presentan velocidades inferiores al promedio en ciertos meses como **enero y mayo llegando a presentar una velocidad de 0.5 m/s**, y por el contrario en los meses de **marzo y noviembre se evidencia un aumento de velocidad llegando a los 7 m/s.**

CANTIDAD DE PRECIPITACIONES



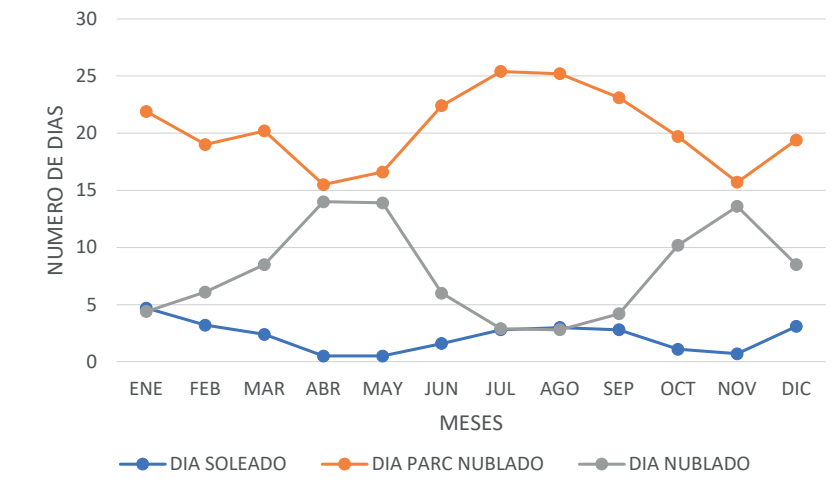
En el área del caso de estudio se presenta **baja cantidad de precipitaciones a lo largo del año, teniendo un promedio de días de alrededor de 15 por mes en los que no llueve**, sin embargo, hay meses en los que se presentan grandes cantidades de lluvia los cuales conforman el resto del mes con **precipitaciones de entre los 5 mm a los 50 mm, con un promedio mensual de 50 mm.**

PORCENTAJE DE NUBOSIDAD



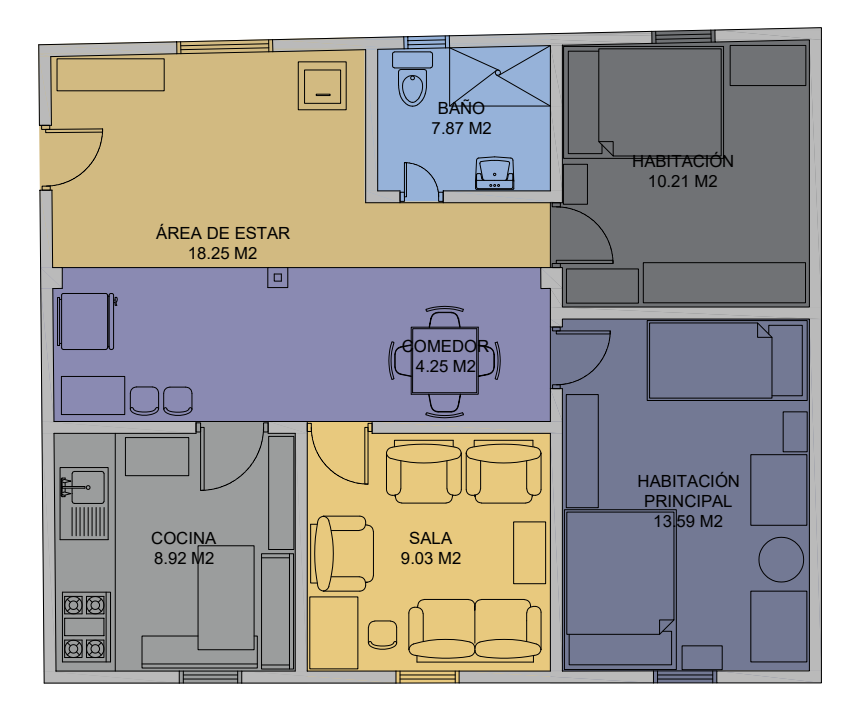
Esta zona cuenta con una gran nubosidad a lo largo del año, en promedio de **entre el 70% al 80%**, sin embargo se pueden presentar meses en los que varia este promedio teniendo días en los que se encuentra una baja nubosidad que se puede encontrar en el **40% en los meses de enero y diciembre** o por el contrario días en los que se encuentra el maximo de nubosidad en el cielo con un **98% en los meses de febrero y marzo.**

DIAS SOLEADOS

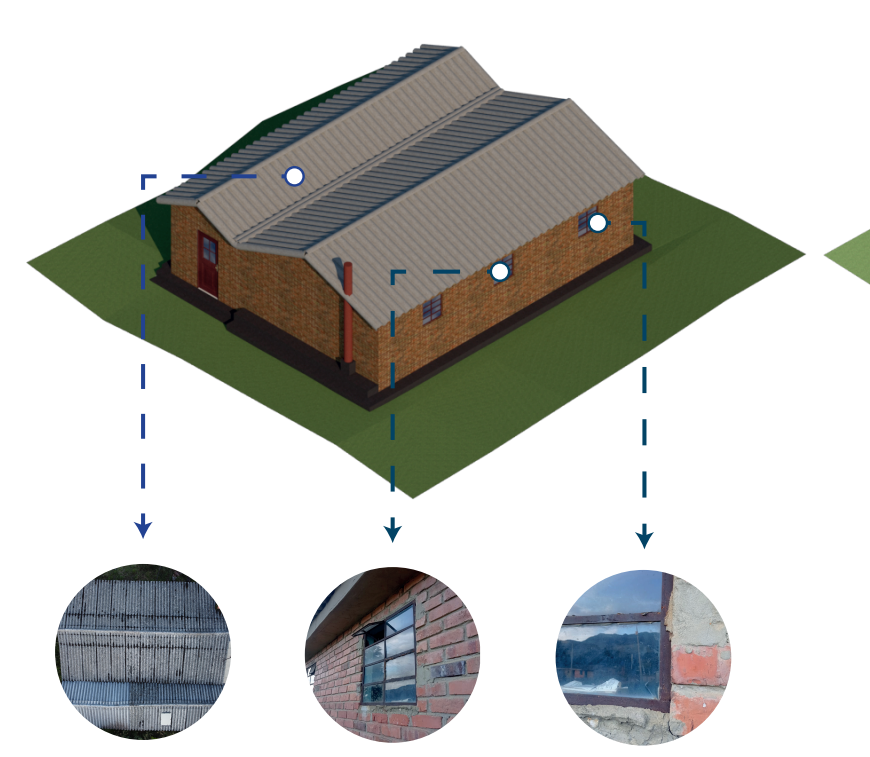


En el área del caso de estudio se puede evidenciar que la mayoría de los **meses son parcialmente nublados, principalmente en los meses de julio y agosto**, en ocasiones estando presentes **25 días a lo largo del mes**, sin embargo, en los meses de enero, julio, agosto y septiembre se encuentra una cantidad representativa de **días soleados con una cantidad promedio de 5 días.**

VIVIENDA ESTUDIO DE CASO



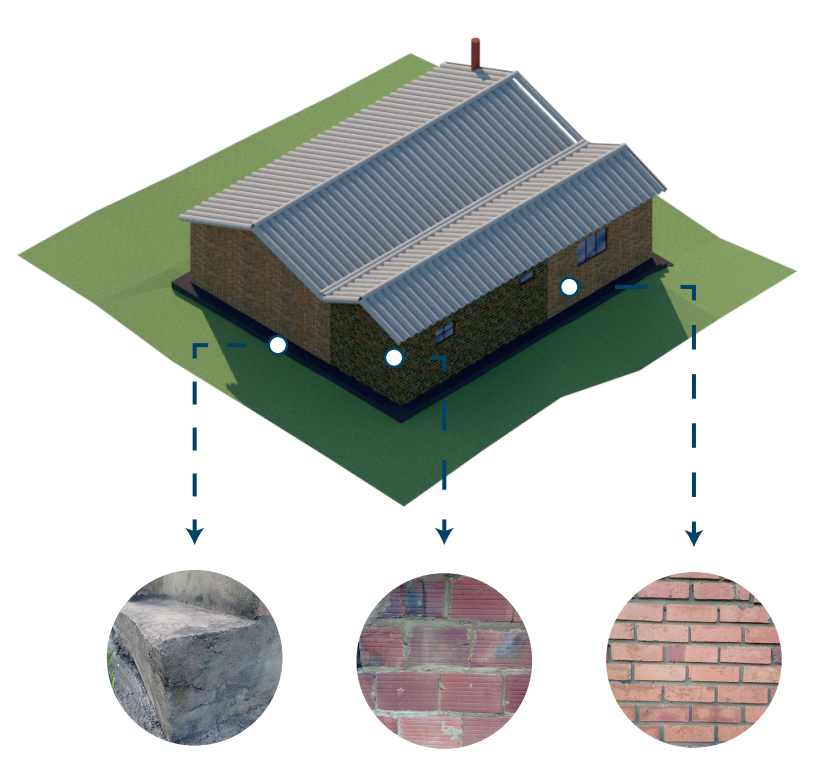
PLANTA PRIMER NIVEL
ESC: 1:100



TEJA ETERNIT
PROPIEDADES FÍSICAS:
Densidad: 1.25 g/cm³
Conductividad térmica: 0.23 W/m.K
Transmitancia térmica: 1.23 W/m2.K

VIDRIO COMÚN 4mm
PROPIEDADES FÍSICAS:
Densidad: 2.52 g/cm³
Conductividad térmica: 1.1 W/m.K
Transmitancia térmica: 5.7 W/m2.K

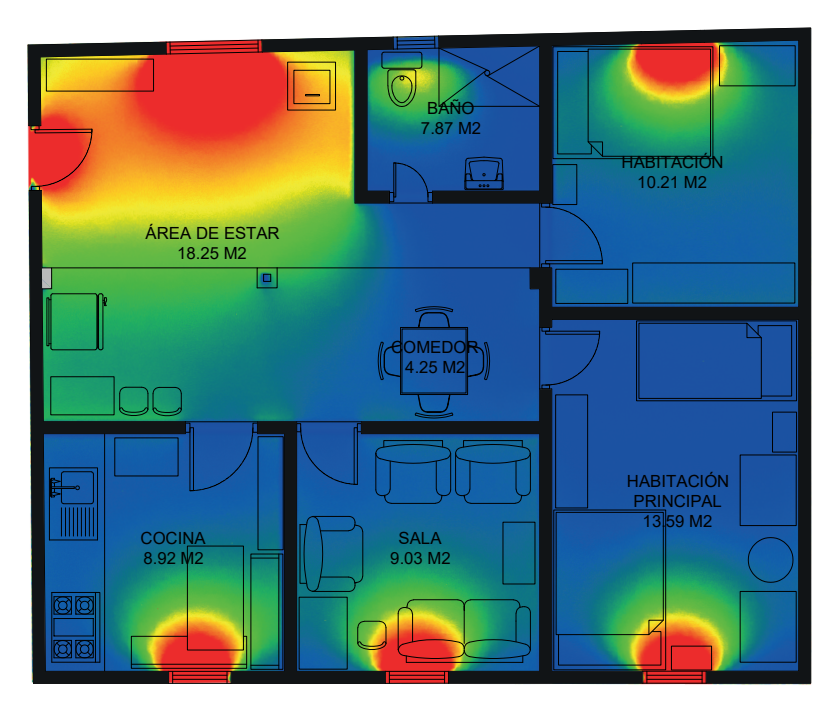
ACERO
PROPIEDADES FÍSICAS:
Densidad: 7.87 g/cm³
Conductividad térmica: 80 W/m.K
Transmitancia térmica: W/m2.K



CONCRETO
PROPIEDADES FÍSICAS:
Densidad: 2.200 g/cm³
Conductividad térmica: 1.63 W/m.K
Transmitancia térmica: W/m2.K

BLOQUE CERÁMICO
PROPIEDADES FÍSICAS:
Densidad: 1.400 g/cm³
Conductividad térmica: 0.39 W/m.K
Transmitancia térmica: 2.36 W/m2.K

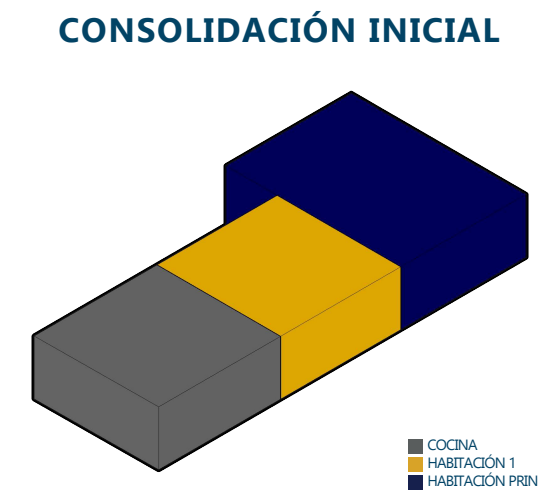
LADRILLO MACIZO
PROPIEDADES FÍSICAS:
Densidad: 1.800 g/cm³
Conductividad térmica: 0.80 W/m.K
Transmitancia térmica: 2.77 W/m2.K



PLANTA (JUNIO A LAS 4 PM)
ESC: 1:100

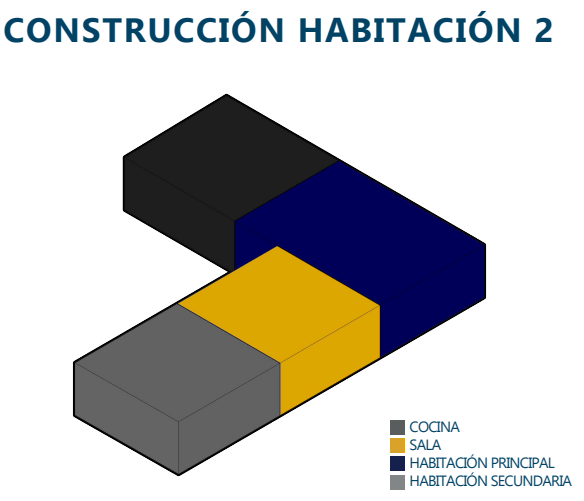
CONSOLIDACIÓN VIVIENDA ESTUDIO DE CASO

CONSOLIDACIÓN INICIAL



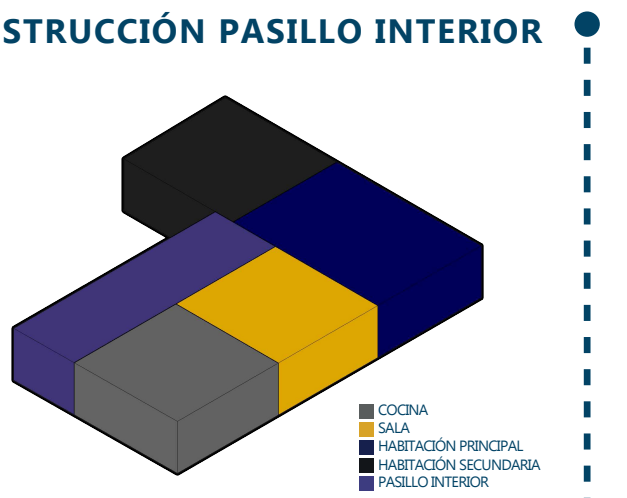
La vivienda se configuraba de **manera lineal**, compuesta por recintos necesarios como las **habitaciones y una fuente energética como la cocina.**

CONSTRUCCIÓN HABITACIÓN 2



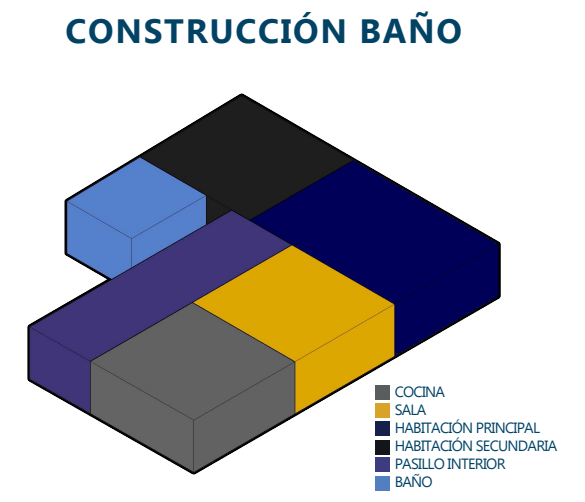
Se consolidan **nuevos espacios y se cambian de usos otros generando nuevas habitaciones y nuevos recintos** dentro de la vivienda como lo es la sala.

COSTRUCCIÓN PASILLO INTERIOR



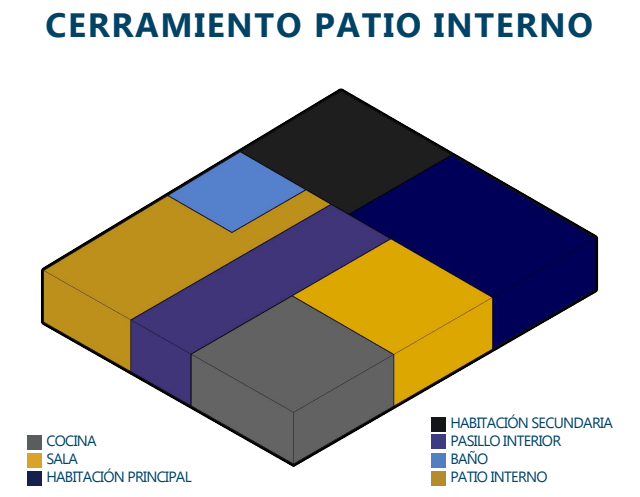
Se genera un cerramiento en la parte exterior de las habitaciones y la cocina **creando una circulación horizontal al interior de la vivienda.**

CONSTRUCCIÓN BAÑO



Se genera un nuevo espacio al interior como el baño **facilitando la habitabilidad de las personas al interior de la vivienda**, agrupando todas las necesidades en el lugar.

CERRAMIENTO PATIO INTERNO

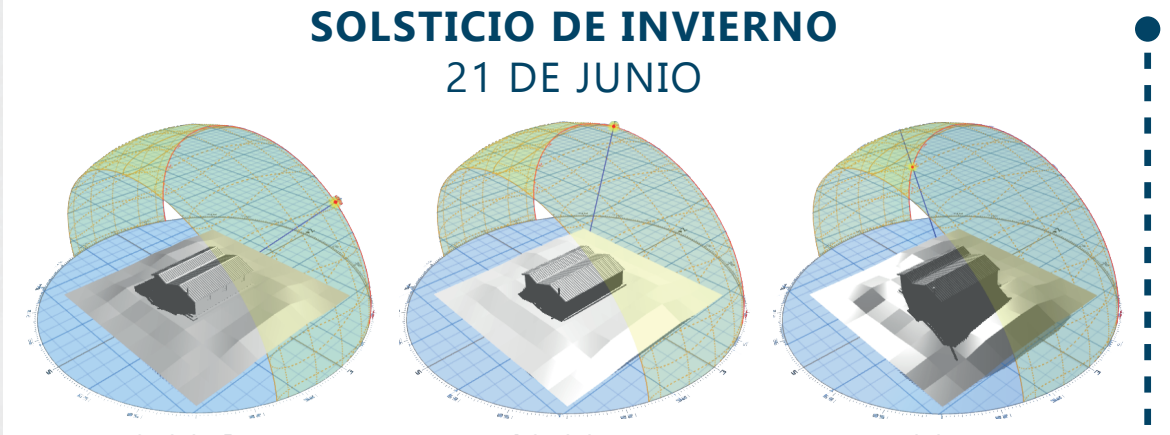


Debido a las condiciones climáticas se genera el cerramiento del **patio, convirtiendose en un volumen aislado del exterior, consolidandose de una manera compacta.**

ANÁLISIS SOLAR CASO DE ESTUDIO

SOLSTICIO DE INVIERNO

21 DE JUNIO

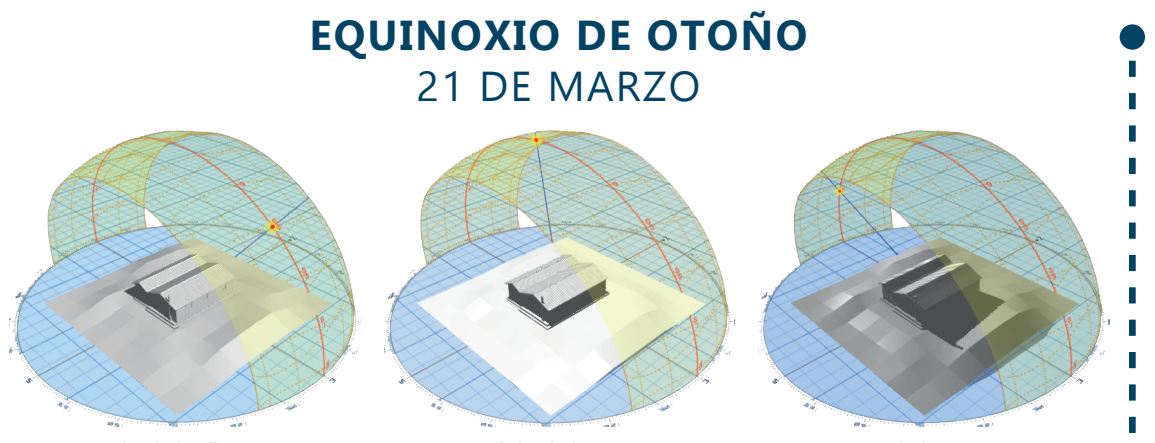


9:00 AM | 12:00 M | 4:00 PM

Las fachadas más largas están ubicadas con dirección al sol, por ende se tiene una alta incidencia solar sobre las habitaciones en las horas de la mañana, perdiendo esta energía rápidamente en las horas del medio día, por el contrario los otros recintos como el patio, reciben mayor energía solar durante las **horas de la tarde alrededor de las 3 pm a las 5 pm.**

EQUINOXIO DE OTOÑO

21 DE MARZO

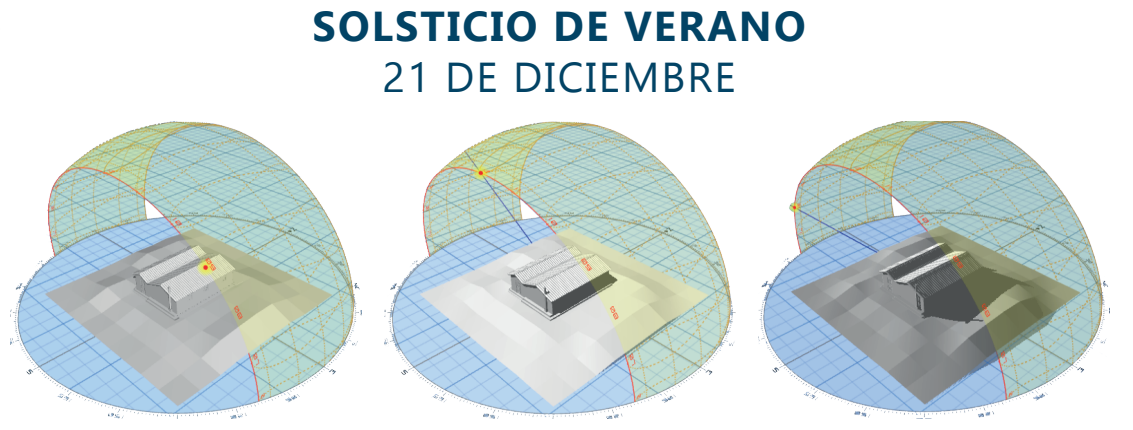


9:00 AM | 12:00 M | 4:00 PM

Durante estos meses del año las fachadas mas largas (donde se encuentran ubicados los vanos de las habitaciones y otros recintos que conforman la casa), **reciben un gran aporte energético por parte del sol en la mañana, evidenciando una carencia de energía solar a lo largo de la tarde.**

SOLSTICIO DE VERANO

21 DE DICIEMBRE



9:00 AM | 12:00 M | 4:00 PM

En este periodo de tiempo durante el año, en las habitaciones se **genera una sombra constante en horas de la tarde, adquiriendo únicamente energía a través del sol en las zonas del patio y el baño, generando que en las horas de la tarde y noche no se transmita la suficiente energía calórica** en dichos recintos que no llega la luz del sol de una manera adecuada.

PORCENTAJE DE VENTANAS EN FACHADAS

FACHADA PRINCIPAL - ESC: 1:75
1.85% DE VENTANAS EN FACHADA

FACHADA LATERAL DERECHA - ESC: 1:75
8.19% DE VENTANAS EN FACHADA

FACHADA LATERAL IZQUIERDA - ESC: 1:75
6.67% DE VENTANAS EN FACHADA

FACHADA POSTERIOR - ESC: 1:75
0% DE VENTANAS EN FACHADA

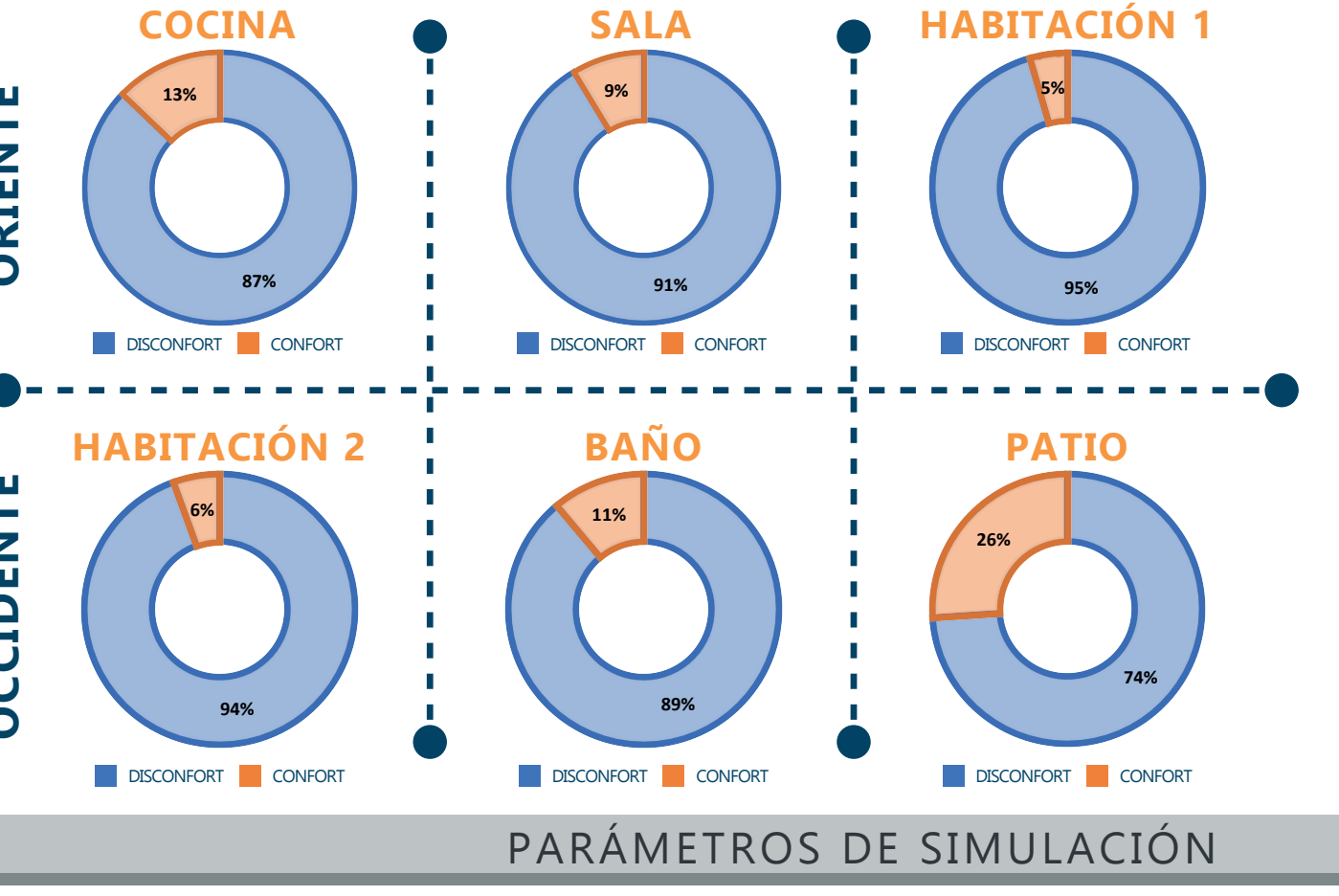
SIMULACIÓN CASO BASE

SIMULACIÓN CASO BASE 10% DE HORAS CONFORT

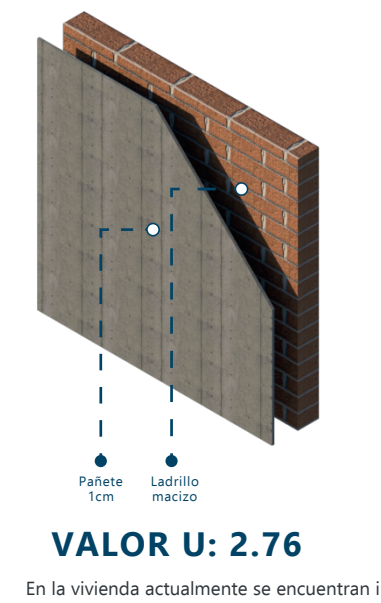
COMBINACIÓN DE MATERIALES

	MATERIAL	FACTOR RESISTENCIA
	Nombre	W/m2K
MURO	Ladrillo	0,173076923
	Revoque 10 mm	0,018867925
	VALOR U	
	2,763	
CUBIERTA	Teja Eternit	0,044444444
	Aire Conductor	12,8
	Listón de Madera	0,422857143
	VALOR U	
	0,076	
VENTANERÍA	Marco Acero	3,44828E-06
	Vidrio Común	0,001
	VALOR U	
	5,7	

Actualmente la vivienda se encuentra consolidada por **materiales convencionales de fácil acceso**, por lo tanto no se toma en cuenta la materialidad como un aspecto importante para mantener el calor al interior de la vivienda.

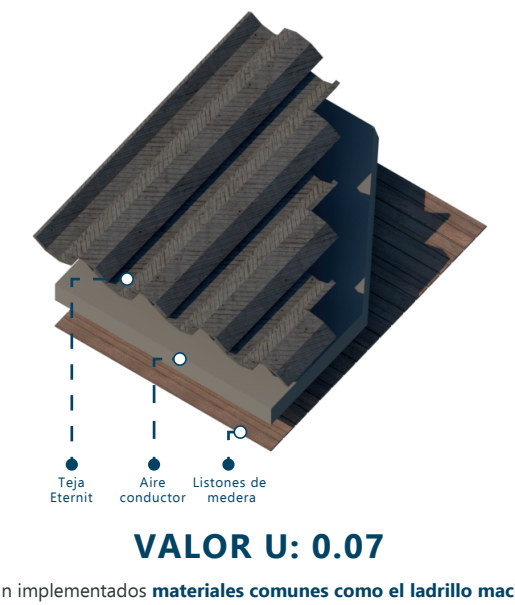


MURO BASE



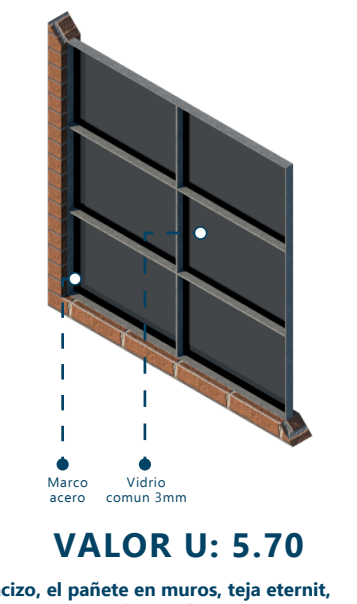
VALOR U: 2.76

CUBIERTA BASE



VALOR U: 0.07

VENTANERÍA BASE

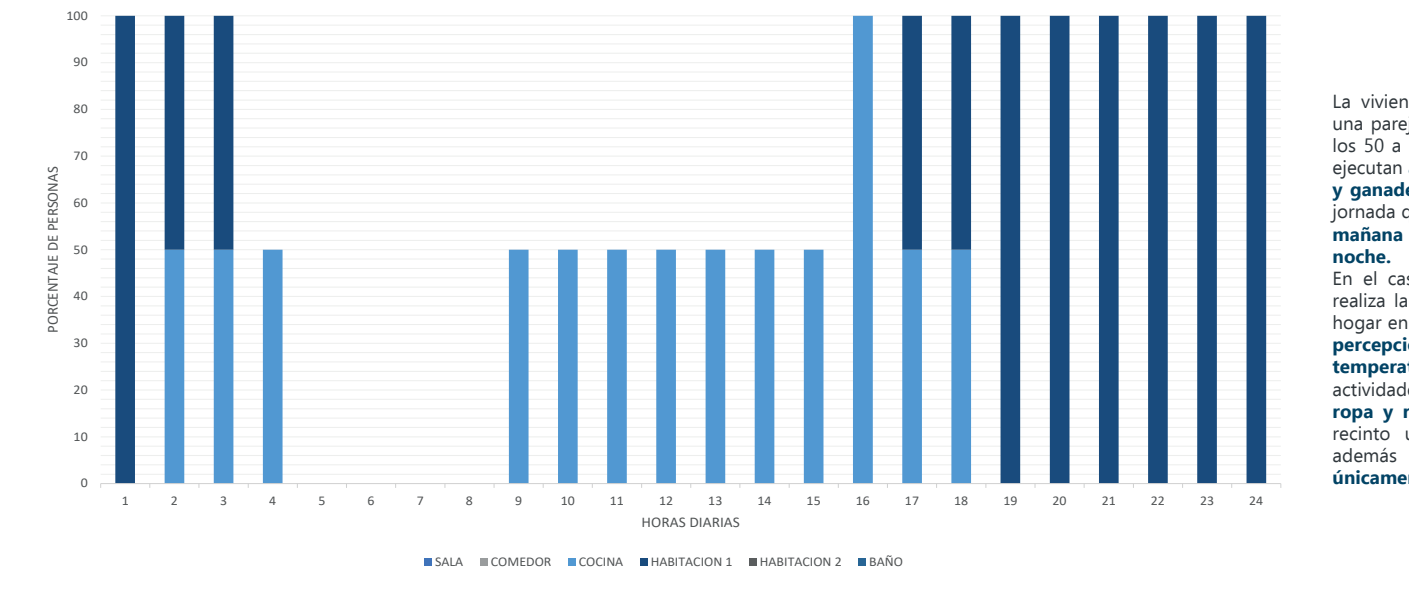


VALOR U: 5.70

En la vivienda actualmente se encuentran implementados **materiales comunes como el ladrillo macizo, el pañete en muros, teja eternit, listones de madera en la cubierta, marcos de acero y vidrio común de 3 mm en la ventanería**, esto para la conformación de la totalidad de la vivienda, haciendo que todos los espacios ubicados dentro de ella tengan un comportamiento similar en cuanto a temperatura se trata, dejando ingresar la energía solar en el día y recolectandola, pero de igual manera sea liberada rápidamente, ya que por la **alta conductividad térmica de los materiales, el intercambio de temperatura se da en cortos intervalos de tiempo**, además de esto, la vivienda cuenta con grandes **infiltraciones presentes en las uniones de elementos constructivos** (cubierta/muro o muro/vano) permitiendo el constante flujo de aire cambiando la temperatura interior.

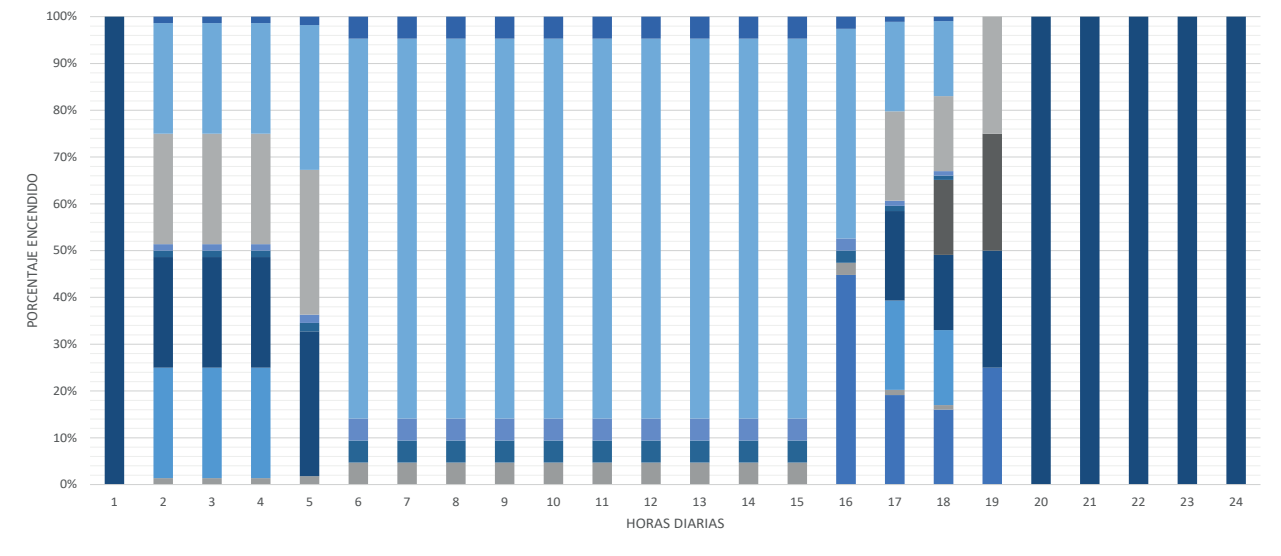
PARÁMETROS DE SIMULACIÓN

PARÁMETROS DE OCUPACIÓN



La vivienda se encuentra habitada por una pareja casada, con edades de entre los 50 a los 60 años, cada uno de ellos ejecutan **actividades caseras, agrícolas y ganaderas** a lo largo del día con una jornada que **inicia a las dos y tres de la mañana y finaliza a las siete de la noche.**
En el caso de Ester Camargo (esposa) realiza la mayor parte de las tareas del hogar en el **interior de la cocina por la percepción de una mayor temperatura**, llevando a cabo actividades como: **planchar, doblar la ropa y recibir visitas**, siendo el único recinto usado dentro de la vivienda además de la **habitación destinada únicamente para descansar.**

APORTE ENERGÉTICO INTERNO



La vivienda en su interior **NO cuenta con aparatos electrónicos que aporten energía calórica gran parte del día como calefactores, televisores, equipos de sonido** u otros elementos que generen cualquier tipo de aumento en la temperatura.
Únicamente cuenta con la **estufa de carbón que esta ubicada en la cocina, pero esta construida juntoa uno de los muros externos de la edificación la cual esta encendida la mayoría del día**, más especificamente desde las 2am hasta las 6 pm, convirtiéndose en uno de los espacios mas agradables para la permanencia dentro de la vivienda.

MATERIALES SIMULADOS

DETALLE MURO 1

*LADRILLO MACIZO
*LANA DE OVEJA
*LÁMINA DE YESO

AISLANTE

DETALLE MURO 2

*LADRILLO MACIZO
*ESPUMA PROYECTADA
*LÁMINA DE MDF

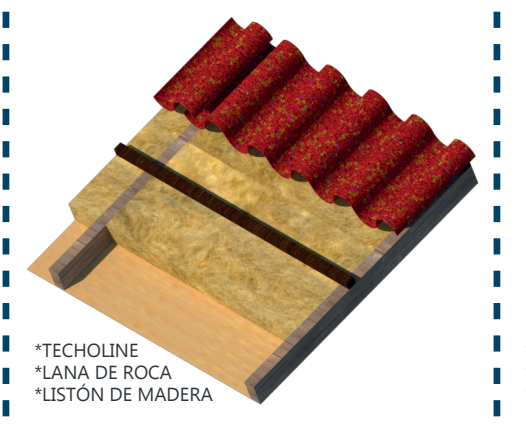
AISLANTE

DETALLE MURO 3

*REVOQUE 3CM
*LADRILLO MACIZO
*REVOQUE 3CM

CAPTADOR

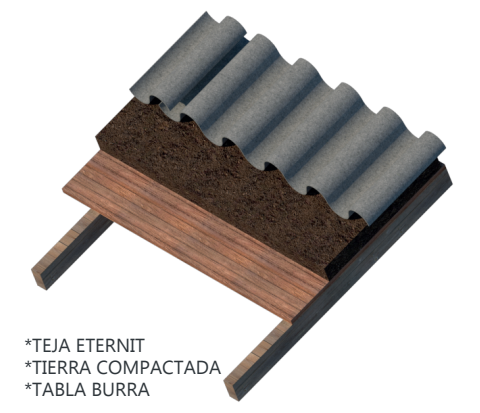
DETALLE CUBIERTA 1



*TECHOLINE
*LANA DE ROCA
*LISTÓN DE MADERA

AISLANTE

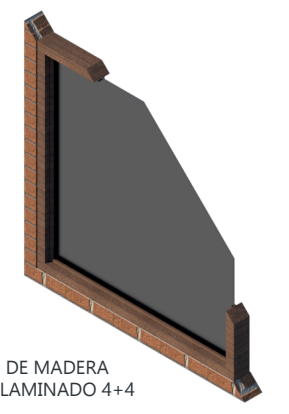
DETALLE CUBIERTA 2



*TEJA ETERNIT
*TIERRA COMPACTADA
*TABLA BURRA

CAPTADOR

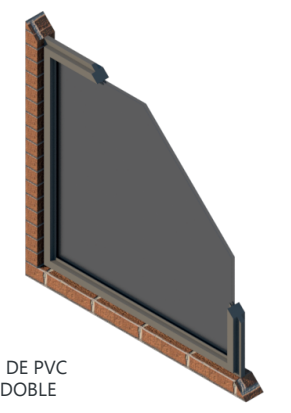
DETALLE VENTANERIA 1



*MARCO DE MADERA
*VIDRIO LAMINADO 4+4

AISLANTE

DETALLE VENTANERIA 2



*MARCO DE PVC
*VIDRIO DOBLE

AISLANTE

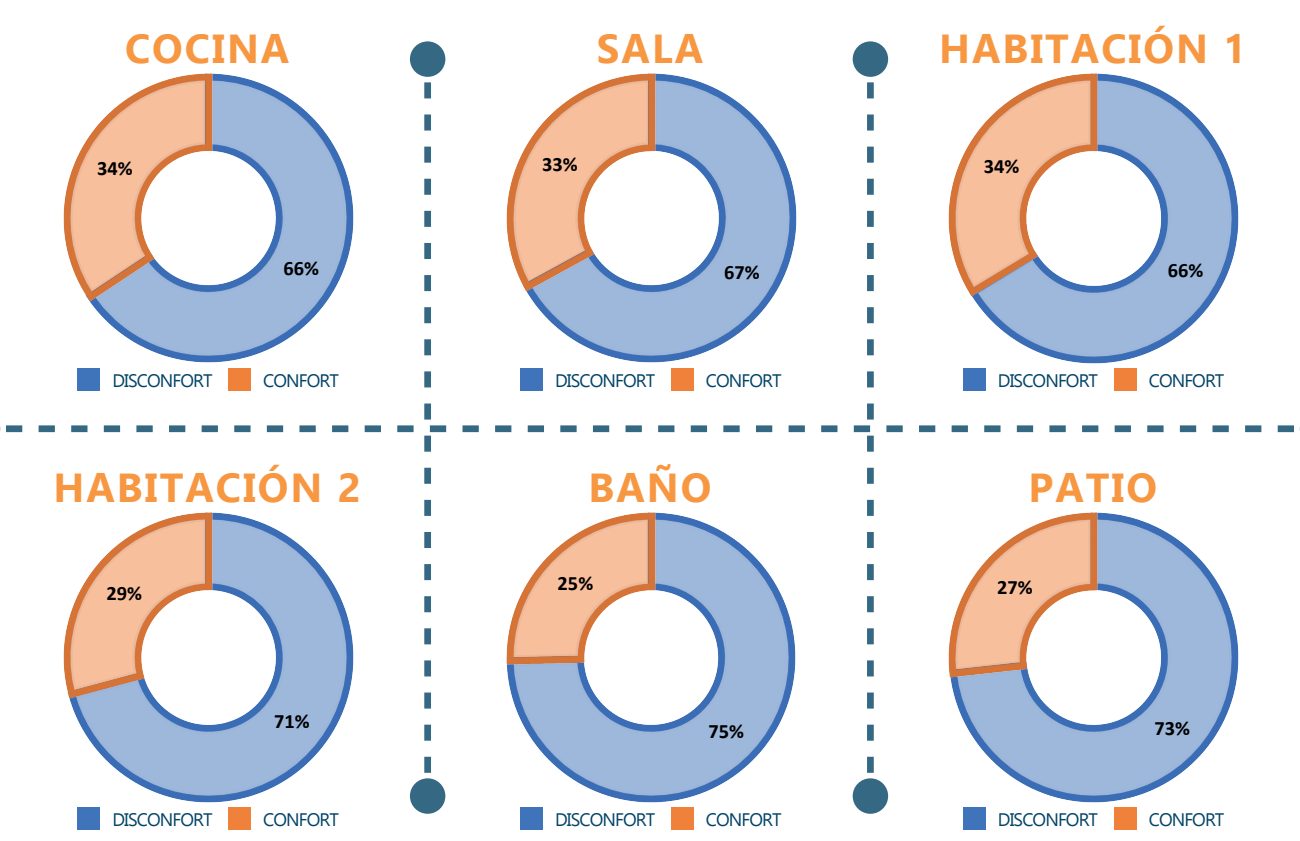
SIMULACIONES MEJORADAS

SIMULACIÓN 3 M1-C2-V1 29% DE HORAS CONFORT

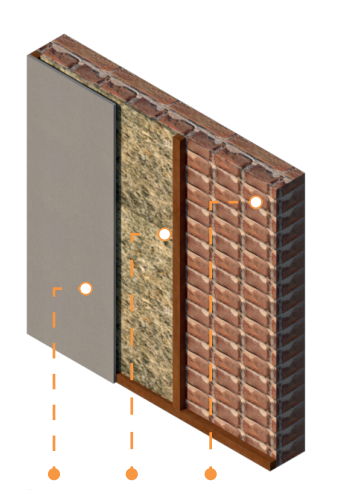
COMBINACIÓN DE MATERIALES

	MATERIAL	FACTOR RESISTENCIA
	Nombre	W/m2K
MURO	Ladrillo Macizo	0,173076923
	Lana de Oveja	0,220994475
	Lámina de Yeso	0,0508
	VALOR U	
	1,307409327	
CUBIERTA	Teja Eternit	0,044444444
	Tierra Compacta	0,063157895
	Listón de Madera	0,422857143
	VALOR U	
	1,175834971	
VENTANERÍA	Marco de Madera	0,041958042
	Vidrio Laminado	0,008
	VALOR U	
	2,703009224	

En la **simulación número 3** se tienen una combinación de materiales captadores en la cubierta con un **valor U de 1.17 W/M2K** mientras que en los muros se implementan elementos aislantes con un valor **U de 1.30 W/M2K.**

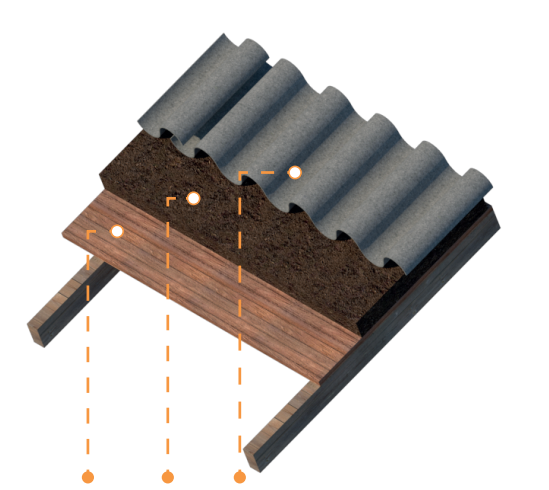


MURO 1 AISLANTE



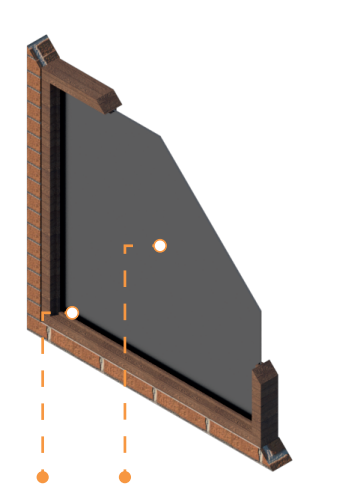
VALOR U: 1.62

CUBIERTA 2 CAPTADOR



VALOR U: 2.52

VENTANERÍA 1 AISLANTE



VALOR U: 2.70

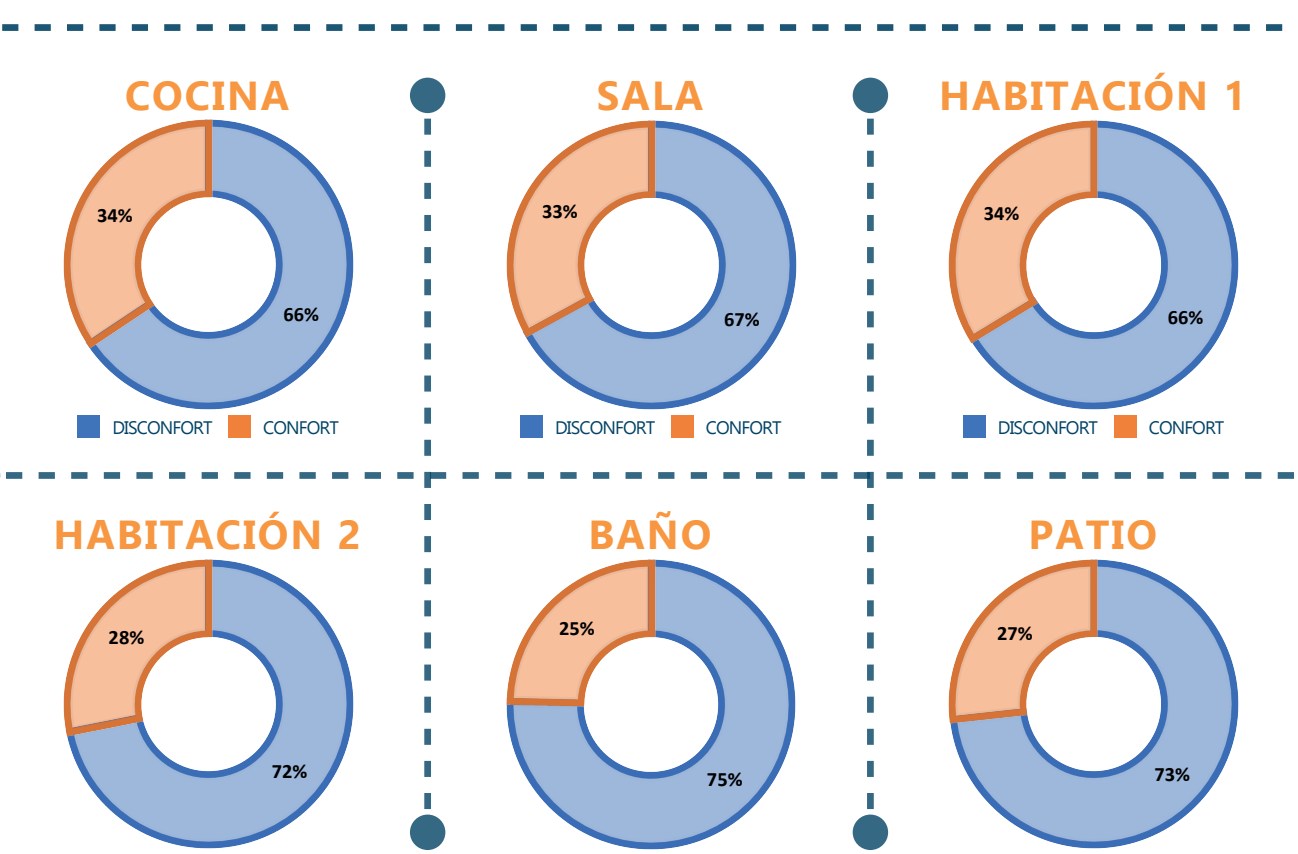
En la **combinación 3 denominada M1-C2-V1 se obtienen una mejora de 20%** promedio frente a la cantidad de horas confort en el año al interior de la vivienda, esto debido a la **implementación de materiales tanto de tipo aislantes en muros, como lo son los conductores ubicados en la cubierta**, mejorando debido a la cantidad de horas que la cubierta recibe energía del sol permitiendo el ingreso de la misma y manteniendola al interior por **medio del aislamiento que existe en los muros perimetrales de la vivienda.**

SIMULACIÓN 4 M1-C2-V2 29% DE HORAS CONFORT

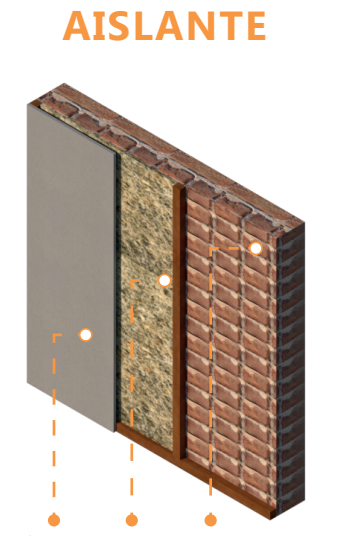
COMBINACIÓN DE MATERIALES

	MATERIAL	FACTOR RESISTENCIA
	Nombre	W/m2K
MURO	Ladrillo Macizo	0,173076923
	Lana de Oveja	0,220994475
	Lámina de Yeso	0,0508
	VALOR U	
	1,307409327	
CUBIERTA	Teja Eternit	0,044444444
	Tierra Compacta	0,063157895
	Listón de Madera	0,422857143
	VALOR U	
	1,175834971	
VENTANERÍA	Marco de PVC	0,030076923
	Vidrio Doble	0,042424242
	VALOR U	
	2,547763138	

En la **simulación número 4** se tienen materiales captadores en cubierta con un **valor U de 1.17 W/M2K** mientras que en los muros seimplementan un elemento aislante con un **valor u de 1.30 W/M2K** con una variación en la ventanería con cámara sencilla con un **valor u de 2.54 W/M2K.**

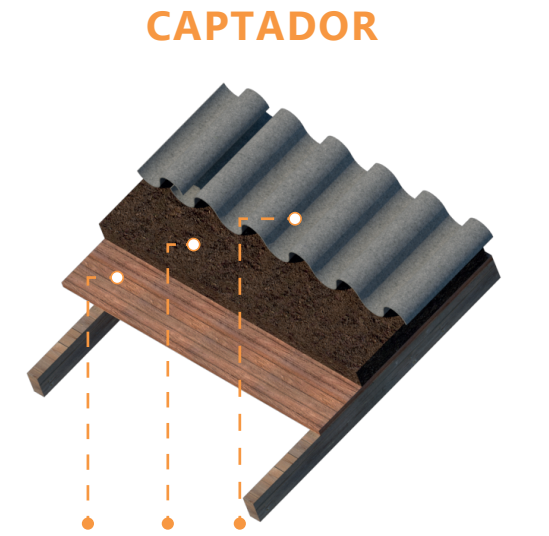


MURO 1 AISLANTE



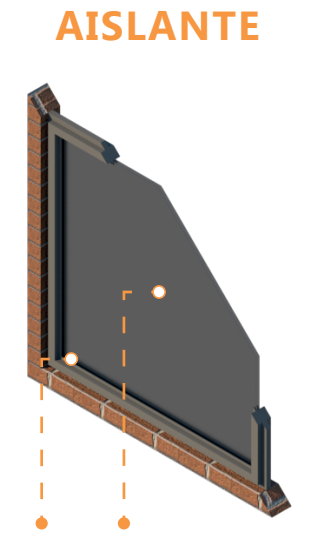
VALOR U: 1.62

CUBIERTA 2 CAPTADOR



VALOR U: 2.52

VENTANERÍA 2 AISLANTE



VALOR U: 2.54

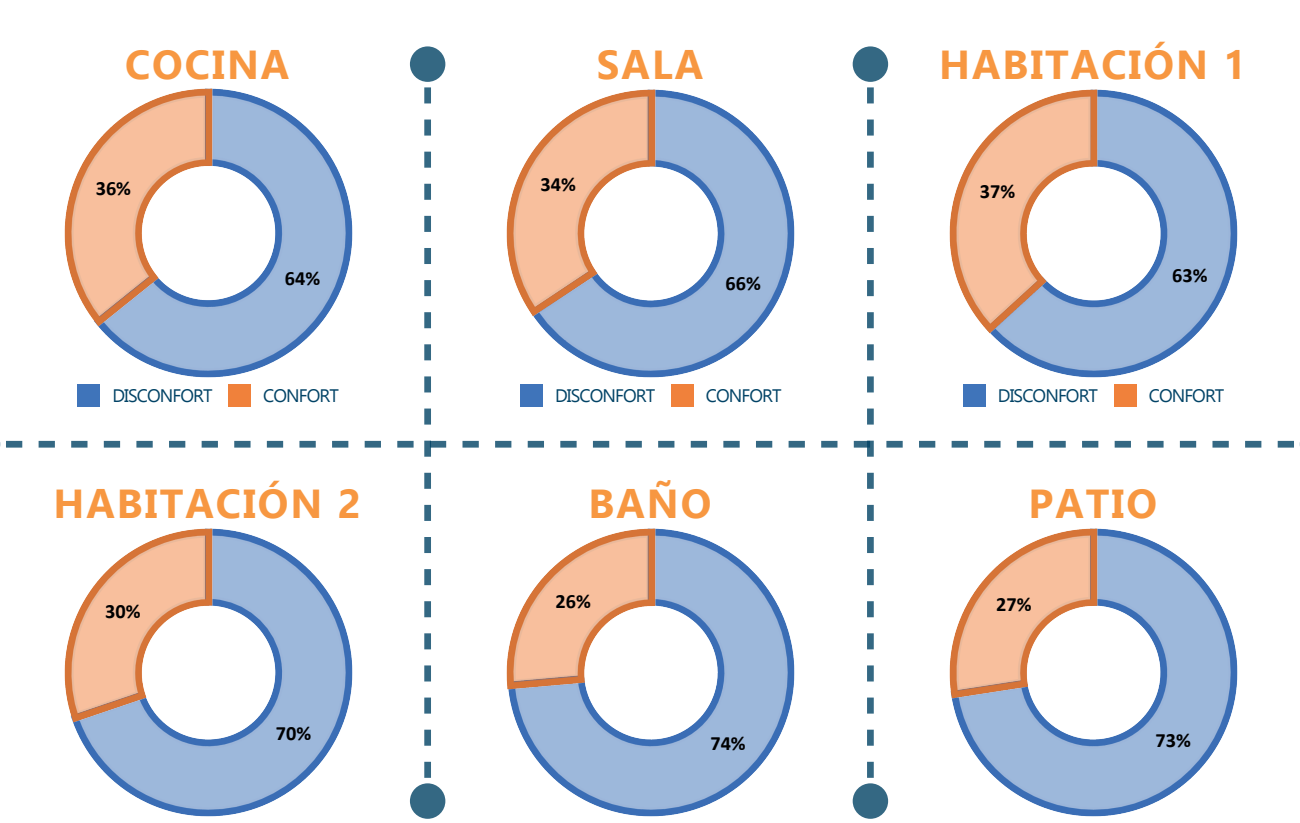
En la **combinación numero 4 denominada M1-C2-V2 se obtienen mejoras al rededor del 20%** por recinto frente a la simulacion base, esto debido a la cantidad de horas que la **cubierta captadora recibe energía, trasmitiendola al interior de cada uno de los recintos y manteniendola gracias a los muros aislantes** compuestos por láminas de lana de oveja y láminas de yeso de media pulgada que se encuentran en la periferia de la vivienda mejorando **manteniendo la temperatura operacional durante un mayor periodo de tiempo al interior de la vivienda.**

SIMULACIÓN 7 M2-C2-V1 31% DE HORAS CONFORT

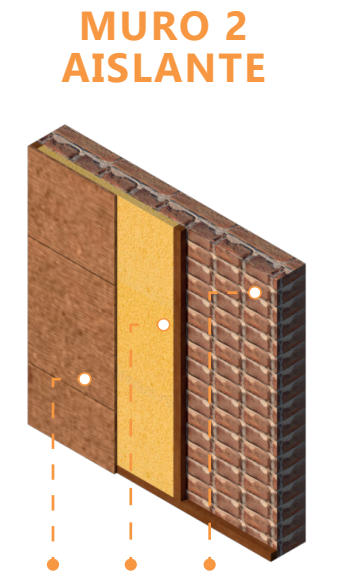
COMBINACIÓN DE MATERIALES

	MATERIAL	FACTOR RESISTENCIA
	Nombre	W/m2K
MURO	Ladrillo Macizo	0,173076923
	Espuma Expansiva	0,543478261
	Madera MDF	0,045
	VALOR U	
	0,924594524	
CUBIERTA	Teja Eternit	0,044444444
	Tierra Compacta	0,063157895
	Listón de Madera	0,422857143
	VALOR U	
	1,175834971	
VENTANERÍA	Marco de Madera	0,041958042
	Vidrio Laminado	0,008
	VALOR U	
	2,703009224	

En la **simulación número 7** se simula una combinación de materiales captadores en la cubierta con un **valor U de 1.17 W/M2K** mientras que en los muros se implementan elementos aislantes con un **valor U de 0.92 W/M2K.**

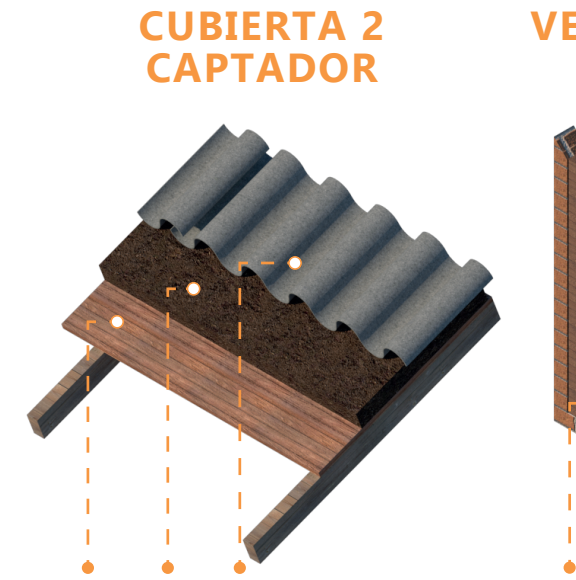


MURO 2 AISLANTE



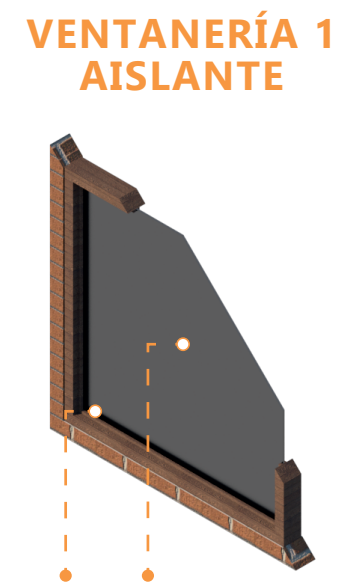
VALOR U: 1.62

CUBIERTA 2 CAPTADOR



VALOR U: 2.52

VENTANERÍA 1 AISLANTE



VALOR U: 2.54

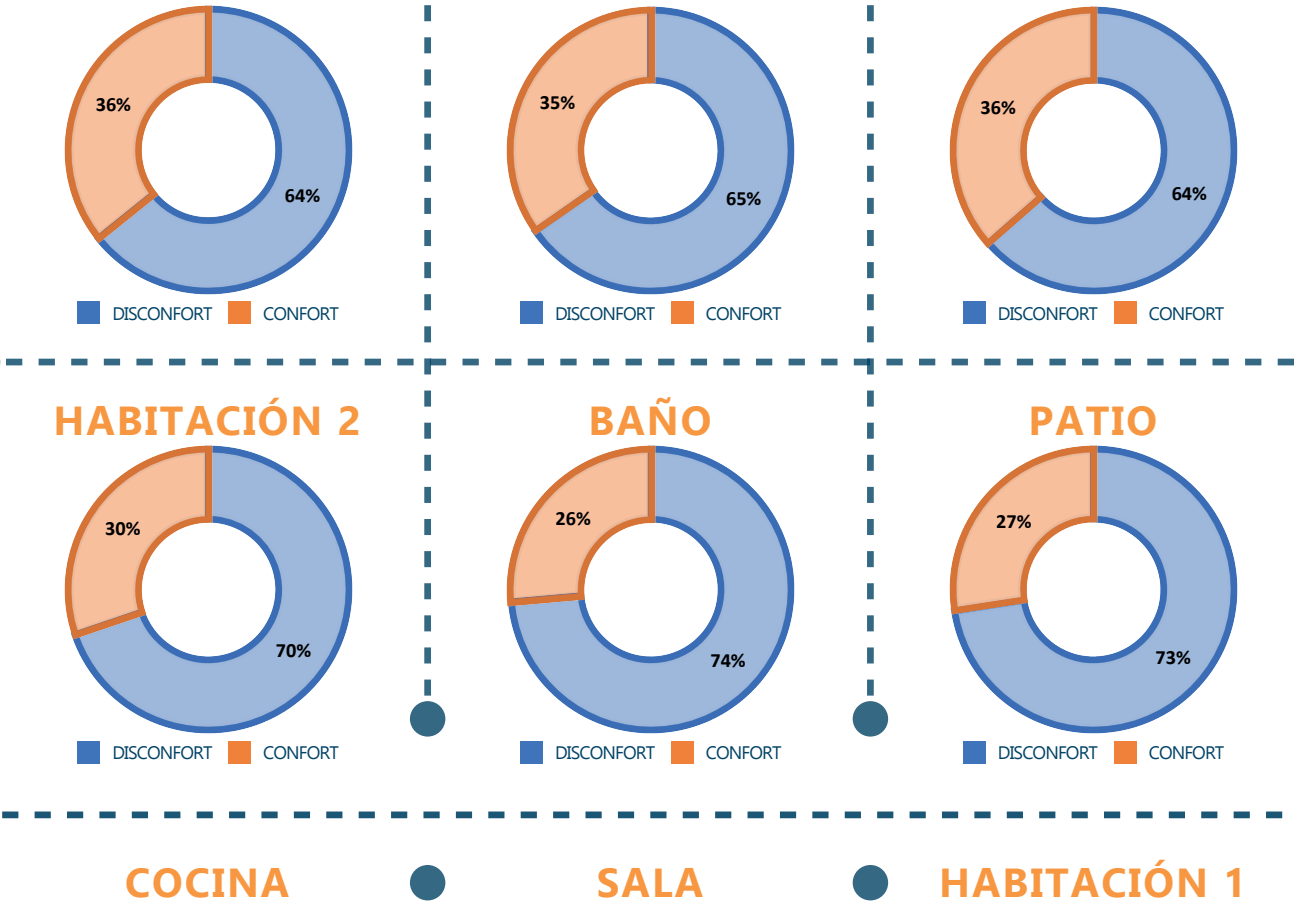
En la **combinación 7 denominada M2-C2-V1 se obtiene una mejora del 25% promedio frente a la cantidad de horas confort** en el año al interior de la vivienda, esto debido a la implementación de materiales tanto **aislantes en muros, como conductores ubicados en la cubierta**, mejorando debido a la cantidad de horas que la cubierta recibe energía del sol permitiendo el ingreso de la misma y manteniendola al interior **por medio del aislamiento que existe en los muros perimetrales de la vivienda. Siendo una de las mejores opciones debido a combinación de materiales tanto en muros como cubierta y ventanería.**

SIMULACIÓN 8 M2-C2-V2 31% DE HORAS CONFORT

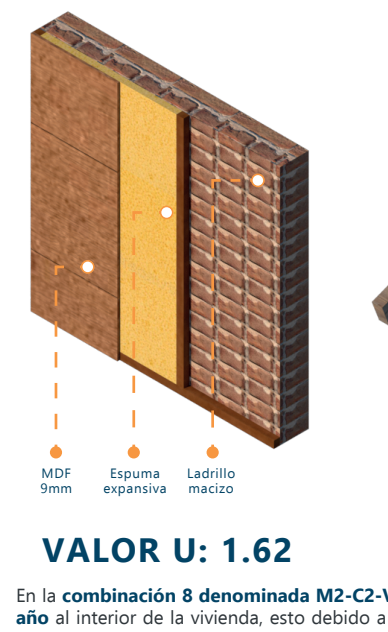
COMBINACIÓN DE MATERIALES

	MATERIAL	FACTOR RESISTENCIA
	Nombre	W/m2K
MURO	Ladrillo Macizo	0,173076923
	Espuma Expansiva	0,543478261
	Madera MDF	0,045
	VALOR U	
	0,924594524	
CUBIERTA	Teja Eternit	0,044444444
	Tierra Compacta	0,063157895
	Listón de Madera	0,422857143
	VALOR U	
	1,175834971	
VENTANERÍA	Marco de PVC	0,030076923
	Vidrio Doble	0,042424242
	VALOR U	
	2,547763138	

En la **simulación número 8** se tienen materiales captadores en cubierta con un **valor U de 1.17 W/M2K** mientras que en los muros se tiene un elemento **aislante con un valor u de 0.92 W/M2K** con una variación en la ventanería con cámara sencilla con un **valor u de 2.54 W/M2K.**



MURO 2 AISLANTE



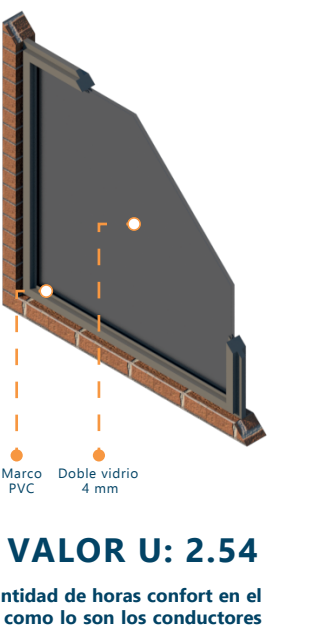
VALOR U: 1.62

CUBIERTA 2 CAPTADOR

Listones de medera
Tierra compactada
Teja eternit

VALOR U: 2.52

VENTANERÍA 2 AISLANTE



VALOR U: 2.54

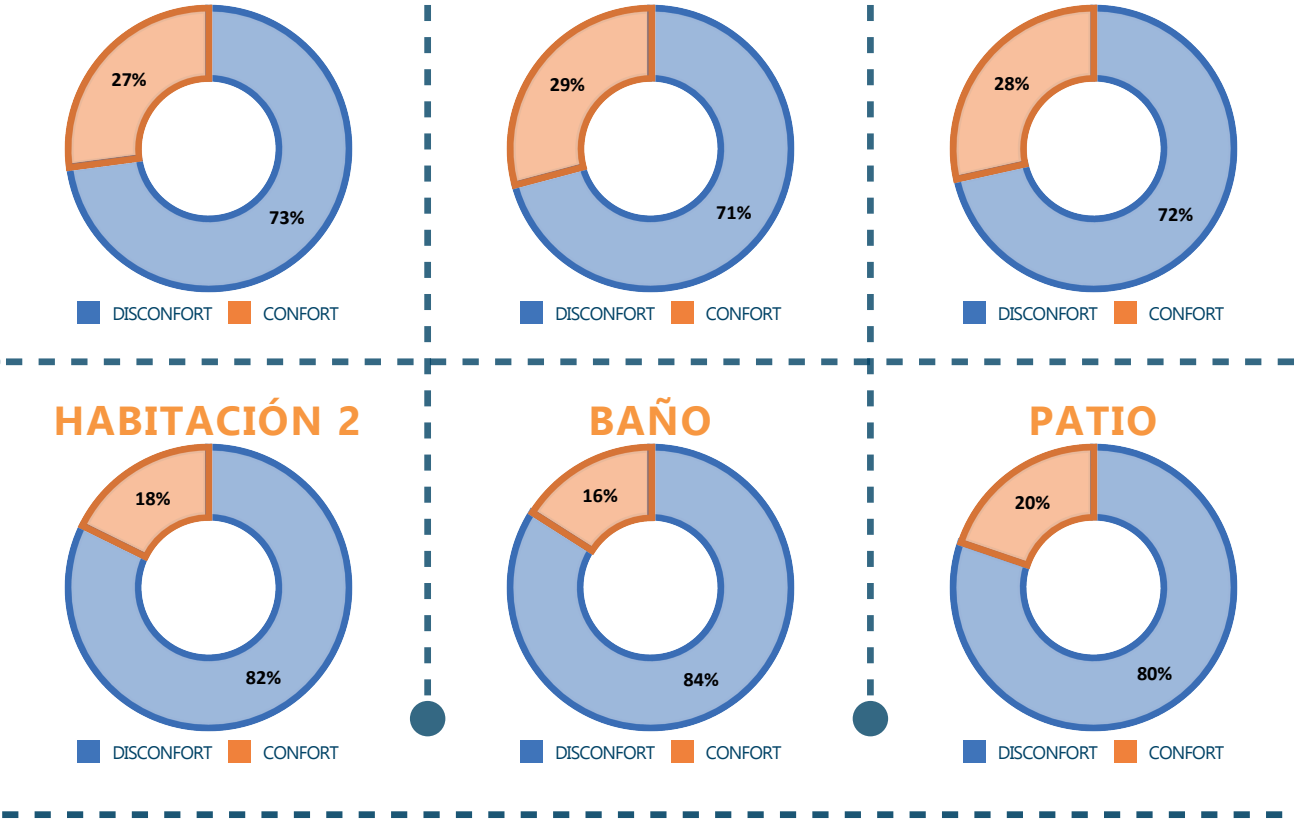
En la **combinación 8 denominada M2-C2-V2** se obtiene una mejora de 25% promedio frente a la cantidad de horas confort en el año al interior de la vivienda, esto debido a la implementación de materiales tanto **aislantes en muros, como lo son los conductores ubicados en la cubierta**, mejorando debido a la cantidad de horas que la cubierta recibe energía del sol permitiendo el ingreso de la misma y manteniendola al interior por medio del aislamiento que existe en los muros perimetrales de la vivienda. **Siendo una de las mejores opciones debido a combinación de materiales tanto en muros como cubierta y ventanería.**

SIMULACIÓN 11 M3-C2-V1 23% DE HORAS CONFORT

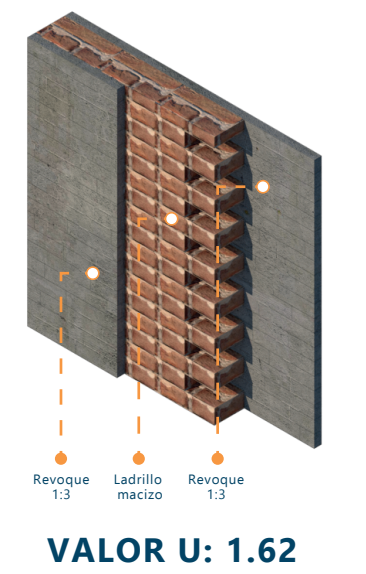
COMBINACIÓN DE MATERIALES

	MATERIAL	FACTOR RESISTENCIA
	Nombre	W/m2K
MURO	Revoque	0,056603774
	Ladrillo Macizo	0,173076923
	Revoque	0,056603774
	VALOR U	
	1,649390755	
CUBIERTA	Teja Eternit	0,044444444
	Tierra Compacta	0,063157895
	Listón de Madera	0,422857143
	VALOR U	
	1,175834971	
VENTANERÍA	Marco de Madera	0,041958042
	Vidrio Laminado	0,008
	VALOR U	
	2,703009224	

En la **simulación número 11** se tienen una combinación de materiales de tipo captador en la cubierta con un **valor U de 1.17 W/M2K** mientras que en los muros se implementan elementos **aislantes con un valor U de 1.64 W/M2K.**



MURO 3 CAPTADOR



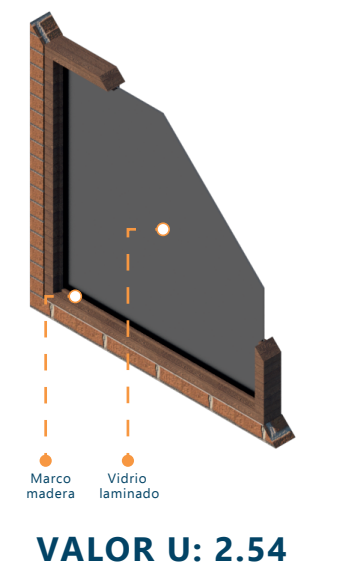
VALOR U: 1.62

CUBIERTA 2 CAPTADOR

Listones de medera
Tierra compactada
Teja eternit

VALOR U: 2.52

VENTANERÍA 1 AISLANTE



VALOR U: 2.54

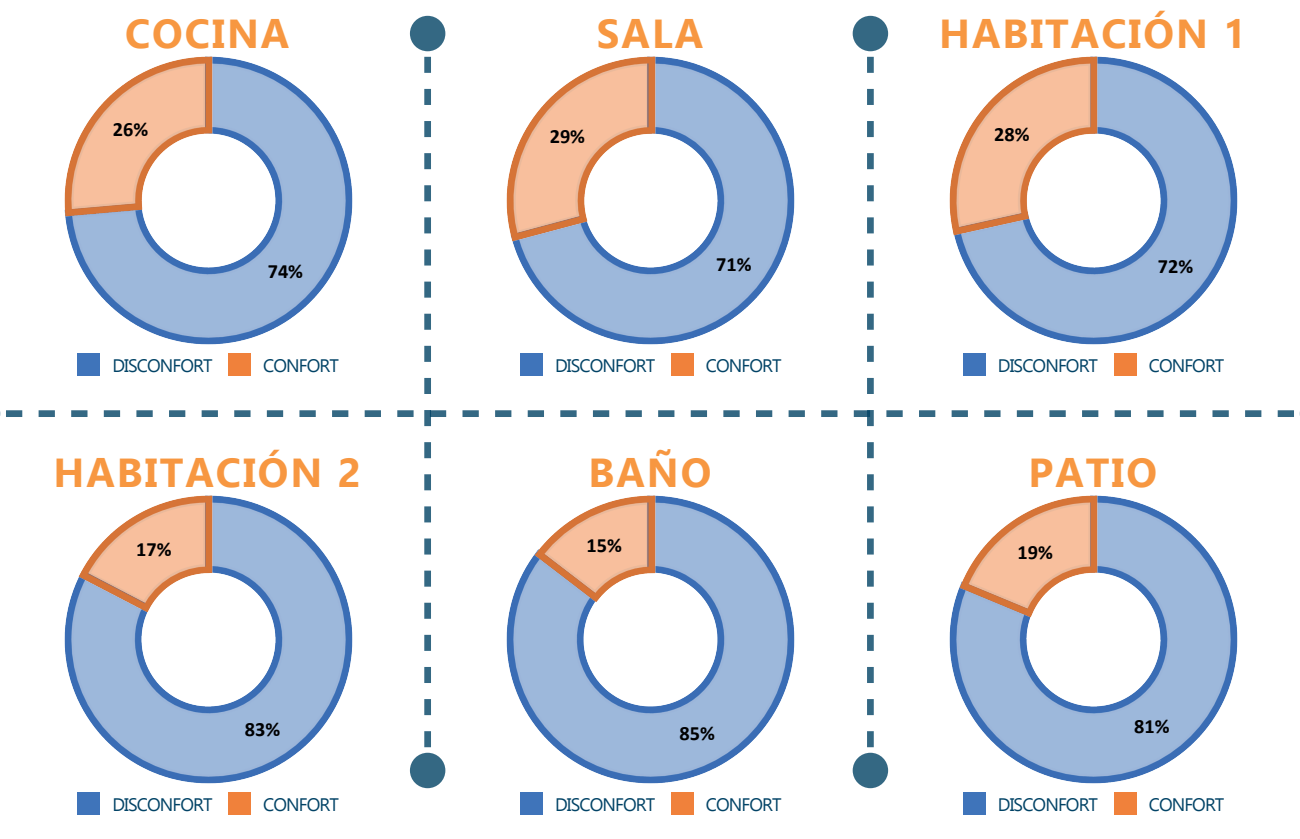
En la **combinación 11 denominada M3-C1-V1 se obtienen una mejora de 10% promedio frente a la cantidad de horas confort en el año** al interior de la vivienda, esto debido a la implementación de **materiales tanto de tipo captador con revoque de 3cm al interior y al exterior del muro como en la cubierta**, captando por todo el perimetro de la vivienda energía, durante las horas del día, sin embargo, al estar compuesta por materiales de tipo captador no se **mantiene la energía al interior de la vivienda haciendo que los recintos se enfrien con mayor facilidad.**

SIMULACIÓN 12 M3-C2-V2 22% DE HORAS CONFORT

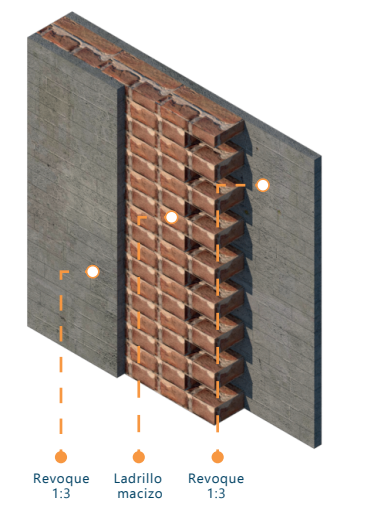
COMBINACIÓN DE MATERIALES

	MATERIAL	FACTOR RESISTENCIA
	Nombre	W/m2K
MURO	Revoque	0,056603774
	Ladrillo Macizo	0,173076923
	Revoque	0,056603774
	VALOR U	
	1,649390755	
CUBIERTA	Teja Eternit	0,044444444
	Tierra Compacta	0,063157895
	Listón de Madera	0,422857143
	VALOR U	
	1,175834971	
VENTANERÍA	Marco de PVC	0,030076923
	Vidrio Doble	0,042424242
	VALOR U	
	2,547763138	

En la **simulación número 12** se tienen materiales captadores en cubierta con un **valor U de 1.17 W/M2K** mientras que en los muros se tiene un elemento **aislante con un valor u de 1.64 W/M2K** con una variación en la ventanería con cámara sencilla con un **valor u de 2.54 W/M2K.**

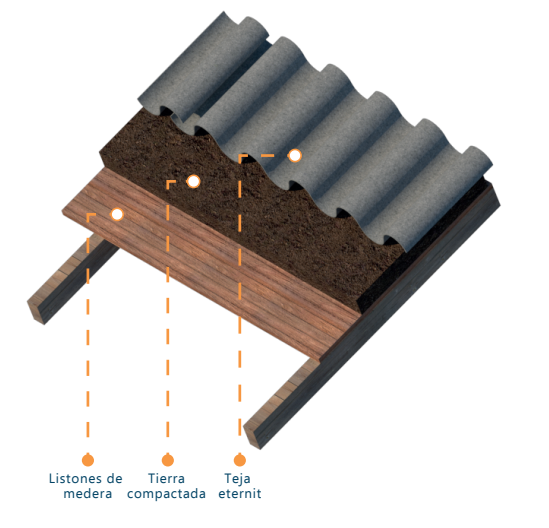


MURO 3 CAPTADOR



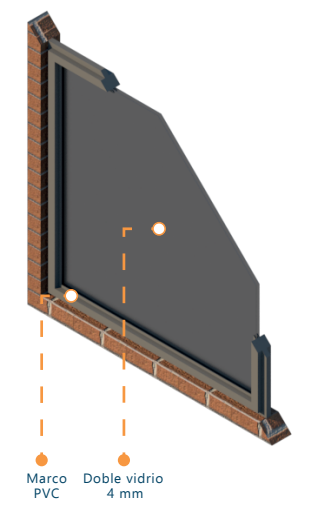
VALOR U: 1.62

CUBIERTA 2 CAPTADOR



VALOR U: 2.52

VENTANERÍA 2 AISLANTE

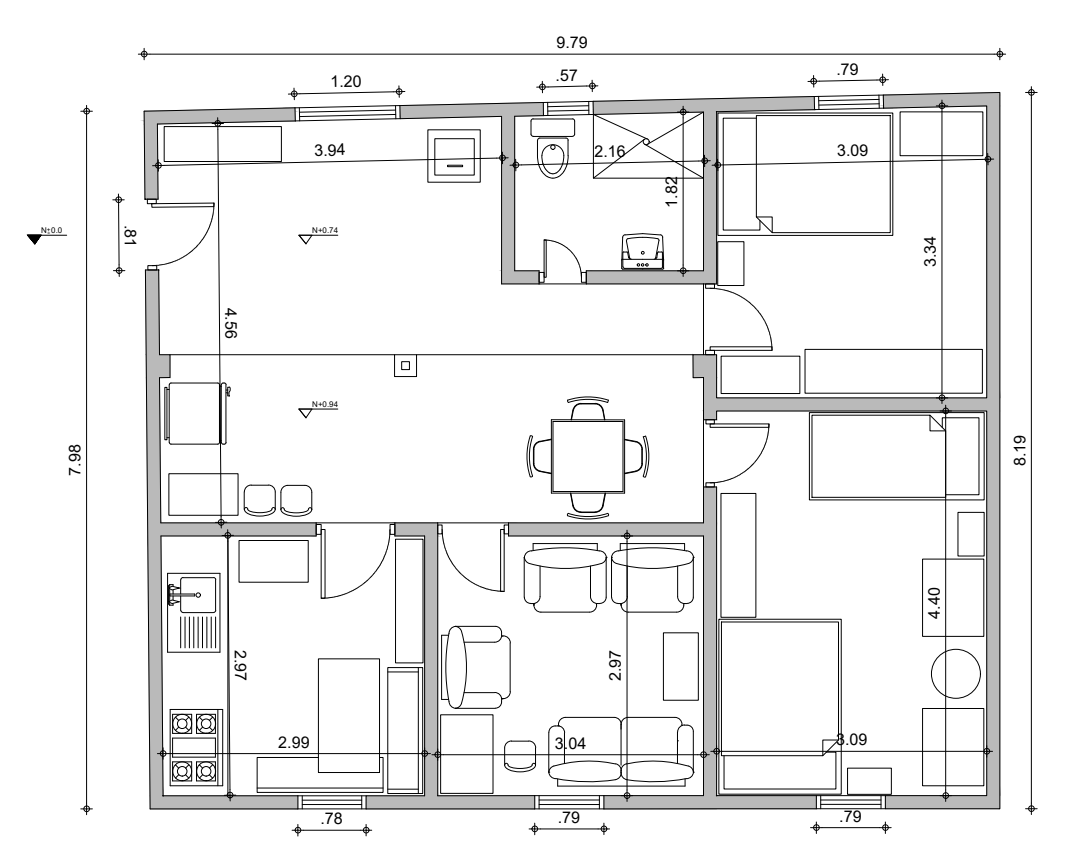


VALOR U: 2.54

En la **combinación 12 denominada M3-C2-V1 se obtienen una mejora de 10% promedio frente a la cantidad de horas confort en el año** al interior de la vivienda, esto debido a la implementación de **materiales captadores tanto en la cubierta como en los muros con revoque de 3cm al interior y al exterior del muro como en la cubierta**, captando por todo el perimetro de la vivienda energía, durante las horas del día, sin embargo al estar compuesta por materiales captadores **no se mantiene la energía al interior de la vivienda haciendo que los recintos se enfrien con mayor facilidad.**

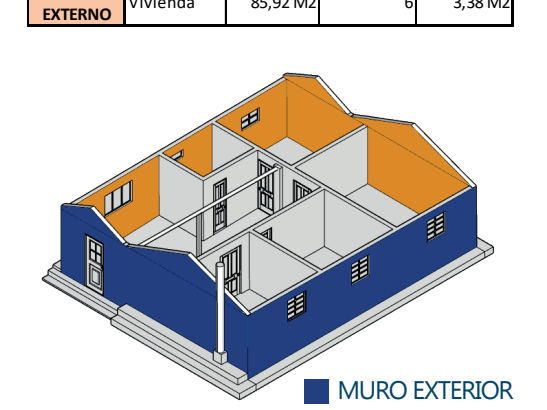
MEMORIA DE CANTIDADES PLANTA

MEMORIA DE CANTIDADES PLANTA NIVEL 1

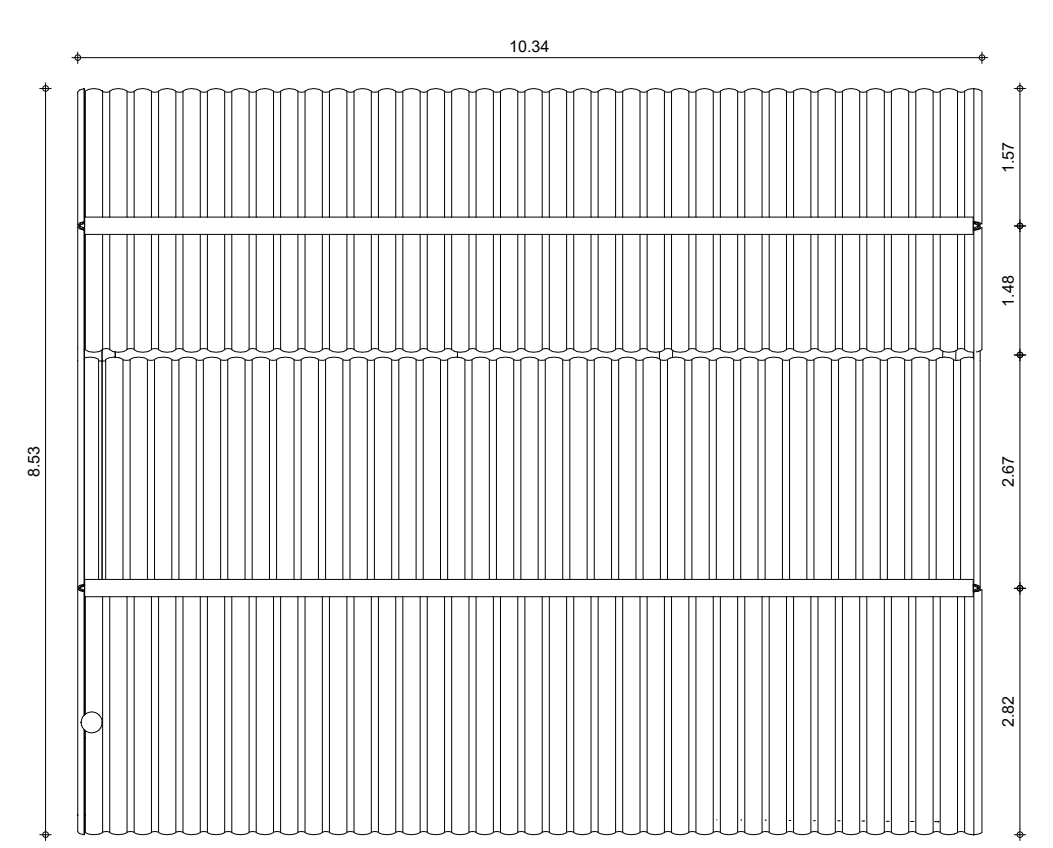


CUADRO DE ÁREAS

	RECINTO	ÁREA	VANOS	ÁREA
MURO INTERNO 80.98	Cocina	13,4 M2	1	0,62 M2
	Sala	6,52 M2	1	0,62 M2
	Habitación 1	16,98 M2	1	0,62 M2
	Habitación 2	14,72 M2	1	0,39 M2
	Baño	4,92 M2	1	0,16 M2
	Patio	17,43 M2	1	0,96 M2
MURO EXTERNO	Vivienda	85,92 M2	6	3,38 M2

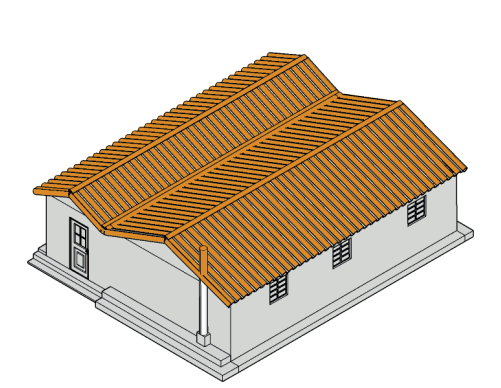


MEMORIA DE CANTIDADES PLANTA CUBIERTA



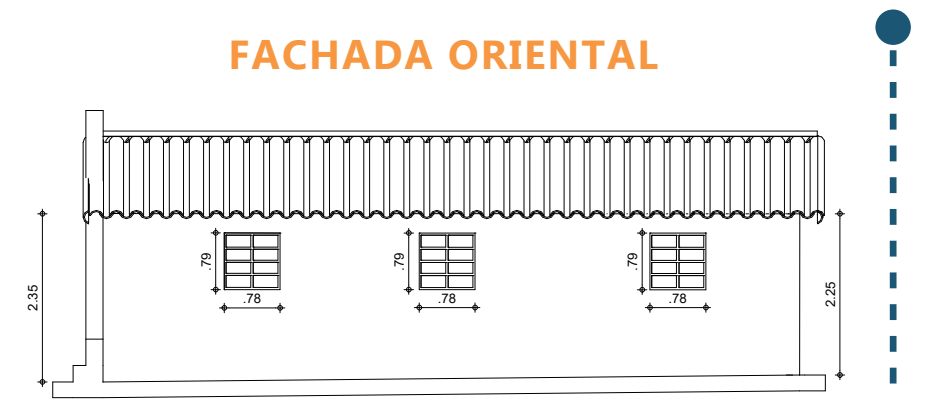
CUADRO DE ÁREAS

	RECINTO	ÁREA
SECCIÓN	Sección número 1	14,64 M2
	Sección número 2	15,02 M2
	Sección número 3	27,11 M2
	Sección número 4	27,69 M2
CUBIERTA TOTAL	Vivienda	96.98 M2



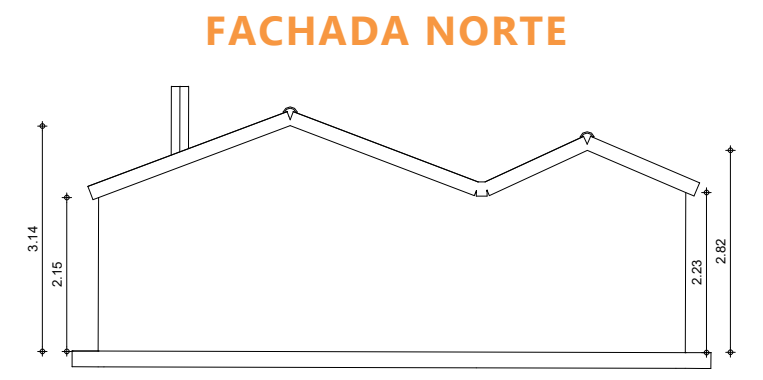
MEMORIA DE CANTIDADES ALZADOS

FACHADA ORIENTAL



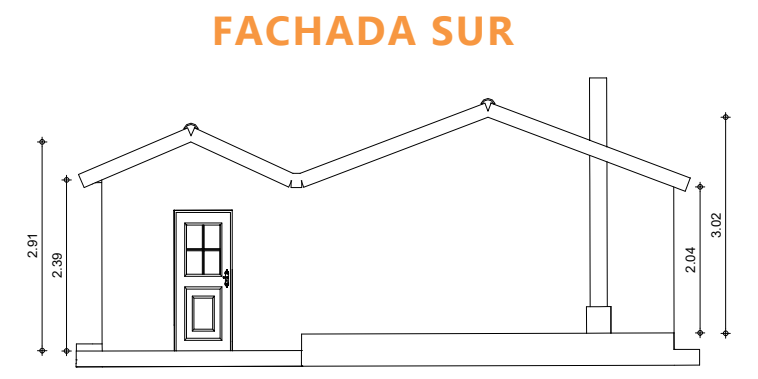
La fachada **oriental cuenta con 3 ventanas, cada una de ellas de 0.78 metros por 0.79 metros con un área total de 1.84 metros cuadrados** de ventanería en esta fachada, el muro en su cara exterior cuenta con una longitud de 9.72 metros cuadrados con una altura de 2.35 metros y de 2.25 metros respectivamente **teniendo un área total de 20.98 metros cuadrados.**

FACHADA NORTE



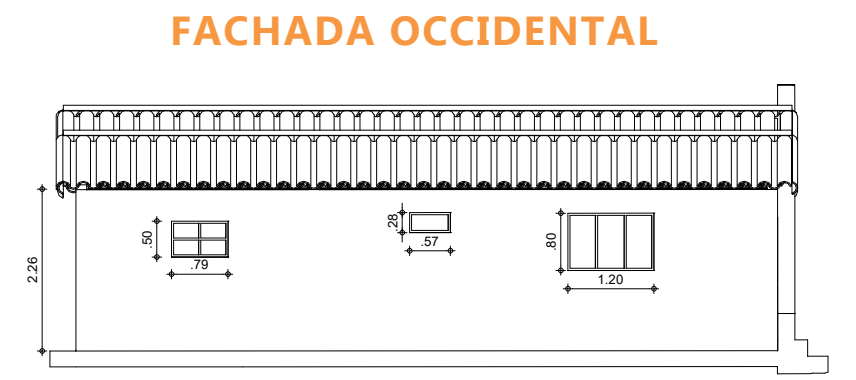
La fachada norte **no cuenta con ningun tipo de apertura o ventana**, sin embargo esta fachada cuenta con una longitud total de **8.19 metros y sus alturas varían entre los 2.15 metros y 3.14 metros en el punto más alto, contando con un área de 22.81 metros cuadrados.**

FACHADA SUR



La fachada sur **no cuenta con ninguna apertura o ventana**, sin embargo esta fachada cuenta con una longitud total de **7.98 metros y sus alturas varían entre 2.04 metros y 3.02 metros en el punto más alto, contando con un área de 20.64 metros cuadrados.**

FACHADA OCCIDENTAL



La fachada occidental cuenta con **3 ventanas con diferentes tamaños, las cuales suman un total de 1.51 metros cuadrados** de ventanería en esta fachada, el muro en su cara exterior cuenta con una **longitud de 9.79 metros cuadrados con una altura de 2.26 metros y de 2.20 metros respectivamente teniendo un área de 21.49 metros cuadrados.**

CONSOLIDACIÓN VIVIENDA ESTUDIO DE CASO

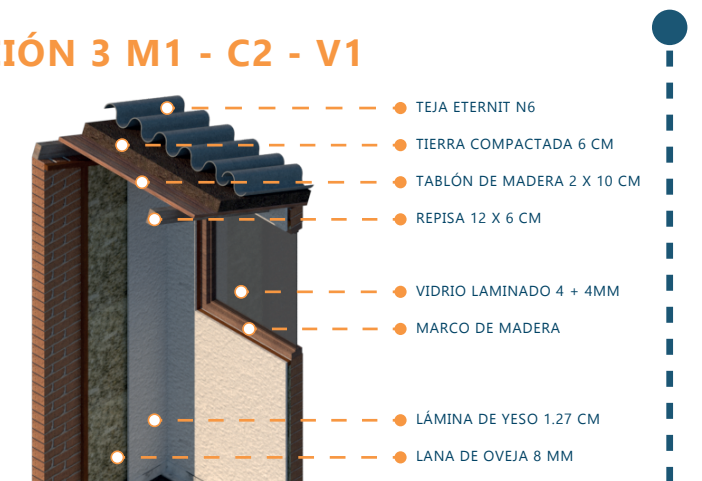
SIMULACIÓN 3 M1 - C2 - V1

PRECIO M2 CUBIERTA
$ 239.818 COP
X 96.71 M2 = 23'192.888 COP

PRECIO M2 MURO PERIMETRAL
$ 413.146 COP
X 80.98 M2 = 33'456.571 COP

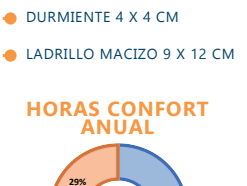
PRECIO M2 VENTANERÍA
$ 202.538 COP
X 3.38 M2 = 973.469 COP

COSTO TOTAL DE LA INTERVENCIÓN
$ 57.622.929 COP



EMISIONES CO2: 82.714 CO2/KG
GASTO ENERGÉTICO: 495.918 MJ/ KG

HORAS CONFORT ANUAL



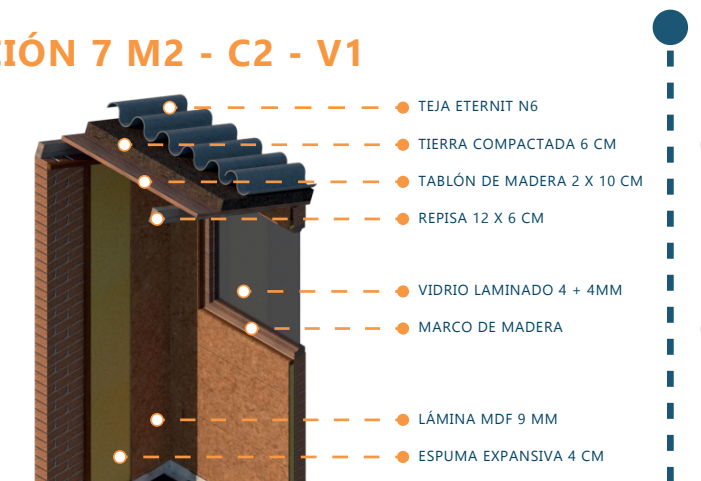
SIMULACIÓN 7 M2 - C2 - V1

PRECIO M2 CUBIERTA
$ 239.818 COP
X 96.71 M2 = 23'192.888 COP

PRECIO M2 MURO PERIMETRAL
$ 202.089 COP
X 80.98 M2 = 16'365.197 COP

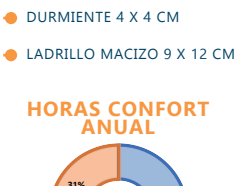
PRECIO M2 VENTANERÍA
$ 202.538 COP
X 3.38 M2 = 973.469 COP

COSTO TOTAL DE LA INTERVENCIÓN
$ 40.531.524 COP



EMISIONES CO2: 85.927 CO2/ KG
GASTO ENERGÉTICO: 541.803 MJ/KG

HORAS CONFORT ANUAL



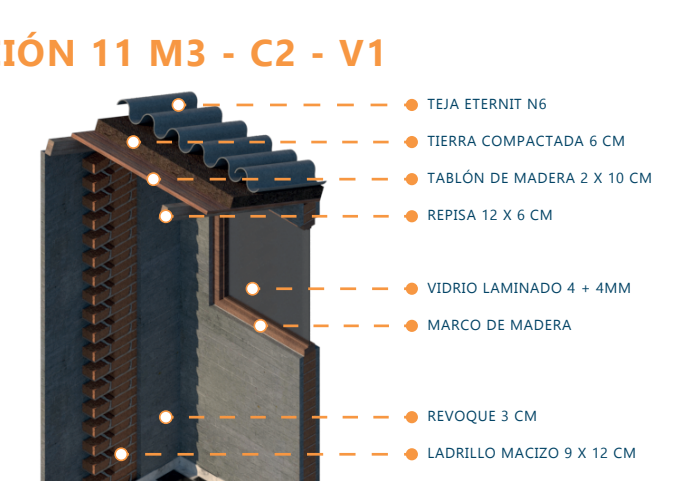
SIMULACIÓN 11 M3 - C2 - V1

PRECIO M2 CUBIERTA
$ 239.818 COP
X 96.71 M2 = 23'192.888 COP

PRECIO M2 MURO PERIMETRAL
$ 102.955 COP
X 80.98 M2 = 6'307.901 COP

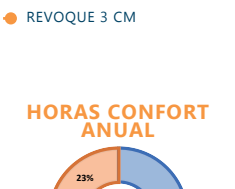
PRECIO M2 VENTANERÍA
$ 202.538 COP
X 3.38 M2 = 973.469 COP

COSTO TOTAL DE LA INTERVENCIÓN
$ 30.474.258 COP



EMISIONES CO2: 83.553 CO2/ KG
GASTO ENERGÉTICO: 504.431 MJ/KG

HORAS CONFORT ANUAL



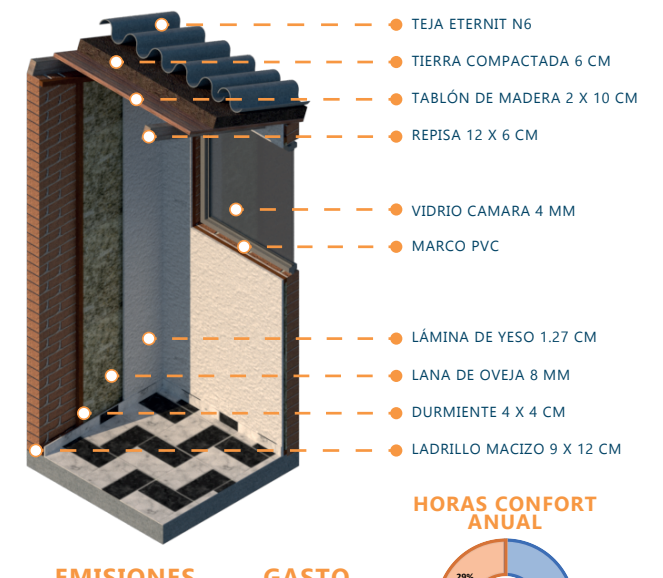
SIMULACIÓN 4 M1 - C2 - V2

PRECIO M2 CUBIERTA
$ 239.818 COP
X 96.71 M2 = 23'192.888 COP

PRECIO M2 MURO PERIMETRAL
$ 413.146 COP
X 80.98 M2 = 33'456.571 COP

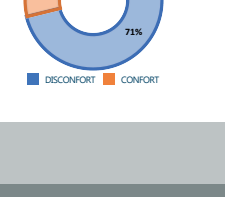
PRECIO M2 VENTANERÍA
$ 345.003 COP
X 3.38 M2 = 1'793.390 COP

COSTO TOTAL DE LA INTERVENCIÓN
$ 54.442.850 COP



EMISIONES CO2: 82.140 CO2/ KG
GASTO ENERGÉTICO: 489.703 MJ/KG

HORAS CONFORT ANUAL



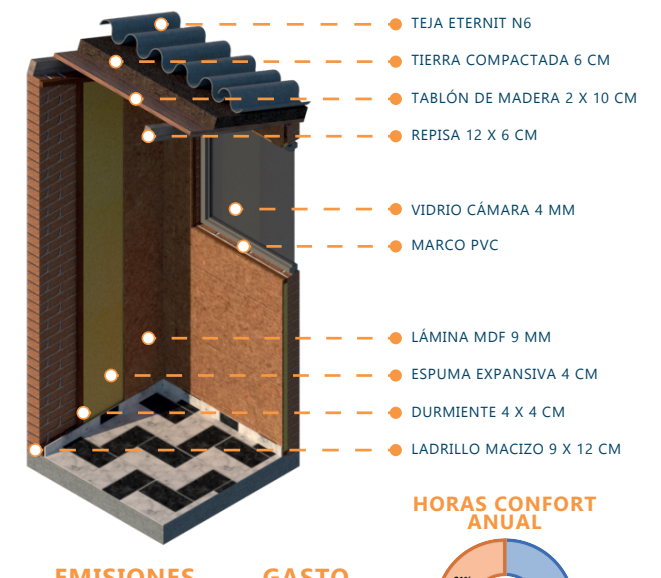
SIMULACIÓN 8 M2 - C2 - V2

PRECIO M2 CUBIERTA
$ 239.818 COP
X 96.71 M2 = 23'192.888 COP

PRECIO M2 MURO PERIMETRAL
$ 202.089 COP
X 80.98 M2 = 16'365.197 COP

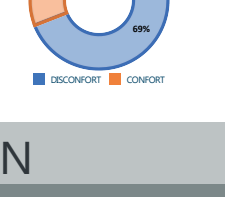
PRECIO M2 VENTANERÍA
$ 345.033 COP
X 3.38 M2 = 1'793.390 COP

COSTO TOTAL DE LA INTERVENCIÓN
$ 41.351.446 COP



EMISIONES CO2: 85.353 CO2/ KG
GASTO ENERGÉTICO: 535.588 MJ/KG

HORAS CONFORT ANUAL



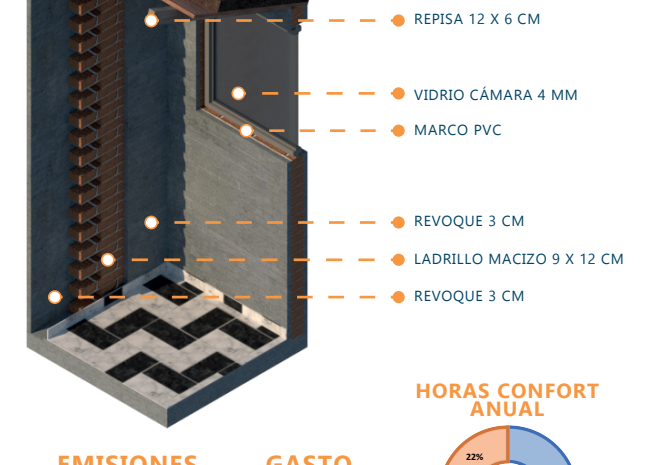
SIMULACIÓN 12 M3 - C2 - V2

PRECIO M2 CUBIERTA
$ 239.818 COP
X 96.71 M2 = 23'192.888 COP

PRECIO M2 MURO PERIMETRAL
$ 102.955 COP
X 80.98 M2 = 6'307.901 COP

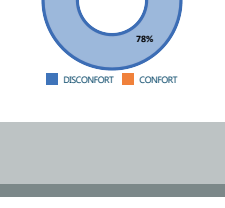
PRECIO M2 VENTANERÍA
$ 345.033 COP
X 3.38 M2 = 1'793.390 COP

COSTO TOTAL DE LA INTERVENCIÓN
$ 31.294.180 COP



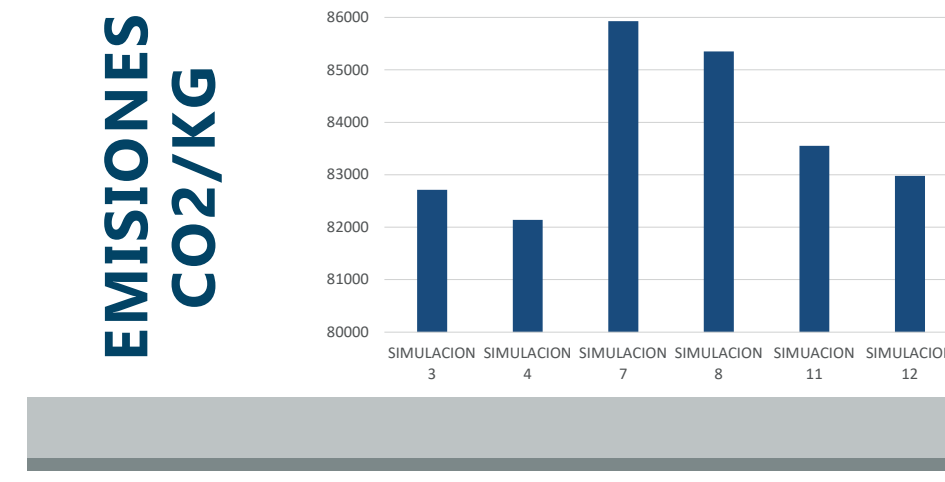
EMISIONES CO2: 82.980 CO2/ KG
GASTO ENERGÉTICO: 498.217 MJ/KG

HORAS CONFORT ANUAL



PARÁMETROS DE SIMULACIÓN

EMISIONES CO2/KG

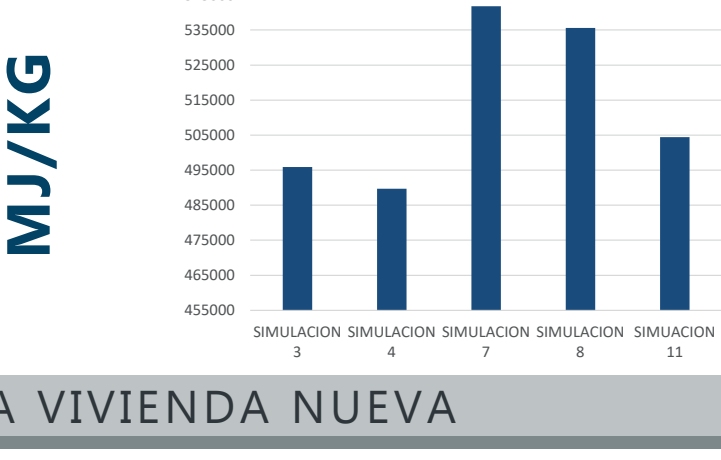


SIMULACIÓN 3 82.714 CO2/KG
SIMULACIÓN 4 82.140 CO2/KG
SIMULACIÓN 7 85.927 CO2/KG
SIMULACIÓN 8 85.353 CO2/KG
SIMULACIÓN 11 83.553 CO2/KG
SIMULACIÓN 12 82.980 CO2/KG

CALENTAMIENTO GLOBAL CO2/KG

Se tienen en cuenta todas las etapas de los materiales, desde la **fabricación del material, la instalación, el uso y la terminación o fin de uso del material, midiendo la cantidad de la energía producida en el ciclo de vida** del material y composición de cada una de las simulaciones presentadas.

ENERGÍA MJ/KG



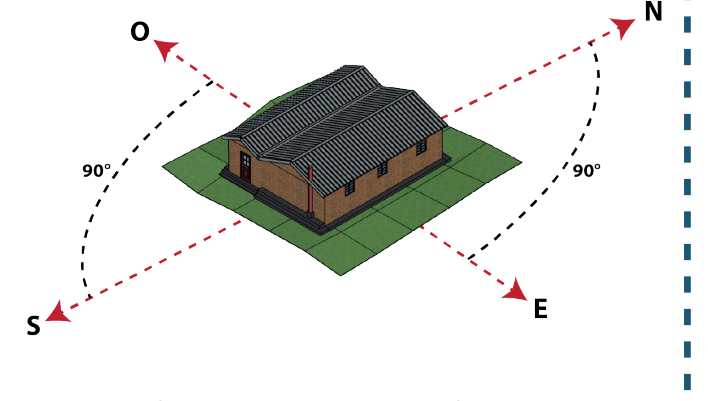
SIMULACIÓN 3 495.918 MJ/KG
SIMULACIÓN 4 489.703 MJ/KG
SIMULACIÓN 7 541.803 MJ/KG
SIMULACIÓN 8 535.588 MJ/KG
SIMULACIÓN 11 504.431 MJ/KG
SIMULACIÓN 12 498.217 MJ/KG

GASTO ENERGÉTICO MJ/KG

Se tienen en cuenta todas las etapas de los materiales, desde la **fabricación del material, la instalación, el uso y la terminación o fin de uso del material, midiendo la cantidad de la energía producida en el ciclo de vida** del material y composición de cada una de las simulaciones presentadas.

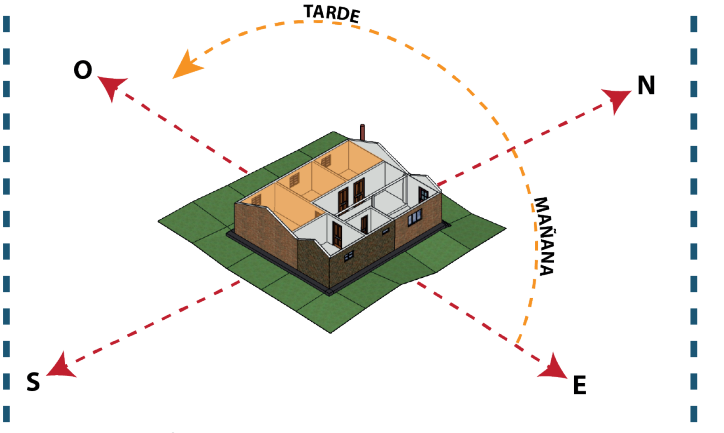
ESTRATEGIAS DE DISEÑO PARA VIVIENDA NUEVA

ORIENTACIÓN



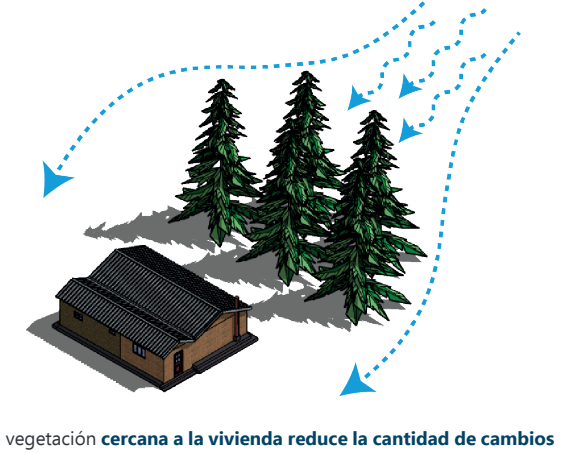
La orientación adecuada se logra **ubicando las fachadas más largas siguiendo el recorrido solar (oriente - occidente)**, permitiendo el ingreso de radiación solar a la vivienda **durante las horas de la mañana.**

DISEÑO



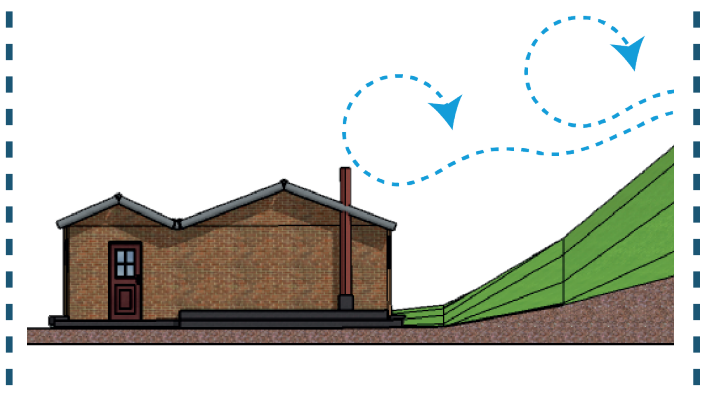
La distribución al **interior de la vivienda es uno de los elementos más importantes**, por lo tanto se recomienda ubicar al occidente los espacios a los cuales se les dará un uso en las **horas de la tarde o de la noche como las habitaciones, garantizando que la energía recolectada en el día sea emitida en la noche.**

VEGETACIÓN



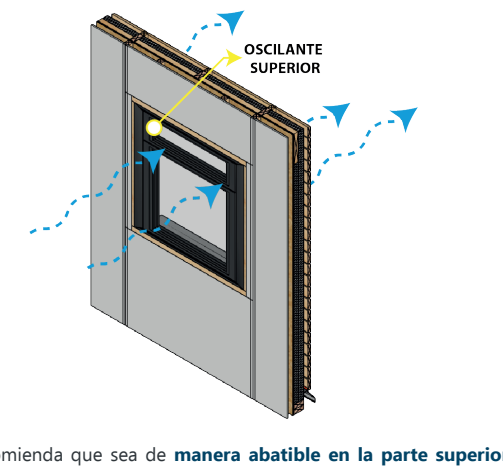
La vegetación **cercana a la vivienda reduce la cantidad de cambios hora (renovación de aire) que se presenta en el interior de los recintos** , mediante una barrera verde se logra disminuir el impacto directo del viento sobre la misma.

LUGAR



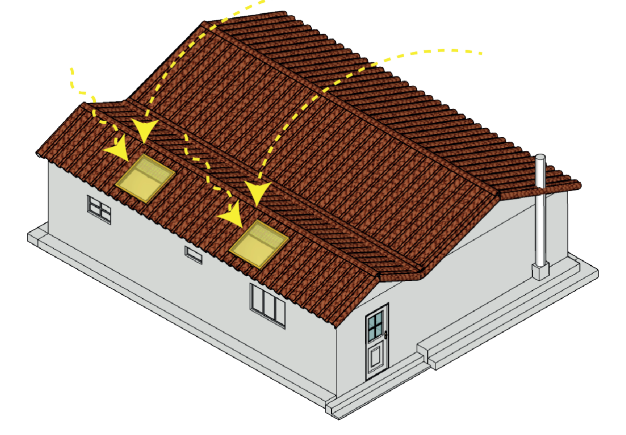
El terreno se puede usar como una **barrera natural, disminuyendo la cantidad de viento que incide en la vivienda, siguiendo el recorrido impuesto por la topografía del lugar**, permitiendo que el aire no impacte directamente sobre la vivienda a gran velocidad.

VENTILACIÓN



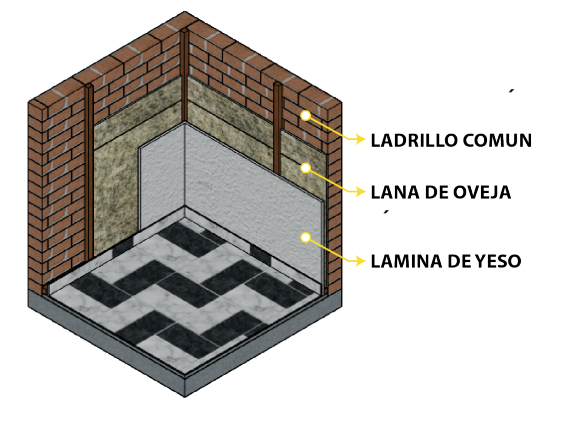
Se recomienda que sea de **manera abatible en la parte superior dejando que ingrese el viento necesario** a la vivienda de manera controlada con poca velocidad, **disminuyendo la cantidad de cambios hora debido al impacto del viento sobre la superficie.**

ILUMINACIÓN



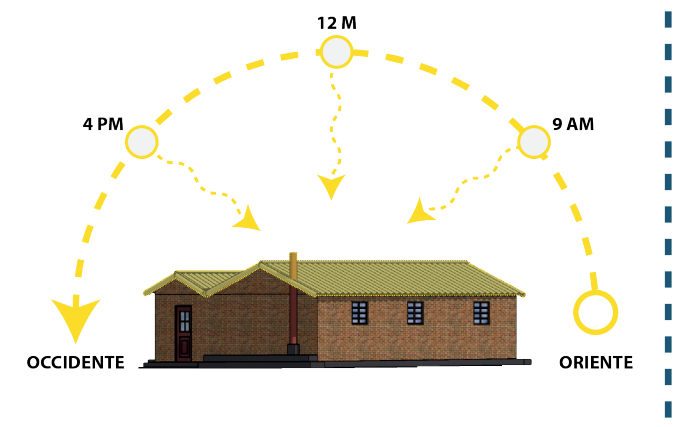
Los vanos en las cubiertas (claraboyas) son una buena opción en aquellos espacios de circulación que no se encuentran **adyacentes a alguna de las fachadas y actual como entradas directas de iluminación y radiación solar durante las 12 horas sol del día.**

MATERIALIDAD



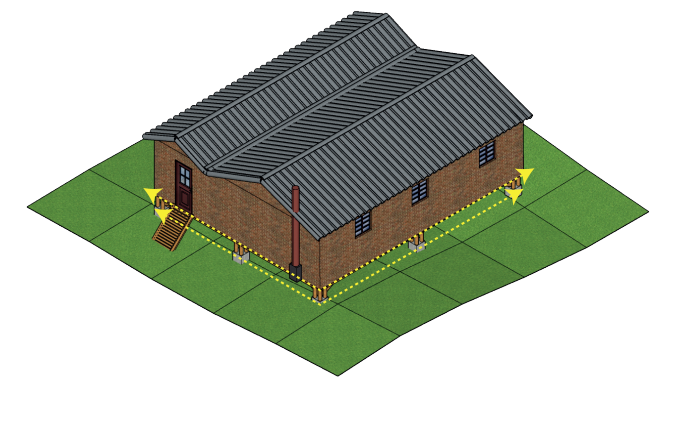
Se recomienda la **combinación de materiales tanto captadores como aislantes en la composición de la vivienda, según sea la necesidad**, la trayectoria solar y la ubicación que tenga cada uno de los recintos, teniendo en cuenta la **actividad y la ocupación de cada uno de ellos.**

VOLUMETRÍA



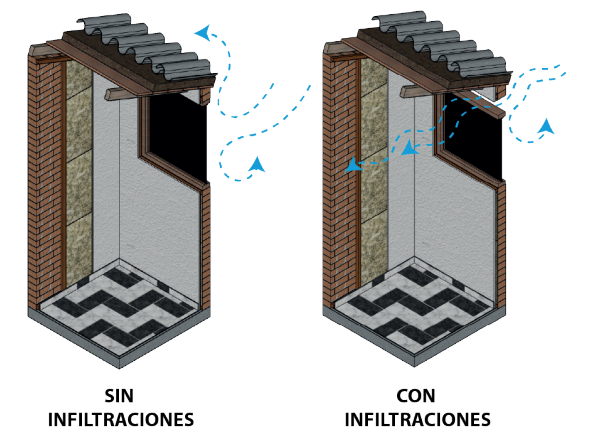
La cubierta es el **elemento que capta mayor parte de la radiación solar a lo largo del día, se recomienda generar viviendas que estén consolidadas por un solo nivel además de ser alargadas**, de esta manera toda la energía que es recolectada a través de dicho elemento se emitirá de una manera eficiente.

CONTRAPISO



Se debe eliminar **el contacto directo, ya sea mediante la constitución de un piso flotante con un entramado de madera o aislar el contrapiso con un material con una conductividad térmica** baja que impida la pérdida de energía por contacto directo.

INFILTRACIONES



Se debe **eliminar cualquier tipo de infiltración o paso de viento hacia el interior** de los recintos, los cuales usualmente se presentan en la instalación y/o unión de **elementos constructivos como muros, ventanería o cubierta, de esta manera generar una hermeticidad en la vivienda.**