

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS**

**APLICACIÓN DEL MÉTODO DE NUSSBAUMER SOBRE POBREZA
ENERGÉTICA A REGIONES CLIMÁTICAS DE MÉXICO.**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA**

PRESENTADA POR:

TIARE ROBLES BONILLA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. DIEGO SEURET JIMÉNEZ

CO-DIRECTOR DE TESIS:

DRA. KARLA GRACIELA CEDANO VILLAVICENCIO

SINODALES:

DR. ANTONIO RODRIGUEZ MARTÍNEZ

DR. JESÚS CEREZO ROMAN

DR. MIGUEL ROBLES PÉREZ

CUERNAVACA, MORELOS

AGOSTO DE 2020

Agradecimientos

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado en este proyecto. Agradezco a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), al Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAp), por sus instalaciones durante la realización de mi maestría y su apoyo económico para la asistencia a la II Convención Científica Internacional 2019 UCLV, realizado en Cuba. Agradezco a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) por brindarme datos que fueron importantes en la realización de este proyecto. También agradezco al Instituto de Energías Renovables de la UNAM, por dejarme hacer uso de sus instalaciones al realizar este proyecto.

Agradezco a mi director de tesis, el Dr. Diego Seuret por su incondicional apoyo, paciencia, conocimiento impartido y por aportar a mi formación académica en este proyecto, también agradezco a mi co-directora la Dra. Karla Cedano a quien admiro mucho, por su dedicación, apoyo, guía y conocimiento impartido a este proyecto. También agradezco al Dr. Miguel por sus ideas adicionales a este proyecto, por seguir apoyándome en mi formación académica. Agradezco al Dr. Antonio Rodríguez y al Dr. Jesús Cerezo por su apoyo y conocimiento impartido durante este proyecto y a David Leal por su apoyo y correcciones.

Agradezco a mis padres por su comprensión, motivación y apoyo que siempre me han dado y no fue una excepción durante este proyecto. A mis amigos, en especial a Dario y Alan, por siempre salvarme con su conocimiento en programación y a Ricardo por su apoyo emocional. Gracias a todos por su apoyo y amistad.

Resumen

La investigación sobre la pobreza energética (PE) comenzó en Reino Unido y otros países europeos occidentales en respuesta a la crisis del petróleo en 1973. Debido al aumento de precios en el petróleo y el gas, las personas no pudieron pagar el confort térmico en sus hogares. En los últimos años, no solo Europa busca soluciones para mitigar la PE, también países de América Latina y Asia; por este motivo se han desarrollado varias metodologías diferentes para medir la PE, una de las cuales es el Índice de Pobreza Energética Multidimensional (MEPI, por sus siglas en inglés) de Nussbaumer et al. (2012), que se ha utilizado en África, y además en Ecuador, Filipinas y recientemente en 7 países latinoamericanos, incluido México; contar con este índice es importante porque mide tanto la intensidad como la incidencia de la PE. Actualmente, México no cuenta con una medida, indicador o índice oficial sobre PE. El indicador más cercano a la PE es generado por el Consejo Nacional de Evaluación de Políticas de Desarrollo Social, llamado “acceso a los servicios básicos del hogar”. Sin embargo, evaluar la PE a nivel nacional, en un país con tanta diversidad como México, no es lo suficientemente preciso. En el siguiente trabajo, se modificó el MEPI para acoplarse a las regiones climáticas y bioclimáticas de México, añadiendo una dimensión más, confort térmico. Además, se tomó un factor importante, que es la temperatura, para comprender mejor la dimensión del confort térmico con los bioclimas que tiene México. Uno de los resultados notables es la diferencia de rangos que toman los índices para los bioclimas y las regiones climáticas, también se observa como la dimensión de confort térmico altera el MEPI en las regiones, por ejemplo, semifrío tiene un MEPI de 0.03 y al aplicarle confort térmico el MEPI se vuelve de 0.1, dando a entender que semifrío sufre más de esta privación, y en general muestra que región

sufre más por la falta de confort térmico. Al adaptar el MEPI a las regiones bioclimáticas y climáticas de México y considerando el confort térmico, estamos utilizando una herramienta de evaluación más precisa sobre PE, además es un indicador fundamental en la definición de políticas públicas y de programas orientados a aliviar la PE de la población para mejorar la calidad de vida de las personas.

Research on energy poverty (EP) started in the UK and other western European countries in response to the oil crisis in 1973. Due to the rising prices of oil and gas, people were unable to afford thermal comfort in their homes. In recent years, not only Europe seeks solutions to mitigate EP, but also countries like Latin America and Asia; for this reason, several different methodologies have been developed to measure EP, one of which is the Multi-dimensional Energy Poverty Index (MEPI) by Nussbaumer et al (2012), which has been used in Africa and also in Ecuador, Philippines and recently in 7 Latin American countries, including Mexico; having this index is important because it measures both the intensity and the incidence of EP. Currently, Mexico does not have an official measure, indicator or index on EP, the closest indicator to part of the concept is generated by the National Council for the Evaluation of Social Development Policies, called “access to basic household services”. Also, evaluating EP at the national level, in a country as diverse as Mexico, is not precise enough. In the present work, the MEPI was modified to adapt to the climatic and bioclimatic regions of Mexico, adding one more dimension, thermal comfort. In addition, an important factor was taken, which is temperature, to better understand the dimension of thermal comfort with the bioclimates that Mexico has. One of the key results is the difference in ranges taken by the indices for bioclimatic and climatic regions it is also observed how the dimension of thermal comfort alters the MEPI in the regions, an example is semi-cold with a MEPI of 0.03 and when applying thermal comfort, the MEPI becomes 0.1, implying that semi-cold suffers more from this deprivation, in general showing that the region suffers more from the lack of thermal comfort. By adapting MEPI to the bioclimatic and climatic regions of Mexico and considering thermal comfort, we are using a more precise assessment tool on EP, it is also a fundamental indicator in the definition of public policies and programs aimed to alleviating EP of the population to improve people’s quality of life.

Índice general

Agradecimientos	II
Resumen	III
Índice de Figuras	VIII
Índice de Tablas	IX
1. Introducción	1
1.1. Justificación	3
1.2. Hipótesis	4
1.3. Objetivo	4
1.3.1. Objetivos particulares	4
2. Marco teórico	5
3. Metodología	10
3.1. Índice Multidimensional de Pobreza Energética	10
3.2. Regiones climáticas de México	15
3.2.1. Noroeste	17
3.2.2. Golfo de California	17
3.2.3. Pacífico Central	19
3.2.4. Norte	20
3.2.5. Centro	21
3.2.6. Noreste	23
3.2.7. Golfo de México	25
3.2.8. Cuenca del Río Balsas y Valles de Oaxaca	26

3.2.9. Pacífico Sur	28
3.2.10. Sureste	29
3.2.11. Península de Yucatán	31
3.3. Regiones bioclimáticas	32
3.3.1. Cálido Seco	33
3.3.2. Cálido Seco Extremoso	35
3.3.3. Cálido Semihúmedo	35
3.3.4. Cálido Húmedo	37
3.3.5. Templado Húmedo	38
3.3.6. Templado	39
3.3.7. Templado Seco	41
3.3.8. Semifrío Seco	42
3.3.9. Semifrío	42
3.3.10. Semifrío Húmedo	43
3.4. Confort térmico	43
3.4.1. Temperatura	44
3.5. Base de datos	46
4. Resultados	48
5. Conclusiones y recomendaciones	59
5.1. Conclusiones	59
5.2. Recomendaciones	60
Bibliografía	61
Apéndices	66
A. Municipios faltantes de Temperatura	67
Anexos	80
B. Participación en congreso	82
C. Participación en artículos	84

Índice de Figuras

3.1. Regiones climáticas de México	16
3.2. Diagrama E-R	47
4.1. MEPI en regiones climáticas de México.	49
4.2. MEPI en regiones climáticas de México con y sin Temperatura. .	50
4.3. Incidencia en regiones climáticas de México con y sin Temperatura.	51
4.4. Intensidad en regiones climáticas de México con y sin Temperatura.	52
4.5. MEPI en regiones bioclimáticas de México con y sin Temperatura. 53	
4.6. Incidencia en regiones bioclimáticas de México con y sin Temperatura.	54
4.7. Intensidad en regiones bioclimáticas de México con y sin Temperatura.	55
4.8. Gráfica de barras	56
4.9. Mapa intensidad	57
4.10. Mapa incidencia	57
4.11. Mapa MEPI	58

Índice de Tablas

3.1. Dimensiones y variables de corte.	12
3.2. Región Noroeste.	17
3.3. Región Golfo de California.	18
3.4. Región Pacífico Central.	20
3.5. Región Norte.	21
3.6. Región Centro.	23
3.7. Región Noreste.	24
3.8. Región Golfo de México.	26
3.9. Región Cuenca del río Balsas.	27
3.10.Región Pacífico Sur.	29
3.11.Región Sureste.	30
3.12.Región Península de Yucatán.	31
3.13.Región Cálido Seco.	34
3.14.Región Cálido Seco Extremoso.	35
3.15.Región Cálido Semihúmedo.	36
3.16.Región Cálido Húmedo.	38
3.17.Región Templado Húmedo.	39
3.18.Región Templado.	40
3.19.Región Templado Seco.	41
3.20.Región Semifrío Seco.	42
3.21.Región Semifrío.	43
3.22.Dimension confort térmico	44
3.23.Rango de temperaturas	46
4.1. Pesos Nussbaumer.	49

4.2. Pesos Confort térmico.	50
A.1. Región Noroeste Temperaturas	67
A.9. Región Golfo de México Temperaturas	69
A.2. Región Golfo de California Temperaturas	70
A.3. Región Pacífico Central Temperaturas	70
A.4. Región Sureste Temperaturas	71
A.10.Región Cuenca del río Balsas Temperaturas	73
A.5. Región Norte Temperaturas	74
A.6. Región Noreste Temperaturas	75
A.7. Región Pacífico Sur Temperaturas	76
A.8. Región Península de Yucatán Temperaturas	77
A.11.Centro Temperaturas	80

Capítulo 1

Introducción

A finales de los setenta surge el tema de la pobreza energética [1], antes conocida como pobreza de combustible, con el propósito de combatir la falta de confort térmico en regiones de Europa. La pobreza energética tiene dos principales enfoques, el de subsistencia y el consensual. Los pioneros en tema de la pobreza energética abarcan el enfoque de subsistencia en el cual mencionan que son los ingresos y el uso de equipo ineficiente lo que la genera, por lo que se puede decir que, “Un hogar se encuentra en pobreza energética cuando no puede tener los servicios adecuados de energía con el 10% de sus ingresos” [2]. Con esta definición se indicó que en el año 2008 aproximadamente el 19% de los hogares en Reino Unido vivían en pobreza energética [3]. De acuerdo con García y Graizbord (2016), Peter Townsend mencionó que las condiciones de privación se relacionan con los sentimientos y pensamientos de las personas en un momento y tiempo determinado [4]. Healy propone una metodología para medir la pobreza energética, un índice que pondera una serie de indicadores objetivos y cualitativos usando el enfoque consensual, en un inicio fue aplicado en Irlanda y después en varios países más [5]. Los indicadores objetivos miden las condiciones de equipamiento de la vivienda, mientras que los subjetivos estiman cualitativamente el sentimiento de privación de las personas acerca de su situación de pobreza energética. Estos enfoques se han desarrollado y aplicado en Reino Unido e Irlanda, sin embargo, están tomando una gran relevancia en todos los países de Europa, Asia y América Latina. En el 2009 Kozulj analizó 20 países de América Latina y el Caribe, con el fin de

demostrar que los servicios energéticos son indispensables para el desarrollo y la reducción de la pobreza mundial [6].

En México el artículo 36 de la Ley General de Desarrollo Social (LGDS) establece que el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) debe definir, identificar y medir la pobreza considerando al menos nueve indicadores, de los cuales uno se refiere al “Acceso a los servicios básicos en la vivienda” [7]. Explícitamente no hay un indicador para la pobreza energética, lo más cercano a considerar el tema de servicios en el hogar lo vemos en la metodología propuesta por el CONEVAL. En ese sentido consideramos que la privación social del acceso a la electricidad y el tipo de combustible para cocinar contribuye a los índices para la medición de la pobreza energética en México. García y Graizbord (2016) realizaron un método para medir la pobreza energética llamado “Satisfacción de necesidades absolutas de energía” en el cual propone un índice multidimensional denominado “Pobreza energética en el hogar” [4]. Este índice demostró que 11,093,000 hogares el cual representa el 36.7 % de la población, vive con pobreza energética en México. García y Graizbord usaron de fuente el módulo de condiciones socioeconómicas de la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) correspondiente al 2012 [8]. Sin embargo, este método no se enfocó en las diferentes regiones climáticas de México, a pesar de que el método dio como resultado que el “confort térmico” era el indicador con mayor privación en los hogares con un 33%.

Nussbaumer et al.(2012), desarrollaron un índice de pobreza energética multidimensional (MEPI) para África, el cual se centra en la privación del acceso a los servicios energéticos modernos, captura tanto la incidencia como la intensidad de la pobreza energética y proporciona una nueva herramienta para respaldar la formulación de políticas públicas [9]. Nussbaumer y su equipo observaron la poca atención a la captura de aspectos relacionados con la calidad de los servicios energéticos prestados, su fiabilidad y su asequibilidad, además menciona que la cuantificación de las necesidades básicas depende del contexto (prácticas culturales, condiciones climáticas, etc.). De acuerdo con Modi et al. (2012), un servicio energético se define como “beneficios que

los portadores de energía producen para el bienestar humano” [10]. MEPI se limita a las necesidades del hogar exclusivamente, al tiempo que reconoce que existen otras necesidades de energía para que una sociedad se desarrolle y prospere. MEPI considera un hogar pobre en energía sí, por ejemplo, no tiene acceso a cocinar con combustibles modernos (gas LP, electricidad, etc.) o no se beneficia de los servicios de energía suministrados por la electricidad, entonces una persona es identificada como pobre en energía si la combinación de las privaciones excede un umbral predefinido [9]. Nussbaumer et al., clasificaron los países según el grado de pobreza energética, que va desde la aguda hasta la moderada. MEPI es el producto de un índice de personas identificadas como pobres en energía y la intensidad promedio de la privación de los pobres en energía. MEPI captura un conjunto de privaciones energéticas que afectan a una persona y está compuesto por cinco dimensiones que son cocina, electricidad, electrodomésticos, educación/entretenimiento y comunicación. MEPI ha sido aplicado a México junto con 6 países más de Latinoamérica [11], sin embargo solo se aplicó a nivel nacional, no hubo regionalización y modificación a las dimensiones ya propuestas.

1.1. Justificación

Aliviar la pobreza energética en México es de gran importancia no solo para el desarrollo del país, sino para que la calidad de vida de las personas mejore. Al realizar este estudio se espera que investigadores, entes de gobierno, empresas, instituciones, etc., puedan identificar la pobreza energética en México y visualizar que región es la que tiene mayor necesidad con respecto a sus privaciones. Y más importante aún, se pueden hacer estudios que desagreguen el índice y ayuden a enfocar las medidas de mitigación de acuerdo al tipo de privación.

Al regionalizar se espera poder generar políticas públicas que den soluciones a corto, mediano y largo plazo en beneficio del país y que las personas pueden tener una mejor calidad de vida, que sea sustentable, eficiente y accesible. El acceso a fuentes de energías renovables, accesibles y económicas repercute en la calidad de vida de las personas y por ende en el desarrollo de

nuestro país.

1.2. Hipótesis

Agregar la dimensión de confort térmico e incluir la temperatura media de las regiones, permite que la evaluación de la pobreza energética sea generalizable con mejor precisión que con las dimensiones definidas por Nussbaumer et al. (2012), y reconocerá la importancia de esta necesidad energética adecuada a las características climáticas y bioclimáticas de la región.

1.3. Objetivo

Determinar un índice de pobreza energética en México en dependencia de regiones climáticas y bioclimáticas, para saber las condiciones de desarrollo del país y analizar su pobreza de acuerdo a cada región.

1.3.1. Objetivos particulares

- Realizar un análisis crítico del método.
- Analizar y definir las regiones climáticas y bioclimáticas de México.
- Agregar una dimensión más, confort térmico, al MEPI, para adaptarse a las necesidades de las regiones.
- Considerar la temperatura de la región, para entender las necesidades reales de las personas con respecto a la dimensión de confort térmico.
- Desarrollar una herramienta web para poder visualizar el MEPI y que esté al alcance de las personas.

Capítulo 2

Marco teórico

Como se mencionó en la Introducción, el estudio del tema de la pobreza energética inicia a finales de la década de los 70, principalmente en Reino Unido, debido a la crisis del petróleo en 1973 que ocasionó que personas con bajos recursos no tuvieran acceso al confort térmico de sus hogares dando pie a enfermedades e incluso la muerte. El interés por evaluar la pobreza energética ha ido en aumento, no solo en Europa si no también en América Latina y Asia, tanto que ha llegado a ser una preocupación en agendas políticas y de investigación en la Unión Europea y sus estados miembros, solicitando el establecimiento de una definición clara por parte de las medidas gubernamentales y no gubernamentales [12]. Para poder entender un poco más sobre que es la pobreza energética es necesario hablar sobre el acceso a los servicios básicos de una vivienda, en especial del acceso a la electricidad, así como las diferentes metodologías que se usan para medirla. Aproximadamente 1300 millones de personas carecen de acceso a la electricidad, y 2600 millones no tienen acceso a instalaciones apropiadas de cocina [13]; por lo que satisfacer sus necesidades energéticas no es trivial, además las comunidades no tienen acceso o no pueden pagar los servicios modernos de energía para su desarrollo y empoderamiento; por esta razón el acceso a la electricidad desempeña un papel clave en el suministro de posibilidades y soluciones a las personas pobres en energía. Sin embargo, la pobreza energética ya no es un fenómeno exclusivamente rural, debido a la rápida urbanización mundial y que la mitad de la población vive en áreas urbanas, lo cual implica que la distribución de

los servicios de energía no es equitativa en su mayoría. Además de que la urbanización se da principalmente en zonas que son consideradas pobres, un reporte del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (UN-DESA, por sus siglas en inglés) dice que para el año 2050 las regiones menos desarrolladas serán del 80 % de la población mundial, lo que incrementa la incapacidad gubernamental para brindar servicios energéticos [14].

Al no tener una definición clara sobre como llamar a la falta de acceso de energía, se han utilizado términos en la literatura para describirlo como “pobreza energética”, “privación de energía”, “precariedad energética”, “pobreza de combustible” [15]. La mayoría de los indicadores para medir el acceso a la energía tienen que ver con la disponibilidad, asequibilidad, adecuación, conveniencia y confiabilidad, pero también está ligada a otros sectores como la vivienda y la salud [16]; no debe verse como un sistema binario el cual solo mide si un hogar o comunidad tiene acceso a la electricidad, si no como una mejora continua que permita aumentar el umbral de acceso a lo largo del tiempo. El no tener acceso a la energía representa un retroceso en el desarrollo humano, social, económico e incluso un obstáculo para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la ONU. Si se quiere lograr un impacto en la sustentabilidad ambiental y socioeconómica, el acceso a la energía es la clave principal para lograrlo.

En México, de acuerdo con el CONEVAL, en el año 2018, 24.7 millones de personas se encontraban en deficiencia con respecto al acceso de servicios básicos de la vivienda [17], además el acceso de energía no garantiza disponibilidad en todos los hogares. En el artículo 36 de la Ley General de Desarrollo Social se establece que el CONEVAL debe definir, identificar y medir la pobreza considerando al menos nueve indicadores, de los cuales uno se refiere al “Acceso a los servicios básicos en la vivienda” [7], mientras que en el artículo 4 de la Constitución Mexicana se establece que toda familia tiene derecho a disfrutar una vivienda digna y decorosa, por lo que la ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo; queda claro que tener acceso a la energía es fundamental para cumplir estos derechos, además de ser un impulso para el desarrollo de las naciones. Se puede decir

que el acceso a la energía o la falta de ella está relacionado por las ubicaciones geográficas y características sociodemográficas de las comunidades, debido a esto se han implementado diferentes tipos de metodologías para medir la pobreza energética en diferentes países, este estudio se enfoca principalmente en el método de Nussbaumer et al.(2012), pero es necesario conocer algunas de las otras metodologías recientes en la literatura.

Es un aspecto clave el medir y seguir la pobreza energética para lograr una mejora en la distribución sobre el acceso a servicios de energía modernos para toda la población. Los inicios sobre la medición se dan en las contribuciones teóricas de Rawls y su tradición de la justicia como equidad en 1971 [18], y Sen con su enfoque de capacidades en 1992 [19], de estos enfoques se derivan trabajos como el de Pachauri y Spreng sobre el marco de “acceso y uso” en el 2004 [20], este marco bidimensional colapsó en una sola dimensión al ponderar dimensiones de acceso al combustible implementado por Kemmler y Spreng en 2007 [21][22]. Derivado del enfoque de Sen [18], se han producido avances sobre conceptualización y reconocimiento de la multidimensionalidad de la pobreza por Alkire y Santos en 2014 [23], pobreza energética por Nussbaumer, Bazilian y Modi en 2011 [9], incluso el Banco Mundial realizó un Marco Multinivel para medir el Acceso a la energía (MTF, Multi-tier Framework, por sus siglas en inglés) [24] el cual se basa en iluminación, entretenimiento y comunicación, refrigeración y calefacción de espacios, cargas mecánicas, calefacción de productos y cocción; MTF mide el acceso a la electricidad a través de la potencia máxima de aparatos típicos, lo cual da pie a creaciones de umbrales para dimensiones tales como el suministro máximo y mínimo de energía. Practical Action en 2010 desarrolló un enfoque de Acceso Total a la Energía (TEA, por sus siglas en inglés) [25], por mencionar algunas.

Algo que tienen en común estos métodos es el uso de indicadores que tienen que ver con el acceso a la electricidad de un hogar, el uso de combustibles para cocinar, iluminación y refrigeración de espacios, instalaciones de salud, iluminación comunitaria, así como valores de corte para cada uno de estos indicadores para lograr identificar la falta de energía. Sin embargo, sigue siendo un desafío el definir las dimensiones para enfocar la medición de los servicios de energía. Pachauri y Spreng (2011) [26] hacen hincapié en que las meto-

dologías reflejan la pobreza energética de las personas en varios aspectos, pero también refleja la falta histórica sobre un conjunto normativo de servicios energéticos básicos, el cual ha tenido un bloqueo en el desarrollo de la medición global de la pobreza energética multidimensional. El índice de pobreza energética multidimensional (MEPI) el cual define servicios básicos de energía como “cocina, iluminación, servicios prestados por medio de aparatos domésticos, comunicación y entretenimiento” [9], cuantifica la pobreza energética total causada por la privación de estos servicios, dando dos resultados importantes que son la incidencia y la intensidad de la pobreza energética, este índice tiene sus raíces metodológicas dentro del Índice de Pobreza Multidimensional. El índice de suministro de energía (ESI, por sus siglas en inglés), fue el primero en utilizar indicadores referentes al suministro de energía en forma cualitativa [25] [27]. Con respecto a otros servicios de energía en la medición del acceso a la energía, el marco TEA fue el primero en integrar los servicios de energía de uso productivo (PUE, por sus siglas en inglés) como una categoría totalmente separada [25]. Sovacool et al. (2012) [28] ha mencionado que el acceso inadecuado a la movilidad es un indicador que puede servir para medir la pobreza energética debido a que implica un gran gasto entre las personas de bajos recursos, a pesar de que la literatura tiene escasa información sobre este indicador, una reciente revisión analiza los indicadores relacionados con la asequibilidad del transporte, la movilidad, accesibilidad y la justicia ambiental que se aplican en diferentes entornos [29].

Al estudiar todas estas metodologías, se observa que el marco de medición debe abarcar los servicios energéticos relacionados con el hogar, la comunidad y los usos productivos para tener una mejor precisión a la hora de abordar la pobreza energética. Sin embargo, estos resultados se limitan al contexto nacional o regional en el que fue realizado el análisis, debido a las diferencias de cada país en cuanto a sus necesidades de servicios de energía y la disponibilidad de dispositivos; es claro que la medición de la pobreza energética es fundamental para dar forma a políticas públicas apropiadas que hagan una repartición justa de los servicios. En base a esto, se busca mejorar el MEPI para aplicarlo a México, es claro que las necesidades energéticas de cada país son diferentes, por lo que se debe analizar cuáles serán las dimensiones que nos

den una mejor medición sobre la pobreza energética en México, las dimensiones que se agregarán son las regiones climáticas y el confort térmico. En los siguientes capítulos se explicará a detalle.

Capítulo 3

Metodología

En este capítulo se describe la metodología usada para llegar a cumplir el objetivo, que va desde el desarrollo del MEPI, análisis de sensibilidad del MEPI, las regiones climáticas y bioclimáticas de México, confort térmico, capacidades y diseño de la base de datos. Los datos que se usaron fueron tomados de la encuesta nacional de ingreso y gasto en el hogar realizada en el 2016 por el INEGI [30]. A continuación, se describe el desarrollo del MEPI.

3.1. Índice Multidimensional de Pobreza Energética

Como bien se menciona en el capítulo anterior, existen diferentes métodos para medir la pobreza energética, cada uno con diferentes índices y diferentes contextos, pero todos aterrizados a los servicios energéticos del hogar o comunidad. La literatura nos menciona tres diferentes formas de evaluar la pobreza energética [31], la primera tiene que ver con el enfoque de gastos, tal como Boardman destaca que la pobreza energética se debe a los bajos ingresos y al uso ineficiente de los equipos [2], sin embargo, la revisión financiada del gobierno mostró que la medida del 10 % es demasiado sensible a los precios de la energía y, por lo tanto, fluctúa mucho, independientemente del progreso real realizado para abordar factores importantes como la eficiencia energética de los equipos y propiedades [31][32][33], por lo que ese enfoque se ha

vuelto obsoleto. La segunda forma que es en la que se centra esta tesis, es el enfoque consensuado, incluso es la forma que la mayoría de los estudios utiliza, ya que está basada en información de evaluaciones de las condiciones de las viviendas [31]; y la tercera es el enfoque de medición directa, en esta casi no hay estudios por problemas éticos y técnicos que tienen que ver con la medición directamente de los hogares y monitorear los servicios básicos [31]. De acuerdo con Thomson et al., “la pobreza energética se produce cuando un hogar experimenta niveles inadecuados de servicios en energía” [34].

Como se indicó anteriormente, en Nussbaumer et al. (2012) se desarrolló un índice de pobreza energética Multidimensional que fue aplicado en África, además ha sido ampliamente usado y modificado de acuerdo con las necesidades energéticas de cada país, como Ecuador [35], Filipinas [36] y en siete ciudades de América Latina incluido México [11], sin embargo, en este último estudio no se profundizó a nivel regional. De acuerdo con el análisis de citas de Web of Science¹ realizado en febrero del 2020, el trabajo de Nussbaumer et al., ha sido citado 1109 veces. Dentro de sus resultados obtenidos el valor más cercano a uno significa que tiene una severa pobreza energética y el valor más cercano a cero tiene escasas de pobreza energética, los ejemplos que podemos tomar son Egipto con un MEPI= 0.01 en comparación con Mozambique y su MEPI= 0.87, esto nos dice que Mozambique es severamente pobre en energía en comparación con Egipto. Este método se hace uso de indicadores y como bien menciona la IEA los indicadores no son simplemente datos, son herramientas esenciales que ayudan a enlazar cuestiones energéticas con el desarrollo sostenible para que el público y políticos puedan promover el diálogo institucional [37]. Para la selección de indicadores, Nussbaumer et al. (2012) utilizaron la Encuesta de Demografía y Salud (DHS, por sus siglas en inglés), en este estudio las variables se tomaron de la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto en los Hogares del año 2016. La tabla 3.1 muestra las variables y dimensiones usadas para el cálculo del MEPI.

¹Base de datos bibliográfica

Dimensión	Indicador (peso)	Variable	Corte de privación (pobre sí...)
Cocina	Combustible moderno para cocinar (0.2)	Tipo de combustible para cocinar	Electricidad, GLP, queroseno, gas natural o biogás
	Contaminación interior (0.2)	Alimentos cocinados en estufa o fuego abierto (sin campana/chimenea)	Verdadero
Electricidad	Acceso a electricidad (0.2)	Tiene acceso a electricidad	Falso
Electrodomésticos	Electrodomésticos (0.13)	Tiene refrigerador	Falso
Entretenimiento/Educación	Dispositivos de entretenimiento/educación (0.13)	Tiene radio o televisión	Falso
Comunicación	Medios de telecomunicación (0.13)	Tiene celular o línea telefónica	Falso

Tabla 3.1: Dimensiones y variables de corte.

Cocinar es una de las necesidades básicas de cada hogar, por eso se consideraron variables relacionadas con la cocina como lo son el tipo de combustible para cocinar, cabe mencionar que sí se cocina con combustibles tradicionales como leña o carbón el hogar es considerado pobre, por otro lado la contaminación interior representa un problema de salud por eso se tomó en cuenta el tipo de estufa utilizada, en este caso si cocina con leña o carbón y no tienen una cocina con campana o chimenea el hogar se considera pobre en energía. El acceso a la electricidad en esta época del desarrollo mundial es crucial, ya que brinda numerosos beneficios, además de que otros servicios están relacionados estrechamente, como lo son entretenimiento, educación y comunicación; estos últimos servicios fueron considerados por estar dentro del uso final que se le da al acceso a la energía. El decir que “tiene refrigerador”,

nos da la noción de asequibilidad por el termino de propiedad (tener). También se incluyó un indicador de telecomunicaciones debido a que el uso de teléfonos y celulares ha ido en aumento y requieren de energía para el desarrollo socioeconómico. La metodología usada se deriva de las medidas de pobreza multidimensionales en particular de la Iniciativa de Pobreza y Desarrollo Humano de Oxford (OPHI, por sus siglas en inglés) [38][39][40], el cual está inspirado del trabajo de Amartya Sen (1999) sobre privaciones y capacidades [41].

El MEPI captura un conjunto de privaciones de energía que afectan a una persona, se compone de cinco dimensiones que representan los servicios básicos de energía con seis indicadores; una persona se identifica como pobre en energía si la combinación de las privaciones excede un umbral predefinido. El MEPI es el producto de una proporción de personas identificadas como pobres en energía y la intensidad promedio de privación de los pobres en energía. Formalmente el MEPI mide la pobreza energética en d variables en una población de n individuos. Se tiene una matriz $Y = [y_{ij}]$ de dimensión $n \times d$ logros de i personas en j variables.

$$\begin{pmatrix} y_{i1} & y_{i2} & \cdots & y_{id} \\ y_{1j} \\ y_{2j} \\ \cdots \\ y_{nj} \end{pmatrix} \quad (3.1)$$

Donde $y_i = [y_{i1}, y_{i2}, \cdots, y_{id}]$ representa los logros de i . Y $y_j = [y_{1j}, y_{2j}, \cdots, y_{nj}]$ la distribución de logros de j en i . Por ejemplo, i es una persona en la dimensión j con un logro y de tener un celular. Se define un vector de pesos w_j que corresponden al valor que se aplica en j

$$\sum_{j=1}^d w_j = 1 \quad (3.2)$$

También se define un vector z_j como el límite de privación en j , y se identifican los individuos que sufren de privación en cualquier variable. Se crea una

matriz $g = [g_{ij}]$ de privación donde

$$g_{ij} = \begin{cases} w_j, & \text{si } y_{ij} < z_j; \\ 0, & \text{si } y_{ij} \geq z_j. \end{cases} \quad (3.3)$$

Dada la matriz g se construye un vector c_i , que tiene el conteo de privaciones.

$$\sum_{j=1}^d g_{ij} \quad (3.4)$$

Para identificar a las personas pobres en energía multidimensional, se define un corte $k > 0$, y se aplica al vector c_i , entonces una persona se considera pobre en energía si el total de sus carencias es mayor a k .

$$c_i(k) = \begin{cases} c_i, & \text{si } c_i > k; \\ 0, & \text{si } c_i \leq k. \end{cases} \quad (3.5)$$

Después se calcula H , que representa el índice de personas pobres en energía.

$$H = q/n \quad (3.6)$$

Donde q es el número de personas pobres en energía si $c_i > k$, y n el total de individuos, esto nos da la incidencia de la pobreza energética multidimensional. El promedio del vector $c_i(k)$ representa la intensidad de la pobreza A .

$$\sum_{i=1}^n c_i(k)/q \quad (3.7)$$

Finalmente podemos decir que

$$MEPI = H \times A; \quad (3.8)$$

da como resultado tanto la incidencia como la intensidad de la pobreza energética. Ciertamente esta metodología ofrece una serie de ventajas, ya que se enfoca en los servicios de energía y se basa en datos relacionados con las privaciones de la energía en lugar de derivar información a través de variables supuestamente correlacionadas (por ejemplo, el gasto en consumo de energía). Otra de las ventajas que Nussbaumer et al.(2012) ofrece, es la facilidad para descomponerse, ya que los datos empleados se encuentran a nivel micro,

es decir, hogares o individuos, y puede modificarse o ampliarse, agregando niveles socioeconómicos, regiones, etc. [9]. Es aquí donde se introducen las regiones climáticas, ya que como se ha mencionado anteriormente, México es un país muy diverso climáticamente. Aplicar el método a nivel nacional no da la oportunidad de conocer en su totalidad las necesidades energéticas de las personas. Sin embargo, si el método se aplica en diferentes niveles, puedes conocer las necesidades de las personas que viven en el norte del país y las necesidades de las personas que viven en el sur. Regionalizar te permitirá conocer las necesidades energéticas de acuerdo con los diferentes climas y características de la región, ajustándose a las necesidades energéticas más reales de las personas. A continuación se definen brevemente las regiones climáticas y bioclimáticas que México tiene.

3.2. Regiones climáticas de México

México es un país rodeado de dos diferentes océanos, con una localización geográfica entre las áreas templadas y tropicales del planeta, por lo que caracterizarlo como una sola región climática tan complicada no es fácil. El término de región o provincia climática se refiere a una extensión de la superficie terrestre, que por su situación geográfica y orientación del relieve dominan el mismo o los mismos sistemas de viento y debido a su latitud presenta análogas condiciones de calentamiento. Debido a las diferencias de altitud, exposición a los vientos, cantidad de lluvia y valor de las temperaturas, dan origen a que una misma región pueda tener diferentes grados de humedad y temperatura lo que nos dice que existe una amplia diversidad de climas y que cada región tiene diferentes necesidades y capacidades[42]. En la imagen 3.1 se muestran once regiones climáticas bien definidas. A continuación, se describen brevemente las once regiones, tomadas del libro “Las regiones climáticas de México” escrito por Rosalía Vidal Zepeda [42], este libro toma en cuenta el cambio climático al definir cada región por lo que la misma autora lo considera esencial en cualquier investigación que considere regiones en México.

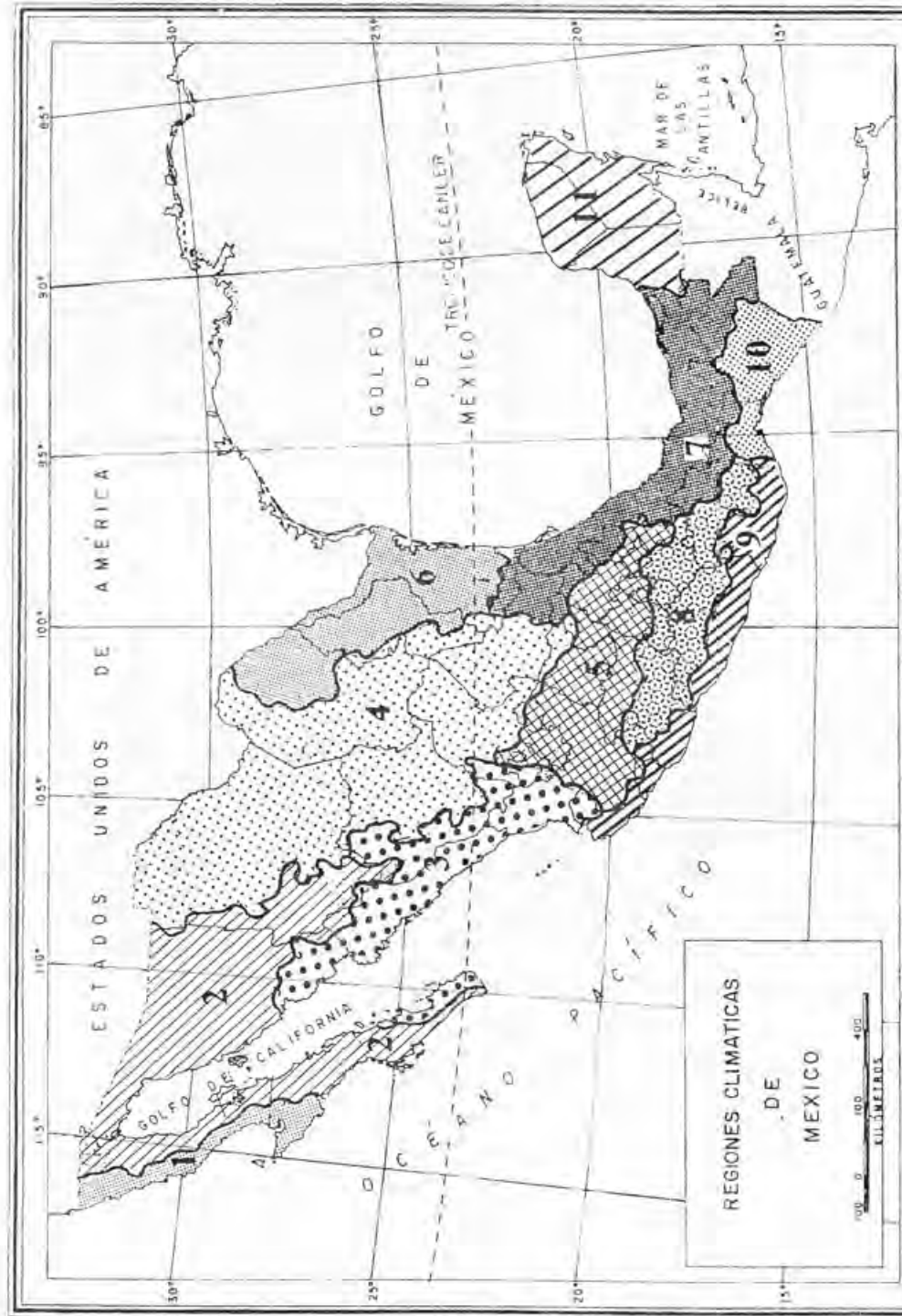


Figura 3.1 : Regiones climáticas de México. Vidal, R. (2005)

3.2.1. Noroeste

El Noroeste comprende el oeste de la península de Baja California hasta la frontera de los Estados Unidos, la recorre en todo su borde oriental una cadena montañosa que se aproxima al golfo de California. Tiene su máximo de lluvia en invierno, el régimen de lluvias es netamente mediterráneo, lo que constituye una de sus principales características climatológicas; cuando el porcentaje de lluvia invernal es mayor de 36% de la anual, el mes más lluvioso puede ser diciembre o enero. Los veranos son secos, hay meses donde carecen totalmente de precipitación, en la parte alta de las montañas el porcentaje de lluvia de invierno llega a ser mayor del 50% del total anual, por lo que la mayoría de precipitación cae de noviembre a abril [42]. La tabla 3.2 muestra todos los estados que pertenecen a la región noroeste y algunos municipios.

Noroeste	
Estado	Municipio
Baja California	Ensenada
	Playas de rosarito
	Tecate
	Tijuana
Baja California Sur	Mulegé

Tabla 3.2: Región Noroeste.

3.2.2. Golfo de California

El Golfo de California comprende desde el este de las montañas de la península de Baja California, la parte central y suroeste de la misma península, la llanura costera de Sonora, los declives de la Sierra Madre Occidental en Sonora y la parte más elevada de dicha sierra en Chihuahua y parte del Mar de Cortés. En esta región, la temporada caliente abarca de mayo a octubre, época en que casi toda la región presenta condiciones cálida y semicálidas, los meses más calientes suelen ser julio y agosto con temperaturas mayores

a 30°; la temporada fría comprende de noviembre a abril, las partes elevadas de las montañas son frías durante enero y febrero y se registran muy bajas temperaturas. Las precipitaciones suelen producirse en invierno debido al viaje de los ciclones extratropicales, en la parte más elevada de la Sierra Madre con frecuencia la precipitación es en forma de nieve, los meses de diciembre o enero son los que alcanzan el máximo de lluvias; en verano en la zona sur y este se presenta su máximo de lluvias en la mitad caliente del año (julio, agosto o septiembre). Sin embargo la precipitación anual varía de escasa a moderada en la parte de llanura sonoreense, correspondiente al Desierto de Altar la precipitación es aún más escasa [42]. La tabla 3.3 muestra los estados registrados en la ENIGH con algunos de sus municipios.

Golfo de California	
Estado	Municipio
Baja California Sur	Comondú
	Loreto
	Los cabos
	La paz
Baja California	Mexicali
Chihuahua	Bocoyna
	Carichí
	Chínipas
	Matachí
Sinaloa	Choix
Sonora	Hermosillo
	Agua prieta
	Altar
	Sahuaripa

Tabla 3.3: Región Golfo de California.

3.2.3. Pacífico Central

El Pacífico Central comprende la llanura costera del Pacífico hasta la Bahía de Banderas, los declives oeste de la Sierra Madre Occidental, el extremo sureste de la península de Baja California Sur, el sur de Sonora, el resto de Sinaloa, el oeste de Durango, todo Nayarit, el suroeste de Zacatecas y oeste de Jalisco. Debido a la localización de los lugares con respecto al trópico de Cáncer, los lugares situados al norte tienen una disminución leve de la temperatura de junio a julio, que coincide con el inicio de la estación lluviosa, pero a partir de octubre la temperatura disminuye rápidamente hasta enero, la temporada fría abarca desde diciembre hasta marzo, siendo enero el mes más frío de la temporada. Los lugares situados al sur del trópico, su temperatura se mantiene constantemente alta de julio a septiembre y a partir de octubre desciende hasta enero; la temporada caliente abarca de mayo a octubre, siendo junio, julio y agosto los meses más calientes. Sin embargo, agosto es el mes más caliente de la península y en algunos sitios del litoral de Sonora, Sinaloa y Nayarit, en la llanura es julio y junio hacia el interior. La temporada lluviosa abarca de junio a octubre, los meses más lluviosos son julio y agosto, los meses más secos son marzo y abril [42]. La tabla 3.4 muestra los estados registrados en la ENIGH y algunos de sus municipios.

Pacífico Central	
Estado	Municipio
Baja California Sur	La paz
	Los cabos
Durango	Guanaceví
	Pueblo Nuevo
Nayarit	Acaponeta
	Bahía de Banderas
Sinaloa	Ahome
	Concordia
Sonora	Cajeme
	Guaymas
Zacatecas	Sombrerete

Tabla 3.4: Región Pacífico Central.

3.2.4. Norte

La región Norte ocupa la parte norte de la Altiplanicie Mexicana y las laderas de las sierras que la limitan y se inclinan hacia ella. Se extiende desde la frontera de Estados Unidos, la limitan por el este de la Sierra Madre Oriental: sierras de Parras, de las Mitras, de la Gavia y de la Paila, por el oeste la Sierra Madre: sierras del Nido, Chávez, Choreachic, Carichic, de las Tunas, del Arco y Coneto, y por el sur las sierras Transversales: sierras de Zacatecas, Guanajuato y del Doctor en Querétaro. Abarca parte de los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas. La temperatura se mantiene alta hasta agosto o septiembre, para bajar drásticamente hacia enero. La temporada cálida abarca de mayo a septiembre, los meses más calientes son junio y julio; octubre y abril son meses de transición pues la temporada fría comprende de noviembre a marzo, siendo diciembre y enero los más fríos. Esta región registra inviernos muy fríos debido a que las masas de aire polar la invaden sin ningún obstáculo. La estación menos seca en la mayor parte de

la región es el verano. En esta región la canícula (sequía de medio verano o sequía intraestival) se presenta como una disminución temporal en la cantidad de precipitación, sobre la mitad oriental y sur del país[42]. La tabla 3.5 muestra los estados registrados en la ENIGH y algunos de sus municipios.

Norte	
Estado	Municipio
Aguascalientes	Asientos
Chihuahua	Cuauhtémoc
	Galena
Coahuila	Acuña
	Cuatro ciénagas
Durango	Canatlán
	El oro
Guanajuato	San Felipe
	San Luis de la Paz
Nuevo León	Doctor Arroyo
	García
Querétaro	Tolimán
San Luis Potosí	Ahualulco
	Ciudad del Maíz
Tamaulipas	Tula
Zacatecas	Calera
	Fresnillo

Tabla 3.5: Región Norte.

3.2.5. Centro

La región Centro se extiende desde la parte sur de la Altiplanicie Mexicana conocida como meseta central o de Anáhuac, las sierras que la limitan; al sur, el Eje Volcánico, al oeste las derivaciones australes de la Sierra Madre Occidental (sierras de Pinabete y de Quila), al este la Sierra Madre Oriental (sierras

de Zacualtipan, Zacapoaxtla, y la región del Cofre de Perote al Pico de Orizaba, y al norte las sierras de Zacatecas, Guanajuato, Pinal de Amoles y Jalpan). Los estados que abarca son Aguascalientes, todo CDMX, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Zacatecas. La temporada caliente comprende de abril a septiembre, siendo mayo y junio los meses más calientes; se nota la disminución de temperatura en los meses más lluviosos que son julio, agosto y septiembre. En octubre se inicia la temporada fría, es necesario decir que la temperatura de este mes es semejante a la media anual y a la del mes de marzo, los meses más fríos son diciembre y enero. Hay contrastes muy marcados de humedad entre los valles y las partes altas de las montañas, por tanto reciben mayor precipitación, la humedad se incrementa al presentarse fenómenos ciclónicos tanto en el Golfo de México como en el océano pacífico. La temporada lluviosa abarca el verano y parte del otoño (mayo a octubre), siendo julio y agosto los meses más lluviosos; durante noviembre a abril prevalecen en la región condiciones de sequía, siendo febrero y marzo los meses más secos[42]. La tabla 3.6 muestra los estados registrados en la ENIGH y algunos de sus municipios.

Centro	
Estado	Municipio
Aguascalientes	Calvillo
	Lesús María
CDMX	Todos
Guanajuato	Celaya
	Irapuato
Hidalgo	Almoleya
	Emiliano Zapata
Jalisco	Acatlán de Juárez
	Guadalajara
México	Amanalco
	Chapa de Mota
Michoacán	Cuitzeo
	Morelia
Puebla	Chignahuapan
	San salvador el seco
Querétaro	Cadereyta de Montes
	San juan del Río
Tlaxcala	Apizaco
	Calpulalpan
Zacatecas	Atolinga
	Juchipila

Tabla 3.6: Región Centro.

3.2.6. Noreste

La región Noreste se extiende desde la vertiente este de la Sierra Madre Oriental y la llanura costera del Golfo de México, adyacente se extiende de noreste a sureste en su mayor parte al norte del trópico de Cáncer. Los estados que abarca van de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. La temporada cálida empieza en abril y termina en octubre, de mayo a septiembre es muy cálido y

los meses de junio, julio y agosto suelen ser los más calientes. La temporada fría inicia en noviembre y termina en marzo, siendo diciembre y enero los meses más fríos. A fines de verano y parte del otoño los ciclones tropicales que se forman en el Mar Caribe y Golfo de México invaden el sur de la región produciendo lluvias, pero al encontrarse con la sierra de Tamaulipas se desvían hacia el noreste; no obstante, introducen humedad en toda la región. La temporada lluviosa abarca de mayo a octubre, meses que pueden considerarse húmedos en gran parte de la región, junio es el mes de máxima intensidad de sequía intraestival o canícula y septiembre es el mes más lluvioso. En el invierno las masas de aire polar continental procedentes de Estados Unidos y Canadá producen sólo un leve incremento en la precipitación de los meses fríos [42]. La tabla 3.7 muestra los estados registrados en la ENIGH y algunos de sus municipios.

Noreste	
Estado	Municipio
Coahuila	Allende
	Frontera
	Monclova
	Zaragoza
Nuevo León	Abasolo
	Doctor González
	Linares
	Monterrey
Tamaulipas	Aldama
	Matamoros
	Soto la Marina
	Villagrán

Tabla 3.7: Región Noreste.

3.2.7. Golfo de México

Esta región comprende la vertiente este de la Sierra Madre Oriental, al sur de la sierra de Tamaulipas, la llanura costera del Golfo de México y la vertiente boreal de las montañas del norte de Chiapas. Los estados que abarca son el sur de Tamaulipas, todo Veracruz y Tabasco, el suroeste de Campeche, el oriente de San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla, el noreste de Oaxaca y el norte de Chiapas. En la temporada caliente, junio es el mes más caliente en toda la porción norte, y mayo en los lugares localizados al sur; de mayo a septiembre toda la llanura costera registra temperaturas superiores a los $26^{\circ}C$. Enero se vuelve el mes más frío del año con temperaturas inferiores a los $18^{\circ}C$; los meses de septiembre y octubre aumenta la cantidad de lluvia debido a las perturbaciones ciclónicas que tienen origen en el Mar de las Antillas y Golfo de México [42]. La tabla 3.8 muestra algunos los estados registrados en la ENIGH y algunos de sus municipios.

Golfo de México	
Estado	Municipio
Campeche	Carmen
	Palizada
Chiapas	Aldama
	Chicoasén
Hidalgo	Huautla
	Jaltocán
Oaxaca	El Espinal
	San Juan Cotzocón
Puebla	Amixtlán
	Cañada Morelos
Querétaro	Corregidora
	Huimilpan
San Luis	Aquismón
Potosí	Coxcatlán
Tamaulipas	Altamira
	Ciudad Madero
Tabasco	Todos
Veracruz	Todos

Tabla 3.8: Región Golfo de México.

3.2.8. Cuenca del Río Balsas y Valles de Oaxaca

La cuenca del río Balsas se localiza entre la Sierra Volcánica Transversal que la limita por el norte, la Sierra Madre del Sur y las montañas de la Mixteca por el sur y oriente, la región esta íntegramente dentro de la zona tropical. Abarca parte de los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, México, todo Morelos, Puebla y Oaxaca. El descenso del Eje Volcánico al río Balsas no es uniforme, ya que el terreno desciende primero y vuelve a elevarse. El relieve de los valles de Oaxaca es un área complicada lo que ocasiona la gran diversidad

de climas. En la mayoría de la región se registra enero como el mes más frío y mayo como el más caliente; la estación lluviosa en la región es el verano, sin embargo, en la mitad de ella se presenta la canícula. La precipitación del verano y parte del otoño se incrementa por la presencia de ciclones tropicales del Pacífico; hay dos temporadas bien definidas, la lluviosa que se inicia en mayo y termina en octubre y la seca que abarca de diciembre a marzo, los meses de junio a septiembre son húmedos en toda la región, noviembre y abril son meses de transición hacia la temporada seca y la lluviosa respectivamente [42]. La tabla 3.9 muestra los estados registrados en la ENIGH y algunos de sus municipios.

Cuenca del río Balsas y Valles de Oaxaca	
Estado	Municipio
Guerrero	Almoloya
	Buena Vista de Cuellar
Jalisco	Jilotlán de los Dolores
	Quitupán
México	Amanalco
	Donato Guerra
Michoacán	Ario
	Huetamo
Morelos	Todos
Oaxaca	Concepción del Palmar
	Nejapa de Madero
Puebla	Acatzingo
	Atlixco
Tlaxcala	Amacac de Guerrero
	Cuapixtla

Tabla 3.9: Región Cuenca del río Balsas.

3.2.9. Pacífico Sur

Esta región también se encuentra dentro de la zona tropical, abarca las laderas australes de la Sierra Madre del Sur de noroeste a sureste, desde la Bahía Banderas hasta el Istmo de Tehuantepec. Los estados que contempla son todo Colima, parte de Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca. La temporada de ciclones tropicales se da a fines del verano y principios del otoño, siendo junio, julio, agosto y septiembre los meses más lluviosos, octubre es el último mes húmedo. La temporada seca va de noviembre a abril, siendo febrero y marzo los meses más secos; los meses más fríos son diciembre y enero, mientras que los meses más calientes son abril y mayo, sin embargo en Jalisco y Colima así como la franja litoral que llega hasta Puerto Escondido, el mes más caliente puede ser junio, julio o agosto debido a la influencia marítima y el solsticio de verano [42]. La tabla 3.10 muestra los estados que pertenecen a la región y algunos de sus municipios.

Pacífico Sur	
Estado	Municipio
Colima	Todos
Guerrero	Acapulco
	Benito Juárez
	Igualapa
	Zihuatanejo
Jalisco	Autlán de Navarro
	Cihuatlán
	Puerto Vallarta
	Tomatlán
Michoacán	Coahuayana
	Coalcomán
	Lázaro Cárdenas
Oaxaca	Cuilapám de Guerrero
	San Juan Colorado
	Santiago Pinotepa
	Villa de Tututepec

Tabla 3.10: Región Pacífico Sur.

3.2.10. Sureste

La región sureste se extiende desde el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca hasta el sur del estado de Chiapas. La parte más elevada de la región es la Sierra Madre de Chiapas, los estados que la forman son Oaxaca y Chiapas. La temporada de lluvias es de mayo a octubre, siendo de junio a septiembre los meses más lluviosos, sin embargo en julio se presenta la canícula por lo que las lluvias disminuyen en comparación de junio y agosto. La temporada seca inicia bruscamente en noviembre, siendo enero y febrero los meses más secos. A lo largo del año se registran temperaturas mayores a los $22^{\circ}C$, sin embargo en la temporada fría del año sobre la meseta central y la Sierra Madre

de Chiapas las temperaturas son inferiores a los $12^{\circ}C$. El mes más caliente es mayo en casi toda la región, mientras que en el sureste de la Sierra Madre de Chiapas y parte del extremo este de la depresión central abril es el mes más caliente. Es importante decir que el clima cálido húmedo de esta región difiera de la región del Golfo de México debido al porcentaje de lluvias, ya que el Golfo se ve afectado por el norte que incrementan la precipitación en los meses fríos, cosa que en esta región se ve aislado por las montañas de Chiapas [42]. La tabla 3.11 los estados registrados en la ENIGH y algunos de sus municipios.

Sureste	
Estado	Municipio
Chiapas	Acacoyagua
	Cintalapa
	La Trinitaria
	Villaflores
Oaxaca	Asunción Ixtaltepec
	Juchitán de Zaragoza
	Salina Cruz
	Santo Domingo Zanatepec

Tabla 3.11: Región Sureste.

3.2.11. Península de Yucatán

Esta región tiene escasos relieves, la porción más elevada es la meseta baja tectónica de Zoh Laguna que se extiende en el límite Campeche y Quintana Roo, hacia el noreste es una zona de altitud media, al norte se eleva debido a la Sierra de Ticul. Los estados que abarca son todo Yucatán y Quintana Roo y parte de Campeche. Los meses más calientes son mayo y junio, aunque existe una temporada lluviosa bien definida que va de mayo a octubre, siendo septiembre el mes más lluvioso. La temporada seca va de noviembre a abril, siendo febrero, marzo y abril los meses más secos. En esta región siempre hace calor, debido a su posición intertropical; los meses más frescos son diciembre, enero y febrero con temperaturas inferiores a los $22^{\circ}C$ [42]. La tabla 3.12 muestra los estados que pertenecen a la región y algunos de sus municipios.

Península de Yucatán	
Estado	Municipio
Campeche	Calakmul
	Champotón
	Escárcega
	Tenabo
Quintana Roo	Todos
Yucatán	Todos

Tabla 3.12: Región Península de Yucatán.

3.3. Regiones bioclimáticas

En la sección anterior se mencionan once regiones climáticas, que están bien definidas de acuerdo con Vidal Zepeda. Se consideró pertinente tomar en cuenta las regiones bioclimáticas por la gran variedad de climas que México tiene, ya que está dividido por el trópico de Cáncer y tiene dos zonas térmicas claramente diferenciadas, se toman en cuenta los bioclimas para entender mejor la relación con las dimensiones del MEPI ya que el bioclima tiene que ver en específico con las características del lugar, en comparación con las climáticas que son más generales. Dada la importancia del confort térmico como un elemento fundamental al considerar los consumos energéticos, se consultó con un estudio de consumo de energía en edificios en México que el clima está más ligado al consumo de energía que en el nivel de desarrollo económico y la importancia de la temperatura es esencial dentro de los bioclimas [43], esto indica que hacer la medición por regiones climáticas y bioclimáticas es más acertada que por gastos e ingresos, ya que las necesidades energéticas están más ligadas al lugar donde se vive.

Sin embargo, por las distintas elevaciones de las cadenas montañosas y las regiones cercanas a los litorales, hay zonas con temperaturas extremas, ya sean climas desérticos o climas muy húmedos. El bioclima consiste en determinar las condiciones o sensaciones térmicas para el ser humano, como frío, calor, humedad, etc., en cada zona ecológica del país [43]; para las características generales de los bioclimas, Calixto y Huelsz (2018) [43] tomaron información realizada por el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) y la Comisión Nacional del Fomento a la Vivienda (CONAFOVI), los cuales a su vez se basaron en King (1994) y Morillón (2004 y 2005). Se tienen identificados tres tipos de bioclima, semifrío, templado y cálido, estos derivan en función de la humedad ambiente seco, semihúmedo y húmedo, quedando diez regiones bioclimáticas definidas [44]. El INFONAVIT publicó un listado de los diez bioclimas, asignando a cada municipio su bioclima correspondiente [45], esto facilitó la distribución de los datos.

3.3.1. Cálido Seco

En esta región se encuentran ciudades como Mexicali, Obregón, Culiacán, La Paz, Juárez, Gómez Palacios, Monterrey, Torreón, Hunucmá, Motul, entre otras. Abarca parte de las regiones climáticas anteriormente definidas como región centro, Cuenca del río Balsas, Golfo de California y México, noreste, norte, noroeste, pacífico central y península de Yucatán. La temperatura media y mínima se encuentra por debajo de los rangos de confort, excepto en verano que es cuando los sobre pasa. La oscilación diaria es entre 10° y $20^{\circ}C$; la humedad es baja en primavera y permanece dentro del rango de confort en temporada de lluvias y los vientos son calientes en verano y fríos en invierno [44]. La tabla3.13 muestra parte de los estados que la componen, así como su región climática correspondiente.

Cálido Seco	
Estado	Región climática
Baja California Sur	Golfo de California
	Noroeste
	Pacífico Central
Coahuila	Noreste
	Norte
Durango	Norte
	Pacífico Central
Hidalgo	Centro
Jalisco	Centro
Michoacán	Cuenca del río Balsas
Nuevo León	Noreste
	Norte
Oaxaca	Cuencua del río Balsas
Querétaro	Centro
San Luis Potosí	Norte
Sinaloa	Golfo de California
	Pacífico Central
Sonora	Golfo de California
	Pacífico Central
Tamaulipas	Golfo de México
	Noreste
	Norte
Yucatán	Península de Yucatán

Tabla 3.13: Región Cálido Seco.

3.3.2. Cálido Seco Extremoso

Dentro de esta región se localizan ciudades como Bocoyna, Guadalupe y Calvo, Hermosillo, Puerto peñasco, entre otras. Las regiones climáticas que abarca son Golfo de California, Noreste y Norte. Las temperaturas máxima y mínima están fuera del rango de confort, mientras que la media se encuentra dentro. Las noches suelen ser muy frías durante invierno alcanzando temperaturas hasta de $-23^{\circ}C$ y durante verano las tardes son muy calurosas con temperaturas mayores a $34^{\circ}C$ [44]. La tabla 3.14 muestra parte de los estados que la componen, así como su región climática correspondiente.

Cálido Seco Extremoso	
Estado	Región climática
Baja California	Golfo de California
Chihuahua	Golfo de California
	Norte
Coahuila	Norte
	Noreste
Sonora	Golfo de California
Tamaulipas	Noreste

Tabla 3.14: Región Cálido Seco Extremoso.

3.3.3. Cálido Semihúmedo

En esta región se ubican ciudad Victoria, Mazatlán, Colima, Mérida entre otras. Abarca parte de las regiones climáticas como centro, cuenca del río Balsas, golfo de México, noreste, norte, pacífico central, pacífico sur, sureste y península de Yucatán. La temperatura máxima sobrepasa los rangos de confort a excepción de invierno, la media permanece dentro todo el año y la mínima por debajo; la humedad relativa máxima está por encima del rango durante todo el año, la media y la mínima se ubican dentro [44]. La tabla 3.15 muestra parte de los estados que la componen, así como su región climática correspondiente.

Cálido Semihúmedo	
Estado	Región Climática
Colima	Pacífico Sur
Guanajuato	Centro
Hidalgo	Golfo de México
México	Centro
Morelos	Cuenca del río Balsas
Nayarit	Pacífico Central
Querétaro	Golfo de México
Sinaloa	Pacífico Central
Veracruz	Golfo de México
Yucatán	Península de Yucatán
Chiapas	Golfo de México
	Sureste
Guerrero	Cuenca del río Balsas
	Pacífico Sur
Nuevo León	Noreste
	Norte
San Luis Potosí	Golfo de México
	Norte
Tamaulipas	Golfo de México
	Noreste
Jalisco	Centro
	Cuenca del río Balsas
	Pacífico Sur
Michoacán	Centro
	Cuenca del río Balsas
	Pacífico Sur
Oaxaca	Golfo de México
	Pacífico Sur
	Sureste

Tabla 3.15: Región Cálido Semihúmedo.

3.3.4. Cálido Húmedo

Algunas ciudades que se ubican dentro de esta región son Campeche, Manzanillo, Tapachula, Acapulco, Cancún, Chetumal, Puerto Vallarte, Villahermosa, Tampico, Veracruz, entre otras. Dentro de las regiones climáticas que abarca se encuentra parte del Golfo de México, Noreste, Pacífico Central y Sur, Sureste y Península de Yucatán. La temperatura media y máxima se encuentran fuera de los rangos de confort en verano, la humedad relativa permanece fuera de confort casi todo el año, los vientos son huracanados con presencia de ciclones [44]. La tabla 3.16 muestra parte de los estados que la componen, así como su región climática correspondiente.

Cálido Húmedo	
Estado	Región climática
Campeche	Golfo de México
	Península de Yucatán
Chiapas	Golfo de México
	Sureste
Colima	Pacífico Sur
Guerrero	Pacífico Sur
Jalisco	Pacífico Sur
Nayarit	Pacífico Central
Oaxaca	Golfo de México
	Pacífico Sur
	Sureste
Puebla	Golfo de México
Quintana Roo	Península de Yucatán
Tabasco	Golfo de México
Tamaulipas	Golfo de México
	Noreste
Veracruz	Golfo de México

Tabla 3.16: Región Cálido Húmedo.

3.3.5. Templado Húmedo

Esta región está presente en una parte muy pequeña del territorio nacional, algunas ciudades que se encuentran dentro son Cuernavaca, Iztapalapa, Santiago Papasquiaro, Tepic, Uruapan, entre otras. Las regiones climáticas que abarca son Centro, Cuenca del río Balsas, Golfo de México, Norte y Pacífico Central. La temperatura máxima está por encima de los rangos de confort en la época de primavera y verano mientras que la mínima esta por debajo. La oscilación térmica diaria está entre 11° y $13^{\circ}C$, la humedad relativa, media y máxima están por encima de los rangos de confort[44]. La tabla 3.17 muestra

parte de los estados que la componen, así como su región climática correspondiente.

Templado Húmedo	
Estado	Región climática
Chihuahua	Norte
Ciudad de México	Centro
Durango	Norte
	Pacífico Central
Guanajuato	Centro
Michoacán	Centro
	Cuenca del río Balsas
Morelos	Cuenca del río Balsas
Nayarit	Pacífico Central
Puebla	Golfo de México
Veracruz	Golfo de México

Tabla 3.17: Región Templado Húmedo.

3.3.6. Templado

En esta región se ubican ciudades como Guanajuato, Chilpancingo, Guadalajara, entre otras. Las regiones climáticas que abarca son Centro, Cuenca del río Balsas, Golfo de México, Noreste, Norte y Pacífico Sur. La temperatura máxima está por encima de los rangos de confort en primavera, la mínima permanece por debajo durante todo el año. Las oscilaciones de temperatura están entre 10° y $18^{\circ}C$; la humedad relativa máxima sobrepasa los rangos de confort, la media y mínima se ubican dentro [44]. La tabla 3.18 muestra parte de los estados que la componen, así como su región climática correspondiente.

Templado	
Estado	Región Climática
Guanajuato	Templado
Guerrero	Cuenca del río Balsas
	Pacífico Sur
Hidalgo	Centro
Jalisco	Centro
	Cuenca del río Balsas
	Pacífico Sur
México	Centro
	Cuenca del río Balsas
Michoacán	Centro
	Cuenca del río Balsas
	Pacífico Sur
Oaxaca	Cuenca del río Balsas
Puebla	Centro
	Cuenca del río Balsas
	Golfo de México
Querétaro	Centro
	Golfo de México
Tamaulipas	Noreste
Tlaxcala	Centro
	Cuenca del río Balsas
Zacatecas	Centro
	Norte

Tabla 3.18: Región Templado.

3.3.7. Templado Seco

En dicha región se localizan ciudades como Durango, San Luis Potosí, Querétaro, Saltillo, León, Oaxaca, Tijuana, entre otras. Las regiones climáticas que abarca son Centro, Cuenca del río Balsas, Golfo de México, Noroeste, Norte, Pacífico Sur y Sureste. Durante los meses marzo a octubre la temperatura máxima sobrepasa los rangos de confort por la tarde, pero por las noches y madrugada la temperatura mínima está por debajo, esto durante todo el año. La oscilación diaria está entre 13° y $17^{\circ}C$ y la humedad relativa máxima está por encima de los rangos de confort durante julio a octubre, la media y mínima se ubican dentro de ellos [44]. La tabla 3.19 muestra parte de los estados que la componen, así como su región climática correspondiente.

Templado Seco	
Estado	Región Climática
Aguascalientes	Centro
	Norte
Baja California	Noroeste
Chihuahua	Norte
Coahuila	Norte
Durango	Norte
Guanajuato	Centro
	Norte
Hidalgo	Centro
México	Centro
Nuevo León	Norte
Oaxaca	Cuenca del río Balsas
	Golfo de México
	Pacífico Sur
	Sureste
San Luis Potosí	Golfo de México
	Norte

Tabla 3.19: Región Templado Seco.

3.3.8. Semifrío Seco

Dentro de esta región se encuentran ciudades como Zacatecas, Tulancingo, Pachuca de Soto, Tabasco, Zapotlán de Juárez, entre otras. Las regiones climáticas que abarca son Centro, Golfo de México, Norte y Pacífico Central. Sus temperaturas media y mínima se encuentran por debajo del rango de confort durante todo el año, la máxima apenas sobrepasa el rango en primavera. La oscilación diaria aproximadamente es de $13^{\circ}C$. Los rangos de humedad relativa media y máxima están dentro del confort pero la mínima es baja durante todo el año, los vientos son fríos en invierno y por las noches [44]. La tabla 3.20 muestra parte de los estados que la componen, así como su región climática correspondiente.

Semifrío Seco	
Estado	Región climática
Ciudad de México	Centro
Hidalgo	Centro
	Golfo de México
Zacatecas	Centro
	Norte
	Pacífico Central

Tabla 3.20: Región Semifrío Seco.

3.3.9. Semifrío

Algunas ciudades que pertenecen a esta región son Tlaxcala, Puebla, México, Toluca, entre otras. Las regiones climáticas que abarca son Centro, Cuenca del río Balsas, Golfo de México y Sureste. Las temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año, mientras que la máxima sobrepasa ligeramente los rangos. La oscilación diaria está dentro de 10° y $15^{\circ}C$, la humedad relativa media y máxima están dentro del confort, pero la mínima es baja durante todo el año. Los vientos son fríos en

invierno y en la noche [44]. La tabla 3.21 muestra parte de los estados que la componen, así como su región climática correspondiente.

Semifrío	
Estado	Región climática
Chiapas	Golfo de México
	Sureste
Ciudad de México	Centro
México	Centro
	Cuenca del río Balsas
Puebla	Centro
	Cuenca del río Balsas
Tlaxcala	Cuenca del río Balsas

Tabla 3.21: Región Semifrío.

3.3.10. Semifrío Húmedo

Esta región se considera la más pequeña de todas, ya que solo cubre cuatro municipios de Veracruz, los cuales son Córdoba, Fortín, Orizaba y Xalapa, y un municipio del estado de México el cual es Jocotitlán. Dentro de las regiones climáticas que abarca solo esta parte del Golfo de México. Las temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año, la máxima sobrepasa ligeramente en verano; la oscilación diaria es de 10° a $12^{\circ}C$ [44]. La humedad relativa mínima está dentro del confort, la media y máxima se encuentran por encima del rango durante todo el año.

3.4. Confort térmico

México es un país con una gran diversidad de climas, aunque los climas no son tan fríos como en Europa, sí hay climas extremos y debido al cambio climático cada vez varían más. En Europa el confort térmico es indispensable debido a que se dan casos de personas que mueren por la falta de este;

Thomson et al. (2019) [46] estiman que en el verano de 2003 aproximadamente 70,000 personas murieron debido al calor excesivo en Europa. La pobreza energética como ya se mencionó, ocurre cuando un hogar es incapaz de acceder a niveles adecuados de servicios energéticos, y el confort térmico es un servicio energético que debe considerarse debido a la variedad de climas existentes y al cambio radical de temperaturas en estos últimos años. Dentro de los problemas de privación de servicios energéticos identificados Bouzarovski y Petrova (2015) [34], se encuentra la calefacción de espacios y la refrigeración de estos. La calefacción de espacios es un problema para hogares que se encuentra dentro de un clima frío, ya sea por ser un hogar de bajos ingresos o por ser un hogar con servicios de energía muy limitados; el acceso a métodos más eficaces en cuanto a la calefacción doméstica es un punto central que resolver para países en desarrollo, y México es uno de ellos [34]. De igual forma, la posibilidad de acceder a el enfriamiento de espacios en hogares localizados en climas con veranos calurosos donde actualmente las olas de calor han incrementado debido al cambio climático, el tener acceso al servicio puede ser un problema [34]. El método MEPI es capaz de aceptar nuevas dimensiones y variables, por lo que a la tabla 3.1 se agregó la siguiente dimensión con sus respectivas variables.

Dimensión	Indicador (peso)	Variable	Corte de privación (pobre sí...)
Confort térmico	Acceso a confort térmico	Tiene aire acondicionado (o ventilador)/calefacción	Falso

Tabla 3.22: Dimensión confort térmico

3.4.1. Temperatura

Al tomar en cuenta el confort térmico es necesario tomar la temperatura como una variable para entender si el hogar necesita o no del confort térmico. Cada estado tiene en sus respectivos municipios estaciones meteorológicas que almacenan cientos de datos meteorológicos, uno de ellos es sobre las temperaturas, se tomaron solo en cuenta las estaciones que están en operación,

a pesar de que algunos municipios tienen estaciones que están suspendidas, para el cálculo de temperaturas se utilizaron las estaciones más cercanas a dicho municipio. El cálculo de temperaturas se realizó a nivel municipio, debido a que no todas las localidades del municipio cuentan con una estación meteorológica. Se consideran las temperaturas mínimas, máxima y promedio anuales. Es importante decir que los datos de las estaciones fueron proporcionados directamente por la Comisión Nacional del Agua. De acuerdo con Fuentes-Freixanet (2010) [47], la temperatura base no se refiere a la temperatura de confort, sino a la temperatura en la cual los equipos de climatización empiezan a funcionar, además de que la temperatura base varía de ciudad en ciudad. En este sentido, y para fines ilustrativos, se definió la temperatura base en $25^{\circ}C$, temperatura de calefacción en $10^{\circ}C$ [43] y se consultó la norma ASHRAE para la temperatura de aire acondicionado/ventilador, quedando en $30^{\circ}C$, es decir, se necesita calefacción cuando las temperaturas promedio o mínima son menores a $10^{\circ}C$ y se necesita aire acondicionado cuando las temperaturas promedio o máxima son mayores a $30^{\circ}C$. El diagrama siguiente muestra la distribución de necesidades, donde C es *calefacción*, t_{prom} es la temperatura promedio y t_{min} es la temperatura mínima.

$$C = \begin{cases} si & t_{prom} < 10^{\circ}C, & C; \\ si & t_{min} < 10^{\circ}C, & C \end{cases}$$

Para saber si es necesario usar aire acondicionado o ventilador se sigue la misma idea, AC es *aire acondicionado/ventilador*, t_{prom} es la temperatura promedio y t_{max} es la temperatura máxima.

$$AC = \begin{cases} si & t_{prom} > 30^{\circ}C, & AC; \\ si & t_{max} > 30^{\circ}C, & AC \end{cases}$$

El apéndice A muestra tablas con los municipios que no contaban con estaciones en operación y se recurrió a poner datos de los municipios cercanos, tenga en cuenta que solo se está considerando los municipios que la ENIGH maneja. La tabla 3.23 muestra los rangos de temperatura máxima, mínima y media por región bioclimática.

En el siguiente capítulo se muestran los resultados obtenidos usando las dimensiones de Nussbaumer y la dimensión confort térmico.

Región bioclimática	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Promedio
Cálido Seco	49	-15	21.7
Cálido Seco Extremoso	49	-23	18.8
Cálido Semihúmedo	50	-8	23.6
Cálido Húmedo	50	-5	24.2
Templado Húmedo	46	-21	19.4
Templado	45	-10	17.6
Templado Seco	49	-15	20.7
Semifrío Seco	49	-12	18.8
Semifrío	-7	44	15.2
Semifrío Húmedo	0	40	19.7

Tabla 3.23: Rango de temperaturas

3.5. Base de datos

Debido a que el cálculo del MEPI se realizará con datos de encuestas, es necesario tener siempre los datos almacenados de forma segura, por esta razón se construirá una base de datos que tenga los datos de las encuestas y además que se acople al diseño de la página web, que será la herramienta para que la sociedad pueda visualizar la PE en México. Una base de datos es un conjunto o grupo de datos que se encuentran relacionados entre sí, que tienen alguna dependencia entre ellos o pertenecen a un mismo contexto. Son diseñadas para ofrecer una manera organizada para almacenar, administrar y recuperar información[48]. Se utilizará el sistema manejador de base de datos PostgreSQL, debido a que es una herramienta gratis, y se diseñará el diagrama entidad-relación de la base de datos con ayuda del software UML. La figura 3.2 muestra como quedaron distribuidas las tablas y su relación entre ellas. En total se definieron dieciséis tablas, las otras tres se generan de forma automática al realizar una relación.

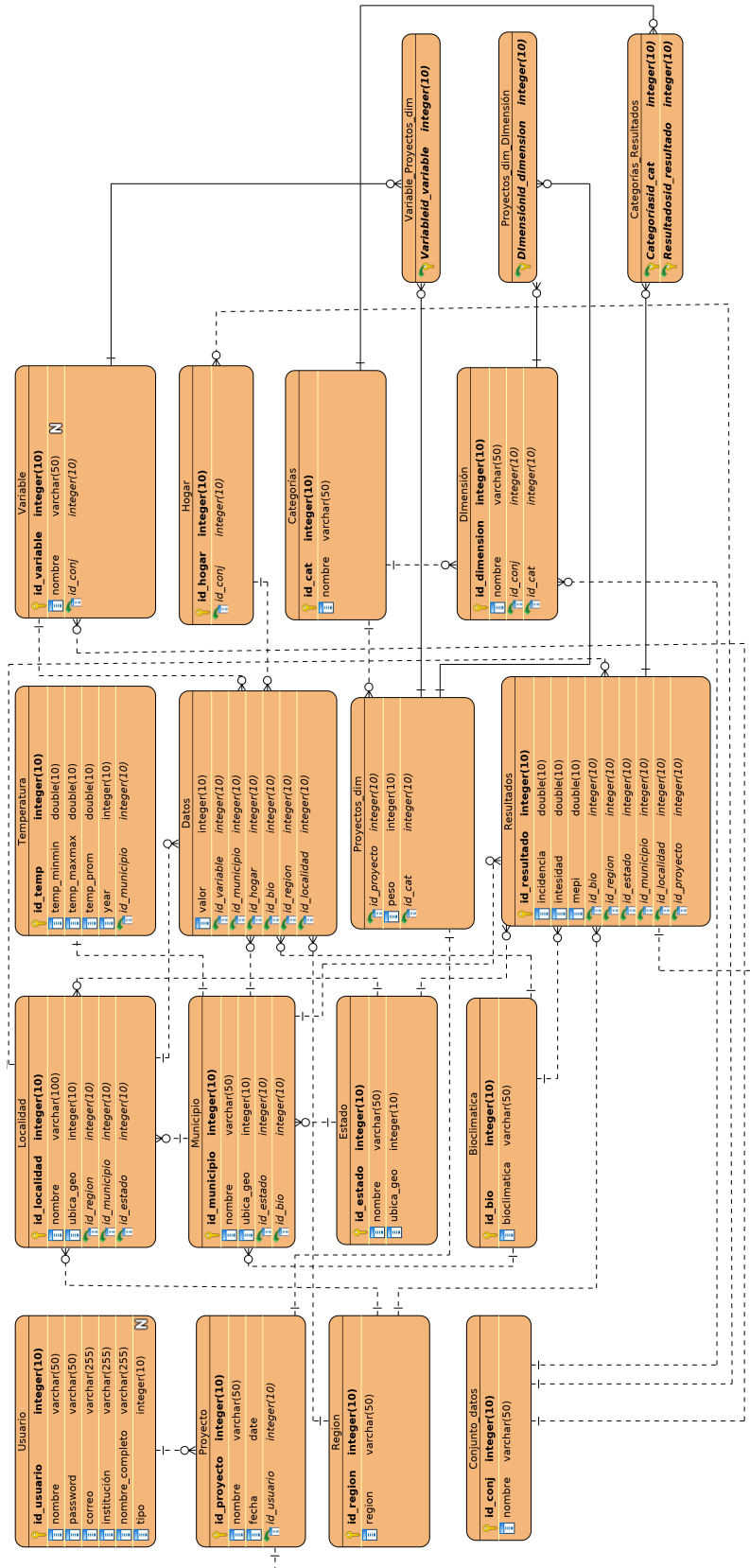


Figura 3.2: Diagrama Entidad-Relación de la base de datos.

Capítulo 4

Resultados

Se calculó el MEPI para las once regiones climáticas y diez bioclimáticas, con datos disponibles de la ENIGH, se estableció el límite de pobreza energética multidimensional $k = 0.3$ definido por Nussbaumer et al.; esto implica que una persona se considera pobre en energía si la suma de sus carencias sobrepasa el límite, ya sea que no tiene acceso a una cocina que utiliza combustibles modernos para cocinar o no se beneficia de los servicios de energía suministrados por la electricidad. Las regiones se clasifican según el grado de pobreza energética, desde pobreza energética aguda (MEPI bioclimático > 0.06 por ejemplo, cálido semihúmedo), hasta pobreza energética moderada (MEPI bioclimático < 0.04 ; por ejemplo, cálido seco).

La figura 4.1 muestra la relación intensidad, incidencia y MEPI de las regiones climáticas de México usando las dimensiones y pesos que Nussbaumer define. Se observa que las regiones que más se acercan a 1 sufren de mayor pobreza energética que las que se acercan a 0, por ejemplo el golfo de México sufre de una pobreza energética mayor al noroeste y no solo eso, su incidencia (número de pobres) es mayor, esto nos dice que en el Golfo de México hay muchos pobres con demasiadas carencias a diferencia del Noroeste, que hay pocos pobres pero esos pocos tienen muchas carencias debido a su intensidad. La tabla 4.1 indica los pesos que fueron tomados para el cálculo del MEPI.

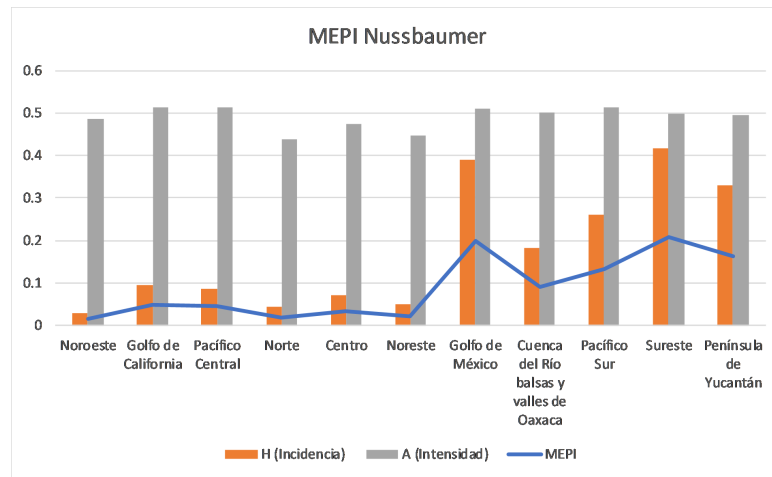


Figura 4.1: MEPI en regiones climáticas de México.

Dimensión	Peso
Cocina	(combustible moderno) 0.2
	contaminación interna (0.2)
Electricidad	0.2
Electrodomésticos	0.13
Entretenimiento	0.13
Comunicación	0.13

Tabla 4.1: Pesos Nussbaumer.

Se realizaron más cálculos del MEPI cambiando los pesos de las variables y agregando la dimensión confort térmico, también se modificó el peso original de Nussbaumer para incluir confort térmico, de tal manera que fuera proporcional al original. La tabla 4.2 muestra los pesos que fueron considerados. Teniendo en cuenta estos pesos, se realizó el cálculo del MEPI para regiones climáticas tomando en cuenta confort térmico considerando temperatura y sin temperatura. La figura 4.2 muestra la diferencia de MEPI, con temperatura usando los pesos de Nussbaumer Confort (NT) y confort térmico (CT) y sin temperatura usando los pesos de Nussbaumer (N) y los pesos de confort térmico (C).

Dimensión	Peso confort térmico	Peso Nussbaumer confort
Cocina	(combustible moderno) 0.13	(combustible moderno)0.18
	(contaminación interna) 0.13	(contaminación interna)0.18
Electricidad	0.24	0.18
Electrodomésticos	0.21	0.115
Entretenimiento	0.07	0.115
Comunicación	0.08	0.115
Confort térmico	0.14	0.115

Tabla 4.2: Pesos Confort térmico.

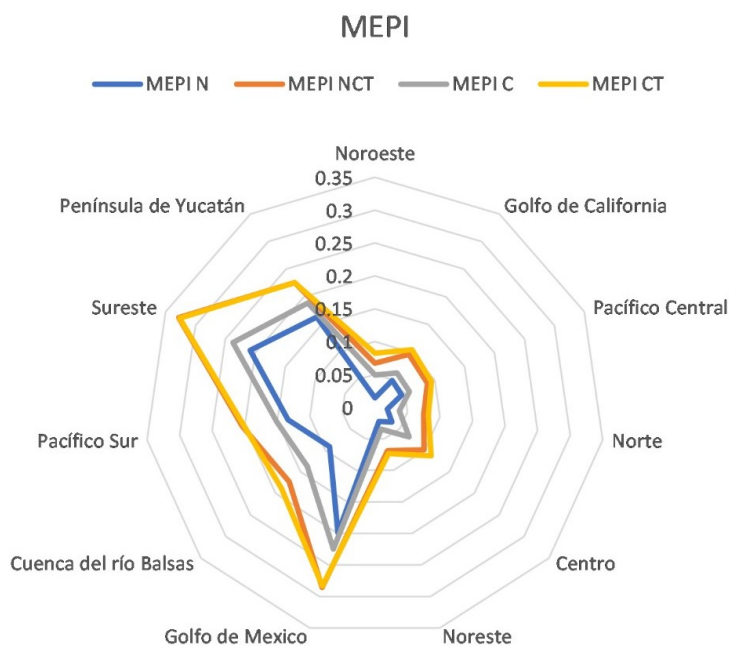


Figura 4.2: MEPI en regiones climáticas de México con y sin Temperatura.

Entre el MEPI con pesos de Nussbaumer con y sin confort térmico se observa una gran diferencia, por ejemplo en el golfo de California el MEPI sin considerar confort es de 0.04 muy cercano a cero, lo que nos dice que su pobreza energética es baja, mientras que cuando se considera el confort térmico su MEPI se vuelve de 0.09, aunque la diferencia es mínima entre décimas, nos

deja en claro que existen hogares donde es necesario el uso del confort térmico y no lo tienen, esto es gracias al criterio establecido de temperatura el cual nos dice quien sí necesita aire acondicionado o calefacción y no lo tiene o lo tiene pero no lo necesita o incluso necesita ambos; además si vemos la figura 4.3, el número de pobres aumenta considerablemente cuando se toma en cuenta el confort térmico, quiere decir que hay más personas pobres porque no tienen aire acondicionado o calefacción y la necesitan. Otro caso interesante es la región Noroeste, con un MEPI muy cercano a cero 0.014, cuando se considera el confort térmico se vuelve 0.067, diciendo que el número de pobres aumenta al considerar el confort, requiriendo calefacción, aire acondicionado o ambas cosas en sus hogares, incluso al observar su incidencia se observa el aumento de 0.029 a 0.15, a pesar de que sean pocos pobres, esos pocos pobres realmente necesitan el confort térmico y no lo tienen.

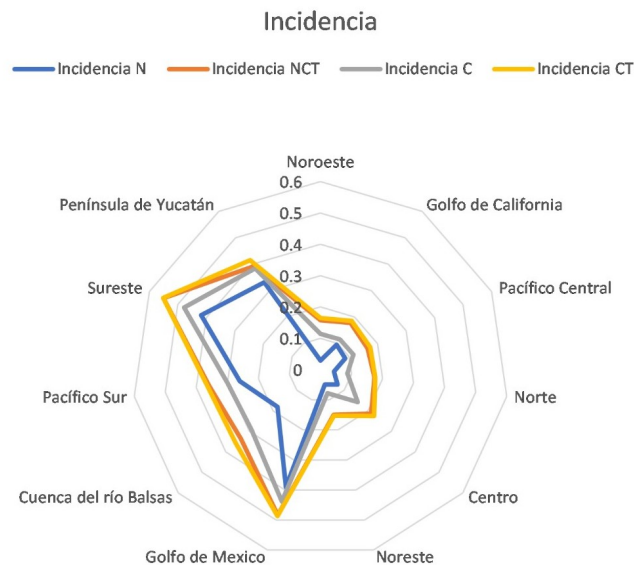


Figura 4.3: Incidencia en regiones climáticas de México con y sin Temperatura.

La figura 4.4 muestra la intensidad, es decir, que tan pobres son las personas que son consideradas pobres energéticamente. Tomando los ejemplos anteriores, dentro de la región noroeste la intensidad disminuye al tomar en cuenta las temperaturas dentro de los pesos modificados de Nussbaumer, de ser 0.48 para a ser 0.42, esto demuestra que al tomar en cuenta el factor tem-

peratura se puede observar donde realmente es necesario el confort térmico y donde no. En el caso de la región centro también la intensidad disminuye ligeramente de 0.57 a 0.56.

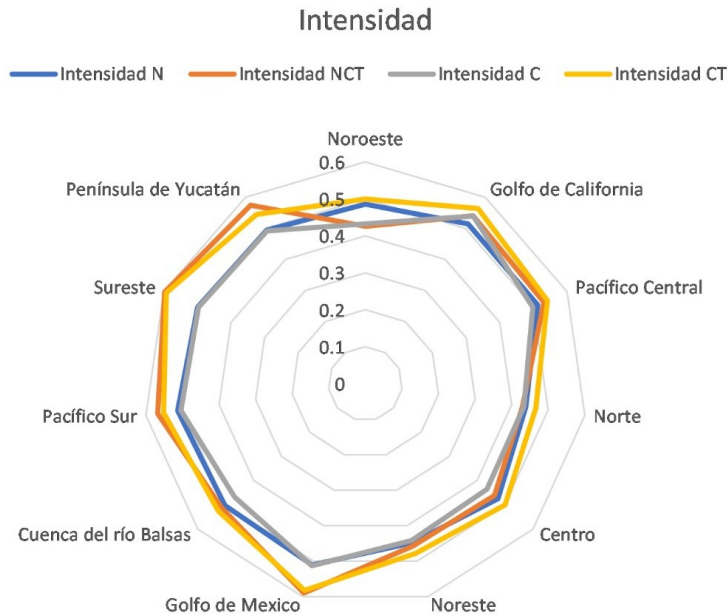


Figura 4.4: Intensidad en regiones climáticas de México con y sin Temperatura.

En el caso de las regiones bioclimáticas al compararlos, se puede observar que el MEPI al usar los pesos originales de Nussbaumer y los modificados de Nussbaumer con confort térmico, los resultados son similares a los pesos definidos solo para confort térmico, varía muy poco en cálido seco extremo, semifrío húmedo, templado húmedo, cálido seco y se observa más diferencia en semifrío y templado. Además, se observa que el rango cambia, el MEPI bioclimático va de $[0 - 0.25]$, y el climático va de $[0 - 0.35]$. Se puede decir que el MEPI bioclimático tiene una consistencia más exacta debido a sus regiones en comparación con las climáticas, debido a que las temperaturas se acoplan mejor a la definición de las regiones bioclimáticas. La figura 4.5 muestra la comparación de MEPI usando los pesos de confort térmico, los pesos originales de Nussbaumer y el MEPI con pesos modificados de Nussbaumer. Se observa que el MEPI con pesos originales de Nussbaumer aumenta cuando se agrega la dimensión de confort térmico; es un aumento equitativo, lo que

dice claramente que las personas son más pobres energéticamente cuando se toma en cuenta si tienen o no calefacción o aire acondicionado, además de que lo necesitan y no lo tienen; por ejemplo, el caso de cálido semihúmedo que tiene un MEPI de 0.15 y cuando se agrega confort con temperatura el MEPI aumenta a 0.23, en todas las regiones el MEPI aumenta cuando se agrega confort térmico con temperaturas.

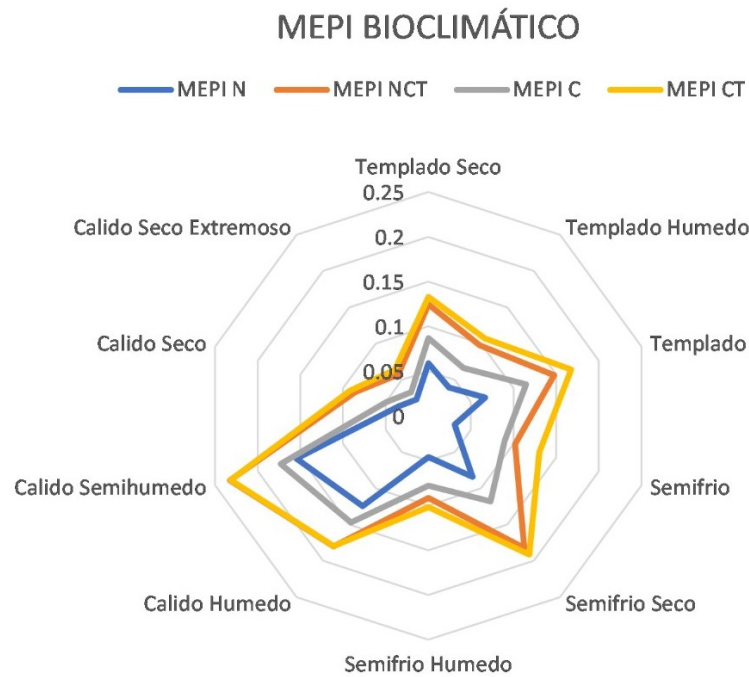


Figura 4.5: MEPI en regiones bioclimáticas de México con y sin Temperatura.

La figura 4.6 muestra la incidencia en las regiones bioclimáticas. Se observa una forma similar en las incidencias que son de Nussbaumer confort térmico (HNCT) y confort térmico considerando la temperatura (HCT), solo en semifrío y templado se nota un ligero aumento la incidencia considerando confort y temperatura; mientras que la incidencia de Nussbaumer (HN) normal es más cercana a cero que la incidencia de confort (HC). El caso que está ligeramente igual es cálido seco extremo de 0.045 a 0.063; sin embargo, la región semifrío sí aumenta considerablemente de 0.06 a 0.21 .

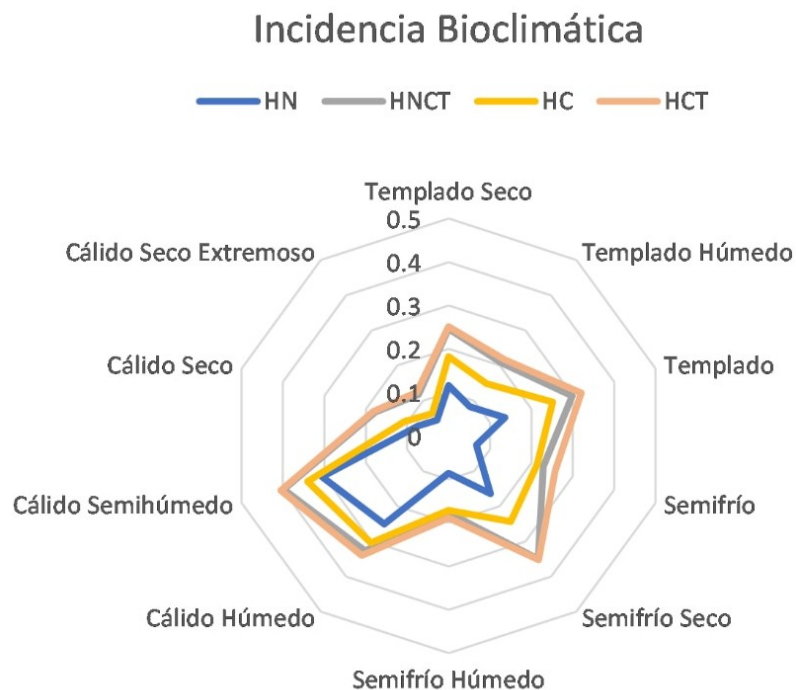


Figura 4.6: Incidencia en regiones bioclimáticas de México con y sin Temperatura.

La figura 4.7 muestra la intensidad de las regiones bioclimáticas. Para el caso de pesos originales de Nussbaumer (AN) y los pesos modificados de Nussbaumer considerando el confort térmico con temperatura (ANCT), la intensidad aumento como en cálido semihúmedo de 0.50 a 0.58 y cálido húmedo de 0.49 a 0.55 respectivamente. En semifrío se observa una ligera disminución cuando se considera el confort y la temperatura pasando de 0.46 a 0.44, igualmente en semifrío húmedo y cálido seco extremoso, lo que dice que a pesar de que las personas son pobres en energía hay mayor distribución en los servicios energéticos en comparación con las otras regiones. Considerando los pesos de confort con temperatura (ACT) y sin temperatura (AC) el caso más similar es cálido seco extremoso de 0.512 a 0.514, todas las otras regiones aumentaron considerando la temperatura, esto quiere decir que las personas son pobres energéticamente y no tienen acceso al aire acondicionado o calefacción y lo necesitan, ya que justamente por eso aumenta la intensidad.

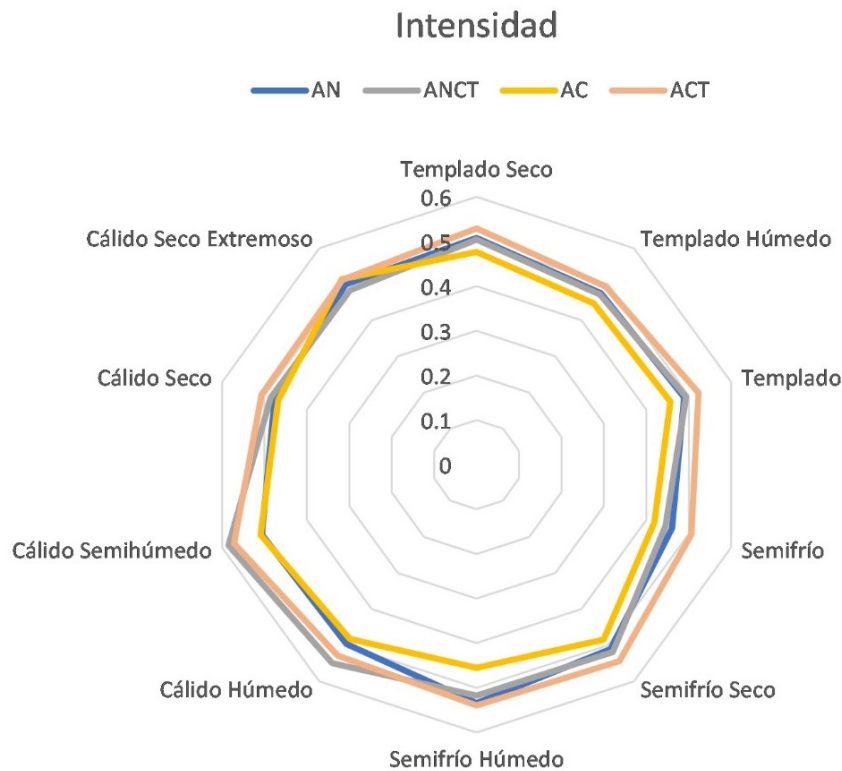


Figura 4.7: Intensidad en regiones bioclimáticas de México con y sin Temperatura.

Como parte de los objetivos particulares, se encuentra el desarrollo de una herramienta que ayude a visualizar el MEPI y este al alcance de las personas. Por lo que se desarrolló una página web con la ayuda del lenguaje de programación Python y el sistema manejador de base de datos PostgreSQL. Esta página web permite registrar un usuario y realizar proyectos particulares sobre la estimación de la pobreza energética usando el MEPI, además de que no solo cuenta con la opción de visualizar el MEPI a nivel región climática o bioclimática, se implementó para que pueda visualizarse a nivel localidad, municipio y estado. La página web cuenta con una guía de usuario para aprovechar todas las herramientas que ofrece, algunas opciones que trae son crear un proyecto utilizando el MEPI con pesos de Nussbaumer, Nussbaumer Confort o Confort Térmico, dependiendo de lo que se seleccione puede calcular a nivel localidad, municipio, estado, región climática o bioclimática, también permite subir datos

de alguna encuesta y calcular el MEPI de acuerdo a esos datos y la ubicación de donde se realizaron; entre otras cosas se encuentra el modificar los pesos de un proyecto ya creado para comparar resultados. Una de las opciones visuales que ofrece, son las gráficas de barra y el coloreo de mapas de acuerdo a la intensidad, incidencia y MEPI de la ubicación del proyecto. La figura 4.8 es un ejemplo de un proyecto donde se evalúa el MEPI de la región Cálido Seco Extremoso usando los pesos de Nussbaumer Confort que se encuentran en la tabla 4.2, se puede apreciar una gráfica de barras mostrando su incidencia, intensidad y MEPI, algo que Python no acepta son las tildes, por esto el nombre de la gráfica le hace falta una tilde.

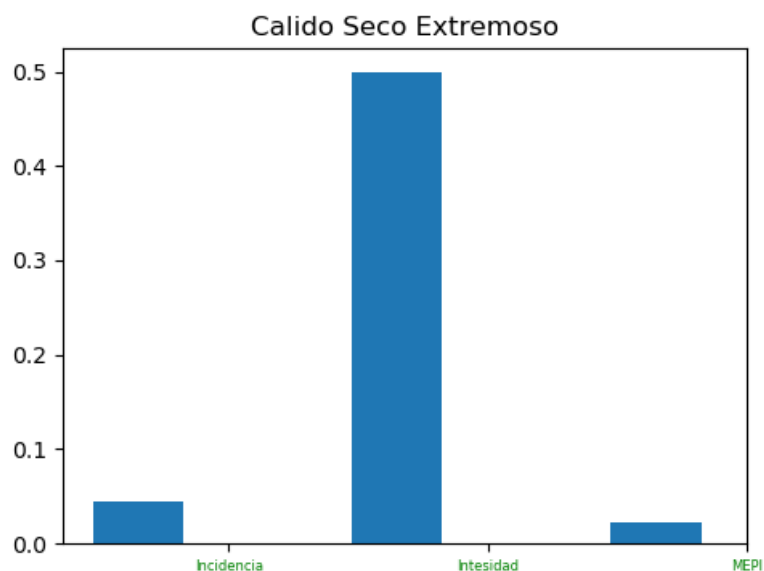


Figura 4.8: Gráfica de barras con la incidencia, intensidad y MEPI de la región Cálido Seco Extremoso

En las figuras 4.9, 4.10 y 4.11 se aprecia los estados que pertenecen a esta región de acuerdo a su intensidad, incidencia y MEPI coloreados en un mapa de la República Mexicana, además de dar el valor de la incidencia, intensidad y MEPI, también se puede observar que el color cambia cuando se tiene una baja o alta pobreza energética, recordando que va de 0 a 1 respectivamente. En la figura 4.9 el color se encuentra entre 0 y 0.2, por lo que representa una

baja pobreza energética.

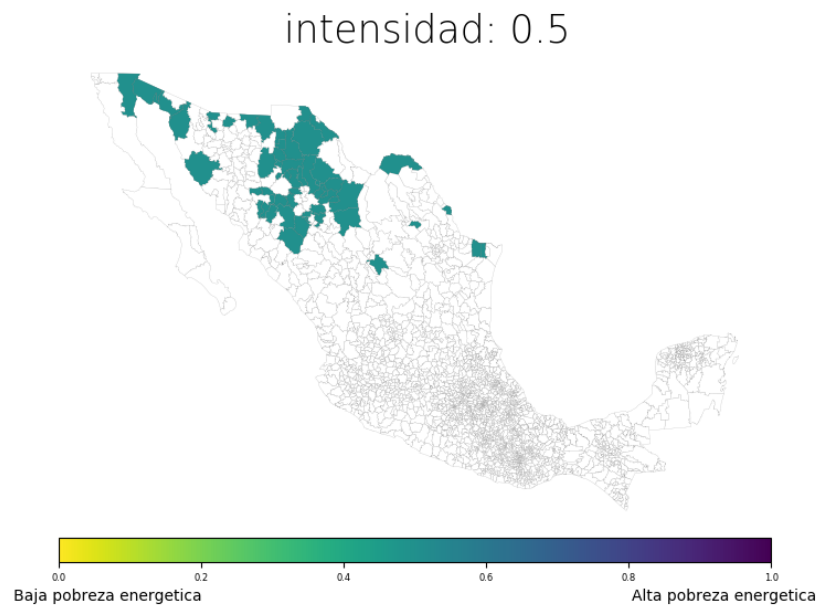


Figura 4.9: Mapa con la intensidad de la región Cálido Seco Extremoso

En la figura 4.10 el color se encuentra entre 0.4 y 0.6, por lo que se puede decir que su pobreza energética es media, ya que esta casi a la mitad.

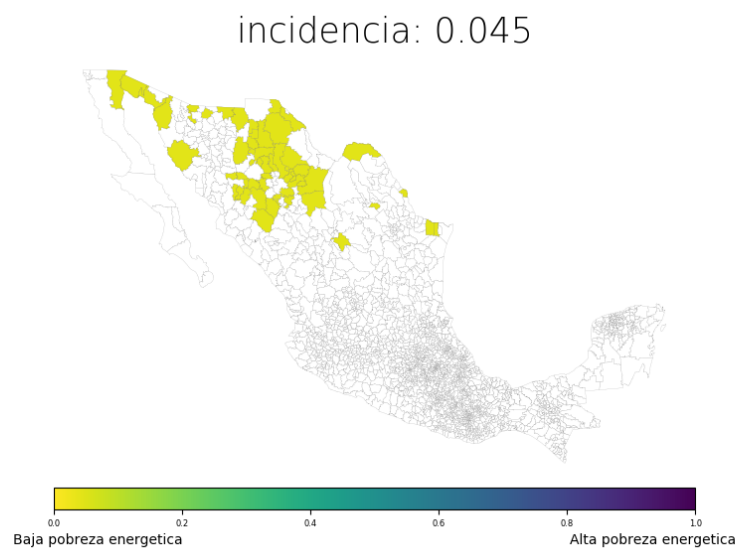


Figura 4.10: Mapa con la incidencia de la región Cálido Seco Extremoso

La figura 4.11 tiene un color entre 0 y 0.2 por lo que su pobreza energética es baja.

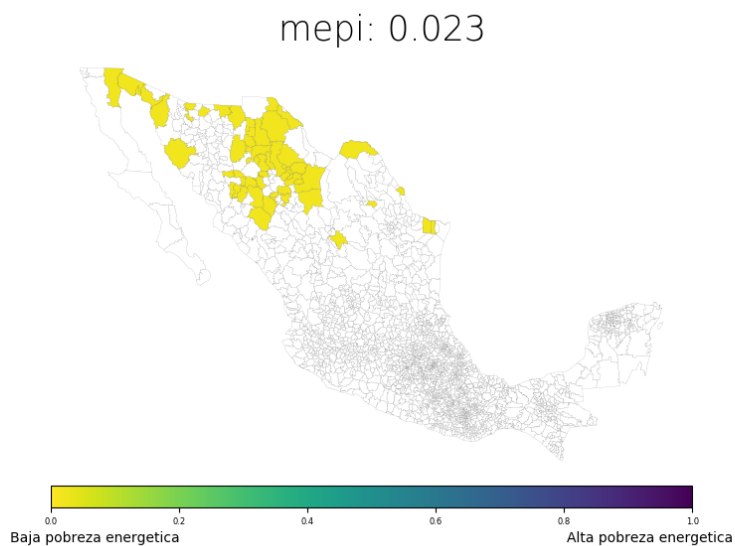


Figura 4.11: Mapa con el MEPI de la región Cálido Seco Extremoso

Las imágenes se pueden descargar y usar de acuerdo a las necesidades de las personas, además estarán guardadas en la lista de proyectos que cada persona realice. Se espera que con la ayuda de esta herramienta, se propongan políticas públicas de acuerdo a las necesidades de cada región.

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Se aplicó el MEPI a las diferentes regiones climáticas y bioclimáticas que México tiene, probando además la fácil descomposición que el MEPI proporciona al agregar una dimensión más, confort térmico, y modificar los pesos de las variables. Al hacer uso de las temperaturas base, temperatura de calefacción y temperatura de aire acondicionado, se observa que la pobreza energética se vuelve más generalizable que sin el uso de las temperaturas mencionadas, de lo que se concluye que el factor de confort térmico impacta de forma considerable. Y no solo eso, se logra observar que al considerar confort térmico usando los pesos originales de Nussbaumer y los modificados, en la mayoría de regiones el número de pobres aumenta, lo que significa que las personas sufren más de esa privación. Sin embargo, en cuanto a intensidad, la cuantificación de la pobreza baja en regiones como Noroeste, Cuenca del río Balsas, Centro, Pacífico Central y Pacífico Sur, lo que significa que las personas consideradas pobres en energía disminuyen cuando se considera el confort térmico, lo que dice que solo las personas que realmente necesitan confort y no lo tienen están reflejadas aquí.

Los resultados de esta medición al final solo son un instrumento para que los entes (Organismo, institución o empresa, generalmente de carácter público) del gobierno puedan crear políticas públicas que ayuden a mitigar la pobreza

energética donde las personas más la sufren, es importante considerar la región y el clima más que los ingresos, debido a que la energía toma en cuenta los factores naturales. Lo ideal sería implementar estas políticas públicas con la ayuda de las energías renovables, ya que son accesibles y no contribuyen a la contaminación del planeta. Además, es importante para la nueva administración federal mitigar la pobreza energética, pues el término pobreza energética ha sido definido en la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, publicadas en el Diario Oficial de la Federación en febrero del 2020.

5.2. Recomendaciones

Como se observó en los resultados, el MEPI es flexible a la hora de descomponerlo, ya que se agregó una dimensión más: confort térmico, y la metodología no cambio. Podría seguir modificándose, agregando nuevas dimensiones, nuevas variables, nuevos pesos o, incluso, actualizar las dimensiones que ya se encuentran definidas por Nussbaumer et al. (2012); por ejemplo, la dimensión de educación/entretenimiento solo toma en cuenta si se tiene una radio o una TV, pero podría darse el caso de agregar si cuentan con una computadora o conexión a internet; esto complementaría la parte de educación, ya que la radio y la TV entran más en entretenimiento. También, podrían crearse nuevas dimensiones totalmente diferentes a las ya definidas, obteniendo resultados más acertados de acuerdo con las necesidades de cada región o país.

Dentro de los objetivos particulares se encuentra el desarrollar una herramienta web para poder visualizar el MEPI y que esté al alcance del público en general. Cabe destacar que los datos son de la encuesta ENIGH 2016, por lo que se recomienda actualizar la base de datos conforme las nuevas encuestas van saliendo. Además, se espera que al realizar proyectos particulares permita generar soluciones para poder mitigar la pobreza energética del país.

Bibliografía

- [1] Richardson, P. (1978). *Fuel Poverty: A Study of Fuel Poverty among Low Income Council Tenants*. Department of Social Administration and Social Work, University of York.
- [2] Boardman, Brenda. (1991). *Fuel poverty: from cold homes to affordable warmth*, Belhaven Press, London.
- [3] Boardman, Brenda. (2010). *Fixing fuel poverty. Challenges and solutions*, London, Earthscan
- [4] García, R. & Graizbord, B. (2016). *Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional*. Economía, Sociedad y Territorio, vol XVI, 51, 289-337.
- [5] Healy J., (2004). *Fuel poverty and health: a pan european analysis*, Aldershot, Ashgate Publishing Ltd.
- [6] Kozulj R.,(2009). *Contribución de los servicios energéticos a los Objetivos de Desarrollo del Milenio y a la mitigación de la pobreza en América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal)-Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ)-Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- [7] Ley General de Desarrollo Social. Diario oficial de la federación de los Estados Unidos Mexicanos, México 20 de enero del 2004.
- [8] INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía),(2013). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2012*, México.

- [9] Nussbaumer, P., Bazilian, M., & Modi, V. (2012). *Measuring energy poverty: Focusing on what matters.*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(1), 231–243. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.150>
- [10] Modi, V. McDade, S. Lallement, D. Saghir, J. (2005). *Energy Services for the Millenium Development Goals*, The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank/ESMAP, Washington D.C
- [11] Santillán, O. S., Cedano, K. G., & Martínez, M. (2020). *Analysis of Energy Poverty in 7 Latin American Countries Using Multidimensional Energy Poverty Index*. Energies, 13(7), 1608. <https://doi.org/10.3390/en13071608>
- [12] Directorate General for Internal Policies. Policy Department A: Economic and Scientific Policy.(2015). *European Union. How to end Energy Poverty¿ Scrutiny of Current EU and Member States Instruments*.Brussels: European Parliament. IP/A/ITRE /201-06, Brussels: European Parliament.
- [13] International Energy Agency. (2013), *World Energy Outlook*. Paris: International Energy Agency, 708.
- [14] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2012). *World Urbanization Prospects, the 2011 Revision*. New York.
- [15] Bouzarovski, S.(2013). *Energy poverty in the European Union: landscapes of vulnerability*. WIREs Energy Environ,(3),1–14.
- [16] International Energy Agency. (2013), *World Energy Outlook*. Paris: International Energy Agency, 13.
- [17] CONEVAL. (2018). Medición de la pobreza, pobreza en México. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx>
- [18] Rawls, J. (1971). *A theory of justice*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.

- [19] Sen, A. (1992). *Inequality reexamined*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- [20] Pachauri, S., & Spreng, D. (2004). *Energy use and energy access in relation to poverty*. *Economic and Political Weekly*, 271–278.
- [21] Kemmler, A., & Spreng, D. (2007). *Energy indicators for tracking sustainability in developing countries*. *Energy Policy*, 35, 2466–2480
- [22] Pelz, S., Pachauri, S., & Groh, S. (2018). *A critical review of modern approaches for multidimensional energy poverty measurement*. *WIREs Energy Environ*, 7, 1–16. <https://doi.org/10.1002/wene.304>
- [23] Alkire, S., & Santos, M. E. (2014). *Measuring acute poverty in the developing world: Robustness and scope of the Multidimensional Poverty Index*. *World Development*, 59, 251–274.
- [24] Bhatia, M. & Angelou, N. (2015). *Beyond Connections: Energy Access Redefined*. Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). Washington, D.C.: World Bank Group
- [25] Practical Action. (2010). *Poor people's energy outlook 2010*. Rugby, England: Author.
- [26] Pachauri, S., & Spreng, D. (2011). *Measuring and monitoring energy poverty*. *Energy Policy*, 39, 7497–7504.
- [27] Practical Action. (2012). *Poor people's energy outlook 2012: Energy for earning a living*. Rugby, England: Author
- [28] Sovacool, B. K., Cooper, C., Bazilian, M., Johnson, K., Zoppo, D., Clarke, S., & Raza, H. A. (2012). *What moves and works: Broadening the consideration of energy poverty*. *Energy Policy*, 42, 715–719.
- [29] Lucas, K., Mattioli, G., Verlinghieri, E., & Guzman, A. (2016). *Transport poverty and its adverse social consequences*. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Transport*, 169, 353–365.

- [30] INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía),(2016). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2016*, México.
- [31] Thomson, H. Bouzarovski, S. Snell, C. (2017). *Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data*. *Indoor Built Environ*,26,7,879-901.
- [32] Moore, R. (2012). *Definitions of fuel poverty: Implications for policy*. *Energy Policy*, doi:10.1016/j.enpol.2012.01.257
- [33] Bouzarovski, S. Petrova S. & Sarlamanov, R. (2012). *Energy poverty policies in the EU: a critical perspective*. *Energy Policy*, 49. 76-82.
- [34] Bouzarovski, S., & Petrova, S. (2015). *A global perspective on domestic energy deprivation: overcoming the energy poverty-fuel poverty binary*. *Energy Research & Social Science*,10, 31-40 <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.007>
- [35] Q.S. Pablo, T. de L.P. Paloma, J.T. Francisco. (2019). *Energy poverty in Ecuador*, *Sustain*. (11) p. 1–19. <https://doi.org/10.3390/su11226320>
- [36] C.B. Mendoza, D.D.D. Cayonte, M.S. Leabres, L.R.A. Manaligod. (2019). *Understanding multidimensional energy poverty in the Philippines*, *Energy Policy*. 133. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110886>
- [37] IAEA. (2005). *Energy indicators for sustainable development: guidelines and methodologies*. Vienna: International Atomic Energy Agency. Disponible: <http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1222web.pdf>
- [38] Alkire S, Foster J. *Counting and multidimensional poverty measurement*. OPHI Working Paper 7, Oxford Poverty and Human Development Initiative, University of Oxford; 2007. Disponible: <http://www.ophi.org.uk/wpcontent/uploads/ophi-wp7.pdf>.
- [39] Alkire S, Santos ME. *Acute multidimensional poverty: a new index for developing countries*. OPHI Working Paper 38, Oxford Poverty and Hu-

- man Development Initiative, University of Oxford; 2010. Disponible: <http://www.ophi.org.uk/wp-content/uploads/ophi-wp38.pdf>.
- [40] Alkire S, Foster J. *Counting and multidimensional poverty measurement*. Journal of Public Economics 2011;95(7–8):476–87.
- [41] Sen A. (1999). *Development as freedom*. Oxford University Press.
- [42] R. Vidal. (2005). *Las Regiones Climáticas de México. Serie: "Temas selectos de la Geografía Mexicana"*. Instituto de Geografía. UNAM. ISBN:UNAM 970-32-2394
- [43] Calixto Aguirre V.I & Huelsz G.(2018). Consumo de energía en edificios en México. Legado de arquitectura y diseño, 24, 40-47.
- [44] CONAFOVI. (2006). Guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda. México. ISBN: 968-7729-34-1.
- [45] Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) (2017), Manual explicativo vivienda ecológica: hipoteca verde. Anexo 1. Listado de regiones bioclimáticas. México.
- [46] Thomson, H., Simcock, N., Bouzarovski, S., & Petrova, S. (2019). *Energy & Buildings Energy poverty and indoor cooling : An overlooked issue in Europe*. Energy & Buildings, 196, 21–29. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.05.014>
- [47] Fuentes, V. (2010). *Los grados-día como herramienta de diseño bioclimático para el ahorro de energía en las edificaciones*. Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- [48] Robles, T. (2015). *Base de datos en la simulación computacional de materiales*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Morelos, México.

Apéndices

Apéndice A

Municipios faltantes de Temperatura

Este apéndice muestra los municipios que no tienen estación meteorológica y para tomar su temperatura se tomaron en cuenta los municipios cercanos o alrededor del mismo.

Noroeste	
Municipio	Municipios cercanos
Mulegé	Tijuana

Tabla A.1: Región Noroeste Temperaturas

Golfo de México	
Estado	Municipio
Aldama	Larrainzar
Chicoansén	San Fernando
Pantelhó	Sitala
San Juan Cancuc	Sitala
Tila	Salto de Agua
Coapilla	Ocotepec
Zinacatlán	Chamula

	San Cristobal de las casas
Tenejapa	Chamula
	San cristobal de las casas
	Oxchuc
La misión	Chapulhuacán
Pisaflores	Chapulhuacán
San Bartolo Tututepec	Huehuetla
Tepehuacán de guerrero	Molango de Escamilla
Acatlán de Pérez	Santa María chichotla
El espinal	Juchitán de zaragoza
Huatla de Jiménez	Santa Marís chichotla
	San Jose Tenango
San Felipe Jalapa	San Jose Tenango
San Juan Guichicovi	San Juan Mazatlán
San Pedro Ixcatlán	San Jose Tenango
Santa María Tecomavaca	Santa María Ixcatlán
Amixtlán	Tepango de Rodríguez
Aquixtla	Chignahuapan
	Zacatlán
Cañada Morelos	Palmar de Bravo
	Esperanza
	Chapulco
Hueyapan	Teziutlán
Quecholac	Palmar de Bravo
	San Juan Atenco
Zihuateutla	Xicotepec
Coxcotlán	Huehuetlán
Ciudad Madero	Tampico
Acutzingo	Chapulco
	Cañada Morelos (Puebla)
Amatlán de los Reyes	Ixhuatlán del cafe
Boca del Río	Medellín

Camerino Z. Mendoza	Acultzingo
Carrillo Puerto	Cuitlahuac
Castillo de Teayo	Álamo temapache
Chinampa de Goroztiza	Tamiahua
Chocamán	Fortín
Chotla	Citlaltepec
Comapa	Totutla
Córdoba	Ixhuatlán del cafe
	Cuitlahuac
Cosautlán de Carvajal	Teocelo
Cosoleacaque	Minatitlán
	Coatzacoalcos
Ixtaczoquitlán	Fortín
Jose Azueta	Playa Vicente
Mecatlán	Coyutla
Nanchitlán	Coatzacoalcos
Nogales	Acultzingo
Orizaba	Fortín
	Mariano Escobedo
Pueblo Viejo	Pánuco
San Rafael	Martínez de la Torre
Sayula	Acayucan
Soteopan	Acayucan
Tatahuicapan	Mecayapan
Tequila	Ixtaczoquitlán
Tlacojalpal	Cosamaloapan
Tonayan	Coacotzintla
Tres Reyes	Cosamaloapan
Villa Aldama	Las vigas de Ramírez
Zaragoza	Cosoleacaque

Tabla A.9: Región Golfo de México Temperaturas

Golfo de California	
Municipio	Municipios cercanos
Chihuahua	Carichí
	Bocoyna
	Guachochí
Guazapares	Chínipas
Ocampo	Moris
Atil	Altar
Caborca	Altar

Tabla A.2: Región Golfo de California Temperaturas

Pacífico Central	
Municipio	Municipios cercanos
Jala	Santa María del oro
	Ixtlán del río
Tuxpan	Rosamorada
	Santiago Ixcuintla
Etchojoa	Navojoa
	Benito Juárez
Empalme	Guaymas

Tabla A.3: Región Pacífico Central Temperaturas

Sureste	
Municipio	Municipios cercanos
Acapetahua	Mapastepec
	Acoyagua
	Villa Comatitlán
La Independencia	La Trinitaria
	Comitán
Mazapa de Madero	Amtenango
Siltepec	Acacoyagua
	Mapastepec
Socotelnango	Venustiano Carranza
	Las Rosas
San Francisco del Mar	San Pedro Tenatepec

Tabla A.4: Región Sureste Temperaturas

Cuenca del río Balsas	
Estado	Municipio
Copanatoyac	Zapotitlán tablas
Zitlapa	Chilapa de Álvarez
Zapotiltic	Zapotlán el Grande
	Tuxpan
Donato Guerra	Villa de Allende
	Valle de Bravo
	Amanalco
Luvianos	Tejupilco
Tianguistenco	Metepc
Tlatlaya	Amatepec
Zumpango	Jilotzingo
Nocupétaro	Tacambaro
San Lucas	Huetamo

Gabriel Zamora	Uruapan
	Parácuaro
Taretan	Ario
	Uruapan
Ziracuaretiro	Uruapan
Jungapeo	Tuxpan
	Zitácuaro
Emiliano Zapata	Jiutepec
	Temixco
	Tlaltizapán
Tlayacapan	Totolapan
	Atlatlahucan
	Yautepec
Altepexi	Tehuacan
Chiautzingo	San Martín Texmelucan
Coronango	Zacatelco (Tlaxcala)
Cuautlancingo	Puebla
Huitziltepec	Molcaxac
Juan C. Bonilla	Huejotzingo
Ocoyucan	San Andres Cholula
	Puebla
San Jose Miahuatlán	Caltepec
San Miguel Xoxtla	Zacatelco (Tlaxcala)
San Pablo Anicano	Acatlán
San Pedro Cholula	San Andres Cholula
San Salvador el verde	Huejotzingo
	San Martín Texmelucan
Tlacotepec de Benito Juárez	Palmar de Braco
Tlalnepantla	Tepeyahualco
Yehualtepec	Palmar de Bravo
	Tecamachalco
Apetatitlán	Tlaxcala

Chiautempan	Tlaxcala
Contla	Amaxac
Cuaxomulco	Huamantla
Mazatecochco	Papalotla
Nativitas	Tepetitla
San Francisco Tetlanohcan	Huamantla
San Jerónimo Zacualpan	Tlaxcala
San Juan Huactzinco	Zacatelco
San Lucas Tecopilco	Xaltocan
San Pablo del Monte	Telocholco
Santa Ana Nopalucan	Ixtacuixtla
Santa Cruz Tlaxcala	Apizaco
Santa Isabel Xiloxotla	Tlaxcala
Tepeyaco	Teolocholco
Guadalupe Ramírez	Huajuapan
San Agustín Atenango	Huajuapan
San Agustín de las Juntas	Oaxaca
San Pablo Villa de Mitla	San pedro y pablo ayutla
San Pedro Ixtlahuaca	San Felipe Tejalapam
San Pedro Martir	San Pablo huixtepec
San Sebastian Nicananducta	Asunción Nochixtlán
San Sebastian Tutla	Oaxaca
Santa Ana Yareni	Ixtlán de Juárez
Santa Cruz Xoxocotlán	Oaxaca
Santos Reyes Pápalo	Concepción Pápalo
Tlacolula de Matamoros	Oaxaca

Tabla A.10: Región Cuenca del río Balsas Temperaturas

Norte	
Municipio	Municipios cercanos
Cuauhtemoc	Guerrero
	Namiquipan
Cusihuiachi	Guerrero
El tule	Balleza
Galeana	Nuevo casas grandes
	Buenaventura
Ignacio	Buenaventura
Zaragoza	Namiquipa
Janos	Nuevo casas grandes
Julimes	Camargo
	Ojinaga
La cruz	Camargo
Praxedis G. Guerrero	Guadalupe
Rosario	Valle de zaragoza
	Balleza
Santa Barbara	Hidalgo del parral
Saucillo	Delicias
	Rosales
Acuña	Jimenez
	Ocampo
Matamoros	Torreon
	Viesca
El oro	Santiago papasquiaro
	Guanaceví
Gomez	Lerdo
Palacios	Mapimi
Panuco de Coronado	Canatlán
	Peñón blanco
	Durango
San Juan del Río	Peñón blanco
	Canatlán
Santa Clara	Gral. Simón Bolivar
	Cuencame

Tabla A.5: Región Norte Temperaturas

Noreste	
Municipio	Municipios cercanos
Gustavo Díaz	Camargo
	Reynosa
Matamoros	San Fernando
Nuevo Laredo	Anahuca (Nuevo León)
Reynosa	Méndez
Río Bravo	San Fernando
Valle hermoso	San Fernando
Abasolo	Victoria
El carmen	Salinas Victoria
	Gral. Escobedo
Gral. Zuazua	Marin
	Apodaca
Guadalupe	Juárez
	Apodaca
Monterrey	San Nicolas Garza
	Juárez
	Santiago
	Escobedo
Pesquería	Marin
	Juárez
San Pedro Garza	San Nicolas Garza
Frontera	Monclova
	Castaños
Morelos	Zaragoza
	Allende
	Sabinas
	Muzquiz
Nava	Piedras negras
	Zaragoza
San Juan de Sabinas	Muzquiz
	Sabinas
Villa Unión	Allende
	Sabinas

Tabla A.6: Región Noreste Temperaturas

Pacífico Sur	
Municipio	Municipios cercanos
Villa de Álvarez	Minatitlán
	Comala
	Colima
	Coquimatlán
Quechultenango	Chilpancingo
	Ayutla
Casimiro Castillo	Autlán de Navarro
	La Huerta
Coahuayana	Aguila
Cuilapam de Guerrero	Villa de Zaachila)
San Agustín Loxicha	San Mateo Riohondo
San Antonio de la Cal	Oaxaca
San Juan Colorado	Santiago Ixtayutla
San Mateo Piñas	Santa María Huatulco
San Miguel Tlacamama	Ometepec (Guerrero)
San Pedro Amuzgos	Ometepec (Guerrero)
San Pedro Pochutla	Santa María Huatulco
San Sebastián Coatlán	San Baltazar Loxicha
Santiago Llano Grande	Ometepec (Guerrero)
Santiago Pinotepa Nacional	Ometepec (Guerrero)
Santiago Tapextla	Cuajinicuilapa (Guerrero)
Santos Reyes Nopala	Santiago Jamiltepec
Villa de Tututepec	Santiago Jamiltepec

Tabla A.7: Región Pacífico Sur Temperaturas

Península de Yucatán	
Municipio	Municipios cercanos
Isla Mujeres	Benito Juárez
Chapb	Tecoh
	Dzan
Chichimila	Valladolid
Hocabá	Cacalchén
Hoctún	Izamal
	Cacalchén
Homún	Tecoh
Kanasín	Mérida
Mama	Tecoh
	Dzan
Muxupip	Motul
Samahil	Hunucmá
Sanahcat	Sotuta
Tahdziú	Peto
Temozón	Chemac
	Tizimín
	Calotmul
	Valladolid
Tepakán	Izamal
Ticul	Dzan
	Santa Elena
Tixcacalcupul	Chikindzonot
Tixkokob	Cacalchén
Umán	Mérida
	Abalá
	Hunucmá
Yaxcabá	Sotuta
	Peto
Yobaín	Dzidzantún

Tabla A.8: Región Península de Yucatán Temperaturas

Centro	
Estado	Municipio
Álvaro Obregón	Coyoacán
	Miguel Hidalgo
Azcapotzalco	Gustavo A. Madero
	Miguel Hidalgo
Benito Juárez	Cuahutemoc
	Iztacalco
	Coyoacán
Cuajimalpa	Miguel Hidalgo
La Magdalena	Tlalpan
Venustiano Carranza	Gustavo A. Madero
	Cuahutemoc
Uriangato	Yuriria
Valle de Santiago	Salamanca
	Jaral del progreso
	Abasolo
Acaxochitlán	Metepec
Atitalaquia	Tula de Allende
El arenal	San Agustin Tlaxiaca
Mineral de la reforma	Pachuca de soto
Tlaxcoapan	Tula de Allende
Zapotlán de Juárez	Santiago Tlaxiaca
	Pachuca de soto
	Tolcayuca
Ayotlán	Atotonilco
	La barca
El arenal	Zapopan
El grullo	Autlán de Navarro
El salto	Tonalá
	Tlaquepaque
Encarnación de Díaz	Lagos de Moreno

San Ignacio	Atotonilco
Cerro Gordo	Tepatitlán
San Juan de los lagos	Jalostitlán
	Lagos de Moreno
Tenamaxtlán	Juchitlán
Villa Corona	Acatlán
Villa Hidalgo	Teocaltiche
Ixtlahuacán	Guadalajara
	Zapopan
Ayapango	Amecameca
	Juchitepec
Chapa de Mota	Villa del carbon
	Jilotepec
Chiautla	Acolman
Chicoloapan	Ixtapaluca
	La paz
Coacalco	Ecatepec
Coyotepec	Tepotzotlán
	Teoloyucan
	Zumpango
Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán
Jaltenco	Nextlalpan
	Zumpango
Nopaltepec	Temascalapa
San José del rincón	Villa Victoria
	El Oro
San Martín de las piramides	Otumba
San Mateo Atenco	Metepec
Soyaniquilpan de Juárez	Jilotepec
Tepetlixpa	Juchitepec
Tezoyuca	Acolman
Valle de Chalco	Chalco

Huixquilucan	Naucalpan
	Lerma
	Ocoyoacac
Los Reyes	Tangancícuaro
Pajacuarán	Ixtlán
Tlalpujahuá	Contepec
Villa del Mar	Ixtlán
Vista Hermosa	Tanhuato
Zamora	Jacovia
Nopalucan	Acajete
Tlalchichuca	San Salvador el seco
Zautla	Chignahuapan
Ezequiel Montiel	Cadereyta de Montes
Pedro Escobedo	San Juan del Río
San Joaquín	Cadereyta de Montes
Tequisquiapan	San Juan del Río
Santa María de la paz	Benito Juárez
	Tepechitlán

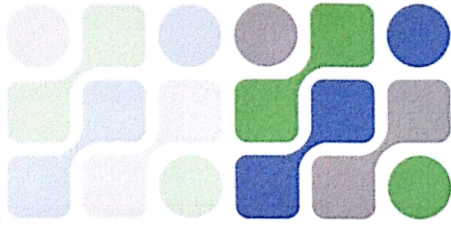
Tabla A.11: Centro Temperaturas

Anexos

Anexo B

Participación en congreso

Se realizó una participación en un congreso internacional en Cuba, dentro de la segunda convención científica internacional que ofrece la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Con el tema "Aplicación del método de Nussbaumer sobre pobreza energética a regiones climáticas de México".



CONVENCION
CIENTIFICA
INTERNACIONAL
2019
UCLV



El Comité Organizador de la
II Convención Científica Internacional UCLV 2019
otorga el presente

CERTIFICADO DE DELEGADO

En el evento: **II CONFERENCIA INTERNACIONAL DE
DESARROLLO ENERGÉTICO SOSTENIBLE 2019**

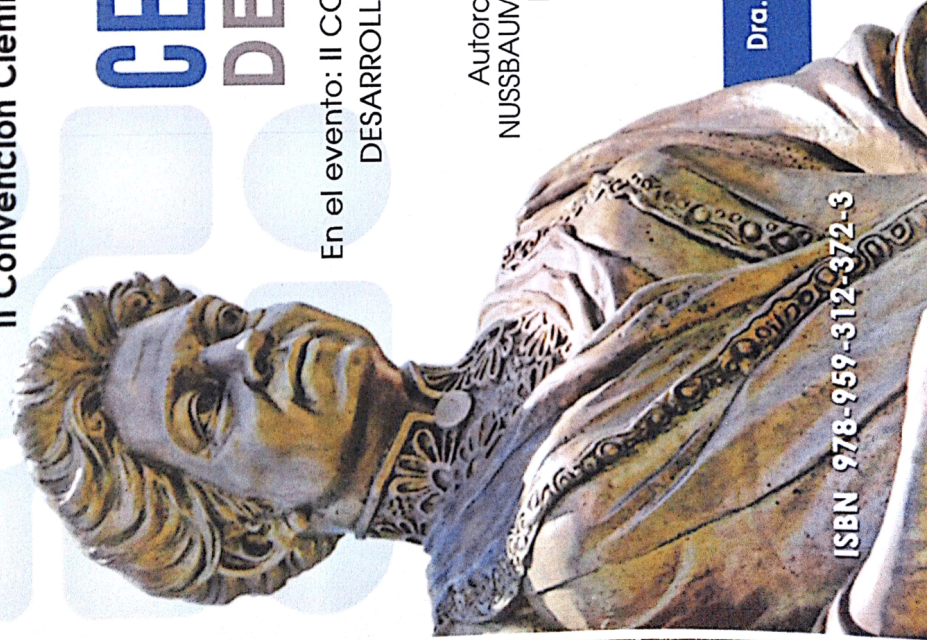
A: **TIARE ROBLES BONILLA**

Autora de: **APLICACIÓN DEL MÉTODO DE
NUSSBAUMER SOBRE POBREZA ENERGÉTICA A
REGIONES CLIMÁTICAS DE MÉXICO**



Dra. Osana Molerio Pérez
Rectora

Santa Clara
junio | 2019



ISBN 978-959-312-372-3

Anexo C

Participación en artículos

Se participó en el artículo "Recent advances in dye-sensitized solar cells", en el cual se elaboró una cienciometría para dicho tema, el artículo fue publicado en la revista Applied Physics A de Springer. También se elaboró el artículo "Measurement of Energy Access Using Fuzzy Logic", en el cual se plantea una solución de cuantificar el acceso energético usando la lógica difusa, el artículo fue publicado en la revista Energies. También se participó en el artículo "Mejores practicas internacionales en materia de Políticas Públicas de Eficiencia Energética", en el cual se hizo una cienciometría y un análisis de esta, el artículo fue publicado en la revista Eficiencia Energética.



Recent advances in dye-sensitized solar cells

V. Rondán-Gómez¹ · I. Montoya De Los Santos^{1,2} · D. Seuret-Jiménez¹ · F. Ayala-Mató¹ · A. Zamudio-Lara¹ · T. Robles-Bonilla¹ · Maykel Courel³

Received: 20 September 2019 / Accepted: 29 October 2019
© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2019

Abstract

Currently, different types of materials are being used for solar cell applications, these vary according to the device's requirements. In recent years, the main purposes in Dye Sensitized Solar Cells (DSSCs) study are, to obtain a longer useful lifetime and high conversion efficiencies, compared to existing devices in solar cell market. Consequently, this paper provides a status review on DSSCs general information, such as physic-chemical characteristics, modeling, simulation studies, text mining and applications. At the same time, this review deals with operation principles and manufacturing issues, because these are aspects affecting both the performance and device stability. In addition, the last challenges developed in each layer of DSSCs are shown, which have been presented to try covering the necessary requirements that will allow the competitiveness and commercialization of these types of devices. Finally, some industrial applications achieved in obtaining energy through DSSCs are described, as well as the types of companies today have used and improved them.

1 Introduction

With the boom of semiconductor materials, at first half of the twentieth century, Germanium and monocrystalline Silicon were the most used materials. In 1949, Schockley developed the theory of p–n junction, which will replace the vacuum diode [1]. From that moment, the development of electronics reaches unexpected levels. Many applications of p–n junction appeared, such as tunnel diodes, varactors, junction transistors and solar cells. Due to the growing demand for energy, the finite character and the environmental impact of current sources, solar cells are one of the most promising renewable alternatives. Research in this field has contributed to increase efficiency and reduce costs, through the development of new technologies and materials.

Actually, the highest efficiency of commercial silicon solar cells is 26.1% [2], although there are also other materials, such as dual-junction gallium arsenide, which achieve an efficiency of 32.6% [3]. DSSCs consist of a layer of nanocrystalline (mesoporous) TiO₂ particles on a transparent conducting oxide (TCO) substrate with an adsorbed Ru based dye as a sensitizer, a counter electrode and an electrolyte redox couple. DSSCs devices are easy to fabricate since they are stables to environment contaminants and processable at ambient temperature.

The first DSSC was created by O'Regan and Grätzel in 1991 [4]. Since then, the advantages of DSSCs give the way for intensive research interest. Figure 1, shows the publications numbers in the last two decades. The DSSCs efficiencies have increased through improvements in cell components, particularly the redox couple and the dye Co^{2+/3+} based redox couples have increased the open-circuit voltage above those that have used I⁻/I₃⁻, and donor π acceptor dyes absorb much more strongly than the original ruthenium-based complex [5]. In 2011, an efficiency of 12.3% was obtained for DSSCs under standard test conditions (STC), and increases to 13.1% under low light intensity [6]. This performance under low light, coupled with the fact that cell materials do not need to be rigorously purified, has increased commercial interest in DSSCs. Today, the world record was registered by Zhang et al. [7] with a 13.6% by minimizing energy losses of the excited states. However,

✉ I. Montoya De Los Santos
isaacms88@gmail.com

¹ Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Ave. Universidad 100, C.P. 62210, Cuernavaca, Morelos, Mexico

² Instituto de Estudios de la Energía, Universidad del Istmo, Ave. Ciudad Universitaria S/N, C.P. 70760 Santo Domingo Tehuantepec, Oaxaca, Mexico

³ Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara, Carretera Guadalajara, Ameca Km 45.5., C.P. 46600, Ameca, Jalisco, Mexico

Article

Measurement of Energy Access Using Fuzzy Logic

Diego Seuret-Jimenez ¹, Tiare Robles-Bonilla ^{1,*}  and Karla G. Cedano ² 

¹ Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Ave. Universidad 1001, Cuernavaca 62209, Morelos, Mexico; dseuret@uaem.mx

² Instituto de Energías Renovables, UNAM, Xochicalco s/n, Azteca, Temixco 62588, Morelos, Mexico; kcedano@ier.unam.mx

* Correspondence: tiare.roblesbno@uaem.edu.mx

Received: 16 March 2020; Accepted: 30 March 2020; Published: 24 June 2020



Abstract: This paper describes an innovative method to evaluate energy access in any of size population by applying fuzzy logic. The obtained results allow ranking regions of Mexico according to their overall energy access. The regions were determined by the country's political division (32 states). The results presented herein are in close correspondence with other studies undertaken. This method is recommended because it is possible to use as an assessment tool due to its representativeness—that is, it poses a heuristic alternative to quantify the level of Energy Access in a particular region through qualitative data. It is also efficient and cost-effective in terms of computer resources. This is extremely important to public policy makers that require more accurate, faster and cheaper methodologies to assess energy access as an indicator of well-being.

Keywords: energy access; energy use; fuzzy logic

1. Introduction

Understanding the way in which people use energy at home is necessary to move forward in the development of public policies which foster more efficient energy usage. Several surveys have been developed to measure energy access and its use. Butera et al. [1] developed a study about Brazil (Rio De Janeiro), in which two cities were analysed on energy access and the level of energy poverty through questionnaires carried out in 400 households. This helped to determine the local living conditions and the availability of basic energy services, as well as explore the actual energy access and energy poverty in the favelas. One of its main findings was that electricity consumption is very high compared to the service provided—as much as Italian or German households, which are much richer—in addition to electricity access being threatened by interruptions and low tension. This method is replicable with small adaptations; however, Butera et al. do not use fuzzy logic. Jimenez et al. [2] performed an analysis of surveys to determine the state of the electrification barriers in Latin America. Taking three variables—household income, household location, and the country's level of economic development—they analyse 12 countries in Latin America (Bolivia, Brazil, Chile, Costa Rica, Dominican Republic, Ecuador, Guatemala, Honduras, Mexico, Peru, Paraguay and El Salvador). The study shows serious inequality in electricity access, a family living in a poor country has a lesser chance of accessing electricity than a family with the same income but living in a richer country. This study does not use fuzzy logic, but it shows the application of a mathematical method—regression analysis.

In Mexico, for example, there is the Household Expenditure and Income Survey, measuring [3], among other things, energy services and expense in Mexican households. Another, of recent implementation, is the National Survey on Energy Consumption in Private Households (ENCEVI, its Spanish acronym) [4]. This was designed to help better understand the existing relationship between people and energy. Nevertheless, these exercises of information gathering do not provide simple and

Mejores prácticas internacionales en materia de Políticas Públicas de Eficiencia Energética

Karla G. Cedano Villavicencio
kcedano@ier.unam.mx

Doctora en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, sus líneas de investigación son: Demanda social de energía e innovación y sustentabilidad. Actualmente es Secretaria de Gestión Tecnológica y Vinculación del Instituto de Energías Renovables de la UNAM.

Tiare Robles Bonilla

Es Licenciada en Ciencias de la Computación por el Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas del la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). Sus líneas de investigación son Ciencia de Datos y Pobreza Energética



Cuernavaca, Morelos, a 19 de agosto de 2020

DR. J JESÚS ESCOBEDO ALATORRE
ENCARGADO DE DESPACHO DE LA DIRECCIÓN DEL CIICAp
P R E S E N T E

Atendiendo a la solicitud para emitir DICTAMEN sobre la revisión de la TESIS titulada: Aplicación del método de Nussbaumer sobre pobreza energética a regiones climáticas de México, que presenta la alumna **Tiare Robles Bonilla**, para obtener el título de la **Maestría en Sustentabilidad Energética**.

Nos permitimos informarle que nuestro voto es:

NOMBRE	DICTAMEN	FIRMA
DR. ANTONIO RODRÍGUEZ MARTÍNEZ		
DR. JESÚS CEREZO ROMÁN		
DR. MIGUEL ROBLES PÉREZ (IER-UNAM)		
DRA. KARLA GRACIELA CEDANO VILLAVICENCIO (IER-UNAM)		
DR. DIEGO SEURET JIMENEZ		

PLAZO PARA LA REVISIÓN 20 DÍAS HÁBILES (A PARTIR DE LA FECHA DE RECEPCIÓN DEL DOCUMENTO)

NOTA. POR CUESTION DE REGLAMENTACIÓN LE SOLICITAMOS NO EXCEDER EL PLAZO SEÑALADO, DE LO CONTRARIO LE AGRADECEMOS SU ATENCIÓN Y NUESTRA INVITACIÓN SERÁ CANCELADA.

JJEAA*MLGE/nmc.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

JESUS CEREZO ROMAN | Fecha:2020-08-19 21:43:52 | Firmante

APSAFA2S931Mqxmwwj0tTcM2FNMLkWAx17SsbhRHF5Ajjiz/ttklNsn8KP09XTEW4bsqjGu7uLBYjBEgfQUlllXpC1Q11SL0MD/hOiwgmFNnCFn9qXwu9XxHSSCeKS90DB3Aa qu5ityr8oi1fNycGqU6tDoqNAKETwNSCHLgcAc7TrbRcgt9hBTFT6JinxbZMpeDUJ9Eq4CBfyoVd6SRC2i30Ys7iCjeZc3+b8R56oTjj4KXcJ6wEJVIXFcp7Sp6nQyTgP3Af+XzSiPT 8rnMMHECbyX/JZn6FUuqq9B5Pg8s//ISKe9Vqk84eaa2RCehFUNPF0DDy8XFrVOU1EHdA==

DIEGO SEURET JIMENEZ | Fecha:2020-08-20 19:22:20 | Firmante

G8xjubfnpnQ725j9txenZJ+9uq8CIhj7Wi+ffyC3i0gkkcJFrNjDQXqCUxyRGg4Me6g7XPhnzOtGV22LFyBn/+irPw4LFQKQpDbqGi/j3LCDtbkBLn+6p7kGPFbKccDg/0iHYAAr7LGoXax h65ZwjJbS+MID15GhKJFul5hqP2HRtrP1padBkskbq+g8pIT0JEbKQAYvuEAM8lSYkdpoyfthNP4d3W22a6S2ngDkB5VNeCzOHZLViyhYuv7EL4B9Ykaz+kTOGdHlx8Y+IrrWLZa YtThS0K2FzmuOUgkhyE1M7Xi6X8MysNbpSK9cavuf3yl+idvPUOJ2IIN/92slJsQ==

ANTONIO RODRIGUEZ MARTINEZ | Fecha:2020-08-21 16:16:27 | Firmante

SotPQu+bWMBcPrQkP4/kmBbLDanVAVhmr0/j0ZTyUDOsqVeiFAuesEuf2G4bCdk/UtsbQ+/pe8FR34doLHENp8qSzSevWisfBP/vpWi9fVpasXh5hV0i6zaK6z4x/PwMNVO0/1Q AqbVfyjv3CJ/IL2FtV3A2iQeCtNwbkPeB++bPSZKqu+w31eOLLtmrOaXbtyJhjbmye1/3QOcfq0wqxVOTM1kGII74uuYnpihqIgbWau6QwcbRAyUt+LDyxVodRoZYSGvYw/aOnCQi Oeh0c/w2dNt53yrE8AVWuVUFZtUBmkeK5EhqptRtab03gn0eTsNiRXtGAKN32EOMMg==

KARLA GRACIELA CEDANO VILLAVICENCIO | Fecha:2020-08-26 19:08:47 | Firmante

BVmj8ofw6KapkyHKauQNUUahHiwDXPIVFEYLR3u3Tn5x9l1O8qKIJDIWPKdlHnKI9qgEFUkCxRV7w4DFkG5CXJAfsBfce82KSprOmlnVHlqa87sPWdsoCBaZy6joREh1iuaqMB wVNiQ+ZrFGk+58dNk4UVVj5jvw2wJb9dEmO1PYEX083yyOHnHB4F0dFaJ0nLWEQpQvnnKt4ueCf9hYAFdlZuSOUkxliL3/uQhFdRehj5BitqZtSt+B3XUDPkh3Hz1yDIZTn/J3ctf M8gQ+JIMPnhr8tEuZQRUOSLbeyRYQ9PPQjQa8YJqmAunspSmKi2NWYIDgijtojAN9hHRpA==

MIGUEL ROBLES PÉREZ | Fecha:2020-08-27 13:00:03 | Firmante

INfyBAa0Y0VU11PVSIxfw1qiXSI8RSJo+LJy7TE/cXwt07uREfNGNZMp65z6ilmurifC6iAYTqOAMpP0o0nLtiKWIV7KeT2h+XHWmHwxwAnwsPgXijHkujTezM4ArLwkvN2tvv1wEO GWDpHyHTLfk4TIHCFgy5Z3c8oGMS7PfcfKB1rKz2Vk271uOoozv11h83Xry87dMQMmknGTQPCkq0f9mPX47ktb+vGm3avxagKfkb9rMplrh43jmuctWillOwA9SX4o++d20H3vd nodHUtZMxj7x1dwcJWI5JmtQucRpJXQbFo2UpzPvFVBhjYOPgHy87ktMZQLQY7r+NEg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



eSxHUX

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/AUCdADnT1THbW5sh6xW9iWxGNEHvS2bl>

