

UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UN COMPLEJO
CASA- HABITACIÓN EN EL NOROESTE DE
MÉXICO**

TESIS DE LICENCIATURA

Que para obtener el TÍTULO de
LICENCIADO EN SUSTENTABILIDAD

Presenta:

Marianna Gallegos Ramírez

Director de Tesis:

Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras

HERMOSILLO, SONORA

MAYO 2022

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



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



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
COORDINACIÓN DE PROGRAMA DE LICENCIATURA EN SUSTENTABILIDAD

Hermosillo, Sonora, a 16 de mayo del 2022

Dr. Guillermo Cuamea Cruz
Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial
PRESENTE. -

Por este conducto, hago de su conocimiento que estoy de acuerdo que se realice el siguiente examen de posgrado:

Programa:	Licenciatura en Sustentabilidad
Alumno (a):	Marianna Gallegos Ramírez
Expediente:	218225225
Fecha:	18/05/2022
Hora:	5:00 pm
Edificio y Aula:	Aula Virtual

Relación de Jurados:

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE:	Dr. Luis Eduardo Velazquez Contreras	<i>Luis Velazquez</i>
SECRETARIO:	M. S. Jesús Salvador Gutiérrez Ruelas	<i>JSR</i>
VOCAL:	M. S. David Slim Zepeda Quintana	<i>[Firma]</i>
SUPLENTE:	Dra. Nora Elba Munguía Vega	<i>Nora E. Munguia</i>

ATENTAMENTE

MIEMBROS DEL JURADO

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento al director de esta tesis, Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras, por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas. Gracias por la confianza ofrecida desde que llegué a esta facultad.

Mi más sincero agradecimiento a la Dra. Nora Elbia Munguía Vega, con cuya disposición estaré siempre en deuda. Gracias por su amabilidad para facilitarme la tesis, su tiempo y sus ideas. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Por su orientación y atención a mis consultas sobre metodología, por el material facilitado, las sugerencias recibidas, por la revisión cuidadosa que ha realizado de este texto y sus valiosas sugerencias en momentos de duda, mi agradecimiento al maestro David Slim Zepeda y al maestro Jesús Salvador Gutiérrez.

También quiero agradecer a la Universidad de Sonora por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación.

Un trabajo de investigación es también fruto del reconocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos estiman, sin el cual no tendríamos la fuerza y energía que nos anima a crecer como personas y como profesionales

Gracias a mi familia y a mis amigos, que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y esta carrera estudiantil. En especial, quiero hacer mención de mis padres y a mi hermano, que siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

Muchas gracias a todos.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es la recolección de datos de consumo eléctrico, consumo de agua y de temperaturas para calcular huella de carbono, huella hídrica y transferencia de calor en un complejo casa – habitación, el estudio se centra en una vivienda de cuatro integrantes en el noroeste de México. Dentro del estudio se conoce los hábitos que tienen los integrantes de la vivienda y como estos pueden perjudicar o beneficiar su huella de carbono o huella hídrica, se muestra que ahorrar agua y energía no solo brinda enormes beneficios económicos, sino que también ayuda a mantener la salud y la integridad del medio ambiente en el que vivimos. Finalmente, la investigación presentada realiza una evaluación y sugieren recomendaciones para mejorar la eficiencia energética e hídrica del hogar.

Palabras clave: Eficiencia energética, eficiencia hídrica, consumo eléctrico, consumo de agua, transferencia de calor, vivienda.

ABSTRACT

The objective of this research is to collect data on electricity consumption, water consumption and temperatures to calculate the carbon footprint, water footprint and heat transfer in a house-room complex, the study focuses on a house of four members in northwestern Mexico. Within the study it is known the habits that the members of the house have and how these can harm or benefit their carbon footprint or water footprint, it is shown that saving water and energy not only provides enormous economic benefits, but also helps to maintain the health and integrity of the environment in which we live. Finally, the research presented makes an assessment and suggests recommendations for improving household energy and water efficiency.

Key words: energy efficiency, water efficiency, electricity consumption, water consumption, heat transfer, housing.

ÍNDICE

Índice de Contenido.

<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
<u>I.</u> Introducción	<u>1</u>
<u>II.</u> Objetivo Estratégico	<u>3</u>
<u>III.</u> Objetivos Específicos	<u>3</u>
<u>IV.</u> Análisis Literario	<u>4</u>
<u>V.</u> Metodología	<u>12</u>
<u>VI.</u> Resultados	<u>16</u>
<u>VII.</u> Discusión	<u>29</u>
<u>VIII.</u> Conclusiones	<u>31</u>
<u>IX.</u> Recomendaciones	<u>33</u>
<u>X.</u> Referencias	<u>34</u>
<u>XI.</u> Anexos	<u>40</u>

Índice de Tablas

<u>Tabla</u>	<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
<u>1</u>	Tabla de resultados de consumo energético	<u>16</u>
<u>1.1</u>	Tabla de resultados de consumo energético	<u>17</u>
<u>1.2</u>	Tabla de resultados de consumo energético	<u>18</u>
<u>1.3</u>	Tabla de resultados de consumo energético	<u>19</u>
<u>1.4</u>	Tabla de resultados de consumo energético	<u>20</u>
<u>1.5</u>	Tabla de resultados de consumo energético	<u>20</u>
<u>1.6</u>	Tabla de resultados de consumo energético	<u>21</u>
<u>1.7</u>	Tabla de resultados de consumo energético	<u>22</u>
<u>2</u>	Tabla de diferencia de consumo energético	<u>23</u>
<u>2.1</u>	Tabla de diferencia de consumo energético	<u>24</u>
<u>2.2</u>	Tabla de diferencia de consumo energético	<u>25</u>
<u>2.3</u>	Tabla de diferencia de consumo energético	<u>26</u>
<u>3</u>	Tabla de transferencia de calor	<u>26</u>
<u>4</u>	Tabla de consumo hídrico	<u>27</u>

Índice de Figuras

<u>Figura</u>	<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
<u>1</u>	Diseño metodológico	<u>13</u>

I. INTRODUCCIÓN

Las variaciones climáticas han sido una constante a lo largo de la historia de la Tierra. Sin embargo, en las últimas décadas se puede afirmar que estos cambios negativos se deben a la influencia de los seres humanos sobre el clima global. El calentamiento global y el cambio climático se han revelado como un tema clave en materia de desarrollo sustentable.

En la actualidad alrededor de cuarenta mil millones de toneladas de dióxido de carbono son liberadas por año. Si bien para disminuir la mayoría de esta liberación se necesita un mayor compromiso por parte de las empresas, también es importante partir por el cambio de nuestro propio hogar.

La eficiencia energética en el hogar implica reducir el consumo de energía sin comprometer nuestra calidad de vida y protegiendo el medio ambiente. En otras palabras, trata de mantener el ritmo de nuestra vida y producción reduciendo la energía requerida.

Para empezar a trabajar de manera efectiva en nuestros hogares, basta con cambiar pequeños hábitos en el comportamiento diario. De esta forma podemos conseguir un impacto muy importante y eficaz en la reducción del consumo energético y de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Al igual que se busca la eficiencia energética es muy importante tomar en cuenta la eficiencia hídrica. El agua es el elemento que sustenta la vida en todas sus formas, y por lo tanto el elemento debe ser utilizado de la mejor manera posible, para asegurar un suministro adecuado de agua dulce.

De los diversos usos del agua, el más común en el mundo es para uso doméstico, ya que todos los seres humanos necesitamos agua para sobrevivir. La higiene personal y la preparación de alimentos también son aplicaciones que involucran a la mayoría de la población mundial. Por esta razón, inducir cambios en los hábitos de consumo de agua puede contribuir significativamente a la adaptación a futuros aumentos en la escasez de agua.

Es importante la incrementación de la eficiencia energética en regiones áridas porque la demanda del uso de la electricidad para el confort térmico en climas cálidos o climas extremos aumenta cada vez más sobre todo en el consumo total de electricidad en los hogares, por ello la demanda eléctrica está constantemente creciendo por el uso del sistema de los aires acondicionados. Por eso es fundamental la eficiencia energética porque el potencial de crecimiento de población es sustancial, en línea con las crecientes tendencias de urbanización, la creciente importancia del sector de servicios en la economía.

II. OBJETIVO ESTRATÉGICO

Valorar la eficiencia energética e hídrica en un complejo habitacional para una familia promedio en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México.

III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1 Elaborar un marco teórico en referencia a las buenas prácticas en el hogar para evitar el desperdicio energético e hídrico.
- 2 Determinar la huella de carbono de la vivienda
- 3 Determinar la huella hídrica de la vivienda
- 4 Identificar la transferencia de calor de que ocurre en el complejo habitacional en orientación cardinal.

IV. MARCO TEÓRICO

En la actualidad, hay diferentes maneras de conocer y medir como contaminan el planeta Tierra, por ello existe la huella hídrica, y la huella de carbono que son una medida del impacto que cada uno hace individualmente directamente o indirectamente. Se explicará de que se trata cada uno de ellos en los siguientes párrafos. “La huella de carbono se define como la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto” (Res, 2017). La huella hídrica define el volumen total de agua dulce utilizado para producir los bienes y servicios que habitualmente consumimos (Aguafides, 2016). “Huella Ecológica se define como la zona de los ecosistemas terrestres y acuáticos productivos requerido para producir los recursos que consume una población y asimilar los residuos que la misma produce” (Econoticias, 2016). Cada una de estas huellas tienen el mismo fin, de concientizar a las personas de cuanto se contamina individualmente en la vida cotidiana y sin darse cuenta afecta al medio ambiente.

La huella de una determinada población puede ser, tanto comparada con el área disponible a nivel local como global, refiriéndose en el primer caso a países o regiones. Los países tienen capacidad para abastecerse de bienes y servicios fuera de sus fronteras, por lo que su consumo puede superar su capacidad de producción (Carballo et al., 2008a).

El efecto invernadero provoca que la energía que llega a la Tierra sea devuelta más lentamente, por lo que es mantenida más tiempo junto a la superficie elevando la temperatura. Es aceptado hoy en día que este efecto es producido por algunos gases liberados en forma natural o por las acciones humanas (Ruiz, 2014).

La huella de carbono es una gran herramienta para conocer las conductas y acciones que contribuyen a los gases de efecto invernadero, nos ayuda a saber cómo podemos llegar a reducir y mejorar; además ocasiona que las empresas cuiden mejor del nivel de sus emisiones y sus producciones de manera responsable con el medio ambiente. La huella de carbono es considerada una de las más importantes herramientas para cuantificar las emisiones de gases efecto invernadero y en forma muy general, representa la cantidad de gases efecto invernadero emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios. El concepto huella de carbono se origina en

movimientos ambientalistas, principalmente británicos, que cuestionaron el consumo de alimentos producidos lejos del sitio de consumo, respaldando el consumo preferencial de alimentos de origen local, por considerarlos más amigables con el medio ambiente al no incluir las emisiones de GEI atribuidas al transporte desde regiones lejanas. La consecuencia en el Reino Unido fue que el término está siendo asumido por los grandes distribuidores de alimentos, entre otros (Reinoso, 2016).

La huella de carbono se ha desarrollado en países con mayor desarrollo industrial e impacto en el medio ambiente; cada vez más el comercio tiene que adaptarse a las normas medio ambientales y en un futuro habrá más restricciones en el proceso de producciones y contenido de dióxido de carbono (Reinoso, 2016). Las emisiones directas ocurren de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa. Las emisiones indirectas se producen antes o después de la cadena de valor de la empresa. Aunque no sean generadas directamente por la organización, es fácil entender que son, sin embargo, necesarias para su negocio. A menudo su cálculo no está optimizado y, por lo tanto, ofrecen un potencial de reducción que a menudo es fácil de alcanzar, de ahí la importancia de analizarlas y medirlas con precisión. Su medición no siempre es fácil, la prioridad parece ser centrarse en los principales elementos que son las emisiones de los grandes proveedores, y los asociados con el transporte anterior y posterior (Global, 2020).

El concepto de la huella de carbono ha captado el interés en el campo de los negocios, de los consumidores y también de los tomadores de decisión. Es más, muchos inversionistas consideran la huella de carbono de sus clientes como un indicador de riesgo de inversión. Es por ello que, conocer la huella de carbono de un producto u organización de acuerdo a los estándares internacionales, se ha convertido en una estrategia no sólo de protección del ambiente sino de competitividad de mercado (Civit, 2011). Se ha estado observando en los últimos años que el comercio internacional y las empresas están tomando mejor iniciativa en introducir el tema del cambio climático, con esto se puede generar restricciones en la producción y el contenido de carbono; al comprometerse a reducir sus emisiones les beneficiaría tanto a ellos económicamente como al planeta (Tudela, 2014).

La huella ecológica se expresa como la superficie necesaria para establecer los recursos consumidos por un ciudadano promedio de una comunidad humana, así como la necesaria para absorber los residuos que genera, independiente de su localización (Martinez, 2008).

El acelerado consumo de recursos que ha sostenido el rápido crecimiento económico, y el creciente estándar material de los países industrializados en las últimas décadas al mismo tiempo ha degradado los bosques, los suelos, el agua, el aire y la biodiversidad del planeta (Wackernagel, 1993). Con cada año que pasa sin que los seres humanos cambien sus malos hábitos, el planeta se deteriora más rápido y cada vez son peores las consecuencias; estamos en un punto en donde la Tierra está gritando auxilio para que dejemos de dañarla por nuestros caprichos (Campo, 2015).

En el 2005, la huella ecológica de la humanidad era 31% mayor a la capacidad que tenía el planeta para ofrecernos sus recursos, pero no siempre ha sido así, sólo desde 1980 hemos estado utilizando más recursos y generando más desechos de los que nos son permitidos (Ruiz, 2014) A partir de esa medida, se comprueba la sostenibilidad y la biocapacidad. Si una demanda humana particular se puede mantener en el tiempo con relación a las posibilidades de regeneración de la naturaleza. Si la primera supera la segunda, entonces la huella ecológica mostrará un exceso en el uso de los recursos naturales (Ruiz, 2014)

En un poco más de décadas hemos logrado superar la biocapacidad del planeta, y si continuamos con este ritmo asombrosamente creciente, para el 2050 necesitaremos dos planetas Tierra para poder sobrevivir (Ruiz, 2014). Es increíble lo mucho que en tan solo unos años la acción del humano puede destruir a la naturaleza que tenemos en nuestro alrededor, es una desgracia, al principio cuando empezó la era de la industrialización no había tanta información de las consecuencias de nuestros actos, pero años después se supo, decidieron ignorar y seguir haciendo dinero. Todavía es el caso en la actualidad. La deforestación, la escasez del agua, la decreciente biodiversidad y el cambio climático ponen en creciente riesgo el bienestar y el desarrollo de todas las naciones (Ruiz, 2014).

Nuestra huella ecológica global, ahora excede en casi un 30% de la capacidad del planeta para regenerarse. La deforestación, la escasez del agua, la decreciente biodiversidad y el cambio climático ponen en creciente riesgo el bienestar y el desarrollo de todas las naciones (Ruiz, 2014).

La huella hídrica muestra la apropiación humana de los recursos hídricos. Permite visualizar el uso oculto de agua en los alimentos y productos, ayudando a comprender los efectos del consumo y el comercio, frente a la disponibilidad de agua; la huella hídrica es de gran ayuda tanto como individualmente como empresarialmente, es uno de los recursos más usados, ayuda al mundo a sobrevivir y a moverse para propósitos humanos (Uribe, 2012).

Durante las últimas décadas – como lo menciona el Informe 2015 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Hídrico Mundial-, la incesante demanda por recursos hídricos y su mal uso han incrementado la contaminación y agravado el estrés hídrico en muchas partes del mundo; con esto dicho, la utilización de los recursos hídricos cada vez más son escasos por la razón que las personas no están lo suficientemente conscientes del problema; la razón es porque no experimentan diariamente la pérdida de agua y piensan que siempre será tendrán agua y nunca se acabará (IMTA, 2012).

Sin embargo, hay lugares donde se restringe a ciertas áreas en algunos días para que haya un control sobre el agua, no es muy cómodo, pero ayuda al medio ambiente y a que se aproveche de manera correcta. Se debe de asegurar la protección del agua, ya que, su contaminación tiene consecuencias graves que puede llevar hasta la muerte. Las grandes empresas también toman parte de la huella hídrica, muchas utilizan gran cantidad de agua para producir algún producto. El sector agrícola es el que más utiliza agua para generar alimentos, por esto, debe de haber restricciones de producción y un límite cada día de cuanto se puede utilizar de agua (Caballero, 2019).

El agua es fuente y motor de la vida en la Tierra, pero menos del 1% del agua del planeta es apta para sostener la vida humana con un límite ambiental presente a causa del crecimiento poblacional. Para el 2011 la población mundial llegó a los 7.000 millones de individuos y se estima que para el año 2024 la cifra aumentara en 1.000 millones de personas. Estamos en el 2019 y la población aumento a 7545 millones de habitantes, el

agua realmente no es un recurso renovable si se controla cuidadosamente su uso, tratamiento y circulación, sin embargo, si no es así es un recurso no renovable porque hay un momento que si abusamos de ella nos quedaremos sin agua. Es súper importante estar conscientes que puede haber un punto en que el agua ya no pueda existir por nuestras acciones y las acciones de grandes compañías (Ruiz, 2014).

Conocer la huella de carbono, y huella hídrica de la familia es de gran importancia para así mejorar como persona para el bien del medio ambiente, es necesario estar dispuesto a querer hacer cambios en el estilo de vida que tienes, puede al principio no ser tan cómodo como antes, pero harás el bien común para el planeta, tu familia y para ti. Cada una de las huellas tiene su forma de sacarse, es cuestión de investigar, estar conscientes que toda acción tiene consecuencias, ser positivos, determinados y estar dispuestos a pasar cualquier obstáculo que se atravesase. La importancia de la reducción de las huellas, y, por tanto, de los problemas ambientales actuales y futuros, pasa por los países, ciudades, empresas y personas. Recordemos que el futuro del planeta es de nuestras generaciones futuras y por lo pronto, no tienen "dos planetas y medio más". Busquemos la sostenibilidad (Córtes, 2015).

Ser consciente del impacto que hacemos a nuestro alrededor es importante para que cuidemos a nuestro medio ambiente a que siga sobreviviendo, cada acción que se hace, aunque sea lo más sencillo y pequeño afecta de gran manera. Tener en cuenta la huella de carbono y la huella hídrica de cada uno y de nuestros conocidos puede cambiar la vida de manera positiva a nuestro planeta Tierra y de nosotros (Global, 2020).

Reducir nuestra huella de agua ha sido la única manera de garantizar que podremos seguir disponiendo de agua en cantidad suficiente en las próximas décadas. Quien dice agua dice energía, alimentos u otros recursos (IMTA, 2012).

Disponer de una herramienta que nos permita calcular la huella ecológica de los hogares puede tener importancia, por lo tanto. El tamaño y forma de la huella ecológica resultante facilita el diagnóstico y, por lo tanto, las acciones para reducirla. La consecuencia debería ser, como en el caso del agua, un país más sostenible, más capaz de dar una buena vida a sus ciudadanos durante las próximas décadas (IMTA, 2012).

La energía térmica es la energía contenida dentro de un sistema y que es responsable de su temperatura. La energía térmica siempre se ha relacionado con el calor y, de hecho, el calor es el flujo de esa energía térmica (Mercado, 2019).

Todos los cuerpos emiten y absorben radiación en su entorno, es por eso que el calor tiende a afectar en el interior de tu hogar llevando así una serie de procesos. La energía térmica se puede transferir de tres formas básicas: conducción, convección y radiación. La conducción es un proceso de transmisión de calor basado en el contacto directo entre los cuerpos, por ejemplo, cuando el techo calienta los apoyos estructurales elevando la temperatura de todos los elementos del techo que se encuentran conectados entre sí. La convección es el transporte de calor por medio del movimiento del fluido, es decir una vez que la cubierta del techo y su estructura estén a su máxima temperatura se generan corrientes conectivas de aire, las cuales por su cambio de densidad cambian el aire de menor temperatura a mayor temperatura. La radiación depende de la temperatura absoluta y de la naturaleza de la superficie, es decir, que atacan las superficies de las estructuras las cuales absorben esa energía calentándose demasiado y así emitiéndola en tu hogar (Trejo, 2019).

Normalmente se estudia en términos de conducción, a pesar de que la infiltración a través de las paredes y alrededor de las ventanas si no están bien selladas, pueden contribuir con una pérdida adicional significativa. La pérdida por radiación se puede minimizar mediante el uso de aislamiento con refuerzo de aluminio, que actúa como una barrera a la radiación (Nave, 2017).

Debido a la importancia económica y ambiental en la pérdida de calor de una vivienda cuando se pretende mantener está a una temperatura adecuada para la estancia, surge la idea de realizar un estudio de la transferencia de calor en el hogar, a través de paredes, ventanas, y el techo que le diera directamente el sol se hicieron estos cálculos necesarios, Ya que una vez conocidos y estudiados estos métodos, se puede llegar a saber qué resistencia térmica es la que ofrecen los espacios y con ello, el flujo de calor perdido a través de la misma (Muñoz, 2017).

Al considerar la necesidad de ahorrar energía en el hogar, el enfoque principal debe estar en la calefacción y la refrigeración porque son los dos principales usos de la energía en una casa. También el calentamiento del agua implica un uso considerable de energía, así como el proceso de cocción con unidades de superficie y hornos. El uso de energía en un refrigerador es importante porque también gasta una cantidad alta de energía. El proceso de iluminación de toda una casa se convierte en un importante consumo energético. Los dispositivos electrónicos generalmente usan una pequeña cantidad de energía y no son una parte importante del consumo de energía, sin embargo, se necesita conocer que ninguno de estos aparatos esté dañado (Secretaria, 2013).

También es importante considerar que la calidad ambiental de un espacio cerrado se mide por el confort de los usuarios. En el caso de que dicho espacio esté ocupado por varias personas, dicho confort seguramente no coincidirá. El confort térmico, por lo tanto, en un espacio cerrado, dependerá de diferentes factores relativos a las personas que lo ocupan y a las condiciones ambientales interiores. En un espacio interior, acondicionado o no, el confort térmico depende del usuario, por un lado, y de las condiciones ambientales de dicho espacio, por otro. Por un lado, las personas desprendemos calor. Y esto es así porque nos alimentamos y a través del metabolismo desprendemos calor en mayor o menor medida. Dicha energía se disipa hacia el exterior de nuestro organismo de dos maneras. Una de forma sensible a través de la conducción, convección y la radiación (Certificados, 2020).

Otra manera latente mediante la sudoración. Las condiciones ambientales de un espacio interior se modifican mediante el uso de las instalaciones de climatización. Bien aportando calor o bien aportando frío. De esta manera, el aire climatizado interviene en la transferencia de calor de nuestro organismo con el aire que le rodea para alcanzar el confort térmico en una situación de disconforme. Por lo tanto, la climatización es otro factor regulador del confort térmico, junto con el grado de vestimenta (Certificados, 2020).

El interés por medir y evaluar la huella hídrica y de carbono se basa en una marcada preocupación mundial por el uso sostenible de los recursos y las consecuencias adversas de la contaminación y del cambio climático (UNLP, 2017). La principal relación entre la huella de carbono y la huella hídrica tiene que ver con el cambio climático. Cuanto mayor

sea la huella de carbono, mayor calentamiento global sufrirá la Tierra y, por lo tanto, más escasez de agua sufrirá en determinadas regiones. Como consecuencia de esto, la huella hídrica del ser humano será mayor, al tener que explotar o requerir una mayor cantidad de este elemento natural para mantener los cultivos o suministrar de agua a las aldeas rurales (Z.E.O, 2021).

V. METODOLOGÍA

a) Tipo de estudio

El presente trabajo de investigación se presenta como una *investigación cualitativa*, la cual busca analizar la situación que se presenta y describir los fenómenos que sean posibles.

b) Diseño Metodológico

Se realizó un diseño no experimental, exploratorio y transversal. El procedimiento que se utilizó para tomar las mediciones del consumo energético fue hacer una tabla de manera manual donde todos los integrantes de la familia anotaban el tiempo que utilizaban los aparatos electrónicos; cuanto tiempo estaban encendidos las luces, abanicos, utilizaban el televisor, entre otros. Se realizaron dos tipos de mediciones: real y estimada.

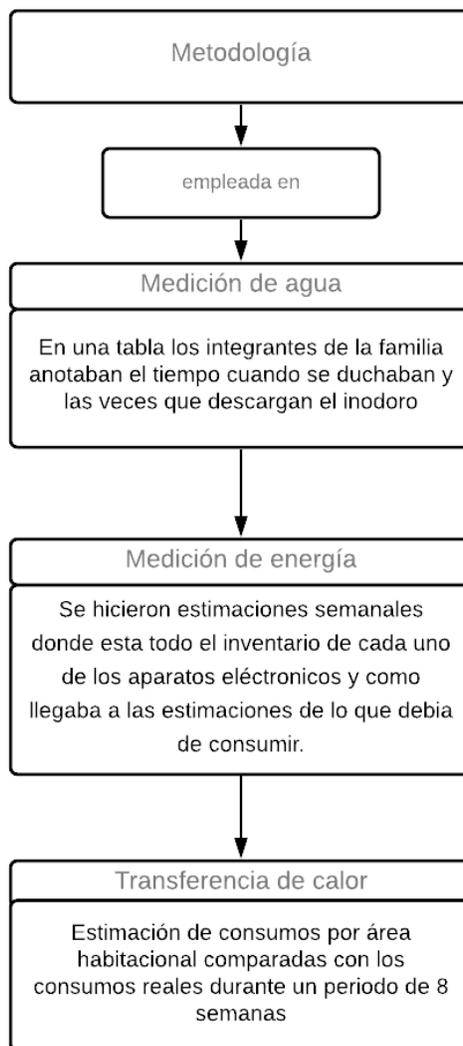
La estimación real se hizo mediante un medidor bidireccional donde se toma una lectura en una hora específica y al transcurrir una semana se toma otra lectura a la misma hora, no importa si se pasa poco tiempo, pero no puede pasar un día completo porque si no, no sería muy exacta la información. Es importante que los cálculos que se hagan a base de lo anterior sea exacto para conocer si la diferencia que nos da es importante o no importante y con esto también conocer si está cerca de la realidad. Se hicieron estimaciones semanales donde está todo el inventario de cada uno de los aparatos electrónicos y como llegaba a las estimaciones de lo que debía de consumir.

En el cálculo de la transferencia de calor lo que se hizo fue medir las áreas donde el sol les daba directamente se necesitaba los metros cuadrados, la clave del material y la resistencia térmica para sacar mediante una fórmula el valor de transmitancia. Se entregaron las dimensiones de cada espacio de la casa a base de los planos y se observó en qué posición estaba cada sección para así ubicar donde el sol transmitía más calor, además, se hizo un estudio del material de que está construido la casa, y conociendo este tipo de información se pudo obtener la resistencia térmica y el valor de transmitancia.

La metodología empleada en transferencia de calor fue la estimación de consumos por área habitacional comparadas con los consumos reales durante un periodo de 8 semanas, así

como las estimaciones de transferencia de calor, utilizando un enfoque basado en el “Programa de Eficiencia Energética basado en Producción Más Limpia (PL-EE)” de la UNEP

1. Figura de diseño metodológico



b) Alcance

El estudio se llevará a cabo en una familia de cuatro integrantes, en una vivienda de interés social. El periodo de tiempo será de septiembre 2020 – mayo 2021.

c) Preguntas de investigación

1. ¿Qué actividad específica contribuyó que la huella de carbono fuera mayor en la familia durante el año del estudio?
2. ¿Qué tantos conocimientos, actitudes, y prácticas contienen las personas del hogar?
Se hizo una entrevista a cada uno de los integrantes de la familia sobre lo que conocían.
3. ¿Qué tipo de actividades se necesitan realizar para disminuir las emisiones en la familia?

d) Objeto de estudio.

Eficiencia energética e hídrica de una vivienda.

e) Selección del objeto de estudio o del lugar que ubica al objeto de estudio.

El lugar donde se ubica el objeto de estudio es en un complejo habitacional de una familia, fue seleccionada por conveniencia.

f) Selección y tamaño de muestra (en caso de aplicar).

No aplica.

g) Instrumentos de recolección y manejo de datos.

Los instrumentos de recolección que se eligieron fueron la observación que se conoce la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos y a base de estas observaciones se verificó la información a través de auditorías.

El instrumento que se utilizó para la recolección de información fueron hojas de registro de uso de ciertos aparatos. Por ejemplo, en la parte hídrica, en el baño se pusieron dos hojas; la primera se tenía que escribir cuanto tiempo duraron en la ducha, y en la segunda cuantas descargas se hicieron en el inodoro. Y por la parte de energía, también se aplicó el mismo método, pero se enfocó en la duración de utilización de los electrónicos

El instrumento para recolectar y manejar datos es una calculadora de la huella ecológica de internet del sitio: <https://www.footprintcalculator.org/result1a>

Dicha calculadora pregunta sobre el estilo de vida que se lleva en cuestión de las actividades que emiten emisiones de carbono, pregunta sobre cosas del hogar (hectárea, cantidad de personas, basura desechada, etc.), y los medios de transporte que se utilizan.

También, se utilizaron dos instrumentos más para conocer nuestra huella de carbono e hídrica, sacamos los resultados de la huella de carbono de la siguiente página: <https://calculator.carbonfootprint.com/calculator.aspx?lang=es&tab=8> , y la huella hídrica en este sitio del internet: <https://huelladeciudades.com/AppHHCali/main.html#calcu9>

VI. RESULTADOS

El siguiente reporte se realiza con el fin de conocer el consumo estimado y real de los aparatos electrónicos que se encuentran en el hogar de una familia como además el consumo de agua en metros cúbicos. El objetivo del gasto eléctrico es conocer el consumo en watts por hora e identificar que aparatos consumen más energía, el origen de los aparatos y que secciones del hogar consumen más. Lo que se realizó fue un inventario en donde se enlistan todos los aparatos donde muestra cuantos watts gasta cada uno de ellos y de esta manera hacer operaciones donde se conocerán cuantos watts se gasta por semana. Esta investigación se hizo todos los días por 8 semanas donde se observó los tiempos de operación de los aparatos, como también su área; con esto se puede calcular el gasto total de la energía eléctrica de las actividades cotidianas y así crear estrategias para que se trate de consumir menos en las áreas donde se determinó que consumían más. Los resultados de la huella de carbono son de 762.17 toneladas de CO₂, y la huella hídrica es de 83 M³/año.

A continuación, se muestra el inventario y los resultados de nuestro diseño metodológico en energía eléctrica que comenzó desde el 10 de septiembre hasta el 5 de noviembre, se cumplieron las 8 semanas requeridas.

Consumo energético

1. Tabla de resultados de consumo energético

Semana del 17 de septiembre al 24 de septiembre				
Aparatos electrónicos	Consumo en watts	Horas de uso en el día	Horas totales a la semana	Watts Semana W*hrs
Televisión 1	140	3	21	2940
Televisión 2	20.4	15	105	2142
Aire Acondicionado	1300	24	168	218400
Iluminación cocina	65	11	77	5005

Iluminación Cuartos	128	14	98	12544
Iluminación Sala	39	8	56	2,184
Iluminación Baño	30.24	8	56	1693.44
Abanicos	47.5	5	35	1662.5
Microondas	40	0.2	1.4	56
Lavadora	48	0.6	4.2	201.6
Secadora	23	0.7	4.9	112.7
Refrigerador	40	24	168	6720

1.1 Tabla de resultados de consumo energético

Semana del 10 de septiembre al 17 de septiembre

Aparatos electrónicos	Consumo en watts	Horas de uso en el día	Horas totales a la semana	Watts Semana W*hrs
Televisión 1	140	6	42	5880
Televisión 2	20.4	16	112	2284.8
Aire Acondicionado	1300	24	168	218,400
Iluminación cocina	65	15	105	6825
Iluminación Cuartos	128	14	98	12,544
Iluminación Sala	39	16	112	4368
Iluminación Baño	30.24	8	56	1693.44

Abanicos	47.5	15	105	4,988
Microondas	40	0.3	2.1	84
Lavadora	48	1	7	336
Secadora	23	1.2	8.4	193.2
Refrigerador	40	24	168	6720

1.2 Tabla de resultados de consumo energético

Semana del 24 de septiembre al 1ero de octubre

Aparatos electrónicos	Consumo en watts	Horas de uso en el día	Horas totales a la semana	Watts Semana W*hrs
Televisión 1	140	5	35	4900
Televisión 2	20.4	4	28	571.2
Aire Acondicionado	1300	24	168	218,400
Iluminación cocina	65	6	42	2688
Iluminación Cuartos	128	10	70	8960
Iluminación Sala	39	6	42	1,638
Iluminación Baño	30.24	2	14	423.36
Abanicos	47.5	10	70	3325
Microondas	40	0.2	1.4	56
Lavadora	48	0.5	3.5	168
Secadora	23	1	7	161

Refrigerador	40	24	168	6720
--------------	----	----	-----	------

1.3 Tabla de resultados de consumo energético

Semana del 1ero de octubre al 8 de octubre

Aparatos electrónicos	Consumo en watts	Horas de uso en el día	Horas totales a la semana	Watts Semana W*hrs
Televisión 1	140	8	56	7840
Televisión 2	20.4	6	42	856.8
Aire Acondicionado	1300	24	168	218400
Iluminación cocina	65	12	84	5460
Iluminación Cuartos	128	8	56	7168
Iluminación Sala	39	16	112	4,368
Iluminación Baño	30.24	3	21	635.04
Abanicos	47.5	13	91	4322.5
Microondas	40	1	7	280
Lavadora	48	0.6	4.2	201.6
Secadora	23	1	7	161
Refrigerador	40	24	168	6720

1.4 Tabla de resultados de consumo energético

Semana del 8 de octubre al 15 de octubre

Aparatos electrónicos	Consumo en watts	Horas de uso en el día	Horas totales a la semana	Watts Semana W*hrs
Televisión 1	140	13	91	12740
Televisión 2	20.4	7	49	999.6
Aire Acondicionado	1300	24	168	218400
Iluminación cocina	65	15	105	6825
Iluminación Cuartos	128	12	84	10752
Iluminación Sala	39	17	119	4,641
Iluminación Baño	30.24	4	28	846.72
Abanicos	47.5	11	77	3657.7
Microondas	40	1	7	280
Lavadora	48	0.7	4.9	235.2
Secadora	23	1	7	161
Refrigerador	40	24	168	6720

1.5 Tabla de resultados de consumo energético

Semana del 15 de octubre al 22 de octubre

Aparatos electrónicos	Consumo en watts	Horas de uso en el día	Horas totales a la semana	Watts Semana W*hrs
Televisión 1	140	16	112	15680

Televisión 2	20.4	7	49	1004.01
Aire Acondicionado	1300	24	168	218400
Iluminación cocina	65	12	84	5460
Iluminación Cuartos	128	15	105	13440
Iluminación Sala	39	18	126	4,914
Iluminación Baño	30.24	6	42	1270.08
Abanicos	47.5	16	112	5320
Microondas	40	1	7	280
Lavadora	48	1	7	336
Secadora	23	1.2	8.4	193.2
Refrigerador	40	24	168	6720

1.6 Tabla de resultados de consumo energético

Semana del 22 de octubre al 29 de octubre

Aparatos electrónicos	Consumo en watts	Horas de uso en el día	Horas totales a la semana	Watts Semana W*hrs
Television 1	140	4	560	78400
Television 2	20.4	6	122.4	2496.96
Aire Acondicionado	1300	24	168	42250
Iluminación cocina	65	10	650	42250
Iluminación Cuartos	128	12	1536	196608
Iluminación Sala	39	12	468	18,252

Iluminación Baño	30.24	4	120.96	3657.8
Abanicos	47.5	12	570	27075
Microondas	40	0.2	8	320
Lavadora	48	0.6	28.8	1382.4
Secadora	23	0.7	16.1	370.3
Refrigerador	40	24	168	6720

1.7 Tabla de resultados de consumo energético

Semana del 29 de octubre al 5 de noviembre

Aparatos electrónicos	Consumo en watts	Horas de uso en el día	Horas totales a la semana	Watts Semana W*hrs
Television 1	140	5	700	98000
Television 2	20.4	6	122.4	2496.96
Aire Acondicionado	1300	24	168	42250
Iluminación cocina	65	12	780	50700
Iluminación Cuartos	128	10	1280	163840
Iluminación Sala	39	10	390	15,210
Iluminación Baño	30.24	4	120.96	3657.8
Abanicos	47.5	10	475	22562.5
Microondas	40	0.1	4	160
Lavadora	48	0.2	9.6	460.8
Secadora	23	1	23	529
Refrigerador	40	24	168	6720

2. Tabla de diferencia de consumo energético

Semana	Consumo real	Consumo estimado	Diferencia
10 de septiembre – 17 de septiembre	276,000	264,315.94	11684
17 de septiembre –24 de septiembre	254,000	253,661.24	338
24 de septiembre – 1ero de octubre	767,000	248,010.56	518,989
1ero de octubre – 8 de octubre	140,000	256,412.94	116,412
8 de octubre – 15 de octubre	150,000	266,288.22	116,288.22
15 de octubre – 22 de octubre	91,000	273,017.29	182,017.29
22 de octubre – 29 de octubre	131,000	419,782.26	288,782.26
29 de octubre – 5 de noviembre	59,000	406,587.06	347,587.06

Como se puede observar, las diferencias son bastantes mayores en algunas semanas, por lo que se llegó a la conclusión que algunos de los aparatos electrónicos que consumen Watts en grandes cantidades son el aire acondicionado central, y el refrigerador.

El consumo constante del refrigerador es de 6,720 W y en el aire acondicionado del 10 de septiembre al 20 de octubre fue de 218,400 W y del 22 de octubre al 5 de noviembre fue de 42,250 W.

Se puede ver que, finalizado el mes de octubre e iniciado el mes de noviembre, disminuyó la cantidad de consumo porque en esa época comenzó el tiempo de frío.

En época de frío, que fueron de los meses de febrero a marzo del 2021, se siguieron realizando las mediciones para ver los cambios de datos que existen en el hogar y cuando no se prende el aire acondicionado central. Se detectó una gran diferencia de datos comparándolo con los datos recaudados anteriormente. Se hicieron en dos partes la recolección, la primera fue de cinco semanas seguidas, sin embargo, en la segunda parte hubo un tiempo de dos semanas que no se tomaron las mediciones.

2.1 Tabla de diferencia de consumo energético

Semana	Consumo real	Consumo estimado	Diferencia
22 de febrero – 26 de febrero	15,000	12,950.10	2049.9
1ero de marzo –5 de marzo	15,000	19,188.60	4188.6
8 de marzo – 12 de marzo	25,000	16,078.88	8922
15 de marzo – 19 de marzo	27,000	29,738.38	2738.38

22 de marzo – 26 de marzo	20,000	16,732.38	3267.62
---------------------------	--------	-----------	---------

En esta tabla se puede observar el consumo real, consumo estimado y la diferencia de la de toma de mediciones; es muy importante notar que, a pesar que las diferencias son grandes, el consumo estimado y real son mucho menor que cuando se tenía el aire acondicionado en uso. A continuación, se mostrará la segunda parte de la toma de mediciones:

2.2 Tabla de diferencia de consumo energético

Semana	Consumo real	Consumo estimado	Diferencia
12 de abril – 16 de abril	12,000	15,424.78	3424.78
19 de abril – 23 de abril	31,000	25,919.28	5,080.72
26 de abril – 30 de abril	22,000	19,712.28	2287.72
3 de mayo – 7 de mayo	25,000	25119.28	119.28

En el mes de abril es cuando empieza el calor, y, por ende, fue cuando se comenzó a prender los abanicos. A continuación, se puede apreciar el cambio en el consumo, aunque cabe señalar que solo se muestran cuatro semanas en la tabla porque el día doce de mayo es cuando sucede el subsidio en nuestra localidad. Se siguieron tomando en cuenta las próximas dos semanas para notar el aumento de consumo de energía al prender el aire acondicionado.

2.3 Tabla de diferencia de consumo energético

Semana	Consumo real	Consumo estimado	Diferencia
10 de mayo – 14 de mayo	175,000	110,527.70	64,472.3
17 de mayo – 21 de mayo	355,000	236,695.48	118304.52

A comparación de la semana anterior se puede notar una gran diferencia en el consumo por el hecho que el aire acondicionado fue prendido.

Transferencia de calor

Se realizó una investigación de transferencia de calor al mismo tiempo que el consumo energético e hídrico, en donde se enlistaron todas las paredes a las cuales les pega el sol, así como también se evaluó su orientación, área, el tipo de material, su resistencia térmica y por último el valor de transmitancia.

El resultado de todas estas operaciones salió el calor total transferido por orientación y la superficie total por orientación, esto es de gran ayuda ya que tiene un gran impacto en el hogar y puede afectar en nuestros resultados. En la siguiente tabla se muestra el resultado de nuestra investigación de la transferencia de calor que se realizó

3. Tabla de transferencia de calor

	CALOR TOTAL TRANSFERIDO POR ORIENTACIÓN (kW/m ²)	SUPERFICIE TOTAL POR ORIENTACIÓN (m ²)
SUR	0.28	26.30

PONIENTE	0.09	10.39
ORIENTE	0.04	10.39
NORTE	0.04	9.26
CÉNIT	0.02	94.34

Sacando estos dos valores se pudo ver el resultado del calor trasferido por orientación. Y se hizo entrevista entre los miembros de la familia se obtiene la información mediante preguntas en forma personal, directa y verbal.

Consumo de agua

Como se había mencionado antes, también se estudió el consumo estimado de agua, hay dos maneras para conocer su estimado: por consumo en litros y por el consumo en minutos. Para el consumo en litros se utilizó en las descargas de inodoro y el consumo en minutos se utilizó en el aseo y cuánto tiempo hacen para lavar los trastes. La OMS menciona que un minuto en la ducha gasta 20 litros de agua, y para lavar los trastes un minuto gasta 8 litros; en el caso de las descargas del inodoro, el modelo que se utilizó es eficaz y cada descarga gasta 4.8 litros y nuestra lavadora gasta 35 litros. En la siguiente tabla se mostrará los resultados que se obtuvieron en todas las áreas desde el sábado 12 de septiembre hasta el 14 de noviembre.

4. Tabla de consumo hídrico

Área	Litros (L)	Metros cúbicos (m ³)
Baño 1	20,620	20.62
Baño 2	19,897.6	19.8976
Lavadora	1,575	1.575

Trastes	16,040	16.04
---------	--------	-------

VII. DISCUSIÓN

Se recolectaron datos de consumo eléctrico, consumo de agua y de temperaturas para calcular huella de carbono, huella hídrica y transferencia de calor. Durante 8 semanas se recolectaron datos de consumo de agua, y en el consumo eléctrico fueron 17 semanas, 8 semanas en tiempo de calor y otras 9 semanas en tiempo de frío, en el complejo casa – habitación.

Por la parte del consumo energético, se puede observar que hay semanas donde la cantidad es mucho mayor a comparación de otras, una de las razones por las cuales se encuentran una gran diferencia es por el aire acondicionado central, debido a que viven en una ciudad muy calurosa muchas veces el nivel de los grados se aumentan por la transferencia de calor que ocurre desde el exterior; el refrigerador es otra de las razones por las cuales el consumo aumentó porque siempre está conectado y gasta gran cantidad de KW.

Nuevamente se realizó una nueva recolección de datos en el consumo energético en tiempos de frío para notar la diferencia de cuando el aire acondicionado central está prendido y cuando no, los resultados fueron los que se esperaban ya que se esperaba un gran cambio de consumo tanto como real como estimado.

Para obtener resultados sobre las emisiones de carbono, es necesario recopilar datos sobre las actividades de emisión de dióxido de carbono, por así decirlo, el transporte es el componente principal del aumento de las emisiones de carbono en el hogar; utilizan con frecuencia el coche y rara vez utilizan el transporte público u otros medios.

Por parte de la transferencia de calor, como se indica en la tabla no hay un número mayor que afecte en el hogar, sin embargo, cabe señalar que por medio del sur es por donde más se transmite el sol, esto se debe por las dos ventanas que cubren la sala y la cocina.

En las zonas donde se obtuvieron los datos de consumo de agua han variado, es decir, la lavadora consumía mucho menos que el baño número uno, aquí se puede notar que el tiempo de ducha y descargas de inodoro son mucho más menores que las veces que se

lavaba la ropa. Los metros cúbicos que se muestran en la tabla no muestran un valor elevado, pero sí podría haber un mejoramiento y disminución del tiempo en realizar ciertas actividades.

Al inicio, se denotó por medio de una entrevista que los integrantes tenían consciencia sobre los efectos que podían ocasionar en el medio ambiente al no cuidar el consumo energético e hídrico, sin embargo, el ámbito económico es lo que más les concierne, por eso se construyeron hábitos para lograr el menor consumo posible como: apagar las luces cuando salen de un cuarto, cuando se laven los platos se debe de cerrar la llave mientras los enjabonan, dejar el aire acondicionado en la misma temperatura, entre otros. Son personas conscientes, pero hay actividades que pueden agregar a su rutina que puede disminuir su consumo de agua como: bañarse de cinco a siete minutos y desconectar los aparatos electrónicos cuando no se usen.

Se puede poner en práctica en casa utilizar bombillos ahorradores o luces LED, implementar ahorradores de agua, separar los residuos orgánicos y reducir el consumo de aire acondicionado (o dejarlo en una temperatura constante, no estar moviendo el termómetro siempre).

Otras actividades que pueden poner en práctica para disminuir las emisiones en la movilización es usar vehículo compartido y el transporte público, se descongestionan las vías y se ahorra combustible; además caminar es una actividad que ayuda a la salud y no emite CO₂.

VIII. CONCLUSIONES

Después de realizar el trabajo de investigación sobre la eficiencia energética de un complejo casa – habitación en México se pueden establecer las siguientes conclusiones:

Se han cumplido todos los objetivos propuestos, se analizaron las actividades diarias de los integrantes, de esta manera determinamos su huella de carbono y su huella hídrica. La huella de carbono fue de 762.17 toneladas de CO₂. Los resultados más representativos del estudio – diagnostico reflejan que el aparato que está afectando en el consumo y gasto de energía del complejo, es el aire acondicionado central situación que se refleja en las tablas de resultados de consumo energético, especialmente en los meses de verano.

Al evaluar también la transferencia de calor podemos notar que esta afecta de gran manera el consumo energético, por eso se realizó el estudio a base de una orientación cardinal, los resultados dieron que el sur es el que tiene más calor transferido por orientación, la razón que sucede esto es porque por ese lado están ubicadas las ventanas de la sala y cocina y la puerta principal. Por este análisis podemos darnos cuenta que una de las razones que el aire acondicionado consume más en verano es por el calor que se transfiere por el exterior.

La huella hídrica del hogar es de 83 m³/año lo cual es un resultado bueno, las diferencias más notorias en el consumo de agua están relacionadas con el tiempo que permanece abierto un arranque como el tiempo en la ducha, pero también se nota en las descargas del inodoro.

Existieron dificultades con la familia al inicio de la evaluación por la falta de hábito al anotar en las hojas de registros, en caso de la parte de consumo hídrico, a pesar que se mencionó en varias ocasiones de no olvidar anotar las descargas que realizaban en el inodoro o el tiempo que duraron en la ducha al principio simplemente no lo hacían o lo hacían cada vez que se acordaban. Esto afectó en la evaluación porque no se iban a poder tener los datos exactos, para esto se la estrategia cambio a que las hojas de registros estuvieran en los lugares donde fueran más notorias, y fuera muy difícil de olvidarse de escribir en ellas,

también se agregó que las plumas estuvieran pegadas enseguida de las hojas para que no sucediera que las perdieran.

Otra dificultad que sucedió fue que hubo momentos que fue complicado tomar los datos del consumo real porque los integrantes se encontraban fuera de la ciudad, no era algo que sucediera siempre pero cuando llegaba a suceder se le pedía a un vecino de confianza que pudiera tomar foto del consumo real para poder seguir llevando el estudio a cabo.

La evaluación desarrollada permitió conocer el consumo energético y el consumo hídrico de cada área en el complejo casa – habitación. También es una herramienta propia para sugerir alternativas de mejora específicas a partir de la identificación de variables clave para cada área del hogar, por ello, es importante obtener información actualizada sobre cada parte de la casa, proporcionar información básica sobre estrategias de mejora, valoración y evaluación.

IX. RECOMENDACIONES

A base de la evaluación que se realizó previamente, se sugerirán recomendaciones para los 4 integrantes de la familia que pudieran realizar para mejorar la sustentabilidad y la eficiencia del hogar.

El sistema de aire acondicionado consume la mayor cantidad de energía en la casa, podemos notar como el cambio es sumamente mayor a cuando está apagado, por esto recomendamos la limpieza de manera regular de los filtros de las unidades de refrigeración. Si no mantenemos la limpieza los filtros como resultado el consumo de electricidad aumenta. Además del consumo de energía, otra consecuencia que debemos tener en cuenta es que los equipos ineficientes reducirán su vida útil. Al limpiar regularmente la red de drenaje, prolongamos la vida útil de los equipos.

Los elementos de la casa como ventanas, paredes, puertas y techos se utilizan para sellar el interior de la casa. La eficiencia energética de estos componentes afecta los costos de calefacción y refrigeración. Por ello, sugerimos la instalación de cubre ventanas de bajo consumo para evitar la acumulación de calor solar. Las maneras que puede cubrir las ventanas expuestas a la luz solar directa pueden ser con dispositivos tales como parasoles, toldos, árboles y arbustos, vidrios polarizados; poner cortinas y persianas adentro. Por ejemplo, los vidrios polarizados ahorran costos de aire acondicionado en comparación de ventanas sin sombras.

Así como hay formas de ahorrar energía en el hogar, también hay formas de reducir su consumo de agua. Uno de estos es el uso de cabezales de ducha y grifos de bajo caudal, aunque existen quejas que la presión del agua es baja al instalar este tipo de grifos. La reducción de agua es inevitable, pero esto no quiere decir que haya poca potencia a la hora de descargar, ya que ese es el objetivo de este tipo de grifos.

Practicar la eficiencia energética e hídrica ahorra dinero, reduce la dependencia energética, reduce la contaminación, mejora la calidad de vida y ayuda en los costos de los servicios.

X. REFERENCIAS

Aguafides, (2016) IAGUA [Online] ¿Qué es la huella hídrica? ¿Para qué sirve? Referencia de: <https://www.iagua.es/noticias/espana/aquafides/16/04/28/que-es-huella-hidricapara-que-sirve>

Bolaños, F. (1990), *El impacto biológico: problema ambiental contemporáneo*. México: UNAM.

Caballero, Ana (2019) LINEA VERDE [Online] ¿Qué es la huella hídrica y por qué es importante? Referencia de: <http://www.lineaverdeayuntamientosesena.org/lv/noticiasDestacadas.asp?noticia=36195>

Campo, J (2015). BIOPLANET [Online]. La huella del carbono, la huella de nuestro planeta. Referencia de: <https://paris2015cop21.org/huella-carbono-nuestra-huella-planeta/>

Canive, T (2019) ¿Que es el metodo de investigacion cualitativa? Referencia de: quotev.com/quiz/12162109/Mbti-test

Cantú Chapa, R. (comp.) (2010), *Los desafíos ambientales y el desarrollo en México. Ecología y desarrollo sustentable*, México: IPN-CIEMAD.

Carabias, J. 2001. Conservación de los ecosistemas y el desarrollo rural sustentable en América latina: Condiciones, limitantes y retos. En: *La transición hacia el desarrollo sustentable*. INE. México, 257-280 pp.

Certificados Electronicos (2020) Confort término de espacios interiores. Referencia de: <https://www.certificadosenergeticos.com/confort-termico-espacios-interiores>

Civit, B (2011)CORREVEIDILE [Online]. Huella ecológica, huella de carbono, huella ecológica. Referencia de: <http://www.correveidile.com.ar/2011/03/02/huella-ecologica-huella-de-carbono-y-huella-hidrica/>

CMMAYD-Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1987). *El desarrollo sostenible, una guía sobre nuestro futuro común*. New York, USA: Oxford University Press

CNUMAD (1992), Programa 21. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD); Naciones Unidas.

Costanza, Robert (1991), The Ecological Economics of Sustainability: Investing in Natural Capital, Environmentally Sustainable Economic Development: Building on Brundtland, R. Goodland, H. Daly, S. El Serafy y B. von Droste (eds.), pp. 83-90, Nueva York, UNESCO.

Córtés, M (2015). REVISTA DIGITAL INESEM [Online] La importancia de la huella de carbono, ecológica, e hídrica. Referencia de: <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/la-importancia-de-la-huella-de-carbono-ecologica-e-hidrica/>

Econoticias (2016) ECONOTICIAS [Online] ¿Qué es la huella ecológica? Referencia de: <https://www.ecoticias.com/medio-ambiente/111022/Que-Huella-Ecologica>

Ehrlich, P., 2010. "Too many people, too much consumption" In Business & Innovation Climate Energy Sustainability North America Yale Environment 360 Yale School of Forestry & Environmental Studies.

Explorable.com (Nov 3, 2009). Investiga <https://www.ecoticias.com/medio-ambiente/111022/Que-Huella-Ecologica> Cuantitativa y Cualitativa. Sep 20, 2019 Obtenido de Explorable.com: <https://explorable.com/es/investigacion-cuantitativa-y-cualitativa>

Farrell, Alex y Maureen Hart (1998), What Does Sustainability Really Mean? -The Search for Useful Indicators, Environment 40 (9): 4-9 y 26-31.

Global Climate Initiatives (2020) [Online] Las emisiones directas e indirectas. Referencia de: <https://globalclimateinitiatives.com/es/las-emisiones-directas-e-indirectas/>

Global footprint network (2019). Ecological footprint calculator. Referencia de: <https://www.footprintcalculator.org/result1a>

Hornborg, A., McNeill, J. R. y Martínez Alier, J. (eds.), (2007), *Rethinking Environmental History: World-Systems History and Global Environmental Change*. Londres: AltaMira Press.

IMTA. IMTA GOB [Online] "Huella Hídrica en México". Referencia de: https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/huella-hidrica/files/assets/basic-html/page17.html

López, Alejandro (2005). Propuestas de Educación Ambiental. Referencia de: <https://ae-ea.es/wp-content/uploads/2016/06/Revista-n1-Propuestas-Educ-Ambiental.pdf>

López, Ángel (2005) Propuestas de Educación Ambiental: Revista de la asociación española de educación ambiental. Referencia de: <https://ae-ea.es/wp-content/uploads/2016/06/Revista-n3-Propuestas-Educ-Ambiental.pdf>

Marta (2011) TWENERGY [Online] ¿Qué es la huella ecológica? Referencia de: <https://twenergy.com/a/que-es-la-huella-ecologica-436>

Martinez, R. (2008) Educación y huella ecológica. Referencia de: <https://www.redalyc.org/html/447/44780103/>

Mercado Electrónico (2019) ¿Qué es la energía térmica? Referencia de: <https://www.energyavm.es/que-es-la-energia-termica/>

Mittermeier, R. y C. Goettsch. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo (comps.). México ante los retos de la biodiversidad. Conabio. México.

Montano, J (2019). Investigación no experimental: Diseño, características, ejemplos. Referencia de: <https://www.lifeder.com/investigacion-no-experimental/>

Muñoz, J. (2017) Estudio y análisis de la transferencia de calor en una ventada con cavidad interior. Referencia de: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/28253>

Nave, O (2017) Cálculo de la calefacción del hogar. Referencia de: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/thermo/heatloss.html>

Norberg, J. y Cumming, G. (2008). Introduction. En: Norberg, J. y Cumming, G. (Eds.) Complexity Theory for a Sustainable Future. Nueva York, U.S.A.: Columbia University Press

Peterson, Tarla Rai (1997), Sustainable Development Comes of Age, Sharing the Earth: The Rhetoric of Sustainable Development, pp. 6-33, Columbia, Carolina del Sur, University of South Carolina Press.

PNUMA (2005). Comunicando la sustentabilidad. Cómo producir campañas públicas efectivas. Informe 2005.

PNUMA-Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2012). Economía Verde en el contexto del desarrollo sostenible y erradicación de la pobreza: Una perspectiva desde América Latina y el Caribe.

Radkau, J. (2008), *Nature and Power. A Global History of Environment*. Cambridge: Cambridge University Press.

Reinoso, A. "Antecedentes conceptual para el cálculo de la huella de carbono". Referencia de:

http://www.ifop.cl/wp-content/uploads/Huella-de-Carbono-en-Pesquer_as-AR-1.pdf

Ruiz, D (2014). SLIDESHARE [Online]. Huella hídrica y huella ecológica. Referencia de: <https://es.slideshare.net/deisycarolinaruiz/huella-hidrica-y-huella-ecologica>

Res, (2017). ECO INTELIGENCIA [Online] ¿Qué es la huella de carbono? Referencia de: <https://www.ecointeligencia.com/2017/07/huella-carbono/>

Sachs, I. (1980), "Ecodesarrollo. Concepto, aplicación, implicaciones", en *Comercio Exterior*, vol. 30, núm. 7, México, julio, pp. 718-725.

San Martín, H. (1983), *Ecología y salud*. México: Ediciones Científicas-La Prensa Médica Mexicana.

Secretaria Jalisco (2013) [Online] Importancia de ahorro de energía eléctrica. Referencia de: <https://se.jalisco.gob.mx/content/importancia-del-ahorro-de-energia-electrica>

Sunkel, O. y Gligo, N. (1980), "Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina", en *El trimestre económico*, 2 vols., Lectura 36, México: FCE.

Trejo, L (2019) Transferencia de calor y qué medidas puedes tomar para evitarlo. Referencia de: <https://blog.laminasyaceros.com/blog/transferencia-de-calor-y-qué-medidas-puedes-tomar-para-evitarlo>

Tudela, F (2014). REPOSITORIO CEPAL [Online]. Negociaciones internacionales sobre cambio climático. Referencia de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37329/1/S1420809_es.pdf

UNLP (2017) REVISTA [Online]. Cambio Climático. Referencia de: <file:///C:/Users/Marianna%20Gallegos/Downloads/Nota+CAMBIO+CLIMÁTICO.pdf>

Wackernagel, M. (1996) GOOGLE BOOKS [Online]. Nuestra huella ecológica: reduciendo el impacto humano sobre la Tierra. Referencia de: <https://books.google.com/books?id=ljRXhe5pygC&pg=PA26&lpg=PA26&dq=huella+ecologica+en+los+transcursos+de+los+a%C3%B1os&source=bl&ots=bPY5UCy4G3&sig=ACfU3U2wdukBYfJAeXTnwi6UiozCtEXduQ&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiNplj0w9PgAhWPFjQIHceoAnYQ6AEwFnoECAoQAQ#v=onepage&q=huella%20ecologica%20en%20los%20transcursos%20de%20los%20a%C3%B1os&f=false>

Ward, B. y Dubos, R. (1983), *Only One Earth. The Care and Maintenance of a Small Planet*. Nueva York: Norton.

Young, O. R., Berkhout, F., Gallopin, G. C., Janssen, M. A., Ostrom, E. y Van Der Leeuw, S. (2006), "The Globalization of Socio-Ecological Systems: An Agenda for Scientific Research", en *Global Environmental Change*, vol. 16, núm. 3, agosto, pp. 235-316.

Z.E.O (2021) ¿Qué relación existe entre la huella de carbono e hídrica? Referencia de:

<https://plataformazeo.com/es/que-relacion-existe-entre-huella-hidrica-huella-carbono/>

ANEXO 01

Tabla de resultados de consumo energético

Aparatos electrónicos	Consumo en watts	Horas de uso en el día	Horas totales a la semana	Watts Semana W*hrs

ANEXO 02

Tabla de diferencia de consumo energético

Semana	Consumo real	Consumo estimado	Diferencia

ANEXO 03

Tabla de transferencia de calor

PUNTO CARDINAL	CALOR TOTAL TRANSFERIDO POR ORIENTACIÓN (kW/m ²)	SUPERFICIE TOTAL POR ORIENTACIÓN (m ²)

ANEXO 04

Tabla de consumo hídrico

Área	Litros (L)	Metros cúbicos (m ³)