

Capítulo 1 Análisis de un centro de información sustentable incorporando tejas solares para lograr la eficiencia energética

Chapter 1 Analysis of a sustainable information centre incorporating solar tiles for energy efficiency

GONZÁLEZ-SALAZAR, José Rodolfo', SERRANO-ARELLANO, Juan†*', RODRÍGUEZ -URIBE, Juan Carlos' y VELÁZQUEZ-LUCHO, Karla María''

'División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.

''División de Ingeniería en Energías Renovables, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.

ID 1^{er} Autor: *José Rodolfo, González-Salazar*

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Serrano-Arellano* / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 2^{do} Coautor: *Juan Carlos, Rodríguez-Uribe* / **CVU CONACYT ID:** 166235

ID 3^{er} Coautor: *Karla, María Velázquez-Lucho* / **CVU CONACYT ID:** 415160

DOI: 10.35429/H.2021.14.1.1.24

J. González, J. Serrano, J. Rodríguez y K. Velázquez

* jserrano@iteshu.edu.mx

J. Serrano, J. Rodríguez, Z. Trejo, K. Velázquez, J. Marmolejo, D. Pineda. (AA. VV.) *Arquitectura y sustentabilidad. Handbooks-©ECORFAN-México, Hidalgo, 2021.*

Resumen

El presente trabajo consistió en un estudio de Tejas Solares como elementos para transformar y aprovechar la energía solar y de esta forma disminuir el uso de la energía proveniente de fuentes contaminantes. El estudio tiene el enfoque de sustentabilidad en aspectos relevantes como lo es el cómo confort térmico, ya que la mayor parte de energía consumida en los edificios se usa para acondicionamiento térmico. Para llevar a cabo el presente estudio se hizo uso de la NOM-020-ENER-2011 para analizar y limitar las ganancias térmicas del edificio. Se realizó un levantamiento arquitectónico del edificio a analizar, posteriormente, se aplicó la metodología mostrada en la norma mexicana y se encontró que cumple con el porcentaje de energía limitado por la norma mexicana. Y como alternativa para reducir el consumo de energía se implementó la teja solar. Se obtuvo un beneficio de la energía limpia, reduciendo el consumo de energía fósil hasta en un 67.60% en el consumo diario. Finalmente, este estudio mostró la importancia del uso de fuentes de energía renovables.

Eficiencia energética, Sustentabilidad, Materiales

Abstract

The present work consisted of a study of Solar Tiles as elements to transform and take advantage of solar energy and in this way reduce the use of energy from polluting sources. The study focuses on sustainability in relevant aspects such as thermal comfort, since most of the energy consumed in buildings is used for thermal conditioning. To carry out the present study, the NOM-020-ENER-2011 was used to analyze and limit the thermal gains of the building. An architectural survey of the building to be analyzed was carried out, subsequently, the methodology shown in the Mexican standard was applied and it was found that it complies with the percentage of energy limited by the Mexican standard. And as an alternative to reduce energy consumption, the solar tile was implemented. A benefit was obtained from clean energy, reducing the consumption of fossil energy by up to 67.60% in daily consumption. Finally, this study showed the importance of using renewable energy sources.

Energy efficiency, Sustainability, Materials

1.1 Introducción

La arquitectura bioclimática consiste en el diseño de un edificio optimizando las condiciones del entorno: radiación solar, sombras, lluvias, vientos, vegetación, etc., para priorizar las soluciones pasivas de confort energético sobre cualquier otro sistema activo. El primer paso a la hora de elaborar un estudio de sostenibilidad energética pasa por dicha optimización de los sistemas pasivos. En segundo lugar, por la valoración de las energías renovables y por último la consideración de la eficiencia energética de las no renovables. (arquitecturasana, 2006).

Se busca desarrollar un prototipo de una teja solar en la que implica, concretar un planteamiento bien especificado en el enfoque de efectividad a la hora del uso, de esta manera se implementara en los hogares de todas viviendas que estén dispuestos a apostarle a esta nueva revolución tecnológica que implica un gasto o una inversión de elevado costo, pero al momento de instalar este producto te darás cuenta que podrás reducir el consumo de energía eléctrica convencional del hogar, así adquiriendo la energía del sol, y no solo para focos si no para abastecer a distintos aparatos electrónicos que se implementan en los hogares, una de las cosas que vas a hacer notar es la gran calidad del producto ya que notarás que este, no tendrá el defecto de cuando el sol ya no está, ya que cuenta con una pila recargable por cada una de las tejas que su principal funcionalidad es de generar la suficiente energía, este sistema se conforma con la solides.

Formas de transmisión del calor

En el interior de la casa, el calor se transmite entre los paramentos (muros, techos, suelos) principalmente por radiación, y entre los paramentos y el aire interior principalmente por convección. El calor «viaja» a través de los paramentos por conducción, hasta alcanzar el exterior de la casa, donde se disipa por convección y radiación. Para reducir las pérdidas de caleror, se actúa principalmente sobre el fenómeno de conducción a través de los paramentos, intercalando una capa de material térmicamente aislante. (Macias, 2014)

Es importante tener presentes los mecanismos de transmisión del calor para comprender el comportamiento térmico de una casa. Microscópicamente, el calor es un estado de agitación molecular que se transmite de unos cuerpos a otros de tres formas diferentes:

- **Conducción.** El calor se transmite a través de la masa del propio cuerpo. La facilidad con que el calor «viaja» a través de un material lo define como conductor o como aislante térmico. Ejemplos de buenos conductores son los metales, y de buenos aislantes, los plásticos, maderas, aire. Este es el fenómeno por el cual las viviendas pierden calor en invierno a través de las paredes, lo que se puede reducir colocando un material que sea aislante. El coeficiente de conducción térmica de un material es una medida de su capacidad para conducir el calor.
- **Convección.** Si consideramos un material fluido (en estado líquido o gaseoso), el calor, además de transmitirse a través del material (conducción), puede ser «transportado» por el propio movimiento del fluido. Si el movimiento del fluido se produce de forma natural, por la diferencia de temperaturas (aire caliente sube, aire frío baja), la convección es natural, y si el movimiento lo produce algún otro fenómeno (ventilador, viento), la convección es forzada.
- **Radiación.** Todo material emite radiación electromagnética, cuya intensidad depende de la temperatura a la que se encuentre. La radiación infrarroja provoca una sensación de calor inmediata (piénsese en una estufa de butano, por ejemplo). El sol nos aporta energía exclusivamente por radiación.

La envolvente de un edificio tiene un gran impacto en la cantidad de energía necesaria para mantener la temperatura interior dentro de un rango confortable. La NOM-008-ENER-2001 busca reducir las ganancias de calor a través de la envolvente del edificio, y así, disminuir la cantidad de energía necesaria para refrigeración.

La envolvente del edificio está compuesta por: muros exteriores, techos, superficies inferiores, ventanas y puertas. Al mejorar las características térmicas de estos componentes, podemos reducir la cantidad de calor que entra al edificio.

Implementar las estrategias de eficiencia energética necesarias para cumplir con la NOM-008 reduce los gastos en energía para enfriamiento en edificios no habitacionales, y mejora el confort térmico de los usuarios del edificio. Adicionalmente, genera ahorros para el gobierno en subsidios a la electricidad.

Eficiencia energética

La eficiencia energética tiene como objetivo determinar el consumo eficiente de energía de los edificios, para proteger el medio ambiente, estableciendo los consumos adecuados que eviten excesos, contando con la contribución en el abastecimiento de energías renovables.

El impacto de la edificación sobre el medio ambiente es actualmente muy significativo, lo que hace necesaria la adopción de medidas en la redacción de los proyectos que permitan reducirlo, incorporando criterios de sostenibilidad de una forma coherente, justificada y económicamente consciente.

El sector residencial y terciario representa más del 40% del consumo final de energía.

Figura 1 Impacto de las edificaciones sobre el medio ambiente



Fuente: crrarquitectos

Para introducir en los proyectos las medidas necesarias, es preciso comprender los aspectos relevantes y establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones. Una vez que se establezcan las estrategias, hay que realizar los cálculos y procesos de simulación suficientes para validarlas y cuantificarlas, y en caso necesario, modificarlas. Por otro lado, es importante asociarlas a la inversión económica que suponen y al retorno que se obtiene, en las diferentes soluciones que se vayan proponiendo.

Reducción de la demanda y el consumo:

El desafío que se plantea actualmente es introducir prácticas de proyecto y construcción que mejoren la eficiencia del edificio cumpliendo estándares específicos para reducir los impactos negativos del edificio sobre los ocupantes, el medioambiente y el resultado económico. Estas actuaciones se desarrollan tanto en el ámbito arquitectónico y constructivo como de gestión energética. (crrarquitectos, s.f.)

- Adaptación a las condiciones climáticas exteriores.
- Optimización de las orientaciones de los edificios.
- Adopción de medidas pasivas que minimicen o reduzcan la demanda térmica y lumínica.
- Aislamiento térmico mejorado de envolvente y de instalaciones.
- Envolventes térmicas eficientes.
- Iluminación natural y artificial.
- Condiciones ambientales interiores con soluciones bioclimáticas.
- Ventilación de sus ocupantes.
- Cargas internas propias de la actividad.
- Sectorización adecuada de las instalaciones, regulación y control.
- Control de ventilación en función de la ocupación (CO).

Función de la envolvente

La envolvente de una edificación es uno de los elementos fundamentales que acompañan un adecuado proceso sostenible en la construcción. El concepto de envolvente hace referencia a cómo acondicionamos el interior y exterior de un edificio para que los efectos externos a este impacten en grado mínimo la calidad de vida de los usuarios, no solo desde el punto de vista de la eficiencia energética si no de la estabilidad estructural y de la hermeticidad al agua, aire y ruido (aislamiento acústico). (Calderón, 2018) Así mismo, la calidad de los materiales, como el concreto, y procesos constructivos impactan en la envolvente que separa o aísla al usuario de la edificación de su exterior. Esto implica hermeticidad en los sellos para juntas de fachadas, total impermeabilidad en los techos y fachadas con los valores más altos de porcentaje de Índices de Reflectancia Solar –SRI-, etc.

Las iniciativas de la CONUEE

En México se han logrado avances significativos en la mejora de la eficiencia energética de los edificios, desde los equipos que se utilizan hasta los elementos de la envolvente y su aplicación integral en el diseño. Esto se ha logrado a través de una variedad de programas en el sector de la energía y en el de la vivienda. Sin embargo, el programa más relevante en virtud de su alcance e impacto ha sido el de las Normas Oficiales mexicanas (NOM) de eficiencia energética, las cuales son regulaciones técnicas de cumplimiento obligatorio en todo el territorio nacional. Su aplicación está fundamentada en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), la cual establece, entre sus objetivos, la preservación de los recursos naturales no renovables, como los combustibles fósiles.

Por su parte, las NOM relacionadas con la envolvente, en tanto sistema, aplican a edificios residenciales y no residenciales, y permiten evaluar de manera integral, la ganancia térmica total por cargas solares y por conducción en techo, muros, ventanas y puertas. Éstas son:

- NOM-008-ENER-2001: Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales. Limita la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, con el propósito de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento. Aplica a todos los edificios nuevos y las ampliaciones de los ya existentes, cuyo uso primordial no sea industrial o habitacional.
- NOM-020-ENER-2011: Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios para uso habitacional. Limita la ganancia de calor de los edificios para uso habitacional a través de su envolvente, con la finalidad de racionalizar el consumo energético de los sistemas de enfriamiento.

1.2 Objetivos

Objetivo general

Realizar un estudio de eficiencia energética forme a normas vigentes con la finalidad de proponer un sistema de paneles solares para reducir el consumo energético. De tal manera de dar un enfoque hacia la arquitectura bioclimática.

Objetivos específicos

- Obtener un concepto general sobre el caso de estudio sobre su eficiencia energética actual de su envolvente.
- Proponer nuevas soluciones para el cumplimiento de la norma si es requerido.
- Generar un resultado positivo con la herramienta de cálculo en comparación al edificio de estudio base.
- Calcular y proponer un sistema de tejas solares forme a el consumo energético del caso de estudio para reducción del mismo y del costo.
- Resolver la ubicación de las tejas solares forme al espacio que se tiene dentro del caso de estudio.

- Iniciar el enfoque de la arquitectura bioclimática dentro del instituto tecnológico superior de Huichapan.

Estado del arte

1.3 Metodología

Eficiencia energética

La norma NOM-020-ENER-2011 nos ayudara a reducir las ganancias de calor en el edificio del Instituto Tecnológico superior de Huichapan “Centro de Información”, a través de su envolvente, disminuyendo así, la cantidad de energía necesaria para refrigeración. La metodología que se realizó con base al enfoque de la investigación fue la siguiente:

- Análisis del sitio.
- Levantamiento arquitectónico.
- Herramienta de cálculo.
- Resumen del cálculo.
- Resultados.
- Análisis del edificio.

El caso de estudio es el edificio “Centro de Información”. Ubicada en el Saucillo que se localiza en el municipio de Huichapan, Hidalgo. Es un edificio de diversos usos como son aulas de estudio, oficinas de docente, centro de cómputo y una biblioteca donde se asiste con mucha frecuencia. El objetivo de la norma NOM-008-ENER-2001 para este edificio es revisar el cumplimiento para la norma oficial, calculando el presupuesto energético del edificio proyectado al edificio de referencia. (NOM-008-ENER-2001, 2017)

a. Análisis del sitio.

Ubicación: El Saucillo, se localiza en el municipio de Huichapan, Hidalgo.

Temperatura promedio: 16° C

Precipitación promedio: 469mm.

(coneval, 2010)

En la Figura 2 se observa la localización del Centro de Información, mostrando calles, Norte y lugares que colindan o están cerca del caso de estudio.

Figura 2 Ubicación del edificio a analizar



Fuente: Google maps

b. Levantamiento arquitectónico.

Se comenzó por un levantamiento arquitectónico del espacio para analizar las dimensiones de muros, puertas, ventanas y techos, por medio de un distanciómetro y flexómetro. En la Figura 3 se observa la herramienta con el cual se realizó el levantamiento arquitectónico.

Figura 3 Distanciómetro utilizado para tomar distancias del edificio



Fuente: Autoría propia

i. *Materiales en interior y exterior.*

El centro de información los materiales del interior y exterior, se toman en cuenta para un análisis del caso de estudio. Dentro del caso de estudio se observa que cuenta con ventanas muy amplias que permiten la entrada de la luz solar, tanto en el primer nivel como el segundo nivel, los muros son de concreto armado de 15cm de espesor, con un acabado exterior de cantera gris y rosa, en el interior un aplanado común con terminado de pintura color crema. el techo es loza maciza de 15 cm de espesor, con un acabado de plafón reticular color blanco.

ii. *Dibujo en AutoCAD.*

Es un programa en el cual se pueden dibujar todo tipo de diseños técnicos que es utilizado por ingenieros, arquitectos etc. (Unknown, 2013)

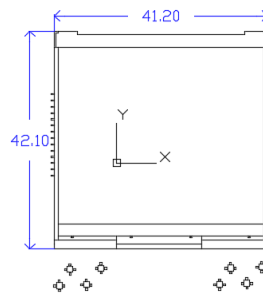
Después del levantamiento arquitectónico se procedió a dibujó en el programa de AutoCAD 2019 la planta arquitectónica del centro de información. En la Figura 4 se observa la planta arquitectónica, con sus respectivos espacios, cotas, ejes, muebles, columnas, traveses etc.

Figura 4 Logotipo del programa de diseño



Fuente: Autoría propia

Figura 5 Dibujo del plano en el programa



Fuente: Autoría propia

iii. Modelado en SketchUp 2019.

SketchUp es un programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones basado en caras. Es utilizado para el modelado de entornos de planificación urbana, arquitectura, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, GIS, videojuegos o películas. (WIKIPEDIA, 2019)

Al tener la planta arquitectónica dibujada en Autocad se pasa al programa de SketchUp para modelar en 3D la maqueta virtual del centro de información. En la figura 6 se observan una perspectiva de lo que es el modelado en 3D del caso de estudio, en el que se observa muros, ventanas, pretilas, techos, puertas.

Figura 6 Logotipo del programa de dibujo



Fuente: Autoría propia

Figura 7 Vista del modelo 3D en el programa



Fuente: Autoría propia

iv. Renderizado en ARCHICAD 22

ArchiCAD, desarrollado por la empresa húngara Graphisoft, es un software CAD de modelado de información de construcción disponible para sistemas operativos Macintosh y Windows. (WIKIPEDIA, 2019).

Para tener una vista más realista del edificio de estudio se crean imágenes foto renderizadas para tener una idea más clara de los aspectos tomados en cuenta durante el caso de estudio.

Figura 8 Logotipo del programa utilizado para renderizar



Fuente: Autoría propia

Figura 9 Vista del modelo 3D renderizado en el programa



Fuente: Autoría propia

c. Herramienta de cálculo

Figura 10 Pantalla principal de la herramienta de cálculo.



Fuente: Guía de cálculo NOM-008-ENER

En la Figura 8 se muestra la primera pantalla de la herramienta, se captura la información general del proyecto: nombre del propietario, nombre del proyecto, dirección, estado y ciudad. Todos los campos son obligatorios. El botón Guardar, guarda los datos capturados en un archivo de texto con extensión *.nor. El botón Abrir importa un archivo de datos previamente guardado. El botón Nuevo, borra todos los datos capturados en el programa. (CONUEE, 2017)

i. Orientación

Para simplificar la captura de datos, es importante identificar cada componente de la envolvente del edificio. Se recomienda utilizar el nombre del componente, su orientación y un número. De acuerdo con la NOM-008, la orientación de un componente se define siguiendo los siguientes principios:

- Norte.
- Este.
- Sur.
- Oeste.

Norte: Un muro que presenta una inclinación entre los 45° hacia el Este o hacia el Oeste del Norte.

Figura 11 Orientación norte de acuerdo con la NOM-008.



Fuente: Autoría propia

Este: Un muro que presenta una inclinación entre los 45° hacia el Norte o hacia el Sur del Este.

Figura 12 Orientación este de acuerdo con la NOM-008.



Fuente: Autoría propia

Sur: Un muro que presenta una inclinación entre los 45° hacia el Este o hacia el Oeste del Sur.

Figura 13 Orientación sur de acuerdo con la NOM-008.



Fuente: Autoría propia

Oeste: Un muro que presenta una inclinación entre los 45° hacia el Norte o hacia el Sur del Oeste.

Figura 14 Orientación oeste de acuerdo con la NOM-008



Fuente: Autoría propia

ii. Muros exteriores.

En la segunda pantalla, se ingresan los datos de todos los muros exteriores. Se pueden agrupar muros exteriores siempre y cuando tengan la misma orientación y el mismo sistema constructivo. El menú desplegable muestra algunos sistemas constructivos (CONUEE, 2017).

Para el caso de estudio se selecciona la opción de concreto aparente de 10 a 12 cm $K=3.60$. a este se ingresan datos del área del muro.

Figura 15 Pantalla para ingresar datos de los muros de la herramienta de cálculo

Fuente: Guía de cálculo NOM-008-ENER

iii. Techos y superficies inferiores

En la tercera pantalla, se ingresan los datos de todos los techos y superficies inferiores exteriores. Es posible agrupar techos o superficies inferiores que estén contruidos con el mismo sistema constructivo.

El menú desplegable muestra algunos de los sistemas constructivos más utilizados en la industria. (CONUEE, 2017)

Para el caso de estudio se selecciona la opción de concreto armado de 15 cm $K=2.99$. a este se ingresan datos del área del techo.

Figura 16 Pantalla para ingresar datos de techos y superficies inferiores de la herramienta de cálculo

Fuente: Guía de cálculo NOM-008-ENER

iv. Ventanas, sombreadamiento exterior y domos

En la cuarta pantalla, se ingresan los datos de todas las ventanas y domos exteriores. Se pueden agrupar ventanas siempre y cuando estén en el mismo muro, tengan el mismo tipo de vidrio y el mismo tipo de sombreadamiento exterior. El menú desplegable muestra algunos tipos de vidrio. (CONUEE, 2017).

Otros datos para ingresar son la ubicación, el nombre de cada una de las ventanas, el área en metros cuadrados que ocupa cada una de ellas, el tipo de vidrio para el caso se selecciona la opción de un vidrio de 3 mm con un $K=4.92$ $CS=1.00$ y el tipo de sombra en este caso la mayoría de las ventanas tienen sombras.

Figura 17 Pantalla para ingresar datos de las ventanas de la herramienta de cálculo

Fuente: Guía de cálculo NOM-008-ENER

v. Puertas.

En la quinta pantalla, se ingresan los datos de todas las puertas exteriores. Se pueden agrupar puertas siempre y cuando estén ubicadas en el mismo muro y tengan el mismo material. El menú desplegable muestra algunos materiales de puertas comúnmente utilizados. (CONUEE, 2017)

Figura 18 Pantalla para ingresar datos de puertas de la herramienta de cálculo.

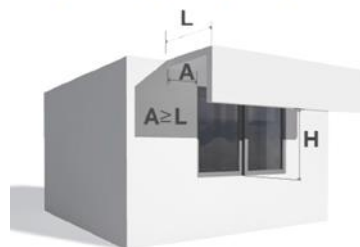
Fuente: Guía de cálculo NOM-008-ENER

d. Tipos de sombreamiento.

La NOM-008-ENER-2001 distingue cuatro tipos de sombreado exterior. En la pantalla de ventanas, al capturar cada ventana, se selecciona el tipo de sombreado y se ingresan las dimensiones descritas a continuación: (CONUEE, 2017)

Figura 19 Tipos de sombreamiento

Volado con extensión lateral más allá de los límites de la ventana



L= Distancia de proyección del volado

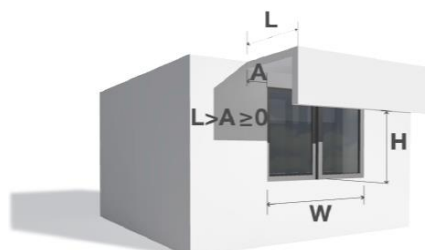
A= Distancia de la extensión del volado

H= Distancia del borde inferior del volado al borde inferior de la ventana

Fuente: NOM-008-ENER-2001

Figura 20 Tipos de sombreamiento

Volado con extensión lateral hasta los límites de la ventana



L= Distancia de proyección del volado

A= Distancia de la extensión del volado

H= Distancia del borde inferior del volado al borde inferior de la ventana

Fuente: NOM-008-ENER-2001

Figura 21 Tipos de sombreamiento

Fuente: NOM-008-ENER-2001

Figura 22 Tipos de sombreamiento

Fuente: NOM-008-ENER-2001

Para el estudio del caso es importante identificar el correcto tipo de sombreamiento que existe para poder determinar los valores correctos de acuerdo a la guía establecida.

e. Resumen del cálculo.

Una vez que se han capturado todos los componentes de la envolvente del edificio, se muestra la pantalla de confirmación. Esta pantalla contiene un resumen de todas las porciones capturadas. Es importante revisar que todas las porciones de la envolvente se muestren en esta pantalla. (CONUEE, 2017)

Si hace falta agregar una porción adicional, se hace click en los botones verdes “Agregar otro muro”, “Agregar otro techo”, “Agregar otra ventana” o “Agregar otra puerta”, según sea el caso.

Si algún dato de una porción capturada es incorrecto, es posible “editar” o “borrar” la porción incorrecta e ingresar nuevos datos siguiendo el procedimiento anterior. (CONUEE, 2017)

Al dar click en el botón “editar” es posible modificar el área, el tipo de sistema constructivo, de techo a superficie inferior, o el tipo de sombreado en ventanas. No se permite cambiar el nombre de la porción o su orientación. (CONUEE, 2017)

Una vez que se han revisado todas las porciones de los componentes de la envolvente, se da click en el botón rojo “Calcular”. (CONUEE, 2017)

Figura 23 Resumen del cálculo según la NOM-008-ENER-2001

The screenshot shows the 'NOM-008 Calculation tool' interface with four main sections for inputting building components:

- Muros:**
 - 1 Principal: área 297.46 m², Masivo, Concreto aparente 10 a 12 cm.
 - 2 Posterior: área 297.46 m², Masivo, Concreto aparente 10 a 12 cm.
 - 3 Izquierda: área 247.35 m², Masivo, Concreto aparente 10 a 12 cm.
 - 4 Derecha: área 247.35 m², Masivo.
- Techo/superficie interior:**
 - 1 Techo: área 2411.5 m², Concreto armado 15cm, checked 'Techo'.
- Ventanas:**
 - 1 ventana 1: área 46.6 m², colocada en: Principal, Vidrio 3mm.
 - 2 ventana 2: área 34.1 m², colocada en: Principal, Vidrio 3mm.
 - 3 ventana 1.1: área 60 m², colocada en: Posterior, Vidrio 3mm.
- Puertas:**
 - 1 puerta 1: área 11.808 m², Ligeras, colocada en: Principal, Puerta de madera blanda.

Buttons for 'Editar' and 'Borrar' are present for each item. A red 'Calcular' button is at the bottom right. Logos for SENER and CONUEE are at the bottom.

Fuente: NOM-008-ENER-2001

f. Resultados de la herramienta de cálculo.

La pantalla final muestra los resultados del presupuesto energético: cálculos de transferencia de calor por conducción y radiación del edificio de referencia y el proyectado. Adicionalmente se muestra si el proyecto capturado cumple o no con la Norma, y con qué porcentaje. (CONUEE, 2017)

En esta pantalla se pueden guardar los datos como un archivo con formato *.nor dando click al botón “Guardar datos”. Una vez guardado, este archivo se puede enviar a otra persona para que revise la información. (CONUEE, 2017)

Al finalizar el cálculo, es posible imprimir los formatos necesarios para informar del presupuesto energético del Apéndice C de la Norma, dando click en el botón “Imprimir formatos”. Esta opción genera un archivo de Excel con todos los formatos, desde donde se puede enviar a imprimir, y automáticamente se guarda una copia en el disco duro de su computadora. (CONUEE, 2017)

Figura 24 Pantalla final muestra los resultados del análisis energético

The screenshot shows the 'Resultados' (Results) screen of the 'NOM-008 Calculation tool'. It displays a comparison of energy performance between a reference building and a projected building.

	Conducción (W)	Radiación (W)	Total (W)
Edificio de referencia	-20147.85	64920.79	34772.94
Edificio proyectado	-2128.63	24144.57	22015.94

Below the table, it indicates compliance with the norm: **Cumple con la norma** Si No **36.7%**

Buttons for 'Guardar datos', 'Mejorar este diseño', and 'Imprimir formatos' are at the bottom. Logos for SENER and CONUEE are at the bottom. A footer note reads: 'HerramientaCálculoNOM 008 V1.01 - Excel'.

Fuente: NOM-008-ENER-2001

I. Cálculo de consumo energético

a. Estimación del consumo de energía eléctrica

(CONUEE, 2019) El consumo de electricidad en el sector de edificios no residenciales, que incluye los comerciales y los públicos, es menos entendido. El Sistema de Información Energética (SIE) estima que el consumo de electricidad de este sector fue de 22.6 TWh en el 2017, o bien el 9% de la demanda de electricidad total en México en dicho año.

- El consumo de electricidad de los edificios no residenciales se estimó en 66.9 TWh para el 2017. Esto representa un ajuste de 44.3 TWh en el balance de energía.
- Un incremento en la estimación del consumo de electricidad de edificios no residenciales de 192%, que está acompañado por un decrecimiento del 39% en el sector “otras ramas industria- Consumo de electricidad de edificios no residenciales en México: la importancia del sector de servicios 2 les” y un decrecimiento del 28% en el total del sector industrial.
- Los edificios (residenciales y no residenciales) pueden ser considerados como el sector de mayor intensidad eléctrica, pues exceden el consumo de la industria.

A partir de los ICEE obtenidos, se pueden calcular los consumos de energía eléctrica para los distintos tipos de edificios si se conocen las superficies ocupadas por ellos mediante la siguiente ecuación:

$$E = ICEE \times S \quad (1)$$

Donde E es la electricidad consumida por el ij edificio del tipo i en el clima j, ICEE es el Índice ij de Consumo de Energía Eléctrica del edificio del tipo i en el clima j, y finalmente, S es la ij superficie ocupada por el tipo de edificio i en el clima j. En la Tabla 1, se pueden ver los ICEE empleados en el presente trabajo para los distintos tipos de edificios en las 3 regiones climáticas definidas.

Tabla 1 Índices de consumo de energía eléctrica empleados, por tipo de edificio y región climática (kWh/m²-año)

	Cálido seco	Cálido húmedo	Templado
Hoteles	325.4	281.0	155.3
Oficinas	167.8	199.7	109.6
Escuelas	169.8	98.2	40.5
Hospitales	460.3	393.4	218.5
Restaurantes	326.7	336.3	210.3
Comercios	191.9	229.3	115.9
Supermercados	403.2	443.1	334.8
Cine	242.8	242.8	242.8

Con base a la tabla anterior se puede realizar un costo aproximado dentro del caso de estudio. Para llevar a cabo conforme a lo establecido por la CONUEE se realiza lo siguiente:

Consumo de energía eléctrica: 40.5 kWh/m²- año

Área total del caso de estudio: 3,469.04 m²

Consumo aproximado del caso de estudio.

140,496.12 kWh- año

Consumo diario aproximado del caso de estudio.

384.92 kWh- día

II. Estudio teja solar

¿Qué es una teja fotovoltaica?

Una interesante apuesta sostenible, similar a los modelos convencionales. Las tejas o azulejos que incorporan mini paneles solares en su interior, de diversas formas y plantillas.

Evolución de la teja.

La teja es el revestimiento más antiguo empleado en cubiertas inclinadas, durante la vida sedentaria del hombre. A lo largo de la historia ha sufrido distintos procesos de evolución en distintas partes del mundo.

En estos momentos todavía se conservan tejas de hace más de 2.000 años, procedentes de China. A pesar de estos los Romanos fueron los primeros en aplicar la teja basándose en las cubiertas chinas en las que empleaban piezas cónicas de bambú solapadas formando canales y cobijas, solapadas y trabadas para evitar el deslizamiento, este diseño junto con gran tradición y empleo de la época en construcciones de barro, fue el que dio lugar al empleo de una variante de teja mixta como sistema para las cubiertas. Esta teja Romana estaba compuesta por la “Tégula” o parte plana y la parte redonda, llamada “Imbrix”. El perfeccionamiento histórico de este sistema es el que más adelante dará lugar a las tejas mixtas.

La teja romana coexistió a lo largo de la historia en la península ibérica con la teja árabe o curva, cuyo método de fabricación de esta última consistía en la formación de las piezas “Cobija” y “Canal” moldeando el barro sobre los muslos de los artesanos para dar forma a la teja; una vez obtenidas estas piezas, eran secadas al sol. Para la formación de estas piezas en sus inicios se empleaban mezclas de barro, paja e incluso ciertos excrementos de animales. La teja “Árabe o Curva”, dará lugar a las tejas de “Monja” y “Monje” de la Edad Media.

En 1840 los hermanos Gilardoni inventan las tejas con encaje en Altkirch, en el Alto Rin. El principio consiste en ganar superficie útil reemplazando el gran recubrimiento de los elementos entre ellos, que es necesario para asegurar la estanquidad de las tejas lisas y de las tejas canal, mediante un juego de pasos encajados. Estas tejas supusieron un avance histórico en la fabricación, puesto que se pasaron a realizar por una máquina, por lo que tomarán el nombre de “Tejas Mecánicas”. La teja de los hermanos Gilardoni era rectangular y grande, con un consumo de aproximadamente 15 piezas por m².

En 1848, Lartigue y Dumas incorporan un sistema de encaje a la teja canal tradicional. Es por tanto éste el nacimiento de la Teja Romana tal y como hoy se conoce. Rápidamente otros fabricantes siguen esta vía con la llamada teja Meridional, con una ondulación menos acusada (perfil más bajo) y con encaje invertido.

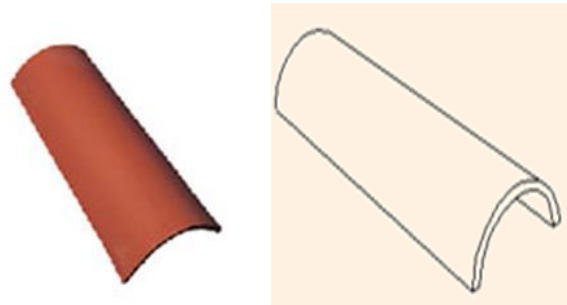
En los momentos más actuales de la historia de la teja, debido al imperante cambio de las exigencias del mercado y normativas, los avances que se producen, se centran en mejorar las calidades, acabados y durabilidad de la teja, ello conlleva nuevos sistemas de fabricación con procedimientos de mayor rigor en los procesos de diseño y amasado del barro (mezclas y tipos de arcilla), secado, cocción, paletizado y suministro. (CUBIERTAS.COM, 2016)

Tipos de teja. (AUTOPROMOTORE.COM, s.f.)

Tejas cerámicas

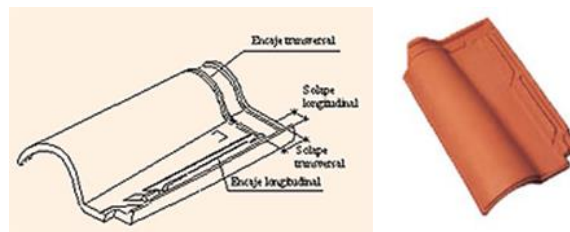
Teja Curva:

Las tejas curvas son elementos de cobertura en forma de canalón, cuyo diseño permite obtener valores variables de solape entre las piezas. Los bordes pueden ser paralelos o convergentes.



Teja cerámica mixta y plana:

Son elementos de cobertura con un perfil curvo y plano (teja mixta), o con un perfil plano (teja plana), que pueden tener un sistema de encaje longitudinal y transversal, simple o múltiple, para el ensamblaje estanco de las piezas contiguas en filas verticales e hiladas horizontales.



Teja solar

En el caso de que las tejas vayan a ir calvadas, llevarán junto a su borde superior uno o varios orificios premarcados, que deberán taladrarse cuando proceda con una broca de carburo de wolframio (widia), sin deterioro de la teja. (TEJAS HISPALYT, s.f.)

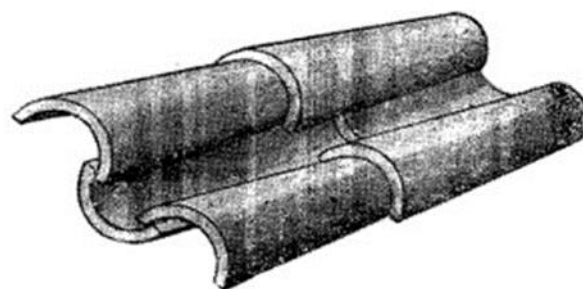
Tejas de Barro

He aquí una interesante industria casera: se trata de la fabricación de tejas de barro cocinadas al horno; el procedimiento es completamente simple y barato.

Prepárese un molde de madera de la siguiente medida exterior: largo 0,60, ancho 0,30 y espesor 15 mms; una tabla de 3/4" de espesor bien cepillada puede servir muy bien para tal objeto.

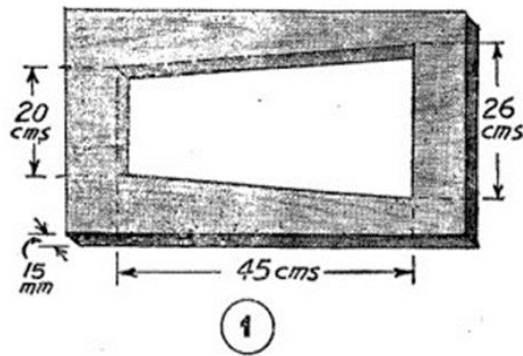
En el centro de la tabla hágase un calado trapezoidal exactamente en la forma indicada en la figura 1; este trapecio debe tener las siguientes medidas: base mayor 0,26, base menor 0,20, largo 0,45.

A continuación, hágase un molde también de madera empleando dos tablas, una para la base del molde y la otra para el macho que forma la curvatura de la parte interna de la teja.



Cómo hacer tejas de barro 1

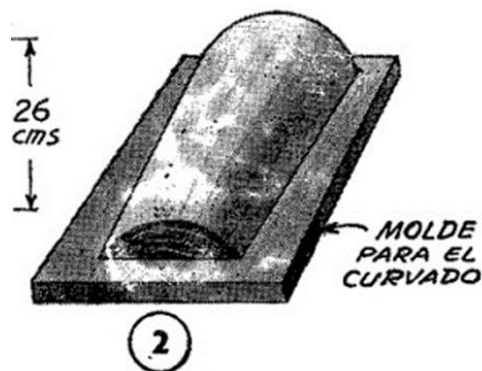
El procedimiento del curvado es muy sencillo; se tomará una teja corriente cuyo desarrollo interno corresponderá a la medida antes indicada; en ambos extremos de la madera a curvar se efectuará la marca correspondiente con ayuda de un lápiz, luego con un formón y una raspa gruesa primero y fina después se redondea la superficie a la marea indicada con el lápiz.



Cómo hacer tejas de barro 2

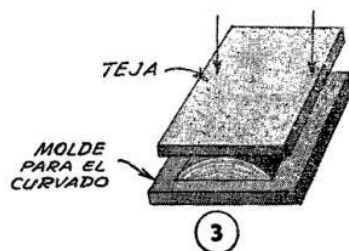
Preparación del barro:

Hágase una fosa de las siguientes medidas: largo 1 m., ancho 0,70, profundidad 0,80. La tierra extraída de esta fosa se desmenuza con todo cuidado; un trabajo fácil es hacerla pasar a través de un tamiz apropiado y de manera que la misma quede completamente pulverizada. El fondo de la fosa debe ser apisonada de manera que ofrezca cierta resistencia e impermeabilidad; terminado esto se vuelca en la fosa unas cuantas paladas de tierra pulverizada, luego tres o cuatro baldes de agua, después otras tantas paladas de tierra y otros, tantos baldes de agua y así sucesivamente.



Cómo hacer tejas de barro 3

Cuando la fosa se encuentre más o menos llena se procede a revolver el barro con ayuda de una azada; este trabajo debe efectuarse con toda precaución de manera que el barro se compacte, íntimamente y presente un aspecto lechoso y consistente. Una vez obtenido esto, lo cual se logra después de un buen período de amasado, se cubre con agua hasta que el líquido cubra totalmente la fosa, a continuación, se cubre la misma con tablas o ramas apropiadas y se deja en estas condiciones por espacio de dos o tres días y según las condiciones climatéricas, todos los días se observa la fosa cuidando que el barro se mantenga en forma sumamente pastosa, si es posible se mantendrá en su superficie una leve capa de agua. Esto se hace con el solo objeto de decantar el barro de los posibles granos de arena que pueda contener, al término de lo cual el barro queda en condiciones para su moldeo respectivo, lo que se conoce por su forma pastosa.



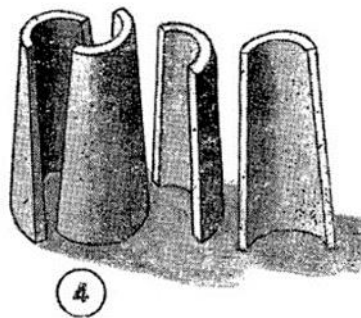
Cómo hacer tejas de barro 4

Fabricación de la teja:

Tómese una porción de barro con ayuda de una cuchara de albañil, aplíquese en el molde, figura 1, el cual estará apoyado sobre una mesa plana y aplástese el barro de manera que su moldeo sea compacto. Efectuado esto se extrae el molde con ambas manos, dejando sobre la mesa el barro ya moldeado en forma trapezoidal. La pieza tratada en esta forma se deja orear por espacio de 15 a 20 minutos y según la temperatura ambiente, pero mientras tanto el operador continuará haciendo otras piezas.

Curvado:

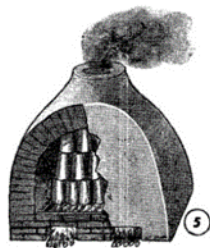
Tómese la pieza oreada y colóquese sobre el molde en la forma indicada en la figura 3 (obsérvense las flechas). Tales flechas indican que el operador presionará levemente con las manos sobre el block de barro para hacer que la misma se adapte a la curvatura del molde. Si en este caso se notara alguna fisura, mójese levemente la pieza de barro, ello será suficiente para hacerla desaparecer; las tejas así tratadas se colocarán sobre una superficie plana en la forma indicada en la figura 4, en estas condiciones se dejarán secar exponiéndolas al aire y al sol por espacio de uno o dos días al cabo de los cuales se procede al horneado respectivo.



Cómo hacer tejas de barro 5

El horneado se verifica dentro de un horno como el representado en la figura 5. Las tejas deben colocarse en el interior del mismo en la forma representada en la figura 4, vale decir el piso del horno debe poseer un rejado de hierro o mampostería de manera que las lenguas de fuego que se producen debajo de la misma pasen a través de las tejas apiladas en la forma indicada.

El horneado debe ser lento porque de lo contrario la contracción violenta del material a tratar hace que las mismas se quiebren con facilidad.



Cómo hacer tejas de barro 6

Tejas solares.

Su principio de funcionamiento es básicamente el mismo que el de las placas fotovoltaicas y térmicas. Solo que en este caso son mucho más discretas. Los vamos a mostrar cómo son las diferentes opciones y las ventajas y desventajas que tiene esta tecnología.

Las tejas solares son un gran aporte al mundo de las energías no contaminantes, pero hemos de reconocer que distan mucho de ser perfectas.

Figura 25 TechTile con Plexiglas



Fuente: varios fabricantes de estas tejas solares (M.C., 2016)

Figura 26 Tegolasolare



Fuente: varios fabricantes de estas tejas solares (M.C., 2016)

Figura 27 SolTech Energy



Fuente: varios fabricantes de estas tejas solares (M.C., 2016)

Figura 28 C21t



Fuente: varios fabricantes de estas tejas solares (M.C., 2016)

Ventajas:

- Se adaptan mucho mejor a la estética de nuestro hogar
- Ahorran dinero en las facturas de luz y gas
- Si instalamos las suficientes podemos incluso cubrir nuestras necesidades energéticas
- Podemos recuperar parte de la inversión revendiendo automáticamente el excedente energético
- La energía que generemos se almacena en baterías
- Si una teja se rompe la podemos cambiar sin que esto afecte al resto
- Su instalación es prácticamente idéntica a la de las tejas normales
- Pueden colocarse en cualquier tipo de techos

Inconvenientes:

- Son más caras que los paneles solares
- Esto hace que la inversión inicial sea elevada
- Todavía es una tecnología en desarrollo y hay poca gente que esté especializada en ellas
- Son más difíciles de limpiar que los paneles solares
- No pueden moverse para orientarlas mejor hacia el sol

1.4 Resultados

Cada teja solar está rellena con cuatro celdas solares fotovoltaicas, capaces de producir 3 kW de energía cada 40 m² de área instalada. Según el fabricante es más que suficiente para satisfacer la demanda energética de una casa media. Su instalación es muy simple, como cualquier otro tejado.

El sistema encargado de convertir la energía del sol capturada por las tejas en electricidad está completamente oculto detrás de la cubierta, en el ático de la casa, para no comprometer la estética.

El único inconveniente para la popularización del producto es el costo, que es mayor que el de las placas solares convencionales. La diferencia, sin embargo, puede ser compensada con el tiempo por la reducción en la factura eléctrica.

Un tejado con orientación sur, con tamaño de 18 metros cuadrados y ángulo de inclinación de 30° puede producir hasta 1.650 kilovatios-hora al año.

Para calcular cual es el porcentaje que se ahorra se realizó lo siguiente:

Teja solar:

40 m² genera 3 KWh de electricidad.

Consumo diario aproximado del caso de estudio:

384.92 kWh- día

Área total del caso de estudio: 3,469.04 m²

Área total para utilizar:

5,132.2 m²

Porcentaje para reducir:

67.60%

1.5 Conclusión

El resultado emitido por el cálculo realizado se determina que la transferencia de calor por conducción y radiación del edificio de referencia y el proyectado es permitido por la norma, identificando un incremento del 36.7% en comparación con el edificio de referencia.

Con el presente análisis la conducción es de -2128.63 comparándolo con el de referencia que nos marca -20147.85, el cual la conducción es permisible, indicando que el edificio analizado cumple con la NOM-008-ENER-2001.

Este resultado es suficientemente para implementar un sistema fotovoltaico innovador como es el caso de las tejas solares para el ahorro de consumo energético y al mismo tiempo dar una dirección de la arquitectura bioclimática dentro de la institución, a nivel local. Así mismo contar con múltiples ventajas sobre la implementación de estos sistemas que en la actualidad es una problemática así el medio ambiente, por tal situación es necesario llevar buenas prácticas como el caso de estudio dentro de la arquitectura. En el caso de estudio se logró ahorrar un 67.60% del total de consumo diario, esto en un edificio educativo, se quiere lograr la implementación en casas habitacionales donde el porcentaje sea del 100% así como el uso de energías sustentables.

Figura 29 Perspectiva del edificio analizado



Fuente: Autoría propia

1.6 Referencias

Arquitecturasana. (31 de julio de 2006). arquitecturasana. Obtenido de <https://www.arquitecturasana.com/arquitectura-bioclimatica/>

AUTOPROMOTORE.COM. (s.f.). AUTOPROMOTORES. Obtenido de AUTOPROMOTORES: <https://www.autopromotores.com/construccion/tipos-de-tejas/>

Calderón, N. (1 de agosto de 2018). 360enconcreto. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/envolvente-en-edificacion>

crrarquitectos. (s.f.). <http://www.crrarquitectos.com/innovacion/eficiencia-energetica.php>.

coneval. (2010). SEDESOL. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/SEDESOL/Hidalgo_029.pdf

CONUEE. (2017). SENER. Obtenido de <http://www.gob.mx/sener>

CONUEE. (Abril de 2019). Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/455552/cuaderno3nvociclo_2.pdf

CUBIERTAS.COM. (14 de 01 de 2016). CUBIERTAS.COM.ES. Obtenido de CUBIERTAS.COM.ES: <https://cubiertas.com.es/historia-la-teja-y-su-desarrollo-cronologico/>

Díaz, P. L. (s.f.). COMO HACER.INFO. Obtenido de COMO HACER.INFO: <http://www.comohacer.info/como-hacer-tejas-de-barro/>

M.C., J. (21 de junio de 2016). lavozdelmuro. Obtenido de <https://lavozdelmuro.net/sabes-lo-que-son-las-tejas-solares-pueden-ahorrarte-mucho-dinero/>

Macias, B. S.-M. (23 de mayo de 2014). EcoHabitar. Obtenido de <http://www.ecohabitar.org/guest-author/benito-sanchez-montanes-macias/>

NOM-008-ENER-2001. (07 de junio de 2017). Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. Obtenido de www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/herramienta-calculo-nom_008

TEJAS HISPALYT. (s.f.). TEJAS HISPALYT. Obtenido de TEJAS HISPALYT: https://www.tejaceramica.com/reportaje.asp?id_rep=14

Unknown. (22 de Abril de 2013). Obtenido de <http://leonardoqta03.blogspot.com/2013/04/que-es-autocad-y-para-que-nos-sirve.html?m=1>

WIKIPEDIA. (10 de Septiembre de 2019). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/SketchUp>.