

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ARQUITECTURA Y URBANISMO**



**ESTUDIO DE LA SENSACIÓN TÉRMICA EN VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL, CASO DE ESTUDIO: FRACCIONAMIENTO URBI VILLA DEL CEDRO EN LA CIUDAD DE CULIACÁN, SINALOA**

**TESIS**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN ARQUITECTURA Y URBANISMO**

PRESENTA:

**ARQ. JESÚS GABRIELA ROCHA LARA**

DIRECTORA DE TESIS:

**DRA. NOEMÍ DEL CARMEN RAMOS ESCOBAR**

CODIRECTORA DE TESIS:

**DRA. EVANGELINA AVILÉS QUEVEDO**

Culiacán Rosales, Sinaloa, México abril de 2024



Dirección General de Bibliotecas  
Ciudad Universitaria  
Av. de las Américas y Blvd. Universitarios  
C. P. 80010 Culiacán, Sinaloa, México.  
Tel. (667) 713 78 32 y 712 50 57  
dgbuas@uas.edu.mx

## UAS-Dirección General de Bibliotecas

### Repositorio Institucional Buelna

#### Restricciones de uso

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial  
Compartir Igual, 4.0 Internacional



ASESOR:

DR. RICARDO MENDOZA ANGUIANO

LECTORES:

DRA. SYLVIA CRISTINA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

DRA. YAZMÍN PAOLA ÍÑIGUEZ AYÓN

DR. LEONARDO AYALA RODRÍGUEZ

## Resumen

El estudio de sensación térmica en viviendas de interés social se enfoca en evaluar cómo las condiciones ambientales —específicamente la temperatura— afectan el confort y bienestar de los habitantes de este tipo de viviendas en la ciudad de Culiacán.

Los aspectos claves que se abordan en este estudio son:

- El contexto de la vivienda de interés social, caracterizado por unidades habitacionales asequibles destinadas a personas de bajos recursos.
- El clima y la ubicación astronómica de las viviendas (su orientación). De ellos dependen las condiciones térmicas, las cuales pueden variar significativamente según sea la temperatura ambiente.
- La radiación solar y la humedad relativa que prevalece en la región donde se asientan las viviendas analizadas.

Esta investigación analiza el diseño arquitectónico de las viviendas, incluyendo la orientación de las estructuras y la disposición de las ventanas, y cómo influyen en la transferencia de calor y la retención de temperatura en el interior de las viviendas, ya que un buen diseño de ventilación y aislamiento puede ayudar a mantener una temperatura confortable en su interior.

Asimismo, se centra en la realización de mediciones y encuestas para evaluar la sensación térmica de los residentes en diversas condiciones climáticas, incluidas la percepción subjetiva de confort térmico, la frecuencia de uso de aires acondicionados y/o ventiladores, y la adaptabilidad de las viviendas en diferentes estaciones del año.

Es por ello que proponer posibles mejoras en el diseño arquitectónico bajo el análisis de las infiltraciones de aire al interior de la vivienda, ayudará a determinar soluciones prácticas y económicas viables para un confort climático al interior.

Un estudio integral de sensación térmica no solo se centra en la temperatura ambiente, sino que considera factores multidisciplinarios para garantizar soluciones efectivas y sostenibles

para las viviendas de interés social, para impactar en la calidad de vida de los residentes mediante condiciones térmicas más confortables y saludables en sus hogares.

**Palabras claves:** Vivienda de interés social, sensación térmica, confort ambiental, calidad de vida y diseño.

## Índice

<b>Introducción.....</b>	12
<b>Capítulo 1 Análisis del objeto de estudio.....</b>	17
1.1. Problema.....	17
1.1.1. Antecedentes del problema.....	17
1.1.2. Planteamiento del problema.....	22
1.1.3. Enunciado del problema .....	22
1.2. Preguntas de Investigación.....	23
1.3. Hipótesis.....	23
1.4. Justificación.....	23
1.5. Delimitación conceptual, espacial y temporal.....	24
1.6. Objetivos.....	26
1.6.1. Objetivo general.....	26
1.6.2. Objetivos particulares.....	26
<b>Capítulo 2. Marco Teórico-Conceptual, Estado de la Práctica.....</b>	27
2.1. Marco teórico conceptual.....	27
2.1.1. Estado del arte.....	31
2.1.2. Teorías y teóricos.....	33
2.1.2.1. Bases.....	33
2.1.2.2. Teóricos.....	33
2.1.2.3. Vanguardia.....	34
2.1.3. Conceptos y conceptualización.....	36
2.1.3.1. Características de la vivienda de interés social.....	36
2.1.3.2. Espacios habitables y auxiliares de la vivienda de interés social .....	38
2.1.3.3. Calidad de vida.....	40
2.1.3.4. Organismos gubernamentales en vivienda.....	44

2.1.3.5. Medios de Financiamiento.....	49
a) Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit).....	49
b) Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (Fovissste).....	52
c) Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares (Fonhapo).....	53
2.1.3.6. Sensación Térmica.....	54
2.1.3.7. Parámetros del clima.....	58
2.1.3.8. Factores de aceleración.....	60
2.1.3.9. Arquitectura bioclimática.....	63
2.2 Estado de la práctica.....	65
2.2.1. Buenas prácticas.....	67
2.2.2. Estudios e investigaciones.....	68
<b>Capítulo 3. Marco Metodológico.....</b>	<b>72</b>
3.1. Tipo de investigación.....	72
3.2. Enfoque de la investigación.....	72
3.3. Alcances de la investigación.....	74
3.4. Justificación de las categorías, variables o indicadores.....	75
3.4.1. Sensación térmica (VD).....	77
a. Parámetros ambientales.....	78
b. Factores de aceleración o ambientales.....	80
3.4.2. Vivienda de Interés Social (VIS).....	81
a. Ubicación.....	81
b. Diseño.....	82
<b>3.5. Diseño y estructura metodológica.....</b>	<b>83</b>
3.5.1. Definición de variables e indicadores de estudio.....	83

3.5.2.	Selección de la metodología del rango clasificado en viviendas de interés social.....	84
3.5.3.	Levantamiento arquitectónico y fotográfico de la vivienda de interés social muestra.....	84
3.5.4.	Realización del plano arquitectónico y 3D de la casa muestra.....	84
3.5.5.	Diseño del cuestionario para aplicar en la encuesta.....	84
3.5.6.	Visita de reconocimiento del sitio de estudio.....	85
3.5.7.	Obtención de la cartografía oficial para identificar los cuadrantes de la muestra.....	85
3.5.8.	Aplicación del cuestionario para verificar instrumentos.....	86
3.5.9.	Identificar el cuadrante geográfico de cada porcentaje de la muestra.....	86
3.5.10.	Recopilación de información secundaria a través de consulta en la base de datos oficiales sobre las normales climatológicas de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa.....	86
3.5.11.	Registro de información de los cuestionarios aplicados, fotografías y planos representativos.....	87
3.5.12.	Análisis de la información recabada.....	87
3.5.13.	Elaboración de mapas temáticos y gráficas de barras para mostrar resultados obtenidos y la clasificación de los mismos....	87
3.6.	Población y muestra.....	90
3.7.	Técnicas e Instrumentos.....	96
3.7.1.	Cuestionario para la encuesta transversal.....	97
3.7.2.	Documentos de la base de datos de las normales climatológicas de la Comisión Nacional del Agua.....	105
<b>Capítulo 4.</b>	<b>Análisis del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en Culiacán.....</b>	<b>109</b>
4.1.	Antecedentes del crecimiento urbano de la Ciudad de Culiacán.....	109
4.2.	Delimitación física y superficie de la zona de estudio.....	114
4.3.	Prototipo base de vivienda de interés social de la zona de estudio.....	115

4. 4.	Registros anuales de la temperatura de las Normales climatológicas de la ciudad de Culiacán.....	118
<b>Capítulo 5.</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>122</b>
5.1.	Registros de los indicadores de la variable de sensación térmica al interior de la vivienda.....	122
<b>Conclusiones</b>	.....	<b>154</b>
<b>Bibliografía</b>	.....	<b>158</b>
<b>Anexos</b>	.....	<b>165</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Contexto general de análisis de habitabilidad.....	42
Tabla 2. Matriz operacional de relaciones de variables, categorías, indicadores, técnicas, instrumentos y unidades de medición.....	76
Tabla 3. Número de encuestas realizadas por cuadrante .....	91
Tabla 4. Formato Excel para registro de factores climatológicos.....	92
Tabla 5. Registro de Temperatura y Humedad Relativa, al interior de la vivienda muestra, Cuadrante Nor Oeste y Nor Este.....	123
Tabla 6. Registro de Temperatura y Humedad Relativa, al interior de la vivienda muestra. Cuadrante Sur Oeste y Sur Este.....	124

## Índice de Figuras

Figura 1. Modelo conceptual de la dimensión física-espacial y psicosocial.....	40
Figura 2. Modelo conceptual de la habitabilidad y sus niveles sistémicos.....	41
Figura 3. Esquema metodológico.....	88
Figura 4. Población total del área de estudio del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, Culiacán, Sinaloa.....	91
Figura 5. Cuadrante 1 del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en Culiacán, Sinaloa...	93
Figura 6. Cuadrante 2 del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en Culiacán, Sinaloa...	94
Figura 7. Cuadrante 3 del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en Culiacán, Sinaloa...	94
Figura 8. Cuadrante 4 del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en Culiacán, Sinaloa...	95
Figura 9. Cuestionario Higrotérmico para la encuesta.....	104
Figura 10. Estación climatológica de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa.....	105
Figura 11. Crecimiento de la Ciudad de Culiacán (1806-1902).....	110
Figura 12. Crecimiento de la Ciudad de Culiacán de 1950-2015.....	111
Figura 13. Crecimiento de la población y territorio de 1980-2010, Ciudad de Culiacán, Sinaloa.....	112
Figura 14. Mapa de sectores por nivel económico.....	113
Figura 15. Ubicación del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en el mapa de la Ciudad de Culiacán, Sinaloa.....	114
Figura 16. Delimitación del polígono del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en Culiacán, Sinaloa.....	115
Figura 17. Prototipo base de vivienda de interés social del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, en Culiacán, Sinaloa.....	116
Figura 18. Planta arquitectónica de vivienda de interés social del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, Culiacán, Sinaloa.....	117
Figura 19. Registro de Temperatura Mensual(TM), Anual(TA) y Media Anual(TMA)...	119
Figura 20. Registro de Temperatura Media Máximas Mensual, Media de Máximas Mensual, Anual y Media Máxima Anual.....	120

Figura 21. Registro de Temperatura Mínima Mensual, Media Mínima Mensual, Mínima Anual y Media Mínimas Anual.....	121
Figura 22. Cuadrantes I, II, III y IV con vientos dominantes e incidencia solar, del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, Culiacán, Sinaloa.....	125
Figura 23. Habitantes por sexo.....	128
Figura 24. Habitantes por constitución física.....	129
Figura 25. Habitantes por tipo de vestimenta.....	131
Figura 26. Habitantes con dispositivos de control climático.....	132
Figura 27. Tiempo que llevas dentro de casa.....	133
Figura 28. Actividad desarrollada antes de contestar el cuestionario.....	134
Figura 29. Sensación Termica.....	135
Figura 30. Sensación de Humedad.....	136
Figura 31. Sensación de Ventilación.....	137
Figura 32. Sensación de Radiación.....	139
Figura 33. Preferencia de Temperatura.....	140
Figura 34. Preferencia de Humedad.....	141
Figura 35. Preferencia de Ventilación.....	142
Figura 36. Preferencia de Radiación.....	143
Figura 37. Ingreso del Viento.....	144
Figura 38. Tolerancia Personal.....	145
Figura 39. Datos de Monitoreo Físico.....	146
Figura 40. Ubicación y vivienda tipo de la investigación.....	148
Figura 41. Velocidad Promedio Anual del Viento para la Ciudad de Culiacán, Sinaloa..	149

## **Agradecimientos**

A la Universidad Autónoma de Sinaloa que a través de la Facultad de Arquitectura me dieron la oportunidad de ingresar a la Maestría en Arquitectura y Urbanismo, y con el apoyo del Programa CONACYHT pude realizar esta etapa tan importante para mí. Gracias.

A mi esposo Obed, por estar a mi lado en cada momento y en cada etapa de mi vida. Su apoyo incondicional me ha motivado a lograr cada una de mis metas propuestas y, con su amor, siendo una pieza fundamental para cada uno de los momentos difíciles en este proyecto, me ha motivado para culminarlo. Te lo agradezco, amor.

A mis hijos Cael Leonardo, Said Alonso y María Gabriela, quienes son los amores más grandes y mi motor para seguir esforzándome día a día, con todas las energías que necesito para lograr esta meta. Gracias hijos, por los momentos de sacrificio en nuestra vida como familia que requirió el cumplimiento de esta tesis y por siempre estar presentes a mi lado.

A mis padres Juan Gabriel y Delia, les agradezco cada una de las enseñanzas de vida, desde pequeña que confiaron en mí. Con su apoyo me han alentado siempre a buscar mis sueños y plantear metas hasta culminarlas, enfrentando cada adversidad que se me presente y nunca desistir.

A mis hermanos Dulce María y Juan Manuel, quienes siempre han creído en mi potencial y han estado en cada paso de mi vida, apoyándome. Gracias por siempre estar para mí.

Al Dr. Fernando García, a quien le agradezco profundamente su apoyo y acompañamiento que a través de sus consejos me ha impulsado a lograr la culminación de esta tesis y seguir preparándome profesionalmente con el propósito de alcanzar mis metas. Gracias a mi amigo Dr. Fernando, por creer siempre en mí.

A mi directora de tesis, la Dra. Noemí del Carmen, por dedicarme su tiempo y tener la paciencia que necesitaba. Bajo sus observaciones me apoyó a llegar al término de este proyecto de investigación tan anhelado. Gracias, Dra. Noemí.

A mis asesores, la Dra. Evangelina Avilés, al Dr. Ricardo Mendoza, a la Dra. Silvia Rodríguez y la Dra. Paola Íñiguez, quienes estuvieron dispuestos en apoyarme en base a su experiencia y conocimiento. Gracias.

## **Introducción**

La relevancia de la presente investigación se basa en que la vivienda es uno de los elementos básicos para la vida de todo ser humano. Tener derecho a la vivienda fue reconocido como parte de una prerrogativa a un nivel de vida adecuado en la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948.

Sin embargo, el concepto de vivienda se ha ido modificando de una forma significativa, ya que —con el paso de los años— los gobiernos lo han desarrollado bajo procesos de urbanización y supuesto desarrollo sostenible.

La ciudad de Culiacán tuvo un crecimiento acelerado desde los años ochenta y los noventa del siglo veinte, generándose una gran migración de las áreas rurales a las urbanas. A nivel mundial, el crecimiento demográfico y expansión urbana se desarrolló desde el Siglo XIX en los países industrializados que se habían convertido en importantes centros de manufactura, lo cual los hizo receptores de personas que buscaban una mejor calidad de vida. (Plan de Desarrollo Urbano de Culiacán, 2006). Durante el siglo veinte, la migración masiva del campo a la ciudad se acentuó en los países subdesarrollados (Ecksatein, 2001).

En México, este proceso sucedió después de la Segunda Guerra Mundial. Ello dio como resultado el aumento drástico en la tasa de crecimiento poblacional. En la ciudad de Culiacán, a lo largo del siglo veinte, las condiciones económicas generaron las bases para convertir a este centro urbano en receptor de nuevos pobladores. A medida que se dio del aumento de la población urbana se inició la gestión de un problema nuevo: El crecimiento demográfico rebasó a los gobiernos y en algunas áreas no tuvieron cómo garantizar a los habitantes una vida digna, con condiciones favorables.

Los pobladores requerían de viviendas eficaces para su familia, con servicios y comodidades, pero ante el déficit de casas-habitación, algunas franjas de la población optaron por invadir predios para poder construir —de manera improvisada— sus casas.

Durante los años sesenta y setenta, esta situación se vio en aumento debido al alto grado de demanda por parte de la población trabajadora que requería de vivienda, y exigía al gobierno federal la atención a esta problemática.

De acuerdo con la definición que da Louis Goffin (1994), “Medio ambiente es el sistema dinámico definido por las interrelaciones físicas, biológicas y culturales, percibidas o no, entre el hombre y los seres vivos y todos los elementos del medio, ya sean naturales, transformados o creados por el hombre en un determinado tiempo o lugar”. De esta definición se parte al conceptualizar la integración de elementos y variables que componen el medio ambiente, es decir, se incluye tanto el medio ambiente natural, social o humano como el medio artificial (Muriel, 2013).

De esta manera es que el ser humano tiene una interacción constante con el medio ambiente, a través de las variables que lo integran, puesto que se mantiene una relación en el medio natural en el que se incluyen los elementos bióticos (todos los organismos vivos) y abióticos (que no poseen vida propia). Además del contexto social, con factores sociales, políticos, económicos y culturales.

El medio ambiente artificial es todo lo que ha sido creado o modificado por los seres humanos con la intención de lograr el equilibrio, ya que dicho ambiente es lo que determina el comportamiento —tanto físico como psicológico— del ser humano, convirtiéndose en un factor clave que lo conducirá a determinar una buena salud en su persona, obtener un bienestar y confort del individuo (Muriel, 2013).

Partiendo de este concepto del medio ambiente, así como de la manera en la que tiende a establecer una interrelación con el individuo, el análisis nos conduce al concepto de sensación térmica, que resulta ser muy subjetivo. Las sensaciones resultan del estímulo de la temperatura, el cual se adquiere por la calidad térmica del ambiente, según los registros totales de calor y frío, es decir, puede ser un ambiente con términos agradable, fresco, poco o muy caluroso, etcétera.

Es por ello que las sensaciones térmicas pueden permanecer en dos categorías de manera simple, tales como la sensación de malestar o de confortabilidad. Por lo tanto, el ser humano puede encontrarse en un ambiente confortable donde interfieren diversos factores físicos, tales como la temperatura, la humedad y la velocidad del viento. También, factores fisiológicos, emocionales, sociales, entre otros (Espinosa & Cortés, 2015).

Sin embargo, esta problemática no ha sido centralizada desde una perspectiva donde la vivienda logre mantener un confort ambiental de acuerdo con las condiciones climáticas que se presentan en la región, y lograr con ello una calidad de vida más confortable para el habitante de una vivienda con régimen de interés social. Todo lo anterior tomando en cuenta la temperatura ambiente que se presenta durante las épocas de verano e invierno en la ciudad de Culiacán.

El clima que predomina en esta urbe es seco cálido semiseco, donde en la temporada de lluvia es opresiva y en la mayoría de las veces nublada; la temporada seca es parcialmente nublada y es muy caliente durante todo el año. Durante el transcurso del mismo, la temperatura varía de 12 °C a 36°C y en ocasiones baja a menos de 9°C o sube más de 38°C. (INEGI, 2022). Es por ello que se genera una sensación térmica no confortable para los habitantes de cada vivienda, lo cual a su vez impone la necesidad de utilizar por largas horas la refrigeración durante prolongados periodos del año. Estos cambios drásticos de temperatura y de la humedad relativa con frecuencia están asociados a daños en la salud.

Debido a tales circunstancias surge el interés de realizar esta investigación, que nos llevó a seleccionar el prototipo de vivienda de interés social en el sector del fraccionamiento Cedros, en Culiacán, Sinaloa, para analizar y medir los parámetros meteorológicos que influyen en la sensación térmica de las viviendas de este sector, tales como la temperatura, el viento, la radiación solar y la humedad relativa, así como también los factores de aceleración que indican la diferencia térmica entre la piel y el medio ambiente.

El periodo propuesto para la presente investigación es del año 2010 al 2020, y consiste en un registro de los cambios que han sufrido las viviendas de interés social (VIS) en su construcción, y que a través del tiempo han ido modificando su conceptualización. Los programas encargados de esos proyectos buscan promover una mejor calidad de vida a través de modificaciones en sus diseños originales, con la finalidad de utilizar el medio ambiente como factor de mejoría en la sensación de confort.

La vivienda fue promovida por las instituciones gubernamentales del Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) y el Fondo de Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE), que influyeron en las políticas de vivienda y de urbanización posteriores.

El mayor porcentaje de proliferación de viviendas en la ciudad de Culiacán, con un 61.70 por ciento en el año 2018, y hasta el año 2020, tuvo un aumento hasta el 81.35% en venta hacia el subsector residencial, obteniendo una variación porcentual de 4% en el periodo de noviembre de 2019 a mayo de 2020, según el reporte inmobiliario 2020 (Lamudi.com.mx, 2020).

De esta manera, con base en el análisis de los parámetros meteorológicos y factores de aceleración, se planteó obtener la información requerida para dar un diagnóstico sobre el diseño de la vivienda de interés social (VIS) y verificar si los lineamientos de construcción arquitectónico sostenible en esta zona son los adecuados para el clima de la ciudad. Es necesario anotar que del diseño tipo depende si la sensación térmica será confortable o no.

El confort ambiental se basa en las exigencias climáticas para proyectos de prototipos de VIS, ya que éstos deben contemplar los diversos factores que influyen en los efectos de la exposición a las temperaturas y por ello tienen una gran influencia en el desarrollo de la percepción del ser humano sobre un grado térmico satisfactorio y confortable al interior de la vivienda. La temperatura de la región tiende a ser muy variable durante el año, lo cual genera condiciones ambientales adversas en las personas y problemas de salud (Goffin, 1984).

De acuerdo con los lineamientos de construcción, para el diseño de la vivienda debe tomarse en cuenta —principalmente— el clima de cada ciudad. Ese diseño debería de mantenerse bajo una propuesta que sea capaz de ofrecer a los habitantes un ambiente térmico más confortable de acuerdo a la temperatura de la región, es decir, que a partir del mismo diseño arquitectónico se logre regular la temperatura al interior de la construcción.

Es por ello que en los últimos años se ha incrementado el interés en investigaciones para demostrar que cada vez existe una mayor interrelación entre el medio ambiente y el ser humano, lo que lleva a obtener un mayor confort en la variación de la temperatura ambiente de los espacios construidos y que, conscientemente, se logra aprovechar lo que la naturaleza le ofrece al ser humano para tener una mejor calidad de vida en relación al desarrollo de las actividades cotidianas dentro del entorno de la vivienda.

Además, este tipo de estudios permiten hacer un énfasis en la relevancia que tiene el clima en el diseño de cada vivienda de interés social al momento de definir el sentido de orientación y ventilación en la colocación de puertas y ventanas, según permitan o no la

incidencia de los rayos solares y la circulación del viento, tomando en cuenta la menor o mayor necesidad de regular la sensación térmica hasta lograr un grado de satisfacción confortable. Como consecuencia en quienes intervienen en el diseño y construcción de la vivienda, también se observa el desarrollo de una mejor conciencia sobre el impacto del cambio climático en la vida de las personas.

El presente trabajo se encuentra estructurado en cuatro capítulos: El primero ofrece un acercamiento al análisis del objeto de estudio, partiendo de los antecedentes del problema, donde se aborda el inicio de la situación sobre una problemática desde una perspectiva ambiental acerca de la vivienda de interés social y de las afectaciones en la calidad de vida generada por la sensación térmica no confortable en sus habitantes.

En un segundo capítulo se da referencia al marco teórico-conceptual, estado de la práctica y marco metodológico, el cual se divide en tres fases: Estado del arte; Teorías y teóricos; y Conceptos y conceptualización. Es decir, la relación que existe entre el estudio que se ha realizado en torno al tema, con base en diversas teorías, y el estado que guarda el área actualmente, según estudios e investigaciones realizadas.

El capítulo tres es el estado de la práctica, en el cual se hace referencia a los estudios de investigaciones relacionadas con el tema de estudio, los cuales fueron analizados y de los que se retomaron elementos necesarios para dar continuidad a la investigación.

El cuarto capítulo, el de la metodología, se retoman elementos de investigaciones ya realizadas y fundamentadas, las cuales abonan al tema sobre vivienda de interés social y de sensación térmica a través de estudios documentados. Finalmente, en el capítulo cinco, se muestran las conclusiones de la investigación donde nos arrojan los hallazgos clave del estudio.

**Palabras claves:** Vivienda de interés social, sensación térmica, confort ambiental, calidad de vida y diseño.

## Capítulo 1 . Análisis del objeto de estudio

### 1.1 Problema

#### 1.1.1. Antecedentes del problema

Este tema de investigación se enfoca en la valoración de la sensación térmica en la vivienda de interés social, por ser considerada como el espacio privado de resguardo y protección de las personas, y es por ello que se requiere mantener un confort ambiental adecuado al interior de ella.

En 1997, La Organización de Naciones Unidas (ONU), en su informe sobre la situación del mundo plantea que "...se considera a la vivienda como la unidad de habitación que satisface normas mínimas de construcción relacionadas con la seguridad, la higiene y la comodidad y disfrute de acceso fácil a los servicios residenciales conexos de calidad adecuada, incluso sistemas de suministro de agua y desagüe, suministro de electricidad, comunicaciones y transportes, tiendas y servicios culturales y recreativos..." (Naciones Unidas Derechos Humanos, 2010, pág. 7)

En el Siglo XIX, la clase trabajadora, mediante la labor de empresarios y sociedades mutualistas, activó el papel en la construcción de vivienda (Romero, Hernández, & Acevedo, 2005).

La vivienda es contemplada en las culturas más antiguas, ya que es un hecho permanente en la humanidad, que hoy en día es un tema muy analizado bajo conceptos que son interpretados o traducidos en función y volumen por múltiples disciplinas, lo que ha permitido ampliar el conocimiento acerca del mismo. A través de ser funcional mediante sus formas y símbolos, la vivienda tiende a ser un espacio necesario para el hombre bajo elementos físicos, al grado de pertenencia del sitio según la cultura, y aquí surge el problema de la vivienda en los aspectos conceptuales (López, Dávila, & Velázquez , 2002).

Si bien es cierto que la vivienda en la actualidad se ha transformado en un espacio donde se realizan diversas actividades en conjunto y que aporta diversas disciplinas las cuales generan una cantidad de aplicaciones y conocimientos de diversas profesiones, su construcción es considerada como la producción de espacios que protegen física y psicológicamente al hombre,

lo que provoca una interrelación entre vivienda-hombre, por lo que deja de ser una acción individual.

Es decir, existe una relación entre la vivienda y el hombre, donde se liga al ser humano con su entorno, ya que se mantiene en constantes cambios tanto sociales como culturales, e incluso naturales, es por ello la importancia de buscar alternativas viables para elevar la calidad de vida mediante diseños y producción de viviendas innovadoras bajo una responsabilidad social, aunado al diseño arquitectónico en el marco ético profesional (López, Dávila, & Velázquez , 2002).

En México es una realidad el problema en la edificación de las viviendas del régimen social, ya que suelen presentar poca atención a los factores importantes de este régimen, es decir, en el impacto que conlleva la situación económica, social y ambiental dentro del diseño y construcción de este espacio arquitectónico de los prototipos de las viviendas de interés social (VIS).

En 1949, surge el Programa Nacional de Vivienda con la construcción del Multifamiliar Miguel Alemán, donde inicia la historia —en la capital del país— con este tipo de vivienda. Así fueron creados el Centro Urbano Presidente Miguel alemán (CUPA) y el Centro Urbano Presidente Juárez (CUPJ) construidos en 1949 y 1952, respectivamente, bajo la presidencia de Miguel Alemán y el diseño de Mario Pani, quien tenía como referente principal de diseño habitacional a los postulados de Le Corbusier.

La metodología se basó en estudios realizados para el desempeño de la inversión económica, el terreno, el diseño arquitectónico y estructural del multifamiliar Miguel Alemán que, a pesar de haber sido el primer centro multifuncional de México y América Latina, en este proyecto se ensayaron procesos y técnicas constructivas nuevas. Ello generó que estos inmuebles adquirieran la condición de patrimonio cultural, pues la construcción de las dos multifuncionales, diseñadas como ya mencionamos por Mario Pani, representaron un paradigma en la edificación de un país por sus revolucionarios sistemas y técnicas que incorporaron las más altas tecnologías y materiales del momento (Gómez P. , 2018).

El Centro Urbano Presidente Miguel Alemán (CUPA) agrupa 1080 departamentos, 212 locales comerciales, oficinas para la administración, una escuela para 600 alumnos, guardería,

lavandería, casino, salón de actos, canchas de fútbol, basquetbol, voleibol y albercas semiolímpicas. Todo esto se ubica en un terreno de 40 mil metros cuadrados, aunque solo se utilizó el 20% para la construcción, pues el 80% restante se utilizó para áreas verdes (Gómez P. , 2018).

América Latina fue donde se encontró el terreno para la construcción de vivienda colectiva establecido en el Cuarto Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM) de 1933, obteniendo la Carta de Atenas y Le Corbusier ordenaría que se aplicara.

Debido al inicio de la Segunda Guerra Mundial, estos desarrollos se vieron truncados, sin embargo, a partir de los años cuarenta, los arquitectos Oscar Niemeyer de Brasil, Néstor Gutiérrez de Colombia, Mario Pani y Félix Sánchez de México, Carlos Raún Villanueva y Guido Bermúdez de Venezuela, desarrollaron y adaptaron las condiciones locales sobre el modelo de vivienda colectiva.

A través de las dictaduras populistas que intentaban habilitar, los grandes conjuntos habitacionales fueron observados como un reto para los constructores locales en la materialización de grandes escalas, claros y alturas, dentro de las principales ciudades. “Es por ello que la región del país mexicano trataría de satisfacer las peticiones de la Revolución, la cual estaba en búsqueda de proponer una vivienda de calidad. Estas casas deberían ser higiénicas y económicas para las clases populares, siendo ésta una obligación del Estado” (Gómez P. , 2018).

De esta manera surge la propuesta de vivienda colectiva de Mario Pani, teniendo como referencia principal el Diseño de Teoremas de Le Corbusier, y a través de esta construcción del conjunto de vivienda el gobierno autorizó facilidades de todo tipo para que fuera posible esta labor en la Dirección General de Pensiones Civiles para el Retiro, actualmente llamada Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), con el propósito de beneficiar a la burocracia.

Es así como el arquitecto Mario Pani encabezó el diseño del Centro Urbano Presidente Miguel Alemán (CUPA) y el Centro Urbano Presidente Juárez (CUPJ), desde la constructora de Ingenieros Civiles Asociados (ICA). Estos dos multifamiliares fueron construidos sobre suelos con resistencias mecánicas y en la parte estructural fueron cuantificadas por diversos grupos especialistas (Gómez P. , 2018).

En México, estos dos conjuntos de vivienda multifamiliar (el CUPA y el CUPJ), fueron los primeros en desarrollarse durante un periodo importante para el desarrollo de la vivienda nacional, diseñado por el mismo arquitecto a través del movimiento moderno y construido por la constructora ICA.

El CUPA conserva el testimonio arquitectónico vivo, es decir, conserva su morfología original que al paso del tiempo ha generado valores de su patrimonio, los cuales son conservados y analizados.

El CUPJ fue construido en una superficie de 250,000 m<sup>2</sup>, con 19 edificios con alturas diversas, con un total de 984 departamentos de 12 prototipos diferentes, para un total de tres mil personas, con áreas deportivas, parques, servicios, comercios y áreas para vehículos y peatones.

Este conjunto multifamiliar fue diseñado para obtener una mejor iluminación natural, a través de una forma de bloque rectangular, además, en las áreas libres de la planta baja se mantiene una distancia que genera un mayor asoleamiento. Sin embargo, por los daños sufridos por el terremoto de 1985, actualmente el CUPJ solo mantiene 9 edificios de 3 niveles (Gómez P. , 2018).

El Centro Urbano Presidente Alemán (CUPA) fue construido entre los años 1949 y 1952. En México no era común que se construyeran grandes estructuras, por lo que fue necesario diseñar e implementar nuevos procesos de producción y de personal. Esta obra fue promovida, financiada, supervisada y ejecutada por la Dirección de Pensiones Civiles para el Retiro bajo el manejo del arquitecto Mario Pani Darqui. Para ello, primero se decidió licitar esta gran obra de escala monumental y encontrar una empresa constructora capaz de edificar este mega proyecto, resultando ganadora una compañía constructora de recién nacimiento denominada Ingenieros Constructores Asociados (ICA), empresa integrada por egresados de la UNAM, siendo ésta su primera obra.

A pesar de que eran ingenieros muy jóvenes, tenían una gran experiencia en la construcción del área extranjera, lo cual ayudó en los procesos de fabricación y construcción. Primero, exploraron el terreno, proyectaron estructuras y cuantificaron la cimentación, y el monto de los materiales y mano de obra fueron presentados en proyecto detallado con presupuestos correspondientes (Gómez P. , 2018).

A partir de los acuerdos y los contratos establecidos entre la Dirección de Pensiones, el arquitecto Pani, ICA y los proveedores de materiales de la construcción, en dos años fue posible concluir este megaproyecto, el cual representa una de las obras más importantes en México durante el siglo XX. Es a partir de esta obra que el futuro de esta empresa constructora dependía de la habilidad para resolver los retos que generó la construcción del CUPA. Es por ello que los ingenieros y arquitectos pudieron diseñar nuevos sistemas en la producción, logrando la sistematización de elementos tales como herrerías, carpinterías, escalones, trabajados de forma personal y especializados para cada partida (Gómez P. , 2018).

Cabe mencionar que muchos de los materiales utilizados en este gran proyecto eran de procedencia extranjera, pero a través de la Dirección de Pensiones fue posible evadir los aranceles y así abaratar los costos. Otros materiales fueron fabricados en el país exclusivamente para la obra, lo que generó un ahorro económico en la compra de los mismos.

La inauguración del conjunto habitacional fue un evento muy importante que se prolongó durante varios días a nivel nacional, tanto la prensa como los proveedores y prestadores de servicios tuvieron participación. Se publicaron notas sobre el evento en diversos diarios en 1949, y la Dirección de Pensiones Civiles recibió muchas felicitaciones por la construcción de esta obra.

La Construcción del Centro Urbano Presidente Juárez (CUPJ) se tomó como referencia para la construcción del segundo multifamiliar. El Centro Urbano Presidente Alemán (CUPA) también fue proyectado por el arquitecto Mario Pani, y se edificó bajo la firma de Ingenieros Civiles Asociados (ICA), pero con una versión mejorada en cuestión de términos arquitectónicos y constructivos, ya que CUPJ fue una especie de ensayo donde surgieron errores que fueron corregidos en esta segunda construcción (Gómez P. , 2018).

Podemos señalar una gran diferencia de costos entre ambos conjuntos, Pani mencionó que el CUPJ fue construido con un costo del 83 por ciento más respecto a la obra del CUPA. Estos incrementos se debieron al aumento del costo en general de la construcción, entre los factores principales estuvieron la cimentación y la estructura, además de la diferencia del subsuelo, los acabados con diferentes especificaciones para obtener una mayor calidad en cuanto a la conservación y que fuera menos costosa. Además, se aumentó la mejora en las instalaciones tanto eléctricas como hidráulicas (Gómez P. , 2018).

### 1.1.2. Planteamiento del problema

A través de los registros que existen de los factores del clima, como la humedad relativa, la temperatura y la velocidad del viento, que influyen en la sensación térmica en la región de Culiacán, se han generado variaciones climáticas en los niveles de temperatura ambiente percibidas por los habitantes al interior de las viviendas de interés social en la zona de estudio, por lo tanto, no se tiene un análisis que de acuerdo a la región y a la zona, pueda dar solución al balance de estos niveles para obtener un confort ambiental en el mismo.

Las variaciones en el clima a través del tiempo han incrementado la sensación térmica no confortable para las personas al interior de las viviendas, ya que la temperatura debe mantener un equilibrio y permanecer dentro del nivel de confort térmico, principalmente al interior, siendo éste el caso de estudio en esta investigación.

Esta problemática requiere ser retomada a través de una perspectiva de diseño de los prototipos de vivienda de interés social de los fraccionamientos, de acuerdo con el clima en la ciudad de Culiacán. Ante la falta de estudios que aborden esta temática, en esta investigación se pretende analizar los lineamientos constructivos que según el prototipo de estudio de la Vivienda de Interés Social (VIS) deberían cumplir, basados en una arquitectura sostenible y en la meta de mejorar la calidad de vida de los habitantes.

### 1.1.3. Enunciado del Problema

Debido al cambio climático que se ha presentado durante el transcurso de los años, éste tiende a generar una sensación térmica que varía continuamente, sin embargo, en la localidad no se cuenta con una guía de planeación de diseño y construcción de vivienda de interés social —destinada a la traza urbana de la ciudad de Culiacán— que, de acuerdo con una adecuada orientación, pueda aprovechar los factores ambientales que generen una nivelación de temperatura confortable para el habitante al interior de la vivienda.

## 1.1. Preguntas de Investigación

- 1.1.1. ¿De qué manera los habitantes pueden obtener un confort ambiental al interior de las viviendas de interés social del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, considerando el nivel de temperatura de la ciudad de Culiacán?
- 1.1.2. ¿Cuáles son los parámetros que influyen en la sensación térmica al interior de la vivienda de interés social del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en Culiacán, Sinaloa?
- 1.1.3. ¿Qué materiales de construcción pueden favorecer a equilibrar la temperatura a niveles de confort térmico para los habitantes de la VIS?
- 1.1.4. ¿Cuál es el efecto en forma cualitativa del resto de los factores internos y externos que influyen en la sensación térmica de las personas que habitan la VIS en el fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, en la ciudad de Culiacán, Sinaloa?

## 1.2. Hipótesis

La sensación térmica percibida por los habitantes al interior de la vivienda de interés social del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, puede tener un confort ambiental, considerando el nivel de temperatura exterior, el diseño de las infiltraciones de aire al interior de la vivienda y su orientación dentro de la traza urbana de Culiacán.

## 1.3. Justificación

En México se tiene la finalidad de construir viviendas de interés social para ayudar a familias de bajos recursos a través de programas como el Instituto del Fondo de Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), el cual apoya a los derechohabientes que tienen un bajo ingreso económico para que puedan tener un lugar donde vivir en los diferentes desarrollos habitacionales que cumplan con las características y modelos similares en diversas zonas regionales climáticas en México (Saldaña, 2015).

El diseño para la vivienda de interés social es fundamental para que los habitantes puedan tener un espacio con niveles de temperatura adecuada, de acuerdo con la ciudad donde se localiza, para que puedan obtener un confort ambiental. Es por ello que, durante el transcurso

del diseño se requiere tener conocimiento tanto de los espacios que conforman la vivienda, como de la adaptación de las áreas en la nivelación de la temperatura, lo cual conlleva a realizar trabajos de investigación que impliquen los aspectos económicos, culturales y sociales, los cuales mantienen una combinación que permiten interferir en un ambiente térmico personal.

Singh, Mahapatra y Atreya (2011) muestran que las personas perciben de manera distinta un ambiente térmico adecuado, debido a la sensación térmica según sea la expectativa de la percepción del concepto de confort ambiental de los habitantes.

Es por ello el interés de desarrollar este tema y que pueda ser retomado para la implementación de estrategias de diseño arquitectónico, tomando en cuenta tanto el clima de la ciudad, la orientación de la zona de construcción, o bien, aditamentos al diseño, los cuales puedan modificar la temperatura y la humedad recomendables al interior de la vivienda para evitar daños en la salud y puedan emplear un diseño estandarizado funcionalista diseñado para una mejor circulación del aire al interior de la vivienda.

Aunado al estudio, cada uno de los factores estratégicos busca aumentar el factor de beneficio a integrantes del núcleo familiar en cuanto a la confortabilidad de la sensación térmica al interior de la vivienda.

#### 1.4. Delimitación conceptual, espacial y temporal

La delimitación conceptual, espacial y temporal en el estudio de la sensación térmica en viviendas de interés social en Culiacán, Sinaloa, es crucial para establecer los límites y alcances de la investigación. Aquí se proporciona una delimitación en cada aspecto:

Delimitación conceptual:

- La Sensación térmica se enfoca en la percepción subjetiva de la temperatura por parte de los residentes, considerando factores como la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del viento y la radiación solar.
- Condiciones de las viviendas de interés social: Se refiere a unidades habitacionales asequibles destinadas a personas de bajos ingresos en Culiacán, Sinaloa. Además, el

evaluar el grado de confort ambiental o incomodidad que experimentan los residentes en relación a las condiciones térmicas en el interior de las viviendas.

#### Delimitación Espacial:

- La investigación se centra específicamente en la ciudad de Culiacán, ubicada en el estado de Sinaloa, México. Se considerarán las características climáticas y geográficas únicas de esta región.
- La delimitación geográfica se concentra en las viviendas de interés social ubicadas en el fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, localizado hacia el Noroeste de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, México.

#### Delimitación Temporal:

- El estudio hará referencia al periodo comprendido entre 2005 al 2015, para capturar variaciones estacionales en las condiciones térmicas, y para considerar prácticas arquitectónicas y constructivas recientes.
- Se pueden realizar comparaciones temporales para evaluar el impacto de posibles cambios o mejoras en las viviendas de interés social a lo largo del tiempo, es decir, podrían considerarse las características socioeconómicas de los residentes para comprender mejor cómo estas variables pueden influir en la percepción térmica.

Se examinarán además las tecnologías y materiales específicos utilizados en la construcción de viviendas de interés social en Culiacán, ya que éstos pueden afectar las condiciones térmicas. Además, se buscará la colaboración con comunidades locales para obtener información valiosa sobre las condiciones de vida y las experiencias térmicas de los residentes.

Esta delimitación proporciona un marco claro para la investigación, asegurando que la sensación térmica en vivienda de interés social en Culiacán, Sinaloa, sea estudiada de manera específica y contextualizada.

## 1.5. Objetivos

Los objetivos consisten en saber cómo los parámetros ambientales tales como la velocidad del viento, la humedad relativa y la temperatura ambiental influyen en la sensación térmica percibida por los usuarios al interior de una vivienda de interés social. Asimismo, esta investigación pretende hacer aportaciones para que los factores del cuerpo humano obtengan una sensación térmica confortable, así como proponer un diseño adecuado de la vivienda de interés social, tomando en cuenta el clima y la ubicación geográfica del área a construir, y de esta manera evitar la afectación en la salud de sus habitantes.

### 1.5.1. Objetivo general

A través de estudios y análisis, generar estrategias para obtener el confort ambiental en la vivienda de interés social del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, a través de modificaciones que favorezcan la sensación térmica, tomando en cuenta la influencia tanto de los parámetros ambientales como de los factores de aceleración que influyen en ella, según el clima de la ciudad.

### 1.5.2. Objetivos particulares

1. Valorar los datos que influyen en la sensación térmica al interior de la vivienda, para obtener niveles de confort ambiental según los parámetros que lo generan.
2. Aplicar un *software* para calcular la sensación térmica en las viviendas motivo de estudio.
3. Proponer aditamentos o algunas modificaciones del prototipo de vivienda para que el nivel de temperatura pueda equilibrar la sensación térmica y lograr el confort ambiental.

## **Capítulo 2 Marco teórico-conceptual, estado de la práctica y marco metodológico**

### **2.1. Marco teórico conceptual**

La vivienda de interés social es un tipo de vivienda que está diseñada y construida con el objetivo de proporcionar soluciones habitacionales asequibles para aquellos que enfrentan limitaciones económicas. El concepto de vivienda de interés social varía según el país y las políticas gubernamentales, pero en general implica la creación de viviendas accesibles y adecuadas para segmentos de la población con recursos financieros limitados (Alderete, 2009).

Algunas de las características comunes de las viviendas de interés social es que tienen accesibilidad económica, es decir buscan proporcionar soluciones habitacionales a costos accesibles y a menudo involucran la participación del gobierno para subsidiar o facilitar el acceso a la vivienda.

Estas viviendas suelen tener un diseño funcional que maximiza el espacio habitable de manera eficiente. Se busca optimizar el uso del espacio para adaptarse a las necesidades básicas de la familia.

Aunque las características pueden variar, las viviendas de interés social suelen incluir infraestructura básica como electricidad, agua potable y saneamiento, además, la ubicación generalmente se elige de manera estratégica para garantizar la accesibilidad a servicios esenciales, transporte público y oportunidades de empleo.

Generalmente, la construcción de viviendas de interés social está respaldada por programas gubernamentales que buscan abordar la necesidad de vivienda asequible y mejorar las condiciones de vida de la población con bajos ingresos. Pueden existir programas de financiamiento o subsidios gubernamentales que faciliten la adquisición de estas viviendas, ya sea a través de créditos hipotecarios accesibles o esquemas de financiamiento específicos (Díaz & Sánchez, 2005).

Algunos proyectos de viviendas de interés social incluyen la integración de servicios comunitarios como escuelas, áreas recreativas o centros de salud, para mejorar la calidad de vida de los residentes.

El concepto de vivienda de interés social es parte de los esfuerzos para abordar el déficit habitacional y mejorar las condiciones de vida de aquellos que, debido a sus ingresos limitados, enfrentan dificultades para acceder a una vivienda.

Ahora bien, el crecimiento de la población —como un fenómeno tanto del ámbito nacional como del internacional y estatal— ha ido en aumento, de la misma manera que se ha dado el incremento de construcción de viviendas. En México, según los indicadores de INEGI, cada vez viven menos personas por vivienda, además que los trabajadores cada vez tienen más limitantes económicas para tener acceso a un financiamiento y adquirir una casa, lo que provoca un problema en la oferta de la vivienda de interés social (INEGI, 2022).

La sensación térmica se refiere a cómo percibimos la temperatura, teniendo en cuenta factores adicionales como la humedad y la velocidad del viento. Aunque la temperatura ambiente es un indicador importante, la sensación térmica tiene en cuenta otros elementos que influyen en cómo experimentamos el clima. Esta percepción subjetiva puede variar entre individuos y puede diferir de la temperatura real medida.

Los factores clave que afectan la sensación térmica incluyen:

- La temperatura real del aire, el cual es un componente fundamental.
- La cantidad de humedad en el aire puede influir significativamente en la sensación térmica.
- En ambientes húmedos, la transpiración se evapora más lentamente, lo que puede hacer que las personas perciban una sensación de más calor (Echeverri, 2015).
- La velocidad del viento es el otro factor que puede aumentar la pérdida de calor corporal. Incluso en temperaturas moderadas, un viento fuerte puede hacer que sintamos más frío de lo que indica el termómetro.
- La exposición directa al sol puede aumentar la sensación de calor, mientras que la sombra puede proporcionar alivio. La radiación solar también puede afectar la percepción de la temperatura, así como también, la ropa y el aislamiento térmico.
- Los índices de sensación térmica, como el índice de sensación térmica o el índice de temperatura del globo y bulbo húmedo (WBGT), se utilizan para proporcionar una medida más precisa de cómo el clima afecta a las personas en términos de

confort térmico. Estos índices consideran la interacción de la temperatura del aire, la humedad, la velocidad del viento y la radiación solar para calcular una sensación térmica que refleja mejor cómo las personas experimentan el clima en condiciones específicas (Ordóñez, 2021).

## Política y conceptualización de la vivienda de interés social en México

La vivienda está presente en la vida cotidiana de las personas ya que es un espacio considerado para diversas actividades que se realizan diariamente, tales como dormir y comer, y es el lugar a donde —al final del día o de la jornada laboral— se regresa a descansar. Es por ello que, a través de diversos estudios especializados, la vivienda ha sido definida de muy diversas formas y engloba diferentes significados que han trascendido a través del tiempo.

Por lo tanto, la vivienda no solo es considerada como un conjunto de muros bajo una estructura sistematizada, sino que, actualmente, se busca que estos espacios deban ser adaptados para lograr satisfacer cada una de las actividades realizadas, además de considerar una relación entre cada espacio y una percepción sobre ellos.

Es decir, tanto el diseño como el desarrollo de cualquier prototipo de vivienda tiene una gran importancia para cada una de sus dimensiones y espacios construidos, además que el presupuesto de cada proyecto debe estar determinado por el régimen social al que pertenezca. Es por ello que esta investigación tiene el enfoque sobre el interés social, régimen que establece una normativa de los espacios necesarios para realizar las actividades esenciales para la vida diaria.

El principal limitante para el desarrollo de una vivienda económica o de interés social, como su nombre lo indica, es el presupuesto; ya que el concepto incluye proveer una vivienda que sea digna y pueda ser adquirida por personas de un determinado estatus socioeconómico. Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones el tamaño de la vivienda estará restringida hasta donde los costos lo permitan, con un diseño tipo de espacios —por lo general— reducidos y con materiales que no rebasen el monto máximo asignado según el Plan de Desarrollo 2006-2010 (Artículo 83 de la Ley 1151 de 2007), que establece:

Artículo 83. *Definición de Vivienda de Interés Social*: De conformidad con el artículo 91 de la Ley 388 de 1997, la vivienda de interés social, además de reunir elementos que aseguren su habitabilidad, deben cumplir con estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción. El valor máximo de una vivienda de interés social será de ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (135 smlm).

Parágrafo. Para efectos de localización de los subsidios del Estado, se establecerá un tipo de vivienda denominada Vivienda de Interés Social Prioritaria, cuyo valor máximo será de setenta salarios mínimos legales mensuales vigentes (70 smlm)” (Leguizamo, 2009, pág. 2).

Según el Manual explicativo del programa “Vida Integral Infonavit: Vivienda Sustentable”, las viviendas de interés social pueden llegar a ser como mínimo de 38 metros cuadrados, en predios de 75 metros cuadrados (Vida Integral Infonavit, 2013, pág. 27).

El crecimiento de la mancha urbana ha ido en aumento de manera descontrolada y sin un orden urbano, lo cual ha provocado que las dimensiones de las viviendas sean más reducidas y la ubicación de nuevos desarrollos de viviendas, en la mayoría de los casos, ha provocado la práctica de la auto construcción por ciudadanos con la necesidad de un espacio donde vivir, eso genera otros problemas que van implícitos en estos desarrollos habitacionales.

En el año 2007, el presidente de la República Felipe Calderón, en su Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Visión 2030, propuso un patrón territorial para evitar que las ciudades sigan teniendo un crecimiento desordenado, dando acceso a equipamientos y servicios a comunidades urbanas y rurales con la finalidad de garantizar un equilibrio en la planeación urbana y territorial.

El objetivo principal de la Política Nacional de Vivienda es aumentar el financiamiento de viviendas de niveles socioeconómicos reducidos, además, incluye la necesidad de que los proyectos de construcción desarrollen una planeación previa a través de estrategias sustentables para mejorar las viviendas existentes y que las opciones de financiamiento aumenten, además de aprovechar la infraestructura urbana existente (Sánchez, 2012).

Además, para que una vivienda sea digna, deberá cumplir con objetivos básicos a través de un orden para el mejoramiento y la rehabilitación de las construcciones populares existentes, y de esta manera aprovechar los servicios públicos de los centros productivos, educativos y culturales que se encuentren cercanos.

Por otra parte, en México, las instituciones encargadas de promover la vivienda están incluidas en el Programa Nacional de Vivienda 2007-2012, que de acuerdo con las Reglas de Operación del Programa de Vivienda Social 2021, menciona a “la política de vivienda que el gobierno de México pone en marcha, siendo un eje que conduce al cumplimiento de las obligaciones que debe promover el Estado, además de proteger, respetar y garantizar al individuo, el derecho a la vivienda adecuada a través de un rediseño del marco institucional, cuyo enfoque planteado es prioridad al rezago habitacional y a la población que históricamente se encuentra discriminada. Esto es posible a través de los programas de vivienda de régimen social y del apoyo a la producción de la misma, la cual está enfocada en las familias de bajos ingresos” (Comisión Nacional de Vivienda, 2021).

Es importante mencionar que las empresas fraccionadoras no consideran en su diseño, como datos, las variables climáticas de la región donde establecerán el proyecto.

De esta manera se reitera que una vivienda adecuada es una prerrogativa que tienen todas las personas, que se reconoce bajo la normativa internacional de los derechos humanos como un elemento integrante del derecho a un nivel de vida adecuado (Comisión Nacional de Vivienda, 2021).

### 2.1.1. Estado del arte

La industrialización y el desarrollo de la construcción de viviendas de interés social.

En el área de la arquitectura, la revolución industrial fue un detonante para el cambio en diversos aspectos sociales a nivel mundial, que se manifestó bajo un proceso relevante para la humanidad. Sin embargo, el ser humano, mediante la sobreexplotación cultural que lo ha caracterizado, ha contado con la facilidad en el empleo de los recursos y un ritmo acelerado de consumo y producción. Desde la prehistoria, los seres humanos —en su nomadismo— han sido protagonistas en la explotación de su medio, sin embargo, cuando llegó la Revolución Industrial

se generó un acelerado aumento de los medios con los que se afecta el ambiente (Szokolay, 1980).

A finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, las ciudades industrializadas aumentaron de forma explosiva, a lo cual contribuyó en gran medida el ferrocarril, debido a la necesidad de tener una potencia de trabajo disciplinada ante el deterioro de las condiciones urbanas y el impacto que se presentó en la población general. Todo esto surgió en los países industrializados administrados por poderes públicos en sectores inmobiliarios, con la intención de atender las necesidades habitacionales de la población obrera (García Peralta, 2010).

Con los cambios que generó el movimiento social de la Revolución Mexicana, los arquitectos en México implementaron el diseño de viviendas para beneficiar a la población. Construyeron un novedoso complejo de casas habitación (mini departamentos) llamado “La Ermita”, desarrollado en las orillas de la ciudad de México en 1935, con viviendas en los pisos superiores y comercios en la planta baja. Además, en ese tiempo de estabilidad gubernamental respecto a la construcción de viviendas, a través de alianzas con Estados Unidos de América, se promovió en 1940 un gran desarrollo de viviendas del régimen de interés social (IMPLAN, 2021).

Fue en la década de los sesenta cuando el Estado mexicano, ante el crecimiento de la población y la economía dado por los procesos incipientes de migración —que impulsaron la demanda de viviendas urbanas y rurales— a través de una política institucional, especializó la respuesta a la demanda habitacional a través de una sistematización de los procesos para atender lo que México se exigía para la vivienda.

De esta manera, la vivienda se promovió a través de las instituciones de gobierno por medio de sus programas de políticas de urbanización, que intervinieron de ahí en adelante y hasta la actualidad. Tales programas, como el Infonavit, creado en 1972, fungieron como fondos solidarios en los que los trabajadores hacen aportaciones con la finalidad de ejercer el derecho a obtener un crédito financiero para la compra de una vivienda. Además, la vivienda promovida por Infonavit, en la década de los setenta, se mantuvo como uno de los factores más importantes de cooperación política y poder económico (García, 1984).

## 2.1.2. Teorías y teóricos

### 2.1.2.1. Bases

Para esta investigación se consideraron criterios basados en estudios realizados sobre el estudio de vivienda de interés social y confort térmico, lo cual conduce a deducir la sensación térmica percibida por el individuo en un lugar determinado.

A continuación, se presenta de una forma progresiva a los autores distintivos como innovadores y consolidados, quienes dan relación directa al estudio de confort ambiental y sensación térmica en espacios constructivos.

### 2.1.2.2. Teóricos

La sensación térmica, o el índice de sensación térmica, es un concepto desarrollado a lo largo del tiempo por varios teóricos, científicos y meteorólogos que han contribuido a su comprensión y aplicación. A continuación, algunos de los teóricos destacados en el campo de la sensación térmica:

- Paul Siple (1908-1968): Un meteorólogo estadounidense ampliamente reconocido por su contribución temprana al desarrollo del concepto de sensación térmica. Mientras trabajaba en la Antártida en la década de 1940, realizó experimentos que llevaron al desarrollo de fórmulas iniciales para calcular cómo el viento afecta la percepción del frío en climas fríos (Brian, 1969).
- Maurice Bluestein (1924-2017): Meteorólogo estadounidense que desarrolló en la década de 1960 una fórmula revisada para el índice de sensación térmica (Wind Chill). Su trabajo contribuyó a un mejor entendimiento de cómo el viento influye en la percepción de frío (Fuentes, 2016).
- George Winterling (1922-2004): Meteorólogo y científico de la televisión en Estados Unidos, ayudó a popularizar el concepto de *Wind Chill* en la década de 1970. Su trabajo en los medios de comunicación contribuyó a la conciencia pública sobre la importancia de la sensación térmica (Vasquez, 2015).
- Robert Steadman (1943-): El meteorólogo británico que desarrolló una fórmula revisada para el índice de sensación térmica en climas fríos en la década de 1970. Su trabajo

ayudó a refinar los cálculos y se ha utilizado ampliamente en climas fríos en Europa y otras partes del mundo (Echeverri, 2015).

- R.G. Steadman y Bernard O. Davis: Estos investigadores desarrollaron una fórmula para el índice de sensación térmica en climas cálidos (Heat Index) en la década de 1970, que toma en cuenta la temperatura y la humedad. Esto permitió a las personas comprender cómo la combinación de calor y humedad puede afectar la percepción de calor (Echeverri, 2015).

**Instituciones Meteorológicas:** Además de individuos, instituciones meteorológicas nacionales e internacionales, como la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de Estados Unidos y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), han sido fundamentales en la investigación, desarrollo y comunicación de la sensación térmica (Servicio Meteorológico Nacional, 2018).

Estos teóricos y científicos han contribuido significativamente al desarrollo y la comprensión de la sensación térmica a lo largo del tiempo, y sus investigaciones han ayudado a mejorar la seguridad y la calidad de vida de las personas en diversas condiciones climáticas (Gómez, Bojórquez, & Ruiz, 2007).

### 2.1.2.3. Vanguardia

La vanguardia en la consideración de la sensación térmica en viviendas de interés social implica la incorporación de soluciones innovadoras para garantizar el confort térmico de los residentes y la reducción del consumo de energía. Algunas de las estrategias y tecnologías que se utilizan actualmente para la mejora de la sensación térmica en este tipo de viviendas incluyen:

**Diseño Bioclimático:** Las viviendas se diseñan teniendo en cuenta la ubicación geográfica y la orientación solar. Esto permite aprovechar la luz natural y minimizar el calor en verano y maximizarla en invierno.

**Materiales de Construcción Eficientes:** La elección de materiales de construcción con propiedades térmicas eficientes, como aislantes térmicos, ventanas de doble acristalamiento y techos reflectantes que ayudan a regular la temperatura interior.

**Tecnologías Pasivas:** La implementación de estrategias pasivas como la ventilación cruzada, la sombra natural a través de aleros y árboles, y la adecuada ubicación de ventanas, contribuye a mantener una temperatura confortable en el interior de las viviendas sin la necesidad de sistemas de climatización activos.

**Eficiencia Energética:** La integración de sistemas de eficiencia energética como iluminación LED, electrodomésticos de bajo consumo y sistemas de energía solar, ayuda a reducir el gasto energético y, por lo tanto, al costo de operación de la vivienda.

**Monitoreo y Control Inteligente:** La implementación de sistemas de monitoreo y control inteligente permite a los residentes supervisar y ajustar la temperatura y la iluminación de sus hogares de manera eficiente a través de aplicaciones móviles o dispositivos inteligentes.

**Diseño Participativo:** Involucrar a los residentes en el diseño y la planificación de la vivienda puede garantizar que se satisfagan sus necesidades específicas en cuanto a confort térmico (Ferrini, 2021).

**Sistemas de Recolección de Agua de Lluvia:** La incorporación de sistemas de recolección y almacenamiento de agua de lluvia para riego y uso doméstico puede ayudar a reducir la temperatura a través de la evaporación y proporcionar agua para áreas verdes.

**Energías Renovables:** La implementación de fuentes de energía renovable, como paneles solares, para la generación de electricidad y agua caliente, puede contribuir a la sostenibilidad y a reducir los costos de operación (Castañeda, Czajkowski, & Gómez, 2021).

Estas son algunas de las innovaciones que están siendo consideradas en la vanguardia de la sensación térmica en viviendas de interés social. La combinación de estas estrategias puede mejorar significativamente el confort térmico de los residentes, reducir los costos de energía y promover la sostenibilidad en el sector de la vivienda de interés social.

Respecto a tales criterios, algunos expertos han compartido sus conclusiones a partir de estudios y experiencias que pueden ser útiles como base de la cual partir para la presente investigación.

Aníbal Luna (2008) desarrolló estudios de evaluación y diseño de vivienda energéticamente sustentable, así como estudios sobre los recursos de climatización activa y pasiva, para el confort térmico en espacios interiores.

Gabriel Gómez Azpeitia (2009) desarrolló el método de Intervalos de Sensación Térmica (MIST). Líder en la Investigación Sobre Confort Térmico en la Vivienda Económica en México, en la cual se vieron involucradas una serie de universidades representativas de diversos estados de México, entre ellas la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Jorge Estrada Álvarez (2014) generó estudios respecto al confort térmico relacionados a espacios interiores y ahorro de energía. De igual manera, formó parte del grupo de investigación CONAVI (2009), lo que le permitió identificar criterios adaptados a la región del presente caso de estudio.

### 2.1.3. Conceptos y conceptualización

#### 2.1.3.1. Características de la vivienda de interés social

Las viviendas de interés social en México, también conocidas como "casas de interés social" o "viviendas económicas", tienen una serie de características específicas que las distinguen. Estas características se centran en hacer que las viviendas sean accesibles para personas con ingresos limitados.

La vivienda de interés social es un concepto que ha evolucionado de forma sustancial, debido a que la comprensión del papel que juega en el desarrollo urbano en las últimas décadas ha sido muy importante.

De 1976 a 2016, los gobiernos han abordado este tema como un componente principal para los procesos de urbanización, siendo el motor para el desarrollo sostenible. En 1988, surge como el principal instrumento que permitiría la satisfacción de las exigencias de confort adecuado, lo cual indica que se ha modificado en la comprensión del significado de vivienda debido al desarrollo sustancial que ha mantenido en las últimas cuatro décadas. Es decir, desde los años setenta y hasta 2016, el gobierno ha abordado a la vivienda bajo un progreso

significativo y como uno de los componentes principales en el proceso de urbanización y central para el desarrollo sostenible.

Según Olgyay “la vivienda es el principal instrumento que nos permite satisfacer las exigencias de confort adecuadas, modificar el entorno natural y nos aproxima a las condiciones óptimas de habitabilidad. Debe filtrar, absorber o repeler los elementos medioambientales según influyen beneficiosa o negativamente en el confort del ser humano” (Olgyay, 2006).

En la actualidad, es necesario que en las ciudades se realice una evaluación sobre el impacto económico, social, cultural y ecológico de la construcción de viviendas, puesto que recientemente este tipo de impactos arroja resultados desfavorables en la calidad de vida de las personas.

La vivienda es una necesidad básica para el ser humano, pues en ella se realizan diversas actividades de la vida diaria, es por ello que se necesita considerar desde el tipo de materiales para su construcción, como también la ubicación geográfica y el impacto ambiental, para que ésta pueda ser confortable, aprovechando el entorno natural que la rodea para el ahorro energético.

En la Ley Federal de Vivienda se define a la *vivienda de interés social* como “aquella cuyo valor, al término de su edificación, no exceda de la suma que resulte de multiplicar por diez el salario mínimo general elevado al año, vigente en la zona de que se trate (la alianza para la vivienda 1995-2000 amplía su rango a quince salarios mínimos mensuales)” (CONAVI, 2007).

La vivienda social está destinada para las personas o grupos que económicamente no está dentro de sus posibilidades la construcción de una vivienda por sí mismos, sino que este tipo de alojamiento de interés social deberá cumplir con los espacios mínimos que sean suficientes para cubrir las necesidades básicas con calidad y que sean dignas en las actividades que se realicen, asegurando una estabilidad social y armónica con el entorno que lo rodea, tanto cultural como social (Mercado, 2010).

Factores como la humedad relativa, la temperatura y la velocidad del viento son las condiciones para obtener un nivel de confort ambiental al interior de la vivienda de interés social, y que los habitantes puedan mantener una estabilidad social, armónica y cultural funcional.

Las viviendas de interés social suelen ser asequibles para personas con ingresos bajos o moderados. El precio de compra es significativamente menor en comparación con viviendas de otros segmentos del mercado inmobiliario. Estas viviendas suelen ser de menor tamaño en comparación con viviendas de otros segmentos del mercado. Por lo general, constan de uno o dos dormitorios y espacios funcionales pero compactos.

Se utilizan materiales de construcción económicos para mantener los costos bajos. Esto puede incluir paredes de tabique, techos de lámina de metal y acabados más simples. A menudo tienen acceso limitado o nulo a servicios *premium*, como gimnasios, piscinas o áreas comunes de lujo. A pesar de las limitaciones de tamaño y costo, las viviendas de interés social suelen contar con servicios básicos como agua, electricidad, alcantarillado y pavimentación de calles (Díaz & Sánchez, 2005).

Para mantener los costos bajos, estas viviendas a menudo se ubican en las afueras de las ciudades, lo que puede resultar en distancias más apartadas de los centros urbanos y lugares de trabajo. Por esta misma razón, es importante destacar que el acceso a viviendas de interés social juega un papel importante en la satisfacción de la necesidad de vivienda de muchas personas en México, pero también puede presentar desafíos en términos de calidad de vida y accesibilidad a servicios y empleo (Díaz & Sánchez, 2005).

#### 2.1.3.2. Espacios habitables y auxiliares de la vivienda de interés social

Las viviendas de interés social a menudo siguen un diseño estándar para maximizar la eficiencia en la construcción y reducir costos. Esto puede resultar en una apariencia exterior similar entre las viviendas de un mismo desarrollo. Estas viviendas suelen formar parte de complejos habitacionales más grandes que incluyen múltiples unidades, lo cual ayuda a reducir los costos de infraestructura y servicios compartidos, como calles, agua y electricidad.

De acuerdo con el comunicado del Boletín N.º 5246 de la Vivienda Social de la Legislación por la Cámara de Diputados, que aprobó las modificaciones a la Ley de Vivienda para ampliar el concepto de casa digna y decorosa, el 10 de marzo del año 2015, se incluye las nociones de “espacios habitables y funcionales”.

De esa manera, Se da anexo a las fracciones IV y V al artículo 4 de la Ley de Vivienda, en el cual se mencionan los costos de construcción y la cantidad de créditos que se han otorgado

y cómo han conducido a la alta concentración y a la devaluación de los mismos. Esto ha provocado que las viviendas de interés social vayan deteriorándose, por lo tanto, la calidad y los espacios habitables se han disminuido en sentido inverso a los costos que se manejan. Ello ha provocado daños en la salud y violencia dentro del ámbito familiar (Cámara de Diputados del H. Congreso de Unión, 2015).

Es por ello, que la definición de “espacios habitables” es determinado como “el lugar de la vivienda donde se desarrollan actividades de reunión o descanso, que cuenten con las dimensiones mínimas de superficie, altura, ventilación e iluminación natural, además de tener como mínimo un baño, cocina, estancia-comedor y dos recámaras, de conformidad con las características y condiciones mínimas necesarias que establezcan las leyes y las normas oficiales mexicanas” (Cámara de Diputados del H. Congreso de Unión, 2015, pág. 52).

También, en el artículo 4° de la Ley de Vivienda, fracción V, se define a espacios auxiliares como “el lugar de la vivienda donde se desarrollan actividades de trabajo, higiene y circulación” (Cámara de Diputados del H. Congreso de Unión, 2015).

Esta propuesta dictaminada enfatiza que las condiciones de los habitantes en su vida diaria deben ser dignas y cuenten con casas-habitación con espacios mínimos, que permitan un ambiente que fomente la convivencia, que estimule el trabajo y que a la vez la privacidad.

El secretario de la Comisión de Vivienda, el diputado Abel Guerra Garza, reafirma que, bajo el fundamento de la modificación de la Ley de Vivienda, el Pacto de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, señala que la dignidad y el decoro son cualidades que no se pueden medir fácilmente (Cámara de Diputados del H. Congreso de Unión, 2015).

De esta misma manera, hay indicadores que muestran rápido crecimiento de la población, y que hay familias habitando viviendas de 40 o hasta 34 metros cuadrados de construcción.

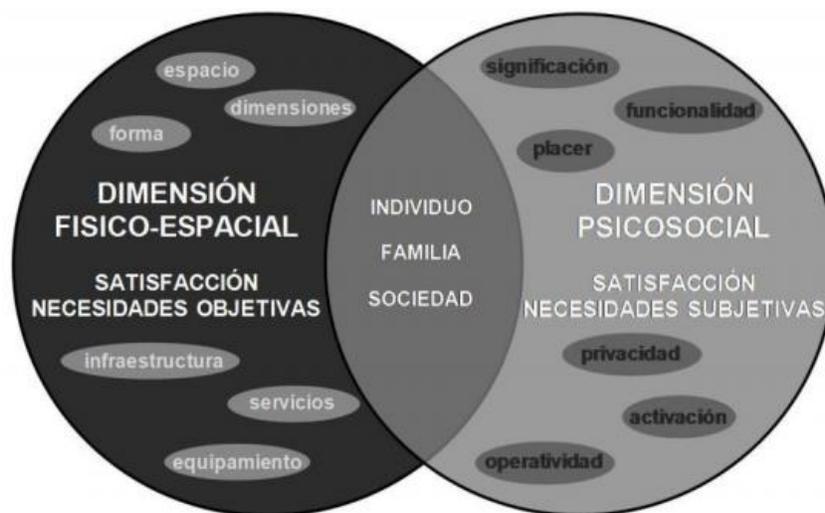
### 2.1.3.3. Calidad de vida

La calidad de vida residencial “es el conjunto de atributos del que dispone un asentamiento para satisfacer las necesidades objetivas y subjetivas de una población” (Marengo & Ana, 2010, págs. 16-22).

Con el aumento que se generó en la población, la cual exigió la construcción masiva de viviendas, surge el interés a nivel mundial de mejorar la vivienda, especialmente a las propuestas de interés social. Además, el estudio de la dimensión de habitabilidad establece que la calidad depende directamente de la interrelación que existe entre los factores físicos y psicosociales, los cuales conforman un hábitat donde la habitabilidad significaría no solamente mejorar la calidad de vida de los usuarios en el terreno físico, sino también psicosocial (Landáruzi y Mercado, 2004, pág. 89-113).

La habitabilidad surge como un atributo de los espacios construidos, los cuales satisfacen las necesidades —de manera subjetiva— donde los individuos que los habitan mantienen una relación directa con la dimensión físico espacial, y que de manera subjetiva se mantiene en relación con la psicosocial. Como puede observarse en la figura 1 (Hernández & Velásquez, 2014).

Figura 1. Modelo conceptual de la dimensión físico-espacial y psicosocial

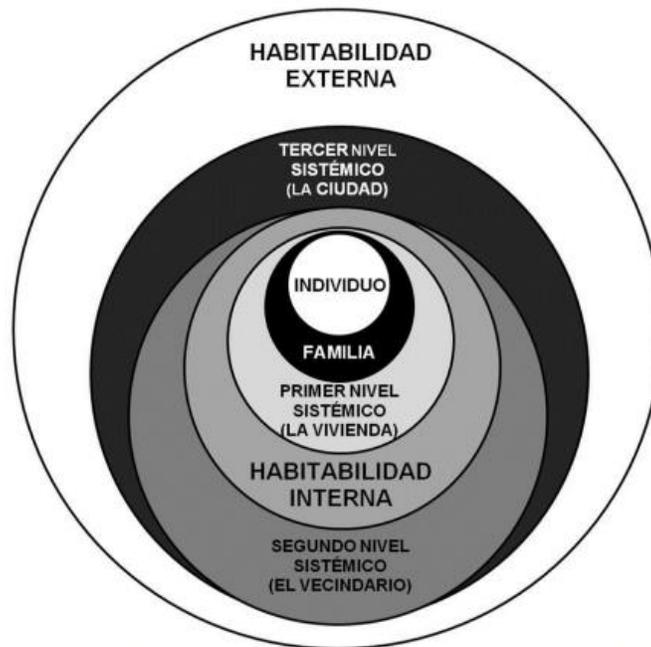


Fuente: (Hernández & Velásquez, 2014, págs. 5-11)

Es decir, los factores objetivos están compuestos por indicadores medibles y se refieren a la percepción que el individuo tiene en referencia a su hábitat, que está compuesto por la vivienda, el vecindario y la ciudad, así como los factores subjetivos de la interpretación particular que cada individuo percibe mediante transacciones psicológicas.

Como factor muy importante que influye directamente en la calidad de vida de los habitantes en una vivienda de interés social, la habitabilidad se estudia por medio de niveles sistémicos o escalas. El nivel sistémico primario es la relación que guarda el individuo con el interior de su vivienda; por otro lado, el nivel secundario se determina como la relación del individuo y su vivienda con el vecindario. Finalmente, el tercero es la correlación existente entre el individuo y su vivienda con la ciudad (Hernández & Velásquez, 2014).

Figura 2. Modelo conceptual de la habitabilidad y sus niveles sistémicos



Fuente: (Hernández & Velásquez, 2014, págs. 5-11)

En la figura 2, se muestra el Modelo Conceptual de Habitabilidad y sus niveles, donde se puede observar que la habitabilidad interna está compuesta por el nivel sistémico primario, mientras los otros dos niveles sistémicos forman la habitabilidad externa.

La vivienda es el primer nivel sistémico. Este concepto ha sido estudiado a partir de la Teoría del Pensamiento Complejo de Edgar Morin (2011) a través de una visión transdisciplinaria. En este caso, la vivienda se ve a través de una perspectiva objetiva que hace referencia al objeto en sí, y de manera subjetiva, como lo que no tiene referencia directamente al objeto, sino a la percepción de los sentidos, es decir, a la interpretación y valoración que el individuo puede dar al objeto (Aguilar, 2018).

El individuo tiende a satisfacer sus necesidades vitales básicas, como lo son el descanso, la protección, etcétera, adaptándose de acuerdo al medio donde se encuentra y bajo los recursos disponibles, por lo cual concibe a la vivienda como un lugar ordenado, cerrado para poder ofrecer ese refugio que los seres humanos necesitan, y protegerlos de diversas condiciones, además de proporcionar un espacio íntimo donde puedan desarrollar sus necesidades básicas cotidianas (Aguilar, 2018).

La vivienda tiende a ser el primer nivel sistémico, lo cual constituye la unidad socio-espacial, que es fundamental en un contexto determinado para el individuo.

La habitabilidad, según Mercado (1998), tiende a ser determinada por la relación y la adecuación que existe entre el hombre y su entorno. En el caso de la vivienda, se toma como un escenario de interacción más antiguo e importante, ya que es la unidad fundamental de los asentamientos humanos donde se mantiene una estrecha relación con la vida familiar, siendo la habitabilidad la que estudia el grado de satisfacción de las modificaciones del entorno, el cual es denominado hábitat, además de representarse también, tanto en lo individual, psicológico y social (Aguilar, 2018).

En la Tabla 1 se muestra el contexto general del análisis de habitabilidad en la vivienda, donde se observa el nivel sistémico, en lo que se denomina habitabilidad interna y externa, evaluándose las cualidades que intervienen en cada una de ellas.

NIVEL SISTÉMICO	MICRO	MESO	MACRO
DIMENSIÓN FÍSICO-ESPACIAL	Individuo y Familia	Vecinos	Comunidades habitacionales

Tabla 1. Contexto general de análisis de habitabilidad (Aguilar, 2018)

De acuerdo con Landázuri y Mercado (2004), la habitabilidad es la relación que se tiene entre los seres humanos con la vivienda, tomando en cuenta la estructura de esta convivencia, determinando el carácter y escala de los asentamientos humanos que impactan al medio. Asimismo, para un mejor manejo de los factores que influyen en la evaluación de la habitabilidad de la vivienda, se han denominado habitabilidad interna al primer microsistema y habitabilidad externa al macro sistema, como se muestra anteriormente en la Tabla 1.

Bajo este concepto, se dice que las cualidades físicas, sociales y culturales externas a la vivienda deben de ser tomadas en cuenta para una buena evaluación de habitabilidad. Tal sería el caso también de la infraestructura, el equipamiento y la movilidad, que influyen en las características de la vivienda y los servicios, y que afectan en las condiciones de vida de sus ocupantes.

Por lo tanto, del nivel sistémico primario es el factor físico-espacial y estudia la relación que mantiene el individuo con el espacio interior de su hábitat, agrupándose en los siguientes cuatro rubros: hacinamiento, dimensiones, espacio y forma (Aguilar, 2018).

El nivel sistémico secundario corresponde a la relación de la vivienda con el vecindario, componiéndose de los parámetros de infraestructura y servicios; además, uno de los indicadores importantes para considerar y evaluar la habitabilidad de la una vivienda son las redes de agua potable y drenaje (Aguilar, 2018).

Respecto al terciario y último nivel sistémico, que es la relación de la vivienda con la ciudad, se mide a través de los parámetros de transporte y equipamiento.

Es por ello que este estudio analiza el estado de los habitantes respecto a su calidad de vida, por lo que el enfoque se dirige también a los componentes de la habitabilidad, tanto en el nivel primario y secundario como terciario. Las diferencias entre los espacios físico-espaciales entre los prototipos de vivienda social y económica, así como también, la incidencia de la percepción espacial de los usuarios sobre su hábitat.

#### 2.1.3.4. Organismos gubernamentales en vivienda

En México, varios organismos gubernamentales están involucrados en la promoción, regulación y supervisión de la vivienda de interés social. Estos organismos trabajan para asegurar que se cumplan estándares de calidad, accesibilidad y sostenibilidad en el sector. Algunos de los principales organismos gubernamentales relacionados con la vivienda de interés social en México incluyen:

1. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU): Es una dependencia del gobierno federal encargada de la política de desarrollo urbano y vivienda en México. Desarrolla programas y políticas para promover la vivienda de interés social, así como para planificar y regular el desarrollo urbano.
2. Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI): La Conavi es un organismo descentralizado del gobierno federal que se dedica a la promoción de vivienda de interés social y a la elaboración de políticas para facilitar el acceso a la vivienda en México.
3. Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT): Es una institución que administra el fondo de vivienda de los trabajadores en México. Proporciona financiamiento para la adquisición de viviendas a través de aportaciones de los empleadores y los empleados.
4. Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE): es una institución en México que otorga créditos para adquirir, remodelar, construir, ampliar o hacer mejoras en las viviendas para los trabajadores que están al servicio del Estado. Este fondo fue creado para ofrecer a los empleados del gobierno federal mexicano la oportunidad de tener acceso a créditos hipotecarios bajo condiciones favorables.
5. Fondo Nacional de Habitaciones Populares (FONHAPO): Es un organismo gubernamental que se enfoca en apoyar la vivienda de interés social en zonas rurales y urbanas marginadas. Proporciona subsidios y financiamiento para proyectos de vivienda asequible.
6. Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF): Aunque no está específicamente dedicada a la vivienda, la

CONDUSEF supervisa y regula las prácticas financieras, lo que incluye los productos y servicios relacionados con hipotecas y préstamos para vivienda.

7. Gobiernos estatales y municipales: Cada estado y municipio en México puede tener organismos y dependencias encargados de regular y supervisar el desarrollo de la vivienda de interés social a nivel local. También pueden ofrecer programas y apoyos específicos para promover la accesibilidad a la vivienda.

Estos organismos gubernamentales trabajan en conjunto para fomentar la construcción y adquisición de viviendas de interés social, así como para asegurar que se cumplan los estándares de calidad y que las soluciones sean accesibles para la población de bajos ingresos en México. El tema de la vivienda es una preocupación importante en el país y está respaldada por políticas y programas gubernamentales.

Algunos documentos también relevantes en el tema de la vivienda de interés social en México, y que requieren mención aparte, son:

La Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013, especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable, con el objetivo de aprovechamiento de los recursos naturales, tomando en cuenta los aspectos socioeconómicos de manera de integrar la habitabilidad y viabilidad al entorno natural y urbano. Esta norma mexicana es aplicable de manera voluntaria para todas las edificaciones ubicadas dentro del territorio, ya sea de régimen público o privado, en diversas actividades de índole habitacional, comercial, industrial o de servicios (Esteban, Alberto, 2013).

“Vivienda y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en México”, es un documento realizado en colaboración con el convenio firmado entre ONU-Hábitat y el Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores (Infonavit), y en el marco de Acuerdo Específico de Colaboración con la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). (ONU-Hábitat, 2018)

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, tiene como finalidad buscar oportunidades para mejorar la calidad de vida de la población bajo el marco del desarrollo de la sostenibilidad y de los derechos humanos, y para reconocer el derecho a una vivienda adecuada, como un acuerdo global de los miembros de las Naciones Unidas.

De esta manera, la perspectiva global que plantea la ONU-Hábitat en 2015, ubica a las personas como primer plano dentro de las políticas generadas para el desarrollo urbano sostenible. Para lograrlo, se plantea hacerlo mediante la promoción de la integración del concepto de vivienda en las políticas urbanas a través de diversas estrategias relacionadas con la planificación urbana, con la finalidad de reforzar vínculos entre vivienda, gestión urbana y la planificación. El objetivo es obtener mejoras en las condiciones de vida para las personas mediante un buen desarrollo de las ciudades (ONU-Hábitat, 2018).

Cabe mencionar que la vivienda se encuentra dentro de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y en varias de las 169 metas que los conforman. Por lo tanto, se incrementa la resiliencia en la vivienda reduciendo el impacto ambiental, localizándose en la quinta orientación de las seis estrategias.

Esta estrategia está relacionada con la reducción de los fenómenos naturales, sobre todo el climático, donde en coordinación con los tres órdenes de gobierno deben implementar programas para incrementar la adaptación y resiliencia de los asentamientos humanos al cambio climático. La finalidad es mejorar las condiciones en las que se encuentran físicamente las zonas habitacionales existentes y el entorno que las rodea (ONU-Hábitat, 2018).

Además, para favorecer la implementación de orientaciones estratégicas, ONU-Hábitat desarrolla un conjunto de 16 propuestas y 49 líneas de acción específicas, las cuales se agrupan en siete principales ámbitos de intervención, y en el de gobernanza interinstitucional muestra la alineación política de instrumentos de orden territorial y ecológico, además de los usos de suelo, cambio climático y vivienda. Con ello se fortalece la interacción entre las entidades federales a cargo de éstas, con el fin de limitar la expansión urbana y la consecuente degradación ambiental. (ONU-Hábitat, 2018, pág. 26)

Vida Integral Infonavit: Vivienda sustentable: A través de este programa, el Instituto fomenta la vivienda sustentable, la cual incluye atributos de la sustentabilidad ambiental, social y económica, describiendo detalladamente sus atributos, su medición y su forma. Todo ello se obtiene a través de la Visión enunciada desde el año 2011 en lo referente a la calidad de la vivienda y de sus alrededores. También incluye el objetivo de favorecer la toma de responsabilidad de los vecinos mediante una nueva Visión y Misión a través de tres ejes principales, tales como: la vivienda, su entorno y la comunidad; basada en tres dimensiones de

la sustentabilidad, tanto ambiental y social como económica, con la finalidad de proporcionar una mejor calidad de vida (Vida Integral Infonavit, 2013).

De acuerdo con el Manual explicativo del programa Vida Integral Infonavit: Vivienda Sustentable, las viviendas de interés social que cuentan como mínimo con 38 metros cuadrados, en predios de 75 metros cuadrados, incluyen áreas básicas como son: sala, comedor-cocina, recámara y un patio de casi 40 metros cuadrados (Vida Integral Infonavit, 2013).

Los seres humanos tienen necesidades y aspiraciones fundamentales, tales como la alimentación, el abrigo y disponer de un espacio adecuado, protegido y protector donde vivir, ante todo con seguridad, que, aunadas a la libertad, la salud, la justicia y la educación, suelen constituir las condiciones indispensables para obtener una mejor calidad de vida.

Cabe mencionar que la vivienda ha ido evolucionando tanto en México como a nivel mundial, logrando como vínculo al proceso político y económico que resultan de la población, con respecto a la vivienda de interés social que ha sido promovida por el Estado para sectores que son distinguidos por ingresos bajos.

El artículo 123 de la Constitución de 1917 estableció el derecho de los trabajadores a la vivienda, y en 1925 se crea La Dirección de Pensiones Civiles, el cual fue el primer organismo gubernamental de vivienda. Esta institución otorgaba los créditos a los trabajadores del Estado para la adquisición de una vivienda, y en 1929 pasó a formar parte del Instituto de Seguridad y Servicio Sociales de los Trabajadores del Estado (Martínez & Arteaga, 2012).

En 1953, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) implementó para sus trabajadores la construcción de viviendas, y un año después, en 1954, se creó el Instituto Nacional de Vivienda (INV) considerado uno de los mayores avances del Gobierno Federal en México, dada la demanda y atención sobre los problemas que se presentaban en los estratos habitacionales sociales de menores ingresos.

Posteriormente, en 1970, este Instituto Nacional de Vivienda se transformó en el Instituto Nacional para el Desarrollo de la Comunidad y la Vivienda Rural (INDECO), y así en 1972, particularmente, se dieron avances para estimular la construcción de vivienda (Martínez & Arteaga, 2012).

Por lo tanto, se tiene el conocimiento de que la vivienda es una necesidad básica que el individuo provee, es por ello que el Gobierno Federal es el que se encarga de brindar los apoyos mediante créditos blandos que otorga a la población para que puedan ser acreedores a una vivienda que esté al alcance de sus posibilidades económicas.

De los organismos públicos existentes, en esta investigación solo desarrollaremos tres: Infonavit, Fovissste y Fonhapo, puesto que son los organismos que marcan un mayor impacto en el ámbito nacional y representación de la política de vivienda del país (Martínez & Arteaga, 2012).

Uno de los mayores retos del Estado mexicano ha sido garantizar el acceso a la vivienda, ya que se ha adquirido un desarrollo periféricamente bajo un estímulo de acaparamiento inmobiliario que ha provocado una infraestructura de baja calidad, con un alto costo tanto para la población como para el gobierno, lo cual ha generado uno de los problemas fundamentales de la actualidad: Brindarle a todo ser humano un espacio confortable y seguro donde pueda sentirse estable y desarrollar una familia.

En el artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se acredita que “toda familia tiene derecho a disfrutar de una vivienda digna y decorosa”. El artículo 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, por su parte, indica que una vivienda debe estar bajo condiciones adecuadas indispensables para fomentar el bienestar familiar y personal (Revista Latinoamericana de Derecho Social, 2023).

Debido a esto, se llevó a cabo la constitución de algunos organismos, los cuales fueron implementados para garantizar el acceso al hogar. Estos organismos nacionales de vivienda operan a través de créditos otorgados a las personas, tales como el Fondo de Operaciones de Descuentos Bancarios a la vivienda (Fovi) y el Fondo Nacional para Habitaciones Populares (Fonhapo) (Revista Latinoamericana de Derecho Social, 2023).

Asimismo, fueron diseñados mecanismos institucionales y de financiamiento, los cuales ofertan créditos, fundamentados en el artículo 123 de la Constitución Nacional, y que son adquiridos por los trabajadores, establecidos en el sistema del Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) y con ello promueven la creación de incentivos económicos al desarrollo inmobiliario.

Las principales instituciones que otorgan estos apoyos o créditos, son Infonavit (Instituto Nacional del Fondo para la vivienda de los Trabajadores) y el Fovissste (El Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado) quienes aportan 80% del crédito habitacional, y de esta manera apoyan principalmente a las familias de menores recursos.

Dentro de la industria financiera, el plazo de adquisición hipotecaria para estos créditos es de 15 a 30 años, y se financian de acuerdo a las fuentes de financiamiento y la capacidad de crédito con la que cuenten los individuos (SEMARNAT, Gobierno Federal, 2017).

#### 2.1.3.5. Medios de Financiamiento

Para hacer que estas viviendas sean aún más asequibles, el gobierno mexicano a menudo proporciona subsidios o apoyo financiero a los compradores de viviendas de interés social. Estos subsidios pueden reducir el precio de compra o las tasas de interés de los préstamos hipotecarios.

En México, existen diversos medios de financiamiento para la adquisición de viviendas de interés social. Estos medios permiten a las personas de bajos ingresos acceder a una vivienda asequible, los principales medios de financiamiento en México de la vivienda de interés social son los siguientes:

##### a) Instituto Del Fondo Nacional de la Vivienda Para los Trabajadores (Infonavit)

El Infonavit es una institución gubernamental que administra los fondos de vivienda de los trabajadores en México. Los trabajadores y sus empleadores hacen aportaciones al Infonavit que luego se utilizan para otorgar créditos hipotecarios a los trabajadores. Estos créditos pueden ser utilizados para comprar viviendas nuevas o usadas, incluyendo viviendas de interés social.

En el Programa Nacional de Vivienda 2014-2018, los planes de desarrollo urbano van en relación a la línea política de vivienda, con el objetivo de especificar las estrategias de financiamiento y el procedimiento de ejecución. Sin embargo, en los últimos seis años, las características de confort y dignidad ha sido relegados, además de los derechos que tienen los trabajadores y sus familias, básicamente son obligados circunstancialmente a la implementación de estos proyectos nacionales de los últimos sexenios con la adquisición de vivienda

inapropiadas a sus ingresos y que no cumplen con los lineamientos del Programa de Vivienda (Espinosa & Cortés, 2015).

El programa del Instituto Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) se fundó en 1972, y surgió con el objetivo de cumplir con lo establecido en la Constitución Política del 5 de febrero de 1917, donde se menciona el derecho a la vivienda de los trabajadores.

La Ley del Infonavit fue publicada el 21 de abril de 1972, generando soluciones financieras en los créditos hipotecarios a nivel nacional con un 74% del mercado tradicional financiero del año 2016.

Infonavit tiene la finalidad de que los trabajadores derechohabientes puedan acceder a una vivienda adecuada, por lo que ofrece soluciones financieras para la vivienda, adaptadas a sus necesidades y recursos.

Así también, se han desarrollado varias iniciativas que pueden integrarse en ambientes de vivienda como urbanos, y que a nivel mundial funcionan como modelo en el programa de Hipoteca Verde, el cual es propuesto por Infonavit, que se lanzó a nivel nacional en marzo del año 2008, con la finalidad de colaborar con la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el cual hará posible obtener ahorros en el consumo de energía y reducción en las emisiones de bióxido de carbono a nivel mundial.

Infonavit es uno de los organismos financieros de la política habitacional diseñado para abordar la promoción de vivienda sustentable o ecológica, ya que en los años setenta surge como un parteaguas de la sustentabilidad, generando la relación entre hombre-naturaleza, caracterizándose como socio ambiental que incorporó diversas disciplinas, teniendo un impacto para los factores del ambiente físico y en la salud de los habitantes, ya que es fundamental que los espacios de las viviendas sean de acuerdo a su tradición para el diseño de los ambientes, diseño, construcción y el asentamiento de las mismas. La finalidad es desarrollar una propuesta de modelo de vivienda que se integre a su medio ambiente interior y exterior, de acuerdo a la región para tomar los parámetros ambientales, además de considerar el sistema constructivo y realizar la ejecución del proyecto (Orozco, Velázquez, Campos, Bonnie, & Tapia, 2015).

Es por ello que se retoman las metodologías para medir la sustentabilidad a través del diseño e instrumentos dirigidos por los principales organismos financieros y promotores de la

política que se desarrolla en México, por los organismos financieros que son los promotores, como la Comisión Nacional de la Vivienda (Conavi) y el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) (Orozco, Velázquez, Campos, Bonnie, & Tapia, 2015).

Cabe mencionar que el régimen de vivienda de interés social debe cumplir un sistema institucional de los organismos fundamentales, donde se oferta bajo tres divisiones, es decir, debe ser económica, popular y tradicional, con fundamentos que la caracterizan en función del salario promedio mínimo de los trabajadores, el cual debe ser menos de sesenta pesos mexicanos. Este régimen sectorial se promociona a través de créditos y subsidios, además, se busca bajar algunos criterios bioclimáticos con la intención de disminuir el consumo de los servicios tanto de electricidad y agua como de gas (Orozco, Velázquez, Campos, Bonnie, & Tapia, 2015).

Esto se logra a través de accesorios basados en un modelo de uso de ecotecnologías, que permiten el ahorro energético y de agua, esto es realizado a través de programas gubernamentales de subsidios y créditos. A este tipo de programa se le llama Hipoteca Verde, una de las iniciativas que permite adquirir una vivienda con soluciones tecnológicas ecológicas de eficiencia energética y de energías renovables, tales como aislamientos térmicos, aires acondicionados de alta eficiencia, lámparas ahorradoras, calentadores solares, entre otros. Este programa se formalizó en 2009 a nivel nacional, bajo responsabilidad del Infonavit, ya que es considerada una institución de suma importancia a nivel nacional en oferta y crédito de vivienda sustentable para trabajadores (Orozco, Velázquez, Campos, Bonnie, & Tapia, 2015).

Ahora bien, el objetivo principal del proyecto de Hipoteca Verde es que al adquirir un crédito del Infonavit se promueva a las viviendas adquiridas la incorporación de tecnologías que disminuyan el consumo de agua y energía eléctrica, de esta manera, se le otorga al trabajador un préstamo adicional con una cantidad de hasta 16 mil pesos (10 salarios mínimos) para el financiamiento de adquisición e instalación de las tecnologías ecológicas, para que puedan adquirir una vivienda con diseño bioclimático (Borrás, 2008).

Cabe mencionar que Infonavit desarrolla una metodología que carece del uso de criterios, índices sociales, ambientales y económicos, ya que son inadecuados para cumplir el propósito para evaluar la sustentabilidad, es decir, cumple solamente con el programa de análisis

gubernamental, sin embargo, el índice de calidad de vida va en dirección con la zona climática, la cual se usa como indicador de sustentabilidad en cuanto a su medición.

El gobierno tiene una política de vivienda basada en el modelo de desarrollo adoptado, es decir, de acuerdo a las posibilidades financieras del Estado y las orientaciones ideológicas predominantes, por lo que la intervención en materia habitacional se ha convertido en un estudio urbano muy importante en México. Los primeros estudios fueron desarrollados principalmente en los años setenta, centrándose en el análisis de algunas instituciones en particular y se han convertido en la producción de transformaciones fundamentales en la política de vivienda, lo cual implica su reorientación y un diferente papel adoptado por el Estado.

Según las fuentes de información utilizadas sobre las políticas habitacionales, las estadísticas de vivienda publicadas por instancias gubernamentales del sector de la vivienda (SAHOP, hasta 1980, SEDUE hasta 1990, y Sedesol) y por los organismos habitacionales (Infonavit, Fovissste y Fonhapo) (Puebla, 1997).

b) Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (Fovissste)

En diciembre de 1972 se funda, mediante el decreto emitido por el Congreso de la Unión publicado por el Diario Oficial de la Federación, El Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (Fovissste) con el objetivo de implementar un sistema de financiamiento a favor de los trabajadores para que pudieran realizar depósitos que les permitieran autorizar créditos de régimen económico suficiente para obtener una vivienda, o bien, que pudieran construirla, remodelarla o simplemente realizarle mejoras.

A través del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (Issste), surge el organismo del Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (Fovissste), ya que el Issste tiene convenios de colaboración con autoridades federales, estatales y municipales, con el objetivo de mejorar el fondo de vivienda. En 1993 surge el Sistema de Ahorro para el Retiro (SAR), que brinda a los derechohabientes un fondo de libertad para que puedan adquirir una vivienda, ya sea usada o

nueva, aunque no forme parte del conjunto habitacional gubernamental, siendo el beneficiario quien puede elegir entre una variedad de viviendas, la que más le conviene de acuerdo a sus necesidades, es decir, la ubicación, calidad, precio, etc.

En el periodo de 1989-1992, el Fovissste tuvo una ampliación de autorización de créditos y plazos de amortización, los cuales aumentaron a 30 años. En abril de 1994 las reglas de otorgamiento de crédito fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación y el financiamiento bancaria tiene una caída (Centro Urbano, 2017).

En la Política de Vivienda del presidente Enrique Peña Nieto, donde el Fovissste formó parte integral, hubo cuatro ejes principales:

1. Coordinación Institucional
2. Transitar a Desarrollo Urbano Sustentable
3. Reducir de Manera responsable el rezago de vivienda
4. Procurar vivienda digna a los mexicanos

#### c) Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares (Fonhapo)

El Fonhapo es una entidad gubernamental que proporciona subsidios y financiamiento para proyectos de vivienda asequible, especialmente en áreas rurales y urbanas marginadas y fue publicado el 23 de enero de 1985 en el Diario Oficial con su nombre original.

Estos subsidios pueden ser utilizados para mejorar o adquirir viviendas de interés social, este organismo está dirigido a los sectores de menores ingresos del llamado sector informal, quienes carecen de un ingreso y trabajo estable, es decir, que trabajan por su propia cuenta, además, estos créditos solamente son otorgados al cumplir con dos requisitos fundamentales, es decir, el beneficiario no debe ser asalariado y que no exista de por medio otra organización.

Este acuerdo Ejecutivo de la Federación estableció que las condiciones en las que se encuentra el sector habitacional deberían mejorar, principalmente porque la población va en crecimiento, y los créditos hipotecarios deberían ser otorgados para que tengan la oportunidad de obtener una vivienda popular, autorizándoles financiamientos de programas y paquetes de materiales que apoyen a la vivienda de interés social, esto es, a través de la constitución de

fideicomisos, demostrando recursos que afectan a su patrimonio. Sin embargo, para ser acreedor a este fideicomiso en el sector económico, la población debería de cumplir con una percepción no mayor de 2.5 veces el salario mínimo (Martínez & Arteaga, 2012).

De esta manera, los organismos gubernamentales financieros lograron una gran evolución en créditos tradicionales, con subsidios, créditos conyugales, etc.

#### 2.1.3.6. Sensación Térmica

La sensación térmica, también conocida como sensación de temperatura o índice de sensación térmica, es una medida que tiene en cuenta la temperatura real del aire y otros factores como la humedad, el viento y la radiación solar, para describir cómo percibe una persona la temperatura ambiente.

La sensación térmica puede ser diferente de la temperatura real y se utiliza para comunicar cómo se siente el clima en la piel y cómo afecta al cuerpo humano. Por ejemplo, en un día frío y ventoso, la sensación térmica puede ser mucho más fría de lo que indica el termómetro debido al viento que hace que la pérdida de calor sea más rápida en la piel.

En contraste, en un día cálido y húmedo, esta sensación puede ser más alta de lo que indica la temperatura real debido a la dificultad del cuerpo para enfriarse mediante la evaporación del sudor.

La sensación térmica tiende a ser de gran importancia para la seguridad y el bienestar de las personas, ya que puede ayudar a tomar precauciones adicionales, como abrigarse más en condiciones de frío extremo o mantenerse hidratado en climas calurosos y húmedos. Las autoridades meteorológicas suelen proporcionar información sobre la sensación térmica en sus pronósticos para que las personas puedan tomar decisiones informadas sobre cómo vestirse y protegerse del clima (García, García, Bojórquez , & Ruiz, 2011).

Cabe mencionar que el "índice de sensación térmica", a menudo conocido como Wind Chill (en inglés) o índice de enfriamiento, es una medida que se utiliza para cuantificar cómo afecta la percepción de frío en la piel humana cuando la temperatura del aire y la velocidad del viento se combinan. En otras palabras, el índice de sensación térmica refleja la sensación de frío

que se experimenta cuando el viento se lleva el calor del cuerpo a un ritmo acelerado. Este índice es especialmente relevante en climas fríos, donde el viento puede hacer que la temperatura real se sienta mucho más baja de lo que indica el termómetro; esta medida es importante para la seguridad de las personas, ya que proporciona información sobre el riesgo de hipotermia y otros efectos adversos del frío extremo (Francisco, Alonso, Fabián, & Gonzalo, 2022).

La sensación térmica es una medida que está relacionada de manera directa con el impacto que las condiciones climáticas tienen en la percepción y el bienestar de las personas, asimismo, su valoración cualitativa es información relevante para la seguridad. La sensación térmica proporciona información valiosa para la seguridad de las personas, y permite a las autoridades meteorológicas y al público en general tomar decisiones informadas sobre cómo vestirse adecuadamente en condiciones extremas de frío o calor, lo que puede prevenir enfermedades relacionadas con la temperatura, como hipotermia o golpes de calor.

En la adaptación a diversas condiciones climáticas, la sensación térmica reconoce que la percepción del clima no depende solo de la temperatura, sino también de factores como la humedad y el viento. Tomar en cuenta estos factores puede ser importante en áreas con climas variables donde la temperatura real puede ser engañosa, por lo cual ayuda a las personas a adaptarse mejor a las condiciones cambiantes.

Cambio climático: provoca modificaciones que afectan las condiciones meteorológicas en todo el mundo, y la sensación térmica se vuelve aún más relevante, permitiendo que las personas comprendan mejor cómo estas condiciones cambiantes pueden afectar su salud y calidad de vida, promoviendo la conciencia sobre el cambio climático y la necesidad de adaptarse (Hernández & Acosta, 2018).

Precisión en los pronósticos del clima: La inclusión de la sensación térmica en los pronósticos meteorológicos mejora la precisión de las previsiones, lo cual es fundamental para las personas que realizan actividades al aire libre, como deportes, trabajo agrícola o construcción, ya que pueden tomar medidas de seguridad más adecuadas.

Comunicación efectiva de riesgos: La sensación térmica facilita la comunicación de riesgos climáticos a un público más amplio. Las personas pueden comprender fácilmente cómo

se sentirán en un clima determinado y tomar medidas preventivas, como quedarse en casa o buscar refugio en condiciones extremas (Hernández & Acosta, 2018).

En general, la sensación térmica es una medida esencial que tiene un fuerte impacto en las personas durante su vida diaria, ya que proporciona información valiosa que mejora la seguridad y el bienestar, permitiendo una mejor preparación y adaptación a las condiciones climáticas cambiantes.

La noción de sensación térmica o índice de sensación térmica, tal como la conocemos hoy, no estaba plenamente desarrollada durante la década de 1940 a 1960. Durante ese periodo, se estaban realizando investigaciones y experimentos iniciales en relación a cómo el viento y otros factores podían afectar la percepción del frío en climas fríos, especialmente en lugares como la Antártida.

En la década de 1940, el meteorólogo Paul Siple desarrolló una fórmula para el cálculo de la sensación térmica en climas fríos. Siple estaba trabajando en la Antártida y se dio cuenta de que el viento tenía un impacto significativo en la percepción del frío. Su investigación llegó al desarrollo de fórmulas iniciales que intentaban cuantificar esta percepción. (Cortés, 2015)

Sin embargo, estas fórmulas y conceptos iniciales no eran tan ampliamente reconocidos o utilizados en los pronósticos meteorológicos como lo son en la actualidad. El índice de sensación térmica, tal como se conoce hoy en día, se refinó y se hizo más prominente en los pronósticos meteorológicos en las décadas siguientes, particularmente en la década de 1970, cuando la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA) introdujo una fórmula revisada que se convirtió en la base para los cálculos modernos (Cortés, 2015).

Por lo tanto, durante los años de 1940 a 1960, la sensación térmica era un concepto emergente en la meteorología, pero no había alcanzado el nivel de reconocimiento y uso generalizado que tiene en la actualidad.

En las décadas de 1970 a 1990, este concepto continuó desarrollándose y se hizo más destacado en los pronósticos meteorológicos, especialmente en climas fríos, y la evolución de la sensación térmica durante este periodo fue que obtuvo mayor reconocimiento y uso.

Durante la década de 1970, el índice de sensación térmica (como ya se mencionó, también conocido como Wind Chill) se consolidó como una medida importante para comunicar el riesgo del frío extremo, y fue ampliamente utilizado en pronósticos meteorológicos, especialmente en regiones con inviernos severos, para informar al público sobre cómo el viento afectaría la percepción del frío en la piel (Washington, 1992).

A lo largo de las décadas de 1970 y 1980 se realizaron investigaciones adicionales para refinar las fórmulas utilizadas en el cálculo del índice de sensación térmica. Esto permitió una mayor precisión en la determinación de cómo el viento afecta la percepción del frío y, por lo tanto, en la evaluación de la sensación térmica.

La aplicación en climas cálidos, a medida que avanzaba la investigación sobre la sensación térmica, también se empezó a prestar atención a cómo la temperatura y la humedad podían afectar la percepción del calor en climas cálidos. Esto condujo al desarrollo del Heat Index, que se convirtió en una medida estándar para comunicar cómo la combinación de altas temperaturas y alta humedad puede aumentar la sensación de calor en la piel (Washington, 1992).

Durante estas décadas, la sensación térmica se convirtió en una parte integral de la conciencia pública en climas fríos y cálidos. Las personas comenzaron a tomar medidas de seguridad más informadas en respuesta a los pronósticos de sensación térmica, como abrigarse adecuadamente en condiciones de frío extremo o evitar la exposición al calor en días calurosos.

Por lo tanto, durante las décadas de 1970 a 1990, el índice de sensación térmica se convirtió en una herramienta estándar en la meteorología para comunicar los riesgos del clima extremo, se refinaron las fórmulas, se expandió su uso a climas cálidos y se promovió la importancia de tener en cuenta la sensación térmica al planificar actividades al aire libre y tomar medidas de seguridad (Washington, 1992).

La investigación y la comprensión de la sensación térmica en el siglo XXI, han seguido evolucionando para mejorar la precisión de los cálculos y proporcionar información más relevante y útil a la población.

Algunos desarrollos notables en este siglo fueron los avances de la tecnología, como modelos de simulación computarizada y estaciones meteorológicas más avanzadas. Todo ello

ha permitido una medición y pronóstico más precisos de la sensación térmica, lo que ha llevado a una mejora en la precisión de los cálculos.

Las fórmulas utilizadas para calcular la sensación térmica se han refinado continuamente para reflejar con mayor precisión cómo el viento, la temperatura, la humedad y otros factores influyen en la percepción de frío o calor. Estos refinamientos ayudan a proporcionar pronósticos más precisos y útiles (Ginés, 2015).

Con la disponibilidad de internet y las aplicaciones móviles en las que se informa sobre la sensación térmica, las personas pueden acceder fácilmente a los pronósticos de sensación térmica a través de sus dispositivos móviles, lo cual permite que mediante esta información de seguridad y comodidad se tomen decisiones informales.

La investigación en el siglo XXI ha arrojado luz sobre las reacciones del clima extremo en la salud humana. Se ha prestado una atención creciente a los peligros asociados con la exposición al frío extremo (como la hipotermia) y al calor extremo (como los golpes de calor), lo que ha llevado a una mayor conciencia sobre la importancia de la sensación térmica y cómo las poblaciones pueden adaptarse a condiciones climáticas cambiantes (Goffin, 1984).

Por lo tanto, en el siglo XXI la sensación térmica ha seguido siendo un área de investigación activa y de desarrollo en la meteorología, por lo que son tendencias destacadas en este período tanto la mejora en la precisión de los cálculos como en la toma de conciencia de las personas sobre lo importante que es el tema sobre la sensación térmica en la seguridad y en la salud humana. La investigación continua es esencial para abordar los desafíos climáticos en evolución y proporcionar pronósticos más precisos y útiles.

#### 3.1.3.7. Parámetros del clima

La sensación térmica es una medida que describe cómo percibimos la temperatura real, teniendo factores que influyen en ella, tales como la temperatura del aire, la humedad, el viento y otros elementos climáticos. Para calcular la sensación térmica se utilizan fórmulas matemáticas que toman en cuenta estos parámetros. Los principales parámetros del clima que influyen en la sensación térmica son:

**Temperatura del Aire:** La temperatura real es un factor clave en la percepción del clima. A medida que la temperatura aumenta o disminuye, la sensación térmica cambia.

**Humedad Relativa:** La humedad en el aire puede influir significativamente en cómo percibimos la temperatura. En condiciones de alta humedad, el calor se siente más intenso, mientras que, en condiciones de baja humedad, el frío puede parecer más agudo.

**Viento:** La velocidad del viento puede aumentar o disminuir la sensación térmica. Un viento fuerte puede enfriar el cuerpo más rápidamente en condiciones frías y aumentar la sensación de frío, mientras que un viento suave puede proporcionar alivio en condiciones de calor al favorecer la evaporación del sudor.

**Radiación Solar:** La exposición a la radiación solar directa también influye en la sensación térmica. La radiación solar puede aumentar la sensación de calor, especialmente en climas cálidos.

**Precipitación:** en la percepción de la temperatura, tanto la lluvia o la nieve tienden a afectarla, por lo que las sensaciones de frío se intensifican en condiciones de precipitación, mientras que la sensación de calor puede cambiar si se combina con la radiación solar.

**Altitud:** la elevación sobre el nivel del mar, o bien, la altitud, también puede influir en la sensación térmica, esto se debe a que cuando la presión atmosférica disminuye en altitudes con mayor elevación, puede generar que las temperaturas se sientan más frías a mayores altitudes.

**Nubosidad:** La cantidad y tipo de nubes en el cielo pueden influir en la sensación térmica. Las nubes pueden actuar como aislantes, reteniendo el calor en la atmósfera y aumentando la sensación de calor, o bloquear la radiación solar, disminuyendo la sensación de calor.

La sensación térmica se calcula utilizando fórmulas específicas que combinan estos factores para proporcionar una medida más precisa de cómo las personas perciben la temperatura en un entorno determinado. El Índice de Sensación Térmica (como el índice de calor o el índice de frío) es un ejemplo de una medida que tiene en cuenta estos parámetros climáticos para proporcionar una estimación de la temperatura percibida.

Los investigadores Victor Olygay y Mario Grosso crearon modelos empíricos de construcciones donde las características de su entorno influyen en la estructura de estas

viviendas. Estos parámetros inciden en la sensación térmica, además de la humedad relativa, que impacta en la evaporación del sudor; y el enfriamiento por evaporación, que produce el calor y que es dependientes del nivel de humedad que se encuentra en el ambiente. Es decir, a medida que la humedad sea mayor en el ambiente, entonces el sudor se convertirá en un medio para disipar el calor corporal menos efectivo (García, Carmen; Gonzalo, Morales & Ruiz, Pavel, 2011).

La humedad relativa (HR) es considerada como la medida que se expresa a través de la cantidad de vapor del agua presente en el aire en relación con la cantidad máxima que podría contener a una temperatura específica. Se expresa como un porcentaje y es una medida clave en meteorología y climatología.

Se mide con un higrómetro y se calcula dividiendo la presión parcial del vapor de agua en el aire entre la presión de vapor saturado a la misma temperatura y multiplicando el resultado por cien.

Cuando la humedad relativa es del cien por ciento, el aire está saturado con vapor de agua y no puede contener más, lo que puede dar lugar a la condensación y la formación de nubes o precipitación, además, una humedad relativa baja indica que el aire está relativamente seco. Además, una mayor velocidad del aire disipa el calor que produce el cuerpo, es por ello que la radiación solar es la principal fuente de radiantes en exteriores (García, Carmen; Gonzalo, Morales & Ruiz, Pavel, 2011).

#### 2.1.3.8. Factores de aceleración

La sensación térmica en el interior de una vivienda puede estar influenciada por varios factores de aceleración, que pueden hacer que la temperatura percibida sea más extrema que la temperatura real. Estos factores pueden agravar la sensación de calor o frío. Algunos de los factores de aceleración en la sensación térmica en el interior de una vivienda son:

**Humedad Interior:** La humedad al interior de una vivienda puede acentuar la sensación térmica. En condiciones con alta humedad, el cuerpo puede tener dificultades para enfriarse a través de la evaporación del sudor, lo que puede hacer que la sensación de calor sea más intensa.

De esta manera, cuando la humedad baja, la piel puede secarse y enfriarse más rápido, lo que puede intensificar la sensación de frío.

**Circulación de Aire:** La falta de circulación de aire adecuada en una vivienda puede agravar la sensación de calor. La falta de ventilación puede hacer que el aire se sienta estancado y cálido. Por otro lado, una corriente de aire frío puede hacer que la sensación de frío sea más intensa.

**Aislamiento Térmico Inadecuado:** Un aislamiento térmico deficiente en la vivienda puede hacer que al interior la temperatura sea más extrema que al exterior, por lo que un aislamiento inadecuado permite que el frío o el calor penetre la vivienda, lo que afecta negativamente la sensación térmica.

**Radiación Solar:** La exposición excesiva a la radiación solar directa puede aumentar la sensación de calor en el interior de la vivienda, especialmente en climas cálidos. Las ventanas sin protección solar adecuada permiten que el calor solar entre en la vivienda, lo que puede hacer que la sensación térmica sea más elevada.

**Uso de Electrodomésticos:** La generación de calor por parte de electrodomésticos como hornos, estufas, secadoras y computadoras puede aumentar la temperatura en el interior de la vivienda, lo que puede afectar la sensación térmica, especialmente en espacios pequeños y mal ventilados.

**Iluminación Artificial:** Las luces incandescentes o halógenas emiten calor, lo que puede elevar la temperatura en el interior de la vivienda. El uso excesivo de iluminación artificial también puede contribuir a la sensación de calor.

**Densidad de Mobiliario:** La cantidad de muebles y objetos en una vivienda puede afectar la circulación del aire y la distribución del calor, por lo que una existencia de mobiliario se convierte en un obstáculo para que el aire tenga una buena circulación en la vivienda, convirtiéndose en un área más caliente.

**Distribución del Espacio:** La distribución de las áreas de estar y de descanso en la vivienda puede influir en la sensación térmica. Por ejemplo, si las áreas de estar se encuentran cerca de ventanas sin protección solar, la sensación de calor puede ser más intensa.

La consideración y el control de estos factores son importantes para mantener una temperatura interior cómoda en una vivienda y para optimizar la sensación térmica. Estrategias como la adecuada ventilación, el uso de protección solar, la elección de sistemas de calefacción y refrigeración eficientes y el control de la humedad pueden ayudar a mejorar la sensación térmica al interior de una vivienda.

El cuerpo humano puede centrarse en un confort térmico a través de las condiciones ambientales del espacio donde se encuentra, lo cual puede lograrse desde un punto físico-fisiológico mediante el balance energético que se produce entre el medio ambiente y el organismo. La Norma ISO 7730, 2005; ANSI/ASHRAE 55, 2010 indica que las variables físicas que predominan en el ambiente tienen influencia de forma particular en la sensación térmica, además de los factores de la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento, además del nivel de arropamiento y la actividad metabólica que intervienen como un grado de aceptación por las personas según sea el ambiente térmico en que se encuentran (Ordóñez, 2021).

El movimiento del aire puede facilitar la eliminación del calor de varias maneras en las que contribuye a la disipación del calor, como lo es la conducción térmica mejorada, es decir, cuando el aire se mueve sobre una superficie caliente, lleva el calor lejos de esa superficie mediante la convección, permitiendo que el objeto se enfríe más rápidamente.

También el incremento de la evaporación, lo cual sucede cuando el aire se mueve, aumenta la velocidad de evaporación. Es un proceso mediante el cual las moléculas de agua absorben energía térmica y las convierten en vapor, este proceso ayuda a enfriar la superficie de donde se está evaporando el agua.

La convección tiende a ser el movimiento del aire creando corrientes de convección, lo que significa que el aire caliente tiende a subir y el aire frío tiende a bajar, esto facilita la transferencia de calor, ya que el aire caliente se eleva y es reemplazado por aire más fresco.

Cuando hay movimiento del aire, como una brisa, aumenta la eficiencia de la pérdida de calor del cuerpo humano, esto se debe a que el aire en movimiento ayuda a evaporar el sudor de la piel, lo que contribuye a la refrigeración del cuerpo.

Estos son algunos mecanismos mediante los cuales el movimiento del aire facilita la eliminación del calor, y es por eso que en muchas aplicaciones, como sistemas de climatización

o ventilación, se utiliza el flujo de aire para regular la temperatura y mejorar el confort térmico (Ordóñez, 2021).

Ahora bien, la mayor sensación térmica por efectos de humedad es propia de climas tropicales, debido a que las condiciones de humedad en nuestro país son de niveles altos, por ejemplo, en presencia de nieblas o precipitaciones, ocurren generalmente en épocas y horarios de bajas temperaturas, es por ello que el efecto de aumento de temperaturas prácticamente desaparece. Por otro lado, cuando la temperatura ambiente es alta, la humedad tiende a ser muy baja, lo cual conduce a la anulación en el aumento de la sensación térmica.

La sensación térmica podrá ser mayor o menor según la energía que produzca el cuerpo para el medio ambiente, asimismo, la energía que el medio ambiente trasmite al cuerpo, es cuando se puede igualar dicha cantidad energética, y de esta manera es posible realizar una estimación de la sensación producida, calculando la pérdida de calor en la superficie del cuerpo producida por el viento.

#### 2.1.3.9. Arquitectura bioclimática

En el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2010, se realiza bajo un concepto formulado para la estructura del contenido del desarrollo sustentable, lo cual podría favorecer a la eficiencia energética en viviendas. Por lo tanto, dentro del contexto local en la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Sinaloa, el cual fue publicado en el Diario Oficial del Gobiernos del Estado, es definido el desarrollo sustentable, donde se muestra que, a través de criterios e indicadores ambientales, además de económicos y sociales, se puede obtener una mejor calidad de vida, aunado a ello, se aprovechan los recursos que la naturaleza nos ofrece. (Ramos Escobar, 2021)

En viviendas la arquitectura bioclimática se basa en el diseño y la construcción de espacios que aprovechen y respondan a las condiciones climáticas locales para lograr un ambiente cómodo al interior y que en términos energéticos sea eficiente, teniendo como enfoque principal el minimizar el consumo de energía, reducir la huella ecológica y proporcionar un ambiente interior saludable y confortable. Aquí hay algunas características y estrategias comunes de la arquitectura bioclimática en viviendas:

**Orientación Solar:** El diseño de la vivienda tiene en cuenta la orientación solar. Se ubican las áreas de estar y las ventanas de manera que aprovechen al máximo la luz solar en invierno y minimicen la exposición al sol en verano. Esto puede ayudar a reducir la necesidad de calefacción y refrigeración.

**Aislamiento Térmico:** Se utiliza aislamiento de alta calidad en paredes, techos y suelos para mantener la temperatura interior estable. El buen aislamiento en invierno reduce la pérdida de calor y en verano la aumenta.

**Ventilación Natural:** Se incorpora un sistema de ventilación que permite la circulación de aire fresco de manera natural. Las ventanas y las aberturas se colocan estratégicamente para permitir la ventilación cruzada y la expulsión del aire caliente.

**Masa Térmica:** Se utiliza materiales con alta capacidad de almacenamiento de calor, como mampostería, para ayudar a regular la temperatura interior. Estos materiales absorben el calor durante el día y lo liberan lentamente durante la noche.

**Protección Solar:** Se incorporan elementos de protección solar, como aleros, persianas o toldos, para reducir la radiación solar directa en las ventanas durante el verano, pero permitir la entrada de luz en invierno.

**Energía Renovable:** el uso de energía renovable es considerada como la posibilidad de integrar fuentes de energía renovables, a través de paneles solares o sistemas de calefacción solar, para reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales.

**Iluminación Natural:** Se maximiza la entrada de luz natural en la vivienda, lo que reduce la necesidad de iluminación artificial y mejora la calidad del espacio interior.

**Agua de Lluvia:** el sistema de recolección de agua de lluvia para riego y uso doméstico es una estrategia sostenible que puede ayudar a mantener el jardín y reducir la demanda de agua potable.

**Materiales Sostenibles:** Se utilizan materiales de construcción sostenibles y ecológicos siempre que sea posible. Esto incluye la elección de madera certificada, materiales reciclados y productos de bajo impacto ambiental.

Diseño Participativo: Se involucra a los residentes en el proceso de diseño para adaptar la vivienda a sus necesidades específicas y preferencias.

La arquitectura bioclimática en viviendas busca lograr un equilibrio entre el confort de los residentes y la sostenibilidad ambiental. Al aprovechar las condiciones climáticas locales y utilizar estrategias de diseño inteligentes, las viviendas bioclimáticas pueden ser más eficientes en términos de energía y proporcionar un ambiente interior más agradable (Piñeiro, 2015).

Víctor Olgyay, Baruch Givoni y Evans y Sobin han contribuido significativamente al enfoque de la arquitectura bioclimática en diferentes momentos, con publicaciones notables en la década de 1960 y principios de la década de 1970. Sus trabajos han influido en la comprensión de cómo el diseño arquitectónico puede integrarse con el entorno natural y el clima para lograr edificaciones más sostenibles y eficientes energéticamente (Serje, 2018, p35).

Estos autores muestran un enfoque de la Arquitectura bioclimática por medio de soluciones de construcción con técnicas y materiales que se obtienen en el entorno, con el objetivo de lograr un confort ambiental tomando en cuenta el clima de la región y las exigencias del usuario. Son puntos de vista que definen pautas útiles para beneficio de la planificación de edificaciones, puesto que comprenden la realización de un estudio previo para que el diseño pueda aprovechar los recursos naturales que se presentan en el entorno cercano y éste puede tener un impacto ambiental favorable al exterior e interior de la construcción y se pueda dar enfoque a la unión con la naturaleza.

Tanto el clima del lugar, los materiales de construcción, la dirección y flujo del viento y la orientación, son algunos criterios que deben existir para una planificación adecuada en áreas arquitectónicas y lograr el confort ambiental (Serje, 2018, p35).

## 2.2. Estado de la práctica

El estado de la práctica en relación con la sensación térmica en viviendas de interés social al pasar de los años ha tenido gran evolución con mayor enfoque en el confort y la sostenibilidad ambiental.

A continuación, se describen algunas tendencias y consideraciones actuales en este campo:

**Diseño Bioclimático:** Se ha avanzado hacia el diseño bioclimático, que aprovecha las condiciones climáticas locales para crear viviendas que requieren menos energía para calefacción y refrigeración. Esto incluye la orientación adecuada de la vivienda, maximizar la luz natural y el uso de materiales de construcción con propiedades térmicas eficientes.

**Eficiencia Energética:** Se promueve la eficiencia energética en las viviendas de interés social mediante la incorporación de tecnologías y prácticas que reducen el consumo de energía, como iluminación LED, electrodomésticos de bajo consumo y sistemas de energía solar (Hernández V. , 2011).

**Materiales Sostenibles:** El uso de materiales de construcción sostenibles y ecológicos es una consideración importante. Los materiales reciclados y la madera certificada son opciones comunes.

**Tecnología Inteligente:** Se están implementando sistemas de control inteligente en algunas viviendas para monitorear y ajustar la temperatura y la iluminación de manera eficiente, lo que puede mejorar la sensación térmica y reducir los costos de energía.

**Ventilación Eficiente:** La ventilación adecuada es esencial para el confort térmico. Se promueve la ventilación cruzada y la incorporación de sistemas de ventilación mecánica con recuperación de calor para mejorar la calidad del aire interior (Hernández V. , 2011).

**Sistemas de Calefacción y Refrigeración Eficientes:** Se están utilizando sistemas de calefacción y refrigeración eficientes, como bombas de calor, en lugar de sistemas tradicionales que consumen más energía.

**Aislamiento Térmico de Alta Calidad:** El aislamiento térmico es esencial para mantener una temperatura interior estable, utilizándose materiales de alta calidad para techos, suelo y muros.

**Participación Comunitaria:** Tanto la participación de la comunidad y la retroalimentación de los residentes son consideraciones importantes en el diseño de viviendas de interés social, ya que pueden proporcionar información valiosa sobre las necesidades específicas de confort térmico.

Programas de Certificación y Estándares: En algunos países se han establecido programas de certificación y estándares de construcción sostenible que promueven el diseño de viviendas de interés social con un enfoque en la sensación térmica, el ahorro de energía y la sostenibilidad.

Investigación Continua: Se realiza investigación continua en el campo de la sensación térmica en viviendas de interés social para mejorar las estrategias de diseño y construcción y garantizar el bienestar de los residentes (Oseguera, 2019).

El enfoque actual es mejorar la calidad de vida de los residentes de viviendas de interés social al tiempo que se reducen los costos de operación y se minimiza el impacto ambiental. La integración de estrategias bioclimáticas y sostenibles en el diseño y construcción de estas viviendas es esencial para lograr dichos objetivos.

En este apartado se presentan cinco proyectos con características que se asemejan. De acuerdo a la aportación en la investigación realizada, son de gran aporte teórico y metodológico para el tema de estudio. Se consideró la selección de cada uno de ellos porque contienen algunas similitudes que, aunque se realizaron en diferentes tipos de clima, éstos analizaron parámetros afines al presente trabajo de investigación.

### 2.2.1. Buenas prácticas

Las buenas prácticas en relación con la sensación térmica en viviendas de interés social se centran en crear un ambiente interior cómodo y saludable para los residentes, promoviendo la sostenibilidad y la eficacia energética.

Carla Figueroa Villamar (2016). Confort térmico en vivienda de producción en serie de la zona metropolitana del Valle de México, junio de 2016. El autor da un planteamiento que, debido al crecimiento desmedido de la población en las principales ciudades del país, ha conducido a problemas urbanos, provocando el discomfort de las viviendas.

Estas buenas prácticas, además de mejorar la calidad de vida de los usuarios, también pueden reducir los costos de operación y mantener un menor impacto ambiental. Su implementación exitosa puede contribuir a tener viviendas de interés social más confortables y sostenibles.

### 2.2.2. Estudios e investigaciones

Se han realizado investigaciones relacionadas con el tema de estudio que nos ocupa, en las que los resultados obtenidos han tenido una gran aportación, que a continuación se muestra de manera puntualizada, el aporte de cada una de esas investigaciones:

#### Internacional

Soto Engelberth et. Al. (2019) plantean que el inicio formal del estudio de confort térmico, del pionero Gagge, en los inicios del siglo XX — con la publicación del Modelo de dos nodos— daba la explicación del balance térmico del cuerpo humano para estudiar el intercambio energético entre el cuerpo y su entorno. Posteriormente, citan a Aenor: “P.O. Fanger examinó la relación entre los parámetros físicos del entorno, los parámetros fisiológicos de las personas y su percepción del bienestar térmico e introdujo una escala de siete niveles para valorar el confort térmico”. Este autor, por lo visto, fue quien obtuvo la ecuación llamada “voto medio estimado” (PMV, por sus siglas en inglés), la cual dio como resultado el índice que predice la sensación térmica de un grupo de personas en un mismo ambiente. Esta sensación, nos aseguran Soto Engelberth y otros, se calcula midiendo algunos parámetros como la temperatura del aire, la temperatura radiante, la velocidad del aire y la humedad relativa, además de la vestimenta de los habitantes de esos ambientes.

Asimismo, los autores de este artículo llevaron a cabo el procedimiento de esta investigación basándose en las normas ISO 7730:2005 ecuacionales, instrumentando la temperatura del aire (interna y externa), la velocidad del aire, la humedad relativa (interna y externa) y la temperatura radiante.

Científicamente no existe un consenso de la inercia térmica adecuada para las edificaciones, por lo que se considera que para la mayoría de los edificios y climas se obtendrá un mejor confort si existe una mayor masa térmica y menor consumo energético (S. Verbeke y A. audenaert, 2018:2300-2318). Algunos investigadores señalan que, en climas cálidos como el de Medellín, la demanda energética para refrigeración podría incrementar al aumentar la inercia térmica. (Soto, Álvarez, Gómez, & Valencia, 2019)

## Nacional

Los autores plantean que en México se han realizados diversos estudios en ciudades con climas cálidos, templado o semifrío, y las condiciones expuestas a estos ambientes térmicos pueden influir significativamente al confort ambiental y al desarrollo de actividades, afectando la calidad de vida de las personas mediante el fenómeno de confort térmico. El cuerpo humano, continuamente, es objeto de afectación de las condiciones ambientales que dan lugar en el espacio y el momento en el que se encuentra y que de acuerdo con algunos estándares internacionales (ISO 7730, 2005; ANSI/ASHRAE 55, 2010) las variables físicas del ambiente que influyen particularmente en la sensación térmica de las personas, son: la temperatura del aire, la temperatura media radiante, la velocidad del viento y la humedad relativa) ANSI/ASHRAE 55 (2010, p.3) define al confort térmico como *“la condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico”* y menciona que ésta *“se determina a partir de evaluaciones subjetivas”* (Rincon, Bojórquez, Calderón, & Fuentes, 2017)

## Estatal

Los autores aportan una teoría sobre las definiciones del cambio climático, enfatizando las variaciones que se presentan en el clima, las cuales se manifiestan de una forma directa o indirecta en cada una de las actividades que realiza la humanidad.

Además, muestran el cómo este cambio climático provoca la alteración en la descomposición de la atmósfera global, generando la variación natural que se genera y es observada a durante periodos comparables.

Uno de los causantes del cambio climático es el aumento de temperatura, lo cual conduce a la pérdida del confort que puede percibir una persona, y por consiguiente, tiende a provocar daños y problemas en la salud, tales como la baja energía y poco rendimiento en actividades diarias, así como también el alto consumo de recursos energéticos para poder mantener un confort adecuado. (Rodríguez Ruíz & Morillon, 2016)

## Regional

Otra de las aportaciones teóricas, el autor Armando de Anda (2018), en su investigación sobre el Estudio de Confort Térmico en Espacios Interiores de Clima Cálido Seco. Hospital Regional No. 1 en el Instituto Mexicano del Seguro Social, realizado en la Ciudad de Culiacán, Sinaloa, menciona que la configuración adecuada de los espacios, implica que el diseñador conozca las actividades que se van a desarrollar, con el fin de brindar las condiciones de bienestar y confort ambiental de sus habitantes.

Y que la mayoría de los encargados del ejercicio constructivo no conocen cuáles deben ser los aspectos que deben de existir en cada una de las construcciones para que puedan generar un ambiente de confort térmico, es decir, desconocen las diferencias significativas tanto de las reacciones fisiológicas y psicológicas que las personas manifiestan en cada uno de los espacios, tanto interiores como exteriores.

De esta manera se identifica que la habitabilidad térmica implica establecer las condiciones meteorológicas del espacio habitable: temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar y radiación infrarroja, las cuales estarán afectadas por la variabilidad climática, los sistemas constructivos, colores, texturas, orientación del espacio, dimensión y orientación de muros, así como otros elementos constructivos y técnicas de adecuación climática.

En este sentido, la importancia del estudio de confort térmico en espacios interiores se materializa con el desarrollo de las normas internacionales ISO (The International Organization for Standardization) al ser una Federación Internacional, la cual está integrada a los cuerpos nacionales de estandarización y de igual manera se encuentran incluidos en el Instituto Nacional Americano de Estandarización, el cual se encuentra relacionado a la Asociación Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire/ Acondicionado, ANSI/ASHRAE (American National Standards Institute) / (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.). La cual recaba las investigaciones desarrolladas de manera internacional, lo que deriva en diversas actualizaciones y continuidad del campo de conocimiento.

El propósito es conocer la condición de desenvolvimiento del individuo, el nivel de injerencia que represente el clima en el ser humano, con respecto a niveles de estrés, morbilidad, mortandad, a nivel de comportamiento individual, grupal y organizacional, considerados tanto en fines del campo de la arquitectura, como en el urbanismo, de acuerdo con Bojórquez (2010), quien agrega que en esta área existe un especial énfasis por conocer los efectos acción-reacción que tienen estos fenómenos en un ambiente no controlado, así como las posibilidades de injerencia en ambientes artificialmente modificados.

Partiendo del método, técnicas y una planeación donde la configuración del usuario y sus características sean la base para revelar las necesidades, orientaciones y limitaciones en el diseño, sobre las condiciones físicas que involucren a la persona e influyan en el rendimiento para realizar sus actividades, como son el ambiente térmico, acústico, lumínico, mecánico y mental. (De Anda, 2018)

### **Capítulo 3. Marco Metodológico**

Estudiar la sensación térmica en viviendas de interés social implica definir una estructura de investigación que incluya los pasos, métodos y herramientas utilizadas para obtener datos y análisis relevantes, por lo tanto, en este capítulo del marco metodológico se muestra un esquema general de las características de esta investigación.

Cabe mencionar que es una investigación aplicada, ya que busca confrontar la teoría con la realidad, siendo de tipo descriptiva, ya que trabaja sobre hechos, y su característica fundamental deviene de su descripción, análisis e interpretación de datos.

#### **3.1. Tipo de investigación**

La presente investigación tiene un enfoque mixto, ya que incluye métodos cuantitativos (mediciones de temperatura, humedad, etc.) y cualitativos (encuestas, entrevistas), y propone un alcance de tipo descriptivo, ya que busca la descripción y explicación de los indicadores de las variables sobre el tema de estudio, y que, una vez obteniendo los datos que se requiere, y partiendo desde el análisis de las percepciones de los habitantes de una vivienda, se describirá la recopilación de información cuantificable de la muestra de población que arrojen los resultados basados en todo un análisis del conjunto sobre conceptos o variables.

Esto quiere decir, la descripción tiene un alcance primario, exponiendo la medición de los indicadores que son indispensables para este proceso de investigación.

#### **3.2. Enfoque de la investigación**

El enfoque de la investigación sobre la sensación térmica en viviendas de interés social en la ciudad de Culiacán, sector Urbi Villa del Cedro, implica la definición de la estrategia general y los métodos específicos que se utilizarán para abordar los objetivos de investigación. A continuación, se presenta el enfoque general:

Revisión de la literatura, es decir, comprender el estado actual del conocimiento sobre sensación térmica, diseño bioclimático y calidad de vida en viviendas de interés social, así mismo, la revisión de estudios previos relacionados con la sensación térmica en contextos similares y la exploración de diseños bioclimáticos aplicados.

Dentro de los objetivos se establecen metas específicas y claras para la investigación, así como también, los aspectos clave de la sensación térmica que se abordarán, estableciendo objetivos cuantitativos y cualitativos.

Identificar las viviendas y participantes que representarán la población de interés, seleccionando viviendas de interés social del sector Urbi Villa del Cedro, en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, considerando la diversidad en el diseño, orientación y condiciones climáticas locales.

Así también, la planificación de la metodología y la estructura de la investigación, adoptando un enfoque mixto que incluya mediciones objetivas y percepciones subjetivas, a través de la utilización de instrumentos, tales como termómetros, higrómetros, encuestas y entrevistas.

En los instrumentos de medición se seleccionarán herramientas adecuadas para recopilar datos en la medición climática para recopilar datos objetivos, y desarrollar encuestas y entrevistas para obtener percepciones subjetivas.

En la recolección de datos, el objetivo será obtener datos relevantes y representativos, a través de la realización de mediciones periódicas de temperatura, humedad y velocidad del viento, además, de aplicar encuestas y entrevistas a los residentes para recopilar datos subjetivos.

En el análisis de datos, se evaluarán y extraerán patrones o tendencias, utilizando análisis estadísticos para examinar relaciones entre variables e identificar patrones de comportamientos y percepciones.

De esta manera, se pueden crear propuestas de mejora específica basadas en los resultados, mediante la formulación de recomendaciones, para optimizar las condiciones térmicas en las viviendas y considerando aspectos de diseño, orientación, materiales de construcción, etc.

### 3.3. Alcances de la investigación

Los alcances de la investigación de este tema sobre la sensación térmica en viviendas de interés social, establecen los límites y la extensión de la indagación. Definen qué aspectos se abordarán, hasta dónde se llevará a cabo la investigación, asimismo, se presentan los posibles alcances de este estudio:

En el ámbito geográfico, es limitar la investigación en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, en el fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, donde se encuentra la muestra seleccionada de viviendas de interés social, lo cual permite contextualizar la investigación en un entorno específico y considerar factores climáticos locales.

Las características de las viviendas son enfocadas en un tipo específico de vivienda de interés social, puesto que diferentes tipos pueden presentar desafíos térmicos únicos que requieren enfoques distintos (Hernández & Velásquez, 2014).

Los alcances a considerar en las variables climáticas clave son la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento, ya que estos factores influyen directamente en la sensación térmica y son medibles para obtener datos objetivos.

Cabe mencionar que las percepciones sobre la sensación térmica de los residentes serán incluidas subjetivamente, ya que combina datos objetivos con la experiencia y opiniones de los residentes para una comprensión más completa.

De esta manera, se evalúa cómo la sensación térmica afecta la calidad de vida de los residentes, lo cual proporciona la perspectiva más amplia de los efectos de las condiciones térmicas en el bienestar general (Castañeda, Czajkowski, & Gómez, 2021).

Analizar los principios sobre las formas en las que el diseño bioclimático puede mejorar la sensación térmica, mediante la exploración de soluciones que integren aspectos arquitectónicos para mejorar el confort térmico.

Además, se debe de considerar variaciones estacionales en la sensación térmica, lo cual permitirá entender cómo las condiciones cambian a lo largo del año y cómo afectan a los residentes, con la finalidad de proponer recomendaciones específicas y así mejorar la sensación

térmica, lo cual contribuye a la aplicación práctica de los resultados de la investigación en el diseño y la planificación urbana (Diego-Mas, 2015).

Cabe mencionar que evaluar cómo los factores socioeconómicos pueden influir en la capacidad de los residentes para adaptarse a condiciones térmicas considera la equidad en el acceso al confort térmico. De esta manera, colaborar con expertos en arquitectura, climatología, sociología, etc., permite abordar la complejidad del tema desde diferentes perspectivas.

Estos alcances proporcionan un marco inicial, pero es esencial adaptarlos según las características específicas de la investigación y las necesidades de la comunidad en la que se realiza el estudio.

#### 3.4. Justificación de las categorías, variables o indicadores.

La vivienda de interés social se presenta como la variable independiente de la investigación, y sensación térmica como la variable dependiente, de esta manera se desarrollan categorías de estudio e indicadores que generarán los parámetros para medir el fenómeno a través de técnicas propuestas y su instrumento, los cuales se requieren para la recolección de información.

Tabla 2. Matriz operacional de relaciones de variables, categorías, indicadores, técnicas, instrumentos y unidades de medición.

VARIABLE	DEFINICIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN
<b>Sensación Térmica (VD)</b>	La sensación térmica es la percepción de la temperatura, donde influyen factores como la temperatura real, la humedad relativa, el viento y otras condiciones ambientales, aunque la temperatura medida con un termómetro puede indicar un cierto valor, la sensación térmica puede variar según otros elementos.	Parámetros ambientales  Factores de aceleración	- Velocidad del viento - Radiación solar - Humedad Relativa - Temperatura ambiente  - Actividad metabólica - Nivel de arropamiento y factores ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta con base de datos de la Estación Climática de la Facultad de Biología, de la Universidad Autónoma de Sinaloa, y visita al sitio para toma de temperatura y Humedad Relativa.</li> <li>• Aplicación del Cuestionario a la muestra seleccionada del fraccionamiento de estudio.</li> </ul>
<b>Vivienda de Interés Social (VI)</b>	La vivienda de interés social (VIS) es un concepto utilizado en programas gubernamentales para personas de bajos ingresos, y sus características varían según el país y la región, y cumple con	Ubicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orientación</li> <li>- Entorno</li> <li>- Antropometría</li> <li>- Materiales de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación documental de datos INEGI (Google earth).</li> <li>• Método cartográfico. Señalar la vivienda dentro del fraccionamiento.</li> </ul>

---

<p>el espacio mínimo para vivir con calidad y dignidad las actividades del núcleo familiar, asegurando la estabilidad social y armónica con el entorno.</p>	<p>Diseño</p>	<p>- Ubicación de puertas y ventanas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamiento fotográfico en sitio y llenado de cédula (instrumento)</li> <li>• Levantamiento arquitectónico del prototipo de vivienda.</li> </ul>
---	---------------	--	---

---

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.1. Sensación Térmica (VD)

La investigación propone estudiar la variable dependiente de la sensación térmica bajo dos categorías: parámetros ambientales y factores de aceleración en el tema de estudio a desarrollar, ya que lograr una adaptación a un ambiente térmico confortable se genera por la relación entre los parámetros ambientales y los factores de aceleración.

Estas categorías requieren de aplicaciones de estrategias que se adecuen al clima en la vivienda, justificando que las decisiones son tomadas en el desarrollo en el proceso de diseño sobre la adaptación térmica, lo cual, conlleva a proponer medir cada categoría con un indicador

La sensación térmica que percibe un habitante en la vivienda se basa en un enfoque adaptativo, y se considera analizar los factores que influyen en cada persona, de la misma forma, la adaptación del comportamiento tanto física como psicológica, haciendo referencia a la capacidad para realizar ajustes en el entorno del habitante local, y dirigiéndose a la adaptación de la conducta y también psicológica y/o fisiológica en el estatus propio (García & Bojórquez, 2011, p. 100).

#### a. Parámetros ambientales

Víctor Olygay y Mario Grosso implementaron modelos empíricos sobre los cuales mencionan que “las obstrucciones presentadas en el entorno de las edificaciones tienen influencia sobre las características de los vientos que prevalecen e intersectan en la estructura de la vivienda. Asimismo, existen parámetros ambientales que inciden en la sensación térmica como son la temperatura ambiente, la radiación solar, la humedad relativa y la velocidad del viento, siendo los indicadores de los parámetros ambientales de esta categoría” (Montaña, 2011).

Los parámetros ambientales que se presentan en esta categoría de la variable dependiente definen cada uno de los indicadores que influyen en un modelo del área confort térmico, y plantean métodos que se utilizarán para la evaluación de cada una de ellas y del cómo se integran al modelo.

La clasificación de estos parámetros son los factores de acuerdo a las condiciones climáticas del lugar, así como también por las características que muestren los usuarios de la vivienda tipo de interés social seleccionada para el desarrollo del estudio.

Cabe mencionar que las variables que van a definir las tipologías del ambiente al exterior de la vivienda son los factores o parámetros ambientales según el clima de la región donde se ubica la zona de estudio.

- “La velocidad del viento, es un parámetro importante para el reacondicionamiento pasivo de la vivienda, siendo éste una medida de la rapidez con la que el aire se desplaza en una dirección específica. Se mide en unidades como metros por segundo (m/s), kilómetros por hora (km/h), millas por hora (mph) o nudos (nudos marinos). Su velocidad es un componente esencial en la meteorología y tiene un impacto significativo en diversos aspectos como el clima, la navegación, la energía eólica, y la sensación térmica, produciendo corrientes para regular la temperatura ambiente en los espacios interiores” (Gómez V. , 2003).

De acuerdo con la procedencia y a la velocidad del aire que se introduce a la vivienda, puede ser una desventaja, principalmente en invierno, ya que esta sensación tiende a ser positiva o negativa, es decir, ayuda a reducir la humedad y favorecer la ventilación de los espacios de la

vivienda, a través de la modificación de su frecuencia y con su fuerza, la sensación térmica de las personas.

- La radiación solar tiene una influencia significativa en las viviendas de interés social, tanto en términos de diseño arquitectónico como en el rendimiento energético. Uno de los aspectos clave es el diseño pasivo, el cual implica aprovechar al máximo los recursos naturales tales como la radiación solar para reducir la dependencia de sistemas mecánicos.

Las viviendas de interés social pueden beneficiarse de un diseño que maximice la captación de luz solar, así como también de la orientación adecuada de las ventanas y aberturas, que puede, permitir la entrada de luz natural y calor en invierno, mientras que al mismo tiempo se evita el sobrecalentamiento en verano.

En cuanto a la eficiencia energética de las viviendas, la radiación solar puede contribuir, por ejemplo, las tecnologías como los paneles solares fotovoltaicos y térmicos pueden ser implementados en viviendas de interés social para generar electricidad y agua caliente, respectivamente, utilizando la energía solar.

Además, un adecuado diseño que aproveche la radiación solar puede mejorar el confort térmico en el interior de las viviendas, lo cual implica una distribución eficiente de la luz solar y una gestión adecuada de la sombra para evitar el sobrecalentamiento. De esta forma se puede experimentar una reducción en los costos de servicios públicos, especialmente para hogares de bajos ingresos, ya que se reduce la dependencia de fuentes de energía más costosas.

Con ello, la incorporación de estrategias de diseño que aprovechen la radiación solar contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir la huella de carbono de las viviendas, la generación de energía limpia y renovable ayuda a mitigar el impacto ambiental, y la radiación solar proporciona una fuente de luz natural que puede reducir la necesidad de iluminación artificial durante el día, contribuyendo así a la eficiencia energética y al bienestar de los residentes.

“Es importante que el diseño y la implementación de tecnologías solares se adapten a las condiciones climáticas y geográficas específicas de la región donde se construyen las viviendas de interés social. La consideración cuidadosa de estos aspectos puede mejorar la habitabilidad

de estas viviendas y hacerlas más sostenibles y eficientes desde el punto de vista energético” (Gómez V. , 2003).

La Humedad Relativa (HR) es una medida que expresa la cantidad de vapor de agua presente en el aire, en relación con la cantidad máxima que podría contener a una temperatura específica, se expresa en porcentaje y es una variable importante en meteorología, climatología y en diversos campos como la agricultura, la salud y la industria. También tiene influencia en la sensación térmica percibida en climas cálidos, una alta humedad relativa puede hacer que la temperatura se sienta más elevada debido a la menor capacidad del cuerpo para enfriarse por evaporación del sudor, y en climas fríos, una baja humedad relativa puede hacer que la sensación térmica sea más fría.

“La humedad relativa tiende a ser una parte importante de información climática para los informes meteorológicos, ya que afecta directamente a las condiciones del tiempo y a la comodidad para las personas” (Tejeda Martínez, Méndez Pérez, Rodríguez, & Tejeda Zacarías, 2018).

La temperatura ambiente exterior es importante incluirla dentro de esta categoría porque será la referencia principal para la variación de la temperatura interior del aire a lo largo del día y de acuerdo con la estación del año. Asimismo, la temperatura exterior podrá determinar el patrón de oscilación de la temperatura interior.

#### b. Factores de aceleración o ambientales

Los factores de aceleración, o ambientales, son definidos como las condiciones que los usuarios consideran propias y logran determinar una percepción personal sobre el ambiente en el que se encuentran, las cuales son condiciones que se adquieren del exterior relacionadas con las características tanto biológicas, fisiológicas, sociales o psicológicas que cada individuo posee. Asimismo, los factores de la actividad metabólica y de los niveles de arropamiento son utilizados en esta investigación para obtener el nivel de sensación térmica que perciben localizándose al interior de la vivienda, ya que mantienen una relación con su entorno al exterior de la misma (Tejeda Martínez, Méndez Pérez, Rodríguez, & Tejeda Zacarías, 2018).

### 3.3.2. Vivienda de Interés social (VI)

La percepción del ambiente y un mejor confort térmico se adquieren por factores y parámetros que se encuentran en el ambiente, tanto al interior como al exterior de una vivienda, además, mantienen una relación física e incluso psicológica en relación con el ambiente, considerando factores culturales y sociales, además de los hábitos del espacio y las costumbres de la sociedad.

De acuerdo con la Ley de Vivienda publicada en el Diario oficial de la Federación el 27 de junio de 2011, en el artículo 2, la ciudadanía debe contar con una vivienda digna y decorosa que cumpla con materias de asentamientos humanos, construcción y habitabilidad (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2011).

Ahora bien, según datos de las investigaciones ya realizadas, la mayoría de la población sigue siendo formada por trabajadores mexicanos que se encuentran en situación socioeconómica precaria, la cual establece límites para adquirir una vivienda solo a través de un financiamiento. De esta manera, surge la llamada oferta de la vivienda de interés social, con características tipológicas y medidas mínimas para cada espacio que la conforman además de con precios bajos.

El análisis se debe concretar a la vivienda en referencia y a los espacios que la conforman, para analizar cada uno de ellos con el fin de representar una correcta organización espacial, y contar así con las características armónicas entre los espacios interiores y exteriores. Todo ello con el fin de garantizar un mejor confort ambiental para las personas que lo habitan.

#### a. Ubicación

En el estado de Sinaloa se presentan cuatro tipos de climas: el 48% presenta clima cálido subhúmedo al noreste-sureste, el 40% es clima seco y semi-seco, el 10% es muy seco y el 2% es clima templado subhúmedo. Durante el año, la temperatura media es del 25°C, obteniendo un promedio en el mes de enero del 10.5°C, y del 36°C como los niveles máximos en los meses de mayo a julio, además, las lluvias se presentan los meses de julio a septiembre durante el verano (INEGI, 2021).

Es por ello que se seleccionó la vivienda tipo de interés social del fraccionamiento que se localiza en Urbi Villa del Cedro, con una latitud de 24°49'49.94"N y 107°27'23.54"O de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, para el desarrollo del tema de investigación y realizar el análisis de la sensación térmica.

Cabe mencionar que, actualmente, los principales problemas que existen son las condiciones del efecto del ambiente, ya que los diseños de viviendas del ámbito de interés social se diseñan de manera diferente, es decir, no es lo mismo una casa de fraccionamiento ubicada en la zona norte del ciudad, que otra en la zona sur, ya que tanto los vientos dominantes, los rayos solares como los demás factores climáticos, no tienen la misma incidencia durante las horas del día en la misma ciudad (INEGI, 2021).

Además, es importante tomar en cuenta, dentro del estudio del análisis de la sensación térmica en la vivienda de interés social, el indicador de la orientación y el entorno de la categoría de la ubicación de la vivienda social, de la variable independiente.

#### b. Diseño

El tema de vivienda y espacio que se comprende dentro de un desarrollo urbano ha ido evolucionando de manera fundamental en los últimos cuarenta años. De 1976 a 2016 ha presentado un avance de nivel significativo, ya que los gobiernos han abordado el concepto de vivienda como uno de los temas principales en un buen desarrollo en el proceso de urbanización y sostenibilidad.

En 1998 se da a conocer que la vivienda es el enfoque principal para llevar el confort adecuado en la vida cotidiana, y de esta manera la modificación del entorno natural que pueda permitir mejores condiciones en cuanto a la habitabilidad espacial en un diseño, tomando en cuenta los elementos medioambientales, que tienen una influencia beneficiosa o negativa con referencia al confort ambiental adecuado que un ser humano pueda sentir en cada espacio de la vivienda. (Vázquez Rodríguez, 2011)

La categoría de diseño de la vivienda de interés social (VI), contiene indicadores que son fundamentales para el análisis de la sensación térmica en la vivienda tipo seleccionada para la investigación, esto es, porque de acuerdo con el diseño que existe en el fraccionamiento, se

pueden realizar los estudios, que en base a la antropometría de cada espacio, a los materiales de construcción y la ubicación de ventanas y puertas, se van a recolectar datos que indiquen la sensación térmica que perciben los usuarios de la vivienda en el sector de estudio, además, del programa arquitectónico.

### 3.5 Diseño y estructura metodológica

Para determinar la sensación térmica al interior de una vivienda fue necesario seleccionar como objeto de estudio a las viviendas denominadas de interés social, ya que su diseño arquitectónico y disposición de sus espacios tienen dimensiones mínimas que en época de verano concentran calor y sus habitantes son impactados con aumentos de temperaturas. En esta investigación fue necesario llevar a cabo el levantamiento físico arquitectónico de las áreas que la conforman, la ubicación y dimensiones de las puertas y de las ventanas tanto frontales como de patio. Asimismo, se recabó información con los ciudadanos de la zona de estudio mediante la aplicación de una encuesta.

En forma general, las actividades tuvieron la siguiente secuencia:

#### 3.5.1. Definición de variables e indicadores de estudio.

Las variables que intervinieron en la investigación fueron:

- *Temperatura*. Esta variable se obtuvo de la base de datos de la CONAGUA, llamada normas climatológicas, con estos datos nos fue posible conocer la cantidad de energía calorífica que posee el aire en un determinado momento dentro de la vivienda, con lo que se determinaron las sensaciones de frío o de calor en grados centígrados.
- *Velocidad del viento*, el cual se mide a través de un anemómetro y la unidad de medida son metros por segundos, sin embargo, estos datos fueron proporcionados por la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa, a través de los registros obtenidos de la herramienta de la Estación Climatológica.
- *Humedad Relativa*. Los datos sobre la humedad relativa fueron registrados a través de un instrumento de medición llamado higrómetro, utilizado para medir el grado de humedad del

aire en la atmósfera, en este caso, dentro de la vivienda de interés social tipo seleccionada para la investigación. Con estos registros obtenidos de la Humedad Relativa se contó con una variable más para el cálculo de la sensación térmica al interior de la vivienda.

### 3.5.2. Selección de la metodología del rango clasificado en viviendas de interés social

En este apartado se abordó el rango en el que se localiza el prototipo de vivienda, el cual está dentro del rubro de interés social, en el sector delimitado por un total de 556 viviendas, ya que cumple con las características que conforman dicho concepto, el cual está estipulado en la Comisión Nacional de Vivienda.

### 3.5.3. Levantamiento arquitectónico y fotográfico de la vivienda de interés social muestra

Este levantamiento arquitectónico fue requerido, ya que con él pudimos observar los espacios con los que cuenta la vivienda tipo de la investigación, y así obtener las medidas de cada uno de ellos, así como también las fotografías de los mismos. Esto nos llevó a obtener el volumen de cada espacio, obteniendo un dato requerido para el cálculo de la sensación térmica al interior.

### 3.5.4. Realización del plano arquitectónico y 3D de la casa muestra

Con el plano arquitectónico y vista en tercera dimensión (3D) de la vivienda tipo, muestra de esta investigación, nos fue más factible el análisis de volumen de cada uno de los espacios que la conforman.

### 3.4.5. Diseño del cuestionario para aplicar en la encuesta

El diseño de un cuestionario para abordar a los habitantes de las viviendas del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, fue un instrumento muy necesario, ya que al entrevistarlos se obtuvieron los datos requeridos por vivienda de la muestra seleccionada. Tales datos hicieron referencia a información general como sexo del entrevistado y edad, así como

también datos transitorios tales como su vestimenta, si cuentan con algún dispositivo de control climático, el tiempo que lleva al interior de la vivienda, etc.

Además, se les cuestionó por su percepción del ambiente al interior, ya que los datos pueden resultar variables de acuerdo con el estado perceptivo de los habitantes en su vivienda en particular. Y, por último, se les solicitó su aprobación para el ingreso a su vivienda para la toma de los registros de datos de los factores que influyen en la sensación térmica, es decir, el monitoreo de la temperatura máxima, humedad relativa y las direcciones de viento de acuerdo a la ubicación de cada una de las viviendas, puesto que éstas pueden variar según su orientación.

Para la aplicación de esta encuesta se tomó en cuenta la hora con mayor prevalencia de los rayos solares, ya que es durante este periodo que tienen una influencia más calorífica al interior de las viviendas muestra.

#### 3.5.6. Visita de reconocimiento del sitio de estudio

El reconocimiento del sitio donde se desarrolló la presente investigación fue el tema de inicio que fundamentó el estudio, pues el reconocimiento del área permitió saber de manera empírica la problemática planteada existente, desde cómo se origina y qué la causa, definiéndose así, como la base sobre la que se fundamentó y desarrolló la presente investigación.

El fraccionamiento seleccionado cuenta con un área amplia de viviendas, de las cuales solamente se limitaron aquellas que están dentro del rubro de interés social. Reconocer el sitio de estudio permitió realizar el análisis de la problemática que se abordaría, realizar el análisis retrospectivo y poder partir del origen de los factores sujetos a esta investigación dentro del objeto de estudio.

#### 3.5.7. Obtención de la cartografía oficial para identificar los cuadrantes de la muestra

Con la obtención de la cartografía pudimos identificar los cuadrantes de la muestra, es decir, se requirió del dato de la totalidad de las viviendas de interés social que se encuentran en la zona de estudio, y ésta se obtuvo del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), decreto presidencial, creada el 25 de enero del año de 1983.

### 3.5.8. Aplicación de cuestionario para verificar instrumentos

Fue necesario obtener los datos de cada una de las viviendas de interés social, seleccionadas del Sector de Urbi Villa del edro, según la muestra; las cuales fueron obtenidas utilizando los instrumentos para su medición, tales como el termómetro, para medir la temperatura, el higrómetro para medir la humedad relativa, y la orientación de la vivienda para medir los vientos dominantes, es decir, detectar los ingresos de aire al interior de la vivienda.

### 3.5.9. Identificar el cuadrante geográfico de cada porcentaje de la muestra

Este cuadrante geográfico se realizó en la zona de estudio, primeramente, ubicando al Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro (sector de estudio) y, posteriormente delimitándolo de acuerdo a las viviendas de interés social ubicadas en ese sector, siendo a través de la vista aérea de la base de datos del Google Earth.

Una vez ubicada la muestra de estudio, se enumeraron los cuadrantes en sentido contrario a la marcha de las agujas de un reloj, determinando: cuadrante uno, cuadrante dos, cuadrante tres y cuadrante cuatro. Y de esta manera, se obtuvieron los porcentajes de la muestra de cada uno de los cuatro cuadrantes.

### 3.5.10. Recopilación de información secundaria a través de consulta en base de datos oficiales sobre las normales climatológicas de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

En este apartado se llevó a cabo la recopilación de información secundaria requerida para realizar los cálculos de la sensación térmica, estos datos se obtuvieron de la información registrada en las normales climatológicas que se encuentran en la estación climatológica de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ya que ellos cuentan con estos registros diarios de los factores ambientales de la zona de estudio, tales como la temperatura, humedad relativa y la velocidad de los vientos dominantes del sector.

3.5.11. Registro de información de los cuestionarios aplicados, fotografías y planos representativos.

En una tabla de Excel se registró la recopilación de las respuestas de cada uno de los habitantes a quienes se les realizó la entrevista del estudio, así como también las fotografías y el plano representativo de la vivienda de interés social del campo de estudio.

3.4.12. Análisis de la información recabada

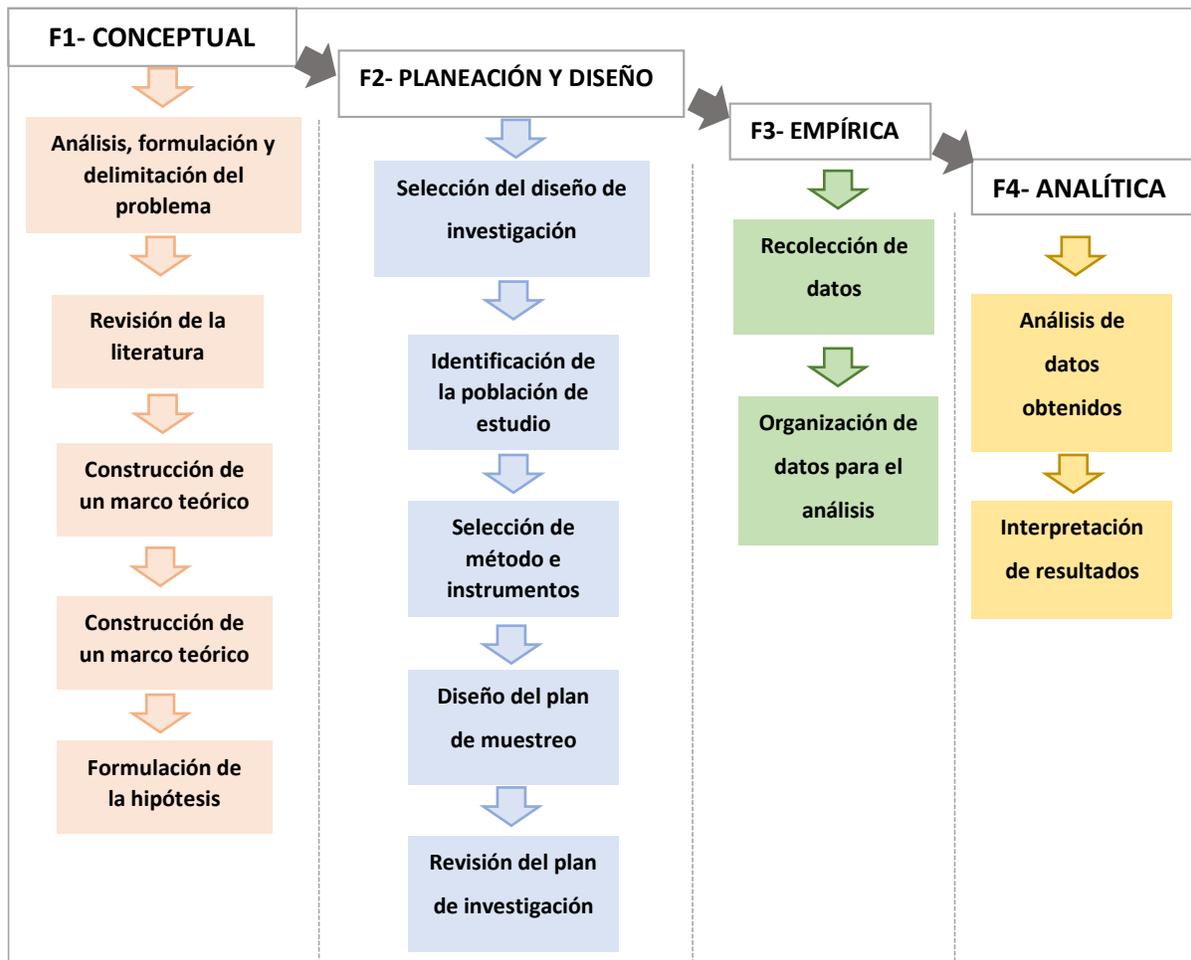
Una vez concentrada la información que se obtuvo de los instrumentos de investigación, se analizaron los puntos principales del estudio de campo y del estudio de información recabada de diversas dependencias, las cuales aportaron el registro de la información que se requirió para llevar a cabo esta investigación.

3.5.13. Elaboración de mapas temáticos y graficas de barras para indicar los resultados obtenidos y la clasificación de los mismos.

Después del análisis de la información recabada, se realizaron mapas temáticos y gráficas de barras, en las cuales se indican de una forma concreta y precisa los resultados obtenidos. El registro se llevó a cabo bajo una clasificación pretendidamente entendible dentro del análisis de patrones, en función de las variables específicas de la información obtenida en este tema de estudio.

La estructura metodológica se planteó para ser desarrollada en cuatro fases:

Figura 3. Esquema metodológico



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe cada una de las fases que conformaron el esquema metodológico implementado en la realización de la investigación:

F1. Fase Conceptual. En este apartado se llevó a cabo el desarrollo de los aspectos protocolarios del tema de investigación, con ello, se realizó la construcción del objeto de estudio, desde el planteamiento del problema, los objetivos e hipótesis, complementándose con la revisión de la bibliografía referenciada de diversos autores, con lo cual se pudo conformar el marco teórico conceptual, generando un contenido de las definiciones de los principales conceptos que son abordados para dar un buen enfoque al tema de investigación.

F2. Fase de planeación y diseño. Se realizó la selección de un tipo de diseño de investigación, de acuerdo con el tema de investigación: el caso de estudio en el Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, ubicado al norponiente de la ciudad de Culiacán.

Este fraccionamiento está dentro del rango de viviendas de interés social (de acuerdo a CONAVI) según las dimensiones de los espacios que la conforman. Una vez definida la problemática y el campo de estudio, se continuó con la recopilación de toda la información posible sobre el área de estudio, tal como: levantamiento arquitectónico de las áreas de la vivienda prototipo muestra, mostrando la ubicación de puertas y ventanas, datos importantes que influyen en la sensación térmica.

También la recolección de información secundaria, tales como mapas, planos, imágenes, documentos oficiales, cartografía de IMPLAN, INEGI y Google Earth, tesis e investigaciones realizadas afines al tema, así como artículos científicos.

Una vez que estuvieron definidas las categorías de cada una de las variables, se procedió a recolectar los datos de cada indicador para poder realizar un análisis, el cual serviría para conocer la variación climática y cómo la orientación de la vivienda puede generar un mayor ingreso de viento al interior, y de esta manera mejorar la temperatura, generando un mayor confort térmico para los habitantes de viviendas de interés social.

F3. Fase empírica. El análisis de la variación climática del sector de estudio se llevó a cabo mediante la recopilación de información por medio de datos cuantitativos de las fuentes de INEGI y de campo en la zona muestra, sobre los siguientes indicadores:

- Vivienda: El total de viviendas de interés social del fraccionamiento seleccionado son 556.
- Población: Habitantes mayores de 18 años.

Se realizó un levantamiento arquitectónico de la vivienda tipo, y un estudio físico del sector, con la finalidad de adquirir los datos e información necesarias para el análisis y diagnóstico de la sensación térmica a través de la observación del lugar y la ubicación de la dirección de los vientos dominantes, por medio de la base de datos de la estación climatológica más cercana al sitio de estudio, que corresponde a la 25102, ubicada en la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. También se necesitaron imágenes satelitales, las cuales se obtuvieron a través de la cartografía oficial y de la aplicación Google Earth.

Cabe mencionar que, a partir de análisis, los cuales estuvieron basados en la información obtenida, se continuará a la presentación de resultados y del resumen con la información más relevante sobre el fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, de la ciudad de Culiacán.

### 3.6. Población y muestra

La población y muestra en el proyecto de investigación fueron fundamentales para la recopilación y el análisis de los datos, por ser un conjunto de individuos que comparten las características específicas y la muestra es el subconjunto seleccionado de la población total que se estudia para hacer inferencias sobre la población completa (Ramírez, Alberto, 2016).

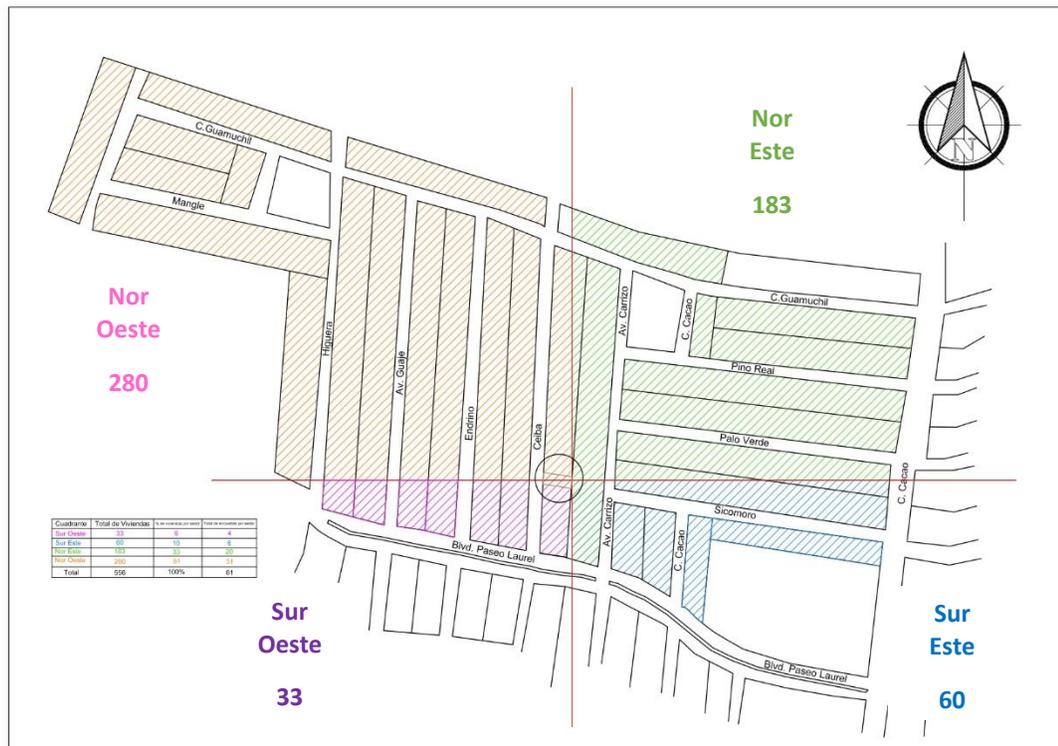
De acuerdo con el censo de población y vivienda de INEGI 2020, por Área Geo estadística Básica (AGEB) en el Estado de Sinaloa, donde se filtró la información por el municipio de Culiacán, por la localidad de Culiacán Rosales y también por el total de AGEB para descubrir toda la información que contenía por manzanas correspondiente a cada AGEB, generándose una sola clave de AGEB integrándose las claves de la entidad federativa, el municipio, la localidad y el número de AGEB, este procedimiento de filtración de información fue realizado previamente en el programa de Excel, debido a que la información descargada de la página oficial de INEGI se exporta en ese formato.

En el Estado de Sinaloa, el Censo de Población y Vivienda 2020, se cuenta con 854,816 viviendas particulares, de las cuales en el municipio de Culiacán se tiene un total de 281,567.

Por su parte, el fraccionamiento Urbi Villa del Cedro cuenta con 556 viviendas que están dentro del régimen de interés social, el cuestionario se aplicó a un habitante por vivienda mayor de 18 años, por lo que se calculó el tamaño de la muestra para esta población con un 95 por ciento de confianza y un 5 por ciento de error.

En la Figura 4 se muestra la población total del fraccionamiento, representando los cuadrantes, Noroeste, Noreste, Suroeste y Sureste, que, a su vez, se visualiza el total por cuadrante, teniendo la suma del total de la población de 556 viviendas que conforman la zona de estudio.

Figura 4. Población total del área de estudio del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, Culiacán, Sinaloa.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI 2020 y Google Earth.

La muestra realizada es de 61 encuestas en la población del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro de la ciudad de Culiacán, por lo que se distribuyeron en los cuatro puntos cardinales de acuerdo al porcentaje correspondiente. El total de viviendas por porcentaje, se observa en la Tabla 3:

Cuadrante	Total de viviendas	% de viviendas por sector	Total de encuestas por sector
Suroeste	33	6	4
Sureste	60	10	6
Noreste	183	33	20
Noroeste	280	51	31
<b>Total</b>	<b>556</b>	<b>100%</b>	<b>61</b>

Tabla 3. Número de encuestas realizadas por cuadrante

Con esta muestra fue posible estudiar la sensación térmica que perciben los habitantes en ese sector de Culiacán, considerando la orientación de las viviendas y contemplando los factores que influyen en la variación climática al interior. De igual manera, la encuesta permitió saber la opinión de cómo perciben el clima los habitantes en esas casas. Los datos se complementaron con la toma de lectura de temperatura, humedad relativa y las direcciones de viento al interior de la vivienda, lo cual arrojó información de acuerdo a la orientación que tiene la vivienda y que permitió cumplir con el objetivo de estudio sobre la influencia de los vientos dominantes en la disminución del gradiente de temperatura.

La investigación realizó la evaluación física de las viviendas en las fechas más críticas en relación al clima, contempladas en la investigación del caso inmueble, asimismo, los criterios de solución y análisis de resultados de acuerdo con la consulta de datos de organismos gubernamentales.

En cuanto a las variables dependientes relacionadas con el análisis de la sensación térmica se compiló información de las normales climatológicas de la base de datos de la Comisión Nacional del Agua, para ello se seleccionó la Estación climatológica más cercana al sitio de estudio que corresponde a la 25102 ubicada en la Facultad de Biología, se descargaron los registros de temperatura máxima, mínima y promedio diaria, así como la velocidad y dirección de los vientos y las series de humedad relativa que inciden en el área de estudio de los años con registro. Para ello se utilizó el siguiente formato en Excel.

Año	meses	Temperatura máxima	Temperatura Mínima	Temperatura promedio diaria	Temperatura promedio	Velocidad del viento	Dirección del viento	Humedad relativa

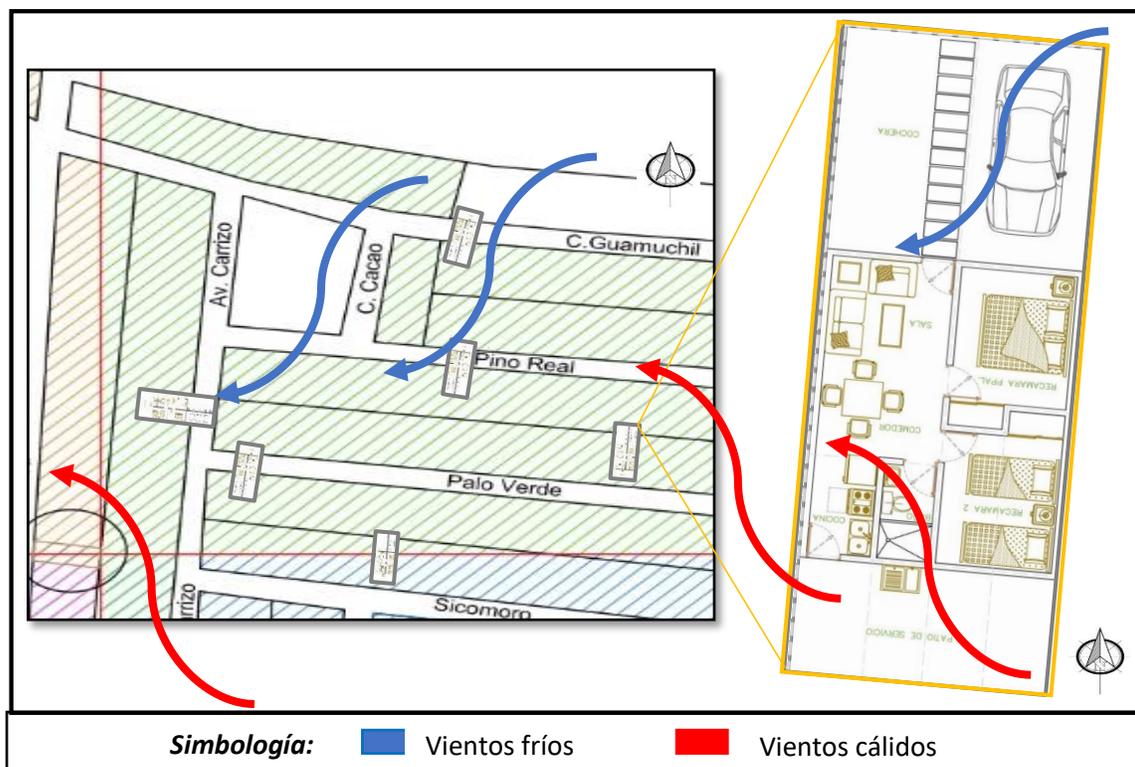
Tabla 4. Formato Excel para registro de factores climatológicos. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4, se muestra el formato para registro de factores climatológicos, donde los resultados se observan en gráficas. Se colocan, en la fila de las abscisas, los valores de los años y en la fila de las ordenadas los valores de las variables climatológicas. Con base en los datos anteriores, se realizaron los análisis siguientes:

Para cada variable de estudio se ajustaron distribuciones de probabilidad con el método del error cuadrático medio y se compararon distribuciones como la Gumbel, Normal, LogNormal, y Gamma de tres parámetros.

Con los ajustes de distribuciones de probabilidades se tendrán funciones que representan las variables climatológicas de la zona de estudio, mismas que se usarán para el dimensionamiento de las entradas de aire en las viviendas de estudio.

Figura 5. Cuadrante 1 del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, Culiacán, Sin.

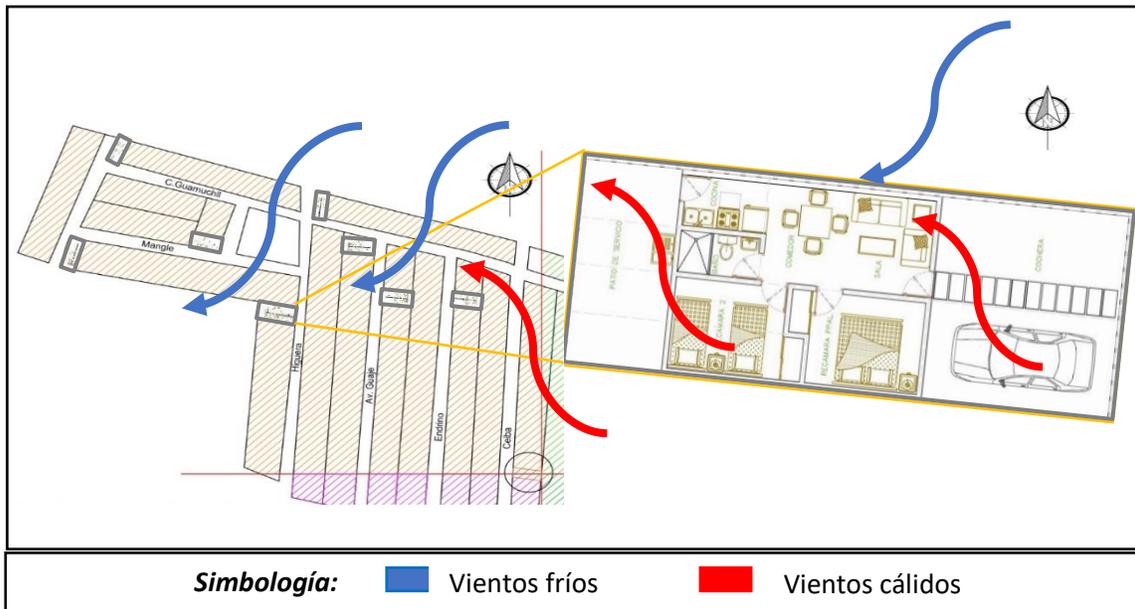


Fuente: Elaboración propia, Google Maps, 2020.

En la figura 5, se muestra el cuadrante 1 del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, localizado al Noreste de la ciudad de Culiacán, en el cual se ubica el 33% del total de viviendas de interés social del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, con 183 viviendas.

De acuerdo a la orientación de cada una de las calles que la conforman, es como varía la entrada del viento por los huecos de ventanas y puertas, las cuales pueden observarse en el plano arquitectónico que corresponde al prototipo de vivienda muestra.

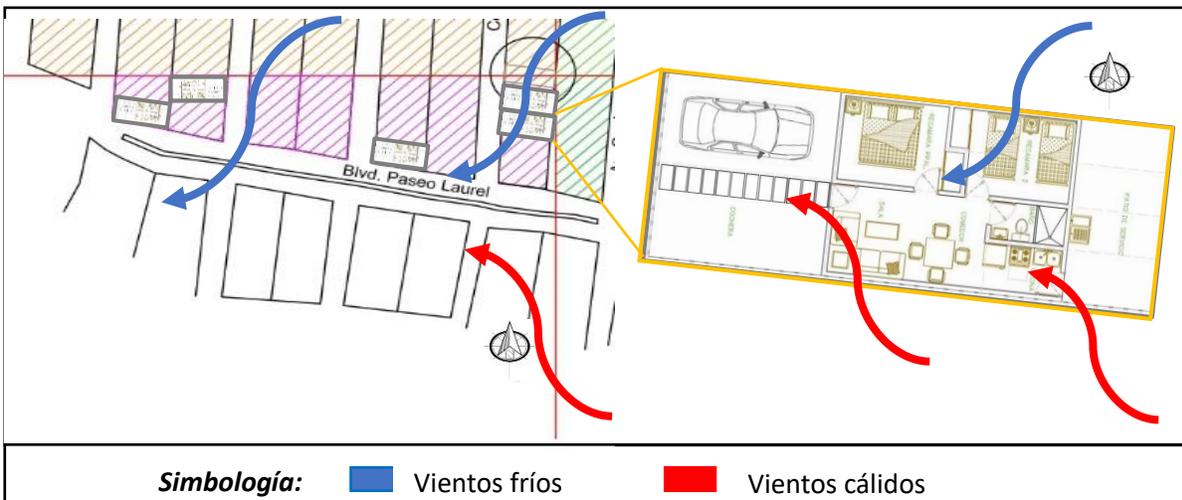
Figura 6. Cuadrante 2 del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en Culiacán, Sin.



Fuente: Elaboración propia. Google Maps, 2020.

El cuadrante 2, se puede observar en la Figura 6, el cual se localiza al Noroeste del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro ciudad de Culiacán, y cuenta con un total de 280 viviendas, que en porcentaje obtiene el 51% del total de viviendas del sector de estudio.

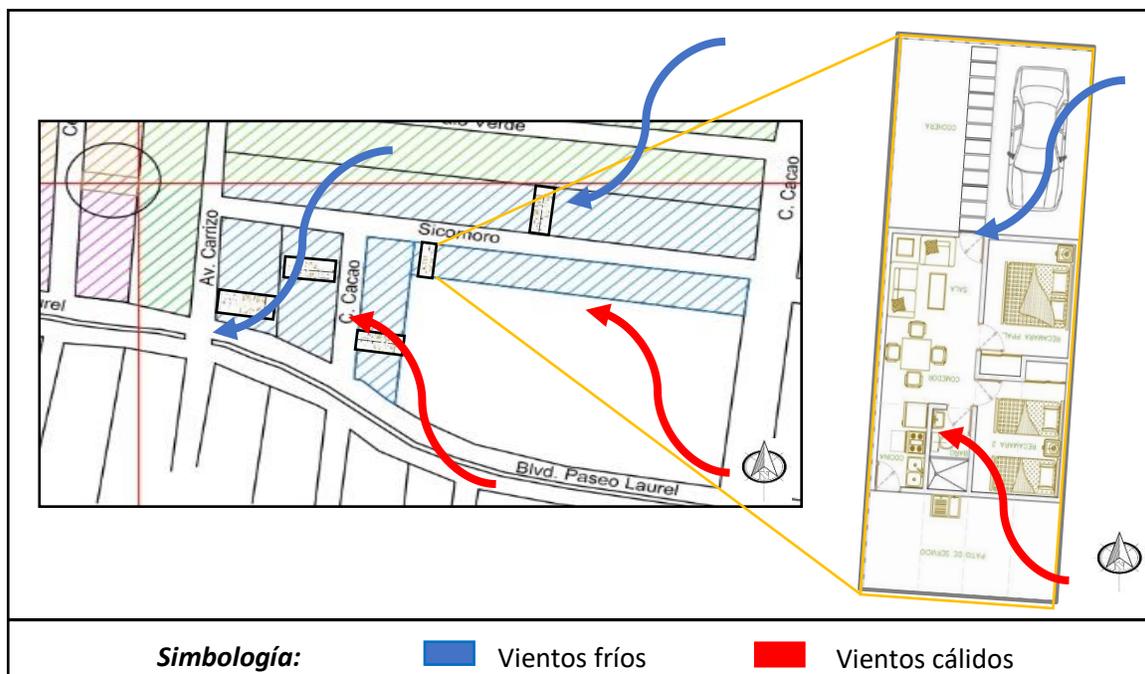
Figura 7. Cuadrante 3 del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en Culiacán, Sin.



Fuente: Elaboración propia. Google Maps, 2020

El tercer cuadrante se localiza al Suroeste del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro de la ciudad de Culiacán, el cual se muestra en la Figura 7. El porcentaje en cuanto al total de viviendas del sector es el más bajo, ya que solamente está el 6%, es decir, solamente se ubican 33 viviendas del fraccionamiento, que están dentro del rubro de interés social.

Figura 8. Cuadrante 4 del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en Culiacán, Sin.



Fuente: Elaboración propia, Google Maps, 2020

Y, por último, en el cuadrante 4, el cual se observa en la figura 8, de color azul; se localiza el resto del porcentaje total, con un 10% sobre el total de viviendas del sector, teniendo 60 viviendas que se encuentran dentro del rubro de interés social. Este cuadrante se localiza al Sureste del fraccionamiento.

### 3.7. Técnicas e Instrumentos

Técnicas utilizadas en la investigación

- Revisión de bibliografía.
- Revisión de las normales climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, a través de la Estación Climatológica más cercana al sitio de estudio, correspondiente a la 25102, ubicada en la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa, en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, de 2015 a 2020.
- Consulta de base de datos de INEGI 2020.
- Levantamiento arquitectónico del prototipo de vivienda que cumplía con las características de interés social, según los espacios conformados. Además, ubicando los huecos de ventanas y puertas, así como también la orientación.

Instrumentos

- Observación sistemática.
- Cuestionario para encuesta transversal.
- Documentos de la base de datos de las normales climatológicas de la Comisión Nacional del Agua.

De acuerdo con las fuentes bibliográficas, el instrumento es el mecanismo que el investigador utiliza para la recolección y registro de la información, generalmente pueden ser formularios, pruebas psicológicas, las actitudes y escalas de opinión, hojas de control, entre otros. La elaboración de un instrumento se presenta en dos fases: una cualitativa que es la elaboración del contenido, que se presenta mediante las preguntas o ítems, y la otra fase es la cuantitativa, que es la evaluación de lo medible del contenido, es decir, el conjunto de preguntas o ítems. Algunos procedimientos son directos, tales como la entrevista y la observación, y otros son indirectos, como los cuestionarios y formatos; por lo que el método seleccionado dependerá de los objetivos y del diseño de la investigación, así como también de los recursos financieros y el tiempo de disponibilidad (Monje Álvarez, 2011).

Para llevar a cabo esta investigación, se utilizaron los siguientes instrumentos:

### 3.7.1. Cuestionario para encuesta transversal

El cuestionario utilizado fue desarrollado a partir del instrumento que se implementó en la tesis doctoral del “Confort Térmico Variable en Clima Cálido Subhúmedo”, de la Universidad de Colima por el Dr. Raúl Pavel Ruiz Torres, en el cual se inspiró la estructura básica y se agregaron preguntas que van de acuerdo con los objetivos planteados en el presente tema de investigación.

Cabe mencionar que el cuestionario fue diseñado para que las personas pudieran contestarlo sin ayuda del investigador, por lo que se trató de ser lo más breve y claro posible en la extensión del mismo.

“El cuestionario está estructurado en los siguientes cuatro grupos:

- 1) Datos de control.
- 2) Información general del habitante.
- 3) Datos llenados por cada sesión de respuesta
  - a. Datos generales.
  - b. Percepción del ambiente higrotérmico interior en la vivienda.
- 4) Datos de monitoreo físico.

“A continuación, se describe el contenido de cada una de las partes:

- 1) “Datos de control

En este apartado se registra la fecha y los números de respuestas y se pregunta si este cuestionario ya fue capturado.

- 2) “Información general del habitante

Aquí se pide información sobre la identidad y algunas características del informante, como el nombre, el domicilio, el sexo y la constitución física.

- 3) “Datos sobre el ambiente higrotérmico:

- a. “Datos generales: Contiene datos de registro de las respuestas, tipo de atuendo, dispositivos de control climático, tiempo de estancia en la vivienda y actividad de las personas antes de la aplicación de la encuesta.

- I. Datos de horario y fecha de la aplicación de la encuesta.

- II. Tipo de vestimenta o atuendo:
  - 1. Muy ligera: Pantalones cortos (en la ciudad es común que, por el tipo de clima, las personas en casa usen shorts).
  - 2. Ligera: Playera o camisa de mangas cortas, short y huaraches.
  - 3. Algo ligera: Camisa o playera ligera de mangas cortas, pantalones largos, calcetines y zapatos.
  - 4. Normal: Camisa con mangas largas, pantalones de vestir, calcetines y zapatos.
  - 5. Ligeramente abrigada: Camiseta, camisa con mangas largas, corbata, saco, pantalones de vestir, calcetines gruesos y zapatos.
  - 6. Abrigada: Camiseta y camisa de manga larga, chaleco, corbata o bufanda, saco o suéter grueso, pantalón grueso, calcetines gruesos y zapatos.
  
- b. “Dispositivos de control climático: El dato es para saber si algún dispositivo se encuentra en uso en el momento del llenado del cuestionario, como:
  - I. Aire acondicionado o ventilador.
  - II. En caso de que existiera uno diferente, se dejó la opción “otro”, donde especificara cuál.
  
- c. “Tiempo que lleva dentro de la vivienda: Permitiría conocer si al momento de aplicar el cuestionario el informante se encuentra dentro o fuera de la vivienda y cuánto tiempo lleva en el sitio: más de media hora o menos. Según la norma ISO 10551, para una evaluación del ambiente térmico, la persona tiene que estar por lo menos 30 minutos en un sitio antes de responder sobre la sensación del ambiente térmico en el mismo.
  
- d. “Actividad desarrollada antes de contestar el cuestionario: Aquí se anota la actividad física que estaba realizando la persona antes de realizar el cuestionario. De acuerdo con la norma ISO 8996, hay tres niveles de actividad:
  - I. Pasiva: Recostado o sentado.
  - II. Moderada: Sentado o de pie, realizando tareas ligeras que lo obliguen a moverse.
  - III. Intensa: Actividad que implica un esfuerzo físico como trapear, barrer, etcétera.

e. “Percepción del ambiente térmico al interior de la vivienda: Los datos van en referencia a la identificación de las personas que habitan la vivienda, de acuerdo a la sensación, tolerancia y preferencia del ambiente higrotérmico, basados en la ISO 10551. Siguiendo las siguientes sensaciones:

I. “Sensación térmica (del aire):

1. “Mucho calor: calor severo, sopor. Incomodidad extrema Mucho calor: calor severo, sopor. Incomodidad extrema. Nada puede refrescarlo. Suda copiosamente. No tolera la ropa. No puede trabajar.
2. “Calor: incomodidad permanente pero controlable. Le incomoda la ropa usual. Suda regularmente. Sus actividades se reducen.
3. “Algo de calor: calor ligero. Incomodidad ocasional. Sensación de bochorno. Presencia de sed o necesidad de refrescarse. No impide el desarrollo de las actividades normales.
4. “Ni calor ni frío (Confortable): sensación no identificable. Ni frío ni calor. No siente ningún mecanismo fisiológico de ajuste térmico (sudar, tiritar, etc.). La temperatura le pasa desapercibida.
5. “Algo de frío: levemente frío. Incomodidad ocasional que puede ser resuelto por exposición directa al sol o una prenda ligera adicional.
6. “Frío: incomodidad permanente. Ocasionalmente tiritita y se le enchina la piel. Requiere abrigo o bebidas calientes.
7. “Mucho frío: frío severo. Incomodidad extrema. El frío le cala hasta los huesos. Además de abrigo requiere bufanda, gorro y guantes.

II. “Sensación de humedad (superficial en la piel): La pregunta es: ¿Siente sudoración en este momento en su piel?, y la descripción de cada opción es la siguiente:

1. “Muy húmedo: goteo de sudor. Siente incomodidad permanente. El sudor escurre y moja la ropa. Humedece los objetos que manipula con las manos. Se siente sofocado al respirar.
2. “Húmedo: siente levemente húmeda la piel con una sensación refrescante con el viento. Ocasionalmente aparecen perlas de sudor. Incomodidad ocasional.

3. “Algo húmedo: levemente húmedo. Siente incomodidad en la piel por la humedad, pero la piel continúa seca.
4. “Normal: neutral. No percibe ningún tipo de incomodidad respecto a la humedad. Ni resequeadad ni humedad excesiva. No distingue la sensación de incomodidad ocasional.
5. “Algo Seco: siente una ligera sensación de resequeadad en la piel en mayor medida alrededor de las comisuras de la boca.
6. “Seco: siente la piel reseca, sobre todo alrededor de las comisuras de la boca.
7. “Muy seco: irritante. Incomodidad permanente. Siente el aire muy reseco y se le secan las mucosas de nariz y garganta.

III. “Sensación de ventilación (indicadores de velocidad): la pregunta es: ¿Cómo siente la ventilación en este momento? Y la descripción de cada opción es la siguiente:

1. “Mucha Ventilación: el movimiento del aire es muy fuerte. Causa bastante incomodidad. Impide realizar actividades sedentarias.
2. “Mediana Ventilación: siente el movimiento del aire con intensidad. Ocasionalmente vuelan las hojas de papel u otros objetos ligeros. Causa cierta incomodidad
3. “Ligera Ventilación: siente el movimiento del aire que pasa sobre la piel. No le causa ninguna incomodidad.
4. “Ninguna Ventilación: no siente ningún movimiento del aire. Percibe cierta incomodidad (ligero sofocamiento). El aire se siente pesado. Hace sentir el ambiente.

IV. “Sensación de radiación: la pregunta es: ¿Cómo siente la luz del sol, en su piel, en este momento? La descripción de cada opción es la siguiente:

1. “Sin radiación: No se percibe ninguna sensación de radiación.
2. “Poca radiación: Incomodidad ocasional. No impide el desarrollo de las actividades normales.
3. “Radiación algo fuerte: Incomodidad permanente pero controlable. Se percibe de forma notable la radiación térmica.

4. “Radiación muy fuerte: Radiación severa. Incomodidad extrema. No tolera la sensación de radiación térmica. No puede trabajar.
- V. “Preferencia de temperatura (temperatura del aire): la pregunta para esta parte fue la siguiente: ¿Cómo preferiría usted estar/sentirse en este momento? Las opciones son:
1. Mucho más fresco
  2. Más fresco
  3. Un poco más fresco
  4. Sin cambio
  5. Con un poco más de calor
  6. Con más calor
  7. Con mucho más calor
- VI. “Preferencia de humedad (superficial de la piel): la pregunta es: ¿Qué preferiría en este momento con respecto a la humedad? Las opciones son:
1. Mucho más húmedo
  2. Más húmedo
  3. Un poco más húmedo
  4. Sin cambio
  5. Un poco más seco
  6. Más seco
  7. Mucho más seco
- VII. “Preferencia de ventilación: la pregunta quedó de la siguiente forma: ¿Qué preferiría en este momento con respecto a la ventilación? Las opciones fueron:
1. Preferiría más ventilación
  2. Sin cambio
  3. Preferiría menos ventilación

VIII. “Preferencia de radiación: la pregunta fue, ¿Qué preferiría en este momento con respecto a la radiación? Las opciones son:

1. Preferiría más radiación
2. Sin cambio
3. Preferiría menos radiación

IX. “Ingreso del viento: la pregunta es, ¿Por cuál área según el frente (puerta de entrada principal) de su vivienda, siente que ingresa más aire?

1. Norte
2. Sur
3. Este
4. Oeste

X. “Tolerancia personal: la pregunta quedó de la siguiente forma, ¿Qué tan tolerable le parece el clima dentro de su vivienda? Las opciones son:

1. Perfectamente tolerable
2. Ligeramente intolerable
3. Medianamente intolerable
4. Intolerable
5. Extremadamente intolerable

4) “Datos de monitoreo físico: Este cuarto punto se anotó en gabinete los datos registrados con los equipos. Este se divide en dos columnas, interior y exterior.

En la primera columna se anotan las siguientes variables climáticas del interior de la vivienda:

- a) Humedad relativa
- b) Temperatura

“Mientras que en la segunda columna se anotó la variable:

- a) Velocidad del viento” (Ruíz Torres, 2011)

En este trabajo, se les mencionó a los habitantes de la vivienda a quien se les haría la encuesta, y se les dio las instrucciones del llenado de cada uno de los apartados del cuestionario sobre el confort higrotérmico (anexo).

A continuación, en la figura 9, se presentó el cuestionario utilizado en esta investigación.

Figura 9. Cuestionario Higrotérmico para encuesta

PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE MAESTRÍA EN ARQUITECTURA Y URBANISMO Universidad Autónoma de Sinaloa Facultad de Arquitectura								
 <b>"ENCUESTA DE CONFORT HIGROTÉRMICO"</b> TÍTULO DE TRABAJO: Estudio de la variación climática y su impacto en vivienda de interés social, Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en la Ciudad de Culiacán Sinaloa" Desarrollo: Arq. Jesús Gabriela Rocha Lara								
1.- DATOS DE CONTROL								
Fecha del periodo de respuestas: Del _____ al _____ Folios de respuesta _____ Orientación del acceso: _____ Capturada: ( ) Hora _____								
2.- INFORMACIÓN GENERAL DEL HABITANTE (Llenados por encuestador)								
Nombre de la persona encuestada: _____ Do								
micilio: _____								
A	Sexo	1		2				
		Hombre		Mujer				
B	Constitución física	Peso (Kg)		Estatura (Cm)		Edad (Años)		
3.- DATOS LLENADOS POR CADA SESIÓN DE RESPUESTAS								
3.1.- Datos generales								
Datos temporales		Fecha: _____		Hora: _____		Folio (Llenado en gabinete): _____		
A	Tipo de vestimenta	1 ( ) Muy ligera	2 ( ) Ligera	3 ( ) Algo ligera	4 ( ) Normal	5 ( ) Ligeramente abrigada	6 ( ) Abrigada	
								
B	Dispositivos de control climático activados en el lugar	1 <input type="checkbox"/> Ninguno						
		3 <input type="checkbox"/> Ventilador		3A <input type="checkbox"/> de techo		3B <input type="checkbox"/> pedestal		
C	Tiempo que lleva dentro de la casa	1		2		3		
		Menos de ½ hora		Más de ½ hora		Más de 1 hora		
D	Actividad desarrollada antes de contestar el cuestionario	Pasiva		Moderada		Intensa		
3.2.- Percepción del ambiente higrotérmico interior en la vivienda								
		1	2	3	4	5	6	7
A	Sensación Térmica ¿Cómo se siente usted en este momento?	Mucho frío <input type="checkbox"/>	Frio <input type="checkbox"/>	Algo de frío <input type="checkbox"/>	Ni calor ni frío <input type="checkbox"/>	Algo calor <input type="checkbox"/>	Calor <input type="checkbox"/>	Mucho calor <input type="checkbox"/>
B	Sensación de humedad ¿Siente sudoración en este momento en su piel?	Muy húmedo <input type="checkbox"/>	Húmedo <input type="checkbox"/>	Algo húmedo <input type="checkbox"/>	Normal <input type="checkbox"/>	Algo seco <input type="checkbox"/>	Seco <input type="checkbox"/>	Muy seco <input type="checkbox"/>
C	Sensación de ventilación ¿Cómo siente la ventilación en este momento?	Mucha ventilación <input type="checkbox"/>	Mediana ventilación <input type="checkbox"/>	Ligera ventilación <input type="checkbox"/>	Ninguna ventilación <input type="checkbox"/>			
D	Sensación de radiación ¿Cómo siente la luz del sol, en su piel, en este momento?	Sin radiación <input type="checkbox"/>	Poca radiación <input type="checkbox"/>	Radiación algo fuerte <input type="checkbox"/>	Radiación muy fuerte <input type="checkbox"/>			
E	Preferencia de temperatura ¿Cómo preferiría usted estar/sentirse en este momento?	Mucho más fresco <input type="checkbox"/>	Más fresco <input type="checkbox"/>	Un poco más fresco <input type="checkbox"/>	Sin cambio <input type="checkbox"/>	Con un poco más de calor <input type="checkbox"/>	Con más calor <input type="checkbox"/>	Mucho más caluroso <input type="checkbox"/>
F	Preferencia de humedad ¿Qué preferiría en este momento con respecto a la humedad?	Mucho más húmedo <input type="checkbox"/>	Más húmedo <input type="checkbox"/>	Un poco más húmedo <input type="checkbox"/>	Sin cambio <input type="checkbox"/>	Un poco más seco <input type="checkbox"/>	Más seco <input type="checkbox"/>	Mucho más seco <input type="checkbox"/>
G	Preferencia de ventilación ¿Qué preferiría en este momento con respecto a la ventilación?	Preferiría más ventilación <input type="checkbox"/>	Sin cambio <input type="checkbox"/>	Preferiría menos ventilación <input type="checkbox"/>				
H	Preferencia de radiación ¿Qué preferiría en este momento con respecto a la radiación?	Preferiría más radiación <input type="checkbox"/>	Sin cambio <input type="checkbox"/>	Preferiría menos radiación <input type="checkbox"/>				
I	Ingreso de Viento ¿Por cuál área según el frente (puerta de entrada) de su vivienda, siente que ingresa más aire?	Norte <input type="checkbox"/>	Sur <input type="checkbox"/>	Este <input type="checkbox"/>	Oeste <input type="checkbox"/>			
J	Tolerancia Personal ¿Qué tan tolerable le parece el ambiente térmico dentro de su vivienda en este momento?	Perfectament e Tolerable <input type="checkbox"/>	Ligeramente Tolerable <input type="checkbox"/>	Tolerable <input type="checkbox"/>	Intolerable <input type="checkbox"/>	Extremadamente Intolerable <input type="checkbox"/>		
4.- DATOS DE MONITOREO FÍSICO (Llenado en gabinete)								
4.1.- Interior				Horario				
A	Temperatura máxima (°C)							
B	Humedad relativa (%)							
C	Velocidad de viento (mtrs/seg)							

Fuente: Encuesta retomada de la investigación del Dr. Raúl Pavel Ruiz Torres, de la tesis: "Confort Térmico en Clima Cálido Subhúmedo", de la Universidad de Colima, adaptado a la región de Culiacán, por fuente propia de la Arq. Jesús Gabriela Rocha Lara.

Fuente: (Ruíz Torres, 2011)

### 3.7.2. Documentos de la base de datos de las normales climatológicas de la Comisión Nacional del Agua

La estación climatológica tiende a cuantificar o medir aquellos elementos del clima y del tiempo, ya que cuentan con datos que pueden determinar el clima y el comportamiento del estado del tiempo de un lugar a través de varios años, generando una base de datos que suelen ser útiles para un estudio que se relacione con el clima de la región. Es así como la Facultad de Biología cuenta con la herramienta de la Estación Climatológica (figura 4).

Figura 10. Estación Climatológica de la Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa



Fuente: <https://www.uas.edu.mx/servicios/clima/principal>

Cabe mencionar que, con los registros de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento de la estación climatológica más cercana al área de estudio, se hicieron cálculos para evaluar la sensación térmica que ocasiona el clima en la población de las viviendas de la muestra, para ello, se usó la expresión @ recomendada por el National Weather Service de los Estados Unidos de América.

Se hicieron cálculos para periodos mensuales y se identificaron los meses más críticos para los habitantes.

La expresión a utilizar es la siguiente:

$$ST = -42.379 + (2.04901523T) + (10.14333127hr) - (0.22475541Thr) - (6.83783 \times 10^{-3} T^2) - (5.481717 \times 10^{-2} hr^2) + (1.22874 \times 10^{-3} T^2 hr) + (8.5282 \times 10^{-4} T hr^2) - (1.99 \times 10^{-6} T^2 hr^2)$$

donde:

T=Temperatura del aire °F

hr =humedad relativa

ST=sensación térmica

Con la información anterior, se calcularon los diagnósticos de las viviendas en estudio y se plantearon alternativas constructivas para mejorar la sensación térmica dentro de ellas, para ello se proponen cambios en cuanto a las dimensiones de puertas y ventanas, se propondrán deflectores de viento contruidos con el mismo material de construcción de la vivienda o de placas de acero al carbón, empotrables y móviles, lo cual permitirá tener una mejor ventilación y extracción natural del aire caliente de la vivienda, de tal manera que se logrará una reducción de la temperatura en el interior de la misma.

La ventilación impulsada por el viento, como su nombre indica, implica aprovechar la fuerza del viento para ventilar la vivienda. Una forma de ventilación eólica se llama 'ventilación cruzada'. Esto implica que el viento ingrese a través de un respiradero (o una ventana o puerta) y permita que el aire fluya directamente a través de la casa y salga por una abertura en lado contrario. Para este aspecto, se harán cambios en la vivienda seleccionada con base en la velocidad y dirección de los vientos dominantes. Del mismo modo, se mejorará la ubicación y tamaño de las ventanas y puertas.

Esta ventilación genera que el viento también ayude a garantizar que no se acumule humedad en la cavidad del techo, pues este impulso depende de una serie de factores, incluida la estanqueidad envolvente de la edificación, la dirección y la cantidad de viento disponible, En algunos casos, especialmente cuando el viento es impredecible o sopla en un ángulo imperfecto, la ventilación con viento se puede mejorar dirigiendo el viento hacia la casa usando paredes laterales y ventanas abatibles.

La tasa de flujo de aire que ingresará a la vivienda por las aberturas, se calcula de la siguiente manera:

$$V_{\text{aire}}=(0.40+0.0045\Delta T)A\sqrt{(2gH|\Delta T/T_{\text{interior}}|)}$$

Donde:

V aire=volumen de aire que ingresa a la vivienda

$\Delta t$ =Diferencia de temperaturas del exterior e interior

A =área efectiva abierta por donde el aire entra a la vivienda

g =aceleración de la gravedad

H =altura del techo al piso

Tinterior =temperatura interior del aire

Para enfriar el espacio, la diferencia de temperatura debe ser negativa; por lo tanto, se expulsa el calor interior. Para enfriar la piel humana, la temperatura exterior debe ser inferior a 35°C; por lo tanto, la transferencia de calor por convección de la piel humana a su entorno es negativa (considerando que la temperatura de la piel es de aproximadamente 37°C), y luego se elimina el calor latente de la piel.

En esta primera etapa solo se hizo una simulación numérica de la alternativa propuesta, por ello, con las temperaturas reducidas con los elementos a intervenir en la vivienda, nuevamente se calculó el índice de calor interno y se mostraron las diferencias en valor numérico y en porcentaje de reducción de la sensación térmica y, en forma general, se describieron las mejoras en la salud de los habitantes en sus viviendas.

Se realizó una encuesta mediante una muestra representativas de viviendas de la zona de estudio, en ella se obtuvo información relevante sobre la influencia que probablemente tendría la influencia de la temperatura. La encuesta se realizó en forma directa con las personas y los cuestionamientos fueron elaborados con asesoría de expertos en salud pública.

Con los valores de los consumos y los costos de energía históricos se hizo un análisis de correlación con las temperaturas de las viviendas sin modificar, luego se les ajustaría una función matemática con el mayor grado de correlación, de tal manera que al modificar la edificación de la vivienda y obtener valores menores de temperatura, dichos valores se sustituirán en la función ajustada para disminuir el consumo energético y al mismo tiempo la reducción del costo de la misma.

Con los resultados obtenidos del software y cálculos de la transferencia de calor con base en la orientación de la vivienda con los vientos dominantes, se procedió a elaborar los lineamientos para el diseño bioclimático de viviendas consistente en lograr mayor circulación de aire al interior y, por ende, disminuir la temperatura del medio ambiente interno de la vivienda.

## **CAPÍTULO 4. Análisis descriptivo del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro**

Este capítulo refiere al análisis descriptivo del caso de estudio en vivienda de interés social del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, de acuerdo con los resultados obtenidos de la investigación documental y de campo. Asimismo, se abordarán los componentes de este capítulo, iniciando con los antecedentes del crecimiento urbano de la ciudad de Culiacán y la delimitación física y superficie de la zona de estudio.

### **4.1. Antecedentes del crecimiento urbano de la ciudad de Culiacán.**

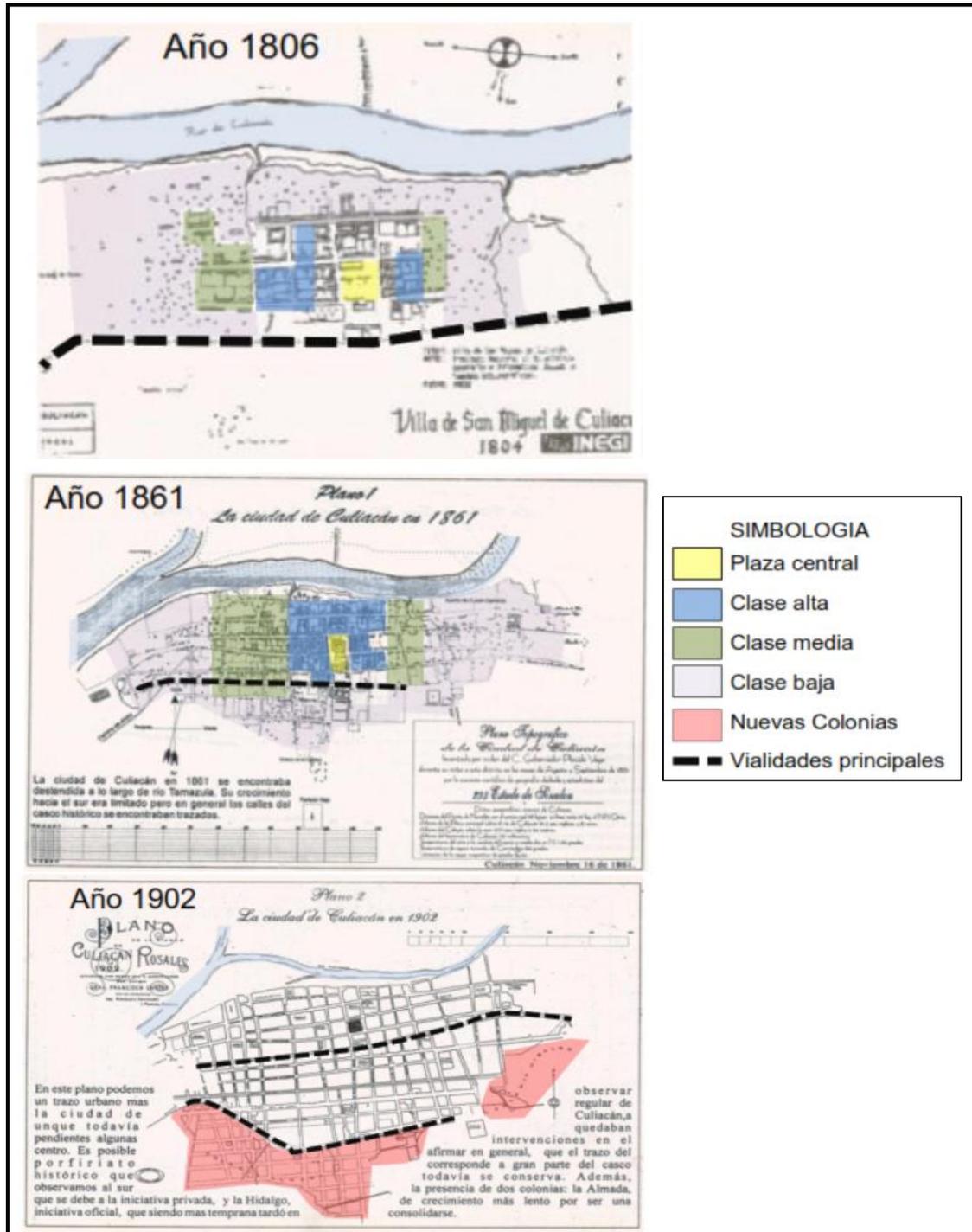
Para el contexto del caso de estudio, es necesario abordar las características físicas del municipio de Culiacán, enfatizando en su localización geográfica, que se ubica en el parte central del estado de Sinaloa, colinda al norte con los municipios de Badiraguato, estado de Durango y Mocorito; al sur, con Elota y el golfo de California; al poniente con el golfo de California y los municipios de Mocorito y Navolato; al oriente con el Estado de Durango y los municipios de Cosalá y Elota. Tiene un área territorial de 4,758.90 kilómetros cuadrados, siendo uno de los municipios con mayor extensión del estado y de la región (IMPLAN, 2010).

Culiacán se fundó en el año de 1531, dando inicio al desarrollo de la ciudad, y se le conocía como Villa de San Miguel de Culiacán. Se caracterizaba por estar vinculado con el recurso hídrico de sus ríos, ubicándose en el margen del río Tamazula. Ya en 1573 se determinó la estructura trazada reticularmente y se representó a través del desarrollo lineal basada en la plaza mayor, el mercado, la iglesia y los barrios más populares.

El crecimiento continuó con el mismo patrón, de esta forma se muestra en la imagen 4, donde se puede observar la ciudad en los años 1806, 1861 y 1902 en los planos oficiales.

En el año de 1806, en la llamada Villa de San Miguel de Culiacán, el trazo de las calles rodeaba la plaza central en forma recta, extendiéndose a los edificios principales. Ya en 1861, el crecimiento era mayor, las familias se desplazaron hacia el centro y se iniciaron los asentamientos comerciales; para el año 1902 ya se contaba con una traza más regular de las vialidades, abarcando así lo que actualmente es el centro de la ciudad. Entonces surgieron las primeras colonias: Hidalgo, como una iniciativa oficial, y Jorge Almada, de iniciativa la privada.

Figura 11. Crecimiento de la ciudad de Culiacán (1806-1902)



Fuente: (Pérez Peñuelas, 2017)

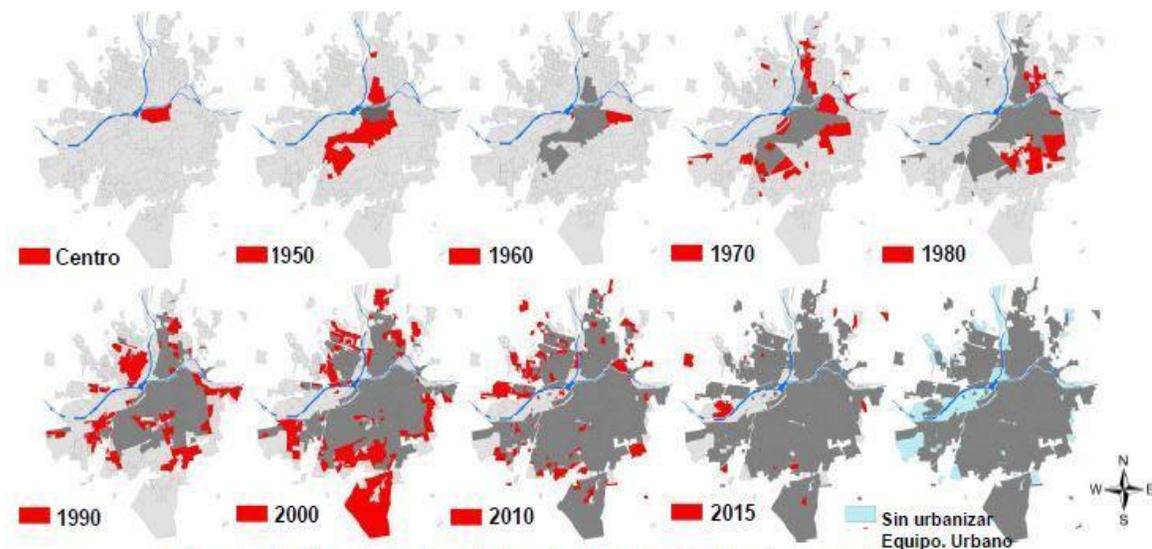
En la Figura 11 se puede observar que, de acuerdo con las fuentes obtenidas por el Consejo Nacional de la Población, Culiacán se encuentra en el lugar 24 a nivel nacional con

respecto a los índices más altos de población, situándose en la categoría de ciudad Media en desarrollo económico y urbano.

De manera general, el crecimiento de Culiacán ha sido uniforme, en la imagen 11, entre 1960 y 1980 el mayor crecimiento fue hacia el sector oriente, entre 1950 y 2000, hacia el sur. Entre 2000 y 2010, la concentración de la población fue de las personas mayores situadas en el área central, ya que había un progreso de envejecimiento que se expandió del centro hacia el exterior, siendo en las zonas de la periferia de la ciudad donde reside la población más joven (Pérez, Gil, & Bayona i Carrasco, 2017).

En el año 2010 Culiacán mostraba su área urbana de 65 m<sup>2</sup>, con un total de 675,773 habitantes, en la Imagen 11 se puede observar una muestra donde la ciudad tuvo un crecimiento continuo durante diez años, asimismo, se puede ver que el área de crecimiento es marcada con color gris diferenciando las décadas anteriores. (IMPLAN, 2019)

Figura 12. Crecimiento de la Ciudad de Culiacán de 1950 a 2015

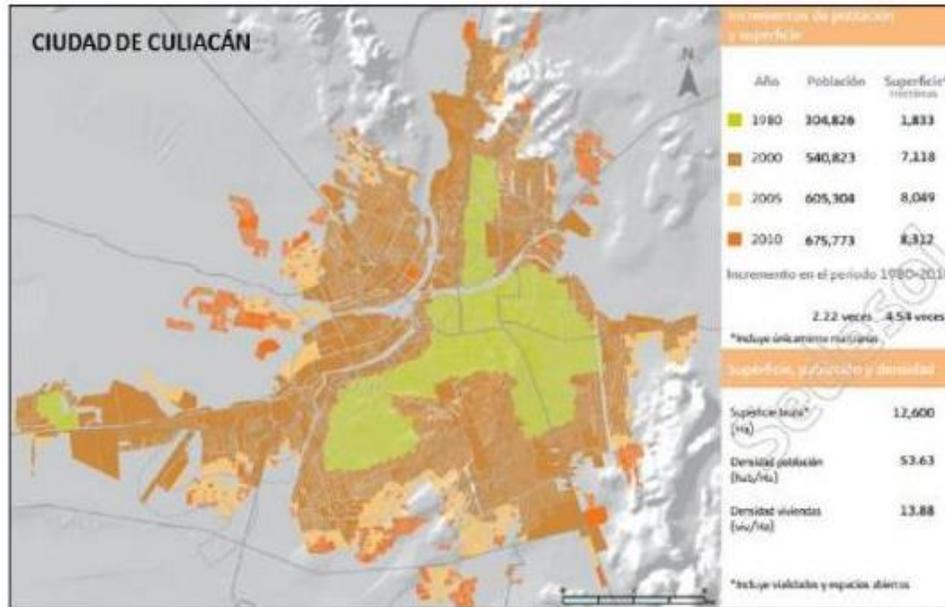


Fuente: Instituto Municipal de Planeación de Culiacán, 2017

De acuerdo al IMPLAN 2019, en la figura 12 se muestra que la densidad en viviendas partiendo del centro de la Ciudad de Culiacán, desde el año 1950 hasta el año 2015, de esta manera, la imagen nos permite observar el avance que se ha ido desarrollando en diferentes

periodos de tiempo, y así mismo, afirmar que la densidad actual en esta Ciudad resulta de la expansión que de forma descontrolada se ha ido expandiendo hasta los últimos años, impactando en la calidad de vida de las personas.

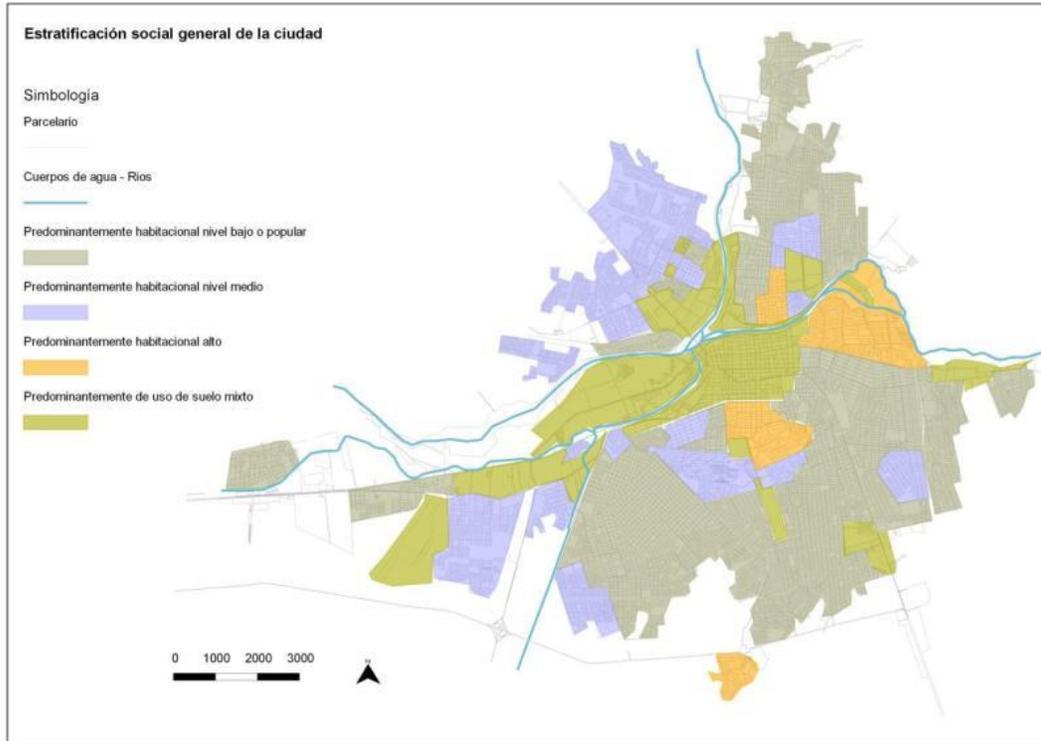
Figura 13. Crecimiento de población y territorio (1980-2010)  
Ciudad de Culiacán, Sinaloa



Fuente: Secretaría de Desarrollo Social, 2010

En el crecimiento de población y territorio de 1980-2010 de la ciudad de Culiacán, el cual se puede observar en la figura 13, cabe mencionar que el desarrollo urbano se ha ido expandiendo sobre suelo rural a partir de una estructura urbana histórica, es decir, de colonias populares, en su mayoría los fraccionamientos residenciales y también asentamientos irregulares (Correa Delval, 2011).

Figura 14. Mapa de sectores por nivel económico

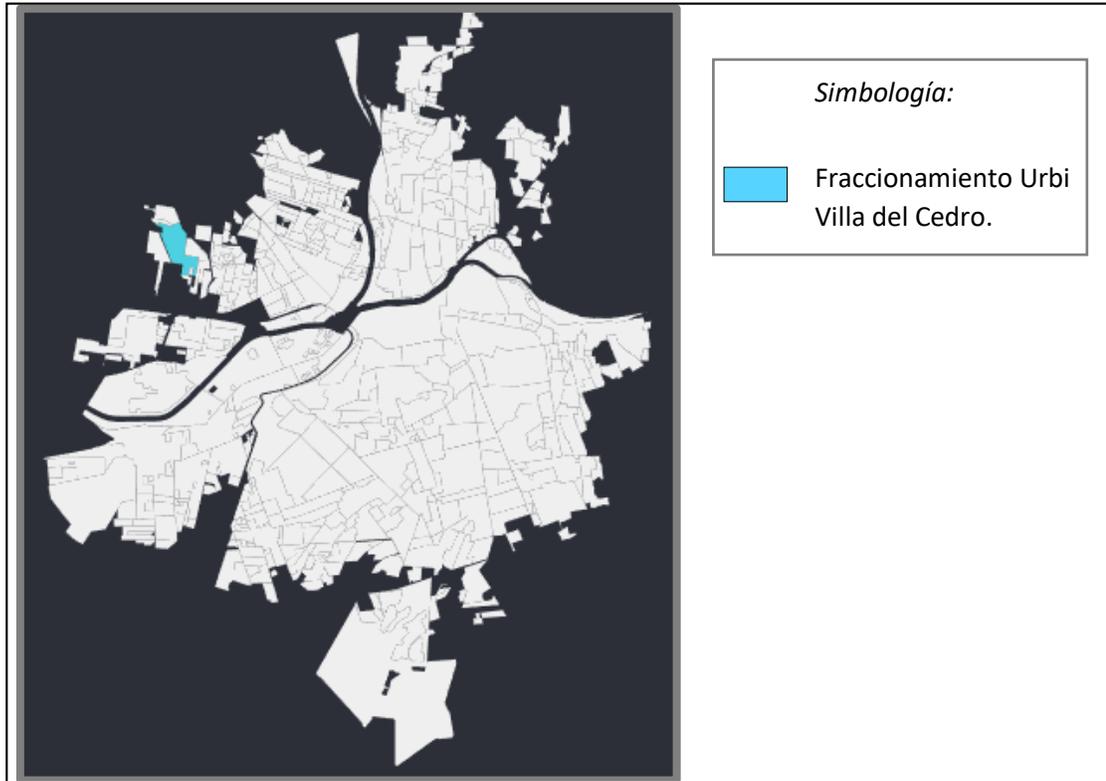


Fuente: (Correa Delval, 2011)

De esta manera, como se puede observar en el mapa de Figura 14, de los sectores por nivel económico, la expansión urbana creció aceleradamente, por medio de diversos tipos de asentamientos habitacionales, como también, los diferentes niveles socioeconómicos integrados por zonas rurales y desarrollos inmobiliarios.

A continuación, podemos observar en la Figura 15 la ubicación del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, en la ciudad de Culiacán.

Figura 15. Ubicación del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, en el mapa de la Ciudad de Culiacán.



Fuente: Elaborado por Guaiacum A. C. con datos por manzana del CENSO 2020 de INEGI

La figura 15, muestra la mancha de la ciudad de Culiacán del Censo 2020 de INEGI, y de color azul, la simbología de la ubicación del fraccionamiento de estudio, Urbi Villa del Cedro, el cual se localiza al Noroeste de la Ciudad, con un total de 556 viviendas del rubro de interés social.

#### 4.2. Delimitación física y superficie de la zona de estudio

El caso de estudio se localiza al norponiente, al límite perimetral urbano de la ciudad de Culiacán, según la sectorización del IMPLAN, donde, en la Imagen 16 se muestra la delimitación del polígono del caso de estudio.

Figura 16. Delimitación del polígono del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en Culiacán, Sinaloa



Fuente. Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth.

El limitante del polígono de estudio del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro localizado al norponiente de la ciudad, el cual se puede observar en la figura 16, está dentro del sector de interés social, en el año 2010 contaba con una población de 2664, y para el 2020 con 9649, además de una superficie de 794,024.3126 metros cuadrados, según datos del Censo 2010 y de INEGI 2020.

#### 4.3. Prototipo base de vivienda de interés social de la zona de estudio

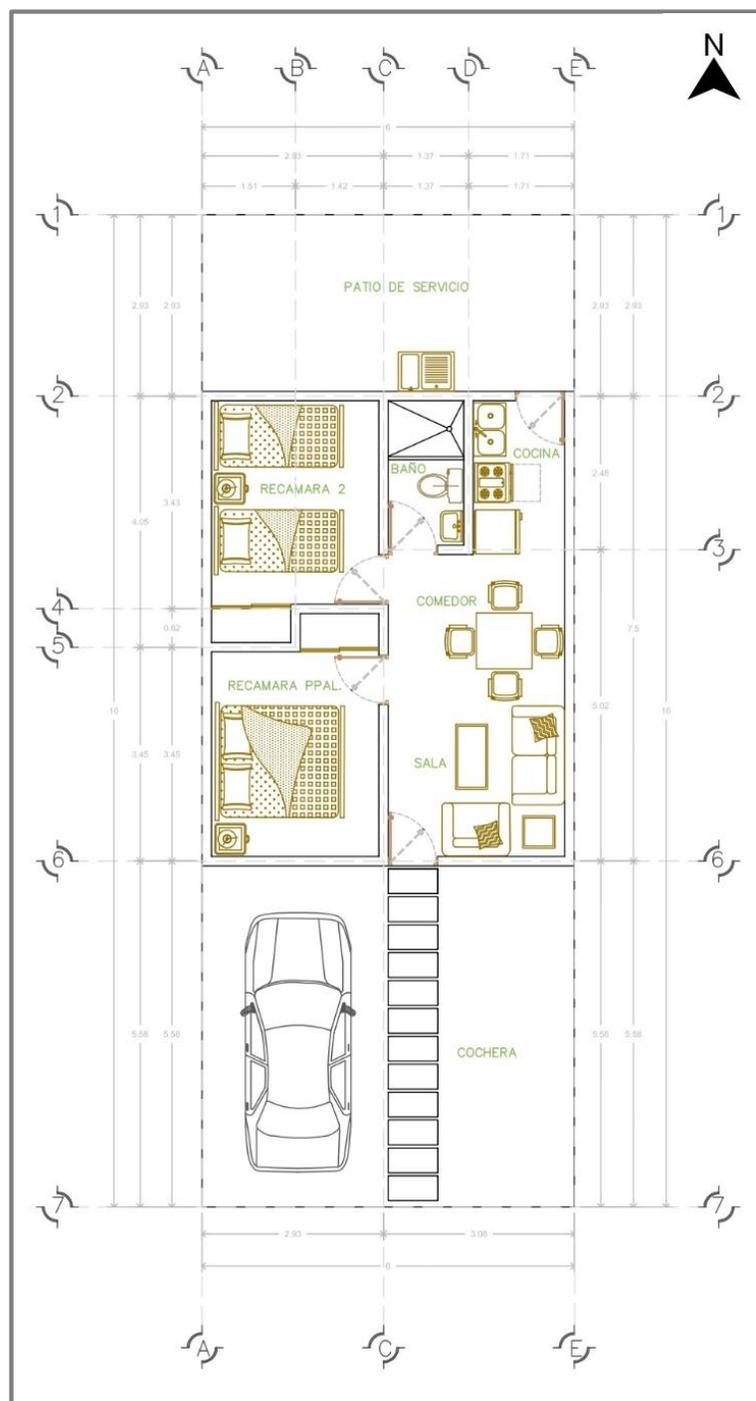
Las viviendas del fraccionamiento del caso de estudio se encuentran dentro del nivel de interés social; el predio tiene las dimensiones de 6.0 x 16.0 metros, y con una superficie de construcción de 45m<sup>2</sup> y con una altura promedio de 2.55 metros, ya que el diseño está construido con una losa a dos aguas; en el punto medio de la vivienda tiene una altura de 2.65 metros, y en sus extremos termina con una altura de 2.45 metros. Podemos observar en la Figura 18 la planta arquitectónica de la vivienda.

Figura 17. Fachada de prototipo base de vivienda de interés social del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, Culiacán, Sinaloa.



Fuente: Elaboración propia del levantamiento fotográfico de la vivienda tipo del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en la ciudad de Culiacán, Sinaloa

Figura 18. Planta arquitectónica de vivienda de interés social del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, Culiacán, Sinaloa



Fuente: Elaboración propia con medidas reales del levantamiento de la vivienda del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro den la Ciudad de Culiacán, Sinaloa

La vivienda, cuenta con los espacios de: sala, comedor, cocina, baño, recámara principal, recámara 2, baño, patio de servicio y cochera.

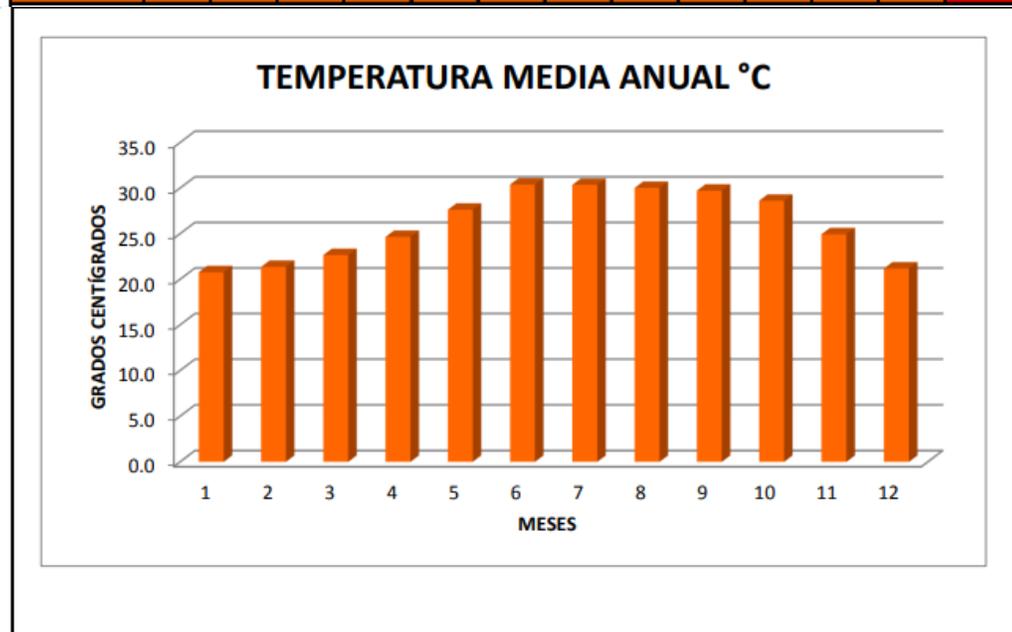
#### 4.4. Registros anuales de temperatura de las Normales climatológicas de la ciudad de Culiacán.

Para el análisis de la variable dependiente que es la Sensación Térmica en la zona de estudio, se buscaron los registros de las normales climatológicas de la base de datos de la Comisión Nacional del Agua, seleccionando la Estación Climatológica que se localiza más cerca del sitio de estudio, la cual corresponde a la 25102, y está ubicada en la Facultad de Biología, ubicada en Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

La estación número 25102 cuenta con los registros de temperatura máxima, mínima y promedio mensual, desde el año 1995 al 2015. En la figura se muestra la temperatura mensual (TM), Media Mensual (TMM), Anual (TA) y Media Anual (TMA) (Ver Figura 6).

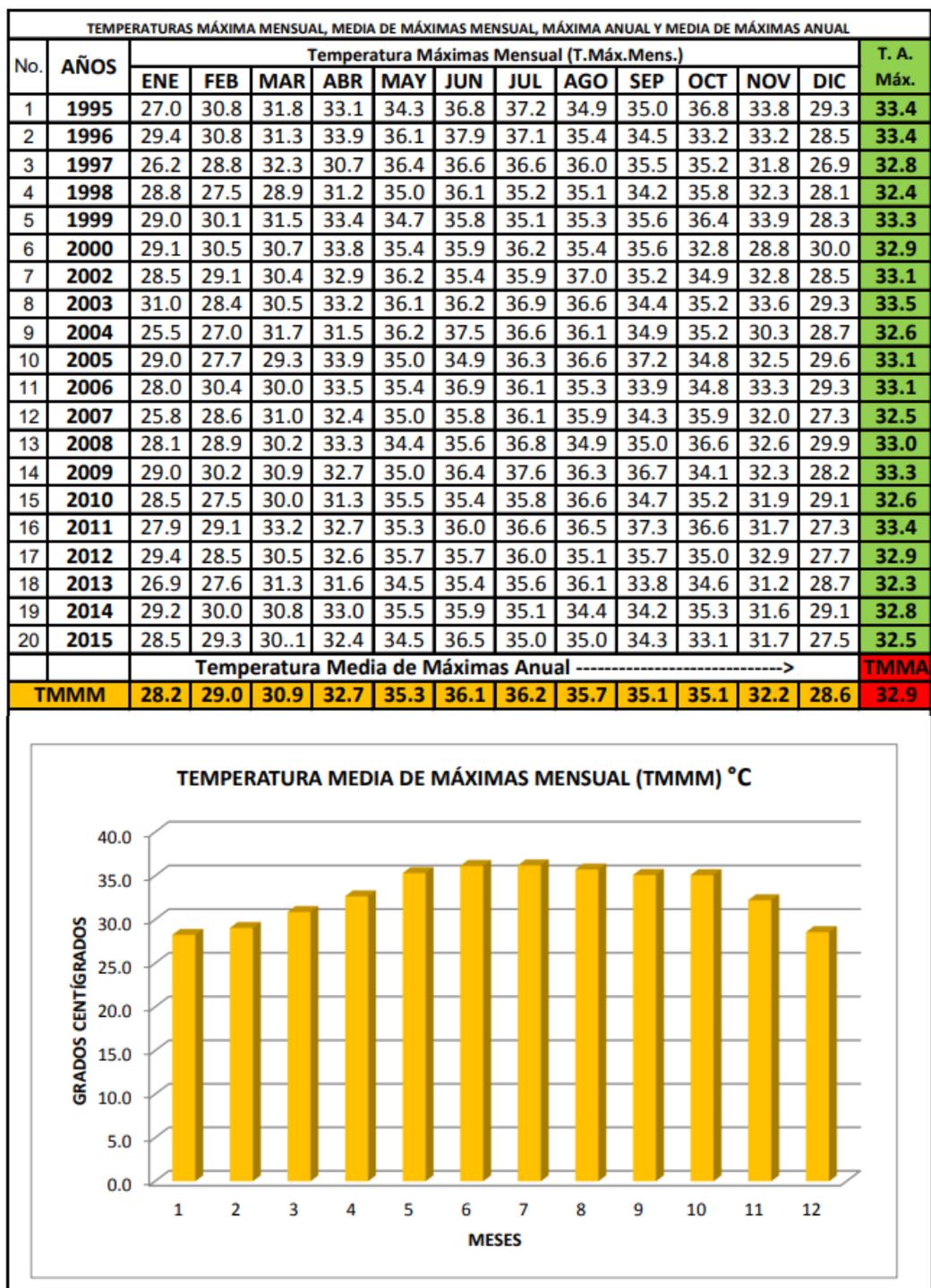
Figura 19. Registro de Temperatura Mensual (TM), Media Mensual (TMM), Anual (TA) y Media Anual (TMA).

TEMPERATURA MENSUAL (TM), MEDIA MENSUAL (TMM), ANUAL (TA) Y MEDIA ANUAL (TMA)														
No.	AÑOS	TEMPERATURA MENSUAL ( TM )											TA	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV		DIC
1	1995	20.6	23.9	22.9	23.2	25.9	30.1	31.0	29.5	29.6	29.2	26.5	21.1	26.1
2	1996	20.2	22.1	21.9	25.0	28.2	31.3	30.7	29.7	29.1	28.7	24.9	20.9	26.1
3	1997	18.4	20.0	23.2	23.2	28.2	30.7	30.4	30.2	30.1	28.4	24.6	19.7	25.6
4	1998	20.5	19.4	21.4	23.0	26.8	30.7	30.0	29.6	29.5	29.7	24.9	20.2	25.5
5	1999	20.1	21.0	22.2	24.4	26.8	29.7	29.6	29.6	30.1	29.3	25.7	20.3	25.7
6	2000	20.5	21.5	22.4	24.8	27.5	30.4	30.1	29.4	30.0	27.0	22.3	22.0	25.7
7	2002	20.7	21.5	22.1	25.7	28.4	29.6	30.3	30.9	29.6	28.5	25.1	20.8	26.1
8	2003	23.2	22.1	22.0	25.1	28.0	30.2	30.8	30.5	28.9	28.7	26.0	21.2	26.4
9	2004	19.5	19.7	23.8	24.7	28.3	31.2	30.8	30.4	29.3	28.4	23.1	21.3	25.9
10	2005	22.1	21.3	21.6	25.3	26.9	28.8	30.8	30.5	31.4	28.2	24.8	21.8	26.1
11	2006	20.6	22.2	22.3	25.5	28.1	30.8	29.6	28.9	27.9	27.5	24.9	21.2	25.8
12	2007	19.5	21.3	22.9	24.5	26.8	30.5	30.7	30.1	29	28.6	24.6	20.3	25.7
13	2008	20.0	20.7	21.4	24.7	27.2	30.2	30.8	29.7	29.6	29.9	25.4	22.4	26.0
14	2009	21.6	21.8	23.3	24.6	28.2	30.2	31.1	30.2	30.6	28.1	25.6	21.1	26.4
15	2010	22.0	21.1	22.9	24.7	27.7	30.1	30.9	31.1	30.0	28.4	24.0	21.5	26.2
16	2011	20.0	20.2	24.1	24.6	27.4	30.7	30.4	30.5	31.0	29.0	24.0	19.8	26.0
17	2012	21.4	21.1	21.9	24.1	28.0	29.7	28.9	29.7	30.2	28.6	26.1	21.6	25.9
18	2013	19.7	20.1	23.0	23.8	27.0	30.1	30.2	30.2	28.5	28.1	25.4	22.3	25.7
19	2014	22.5	22.8	23.8	26.0	29.1	31.2	29.8	29.4	29.9	29.6	25.2	22.5	26.8
20	2015	22.4	23.3	24.0	26.0	28.0	31.5	30.2	30.2	30.0	28.2	25.5	21.5	26.7
		Temperatura Media Anual ----->											TMA	
<b>TMM</b>		<b>20.8</b>	<b>21.4</b>	<b>22.7</b>	<b>24.6</b>	<b>27.6</b>	<b>30.4</b>	<b>30.4</b>	<b>30.0</b>	<b>29.7</b>	<b>28.6</b>	<b>24.9</b>	<b>21.2</b>	<b>26.0</b>



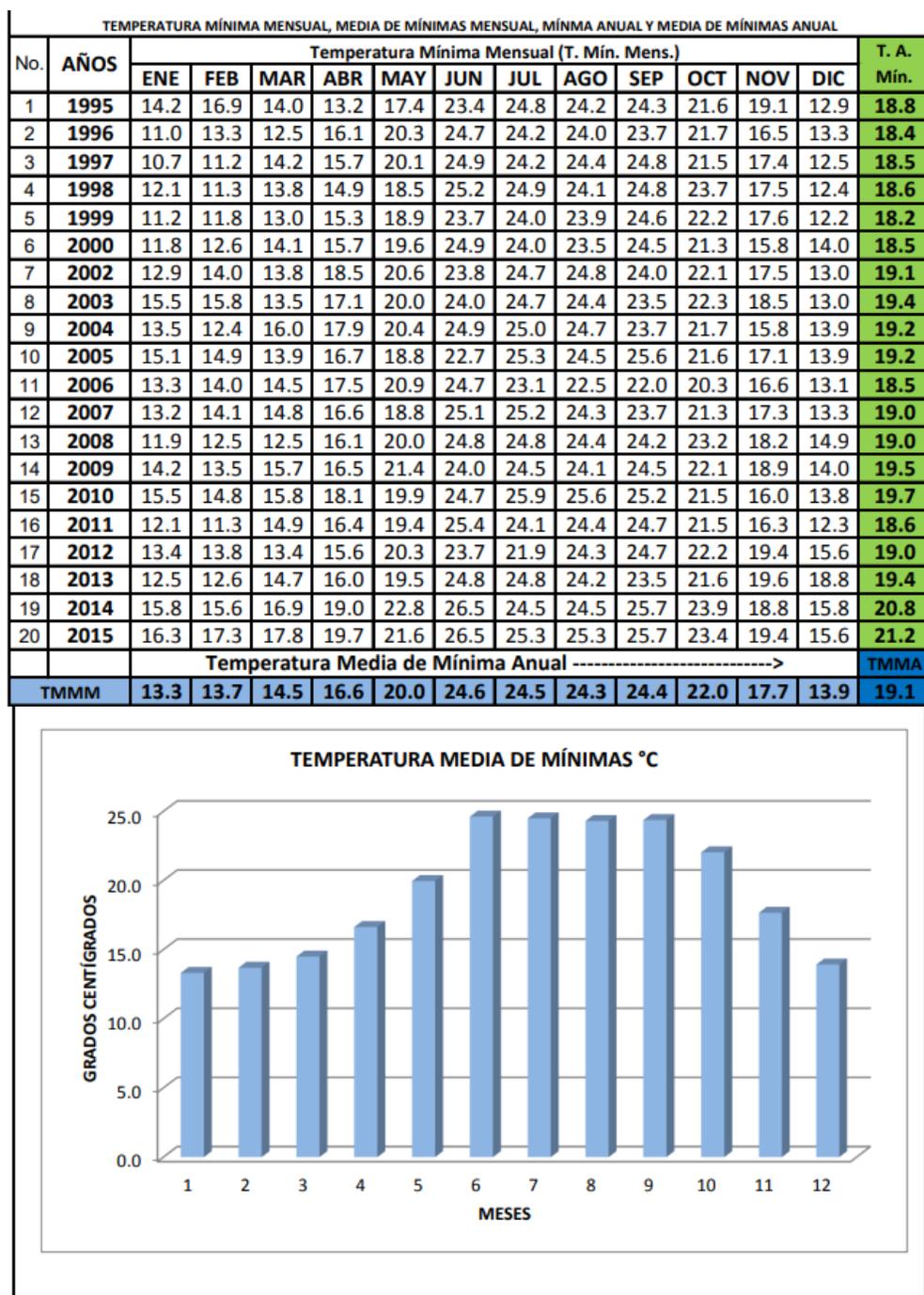
Fuente: <https://www.uas.edu.mx/servicios/clima/boletines>

Figura 20. Registro de Temperatura Media de Máximas Mensual, Media de Máximas Mensual, Anual y Media de Máxima Anual.



En la figura 20, se muestra la temperatura Media de Máximas Mensual, Media de Máximas Mensual, Anual y Media de Máxima Anual.

Figura 21. Registro de Temperatura Mínima Mensual, Media Mínima Mensual, Mínima Anual y Media de Mínimas Anual



Fuente: <https://www.uas.edu.mx/servicios/clima/boletines>

## Capítulo 5. Resultados

5.1. Registros de los Indicadores de la Variable de Sensación Térmica al interior de la vivienda.

Para la obtención de la sensación térmica del habitante al interior de la vivienda se obtuvieron los registros de la temperatura del aire (T), la Humedad Relativa (HR), la cual fue tomada con la herramienta del Higrómetro, estos son indicadores que se requieren para el cálculo de la sensación térmica que ocasiona el clima en la población de las viviendas de la muestra, además de la velocidad de los vientos dominantes, dato que se obtuvo de la Comisión Nacional del Agua a través de la estación climatológica de la Facultad de Biología.

Posteriormente se usará la expresión @ recomendada por el National Weather Service de los Estados Unidos de América, estos cálculos se harán para periodos mensuales en los meses más críticos para los habitantes, de acuerdo con el registro anteriormente mostrado en las tablas de temperaturas de la Comisión Nacional del Agua.

Con la aplicación del cuestionario en las entrevistas que se realizaron de la muestra, se obtuvo una variación climática distinta en cada una de las mismas al interior de la vivienda. Esto se tiene porque la orientación de cada cuadrante es diferente, por lo que la incidencia solar y el ingreso del viento entra a la vivienda de manera distinta, es decir en diferentes posiciones.

Por ello, se hizo una recopilación del promedio de la toma de temperatura y la humedad relativa, de acuerdo al cuadrante donde se aplicó el cuestionario, lo cual podemos observarlo que en la Tabla 3. Se observa la toma de temperatura y la humedad relativa del total de cuestionarios aplicados, arrojando la media de temperatura y HR de los cuadrantes Noroeste y Noreste del fraccionamiento.



registros de temperatura y de humedad relativa, de todas las personas encuestadas, obteniendo una temperatura promedio del 36.27°C, y una humedad relativa del 52.87%.

De esta misma manera, se aplicó el 33% de la muestra en el cuadrante Noreste, con 20 encuestas aplicadas, recabando los datos de temperatura y humedad relativa, obteniendo una media de temperatura del 37.92°C y de humedad relativa del 50.4%.

En la siguiente Tabla 4 se muestran los registros de temperatura y Humedad Relativa de los cuadrantes del Suroeste y Sureste de la muestra, obteniendo los niveles promedio de ambos indicadores.

Tabla 6. Registro de Temperatura y Humedad Relativa, al Interior de la vivienda muestra. Cuadrantes Suroeste y Sureste

CUADRANTE SUR OESTE			CUADRANTE SUR ESTE		
FOLIO	TEMPERATURA (T) °C	HUMEDAD RELATIVA (HR) %	FOLIO	TEMPERATURA (T) °C	HUMEDAD RELATIVA (HR) %
V1	38.3	50	V1	37.9	48
V2	37.9	51	V2	38.9	48
V3	38.2	48	V3	39.2	50
V4	38.2	50	V4	38	51
	152.6	199	V5	38.7	48
Temperatura Promedio	38.15		V6	39.1	46
				231.8	291
			Temperatura Promedio	38.63333333	
Humedad Relativa Promedio		49.75			
			Humedad Relativa Promedio		48.5

Fuente: Elaboración propia con toma de registros con Higrómetro al interior de las viviendas del muestreo, en fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, en Culiacán, Sinaloa.

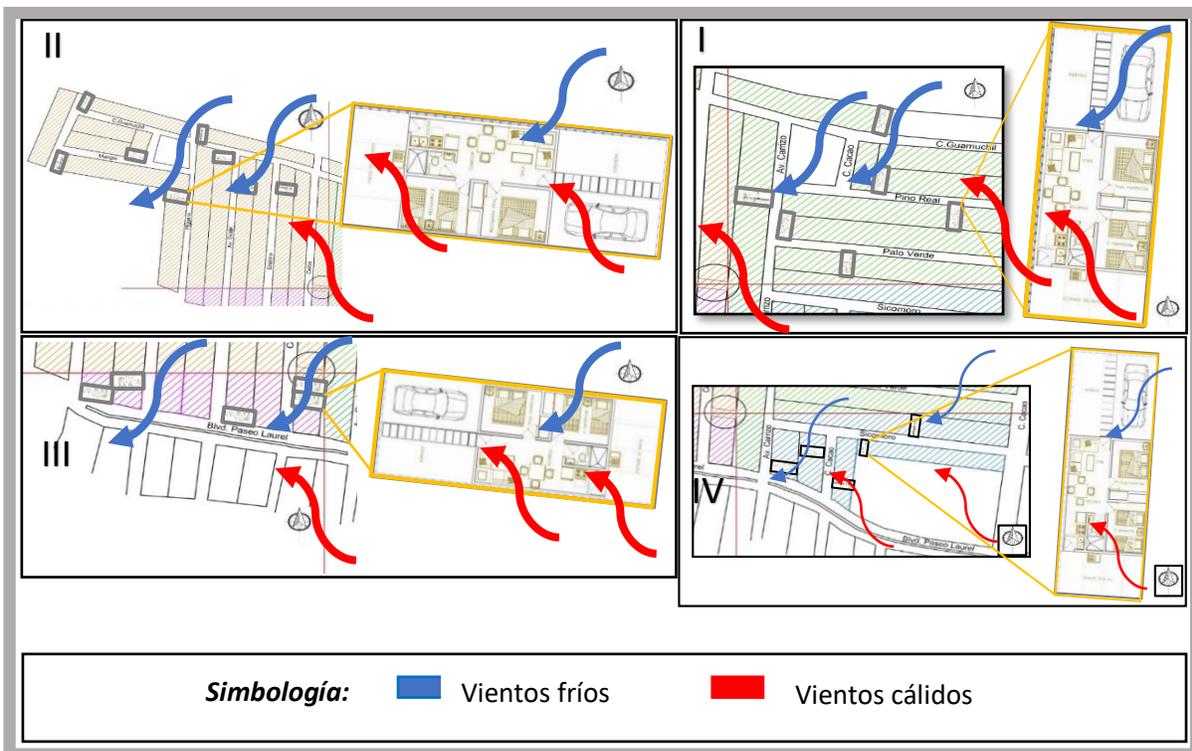
En el Suroeste se aplicaron 4 encuestas, como se muestra en la tabla 6, donde se generó el 6% de la muestra, y se obtuvo una temperatura promedio de 38.15°C y una humedad relativa del 49.75%. En el Sureste, con el 10% de la muestra aplicada, se obtuvo una temperatura promedio de 38.63°C y la humedad relativa del 48.5%, de los 4 cuestionarios aplicados.

Los registros de temperatura y humedad relativa promedio que arrojaron las encuestas, además de la velocidad del viento, son los indicadores que se requieren para la aplicación de la

fórmula para detectar la sensación térmica que perciben los habitantes al interior de la vivienda y, de esta misma manera, se realizó también la medición con el clima exterior.

Esto nos llevará a obtener una comparativa entre la sensación térmica al interior y exterior de la vivienda, que nos conducirá a calcular tanto la orientación de las ventanas, como también lo ancho y largo de la misma, dependiente de la altura de la vivienda.

Figura 22. Cuadrantes I, II, III y IV con vientos dominantes e incidencia solar, del Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, Culiacán, Sinaloa.



Fuente: Elaboración propia. Google Maps, 2020

En el análisis de cada uno de los datos recabados de los cuadrantes I, II, III y IV, se obtuvieron resultados que mostraron que de acuerdo con la orientación de cada una de las viviendas muestra del estudio, la sensación térmica percibida era variable, es decir, que, aunque el diseño del prototipo era similar, la ubicación de las ventanas y puertas no tenían el mismo acceso del viento ni de los rayos solares al interior de la vivienda.

Con dicha información, en cada uno de los cuadrantes sus habitantes proporcionaron datos relevantes para reunirlos y realizar la comparativa respecto a la incidencia de los rayos solares, la circulación e infiltración del aire, la humedad relativa y la temperatura ambiente en el horario que se realizó la entrevista.

Cabe mencionar que la orientación de una vivienda puede tener un impacto significativo en la sensación térmica, según la incidencia de los rayos solares y el viento en su interior.

Con respecto a la radiación solar, se observó que, si la vivienda se encuentra en orientación norte, tiene menos exposición directa al sol, lo cual ayuda a mantener temperaturas más estables; la luz natural puede ser constante sin sombras drásticas, pero, en contraparte, puede recibir menos luz solar directa, lo que podría afectar la iluminación natural.

Si la orientación de la vivienda es Sur, ofrece luz solar constante durante gran parte del día, pero, al recibir menos luz directa se requiere de luz eléctrica durante más horas del día.

En orientación Este, la ventaja es que recibe luz solar de la mañana, que es más suave, y esto beneficia la iluminación natural temprana y puede ser agradable en climas cálidos. Sin embargo, en climas fríos, la luz solar de la mañana puede no ser suficiente para calentar la vivienda de manera significativa.

En orientación Oeste, la vivienda recibe luz solar de la tarde, que puede ser beneficiosa para aprovechar la luz natural después de actividades laborales y en climas fríos. Pero, se puede experimentar calor excesivo en climas cálidos debido a la exposición directa del sol.

Lo que respecta a la circulación del viento al interior de la vivienda, en sentido norte-sur, se facilita la circulación, ya que la disposición longitudinal puede permitir la entrada de viento fresco en climas cálidos.

La orientación Este-Oeste favorece la circulación del viento en esta dirección, lo cual permite la entrada de la brisa matutina y vespertina.

Cuando la vivienda se encuentra ubicada en un terreno elevado, la ventaja que se obtiene es que facilita una mejor circulación del viento, permitiendo el ingreso y fluidez de la brisa a través de la vivienda. De lo contrario, cuando existen obstrucciones al exterior, tales como los

árboles o estructuras que puedan bloquear la circulación del viento, tiende a afectar la ventilación natural.

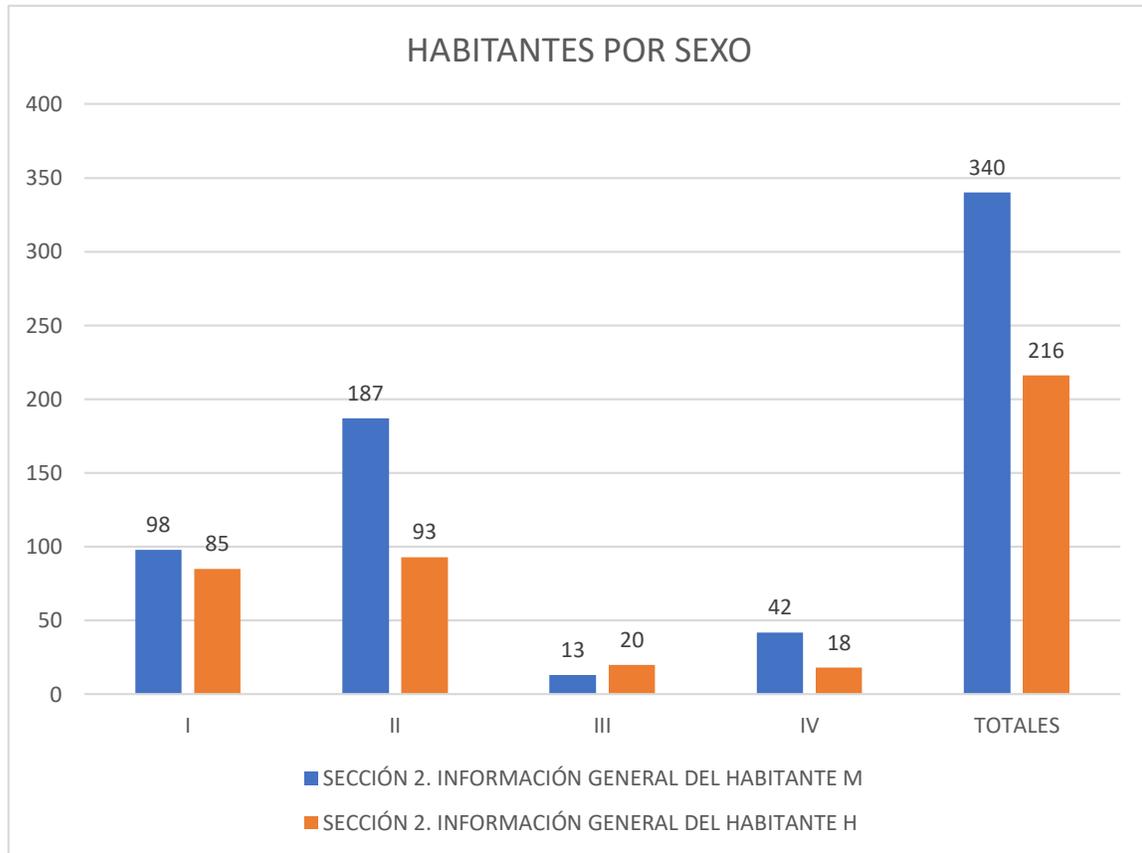
Básicamente, la orientación en cada una de las viviendas se considera clave en el diseño arquitectónico, pues se puede optimizar la eficiencia energética, la iluminación natural y la comodidad térmica, tomando en cuenta las condiciones climáticas de la región y las necesidades específicas básicas que los habitantes requieren.

De esta manera, con las entrevistas del cuestionario higrotérmico que se aplicó a la muestra seleccionada de las viviendas del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, zona de estudio realizado, se obtuvieron los datos de la sensación térmica; dicho cuestionario resultó ser una herramienta valiosa para la investigación, con la intención de llegar a comprender la percepción del usuario en su ambiente al interior de la vivienda y que, bajo estos resultados, buscar las maneras de mejorar las condiciones y el confort ambiental. Además, ayudó a capturar la experiencia subjetiva de las personas en relación con las condiciones térmicas y a proporcionar datos que son esenciales para la toma de decisiones informada en diseño ambiental y arquitectónico.

Por lo tanto, a continuación, se muestran los datos obtenidos y representados por secciones a través del cuestionario higrotérmico diseñado.

## SECCIÓN 2. INFORMACIÓN GENERAL DEL HABITANTE

A. Figura 23. Habitantes por sexo

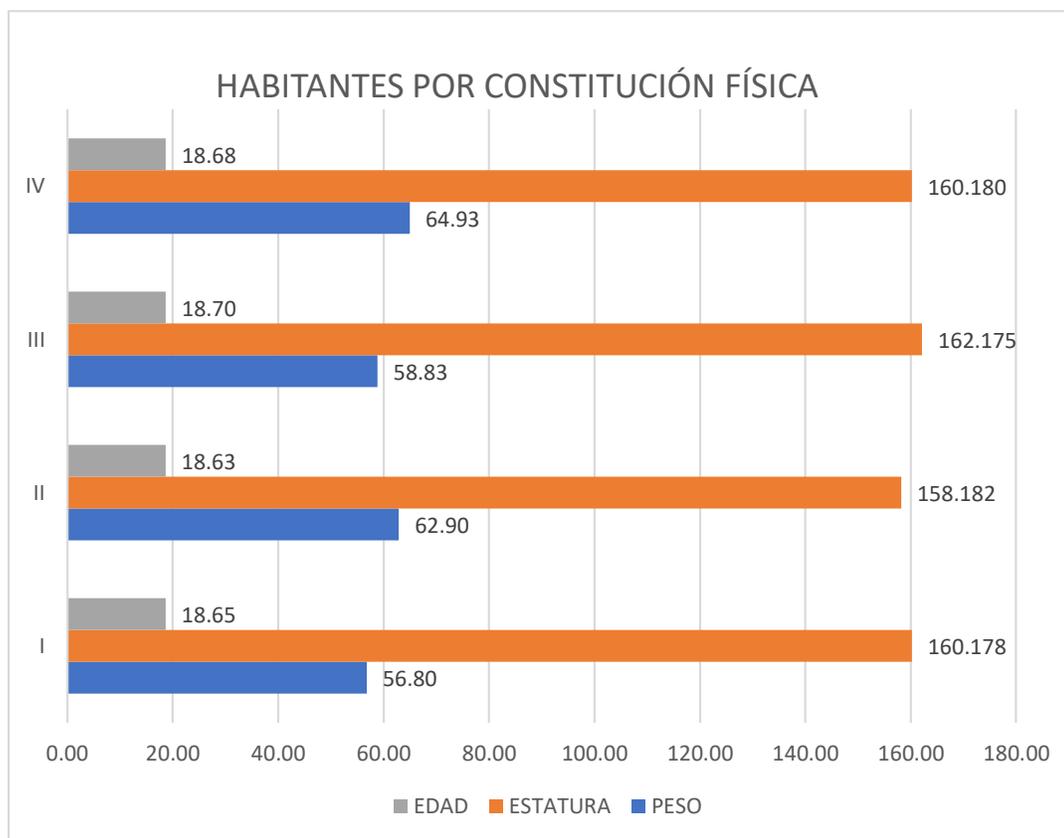


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

En la sección 2, en la figura 23 del cuestionario aplicado al total de la muestra seleccionada en el sector de las viviendas de interés social del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, la información general del habitante, resultó que en el cuadrante I, II, III Y IV, prevalecía el sexo femenino, es decir, la mayor parte de las entrevistas fue realizada a mujeres, ya que en el sector había mayormente amas de casa, quienes se encontraban en el horario estipulado.

## SECCIÓN 2. INFORMACIÓN GENERAL DEL HABITANTE

B. Figura 24. Habitantes por constitución física



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

En el inciso B, en la figura 24 de esta sección, se les solicitó a los habitantes su edad, estatura y peso; las encuestas arrojaron que el porcentaje de edad predominó entre los 18 y 70 años, lo cual indica que habitan personas con un rango amplio de edad. Además, permite observar las diferencias en la percepción del ambiente, el cual puede variar de una forma significativa de una persona a otra y está influenciado por diversos factores, como la educación, las experiencias personales, la cultura y ciertas características individuales. Básicamente, no a un nivel que se considere estándar para la percepción, sin embargo, el aplicarse a un rango de edades específicos, como lo es en las edades anteriormente mencionadas, ayuda en el análisis de estos aspectos generales.

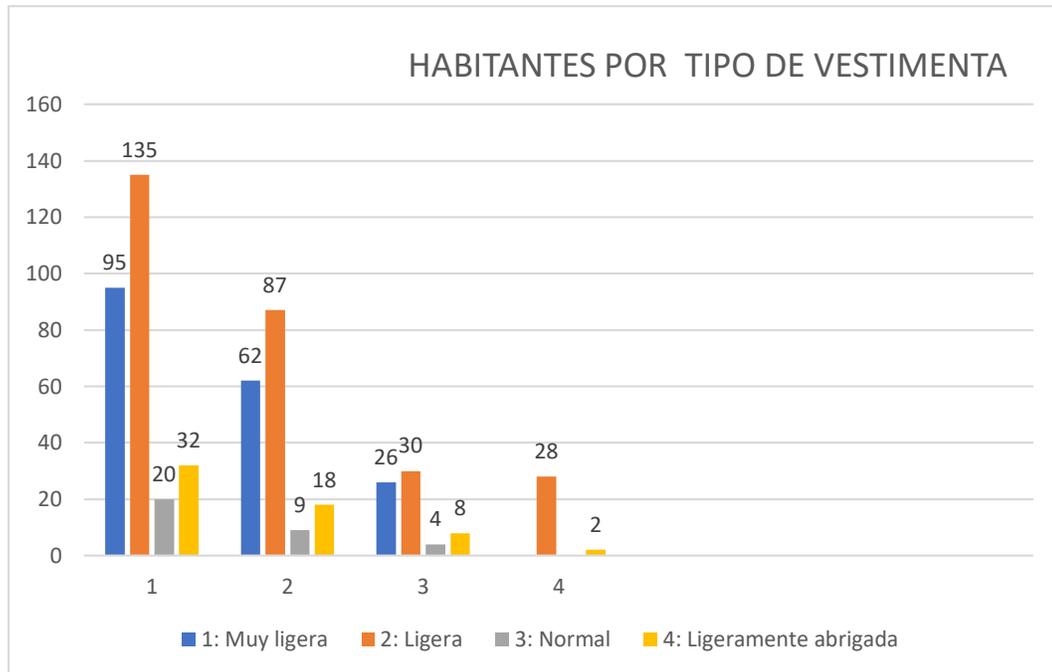
Las personas en este rango suelen ser más conscientes y sensibles a los problemas ambientales que afectan a la sociedad, como es la contaminación, los cambios climáticos, entre otros. Además, los jóvenes en este grupo de edad se pueden involucrar más en actividades y movimientos ambientales, participando en iniciativas para proyectos ecológicos.

La estatura promedio de los entrevistados se encuentra entre 1.58 y 1.80 metros, lo cual cuenta para la variación térmica, ya que las personas más altas generalmente tienen una mayor superficie corporal en comparación con las más bajas, y por lo tanto influye en la pérdida de calor, generando la percepción del frío o del calor. Además, la estatura no solo influye en la altura, sino también con la estructura corporal general, lo cual indica la distribución de grasa corporal y músculo para influir en la percepción térmica.

El rango del peso que se obtuvo fue entre los 56 a 64 kg, donde el metabolismo basal de una persona, que puede estar relacionado con su peso, puede influir en cómo percibe la temperatura. Las personas con un metabolismo más rápido pueden sentirse más calientes, mientras que aquellas con un metabolismo más lento pueden sentirse más frías. Además, la grasa corporal actúa como un aislante térmico, las personas con mayor grasa corporal pueden retener mejor el calor, lo que puede influir en la percepción térmica ambiental.

### SECCIÓN 3. DATOS LLENADOS POR CADA SECCIÓN

A. Figura 25. Habitantes por tipo de vestimenta



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

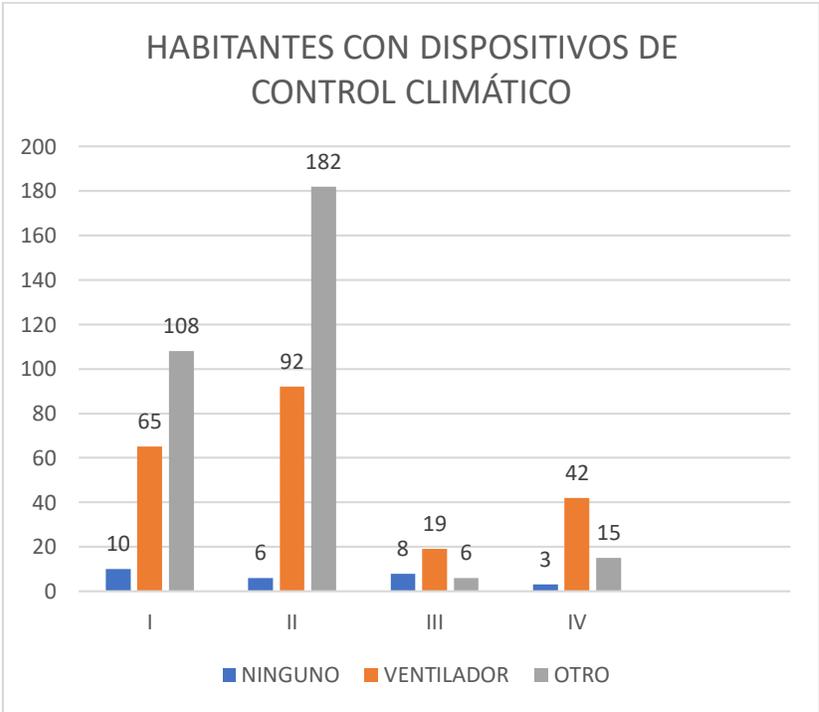
La figura 25 muestra la elección de la vestimenta, que es fundamental para regular la sensación térmica y adaptarse a las condiciones ambientales, es decir, juega un papel crucial en la percepción de las personas porque actúa como una barrera entre el cuerpo y el entorno, afectando la pérdida o retención de calor. Se manifiesta como un aislante térmico ayudando a retener el calor generado, además, la ropa tiene la capacidad para permitir la transpiración que es esencial para regular la temperatura del cuerpo, ya sea por el tipo de materiales como el algodón y los tejidos técnicos, que permiten que el sudor se evapore, ayudando a enfriar el cuerpo y evitando la sensación de humedad. (Díaz & Sánchez, 2005)

En los registros de las entrevistas, el tipo de vestimenta que predominó en los cuatro cuadrantes fue ligera con un porcentaje muy alto, ya que con el clima en cuanto a la incidencia de los vientos y del sol, y de acuerdo con la orientación de la vivienda, precisaba a usar ropa ligera que permitiera mantener una sensación térmica más cómoda.

De la misma forma, la ropa ligera también predominó en el total de los habitantes encuestados, puesto que mencionaban que era el tipo de ropa adecuada para el clima de Culiacán en esa época del año y el horario en que se les realizó la entrevista.

En el Cuadrante I se notó que también usaban ropa ligeramente abrigada, ya que mantenían aires acondicionados para nivelar la temperatura y tener una sensación térmica más adecuada para ellos.

B. Figura 26. Habitantes con dispositivos de control climático



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

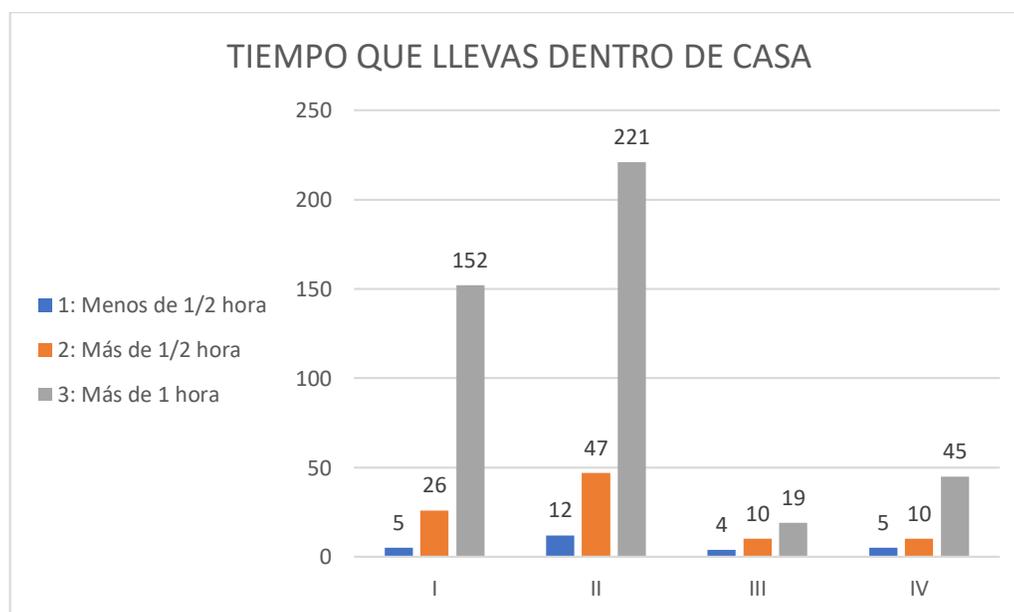
En esta sección, en la Figura 26 se muestra que, en casi todas las viviendas de los habitantes entrevistados se mantenía encendido un tipo de dispositivo de control climático. Manifestaron que eran necesario porque el nivel de sensación térmica al interior de la vivienda era mejor utilizando estos dispositivos.

En el cuadrante I y II utilizaban otros dispositivos de control climático, algunos de ellos eran los aires acondicionados. Los entrevistados hicieron hincapié en que estos aparatos eran usados durante el horario en el cual se sentía más fuerte el calor, que era entre las 13:00 a 15:00 horas del día. Sin embargo, en el cuadrante III y IV utilizaban más el ventilador, ya que sí tenían la necesidad de sentir circular el aire al interior de la vivienda, pero no necesitaban sentir más helado el ambiente.

El aire acondicionado en ambientes calurosos reduce la temperatura del aire y disminuye la sensación térmica de calor, elimina la humedad del aire, proporcionando un ambiente más fresco y cómodo, y que, al reducir la humedad, el aire acondicionado contribuye a una sensación térmica más agradable, porque la evaporación del sudor es más eficiente en ambientes menos húmedos.

Cabe mencionar que los dispositivos climáticos tienen un impacto significativo en la sensación térmica al modificar la temperatura, la humedad y la circulación del aire en el entorno. La elección y el uso adecuado de estos dispositivos puede proporcionar niveles de confort térmico óptimos para las personas en diversas condiciones climáticas.

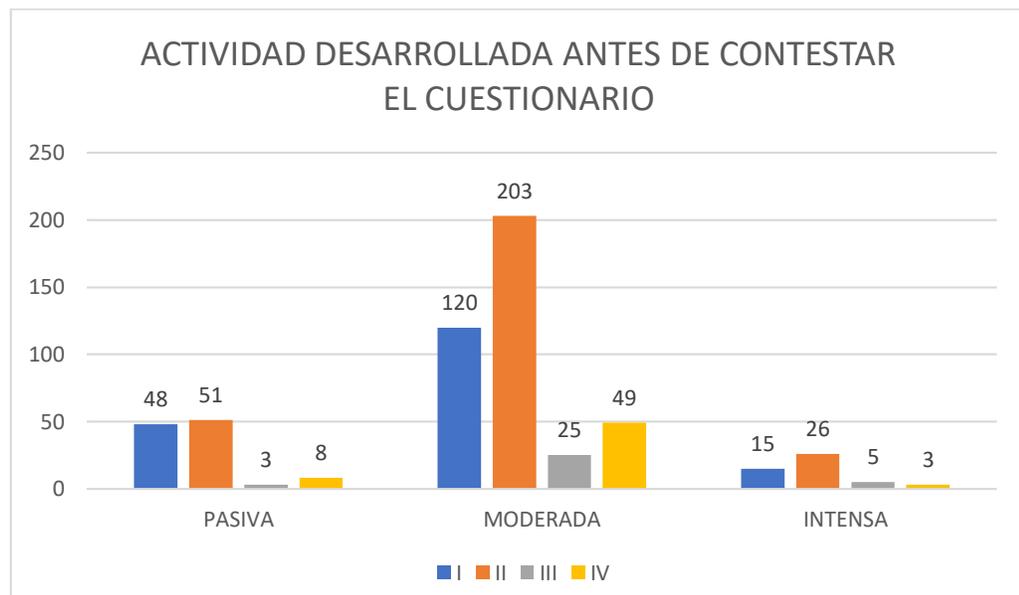
C. Figura 27. Tiempo que llevas dentro de casa



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

Otro dato importante que nos arrojó este cuestionario es el tiempo que las personas tenían dentro de casa al momento de realizar la entrevista, lo cual puede observarse en la Figura 27. La duración del tiempo que una persona pasa dentro de casa puede afectar a la sensación térmica, debido a la interacción de diversos factores relacionados con la aclimatación, la actividad, la vestimenta y el control del entorno interior. Al respecto, en los cuatro cuadrantes predominó que las personas tenían más de una hora dentro de su casa al realizar la entrevista, por lo cual ya mantenían una adaptación gradual a las condiciones ambientales internas que puede influir en la sensación térmica, porque después de pasar un tiempo dentro de su casa, el cuerpo se aclimata a la temperatura interior, lo que afecta cómo se percibe el ambiente térmico.

D. Figura 28. Actividad desarrollada antes de contestar el cuestionario



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

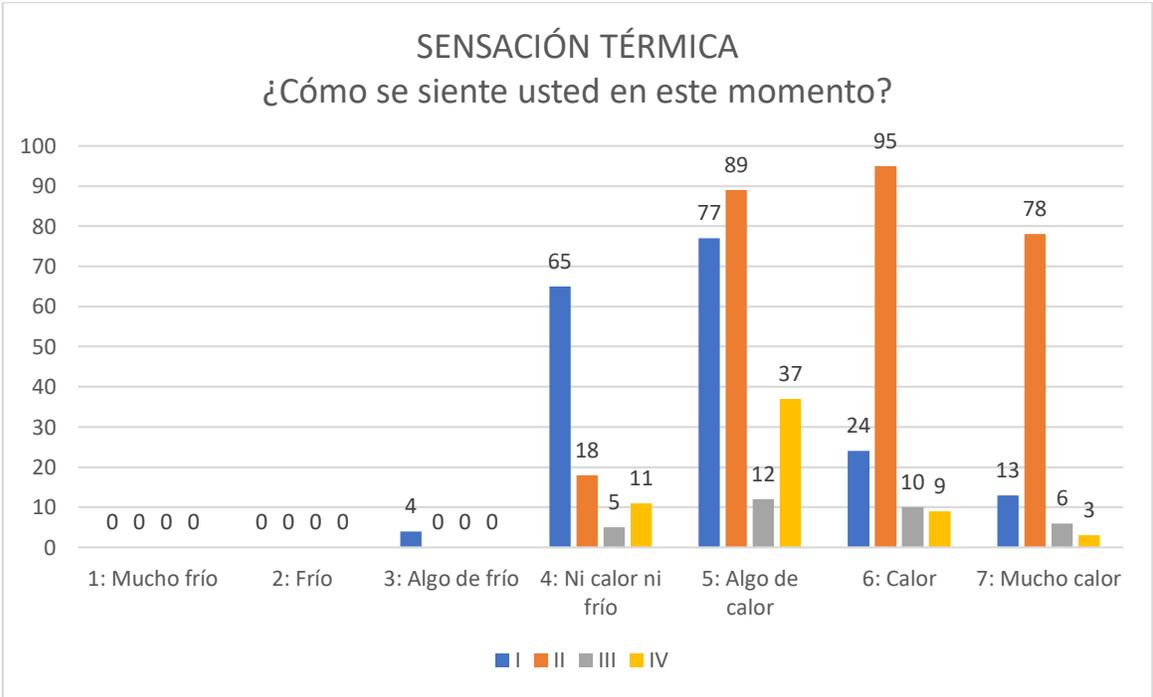
En la figura 28 se muestra el resultado de las actividades realizadas dentro de casa que pueden generar calor adicional, como pueden ser cocinar, utilizar dispositivos electrónicos, realizar ejercicio u otras actividades pueden modificar la sensación térmica, haciendo que una persona se sienta más acalorada.

En este caso, se presentó en los resultados de la encuesta que los habitantes se encontraban en una actividad moderada, lo cual ayuda a que la percepción del ambiente al momento de contestar el cuestionario, fuera más preciso ante su sensación térmica. La capacidad

de controlar la temperatura dentro de la casa permite ajustar las condiciones según las preferencias y necesidades individuales.

SECCIÓN 3.2 PERCEPCIÓN DEL AMBIENTE HIGROTÉRMICO AL INTERIOR DE LA VIVIENDA

A. Figura 29. Sensación Térmica

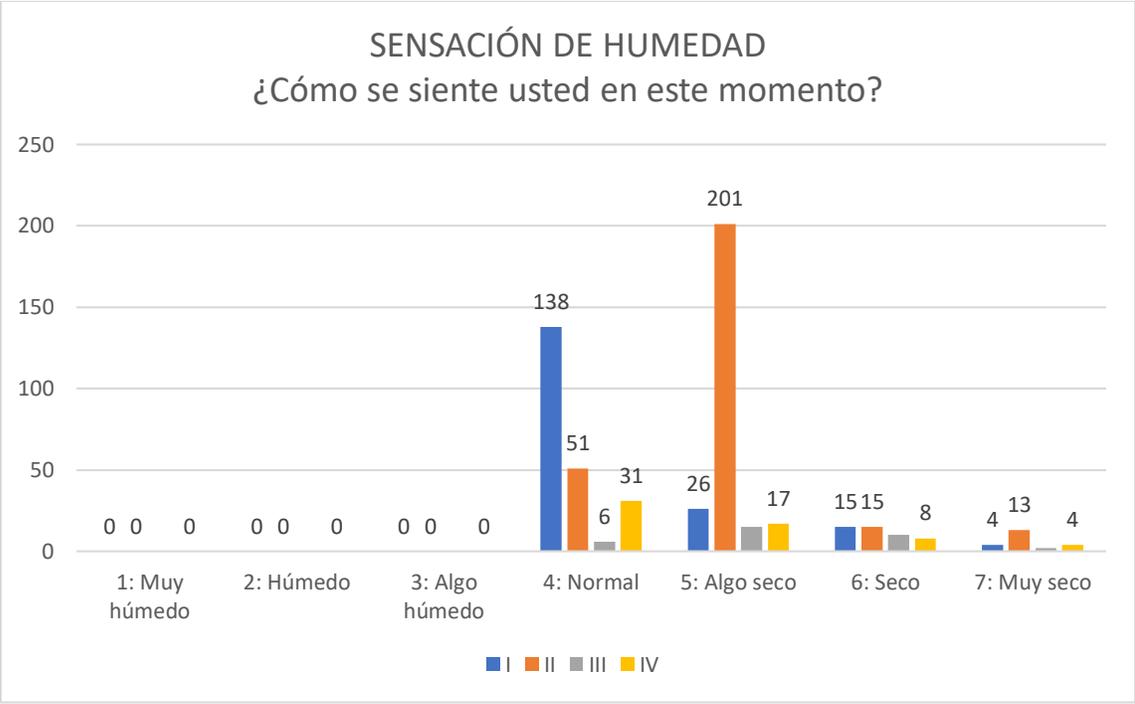


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

En la figura 29 se muestran las encuestas sobre cómo se sentían los habitantes en el momento exacto de aplicarles el cuestionario, en referencia a la sensación que percibían en cuanto al frío o calor, sobre el rango estipulado, en el cuadrante II sentían algo de calor, el cual se localiza al noroeste de la ciudad. La opción de calor predominó al suroeste en el cuadrante III; y, hacia el sureste, el cuadrante IV percibía mucho calor, lo cual indica que la orientación de cada una de las viviendas recibía una sensación térmica variable.

Sin embargo, en el cuadrante I y II, la mayor parte de los usuarios sentían que no tenían ni frío ni calor, y lo que menos sentían era frío, al contrario, el cuadrante III fue el más alto en que su sensación térmica era calor y mucho calor, siendo éste el que se localiza al noroeste de la ciudad.

B. Figura 30. Sensación de Humedad



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

Anteriormente mencionamos que la humedad juega un papel muy significativo en la percepción del ambiente, y en la figura 30 se observan resultados de la encuesta realizada al respecto. Así, tenemos que la humedad influye en la comodidad de los que la habitan, ya que, dentro del confort, la humedad relativa entre el 30% y el 60% es cómodo para la mayoría de las personas, siendo este rango en el que el aire no está demasiado seco ni demasiado húmedo.

Tanto la sequedad como la humedad relativa fueron las que se pudieron medir con esta encuesta, al momento de la entrevista se observó que en el cuadrante II (Noroeste) y IV (Sureste)

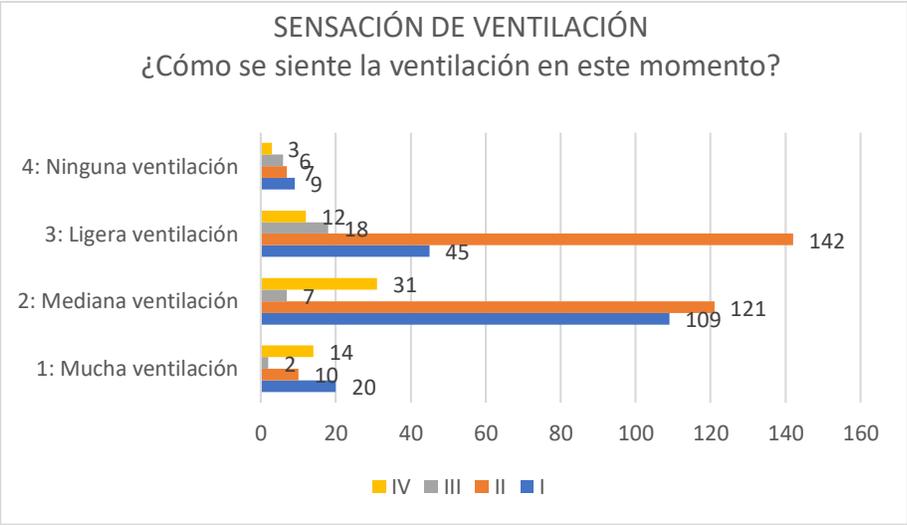
los encuestados manifestaron que se sentía algo seco el ambiente, mientras tanto, el cuadrante I (Noreste) y III (Suroeste), su ambiente era percibido normal.

Dentro del control de la humedad influyen factores ambientales tales como la ventilación, la cual debe ser adecuada y esencial para controlar la humedad al interior de la vivienda, es decir, la renovación del aire contribuye a mantener niveles de humedad equilibrados. Así como también, el uso de plantas que algunas viviendas tenían al momento de la encuesta, contribuía a mantener niveles saludables de humedad en el aire.

Para que el viento pueda ingresar a la vivienda, los huecos de ventanas y puertas deben estar colocados de acuerdo con las condiciones geográficas adecuadas, es decir, la ubicación de la vivienda influye en la sensación de humedad, ya que ésta varía según la ubicación geográfica. En regiones costeras o áreas con climas tropicales tienden a tener niveles de humedad más altos.

En este proyecto de investigación es esencial el monitoreo y control de humedad en el interior de una vivienda para mantener un ambiente saludable y confortable, bajo un equilibrio adecuado que contribuye significativamente al bienestar de los ocupantes y a la preservación de la integridad estructural de la vivienda.

C. Figura 31. Sensación de Ventilación



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

La sensación de ventilación se observa en la figura 31, donde de manera adecuada ayuda a mantener un ambiente interior más cómodo y agradable, éste puede ser logrado con la combinación de estrategias de ventilación natural, con un diseño arquitectónico planificado con factores que aporten a mejorar significativamente la calidad del aire y la sensación general de la vivienda.

Es por ello que la encuesta requería obtener datos de los habitantes del cómo era su percepción de la ventilación en ese preciso momento, y la mayoría de las personas que se encontraban en el cuadrante II (Noroeste) y III (Suroeste) manifestaron que su ventilación era ligera y mediana; por otra parte, en el cuadrante I (Noreste) su percepción de ventilación era ninguna, es decir, ingresaba muy poco aire, en cambio, el cuadrante IV (Sureste) predominaba mucha ventilación.

Esto nos indica, que, de acuerdo con la orientación de los huecos de ventanas y puertas de cada uno de los cuadrantes, el ingreso del viento al interior de la vivienda cambiaba completamente y se aprovechaba de diferente forma; en algunas ocasiones, el aire era favorable para el ambiente, pero en otras no era suficiente.

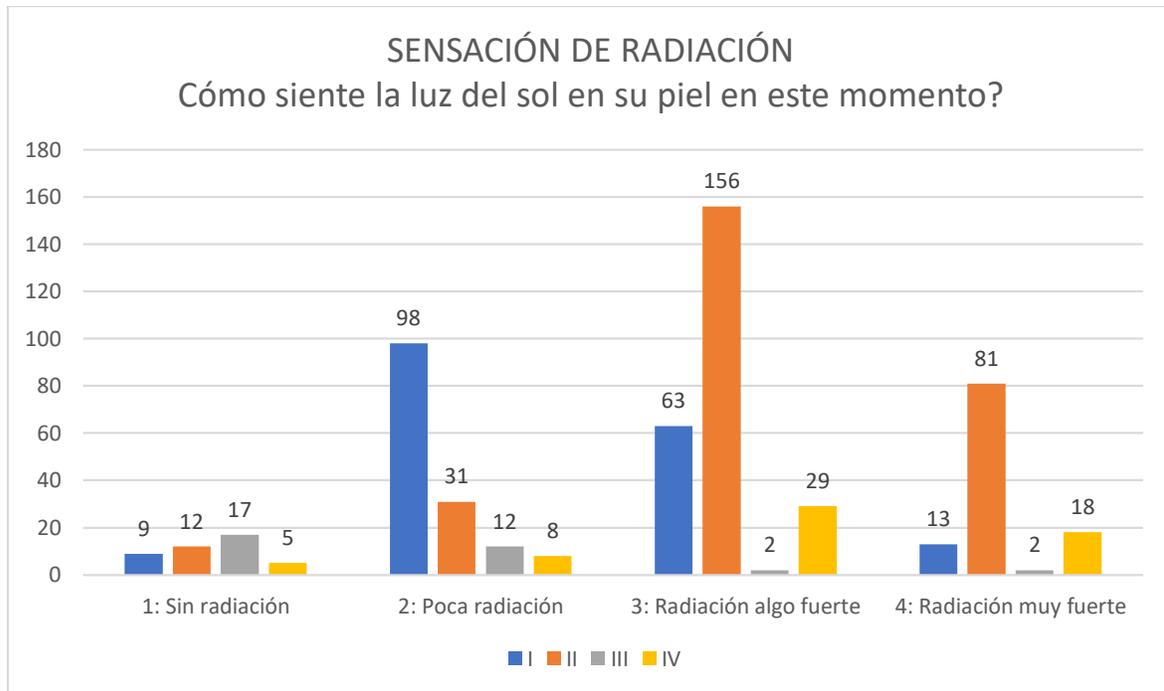
En la misma vertiente, se puede decir que la consideración sobre la sensación de la ventilación al interior de una vivienda se remite a la circulación del aire, el cual contribuye a dar una sensación de frescura y disminuye o elimina algunos olores que no son deseados al interior, además, la ventilación natural a través de ventanas y puertas es una forma eficaz de renovar el aire interior, creando una conexión de la sensación con el exterior.

Podemos decir que una ventilación adecuada siempre va a contribuir en la calidad del aire al interior porque reduce la concentración de contaminantes, y que las condiciones climáticas exteriores pueden afectar la sensación de ventilación, por ejemplo, en climas cálidos, la brisa natural puede proporcionar sensación de frescura, mientras que, en climas fríos, la ventilación controlada puede evitar la acumulación de aire viciado.

También, dentro de los resultados de esta sección, se reafirma que la ubicación estratégica de las ventanas permite las corrientes de aire natural y la entrada de luz natural, y eso mejora la sensación de ventilación y luminosidad.

Otros factores importantes respecto a esta circulación de aire al interior de la vivienda son tanto el tamaño como la distribución de los espacios: entre más abiertos y mejor distribuidos serán más favorables para esta circulación de aire.

D. Figura 32. Sensación de Radiación



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

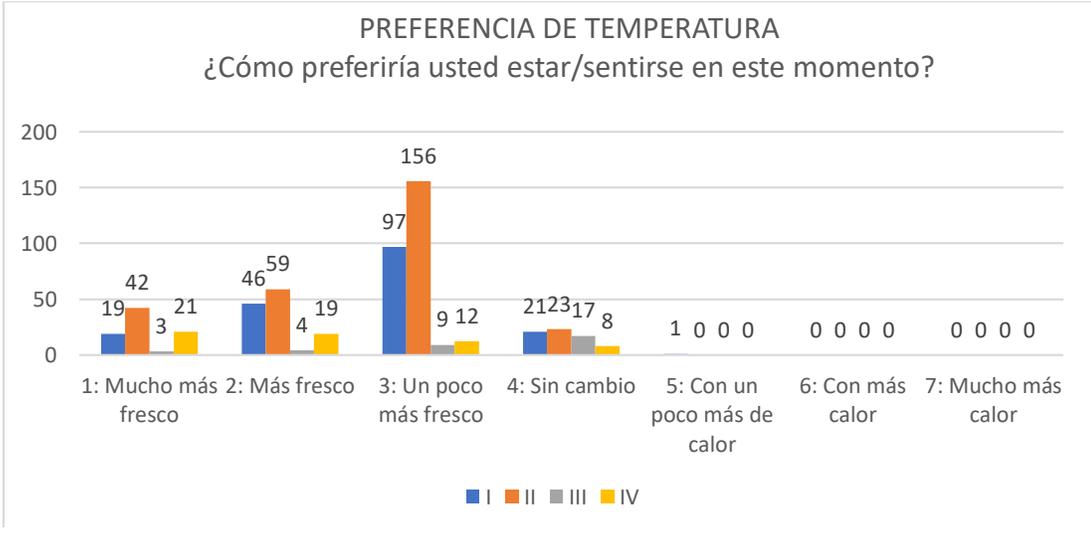
La sensación de radiación al interior de una vivienda tiene una relación con la incidencia de los rayos del sol y otras fuentes de calor en el ambiente interior. Algunas consideraciones se sensación de radiación tienden a ser cuando la radiación solar es directa a través de las ventanas, ya que puede calentar el interior de la vivienda, lo cual puede ser beneficioso en climas fríos, pero puede contribuir al calentamiento excesivo en climas cálidos.

Por otra parte, funge como iluminación natural, es decir la radiación solar entra en forma de luz natural y mejora la iluminación interior, logrando una sensación de espacio más abierto y luminoso.

En los resultados de las encuestas, cuando se les preguntó a los habitantes cómo sentían la luz del sol en su piel en ese momento, en el cuadrante que se localiza al Noreste y Sureste manifestaron que sentían la radiación algo fuerte; mientras que en el cuadrante I, localizado al Noreste, su percepción era de poca radiación y en el cuadrante III (Suroeste) del fraccionamiento manifestaron no sentir radiación.

Estos resultados se obtuvieron de acuerdo con la orientación de cada vivienda, porque la incidencia era obtenida a través de la ubicación de sus ventanas y puertas, de esta manera es que se aprovechaba la radiación solar, o bien, perjudicaba si la ubicación de éstas no era la adecuada.

E. Figura 33. Preferencia de Temperatura



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

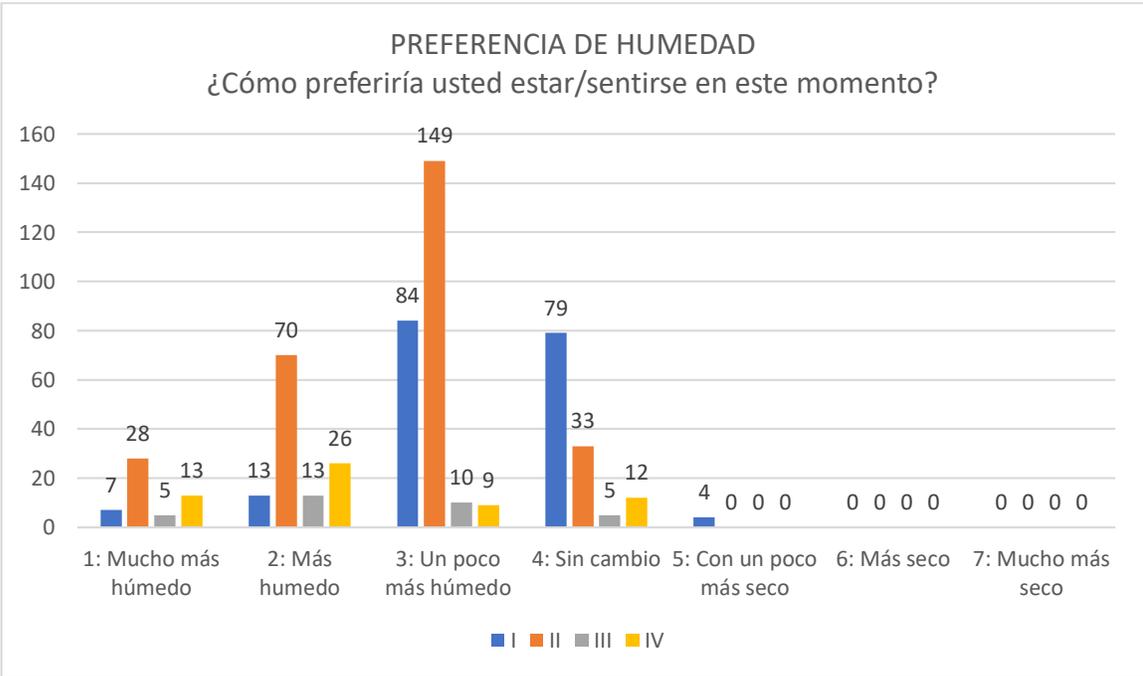
En la Figura 33, la pregunta de cómo preferirían estar o sentirse en ese momento, según la temperatura ambiente y la percepción de la misma, tanto en el cuadrante I (Noreste) y II (Noroeste) preferían sentirse un poco más fresco, o bien, más fresco; por otra parte, el cuadrante localizado al Suroeste de la ciudad, decía que estaban bien, que no requerían cambios, la temperatura que ellos percibían era adecuada en su sensación térmica; por su parte, en el cuadrante IV, que se localiza al Sureste, necesitaban que el ambiente se sintiera mucho más fresco.

Referente a la percepción de preferencias de temperatura, es significativamente variable entre los individuos debido a factores personales, de salud y ambientales. Sin embargo, los rangos de temperatura más comunes que son considerados cómodos para la mayoría de las personas, en general, son niveles de temperatura entre los 20 y 25 grados Celsius, tomando en cuenta las actividades cotidianas en el hogar. También influye la edad, el género, la salud, la vestimenta, las preferencias personales y el nivel de actividad que realiza cada persona.

Además, estas preferencias de temperatura pueden cambiar según sea la estación del año, es decir, prefieren temperaturas más frescas en verano y en invierno más cálidas. Esto tiene que ver con la ubicación geográfica y el clima que predomina en la zona que se encuentra la vivienda.

Es fundamental considerar que, al establecer la temperatura en el hogar, las preferencias individuales y contextuales son muy diversas, ya que la capacidad y flexibilidad de ajustar la temperatura de acuerdo con las preferencias personales son clave para lograr un ambiente cómodo y habitable.

F. Figura 34. Preferencia de Humedad



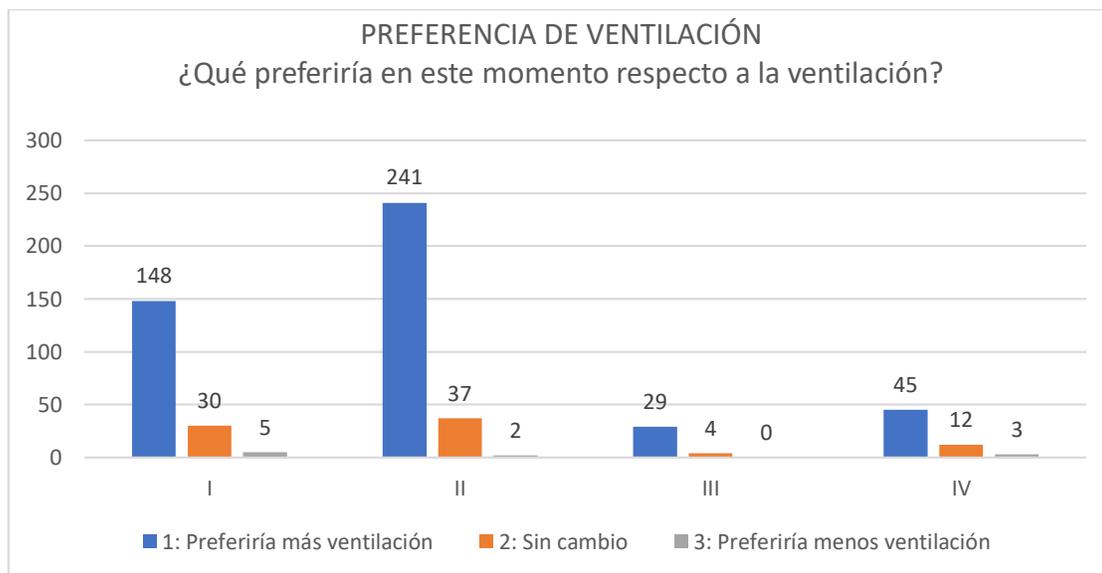
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

La figura 34 muestra los resultados de la preferencia de los habitantes respecto a la humedad, pues encontrar un equilibrio en los niveles de humedad es fundamental para proporcionar un ambiente al interior de la vivienda que sea cómodo y saludable. Adaptarse a las preferencias individuales considerando factores ambientales y de salud ayuda a crear un ambiente habitable y que sea de agrado para las personas dentro de él.

Es por eso que a los habitantes se les preguntó que cómo preferían estar o sentirse en ese momento respecto a la humedad registrada y percibida por ellos.

En los resultados arrojados en la encuesta, los habitantes del cuadrante I (Noreste) y II (Noroeste) sentían que el ambiente debería ser un poco más húmedo; los del cuadrante II (Suroeste) necesitaban que fuera más húmedo; mientras tanto, en el cuadrante IV (Sureste) decían que sentían que debería ser más húmedo para sentirse más cómodos en el ambiente.

Figura 35. Preferencia de Ventilación



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

En la gráfica que se muestra en la Figura 35 se observa que según el clima que predomina en Culiacán, y en el momento de realizar la encuesta, los habitantes de los cuatro cuadrantes prefieren una mayor ventilación. Ellos mostraron inquietud en cuanto el poco aire que ingresaba a las casas a través de las ventanas y puertas.

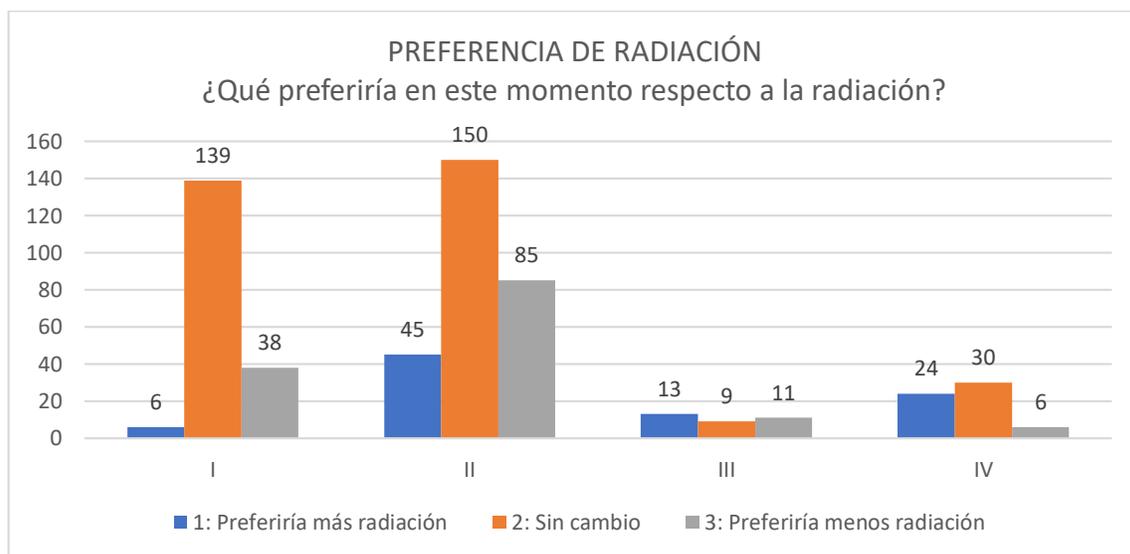
Hay que recordar que las preferencias de ventilación al interior de una vivienda pueden variar según las preferencias individuales, las condiciones climáticas, la salud y otros factores que pueden influir.

Además, poder ubicar las ventanas y puertas en el diseño de una vivienda es pieza clave para que ingrese el viento al interior, y que de esta manera se genere una buena circulación del mismo, sin embargo, para poder diseñar estos huecos, es importante la orientación y, además, el clima de la ciudad para saber hacia dónde mueven estas corrientes de viento.

Tanto la ventilación natural, el flujo de aire cruzado, la calidad del viento al interior de la vivienda como la ventilación nocturna son importantes para que el ambiente sea agradable al interior, ya que la circulación de aire es generada con la apertura de ventanas en lados opuestos de la vivienda para permitir que el aire circule, buscando mantener una buena calidad de éste y eliminar contaminantes y renovar oxígeno.

Es esencial considerar la diversidad de preferencias individuales y contextuales al establecer prácticas de ventilación en el hogar, tanto en el diseño arquitectónico como en la ubicación geográfica y la capacidad de ajustar la ventilación según las necesidades individuales, lo cual contribuye a lograr un ambiente al interior saludable y cómodo para los habitantes.

G. Figura 36. Preferencia de Radiación

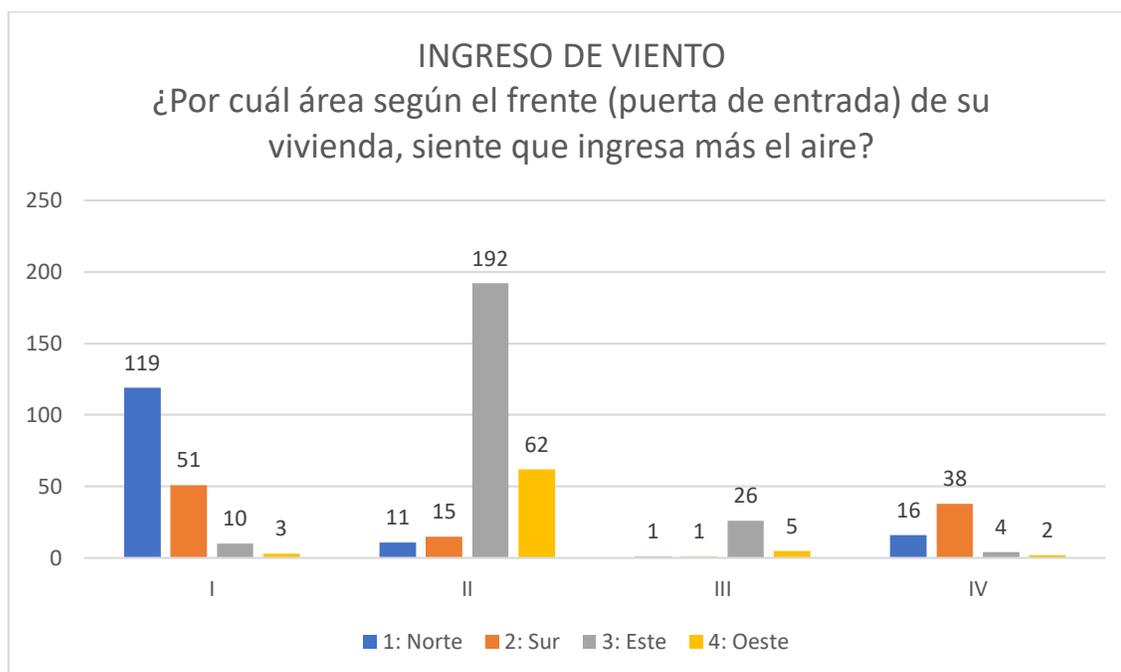


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

Es muy importante considerar las preferencias individuales y las condiciones específicas del entorno al gestionar la entrada de radiación en una vivienda, pues eso influye en los elementos arquitectónicos como la orientación de las ventanas. Es por ello que a los habitantes encuestados se les hizo la pregunta de qué preferirían en este momento respecto a la radiación, y los resultados fueron altos en el cuadrante I (Noreste), II (Noroeste) y IV (sureste), quienes respondieron que no preferían cambios, porque los ingresos de los rayos solares para ellos eran adecuados. De lo contrario, en el cuadrante III, localizado al suroeste del fraccionamiento, opinaron que preferían más radiación.

En la figura 36 se muestra que la interpretación de la radiación al interior de una vivienda se da de diferentes maneras, puede ser tanto directa, es decir, algunas personas prefieren una cantidad adecuada de entrada de radiación solar directa a su hogar, porque proporciona iluminación natural y contribuye al calentamiento pasivo en climas fríos, como también, esta radiación se manifiesta como calor térmico, el cual puede ser preferido por algunas personas debido a la sensación de calor directo en objetos.

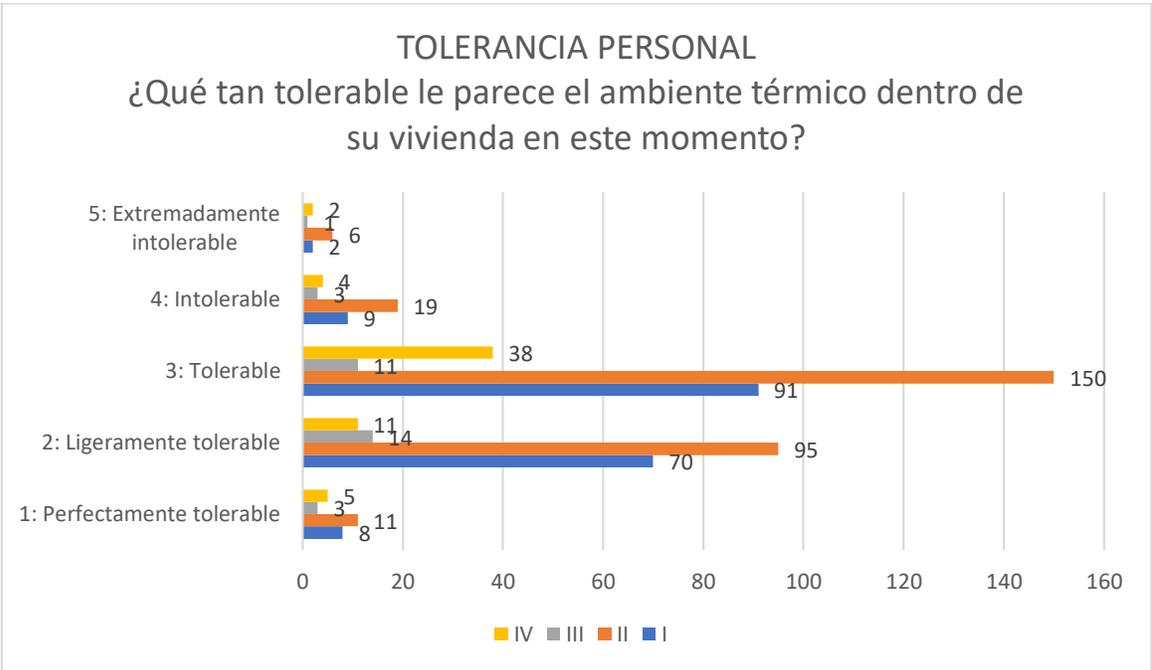
H. Figura 37. Ingreso de Viento



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

La gráfica de la figura 37 hace referencia al ingreso del viento al interior de las viviendas. Debido a la orientación de cada cuadrante, al momento de preguntarles a los habitantes por cuál área el frente (puerta de entrada) de su vivienda, sentían que ingresaba más aire, los del cuadrante I, localizado al noreste de la ciudad, respondieron que hacia el norte. Los del cuadrante II (noreste) y II (Suroeste) dijeron que había mayor ingreso hacia el este y, los del cuadrante IV (sur este) hacia el sur.

I. Figura 38. Tolerancia Personal



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

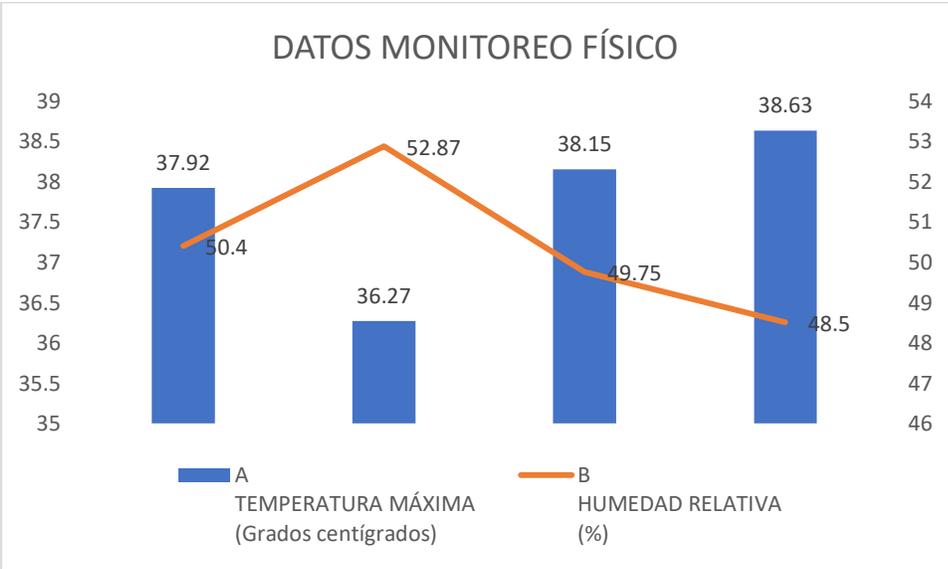
La tolerancia de cada persona al interior de una vivienda se refiere a su capacidad de adaptarse y sentirse cómoda en las condiciones térmicas existentes. Los resultados de esta pregunta se muestran en la gráfica obtenida en la Figura 38. Esta tolerancia varía entre individuos y puede estar influenciada por diversos factores, tales como la diferencia de niveles ante la tolerancia del frío y al calor, o la edad, el género y la percepción del ambiente térmico.

Además, cada cuerpo tiende a adaptarse de diferente manera en cada estación del año, porque las personas pueden tener una mayor tolerancia al frío durante el invierno y una mayor tolerancia al calor en verano. Esto se debe a la exposición continua a las condiciones térmicas que conducen a la aclimatación, donde las personas se adaptan y desarrollan mayor tolerancia a ciertas condiciones específicas.

Por estas razones, al momento de la entrevista, se les preguntó a los habitantes qué tan tolerable les parecía el ambiente térmico dentro de su vivienda en el momento exacto de la entrevista, y los resultados obtenidos fueron que en el cuadrante I (noreste), III (suroeste) y IV (sureste), manifestaron que era tolerante la percepción térmica dentro de su vivienda, pero hacia el suroeste del fraccionamiento, en el cuadrante III, les parecía ligeramente tolerable, es decir, el rango de tolerancia era mejor en esa parte de la ciudad.

Cabe mencionar que gestionar la eficacia de la tolerancia al ambiente térmico implica tener en cuenta la diversidad de factores que se presentan, desde un diseño ambientalmente consciente hasta sistemas de control térmico flexibles que pueden contribuir a crear un ambiente interior que sea cómodo y adaptable para los ocupantes.

4. Figura 39. Datos Monitoreo Físico



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta aplicada a la muestra

La Figura 39 de los datos de monitoreo físico recopila datos sobre la percepción que los habitantes presentaban ante cada uno de los factores que influyen para medir la sensación térmica al interior de la vivienda, los cuales fueron obtenidos por medio del cuestionario aplicado en la entrevista a la muestra seleccionada. También fue necesario, en un apartado del mismo instrumento, obtener los datos de monitoreo físico, los cuales son la temperatura máxima medida en grados centígrados con un termómetro al interior de la vivienda, y también, la humedad relativa, la cual se midió en porcentaje mediante un higrómetro.

Para la obtención de estos datos, fue necesario pedirles acceso a los habitantes a su vivienda para la toma de la temperatura y la humedad relativa.

Después de la recopilación de cada medición por vivienda, se obtuvo la temperatura máxima y la humedad relativa promedio, lo cual arrojó resultados por cada cuadrante que fue dividido el fraccionamiento.

En el cuadrante IV, al suroeste del fraccionamiento, se obtuvo una temperatura máxima mayor de 38.63 grados centígrados, y su humedad relativa fue del 48.5%.

En el cuadrante I, con 37.92 grados centígrados; hacia el Noreste, su humedad relativa fue de 50.4%, y el III con 38.15 grados centígrados ubicado en el Suroeste, con una humedad relativa de 49.75%, estas temperaturas se obtuvieron con porcentajes muy similares.

Y, en el cuadrante II, localizado al Noroeste del fraccionamiento, la temperatura disminuyó a 36.27 grados centígrados promedio, pero la humedad relativa aumentó a 52.87%, siendo en este cuadrante donde se obtuvo la humedad relativa más elevada del fraccionamiento.

#### Descripción de las viviendas en el sitio de estudio

El Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro se ubica en la parte norte de la ciudad de Culiacán, es un conjunto de viviendas de interés social. La figura  muestra la ubicación de este centro poblado. Las viviendas tipo de este fraccionamiento están construidas en un terreno de 16 m de largo y 6 m de frente, en el lado orientada a la calle tienen tres aberturas: una que corresponde a dos ventanas, una en la recámara frontal con dimensiones de 1.00m x 1.20m; otra en la sala, con dimensiones de 1.00m. x 1.40 m, y la puerta de entrada, con dimensiones de

0.90m x 2.00m; en su parte derecha, y junto a la sala, se tiene el área de cocina de 2.50m por 3.08m y una ventana hacia el patio con dimensiones de 1.00m x 1.00m, en la mitad del lado derecho se tienen dos recámaras, cada una con una ventana con entrada de viento por el frente y otra entrada de viento desde el patio. En la mitad izquierda sí es posible establecer ventilación cruzada, pero en la mitad derecha —por el uso del espacio— no puede tenerse ventilación cruzada, por lo que se requerirá realizar intervención en el diseño original para que haya ingreso y egreso de aire en esa sección.

Figura 40. Ubicación y vivienda tipo de la investigación



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Google Earth 2021, y fotografía tomada de la vivienda muestra del sector

En la figura 40 se puede observar la ubicación y el prototipo de vivienda de interés social del sector del fraccionamiento seleccionado para el estudio de la mejoría de la sensación térmica dentro de la vivienda. Se procedió a determinar el área de las ventanas que deben tener las viviendas con base en la velocidad y dirección del viento, de la temperatura, la densidad del aire y la presión que ejerce el viento sobre la vivienda.

La presión dinámica del viento sobre la vivienda se determina mediante la ecuación 1, definida anteriormente, cuya expresión es:

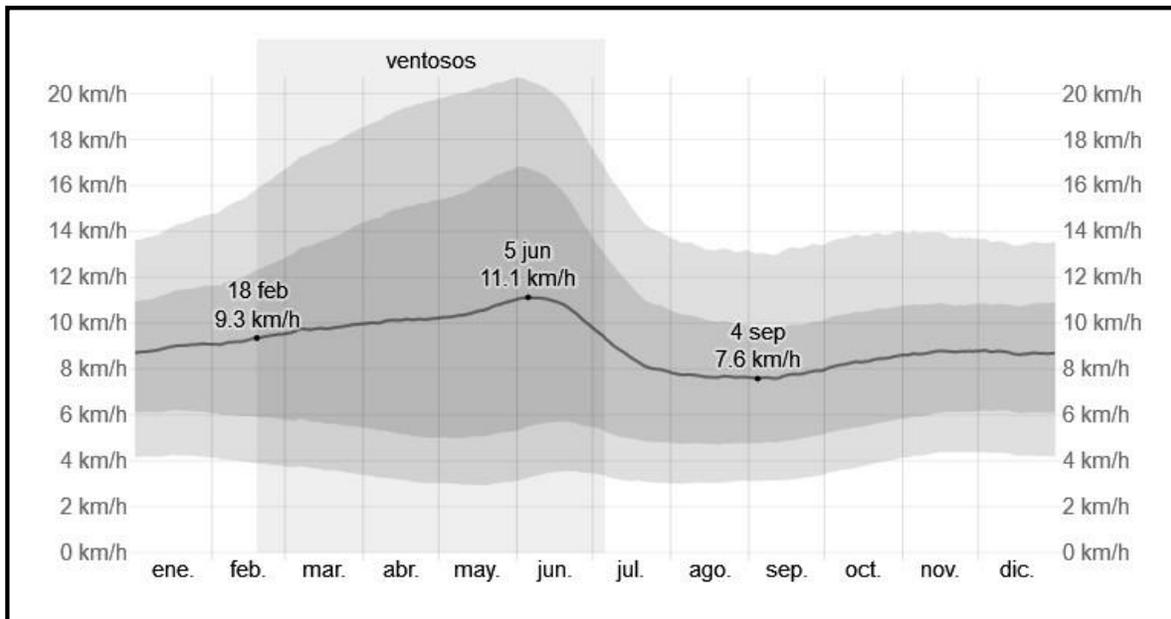
$$pw = \frac{1}{2}\rho v^2$$

Para ella se utilizarán los datos siguientes

$\rho = 1.1382 \text{ kg/m}^3$  para una temperatura de  $39^\circ$  media anual correspondiente al mes de agosto.

$v =$  velocidad del viento  $8 \text{ km/h}$ , que equivale a  $2.22 \text{ m/s}$ , obtenida de la ilustración 3.

Figura 41. Velocidades Promedio Anual del Viento para Culiacán Sinaloa



Fuente: Comisión Nacional del Agua, 2021

Por lo tanto, haciendo las sustituciones se obtiene

$$pw = 2.80475 \text{ pa}$$

La presión no es uniforme en el frente de la vivienda, ni en barlovento ni en sotavento, por lo que debe usarse un coeficiente de presión en cualquier punto. Así que debe determinarse un coeficiente de presión ( $C_p$ ) en cualquier punto de la vivienda mediante dos parámetros

bidimensionales relacionados con la incidencia del viento: el coeficiente de presión vertical  $C_{py}$  y el horizontal  $C_{px}$ . El coeficiente total será el menor de los dos valores calculados.

Antes del cálculo del Coeficiente de Presión debe calcularse la altura relativa del punto de ingreso de viento a la ventana con respecto a la altura de la vivienda, utilizando la ecuación @

$$h_r = \left(\frac{h}{H}\right)100$$

Cuyos datos son;

$$h = 1.0\text{m}$$

$$H = 2.6\text{m} \quad \text{sustituyendo los datos en la expresión @ resulta que:}$$

$$h_r = 38.46\% \text{ o bien } 0.3846$$

Para  $h_r < 70$  el Coeficiente de Presión Horizontal se calcula con la ecuación @:

$$C_{ph} = 0.7 + (0.3 h_r/70)$$

Sustituyendo el valor de  $h_r$  resulta:

$$C_{ph} = 0.8648$$

La distancia horizontal al punto de ingreso se calculará con la expresión:

$$x_r = \left(\frac{x}{W}\right)100$$

Cuyos datos son;

$$X = 1.50 \text{ m} \quad \text{distancia al punto de ingreso de aire}$$

$$W = 6\text{m} \quad \text{Ancho total de la vivienda}$$

Al sustituir los datos el valor es:

$$x_r = 25\% \text{ equivalente a } 0.25$$

$$\text{Para } x_r < 50$$

$$C_{px} = 0.65 + 0.007 x_r$$

Al sustituir los datos resulta lo siguiente

$$C_{p_x} = 0.825$$

Donde el valor de  $C_p$  del punto de cálculo se tomará la cantidad menor que es

$$C_{p_x} = 0.825$$

La presión del viento incidente en cada punto de la vivienda se obtiene con ayuda de la ecuación @ cuya expresión es:

$$p = p_w C_p$$

cuyos datos son:

$$p_w = 2.80475 \text{ pa}$$

$$C_p = 0.825$$

Al sustituir los datos en la expresión se obtiene:

$$P = 2.3139 \text{ pa}$$

La tasa de ventilación que pasa por la ventana, mismo que se calcula con la expresión @

$$Q = 0.827 A (\Delta p)^{0.5}$$

Cuyos datos son:

$$A = 1.2 \text{ m}^2 \quad \text{área del claro libre de la ventana}$$

$\Delta p = 0.5 \text{ pa}$  Diferencias de las presiones de los claros libres de las dos aberturas de ventilación cruzada, valor estimado de la figura @ usando la gráfica que corresponde a un centro urbano.

Al sustituir los datos se obtiene el siguiente resultado:

$$Q = 0.70173 \text{ m}^3/\text{s}$$

El viento del exterior tiene mayor temperatura que el interior, la ventilación se traducirá en un incremento de temperatura y viceversa, para ello es necesario determinar el calor sensible que impacta al interior y se determina con la siguiente expresión:

La tasa de calor sensible que impacta el interior de una vivienda se calcula con la siguiente expresión:

$$q_s = 1200 Q \Delta t$$

cuyos datos son:

$$Q = 0.70173 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$T_e = 33^\circ\text{C} \quad \text{Temperatura del exterior de agosto}$$

$$T_i = 29^\circ\text{C}$$

Temperatura del interior de agosto

Por lo que la tasa de calor que impacta a la vivienda es

$$q_s = 1200 Q \Delta t = 1200 (0.70173)(4) = 3368.304 \text{ W}$$

La tasa de ventilación requerida para remover los 3368.304 W de calor de la recámara 1, que tiene un área de 10.1085 m<sup>2</sup> con 2.7 m de altura con las temperaturas exterior de 33°C e interior de 29°C

$$Q = q_s / 1200 \Delta t = 3368.304 / 1200(4) = 0.70173 \text{ m}^3/\text{s}$$

La renovación del aire local es

$$N = (3600 Q) / \text{vol}$$

Cuyos datos son:

$$Q = 0.70173 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Vol} = 27.3 \text{ m}^3$$

Al sustituir los datos resulta

$$N = 34.2725275 \text{ cambios de aire por hora}$$

Con estos valores, se puede calcular el área de las ventanas con base en el flujo de ventilación requerida con la siguiente expresión:

$$A_e = Q / (\text{Cfr } V \text{ sen } \theta)$$

Donde:

A<sub>e</sub> Área de la entrada de aire en m<sup>2</sup>

Q= Tasa de ventilación requerida en m<sup>3</sup>/s

Cfr Efectividad de las aberturas de la entrada

V Velocidad del viento al nivel de la ventana en m/s

θ Ángulo de incidencia del viento

Para el cálculo de la Cfr se requiere obtener la relación de áreas entre las ventanas de salida y ventanas de entrada  $R_v = A_s / A_e$ , como las áreas de entrada de viento y de salida son iguales  $R_v = 1$

Por lo que Cfr será el siguiente valor

$$C_{fr} = 0.6((R_v / (1+R_v^2))^{0.5}) / \text{sen } 45^\circ = 0.6((1 / (1+1^2))^{0.5}) / \text{sen } 45^\circ = 0.6$$

Y considerando que  $Q = 0.70173 \text{ m}^3/\text{s}$  y si la incidencia del viento es perpendicular a la vivienda  $\Theta = 90^\circ$ , y la velocidad del viento al nivel de la ventana es de 2.2 m/s sustituyendo los valores en la ecuación @ resulta que el área de la entrada de aire será:

$$A_e = Q / (C_{fr} V \text{ sen } \theta) = 0.70173 \text{ m}^3/\text{s} / (0.6(2.2\text{m/s}) \text{ sen } 90^\circ) = 0.5316 \text{ m}^2$$

## Conclusiones

Como conclusión general, la vivienda de interés social, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas (ONU), es considerada como una unidad habitacional que satisface normas mínimas de construcción que deben de proporcionar seguridad, higiene y comodidad, la cual, a través del tiempo, fue modificando su conceptualización, ya que desde sus inicios ha tenido avances significativos que han evolucionado, respectivamente, hasta considerarla como una construcción que debe de contar con espacios que la conforman bajo un reglamento de construcción, es decir, cuenta con sala, comedor, cocina, dos recámaras y patio de servicio.

Según el reglamento de construcción vigente, el régimen de vivienda de interés social en casa habitación debe contar con un mínimo de 38 metros cuadrados de construcción, y con iluminación y ventilación adecuada. Además, se ha logrado una relación entre la vivienda y sus habitantes, así como su entorno interior y exterior, puesto que el concepto ha ido cambiando a través del tiempo, la sociedad y la cultura, con la finalidad de obtener una mejor calidad de vida mediante la innovación de diseños arquitectónicos y en la producción de vivienda.

Sin embargo, la problemática que existe en México se ha manifestado en la construcción de viviendas de interés social sin prestar atención en los impactos económicos, ambientales y sociales, por lo tanto, se han implementado estrategias a través de programas nacionales de vivienda que han contribuido para la construcción de viviendas dentro del medio de la sustentabilidad.

Esta investigación sobre el Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, tuvo el objetivo principal del análisis del sector seleccionado, a fin de generar estrategias para obtener el confort ambiental adecuado al interior de las viviendas de interés social que favorezcan la sensación térmica, mediante la influencia de los parámetros ambientales y los factores de aceleración que influyen en ella.

De esta manera, con la obtención de datos para generar avances en el concepto de vivienda de interés social del sector ubicado en la traza urbana, los resultados obtenidos muestran la influencia que tienen los parámetros en la sensación térmica, así como también la manera en la cual sus habitantes pueden obtener un confort ambiental al interior de la vivienda a partir de esos datos.

Cabe mencionar que los parámetros ambientales se obtuvieron de la base de datos climatológicos seleccionando los registros necesarios referente al clima de la ciudad de Culiacán del sector de estudio.

Con la muestra de las viviendas, se aplicaron las encuestas y se obtuvo el total de registro de humedad relativa y la temperatura ambiente al interior de ellas. Además, con la orientación del fraccionamiento en la traza urbana de la ciudad, se ubicó la dirección de los vientos de cada una de las viviendas de la muestra buscando cómo ingresa al interior.

Los instrumentos y actividades de campo realizadas de acuerdo a la región y la zona, permitieron conocer el efecto de forma cualitativa del resto de los factores internos y externos que influyen en la sensación térmica, que varían según las características y función de cada una de las personas que habitan la vivienda. A partir de todo lo anterior, se logró dar solución al balance de niveles de sensación térmica y así obtener un confort ambiental adecuado para ellos.

La hipótesis planteada en este proyecto de investigación refiere que la sensación térmica percibida por los habitantes al interior de la vivienda de interés social del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro puede tener un confort ambiental, considerando el nivel de temperatura exterior y el nivel de temperatura exterior, así como el diseño de las infiltraciones del aire al interior de la vivienda y su orientación dentro de la traza urbana de Culiacán.

Con el análisis de los resultados, se valoró la sensación térmica al interior de la vivienda con los datos obtenidos que influyen en los niveles de confort ambiental bajo los parámetros que lo generan, donde la sensación térmica que perciben los habitantes se confirma que se debe a los cambios climáticos que se presentan en la ciudad de Culiacán durante el transcurso de los años, y que a falta de una guía de planeación de diseño y construcción de las viviendas en el sector del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, no se tienen las orientaciones adecuadas para el ingreso del viento.

Por lo tanto, no es posible aprovechar los vientos dominantes que, al ingresar a la vivienda, pueden ser aprovechados para que este factor modifique y nivele la temperatura y así los habitantes perciban el espacio más confortable.

De esta manera, la influencia de los parámetros ambientales tales como la velocidad del viento, la humedad relativa y la temperatura ambiente, se pueden conducir para ser aprovechados en la obtención del confort ambiental al interior de la vivienda, de la orientación adecuada tanto de las ventanas como las puertas según sea el diseño del fraccionamiento dentro

de la traza urbana de Culiacán, puesto que, se pueden diseñar aditamentos a las viviendas para que el ingreso del viento tenga una buena circulación al interior.

Cabe mencionar que la sensación térmica percibida por los habitantes llega a ser confortable a través del nivel de temperatura del exterior y del interior, donde el diseño y orientación de cada vivienda podría ser diferente según la traza urbana de la ciudad, esto se debe a que, durante las diferentes épocas del año la temperatura tiene variaciones constantemente, y los factores que influyen se pueden utilizar para que la sensación de estas temperaturas mejore.

El factor del viento ingresa a la vivienda por las ventanas y puertas, introduciéndolo de manera adecuada, además de dar mayor oxígeno y remover los contaminantes gaseosos, en la época de verano permitirá disminuir las altas temperaturas y tener condiciones térmicas confortables, ya que el calor es absorbido y acelera la evaporación de la transpiración humana.

De igual forma, el cambio de estado líquido de la transpiración al estado gaseoso hace que el calor se absorba de la superficie de la epidermis, entonces la ventilación al interior de la vivienda removerá el aire caliente, sustituyéndolo por vientos más frescos provenientes del exterior y en forma indirecta también enfriará la vivienda por medio de procesos conectivos.

Por lo tanto, el sistema de ventilación en la vivienda debe hacerse en forma cruzada, para ello, es necesario ubicar dos ventanas en forma estratégica, una orientada hacia el lado de donde provienen los vientos dominantes cuya presión es positiva (barlovento), la otra ventana debe estar ubicada en un sitio donde el viento pueda salir, esa ubicación se llama sotavento y tiene presión negativa, por lo que todos los espacios de las viviendas deberán tener áreas por donde ingrese el viento y otras por donde egrese.

En caso de tener una sola ventana, deberá instalarse dispositivos de ventilación que propicien o bien presiones negativas o positivas y con ello generar un flujo de ventilación, por lo que la circulación del viento a través de los diferentes espacios de una vivienda se determina en función de las diferencias de presión entre los puntos de entrada y salida del aire (Allard, 1988, pág. 27).

Con el estudio realizado y el análisis desarrollado durante esta investigación se pueden generar estrategias para conseguir el confort ambiental en las viviendas de interés social del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro localizado en la ciudad de Culiacán, realizándole modificaciones que favorezcan la sensación térmica que los habitantes perciben al interior de la

vivienda y, mediante estas modificaciones se aprovechen los factores ambientales que influyen en las diferentes épocas del año según el clima.

Es por ello que se requiere que el diseño de las viviendas del fraccionamiento se base en lineamientos desde la planeación de la traza urbana y de acuerdo con las condiciones climáticas durante las diferentes épocas del año, tomando en cuenta que la incidencia solar y los vientos dominantes tienen cambios a lo largo del año e ingresan en distintas posiciones al interior de la vivienda. Así pues, es a través del diseño y de nivelar la temperatura al interior de la vivienda con relación al exterior como se logra una sensación térmica confortable para los habitantes.

Por lo tanto, se llega a la conclusión que se cumple con la hipótesis planteada, tomando en cuenta tanto la problemática como los objetivos de investigación, y proponiendo posibles adecuaciones que aporten soluciones para un mejor confort térmico al interior de las viviendas de interés social del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro en la ciudad de Culiacán Sinaloa.

## **Bibliografía**

- Aguilar, I. G. (2018). Los factores objetivos y subjetivos de habitabilidad en la vivienda urbana. *Arquitectura y Diseño*, 38-41.
- Alderete, J. (2009). Vivienda de Interés Social. *RUA*, 9-11.
- Allard, F. (1988). Natural ventilation in uildings. *Design Handbook*.
- Arballo, B., Kuchen, E., & Alamino-Naranjo, Y. &.-F. (2016). Evaluación de Modelos de Confort Térmico para Interiores. *VIII Congreso Regional de Tecnología de la Arquitectura- CRETA* (págs. 5-9). VIII CRETA.
- Borrás, V. (1 de noviembre de 2008). *Energía a Debate*. Obtenido de Energía a Debate Web site: <https://www.energiaadebate.com/blog/2070/>
- Brian, R. (1969). Obituary. *The Polar Record*, 851-860.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (16 de Junio de 2011). Ley de vivienda. *Nueva Ley pública en el Diario Oficial de la Federación del 27 de junio de 2006*. Mçexico.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de Unión. (10 de Marzo de 2015). *Boletín N° 5246*. Obtenido de <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/esl/Comunicacion/Boletines/2015/Marzo/10/5246-Vivienda-social-debera-contar-con-espacios-minimos-que-atiendan-necesidades-de-privacidad-y-convivencia-familiar>
- Castañeda, W., Czajkowski, J., & Gómez, A. (2021). Confort térmico en vivienda social multifamiliar de clima cálido en Colombia. *Tecnología, medioambiente y sostenibilidad*, 115-123.
- Centro Urbano. (18 de Agosto de 2017). *centrourbano.com*. Obtenido de <https://centrourbano.com/2017/08/18/fovissste-una-historia-compartida/>
- Comisión Nacional de Vivienda. (11 de Enero de 2021). *Gobierno de Mèxico*. Obtenido de Reglas de Operación del Programa de Vivienda Social para el ejercicio fiscal 2021: <https://www.gob.mx/conavi/documentos/reglas-de-operacion-del-programa-de-vivienda-social-2021>
- CONAVI. (2007 de febrero de 2007). *dof.gob.mx*. Obtenido de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4962623&fecha=19/02/2007&print=true](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4962623&fecha=19/02/2007&print=true)

- Correa Delval, N. (2011). Accesibilidad urbana diferencial en los asentamientos humanos periféricos de la ciudad de Culiacán. *Tesis de grado*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- Cortés, S. (2015). Condiciones de confort térmico en áreas de climas templados, las plazas del centro histórico de la Serena (Chile).
- De Anda, A. (2018). Estudio de Confort Térmico en Espacios Interiores de Clima Cálido Seco. Caso: Hospital Regional No. 1 Instituto Mexicano del Seguro Social, Culiacán, Sinaloa.
- Díaz, E., & Sánchez, F. (2005). Características de vivienda de interés básica, social y económica urbana en Puebla-México. *e-Gnosis*, 1-18.
- Diego-Mas, J. (2015). Evaluación del Confot Térmico con el Método de Fanger. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/fanger/fanger-ayuda.php>
- Echeverri, D. (2015). Efecto de las condiciones meteorológicas sobre el desempeño productivo, comportamental y temperatura corporal superficial de vacas hostein, en dos hatos lecheros del departamento de antioquia (Colombia). Medellín.
- Ecksatein, S. (2001). *Poder y protesta popular, Movimientos sociales latinoamericanos*. Obtenido de <https://actorespoliticos.files.wordpress.com>:  
<https://actorespoliticos.files.wordpress.com/2013/08/154850863-susan-eckstein-ed-poder-y-protesta-popular-en-america-latina-2001.pdf>
- Espinosa, C., & Cortés, A. (NOVIEMBRE de 2015). *Revista INVI*. (R. INVI, Ed.) doi:Revista INVI vol.30 no.85 Santiago nov. 2015
- Esteban, Alberto. (2013). *Norma Mexicana, Edificación Sustentable-Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos*. México: Secretaria de Economía. doi:NMX-AA-164-SCFI-2013-4/153
- Ferrini, M. (Septiembre de 2021). El confort térmico y la eficiencia energética en viviendas brasileñas. Brasil.
- Francisco, D. C., Alonso, D. L., Fabián, A., & Gonzalo, P. E. (3 de Agosto de 2022). Sensación y aceptación térmica de usuarios en espacios deportivos con periodo de transición en clima cálido semiseco. *Torreón Universitario*, 11(32). doi:<https://doi.org/10.5377/rtu.v11i32.15077>
- Fuentes, B. (2016). La sensación de frío. *Asociación Meteorológica Española*, 16-19.

- García Peralta, B. (2010). Vivienda social en México (1940-1999). *Universidad Autónoma de México (UNAM)*, 35-70.
- García, C., García, C., Bojórquez, G., & Ruiz, G. (2011). Sensación térmica percibida en la vivienda económica y autoproducida, en periodo cálido, para clima cálido húmedo. *Ambiente construido, Porto Alegre*, 11(4), 99-111.
- García, Carmen; Gonzalo, Morales & Ruiz, Pavel. (24 de noviembre de 2011). Sensación térmica percibida en vivienda económica y autoproducida, en periodo cálido, para clima cálido húmedo. *Universidad Autónoma de Yucatán*, 11(4), 102-104. doi:1678-8621
- Ginés, F. (2015). El efecto del calentamiento global sobre las temperaturas medias y los fenómenos de calor extremo en Castellón. *Repositori UJI*, 1-33.
- Goffin, L. (1984). Arquitectura Bioclimática. *eadic*. Recuperado el 28 de Junio de 2021, de <http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Calor/Temperatura/SensacionTermica.htm>
- Gómez Porter, P. F. (2018). La construcción de multifamiliares de Mario Pani: historia, problemas y retos actuales. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 165-169.
- Gómez, G., Bojórquez, G., & Ruiz, R. (2007). El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados. *PALAPA. Revista de Investigación Científica en Arquitectura*, 45-57.
- Gómez, P. (2018). La construcción de los multifamiliares de Mario Pani: historia, problemas y retos actuales. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 159-162.
- Gómez, P. (2018). La construcción de los multifamiliares de Mario Pani: historia, problemas y retos actuales. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 162-165.
- Gómez, V. (Junio de 2003). Desempeño Solar de Viviendas. *Tesis(19-34)*. La Paz, Baja California Sur, México.
- Herández, G., & Velásquez, S. (2014). Vivienda y calidad de vida. Medición del hábitat social en México occidental. *Bitácora Urbano Territorial*, 5-11.
- Hernández, G., & Velásquez, S. (2014). Vivienda y calidad de vida. Medición del hábitat social en México occidental. *Bitácora Urbano Territorial*, 5-11.

- Hernández, L., & Acosta, R. &. (2018). Valoración cualitativa sobre la "sensación térmica" en aulas del edificio de Premédico de la Escuela Latinoamericana de Medicina. *Panorama Cuba y Salud*, 492-495.
- Hernández, V. (Mayo de 2011). Estudio de confort térmico y ahorro energético en la vivienda de interés social tipo en el norte del país. Monterrey, Nuevo León.
- IMPLAN. (2019). *Programa de Desarrollo Urbano de Culiacán*. Culiacán: Instituto Municipal de Planeación.
- IMPLAN. (julio de 2021). *IMPLAN Culiacán, MX*. Obtenido de [www.implanculiacan.mx](http://www.implanculiacan.mx): [https://implanculiacan.mx/descargas/estudios/EstudioVivienda\\_julio.pdf](https://implanculiacan.mx/descargas/estudios/EstudioVivienda_julio.pdf)
- INEGI. (s.f.). Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/sin/territorio/clima.aspx?tema=>
- INEGI. (2009). *Protuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Culiacán, Sinaloa.
- INEGI. (29 de Octubre de 2020). *Maxar Technologies*. Obtenido de Google Earth: <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>
- INEGI. (Abril de 2021). *INEGI. gob*. Obtenido de INEGI web: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=25>
- INEGI. (2022). *Ingeni.org.mx*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/>
- INEGI.ORG. (05 de octubre de 2009). *INEGI.ORG*. Obtenido de INEGI.ORG: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=25006>
- Lamudi.com.mx. (2020). *Reporte del Mercado Inmobiliario 2020 Sinaloa*. Reporte, Sinaloa. Recuperado el 28 de Junio de 2021, de <https://www.lamudi.com.mx/reporte-del-mercado-inmobiliario-2020-sinaloa/>
- Leguizamo, J. (10 de Septiembre de 2009). Definición de Vivienda de Interés Social, Derecho de Petición. (R. d. Oficina Asesoría Jurídica, Ed.) *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*(4120-E1-101503), 1-3. Recuperado el 2023
- López, J., Dávila, C., & Velázquez, J. (2002). *Vivienda*. Coahuila: Universidad Autónoma de Coahuila.

- Marengo, C., & Ana, E. (6 de Octubre de 2010). Calidad de vida y políticas de hábitat. *Bitácora, Urbano Territorial*, 17(2), 16-22. doi:0124-7913
- Martínez, C., & Arteaga, M. (Agosto de 2012). Notas sobre los organismos de vivienda: INFONAVIT, FOVISSSTE, FONHAPO (1970-1994). *Trabajo terminal para obtener el Título de Licenciatura en Sociología*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Molar, M., & Velázquez, J. &. (12 de Marzo de 2018). Estudio del comportamiento térmico de las viviendas respecto a su orientación. *Arquitectura y Diseño*, 2(3), 1-7. Obtenido de [https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Arquitectura\\_y\\_Diseño/vol2num3/Revista\\_de\\_Arquitectura\\_y\\_Diseño\\_V2\\_N3\\_1.pdf](https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Arquitectura_y_Diseño/vol2num3/Revista_de_Arquitectura_y_Diseño_V2_N3_1.pdf)
- Montaña, A. (Junio de 2011). La percepción del confort. Análisis de los parámetros de diseño y ambientales mediante Ingeniería Kansei: Aplicación a la biblioteca de Ingeniería de Diseño (UPV). México.
- Muriel, E. (2013). El ambiente una diversidad de concepto y representaciones: Estudio de caso Universidad de Nariño. *Maestría en docencia Universitaria*, 39.
- Naciones Unidas Derechos Humanos. (2010). El derecho a una vivienda adecuada. *ONU HABITAT*, 21(1), 3-30. Obtenido de [https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21\\_rev\\_1\\_Housing\\_sp.pdf](https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_sp.pdf)
- ONU-Hábitat. (Noviembre de 2018). Vivienda y ODS en México. *Vivienda y ODS en México*, 978-92-1-132831-8(HS/002/19S). México.
- Ordóñez, A. (2 de enero de 2021). *Confort térmico y cuerpo humano*. Obtenido de seiscubos.com: <https://www.seiscubos.com/conocimiento/confort-termico-y-cuerpo-humano>
- Orozco, M., Velázquez, D., Campos, J., Bonnie, L., & Tapia, E. (2015). Paradigmas del Desarrollo Social y Territorial. *UAEM*, 9-47.
- Oseguera, J. (16 de Agosto de 2019). Diagnóstico del desempeño térmico de una vivienda de interés social y evaluación de la propuesta de mejora. Colima, Villa Juárez.
- Pérez Peñuelas, B. (2017). *La fragmentación urbana por fraccionamientos cerrados en la ciudad de Culiacán: el caso del sector sur*.

- Piñeiro, M. (2 de octubre de 2015). *Arquitectura Bioclimática, consecuencias en el lenguaje arquitectónico*. España.
- Plan de Desarrollo Urbano de Culiacán. (2006). *Plan Director de Desarrollo Urbano de Culiacán*. Culiacán, Sinaloa.
- Puebla, C. (Marzo de 1997). *La Política de Vivienda en México (1972-1994). Los casos de Infonavit y Fonhapo. Tesis por el grado de maestría en Desarrollo Urbano*. México, D. F., Estado, México: Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, Maestría en Desarrollo Urbano.
- Ramírez, Alberto. (2016). *Metodología de la investigación científica*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Ramos Escobar, N. d. (2021). *La producción de vivienda en el marco de la sustentabilidad urbana*. Culiacán: Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Revista Latinoamericana de Derecho Social. (7 de Febrero de 2023). *SCielo*. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-46702022000200149&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-46702022000200149&script=sci_arttext)
- Rincon, J., Bojórquez, G., Calderón, C., & Fuentes, V. (2017). *Sensación térmica en espacios interiores: Un estudio realizado en la transición térmica del periodo cálido al periodo frío en Ensenada, Baja California*.
- Rodríguez Ruíz, H., & Morillon, D. (2016). *Bioclima: Evaluación al Impacto del Cambio Climático en el Noroeste de México*. Sexto Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad de Occidente.
- Romero, L., Hernández, M., & Acevedo, D. (2005). *Vivienda y autoconstrucción. Participación femenina en un proyecto asistido* (Vol. 17). Frontera Norte.
- Ruiz Torres, R. P. (2011). *Confort Térmico Variable en Clima Cálido Subhúmedo*.
- Sánchez, J. (2012). *La vivienda social en México*. México, D.F.: Sistema Nacional de Creadores de Arte Emisión 2008.
- Sanz, J. (Agosto de 2000). *Autorregulación frente a "Cambio Climático": Uso de modelos no lineales con las temperaturas*. Madrid.

- SEMARNAT, Gobierno Federal. (2017). *CONAVI.GOB.MX*. Obtenido de Vivienda Sustentable en México:  
[https://www.conavi.gob.mx/images/documentos/sustentabilidad/2b\\_Vivienda\\_Sutentable\\_en\\_Mexico.pdf](https://www.conavi.gob.mx/images/documentos/sustentabilidad/2b_Vivienda_Sutentable_en_Mexico.pdf)
- Servicio Meteorológico Nacional. (2018). *Servicio Meteorológico Nacional, Tiempo y Clima*. México: Gobierno de México, .
- Soto, E., Álvarez, F., Gómez, J., & Valencia, D. (2019). Confort térmico en viviendas de Medellín. *Ingenierías universidad de Medellín*, 18-35.
- Tejeda Martínez, A., Méndez Pérez, I. R., Rodríguez, N. A., & Tejeda Zacarías, E. (2018). *La humedad en la atmósfera*. Colima: Universidad de Colima.
- Van, V. (s.f.). Zona Variable de Confort Térmico, Modelo Propuesto. *La Habitación del Artista Arles*.
- Vasquez, J. (2015). Cambio de uso del suelo y su efecto en la temperatura y humedad del ambiente de la Universidad Peruana Unión, Ñaña, Lima, Perú. Lima.
- Vázquez Rodríguez, Y. (2011). Los Espacios Interiores de la Vivienda y el Diseño de Interiores en Hoteles para el Turismo. *Proyectos de Arquitectura e Ingeniería. EMPAI*.
- Vida Integral Infonavit. (1 de Febrero de 2013). Vivienda Integral Infonavit Vivienda Sustentable. México.
- Vidal, R. (2005). *semarnat.gob*. Obtenido de semarnat.gob.mx:  
[http://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/enlace/atlas2010/atlas\\_atmosfera.pdf](http://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/enlace/atlas2010/atlas_atmosfera.pdf)
- Washington. (1992). *La Geografía en España (1970-1990)*. Madrid: Fundación BBV.

## Anexos

### A.1. Formato de captura de mediciones del tamaño de la muestra

Para contribuir a la metodología de la implementación de materiales del área de estudio de la región para el desarrollo de programas de diseño con el clima, de acuerdo a la ubicación de la vivienda seleccionada, del fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, específicamente vivienda de interés social. Y con la finalidad de conocer y analizar el grado de confort térmico, se procesa la información estadística climatológica de CONAGUA, y con el apoyo de los gráficos de Olgay y Givoni, agregando también cada uno de los meses del año y dos épocas, además de la utilización de una calculadora en línea donde se utilizó el porcentaje adecuado para la selección de la muestra.

Por lo tanto, se propone realizar encuestas y mediciones en la zona de la vivienda en los meses de invierno y verano.

Se propone realizar encuestas y mediciones en el interior de la vivienda, y al iniciar con las mediciones en el transcurso del día en periodo de 2 horas en los siguientes horarios: 9:00 h, 13:00h, 15:00h, y 19:00h.

LUGAR		HORA			
UBICACIÓN		DÍA			
CLASIFICACIÓN		FECHA			
		(V)erano o (I)invierno			
				NUBLADO	POCAS NUBES
				DESPEJADO	

HORA	ILUMINANCIA	TEMP Y HUMEDAD		RADIACIÓN DE OBJETOS			VIENTO m/s				CIELO		
	LUX	°C	%	LATERAL	INFERIOR	SUPERIOR	MIN	PROM	MAX	DIR	1	2	3
09:00													
11:00													
13:00													
15:00													
17:00													
19:00													

Formato 1. Captura de mediciones

Se realiza una comparación del balance energético contra la opinión de la persona para determinar los rangos de confort térmico:

- Extremadamente frío
- Bastante frío
- Frío
- Confortable
- Caluroso
- Bastante Caluroso
- Extremadamente caluroso

Mientras se llevan a cabo las entrevistas con las personas de las viviendas seleccionadas con la finalidad de obtener los grados de confort ambiental en el que se encuentran en la zona de estudio de Urbi Villa del Cedro, se pueden realizar estas mediciones durante diferentes días del mes, haciendo una comparativa del balance energético con los resultados de la actividad para comparar y obtener el grado de confort térmico según el diseño de la vivienda bajo el régimen de interés social, analizando el comportamiento de las variables sobre los materiales de construcción, la forma del diseño y la disposición que éstos contengan.

También, al interior de la vivienda se harán las mediciones en los espacios durante los siguientes horarios: 13:00 horas y 15:00 horas.

1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Baño
5. Habitaciones
6. Jardín o Patio
7. Azotea

Se calcula la determinación que la persona adquiere en el balance energético en contacto con la orientación del inmueble obteniendo el grado de confort térmico que percibe el habitante dentro y fuera de la vivienda.

Además, se harán mediciones del entorno exterior de la vivienda, realizando el análisis de la influencia que tiene del contexto para el grado de confort térmico al interior del inmueble.

El calendario de trabajo comprende las actividades a realizar en los cuatros semestres que corresponden el tiempo programado de dos años, 2020-2021 y 2021-2022; del programa de Maestría en Arquitectura y Urbanismo.