

1. INTRODUCCION

En un mundo donde el cambio climático se está haciendo cada vez más evidente, la búsqueda de soluciones para garantizar el confort dentro de las viviendas, especialmente en regiones caracterizadas por climas calurosos, se ha convertido en una prioridad crucial. El confort térmico y ambiental en los hogares no solo afecta la calidad de vida de los residentes, sino que también tiene un impacto significativo en su salud, bienestar y productividad.

Las áreas con climas cálidos presentan desafíos únicos en términos de mantener un ambiente interior confortable durante todo el año. El exceso de calor puede resultar no solo incómodo, sino también peligroso, especialmente para los grupos vulnerables como los ancianos, los niños pequeños y las personas con afecciones médicas preexistentes.

Bermejo es una ciudad ubicada en el departamento de Tarija, en el sur de Bolivia. Se encuentra aproximadamente a 127 kilómetros al sur de la ciudad de Tarija, la capital del departamento, limita con la República Argentina, específicamente con la provincia de Salta; esta ciudad no es ajena a esta problemática, con temperaturas que frecuentemente superan los 40°C durante períodos de olas de calor, el impacto del calentamiento en el interior de las viviendas se convierte en una preocupación fundamental para la calidad de vida de sus habitantes.

La falta de aislamiento térmico, la orientación inadecuada de las viviendas, la ausencia de ventilación adecuada y la exposición directa al sol son solo algunos de los factores que contribuyen al inconfort térmico en las viviendas de Bermejo. Esta situación

también puede tener impactos negativos en términos de consumo energético y gastos asociados.

El presente estudio se sustenta en la premisa de que abordar el calentamiento en el interior de las viviendas de Bermejo no solo es crucial para garantizar condiciones habitables adecuadas, sino también para promover la resiliencia urbana y la sostenibilidad ambiental en la región. A través de la investigación detallada y el análisis riguroso de datos empíricos, se pretende ofrecer una contribución significativa al conocimiento científico en este campo y, al mismo tiempo, proporcionar recomendaciones prácticas para mejorar la calidad de vida de los residentes de Bermejo frente a los desafíos del cambio climático.

En última instancia, esta investigación no solo busca ofrecer recomendaciones prácticas para mejorar el confort en las viviendas en climas cálidos, sino también contribuir al desarrollo de políticas y estándares de construcción que promuevan entornos habitables, saludables y sostenibles. La implementación de medidas adecuadas puede resultar en ahorros significativos en el consumo energético, lo que a su vez puede aliviar la presión sobre los recursos naturales y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Con este enfoque integral, se espera que los resultados del estudio sirvan como una guía útil ayudando a construir un futuro más resiliente frente a los desafíos del cambio climático.

2. ANTECEDENTES DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

La investigación sobre el confort térmico en viviendas de la ciudad de Bermejo es imperativa por varias razones cruciales que justifican su realización; el confort térmico en el hogar influye directamente en la calidad de vida de las personas, especialmente en regiones con climas cálidos, donde las altas temperaturas pueden generar malestar y afectar la salud; Mejorar el confort térmico en las viviendas puede contribuir significativamente en las mismas, al reducir el riesgo de problemas relacionados con el calor, como golpes de calor o deshidratación.

La implementación de estrategias de diseño pasivo y el uso de materiales adecuados pueden reducir la necesidad de sistemas de climatización activos, lo que a su vez disminuye el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas. Esta mejora en la eficiencia energética no solo beneficia a los residentes al reducir los costos de energía a largo plazo, sino que también contribuye a la mitigación del cambio climático.

En un contexto de cambio climático, donde se espera un aumento en la frecuencia e intensidad de las olas de calor, es fundamental desarrollar viviendas que puedan resistir y mitigar los efectos del calor extremo. Investigar y aplicar soluciones innovadoras para mejorar el confort térmico en viviendas es esencial para ayudar a las comunidades a adaptarse a estas condiciones cambiantes y proteger la salud y seguridad de sus habitantes.

Los beneficios económicos de la investigación en este campo son significativos. Las mejoras en el confort térmico pueden resultar en ahorros sustanciales en los costos de

energía asociados con la climatización de las viviendas, además de aumentar su valor de mercado y atraer a potenciales compradores o inquilinos. Esto puede tener un impacto positivo en la economía local y en la calidad de vida de los residentes.

3. EL PROBLEMA Y SU DELIMITACIÓN

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El incomfort térmico en las viviendas de la ciudad de Bermejo es una preocupación creciente para los residentes debido a las condiciones climáticas extremas y la falta de medidas adecuadas de diseño y construcción; los factores como el deficiente aislamiento térmico y la orientación inadecuada contribuyen a esta problemática, afectando el bienestar y planteando serios riesgos para la salud; para hacer frente a estas temperaturas extremas, muchas personas recurren a sistemas de enfriamiento, cuyo uso excesivo entra en conflicto con los principios de sostenibilidad ambiental.

3.2 FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

El problema del confort térmico en las viviendas es una preocupación fundamental que afecta no solo al bienestar de los residentes, sino también a diversos aspectos sociales, económicos y ambientales. Las viviendas que no están diseñadas ni construidas teniendo en cuenta los factores climáticos pueden generar condiciones internas extremas, con temperaturas que pueden ser extremadamente frías en invierno y excesivamente calurosas en verano. Estas condiciones extremas no solo causan incomodidad física y estrés para los ocupantes, sino que también pueden tener consecuencias negativas para la salud, como el aumento del riesgo de enfermedades respiratorias, fatiga y deshidratación.

Además del impacto directo en la salud y el bienestar de los residentes, el bajo confort térmico puede conducir a un aumento en el consumo de energía. Las viviendas mal aisladas o mal diseñadas pueden requerir una mayor cantidad de energía para la calefacción en invierno y la refrigeración en verano, lo que resulta en facturas de servicios públicos más altas para los ocupantes. Este aumento en el consumo de energía también contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero y al calentamiento global, empeorando así el cambio climático y sus efectos negativos a largo plazo.

Las temperaturas pueden variar ligeramente dependiendo de la estación. Podemos observar de manera general de las temperaturas promedio mensuales en Bermejo:

- Enero: 24-33°C
- Febrero: 24-32°C
- Marzo: 23-31°C
- Abril: 21-29°C
- Mayo: 18-26°C
- Junio: 15-23°C
- Julio: 15-22°C
- Agosto: 16-24°C
- Septiembre: 18-27°C
- Octubre: 20-29°C
- Noviembre: 22-30°C
- Diciembre: 23-31°C

MES	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)
Enero	24-33°C
Febrero	24-32°C
Marzo	23-31°C
Diciembre	23-31°C
Noviembre	22-30°C
Abril	21-29°C
Octubre	20-29°C
Septiembre	18-27°C
Mayo	18-26°C
Agosto	16-24°C
Junio	15-23°C
Julio	15-22°C

Tabla 1: Temperatura por meses

Fuente: Weathers Atlas, Clima y previsión meteorológica mensual Bermejo, Bolivia

Elaboración propia a base de datos Weathers atlasfuente

En regiones como Bermejo, caracterizada por climas cálidos, el diseño y la altura de las viviendas juegan un papel crucial en el confort térmico de sus habitantes. Sin embargo, la construcción de viviendas con una altura limitada presenta un desafío significativo: la circulación insuficiente de aire, lo que puede dar lugar a la acumulación de calor y humedad en el interior, creando un ambiente interior sofocante e incómodo,

especialmente durante los períodos de calor intenso. Este problema puede contribuir a condiciones de vida poco saludables y afectar adversamente la calidad de vida de los residentes, por lo que es crucial abordarlo para mejorar la habitabilidad de las viviendas y promover el bienestar de la población en áreas con climas cálidos.

En términos de volúmenes específicos, algunos estándares de diseño sugieren un mínimo de al menos 0.35 a 0.5 cambios de aire por hora para garantizar una ventilación adecuada en espacios habitables. Esto significa que el volumen total de aire en la habitación debe renovarse completamente al menos una vez cada dos horas para mantener un ambiente saludable y confortable.

5. PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Mediante la presente investigación se pretende evaluar el impacto del calentamiento en el interior de las viviendas de la ciudad de Bermejo, con el fin de generar parámetros que logren reducir el inconfort de habitabilidad para hacer frente a las altas temperaturas del lugar, incorporando criterios básicos de la bioclimática para garantizar condiciones habitables óptimas.

5.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Analizar y evaluar de qué manera los diferentes materiales utilizados en la construcción afectan la temperatura interna y el confort térmico de las viviendas.

- Evaluar la variación de temperatura superficial en pavimentos y fachadas de diferentes colores bajo condiciones de sombra y luz solar directa, analizando su impacto en el confort térmico.
- Analizar cómo las características del microclima urbano, incluyendo la vegetación y la incorporación de elementos que proyecten sombra, afectan el confort térmico en áreas residenciales.

6. PREGUNTA CIENTIFICA GENERADORA

¿Cómo influyen los materiales de construcción en la percepción del confort térmico de los ocupantes en el interior de las viviendas de la ciudad de Bermejo, considerando las altas temperaturas características de la región?

7. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

La selección adecuada de materiales de construcción, el color de las superficies y la integración de elementos naturales en el diseño urbano influyen significativamente en la temperatura interna y el confort térmico de las viviendas en Bermejo. Además, la implementación de vegetación en cada vivienda generará microclimas que reducirán la temperatura ambiental, creando un efecto positivo a nivel de manzano. Estos microclimas se convertirán en un modelo de referencia para el diseño urbano en la ciudad, contribuyendo a mitigar el calentamiento interno y mejorando así la calidad del ambiente habitacional.

7.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE VARIABLES.

7.1.1. Variable Dependiente: El confort térmico en las viviendas, que es el aspecto que se está midiendo o evaluando en relación con otras variables. En este caso, se busca comprender cómo el confort térmico en las viviendas puede variar en función de ciertos factores.

7.1.2. Variable Independiente: Los factores que pueden influir en el confort térmico de las viviendas, como la temperatura, la humedad, la orientación solar, el tipo de materiales de construcción, la presencia de sistemas de calefacción o refrigeración, entre otros. Estos factores se consideran como variables independientes que pueden afectar el nivel de confort térmico en un espacio habitable.

7.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Para evaluar el confort térmico en una vivienda, se pueden considerar las siguientes variables:

Variable	Definición	Método de Medición
Temperatura del Aire	Grado de calor del aire en el interior de la vivienda.	Termómetro digital o sensor de temperatura.
Humedad Relativa	Porcentaje de vapor de agua presente en el aire en relación a la cantidad máxima que puede contener.	Higrómetro o sensor de humedad.
Velocidad del Aire	Movimiento del aire dentro de la vivienda, que influye en la percepción térmica.	Anemómetro o dispositivo de medición de flujo de aire.
Temperatura Radiante Media	Promedio de las temperaturas de las superficies que rodean a los ocupantes (paredes, techos, suelos).	Termómetros infrarrojos o sensores de temperatura superficial.

Tabla 2: Variables
Fuente: Elaboración propia

Consideraciones Adicionales

- **Percepción Subjetiva:** La evaluación del confort térmico también puede incluir encuestas sobre la satisfacción personal con las condiciones ambientales, ya que esta percepción es subjetiva y varía entre individuos
- **Adaptación Térmica:** Es importante considerar cómo los ocupantes se adaptan a las condiciones climáticas locales a lo largo del tiempo, lo que puede influir en su percepción del confort.

Este enfoque integral permite no solo medir las condiciones ambientales, sino también entender cómo estas afectan la experiencia diaria de los ocupantes en entornos cálidos.

8. DELIMITACIÓN DEL TEMA OBJETO DE ESTUDIO

La presente investigación se enfocará en el estudio del confort térmico en las viviendas, utilizando la técnica del muestreo; con el objetivo de comprender cómo diversos factores afectan la percepción de comodidad térmica y ambiental de los ocupantes y qué estrategias pueden implementarse para mejorarla. Para establecer límites claros y enfocar la investigación de manera efectiva, se han definido las siguientes limitaciones:

8.1 TIPOS DE VIVIENDAS

El estudio se centrará en viviendas urbanas de tipo residencial, excluyendo edificios comerciales o industriales. Esta limitación permitirá analizar específicamente las condiciones de confort térmico en entornos residenciales y su impacto en la calidad de vida de los habitantes.

8.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA

La investigación se llevará a cabo en ciudad de Bermejo, el estudio a profundidad se realizará en 1 manzano del barrio Luis de Fuentes, el cual se encuentra en los límites del área urbana y en dirección al eje de crecimiento de la ciudad; esta delimitación permitirá crear un modelo de referencia a tomarse en otros sectores.

8.3 PERIODO DE TIEMPO

El estudio se realizará durante el periodo académico 2024 para capturar las variaciones estacionales en las condiciones de confort térmico. Esto permitirá analizar cómo cambian las necesidades de calefacción y refrigeración a lo largo del año y cómo afecta esto la percepción de confort térmico.

8.4 POBLACION OBJETIVO

La investigación se centrará en propietarios e inquilinos de viviendas residenciales. Se utilizarán encuestas y entrevistas para recopilar datos sobre las experiencias y percepciones de estos grupos en relación con el confort térmico.

9. DISEÑO METODOLÓGICO

En esta investigación se aplicará el método científico, con un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo; se utilizarán técnicas documentales como la revisión bibliográfica, así como técnicas de campo que incluyen observación, entrevistas y encuestas; con un tipo de investigación pura y de campo-experimental. Este enfoque integral nos permitirá obtener una comprensión profunda y completa del confort térmico en las viviendas. Se llevarán a cabo mediciones a nivel micro climático en cada una de las viviendas a estudiar, que incluirán la temperatura, humedad, radiación de paredes y techos, así

como la velocidad y dirección de los vientos. También se realizará un análisis de la exposición al sol tanto en el interior como en el exterior de las viviendas.

9.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

9.1.1 Método científico: El método científico es una serie de etapas sistemáticas y estructuradas que sirven para realizar investigaciones y obtener conocimientos sobre cualquier tipo de investigación; se basa en la observación, la experimentación y la medición, y sigue un enfoque objetivo y sistemático para recopilar, analizar y comunicar datos. Este método tiene su base y postura sobre la teoría mecanicista (todo es considerado como una máquina, y para entender el todo debemos descomponerlo en partes pequeñas que permitan estudiar, analizar y comprender sus nexos, interdependencia y conexiones entre el todo y sus partes), y por consiguiente, también ese mismo carácter.

El uso del método científico en un proyecto de arquitectura proporciona una metodología rigurosa y sistemática para obtener resultados objetivos, fomentar la investigación y la innovación, mejorar el diseño y garantizar la transparencia y adaptabilidad del proyecto; ofrece varios beneficios, como:

a) Objetividad: El método científico permite obtener resultados objetivos y precisos, lo que ayuda a tomar decisiones informadas y a garantizar la calidad del proyecto.

b) Estructura: El método científico proporciona una estructura clara y sistemática para llevar a cabo el proyecto, lo que facilita su planificación y ejecución.

c) Investigación: La aplicación del método científico en la arquitectura fomenta la investigación y el descubrimiento de nuevos conocimientos, lo que puede conducir a soluciones innovadoras y creativas.

d) Transparencia: La investigación arquitectónica realizada con métodos científicos es públicamente transparente, analítica y verificable de forma independiente, lo que aumenta su credibilidad y aceptación.

e) Adaptabilidad: El método científico permite aceptar cualquier reforma e innovación en cada fase del proceso, lo que garantiza la flexibilidad y adaptabilidad del proyecto.

Fuente: El Método Científico y sus Etapas, Ramón Ruiz, México 2007.

9.2 TIPO Y ENFOQUE DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La investigación científica se puede abordar desde dos metodologías: cuantitativa y cualitativa. Cada una tiene su propia fundamentación, diseños metodológicos, técnicas e instrumentos acordes con la naturaleza de los objetos de estudio, las situaciones sociales y las preguntas que se plantean, comprender o transformar la realidad social. A pesar de que cada opción metodológica se sustenta en supuestos diferentes y tiene sus reglas y formas básicas de acción, establecidas y compartidas por la propia comunidad científica, no son métodos excluyentes, se complementan. Un análisis comparativo permite establecer sus particularidades y diferencias en relación con los presupuestos metodológicos en los cuales se apoyan, la manera de aproximarse a la realidad y al objeto de estudio, su relación con el sujeto/objeto de estudio, la noción y criterios de objetividad y el proceso metodológico.

9.2.1 Enfoque cualitativo: Este método se caracteriza por la recolección de datos sin utilizar mediciones numéricas. Su objetivo es descubrir preguntas de investigación a través de un enfoque interpretativo. Esto implica el estudio de los fenómenos, buscando darles sentido e interpretarlos según los significados que las personas les atribuyen.

9.2.2 Enfoque cuantitativo: Este método se basa en la recolección y el análisis de datos numéricos para responder preguntas de investigación y probar hipótesis. En este enfoque, se utilizan técnicas estadísticas y matemáticas para recopilar, analizar e interpretar los datos, con el objetivo de establecer relaciones causales o describir patrones de comportamiento en una población.

Fuente: Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa guía de estudio. Carlos Arturo Monje Álvarez. 2011

9.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Investigación documental: Es un tipo de investigación que se basa en la recopilación, análisis y síntesis de información proveniente de documentos, fuentes bibliográficas, archivos, bases de datos y otros recursos escritos. El objetivo es obtener conocimientos sobre un tema específico a partir de la revisión y estudio de la literatura existente.

a) Muestreo: Se refiere a los métodos utilizados para seleccionar una muestra representativa de una población más grande con el fin de realizar un estudio o investigación. Algunas de las técnicas de muestreo comunes incluyen el muestreo aleatorio simple, el muestreo estratificado, el muestreo sistemático y el muestreo por conglomerados. Estas técnicas son fundamentales para garantizar que la muestra

seleccionada sea representativa de la población y que los resultados obtenidos sean válidos y generalizables.

b) Investigación de campo: Consiste en la recolección de datos de primera mano en el entorno natural donde ocurren los fenómenos de estudio. Implica el uso de técnicas como la observación, la entrevista, el cuestionario y la experimentación para recopilar información directamente de la fuente.

c) Experimentos exploratorios: Son investigaciones que se realizan con el fin de explorar un tema o fenómeno particular, con el objetivo de obtener una comprensión inicial y generar hipótesis que puedan ser probadas en estudios posteriores.

d) Entrevista: Es una técnica de recolección de datos en la que un investigador realiza preguntas a una persona o grupo de personas para obtener información detallada sobre un tema específico. Puede ser estructurada, semiestructurada o no estructurada, dependiendo del grado de formalidad y flexibilidad en las preguntas.

e) Encuesta: Es un método de investigación que consiste en la recopilación sistemática de datos a través de cuestionarios u otros instrumentos de recolección de datos, administrados a una muestra representativa de la población. *(ver anexo N.º 1, pág. 51)*

f) Observación: Es una técnica de recolección de datos que implica la observación sistemática y directa de los fenómenos o comportamientos en su entorno natural, sin intervención o manipulación por parte del investigador. Entre los diferentes tipos de investigación se pueden mencionar las siguientes:

- La observación directa implica inspeccionar un fenómeno dentro de su entorno natural para contemplar todos sus aspectos y características.
- La observación indirecta consiste en examinar un fenómeno sin contacto directo, utilizando métodos específicos para hacer las observaciones pertinentes.
- La observación oculta se lleva a cabo sin que el observador sea detectado, con el fin de evitar influir en el comportamiento del objeto de estudio.
- La observación participativa implica que el observador forma parte del fenómeno estudiado, permitiéndole obtener una comprensión más cercana de sus características y comportamiento.
- La observación no participativa implica que el observador evita involucrarse en el fenómeno para no influir en su comportamiento.

h) Experimentación: Es una técnica de investigación que implica la manipulación deliberada de una o más variables independientes para observar su efecto sobre una variable dependiente en un entorno controlado.

Fuente: Técnicas de investigación, México 2014

9.4 ESQUEMA O MAPA CONCEPTUAL METODOLÓGICO

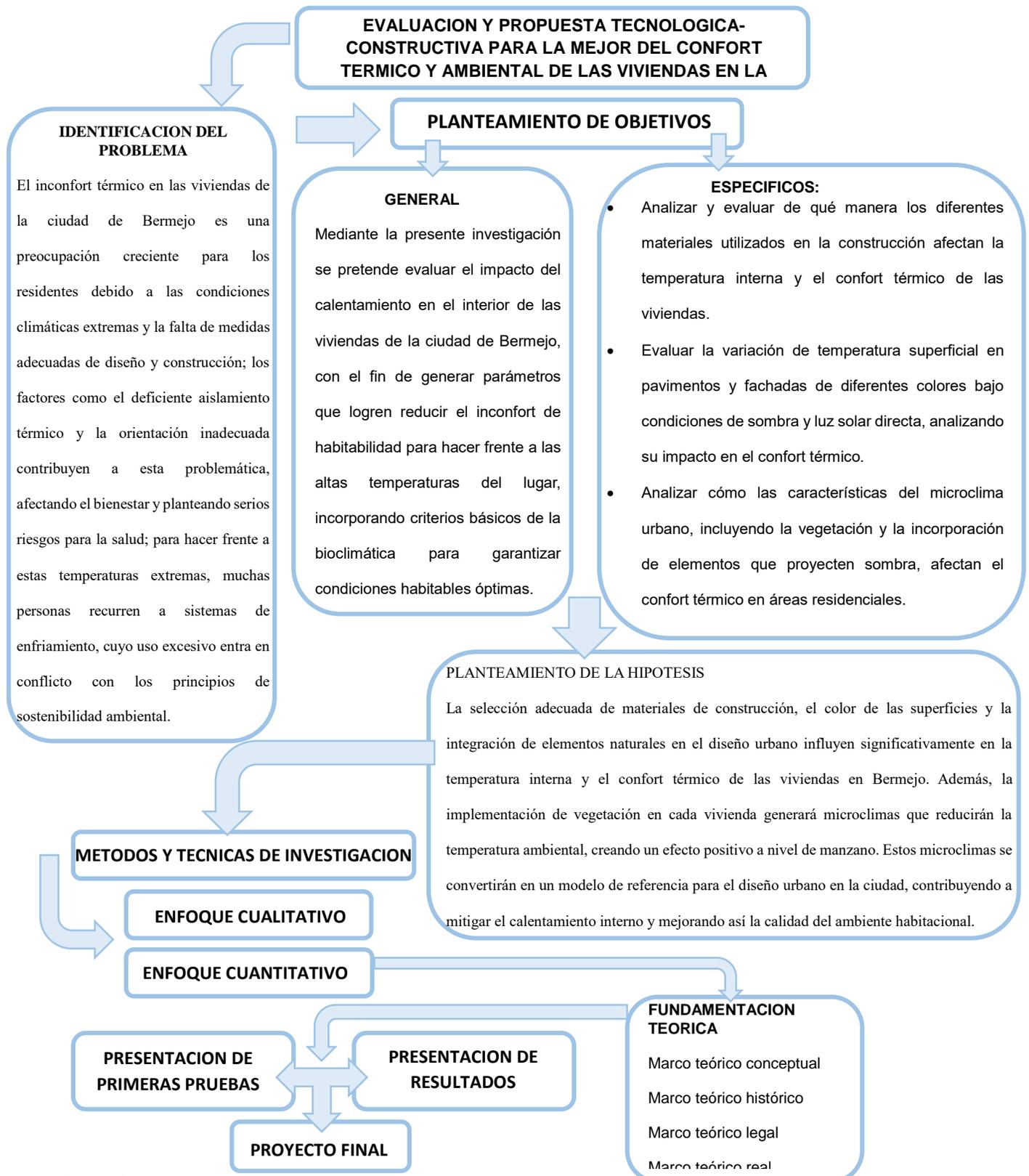


Ilustración 1: Esquema metodológico

Fuente: Elaboración propia (2024)

10. MARCO TEÓRICO

10.1 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

a) **Confort Térmico:** Es la sensación subjetiva de comodidad que experimenta una persona en relación con la temperatura, humedad, velocidad del aire y otras variables ambientales. La bioclimática se centra en diseñar espacios que proporcionen confort térmico sin la necesidad de sistemas de climatización artificiales.

Parámetros ambientales de confort térmico

Los seis factores y parámetros básicos que influyen directamente en los porcentajes de pérdida de calor del cuerpo humano, según Fanger, son:

- **Temperatura del aire:** La temperatura del aire ambiente es un factor importante en la percepción de confort térmico. Tanto el calor excesivo como el frío pueden causar incomodidad y afectar el bienestar térmico de una persona.
- **Temperatura radiante:** La temperatura radiante es la temperatura percibida por el cuerpo humano en función de las radiaciones emitidas por las superficies circundantes. Superficies más frías o más cálidas pueden influir en la sensación térmica de una persona, incluso si la temperatura del aire es la misma.
- **Humedad relativa:** La humedad relativa del aire, que es la cantidad de vapor de agua presente en el aire en relación con su capacidad máxima de retención, puede influir en la sensación de confort térmico. Un alto nivel de humedad puede hacer que el ambiente se sienta más cálido, mientras que una baja humedad puede aumentar la sensación de frío.

- **Velocidad del aire:** La velocidad del aire, es decir, la velocidad a la que se mueve el aire en el entorno, puede afectar la pérdida de calor del cuerpo humano. Un flujo de aire más rápido puede aumentar la sensación de frío, mientras que un flujo de aire más lento puede mejorar la sensación de confort térmico.

Fuente: El confort en el acondicionamiento bioclimático

b) Confort ambiental: Se refiere al estado de bienestar físico y psicológico experimentado por las personas en un entorno específico, el cual está determinado por una serie de condiciones ambientales. Estas condiciones incluyen aspectos como la temperatura, la humedad, la calidad del aire, la iluminación, la acústica y otros factores ambientales que afectan la sensación de confort de los individuos.

c) Clima local: Se refiere a las condiciones climáticas específicas de una región o área geográfica determinada, incluyendo factores como la temperatura, humedad, viento, radiación solar y precipitación. La bioclimática tiene en cuenta el clima local al diseñar edificaciones y espacios exteriores para aprovechar o mitigar sus efectos.

d) Diseño pasivo: Es un enfoque de diseño arquitectónico que utiliza elementos naturales como el sol, el viento y la vegetación para maximizar el confort térmico y reducir la dependencia de sistemas de climatización mecánica. La bioclimática promueve el diseño pasivo para optimizar el uso de recursos naturales y minimizar el impacto ambiental de los edificios.

e) Inercia Térmica: Es la capacidad de un material o estructura para almacenar y liberar calor gradualmente, lo que ayuda a regular las fluctuaciones de temperatura en

un espacio interior. La bioclimática aprovecha la inercia térmica en el diseño de edificaciones para mantener una temperatura estable y confortable durante períodos de calor y frío.

f) Masa térmica: Es una propiedad de los materiales que describe su capacidad para almacenar y liberar calor. Se refiere a la cantidad de energía térmica que un material puede absorber por unidad de masa antes de experimentar un cambio significativo en su temperatura.

Cuanto mayor sea la masa térmica de un material, más energía térmica puede almacenar y más lento será su cambio de temperatura cuando se somete a cambios en el entorno térmico. Esto significa que los materiales con alta masa térmica tienen la capacidad de estabilizar la temperatura interior de un edificio, actuando como un amortiguador contra fluctuaciones bruscas de temperatura exterior.

g) Orientación Solar: Es la disposición de una edificación en relación con la trayectoria del sol a lo largo del día y durante las diferentes estaciones del año. La bioclimática considera la orientación solar para maximizar la ganancia de calor solar en invierno y minimizarla en verano, optimizando así el confort térmico y la eficiencia energética de los edificios.

h) Ventilación Natural: Es el proceso de renovación del aire interior mediante la circulación natural del aire a través de aberturas como ventanas, puertas y respiraderos. La bioclimática fomenta la ventilación natural para mejorar la calidad del aire interior

y mantener una temperatura confortable sin el uso de sistemas de climatización mecánica.

i) Ventilación cruzada: La ventilación cruzada es un método de ventilación natural que utiliza corrientes de aire para renovar el aire en el interior de un edificio. Este proceso implica la entrada de aire fresco desde un lado del edificio y la salida de aire viciado o caliente desde el otro lado, creando así una circulación de aire que ayuda a mantener un ambiente interior saludable y confortable.

Beneficios:

- Mejora de la calidad del aire interior al renovar el aire viciado y eliminar contaminantes.
- Control de la temperatura y la humedad, especialmente en climas cálidos, al promover la circulación de aire fresco.
- Reducción de la dependencia de sistemas de climatización mecánica, lo que puede resultar en ahorros de energía y costos.
- Mejora del confort térmico al proporcionar una sensación de frescor y bienestar en el interior.

j) Olas de calor: Las olas de calor son períodos prolongados de temperaturas inusualmente altas y, a menudo, alta humedad. Se caracterizan por temperaturas máximas y mínimas que superan ciertos valores durante al menos tres días consecutivos y de manera simultánea. Estos eventos climáticos pueden ser más

frecuentes y graves en el futuro debido al cambio climático, lo que puede provocar impactos negativos en la salud de las personas, como deshidratación, enfermedades graves por el calor, agravamiento de enfermedades cardiovasculares y respiratorias crónicas.

k) La humedad absoluta, es la masa total de agua en el aire por unidad de volumen, mientras que la humedad específica mide la masa de agua en estado gaseoso en un kilogramo de aire húmedo.

l) La humedad atmosférica, es importante en la meteorología y el clima, ya que influye en la temperatura, la precipitación y la formación de nubes.

m) Precipitación pluvial: La precipitación pluvial es cualquier forma de agua, sólida o líquida, que cae de la atmósfera y alcanza a la superficie de la Tierra. Puede manifestarse como lluvia, llovizna, nieve o granizo.

n) El color: El color de un objeto puede afectar la cantidad de calor que absorbe o refleja. Generalmente, los objetos más oscuros tienden a absorber más calor que los objetos más claros. Esto se debe a que los colores oscuros absorben una mayor cantidad de luz solar, mientras que los colores claros reflejan más luz solar. Aquí hay una aproximación general de cómo algunos colores comunes pueden afectar la absorción del calor:

PORCENTAJE EN COLORES QUE LAS SUPERFICIES REFLEJAN	
COLOR	PORCENTAJE
Blanco	75%
Amarillo claro	60%
Verde claro	50%
Rosa	45%
Azul claro	40%
Gris claro	35%
Naranja	25%
Gris	20%
Verde oscuro	10%
Rojo oscuro	10%
Azul oscuro	10%
Negro	0 a 3%

Tabla 3: Porcentaje de reflexión de los colores

Fuente: influencia del color en la percepción térmica del diseño arquitectónica (2021)

- **Colores oscuros:** Los colores oscuros, como el negro o el marrón oscuro, tienden a absorber una mayor cantidad de luz solar y, por lo tanto, calor. Se estima que pueden absorber entre el 70% y el 90% de la radiación solar incidente.
- **Colores claros:** Los colores claros, como el blanco o el amarillo pálido, tienden a reflejar más luz solar y, por lo tanto, menos calor. Se estima que pueden reflejar entre el 50% y el 70% de la radiación solar incidente.

	Resistividad (m ² *K/W)	Absortividad térmica	Absortividad solar	Absortividad visible
Pintura blanca	0.066	0.95	0.35	0.35
Pintura negra	0.066	0.97	0.97	0.97

Tabla 4: Propiedades físicas de las pinturas

Fuente: Evaluación por simulación dinámica del comportamiento térmico en una casa interés social con la incorporación de estrategias de arquitectura bioclimática en Guanajuato, México (scielo.org.mx)

o) Aislamiento térmico: El aislamiento térmico se refiere a las estrategias y materiales utilizados para reducir la transferencia de calor entre el interior y el exterior de los edificios. Este enfoque busca minimizar la pérdida de calor en invierno y la ganancia

de calor en verano, promoviendo así un ambiente interior confortable y reduciendo la dependencia de sistemas de calefacción y refrigeración artificiales.

Se considera una parte integral del diseño pasivo de los edificios, junto con otros elementos como la orientación solar, la ventilación natural y el uso de materiales de construcción adecuados. Se busca utilizar materiales aislantes eficientes y sostenibles que minimicen la transferencia de calor a través de las paredes, techos y suelos, así como también se implementan técnicas de diseño para optimizar la eficiencia energética.

Los materiales porosos o poco densos son efectivos para lograr aislamiento térmico, ya sea instalados en el interior o en el exterior.

Construcción	Material	Espesor (m)	Conductividad (W/m ² *K)	Densidad (kg/m ³)	Calor específico (J/Kg*K)	Absortividad térmica	Absortividad solar	Absortividad visible	Resistividad (m ² *K/W)
Pared	Concreto	0.1	1.4	1920	840	0.88	0.6	0.6	-
Techo	Concreto	0.1	1.4	1920	840	0.88	0.6	0.6	-
Puerta externa	Superficie metálica	0.0008	45.28	7824	500	0.9	0.7	0.7	-
	Tablero aislante	0.0254	0.03	43	1210	0.9	0.6	0.6	-
Piso	Concreto	0.1	1.4	1920	840	0.88	0.6	0.6	-
	Carpet pad	-	-	-	-	0.9	0.7	0.8	0.21648

Tabla 5: Propiedades físicas de los materiales

Fuente: Evaluación por simulación dinámica del comportamiento térmico en una casa interés social con la incorporación de estrategias de arquitectura bioclimática en Guanajuato, México (scielo.org.mx)

a) ALGUNOS MATERIALES AISLANTES:

Los materiales aislantes térmicos, no solo regulan la temperatura, sino que además contribuyen al cuidado del medio ambiente ya que algunos pueden ahorrar hasta un 50% en electricidad consumida por el aire acondicionado o sistemas de calefacción.

- **Adobe recubierto**

El adobe es un material utilizado para construcciones de tipo rústico que consiste en una masa de barro mezclada con arcilla y arena, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol.

Es utilizado principalmente en la construcción de muros y viviendas, es común que pueda deteriorarse con el tiempo y la humedad por lo que se suele utilizar recubierto de cemento, mortero o piedra y laja.

- **Placas de poliestireno expandido**

Las placas de EPS son aislantes térmicos utilizados en paredes interiores y exteriores, cubiertas impermeabilizadas, edificios, viviendas, naves industriales y negocios. El poliestireno expandido es un material derivado del petróleo, ligero, versátil y económico, que gracias a su resistencia a las altas temperaturas permite reducir el uso de aparatos eléctricos de enfriamiento, lo que lo convierte en un material ecológico, duradero y reciclable.

- **Paneles de poliuretano**

Estos paneles se utilizan para rellenar y aislar techos falsos, y pueden estar recubiertos con materiales como aluminio o poliéster. Ofrecen una alta resistencia y durabilidad. El poliuretano cuenta con propiedades aislantes térmicas y acústicas, es expandible y fácil de manipular, lo que lo convierte en una opción ampliamente utilizada en el sector de la construcción para mejorar el aislamiento térmico y acústico en edificios.

- **El Corcho**

El corcho es un material completamente natural obtenido de la corteza de los alcornoques, árboles que se desarrollan en regiones de clima mediterráneo. Su producción es sostenible, ya que durante su extracción se genera una cantidad mínima de residuos. El alcornoque renueva su corteza cada 9-12 años, lo que permite obtener corcho sin dañar el árbol.

- **La lana de oveja**

La lana de oveja es un material aislante térmico que ha sido utilizado durante siglos. Sus propiedades higroscópicas permiten que absorba o desprenda humedad según la temperatura ambiente, actuando como un regulador natural de la temperatura. Cuando la temperatura exterior aumenta, las fibras se calientan y liberan humedad que, al evaporarse, reduce la temperatura del ambiente. Por el contrario, en invierno, las fibras se enfrían y absorben la humedad (pueden llegar a absorber un tercio de su peso en humedad sin perder su capacidad aislante), liberando calor en el proceso.

p) Efecto invernadero: El efecto invernadero es un fenómeno natural y crucial para mantener las condiciones de vida en la Tierra. Sin embargo, la actividad humana ha intensificado este fenómeno, llevando a un aumento en las temperaturas globales, lo que se conoce como calentamiento global.

Consecuencias del aumento del efecto invernadero: Tiene una serie de impactos ambientales y sociales, incluyendo:

- Derretimiento de los casquetes polares y glaciares, lo que contribuye al aumento del nivel del mar.

- Cambios en los patrones climáticos, como eventos climáticos extremos más frecuentes e intensos.
- Acidificación de los océanos debido a la absorción de CO₂, lo que amenaza los ecosistemas marinos.
- Pérdida de biodiversidad y alteración de los hábitats naturales.

q) Ambiente habitable: Se refiere a entornos que son adecuados y confortables para que las personas vivan, trabajen o realicen actividades. Estos entornos deben proporcionar condiciones que promuevan el bienestar físico, psicológico y social de los individuos que los ocupan.

r) Ambiente no habitable: Un ambiente no habitable es aquel que no está diseñado ni adecuado para que las personas vivan o realicen actividades humanas de manera cómoda, segura o saludable. Estos ambientes pueden incluir lugares extremadamente hostiles o inadecuados para la vida humana.

s) Cambio climático: El cambio climático se refiere a un cambio significativo y a largo plazo en los patrones climáticos de la Tierra. Esto incluye cambios en la temperatura, la precipitación, los vientos y otros indicadores climáticos durante décadas o incluso millones de años.

u) Diagrama psicométrico de Givoni: Es una herramienta que permite seleccionar estrategias bioclimáticas según las condiciones higrotérmicas del edificio en diferentes épocas del año. En él se identifican zonas asociadas a técnicas específicas para lograr el confort térmico, construido sobre un diagrama psicrométrico que delimita zonas de bienestar térmico y amplía esta zona considerando factores adicionales.

En el gráfico se muestra que hacia la derecha gracias a la masa térmica de los materiales de construcción y al enfriamiento evaporativo, que reduce la temperatura y aumenta la humedad ambiental. Fuera del gráfico, se requieren sistemas mecánicos de ventilación y deshumificación y

hacia la izquierda, la zona de confort se extiende mediante calentamiento pasivo, utilizando radiación solar directa o calor almacenado en acumuladores, y calentamiento mecánico mediante sistemas convencionales de calefacción.

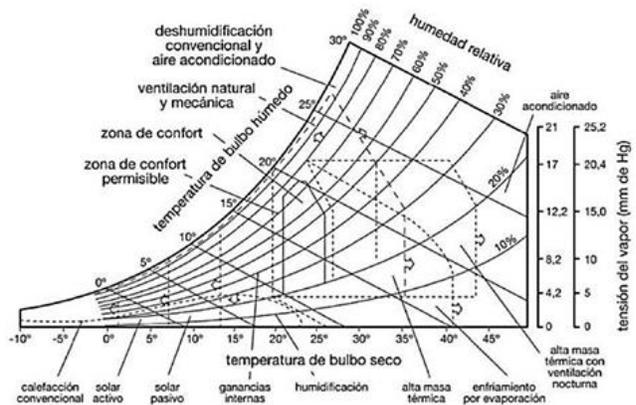


Ilustración 2: Diagrama psicométrico de Givoni.

Fuente: Tomado de "Hernández, P. (2014), Diagrama Bioclimático de Givoni.

10.2 MARCO TEÓRICO HISTÓRICO

10.2.1 MARCO HISTÓRICO EN BOLIVIA

10.2.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE BOLIVIA

Con una extensión territorial de 1.098.581 Km², es un país de gran biodiversidad ubicado en el corazón de América del Sur. Limita al norte y al este con Brasil, al sur

con Paraguay y Argentina, y al oeste con Chile y Perú. Se divide en tres regiones fisiográficas:

- **Región Andina:** Ocupa el sudoeste del país y comprende el 28% del territorio. Aquí se encuentran las cordilleras Occidental y Oriental, tiene un clima tropical, con una temperatura media de 22,18°C.
- **Región Subandina:** Ubicada en el centro-sur, abarca el 13% del territorio y se caracteriza por su actividad agrícola y su clima templado a cálido. Incluye los valles bolivianos y Los Yungas.
- **Región de los Llanos:** En el noreste, cubre el 59% del territorio y se extiende desde el pie de los Andes hasta el río Paraguay. Es una región de llanuras, bajas mesetas y extensas selvas, con una gran biodiversidad y una temperatura media anual de 22 a 25 °C.

Fuente: “Construyendo Comunidades Urbanas para Vivir Bien en el Siglo XXI” Informe del Estado Plurinacional de Bolivia para Hábitat III, 2016)

10.2.1.2 EL CLIMA EN BOLIVIA

La estratégica y diversa ubicación geográfica de Bolivia lo convierte en un destino fascinante que satisface las expectativas de diversos tipos de visitantes. En el suroeste, se encuentran las gélidas tierras de la región andina y ciudades históricas de renombre como Potosí, Oruro y la dinámica La Paz, una de las urbes más pobladas y altas del mundo.

Hacia el centro y sur del país, destacan la pintoresca región de Tarija con sus legendarios viñedos, y la encantadora Sucre con su patrimonio colonial. Esta región goza de un clima más templado y cálido, con temperaturas que rondan entre 12°C y 19°C la mayor parte del año.

Para quienes buscan un clima equilibrado y armonioso, Cochabamba, con sus paisajes esplendorosos, representa el corazón cálido de Bolivia. Situada entre las alturas andinas y la selva amazónica, la ciudad disfruta de un clima que oscila entre los 15°C y 20°C.

Hacia el este, en la región amazónica, destacan ciudades como Santa Cruz de la Sierra y Trinidad, esta última siendo la más cálida del país. Debido a su proximidad con la selva del Amazonas, estas ciudades experimentan temperaturas cálidas a muy cálidas, oscilando entre los 20°C y más de 30°C.

Fuente: *Clima en Bolivia | Venta de Campos en Bolivia*

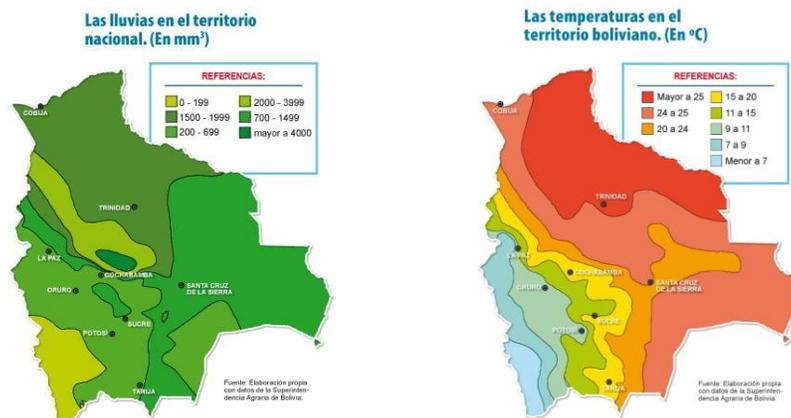


Ilustración 3: *Clima en Bolivia*

Fuente: *CEDIB Centro De Documentación E Información Bolivia.*

10.2.1.3 VIVIENDAS EN BOLIVIA

Bolivia reporta un alto índice de déficit habitacional cuantitativo y cualitativo. El 67,5 % de la población vive en áreas urbanas, concentradas principalmente en el eje

metropolitano del país. Se estima que para el 2030, el 80 % de la población será urbana. En este país, el déficit cualitativo se caracteriza por un alto grado de hacinamiento, aproximadamente el 30 %. El 24 % de la población habita en viviendas donde tres o más personas duermen en una sola habitación. Se estima que el 31 % de la población vive en condiciones inadecuadas y 44 de cada 100 familias bolivianas no tiene acceso a agua segura. Finalmente, el 64,8 % no cuenta con espacio suficiente en su vivienda

Fuente: Hábitat para la humanidad ESP_Bolivia_AF20.pdf (habitat.org)

La inconformidad en torno a las viviendas en Bolivia persiste, como se evidencia en acusaciones cruzadas relacionadas con el Censo de Población y Vivienda. Este tema ha generado controversia y descontento en la población, lo que refleja la importancia y sensibilidad de la cuestión habitacional en el país. La falta de conformidad puede estar relacionada con la calidad de las viviendas, la falta de acceso a servicios básicos, la inadecuación de las condiciones habitacionales, entre otros aspectos que afectan la calidad de vida de los bolivianos.

Fuente: (Inesad vivienda en Bolivia: el difícil acceso a un hábitat de calidad y el mercado de tierras,2018)

10.2.2 MARCO HISTÓRICO EN TARIJA

10.2.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Tarija se caracteriza por su clima templado, con una temperatura promedio anual de 22,18°C y una precipitación pluvial promedio de 1200 mm al año, concentrados principalmente en el periodo de lluvias que va de noviembre a marzo. La ciudad de Tarija tiene un clima tropical con temperaturas que oscilan entre 14 y 28 °C durante el día y entre 21 y 15 °C durante la noche. La flora y fauna de la región andina de Bolivia,

donde se encuentra Tarija, incluyen una gran diversidad de plantas y animales adaptados a diferentes altitudes y condiciones climáticas.

10.2.2.2 CLIMA

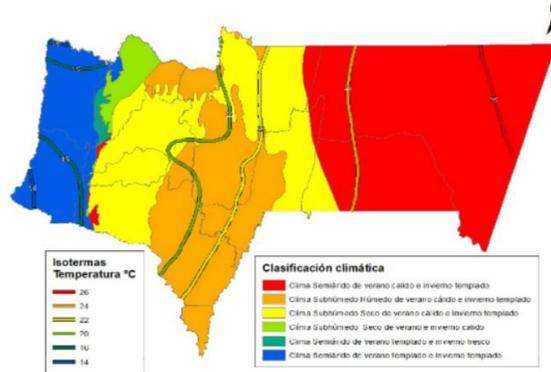


Ilustración 4: Mapa del clima con datos de temperatura

Fuente: Plan Territorial De Desarrollo Integral de Tarija

En el Departamento de Tarija se identifican 6 tipos de clima según los patrones de vida.

En la Zona Alta o Andina, se experimenta un clima semiárido con veranos templados e inviernos fríos, con temperaturas promedio de 10°C. En el sector norte, se presenta un clima subhúmedo seco con veranos cálidos e inviernos templados, con una temperatura media de 20°C a lo largo de los ríos San Juan del Oro, Camblaya y Pilaya. En el Valle Central y Subandino Norte, el clima es subhúmedo seco con veranos cálidos e inviernos templados, con una temperatura promedio de 22°C. En el Subandino Sur, se registra un clima subhúmedo húmedo con veranos cálidos e inviernos templados, con temperaturas medias de 24°C a 26°C. Por último, en el Gran Chaco, se experimenta un clima semiárido con veranos cálidos e inviernos templados, con temperaturas promedio de 24°C a 26°C.

El mes más cálido (con el máximo promedio de temperatura alta) es Febrero (31°C). El mes con el promedio de temperatura alta más bajo es Julio (26°C).

El mes con el promedio de temperatura baja más alto es Febrero (17°C). Los meses más fríos (con el promedio de temperatura baja más bajo) son junio y julio (8°C).

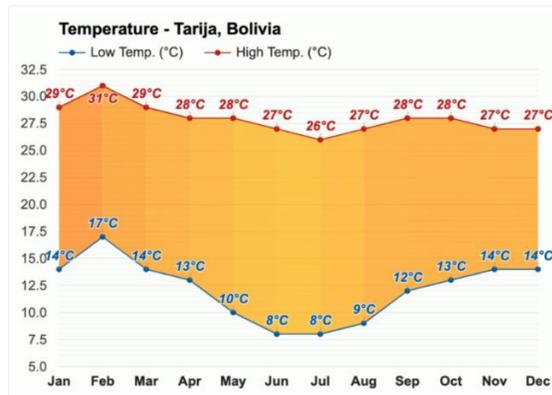


Ilustración 5: Temperatura media en Tarija

Fuente: Fuente: weather atlas Anual y Mensual del Tiempo - Tarija, Bolivia (weather-atlas.com)

El mes más húmedo (con la precipitación más alta) es Enero (130mm). El mes más seco (con la precipitación más baja) es Junio (0mm).



Ilustración 6: Precipitación media en Tarija

Fuente: Fuente: weather atlas Anual y Mensual del Tiempo - Tarija, Bolivia (weather-atlas.com)

10.2.2.3 VIVIENDA

Según la Encuesta de Hogares 2018-2019 del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el 42.5 por ciento de los hogares en Tarija no posee una vivienda propia, y una parte significativa de ellos vive en condiciones de hacinamiento.

En Tarija, la modalidad predominante de tenencia de vivienda es la propiedad (57.5%), ya sea completamente pagada o en proceso de pago, seguida por viviendas cedidas por familiares o amigos (19.7%). En contraste, un menor porcentaje de la población (16.6%) alquila su vivienda, mientras que el 6.2 por ciento tiene otro tipo de arreglo habitacional. Además, la mayoría de los hogares (68.4%) residen en casas, chozas o pahuichis, mientras que el 28.3% habita en cuartos o habitaciones independientes.

El acceso a la vivienda propia se ve obstaculizado por la inestabilidad laboral, los ingresos reducidos y los altos costos del mercado inmobiliario en la ciudad de Tarija. A esto se suman los numerosos requisitos exigidos por las instituciones financieras del país.

Los materiales de construcción utilizados en las paredes, techos y pisos de las viviendas tienen un papel crucial en el aislamiento de los residentes frente a los elementos naturales, como el clima y la radiación solar, proporcionando un entorno más higiénico y protegiendo contra los vectores de enfermedades; Según la Encuesta de 2019, en Tarija, el ladrillo, bloque de cemento o hormigón son los materiales más comunes para las paredes de las viviendas, representando el 82.5% del total, mientras que el adobe o tapial constituye el 15.0%.

Fuente: periódico el país, El 42.5% de personas no cuenta con vivienda propia en Tarija, 2021

10.2.3 MARCO HISTÓRICO EN BERMEJO

Bermejo, se ubica en el extremo sur de Bolivia, en el departamento de Tarija, a 208 km de la ciudad de Tarija y en la frontera con la República Argentina. Destaca por ser una zona rica en hidrocarburos, con presencia de petróleo y gas natural.

El municipio abarca aproximadamente 380.90 Km², divididos en áreas urbana y rural, con una población conformada por pueblos originarios y corrientes migratorias.

Está compuesto por 12 distritos, ocho de ellos pertenecientes al área urbana, conformados por 27 barrios, y cuatro distritos rurales, que incluyen las comunidades de Arrozales, Bermejo, Candaditos y Porcelana, totalizando 258 comunidades en todo el territorio municipal.

10.2.3.1 Crecimiento histórico de la ciudad de Bermejo

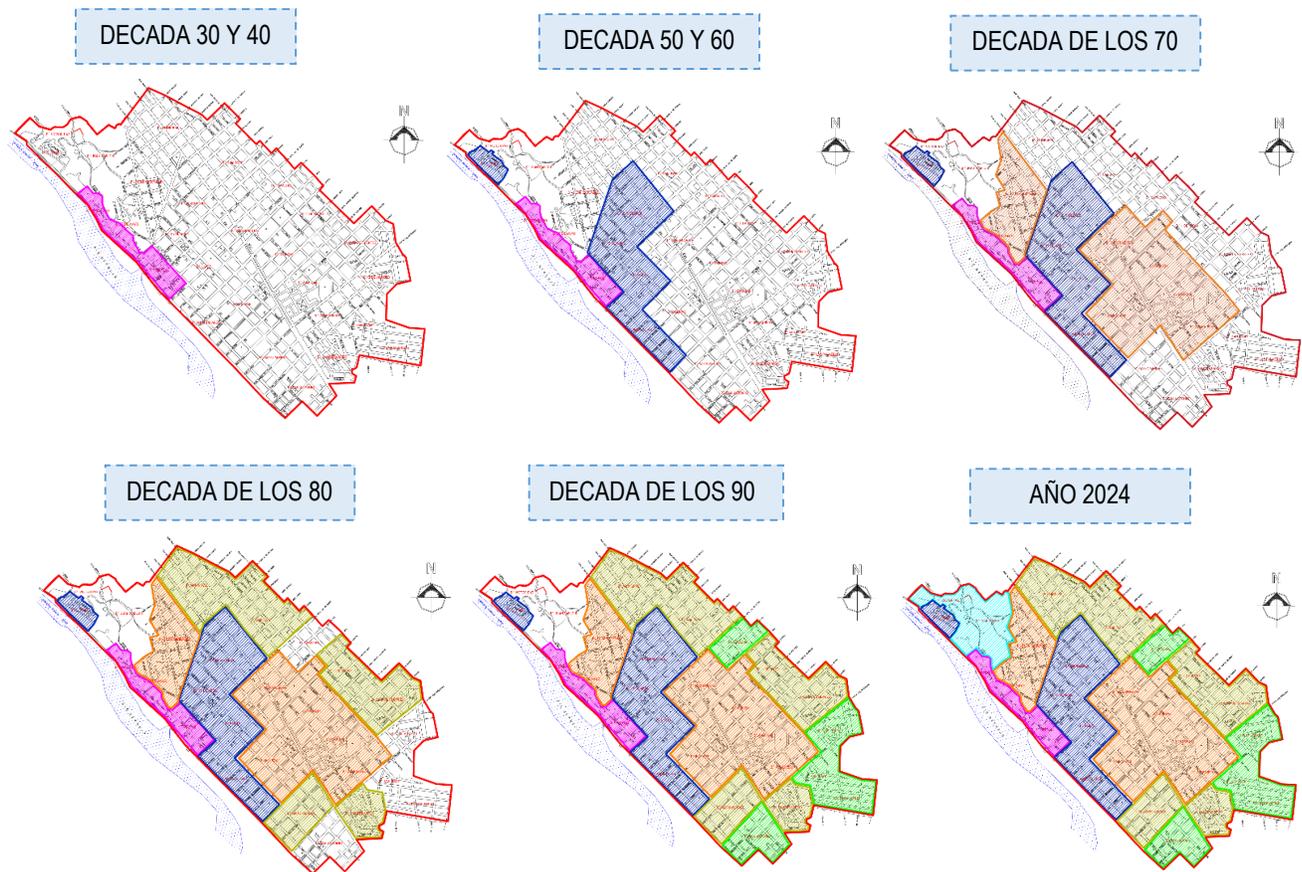


Ilustración 7: Crecimiento histórico de la ciudad de Bermejo

Fuente: Plan de Ordenamiento Urbano y Uso de Suelo de Municipio de Bermejo

El crecimiento de la ciudad de Bermejo comenzó por la zona comercial conocida como las chalanas, luego fue creciendo de una manera desordenada; la tendencia de crecimiento que tiene es hacia el Nor-Este.

10.2.3.2 VIVIENDAS

La deficiencia de las viviendas en Bermejo en cuanto al calor que hace en la región puede ser un problema significativo debido a las altas temperaturas registradas, como los 44 grados centígrados reportados. Dado que Bermejo experimenta temperaturas extremadamente altas, las viviendas pueden carecer de un adecuado aislamiento térmico y ventilación que les permita mantenerse frescas durante los periodos de calor intenso. Esto puede resultar en un ambiente interior incómodo y caluroso, lo que afecta la calidad de vida de los habitantes y puede requerir medidas de adaptación y mejora en la construcción de viviendas para hacer frente a las condiciones climáticas extremas de la región.

10.2.3.2.1 CARACTERISTICAS DE LAS VIVIENDAS A TRAVES DEL TIEMPO

Las primeras viviendas fueron construidas de adobe y de techos de paja, luego se fue incorporando los techos de calamina, luego fueron aumentando las viviendas de ladrillo, con losa de hormigón.



Ilustración 8: Características de las viviendas

Fuente: elaboración propia

Los métodos de construcción en las viviendas de Bermejo han ido mejorando a lo largo del tiempo mediante la implementación de nuevos materiales y técnicas que han permitido una mayor durabilidad, eficiencia energética y resistencia a desastres naturales. Por ejemplo, se ha reemplazado el uso de adobe y arcilla por concreto y acero, lo que ofrece una mayor resistencia a terremotos. Asimismo, la introducción de sistemas modernos de calefacción, refrigeración y ventilación ha mejorado la comodidad y habitabilidad de las viviendas en Bermejo. El uso de materiales aislantes, como espuma y fibra de vidrio, ha contribuido a regular las temperaturas interiores y reducir el consumo de energía. En resumen, la evolución de los métodos de construcción en Bermejo ha estado impulsada por la búsqueda de mayor confort, seguridad y sostenibilidad en la vivienda.

10.3 MARCO TEÓRICO LEGAL

10.3.1 Normativas Internacionales

- **ISO 7726** Ergonomía de los ambientes térmicos. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas.
- **ISO 7345** Aislante térmico. Magnitudes físicas y definiciones.
- **ISO 7730** Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local.
- **ISO 9229** Aislamiento térmico. Materiales y productos aislantes térmicos. Vocabulario.
- **ISO 13732-1** Ergonomía del ambiente térmico: Métodos para la evaluación de la respuesta humana al contacto con superficies. Parte 1: Superficies calientes.
- **ISO 3732-3** Ergonomía del ambiente térmico. Métodos para la evaluación de la respuesta humana al contacto con superficies. Parte 3: Superficies frías.
- **UNE-EN 15251 2007 (Europa):** Requisitos para el diseño interior del ambiente térmico de los edificios. Comité Europeo de Normalización (CEN).
- **NORMA UNE 7730 2006 (España):** Esta norma establece criterios para evaluar el confort térmico en espacios interiores, considerando factores como temperatura, humedad relativa y velocidad del aire.

- **Norma IRAM 11603 (Argentina):** Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Diciembre 1996.
- **Norma IRAM 11604 (Argentina):** Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. El Peruano Martes 13 de mayo de 2014 Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límite. Febrero 2001.
- **Norma IRAM 11625 (Argentina):** Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general. Abril 2000.
- **Norma NCh 853-2007 (Chile):** Acondicionamiento térmico – Envoltente térmica de edificios – Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas. Mayo 2007.

Fuente: Biblioteca IBNORCA

10.3.2 Normativas Bolivianas

- **Artículo 19. C.P.E. (Bolivia)** I. Toda persona tiene derecho a un hábitat y vivienda adecuada, que dignifiquen la vida familiar y comunitaria.
- **Artículo 7.-** Para la puesta en vigencia de las Normas Técnicas de Vivienda, se establecen los siguientes principios: El respeto a la dignidad y naturaleza humana, la salubridad, la integralidad, la seguridad, la oportunidad, la equidad y la eficiencia.

Fuente: Constitución Política del Estado

a) Normas técnicas de viviendas Bolivia.

- **Artículo 7:** Para la puesta en vigencia de las Normas Técnicas de Vivienda, se establecen los siguientes principios:

b) Salubridad determinada por el acondicionamiento físico ambiental de una vivienda, bajo el principio de que todo aquello que atente contra la salud física, mental, psicológica, disminuya la esperanza de vida, acelere el deterioro natural de las capacidades sensoriales del hombre, y produzca insatisfacción existencial a causa de agentes tóxicos, condiciones de insalubridad, incomodidad, hacinamiento o condiciones térmicas intolerables para la naturaleza humana, será considerado fuera de este principio.

- **Artículo 11.-** Las Normas Técnicas de Vivienda tienen como objetivo:

b. Establecer un marco de referencia que permita generar propuestas de vivienda que cumplan con requisitos mínimos de habitabilidad.

c. Establecer parámetros generales que permitan identificar las condiciones mínimas de habitabilidad de la vivienda y exigencias técnicas que garanticen la calidad de la misma.

d. Contar con estándares mínimos que permitan soluciones de vivienda de acuerdo a las posibilidades económicas del usuario, sus condiciones culturales y el emplazamiento ecológico en que se encuentren.

e. Lograr que los proyectos de vivienda contemplen soluciones eficientes en previsión de accidentes y emergencias a causa de desastres naturales.

- **Artículo 28.-** En virtud a los principios: respecto a la dignidad que protege la calidad de vida dentro de una vivienda, de salubridad observando los aspectos que previenen la salud, el bienestar y la esperanza de vida, de integralidad que determina que las Normas se asientan en la interrelación del ámbito económico, social, territorial y ambiental; oportunidad para mejorar el acceso a la propiedad de una vivienda, de acuerdo a condiciones técnicas mínimas; seguridad referida a la reducción de vulnerabilidad y eficiencia que optimiza el uso de recursos para maximizar la satisfacción de la demanda social.

- **Artículo 29.-**

- a. Los estándares de vivienda establecen las superficies, dimensiones y conceptos mínimos de habitabilidad, definiendo las condiciones de estabilidad, asismicidad, salubridad, iluminación, ventilación, privacidad, seguridad y dotación de servicios básicos.

Fuente: Normas técnicas de vivienda

10.4 MARCO REAL

10.4.1 ANALISIS FISICO ESPACIAL DEL AREA DE INTERVENCION

10.4.1.1 MARCO FÍSICO NATURAL

a) UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

PAIS BOLIVIA



El área de estudio se encuentra ubicado en el estado plurinacional de Bolivia, departamento de Tarija, provincia Aniceto Arce, municipio de Bermejo.

El departamento de Tarija se encuentra en el extremo sur de Bolivia, limitando al norte con los departamentos de Chuquisaca y Santa Cruz, al este con Paraguay, al sur con Argentina y al oeste con el departamento de Potosí. La ciudad de Tarija, capital del departamento, está ubicada en el valle del mismo nombre.

DEPARTAMENTO TARIJA



PROVINCIA ARCE



La provincia Aniceto Arce forma parte del departamento de Tarija. Esta provincia está subdividida en municipios y comunidades, los municipios que conforman la provincia Aniceto Arce son: Padcaya y Bermejo

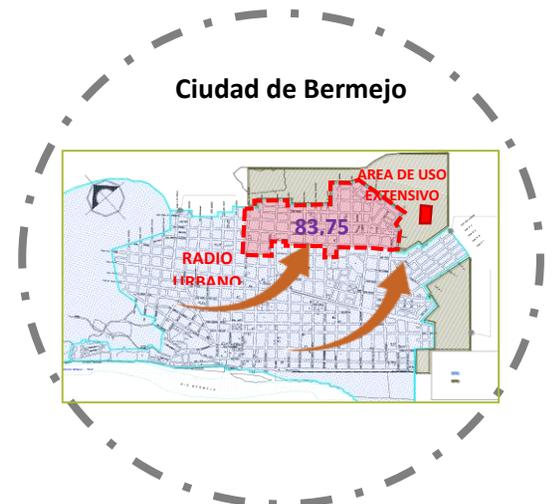


Ilustración 9: Ubicación geográfica

Fuente: Elaboración propia a base de plano del gobierno autónomo municipal de Bermejo

La ciudad de Bermejo se divide en 8 distritos y 27 barrios, ubicado en el extremo sur de Bolivia, en el departamento de Tarija, a 208 km de la ciudad de Tarija, se encuentra a 419 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con la serranía de San Telmo, al sur con el río Bermejo y Argentina, al este con el río Grande de Tarija y Argentina, y al oeste con el río Bermejo y Argentina, abarcando una extensión territorial de aproximadamente 380,90 km². Con una población de alrededor de 34,400 habitantes, incluyendo un alto porcentaje de población flotante, Bermejo se ha caracterizado por un crecimiento demográfico reducido en los últimos años, a diferencia de otras ciudades del departamento. El clima de Bermejo es tropical húmedo, con temperaturas extremas que oscilan entre los 10°C y 45°C.

b) CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y CLIMATOLÓGICAS

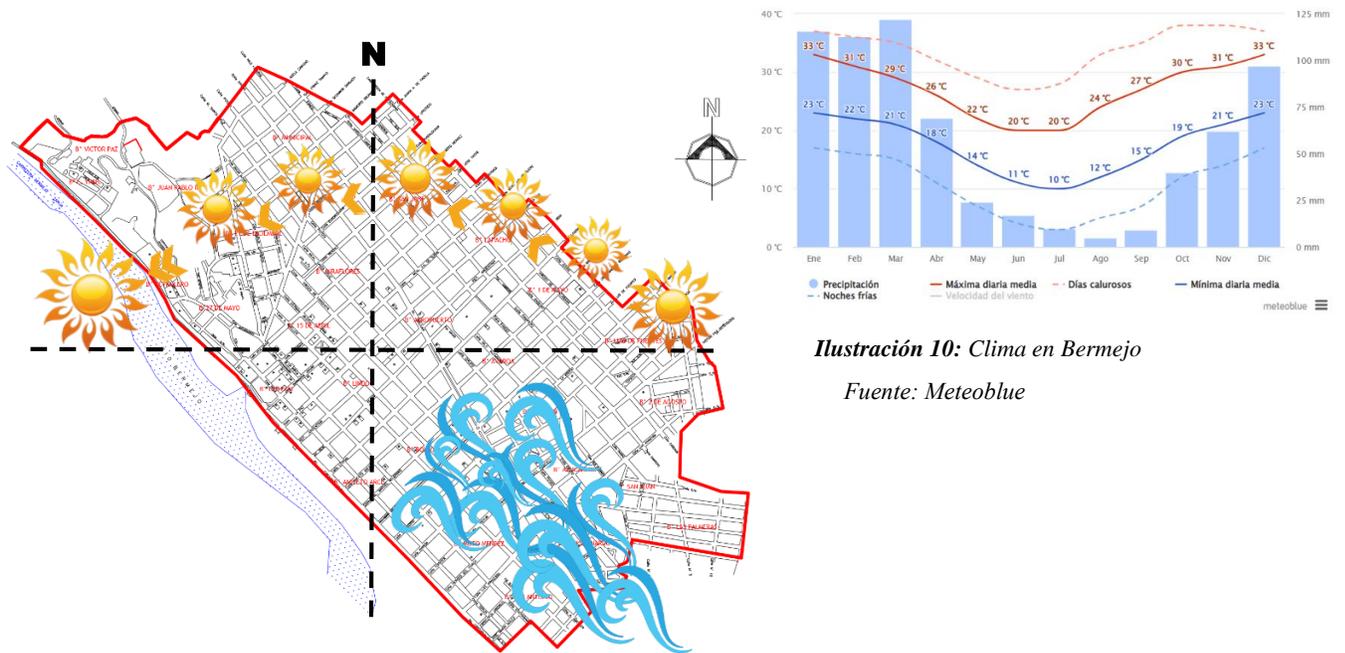


Ilustración 10: Clima en Bermejo

Fuente: Meteoblue

Promedio	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Máxima	31.7°C	30.9°C	28.3°C	25.3°C	21.6°C	19.8°C	19.9°C	24.7°C	27.5°C	29.5°C	31.1°C	32°C
Mínima	20.1°C	20.1°C	18.3°C	16.6°C	13.6°C	10.7°C	9.7°C	11.8°C	14.5°C	17.7°C	18.9°C	20°C

Tabla 6: Temperatura por meses

Tabla 6: Elaboración propia a base de datos Weathers atlas

Bermejo se caracteriza por su clima con temperaturas extremas, con meses muy calurosos entre septiembre y mayo, llegando a alcanzar hasta los 45 °C, y meses más frescos entre junio y agosto, con temperaturas de hasta 10 °C. Las lluvias se concentran entre marzo y mayo, con un alto grado de humedad.

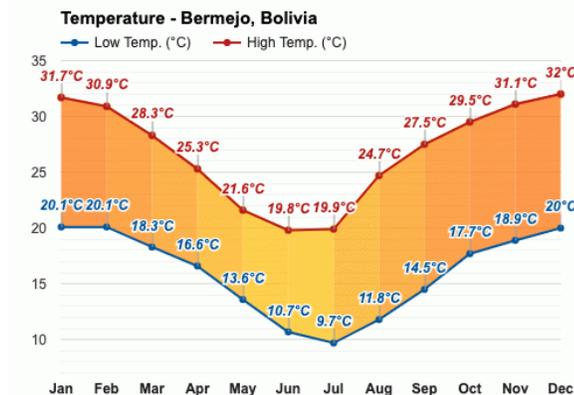


Ilustración 11: Temperatura media en Bermejo

Fuente: Fuente: weather atlas Anual y Mensual del Tiempo - Bermejo, Bolivia (weather-atlas.com)

El mes más cálido (con el máximo promedio de temperatura alta) es Diciembre (32°C). El mes con el promedio de temperatura alta más bajo es Junio (19.8°C).

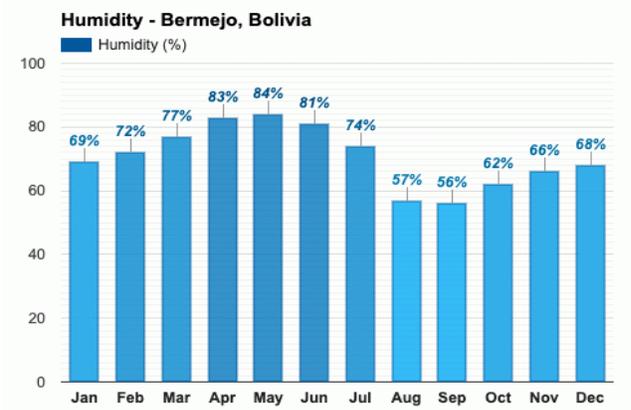


Ilustración 12: Humedad media Bermejo

Fuente: Fuente: weather atlas Anual y Mensual del Tiempo - Bermejo, Bolivia (weather-atlas.com)

El mes con la humedad relativa más alta es mayo (84%). El mes con la humedad relativa más baja es septiembre (56%).

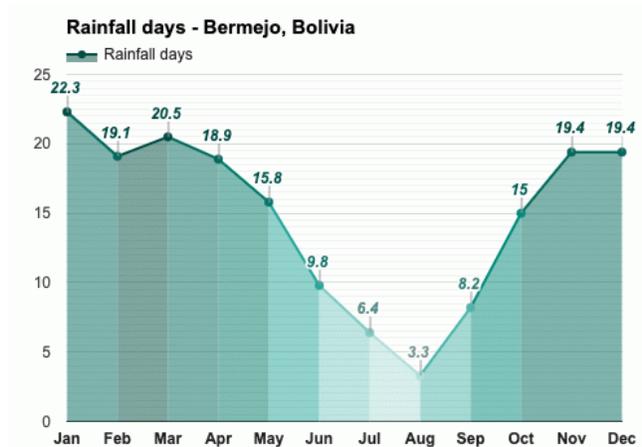


Ilustración 13: Promedio de días de lluvia en Bermejo

Fuente: Fuente: weather atlas Anual y Mensual del Tiempo - Bermejo, Bolivia (weather-atlas.com)

El mes con la mayor cantidad de días lluviosos es enero (22.3 días). El mes con la menor cantidad de días lluviosos es agosto (3.3 días). La temporada de lluvias se

extiende de octubre a abril, con una precipitación anual de 1.323,1 mm. La zona cuenta con una rica vegetación, fauna y flora.

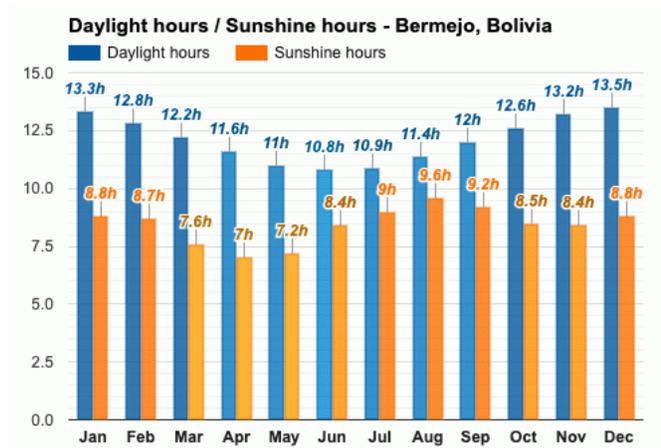


Ilustración 14: Promedio insolación en Bermejo

Fuente: Fuente: weather atlas Anual y Mensual del Tiempo - Bermejo, Bolivia (weather-atlas.com)

El mes con los días más largos es diciembre (luz diurna media: 13 horas y 30 minutos). El mes con los días más cortos es junio (luz diurna media: 10 horas y 48 minutos).

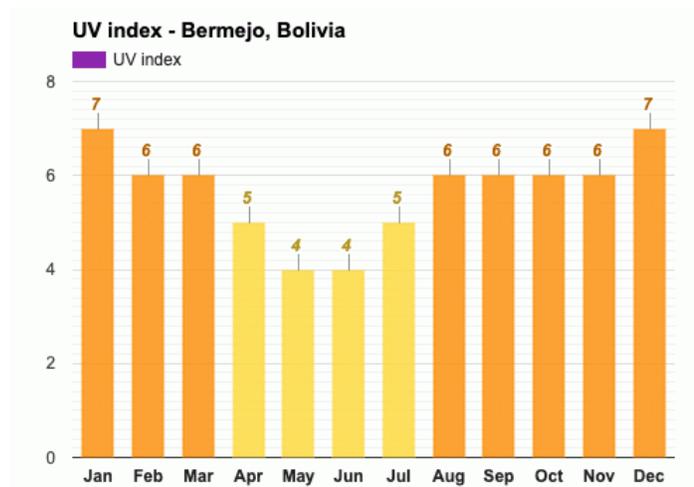


Ilustración 15: Promedio índice UV en Bermejo

Fuente: Fuente: weather atlas Anual y Mensual del Tiempo - Bermejo, Bolivia (weather-atlas.com)

Los meses con el índice UV más alto son enero y Diciembre (Índice UV 7). Los meses con el índice UV más bajo son mayo y Junio (Índice UV 4).

Fuente: weather atlas Anual y Mensual del Tiempo - Bermejo, Bolivia (weather-atlas.com)

El calor en Bermejo se caracteriza por ser intenso, con temperaturas que pueden alcanzar niveles muy altos. Según los reportes del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi), se han registrado temperaturas extremadamente altas en Bermejo, llegando a los 44 grados centígrados, lo que representa un récord histórico en la zona. Este calor intenso ha generado condiciones climáticas extremas que pueden resultar desafiantes para la población y requieren medidas de precaución y adaptación.

c) ÁREAS VERDES Y COBERTURA VEGETAL



Ilustración 16: Áreas verdes

Fuente: Elaboración propia a base del Plan de Ordenamiento Urbano y Uso de Suelo de Municipio de Bermejo

Bermejo es una ciudad con una gran diversidad de especies vegetales, lo que contribuye a la atracción turística de la región. Sin embargo, la deforestación y el crecimiento acelerado de la ciudad están causando la desaparición de esta riqueza natural. En respuesta a esta situación, se ha propuesto la creación de un jardín botánico en el municipio de Bermejo, con el objetivo de preservar la diversidad vegetal de especies locales y servir como ecosistema para la educación poblacional, investigación y disfrute. La alta cuenca del río Bermejo, alberga una diversa población arbórea, con un total de 1035 especies identificadas en la región, incluyendo el cedro, la tipa, el nogal, el lapacho, la quina blanca y el pino del cerro.

Además, se cuenta con 11 áreas verdes, entre plazas y pequeños parques, que hacen un total de 54.318 m² para 38023 habitantes, lo que equivale a 0.70 m² por habitante, lo cual está muy por debajo de lo recomendado por la OMS que el área mínima es de 9m² de áreas verdes por habitante.

d) VIVIENDAS

Según el Plan de Ordenamiento Urbano y Uso de Suelo Municipal de Bermejo, cuenta con las siguientes tipologías.

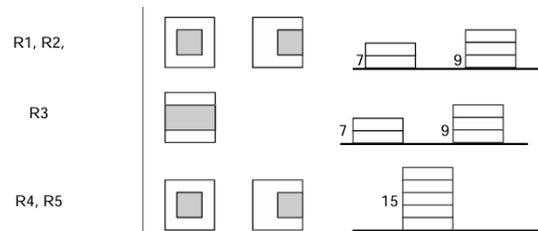


Ilustración 17: Tipologías

Fuente: Plan de Ordenamiento Urbano y Uso de Suelo de Municipio de Bermejo (2015)

VIVIENDA TRADICIONAL PRIMARIA

La vivienda tradicional en Bermejo se caracteriza por su construcción con materiales locales como la tierra, reflejando la arquitectura vernácula de la zona. Estas viviendas suelen ser parte de la identidad cultural y arquitectónica de Bermejo, mostrando

técnicas constructivas adaptadas al entorno y al clima de la región. Además, se destaca que la vivienda tradicional en Bermejo ha sido parte de la historia y la evolución arquitectónica de la ciudad, representando un patrimonio cultural que refleja la conexión de la comunidad con su entorno y sus raíces.



Ilustración 18: Vivienda tradicional
Fuente: Elaboración

11. ANALISIS DE MODELOS REALES REFERENCIALES

- **CONFORT HIGROTÉRMICO EN PROYECTOS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA CIUDAD DE PORTOVIEJO, ECUADOR.**



Fuente: confort higrotérmico en proyectos de viviendas unifamiliares en la ciudad de Portoviejo, Ecuador. (2022)

Ilustración 19: Análisis de vivienda

Este proyecto se centra en los resultados del análisis de confort higrotérmico en varias viviendas unifamiliares de la ciudad. El objetivo general es establecer lineamientos térmicos que sirvan como herramienta proyectual para profesionales de la construcción. Se realizaron evaluaciones utilizando fichas tipológicas, la escala sensitiva ASHRAE 55 y herramientas digitales precisas. Los análisis incluyeron valoraciones mediante el software de confort térmico CBE, datos estadísticos

de la matriz tipológica aplicados en las viviendas, y el diseño de lineamientos térmicos en toda la envolvente de las viviendas.



Fuente: confort higrotérmico en proyectos de viviendas unifamiliares en la ciudad de Portoviejo, Ecuador. (2022)

Estos procedimientos

concluyeron en un aporte importante para la solución térmica de las viviendas, destacando la importancia de aplicar técnicas bioclimáticas, materiales aislantes y una correcta orientación para mejorar el confort térmico en las viviendas unifamiliares de Portoviejo.

- **CONFORT TÉRMICO: UN SISTEMA AISLANTE PARA LA VIVIENDA ALTO ANDINA FABRICADO CON MATERIALES RECICLADOS (PERU)**

Este proyecto es una iniciativa desarrollada por el arquitecto César Moncloa y alumnos de la cátedra de Acondicionamiento y Servicios de la Universidad Continental Sede Huancayo en Perú. El objetivo del proyecto es crear un sistema aislante que impida que la temperatura descienda dramáticamente en las viviendas alto andinas, donde las heladas provocan mantos de nieve que destruyen las cosechas.



Ilustración 21: Análisis de vivienda

Fuente: confort térmico: un sistema aislante para la vivienda alto andina fabricado con materiales reciclados. (2017)

El sistema aislante está diseñado para ser construido con materiales reciclados, como botellas plásticas, y tiene un costo de aproximadamente 300 soles. Se instala en el techo, las puertas y las ventanas de la vivienda, y funciona capturando la energía gratuita en forma de calor y conservándola para mantener el interior de la vivienda caliente durante las heladas; pretende despertar la conciencia ética en los alumnos y mejorar la realidad de las comunidades rurales en Perú. Además, el sistema aislante ayuda a reducir el uso de combustibles para calefacción, lo que contribuye a la sostenibilidad ambiental.

12. SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA DE ESTUDIO CIENTÍFICO

12.1 UBICACIÓN DEL MANZANO A ESTUDIAR.

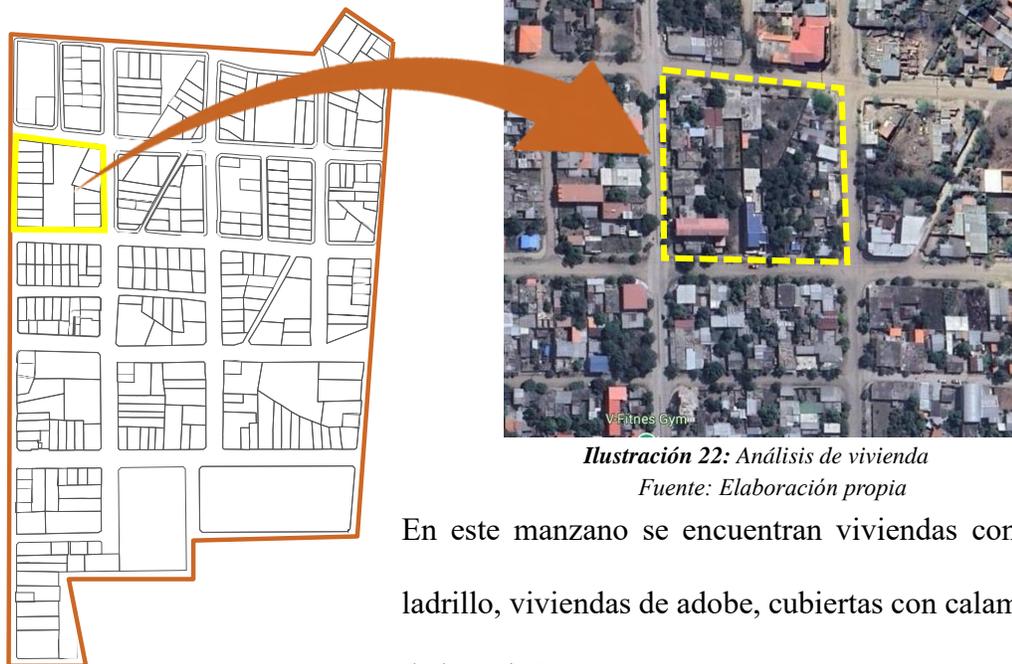


Ilustración 22: Análisis de vivienda
Fuente: Elaboración propia

En este manzano se encuentran viviendas con muros de ladrillo, viviendas de adobe, cubiertas con calamina y losas de hormigón.

En este manzano se hará el estudio de la variación de alturas de la vivienda y la tipología que se utiliza y la razón del porque varían en sus temperaturas. El área de estudio abarca 19 viviendas.

12.2 APLICACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

12.2.1 TERMÓMETRO INFRARROJO



Este termómetro infrarrojo se utilizará para medir la variación y absorción de calor en las viviendas, considerando el color de sus fachadas. Además, se analizará la diferencia de temperatura entre áreas sombreadas y expuestas al sol.

12.2.2 TERMÓMETRO-HIGRÓMETRO



Este instrumento se utilizará para recopilar datos sobre la temperatura en el interior de las viviendas, lo que permitirá analizar la variación entre las temperaturas interiores y exteriores.

Además, se evaluará la variación de temperatura en función del tipo de material de construcción de cada vivienda.



12.3 INERCIA TÉRMICA DE LOS MATERIALES

Al considerar la inercia térmica de los materiales en un clima muy caluroso, es importante evaluar su capacidad para almacenar y liberar calor, lo que influye en el confort interior de las viviendas.

En un clima muy caluroso, los materiales con alta inercia térmica pueden ayudar a moderar las temperaturas interiores. Durante el día, estos materiales absorben el calor del sol y lo almacenan, evitando que las temperaturas internas se eleven demasiado. Por la noche, cuando las temperaturas exteriores disminuyen, estos materiales liberan el calor acumulado, ayudando a mantener un ambiente interior más fresco.

12.3.1 ANÁLISIS DE INERCIA TÉRMICA

ADOBE

- Conductividad Térmica: Aproximadamente 0.176 W mK .
- Calor Específico: Alrededor de 900 J kgK .
- Capacidad Calorífica: Entre 500 y $1000 \text{ Kcal m}^3\text{C}$.
- Inercia Térmica: Alta. El adobe es eficaz en la regulación térmica, manteniendo temperaturas agradables en climas cálidos al absorber calor durante el día y liberarlo lentamente por la noche.

LOSA DE HORMIGÓN

- Conductividad Térmica: Entre 0.8 y 1.2 W mK .
- Calor Específico: Aproximadamente 670 J kgK .

- Capacidad Calorífica: Alrededor de 1465 KJ m³ 1465KJ m³
- Inercia Térmica: Muy alta. El hormigón tiene una gran capacidad para almacenar calor, lo que ayuda a estabilizar las temperaturas interiores, pero puede requerir una buena ventilación para evitar el sobrecalentamiento.

LADRILLO HUECO

- Conductividad Térmica: Aproximadamente 0.66 W mK 0.66W mK
- Calor Específico: Alrededor de 836 J kgK 836J kgK
- Capacidad Calorífica: Aproximadamente 1673 KJ m³ 1673KJ m³
- Inercia Térmica: Moderada. Aunque proporciona cierta inercia térmica, su efectividad es menor que la del adobe y el hormigón debido a su estructura hueca.

CALAMINA

- Conductividad Térmica: Alta (no especificada en los resultados, pero generalmente se considera alta para metales).
- Inercia Térmica: Baja. La calamina no tiene capacidad para almacenar calor y tiende a calentarse rápidamente bajo la exposición solar, lo que puede resultar incómodo en climas cálidos.

Material	Inercia Térmica	Comentarios
Adobe	Muy Alta	Excelente para mantener temperaturas interiores frescas en climas cálidos.
Losa de Hormigón	Alta	Muy efectiva en estabilizar temperaturas; necesita buena ventilación.
Ladrillo Hueco	Moderada	Menos efectivo que adobe y hormigón; útil pero limitado en climas extremos.
Calamina	Baja	No recomendable para control térmico efectivo; contribuye al sobrecalentamiento.

*Tabla 6: Inercia térmica de los materiales
Fuente: Elaboración propia*

En un clima muy caluroso, el adobe se destaca como el material con mejor inercia térmica, seguido por la losa de hormigón y el ladrillo hueco. La calamina es la opción menos adecuada debido a su baja capacidad para regular la temperatura interior. Por lo tanto, para lograr un ambiente interior confortable en condiciones calurosas, las viviendas construidas con adobe son preferibles frente a las construcciones de ladrillo hueco y hormigón.

12.4 DATOS SACADOS DE LAS VIVIENDAS ANALIZADAS

MURO DE ADOBE			
CODIFICACION	IMAGEN	DATOS	
A-1A1		ALTURA POR PISOS	3,00m
		MATERIALES	Adobe con cubierta de calamina
		EXTERIOR	39,0°C
		INTERIOR	36,6°C
		CONCLUSION	En comparación con el exterior y el interior, se ve una variación de entre 2 a 5°C más fresco.

*Tabla 7: Datos muro de adobe
Fuente: Elaboración propia*

LOSA DE HORMIGON				
CODIFICACION	IMAGEN	DATOS		
A-3B1		ALTURA POR PISOS	3,30m	
		MATERIALES	Muro de ladrillo hueco con cubierta de losa	
		EXTERIOR	39,5°C	
		INTERIOR	40,8°C	
CONCLUSION	Con estos datos se puede ver que una vivienda construida con los materiales ya mencionados aumentan la temperatura haciéndolo más caliente que el exterior			
A-4B1		ALTURA POR PISOS	3,30m	
		MATERIALES	Muro de ladrillo hueco con cubierta de losa	
		EXTERIOR	39,4°C	
		INTERIOR	40,3°C	
CONCLUSION	Con estos datos se puede ver que una vivienda construida con los materiales ya mencionados aumentan la temperatura haciéndolo más caliente que el exterior, comparado con el anterior es un poco más fresco ya que esta vivienda cuenta con sombra debido a la vegetación.			
A-7B2		ALTURA POR PISOS	PLANTA BAJA 3,80m PLANTA ALTA 4,0m	
		MATERIALES	Muro de ladrillo hueco con cubierta de losa, cuenta con revestimiento en ciertas áreas.	
		TEMPERATURA POR PISOS	EXTERIOR 39,5°C PLANTA BAJA 40,9°C PLANTA ALTA 41,6°C	
		CONCLUSION	A pesar de esta vivienda ser realizada por un profesional arquitecto, sus ambientes son muy calientes, al hablar con el propietario menciono que no se puede estar sin aire acondicionado. A pesar de contar con retiro no cuenta con un patio.	
		ALTURA POR PISOS	3,50m	
		MATERIALES	Muro de ladrillo hueco con cubierta de losa	
A-11B1		EXTERIOR	38,9°C	
		INTERIOR	39,2°C	
		CONCLUSION	en esta vivienda se puede ver el beneficio de un patio o un espacio con vegetación, ya que eso reduce la temperatura, tanto exterior como interior.	

A-12B1		ALTURA POR PISOS	3,5
		MATERIALES	Muro de ladrillo hueco con cubierta de losa
		EXTERIO	39,1°C
		INTERIOR	40,2°C
		CONCLUSION	Esta vivienda es más fresca que otras similares debido que cuenta con vegetación, pero aun así es caliente por el tema de los materiales.
A-14B1		ALTURA POR PISOS	3,50m
		MATERIALES	Muro de ladrillo hueco con cubierta de losa
		EXTERIO	39,3°C
		INTERIOR	40,2°C
		CONCLUSION	Esta vivienda no varía mucho su temperatura debido a la sombra que posee lo cual mitiga el impacto del sol sobre los ambientes.
A-17B1		ALTURA POR PISOS	3,50m
		MATERIALES	Muro de ladrillo hueco con cubierta de losa
		EXTERIO	39,2°C
		INTERIOR	41,8°C
		CONCLUSION	Esta vivienda es mucho más caliente debido que no cuenta con ningún sistema de sombreado y el sol afecta y aumenta esta temperatura.
A-18B1		ALTURA POR PISOS	3,50m
		MATERIALES	Muro de ladrillo hueco con cubierta de losa
		EXTERIO	39,2°C
		INTERIOR	41,7°C
		CONCLUSION	Esta vivienda es caliente porque casi no posee con un sistema de sombreado que mitigue el calor, el tipo de vegetación no es la más óptima para reducir y proporcionar sombra.

Tabla 8: Datos cubierta de H°
Fuente: Elaboración propia

LOSA DE CALAMINA					
CODIFICACION	IMAGEN	DATOS			
A-5C1		ALTURA POR PISOS	3,30m		
		MATERIALES	Muro de ladrillo sin revoque y cubierta de calamina		
		EXTERIOR	39,2°C		
		INTERIOR	41,2°C		
		CONCLUSION	A pesar de no tener revoque y ser solo el muro de ladrillo no aumenta tanto debido a la presencia de sombra.		
A-9C1		ALTURA POR PISOS	PLANTA BAJA	3,60m	
			PRIMER PISO	3,60m	
			SEGUNDO PISO	3,80m	
		MATERIALES	Muro de ladrillo con cubierta de losa y una cubierta final de calamina.		
		TEMPERATURA POR PISOS	EXTERIOR	39,2°C	
			PLANTA BAJA	40,6°C	
			PRIMER PISO	41,3°C	
		SEGUNDO PISO	41,9°C		
		CONCLUSION	En esta vivienda se ve que la planta baja tiene una temperatura mejor que las otras plantas, debido a que suele estar menos expuesta a la radiación solar directa en comparación con los pisos superiores.		
A-10C3		ALTURA POR PISOS	3,30m		
		MATERIALES	Muro de ladrillo con cubierta de calamina		
		EXTERIOR	39,4		
		INTERIOR	41,4		
		CONCLUSION	Esta vivienda se encuentra en el interior, el cual no cuenta con ningún tipo de sombra y eso hace que la vivienda sea muy caliente.		
A-13C2		ALTURA POR PISOS	PLANTA BAJA	3,3	
			PLANTA ALTA	3,5	
		MATERIALES	Muro de ladrillo con cubierta de calamina		
		TEMPERATURA POR PISOS	EXTERIOR	39,2°C	
			PLANTA BAJA	40,4°C	
		PLANTA ALTA	42,1°C		

		CONCLUSION	La planta alta es mucho más caliente debido a la cubierta ya que la calamina absorbe mucho calor.		
A-15C1		ALTURA POR PISOS	3,5		
		MATERIALES	Muro de ladrillo con cubierta de calamina		
		TEMPERATURA POR PISOS	EXTERIOR	39,0°C	
			INTERIOR	39,6°C	
CONCLUSION	En esta vivienda se ve el beneficio que tiene tener vegetación dentro, ya que eso crea un micro clima y mejora la temperatura.				
A-16C2		ALTURA POR PISOS	PLANTA BAJA	3,30m	
			PLANTA ALTA	3,50m	
		MATERIALES	Muro de ladrillo con cubierta de calamina		
		TEMPERATURA POR PISOS	EXTERIOR	39,5°C	
			PLANTA BAJA	40,8°C	
PLANTA ALTA	42,5°C				
CONCLUSION	Esta vivienda no Cuenta con ningún tipo de sombreado lo cual hace que la temperatura suba demasiado.				

Tabla 9: Datos cubierta de Calamina

Fuente: Elaboración propia

Se llevó a cabo un estudio sobre las temperaturas en diversas viviendas, clasificadas según el tipo de material utilizado en su construcción. Los resultados obtenidos muestran que el uso de calamina no es óptimo en regiones con climas muy cálidos, ya que este material tiende a retener el calor, lo que puede resultar en un aumento significativo de la temperatura interior.

Sin embargo, se observó que este efecto negativo puede ser contrarrestado mediante la incorporación de vegetación alrededor de las viviendas. La presencia de plantas y árboles no solo proporciona sombra, sino que también ayuda a regular la temperatura del entorno inmediato, creando un microclima más fresco y agradable.

12.5 COMPARACION DE TEMPERATURA ENTRE UN LOTE ESQUINERO Y UN LOTE INTERIOR O NO ESQUINERO

Se recopilaron datos de temperaturas de viviendas esquinera y no esquinera con el objetivo de analizar la variación térmica según su ubicación. Este estudio permitirá identificar cómo la posición de la vivienda influye en las temperaturas internas.



Ilustración 23: Comparación de temperaturas
 Fuente: Elaboración propia

Tras la recolección de datos, se ha comprobado que las viviendas ubicadas en esquinas presentan temperaturas interiores más elevadas en comparación con aquellas que no son esquinera. Este análisis se realizó a las 12:00 PM, momento en el cual la radiación solar es más intensa, lo que puede influir significativamente en la temperatura interna de las viviendas.



*Ilustración 24: Comparación de temperaturas
Fuente: Elaboración propia*

Observaciones Clave

Viviendas Esquinera: Estas viviendas tienden a recibir más luz solar directa debido a su ubicación, lo que puede resultar en un aumento de la temperatura interior.

Viviendas No Esquinera: Al estar rodeadas por otras estructuras, estas viviendas pueden experimentar un efecto de sombra que contribuye a mantener temperaturas más frescas.

Este estudio resalta la importancia de considerar la ubicación de una vivienda al evaluar su confort térmico. Los resultados sugieren que los propietarios y arquitectos deben tener en cuenta estos factores al diseñar o seleccionar viviendas.

En general, las viviendas en esquina tienden a ser más cálidas durante el día debido a su mayor exposición solar y ventilación. Sin embargo, esto puede llevar a un sobrecalentamiento si no se manejan adecuadamente. Por otro lado, las casas en medio pueden ofrecer temperaturas más estables y frescas, pero podrían carecer de la misma cantidad de luz natural y ventilación.

12.6 ANALISIS DE VIVIENDA POR NIVELES

En esta vivienda se sacó la temperatura por niveles y la diferencia entre ambientes según su ubicación.



*Ilustración 25: Comparación de temperaturas por niveles
Fuente: Elaboración propia*

Con estos datos, vemos que la planta baja tiene una temperatura mejor que las otras plantas, debido a que suele estar menos expuesta a la radiación solar directa en comparación con los pisos superiores, especialmente durante las horas más calurosas del día. El aire caliente tiende a subir, lo que significa que el espacio al nivel del suelo se mantiene más fresco.

12.7 ALTURA Y MEDIDAS DE LOS AMBIENTES EN LAS VIVIENDAS

La elección de una altura adecuada es crucial para garantizar una buena ventilación y evitar la acumulación de calor, lo que es especialmente importante en climas cálidos. Además, una mayor altura puede contribuir a una mejor circulación del aire y a la sensación de frescura en el interior de la vivienda.



*Ilustración 26: Dimensiones de los ambientes
Fuente: Elaboración propia*

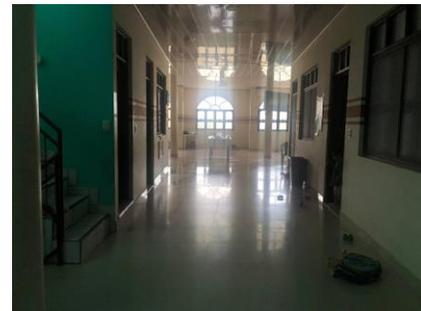
Realizando una observación y encuestas con los residentes del manzano pudimos analizar las alturas aproximadas que se utilizan en las construcciones en Bermejo.



*Ilustración 27: Dimensiones de los ambientes
Fuente: Elaboración propia*

Las alturas más utilizadas son de 3,50m y las habitaciones por lo general son de 3 o 3,50m lo cual no genera una buena ventilación y

aun así se pudo notar que hay dormitorios de hasta 9m² lo cual afecta mucho en el confort térmico.



13. ANÁLISIS DE LOS MATERIALES

13.1 MURO DE ADOBE			
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Excelente aislamiento térmico, lo que ayuda a mantener una temperatura interior agradable en climas cálidos.	Posibilidad de mejorar la resistencia mecánica del adobe mediante la adición de estabilizantes como tallos de cebada.	Susceptibilidad a la erosión y deterioro por exposición al agua y la humedad.	Riesgo de daños estructurales por eventos climáticos extremos como lluvias intensas o inundaciones.
Buena regulación de la humedad interior, evitando problemas de condensación.	Potencial de integrar diseños bioclimáticos que aprovechen las propiedades térmicas del adobe.	Necesidad de mano de obra calificada para su correcta construcción.	Competencia de materiales industrializados percibidos como más modernos y seguros.
Bajo costo de los materiales, ya que la tierra está disponible localmente.	Creciente interés y valoración de las técnicas constructivas tradicionales y sostenibles.	Menor resistencia a cargas sísmicas en comparación con otros materiales.	Falta de normativas y códigos de construcción que regulen adecuadamente el uso del adobe.
Bajo impacto ambiental, al ser un material natural y renovable.	Posibilidad de capacitar a la población local en técnicas de construcción con adobe.	Dificultad para lograr un acabado uniforme y estético.	Posible desinterés de la población joven por las técnicas constructivas tradicionales.
Resistencia estructural adecuada para construcciones de baja altura.	Aprovechar la disponibilidad de materiales locales para reducir costos y el impacto ambiental.		



Ilustración 28: Muro de adobe
Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Análisis muro de adobe
Fuente: Elaboración propia

Para un buen uso y aprovechamiento del muro de adobe, se tiene que mantener lo posible fuera de la humedad o el contacto con lluvia para evitar su deterioro, el adobe ayuda a que el interior se mantenga fresco y no haya la necesidad de utilizar otros sistemas.

13.2 MURO CON BLOQUES DE HORMIGON			
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Durabilidad: Los muros de bloques de hormigón son resistentes y duraderos, capaces de soportar las condiciones climáticas cálidas de Bermejo sin deteriorarse fácilmente.	Mejora de la Eficiencia Energética: Los muros de bloques de hormigón pueden contribuir a la eficiencia energética de los edificios.	Costo Inicial Elevado: La construcción de muros de bloques de hormigón puede tener un costo inicial más alto en comparación con otros materiales.	Cambio Climático: El aumento de la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos debido al cambio climático puede afectar la durabilidad y resistencia de los bloques de hormigón.
Resistencia a Condiciones Climáticas: Los muros de bloques de hormigón son altamente resistentes a la intemperie, el agua, los rayos UV y las altas temperaturas, lo que los hace adecuados para su uso.	Integración con Energías Renovables: Los muros de bloques de hormigón pueden ser utilizados para integrar sistemas de energía solar, lo que aumenta la sostenibilidad.	Peso Estructural: El peso del material puede requerir estructuras de soporte más robustas, lo que puede aumentar los costos de construcción.	Competencia de Otros Materiales: La aparición de nuevos materiales de construcción más ligeros y eficientes energéticamente puede representar una amenaza para la demanda de estos muros.
Aislamiento Térmico: Los muros de bloques de hormigón pueden proporcionar un buen aislamiento térmico, ayudando a mantener una temperatura interior confortable	Desarrollo de la Industria de la Construcción: La demanda de muros de bloques de hormigón en Bermejo puede impulsar el crecimiento	Complejidad de Instalación: La instalación de muros de bloques de hormigón puede ser más compleja y requerir mano de obra especializada, lo que puede aumentar los costos.	Regulaciones y Normas: Los cambios en las regulaciones y normas de construcción pueden afectar la utilización de muros de bloques de hormigón, generando desafíos para los constructores y propietarios.
Seguridad Estructural: Los muros de bloques de hormigón ofrecen una estructura sólida y segura, capaz de soportar cargas pesadas y resistir eventos climáticos extremos.	Mejora de la Calidad de Vida: Los muros de bloques de hormigón pueden contribuir a la creación de espacios más confortables y seguros.	Limitaciones de Diseño: Aunque los muros de bloques de hormigón ofrecen versatilidad de diseño, puede haber limitaciones en cuanto a formas y estilos.	Disponibilidad y Costo de Materias Primas: Cualquier variación en la disponibilidad y el costo de los insumos necesarios para la producción de bloques de hormigón puede afectar la viabilidad económica.
Baja Necesidad de Mantenimiento: Una vez instalado, el muro de bloques de hormigón requiere poco mantenimiento en comparación con otros materiales, hace una opción rentable	Oportunidades de Capacitación y Empleo: La instalación y mantenimiento de muros de bloques de hormigón pueden generar oportunidades de capacitación y empleo	Impacto Ambiental: La producción y eliminación de los materiales necesarios para construir muros de bloques de hormigón pueden tener un impacto ambiental.	Accidentes y Daños: Eventos accidentales o desastres naturales pueden causar daños a los muros de bloques de hormigón, generando costos de reparación y mantenimiento.

Tabla 11: Análisis muro con bloques de hormigón

Fuente: Elaboración propia

13.3 MURO DE LADRILLO

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Los ladrillos de 6 huecos tienen un buen aislamiento térmico, lo que ayuda a mantener una temperatura interior más fresca en climas cálidos.	El crecimiento constante del sector de la construcción en zonas de clima cálido genera una demanda creciente de este tipo de ladrillos.	Pueden requerir mayor refuerzo estructural en comparación con ladrillos macizos, dependiendo de la altura y carga de los muros.	La competencia de otros sistemas constructivos como el bloque de concreto, que también se adaptan bien a climas cálidos.
Estos ladrillos son livianos, lo que reduce la carga estructural y facilita la construcción.	Existe la posibilidad de desarrollar diseños y acabados diferenciados que se adapten mejor a las necesidades de climas cálidos.	La textura rayada puede no ser la más apropiada para climas cálidos, donde se prefieren acabados más lisos que faciliten la limpieza.	Posibles regulaciones o normativas que limiten el uso de ladrillos cerámicos en favor de materiales más eficientes energéticamente.
Tienen un buen rendimiento en términos de piezas por metro cuadrado, lo que optimiza el uso de materiales.	La disponibilidad de materias primas como arcilla y gas natural en ciertas regiones facilita la producción local de estos ladrillos.	Pueden tener un menor desempeño acústico en comparación con muros de ladrillo macizo.	Variaciones en los precios de los insumos clave como el gas natural y la arcilla que afecten la competitividad del producto.
El diseño con huecos permite una mejor ventilación natural a través de los muros.			

Tabla 12: Análisis muro de ladrillo

Fuente: Elaboración propia



El ladrillo es el material más usado en las viviendas por su costo y resistencia, la mayoría de las personas no conocen otro tipo de material para la elaboración de los muros, no es un mal material quizá debería combinarse con otros materiales aislantes para controlar la temperatura

13.4 CUBIERTA DE LOSA DE HºAº			
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<p>Economía: La losa de hormigón puede ser una opción económica para cubrir grandes espacios, ya que permite reducir el uso de materiales y minimizar el desperdicio.</p>	<p>Innovación en materiales: La investigación y desarrollo de nuevos materiales y tecnologías pueden mejorar la resistencia, durabilidad y eficiencia energética de las losas de hormigón.</p>	<p>Costo inicial: La construcción de una losa de hormigón puede ser costosa inicialmente, especialmente si se requiere una gran cantidad de materiales y mano de obra especializada.</p>	<p>Cambio climático: El cambio climático puede afectar la resistencia y durabilidad de las losas de hormigón, especialmente si se produce un aumento en la temperatura y la humedad.</p>
<p>Diseño flexible: Las losas de hormigón pueden ser diseñadas para cubrir espacios de diferentes formas y tamaños, lo que les da una mayor flexibilidad en su aplicación.</p>	<p>Mejora en la eficiencia energética: La optimización del diseño y la utilización de materiales con mejoras en la eficiencia energética pueden reducir los costos de mantenimiento y mejorar la sostenibilidad.</p>	<p>Dificultades en la construcción: La construcción de una losa de hormigón puede ser complicada, especialmente si se requiere una gran cantidad de trabajo de encofrado y armado.</p>	<p>Competencia: La competencia en el mercado de la construcción puede hacer que las losas de hormigón sean menos atractivas para los clientes, especialmente si se ofrecen opciones más baratas o innovadoras.</p>
<p>Resistencia: Las losas de hormigón son resistentes a cargas y esfuerzos, lo que las hace ideales para estructuras que requieren una gran resistencia.</p>	<p>Creación de espacios abiertos: Las losas de hormigón pueden ser utilizadas para crear espacios abiertos y funcionales, lo que puede mejorar la productividad y el bienestar.</p>	<p>Limitaciones en el diseño: Las losas de hormigón pueden tener limitaciones en el diseño, especialmente si se requiere una gran cantidad de curvas o cambios en la geometría.</p>	<p>Regulaciones y normas: Las regulaciones y normas en materia de construcción pueden cambiar, lo que puede afectar la viabilidad de estas como opción de construcción.</p>

<p>Durabilidad: Las losas de hormigón pueden durar décadas sin necesidad de reparaciones significativas, lo que las hace una opción confiable para estructuras que deben ser duraderas.</p>	<p>Flexibilidad en el diseño: La capacidad de diseñar las losas de hormigón para cubrir diferentes espacios y formas permite una gran flexibilidad en la planificación de proyectos.</p>	<p>Riesgos de daño: Las losas de hormigón pueden ser vulnerables a daños causados por eventos naturales, como terremotos o inundaciones, lo que puede afectar su integridad estructural.</p>	<p>Riesgos de colapso: Las losas de hormigón pueden ser vulnerables a colapsos estructurales, especialmente si no se diseñan y construyen correctamente.</p>
--	---	---	---



Ilustración 29: Fotos de viviendas
Fuente: Elaboración propia



Tabla 13: Análisis cubierta de H°
Fuente: Elaboración propia

Debido a la humedad que hay en Bermejo, los techos de hormigón tienden a llenarse de moho, una solución sería utilizar impermeabilizantes, porque esto también afecta en los muros interiores.

13.5 CUBIERTA DE CALAMINA

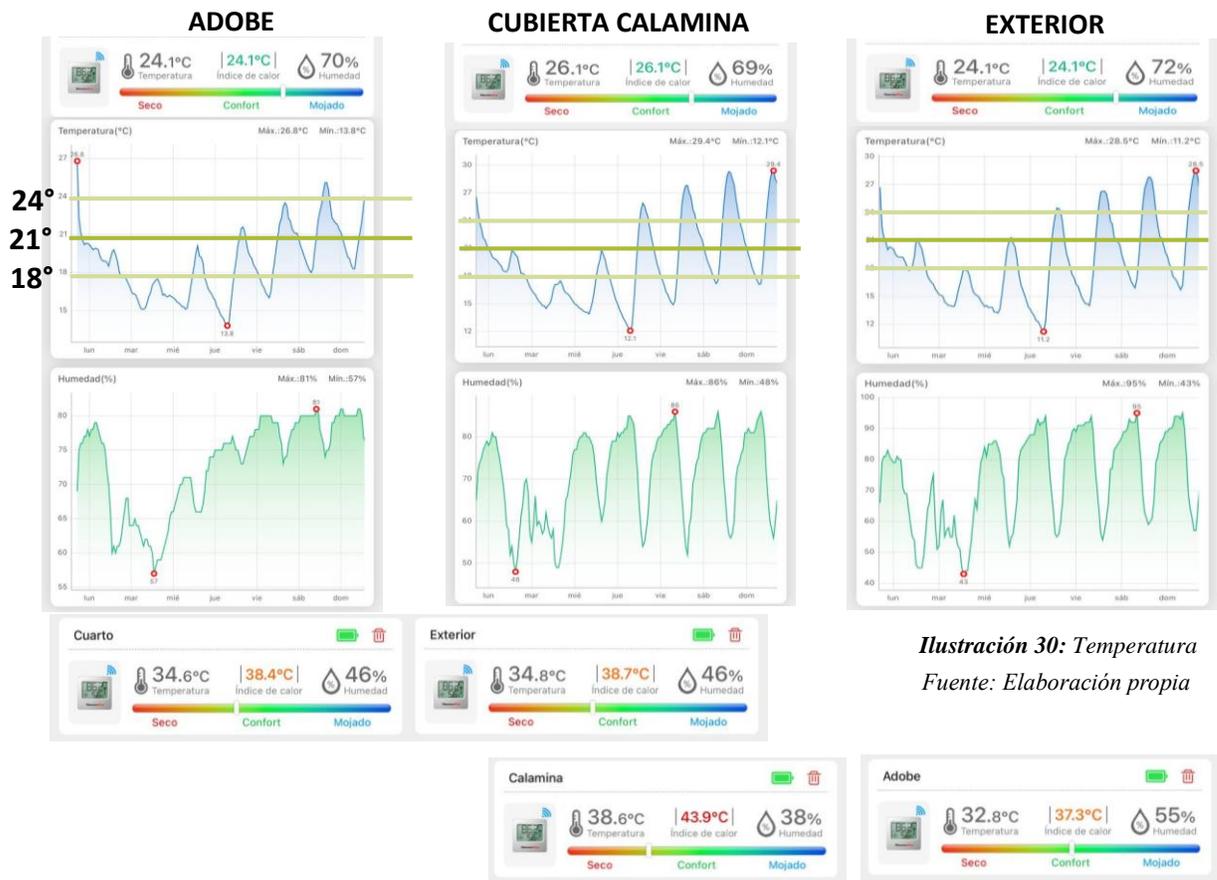
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<p>Durabilidad: Los techos de calamina son resistentes a la intemperie y pueden durar varios años sin necesidad de reparaciones significativas.</p>	<p>Uso en construcciones rurales: La calamina es una opción práctica y económica para techos en construcciones rurales, donde la infraestructura es limitada.</p>	<p>Sensibilidad al clima: La calamina puede ser afectada negativamente por climas extremos, como lluvias intensas o temperaturas muy altas.</p>	<p>Clima extremo: Climatologías extremas pueden dañar o destruir techos de calamina, lo que puede afectar la integridad de las viviendas.</p>
<p>Aislamiento térmico: La calamina es un buen aislante térmico, lo que ayuda a mantener la temperatura interior de las viviendas más estable en climas cálidos.</p>	<p>Sustentabilidad: La calamina es un material natural y renovable, lo que la hace una opción más sostenible para la construcción.</p>	<p>Costo de mantenimiento: La calamina requiere un mantenimiento regular para evitar daños y prolongar su vida útil.</p>	<p>Erosión: La calamina puede erosionarse con el tiempo, lo que puede reducir su durabilidad y eficacia.</p>

Eficacia en la reducción de ruido: La calamina es efectiva en reducir el ruido exterior, lo que puede mejorar la calidad de vida en áreas rurales.	Flexibilidad en diseño: La calamina puede ser utilizada en diferentes diseños y estilos arquitectónicos, lo que le da una gran flexibilidad en su aplicación.	Limitaciones en la disponibilidad: La calamina puede ser difícil de encontrar en algunas regiones de Bolivia, lo que puede afectar su disponibilidad.	Cambios en las políticas de construcción: Cambios en las políticas de construcción o regulaciones locales pueden afectar la demanda y el uso de la calamina como material de construcción.
Adaptabilidad: La calamina se puede adaptar a diferentes estilos arquitectónicos y diseños, lo que le da una gran flexibilidad en su aplicación.	Demanda creciente: La demanda de techos de calamina está creciendo en Bolivia, especialmente en áreas urbanas, lo que puede ser una oportunidad para la industria.	Calidad variable: La calidad de la calamina puede variar dependiendo del proveedor y del proceso de producción.	Competición: La competencia en el mercado de materiales de construcción puede afectar la demanda y el uso de la calamina.
Costo: La calamina es una opción económica para techos, especialmente en comparación con otros materiales.	Inversión en tecnología: La implementación de tecnologías innovadoras en la producción de calamina puede mejorar su calidad y reducir costos.	Regulaciones locales: Las regulaciones locales pueden afectar la demanda y el uso de la calamina como material de construcción.	Desarrollo de tecnologías alternativas: El desarrollo de tecnologías alternativas para techos puede afectar la demanda y el uso de la calamina.

Tabla 14: Análisis cubierta de calamina
Fuente: Elaboración propia



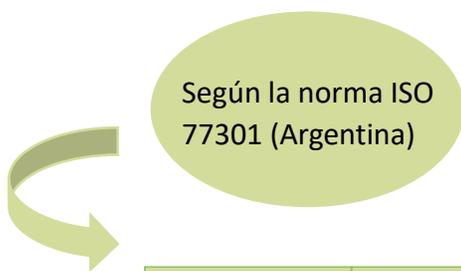
Las cubiertas de calamina absorben mucho calor lo cual afecta a las personas que cuentan con viviendas de este tipo de cubierta, la utilización de este material se da por su bajo costo.



*Ilustración 30: Temperatura
 Fuente: Elaboración propia*

14. TABLAS DE RECOLECCION DE DATOS

Las siguientes tablas muestran las temperaturas y humedad en las viviendas con distintos materiales.



Estación	Temperatura °C
Verano	24 a 26
Invierno	18 a 21

Tras hacer un análisis del comportamiento de las temperaturas durante el año podemos definir qué tan lejos o cerca del nivel de confort se encuentran.

VIVIENDA CON MURO DE LADRILLO CON CUBIERTA DE H		
Registro temporal para frecuencia de muestreo cada 1 Hora	Temperatura °C	Humedad relativa (%)
00:00:00	21,4	80
01:00:00	21,8	82
02:00:00	21,2	86
03:00:00	20,8	85
04:00:00	20	82
05:00:00	19,2	82
06:00:00	18,9	80
07:00:00	18	76
08:00:00	18,2	69
09:00:00	20,4	62
10:00:00	22,6	56
11:00:00	27,7	48
12:00:00	29,9	44
13:00:00	31	42
14:00:00	31,2	41
15:00:00	31,1	40
16:00:00	31,3	41
17:00:00	30,5	43
18:00:00	29,7	48
19:00:00	28,5	49
20:00:00	26,2	47
21:00:00	25,8	45
22:00:00	25,1	45
23:00:00	24,8	43
00:00:00	24,2	43

Tabla 15: Datos de temperatura muro de ladrillo
Fuente: Elaboración propia

VIVIENDA CON MURO DE LADRILLO Y CALAMINA		
Registro temporal para frecuencia de muestreo cada 1 Hora	Temperatura °C	Humedad relativa (%)
00:00:00	22	75
01:00:00	21,3	76
02:00:00	20,5	77
03:00:00	19,9	78
04:00:00	19,2	78
05:00:00	18,7	79
06:00:00	18	79
07:00:00	17,9	80
08:00:00	18,8	81
09:00:00	21,6	75
10:00:00	24,9	65
11:00:00	28,1	56
12:00:00	30,9	54
13:00:00	32,1	47
14:00:00	32,2	45
15:00:00	31,5	40
16:00:00	30,5	40
17:00:00	32,1	43
18:00:00	27,8	44
19:00:00	26,8	49
20:00:00	25,8	46
21:00:00	25,6	49
22:00:00	24,9	45
23:00:00	24,2	45
00:00:00	23,6	45

Tabla 16: Datos de temperatura de calamina
Fuente: Elaboración propia

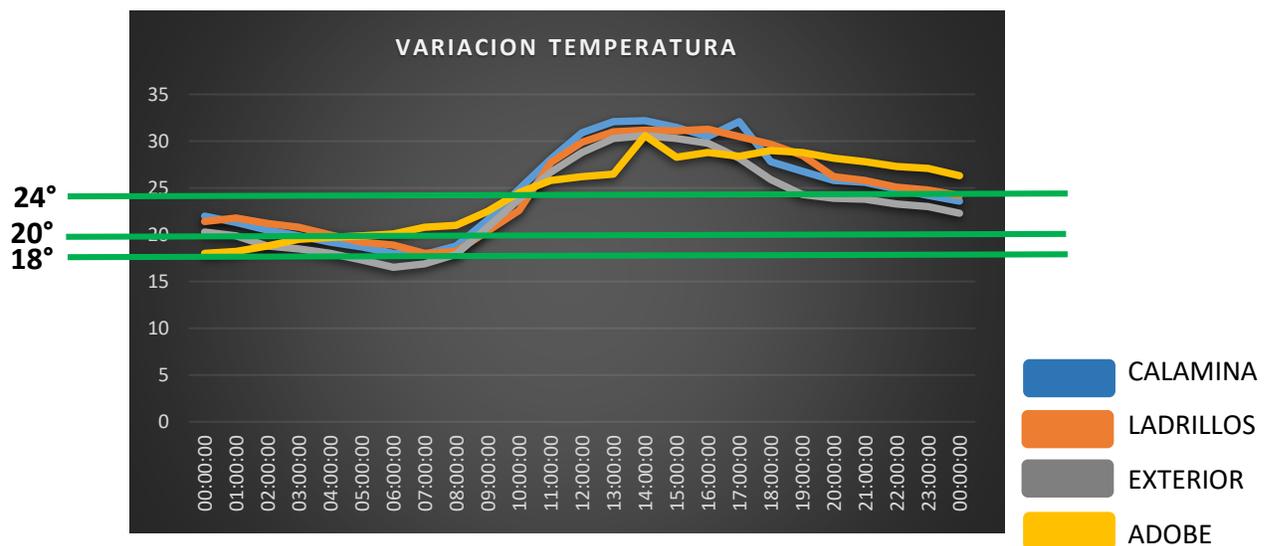


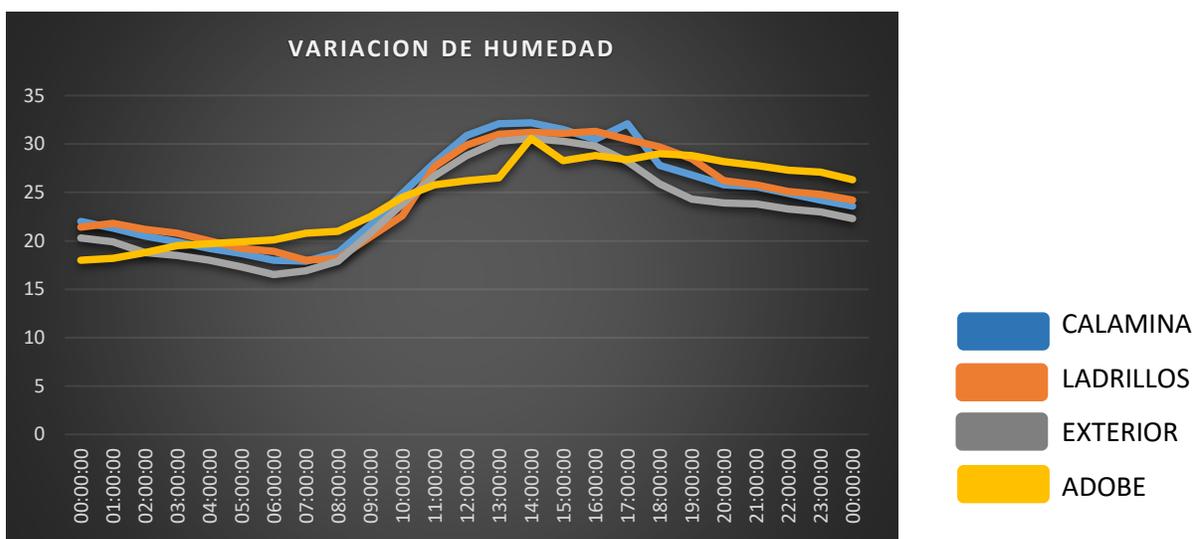
Ilustración 31: Variación de Temperatura
Fuente: Elaboración propia

EXTERIOR		
Registro temporal para frecuencia de muestreo cada 1 Hora	Temperatura °C	Humedad relativa(%)
00:00:00	20,3	80
01:00:00	19,9	80
02:00:00	18,8	82
03:00:00	18,5	84
04:00:00	18	84
05:00:00	17,3	86
06:00:00	16,5	86
07:00:00	16,9	87
08:00:00	17,9	83
09:00:00	20,8	76
10:00:00	23,8	65
11:00:00	26,7	57
12:00:00	28,8	47
13:00:00	30,3	44
14:00:00	30,6	41
15:00:00	30,3	38
16:00:00	29,8	40
17:00:00	28,2	41
18:00:00	25,9	46
19:00:00	24,3	50
20:00:00	23,9	47
21:00:00	23,8	46
22:00:00	23,3	44
23:00:00	23	42
00:00:00	22,3	44

Tabla 17: Datos de temperatura exterior
Fuente: Elaboración propia

VIVIENDA CON MURO DE ADOBE		
Registro temporal para frecuencia de muestreo cada 1 Hora	Temperatura °C	Humedad relativa(%)
00:00:00	18	74
01:00:00	18,2	76
02:00:00	18,8	78
03:00:00	19,5	78
04:00:00	19,7	75
05:00:00	19,9	73
06:00:00	20,1	72
07:00:00	20,8	70
08:00:00	21	68
09:00:00	22,5	58
10:00:00	24,5	62
11:00:00	25,8	58
12:00:00	26,2	55
13:00:00	26,5	60
14:00:00	30,6	54
15:00:00	28,3	53
16:00:00	28,8	51
17:00:00	28,4	44
18:00:00	29	47
19:00:00	28,8	48
20:00:00	28,2	47
21:00:00	27,8	46
22:00:00	27,3	46
23:00:00	27,1	46
00:00:00	26,3	44

Tabla 18: Datos de temperatura muro de adobe
Fuente: Elaboración propia



15.COMPARACION DE DATOS

15.1 DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE MUROS

CON REVESTIMIENTO



SIN REVESTIMIENTO



*Ilustración 33: Diferencia de temperaturas
Fuente: Elaboración propia*

Al comparar los datos de la temperatura de un muro de ladrillo revestido y pintado y otro sin revestir, se ve que una diferencia de temperatura de un 13,9°C más caliente el muro sin revestimiento.

15.2 DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE CUBIERTAS

HORMIGON



CALAMINA



*Ilustración 34: Diferencia de temperaturas
Fuente: Elaboración propia*

Una cubierta de calamina es más caliente que una losa de hormigón con una diferencia de 8,3°C.

Estos datos son obtenidos a las 12:00pm. Donde le dio los rayos de sol durante la mañana.

15.3 DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE UNA CALLE ASFALTADA

Y UNA CALLE DE TIERRA

TIERRA



ASFALTO



*Ilustración 35: Diferencia de temperaturas
Fuente: Elaboración propia*

Una calle asfaltada es más caliente que una calle de tierra con una diferencia de 3,7°C.

Estos datos son obtenidos a las 12:00pm. Donde le dio los rayos de sol durante la mañana.

15.4 DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE EXTERIOR E INTERIOR

EXTERIOR



INTERIOR



Un muro exterior tiene una temperatura de 28,4°C y el mismo muro en el interior arroja una temperatura de 19,2°C, lo cual da una variación de 9,2°C entre el exterior e interior.

Estos datos son obtenidos a las 8:00am. Donde recién le están pegando los rayos del sol de la mañana



Un muro exterior tiene una temperatura de 14,7°C y el mismo muro en el interior arroja una temperatura de 13,0°C, lo cual da una variación de 1,7°C entre el exterior e interior.

Estos datos son obtenidos a las 8:00am. Donde a este muro no le llegan los rayos del sol por su orientación

*Ilustración 36: Diferencia de temperaturas
Fuente: Elaboración propia*

15.5 Variación por color

COLOR	HORA	TEMPERATURA
NEGRO	12:00	51,2
AZUL	12:00	49,6
GRIS	12:00	49,2
VERDE	12:00	49
CAFE	12:00	48,3
ROJO	12:00	47,5
NARANJA	12:00	46,7
AMARILLO	12:00	46,2
ROSADO	12:00	45,6
BEIGE	12:00	45,1
CELESTE	12:00	44,5
BLANCO	12:00	41,7

*Tabla 19: Variación por color
Fuente: Elaboración propia*

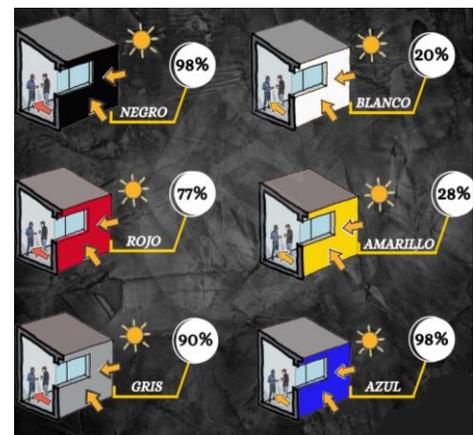


Ilustración 37: Variación de colores

La elección del color en las fachadas de las viviendas no solo tiene un impacto estético, sino que también juega un papel crucial en la absorción de calor y el confort térmico. Los colores afectan cómo la vivienda interactúa con la luz solar, lo que puede influir en la temperatura interna.

Absorción de Calor por Color

Los colores oscuros, como el negro, gris oscuro y café, tienden a absorber más calor. Por ejemplo, el negro puede absorber hasta un 98% de la radiación solar, mientras que el gris oscuro absorbe alrededor del 90%¹. Estos colores son beneficiosos en climas fríos, ya que ayudan a calentar naturalmente el interior de la vivienda. Sin embargo, en regiones cálidas, su uso puede resultar en un aumento significativo del consumo de energía debido a la necesidad de aire acondicionado.

En contraste, los colores claros, como el blanco, refleja una mayor cantidad de luz solar, por ejemplo, solo absorbe alrededor del 20% del calor solar. Esto es especialmente ventajoso en climas cálidos, donde se busca mantener los interiores frescos y reducir la dependencia de sistemas de enfriamiento. Colores como beige y amarillo claro también son efectivos para reflejar luz y calor, contribuyendo a un ambiente más fresco.

15.6 TABLA DE DATOS

	HORA	TEMPERATURA	PROMEDIO
MURO NOR-ESTE	08:00	28,4	28,83
	12:00	43,6	
	17:00	27	
	21:00	16,3	
	HORA	TEMPERATURA	PROMEDIO
MURO NOR-OESTE	08:00	16,9	29,33
	12:00	30,8	
	17:00	48,7	
	21:00	19,4	
	HORA	TEMPERATURA	PROMEDIO
MURO SIN REVOQUE	08:00	35,8	33,65
	12:00	57,5	
	17:00	28,6	
	21:00	12,7	
	HORA	TEMPERATURA	PROMEDIO
ACERA	08:00	22,2	28,73
	12:00	42,6	
	17:00	30,8	
	21:00	19,3	
	HORA	TEMPERATURA	PROMEDIO
CALLE DE TIERRA	08:00	19,8	24,9
	12:00	38,7	
	17:00	26,8	
	21:00	14,3	
	HORA	TEMPERATURA	PROMEDIO
LOSA	08:00	12,7	27,68
	12:00	41,1	
	17:00	39,9	
	21:00	17	
	HORA	TEMPERATURA	PROMEDIO
CALAMINA	08:00	23,4	30,03
	12:00	49,4	
	17:00	38,4	
	21:00	8,9	

Tabla 20: datos de temperatura

Fuente: Elaboración propia

En esta recolección de datos se pudo observar la variación de temperatura entre muros según la orientación.

El muro que está orientado hacia el nor-oeste, donde le pega el sol de la tarde es el más caliente.

También se puede observar la gran diferencia entre un muro que está revocado y muro que no está revocado

16. VARIACION DE TEMPERATURA SOMBRA

Se obtuvo los datos de temperatura tomando en cuenta el beneficio que otorga la sombra de la vegetación, en este caso se observa que una acera varía un 5,2°C menos donde se proyecta una sombra.

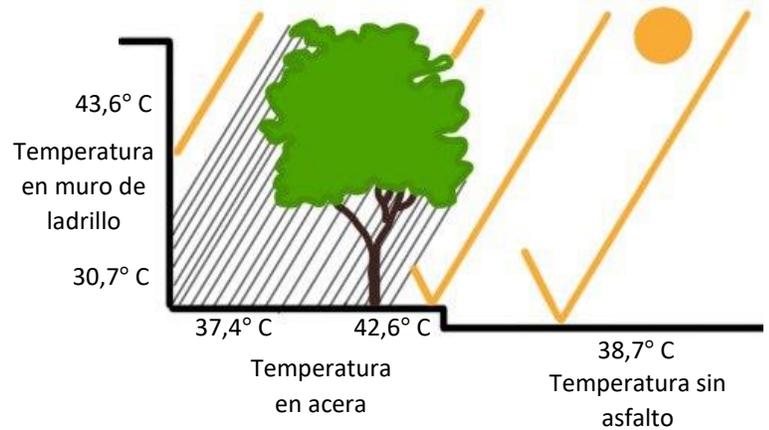


Ilustración 38: Diferencia de temperaturas
Fuente: Elaboración propia

Un muro de ladrillo tiene una diferencia de 12,9°C menos donde se proyecta la sombra.

En conclusión, se observa la importancia que tiene la vegetación en cuanto a la reducción de la temperatura.

17. ANALISIS DE LAS NORMAS EXISTENTES

17.1 NORMA ACTUAL

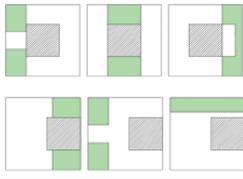
DISTRITO 8		
UBICACIÓN		
El distrito 8 lo conformarán las manzanas que se encuentren entre las calles: vía en proyección ó prolongación de la Av. Mariscal José Andrés de Sucre, al noreste, avenida Víctor Paz Estensoro al sureste, calle Virgen de Copacabana al suroeste y calle Mariscal J. A. de Sucre al suroeste.		
USO DEL SUELO		
Uso Predominante	Uso Compatible	Uso Complementario
Recreacional - habitacional	Servicios: s.2, y comercios c.1. y c.3,	Educación, salud, recreación, transporte y culto
Densidad	baja	60 a 100 hab/ha.
Índices de Ocupación	Unifamiliar	
	45 %	
Alturas	7 m.	
Retiro Frontal	5 m.	
Retiro Frontal parcial	40 %	
Retiros Laterales	3.5 Ambientes Habitables 2.5 Ambientes de servicio	
Superficie del Lote	400 m ² .	
Frente Mínimo	15 m.	
TIPOLOGÍAS		
R1		
R2		

Según las normas de Bermejo se tiene en cuenta que, si o si no tiene que estar todo construido, que cuente con retiros y espacios que se puedan utilizar como área verde (patio).

Tabla 21: Norma actual

Fuente: Gobierno Municipal de Bermejo

17.2 READECUACION DE LA NORMATIVA PARA MEJORAR EL CLIMA

DISTRITO 8		
UBICACIÓN		
El distrito 8 lo conformarán las manzanas que se encuentren entre las calles: vía en proyección ó prolongacion de la Av. Mariscal Jose Andres de Sucre, al noreste, avenida victor Paz Estensoro al sureste, calle Virgen de Copacabana al suroeste y calle Mariscal J. A. de Sucre al suroeste.		
USO DE SUELO		
USO PREDOMINANTE	USO COMPATIBLE	USO COMPLEMENTARIO
Recreacion - habitacional	Servicios: s.2, y comercios c.1 y c.3	Educacion, salud, recreacion, transporte y culto
Densidad	baja	60 a 100 hab/ha.
	unifamiliar	Indice de area verde
Indices de ocupacion	45%	20%
Alturas	7m	
Retiro frontal	5m	
Retiro frontal parcial	40%	
Retiros laterales	3.5 ambientes habitables 2.5 ambientes de servicio	
Superficie de lote	400m ²	
Frente mínimo	15m	
TIPOLOGIAS		
R1		
R2		

Se realizó una readecuación y complementación de una casilla para el índice de área verde.

Todas las viviendas unifamiliares deberán contar con un área verde equivalente al menos al 20% de la superficie total del terreno.

*Tabla 22: Readecuación de norma actual
Fuente: Gobierno Municipal de Bermejo*

18. COMPARACIÓN DE MANZANOS



*Ilustración 39: Comparación de manzanos
Fuente: Elaboración propia*

Los manzanos mostrados se ven la diferencia entre la vegetación en cada uno, a simple vista se puede notar como la temperatura en cada uno será distinta. La vegetación integrada en

edificios puede reducir la temperatura del aire en su proximidad entre 1 °C y 2.25 °C, se podría ser que eso es lo que se reduce por vivienda.

19. MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES CON EL USO DE NUEVAS ALTERNATIVAS CONSTRUCTIVAS

Para mitigar los impactos ambientales con nuevos métodos constructivos, se pueden implementar las siguientes estrategias:

- **Uso de materiales sostenibles:** Emplear materiales de construcción ecológicos y sostenibles que reduzcan el impacto ambiental, como madera certificada, ladrillos ecológicos, o materiales reciclados.
- **Diseño bioclimático:** Aplicar principios de diseño bioclimático para optimizar el uso de la energía solar, la ventilación natural y el aislamiento térmico, reduciendo así la necesidad de sistemas de climatización artificiales.
- **Tecnologías verdes:** Incorporar tecnologías verdes en la construcción, como sistemas de captación de agua de lluvia, paneles solares, o sistemas de tratamiento de aguas residuales, para reducir el consumo de recursos naturales y minimizar la contaminación.

Con la investigación se logrará reducir el consumo energético en las viviendas utilizando materiales biodegradables, naturales y renovables. Además, se pueden utilizar materiales de construcción reciclados y reciclables, y es importante considerar todo lo que puede generar el proceso de construcción, como el consumo de energía, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), y la generación de residuos.

20. SOLUCION AL CALENTAMIENTO EN LOS PAVIMENTOS

PAVIMENTOS FRIOS “COOL PAVEMENTS” FRENTE AL CAMBIO CLIMATICO

Esto se logra a través de diferentes estrategias:

- Uso de colores claros

Los pavimentos de colores claros, como el blanco o el gris claro, tienen un mayor albedo o reflectividad solar. Esto significa que reflejan más radiación solar y absorben menos calor que los colores oscuros como el negro o el marrón.

- Incorporación de aditivos reflectantes

Algunos pavimentos incorporan aditivos reflectantes en su composición, como partículas de cuarzo, cerámica o minerales de colores claros. Estos aditivos aumentan la reflectividad del pavimento sin alterar significativamente su apariencia.

- Aplicación de recubrimientos reflectantes

Otra alternativa es aplicar recubrimientos reflectantes sobre pavimentos existentes. Estos recubrimientos, generalmente a base de resinas o pinturas, forman una capa que aumenta el albedo del pavimento.

- Uso de materiales porosos

Algunos pavimentos fríos utilizan materiales porosos como el asfalto poroso o el hormigón permeable. Estos materiales permiten el paso del agua a través de sus poros, lo que ayuda a enfriar la superficie por evaporación.

- Integración de vegetación

En algunos casos, los pavimentos fríos incorporan espacios para el crecimiento de vegetación, como césped o plantas. La vegetación aporta sombra y enfriamiento por evapotranspiración, contribuyendo a reducir la absorción de calor del pavimento.



21. MICROCLIMA URBANO Y SU RELACION CON EL CONFORT

TERMICO

En los espacios públicos al aire libre (calles, plazas, parques) de las ciudades se desarrollan múltiples actividades humanas. Esto hace cada vez más necesaria su evaluación y planificación para que dichas actividades sociales puedan llevarse a cabo en condiciones de confort durante la mayor parte del año. "El ser humano

realiza sus actividades en ambientes rodeados de estímulos: higrotérmicos, acústicos, lumínicos u olfativos". "Estos estímulos provocan reacciones placenteras o molestas en el organismo, de tal modo que podremos calificar al ambiente o al factor ambiental del que se recibe el estímulo como confortable o no confortable". (Neila, 2004)

Los factores geográficos establecen el clima de un lugar determinado. En un contexto urbano, estos factores pueden ser modificados, incluyendo la radiación solar, temperatura del aire, viento y humedad. La morfología urbana, las propiedades térmicas de los materiales de edificación, la falta de vegetación y las actividades humanas impactan en el clima urbano, creando un clima modificado.

Las características térmicas, morfológicas y antropogénicas de las áreas urbanas modifican el balance de energía respecto a sus alrededores rurales, alterando variables micro climáticas como temperatura, radiación, humedad, precipitación y viento

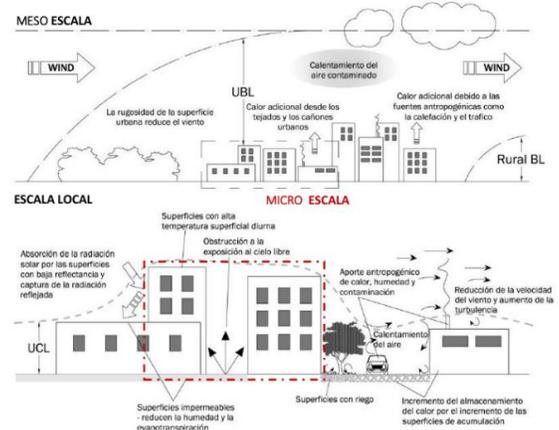
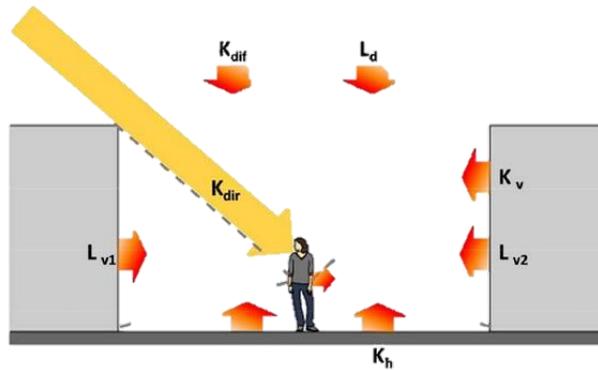


Ilustración 40: Microclima

Fuente: Influencia del arbolado en el paisaje microclima



La imagen muestra las interacciones radiativas entre el cuerpo humano y el ambiente construido, en donde se puede observar que en un ambiente urbano, la radiación solar directa tiene un gran peso en el balance energético.

Kdir: es la radiación de onda corta incidente en el cuerpo humano

Kdif: es la radiación difusa incidente sobre el cuerpo humano

Kh: radiación indirecta sobre el cuerpo, reflejada por las superficies horizontales

Kv: radiación solar indirecta reflejada por las superficies verticales

Ld: radiación de onda larga incidente en el cuerpo, emitida desde el cielo

Lh: radiación de onda larga incidente en el cuerpo, emitida por las superficies horizontales

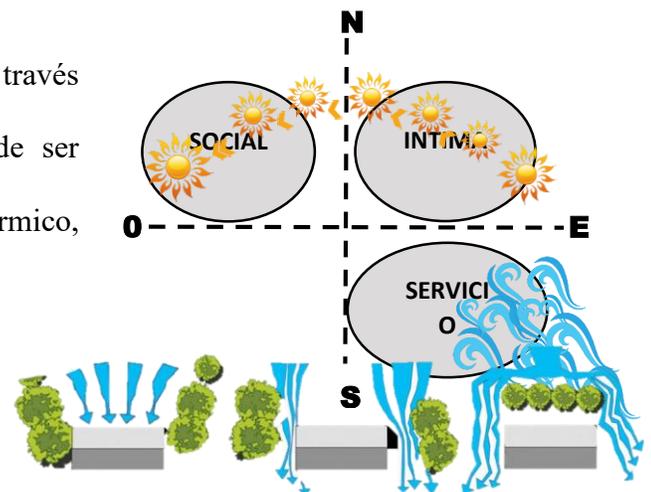
Lv: radiación de onda larga incidente en el cuerpo, emitida por las superficies verticales

Ls: radiación de onda larga emitida por el cuerpo al medio ambiente

22. ARQUITECTURA BIOBLIMATICA

ORIENTACION

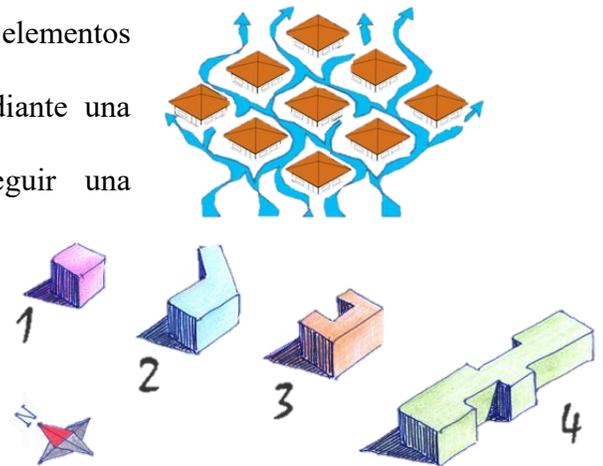
La radiación solar es un elemento natural que, a través de la disposición adecuada del edificio, puede ser aprovechada para obtener el máximo beneficio térmico, higiénico y psicológico. El asoleamiento es determinante tanto para captar la radiación en los períodos fríos, como para rechazarla en las épocas cálidas. Por lo tanto, es necesario



encontrar una orientación que promueva un equilibrio, tomando como referencia por un lado el "período frío", correspondiente a los meses más fríos, cuando se requiere una mayor dosis de radiación solar, y por otro, los meses más cálidos, denominado "período cálido", que es cuando se necesita evitar la radiación.

FORMA

La edificación está sometida a un conjunto de elementos climáticos a los que debe de responder mediante una geometría determinada que permita conseguir una adecuada adaptación a las características del lugar; Para ello será importante tener en cuenta el efecto del factor de forma de la vivienda.



*Ilustración 41: Arquitectura bioclimática
Fuente: Arquitectura bioclimática*

El factor de forma de un edificio es la relación entre la superficie de su envolvente térmica y el volumen que alberga. Este factor es importante desde el punto de vista bioclimático, ya que determina la eficiencia energética del edificio:

Climas fríos: Para climas fríos, se recomienda un factor de forma reducido, entre 0,5 y 0,8. Esto significa que el edificio debe tener una superficie de envolvente relativamente pequeña en comparación con su volumen, lo que minimiza las pérdidas de calor hacia el exterior.

Climas cálidos: Por el contrario, para climas cálidos se recomiendan factores de forma superiores a 1,2. Esto permite que el edificio tenga una mayor superficie de envolvente en relación a su volumen, facilitando la disipación del calor hacia el exterior.

MATERIALES

Tanto las pérdidas como las ganancias de calor se producen a través de los materiales que componen la fachada, los cuales actúan como una piel que protege al habitante de un ambiente exterior desfavorable. A través de los procesos de convección y radiación, el calor va penetrando con mayor o menor intensidad en función de las características físicas de los materiales. La radiación solar provoca un aumento de la temperatura del aire del entorno que rodea la fachada, mientras que la convección genera un intercambio de calor con la temperatura del aire circundante.

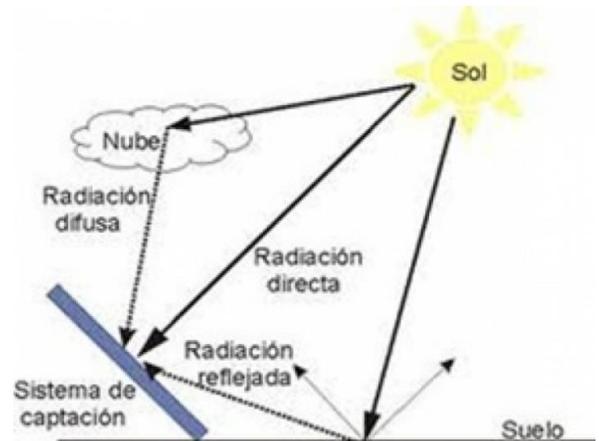


Ilustración 42: Arquitectura Bioclimática
Fuente: *Arquitectura bioclimática*

MECANISMOS EXTERNOS DE CONTROL SOLAR

Para evitar el problema del sobrecalentamiento de las superficies en verano es necesario controlar el asoleo directo mediante elementos de protección solar. Uno de los más conocidos es el

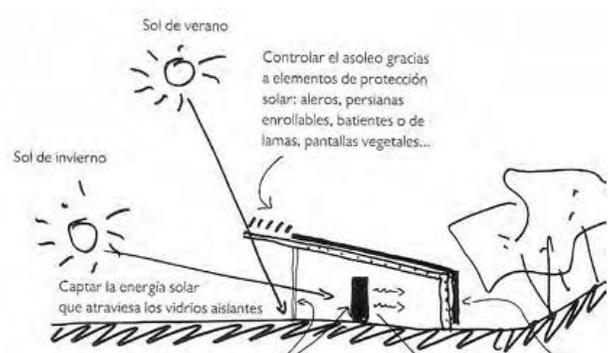


Ilustración 43: Mecanismos externos de control solar
Fuente: *Arquitectura bioclimática*

voladizo. Consiste en una extensión de la cubierta o un plano horizontal que sale de lo macizo de la fachada del edificio con objeto de interceptar los rayos solares, impidiendo calentar el interior durante el verano. Sin embargo, en invierno, al situarse los rayos solares en una posición más horizontal, permite la entrada de radiación.

23. MODELO DE ACERA PARA LA MEJORA DEL MICRO CLIMA EN LA CIUDAD DE BERMEJO

La ciudad de Bermejo cuenta con aceras amplias las cuales ayudan a hacer el análisis para una mejora en la selección del tipo de vegetación que mejorara en la reducción del calentamiento en la ciudad. Se realizará el análisis de un tramo para evaluar las mejores alternativas que reduzcan el impacto del calentamiento en el entorno



Ilustración 44: Estudio de aceras
Fuente: Elaboración propia

23.1 SOLUCION PARA ACERA DE 3-4 M

Las aceras con un ancho menor a 1.80 m no son adecuadas para plantar árboles, ya que obstaculizan la circulación de las personas. Se recomienda que las aceras de menos de 2.20 m no tengan vegetación, ya que no permiten el paso cómodo de peatones, incluidos aquellos

en silla de ruedas, quienes requieren al menos 1 m de espacio. Además, estas aceras no proporcionan las condiciones necesarias para el desarrollo adecuado de arbustos o árboles, lo que puede resultar en daños a las plantas y a la infraestructura circundante, especialmente si no hay un retiro frontal.

Las especies más adecuadas para acera de ancho reducido son: Rosa Laurel (Nerium oleander) y Ficus (Ficus benjamina), que presentan mejores características de porte, mantenimiento y resistencia a plagas y enfermedades.

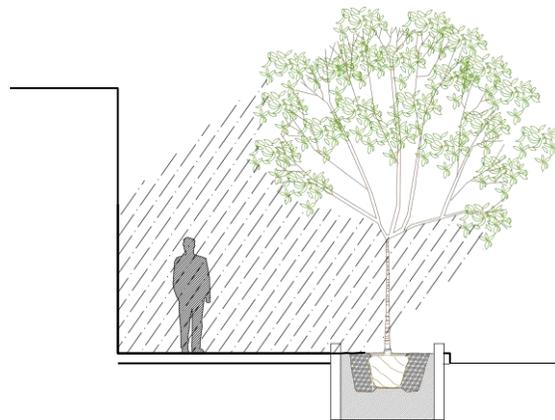


Ilustración 45: Solución de aceras

Fuente: Elaboración propia

Propuesta de acera con tazón de 1.7 m en un ancho de 5m, pero con construcción en retiro que le permite al árbol generar un espacio holgado para la copa del árbol.

Ficha de vegetación				
Características generales				
Nombre científico	Nerium oleander		Crecimiento	Rápido
Nombre común	Rosa laurel		Tipo de hoja	Perenne
Estatus	Exótica		Suelo	Suelos húmedos
Tipo de raíz	Sistema radicular superficial		Forma de copa	Parasol
Diámetro mayor de copa	2		Asoleamiento	Pleno sol
Altura	4		Tipo	Arbusto
Resistencia	Rustica		Tallo	Simpodico

Tabla 23: Ficha vegetación
Fuente: Elaboración propia

Ficha de vegetación				
Características generales				
Nombre científico	Ficus benjamina		Crecimiento	Lento
Nombre común	Ficus		Tipo de hoja	Perenne
Estatus	Exótica		Suelo	Suelo húmedo, profundo de buen drenaje y fértil.
Tipo de raíz	Pivotante si es de semilla y fasciculada si es de esqueje		Asoleamiento	Iluminados pero no directamente en el sol, sin embargo puede llegar a soportar
Diámetro mayor de copa	1,5m a 2,5m		Forma de copa	Globosa
Altura	2 a 4m		Tipo	Arbusto
Resistencia	Requiere mantenimiento y cuidado		Tallo	Monopódico

Tabla 24: Ficha vegetación

Fuente: Elaboración propia

23.2 SOLUCION PARA ACERA DE 5M EN ADELANTE

Este tipo de acera es ideal para zonas residenciales donde las aceras están destinadas al paseo, donde se priorice al peatón, a la comodidad, confort y seguridad que se debe brindar a los habitantes antes que a las movilidades. Entre las especies que destacan por su porte son: Tarco (Jacaranda mimosifolia), Paraíso (Melia azedarach), Carnavalito (Cassia spectabilis) y Guaranguay (Tecoma stans).

Ficha de vegetación				
Características generales				
Nombre científico	Melia azedarach l.		Crecimiento	Rápido
Nombre común	Paraíso		Tipo de hoja	Caducas
Estatus	Nativa		Suelo	Suelos húmedos
Tipo de raíz	Radicar, principalmente superficial.		Forma de copa	Sombrilla o parasol
Diámetro mayor de copa	4 a 6m		Asoleamiento	Pleno sol
Altura	8 a 15m		Tipo	A árbol
Resistencia	Rustica		Tallo	Monopólico

Tabla 25: Ficha vegetación

Fuente: Elaboración propia

Ficha de vegetación				
Características generales				
Nombre científico	Jacaranda mimosifolia		Crecimiento	Rápido
Nombre común	Tarco		Tipo de hoja	Caduca
Estatus	Nativa		Suelo	Cualquier tipo, prefiere suelos húmedos y profundos
Tipo de raíz	Sistema radicular superficial		Forma de copa	Globosa
Diámetro mayor de copa	4 a 6m		Asoleamiento	Pleno sol
Altura	12m		Tipo	Árbol
Resistencia	Rustica		Tallo	Monopólico

*Tabla 26: Ficha vegetación
Fuente: Elaboración propia*

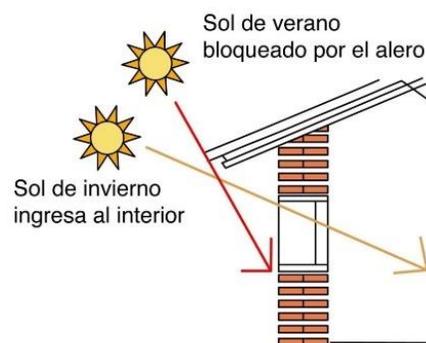
24. IMPLEMENTACION DE SOMBRA PARA MITIGAR EL CALENTAMIENTO:

Elementos de Protección Solar Externos

Persianas, Toldos y pérgolas: Las persianas y toldos son fundamentales para controlar la entrada de luz y calor. Al cerrarlas, se puede reducir la temperatura interior en varios grados, mejorando el confort térmico y acústico.



Voladizos: Estos elementos arquitectónicos bloquean la radiación solar directa durante las horas más calurosas, evitando el



sobrecalentamiento de los espacios interiores. Son soluciones permanentes que no requieren ajustes.

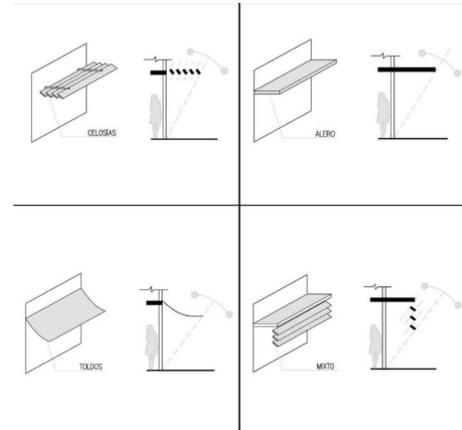
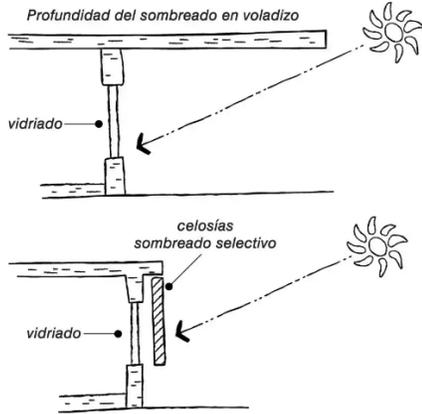


Ilustración 46: Implementación de sombra
Fuente: Elementos de protección solar

Plantar Árboles y Jardines Verticales: La vegetación proporciona sombra natural y ayuda a enfriar el aire a través del proceso de evapotranspiración. Integrar árboles estratégicamente alrededor del edificio puede reducir significativamente la temperatura ambiente.



25. CONCLUSIONES

El estudio sobre el confort térmico y ambiental de las viviendas, que se centra en el uso de colores en las fachadas y la vegetación como sistema de sombreado, ha puesto de manifiesto la importancia de un enfoque integral en el diseño arquitectónico y urbano. Los hallazgos revelan que la elección del color de las fachadas influye significativamente en la regulación del calor; los colores claros, como el blanco y tonos pastel, reflejan más radiación solar, contribuyendo a mantener temperaturas interiores más frescas. Esto es especialmente relevante en climas cálidos, donde el uso de sistemas de refrigeración puede ser costoso y tener un alto impacto ambiental.

Además, la incorporación de vegetación alrededor de las viviendas se identifica como una solución natural eficaz para mitigar el calor. La vegetación no solo proporciona sombra directa, sino que también regula el microclima a través de la transpiración, creando un ambiente más agradable. Este enfoque no solo mejora las condiciones térmicas, sino que también contribuye a la calidad del aire y fomenta la biodiversidad urbana.

26. RECOMENDACIONES

- Usar materiales con alta inercia térmica para mejorar el confort interno.
- Elegir colores claros para pavimentos y fachadas que reflejen la luz solar.
- Incorporar vegetación y sombra en el diseño urbano.
- Aplicar principios de diseño bioclimático para maximizar el confort.