

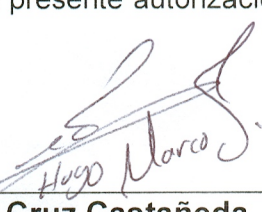
Ciudad Obregón, Sonora, a 28 de Noviembre de 2011.

Instituto Tecnológico de Sonora
P r e s e n t e.

El que suscribe **Hugo Marcos Cruz Castañeda**, por medio del presente manifiesto bajo protesta de decir verdad, que soy autor y titular de los derechos de propiedad intelectual tanto morales como patrimoniales, sobre la obra titulada: "**Análisis termográfico en una casa de interés social en el sur de Sonora**", en lo sucesivo "LA OBRA", misma que constituye el trabajo de tesis que desarrolle para obtener el grado de **Ingeniero Civil** en ésta casa de estudios, y en tal carácter autorizo al Instituto Tecnológico de Sonora, en adelante "EL INSTITUTO", para que efectúe la divulgación, publicación, comunicación pública, distribución y reproducción, así como la digitalización de la misma, con fines académicos o propios del objeto del Instituto, es decir, sin fines de lucro, por lo que la presente autorización la extiendo de forma gratuita.

Para efectos de lo anterior, EL INSTITUTO deberá reconocer en todo momento mi autoría y otorgarme el crédito correspondiente en todas las actividades mencionadas anteriormente de LA OBRA.

De igual forma, libero de toda responsabilidad a EL INSTITUTO por cualquier demanda o reclamación que se llegase a formular por cualquier persona, física o moral, que se considere con derechos sobre los resultados derivados de la presente autorización, o por cualquier violación a los derechos de autor y propiedad intelectual que cometa el suscrito frente a terceros con motivo de la presente autorización y del contenido mismo de la obra.


Hugo Marcos Cruz Castañeda
(Nombre y firma del autor)



ITSON

Educar para
Trascender

Instituto Tecnológico de Sonora

ANÁLISIS TERMOGRÁFICO EN UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN EL SUR DE SONORA

Que para obtener el título de
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

HUGO MARCOS CRUZ CASTAÑEDA

Ciudad Obregón Sonora

Tabla de contenido

Tabla de contenido	2
Tabla de figuras.....	4
Tabla de ilustraciones	5
DEDICATORIAS	6
AGRADECIMIENTOS	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN	9
1. Antecedentes	9
1.1 Cambio Climático.....	9
1.2 Planteamiento del problema	12
1.3 Objetivo general.....	12
1.4 Objetivos específicos	12
1.5 Justificación	13
1.6 Delimitación del problema	13
1.7 Descripción del modelo	14
1.8 Variables.....	17
CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO	18
2.1 Vivienda	18
2.2 Comisión Federal de Electricidad	18
2.3 Asociación Nacional de Energía Solar	20
2.4 Comisión Nacional del Agua.....	20
2.5 FIDE.....	21
2.6 FLIR I5	21

2.7 Transferencia De Calor.....	25
2.8 Confort	35
2.9 Aislante Térmico	37
2.9.3 Poliestireno	40
2.10 Energía Eléctrica	42
2.11 Sistemas de Aire Acondicionado	43
CAPÍTULO III - METODOLOGÍA	46
3.1 Selección del prototipo de vivienda	46
3.2 Construcción del modelo	52
3.3 Variables térmicas en el estudio	52
CAPÍTULO IV - Análisis e interpretación de resultados	53
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	53
4.1 Análisis	54
4.1.4 Temperatura y humedad ambiente.....	68
4.2 Recámara 1	69
4.3 Recámara 2	70
4.4 Sala-comedor.	71
4.5 Temperatura y humedad ambiente.....	72
Capitulo V - Conclusiones y recomendaciones.....	73
5.1 Conclusiones	73
5.2 Recomendaciones.	75
BIBLIOGRAFIA	76

Tabla de figuras

Figura 1. Fachada principal.....	16
Figura 2. Planta de azotea	16
Figura 3. Flir i5 (7)	22
Figura 4. Software Quick Report de Flir	24
Figura 5. Radiación solar (9)	28
Figura 6. Radiación por convección (9).....	30
Figura 7. Flujo de calor por conducción (9).....	32
Figura 8. Aplicaciones del Poliestireno en distintos utensilios, Poliestireno choque, cristal, extruido y expandido. (14)	41
Figura 9. Planta arquitectónica.....	47
Figura 10. Fachada principal.....	48
Figura 11. Fachada posterior	48
Figura 12. Fachada lateral	49
Figura 13. Corte transversal.....	49
Figura 14. Corte longitudinal	50
Figura 15. Planta de losa de azotea.....	51
. 54	
Figura 16. Puntos de estudio en la recámara 1	55
Figura 17. Puntos de estudio en el exterior de la vivienda.....	56
Figura 18. Temperatura interior y exterior sobre el muro.....	56
Figura 19. Temperatura interior y exterior sobre la bovedilla	57
Figura 20. Temperatura interior y exterior sobre la vigueta	57
Figura 21. Temperatura interior en la recamara 1.....	58
Figura 22. Puntos de estudio en la recamara 2	59
Figura 23. Puntos de estudio en el exterior de la vivienda.....	60
Figura 24. Temperatura interior y exterior sobre el muro.....	61
Figura 25. Temperatura interior y exterior sobre la bovedilla.....	61
Figura 26. Temperatura interior y exterior sobre la vigueta.	62
Figura 27. Temperatura interior en la recamara 2.....	62

Figura 28. Puntos de estudio en la sala-comedor.....	63
Figura 29. Puntos analizados en el exterior de la vivienda	64
Figura 30. Temperatura interior y exterior sobre el muro.....	65
Figura 31. Temperatura interior y exterior sobre la bovedilla.....	65
Figura 32. Temperatura interior y exterior sobre la vigueta.	66
Figura 33. Temperatura interior en la sala-comedor.....	66
Figura 34. Temperatura exterior.....	67
Figura 35. Temperatura y humedad ambiente	68

Tabla de ilustraciones

Tabla 1. Comparación del coeficiente de conductividad térmica entre diferentes materiales.....	40
Tabla 2. Temperatura interior.....	54
Tabla 3. Temperatura exterior.....	55
Tabla 4. Temperatura interior.....	59
Tabla 5. Temperatura exterior.....	59
Tabla 6. Temperatura interior.....	63
Tabla 7. Temperatura exterior.....	63
Tabla 8. Temperatura exterior.....	67
Tabla 9. Temperatura y humedad ambiente.	68

DEDICATORIAS

A mis padres: Por el apoyo que me brindaron durante toda mi formación, porque siempre estuvieron conmigo y no me dejaron ir por el mal camino, porque gracias a ellos pude culminar esta etapa de mi vida.

- **Hugo Marcos Cruz Ozuna**
- **Jovita Castañeda Villarreal**

A mis hermanos: Por brindarme siempre su apoyo y motivarme a seguir adelante.

- **Karen Alicia Cruz Castañeda**
- **Betsy S. Cruz Castañeda**
- **Ericka Maritza Cruz Castañeda**
- **Tomas Cruz Castañeda**

A mis Abuelos: Por brindarme el apoyo económico cuando fue necesario y por creer en mí.

- **Leovigildo Castañeda Landeros**
- **Cirila Villarreal**

A mi novia: por apoyarme sin esperar nada a cambio, gracias por todas sus palabras de aliento por toda la motivación y todo el empeño que puso para que culminara con mi proceso universitario, gracias por el amor que me brinda para que sea una mejor persona, le doy las gracias por amarme y darme lo mejor de su ser.

- **Lucy Ley Granillo**

A mis amigos: Que se esforzaron junto conmigo y fueron de gran apoyo.



AGRADECIMIENTOS

A Dios: por darme la sabiduría y guiarme siempre por el buen camino, por darme las fuerzas suficientes para seguir adelante.

Instituto Tecnológico De Sonora: Por ser mi casa de estudio y brindarme la oportunidad de superarme en ella.

A mi asesor: Porque siempre estuvo al pendiente de el trabajo realizado, por el apoyo moral y brindarme su amistad.

- ***Ian Mateo Sosa***
- ***Dagoberto López***
- ***Juan Francisco Figueroa***

A mis maestros: Por compartirme sus conocimientos y formar parte de mi formación académica.

A mí mismo: por nunca dejarme vencer y auto motivarme para terminar una etapa más en mi vida y llegar a realizarme.

RESUMEN

En el presente estudio consistió en observar las propiedades térmicas de una losa de vigueta y bovedilla en una casa de interés social por medio de imágenes termográficas.

El objetivo fue determinar que tan térmica es una vivienda construida con block, esto es dar a conocer si el calor se conserva dentro de la vivienda pasando a través de la losa.

Se tomaron imágenes infrarrojas con una cámara termográfica para después pasar a analizarlas en un software de computador con el nombre de Flir Quick Report, donde se pudieron expresar los puntos más calientes y fríos dentro y fuera de la vivienda sobre la losa. Con esos datos se realizaron graficas expresando el cambio de temperatura en el transcurso.

Con los resultados obtenidos se tomaron las conclusiones, dando a conocer que la bovedilla es un material muy térmico, ya que evita el paso del calor en mucha menor cantidad.

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes

El ser humano siempre ha buscado la manera de satisfacer sus necesidades y busca primero que nada la comodidad, por ello construyó la vivienda la cual fue mejorándose con el transcurso del tiempo hasta tener el tipo de vivienda que hay en la actualidad.

En tiempos pasados cada individuo construía su casa según sus necesidades y gustos, hoy en día es difícil construir tu propia casa a tu gusto por la economía del país y dependemos de los créditos y viviendas que nos ofrecen.

Los materiales de construcción fueron cambiando conforme se fueron descubriendo diferentes materiales, y se dieron cuenta de que podían combinar ambos, pero el clima fue su principal problema, como evitar que entrara agua en ella y resguardarse de las temperaturas.

El cambio climático ha afectado considerablemente a las viviendas en algunas partes del país debido a los huracanes y fuertes lluvias que traen consigo, en otros lugares se nota considerablemente el aumento en las temperaturas.

1.1 Cambio Climático

Se llama cambio climático a la modificación del clima respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todo los parámetros climáticos, temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc. En teoría, son debidos a tanto a causas naturales como antropogénicas.



El término suele usarse de forma poco apropiada, para hacer referencia tan solo a los cambios climáticos que suceden en el presente, utilizándose como sinónimo de calentamiento global. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término cambio climático para referirse al cambio por causas humanas.

Por “cambio climático” se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables.

Es un problema que cada día está afectando mas a la humanidad, interviniendo gradualmente en sus condiciones de vida, afectando de una forma progresiva y en ascenso los factores que intervienen en el desarrollo y el equilibrio de los seres que rodean al ser humano incluyéndole a él como principal afectado y causante de que esta situación amenace la vida en el planeta de manera radical y sin vuelta atrás.

Los materiales utilizados para la construcción de la vivienda depende mucho de la región en la que se construye ya que cada región tiene su tipo de vivienda y su clima en específico, sin tomar en cuenta que les resulta más económico.

En la actualidad existen materiales que evitan el paso del calor o frío como los aislantes térmicos, esto se debe a diversos aditivos que se le agregan a la hora de fabricarlos, esto ayuda a la economía de quien la habite ya que reduce el consumo de energía eléctrica.

Un aislante es un material usado en la construcción e industria, que se caracteriza por su alta resistencia térmica. Establece una barrera entre el calor entre dos median que normalmente tenderían a igualarse en temperatura, impidiendo que entre o salga calor del sistema que nos interesa.

Existen en la actualidad distintos tipos de aislantes y sus diferentes funciones, en viviendas construidas en épocas anteriores no se utilizaban los aislantes ya que no se conocían por falta de ciencia, se recurría al barro que se emplea como aislante y material de construcción como el caso de casas de adobe que en la actualidad aun se emplean, y funciona como acústico, no es atacado por el fuego y perfecto para los cambios climáticos.

La disponibilidad de la energía es un factor fundamental para el desarrollo y el crecimiento económico. Por lo tanto una falta de energía eléctrica nos lleva a una crisis económica, por eso el buen uso de la energía eléctrica es fundamental.

En épocas antiguas las viviendas no contaban con energía eléctrica, su fuente de energía para transportar objetos pesados era el mismo ser humano, antes de la energía no se mantenían en conservación los alimentos ya que se echaban a perder, no existía un aparato que mantuviera los alimentos a bajas temperaturas como lo hace ahora el refrigerador.

El hombre encuentra en la energía eléctrica la comodidad que no encontraba antes para realizar trabajos pesados a base de maquinaria, evitar pasar calor con el aire acondicionado y conservar sus alimentos.

En la actualidad se dan a conocer métodos para que una vivienda se mantenga con las condiciones de clima deseado dentro de una vivienda como es el caso de las azoteas verdes que consta en que la azotea sembrar hortalizas lo cual resulta bueno para el consumo y es de gran ayuda en la contaminación ambiental, además aumenta el costo de la vivienda en un 15%.

Las azoteas reverdecidas incrementan la termicidad ya que frenan el choque de calor o frio, disminuye el gasto en impermeabilizantes y mantenimiento, además que le dan un atractivo visual. (1)

1.2 Planteamiento del problema

Cuando hablamos de construcción de una vivienda hablamos de brindarles el mejor confort a los habitantes, para ello se buscan los materiales óptimos que presenten características térmicas, esto es importante para tener una mejor economía.

El problema se basa en que las constructoras frecuentemente utilizan materiales de construcción que demandan gran consumo de energía, o bien se apegan a políticas del programa de vivienda verde colocando materiales aislantes en zonas de la vivienda donde no se logra un ahorro de energía importante, es por ello la importancia de determinar la forma en la que se conduce el calor en una vivienda y los elementos de la envolvente que mas impactan en el consumo total de energía en la vivienda, con el propósito de elaborar estrategias para el mitigar el de gasto energético por uso de aire acondicionado.

1.3 Objetivo general

Analizar una vivienda de interés social por medio de imágenes termográficas para determinar si el poliestireno es más térmico que una losa maciza.

1.4 Objetivos específicos

- Analizar una vivienda con una cámara termográficas para determinar qué cantidad de temperatura se filtra por muros y losas.
- Analizar la losa por un tiempo determinado para obtener diferentes parámetros y así observar su comportamiento.
- Proponer estrategias en base a los resultados para el mitigamiento de la carga térmica

1.5 Justificación

El incremento de viviendas es impresionante, esto se debe al gran incremento en la población, es importante que las constructoras satisfagan todas las necesidades de los clientes y esto se turna en un desafío ya que tiene que estar dentro de la economía que emplea una vivienda de interés social.

Es importante dar a conocer que material de construcción tiene la mayor capacidad de impedir el paso al calor ya que sabiendo esto las constructoras aportaran a la comunidad viviendas más confortables.

1.6 Delimitación del problema

Este trabajo consiste en tomar fotografías con una cámara termográfica a la losa para determinar que tanto calor pasa por el material con el que está construida la vivienda y con uso de un programa de computadora obtener los puntos más calientes para tener mayor exactitud.

El presente trabajo se realizara durante las fechas de 10 de noviembre al 11 de noviembre por la limitación del tiempo. Se capturan imágenes termográficas con una cámara infrarroja portátil llamada FLIR I5.

1.7 Descripción del modelo

Este estudio se llevó a cabo en una vivienda de interés social que consta de sala-comedor-cocina, dos recámaras y un baño; cubriendo un área total de construcción de 45 m^2 , adicionalmente cuenta con área de servicio, patio, pasillo de servicio, área de cochera y jardín, en un lote de $7.45 \times 20.00 \text{ m}$.

Losa de cimentación: Consiste en una losa de concreto plana, apoyada sobre una membrana de polietileno negra, cuya función principal es dar protección al concreto y poder así proporcionar un recubrimiento menor en el acero de refuerzo. La losa está reforzada con malla electro soldada 6-6/6-6 cuyo esfuerzo de fluencia es $f_y=5000 \text{ Kg/cm}^2$. La malla ha sido calzada apropiadamente para asegurar que quede alojada en las zonas de tensión. En ejes de muro se coloca doble malla. El concreto tiene un $f'_c=200 \text{ Kg/cm}^2$, fabricado con agregado de $t_{\max}=3/4"$ y un revenimiento de 10 cm. El curado del concreto se lleva a cabo por medio de membrana de curado.

Contra trabe: Prácticamente es un dentellón que se alinea a lo largo de los ejes de los muros reforzado con castillos tipo armex con un $f_y= 5000 \text{ kg/cm}^2$.

Los muros: Consisten en una mampostería de 12 cm de espesor fabricada por medio de bloques huecos con medidas $12 \times 20 \times 40 \text{ cm}$, $12 \times 20 \times 32 \text{ cm}$. y $12 \times 20 \times 20 \text{ cm}$. y junteados con mortero cemento-arena en proporción 1:5. En los cruces de los muros transversales con los longitudinales se tiene una junta vertical; sin cuatrapeo de los blocks, y la unión se desarrolla por medio de 3 soleras de $2" \times 1/4" \times 60 \text{ cm}$. colocados a distintas alturas.

Castillos: Son utilizados para reforzar los muros colocados en los huecos del block. Se distribuyen uniformemente a cada 60 cm y están reforzados con una varilla de $3/8"$ con $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$. Se tienen adicionalmente castillos en las esquinas y extremos de ventanas y puertas reforzados con una varilla de $1/2"$ con $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$. Las varillas de refuerzo en los castillos están apropiadamente ancladas a la

losa de cimentación a través de una longitud de desarrollo de 40 y 30 cm para varillas de 1/2" y 3/8" respectivamente.

Dinteles: Consisten en un block dala reforzado con una varilla 1/2" anclada a los dos castillos extremos contiguos, y posteriormente es colado con concreto $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$, solo se manejan dinteles en la parte superior de puertas y ventanas. Esto es porque la vivienda no cuenta con una dala de cerramiento perimetral.

Losa de azotea: La losa de azotea es de 14 cm de espesor a base de vigueta de alma abierta y bovedilla de poliestireno. La capa de compresión de la losa es de 4 cm, reforzada con malla electro soldada 6-6/10-10. El concreto utilizado en la losa de azotea tiene las mismas propiedades mecánicas que el de la losa de cimentación.

Juntas de construcción: En los muros de block se tienen contempladas juntas de construcción de un centímetro de espesor, distribuidas estratégicamente para permitir el movimiento (Distorsiones, contracciones y dilataciones) de los muros, debidos a movimientos diferenciales en la losa de cimentación, o bien bajo gradientes de temperatura.

1.7.1 Dibujo en Autocad

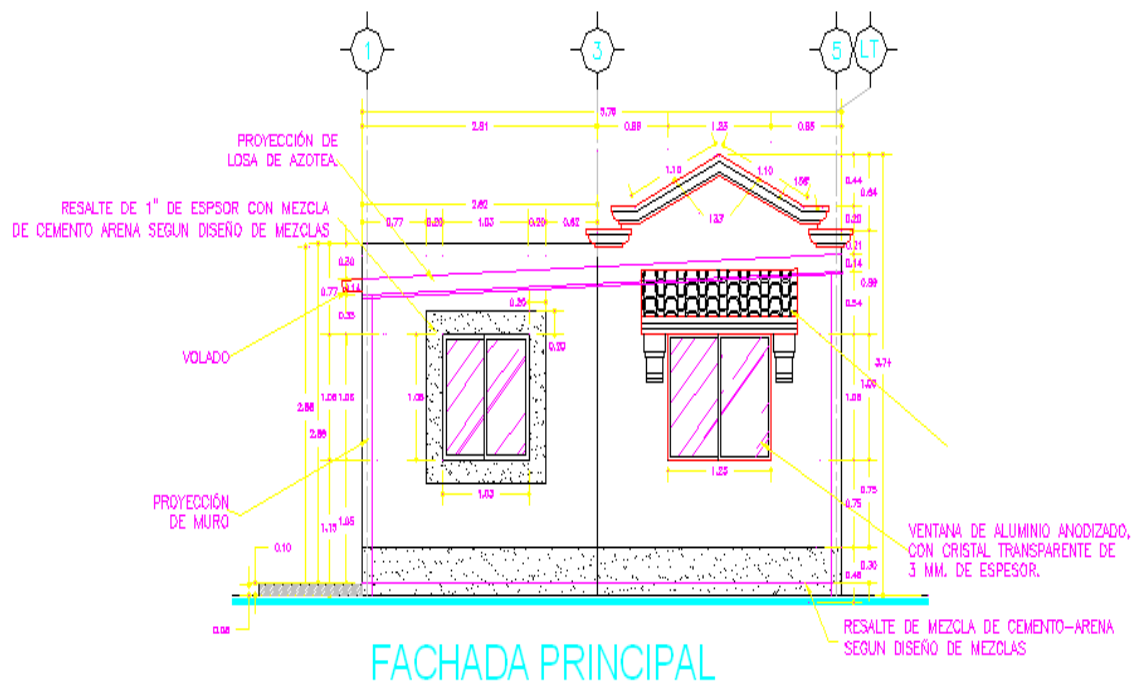


Figura 1. Fachada principal

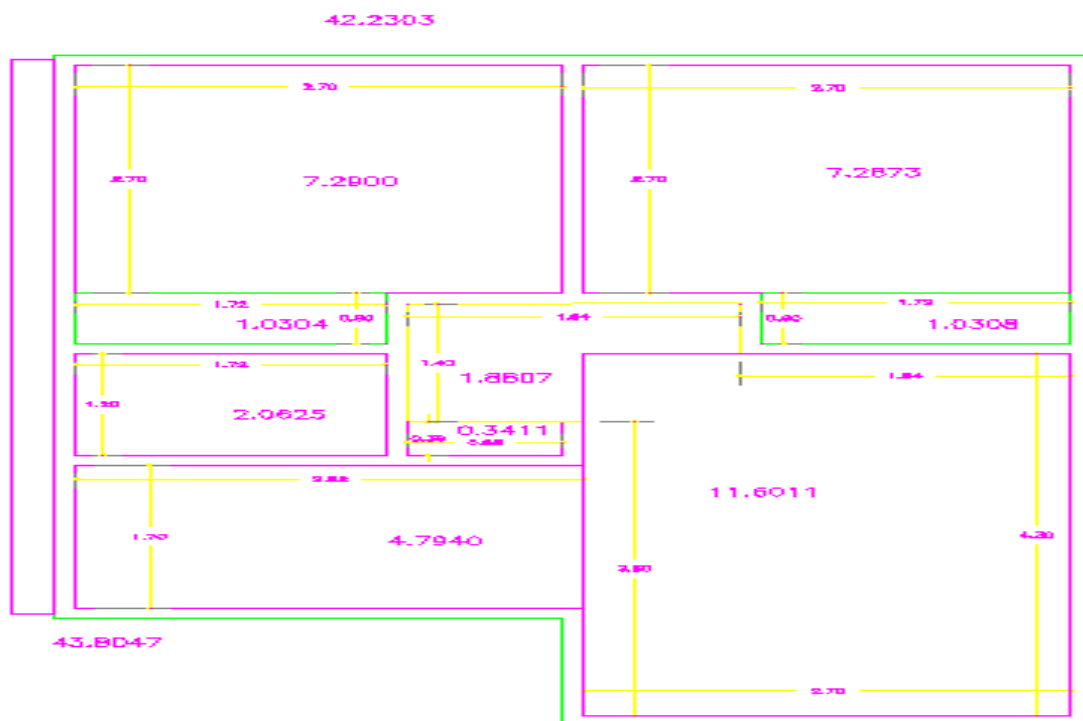


Figura 2. Planta de azotea

1.8 Variables

Las variables utilizadas en este estudio se dividen en 2, dependientes e independientes, las cuales son:

1.8.1 Independientes

Las variables independientes serán todos los materiales que afecten el comportamiento natural de la vivienda para permitir el paso de la radiación del sol, en este caso:

- Aislante en muros y techo- impermeabilizante y aislamuro.
- Ventanas con espesor de 6mm claras.
- Hora del día.

1.8.2 Dependientes

Las variables dependientes son condiciones ambientales que están presentes en el estudio, como son:

- Temperatura interior y exterior.
- Humedad

.

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

2.1 Vivienda

Vivienda es una edificación cuya principal función es ofrecer refugio y habitación a las personas, protegiéndolas de las inclemencias climáticas y de otras amenazas naturales.

También se denomina vivienda a un lugar que permite el confort de las personas que habitan su interior. (2)

2.2 Comisión Federal de Electricidad

La **CFE** es una empresa del gobierno mexicano que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica a más de 34 millones de clientes lo que representa 100 millones de habitante, e incorpora anualmente un millón de clientes nuevos. (3)

En la CFE se produce la energía eléctrica utilizando diferentes tecnologías y diferentes fuentes de energético primario. Tiene centrales termoeléctricas, hidroeléctricas, Carboeléctricas, geoeléctricas, eoeléctricas y un núcleo eléctrico.

2.2.1 En responsabilidad social:

Uno de los objetivos es ser una empresa ambiental y socialmente responsable que cumple con la legislación aplicable, que promueve y desarrolla la generación de energía renovable, el dialogo con la sociedad y la transparencia de sus actividades. (3)

2.2.2 En responsabilidad ambiental:

Para la distribución de la energía eléctrica, satisfacer las necesidades de todos sus usuarios, satisfacer la demanda, no solo se toma en cuenta el costo y requerimientos técnicos, si no también se consideran las condiciones ambientales.

Para cumplir con el compromiso con la sociedad ponen un cuidado especial en conservar y proteger los organismos vivos, sus ecosistemas y nuestro acervo cultural, buscando generar proyectos que aseguren el uso y disfrute de las herencias naturales y culturales para las generaciones posteriores.

Hablando de biodiversidad la primera acción para protegerla es tratar de evitar construir proyectos en zonas donde los ecosistemas o las especies presentes son únicos o de gran relevancia.

En zonas como asentamientos en lugares llenos de vida vegetal evitan la tala de árboles, el uso de maquinaria para realizar caminos y se usan animales de carga de material, helicópteros y herramientas menores que no causen tanto daño al medio ambiente.

En referencia al cuidado del agua se emplea el uso de la desalación y en su caso si es muy lejana la población se utiliza plantas tratadoras de aguas residuales. (3)

2.2.3 En ahorro de energía eléctrica:

Se recomienda para un ahorro de energía que se utilice la vegetación a nuestro favor, plantar árboles en puntos estratégicos ayuda a desviar las corrientes de aire frío en invierno y a generar sombras en verano. El aislamiento adecuado de techos y paredes ayuda a mantener una temperatura agradable en casa, sellar ventanas con pasta de silicón.

Respecto a los aparatos electrónicos se recomienda verificar que no tengan fugas, desconectar todo y verificar que el medidor no marque, es recomendable desconectar o apagar los aparatos que no estén utilizando, apagar los focos y

cambiarlos por unos ahorradores de energía, en el caso del refrigerador es muy notorio que ahorre energía si se aleja de la estufa, ya que al momento de utilizar la estufa para cocinar también se utiliza el refrigerador para sacar los alimentos y es ahí cuando el calor de la estufa entra al refrigerador provocando que la unidad se acelere para bajar la temperatura. (3)

2.3 Asociación Nacional de Energía Solar

ANES, es una asociación civil mexicana sin fines de lucro, cuyos objetivos estatutarios son:

Proporcionar un foro para la discusión de ideas, la comparación o intercambio de resultados y, en general, la divulgación y promoción de la utilización de la energía solar en sus manifestaciones de radiación solar y del aprovechamiento de los fenómenos que se producen en forma indirecta como la energía del viento, la biomasa, la hidráulica.

Así mismo procurará incidir de una manera firme y definida en los organismos del estado que conforman la política energética del país con argumentos técnicos y científicos sólidos y con clara conciencia de la trascendencia y del papel que han de tener las distintas formas de la energía solar en el desarrollo futuro de México. (4)

2.4 Comisión Nacional del Agua

En la actualidad, la misión de la **CONAGUA** es administrar y preservar las aguas nacionales y sus bienes inherentes, para lograr su uso sustentable con la participación de la sociedad.

CONAGUA considera que para un buen uso sustentable del agua se deben considerar lo siguiente:

Agua genera bienestar social: básicamente se refiere al suministro de los servicios de agua potable y alcantarillado a la población, así como al tratamiento de las aguas residuales.

El agua propicia el desarrollo económico: considera al agua como un insumo en la actividad económica; por ejemplo, en la agricultura, la producción de energía eléctrica o la industria.

El agua se preserva: es el elemento que cierra el concepto de sustentabilidad. Si bien se reconoce que el agua debe proporcionar bienestar social y apoyar el desarrollo económico, la Comisión Nacional Del Agua está convencida de que se debe preservar en cantidad y calidad adecuadas para las generaciones actuales y futuras y la flora y fauna de cada región. (5)

2.5 FIDE

El Fideicomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (FIDE) es un organismo de carácter privado, no lucrativo, creado para promover acciones que induzcan y fomenten el ahorro de energía eléctrica.

Tiene como objetivo apoyar la realización de proyectos demostrativos que permitan inducir y promover el ahorro y uso racional de la energía eléctrica en la industria, comercio y servicios, así como asesorar e incidir en los hábitos de consumo eléctrico de la población. (6)

2.6 FLIR I5

Es una cámara termográfica fácil de usar, cómoda y compacta, totalmente automática, produce imágenes infrarrojas instantáneas en formato jpeg las cuales contiene toda la información necesaria de temperatura las cuales se analizan en un programa de computadora lo que agiliza su análisis

Esta cámara cuenta con tarjeta de memoria micro sd, que permite transferir las imágenes vía USB a la PC, software para emisión de reportes y algo muy importante, gran precisión de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ o $\pm 2\%$.

Una cámara térmica es un dispositivo confiable, capaz de explorar y visualizar, rápida y acertadamente, la distribución de temperatura en cualquier superficie.

Las cámaras infrarrojas son muy eficientes para detectar problemas en la construcción ya que proyectan de inmediato lo seco y lo mojado, así mismo ayuda a encontrar el origen del problema y solucionar en un tiempo más corto.

La FLIR I5 puede utilizarse en otras áreas, no solamente en construcción, sino también en el área eléctrica, industrias, es una herramienta muy útil ya que escanea lugares que podrían ser peligrosos para las personas en casos de electricidad o fugas de gases. (7)



Figura 3. Flir i5 (7)

CARACTERISTICAS DE LA FLIR I5.

- Fácil de usar, compactas y ligeras
- Amplia pantalla LCD a color de 2.8" (7.1cm)
- Resolución de imagen de 80x80 píxeles
- Batería de 5 horas de duración. (7)

2.6.1 Software Quick Report de Flir

El software Quick Report de flir permite a los usuarios organizar y analizar imágenes radio métrica de sus cámaras infrarrojas e incluirlas en un reporte en tan solo tres sencillos pasos.

El software permite al usuario ajustar el nivel, el intervalo de tiempo, el zoom y la panorámica de la cámara. El QuickReport de Flir ofrece una selección de diez diferentes paletas de color. La alarma advierte si existe riesgo de condensación en la superficie, crecimiento de moho y aislamiento inadecuado.

-Las plantillas de reporte integradas le permiten al usuario incluir dos imágenes infrarrojas, o una infrarroja y una digital. Las descripciones de la imagen y los comentarios de voz y texto se podrían transmitir automáticamente en el reporte.

-La etiqueta (Analice) en el QuickReport de Flir despliega información de imagen y herramientas para ajustar las herramientas de medición, los parámetros del objeto, comentarios de texto y la tabla de resultados de medición.

En resumen el QuickReport de Flir es un software que nos permite manipular las imágenes para tener los mejores resultados y presentar un reporte en las mejores condiciones y bien detallado. (7)

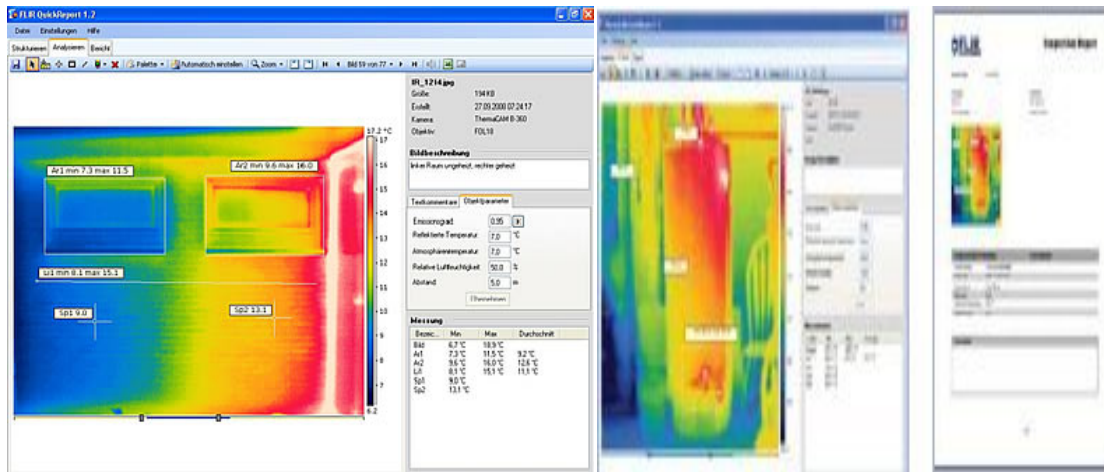


Figura 4. Software Quick Report de Flir

Principales características:

- Ajuste de nivel, intervalo de tiempo y paleta de color.
- Cambia la isometría y los niveles de temperatura.
- Creación de exposímetros, líneas y áreas.
- Envío por correo electrónico de una o más imágenes.
- Modifica los parámetros para las alarmas de condensación y aislamiento
- Añade logotipo de su compañía a los reportes de inspección.
- Característica<<arrastrar y soltar>> imágenes y vista previa del reporte.
- Zoom digital y toma panorámica hasta de 8 veces.
- Fusión: intervalo/mezcla/sobre posicionamiento de imagen.
- Comentarios de texto: agregar/suprimir/editar.

2.7 Transferencia De Calor

El calor se define como la forma de energía que se puede transferir de un sistema a otro como resultado de la diferencia de temperatura.

Siempre que exista una diferencia de temperaturas en un cuerpo o entre cuerpos, debe ocurrir una transferencia de calor. Esto se refiere a los diferentes tipos de procesos de transferencia de calor como modos. Cuando existe una gradiente de temperatura en un medio estacionario -que puede ser un sólido o un fluido-utilizamos el término conducción para referirnos a la transferencia de calor que se producirá a través del medio. En cambio el término convección se refiere a la transferencia de calor que ocurrirá entre una superficie y un fluido en movimiento cuando están a diferentes temperaturas.

El tercer modo de transferencia de calor se denomina radiación térmica. Todas las superficies con temperatura finita emiten energía en forma de ondas electromagnéticas. Por lo tanto, en ausencia de un medio, existe una transferencia neta de calor por radiación entre dos superficies a diferentes temperaturas. (8)

2.7.1 Radiación

La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío. La radiación es un término que se aplica genéricamente a toda clase de fenómenos relacionados con ondas electromagnéticas. Algunos fenómenos de la radiación pueden describirse mediante la teoría de ondas, pero la única explicación general satisfactoria de la radiación electromagnética es la teoría cuántica.

En 1905, Albert Einstein sugirió que la radiación presenta a veces un comportamiento cuantizado: en el efecto fotoeléctrico, la radiación se comporta como

minúsculos proyectiles llamados fotones y no como ondas. La naturaleza cuántica de la energía radiante se había postulado antes de la aparición del artículo de Einstein, y en 1900 el físico alemán Max Planck empleó la teoría cuántica y el formalismo matemático de la mecánica -estadística para derivar una ley fundamental de la radiación. La expresión matemática de esta ley, llamada distribución de Planck, relaciona la intensidad de la energía radiante que emite un cuerpo en una longitud de onda determinada con la temperatura del cuerpo. Para cada temperatura y cada longitud de onda existe un máximo de energía radiante. Sólo un cuerpo ideal (cuerpo negro) emite radiación ajustándose exactamente a la ley de Planck. Los cuerpos reales emiten con una intensidad algo menor.

Las superficies opacas pueden absorber o reflejar la radiación incidente. Generalmente, las superficies mates y rugosas absorben más calor que las superficies brillantes y pulidas, y las superficies brillantes reflejan más energía radiante que las superficies mates. Además, las sustancias que absorben mucha radiación también son buenos emisores; las que reflejan mucha radiación y absorben poco son malos emisores. Por eso, los utensilios de cocina suelen tener fondos mates para una buena absorción y paredes pulidas para una emisión mínima, con lo que maximizan la transferencia total de calor al contenido de la cazuela.

Algunas sustancias, entre ellas muchos gases y el vidrio, son capaces de transmitir grandes cantidades de radiación. Se observa experimentalmente que las propiedades de absorción, reflexión y transmisión de una sustancia dependen de la longitud de onda de la radiación incidente. El vidrio, por ejemplo, transmite grandes cantidades de radiación ultravioleta, de baja longitud de onda, pero es un mal transmisor de los rayos infrarrojos, de alta longitud de onda. Una consecuencia de la distribución de Planck es que la longitud de onda a la que un cuerpo emite la cantidad máxima de energía radiante disminuye con la temperatura. La ley de desplazamiento de Wien, llamada así en honor al físico alemán Wilhelm Wien, es una expresión matemática de esta observación, y afirma que la longitud de onda que

corresponde a la máxima energía, multiplicada por la temperatura absoluta del cuerpo, es igual a una constante, 2.878 micrómetros-Kelvin.

Este hecho, junto con las propiedades de transmisión del vidrio antes mencionadas, explica el calentamiento de los invernaderos. La energía radiante del Sol, máxima en las longitudes de onda visibles, se transmite a través del vidrio y entra en el invernadero. En cambio, la energía emitida por los cuerpos del interior del invernadero, predominantemente de longitudes de ondas mayores, correspondientes al infrarrojo, no se transmiten al exterior a través del vidrio.

Así, aunque la temperatura del aire en el exterior del invernadero sea baja, la temperatura que hay dentro es mucho más alta porque se produce una considerable transferencia de calor neta hacia su interior.

Además de los procesos de transmisión de calor que aumentan o disminuyen las temperaturas de los cuerpos afectados, la transmisión de calor también puede producir cambios de fase, como la fusión del hielo o la ebullición del agua. En ingeniería, los procesos de transferencia de calor suelen diseñarse de forma que aprovechen estos fenómenos. Por ejemplo, las cápsulas espaciales que regresan a la atmósfera de la Tierra a velocidades muy altas están dotadas de un escudo térmico que se funde de forma controlada en un proceso llamado ablación para impedir un sobrecalentamiento del interior de la cápsula. La mayoría del calor producido por el rozamiento con la atmósfera se emplea en fundir el escudo térmico y no en aumentar la temperatura de la cápsula. (9)

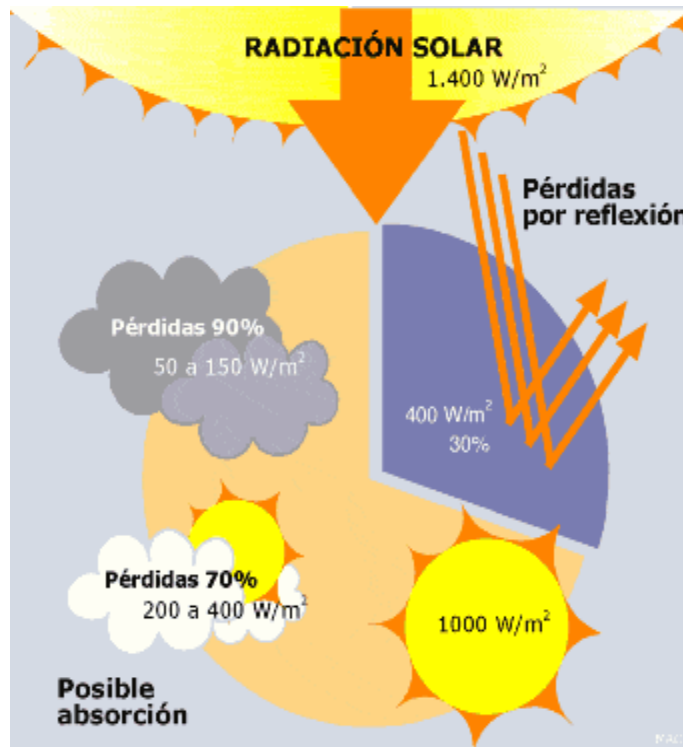


Figura 5. Radiación solar (9)

2.7.2 Convección

Si existe una diferencia de temperatura en el interior de un líquido o un gas, es casi seguro que se producirá un movimiento del fluido. Este movimiento transfiere calor de una parte del fluido a otra por un proceso llamado convección.

El movimiento del fluido puede ser natural o forzado. Si se calienta un líquido o un gas, su densidad (masa por unidad de volumen) suele disminuir. Si el líquido o gas se encuentra en el campo gravitatorio, el fluido más caliente y menos denso asciende, mientras que el fluido más frío y más denso desciende. Este tipo de movimiento, debido exclusivamente a la no uniformidad de la temperatura del fluido, se denomina convección natural.

La convección forzada se logra sometiendo el fluido a un gradiente de presiones, con lo que su fuerza su movimiento de acuerdo a las leyes de la mecánica de fluidos.

Supongamos, por ejemplo, que calentamos desde abajo una cacerola llena de agua. El líquido más próximo al fondo se calienta por el calor que se ha transmitido por conducción a través de la cacerola. Al expandirse, su densidad disminuye y como resultado de ello el agua caliente asciende y parte del fluido más frío baja hacia el fondo, con lo que se inicia un movimiento de circulación.

El líquido más frío vuelve a calentarse por conducción, mientras que el líquido más caliente situado arriba pierde parte de su calor por radiación y lo cede al aire situado por encima. De forma similar, en una cámara vertical llena de gas, como la cámara de aire situada entre los dos paneles de una ventana con doble vidrio, el aire situado junto al panel exterior —que está más frío— desciende, mientras que al aire cercano al panel interior —más caliente— asciende, lo que produce un movimiento de circulación

.

El calentamiento de una habitación mediante un radiador no depende tanto de la radiación como de las corrientes naturales de convección, que hacen que el aire caliente suba hacia el techo y el aire frío del resto de la habitación se dirija hacia el radiador. Debido a que el aire caliente tiende a subir y el aire frío a bajar, los radiadores deben colocarse cerca del suelo (y los aparatos de aire acondicionado cerca del techo) para que la eficiencia sea máxima. De la misma forma, la convección natural es responsable de la ascensión del agua caliente y el vapor en las calderas de convección natural, y del tiro de las chimeneas. La convección también determina el movimiento de las grandes masas de aire sobre la superficie terrestre, la acción de los vientos, la formación de nubes, las corrientes oceánicas y la transferencia de calor desde el interior del Sol hasta su superficie. (9)

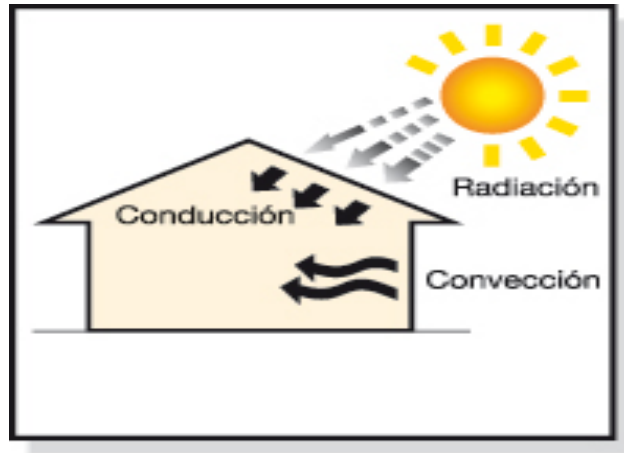


Figura 6. Radiación por convección (9)

2.7.3 Conducción

En los sólidos, la única forma de transferencia de calor es la conducción. Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de forma que aumente su temperatura, el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción. No se comprende en su totalidad el mecanismo exacto de la conducción de calor en los sólidos, pero se cree que se debe, en parte, al movimiento de los electrones libres que transportan energía cuando existe una diferencia de temperatura. Esta teoría explica por qué los buenos conductores eléctricos también tienden a ser buenos conductores del calor. En 1822, el matemático francés Joseph Fourier dio una expresión matemática precisa que hoy se conoce Como:

Ley de Fourier de la conducción del calor

Esta ley afirma que la velocidad de conducción de calor a través de un cuerpo por unidad de sección transversal es proporcional al gradiente de temperatura que existe en el cuerpo (con el signo cambiado).

$$Q = -k A \frac{dt}{dl}$$

Donde Q (en kcal/H, o bien en Btu/H) es el calor conducido a través de una superficie A (en m^2 o en pie^2), a través de un espesor de pared dl (en cm o en plg), y con una caída de temperatura dt (en $^{\circ}C$ o en $^{\circ}F$) según la distancia dl .

La cantidad dt/dl se denomina gradiente de temperatura a lo largo de la trayectoria. El signo negativo en la ecuación se emplea por que la temperatura disminuye en la dirección del flujo del calor (es decir, $\int dt = t_2 - t_1$ es un numero negativo y el signo menos hace a Q positiva por conveniencia).

El símbolo k representa la conductividad térmica, que expresa la cantidad de calor transmitida por unidad de tiempo a través de una unidad de área y por una unidad de espesor, con una diferencia de temperatura de 1 grado. Puede utilizarse cualquier conjunto de unidades para k definida por la ecuación. Pero las unidades mencionadas a continuación son las usuales.

$$K = W/m \text{ } ^{\circ}C \text{ o bien } K = Btu \text{ plg/ h } pie^2 \text{ } ^{\circ}F$$

Los materiales como el oro, la plata o el cobre tienen conductividades térmicas elevadas y conducen bien el calor, mientras que materiales como el vidrio o el amianto tienen conductividades cientos e incluso miles de veces menores; conducen muy mal el calor, y se conocen como aislantes. En ingeniería resulta necesario conocer la velocidad de conducción del calor a través de un sólido en el que existe una diferencia de temperatura conocida. Para averiguarlo se requieren técnicas matemáticas muy complejas, sobre todo si el proceso varía con el tiempo; en este caso, se habla de conducción térmica transitoria. Con la ayuda de ordenadores (computadoras) analógicos y digitales, estos problemas pueden resolverse en la actualidad incluso para cuerpos de geometría complicada. (9)

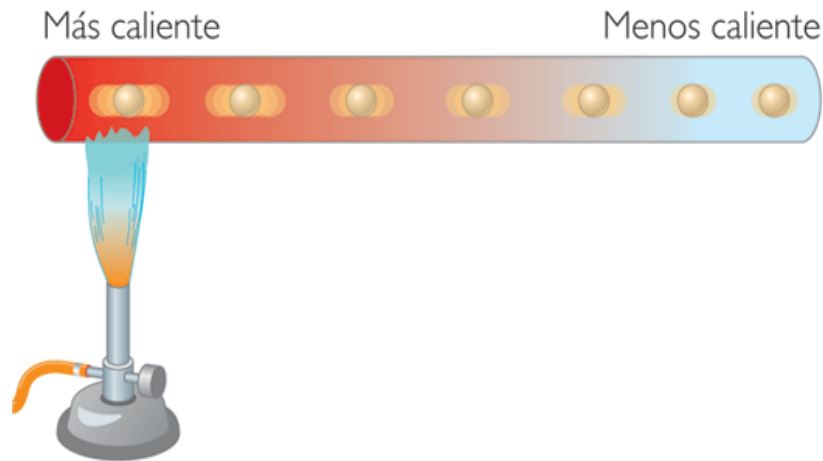


Figura 7. Flujo de calor por conducción (9)

2.7.3.1 Conductividad Térmica

Se representa con el Símbolo: λ o k y sus unidades son: kcal/m h °C (W/m °C), en el trabajo realizado el aparato utilizado nos arrojará unidades (Btu/ft²Hr) los cuales será necesario la utilización de conversiones. Para el cálculo de la conductividad térmica.

Es la cantidad de calor que pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de extensión infinita y caras plano-paralelas y de espesor unidad, cuando se establece una diferencia de temperatura entre sus caras de un grado. La conductividad térmica es una propiedad característica de cada material, su valor puede depender de la temperatura y de una serie de factores tales como la densidad, porosidad, contenido de humedad, diámetro de fibra, tamaño de los poros y tipo de gas que encierre el material. Cuando el material aislante no es isótropo se necesita indicar la dirección de propagación del flujo calorífico; por ejemplo, para una muestra de madera hay que indicar si λ se refiere a la dirección normal a la fibra o paralela a ella.

Cuando el material está constituido por una sustancia porosa o similar, con poros y espacios libres relativamente pequeños y distribuidos en la masa del material de un modo prácticamente uniforme (sustancias macroscópicamente homogéneas), la definición de λ dada anteriormente permanece válida, pero λ toma el significado de un coeficiente de conductividad de una sustancia ficticia «equivalente» para las mismas temperaturas de la sustancia en examen. Si, por otro lado, estos materiales son permeables al aire (particularmente en el caso de los materiales granulares, filamentosos, etc.) las diferencias de temperatura provocan movimientos convectivos que dependen de las características geométricas y puede llegar a no ser despreciable su influencia en la propagación del calor.

Para los materiales susceptibles de absorber agua, o los materiales higroscópicos, es necesario distinguir si éstos están en estado seco o, en caso contrario, en qué estado de humedad se encuentran.

En los aislantes húmedos la propagación del calor puede modificar la distribución de la humedad por efecto de los fenómenos de difusión interna acompañados de evaporaciones y condensaciones.

Debido a los movimientos de la humedad dentro de los materiales, los ensayos experimentales requieren que los elementos a estudio estén secos, y cuando éstos no lo estén suficientemente darán resultados erróneos. (10)

2.7.3.2 Resistividad Térmica

Se representa con el Símbolo: R y las unidades son: $m \cdot h \cdot ^\circ C/kcal$ ($m \cdot ^\circ C/W$)

Es la inversa de la conductividad térmica:

$$R = \frac{1}{K} = \frac{1}{\lambda} \quad (10)$$

2.7.3.3 Conductancia térmica

Se representa con el Símbolo: C y las unidades son: $\text{kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$)

La cantidad de calor transmitida a través de la unidad de área de una muestra de material o de una estructura de espesor L , dividida por la diferencia de temperatura entre las caras caliente y fría, en condiciones estacionarias.

$$C = \lambda/L$$

Cuando las caras caliente y fría no constituyan dos superficies planas paralelas es necesario aclarar en qué condiciones se da la conductancia térmica. La conductancia térmica depende del espesor L del material, mientras la conductividad se refiere a la unidad de espesor del material. (10)

2.7.3.4 Resistencia térmica interna

Se representa con el Símbolo: R y las unidades usadas son: $\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/kcal}$ ($\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$)

Es el inverso de la conductancia térmica:

$$R = L/\lambda$$

La utilidad de este coeficiente radica en el caso en el que el calor pasa sucesivamente a través de un material formado por varios componentes; entonces las resistencias pueden ser calculadas por separado y de esta manera la resistencia del conjunto es la suma de las resistencias parciales obtenidas. (10)

2.8 Confort

La sensación de confort de un ambiente influyen simultáneamente los estímulos recogidos por todos los sentidos, además de otros factores a veces muy difícilmente reconocibles. A pesar de ello, clásicamente se ha analizado por separado el confort dependiendo de cada sentido y es curioso como aquel que en principio es menos a nivel consciente (el sentido criostésico), resulta ser más importante a nivel de confort que los otros (vista y oído).

Confort de un ambiente, en cada uno de los casos, dependerá tanto de sus parámetros objetivos como de los factores de los usuarios. La tarea básica del arquitecto es el diseño de los medios habitables.

2.8.1 Confort Visual

La comodidad visual depende, como es lógico en un sentido básicamente informativo, de la facilidad de nuestra visión para percibir aquello que le interesa. En este sentido, el primer requerimiento será que la cantidad de luz sea la necesaria para que nuestra agudeza visual nos permita distinguir los detalles de aquellos que miramos. De acuerdo con esto, el primer parámetro es la iluminación, con valores recomendables que varían según las circunstancias y las condiciones de deslumbramiento (que será el segundo parámetro que se deberá considerarse).

2.8.2 Confort Acústico

El confort acústico acostumbra a asociarse únicamente a la existencia de un ruido molesto. A pesar de que debemos entender como ruido la definición más amplia de este concepto (todo sonido no deseado), existen también otros factores acústicos que son importantes por su influencia en el confort.

2.8.3 Confort climático

Al considerar el confort climático distinguimos dos campos generales (aunque, a veces, relacionados): el primero es la calidad del aire para la respiración, con sus posibles olores, tema de difícil evaluación y que, en la práctica se considera indirectamente, fijando como parámetro la renovación del aire del local, con su caudal absoluto (m^3/h) o relativo al volumen del local ($rh=m^3/m^3$).

En segundo campo a considerar, mucho más estudiado, es el del confort térmico donde intervienen los complejos fenómenos energéticos de intercambio de energía entre el cuerpo y el ambiente. El ser humano, como animal de sangre caliente, mantiene una temperatura interior constante frente a las variaciones exteriores y usa para ello los mecanismos de regulación conocidos como homeostasis.

2.8.4 Confort térmico

El cuerpo produce energía a partir de los alimentos, por procesos metabólicos (oxidación de grasa), que hacen funcionar los distintos órganos del cuerpo y sirven para fabricar tejidos. En general el consumo de energía es proporcional al peso de la persona y depende de su grado de actividad.

Generalmente se define el confort térmico como ausencia de molestias sensoriales.

El confort térmico depende de:

La temperatura.

El grado higrotérmico.

La radiación.

La turbulencia del aire.

El metabolismo hace disipar del cuerpo humano una cantidad de calor, debiéndose realizar en forma regular. Si se acelera, la piel se enfría, lo cual provoca desde molestias hasta la muerte de los tejidos (congelación). Si la pérdida disminuye, la

sudoración restablece el equilibrio, llegando a resecarse el organismo por un exceso de transpiración.

El confort térmico no es otra cosa que el mantenimiento de un ambiente que permita la regulación normal (sensación térmica). Los psicólogos son unánimes en afirmar que para obtener estas condiciones habría que respirar aire frío en una habitación de paredes calientes. (11)

2.9 Aislante Térmico

Un aislante térmico es un material usado en la construcción y caracterizado por su alta resistencia térmica. Establece una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tendrán a igualarse en temperatura, impidiendo que entre o salga calor del sistema que nos interesa, en este caso una vivienda.

Uno de los mejores aislantes térmicos es el vacío, pero debido a la gran dificultad para obtener y mantener condiciones de vacío se emplea en muy pocas ocasiones. En la práctica se utiliza el aire con baja humedad, que impide el paso del calor por conducción, gracias a su baja conductividad térmica y por radiación, gracias a un bajo coeficiente de absorción.

El aire si transmite calor por convección, lo que reduce su capacidad de aislamiento. Por esta razón se utiliza como aislante térmico materiales porosos o fibrosos, capaces de inmovilizar el aire seco y confinado en el interior de celdillas más o menos estancas. Aunque en la mayoría de los casos el gas encerrado es aire común, en aislantes de poro cerrado (formados por burbujas no comunicadas entre si, como el caso del poliuretano proyectado), el gas utilizado como agente espumante es el que queda finalmente encerrado.

También es posible utilizar otras combinaciones de gases distantes, pero su empleo está muy poco extendido. Se suelen utilizar como aislantes térmicos: lana de roca,

fibra de vidrio, vidrio celular, poliestireno expandido, poliestireno extruido, espuma de poliuretano, aglomerado de corcho. (12)

2.9.1 Poliuretano

El **poliuretano** (PUR) es un polímero que se obtiene mediante condensación de di-bases hidroxílicas combinadas con disocianatos. Los poliuretanos se clasifican en dos grupos, definidos por su estructura química, diferenciados por su comportamiento frente a la temperatura. De esta manera pueden ser de dos tipos: termoestables o termoplásticos (poliuretano termoplástico, según si degradan antes de fluir o si fluyen antes de degradarse, respectivamente).

Los poliuretanos termoestables más habituales son espumas, muy utilizadas como aislantes térmicos y como espumas resilientes. Entre los poliuretanos termoplásticos más habituales destacan los empleados en elastómeros, adhesivos selladores de alto rendimiento, pinturas, fibras textiles, sellantes, embalajes, juntas, preservativos, componentes de automóvil, en la industria de la construcción, del mueble y múltiples aplicaciones más. (13)

2.9.2 Las aplicaciones del poliuretano como aislante térmico de edificios.

Los poliuretanos constituyen una forma asequible, duradera y segura de reducir las emisiones de carbono que provocan el calentamiento global. Los poliuretanos pueden reducir de forma drástica la pérdida de calor en hogares y oficinas cuando el tiempo es frío. Durante el verano desempeñan una función importante en mantener fríos los edificios, lo que implica una reducción en el empleo del aire acondicionado.

Como **aislante** se utiliza normalmente en:

- Aislamiento de fachadas (por el interior, por el exterior y en cámaras de aire)
- Aislamiento de cubiertas (planas e inclinadas)
- Aislamiento de techos
- Aislamiento de suelos
- Recubrimiento de tuberías
- Recubrimiento de calderas

En la práctica, un buen aislante permite retener el calor en el interior de los inmuebles en climas fríos o bien la refrigeración en climas cálidos.

El empleo de **poliuretano aislante térmico en edificios ofrece numerosas ventajas** y se emplea en diferentes formatos:

Gracias a su durabilidad se prolonga la vida útil de los edificios y se reduce su mantenimiento.

- Ligeros y resistentes tanto a los esfuerzos mecánicos como a la humedad y además su instalación es sencilla.
- Capaces de conservar sus propiedades de eficiencia energética durante toda la vida del edificio.
- Aprovechan mejor el espacio que otros aislantes y permiten que arquitectos y diseñadores saquen el máximo partido posible a los espacios internos.
- La gama de productos es versátil y eficiente en su empleo en la rehabilitación del parque de edificios existentes.

Los productos de poliuretano aislante no sólo son efectivos en términos de conservación de energía, sino que su huella de carbono es relativamente pequeña y no deja de disminuir. (13)

Tabla 1. Comparación del coeficiente de conductividad térmica entre diferentes materiales.

Material	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/m·K)
Chapa de Aluminio	2.700	2,04
Hormigón	2.400	1,63
Vidrio plano	2.500	0,81
Ladrillo macizo	1.600	0,81
Tejas (plana)	1.800	0,76
Yeso (placas)	1.000	0,44
Hormigón liviano	1.000	0,36
Nieve compactada	300	0,23
Madera (pino)	700	0,17
Lana de vidrio	11	0,041
Lana de vidrio	15	0,038
Lana de vidrio	35	0,038
Lana de vidrio	50	0,032
Lana de vidrio	70	0,031
Lana de vidrio	100	0,032
Poliuretano rígido	35	0,020
Poliuretano proyectado	30	0,024

En esta tabla se muestra la densidad y los coeficientes de conductividad térmica de distintos materiales.

2.9.3 Poliestireno

El poliestireno (PS) es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno. Existen cuatro tipos principales: el PS que es transparente, rígido y quebradizo; el poliestireno de alto impacto, resistente y opaco, el poliestireno expandido, muy ligero, y el Poliestireno extruido, similar al expandido pero más denso e impermeable. Las aplicaciones principales del PS choque y el PS cristal son la fabricación de envases mediante extrusión-termo formado, y de objetos diversos mediante moldeo por inyección. La forma expandida y extruida se emplean principalmente como aislantes térmicos en construcción. (14)



Figura 8. Aplicaciones del Poliestireno en distintos utensilios, Poliestireno choque, cristal, extruido y expandido. (14)

Propiedades térmicas: el Poliestireno compacto (sin inyección de gas en su interior) presenta la conductividad térmica más baja de todos los termoplásticos. Las espumas rígidas de poliestireno XPS presentan valores aún más bajos de conductividad, incluso menores de 0.03 WK-1, por lo que se suele utilizar como aislante térmico. Sin embargo tiene relativamente poca resistencia a la temperatura, ya que reblandece entre 85 y 105°C (el valor exacto depende del contenido en aceite mineral).

Poliestireno expandido: Otra de las aplicaciones del este es el de aislante térmico acústico en el sector de la construcción, utilizando como tal en fachadas, cubiertas, suelos, etc. En este tipo de aplicaciones, el poliestireno expandido compite con la espuma rígida de poliuretano, la cual tiene también propiedades aislantes.

Poliestireno extruido: El poliestireno extruido o extrusionado, también conocido como por su acrónimo inglés XPS, es una espuma rígida resultante de extrusionar Poliestireno en presencia de un gas espumante, usada principalmente como aislante térmico.

El poliestireno extruido comparte muchas características con el poliestireno expandido, pues su composición química es idéntica: aproximadamente un 95% de poliestireno y un 5% de gas. La diferencia radica únicamente en el proceso de conformación; pero es una diferencia crucial, ya que el extrusionado produce una estructura de burbuja cerrada, lo que convierte el poliestireno extrusionado en el único aislante térmico capaz de mojarse sin perder sus propiedades.

El XPS posee una conductividad térmica típica entre 0.033W/mk y 0.036W/mk, aunque existen poliestireno con valores de hasta 0.029W/mk. El XPS presenta una baja absorción de agua (inferior al 0.7% a inmersión total) y unas presentaciones mecánicas muy altas (entre 200 kpa y 700kpa). Tiene una densidad algo mayor que la del poliestireno extrusionado; en torno a los 33kg/m³. (14)

2.9.4 Aislamuro

El aislamuro es un recubrimiento térmico para muros exteriores de todo tipo. Este producto está formulado con perlita mineral expandida, y aditivos especiales que aseguran su impermeabilidad y adhesividad sobre prácticamente todo tipo de superficie.

Ventajas:

- Aislante térmico.
- Impermeable.
- Respira.
- Proporciona acabado para muros exteriores en una sola mano.
- No forma grietas en espesores de hasta 2.5cm.
- Mejora la apariencia al corregir desplomes o imperfecciones del muro.
- Rinde el doble que otros recubrimientos.
- Recibe cualquier tipo de pintura.
- No requiere curado.

El aislamuro se utiliza en todo tipo de edificación donde se busque sustituir el zarpeo y afinar así como incrementar el confort de los ocupantes. Para prepararlo, solo se necesita mezclar el contenido del saco con la cantidad apropiada de agua. (15)

2.10 Energía Eléctrica

Se le llama energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, por lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos, cuando se les coloca en contacto por medio de un conductor eléctrico para obtener trabajo. La energía eléctrica puede transformarse en

muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa o luz, la energía mecánica y energía térmica.

Su uso es una de las bases de la tecnología utilizada por el ser humano en la actualidad.

La electricidad se genera a partir de otras fuentes de energía, principalmente en: centrales hidroeléctricas donde se usa la fuerza mecánica de agua o en centrales termoeléctricas donde se produce electricidad a partir del carbón, petróleo y otros combustibles. También puede generarse a partir de la Energía Eólica, Solar y Biomásica entre otras.

La energía eléctrica se manifiesta como corriente eléctrica, es decir, como el movimiento de cargas eléctricas negativas, o electrones, a través de un cable conductor metálico como consecuencia de la diferencia de potencial que un generador este aplicando en sus extremos.

Cada vez que se acciona un interruptor, se cierra un circuito eléctrico y se genera el movimiento de electrones a través del cable conductor. Las cargas que se desplazan forman parte de los átomos que se desea utilizar, mediante las correspondientes transformaciones; por ejemplo, cuando la energía eléctrica llega a una encerradora, se convierte en energía mecánica, calórica y en algunos casos luminosa, gracias al motor eléctrico y a las distintas piezas mecánicas del aparato. (16)

2.11 Sistemas de Aire Acondicionado

La gama de aires acondicionados es muy amplia, hay distintos tipos de aires acondicionados como: split, multi split, de ventana, centralizados; aunque muchos no lo conozcan por este nombre son cada vez más los individuos que optan por comprar un climatizador, y esto se debe a las funciones útiles que nos brinda, porque un climatizador de aire no es nada menos que un aire acondicionado con las funciones de frío y calor.

Para describir una definición más técnica, un climatizador de aire es un artefacto que se encarga de mantener el aire de las dependencias a una temperatura preestablecida; también tiene como función mantener los niveles de humedad dentro de los límites correctos, así como a su vez, de filtrar el aire. Más allá que un climatizador es una consola de aire acondicionado que posee don funciones, debemos establecer ciertas diferencias entre una consola simple y un climatizador. El aire acondicionado es, simplemente, un artefacto que introduce aire frío dentro de un sitio, incluso su temperatura puede ser inferior a la del aire de la calle, para realizar dicha función utiliza un evaporador (o enfriador), un condensador y un compresor que se coloca fuera de la habitación. (17)

2.11.1 Funcionamiento de un Aire Acondicionado.

El acondicionador de aire o clima toma aire del interior de una recamara pasando por tubos que están a baja temperatura estos están enfriando por medio de un líquido que a su vez se enfría por medio del condensador, parte del aire se devuelve a una temperatura menor y parte sale expulsada por el panel trasero del aparato, el termómetro está en el panel frontal para que cuando pase el aire calcule la temperatura ala que esta el ambiente dentro de la recamara, así regulando que tan frío y que tanto debe trabajar el compresor y el condensador. (17)

2.11.2 Componentes esenciales de un Aire Acondicionado:

- Abanico
- Compresor
- Termómetro
- Líquido enfriador
- Panel o condensador

Un climatizador, es una consola que ejerce un control sobre los sistemas de aire acondicionado, ventilación y calefacción, controla la temperatura dentro de la vivienda gobernando la temperatura de caudal de aire e inclusive la salida del mismo.

El climatizador nos permite desentendernos del caudal y la temperatura de aire a introducir, como así también, de los puntos de salida del mismo. Lo único que requiere su conductor es la temperatura a controlar, ya que el fin de estos aparatos es descargar de trabajo a quien lo maneje aportando comodidad, pero como todo lo bueno y como cuesta caro.

Hay miles de climatizadores, cada uno posee un modo peculiar de funcionamiento, es por esto que es casi imposible detallar el uso de cada uno de ellos, básicamente lo que tiene que hacer el usuario es seleccionar la temperatura que desea para que así se pueda seleccionar la salida de aire y su caudal. (17)

CAPÍTULO III - METODOLOGÍA

3.1 Selección del prototipo de vivienda

El estudio numérico se llevo a cabo en un prototipo de vivienda de interés social llevada a cabo por la constructora CACSA “construcción y administración de Cajeme S.A de C.V” la vivienda es construida en un lote de 7.m X 17.82 m, que se compone básicamente de 2 recámaras, un baño, sala-comedor y cocina; con un área de construcción de 42.284 m², pasillo de servicio, patio, área de cochera y jardín.

42.2303

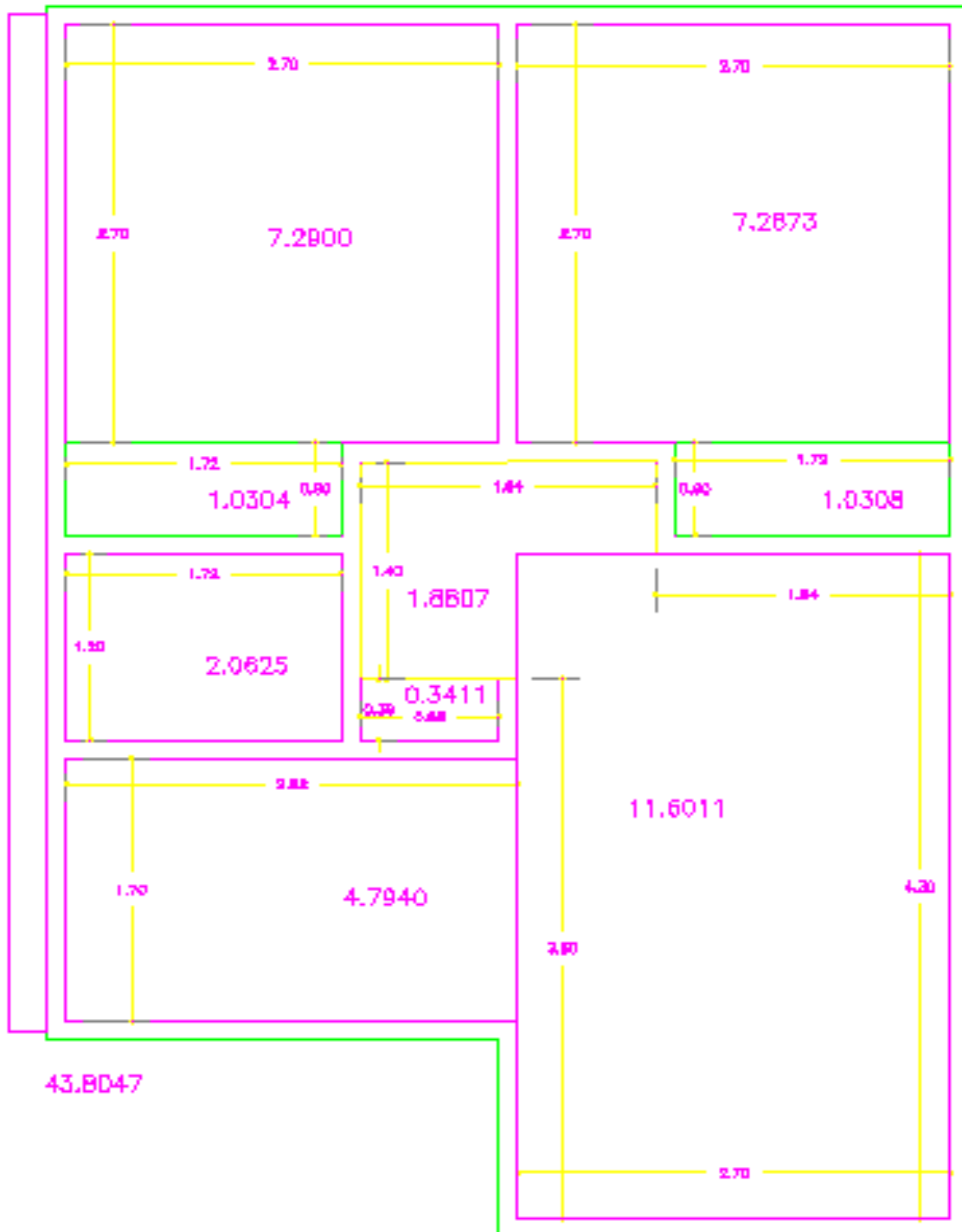


Figura 9. Planta arquitectónica

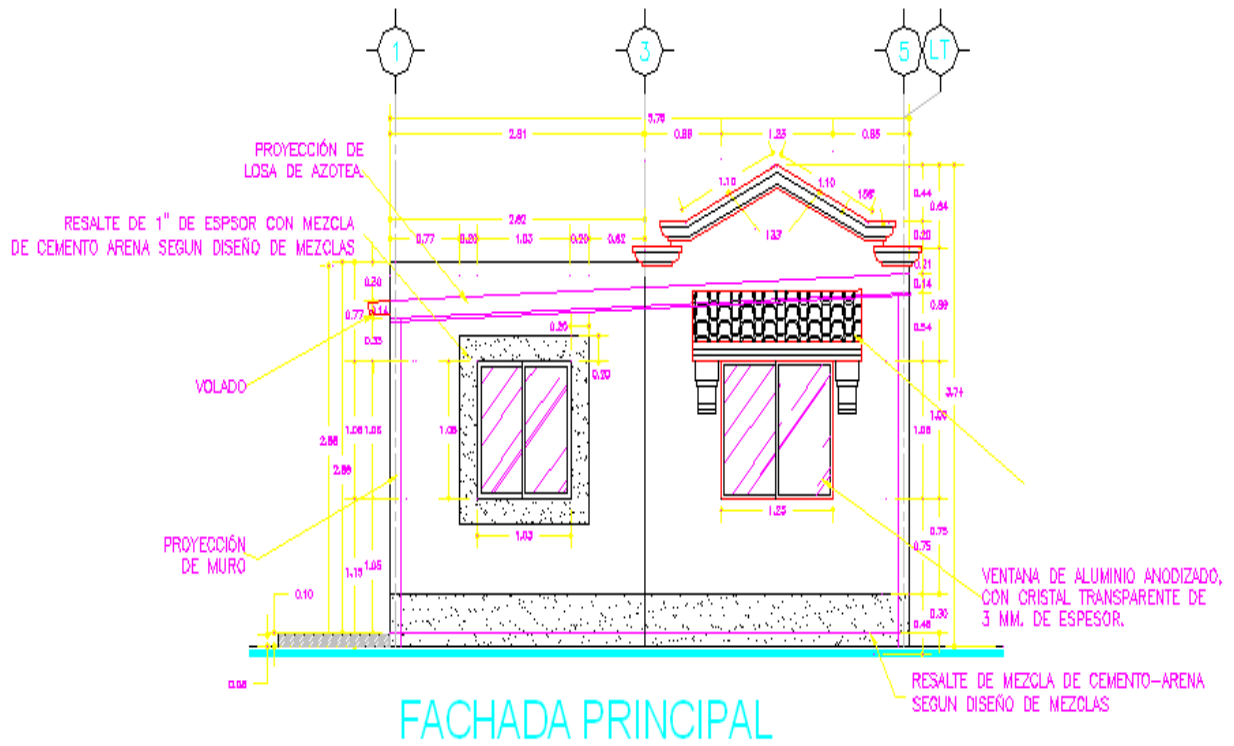


Figura 10. Fachada principal

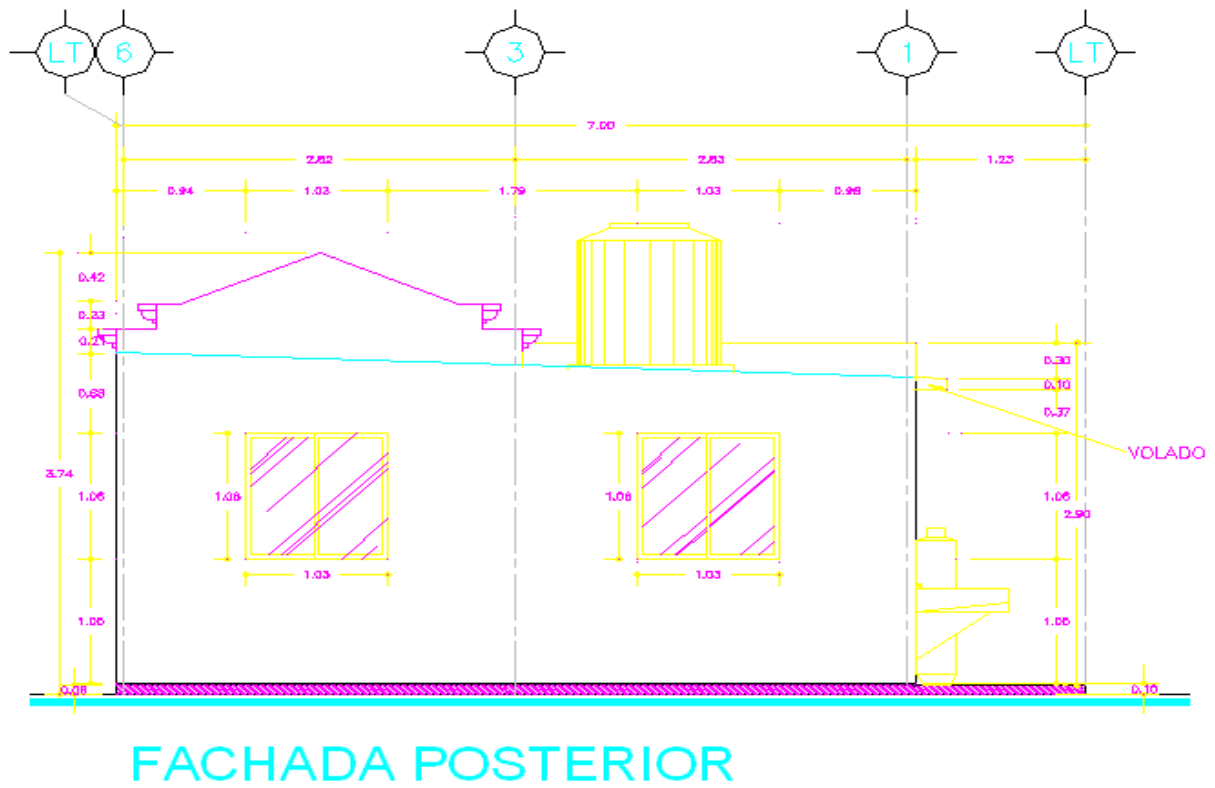


Figura 11. Fachada posterior

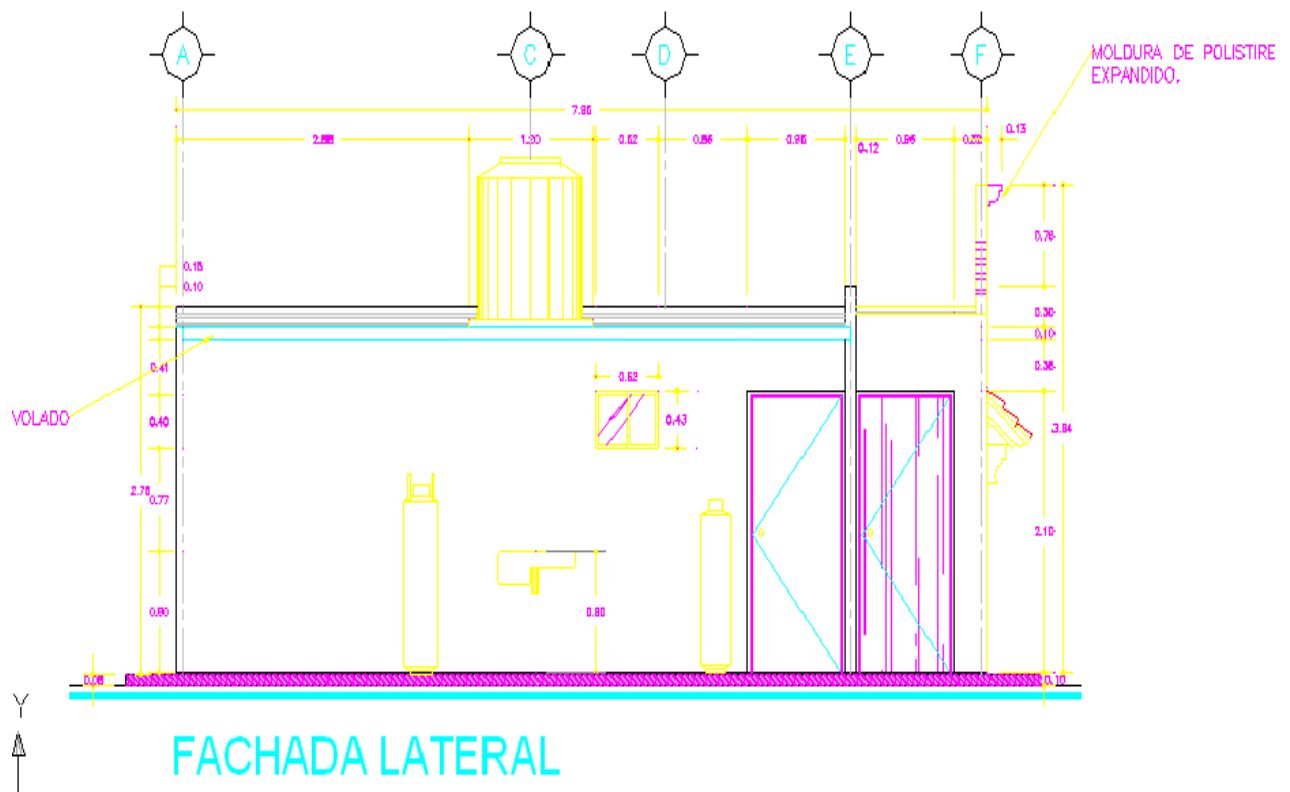


Figura 12. Fachada lateral

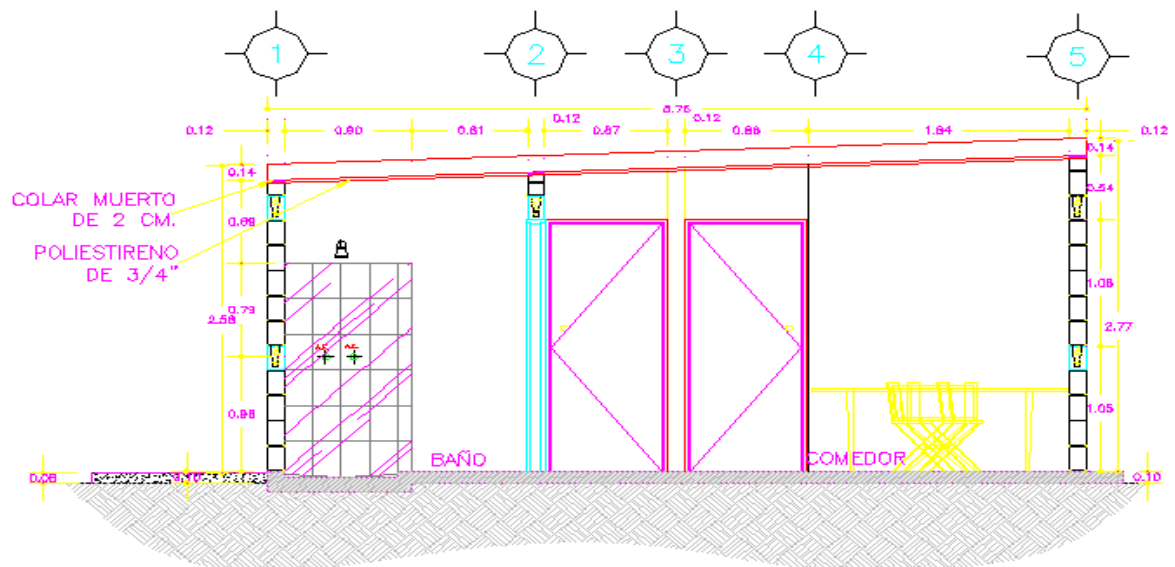
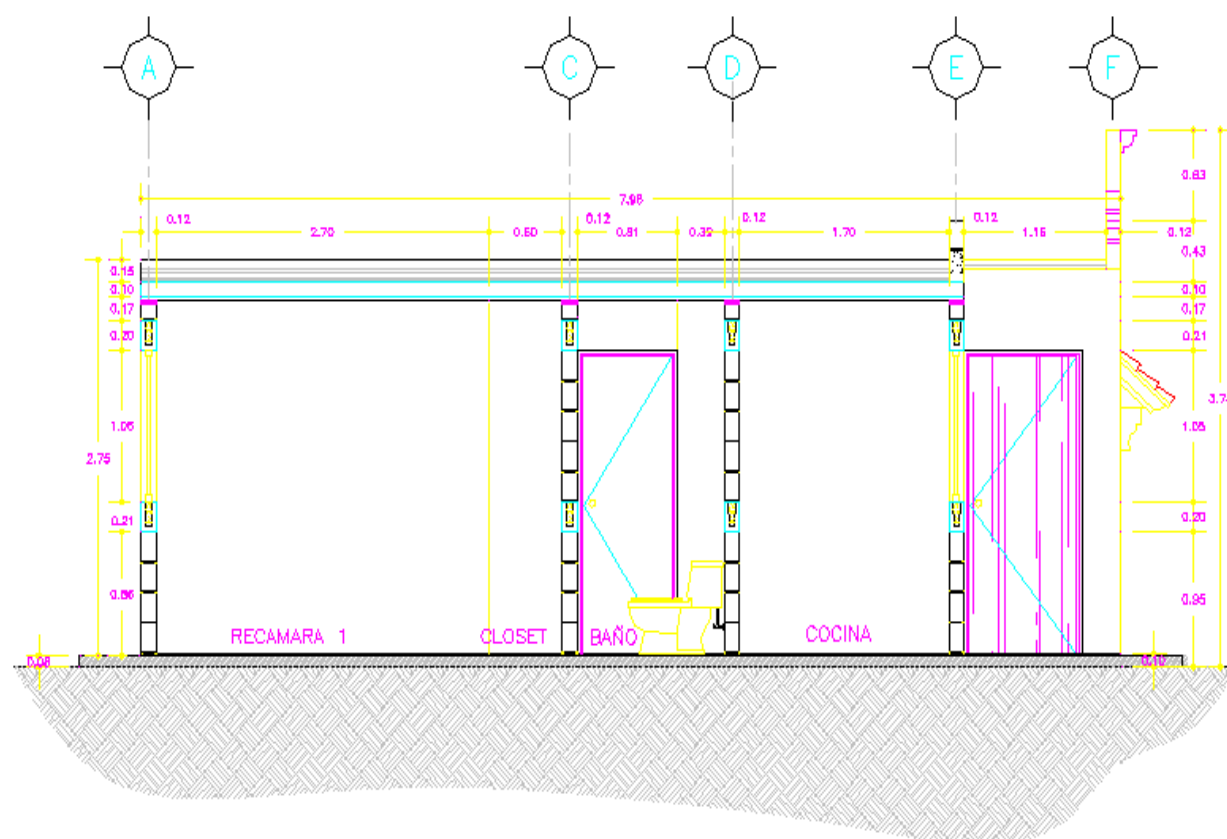


Figura 13. Corte transversal



CORTE LONGITUDINAL X-X'

Figura 14. Corte longitudinal



51

3.2 Construcción del modelo

El análisis se llevo a cabo en un paquete computacional llamado “FLIR QUICK REPORT”. Con este software se analizaron las fotos infrarrojas mostrando los puntos más calientes y más fríos en la losa, seleccionando tres puntos principales de estudio, sobre el muro, sobre la bovedilla y sobre la vigueta, que son los tres puntos donde la temperatura es diferente.

Las fotos fueron tomadas con una cámara termográfica, la cual nos muestra la temperatura del objeto deseado. Durante dos días seguidos se realizó la toma de fotografías térmicas en la vivienda de estudio, desde las 10:00 a.m. a 7:00 p.m. para así realizar el análisis de ellas así como su separación para un mejor uso al momento de obtener los parámetros de temperatura.

Una vez analizadas las fotos y haber tomado los tres puntos de análisis, se realizaron distintos tipos de gráficas con ayuda del Excel comparando la temperatura interior y exterior en los distintos puntos de estudio.

3.3 Variables térmicas en el estudio

La única variable térmica que se consideró en el estudio fue el cambio de temperatura en el transcurso del día, lo cual provoco que la temperatura exterior llegara a su máximo a determinada hora y descendiera por las bajas temperaturas que se están presentando durante las tardes.

CAPÍTULO IV - Análisis e interpretación de resultados

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se describen los resultados obtenidos de las imágenes infrarrojas las cuales nos muestran las temperaturas tanto dentro como fuera de la vivienda, en los tres puntos de análisis que son: en el muro, la bovedilla y vigueta.

A continuación se muestran los resultados de tablas y figuras de los puntos de estudio.

4.1 Análisis

4.1.1 Recámara 1

Tabla 2. Temperatura interior.

Hora	muro	Bovedilla	Vigueta
10:30:00 a.m.	19.3	25.3	21.9
11:00:00 a.m.	19.9	23.8	22.7
11:30:00 a.m.	20.8	20.8	22.8
12:00:00 p.m.	22.2	22.2	23.4
12:30:00 p.m.	22.7	22.7	23.8
01:00:00 p.m.	24.5	24.5	24.7
01:30:00 p.m.	25	25	25.6
02:00:00 p.m.	23.6	23.6	24.8
02:30:00 p.m.	27.4	27.4	26.3
03:00:00 p.m.	28.2	28.2	26.8
03:30:00 p.m.	29.2	29.2	28
04:00:00 p.m.	29	29	27.7
04:30:00 p.m.	28.6	28.6	25.6
05:00:00 p.m.	28.8	28.8	26.5
05:30:00 p.m.	29.9	29.9	27.5
06:00:00 p.m.	29.6	29.6	27.4
06:30:00 p.m.	27.8	27.8	26
07:00:00 p.m.	28.4	28.4	26.7

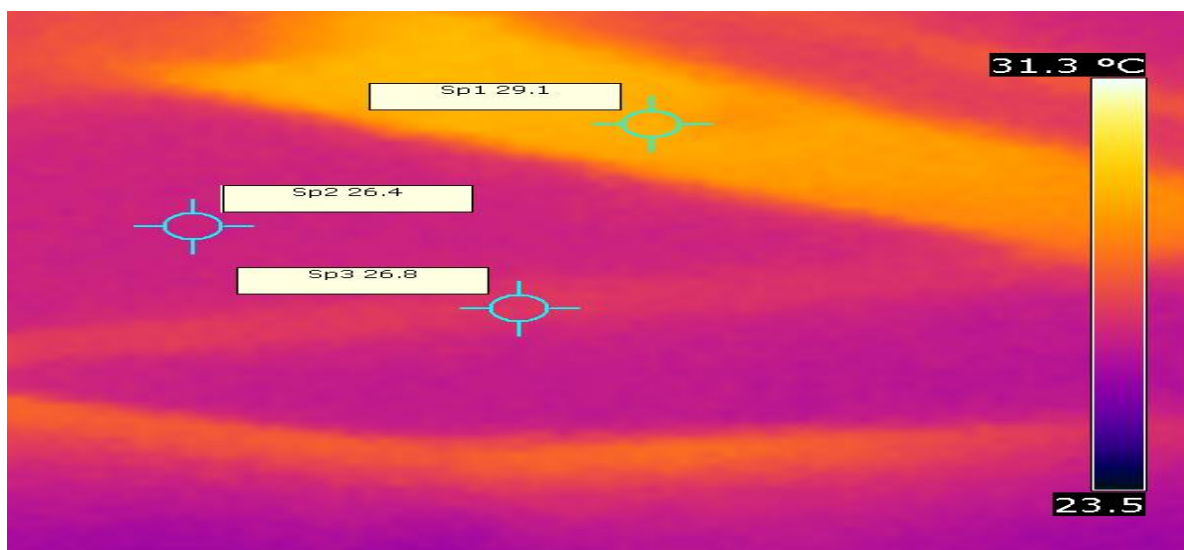


Figura 16. Puntos de estudio en la recámara 1

Tabla 3. Temperatura exterior.

Hora	Muro	Bovedilla	Vigueta
10:30:00 a.m.	23	29.5	25.5
11:00:00 a.m.	27.3	31.9	29.7
11:30:00 a.m.	29.9	34.8	31.5
12:00:00 p.m.	32	37.6	34
12:30:00 p.m.	32.3	39	34.8
01:00:00 p.m.	33.2	39.6	35.6
01:30:00 p.m.	33.9	40.2	36.8
02:00:00 p.m.	33.7	40.2	37.2
02:30:00 p.m.	33.9	41.1	37.5
03:00:00 p.m.	32.7	38.9	36
03:30:00 p.m.	32.3	38	35.8
04:00:00 p.m.	31.1	35.7	34.2
04:30:00 p.m.	28.2	33	31.7
05:00:00 p.m.	25.4	29.2	27.2
05:30:00 p.m.	22.4	25.6	24.9
06:00:00 p.m.	22.1	23	24.3
06:30:00 p.m.	20	21.5	22.5
07:00:00 p.m.	19.2	20.2	22

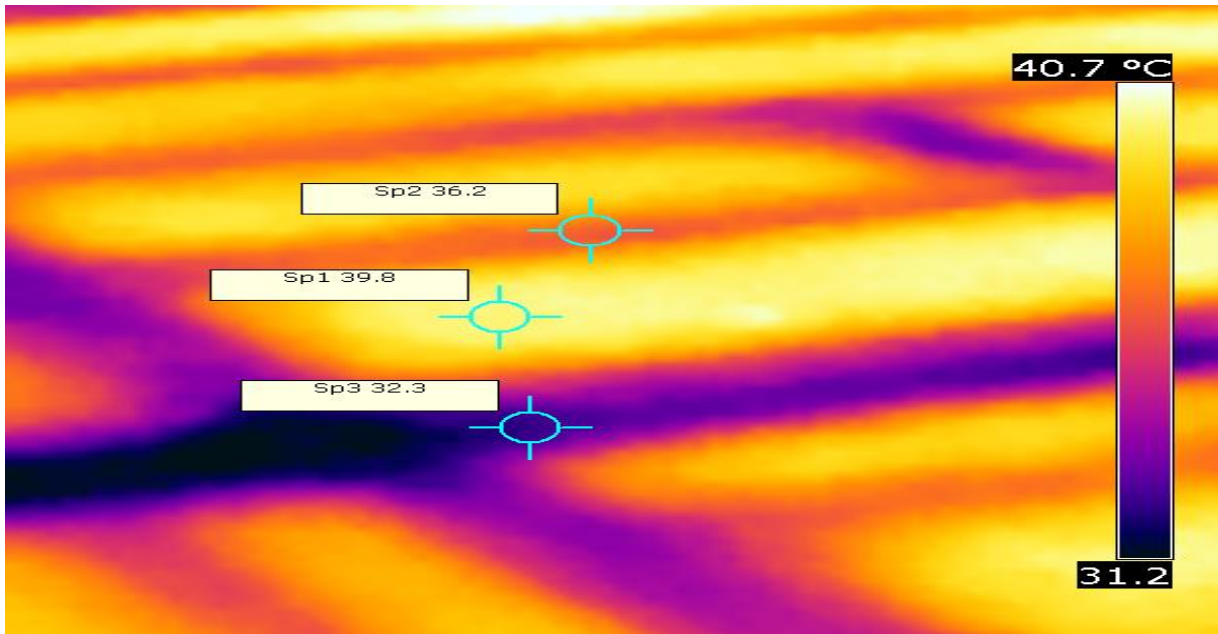


Figura 17. Puntos de estudio en el exterior de la vivienda.

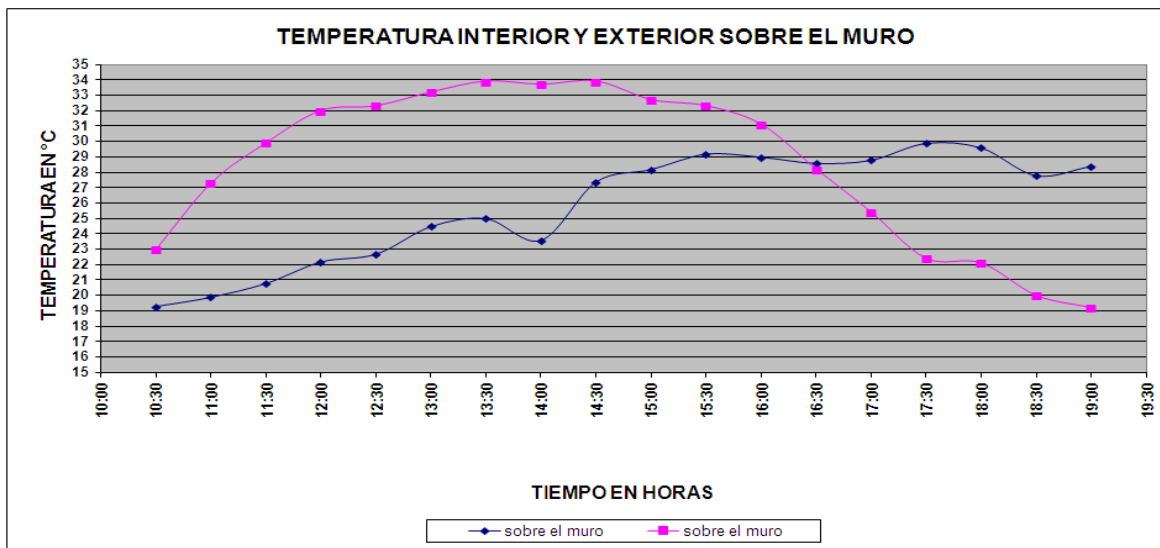


Figura 18. Temperatura interior y exterior sobre el muro.

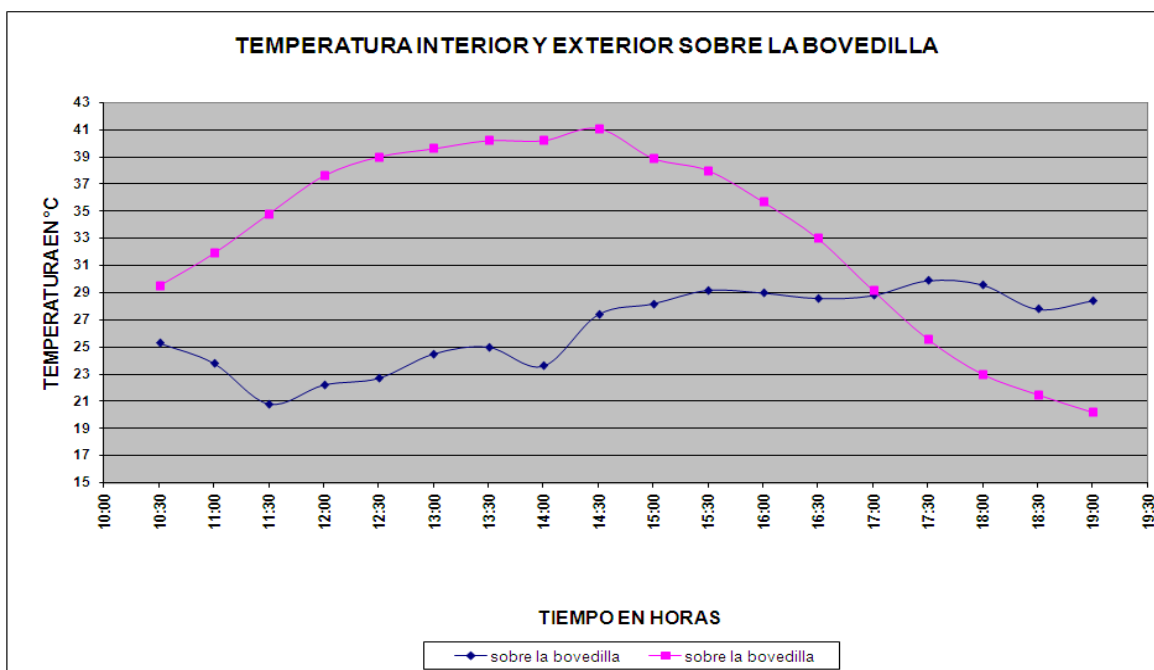


Figura 19. Temperatura interior y exterior sobre la bovedilla

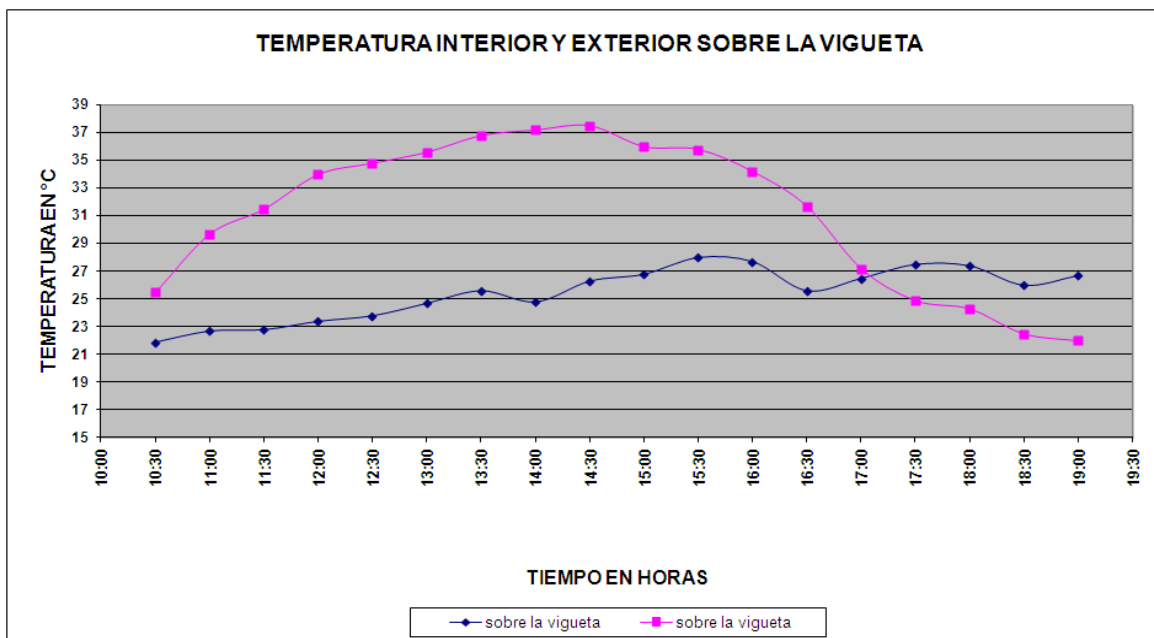


Figura 20. Temperatura interior y exterior sobre la vigueta

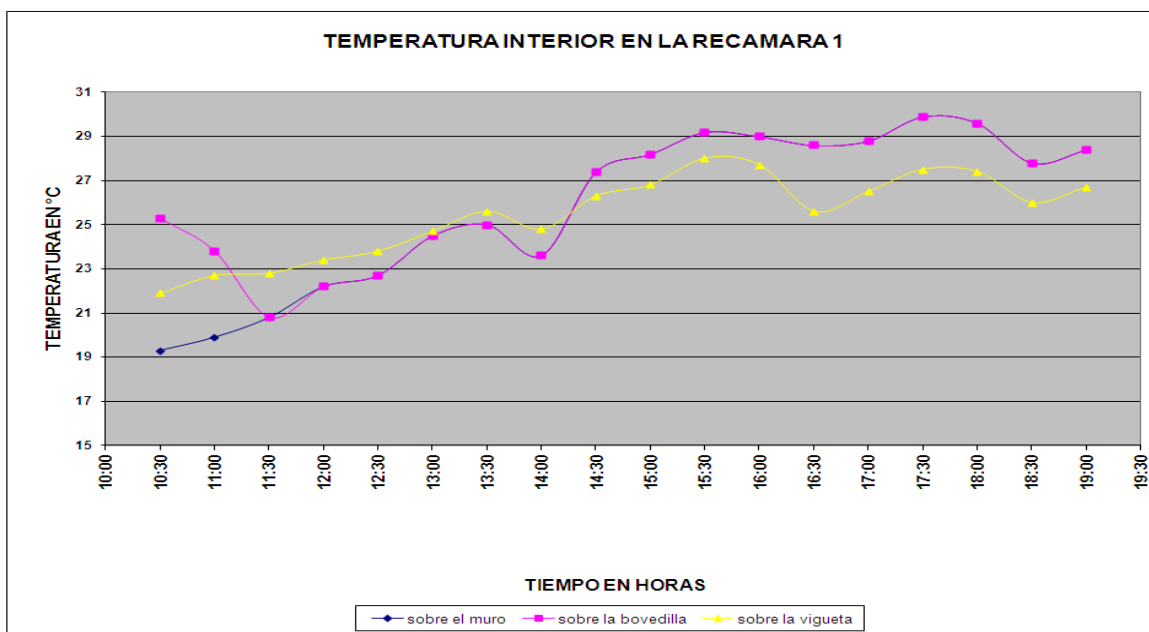


Figura 21. Temperatura interior en la recamara 1.

4.1.2 Recámara 2

Tabla 4. Temperatura interior.

Hora	Muro	Bovedilla	Vigueta
10:30:00 a.m.	19	23.3	21.8
11:00:00 a.m.	20.2	24.1	22.9
11:30:00 a.m.	21.7	24.8	23.6
12:00:00 p.m.	22.2	25.1	24.1
12:30:00 p.m.	23.3	25.7	24.9
01:00:00 p.m.	24.8	26.3	24.5
01:30:00 p.m.	24.4	26.4	25.8
02:00:00 p.m.	27.1	26.8	26.3
02:30:00 p.m.	27.8	27.2	26.5
03:00:00 p.m.	28.9	27.3	27.4
03:30:00 p.m.	30.3	27.8	28.3
04:00:00 p.m.	30.1	27.2	27.7
04:30:00 p.m.	30.2	27.4	28.1
05:00:00 p.m.	30.4	27	28.1
05:30:00 p.m.	30.2	26.6	27.9
06:00:00 p.m.	29.9	26.5	27.9
06:30:00 p.m.	28.8	25.6	27.1
07:00:00 p.m.	28.7	25.5	26.9

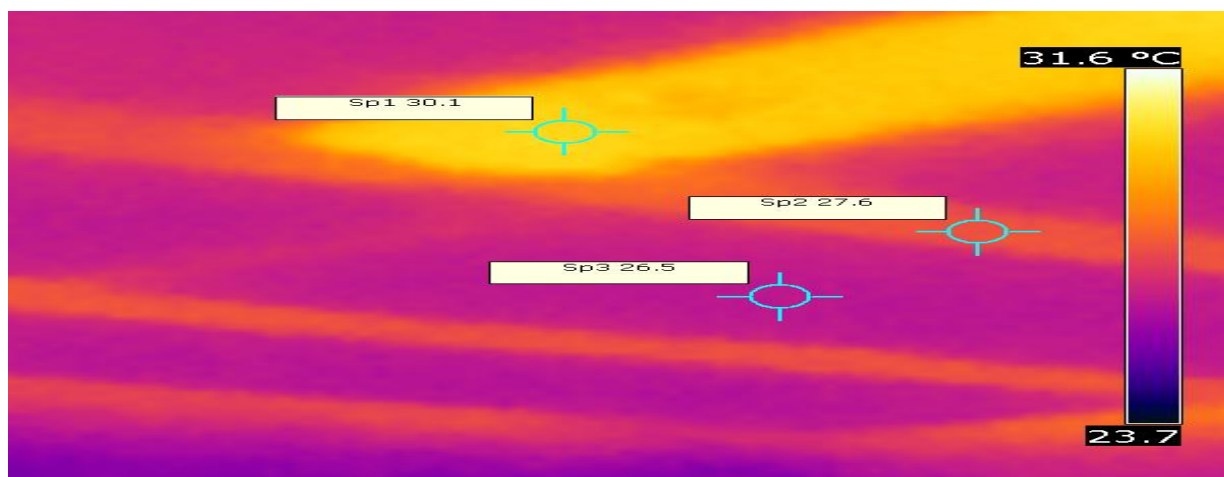


Figura 22. Puntos de estudio en la recámara 2

Tabla 5. Temperatura exterior.

Hora	Muro	Bovedilla	Vigueta
10:30:00 a.m.	23	29.5	25.5
11:00:00 a.m.	27.3	31.9	29.7
11:30:00 a.m.	29.9	34.8	31.5
12:00:00 p.m.	32	37.6	34
12:30:00 p.m.	32.3	39	34.8
01:00:00 p.m.	33.2	39.6	35.6
01:30:00 p.m.	33.9	40.2	36.8
02:00:00 p.m.	33.7	40.2	37.2
02:30:00 p.m.	33.9	41.1	37.5
03:00:00 p.m.	32.7	38.9	36
03:30:00 p.m.	32.3	38	35.8
04:00:00 p.m.	31.1	35.7	34.2
04:30:00 p.m.	28.2	33	31.7
05:00:00 p.m.	25.4	29.2	27.2
05:30:00 p.m.	22.4	25.6	24.9
06:00:00 p.m.	22.1	23	24.3
06:30:00 p.m.	20	21.5	22.5
07:00:00 p.m.	19.2	20.2	22

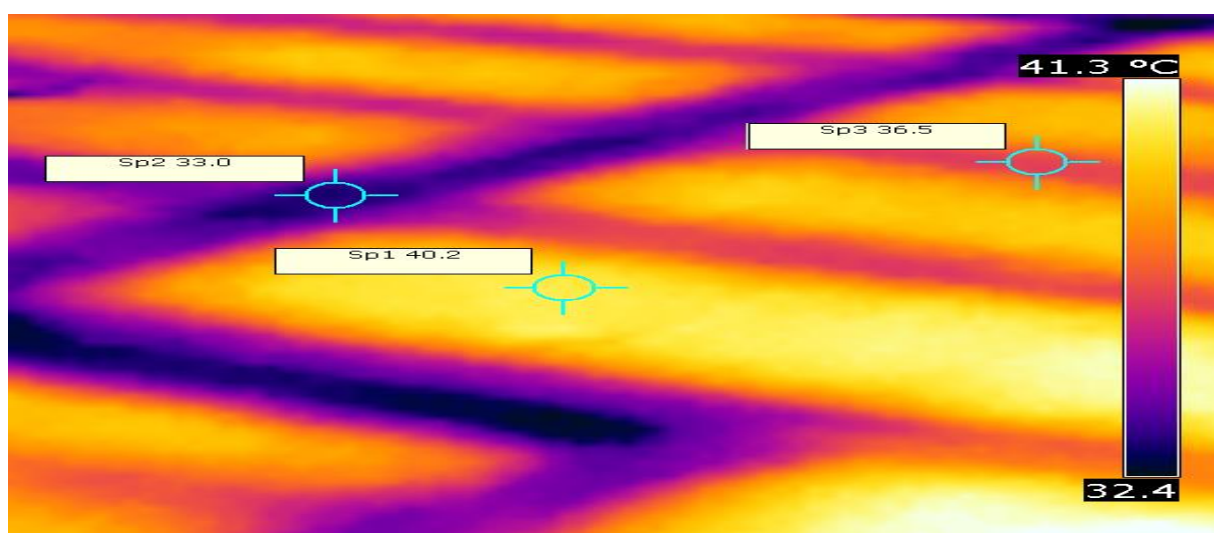


Figura 23. Puntos de estudio en el exterior de la vivienda.

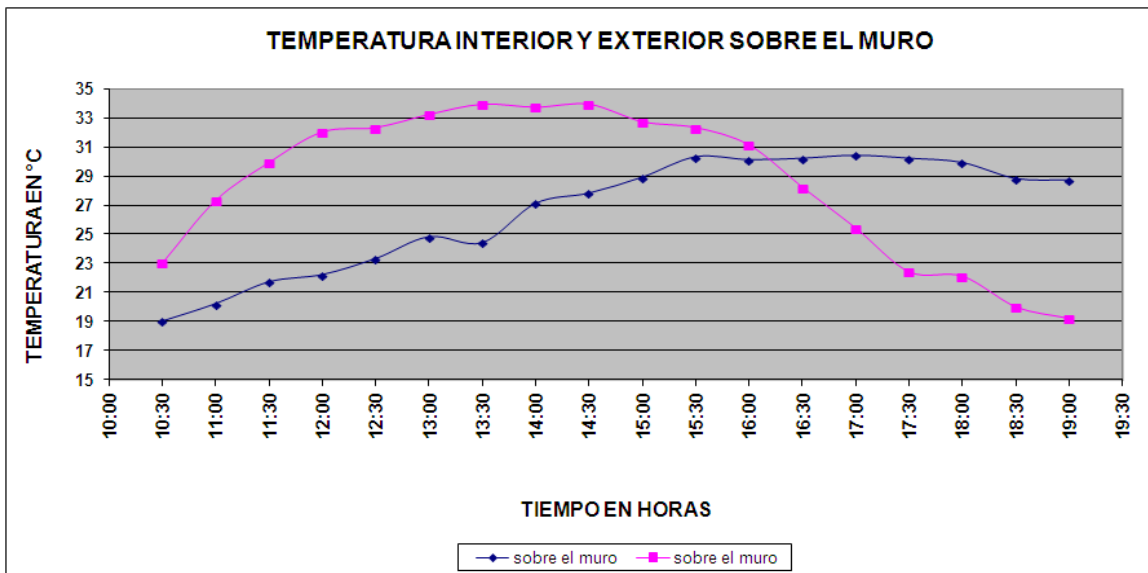


Figura 24. Temperatura interior y exterior sobre el muro

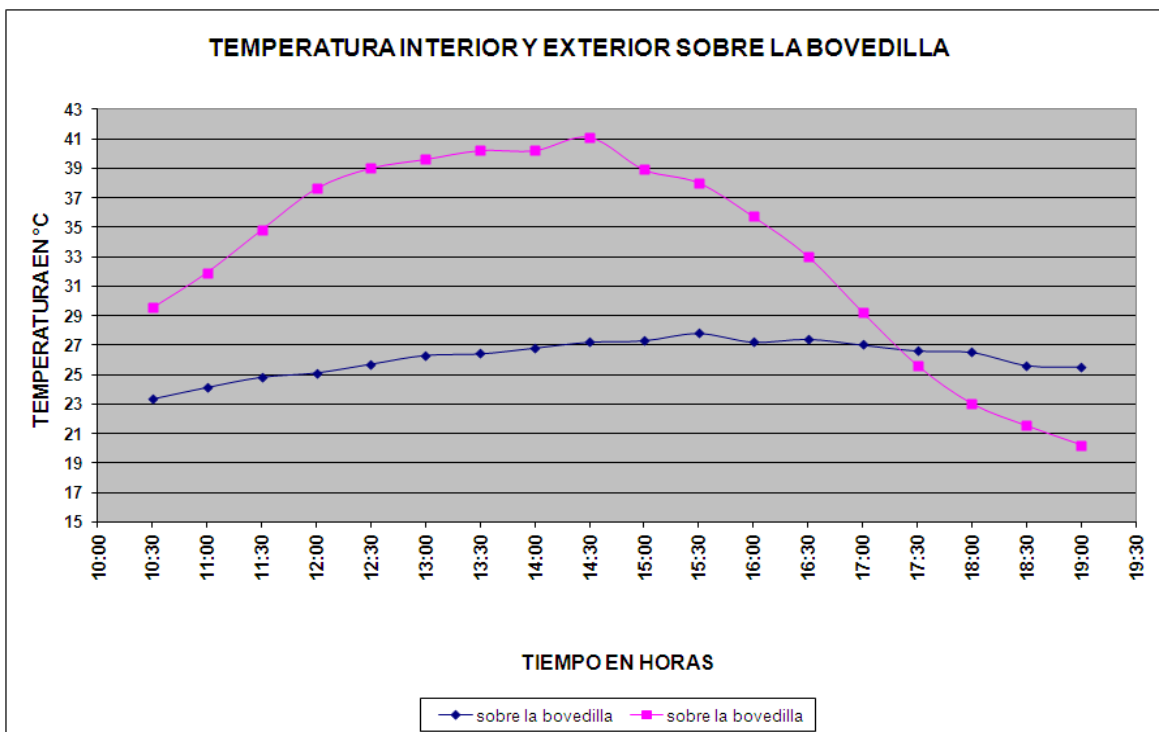


Figura 25. Temperatura interior y exterior sobre la bovedilla.

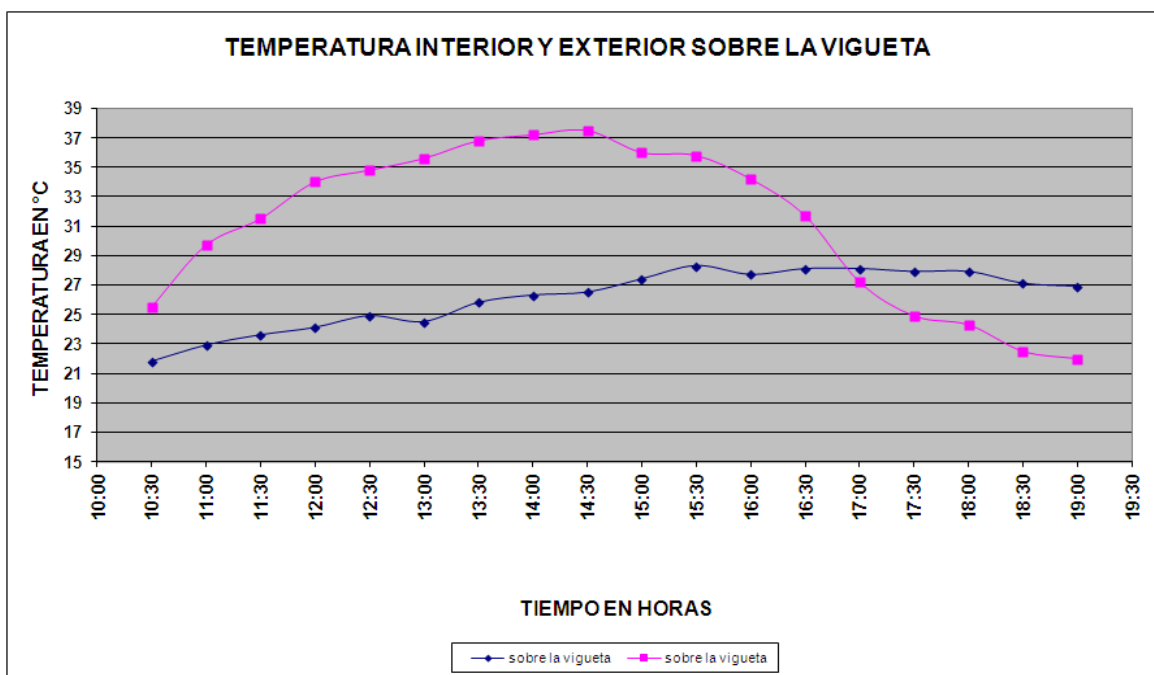


Figura 26. Temperatura interior y exterior sobre la vigueta.

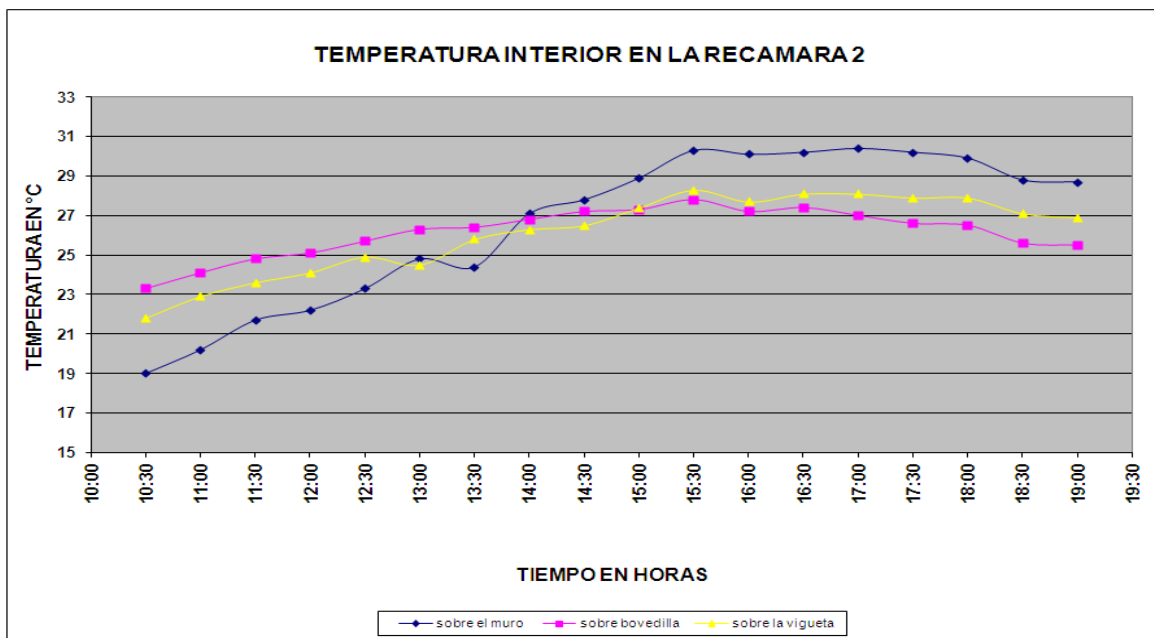


Figura 27. Temperatura interior en la recamara 2.

4.1.3. Sala-comedor.

Tabla 6. Temperatura interior.

Hora	Muro	Bovedilla	Vigueta
10:30:00 a.m.	22.4	25.3	23.9
11:00:00 a.m.	23	27.4	24.7
11:30:00 a.m.	23.5	27	25.3
12:00:00 p.m.	24	27.4	26.2
12:30:00 p.m.	26	27.4	26.6
01:00:00 p.m.	25.7	28.1	26.9
01:30:00 p.m.	26.8	29.7	28.4
02:00:00 p.m.	28.4	30.3	28.8
02:30:00 p.m.	28.8	30.6	29.4
03:00:00 p.m.	30.2	31.4	30
03:30:00 p.m.	28.1	30.6	28.4
04:00:00 p.m.	31	29.2	30.7
04:30:00 p.m.	28.1	30	29.2
05:00:00 p.m.	29.7	29.1	29
05:30:00 p.m.	30	28.1	28.9
06:00:00 p.m.	29.4	27.7	28.4
06:30:00 p.m.	28.9	27.2	28.1
07:00:00 p.m.	28.8	27.3	28.2



Figura 28. Puntos de estudio en la sala-comedor.

Tabla 7. Temperatura exterior.

Hora	Muro	Bovedilla	Vigueta
10:30:00 a.m.	23	29.5	25.5
11:00:00 a.m.	27.3	31.9	29.7
11:30:00 a.m.	29.9	34.8	31.5
12:00:00 p.m.	32	37.6	34
12:30:00 p.m.	32.3	39	34.8
01:00:00 p.m.	33.2	39.6	35.6
01:30:00 p.m.	33.9	40.2	36.8
02:00:00 p.m.	33.7	40.2	37.2
02:30:00 p.m.	33.9	41.1	37.5
03:00:00 p.m.	32.7	38.9	36
03:30:00 p.m.	32.3	38	35.8
04:00:00 p.m.	31.1	35.7	34.2
04:30:00 p.m.	28.2	33	31.7
05:00:00 p.m.	25.4	29.2	27.2
05:30:00 p.m.	22.4	25.6	24.9
06:00:00 p.m.	22.1	23	24.3
06:30:00 p.m.	20	21.5	22.5
07:00:00 p.m.	19.2	20.2	22

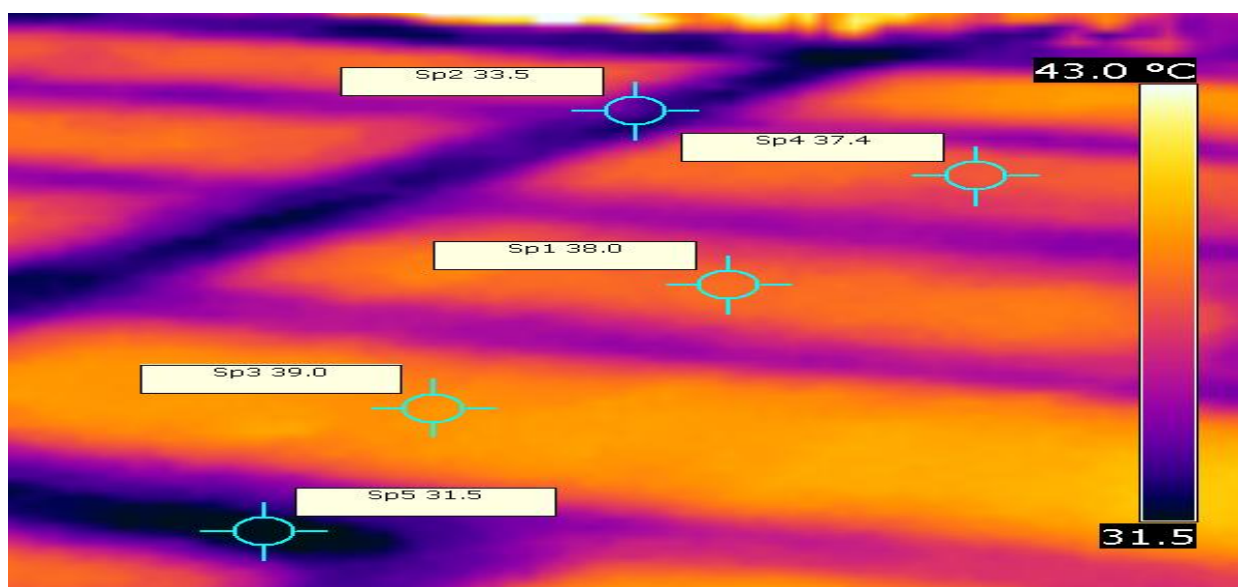


Figura 29. Puntos analizados en el exterior de la vivienda

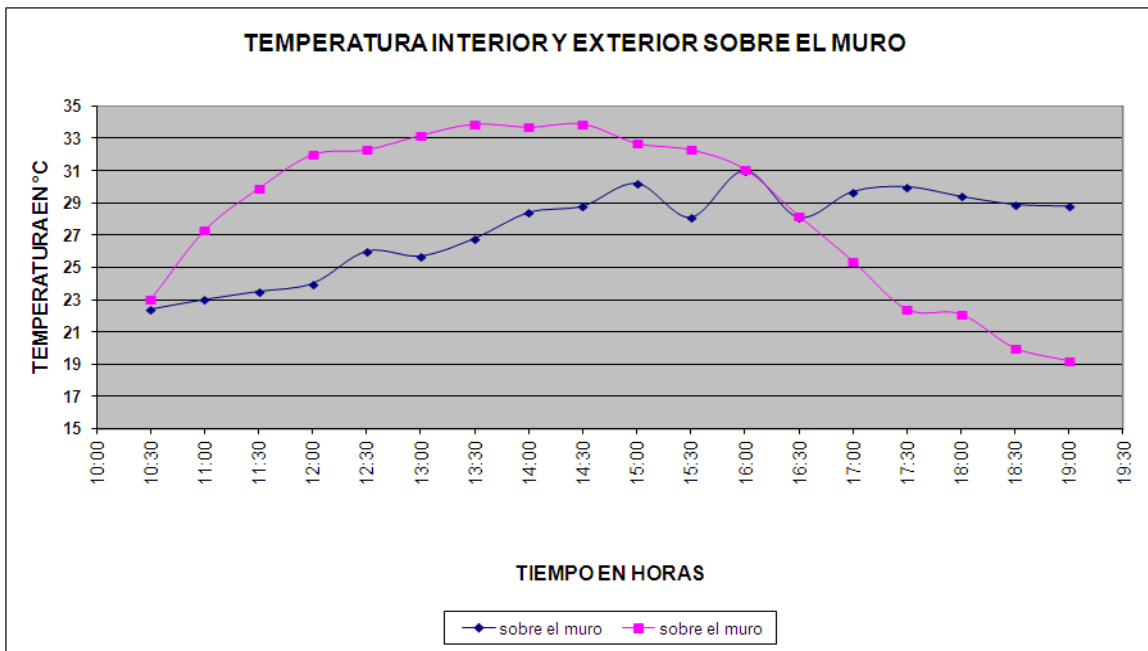


Figura 30. Temperatura interior y exterior sobre el muro.

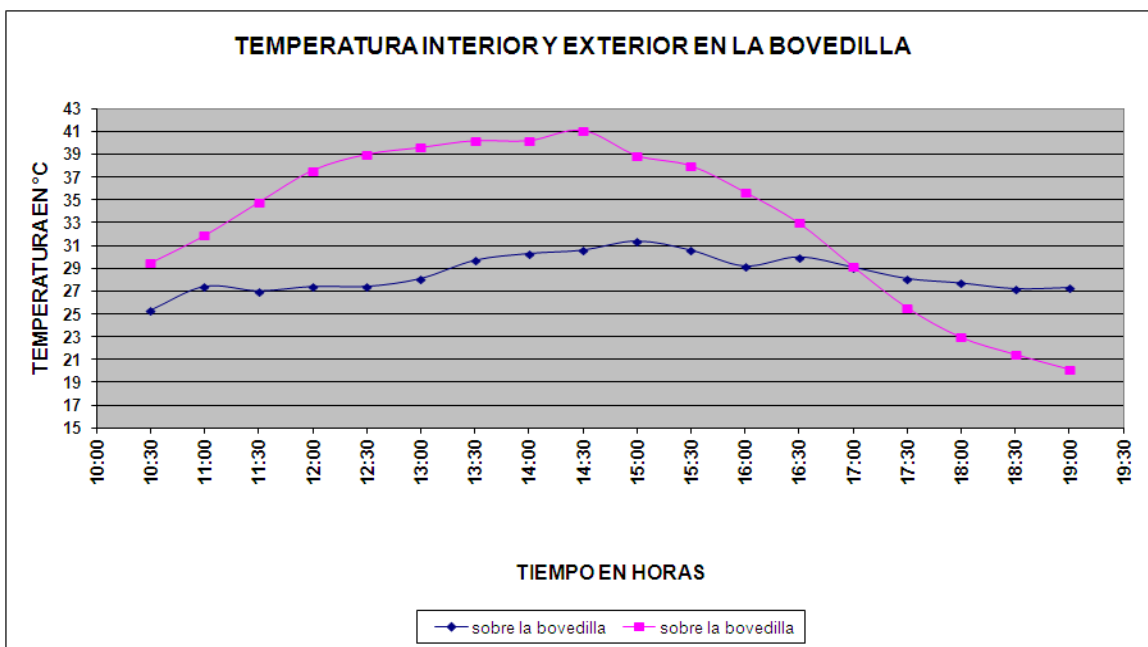


Figura 31. Temperatura interior y exterior sobre la bovedilla.

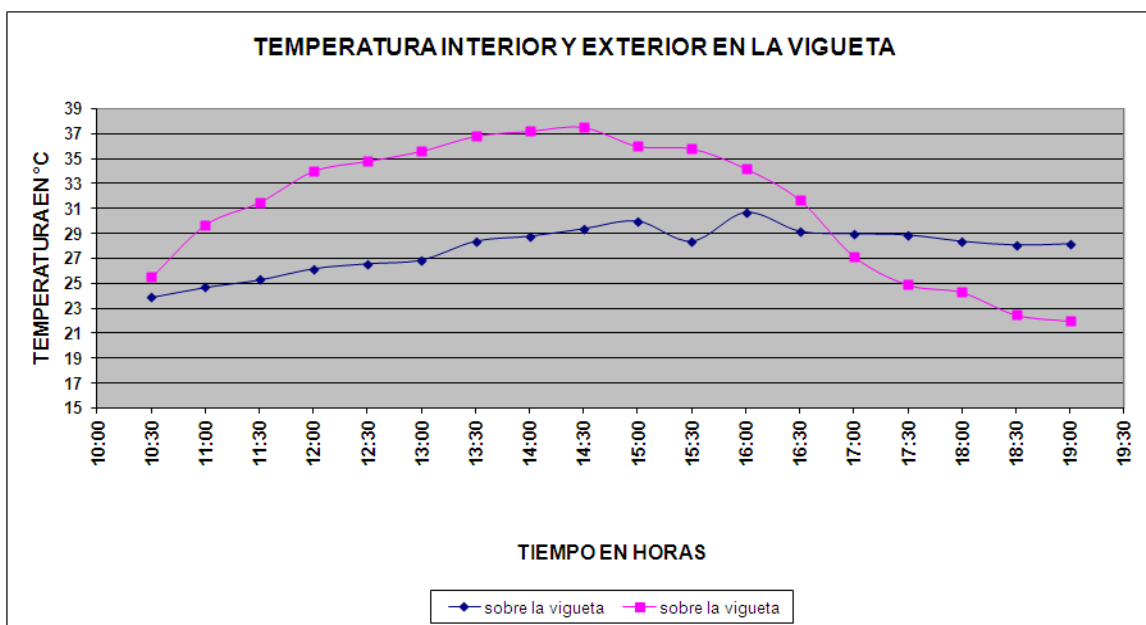


Figura 32. Temperatura interior y exterior sobre la vigueta.

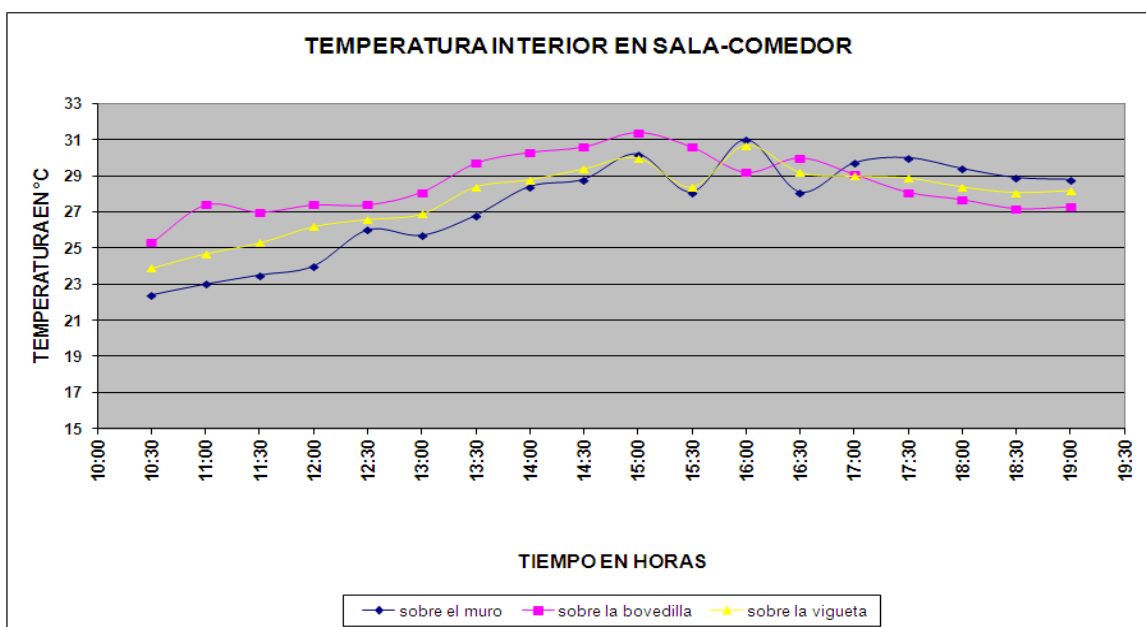


Figura 33. Temperatura interior en la sala-comedor.

Tabla 8. Temperatura exterior.

Hora	Muro	Bovedilla	Vigueta
10:30:00 a.m.	23	29.5	25.5
11:00:00 a.m.	27.3	31.9	29.7
11:30:00 a.m.	29.9	34.8	31.5
12:00:00 p.m.	32	37.6	34
12:30:00 p.m.	32.3	39	34.8
01:00:00 p.m.	33.2	39.6	35.6
01:30:00 p.m.	33.9	40.2	36.8
02:00:00 p.m.	33.7	40.2	37.2
02:30:00 p.m.	33.9	41.1	37.5
03:00:00 p.m.	32.7	38.9	36
03:30:00 p.m.	32.3	38	35.8
04:00:00 p.m.	31.1	35.7	34.2
04:30:00 p.m.	28.2	33	31.7
05:00:00 p.m.	25.4	29.2	27.2
05:30:00 p.m.	22.4	25.6	24.9
06:00:00 p.m.	22.1	23	24.3
06:30:00 p.m.	20	21.5	22.5
07:00:00 p.m.	19.2	20.2	22

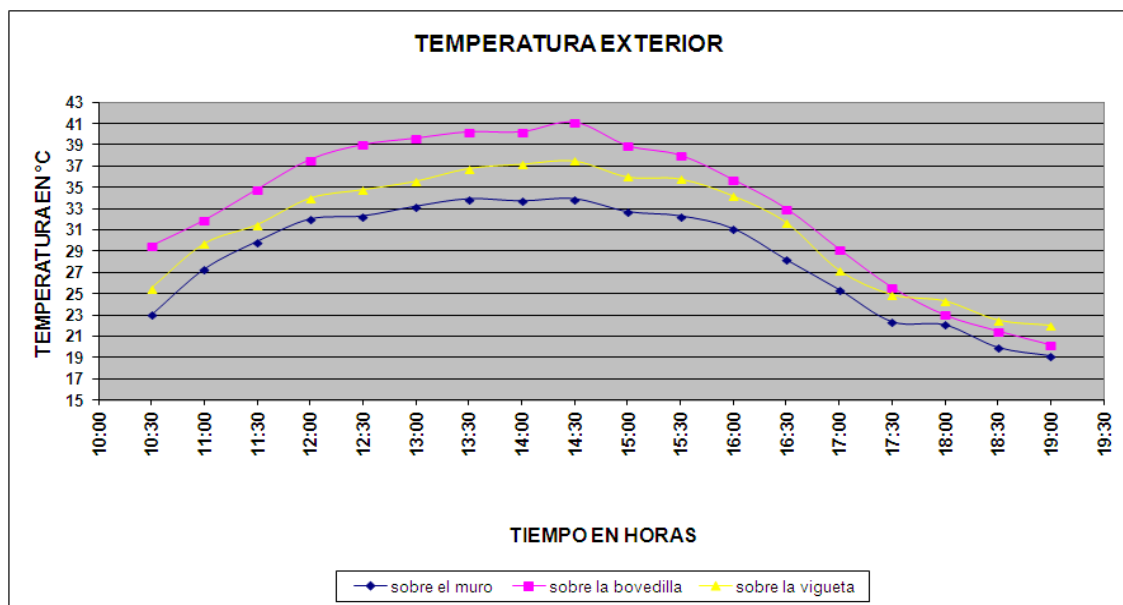


Figura 34. Temperatura exterior.

4.1.4 Temperatura y humedad ambiente

Tabla 9. Temperatura y humedad ambiente.

HORA	T°C	% HUMEDAD
10:00:00 a.m.	21.3	57.2
11:00:00 a.m.	23.9	44
12:00:00 p.m.	25.6	38.3
01:00:00 p.m.	26.6	33.7
02:00:00 p.m.	27.3	30
03:00:00 p.m.	27.6	28.5
04:00:00 p.m.	28.1	30
05:00:00 p.m.	26.9	36
06:00:00 p.m.	24.5	52
07:00:00 p.m.	22.1	59.3

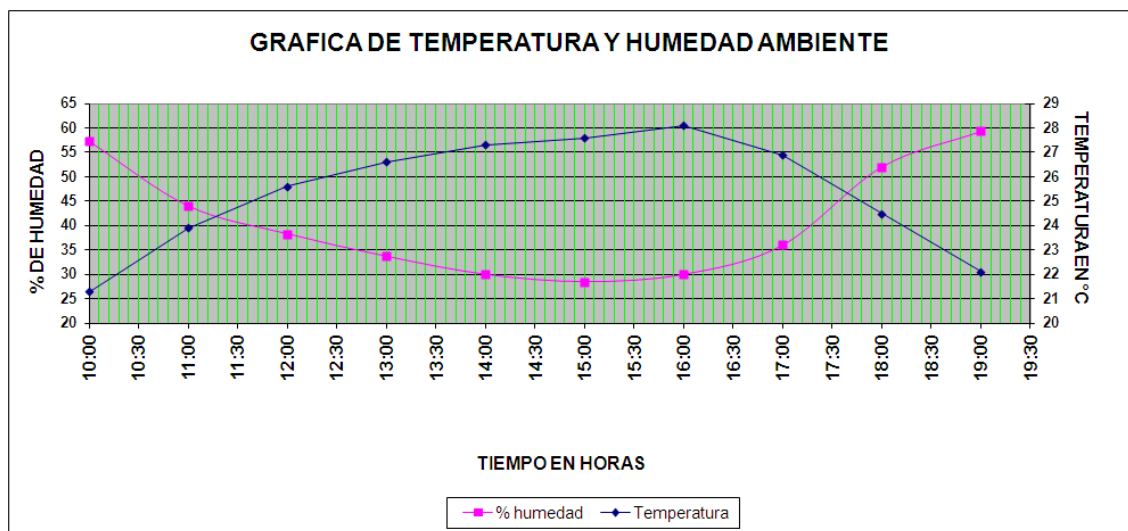


Figura 35. Temperatura y humedad ambiente

4.2 Recámara 1

Como se puede observar en las gráficas 1, 2 y 3, la temperatura exterior es mucho mayor que la interior debido a las propiedades térmicas del material con el que está construida la vivienda, ya que no permite en mayor cantidad el paso del calor dentro de la vivienda, mientras que dentro de ella va aumentando en menor cantidad conforme transcurre el tiempo.

Debido a las bajas temperaturas que se han presentado, la temperatura exterior se ve afectada a temprana hora después de las 2:00 p.m. haciendo que la temperatura descienda considerablemente. En cambio la temperatura interior va aumentando lentamente manteniéndose al final del día casi constante.

Como se observa en la gráfica 4, la temperatura en los tres puntos de análisis se mantiene casi igual dentro de la vivienda, no hay gran diferencia de temperaturas porque al iniciar el día de estudio las temperaturas incrementan lentamente ya que no están en contacto directo con el sol y los rayos ultravioletas se transmiten por conducción del lado exterior hacia el interior de forma lenta.

La temperatura en el muro y sobre la bovedilla se igualó manteniéndose idénticas, mientras que sobre la vigueta se aprecia que se mantiene más baja su temperatura, esto se debe a que la bovedilla conserva el calor ya sea impidiendo su paso dentro de la vivienda y de igual modo hacia fuera de ella y la vigueta debido a su material con el que está fabricado permite la entrada y salida de el calor.

4.3 Recámara 2

Como se puede observar en las graficas 5, 6 y 7 las temperaturas son similares a las de la recámara 1, la temperatura exterior es mayor que la interior, la temperatura en esta recámara se mantiene casi constante en todo el transcurso del día mientras que la exterior disminuye conforma se hace mas noche.

Las propiedades térmicas del material con las que está construida la vivienda hacen que la temperatura interior se conserve, impidiendo que su calor salga de la vivienda, al igual que entre.

La gráfica muestra claramente que la losa retiene mayor cantidad de calor conservándolo y reflejándolo impidiendo su paso dentro del hogar. La hora de descenso de temperatura sigue siendo después de las 2:00 p.m.

En la gráfica paso de calor por ese lado ya que es block y concreto, mientras que la bovedilla tiene mayor resistencia térmica, establece una barrera al paso del calor impidiendo que entre o salga.

Observamos como la vigueta se encuentra en medio, eso indica que tiene mayor capacidad térmica que el muro y menor que la bovedilla.

Al igual que la recámara 1, presentan casi la misma temperatura máxima.

8 se muestran los tres puntos de estudio de la recámara 2, dando como resultado que sobre el muro se concentra más el calor, eso indica que permite mas el

4.4 Sala-comedor.

En la grafica 9, 10 y 11, muestra que la sala-comedor es la que más calor retiene en su interior, debido a que la posición de la vivienda se expone más la parte de enfrente a los rayos del sol a comparación de la recamar 1 y 2 que están menos expuestas más que en la parte exterior de la losa.

La temperatura interior se sigue manteniendo casi constante con pocas variaciones en sus niveles de temperatura, la parte exterior de la losa muestra la gran capacidad de resistencia térmica que contiene la bovedilla impidiendo el paso a los rayos ultravioletas.

La gráfica 12 muestra el comportamiento de los tres puntos de estudio en el transcurso del día, en el cual la bovedilla retiene e impide mayor paso de calor al interior de la vivienda, se deduce que es el material más térmico de los tres en estudio.

En esta gráfica se aprecia que la temperatura disminuye más lentamente, conservando el calor dentro de la vivienda, que en tiempo de frio en muy útil este sistema de losa por sus propiedades térmicas que a comparación de una losa de concreto puro.

En la grafica 13 se muestra como el casetón hace muy bien su función de repeler los rayos ultravioletas, se ve claramente como tiene mayor temperatura exterior esto indica que todo el calor está siendo retenido y reflejado impidiendo a si su paso hacia el interior de la vivienda, a comparación del muro y la vigueta que tiene menor resistencia térmica, lo cual se deduce que el calor se está filtrando al interior de la vivienda.

4.5 Temperatura y humedad ambiente

La gráfica 14 nos muestra la temperatura y humedad ambiente que se presentó en el día de toma de imágenes infrarrojas.

Estos datos son obtenidos de la página de Internet encargada de los datos climatológicos.

A simple vista se ve que la humedad fue descendiendo, eso se debe a que fue aumentando la temperatura y a determinada hora se presenta el incremento de humedad, este proceso se le debe a que la temperatura disminuye y a la evaporación.

La temperatura en el transcurso del día se muestra similar a las demás gráficas de temperatura exterior, se comporta de la misma manera, aumento en el transcurso de la mañana y descenso a partir de las 4:00 p.m.

Los resultados de temperatura coinciden con los obtenidos con la cámara termográfica, se puede ver en todas las graficas de temperatura exterior el mismo comportamiento lo cual muestra que estamos en lo correcto.

Capítulo V - Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Es importante que una vivienda tenga un clima agradable en su interior para que las personas que la habiten estén conformes y tengan el confort deseado.

Cuando las personas habitan una vivienda lo primero que buscan es su confort, que la temperatura en el interior de la vivienda sea la más agradable posible, de lo contrario para contrarrestar los efectos de temperatura se usan sistemas de aire acondicionado cuando el calor no es soportable y calentón en caso de hacer frío.

La función de una vivienda térmica es para un ahorro de energía eléctrica, esto ayuda a la economía de la familia.

Claramente de acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que la losa de vigueta y bovedilla es muy eficiente en cuanto a sus características térmicas, ya que se observa que la bovedilla refleja los rayos solares impidiendo su paso al interior de la vivienda.

Se puede asumir que la losa de vigueta y bovedilla contiene mayores capacidades térmicas que una la losa de concreto, ya que si observamos con detenimiento la vigueta está hecha de concreto y en las gráficas se muestran como la vigueta permite mas el paso del calor hacia el interior de la vivienda que la bovedilla.

En los resultados tenemos que el muro presenta características poco térmicas, ya que permite el 89 % el paso de calor hacia el interior de la vivienda, y un 10.2% de oposición, teniendo como dato la temperatura exterior de 33.9°C e interior de 30.4°C.

La bovedilla de igual forma sus temperaturas son de 41.1°C de temperatura exterior y 31.4°C interior, este material es mas térmico ya que solo permite el 76.4% de calor al interior de la vivienda y un 12.9% de resistencia térmica.

En cambio la vigueta es menos térmica que la bovedilla pero más térmica que el muro presentando un porcentaje permisible de 81.9% al paso de calor dentro de la vivienda y un 11.5 de resistencia térmica.

En conclusión final tenemos que la bovedilla es mas térmica para la vivienda que sus demás componentes con un porcentaje mayor de resistencia térmica de 12.9%.

5.2 Recomendaciones.

Se recomienda que la losa de azotea sea de vigueta y bovedilla ya que cuenta con mayor capacidad térmica.

Se puede ampliar mas su capacidad térmica utilizando aislantes, como impermeabilizantes, áreas verdes, poliuretano, entre otros, el poliuretano extruido se recomienda mucho ya que es el material que más resistencia térmica presenta con una desventaja que su costo es más elevado.

BIBLIOGRAFIA

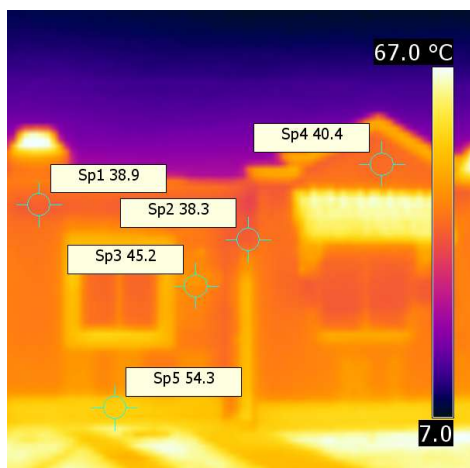
1. **wikipedia.** cambio climatico. [En línea] 28 de junio de 2011. [Citado el: 28 de JUNIO de 2011.] http://es.wikipedia.org/wiki/Cambio_clim%C3%A1tico.
2. **Wikipedia.** Vivienda. [En línea] 1 de junio de 2011. [Citado el: 27 de junio de 2011.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Vivienda>.
3. **comision federal de electricidad.** ¿quienes somos? [En línea] 22 de junio de 2011. [Citado el: 27 de junio de 2011.] <http://www.cfe.gob.mx/QuienesSomos/Paginas/QuienesSomos.aspx>.
4. **Asociacion Nacional De Energia Solar.** Asociacion Nacional De Energia Solar. [En línea] [Citado el: 27 de junio de 2011.] <http://1750.mx.all.biz/>.
5. **Comisión Nacional Del Agua.** Conocenos. [En línea] 2 de agosto de 2010. [Citado el: 2011 de junio de 27.] <http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?id=5582b1c3-9e5c-49ba-ad38-2f2a3b30e7a8|CONÓCENOS|1|0|0|0|0>.
6. **Fideicomiso Para El Ahoorro De Energia Electrica.** ¿quienes somos? [En línea] [Citado el: 2011 de junio de 27.] <http://www.fide.org.mx/home/subhome.asp?seccion=1>.
7. **Flir i5.** Camaras Infrarrojas Flir i3,i5,i7. [En línea] [Citado el: 27 de junio de 2011.] <http://www.flir.com/thermography/americas/es/content/?id=14610>.
8. **Merle C. Potter, Elaine P. Scoott.** *Termodinamica*. virginia : s.n.
9. **radiacion.** www.wordreference.com. [En línea] [Citado el: 28 de junio de 2011.] www.wordreference.com/definicion.
10. **isover.** NORMA BASICA DE EDIFICACION, NBE-CT-79 SOBRE CONDICIONES TERMICAS EN LOS EDIFICIOS. [En línea] [Citado el: 21 de mayo de 2011.]
11. **Rafael Serra Florensal, Helena Coch roura.** *Arquitectura y energia natural*.
12. **WIKIPEDIA.** Aislante Termico. [En línea] 23 de JUNIO de 2011. [Citado el: 28 de JUNIO de 2011.] http://es.wikipedia.org/wiki/Aislante_t%C3%A9rmico.
13. **wikipedia.** poliuretano. [En línea] 22 de junio de 2011. [Citado el: 28 de junio de 2011.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Poliuretano>.

14. —. poliestireno. [En línea] 28 de junio de 2011. [Citado el: 28 de junio de 2011.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Poliestireno>.
15. **Termolita**. Aislamiento. [En línea] 2010. [Citado el: 28 de junio de 2011.] <http://www.termolita.com.mx/aislamuro.htm>.
16. **wikipedia**. Energía Eléctrica. [En línea] 11 de mayo de 2011. [Citado el: 28 de junio de 2011.] http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica.
17. **aireacondicionadweb**. climatizador. [En línea] [Citado el: 27 de junio de 2011.] <http://www.aireacondicionadweb.com/funcionamiento/climatizador.html>.
18. **isover**. NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios. [En línea] [Citado el: 28 de junio de 2011.]

Fecha de informe 19/10/2010

Empresa itson
Dirección nainari
Termógrafo flir i5

Cliente cacsá
Dirección del sitio
Persona de contacto

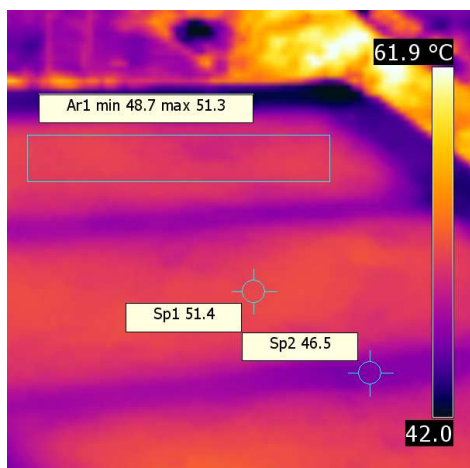


Parámetros de imagen y objeto		Comentarios de texto
Modelo de cámara	FLIR i5	
Fecha de imagen	11/10/2010 01:14:19 p.m.	
Nombre de imagen	IR_0148.jpg	
Emisividad	0.90	
Temperatura reflejada	20.0 °C	
Distancia al objeto	1.0 m	
Descripción		
fachada principal		

Fecha de informe 19/10/2010

Empresa itson
Dirección nainari
Termógrafo flir i5

Cliente cacsá
Dirección del sitio
Persona de contacto

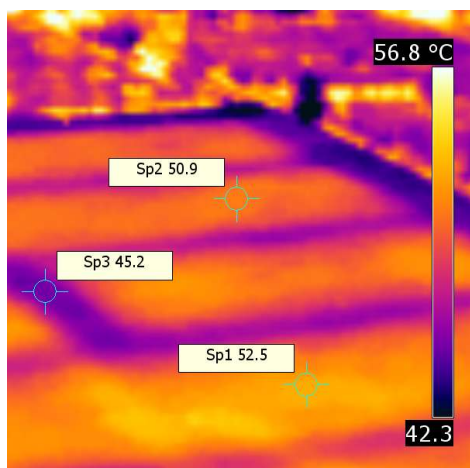


Parámetros de imagen y objeto		Comentarios de texto
Modelo de cámara	FLIR i5	
Fecha de imagen	11/10/2010 01:17:42 p.m.	
Nombre de imagen	IR_0155.jpg	
Emisividad	0.90	
Temperatura reflejada	20.0 °C	
Distancia al objeto	1.0 m	
Descripción		
losa vista en planta 2		

Fecha de informe 19/10/2010

Empresa itson
Dirección nainari
Termógrafo flir i5

Cliente cacsá
Dirección del sitio
Persona de contacto

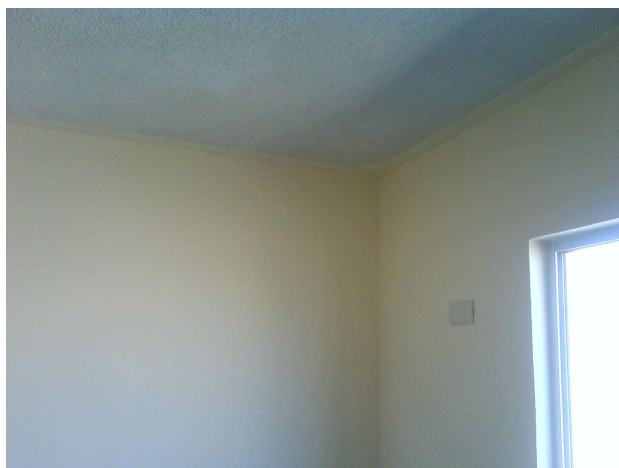
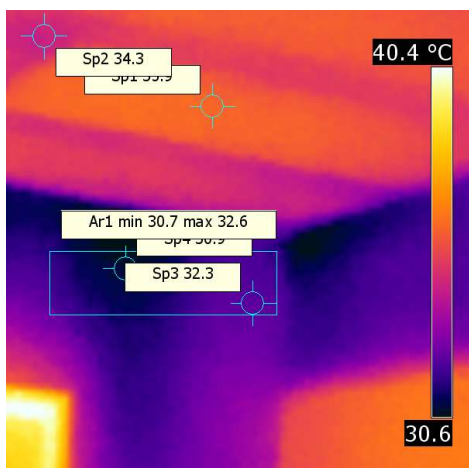


Parámetros de imagen y objeto		Comentarios de texto
Modelo de cámara	FLIR i5	
Fecha de imagen	11/10/2010 01:18:10 p.m.	
Nombre de imagen	IR_0157.jpg	
Emisividad	0.90	
Temperatura reflejada	20.0 °C	
Distancia al objeto	1.0 m	
Descripción		
losa de vigeta y bobedilla vista en planta		

Fecha de informe 19/10/2010

Empresa itson
Dirección nainari
Termógrafo flir i5

Cliente cacsá
Dirección del sitio
Persona de contacto

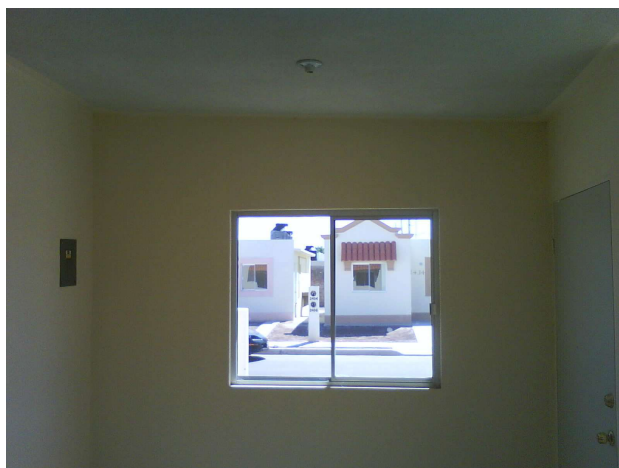
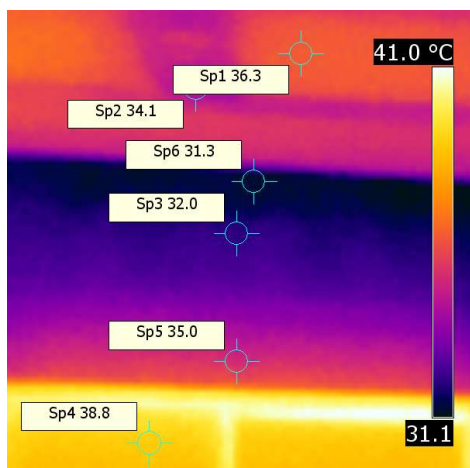


Parámetros de imagen y objeto		Comentarios de texto
Modelo de cámara	FLIR i5	
Fecha de imagen	11/10/2010 01:10:58 p.m.	
Nombre de imagen	IR_0142.jpg	
Emisividad	0.90	
Temperatura reflejada	20.0 °C	
Distancia al objeto	1.0 m	
Descripción		
losa y muro		

Fecha de informe 19/10/2010

Empresa itson
Dirección nainari
Termógrafo flir i5

Cliente cacsá
Dirección del sitio
Persona de contacto

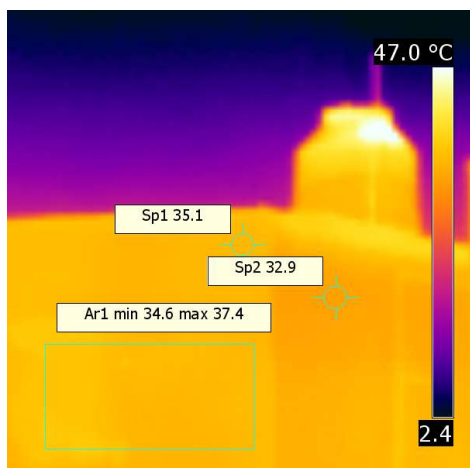


Parámetros de imagen y objeto		Comentarios de texto
Modelo de cámara	FLIR i5	
Fecha de imagen	11/10/2010 01:11:50 p.m.	
Nombre de imagen	IR_0144.jpg	
Emisividad	0.90	
Temperatura reflejada	20.0 °C	
Distancia al objeto	1.0 m	
Descripción		
muro con vista de piloestireno		

Fecha de informe 19/10/2010

Empresa itson
Dirección nainari
Termógrafo flir i5

Cliente cacsá
Dirección del sitio
Persona de contacto



Parámetros de imagen y objeto		Comentarios de texto
Modelo de cámara	FLIR i5	
Fecha de imagen	11/10/2010 01:16:05 p.m.	
Nombre de imagen	IR_0151.jpg	
Emisividad	0.90	
Temperatura reflejada	20.0 °C	
Distancia al objeto	1.0 m	
Descripción		
parte posterior, muestra puro reflejo.		