

TEMA

Análisis del gasto energético y retorno de inversión al utilizar materiales aislantes en una vivienda media en la ciudad de Hermosillo, Sonora.

MAESTRIA EN INGENIERIA URBANA

Alumno

Arq. Alejandra Samaniego Montaño

Directora

Dra. Ana Cecilia Borbón Almada

Hermosillo, Son. Septiembre 2022



*"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"*



This Photo by Unknown author is licensed under [CC BY-NC-ND](#).



This Photo by Unknown author is licensed under [CC BY-SA](#).

ANTECEDENTES



La Arquitectura Vernácula desarrolló la primera adecuación entre el clima, las necesidades humanas y la construcción sostenible, y aunque históricamente cambiaban los conocimientos y técnicas constructivas, **no se perdía la esencia vinculada al clima** (Padilla, 2015).



JUSTIFICACIÓN

CALENTAMIENTO GLOBAL > CAMBIO CLIMATICO

Desde 1750 la concentración de gases invernadero en la atmósfera ha aumentado en su mayor parte como resultado de la actividad humana, como lo es la quema de combustibles fósiles. Como consecuencia del incremento de los niveles de CO₂ en la atmosfera, se espera que la temperatura media superficial a nivel global aumente de **1.4 y 5.8°C del año 1990 al 2100**. (Porrúa, 2001).

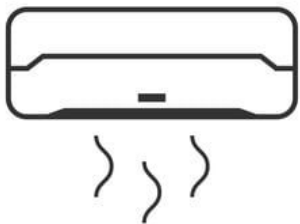


Fuente: Heglar Fleming. Tiempo de actuar recuperado en <https://laboratorio.latercera.com/tiempo-de-actuar/noticia/calentamiento-global-dramatico-avance/839733/>

La capital del estado de Sonora se convirtió en el **lugar más caliente de la tierra** (Forbes, 2019) al registrar una temperatura de 48°C el día 12 de junio del 2019, colocado por encima de lugares como el desierto del Sahara, Irán, India y Libia.

Hermosillo se caracteriza por la gran cantidad de incidencia solar que recibe durante todo el año, siendo esto **causa para que se utilice mayormente sistemas para climatización en las viviendas.**

Esta investigación tiene como finalidad analizar la conveniencia de los hermosillenses al utilizar sistemas constructivos con aislante térmico para contrarrestar el gasto en el uso de energías



Forbes MÉXICO

Portada / Actualidad /

Foto
junio 12, 2019

Hermosillo es el lugar más caliente del planeta supera al Sahara

La temperatura registrada recientemente, rompió el récord histórico de 45.1°C alcanzado



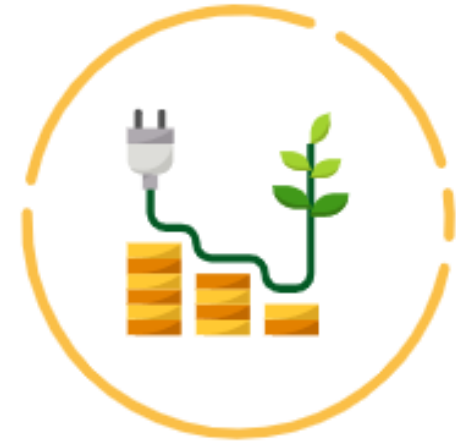
Foto

OBJETIVO GENERAL

Determinar el gasto energético y periodo de recuperación de la inversión por la utilización de materiales aislantes para un caso de estudio de vivienda tipo medio ubicada en Hermosillo, Sonora.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar la tipología de vivienda a analizar (caso de estudio).
- Determinar los sistemas constructivos mas utilizados en la envolvente de la vivienda a estudiar por medio de la aplicación de una encuesta.
- Realizar la comparativa en relación al gasto energético por sus características constructivas en la envolvente, mediante una simulación de las viviendas. Utilizando el sistema Sisevive Ecocasa de Infonavit (DEEVi versión 1.0)
- Generar un análisis del periodo de recuperación de la inversión inicial por la utilización de sistemas constructivos con aislamiento térmico.



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Estudio realizado por Silvana Angiolini, *et al.* (2007), acerca de la **comparación del gasto energético para acondicionamiento térmico en vivienda** social en Córdoba, España.

Se realizaron simulaciones en base al análisis térmico para al final obtener el **consumo de energía** que se produce por estas características constructivas.

En base a los resultados de consumo de energía la opción del **sistema de block común obtuvo un incremento del 31% con relación al consumo de energía eléctrica anual** que el análisis del caso con la envolvente con 0.34m de espesor a base de ladrillo.



A base de block y cubierta de concreto armado.

Fuente: Internet



A base de ladrillo de 30 cm de espesor, cubierta a base de bovedilla con aislamiento y plafón interior.

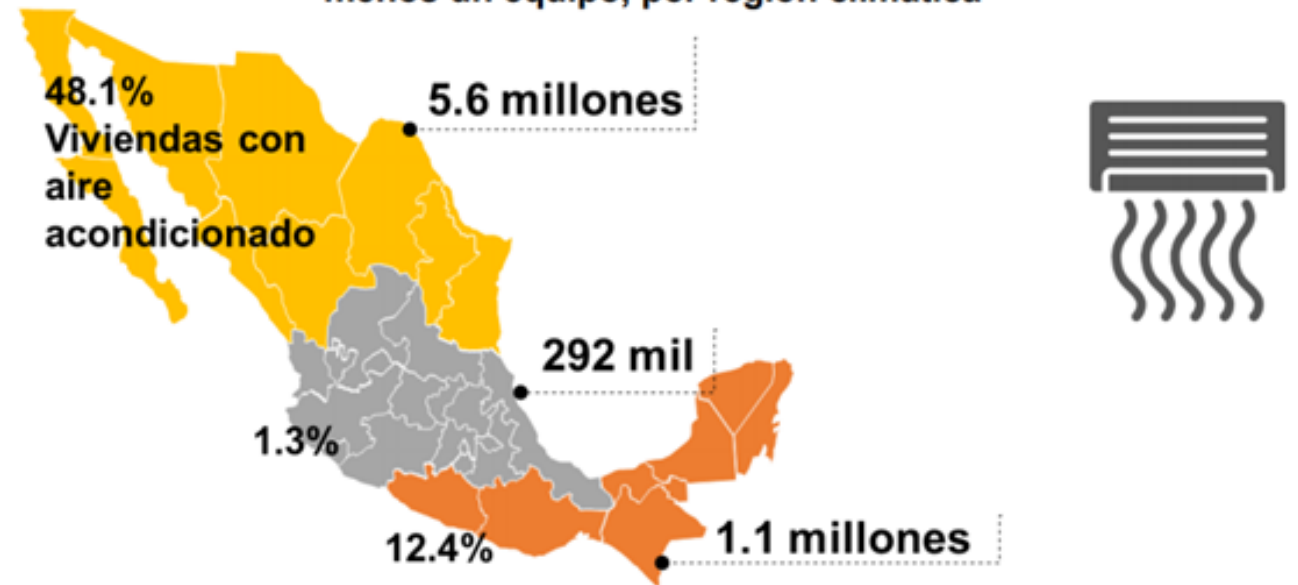
Fuente: Internet

MARCO TEORICO

GASTO ENERGETICO > SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

La presencia de equipos de AC es mucho más alta en la región cálida extrema, en donde el 48% de las viviendas tiene al menos un equipo de aire acondicionado (ENCEVI, 2018).

Número de equipos de aire acondicionado y porcentaje de viviendas con al menos un equipo, por región climática



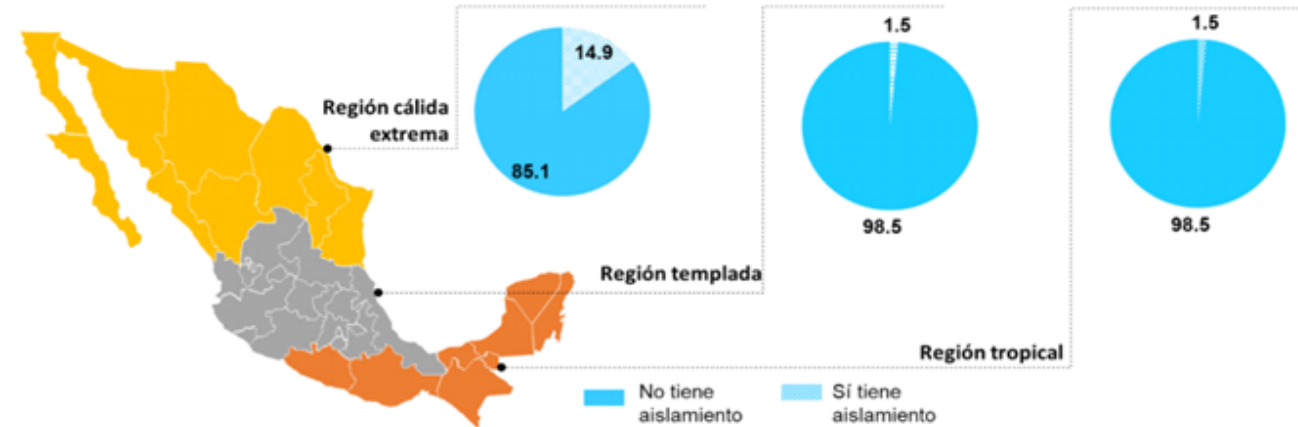
Fuente: INEGI. Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares 2018.

VIVIENDAS / AISLAMIENTO

La envolvente térmica en las viviendas permite un ahorro importante en el consumo de energía, y mayor eficiencia en el uso de equipos de climatización o calefacción. En la región cálida extrema en donde se tiene el mayor porcentaje de vivienda que cuentan con algún tipo de aislante térmico. (ENCEVI, 2018).

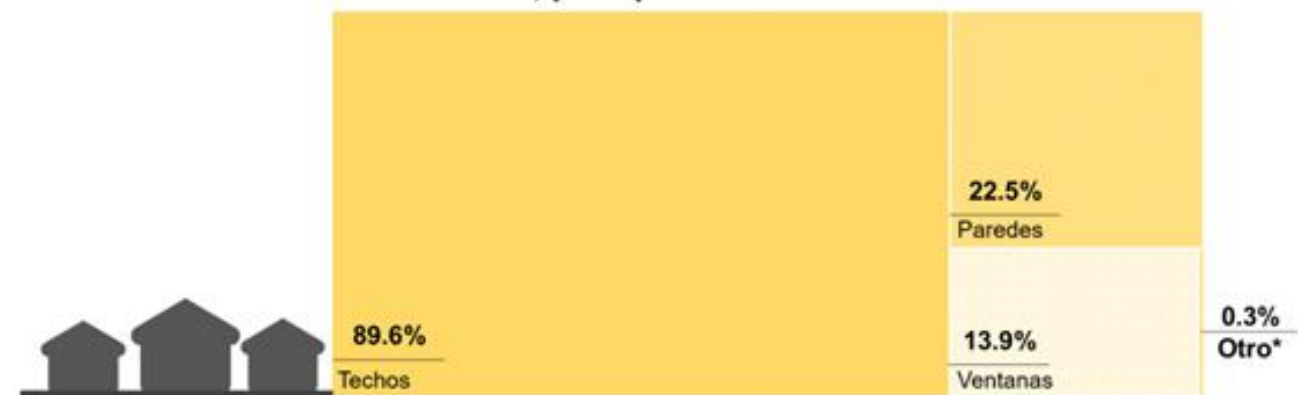
El aislante térmico se encarga de evitar el paso del calor del interior o el exterior de una edificación, basándose en un sistema integrado a la construcción, lo que otorga beneficios a los consumidores como el confort térmico al interior de las viviendas y ahorro económico (Acevedo, 2022).

Distribución porcentual de viviendas particulares habitadas por condición de algún tipo de aislamiento térmico en vivienda por regiones climáticas



Fuente: INEGI. Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares 2018.

Distribución porcentual de viviendas particulares habitadas en la región cálida extrema, por tipo de aislamiento



Nivel de precisión: Bajo, CV de 30 en adelante.

Fuente: INEGI. Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares 2018.

DEMANDA ENERGÉTICA

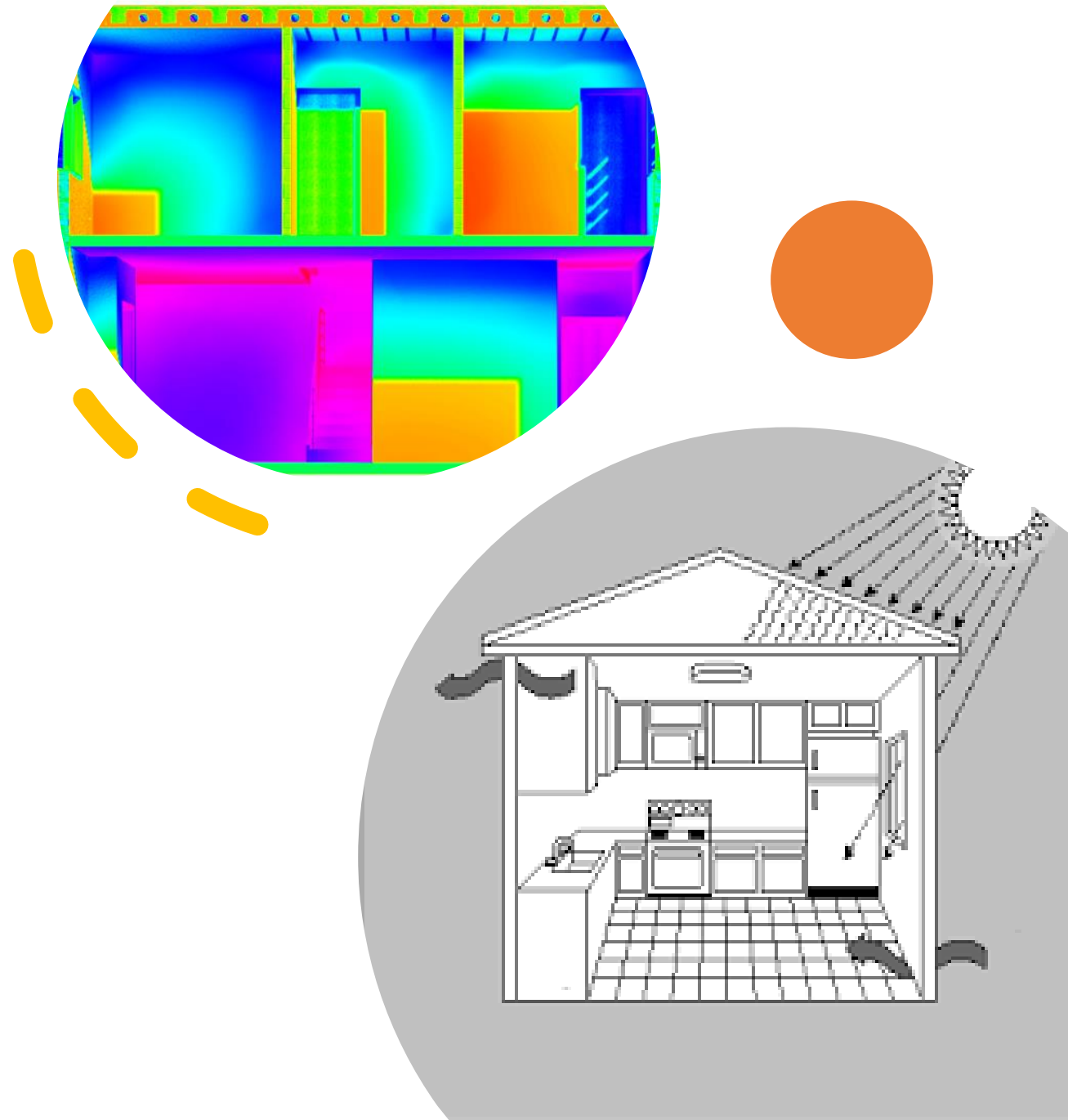
Será entendida como la cantidad de energía en KWh $m^2/año$ necesario para generar condiciones de habitabilidad y funcionalidad de una vivienda en función de su uso. Es decir, la energía necesaria para refrigerar o iluminar los espacios habitacionales, entre otros. De esta manera, la demanda dependerá [del diseño del edificio](#), de sus [condiciones de uso y de las condiciones de clima y geografía](#) (H. Hernandez, 2011).



NORMATIVIDAD

NOM-020-ENER-2011.- tiene **objetivo limitar la ganancia de calor de los edificios para uso habitacional a través de su envolvente**, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.

NOM-018-ENER-2011.- tiene como objeto **establecer los métodos de prueba para evaluar la conductividad o resistencia térmica, densidad aparente y permeabilidad al vapor de agua y absorción de humedad**, que se comercializan en el país.



Se analizará un caso de estudio de una vivienda clasificada Media, con una superficie construida promedio de 102 m².

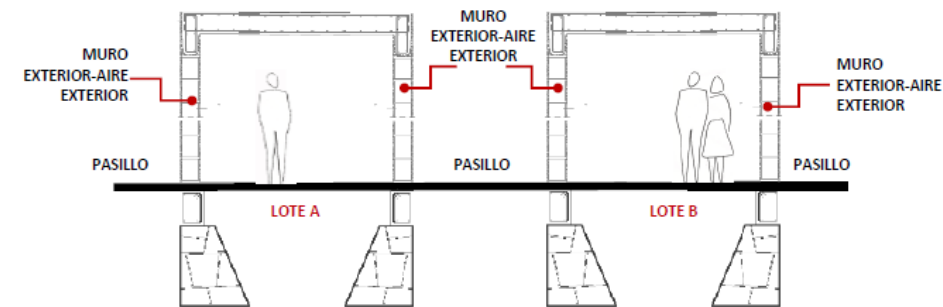
PROMEDIOS	ECONÓMICA	POPULAR	TRADICIONAL	MEDIA	RESIDENCIAL	RESIDENCIAL PLUS
Superficie construida promedio (en m ²):	40	50	71	102	156	más de 188
Costo promedio:						
Unidad de medida de actualización (UMA)	hasta 118	de 118.1 a 200	de 200.1 a 350	de 350.1 a 750	de 750.1 a 1,500	mayor de 1,500
Número de cuartos y cajones de estacionamiento	1 Baño Cocina Área de usos múltiples	1 Baño Cocina Estancia-comedor De 1 a 2 recámaras 1 cajón de estacionamiento	1 y ½ Baños Cocina Estancia-comedor De 2 a 3 recámaras 1 cajón de estacionamiento	2 Baños Cocina Sala Comedor De 2 a 3 recámaras Cuarto de servicio 1 a 2 cajones de estacionamiento	De 3 a 4 baños Cocina Sala Comedor De 3 a 4 recámaras Cuarto de Servicio Sala familiar 2 o 3 cajones de estacionamiento	De 3 a 5 baños Cocina Sala Comedor De 3 a más recámaras De 1 a 2 cuartos de servicio Sala familiar Más de 3 cajones de estacionamiento Gimnasio Salón de juegos Jardín

(CONAVI. Código de edificación de la vivienda, 2017)

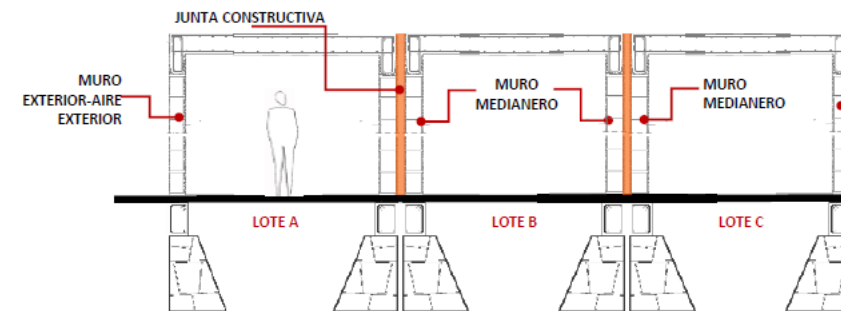
El sistema de evaluación de la vivienda verde – **sisevive-ecocasa** permite conocer el desempeño energético y medioambiental de la vivienda, ubicada en cualquier punto de la República Mexicana.

Considera las **condiciones del clima, diseño y sistemas constructivos, materiales y ecotecnologías**, para determinar las condiciones de confort de sus habitantes, así como **su consumo y ahorro proyectado en energía (kWh/m²)** y en gasto familiar, (Albarran, Beele, Gruner, & Montaña, 2014).

En México, para el análisis energético en el software DEEVi es necesario considerar la tipología registrada en el Registro Único de Vivienda (RUV) para identificar el criterio correspondiente la guía de evaluación de vivienda sustentable (CONAVI, 2018) menciona las tipologías de vivienda que se dividen por tipología RUV y tipología por eficiencia energética.



Unifamiliar aislada



Unifamiliar adosada

Tipología RUV	Tipología por eficiencia energética
Unifamiliar	Adosada Aislada
Dúplex	Adosada
Tríplex	Adosada
Cuádruplex	Adosada
Multifamiliar horizontal	Adosada
Vertical	

Análisis económico

Clasificación de tarifas eléctricas en México

La CFE determina las tarifas según el tipo de cliente: Hogar, negocio, industria, agrícola y servicio.

Las tarifas para el sector residencial, la tarifa 1 representa la tarifa menos subsidiada, mientras que la 1F es la más subsidiada, la tarifa DAC es la tarifa más cara que se aplica a los consumidores domésticos de alto consumo.

El Precio del kWh de cada tarifa depende de la cuantía de la subvención aplicada, que también depende de la temperatura media mínima mensual aplicada a cada municipio.

Tabla Esquema de tarifas domésticas CFE

Tarifa	Temperatura media mínima en verano	Consumo límite para aplicación de Tarifa DAC
Tarifa 1	menor a 25°C	250 kWh al mes
Tarifa 1A	25°C	300 kWh al mes
Tarifa 1B	28°C	400 kWh al mes
Tarifa 1C	30°C	850 kWh al mes
Tarifa 1D	31°C	1,000 kWh al mes
Tarifa 1E	32°C	2,000 kWh al mes
Tarifa 1F	33°C	2,500 kWh al mes

Tabla Tarifa 1F temporada fuera de verano

Temporada fuera de verano. Cantidad de pesos x kWh		
Consumo básico	0.882	por cada uno de los primeros 75 (setenta y cinco) kilowatts-hora.
Consumo intermedio	1.073	por cada uno de los siguientes 125 (ciento veinticinco) kilowatt-hora.
Consumo excedente	3.134	por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

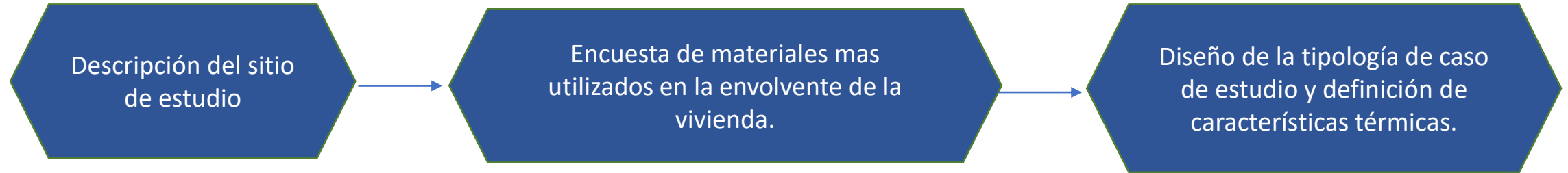
Tabla Tarifa 1F temporada de verano

Temporada de verano. Cantidad de pesos x kWh		
Consumo básico	0.685	por cada uno de los primeros 300 (trescientos)
Consumo intermedio bajo	0.855	por cada uno de los siguientes 900 (novecientos) kilowatts-hora.
Consumo intermedio alto	2.080	por cada uno de los siguientes 1300 (mil trescientos) kilowatts-hora.
Consumo excedente	3.286	por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

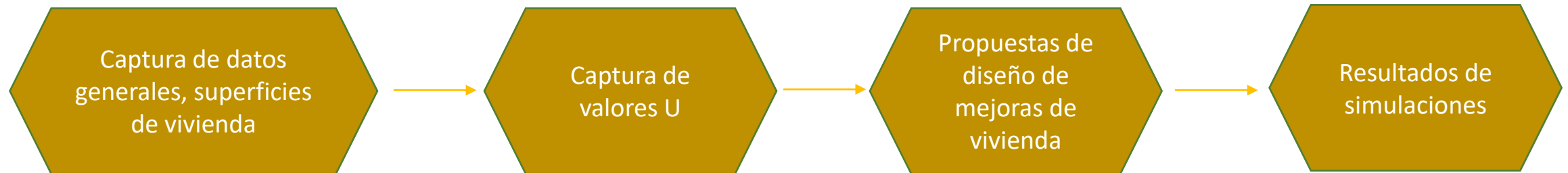
METODOLOGÍA



- ETAPA 1.- Sitio de estudio y diseño de vivienda

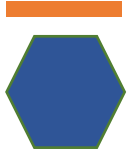


- ETAPA 2. Simulación térmica



- ETAPA 3. Análisis Económico



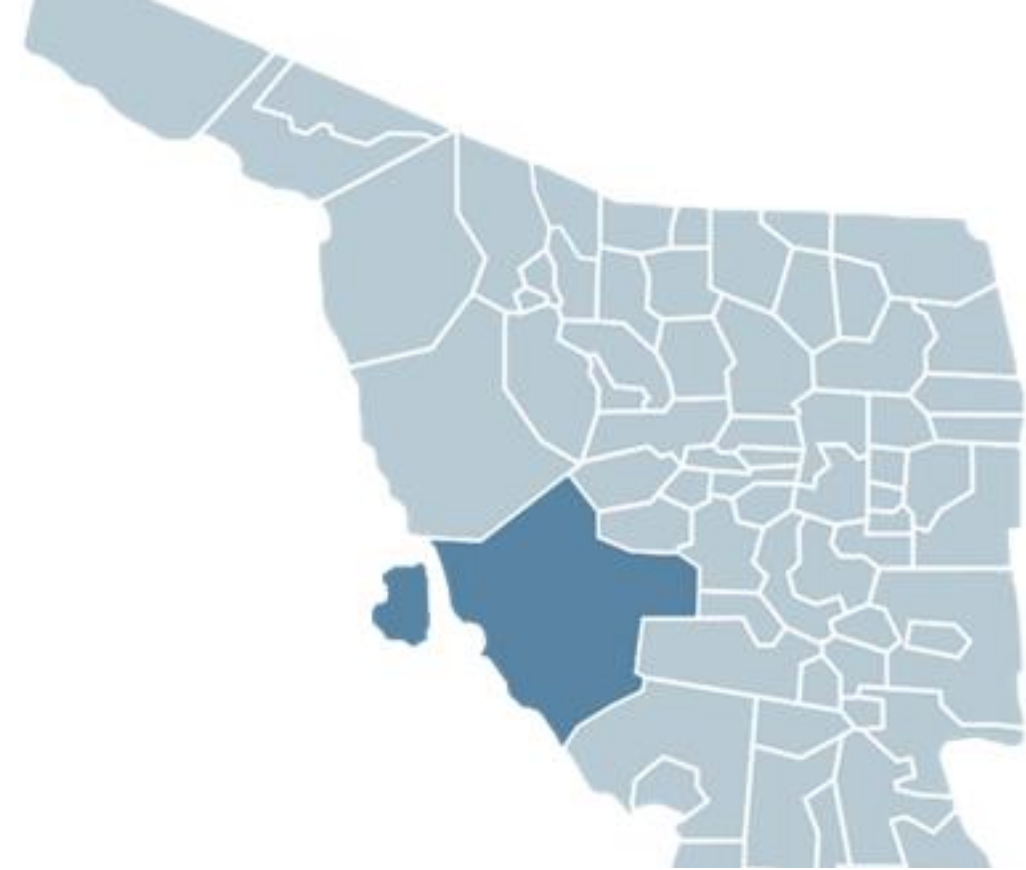


METODOLOGÍA

ETAPA 1

Descripción de sitio de estudio

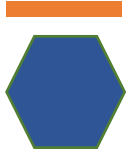
La ciudad de Hermosillo, Sonora, cuenta con un clima desértico y se caracteriza por la gran cantidad de incidencia solar que recibe durante todo el año. La temperatura media anual es de 24.2°C, la época cálida comprende cinco meses, las temperaturas más altas se registran en los meses de junio a agosto, la mínima en los meses de diciembre a febrero entre 8 a 11°C.



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	16	17.5	19.3	23	26.2	30.8	32	31.2	30.7	28.5	20.5	16.6
Temperatura min. (°C)	8.3	9.3	11	13.9	17.1	22.5	25.5	24.9	24	18.6	12.5	8.9
Temperatura máx. (°C)	23.8	25.8	27.7	32.1	35.4	39.1	38.6	37.6	37.5	34.5	28.5	24.3
Temperatura media (°F)	60.8	63.5	66.7	73.4	79.2	87.4	89.6	88.2	87.3	79.7	68.9	61.9
Temperatura min. (°F)	46.9	48.7	51.8	57.0	62.8	72.5	77.9	76.8	75.2	65.5	54.5	48.0
Temperatura máx. (°F)	74.8	78.4	81.9	89.8	95.7	102.4	101.5	99.7	99.5	94.1	83.3	75.7
Precipitación (mm)	19	13	6	4	2	6	76	86	30	13	8	17

Hermosillo Clima.

Fuente: Climate data 2020



METODOLOGÍA

ETAPA 1

Encuesta

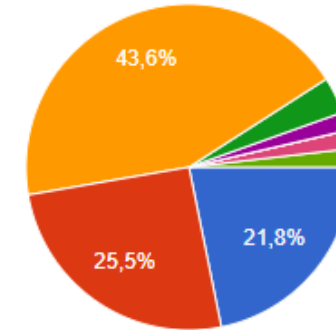
La muestra de la encuesta es de 55 arquitectos de una población de 90 arquitectos colegiados los cuales el 58.2% se dedica principalmente a la construcción y remodelación, mientras que el 36.4% a generar proyectos. Así mismo el 85.5% de los trabajos que más trabajan son los del sector residencial.

Entre los materiales mas utilizados en los muros es el block en primer lugar (43.6%), y las combinaciones de ladrillo térmico y común con el 25.5% y 21.8%.

Los factores para la toma de decisión para el muro dependen del 47.2% por el costo y el 37.7% por propiedades térmicas.

¿Qué material constructivo utiliza mas en la envolvente de la vivienda en sus proyectos / construcciones en Hermosillo?

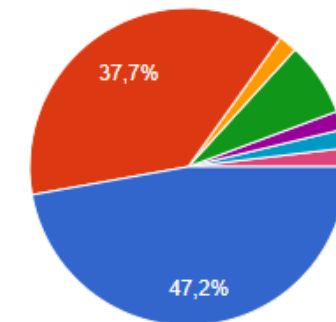
55 respuestas



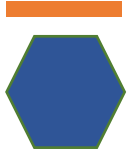
- Ladrillo común
- Ladrillo térmico
- Block gris común
- Block térmico
- Hebel
- Otro
- ladrillo y hebel, dependiendo de orientación
- Ladrillo comun y block

¿Por qué utiliza más este material constructivo en la envolvente de la vivienda?

53 respuestas



- Costo
- Termicidad
- Menos desperdicio
- Rapidez
- Por mano de obra economica
- Resistencia
- Clientes lo piden



METODOLOGÍA

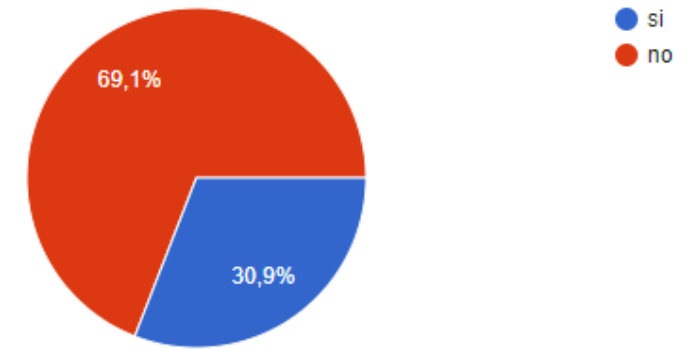
ETAPA 1

Encuesta

El 69.1% de los encuestados no utiliza un material aislante adicional en muro, y del 30.9% que si utiliza aplica placa de poliestireno (36%).

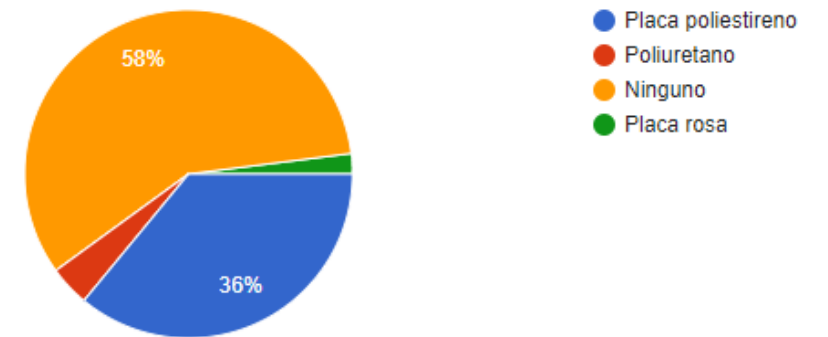
Utiliza algún material térmico adicional en los muros de la vivienda?

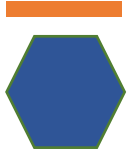
55 respuestas



En caso de utilizar un material térmico adicional en muros especifique cual utiliza.

50 respuestas





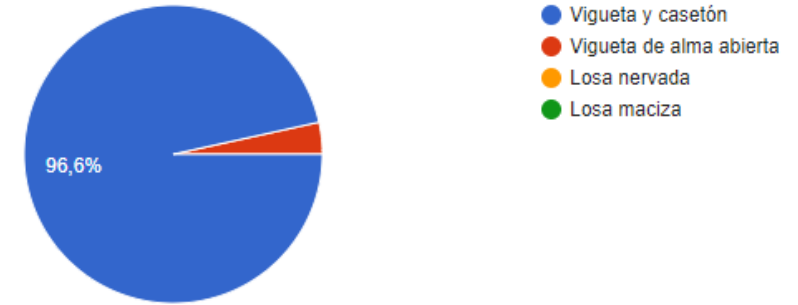
METODOLOGÍA

ETAPA 1

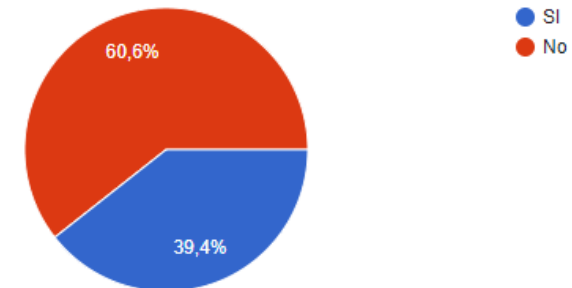
Encuesta

El 96.6% de los encuestados utiliza el sistema de vigueta y casetón en losa, el 60.6% no utiliza aislante térmico en losa, y del 39.4% que si utiliza el 24.2% utiliza placa de poliestireno.

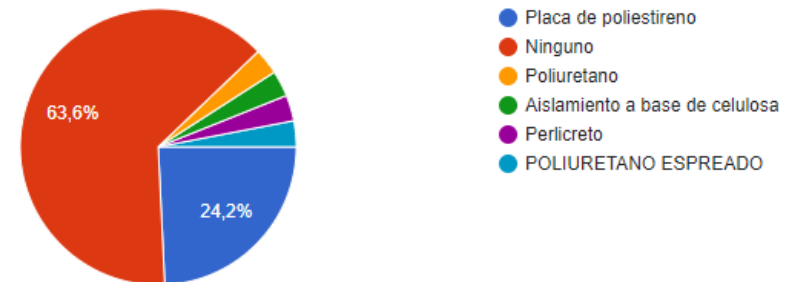
Qué material constructivo utiliza frecuentemente para LOSA en proyecto / construcción de vivienda en Hermosillo. (vivienda media)

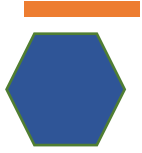


Utiliza algún tipo de aislante / material térmico en la losa de azotea?



Que tipo de aislante térmico utiliza para aplicar en la losa de la vivienda.





METODOLOGÍA

ETAPA 1

Características de la tipología de caso de estudio

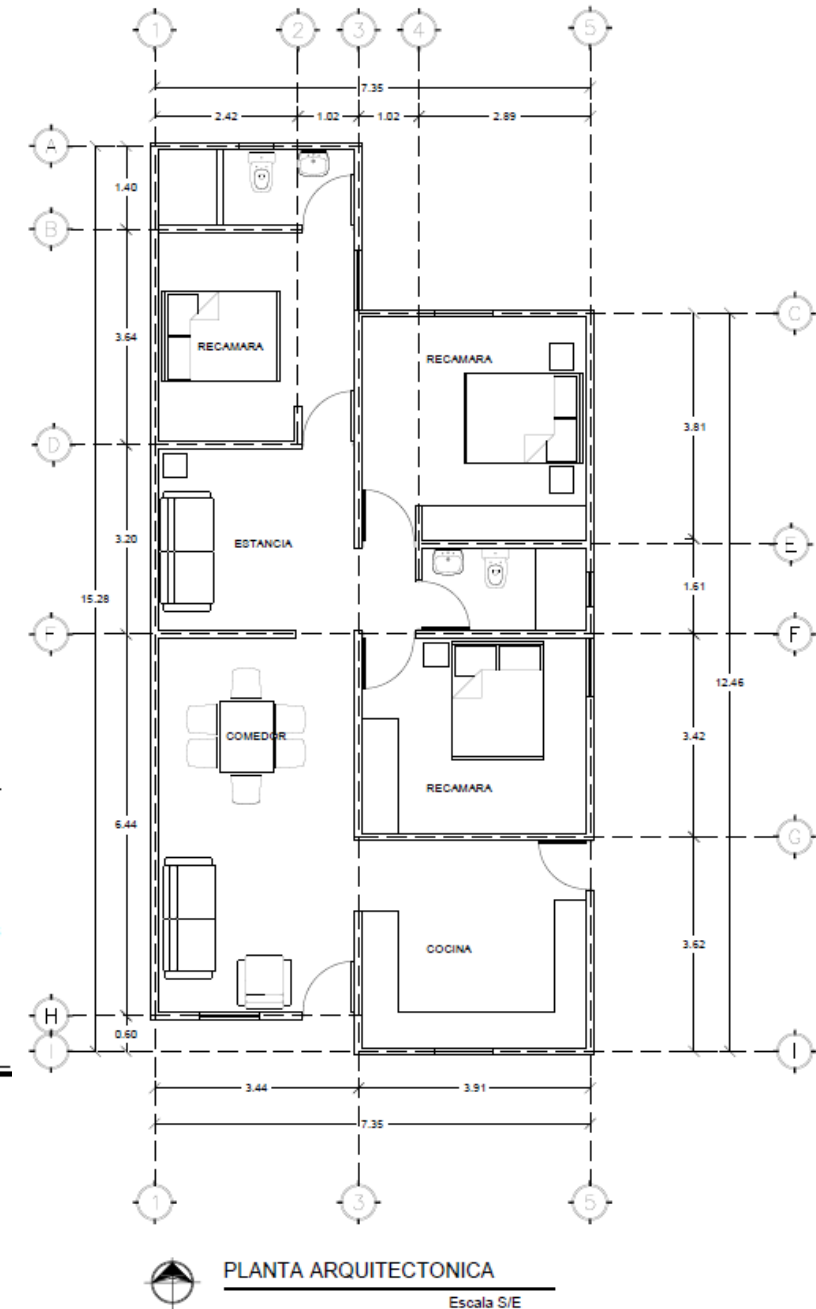
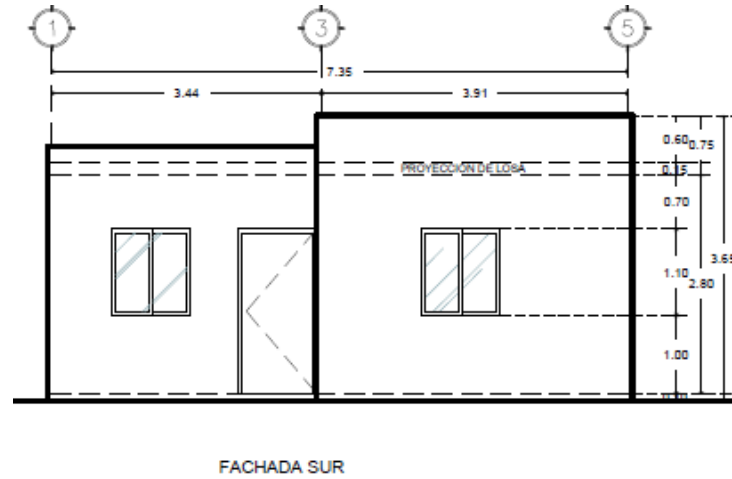
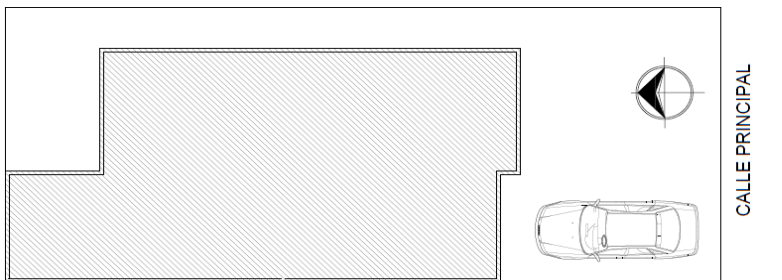
Se diseña una tipología de caso de estudio, con referencia al código de edificación de la vivienda (CONAVI 2017).

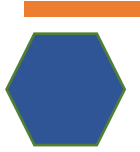
TIPOLOGIA

Modelo unifamiliar aislado de un nivel

Vivienda: 102 m²

Orientación





METODOLOGÍA

ETAPA 2

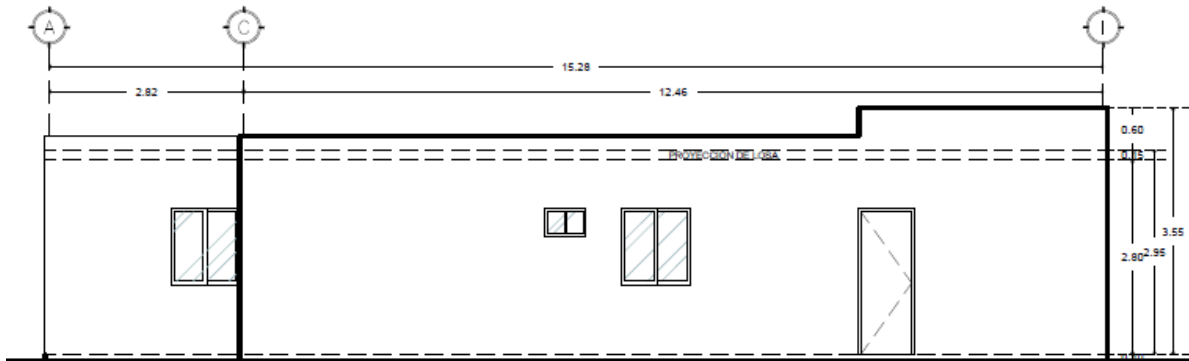


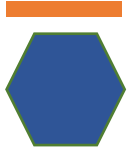
Figura 1 Fachada orientación este
(elaboración propia, 2021)

Losa	
Área	102 m ²
Sistema constructivo	
Material	espesor
Impermeabilizante elastomérico thermotek 5 años sobre malla reforzada	0.015
Concreto armado f'c 200kg/cm ² con malla electrosoldada 6-6 10/10	0.04
Vigueta y casetón	0.15

Muros				
concepto	dimensión	área	Material	espesor
Fachada Sur	7.47 m x 3.05 m	22.80 m ²	block gris 12-20-40cm	0.12
			mortero cemento arena 1:4	0.025
			yeso pulido	0.02
			Pintura vinílica a dos manos	0.001
Puertas y ventanas				
código	dimensión	piezas	material	Área m ²
C1	1.10m x 1.0 m	2.00	Aluminio 1 1/2" y cristal de 3"	2.20
P1	1.0 m x 2.10m	1.00	puerta de acero rellena	2.10

Muros				
concepto	dimensión	área	Material	espesor
Fachada Norte	15.40 m x 3.05 m	47.00 m ²	block gris 12-20-40cm	0.12
			mortero cemento arena 1:4	0.025
			yeso pulido	0.02
			Pintura vinílica a dos manos	0.001
Puertas y ventanas				
código	dimensión	piezas	material	Área m ²
C1	1.10m x 1.0 m	1.00	Aluminio 1 1/2" y cristal de 3"	1.10
C2	0.60m x 0.40m	1.00	puerta de acero rellena	0.24

Muros				
concepto	dimensión	área	Material	espesor
Fachada Este	7.47 m x 3.05 m	22.80 m ²	block gris 12-20-40cm	0.12
			mortero cemento arena 1:4	0.025
			yeso pulido	0.02
			Pintura vinílica a dos manos sobre sellador	0.001
Puertas y ventanas				
código	dimensión	piezas	material	Área m ²
C1	1.10m x 1.0 m	2.00	Aluminio 1 1/2" y cristal de 3"	2.20
C2	0.60m x 0.40m	1.00	puerta de acero rellena	0.24



METODOLOGÍA

ETAPA 1

Características y propiedades térmicas de los materiales.

De acuerdo con los materiales resultados de la encuesta se investigan las propiedades de conductividad térmica que cuenta cada material, obtenidos principalmente de fichas técnicas de proveedores locales y normas técnicas, mismos que servirán para realizar los análisis térmicos y energéticos de la vivienda.

Tabla Características y propiedades térmicas de los materiales para la envolvente de la vivienda base y mejorada

Material	Unidad	Espesor	Conductividad térmica (w/ mk)	Fuente
Envolvente material macizo				
Bloque común gris 12x20x40 cm	Pza	0.12	1.20	(Argudin, 2007)
Bloque térmico 12X20X40 cm	Pza	0.12	0.219	Ficha técnica Carolina Block
Ladrillo común recocido 7x14x28 cm	Pza	0.14	0.872	NOM-020-ENER-2011
Ladrillo térmico 7x12x25cm	Pza	0.12	0.228	Ficha técnica Carolina Block
Concreto armado	m ²	0.04	1.74	NOM-020-ENER-2011
poliestireno expandido	m ²	0.11	0.03	FAO
Envolvente material ligero				
Placa poliestireno 1" Formular 1.22x2.44 m	Pza	0.25	0.024	Ficha técnica FORMULAR
Recubrimientos				
mortero cemento arena	m ²	0.025-0.03	0.63	NMX-C-460-ONNCCE-2009
yeso	m ²	0.025	0.372	NOM-020-ENER-2011
impermeabilizante Thermotek	m ²	0.002	0.119	NMX-C-181-ONNCCE-2010

(Elaboración propia, 2022)



METODOLOGÍA

ETAPA 2

Simulación térmica



Captura de datos generales

Se inicia la captura con datos generales de la vivienda base. Se determina la ubicación en Hermosillo Sonora, para clima caído seco. La tipología de la vivienda es aislada y cuenta con un volumen de 298.9m³

The screenshot shows the DEEVi software interface in Spanish. The title bar indicates 'Autoguardado' and 'DEEVi_1.1 - Modo de compatibilidad'. The ribbon menu includes 'Archivo', 'Inicio', 'Insertar', 'Disposición de página', 'Fórmulas', 'Datos', 'Revisar', 'Vista', and 'Ayuda'. The main window displays a form titled 'Comprobación DEEVi' with the following data:

Row	Field	Value
3	Edificio:	unifamiliar un nivel
4	Calle:	
5	CP / Ciudad:	hermosillo
6	País:	
7	Tipo de edificio:	Vivienda aislada
9	Clima DEEVi:	3 - Muy seco
9	Location:	Hermosillo -- Sonora
10	Datos propios:	Latitud geográfica * [] Longitud * [] Altitud [] m
13	Clima elegido:	Hermosillo -- Sonora
13	Distancia:	[] km
16	Promotor:	
16	Calle:	Universidad de Sonora
17	CP / Ciudad:	Hermosillo
19	Proyectista / Arq.:	Alejandra Samaniego
19	Calle:	Universidad de Sonora
20	CP / Ciudad:	Hermosillo
23	Instalaciones:	
23	Calle:	Universidad de Sonora
24	CP / Ciudad:	Hermosillo
28	Tipo de construcción:	masiva
28	Temperatura interior invierno:	20.0 °C
28	Temperatura interior verano:	25.0 °C
28	Vol. construido V _g m ³ :	298.9
29	Año construcción:	2021
29	Ganancias internas de calor (GIC):	2.1 W/m ²
29	GIC Verano:	[] W/m ²
29	Mostrar dem. refrigeración:	x
30	Nr. de viviendas:	1
30	Ventilador de techo:	[]
31	Nr. de personas:	1
31	Nr. de personas:	[]

The bottom navigation bar includes: Breves instrucciones, Indicadores, Resultados, **Comprobación**, Superficies, Valores-U, Lista-U, Ventanas, Tipo de Ventana, Sombras, ...



METODOLOGÍA

ETAPA 2

Simulación de vivienda



Sisevive Ecocasa

¡Ahorras y vives bien!

Captura de superficies de vivienda

Autoguardado DEEV1_1 - Modo de compatibilidad Buscar (Alt+Q) ALEJANDRA SAMANIEGO MONTAÑO

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Análisis Confidencialidad

T16 =SI(ESTEXTO(B16),B16,"")

Nr. de área	Denominación del elemento constructivo	al grupo Nr.	Asignación al grupo	Cantidad	x (a [m]	x	b [m]	+	Definido por el usuario [m²]	-	Restado por el usuario [m²]	-	Deducción de las ventanas [m²]) =	Superficie [m²]	Selección de la composición correspondiente del elemento constructivo	Nr.	Desvia- ción respecto al norte	Angulo inclinación con la horizontal	Orientación	Factor total de reducción de sombras	Absorptivida
27	Total de la envolvente térmica			137.65	m²											Promedio env. térm.	4.590	Puerta oeste		>45° a 135° /	Total de la envolvente térmica NOM 020		
Introducción de superficies																							
31	Superficie ref. energética (SRE)	1	Sup. de ref. energética (SRE)	x (	x	+	-	-	) =	0.0												
32	Ventanas al Norte	2	Ventanas al norte	¡Por favor rellenar únicamente en la hoja "Ventanas" !												2.2	Valor hoja "Ventanas"						
33	Ventanas al Este	3	Ventanas al este													2.4	Valor hoja "Ventanas"						
34	Ventanas al Sur	4	Ventanas al sur													1.3	Valor hoja "Ventanas"						
35	Ventanas al Oeste	5	Ventanas al oeste													0.0	Valor hoja "Ventanas"						
36	Ventanas horizontales	6	Ventanas horizontales													0.0	Valor hoja "Ventanas"						
37																x (x	+	-	-) =		
39	1	PROTOTIPO A, ID: 10001	1	Sup. de ref. energética (SRE)	1	x (	x	+	92.28	-	-	-	-	) =	92.3							
40	2	Muro fachada	8	Muro exterior- aire exterior	1	x (	7.47	x	3.05	+	-	2.20	-	2.2	) =	18.4	muro bloque común 12x2l	1	0	90	Norte	0.7
41	3	muro trasero	8	Muro exterior- aire exterior	1	x (	7.47	x	3.05	+	-	1.10	-	1.3	) =	20.3	muro bloque común 12x2l	1	180	90	Sur	0.7
42	4	muro lateral derecha	8	Muro exterior- aire exterior	1	x (	15.40	x	3.05	+	-	2.44	-	2.4	) =	42.1	muro bloque común 12x2l	1	90	90	Este	0.7
43	5	muro lateral izquierda	8	Muro exterior- aire exterior	1	x (	15.40	x	3.05	+	-	-	-	0.0	) =	47.0	muro bloque común 12x2l	1	270	90	Oeste	0.7
44	6	losa	10	Techo amb.exterior/Sup.inf.	1	x (	15.00	x	6.80	+	-	-	-	0.0	) =	102.0	losa de vigueta y caseton	2	180	0	Techo	1.0
45	7	piso	11	Piso / losa sobre sótano	1	x (	15.00	x	6.80	+	-	-	-	0.0	) =	102.0	piso de concreto	4	0	180	Piso	
46	8	Puerta principal	7	Puerta exterior	1	x (	1.00	x	2.10	+	-	-	-	0.0	) =	2.1	puerta madera	3	0	90	Norte	0.7
47	9	puerta servicio	7	Puerta exterior	1	x (	0.85	x	2.10	+	-	-	-	0.0	) =	1.8	puerta madera	3	90	90	Este	0.7
48	10			x (	x	+	-	-	) =	0.0												
49	11			x (	x	+	-	-	) =	0.0												
50	12			x (	x	+	-	-	) =	0.0												
51	13			x (	x	+	-	-	) =	0.0												
52	14			x (	x	+	-	-	) =	0.0												
53	15			x (	x	+	-	-	) =	0.0												
54	16	PROTOTIPO B, ID: 10002	1	Sup. de ref. energética (SRE)	x (	x	+	-	-	-	-	-	-) =									
55	17			x (	x	+	-	-	) =	0.0												
56	18			x (	x	+	-	-	) =	0.0												
57	19			x (	x	+	-	-	) =	0.0												
58	20			x (	x	+	-	-	) =	0.0												
59	21			x (	x	+	-	-	) =	0.0												

Breves instrucciones Indicadores Resultados Comprobación Superficies Valores-U Lista-U Ventanas Tipo de Ventana Sombras



METODOLOGÍA

ETAPA 2

Simulación de vivienda



Sisevive
Ecocasa

¡Ahorras y vives bien!

Edificio:

forma de cuña (pej.: cubiertas planas), capas de aire sin ventilar y desvanes no acondicionados ver a la derecha de esta hoja.

Captura de
Valores U
Elementos
constructivos
W/(m²k).

Nr.elem.const.	Denominación de elemento constructivo	ID Ecotecología aislamiento	Techo	Pared	Sup. inf.	Piso
1	muro bloque común 12x20x40cm sin aislante			x		
		ID Ecotecología recubrimiento				
Resistencia térmica superficial [m ² K/W]		interior R _{si}	Coeficiente de absorptividad		60%	
		exterior R _{se}	Coeficiente de emisividad		0.93	
						x masivo ligero
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
1. bloque gris 12x20x40cm	1.200					120
2. mortero exterior	0.630					25
3. yeso interior	0.372					25
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
Proporción superficie parcial 1		Proporción superficie parcial 2		Proporción superficie parcial 3		Total
100%						17.0 cm
Suplemento valor-U		Valor-U: 2.6533 W/(m ² K)		Coeficiente K: 2.4554 W/(m ² K)		

¡No cumple con NMX-460!



METODOLOGÍA

ETAPA 2

Simulación de vivienda

Propuestas de
diseños de mejoras

Simulación #	Sistema en muros	Sistema en losa
BASE	Bloque común	Vigueta y casetón
1	Bloque común	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1".
2	Bloque térmico	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1"
3	Ladrillo recocido común	Vigueta y casetón
4	Ladrillo térmico	Vigueta y casetón
5	Ladrillo térmico	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1"



Bloque común
fuente: internet



Bloque térmico
fuente: internet



Ladrillo recocido
fuente: internet



Ladrillo termico
fuente: internet



Placa poliestireno 1"
fuente: internet

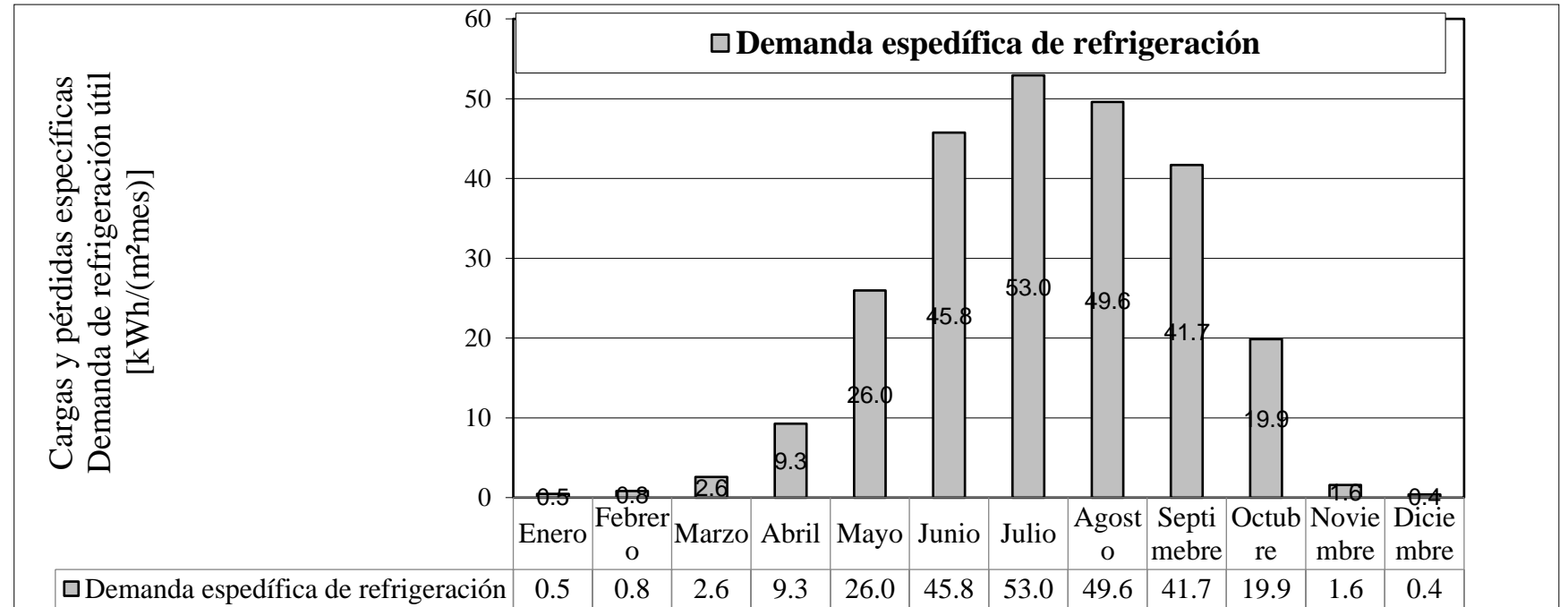


METODOLOGÍA

ETAPA 2

Simulación de vivienda

Resultados de simulaciones



Demanda específica de refrigeración. **Simulación base**
(Sisevive Ecocasa DEEVi 1, 2022)



METODOLOGÍA

ETAPA 3

Análisis económico

Resultados del gasto eléctrico anual

La vivienda base obtuvo el mayor gasto eléctrico anual con un monto de 24,647.46 pesos, seguido de la vivienda a base de ladrillo común en muro y losa de vigueta y casetón sin aislante con un monto de 22,256.20 pesos, y así sucesivamente en forma descendiente, donde la vivienda a base de bloque térmico en muro y vigueta y casetón con aislante de poliestireno de 1" como la vivienda con menor gasto anual con un valor de 11,304.69 pesos. Se muestra en la tabla la diferencia de gastos eléctricos anual con referencia a la vivienda base que van desde los 5,774.03 pesos a los 13,342.76 pesos con respecto a la vivienda base.

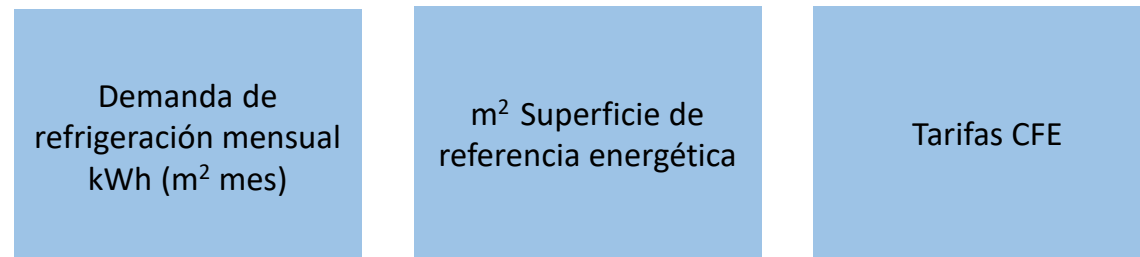


Tabla - Gasto eléctrico anual de viviendas

Simulación	gasto eléctrico anual	kWh anual	Diferencia gasto eléctrico anual
BASE	\$ 24,647.46	15,469.48	
S3	\$ 22,256.20	14,620.32	\$ 2,391.26
S1	\$ 18,873.43	13,358.89	\$ 5,774.03
S4	\$ 14,655.90	11,463.66	\$ 9,991.55
S5	\$ 11,461.42	9,759.19	\$ 13,186.04
S2	\$ 11,304.69	9,679.19	\$ 13,342.76

Tabla - Sistemas constructivos propuestos para la mejora de la vivienda.

Simulación #	Sistema en muros	Sistema en losa
BASE	Bloque común	Vigueta y casetón
1	Bloque común	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1".
2	Bloque térmico	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1"
3	Ladrillo recocido común	Vigueta y casetón
4	Ladrillo térmico	Vigueta y casetón
5	Ladrillo térmico	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1"



METODOLOGÍA

ETAPA 3

Análisis económico

Análisis de costos constructivos de la vivienda



Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción

Tipo de Edificación	Unidad	Costo/M2			
		oct-20	ene-21	mar-21	jun-21
VIVIENDA UNIFAMILIAR					
Interés Social	M2	6,433	6,726	7,013	7,149
Interés Medio	M2	9,647	10,076	10,419	10,582
Semilujo	M2	14,139	14,698	15,124	15,347
Lujo	M2	19,812	20,502	21,089	21,427

Figura Costo paramétrico de construcción.
(Cámara mexicana de la industria de la construcción, 2021)

La tipología de caso de estudio de 102m² tiene un costo paramétrico de \$1,079,364 pesos .

Tabla Precios Unitarios de sistemas constructivos base y mejoradas

Envolvente muro				
concepto	unidad	cantidad	pu	importe
Construcción de muro de bloque común gris 12-20-40, asentado con cemento- arena prop:1:4 a plomo y nivel, incluye material herramienta, equipo, mano de obra.	m ²	212.32	\$ 498.26	\$ 105,789.07
Construcción de muro de bloque térmico 12-20-40, asentado con cemento-arena 1:4, incluye mano de obra y equipo.	m ²	212.32	\$ 563.16	\$ 119,568.44
Construcción de muro a base de ladrillo recocido 7x14x28cm, asentado con cemento arena 1:4, incluye material, mano de obra, herramienta y equipo	m ²	212.32	\$ 594.78	\$ 126,281.91
Construcción de muro a base de ladrillo térmico 7x12x25 asentado con cemento arena 1:4 incluye material, mano de obra.	m ²	212.32	\$ 662.84	\$ 140,732.20
Recubrimiento en losa				
Instalación de placa de poliestireno 1" marca formular rosa, incluye malla fibra de vidrio, cemendbond, mano de obra.	m ²	97.00	\$ 370.40	\$ 35,928.80

(Elaboración propia, 2022)

Tabla Diferencia de costo de las mejoras y la vivienda base

Simulación #	Muros	Losa	Diferencia costo	Ahorro Energético
base	bloque común	vigueta y casetón	\$ -	-41%
3	ladrillo recocido común	vigueta y casetón	\$ 20,492.84	-32%
4	ladrillo térmico	vigueta y casetón	\$ 34,943.13	1%
1	bloque común	vigueta y casetón con aislante	\$ 35,928.80	-19%
2	bloque térmico	vigueta y casetón con aislante	\$ 49,708.17	24%
5	ladrillo térmico	vigueta y casetón con aislante	\$ 70,871.93	23%

(Elaboración propia, 2022)

Donde: el asiente representa placa de poliestireno de 1"



METODOLOGÍA

ETAPA 3

Análisis económico

Se realiza un ejercicio simple de calculo de tiempo de recuperación de inversión inicial utilizando la tasa de interés real que es el porcentaje que verdaderamente se paga por un préstamo o que se recibe por una inversión dentro de un período, una vez que se ha descontado la inflación, que provoca que el dinero no pierda el valor (BBVA, 2022).

Se utiliza la fórmula de interés compuesto de "Newnan"

Siendo:

P: suma presente de dinero. Inversión adicional por la utilización de materiales aislantes

A: ahorro uniforme en un n periodo. Es el ahorro por la diferencia del gasto eléctrico anual.

i: tasa de interés por periodo (en forma decimal). Se utiliza tasa de interés real estimada (TIE: prestamos – considerando 6% anual)

n: número de periodos (en años)

$$P = A \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n} \right]$$

P DADO A				
				ANALISIS A PRECIOS CONSTANTES (NO SE INCLUYE LA INFLACIÓN)
A	\$ 5,774.03			ANALISIS BASICO - SE ESTIMA UNA TASA REAL ESTIMADA
INTERES	6.00%			SIMULACIÓN 1
PERIODO	8.02		P	DIFERENCIA SISTEMA \$ 35,928.80
	0.595706593	0.095742396	A	DIFERENCIA GASTO ENERGETICO ANUAL \$ 5,774.03
		6.221972924		
	P	\$ 35,925.83		

S1: bloque común con losa de vigueta con aislante



METODOLOGÍA

ETAPA 3

Análisis económico

Resultados recuperación de inversión

En la tabla se observan los resultados del análisis del periodo de recuperación de inversión donde el mayor tiempo es de 12.39 años la vivienda de ladrillo recocido sin aislante en losa, y con el retorno de inversión mas corto es el ladrillo térmico sin aislante ya que cuenta con una mayor diferencia en el gasto de la energía anual y el gasto por la diferencia de la mejora constructiva no es tan alto.

Tabla Periodo de recuperación de inversión inicial por utilización de sistemas aislantes en vivienda.

Simulación	Sistema constructivo en muro	Sistema constructivo en losa de vigueta y casetón	A Costo por la diferencia energética anual	P Costo de inversión adicional por utilización de materiales aislantes	n Tiempo de recuperación de la inversión inicial en años
Base	Bloque común	Sin aislante		\$ -	0.00
S4	Ladrillo térmico	Sin aislante	\$ 9,991.55	\$ 34,943.13	4.04
S2	Bloque térmico	Con placa de poliestireno 1"	\$ 13,342.76	\$ 49,708.17	4.34
S5	Ladrillo térmico	Con placa de poliestireno 1"	\$ 13,186.04	\$ 70,871.93	6.68
S1	Bloque común	Con placa de poliestireno 1"	\$ 5,774.03	\$ 35,928.80	8.02
S3	Ladrillo recocido	Sin aislante	\$ 2,391.26	\$ 20,492.84	12.39

(Elaboración propia, 2022)



METODOLOGÍA

ETAPA 3

Análisis económico

Resultados ahorro de energía y emisiones de CO₂

Entre los resultados generados por el software de Infonavit sisevive ecocasa se analizó si los sistemas constructivos de la envolvente cumplen con la NOM 020, obteniendo resultados positivos y negativos de la vivienda. La vivienda que menor ahorro energético tiene y que tiene mayores emisiones de CO₂ al año es la vivienda base, y la que mayor ahorro tiene y menores emisiones de CO₂ al año es la de bloque térmico con losa de vigueta y casetón con aislante a base de placa de poliestireno.

Tabla Ahorro de energía y emisiones de CO₂ al año

Simulación	Gasto por diferencia del sistema constructivo	Periodo de retorno de inversión años	Cumple con la NOM 20	Ahorro de energía	Emisiones de CO ₂ kg/año
Base	\$ -		no	-41%	9016
S3	\$ 20,492.84	12.39	no	-32%	8372
S1	\$ 35,928.80	8.02	no	-19%	7176
S4	\$ 34,943.13	4.04	si	1%	6808
S5	\$ 70,871.93	6.68	si	23%	5888
S2	\$ 49,708.17	4.34	si	24%	5796

(Elaboración propia, 2022)

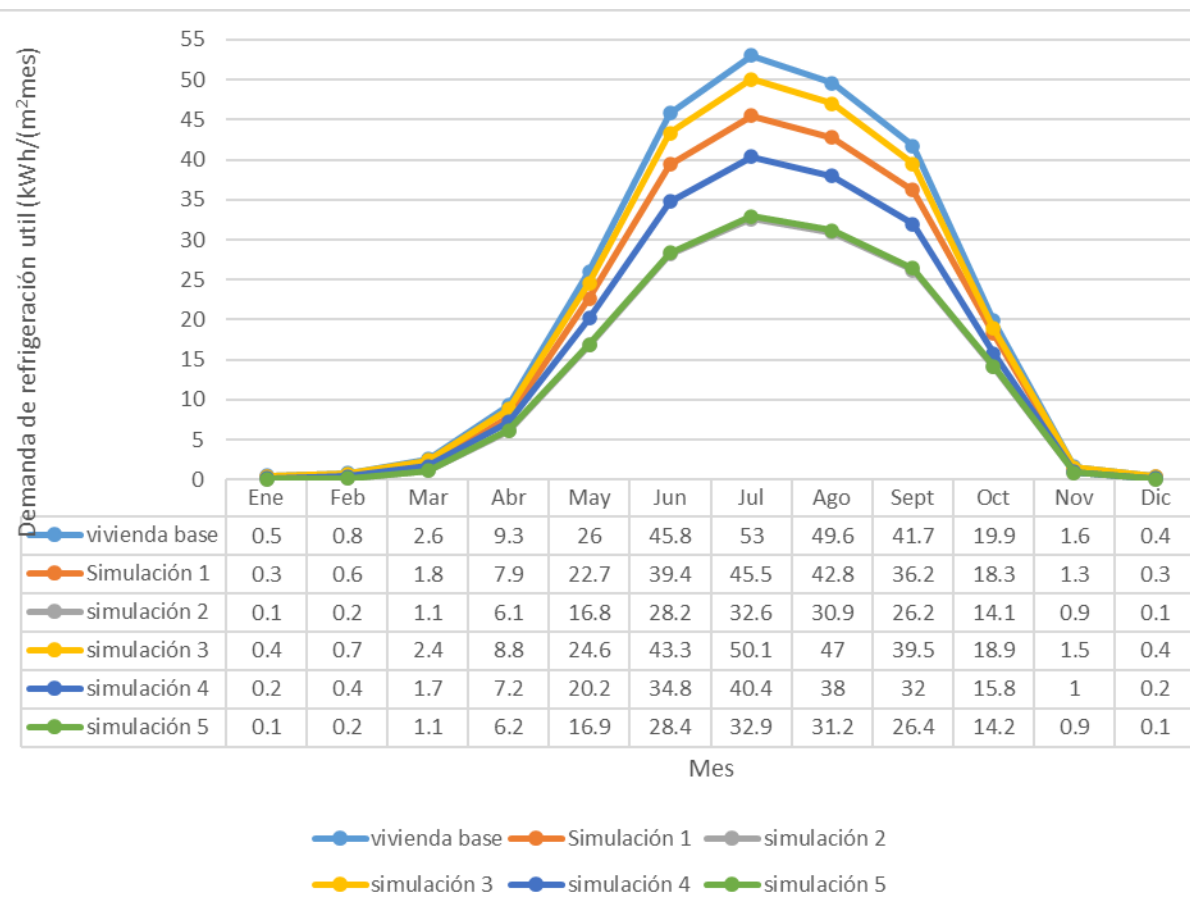
Resultados y discusión

En los resultados de las demandas específicas de refrigeración de viviendas se obtuvo la vivienda base en primer lugar con las demandas más altas en todo el año, siendo julio el que requiere mayor demanda con 53 kWh/m², las menores demandas se obtuvieron con la simulación 2 a base de muro de bloque térmico y losa a base de vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1” y la simulación 5 a base de ladrillo térmico y losa a base de vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1”.

Tabla - Sistemas constructivos propuestos para la mejora de la vivienda.

Simulación #	Sistema en muros	Sistema en losa
BASE	Bloque común	Vigueta y casetón
1	Bloque común	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1”.
2	Bloque térmico	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1”
3	Ladrillo recocido común	Vigueta y casetón
4	Ladrillo térmico	Vigueta y casetón
5	Ladrillo térmico	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1”

Tabla Comparativa resultados de menor a mayor demanda de refrigeración, costos de inversión y tiempo de recuperación de la inversión inicial



(Elaboración propia, 2022)

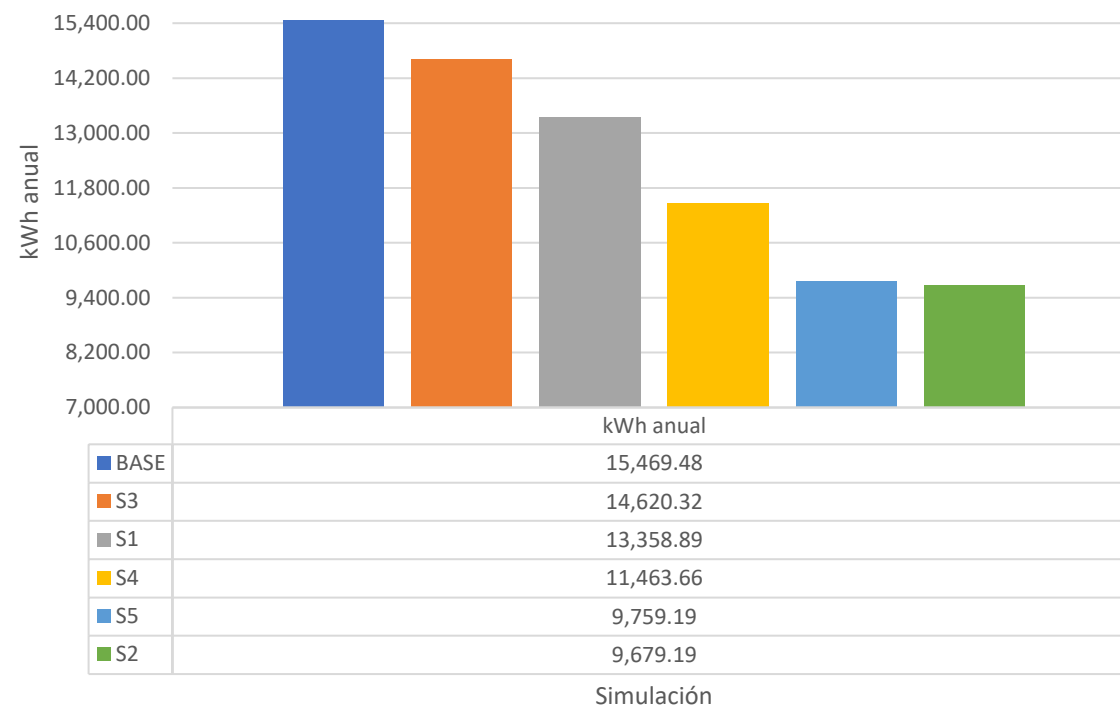
Resultados y discusión

Considerando los 102m² de construcción de la vivienda se obtiene la demanda de refrigeración anual para cada simulación, la vivienda base obtiene 15,469.48 kWh en el año, la demanda mínima la obtiene la vivienda de bloque térmico en muro y losa con aislamiento de poliestireno de 1”.

Tabla - Sistemas constructivos propuestos para la mejora de la vivienda.

Simulación #	Sistema en muros	Sistema en losa
BASE	Bloque común	Vigueta y casetón
1	Bloque común	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1”.
2	Bloque térmico	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1”
3	Ladrillo recocido común	Vigueta y casetón
4	Ladrillo térmico	Vigueta y casetón
5	Ladrillo térmico	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1”

Comparativa demanda de refrigeración anual de viviendas.



(Elaboración propia, 2022)

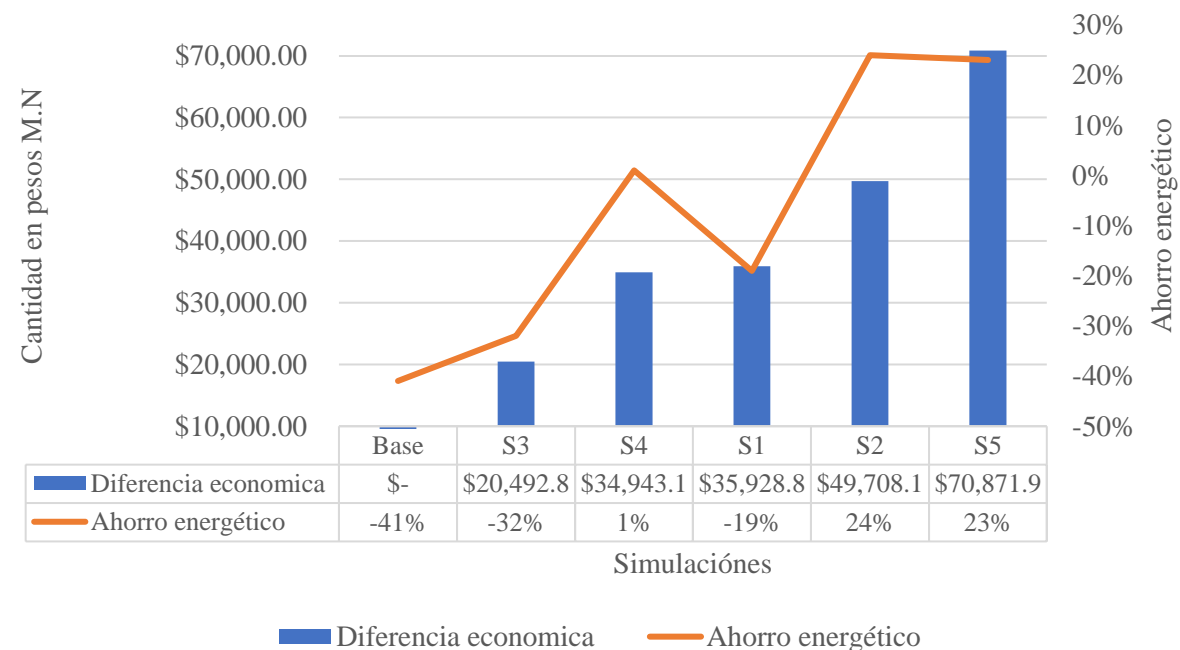
Resultados y discusión

Comparando la diferencia económica por la implementación de las mejoras en el sistema constructivo de la vivienda y el porcentaje de ahorro energético, representa el mayor costo la vivienda de ladrillo térmico y losa de vigueta y casetón con aislante con 70,871.90 pesos y el 23% en ahorro energético, comparando con un ahorro energético similar pero un menor costo de inversión por materiales la vivienda de muros de bloque térmico y aislamiento de poliestireno de 1" en losa.

Tabla - Sistemas constructivos propuestos para la mejora de la vivienda.

Simulación #	Sistema en muros	Sistema en losa
BASE	Bloque común	Vigueta y casetón
1	Bloque común	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1".
2	Bloque térmico	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1"
3	Ladrillo recocido común	Vigueta y casetón
4	Ladrillo térmico	Vigueta y casetón
5	Ladrillo térmico	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1"

Diferencia económica por mejoras en sistemas constructivos y ahorro energético en las viviendas.



(Elaboración propia, 2022)

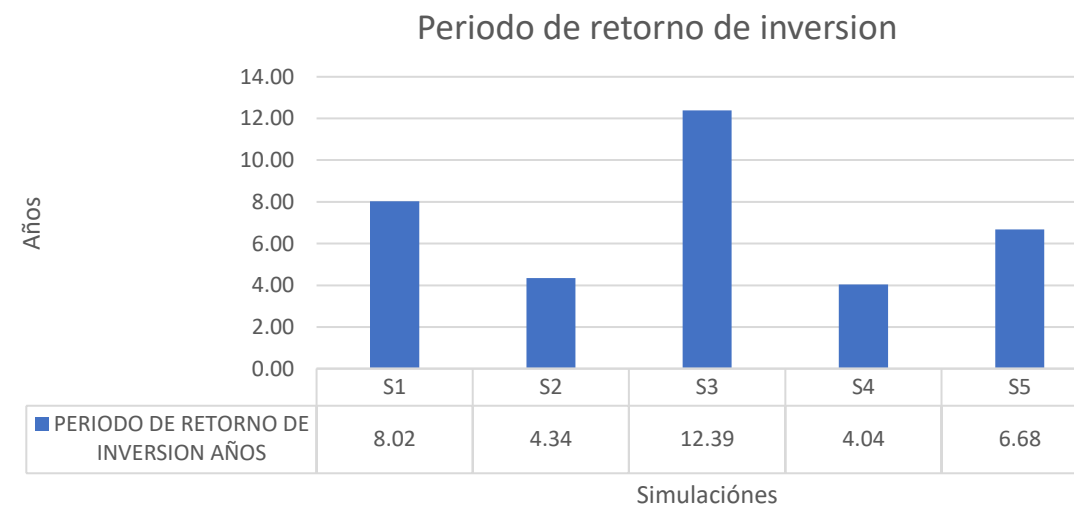
Resultados y discusión

En los resultados de tiempo de recuperación de inversión inicial en años, se observa la simulación 3 la que mayor tiempo representa con 12.39 años, pero no es la que genera más inversión inicial en dinero, solo se invirtió 20 mil pesos pero por ser muy poco lo que se ahorra en energía al año se extiende más el periodo de recuperación, lo que se traduce en que no es equivalente el costo del material si no la eficiencia energética que representa la vivienda para el ahorro de energía anual y que el retorno de inversión por la utilización sea menor.

Tabla - Sistemas constructivos propuestos para la mejora de la vivienda.

Simulación #	Sistema en muros	Sistema en losa
BASE	Bloque común	Vigueta y casetón
1	Bloque común	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1".
2	Bloque térmico	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1"
3	Ladrillo recocido común	Vigueta y casetón
4	Ladrillo térmico	Vigueta y casetón
5	Ladrillo térmico	Vigueta y casetón con placa de poliestireno de 1"

Comparativa retorno de inversión por utilización de materiales aislantes.



(Elaboración propia, 2022)

Conclusiones

Esta investigación permite conocer el comportamiento de los materiales en la vivienda de caso de estudio en cuanto a su eficiencia y ahorro energético, y como estos impactan en el gasto y ahorro económico.

De acuerdo a los resultados obtenidos la mayor demanda de refrigeración la presenta la vivienda base con muro de bloque hueco de concreto y losa de vigueta y casetón, las propuestas de mejora que implementan sistemas con propiedades térmicas presentan disminución en las demandas y a su vez incrementos en los ahorros energéticos.

Resultados demanda de refrigeración, costo de inversión adicional y tiempo de recuperación de la inversión inicial

Simulación	Sistema constructivo en muro	Sistema constructivo en losa vigueta y casetón	Demanda de refrigeración y gasto eléctrico anual	P Costo de inversión adicional por utilización de materiales aislantes	n Tiempo de recuperación de la inversión inicial
Base	Bloque común	Sin aislante	15,469.48		
S1	Bloque común	Con placa de poliestireno 1”	13,358.89	\$ 35,928.80	8.02 años
S2	Bloque térmico	Con placa de poliestireno 1”	9,679.19	\$ 49,708.17	4.34 años
S3	Ladrillo recocido	Sin aislante	14,620.32	\$ 20,492.84	12.39 años
S4	Ladrillo térmico	Sin aislante	11,463.66	\$ 34,943.13	4.04 años
S5	Ladrillo térmico	Con placa de poliestireno 1”	9,759.19	\$ 70,871.93	6.68 años

(Elaboración propia, 2022)

Conclusiones

Los resultados de la demanda de aire acondicionado no tienen relación proporcional al costo de la inversión por la utilización de materiales aislantes, ni al periodo de retorno de recuperación por la inversión adicional del material aislante.

Con relación al costo beneficio al usuario en primer lugar la obtiene la vivienda a base de bloque térmico en muro y losa con aislante de poliestireno de 1" ya que a pesar de que no es la inversión menor se obtiene una baja demanda en la refrigeración y el tiempo de recuperación es de los mas rápidos con 4.34 años.



(Imagen propia, 2018)

Conclusiones

En las **vivienda con las mejoras aplicadas** se presentan resultados muy particulares, presentan **variaciones en cuanto al monto de inversión adicional** al sistema constructivo de la envolvente que van desde los **20 mil hasta los 70 mil pesos**, pero **los bajos costos en la implementación de las mejoras no garantiza un ahorro considerable en la energía**, a partir de una inversión de 34,900 pesos se alcanzó a cumplir con 1% de ahorro de energía, hasta las inversiones de 49 mil y 70 mil pesos en materiales por un 23% y 24% de ahorro energético.



(Imagen propia, 2018)

Recomendaciones

El uso de materiales aislantes en vivienda tiene ventajas significativas en el ahorro energético, hasta un 24% por el uso de aislante en muros y losa, lo que permite lograr una sensación de confort interior de la vivienda y a su vez menor gasto económico por la utilización de sistemas artificiales de enfriamiento.

Para el usuario en general que construye su casa se recomienda, para un costo intermedio de inversión y pronta recuperación esta la vivienda de bloque térmico y losa con aislamiento térmico de placa de poliestireno de 1".



(Imagen propia, 2018)

Recomendaciones

La recomendación para el desarrollador de vivienda, se recomiendan las viviendas que obtengan el cumplimiento mínimo de la NOM 020 que va desde la vivienda de ladrillo térmico sin aislante en losa, y la vivienda de bloque térmico con aislamiento en losa.

Para el arquitecto o constructor de vivienda, implementar materiales con propiedades aislantes en muros y losas, que van desde la opción de bloque térmico en muro o ladrillo térmico y losa con aislamiento de poliestireno de 1”.



(Imagen propia, 2020)



(Imagen propia, 2020)



(Imagen propia, 2020)

REFERENCIAS

- Asociación de ciencias ambientales. (15 de mayo de 2022). ACA. Obtenido de <https://www.cienciasambientales.org.es/index.php/conoce-la-energia-de-tu-vivienda/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-de-la-vivienda>
- Acevedo, G. (15 de mayo de 2022). *Mundo HVACR*. Obtenido de <https://www.mundohvacr.com.mx/2011/05/aislamiento-termico-en-casas-de-interes-social/>
- Albarran, A., Beele, A., Gruner, A., & Montaña, R. (2014). *Manual Operativo, Version 1.1*. Alemania: Passivhaus Institut.
- AR&PR MEXICO. (10 de mayo de 2020). Obtenido de <https://www.arprmexico.com/post/materiales-t%C3%A9rmicos-para-mantener-tu-casa-fresca-en-tiempos-de-calor-arpr-m%C3%A9xico>
- Argudin, J. A. (2007). *Evaluación del comportamiento térmico y estructural en vivienda típica de interés social*. Monterrey, N.L.
- BBVA. (17 de 04 de 2022). Obtenido de https://www.bbva.mx/educacion-financiera/t/tasa_de_interes_real.html#:~:text=La%20tasa%20de%20inter%C3%A9s%20real%20es%20el%20porcentaje%20que%20verdaderamente,que%20el%20dinero%20pierda%20valor.
- Borbon-Almada, A. c., Rodríguez-Muñoz, N. A., & Najera-Trejo, M. (2019). Energy and Economic Impact on the Application of low-cost lightweight materials in economic housing located in dry climates. *sustainability*, 11,1586.
- Borbon-Almada, A., Lucero-Alvarez, J., Rodríguez-Muñoz, N., Ramírez-Celaya, M., Castro-Brockman, S., Saau-Soto, N., & Najera-Trejo, M. (20 de Noviembre de 2020). *MDPI*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/22/8225>
- CFE. (06 de abril de 2022). *CFE*. Obtenido de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRECasa/Tarifas/Tarifa1F.aspx>



REFERENCIAS

- Claudia S. Gpomez-López, L. A. (2012). Uso, precio y gasto de energía en la economía mexicana. *SciELO Analytics*, 123-139.
- Climate data. (16 de noviembre de 2020). *Climate Data*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/sonora/hermosillo-3415/#:~:text=Hermosillo%20se%20considera%20que%20tiene,24.2%20%C2%B0C%20en%20Hermosillo>
- Climate-Data. (2020). *Climate date*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/sonora/hermosillo-3415/>
- CMIC. (abril de 2021). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/525311972/Costos-M2-IMIC-CMIC-Abril-2020-Abril-2021>
- COMECA. (23 de febrero de 2018). *Materiales aislantes para proteger la vivienda*. Obtenido de <https://comeca.com.mx/materiales-aislantes-para-proteger-tu-casa/>
- Comisión Federal de Electricidad. (06 de abril de 2022). *CFE*. Obtenido de <https://www.cfe.mx/nuestraempresa/Pages/historia.aspx>
- CONAVI. (2022 de abril de 2017). *Código de edificación de vivienda*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/conavi/documentos/codigo-de-edificacion-de-vivienda-3ra-edicion-2017>
- CONAVI. (07 de noviembre de 2018). *Guía de evaluación de vivienda sustentable*. Obtenido de https://www.conavi.gob.mx/documentos/SGAVPS/SUSTENTABILIDAD/GUIA_DE_EVALUACION_DE_VIVIENDA_SUSTENTABLE_07112018.pdf
- Delacoste, E., Carro Pérez, M., & Francisca, F. (2015). Ahorro energético en construcciones con mampuestos no convencionales. *avances en energías renovables y medio ambiente*, 08.147-08.156.



REFERENCIAS

- Estrada Porrúa, M. (2001). Cambio climático global: causas y consecuencias. *Revista de información y análisis*, 16
- F. Rizzarello, M. H. (2018). Simulación computacional del comportamiento térmico de una vivienda social en salta capital. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, 15-27.
- Forbes, s. (12 de junio de 2019). *Forbes México*. Obtenido de Forbes México: <https://www.forbes.com.mx/hermosillo-es-el-lugar-mas-caliente-del-planeta-supera-al-sahara/#:~:text=Hermosillo%20se%20convirti%C3%B3%20en%20el,45.1%C2%BAC%20alcanzado%20en%201993>.
- H. Hernandez, L. M. (2011). Propuesta de una metodología de certificación de eficiencia para viviendas en Chile. *Revista de la construcción. Vol.10. SciELO*. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2011000100006>, 53-63.
- INEGI. (2005). *Cuentame*. Obtenido de www.cuentame.inegi.org.mx
- INEGI. (7 de noviembre de 2018). Primera encuesta nacional sobre consumo de energéticos en viviendas particulares. *Comunicado de prensa núm 541/18*, pág. 1/3.
- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. (24 de enero de 2021). *Istas*. Obtenido de <https://istas.net/medio-ambiente/energia-cambio-climatico-y-centro-de-energias-renovables-y-empleo#:~:text=Desde%20el%20inicio%20de%20la,natural%2D%20ha%20ido%20en%20aumento.&text=Pero%20la%20quem%20de%20los,invernadero%2C%20causantes%20de%20calentamien>
- Jinghua Yu, Y., Changzhi, Y., Liwei, T., & Dan Liao, L. (Noviembre de 2009). *ScienceDirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261909000841>
- Jocelyn, T. G. (2010). La arquitectura sin arquitectos, algunas reflexiones sobre la arquitectura vernacula. *AUS*, 12-15.
- Licón, H. J. (2007). Arquitectura Vernácula, Estrategia y clima. *Revista de divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo*.



<ref>

REFERENCIAS

- Newnan, D. G., Eschenbach, T. G., & Lavelle, J. P. (2014). *Engineering Economic Analysis*. New York: oxford univerty press.
- NOM-008-ENER-2001. (2001). *Norms oficiales mexicanas ENER*. Diario oficial de la federación . Obtenido de <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ener/ener008.pdf>
- NOM-018-ENER-1997. (1997). Norma Oficial Mexicana, asilantes termicos para edificaciones, características, límites y metodos de prueba. *Diario Oficial*, 2-5.
- NOM-020-ENER-2011. (2011). Norma oficial Mexicana, eficiencia energetica en edificaciones. Envolverte de edificios para uso habitacional. *Diario Oficial*.
- Occ mundial. (21 de agosto de 2022). Obtenido de <https://www.occ.com.mx/blog/que-es-el-infonavit-credito/>
- Padilla, D. P. (diciembre de 2015). *Interpretación bioclimática de la arquitectura vernácula*. Obtenido de Politecnica Biblioteca universitaria UPM: <http://oa.upm.es/43959/>
- Pierre-Louis, K. (18 de mayo de 2018). *The New York Times*. Obtenido de www.nytimes.com/es/2018/05/18/espanol/aire-acondicionado-calentamiento-global.html
- R. García-Alvarado, A. G. (2014). Características relevantes de la simulación energética de viviendas unifamiliares.
- SENER. (2018). *Sistema de información energética*. Obtenido de SIE: <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>
- Silvana Angiolini, A. P. (2007). Comparación del gasto energético para acondicionamiento térmico en vivienda social de distintos períodos en Córdoba. *Revista avances en Energías Renovables y Medio Ambiente vol. 11*, 1-7.
- Ucsusa. (29 de enero de 2020). *Ucsusa*. Obtenido de emisiones de Co2: <https://es.ucsusa.org/resources/emisiones-de-co2-por-pais/>



<ref>



GRACIAS

