



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN
INGENIERIA

**LINEA BASE DEL USO FINAL DE LA ENERGÍA
ELÉCTRICA EN EDIFICIOS COMERCIALES Y DE
SERVICIOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA:
INDICADORES ENERGÉTICOS**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERIA

ENERGÍA - DISEÑO BIOCLIMÁTICO DE EDIFICACIONES

P R E S E N T A:

IVÁN GARCÍA KERDAN

TUTOR:

DR. DAVID MORILLÓN GÁLVEZ



2011

JURADO ASIGNADO:

P r e s i d e n t e: Dr. José Diego Morales Ramírez

S e c r e t a r i o: Dr. David Morillón Gálvez

V o c a l: Dr. Arturo Guillermo Reinking Cejudo

1^{er}. S u p l e n t e: Dra. Manuela Azucena Escobedo Izquierdo

2^do. S u p l e n t e: Ing. Augusto Sánchez Cifuentes

MÉXICO, D.F.

TUTOR DE TESIS:

DR. DAVID MORILLÓN GÁLVEZ

FIRMA

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Tatiana y Miguel, por darme todo el apoyo necesario para realizar mis estudios de posgrado y siempre hacerme notar la importancia que tiene la educación para el desarrollo individual y profesional... Gracias por todo, los quiero mucho.

A Andrea, que durante el último año has sido el motor de mi vida, desde hace más de 15 años tienes un lugar apartado en mi corazón, siempre serás el amor de mi vida.

Al Dr. Morillón, por brindarme todo el apoyo para realizar este trabajo, fue un gran tutor pero sobretodo una gran persona, aprecio todo el esfuerzo que me brindo para mi desarrollo moral y académico.

Al CONACYT por tener confianza en mí y darme el apoyo económico necesario para sobrevivir estos últimos dos años, espero tener su apoyo en mis estudios de doctorado.

A la Dra. Azucena, al Dr. Arturo, al Dr. José Diego y al Ing. Augusto por darme un poco de su tiempo y ayudarme en la revisión de este trabajo.

A la Universidad, a la Facultad y a todos sus maestros que en los últimos 8 años de mi vida han dedicado tiempo y esfuerzo en brindarme la mejor educación que alguien puede tener.

***“Es preciso soñar, pero con la condición de creer en nuestros sueños.
De examinar con atención la vida real, de confrontar nuestra observación
con nuestros sueños, y de realizar escrupulosamente nuestra fantasía.”***

RESUMEN

En nuestro país diversas instituciones tanto académicas, como gubernamentales han emprendido investigaciones sobre diversos índices energéticos en edificios comerciales y de servicios. Estos análisis han detonado proyectos para mejorar el uso de la energía en este tipo de edificios. En el presente trabajo se analizan diferentes diagnósticos energéticos realizados durante los últimos 15 años a edificios comerciales del país. Derivado de estos estudios se busca identificar los diferentes tipos de uso final de la energía eléctrica que hay en estos edificios en México, así como conocer la línea base de consumo tanto de manera general (consumo de todo el edificio) como particular (consumo por uso final). A partir de una clasificación de distintos tipos de edificios: hoteles, oficinas, escuelas, centros comerciales, hospitales y restaurantes; distribuidos en cuatro diferentes tipos de clima: cálido seco, cálido húmedo, cálido subhúmedo y templado; se busca lograr obtener índices puntuales con mayor impacto. Se han identificado cinco importantes usos finales de la energía en la edificación comercial y de servicios, estos son Aire Acondicionado, Iluminación, Motores, Refrigeración y Misceláneos. Se presentan los resultados de indicadores energéticos obtenidos por tipo de edificio y por región climática. Se han obtenido dos de los indicadores más representativos en el comportamiento del uso de energía eléctrica en un edificio, estos son el indicador por consumo de energía eléctrica (kWh/m²-año) y el indicador por demanda de potencia eléctrica instalada (W/m²). A su vez se presentan estos mismos indicadores en edificios en operación antes de 1995 y los indicadores en edificios actuales para obtener una línea base y poder comparar el desempeño actual de los edificios con los de hace más de 15 años. El tipo de edificio comercial y de servicios con los indicadores energéticos más altos en la República Mexicana son los hospitales, en contraparte los índices más bajos lo tienen las escuelas. Estos hallazgos son replicables en todas las regiones climáticas del país tanto en edificios viejos como actuales. Estos indicadores obtenidos se han comparado con indicadores similares internacionales con el propósito de observar el desempeño actual de la edificación comercial en el país pero colocándolo en un contexto global. Podemos darnos cuenta que edificios que se encuentran en países con economías similares a la nuestra tienen índices energéticos por uso final parecidos, mientras tanto edificios en países desarrollados cuentan con índices muy por arriba, derivado principalmente por la tipología del edificio, el tipo de clima en el que se encuentra, las tecnologías utilizadas y la cultura del usuario final. Por

último se han analizado indicadores de impacto ambiental de los edificios comerciales, bajo una estimación de gases efecto invernadero generados, para con ello describir la importancia que tienen sobre la sustentabilidad ambiental nacional. El estudio de indicadores energéticos en las edificaciones, es una práctica común en todo el mundo, sobre todo para calificar su eficiencia energética o también si tiene consumos exagerados de energía a manera general. Los indicadores obtenidos en este trabajo representan de manera fiel el comportamiento energético de cada edificio comercial y de servicios del país. Por otra parte hemos obtenido varios resultados clave, hemos podido ver las diferencias de los ICEE entre cada tipo de edificio pero lo más importante radica en la diferenciación regional climática que se logró. Con esta base de datos de consumo de energía da pie a un mejor análisis, planeación y desarrollo de normatividades o programas de ahorro de energía atacando directamente el consumo y paralelamente tomando en cuenta factores como el tipo de edificio y clima.

ABSTRACT

In Mexico, academic and government institutions have undertaken research on several energy indicators in commercial buildings, this kind of analysis has detonated projects to improve energy use in this type of buildings. This study analyzes different energy audits conducted over the past 15 years in non-residential buildings all over the country, the main objective of this analysis was to know the different types of end use consumption of electricity in commercial buildings in Mexico, and also to know the background of a general consumption (consumption the entire building) and as a specific (consumption by end use). It has made a classification of different types of commercial buildings; hotels, offices, schools, shopping centers, hospitals and restaurants in four different types of weather: hot dry, hot humid, hot subhumid and warm, this in order to obtain specific indicators and have a greater impact. In this work, it has been identified five major end uses of energy in the commercial buildings; these are Air Conditioning, Lighting, Motors, Refrigeration and Miscellaneous. We present the results of energy indicators obtained by building type and climatic region. Two of the most representative indicators in the behavior of electricity usage in a building are presented; these are the indicator for electricity consumption (kWh/m²-year) and the indicator of installed electric energy demand (W/m²). Also, these same indicators are presented in buildings in operation before 1995 and in

actual buildings, this for obtaining a baseline and to compare the current performance of buildings with those of more than 15 years ago. The type of commercial building and energy services with the highest indicators in Mexico are the Hospitals, in the lowest counter are the schools .These findings are replicated in all climatic regions of the country in both old buildings and current buildings. Energy indicators have been compared with similar international indicators in order to observe the behavior of different types of commercial buildings in the country and analyze the potential savings from a global context. It shows that buildings that are in countries with economies similar to ours have similar rates in energy performance for final consumption, while buildings in developed countries have rates well above, this is mainly caused by the type of building, the type of climate, the technologies used and the end-user culture in each country. Finally we analyze the environmental impacts of commercial buildings in the country by an estimate of greenhouse gases generated, this to know the impact on the national environmental sustainability. The study of energy indicators in buildings is a common practice worldwide, primarily to assess the energy efficiency of a building or know if you have exaggerated energy consumption. The indicators obtained in this work represent faithfully the energy performance of each commercial building in the country. Moreover, we have obtained several key results, we have seen differences in the indicators between each type of building but the most important difference lies in the regional climate that was achieved. This database of energy consumption can lead to better analysis, planning and developing policies or programs targeting directly the energy savings potential taking into account factors such as building type and climate.

Índice

Resumen / Abstract	
Introducción	1
Objetivos	3
Justificación	4
Hipótesis	5
Capítulo I ANTECEDENTES	6
1.1. Nacionales	
1.2. Internacionales	
Capítulo II USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EDIFICIOS COMERCIALES Y DE SERVICIOS	17
2.1 Consumo Nacional de Energía	
2.1.1 Prospectiva del Sector Eléctrico	
2.2 Edificios Comerciales y de servicios en México	
2.3 Tipos de Uso Final de Energía en Edificios Comerciales y de Servicios	
2.4 Indicadores Energéticos para Edificios Comerciales y de Servicios	
Capítulo III METODOLOGÍA.....	31
3.1 Tipos de Edificios Comerciales y de Servicios	
3.2 Regionalización de Edificios por Tipo de Clima	
3.3 Levantamiento de datos físicos y energéticos de los edificios comerciales y de servicios.	
3.4 Identificación de fuentes de uso final de energía	
3.5 Definición de Indicadores Energéticos en la Edificación Comercial y de Servicios	
3.6 Cálculo de los Indicadores Energéticos Globales y por usos finales	

Capítulo IV INDICADORES ENERGÉTICOS EN LA EDIFICACIÓN COMERCIAL Y DE SERVICIOS.....	40
4.1 Porcentajes por uso final de la energía	
4.2 Indicadores Energéticos por tipo de edificio y por región climática	
4.3 Indicadores Energéticos por Uso Final	
4.4 Comparación de indicadores entre edificios de antes de 1995 con los edificios actuales (entre 1995 y 2011)	
4.5 Promedio nacional de consumo general por edificio	
4.6 Comparación nacional entre regiones climáticas por tipo de edificio comercial y de servicios	
4.7 Comparación con Indicadores Internacionales	
 Capítulo V INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL POR EL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS EDIFICIOS COMERCIALES Y DE SERVICIOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA. LÍNEA BASE DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO.....	94
5.1 Estimación del área construida total por tipo de edificio	
5.2 ICEE por tipo de edificio comercial y de servicios	
5.3 Factor de CO2 equivalente por cada kWh consumido	
5.4 Ton CO2eq por tipo de edificio comercial y de servicios	
5.5 Indicador: Ton CO2eq por área construida (Ton CO2/m2-año)	
5.6 Ton CO2eq por área construida en cada región climática del país	
 Capítulo VI CONCLUSIONES	107
• BIBLIOGRAFÍA.....	111
• ANEXOS.....	116

INTRODUCCION

A nivel mundial los edificios son responsables del 40% del consumo anual de energía y hasta un 30% de todos los gases de efecto invernadero (GEI) relacionados con el uso de la energía¹. A su vez el sector de la construcción también proporciona el mayor potencial para la entrega de importantes recortes en las emisiones a bajo costo, sin costo o ahorro neto a la economía. En general el sector de la construcción es responsable de un tercio del consumo de recursos de la humanidad, incluyendo el 12% del consumo total de agua dulce, y produce hasta un 40% de nuestros residuos sólidos. El sector también emplea, en promedio, más del 10% de la fuerza laboral. Se evidencia que con la creciente y rápida urbanización en los países más poblados del mundo, la construcción es esencial para lograr el desarrollo sustentable. En México las edificaciones son responsables² de:

20% del consumo total de energía

5% del consumo total de agua

27.8% del consumo total de electricidad

20% de las emisiones de dióxido de carbono

20% de los desechos generados

Todos estos datos han salido de cálculo de indicadores energéticos en la edificación, este cálculo debe contener varias características, deben ser específicos y estar vinculados fuertemente con los objetivos del proyecto para evaluar su fiabilidad y que sean útiles en la toma de decisiones. Deben ser explícitos, queriendo decir que su nombre como concepto sea claro y entendible para cualquiera que quiera analizarlos. Otra característica importante debe ser su durabilidad, o sea, estar disponibles a lo largo de varios años con el fin de que se pueda observar el comportamiento del fenómeno o comportamiento a través del tiempo. La comparabilidad es una característica deseada en todo tipo de indicadores, y aunque no se busque la universalidad si debe tener similitudes con diversos grupos de indicadores para

¹ Iniciativa para Edificios Sostenibles y Clima (UNEP-SBCI), Promoviendo políticas y prácticas para edificios y construcciones, UNEP, 2008

² *Ibidem*

llevar acabo comparaciones total, es importante que permitan el análisis de la información obtenida de manera más precisa. Por último, deben ser relevantes para la aplicación de programas, en este caso los indicadores energéticos en edificios deben ser base para programas de eficiencia y ahorro energético.

El cálculo de indicadores energéticos por uso final tiene como finalidad evidenciar el peso de la climatización como uso principal aunque en algunos casos usos finales como la iluminación o la refrigeración pueden tener un peso aun mayor. Los resultados porcentuales o indicadores por uso final de energía en los edificios no necesariamente deben corresponder con su incidencia en el consumo energético total. Usos menores con una mala gestión, pueden descompensar el edificio, aunque estos indicadores son la representación más fiel del comportamiento energético de un edificio.

Actualmente la construcción de edificaciones modernas requiere cumplir con altas expectativas, así como objetivos muy demandantes y específicos, pues no sólo es necesario ofrecer un alto grado de confort, sino también es necesario cumplir con todos los lineamientos de seguridad y promover la eficiencia energética. Otro requerimiento actual de gran importancia recae en el cuidado del medio ambiente, dando mayor lugar a un desarrollo de la construcción sustentable. Éste conlleva a su vez, a una gestión eficiente de la energía (en especial la eléctrica), el objetivo de las nuevas edificaciones radica en conseguir la reducción de impactos ambientales durante la construcción y vida de los edificios. El cálculo de indicadores puede ayudar a cumplir todas estas metas.

La importancia de establecer indicadores para su análisis y clasificación no solo radica en conocer el comportamiento energético de un edificio, también contiene información indispensable que puede permitir la conservación y administración de la energía y su uso renovable. En 2010 el Consejo Estadounidense de Edificación Sustentable calcula que hoy, en promedio, la edificación eficiente reduce 30 por ciento el uso de energía, 35 por ciento las emisiones de carbono y de 30 a 50 por ciento el consumo de agua, además de que genera ahorros de 50 a 90 por ciento en el costo del manejo de los desechos³, comparativas que solo pueden ser logradas con una línea base previa de indicadores energéticos.

³ Green Building Research, US Green Building Council, USGBC, EUA, 2010

En México la normatividad, el diseño y ejecución de programas encargados del monitoreo constante de energía, han traído consigo beneficios ambientales, sociales y económicos, base fundamental para un desarrollo sustentable no solo de la construcción de edificaciones sino de todo el país. Es por eso que este trabajo presenta un análisis de los principales indicadores de energía eléctrica en edificios comerciales y de servicios de distintas regiones climáticas del país que será fundamental para establecer criterios y lineamientos mismos que tendría que llevar una norma para la construcción de edificios sustentables en México.

OBJETIVOS

Objetivo General

Definir indicadores energéticos de los principales usos finales del consumo de energía eléctrica, para determinar una línea base de consumo, según la clasificación referida de los distintos tipos de edificios comerciales y de servicios en las diferentes regiones climáticas del país.

Objetivos Específicos

-Determinar los diferentes tipos de uso final de la energía eléctrica en la edificación comerciales y de servicios en las distintas regiones climáticas del país.

-Definir indicadores energéticos por uso final de energía eléctrica que servirán como parámetros de referencia para establecer una línea base de consumo de energía eléctrica por región climática y por tipo de edificio.

-Comparar los indicadores energéticos nacionales obtenidos con indicadores internacionales similares

-Calcular los indicadores de impacto ambiental que tiene el consumo de energía eléctrica en los edificios comerciales y de servicios del país.

JUSTIFICACIÓN

Los indicadores energéticos representan una herramienta cuantitativa que ayuda a monitorear el avance que han tenido los edificios al paso de los años. Los precios de la energía eléctrica por uso final en el sector comercial tienen un gran impacto en la economía del particular y del país. Cada tipo de edificación tiene sus prioridades y problemas particulares en el uso de la energía, el establecimiento y constante actualización de estos índices ayuda a solventar de manera más eficiente esos problemas.

En el país existe un hueco de información referente a índices de comportamiento energético en los edificios comerciales y de servicios. La importancia de conocer el comportamiento no solo por tipo de edificio, como un ente general, sino por tipo de uso final tiene como finalidad conocer los diferentes consumos que hay en nuestros edificios. Sumado a los índices de consumo de energía, los gases de efecto invernadero también son susceptibles al cálculo de diversos indicadores ambientales.

El problema que radica en la falta de información confiable en el tema de consumo de energía en la edificación trae consigo desarrollo de programas de calidad de la energía mal enfocados. Calcular una línea base de consumo de energía eléctrica de toda la edificación comercial y de servicios del país representaría una fuente de datos e información indispensable para la detonación de programas dedicados a la eficiencia energética enfocados a los problemas particulares en el uso final de la energía.

En México, no todos los edificios comerciales presentan comportamientos similares, existen zonas (sobre todo en la zona norte y sureste del país) donde el uso de sistemas de climatización artificial es una necesidad para alcanzar el confort térmico, llegando a representar cerca del 45% del gasto energético en el edificio, siendo un uso excesivo y representando un alto consumo. Estos sistemas de climatización, como lo son los chillers y los aires acondicionados, son un tipo de uso final de gran emisión de gases de efecto invernadero, sobretodo de clorofluocarbonos (CFC), donde se producen

alrededor de 5000 toneladas anualmente en nuestro país⁴. Conocer los indicadores precisos de este tipo de fuentes de consumo nos dará información exacta de su aporte tanto en el uso final del edificio como a la generación de GEI la atmosfera.

HIPÓTESIS

El comportamiento energético de los edificios comerciales y de servicios depende de su tipología y de la zona climática en la que se encuentren, validado a través de los indicadores energéticos.

Los indicadores energéticos y ambientales de edificios que se encuentran en las zonas climáticas cálido húmedo y cálido seco están por encima de la línea base nacional causada principalmente por el uso final de energía en la climatización artificial.

⁴ Edificación sustentable en América del Norte, Informe del secretariado al consejo conforme al artículo 13 del acuerdo de cooperación ambiental de América del Norte

CAPITULO I

ANTECEDENTES

En este capítulo se presentan los antecedentes en México y el mundo referente al estudio y cálculo de indicadores energéticos aplicados a edificios de uso comercial y de servicios. Se presentan algunas normas y programas de ahorro de energía federales así como investigación realizada por laboratorios e institutos académicos.

1.1 MÉXICO

En 1996 se lleva a cabo el “Proyecto de Ahorro de Energía Eléctrica” por parte del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE). En el caso del sector comercial y de servicios se tienen estudios diagnósticos que hasta mayo de 2009 se han desarrollado alrededor de 720 estudios energéticos donde algunos han pasado por proyectos de renovación tecnológica, registrando ahorros de energía eléctrica promedio de entre el 20 al 37% con un periodo máximo de recuperación de la inversión en un plazo de 36 meses. El monitoreo sobre los consumos finales fue para analizar el impacto que tuvo el programa sobre cierto tipo de uso final, sobretodo en iluminación y aire acondicionado. El proyecto solo consigue llegar hasta estos datos, sin lograr aterrizarlos en indicadores energéticos por uso final para mostrar el verdadero impacto de cada sistema.

En 1999, Hernández y Morillón de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, presentaron el trabajo “Potencial Estimado de Ahorro de Energía y reducción de la demanda en iluminación de edificios comerciales” donde se hace un análisis de 29 casos demostrativos del FIDE. A partir del procesamiento de esta información se calculan los porcentajes del uso final de la energía en los edificios comerciales, separando los usos en iluminación, acondicionamiento ambiental y otros. Otros resultados importantes que se obtienen son el de porcentaje de ahorro en la demanda y el de consumo. Estos datos son obtenidos después de analizar los programas a los que fueron sometidos los diferentes edificios comerciales y de servicios, donde básicamente se atacó la iluminación y el aire acondicionado. Finalmente se definió el indicador energético de potencia eléctrica por área (W/m^2) y hace una comparación entre el indicador recomendable en la NOM-007-ENER-1995 con el indicador antes y

después del proyecto del FIDE y donde se concluye que la norma ha sido rebasada principalmente por la eficiencia de nueva tecnología. El trabajo muestra una primera segregación en los diferentes tipos de uso final de la energía, sobretodo en aire acondicionado e iluminación.

En 2002, Vacio Gonzales de la Facultad de Ingeniería de la UNAM presentó el trabajo titulado “Estimación y Análisis de los principales Índices Energéticos de los edificios de Alta Tecnología contra los convencionales” donde presenta resultados de un estudio realizado a una muestra de edificios de alta tecnología o edificios inteligentes con el objetivo de conocer el consumo de energía eléctrica y compararlos con los indicadores energéticos de edificios convencionales tanto nacionales como extranjeros. En el trabajo se concluye que el índice de consumo energético, densidad de energía eléctrica por área (kWh/m²-año), de los edificios de alta tecnología es menor que los edificios convencionales y el promedio de ahorro de energía de este tipo de edificios ronda el 20%. Existe una aportación que muestra valores de indicadores en edificios de oficinas, no hace una muestra de resultados de otros tipos de edificios comerciales y no existe una segregación climática y de diferentes tipos de uso final.

En 2005, Azucena Escobedo, presentó el trabajo titulado, “Indicadores energéticos en iluminación para inmuebles destinados al uso de oficinas públicas caso: centro del país”, donde se presenta un análisis de los estudios de los diagnósticos energéticos del sistema de iluminación y de los registros de información de los inmuebles de uso administrativo. La metodología de análisis consistió en evaluar a través de estadística descriptiva la información recabada. La información a analizar se centra en inmuebles destinados al uso administrativo ubicados en el centro del país, divididos por el uso del sistema de aire acondicionado. El análisis se centra en determinar indicadores energéticos de consumo y de potencia eléctrica (DPEA) en el uso de final en iluminación y en total del inmueble, así como por actividad, para el caso de los índices de potencia, es decir realizando una zonificación de las áreas más representativas dentro del inmueble. El trabajo muestra los diferentes tipos de consumos finales y los diferentes valores reales de consumo, aunque solo se centra en las edificaciones de oficinas del centro del país, no hay una segregación más amplia de tipos de consumos finales y tampoco analiza todos los tipos de edificios comerciales y el impacto de los diferentes climas que hay en el país.

En 2005, Escobedo y Morillón de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, presentaron el trabajo “Haciendo los edificios de Oficinas de México más eficientes: Resultados de un análisis contrastando practicas actuales, estándares nacionales e internacionales”, donde se presenta un análisis del potencial de ahorro energético en diversos edificios de oficinas en la Ciudad de México con el objetivo de caracterizar de manera adecuada los estándares de eficiencia energética en edificios. Se analizan los diagnósticos energéticos realizados por un programa nacional donde se identifican prácticas actuales y tecnologías utilizadas. Los datos fueron comparados con valores internacionales y con los valores establecidos en la Norma Mexicana (NOM-007-SENER-1995). Los resultados comparándolos con los estándares internaciones, muestran que los valores establecidos en la normatividad mexicana son muy altos y no representan las mejores prácticas en eficiencia energética en edificios.

En 2006, Sánchez Cifuentes y Azucena Escobedo de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, presentaron el trabajo “Estrategias de control del uso de la energía eléctrica a partir de indicadores energéticos en edificios del campus de ciudad universitaria (CU) de la UNAM” donde establecen una metodología para la caracterización energética de los edificios que se encuentran en Ciudad Universitaria, a través del estudio de los principales sistemas consumidores de energía en los mismos, aquí la importancia radica en categorizar los distintos usos finales de la energía en este tipo de edificios. También se analiza su “correspondencia” con el uso que tiene el edificio, su operación, su tipo de arquitectura, su ubicación y algunos otros parámetros relevantes. Se obtuvieron una serie de indicadores energéticos particulares que permiten conocer el comportamiento energético de los inmuebles según su uso aunque no hace un análisis del impacto climático que tiene sobre este tipo de edificaciones.

En 2007, Sánchez Cifuentes y Moreno Coronado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, presentaron el trabajo “Uso de la Energía Eléctrica en tiendas departamentales, experiencias en México” donde se analiza el uso de la energía en tiendas departamentales de México, en el cuál se observa una gran diferencia en los patrones de uso en las tiendas ubicadas en las zonas cálidas con respecto a las que se encuentran en el altiplano. Se presentan los índices energéticos encontrados en las tiendas analizadas, así como se sugieren medidas para mejorar el uso de la energía eléctrica manteniendo la operación adecuada de las mismas. La importancia de la investigación radica en que se hace una segregación

inicial de diferentes edificios en distintas regiones climáticas aunque solo está enfocada al subsector de las tiendas departamentales.

En 2007, Azucena Escobedo presenta el artículo “Curvas características en usos finales en edificios del sector terciario (con uso comercial y de servicios)” donde se presenta el comportamiento de la demanda eléctrica a través de curvas características medidas de los usos finales representativos en un edificio del Campus universitario de la UNAM: iluminación interior, iluminación exterior o alumbrado público, cómputo y misceláneos. La metodología empleada para determinar las curvas consistió en llevar a cabo levantamientos de cargas de cada uno de los equipos consumidores de energía eléctrica en cada uno de los sistemas, así como un levantamiento eléctrico con el fin de ubicar los circuitos alimentadores. En una primera aproximación, con los datos obtenidos en el levantamiento de cargas se obtiene la curva de demanda, ajustándola con mediciones de demanda en los circuitos alimentadores, previamente identificados. La importancia de esta investigación radica en la separación precisa de distintos usos finales de energía eléctrica además de calcular índices de consumo más precisos, pero no hay una segregación importante de los distintos tipos de edificios que existen y no se hace una diferenciación en el impacto que tienen las regiones climáticas en el consumo de energía eléctrica en los edificios comerciales.

En 2009 en el documento de discusión de la UNEP realizado por Odón de Buen titulado “Greenhouse Gas Emission Baselines and Reduction Potentials from Buildings in Mexico” se presenta una recopilación de información sobre el uso de la energía en el sector residencial y comercial. También se genera un modelo que estima las emisiones de GEI a través del análisis de estos consumos. Se muestra una separación de índices de uso final de energía, primordialmente para aire acondicionado, iluminación, equipo auxiliar y motores. El trabajo señala que hay una falta de información en el uso de la energía en México particularmente en el sector comercial y de servicios y más específicamente en la parte de uso final de la energía. Es por eso que el autor hace muchos supuestos basados en otra información relacionada o por juicio personal. Se deja de lado la regionalización climática lo cual daría una serie de resultados diversos entre indicadores energéticos aplicados a edificios del mismo tipo.

En 2009, Azucena Escobedo de la Facultad de Ingeniería de la UNAM presenta la tesis doctoral “Análisis y Modelación del Consumo de Energía Eléctrica en Edificios Universitarios con base a usos finales y parámetros arquitectónicos: Caso UNAM-CU”, donde se estudia el desempeño energético de cinco edificios ubicados en el campus CU de la UNAM. Se realizó un estudio de factores que impactan en la demanda de energía eléctrica y se lleva a cabo una modelación energética con el apoyo de herramientas de estadística. La forma de análisis consistió en realizar diagnósticos energéticos para identificar el consumo de energía eléctrica, también se realiza una evaluación arquitectónica para verificar el cumplimiento de la normatividad (NOM-008-ENER-2001). Con todo esto se calcularon indicadores energéticos los cuales tienen diversos propósitos, como lo son el dar seguimiento al comportamiento energético y el realizar comparaciones entre edificios. Finalmente lleva a cabo una modelación a través de regresión lineal múltiple para predecir la demanda total de las edificaciones. La investigación se enfoca solo a edificios educativos y de oficina, no hay una segregación más amplia y se deja de lado el impacto en el consumo de energía de las regiones climáticas del país.

En 2011, el Dr. David Morillón Gálvez del Instituto de Ingeniería de la UNAM y el Centro Mario Molina presentan “Estrategias regionales y sectoriales para lograr un desarrollo sustentable y de baja intensidad de carbono en México” donde se hace un análisis de la situación que priva en las edificaciones sustentables en el mercado nacional e internacional, el desarrollo tecnológico de sus componentes: materiales de construcción, equipos, sistemas constructivos, así como, el estado del arte en los mismos. Se definieron los umbrales de eficiencia energética en los consumos de energía que tienen los edificios habitacionales, comerciales y de servicios; para ello, se consideraron las condiciones climáticas de adaptación térmica de los edificios en las diferentes regiones del país. En la parte de edificios comerciales y de servicios los resultados presentados fueron los obtenidos principalmente por este trabajo de investigación realizado donde se hace un análisis de cada tipo de edificación comercial, cada tipo de uso final que se presentan en este tipo de edificios y una diferenciación climática importante que da pie a un análisis muy específico de los indicadores energéticos obtenidos en los edificios comerciales y de servicios de la República Mexicana.

1.2. INTERNACIONALES

El Laboratorio de Lawrence Berkeley editó en el año de 1993 los resultados del análisis realizado en edificios comerciales (oficinas, tiendas de autoservicio, restaurantes y almacenes) ubicados en el sur de California, estudiaron los consumos de 53 inmuebles durante el año de 1992. El estudio lo realizó el Instituto de Eficiencia Energética de California (CIEE, siglas en ingles) y la Compañía Edison del Sur de California. De los 53 inmuebles analizados, 12 de ellos estaban destinados al uso de oficinas administrativas y donde midieron los consumos de energía por uso final. En esta investigación se presenta un panorama inicial sobre indicadores energéticos en edificios y se logra una diferenciación en el consumo de diferentes tipos de edificios comerciales de Estados Unidos así como la separación de diferentes fuentes de uso final como lo son el aire acondicionado, la iluminación y diversos equipos. Todavía no existe una diferenciación por región climática.

En 1995, Terry Sharp del Oak Ridge National Laboratory, presenta el trabajo “Energy Benchmarking In Commercial Office Buildings” donde a través de modelos de regresión lineal identifica los principales determinantes en la intensidad energética en los edificios de oficina comerciales. Aparte de la superficie, otras variables determinantes son número de trabajadores, numero de computadoras personales, ocupación de los propietarios, horas de funcionamientos, entre otros. Para el autor estos modelos de regresión lineal establecen una estadística más confiable en la intensidad en el uso de la energía eléctrica que simples estadísticas de censo. Se obtienen indicadores generales en diferentes regiones climáticas pero solo enfocándose a oficinas y deja de lado el análisis por uso final.

En 1998, Callahan, M.P., Parker, D.S., et.al., del Florida Solar Energy Center presentan el trabajo “The big report card: Energy use in Florida schools”, donde se muestra un estudio detallado del consumo de energía y las características de uso de la energía en las escuelas públicas del estado norteamericano de Florida. En un principio la información fue recabada gracias a encuestas que fueron enviadas a las escuelas, alrededor de 2500 encuestas fueron repartidas y fue posible recabar 1298 donde 677 de ellas tienen datos coincidentes. Los datos del estudio se analizaron para crear un perfil de uso de energía en las escuelas de Florida, así como características que pueden influir en su eficiencia. Con esta

información se han podido calcular una serie de indicadores energéticos y catalogar a las escuelas por tipo de grado escolar. Los resultados muestran que las escuelas preparatorias tienen consumos más altos de energía comparándolas con las escuelas primarias y secundarias. Las escuelas representan uno de los tipos de edificios comerciales y de servicios con mayor impacto en el consumo energético gracias a la cantidad de m² construidos. El estudio solo es enfocado a la región de Florida y solo toma en cuenta las escuelas, dejando de lado diferentes tipos de edificios.

En 1998 Corfitz Noren y Jurek Pirko del Instituto de Tecnología de Lund, Suecia presentan el trabajo "Using Multiple Regression Analysis to Develop Electricity Consumption Indicators for Public Schools" que trata sobre el desarrollo de Indicadores de Uso final de la energía en escuelas de Suecia mediante el uso de regresión lineal múltiple. A través de una medición anual se sacan una serie de diversos indicadores. Fueron analizadas un total de 26 escuelas con un consumo anual de electricidad de 17,5 GWh y cuentan con una superficie total de 252,000 m². Al utilizar la regresión lineal múltiple, es posible introducir variables que pueden explicar el consumo de electricidad en las diversas escuelas. Esta investigación proporciona información importante acerca de los factores que afectan al consumo de electricidad en las escuelas y hace un análisis de los principales tipos de uso final de energía. El trabajo aunque si hace una diferenciación climática solo está enfocado a las escuelas y no presenta un análisis profundo de los consumos finales de energía.

En 1999 el Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE) realizó un estudio sobre el Consumo Energía en Edificios Comercial (CBECS). Éste estimó que existían 4.7 millones de edificios comerciales (\pm 0.4 millones de edificios, al 95% nivel de confianza) en los Estados Unidos con un área total construida de 6.2 (\pm 0.43) mil millones pies cuadrados. En el estudio clasifican a los inmuebles por su tipo de uso y donde realizaron una regionalización del país según el clima de Estados Unidos. Se muestra el índice de consumo de energía eléctrica promedio de los inmuebles encuestados, los datos se presentan por región geográfica lo que conlleva a tener datos más puntuales. Se hace un buen análisis por tipo de edificio y por tipo de región climática, pero deja de lado el análisis de los indicadores por uso final de energía.

En el 2000, Joelle Davis y Alan Swenson del Energy Information Administration de E.E.U.U., publican el trabajo “Characteristics and Energy Use Trends for Major Commercial Building Types” donde muestran datos importantes referentes al uso final de energía en los distintos tipos de edificios comerciales en Estados Unidos. Por ejemplo para 1995 el mayor uso final de energía en hospitales se iba al calentamiento de agua con un 26% seguido por el acondicionamiento de aire con 23%. En las oficinas el mayor consumo se encontraba en la iluminación con 29% seguido por el acondicionamiento de aire con 25%. En los centros comerciales el mayor consumo está en el acondicionamiento de aire con 40% seguido de la iluminación con 31%. En las escuelas el consumo se centra en el acondicionamiento de aire con el 42% seguido por el calentamiento de agua con un 22% y la iluminación con el 20%. Finalmente en los restaurantes la cocción es responsable del 32% del consumo de energía seguido por la iluminación con un 15%. El trabajo refiere a que el consumo de energía se ha mantenido estable desde 1979, sin embargo ha habido un decremento importante en la intensidad energética. Al trabajo solo le falta analizar cómo sería el consumo por regiones climáticas lo que daría información de cómo son los comportamientos característicos de cada zona climática.

En el 2000, Reinhart, C.F., Voss, K., et.al., del Instituto de Sistemas de Energía Solar de Fraunhofer, Alemania, presentan el trabajo “Lean Buildings: Energy Efficient Commercial Buildings in Germany” donde muestran la descripción inicial y evaluación de una serie de edificios con superficie mayor a los 1000 m² situados a lo largo de Alemania. Para que el edificio pueda ser parte del programa de eficiencia energética en edificios este tiene que cumplir con varios requisitos, el mas importantes es que el índice de consumo energético debe de ser menor a 100 kWh/m²-año. El trabajo esencialmente analiza los diferentes tipos de uso final de energía y presenta diversos indicadores energéticos en edificios comerciales de Alemania, aunque no presentan un análisis por región climática.

En 2004, Thomas Olofsson y Alan Meier presentan “Rating the energy performance of buildings” donde se discute cómo estimar el cálculo energético de los edificios. Se presenta una breve revisión de los más recientes enfoques recientes de calificación energética y donde se pone de manifiesto que no existe un único concepto que sea el correcto o el equivocado, pero es necesario que uno esté consciente del impacto relativo de las distintas estrategias. Se discuten las diferentes estrategias para

el establecimiento de normas de eficiencia energética. También se analizan distintos Indicadores para la calificación energética de los edificios basados en simulaciones, estadísticas y el conocimiento de expertos para demostrar las fortalezas y debilidades de cada enfoque. El trabajo tiene un enfoque político, aunque se presentan indicadores energéticos importantes pero dejan de lado los índices por uso final.

En 2005, Ayman Khalid presenta “Energy Efficiency in Commercial Buildings”, donde hace un estudio del uso de la energía en edificios comerciales en Europa e identifica en que tipos de edificio comerciales es más favorable meter fuentes de energía renovable. Propone diversas estrategias y recomienda un estudio más amplio de nuevas formas de generación de energía renovable para la edificación comercial. La importancia de la investigación reside en la recopilación de diversos indicadores energéticos de la edificación comercial y de servicios de Europa y hace una comparación y análisis entre los mismos, aunque no existe un análisis del impacto que tiene el clima en los distintos tipos de edificios.

En 2006, D.B. Belzer del Pacific Northwest National Laboratory preparo a la DOE un documento llamado “Energy End-Use Flow Maps for the Buildings Sector” donde hace una representación gráfica que va desde la producción nacional de energía llegando finalmente al uso final de la misma. Desarrolla dos flujos, uno para el sector residencial y otro para el sector comercial. Este tipo de graficas son muy ilustrativas ya que muestran desde los diferentes tipos y porcentajes de generación de energía hasta los valores en el uso final que se le da. Lo importante del trabajo es que muestra porcentajes precisos de diversos usos finales de la energía en el sector comercial, lo que da pie a comparar los datos obtenidos en el país con los de otras naciones. No existe una diferenciación extensa de los distintos tipos de edificio y falta analizar el impacto que tiene la región climática sobre el consumo.

En 2007, Eoin O Broin presenta “Energy Demands of European Buildings: A Mapping of Available Data, Indicators and Models, en esta investigación se hace una recopilación muy completa de datos sobre demanda de energía en el sector comercial. Realiza prospectivas sobre el uso de la energía en los distintos edificios comerciales europeos. También realiza un modelo para determinar el uso final de la

energía y determinar los potenciales de ahorro que se pueden lograr en las siguientes décadas. Al trabajo le falta hacer una caracterización climática y analizar el impacto que tiene esta sobre los edificios comerciales en Europa.

En Marzo de 2008 la Comisión de Energía de California a través del Laboratorio Lawrence Berkeley presentaron el reporte “Energy consumption in California’s buildings since 1990: An indicators assessment of key factors”, este estudio trata de cuantificar el efecto de diversos factores que conforman las tendencias de consumo de energía en los edificios de California. Se extrajo de los datos de consumo de uso final de energía publicada en la base de datos del Balance de Energía de California (Caleb), también de los datos desagregados de la Comisión de Energía de California, y los datos de la actividad económica, a través de un "indicador de energía". Estos Indicadores se refieren a los datos cuantitativos que revelan algo sobre la relación entre consumo de energía y factores subyacentes. El análisis para el sector comercial y de servicios se limitaba a la electricidad y al gas natural, que representan más del 95 por ciento de la energía consumida en el sector. En el sector, el consumo de energía total de la instalación aumento aproximadamente el 18 por ciento entre 1990 y 2003. La saturación de la mayoría de los equipos y de los distintos usos finales se mantuvo relativamente estable, lo que indica que California podría estar cerca en la saturación total para muchos usos finales. Las excepciones podrían ser aire acondicionado, equipo de cómputo y otros aparatos electrónicos. Ya existe un estudio solido de los distintos consumos finales en distintos tipos de edificios comerciales, existe un primer análisis climático limitado a Estados Unidos y sin profundizar mucho en el impacto que tiene el clima sobre los indicadores energéticos.

En 2010, Joe Huang presenta “Survey of Commercial Building Energy Use in Six Cities in South China” donde presenta la recopilación de datos y el cálculo de indicadores en 6 ciudades de China, cada uno con climas diferentes. Presenta el ICEE por tipo de edificio comercial y por tipo de ciudad, sus resultados los compara con indicadores de edificios localizados en ciudades de Estados Unidos con un clima similar a las ciudades chinas analizadas. Este es un primer intento para conocer el comportamiento energético de los edificios chinos y hace recomendaciones básicas para eficientar el uso de la energía en los edificios de su país. El lograr hacer comparaciones entre índices energéticos

similares es un gran paso para determinar cómo anda el comportamiento general de los edificios comerciales. En este tipo de estudios se deben de tomar varios factores que finalmente determinan las diferencias entre indicadores internacionales. El estudio no hace un análisis de indicadores por uso final de la energía en los edificios comerciales de ese país.

CONCLUSIONES DE ANTECEDENTES

La falta de valores estadísticos del uso final de la energía en el sector comercial en México ha llevado a la falta de planeación de programas bien fundamentados de ahorro de energía eléctrica para este sector. La importancia de contar con este tipo de valores es que se puede conocer el comportamiento real de los edificios en lo que respecta al consumo de energía eléctrica, conocer los distintos tipos de uso final y su impacto que hay en estos edificios y se pueden estimar los ahorros y así llevar a inversiones más inteligentes que ataquen los diferentes tipos de uso final de manera más eficiente.

Existe investigación amplia en lo que se refiere a la determinación de indicadores energéticos por uso final de energía en la edificación comercial, sobre todo en los E.E.U.U. En el caso de México existen datos muy importantes que representan el comportamiento energético de los edificios comerciales, se conocen algunos indicadores por iluminación, por aire acondicionado, por motores, etc., aunque la mayoría suelen presentarse como un promedio nacional y se deja de lado la regionalización. Actualmente no existe una caracterización del uso de energía final por zonas climáticas en el país, el cálculo de estos indicadores nos proporcionara información muy valiosa para analizar el comportamiento de cada sistema y finalmente del edificio de manera general. Por otra parte y derivado de la falta de estos estudios, nuestro país no cuenta con una Línea Base de consumo que permita conocer el comportamiento energético de distintos tipos de edificios que permitan dar un seguimiento y una evaluación sistemática constante de los comportamientos energéticos en la edificación comercial.

CAPITULO II

USO DE LA ENERGÍA EN EDIFICIOS COMERCIALES Y DE SERVICIOS

En este capítulo en principio se presenta el consumo de energía en el ámbito nacional, haciendo énfasis en los sectores residencial pero sobretodo en el comercial, se presentan consumos totales brutos así como una perspectiva del sector eléctrico para los próximos 15 años. Posteriormente se establece una caracterización de diferentes tipos de edificios comercial y de servicios y la estimación del área construida de los mismos, siendo un dato muy importante para el uso de indicadores. En una tercera parte se habla de los tipos de uso final de energía en los edificios comercial en México. En una última parte se habla de la eficiencia energética en los edificios, presentando los indicadores promedio de edificios sustentables, edificios de energía cero y edificios de energía plus.

2.1 CONSUMO NACIONAL DE ENERGÍA (SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL Y DE SERVICIOS)

El consumo nacional de energía equivale a la suma de la oferta interna bruta de energía primaria y de la energía secundaria. El uso final total de energía fue de 4795.24 PJ en el 2009, cifra que representó una disminución de 6.5% respecto a los 5129.43 PJ del 2008.

En lo que respecta a los sectores residencial, comercial y público, éstos no mostraron grandes variaciones, de manera conjunta (Ver Tabla 1). Por el contrario, el sector industrial sufrió un retroceso de 8.5% respecto a 2008.

Tabla 1 Uso final Total de Energía en México en 2009 (PJ). Secretaría de Energía, Balance Nacional de Energía 2009, México, 2010

	2008 (PJ)	2009 (PJ)	Variación Porcentual	Estructura % 2008	Estructura % 2009
Transporte	2,433.35	2,224.50	8.6%	47.40%	46.40%
Industrial	1,402.93	1,283.62	8.5%	27.40%	26.80%
Residencial, Comercial y Público	922.68	913.42	1.0%	18.00%	19.00%
Agropecuario	149.15	146.53	1.8%	2.90%	3.10%

Como se muestra en la Ilustración 1, el mayor consumidor de energía fue el sector transporte, con una participación de 49%. El sector industrial representó el 28% de dicho consumo, mientras que el agregado formado por los *subsectores residencial, comercial y público* registró una participación del **20%**. El sector agropecuario únicamente aportó 3%.⁵

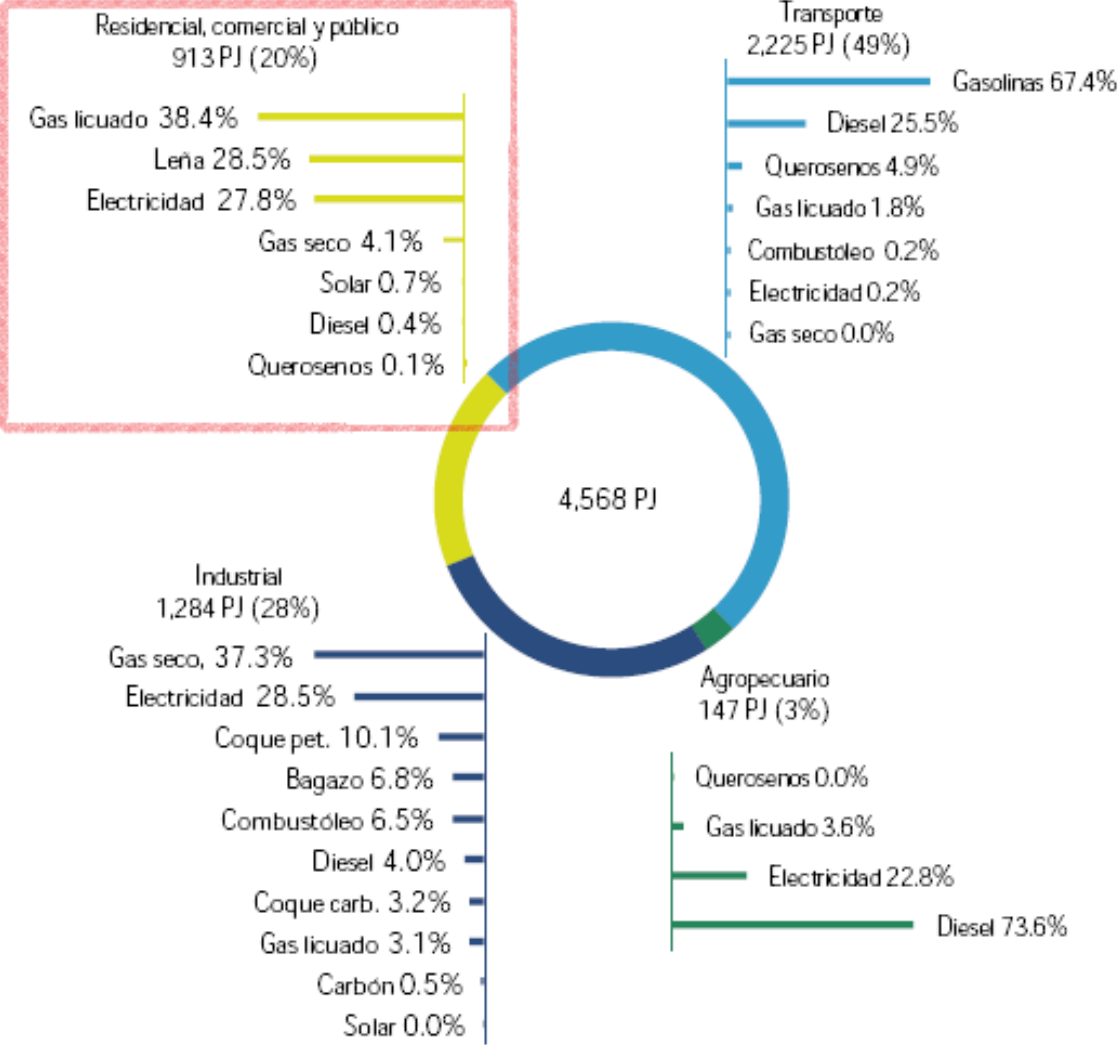


Ilustración 1 Uso final total de Energía por sectores en México en 2009. Secretaría de Energía, *Balance Nacional de Energía 2009*, México, 2010.

La Tabla 2 muestra que el consumo de energía del sector comercial y de servicios fue de 123.55 PJ, mientras que en el año anterior éste fue de 126.35 PJ. Los energéticos de mayor consumo en este sector fueron el gas licuado de petróleo y la electricidad, con participaciones de 48.9% y 39.3%,

⁵ Secretaría de Energía, *Balance Nacional de Energía 2009*, México, 2010.

respectivamente. En esta tabla hay un dato interesante, existe un incremento del 20% en el uso de energía solar si lo comparamos con el del año pasado, y aunque netamente sólo representa un 2.1% del total, el aumento en el uso es significativo y mas tomando en cuenta que las otras fuentes presentaron disminuciones importantes. Esto fue derivado a que comercialmente las tecnologías solares (fotovoltaicas como los paneles solares y fototérmicas como los calentadores solares) han tenido mayor apertura en el mercado energético así como mayor accesibilidad al usuario final ya que económicamente los precios han disminuido significativamente en los últimos años

Tabla 2 Consumo de Energía en el sector residencial, comercial y público en 2009. Secretaría de Energía, Balance Nacional de Energía 2009, México, 2010.

	2008	2009	Variación	Estructura %	Estructura %
	(PJ)	(PJ)	Porcentual (%)	2008	2009
Residencial	770.86	761.79	-1%	100%	100%
<i>Solar</i>	320.00	3.85	20%	0%	1%
<i>Leña</i>	262.05	260.68	-1%	34%	34%
<i>Gas Licuado</i>	303.24	290.18	-4%	39%	38%
<i>Querosenos</i>	0.83	0.84	1%	0%	0%
<i>Gas Seco</i>	30.71	29.08	-5%	4%	4%
<i>Electricidad</i>	170.80	177.17	4%	22%	23%
Comercial	126.35	123.55	-2%	100%	100%
<i>Solar</i>	2.16	2.59	20%	2%	2%
<i>Gas Licuado</i>	62.69	60.42	-4%	50%	49%
<i>Diesel</i>	3.55	3.33	-6%	3%	3%
<i>Gas Seco</i>	8.90	8.66	-3%	7%	7%
<i>Electricidad</i>	49.06	48.54	-1%	-38800%	39%
Público	25.47	28.09	10%	100%	100%
<i>Electricidad</i>	25.47	28.09	10%	100%	100%

Tanto el sector residencial como el sector comercial disminuyeron su consumo de energía con respecto al año anterior, al pasar de 770.86 PJ en 2008 a 761.79 PJ en 2009 en el sector residencial, mientras

que en el comercial este paso de 126.35 a 123.55 PJ. Por su parte, el sector público consumió 25.47 PJ de electricidad en 2008, mientras que en 2009 el consumo fue de 28.09 representando un aumento del 10.3%. Es importante resaltar que únicamente se considera el alumbrado público y los sistemas de bombeo de agua potable y aguas negras, y que no se incluyen los consumos de edificios, instalaciones, equipos, embarcaciones, vehículos y flota aérea del sector público.

Ventas Sectoriales de Energía Eléctrica

El análisis de las ventas internas de energía eléctrica se desagrega en cinco sectores: industrial, residencial, comercial, servicios y bombeo agrícola. En orden de magnitud, el sector industrial es el principal consumidor de energía eléctrica, debido principalmente a la gran variedad de sistemas y procesos productivos que hacen uso intensivo de este tipo de energía de manera casi continua. En 2008, este sector consumió el 58.5% de las ventas internas, con 107,651 GWh, de los cuales la mayor parte corresponde al servicio general en media tensión, que incluye a usuarios de pequeñas y medianas industrias, así como comercios y servicios medianos y grandes. Debido a la diversidad de aplicaciones en el uso de la energía eléctrica en el sector industrial, se requiere que gran parte del suministro se realice en media, alta y muy alta tensión, por lo cual para fines estadísticos, las ventas a dicho sector se subdividen en gran industria y empresa mediana. En el caso de la gran industria, dicho subsector incluye el consumo de los usuarios de las tarifas para servicio general en alta tensión, fundamentalmente constituido por los grandes establecimientos industriales y por los sistemas de bombeo de agua potable más importantes del país. Por otra parte, el sector residencial consumió el 25.8% de las ventas internas, con lo cual es el segundo consumidor de energía eléctrica, seguido por el **sector comercial y de servicios (comercial) con 7.4%**, luego el bombeo agrícola con 4.4% y finalmente el sector servicios con 3.8% (Ver ilustración 2).

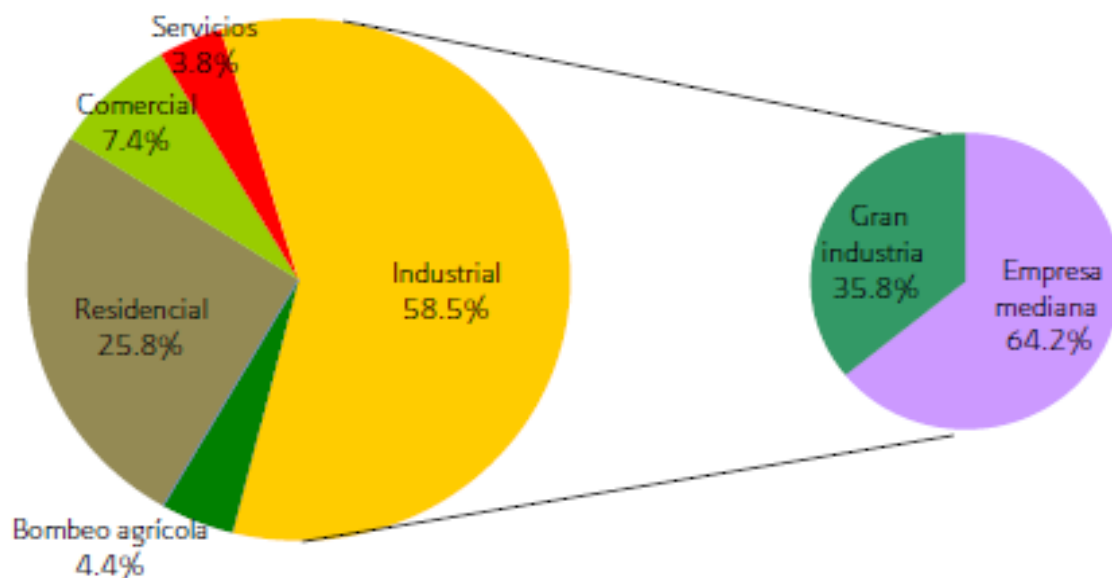


Ilustración 2 Distribución de Ventas Internas por Sector en 2009. Secretaría de Energía, *Balance Nacional de Energía 2009*, México, 2010. (Fuente Alterna: CFE).

Los sectores que han mostrado el mayor dinamismo en el consumo de energía eléctrica durante los últimos 10 años son el residencial y las industrias medianas, al crecer en promedio 4.1%, seguidos por el sector servicios con 3.1%, así como el comercial y de servicios (comercial) con 2.6%, mientras que el bombeo agrícola sólo ha crecido 0.5% en promedio. En términos de magnitud en el consumo, el sector industrial, específicamente el sector de empresa mediana, es el que concentra la mayor proporción con 37.6% de las ventas internas.

2.1.1 PROSPECTIVA DEL SECTOR ELÉCTRICO (2009-2024)

El estudio y proyección del mercado eléctrico requiere del análisis de la información sobre el consumo de electricidad de los diversos tipos de usuarios, así como de la evolución esperada de la economía, entre otras variables. Mediante diversas metodologías econométricas, se especifican las variables económicas y sociales relevantes para definir el nivel, estructura del consumo y expectativas de desarrollo del mercado eléctrico. Asimismo, se establecen supuestos macroeconómicos, poblacionales, precios de combustibles, precios promedio de la electricidad, así como los relacionados con el uso más

eficiente de la energía eléctrica por la aplicación del horario de verano y otros programas específicos. En el orden macroeconómico, se establecieron tres posibles trayectorias para la evolución del PIB en un horizonte de planeación de 15 años, modeladas en los escenarios Planeación, Alto y Bajo para el periodo 2009-2024 con tasas de crecimiento promedio anual de 2.7%, 3.4% y 1.8%, respectivamente. Además de la modelación econométrica utilizada, para realizar las proyecciones regionales se requiere de la aplicación de modelos de estimación que consideran cuatro aspectos principales:

- 1) Análisis de tendencias y del comportamiento de los sectores económicos a escala regional
- 2) Estudio de algunas cargas específicas de importancia regional y nacional
- 3) Actualización anual de las solicitudes formales de servicio e investigaciones particulares del mercado regional
- 4) Estimaciones sobre los proyectos de autoabastecimiento y cogeneración con mayor probabilidad de realización.

En la Tabla 3 se presentan las tasas de crecimiento promedio anual registradas en el consumo nacional de energía eléctrica y sus componentes, con fines comparativos, para los periodos históricos (1990-2008) y prospectivo (2009-2024). El sector industrial concentra la mayor participación en las ventas internas. Se estima que el nivel de ventas en dicho sector crecerá con un ritmo de 4.0% en promedio anual durante el periodo 2009-2024. Esta variación responde principalmente a la dinámica esperada en la gran industria cuyo crecimiento estimado es de 4.4%, mientras que el de la empresa mediana se proyecta de 3.8%. En el caso del sector residencial, se estima que crecerá 3.9% durante el periodo, **el comercial y de servicios (comercial) 2.7%** y el de servicios 2.1. Se estima que las ventas al sector agrícola mostrarán un dinamismo de 2.0% en promedio anual.

Tabla 3 Crecimiento medio anual del consumo de electricidad. Secretaría de Energía, Prospectiva del sector eléctrico 2009-2024, México, 2009.

	Prospectiva 2009-2024	
	1990-2008	2009-2024
	%	%
Consumo Nacional	4.10%	3.60%
Residencial	4.80%	3.90%
Comercial	2.80%	2.70%
Servicios	2.50%	2.10%
Agrícola	1.10%	2.00%
Industrial	4.10%	4.00%

Prospectiva en el uso de energía al 2015

Con base en la proyección de la SENER para consumo de energía por tipos de energía y de usuarios finales para el 2015, conjuntándolas con las estimaciones de consumo de electricidad en grandes edificios que no se consideran en el Balance Nacional de Energía (a una tasa de 2,3%), el incremento en el uso de la energía total se espera de 275 PetaJoules para 2015⁶ (Ver Ilustración 3).

⁶ Greenhouse Gas Emission Baselines and Reduction Potentials from Buildings in Mexico, Discussion Document, UNEP, Francia, 2009

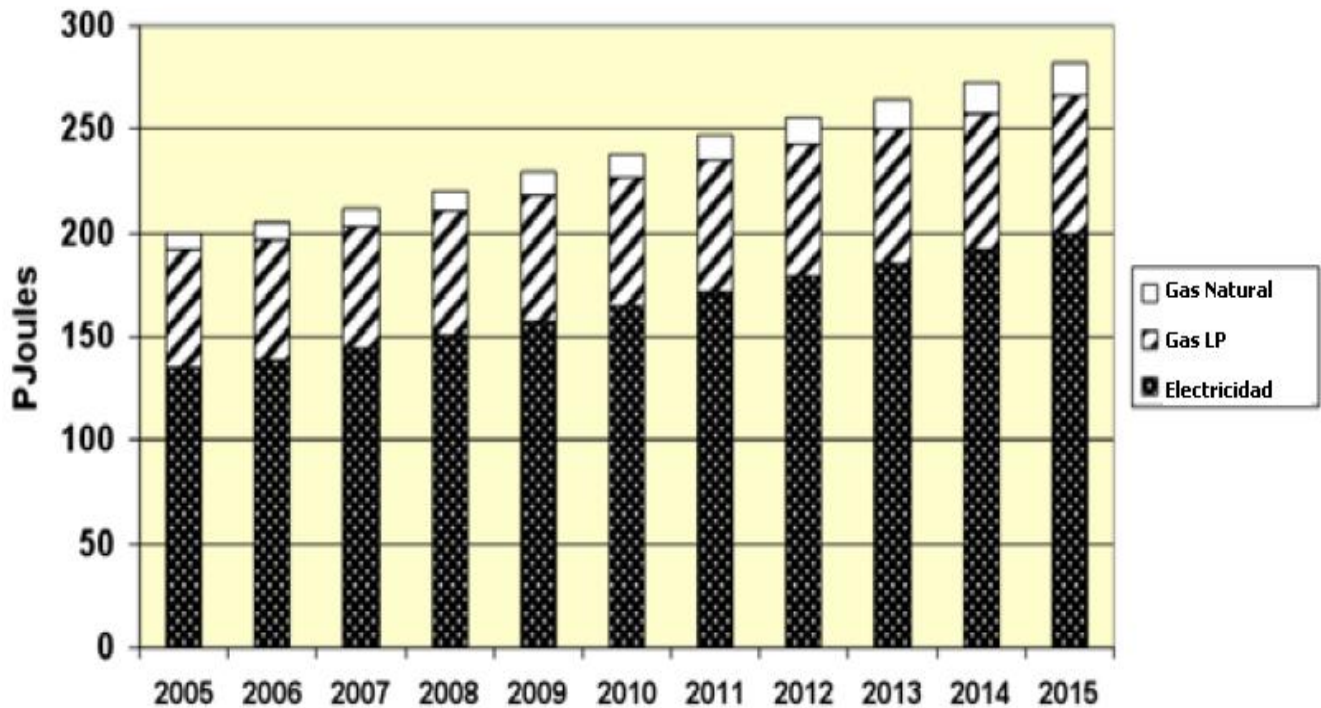


Ilustración 3 Estimación para 2015 en el uso de energía en el sector comercial y de servicios. Greenhouse Gas Emission Baselines and Reduction Potentials from Buildings in Mexico, Discussion Document, UNEP, Francia, 2009

2.2 Clasificación de edificios comerciales y de servicios en México (área construida estimada)

No existen datos exactos del número de edificios o el tamaño en área (m²) que las edificaciones comerciales ocupan, por lo que estos datos tienen que ser estimados. A continuación se presenta los diferentes tipos de edificios comerciales y un estimado de su área.

Hoteles

De acuerdo con la Confederación Nacional Turística de México (CNT), en 2007 hubo 14,963 hoteles en el país, con cerca de 585,000 habitaciones con una media de 39 habitaciones por hotel. Asimismo, la tasa de crecimiento en el número de habitaciones ha sido del 4,7% por año desde 2000, mientras que el número de instalaciones ha sido del 5,5%⁷. No hay datos sobre la superficie construida de hoteles,

⁷ CTN, La Industria del Hospedaje en México 2007. 2008, Confederación Turística Nacional.

por lo tanto se estima un área de 30 m² por habitación (que incluye las áreas comunes en los hoteles), dando como resultado el área total de 12 millones de m²⁸.

Restaurantes

En cuanto a restaurantes y de acuerdo con la Cámara Nacional de la Industria de los Restaurantes (CANIRAC), existen 243 mil establecimientos afiliados, el 96% son pequeñas empresas y el 98% de de los mismos tiene un área de servicio inferior a 150 m². Para la estimación de área construida para los restaurantes no pequeños se estableció un supuesto de 400 m² por establecimiento (para un total de 2 millones de m²).

Oficinas

Los datos obtenidos del sector empresarial sobre los edificios de oficinas construidos muestran que existe un espacio de 4, 600,000 m² de edificios clase A, B y C en el 2008⁹.

Tiendas y Centros Comerciales

Según la Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales (ANTAD), esta se compone de 14,034 tiendas, de los cuales 2,244 son de venta, 957 son grandes almacenes y 10,833 son tiendas especializadas, lo que representa un espacio total de 15, 200,000 de m².

Hospitales

De acuerdo con el Sistema Nacional de Información de la Salud, hay 4,300 hospitales en México con un total de cerca de 120 mil camas. No hay datos sobre la superficie construida, pero se estima 50 m² por cama (que incluye los espacios comunes), por lo que se consideran unos 6, 000,000 m².

Escuelas

Según datos de la Secretaria de Educación, hay cerca de 242 mil escuelas en México. Cerca de 100 mil son escuelas primarias, 86,700 para el preescolar, mientras que más de 37,000 son para la educación

⁸ Greenhouse Gas Emission Baselines and Reduction Potentials from Buildings in Mexico, Discussion Document, UNEP, Francia, 2009, p. 17

⁹ Ibídem y Ramírez, K., Falta el aire en los edificios, Reforma. 2008, México

secundaria y preparatoria No hay datos sobre la superficie construida, pero suponiendo alrededor de 500 m² por la escuela, se estiman 121 millones de m².

2.3 Tipos de uso final de energía en edificios comerciales y de servicios

De acuerdo a los diagnósticos realizados por el FIDE estos son los tipos de usos finales de energía eléctrica más frecuentes en los edificios comerciales y de servicios del país sin importar la tipología o el clima. En general podemos dividir en seis a los tipos de usos finales;

- *Aire acondicionado*

El acondicionamiento de aire es el proceso que se considera más completo de tratamiento del aire ambiente de los espacios habitados; consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura (calefacción o refrigeración), humedad, limpieza (renovación, filtrado) y el movimiento del aire adentro de los locales. Si no se trata la humedad, sino solamente de la temperatura, podría llamarse climatización. En este caso la mayoría de los edificios a analizar cuentan con un sistema de aire acondicionado. Los resultados por región climática mostraran un comportamiento heterogéneo, no es el mismo gasto en una zona cálida húmeda que en una zona templada.

- *Iluminación*

La iluminación artificial en una edificación es clave para mantener el confort visual y maximizar las habilidades del ocupante. El consumo energético en iluminación interior dentro de un edificio comercial depende de muchos factores pero principalmente de los siguientes:

La iluminación generalmente no varía entre diferentes regiones climáticas, pero si existe una variación en el porcentaje de consumo de manera general. Hay zonas donde la iluminación representa el gasto energético mayor y existen zonas donde representa el segundo o hasta el tercer gasto energético.

- *Refrigeración*

Este tipo de uso final no es referido a la refrigeración del aire ambiental, sino más bien a aparatos de refrigeración usados para artículos u objetos que así lo necesiten. Desde un punto de vista científico,

todos los equipos de refrigeración son y se denominan "frigoríficos" o "máquinas frigoríficas", expresiones absolutamente equivalentes. Desde el punto de vista comercial, el aparato más común es el frigorífico doméstico o refrigerador, en que la maquinaria (por compresión generalmente, pero también existen por absorción, funcionando con gas butano o con keroseno) consigue extraer calor de un armario cerrado cediéndolo en el ambiente de la cocina, con un nivel térmico (temperatura) más alto. En este caso los equipos de refrigeración que encontramos en los edificios comerciales son refrigeradores usados principalmente en hoteles, restaurantes y centros comerciales, y las cámaras de refrigeración utilizados en restaurantes y hospitales.

- *Motores*

Este tipo de uso final se refiere a todo tipo de motor eléctrico encontrado en los edificios comerciales, que van desde motores para ascensores, bombas de agua, autogeneradores, motores para portones automáticos, etc. El uso de motores es más marcado en algunos tipos de edificios que en otros, pero aun así representa un consumo significativo y que no se puede obviar.

- *Computo y Misceláneos*

Este tipo de consumo es debido al equipo de cómputo instalado, la parte de misceláneos se refiere a equipo diverso que puede encontrarse y que consume energía eléctrica. Al ser aparatos de bajo consumo lo que se hace es juntar todos los consumos de estos aparatos y así tener un dato significativo de uso final.

- *Otros*

Consumo de energía eléctrica en edificios dados por otro tipo de equipos que son particulares de cada tipo de edificación comercial y que es difícil de homogeneizar.

Conociendo los diferentes tipos de usos finales de energía en la edificación comercial y de servicios es posible entablar acciones y realizar normatividades de eficiencia energética atacando directamente el problema. La importancia de conocer el comportamiento de los tipos de uso final es primordial, es posible atacar el problema de manera más puntual, y no solo modificar sin base alguna, ya que

cualquier cambio de tecnología en edificios trae consigo gastos económicos considerables y que solo son justificables si existen tasas de retorno de inversión a corto o a mediano plazo.

2.4 Indicadores Energéticos en Edificios Comerciales

La necesidad de expresar adecuadamente las magnitudes provocó que se perfilaran los sistemas de unidades, lo que conduciría con posterioridad al análisis dimensional como forma de comprobación de las relaciones matemáticas obtenidas por diferentes vías.

Durante la Revolución Francesa se creó el sistema métrico decimal de unidades, que a mediados del siglo XIX comenzó a difundirse y a legalizarse en numerosos países. Como se sabe, los sistemas de unidades parten de la primera ley de Newton, afectada inversamente por un coeficiente de proporcionalidad. El Sistema Internacional de unidades (SI) adoptado en la XI Conferencia General de Pesas y Medidas, en 1960, se ratificó en la decimoctava sesión en el año 1987; tiene siete unidades básicas y otro grupo suplementario.

Cuando analizamos la aplicación de una metodología de cálculo para la solución de un problema, observamos que el valor numérico está acompañado de la unidad de medida, y el resultado confirma la capacidad de uso o instalada por dicho sistema.

En términos generales, un indicador es la medida cuantitativa o la observación cualitativa que permite identificar cambios en el tiempo y cuyo propósito es determinar qué tan bien está funcionando un sistema, dando la voz de alerta sobre la existencia de un problema y permitiendo tomar medidas para solucionarlo, una vez se tenga claridad sobre las causas que lo generaron.

En este sentido, los indicadores se convierten en uno de los elementos centrales de un sistema de referencia, ya que permiten, dada su naturaleza, la comparación al interior o al exterior. Sin embargo, para que un indicador cumpla este objetivo de manera efectiva, debe poseer, entre otras, las siguientes características:

- Relevante: debe ser importante o clave para los propósitos que se buscan.

- Entendible: no debe dar lugar a ambigüedades o malinterpretaciones que puedan desvirtuar su análisis.
- Basado en información confiable: la precisión del indicador debe ser suficiente para tomar la decisión adecuada.
- Transparente/verificable: su cálculo debe estar adecuadamente soportado y ser documentado para su seguimiento y trazabilidad.
- Basado en información específica con relación al lugar y el tiempo: debe ser asociado a hechos reales que faciliten su análisis.

Un gran paso para el cálculo de indicadores se dio en la Agenda 21 de la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo que fue adoptada por las Naciones Unidas en 1992 y tiene en cuenta las cuatro dimensiones de la sustentabilidad, con un significativo interés en el área energética, abarcando los aspectos social, económico, ambiental e institucional.

Indicadores Energéticos

Los indicadores energéticos nos ayudan a determinar datos más característicos y que son más sensibles al cambio, también este tipo de indicadores presenta una buena herramienta de comparación de comportamiento energético entre edificaciones comerciales y de servicios similares y muestran resultados más claros y precisos. En este trabajo se analizan este tipo de indicadores en las distintas edificaciones comerciales del país. A continuación se presentan de manera general.

Indicadores del área edificada

El indicador por área edificada se obtiene de la relación entre superficie construida y el consumo de energía en un determinado período. Este indicador puede ser utilizado en la comparación de instalaciones que tengan actividades similares. Así, se puede obtener cifras para comprobar la eficacia del uso de la energía y su potencial de ahorro.

Indicadores por uso final de energía

Este tipo de indicador requiere de un estudio previo con el fin de desglosar el consumo en sus usos finales. El indicador de uso final se puede obtener a partir de la relación que existe entre la energía consumida por un uso final específico (iluminación, climatización, motores, etc.) en un período de tiempo determinado, por el producto de una variable específica (superficie los usuarios, producción, etc.) y el período de análisis (mes, año).

Este tipo de indicadores ayudan a establecer normas y criterios de referencia para el consumo. Por lo tanto, estos indicadores pueden ayudar en la selección de equipos tecnológicamente más eficientes, para posteriormente comprobar la eficacia de estos equipos en funcionamiento y compararlos con los datos previos con el fin de determinar los ahorros energéticos logrados.

Otros conceptos eléctricos

Otros índices o concepto eléctricos se pueden derivar de las facturas de energía o de una medición paralela y que ayudan a conocer el comportamiento general del sistema eléctrico de un edificio. Entre los más comunes se encuentran:

- Factor de Carga
- Factor de Potencia
- Uso de energía en horarios específicos

CONCLUSIÓN

En este capítulo se presento la situación actual del consumo de energía de edificios comerciales y de servicios en el país, así como la prospectiva que se tiene para el año 2024 del sector eléctrico, más específicamente en el sector comercial. Se caracterizaron los diferentes tipos de edificios comerciales y se estimo sus áreas totales construidas para tener un dato importante para la determinación de indicadores energéticos. También se identificaron al menos seis tipos de uso final de la energía en los edificios comerciales donde claramente la iluminación y el aire acondicionado son los principales usos finales. Finalmente se da una introducción del tipo de indicadores energéticos que serán calculados.

CAPITULO III METODOLOGÍA

En este capítulo se muestra la metodología que fue llevada a cabo para el desarrollo y cálculo de indicadores. Se hace una revisión periódica de los resultados con el fin de obtener datos más útiles. Esta metodología aunque pareciera que sigue una línea secuencial de acción no representa un esquema concreto para el cálculo de indicadores energéticos en edificaciones comerciales y de servicios. El objetivo principal es la comparación y establecimiento de una línea base de consumo por tipo de edificio y por tipo de clima.



Ilustración 4 Diagrama de Flujo de la Metodología empleada para cálculo de indicadores energéticos en Edificios Comerciales y de servicios de la República Mexicana

3.1 Tipos de Edificios Comerciales y de Servicios

El Commercial Building Energy Consumption Survey (CBECS) es un estudio que realiza la Agencia Internacional de Energía cada cuatro años para conocer el comportamiento energético de las edificaciones comerciales de Estados Unidos. Este estudio hace una separación por tipo de edificio comercial y de servicios que aunado a los diagnósticos energéticos que realiza el FIDE en el México se han caracterizado a los edificios comerciales y de servicios en 6 diferentes tipos:

- 1- Hoteles (3,4, 5 Estrellas y Gran Turismo)
- 2- Oficinas (Privados y Públicos)
- 3- Escuelas (Básica, Media y Superior: Privadas y Públicas)
- 4- Hospitales (Generales: Privados y Públicos)
- 5- Restaurantes
- 6- Tiendas/Centros Comerciales

3.2 Regionalización de Edificios por Tipo de Clima

Se debe de caracterizar por tipo de edificio y por tipo de clima. Se busca que la muestra sea homogénea para que los resultados obtenidos sean lo más reales posibles y pueda existir una comparación confiable.

Tipos de Climas

Para lograr un impacto significativo y tener datos más precisos de cómo se usa la energía en diferentes regiones del país, las muestras fueron regionalizadas en cuatro diferentes tipos de climas; Cálido Seco, Cálido Húmedo, Cálido Subhúmedo y Templado, aunque existen más tipos de climas y subclimas en México se han escogido estos porque son considerados preponderantes y cubren a casi la totalidad del país.

Características del clima en México¹⁰

¹⁰ Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Mexico

En México el clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Por lo anterior, el país cuenta con una gran diversidad de climas, los cuales de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálido y templado; y de acuerdo con la humedad existente en el medio, en: húmedo, subhúmedo y muy seco.

El clima cálido seco se encuentra en la mayor parte del centro y norte del país, región que comprende el 28.3% del territorio nacional; se caracteriza por la circulación de los vientos, lo cual provoca escasa nubosidad y precipitaciones de 300 a 600 mm anuales, con temperaturas en promedio de 22° a 26° C en algunas regiones, y en otras de 18° a 22° C. El clima muy seco registra temperaturas en promedio de 18° a 22°C, con casos extremos de más de 26°C; presentando precipitaciones anuales de 100 a 300 mm en promedio, se encuentra en el 20.8% del país. En este trabajo de investigación el clima cálido seco de estará conformado por los sub-climas cálido seco y cálido muy seco.

El clima cálido con humedad relativamente alta, se puede subdividir en cálido húmedo y cálido subhúmedo. El primero de ellos ocupa el 4.7% del territorio nacional y se caracteriza por tener una temperatura media anual entre 22° y 26°C y precipitaciones de 2,000 a 4,000 mm anuales. Por su parte, el clima cálido subhúmedo se encuentra en el 23% del país; en él se registran precipitaciones entre 1,000 y 2,000 mm anuales y temperaturas que oscilan de 22° y 26°C, con regiones en donde superan los 26°C.

El clima templado se puede dividir en húmedo y subhúmedo; en el primero de ellos se registran temperaturas entre 18° y 22°C precipitaciones en promedio de 2,000 a 4,000 mm anuales; comprende el 2.7% del territorio nacional. Respecto al clima templado subhúmedo, se encuentra en el 20.5% del país, observa en su mayoría temperaturas entre 10° y 18°C y de 18° a 22°C, sin embargo en algunas regiones puede disminuir a menos de 10°C; registra precipitaciones de 600 a 1,000 mm en promedio durante el año. Aunque en esta investigación el clima templado está conformado por los sub-climas templado húmedo y templado subhúmedo. En la ilustración 5 se muestra un mapa de la República Mexicana con la distribución climática antes mencionada.

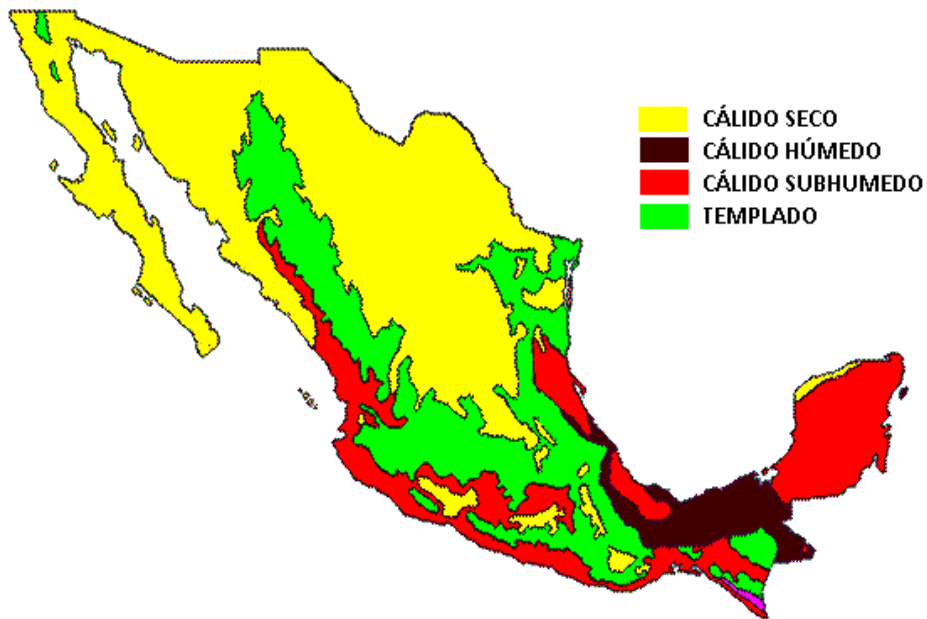


Ilustración 5 Principales Climas de la República Mexicana a utilizar en el diagnóstico. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México

3.3 Levantamiento de datos físicos y energéticos de los edificios comerciales y de servicios.

Se definieron varios parámetros para seleccionar las muestras a analizar, el más importante es que fueran edificios que su uso fuera exclusivamente de tipo comercial y de servicios. Los datos a analizar se encuentran en una serie de casos de estudio que realizó el FIDE desde la década de los noventas hasta la década actual. Para este trabajo de investigación se han seleccionado los 117 casos más representativos distribuidos a lo largo del territorio nacional otorgando una serie de datos confiables y que cuentan con toda la información necesaria para un análisis más complejo,

Los 117 diagnósticos energéticos se han caracterizado por tipo de edificio y por tipo de clima. Se ha buscado que la muestra sea normalizada para que los resultados obtenidos sean lo más reales posibles y pueda existir una comparación confiable. Existe poca información en edificios de hospitales y restaurantes como se muestra en la Tabla 4, aunque los resultados proporcionarían información valiosa de cómo es el consumo de energía en ese tipo de edificaciones y se puede tomar como referencia.

Tabla 4 Número de casos analizados por tipos de edificios y por tipo de clima

<i>Tipos de Edificios/Tipo de Clima</i>	Cálido Seco	Cálido Húmedo	Cálido Subhúmedo	Templado	
HOTEL	5	16	12	11	44
OFICINAS	4	1	0	16	21
ESCUELA	4	6	2	8	20
HOSPITAL	1	1	1	2	5
RESTAURANTE	1	1	0	2	4
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	8	2	3	10	23
Total	23	27	18	49	117

La ilustración 6 muestra una gráfica de cómo esta proporcionado los casos de análisis por tipo de edificio comercial y de servicios, lo más recomendable es exista uniformidad entre los distintos tipos de edificios.

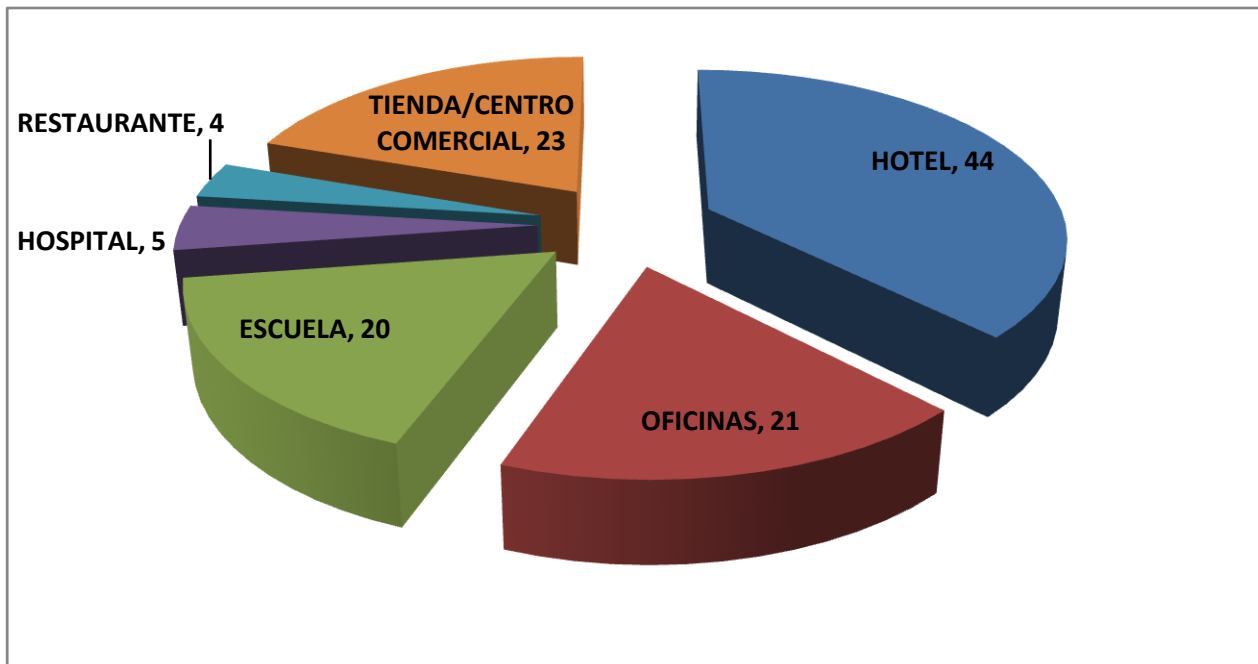


Ilustración 6 Número de casos analizados por tipo de edificio comercial y de servicios

Se realiza un levantamiento de los datos físicos de los inmuebles donde la unidad principal a analizar son los m² edificados, este dato es de suma relevancia para el cálculo de indicadores.

Levantamiento Energético (Información de Consumo)

Con información de consumo energético (eléctrico) anual que presentan cada una de las edificaciones que fueron diagnosticadas se realiza un levantamiento de información de todos los edificios a analizar con el fin de conocer el consumo energético en cada uno de ellos.

Inicialmente para la evaluación energética se hace un levantamiento de la demanda instalada en kW y el consumo energético total en kWh mensuales. Estos datos se presentaran dos veces para el mismo tipo de edificación, una con consumos y demanda instalada convencional y otra con el retrofit tecnológico aplicado, que básicamente consiste en la instalación de aires acondicionados y luminaria más eficiente. Esta recopilación se debe hacer por cada edificio, la información tendrá que ser canalizada en una hoja de cálculo para tener una base de datos sólida y poder hacer modificaciones si así lo requiere el caso. Estos resultados será base para poder calcular los indicadores energéticos.

En esta evaluación inicial se hace el levantamiento físico y energético, se muestran los datos de superficie construida analizada en m², demanda de potencia eléctrica y consumo de energía mensual en kWh totales analizados por edificio y por región climática. Estos últimos dos datos aparecen en dos ocasiones, una para edificios antes de 1995 y otra en edificios en operación de 1995 a 2011.

3.4 Identificación de fuentes de uso final de energía eléctrica

Esta identificación trae como objetivo analizar como es el gasto energético en cada sistema que se encuentra en un edificio comercial y de servicios. En la mayoría de las hojas caso de estudio cuentan con información desglosada de cómo diferentes tipos de sistemas o aparatos consumen energía eléctrica. De esta manera se hace una identificación inicial de diferentes fuentes de uso final de energía eléctrica. Para esta investigación se busca tener un mínimo de 6 tipos de fuentes que sean

representativas y que servirá para poder analizar su comportamiento en diferentes tipos de edificios comerciales. La importancia de identificar consumos finales radica en la posibilidad de analizar donde existen consumos exagerados de energía y tener una idea más sólida de cómo atacar los problemas de uso irracional de la energía en este sector de la edificación.

Los tipos de consumo por energía final que se determinaron fueron los siguientes:

- *Aire acondicionado*
- *Iluminación*
- *Refrigeración*
- *Motores*
- *Cómputo y Misceláneos*
- *Otros*

3.5 Definición de Indicadores Energéticos en la Edificación Comercial y de Servicios

Se hace la selección de dos indicadores ya que representan información esencial del comportamiento energético del edificio. Estos indicadores permiten la comparación entre edificaciones similares y darán la información de que tan eficiente o no esta siendo el consumo de energía eléctrica en una edificación dada.

Consumo de energía eléctrica (ICEE)

La forma más precisa de determinar el nivel de consumo de energía eléctrica de un edificio es a través de calcular kWh/m²/año, es decir, el uso anual de energía por área. Esta medida es comúnmente usada para evaluar y comparar la eficiencia energética de los edificios. En este trabajo se calcula el ICEE tanto general del edificio como cada uno de los ICEE por uso final de la energía. Después de analizar cada uno de los levantamientos se calcula el Índice de Consumo de Energía Eléctrica de la siguiente manera:

ICEE general: Consumo Anual del edificio (kWh) / área construida (m²) - año

Posteriormente para el cálculo de los ICEE por usos finales de energía se calcula de la siguiente manera:

ICEE x: Potencia demandada de x * horas de uso (kWh) / área construida (m²) - año

Donde **x** es el uso final, que puede ser Aire Acondicionado, Iluminación, Refrigeración, Motores, Misceláneos u otros usos generales. Al final se presentan estos indicadores por tipo de edificio y por región climática sacando un promedio ponderado de todos los casos analizados.

Demanda de Potencia Eléctrica (DPE)

La evaluación de la potencia eléctrica en un edificio es un factor que no solo depende de la característica de diseño de la instalación, sino de las particularidades de uso, la mayoría de las veces indeterminadas. La carga total de cada inmueble se establece sumando las demandas de potencia máxima simultánea que fueron las que se determinaron para verificar el grado de electrificación de cada unidad, mas la de los circuitos dedicados a cargas específicas, que corresponde a los consumos de servicios generales, fuerza en motores, aire acondicionado, etc. Para determinar la demanda de potencia máxima simultánea de los circuitos dedicados a cargas específicas se suman las potencias de esos circuitos multiplicados por los coeficientes de simultaneidad que corresponden en función de las características de las cargas y de la probabilidad de funcionamiento simultáneo. En el caso del indicador teniendo la Demanda de potencia eléctrica y la superficie de la construcción podemos sacar el indicador de demanda de potencia eléctrica por metro cuadrado (W/m²).

DPE: Demanda Instalada en el edificio (W) / área construida (m²)

3.6 Cálculo de los Indicadores Energéticos Globales y por usos finales

Teniendo el consumo general de energía eléctrica, la identificación de diferentes fuentes de uso final y el porcentaje de consumo de estas fuentes se pasa a calcular los indicadores energéticos por uso final de energía eléctrica por área (kWh/m² año) y demanda por área (W/m²) así como los mismo indicadores del edificio pero en promedio (Ver Capítulo IV), apropiados para realizar comparativas entre edificios. Se han escogido estos dos indicadores ya que son utilizados internacionalmente y representan de manera real el consumo de energía de un edificio. Muchas normas internacionales y premios de eficiencia energética utilizan como base estos indicadores para determinar el comportamiento energético de un edificio.

Comparación de Indicadores. Obtención de Línea base por Consumo Final

Promedios nacionales en el consumo de energía eléctrica

La determinación de promedios del consumo de energía es realizada en esta última etapa. Se tiene como objetivo la obtención indicadores promedios del consumo de energía en el sector de edificios comerciales y de servicios. Se presenta consumos e indicadores para cada una de las zonas climáticas (Ver capítulo IV).

El establecer un promedio de referencia trae consigo un análisis de resultados previo muy conciso y que muestre datos fidedignos. Estos datos de consumo se representaran por tipo de edificación y en una segunda interpretación, por tipo de uso final. También servirá como referencia para comparar los promedios de consumo de edificios de antes de 1995 con los edificios actuales. Se podrá ver el impacto del desarrollo de tecnología a lo largo del tiempo, y servirá en un futuro para analizar el comportamiento energético de la edificación comercial y de servicios en nuestro país.

CAPITULO IV

INDICADORES ENERGÉTICOS EN LA EDIFICACIÓN COMERCIAL Y DE SERVICIOS

En ESTE capítulo se presenta una serie de indicadores energéticos en los edificios comerciales y de servicios de la República Mexicana. Después de hacer una segregación entre los distintos tipos de edificios y los distintos climas que podemos encontrar en el país, en una primera etapa se presentan los levantamientos físicos y energéticos analizados para este trabajo.

En la tabla 5 se muestra el análisis para los edificios en el tipo de clima Cálido Seco, en este clima se han analizado una gran cantidad de escuelas y sobretodo universidades con campus que sobrepasan los 30000 m2 de construcción.

Tabla 5 Evaluación Energética CÁLIDO SECO

<u>CLIMA CÁLIDO SECO</u>	EDIFICIOS ANTES		EDIFICIOS ENTRE		
	DE 1995		1995 Y 2011		
	m2	Demanda kW	Consumo Energía kWh/año	Demanda w	Consumo Energía kWh
HOTEL	30,890	1,633	1,213,870	1,126	838,963
OFICINAS	89,500	2,019	753,550	1,674	555,919
ESCUELA	256,000	4,755	1,893,219	4,370	1,730,586
HOSPITAL	8,520	638	351,200	632	326,800
RESTAURANTE	1,200	131	52,647	104	33,767
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	166,620	6,555	2,433,964	5,739	2,036,575

En la tabla 6 se muestran los edificios analizados en el clima cálido húmedo, aquí se puede notar que la muestra más representativa son los hoteles siendo algo normal ya que este tipo de clima es muy común en las costas mexicanas y gracias a la fuerte infraestructura turística de playa en el país este tipo de edificios predominan.

Tabla 6 Evaluación Energética CÁLIDO HÚMEDO

<u>CLIMA CÁLIDO</u>			EDIFICIOS ANTES		EDIFICIOS ENTRE
<u>HÚMEDO</u>			DE 1995		1995 Y 2011
	m2	Demanda	Consumo Energía	Demanda	Consumo Energía
		kW	kWh	w	kWh
HOTEL	148,070	10,483	5,789,630	8,754	4,893,083
OFICINAS	2,500	144	54,000	125	43,680
ESCUELA	23,635	1,177	303,169	987	220,533
HOSPITAL	5,400	329	214,992	308	196,386
RESTAURANTE	1,000	82	34,335	73	30,309
TIENDA/CENTRO	15,200	1,081	411,400	923	343,600
COMERCIAL					

En la tabla 7 se muestra el análisis realizado en edificios que se encuentran en el clima cálido subhúmedo, al igual que en la tabla anterior este tipo de clima es muy común en zonas costeras donde los edificios hoteleros tienen una gran presencia, es por eso de la gran cantidad de muestras analizadas.

Tabla 7 Evaluación Energética CÁLIDO SUBHUMEDO

<u>CLIMA CÁLIDO</u>			EDIFICIOS ANTES		EDIFICIOS ENTRE
<u>SUBHÚMEDO</u>			DE 1995		1995 Y 2011
	m2	Demanda	Consumo Energía	Demanda	Consumo Energía
		kW	kWh	w	kWh
HOTEL	192,787	3,676	3,591,664	3,262	3,082,552
OFICINAS	-	-	-	-	-
ESCUELA	98,200	2,410	601,496	2,327	526,815
HOSPITAL	8,082	531	268,887	489	247,884
RESTAURANTE	-	-	-	-	-
TIENDA/CENTRO	20,434	1,170	499,266	1,032	425,510
COMERCIAL					

En la tabla 8 se muestra la evaluación energética realizada a edificios encontrados en el clima templado, aquí existe un poco mas de uniformidad en las muestras, aunque sobresale la cantidad de

muestras realizadas a oficinas y escuelas, en este tipo de regiones es donde predominan con mayor fuerza actividad profesional y educativa.

Tabla 8 Evaluación Energética **TEMPLADO**

CLIMA			EDIFICIOS ANTES	EDIFICIOS ENTRE	
TEMPLADO			DE 1995	1995 Y 2011	
	m2	Demanda	Consumo Energía	Demanda	Consumo Energía
		kW	kWh	w	kWh
HOTEL	63,585	2,274	1,185,643	1,573	823,135
OFICINAS	379,548	13,194	5,204,370	11,433	4,683,495
ESCUELA	245,379	3,093	958,859	2,449	811,054
HOSPITAL	13,900	624	384,568	309	156,832
RESTAURANTE	4,000	222	92,084	187	74,299
TIENDA/CENTRO	89,670	4,642	1,496,673	3,805	1,239,648
COMERCIAL					

En esta evaluación energética inicial llegamos a varios resultados importantes. En general se tienen más casos de estudio en la zona templada y cálida seca, esto es debido a que en estas zonas se encuentran las tres principales ciudades del país (México, D.F., Guadalajara y Monterrey), y es ahí donde se concentran la mayoría de los casos. En las zonas húmedas se tiene información muy valiosa en lo que respecta a hoteles, ya que es ahí donde se encuentra la mayoría de construcciones de este tipo. Entre todos los casos de estudio se han analizado **1, 963,333 m2** de construcción en todo el país. Después de hacer el análisis de los levantamientos, se han identificado los distintos tipos de uso final de la energía que más impacto tienen sobre el comportamiento energético de los edificios.

4.1 Porcentajes por uso final de la energía

Se han identificado cinco importantes usos finales en la edificación comercial y de servicios, estos son Aire Acondicionado, Iluminación, Motores, Refrigeración y Cómputo y Misceláneos. Estos variaran en porcentaje de consumo dependiendo de la región climática y el tipo de edificios. A continuación se presentan los resultados.

En la tabla 9 se muestra el porcentaje por usos finales por tipo de edificio comercial y de servicios en el clima cálido seco, aquí podemos notar el gran peso que tiene el aire acondicionado, ya sea con equipos de minisplit, paquetes, divididos e incluso chillers. En los hospitales es lógico ya que se necesitan tener áreas especiales muy cuidadas en cuanto a clima se refiere, aquí el aire representa casi tres cuartas partes del consumo del edificio, en los demás edificio existe una uniformidad en el peso de aire como uso final representando mínimo la mitad en el consumo. Por otro lado la iluminación es el segundo uso final que tiene más peso, en las escuelas sobrepasa el 30% y en las oficinas y centros comerciales representa casi una cuarta parte del consumo. Otros consumos que son notables es la refrigeración en hospitales, restaurantes y centros comerciales representando el 10.25%, 19.04% y 14.46% respectivamente. Los motores, utilizados en elevadores y plantas de emergencia, tienen un consumo significativo en hoteles, oficinas y escuelas llegando casi al 10%. Los datos que aparecen en ceros específicamente del tipo de uso final son debidos a la falta de información en los diagnósticos.

Tabla 9 Porcentaje de usos finales de la energía por tipo de edificio comercial y de servicios en clima cálido seco

<u>CÁLIDO</u>	AIRE	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
<u>SECO</u>	ACONDICIONADO					
	%	%	%	%	%	%
HOTEL	55.27	19.12	4.60	9.80	0.00	11.21
OFICINAS	60.90	23.28	0.80	8.10	3.90	3.02
ESCUELA	50.34	31.75	0.00	8.80	3.20	5.92
HOSPITAL	71.09	8.48	10.25	4.97	0.00	5.21
RESTAURANTE	47.73	28.74	19.04	0.00	2.48	2.00
TIENDA/CENTRO	52.66	23.20	14.46	4.76	3.52	1.40
COMERCIAL						

En la siguiente gráfica podemos ver los valores de los porcentajes por uso final de la energía en clima cálido seco de la tabla anterior y notar de forma más precisa el peso que tiene cada tipo de consumo.

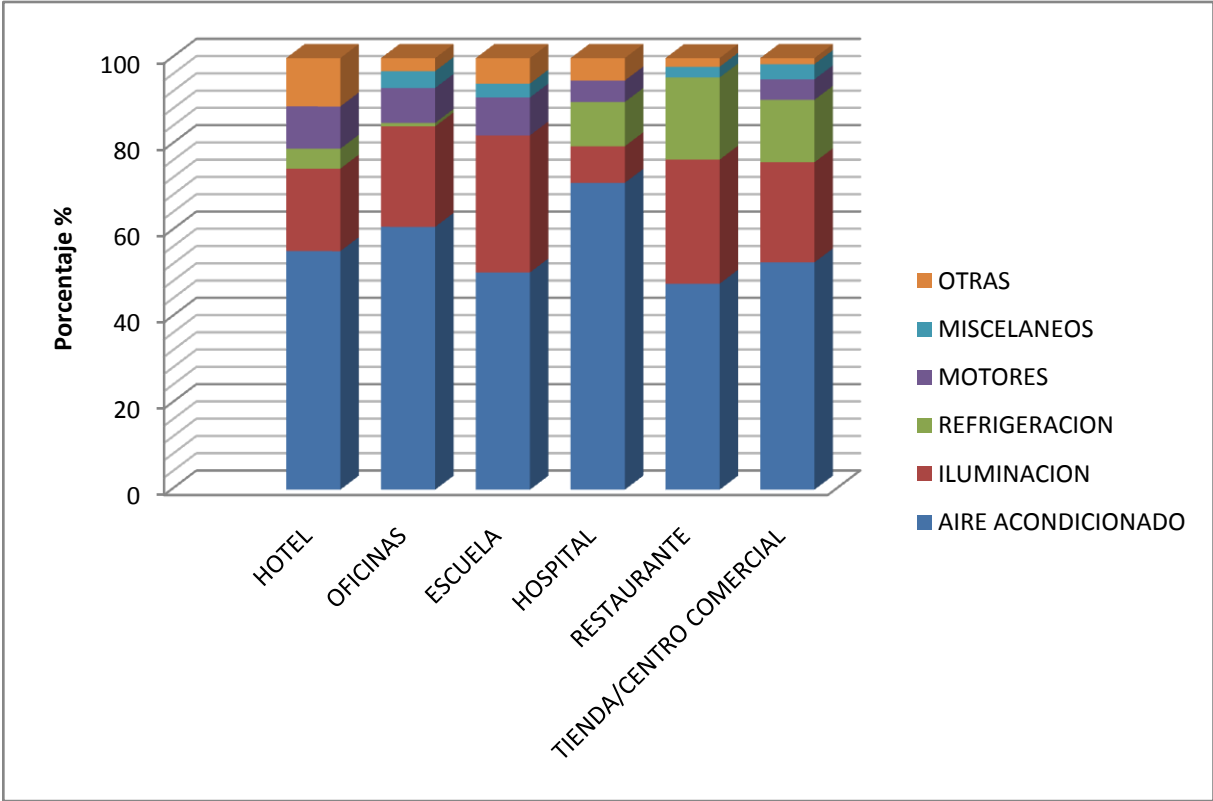


Ilustración 7 Gráfica, Porcentajes del uso final de la energía en edificios comerciales y de servicios en clima cálido seco. México

En la Tabla 10 se muestra los porcentajes de uso final en el clima cálido húmedo, siguiendo una tendencia similar al clima cálido seco el aire acondicionado representa el consumo más fuerte, que va desde el 45.20% en restaurantes hasta un 62.19% en oficinas. En segundo lugar la iluminación tiene un peso muy grande en las escuelas, representando casi la mitad del consumo total. La refrigeración sigue teniendo un peso importante en los hospitales y restaurantes y los motores en los hoteles y en las oficinas.

Tabla 10 Porcentaje de usos finales de la energía por tipo de edificio comercial y de servicios en clima cálido húmedo

<u>CÁLIDO</u>	AIRE	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
<u>HUMEDO</u>	ACONDICIONADO					
	%	%	%	%	%	%
HOTEL	61.78	18.93	3.49	10.83	0.00	4.97
OFICINAS	62.19	21.00	0.00	8.00	4.00	4.81
ESCUELA	50.50	44.97	0.00	0.77	3.53	0.60
HOSPITAL	60.39	10.00	12.00	5.00	0.00	12.61
RESTAURANTE	45.20	30.00	20.00	0.00	3.00	1.80
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	58.90	20.28	8.30	3.40	0.00	9.12

En la siguiente gráfica podemos ver los valores de los porcentajes por uso final de la energía en clima cálido húmedo de la tabla anterior y notar de forma más precisa el peso que tiene cada tipo de consumo.

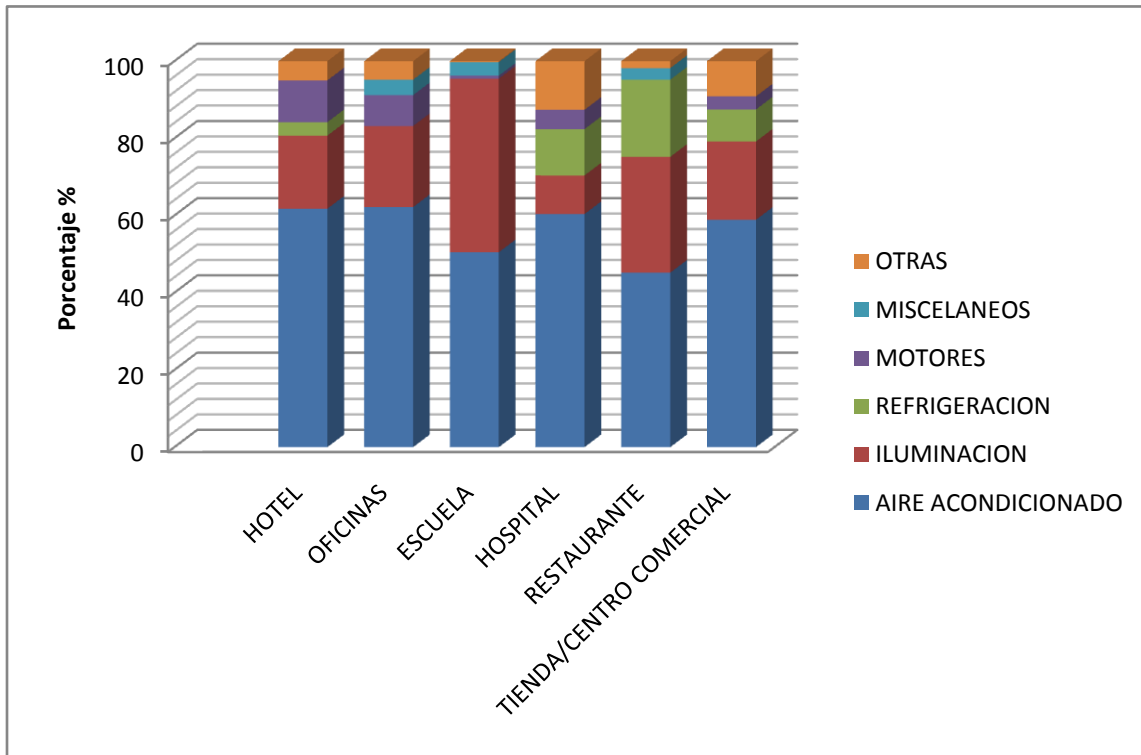


Ilustración 8 Gráfica, Porcentajes del uso final de la energía en edificios comerciales y de servicios en clima cálido húmedo. México

En la tabla 11 están los porcentajes para los edificios encontrados en el clima cálido subhúmedo, hay resultados muy parecidos a los encontrados en el cálido húmedo, el aire acondicionado sigue teniendo el mayor consumo, que va desde un 40% en restaurantes hasta un 60.35% en hospitales. La iluminación tiene gran uniformidad en las muestras, con excepción en los hospitales este consumo representa alrededor del 30% del total. La refrigeración y los motores siguen teniendo una participación importante en algunos edificios, aunque es muy raro que sobrepasen de la cuarta parte del consumo total del edificio.

Tabla 11 Porcentaje de usos finales de la energía por tipo de edificio comercial y de servicios en clima cálido Subhúmedo

<u>CÁLIDO</u>	AIRE	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
<u>SUBHUMEDO</u>	ACONDICIONADO					
	%	%	%	%	%	%
HOTEL	59.55	22.76	5.40	8.10	0.00	4.19
OFICINAS	55.00	30.00	0.00	8.00	4.00	3.00
ESCUELA	49.97	30.00	0.00	8.00	10.03	2.00
HOSPITAL	60.35	10.76	10.00	12.64	6.25	0.00
RESTAURANTE	40.00	30.00	25.00	0.00	3.00	2.00
TIENDA/CENTRO	47.61	29.30	10.88	0.00	0.00	12.24
COMERCIAL						

En la siguiente gráfica podemos ver los valores de los porcentajes por uso final de la energía en clima cálido subhúmedo de la tabla anterior y notar de forma más precisa el peso que tiene cada tipo de consumo.

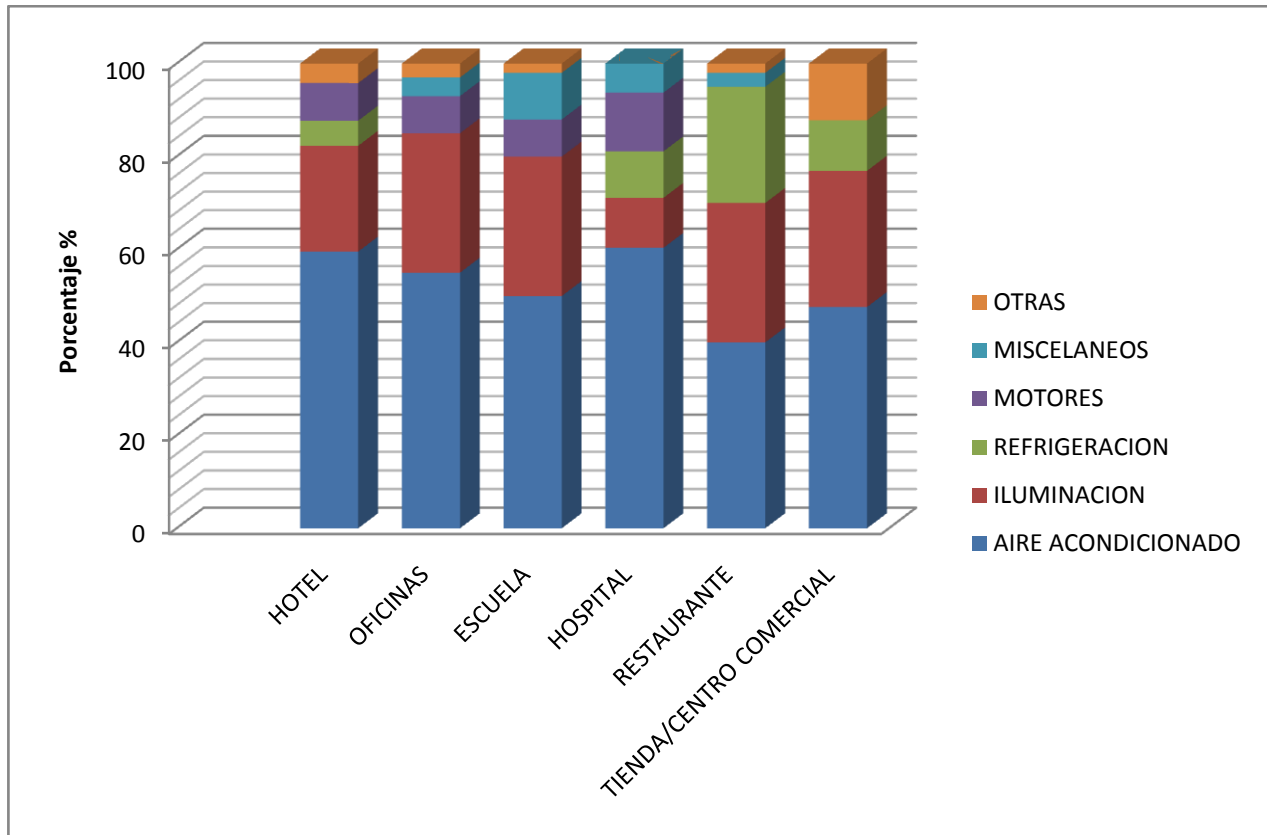


Ilustración 9 Gráfica, Porcentajes del uso final de la energía en edificios comerciales y de servicios en clima cálido subhúmedo. México

En la tabla 12 se muestra los porcentajes obtenidos para los sitios en clima templado, aquí es donde los resultados son más variados y donde el análisis climático muestra su aporte, en algunos edificios el aire acondicionado deja de ser el consumidor principal y la iluminación se convierte en la fuente de mayor consumo. En los hoteles, hospitales y centros comerciales el aire sigue teniendo un peso mayor, pero la iluminación representa mayor consumo en oficinas y escuelas, en el caso de los restaurantes la refrigeración y la iluminación son los usos finales de mayor consumo.

Tabla 12 Porcentaje de usos finales de la energía por tipo de edificio comercial y de servicios en clima templado

TEMPLADO	AIRE ACONDICIONADO	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
	%	%	%	%	%	%
HOTEL	53.79	31.04	1.19	3.25	0.00	10.73
OFICINAS	22.94	53.89	3.23	10.35	6.67	2.92
ESCUELA	4.84	78.31	0.12	6.03	10.44	0.26
HOSPITAL	39.76	31.20	10.00	10.00	5.00	4.05
RESTAURANTE	18.75	37.55	40.00	0.00	0.00	3.70
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	45.73	43.35	6.00	3.54	0.00	1.37

En la siguiente gráfica podemos ver los valores de los porcentajes por uso final de la energía en clima cálido templado de la tabla anterior y notar de forma más precisa el peso que tiene cada tipo de consumo.

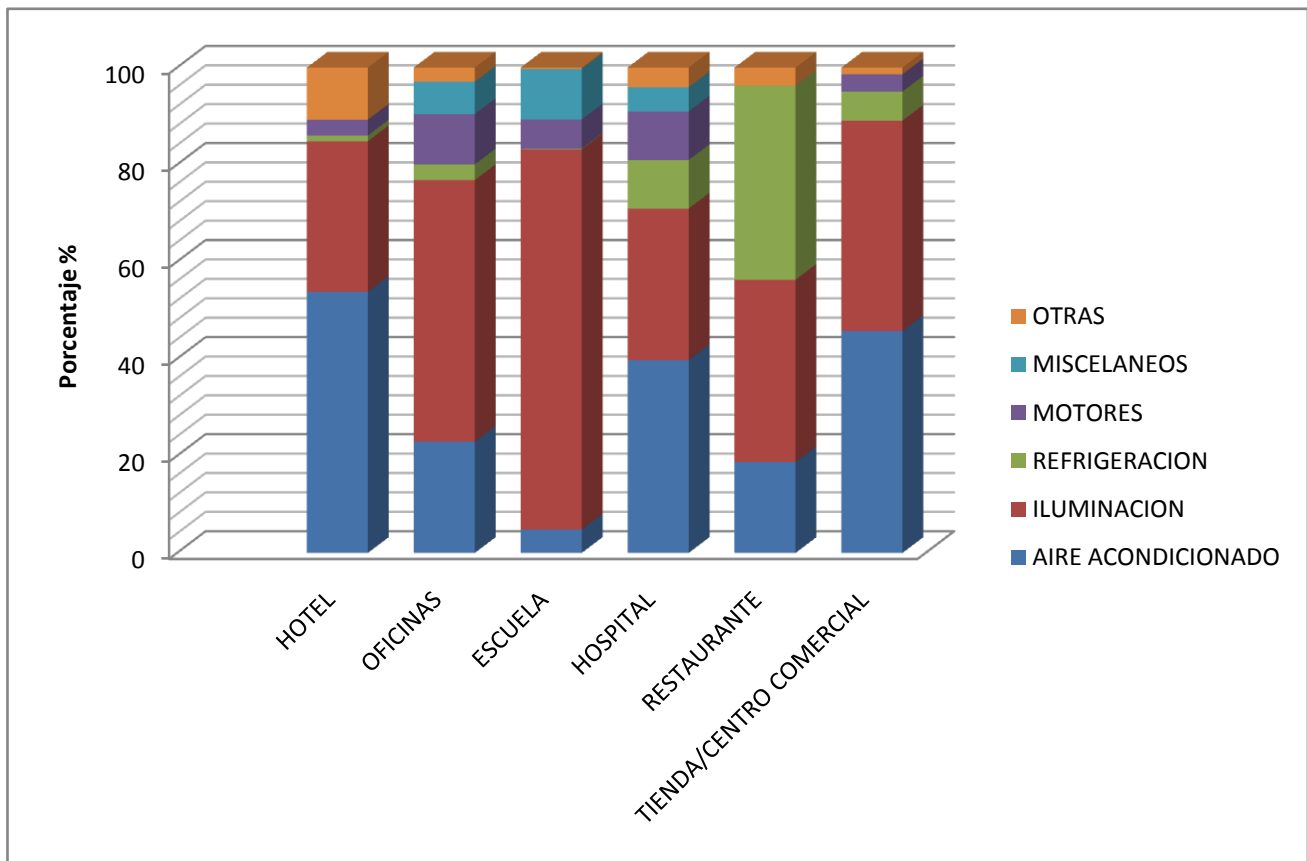


Ilustración 10 Gráfica, Porcentajes del uso final de la energía en edificios comerciales y de servicios en clima templado. México

El análisis por tipo de clima y edificación es muy importante, porque lejos de homogeneizar los indicadores, como era una práctica pasada, podemos demostrar que los consumos van a variar gracias a las condiciones climáticas de la región y las diferentes prácticas que se le dan a los distintos edificios comerciales y de servicios del país. En la ilustración 8 se muestran las gráficas con toda la información discutida en las tablas pasadas, los distintos consumos finales graficados por tipo de clima y tipo de edificio comercial y de servicios. Aquí nos podemos dar cuenta claramente de cómo los consumos finales tienen variaciones gracias a los factores ya mencionados con anterioridad.

Estos porcentajes en uso final de la energía nos servirán para determinar de manera exacta cuanta energía consume cada sistema de manera regional. Los dos porcentajes más altos de manera general están el uso de aire acondicionado y la iluminación, es por eso que en esos tipos de uso final de la energía es donde se enfocan más los planes de acción para eficiencia energética. En las zonas cálidas el uso de aire acondicionado es el consumo de mayor peso, a diferencia de la zona templada donde su porcentaje baja a niveles de la iluminación, aunque sigue siendo un porcentaje de consumo alto. Los otros consumos finales varían en importancia dependiendo de la edificación, por ejemplo, la refrigeración tiene un importante valor energético en los hospitales, restaurantes y centros comerciales. El uso de motores es relativamente bajo en casi todas las edificaciones pero mantiene un valor de muy poca variación entre los distintos tipos de edificios.

Nacionales

También se han obtenido los porcentajes de uso final de la energía pero de manera nacional (Ver Tabla 13), que pudieran representar índices mucho más globales, estos resultados tienen su importancia ya que es más fácil compararlos con datos internacionales y ver cómo está el comportamiento energético nacional de manera general.

Tabla 13 Porcentaje de usos finales de la energía por tipo de edificio comercial y de servicios a nivel NACIONAL

<u>PROMEDIO</u>	AIRE	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
<u>NACIONAL</u>	ACONDICIONADO					
	%	%	%	%	%	%
HOTEL	57.60	22.96	3.67	8.00	0.00	7.78
OFICINAS	50.26	32.04	1.01	8.61	4.64	3.44
ESCUELA	38.91	46.26	0.03	5.90	6.80	2.19
HOSPITAL	57.90	15.11	10.56	8.15	2.81	5.47
RESTAURANTE	37.92	31.57	26.01	0.00	2.12	2.38
TIENDA/CENTRO	51.23	29.03	9.91	2.93	0.88	6.03
COMERCIAL						

Como podemos ver en la ilustración 11, la gráfica muestra el gran peso del aire acondicionado en la mayoría de los tipos de edificios, la iluminación solo tiene más peso en las escuelas, pero son resultados de gran importancia ya que estos son los que serán analizados con los indicadores similares de otras partes del mundo, buscando como está el comportamiento de los edificios comerciales y de servicios del país en un mundo claramente globalizado y que sigue las mismas tendencias de construcción y de uso de tecnología.

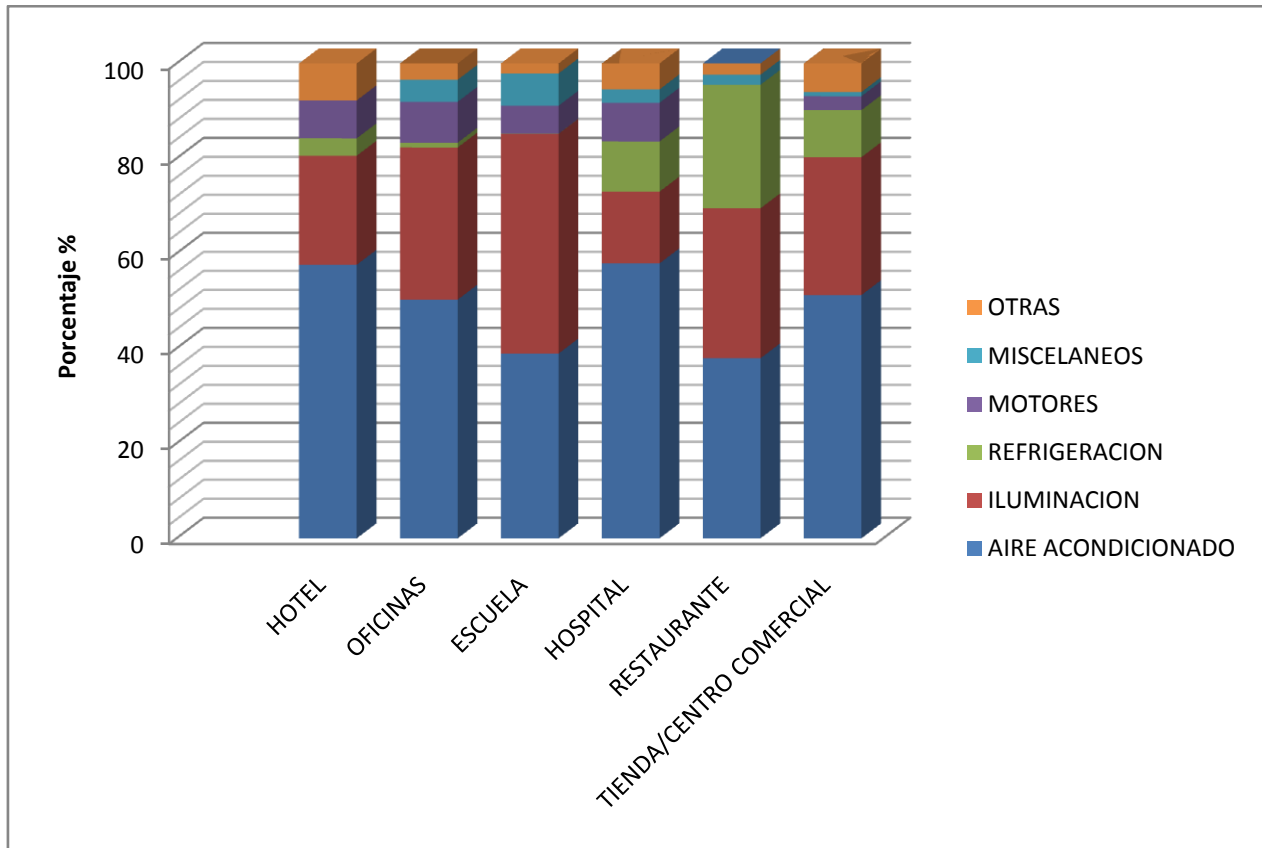


Ilustración 11 Grafica, Porcentajes del uso final de la energía en edificios comerciales en México. PROMEDIO NACIONAL

4.2 Indicadores Energéticos por tipo de edificio y por región climática

Se presentan los resultados de indicadores energéticos obtenidos por tipo de edificio y por región climática. Se han obtenido dos de los indicadores más representativos en el comportamiento del uso de energía en un edificio, estos son el indicador por consumo de energía eléctrica y el indicador por demanda de potencia eléctrica instalada. A su vez se presentan indicadores en edificios convencionales y los indicadores en edificios que fueron modificados implementándoles nuevas tecnologías y bajándoles su consumo de energía eléctrica y que en general deben de ser una fiel representación de la mayoría de los edificios actuales.

Indicadores Energéticos Generales

Se muestran los valores generales por tipo de edificación y por tipo de clima. Estos valores nos darán idea de cuánto gasta de energía el sector comercial y de servicios del país por unidad de área construida. El valor es importante ya que es usado de manera internacional y resulta de fácil comparación, de hecho muchos programas de eficiencia energética en edificios utilizan el ICEE (o en inglés el Energy Usage Index EUI) para determinar el nivel de eficiencia de una edificación.

En la tabla 14 se muestran los indicadores de los edificios antes de 1995 que será nuestra línea base, y de los indicadores de edificios actuales, esto para el clima cálido seco. Claramente hay una disminución en el consumo y en la demanda instalada gracias a planes de eficiencia energética aplicados en la región. El cambio a aires acondicionados y chillers más eficientes es la razón en la disminución en el consumo en todos los tipos de edificios, siendo los hospitales los edificios donde existe menos posibilidad de ahorro por la calidad de aire que deben tener estos sitios.

Tabla 14 Indicadores Energéticos en clima Cálido Seco

<u>CÁLIDO SECO</u>	EDIFICIOS ANTES		EDIFICIOS ENTRE	
	DE 1995		1995 Y 2011	
	ICEE (kWh/m ² - año)	DPE (W/m ²)	ICEE (kWh/m ² - año)	DPE (W/m ²)
HOTEL	490.3	74.76	330.83	49.97
OFICINAS	206.1	39	136.01	25.74
ESCUELA	102.62	27.51	80.75	20.22
HOSPITAL	495	74.88	460	74.17
RESTAURANTE	526.47	109.17	337.67	86.67
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	287.65	58.83	219.86	47.47

En la tabla 15 se muestran los indicadores en el clima cálido húmedo, aquí existe una tendencia similar al clima cálido seco, al igual hay una disminución en los indicadores atacando el problema de los aires

acondicionados y chillers no eficientes. Los hospitales representan ser un tipo de edificio donde sus indicadores tienden a permanecer muy similares entendibles por su complejidad en construcción pero sobretodo en el uso que se le da.

Tabla 15 Indicadores Energéticos en clima Cálido Húmedo

<u>CÁLIDO HUMEDO</u>	EDIFICIOS ANTES		EDIFICIOS ENTRE	
	DE 1995		1995 Y 2011	
	ICEE (kWh/m2- año)	DPE (W/m2)	ICEE (kWh/m2- año)	DPE (W/m2)
HOTEL	500.49	72.66	375.75	58.18
OFICINAS	259.20	57.60	209.66	50
ESCUELA	164.81	53.58	120.93	45.69
HOSPITAL	477.76	60.89	436.41	57.11
RESTAURANTE	412.02	81.75	363.71	73.45
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	339.74	75.78	279.44	63.89

En la tabla 16 se muestran los indicadores para el clima cálido subhúmedo, existe la misma tendencia que en los dos casos anteriores, lo que demuestra la fidelidad de la información. Programas enfocados en atacar el acondicionamiento de aire es lo que ha llevado a la reducción en el consumo y la demanda en los diferentes edificios comerciales y de servicios de esta zona climática y las pasadas.

Tabla 16 Indicadores Energéticos en clima Cálido Subhúmedo

<u>CÁLIDO SUBHUMEDO</u>	EDIFICIOS ANTES		EDIFICIOS ENTRE	
	DE 1995		1995 Y 2011	
	ICEE (kWh/m2- año)	DPE (W/m2)	ICEE (kWh/m2- año)	DPE (W/m2)
HOTEL	376.01	45.74	259.1	38.21
OFICINAS	154.69	27.62	116.54	27.30
ESCUELA	92.63	31.33	77.44	30.81
HOSPITAL	399.26	65.71	368.08	60.51
RESTAURANTE	340.19	55.28	241.91	46.95
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	307.24	59.82	262.11	52.27

En la tabla 17 se muestran los indicadores para el clima Templado, aquí es donde existe una diferencia entre los climas antes analizados y este. Al poder enfocarse de la misma manera tanto en aire acondicionado como en iluminación la reducción en el consumo y demanda es más grande, sobretodo en el caso de los hospitales donde hay una reducción de 399.09 kWh/m²-año a 205.07 kWh/m²-año que es una reducción que no se ha dado en los otros climas.

Tabla 17 Indicadores Energéticos en clima Templado

<u>TEMPLADO</u>	EDIFICIOS ANTES		EDIFICIOS ENTRE	
	DE 1995		1995 Y 2011	
	ICEE (kWh/m²- año)	DPE (W/m²)	ICEE (kWh/m²- año)	DPE (W/m²)
HOTEL	379.26	56.64	227.07	28.72
OFICINAS	112.25	28.14	86.36	22.09
ESCUELA	52.09	17.68	40.76	12.46
HOSPITAL	399.09	74.18	205.07	42.28
RESTAURANTE	314.59	61.20	252.94	52.07
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	221.42	58.59	166.35	52.84

En las siguientes gráficas se muestran el Indicador de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) por tipo de edificio y por región climática, primero para edificios en operación antes de 1995, que será nuestra línea base, y después para edificios que están en operación actualmente.

En la ilustración 12 se muestra la gráfica del ICEE general para cada tipo de edificio comparándose entre las diferentes regiones climáticas que se analizaron. Los dos tipos de climas que tienen más consumo por m² son el cálido seco y el cálido húmedo tanto en hoteles, oficinas, escuelas, hospitales, restaurantes, solo en el clima cálido subhúmedo los centros comerciales hay mayor consumo que el clima cálido seco. Por otra parte los hoteles, los hospitales y los restaurantes tienen consumos similares por m² en los climas cálido subhúmedo y templado. Por otra parte, haciendo un análisis global las oficinas y las escuelas tienen consumos por m² menores que los otros tipos de edificios. Solo

hay un indicador que sobrepasa los 500 kWh/m²-año, estos son los restaurantes en el clima cálido seco, donde deben de existir consumos exagerados en aire acondicionado y refrigeración. Por otro lado el indicador más bajo lo tienen las escuelas en el clima templado.

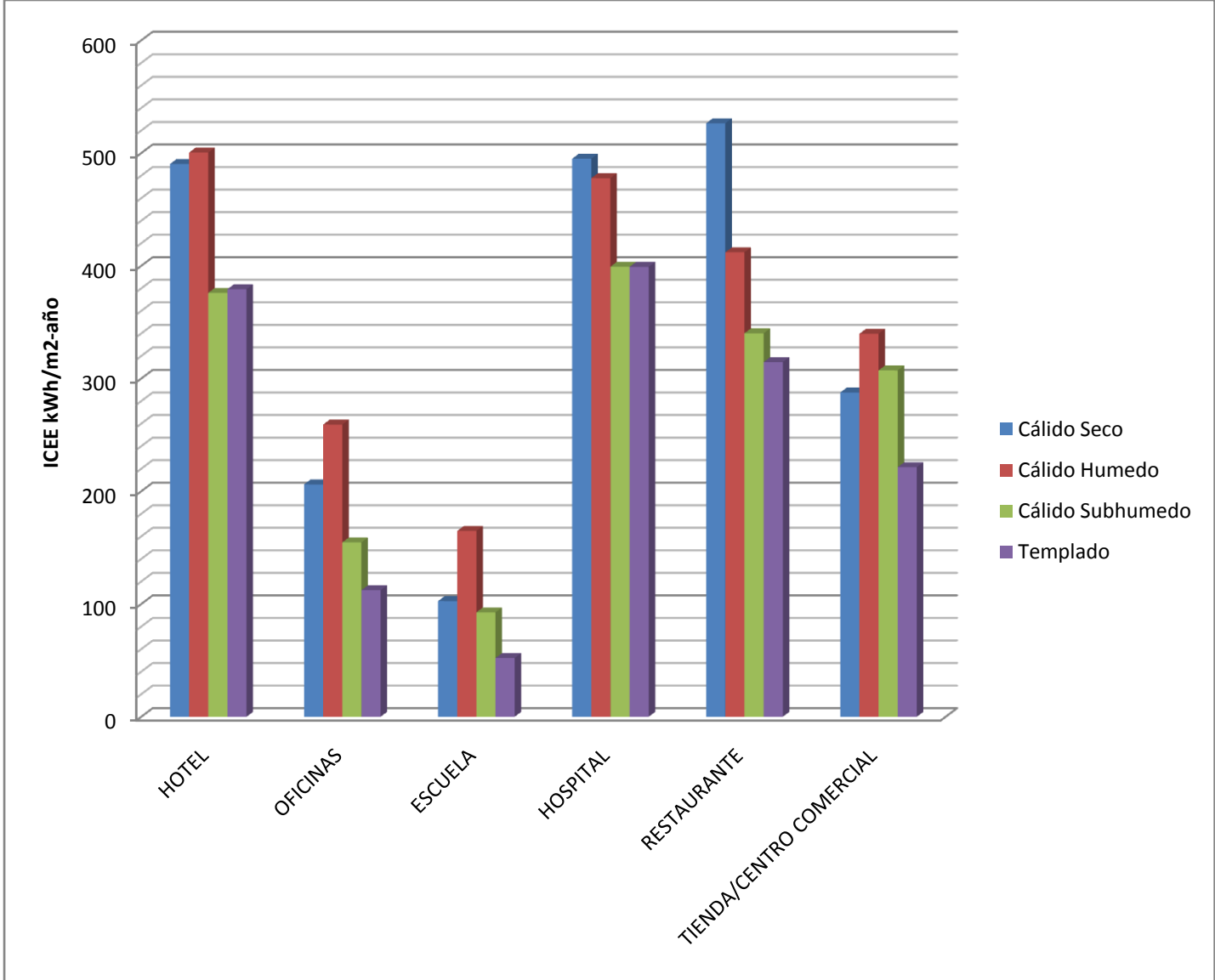


Ilustración 12 ICEE por tipo de edificio y región climática. EDIFICIOS ANTES DE 1995

En la ilustración 13 se muestran los indicadores ahora para edificios actuales (entre 1995 y 2011), hay una tendencia a la baja similar en todos los edificios, aunque ahora los restaurantes pasaron a dejar de ser los edificios de mayor consumo por m² en el clima cálido seco para pasar a ser los hospitales tanto

en clima cálido seco, cálido húmedo y cálido subhúmedo. El clima cálido seco y cálido húmedo siguen teniendo los indicadores más altos en casi todos los tipos de edificios, pero al igual que en los centros comerciales de antes en el clima cálido subhúmedo, estos tienen un indicador mayor a los edificios similares en el clima cálido seco. El indicador más alto ahora lo tienen los hospitales en el clima cálido seco mientras que el indicador más bajo, al igual que en 1995, lo tienen las escuelas en el clima templado.

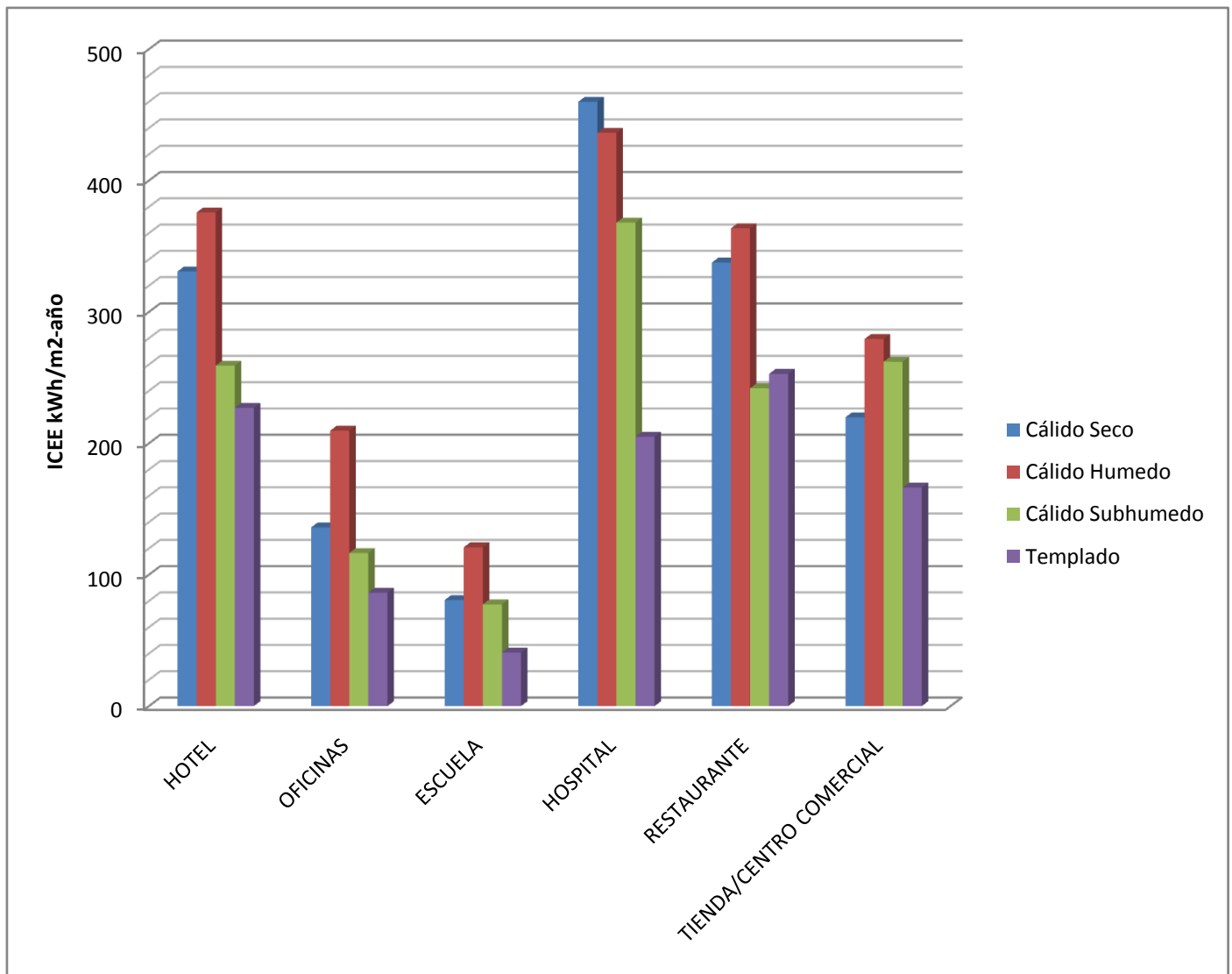


Ilustración 13 ICEE por tipo de edificio y región climática. EDIFICIOS DE 1995 A 2011

Promedio Nacional

En un apartado distinto (Ver Tabla 18) se presentan los indicadores de ICEE y DPE de manera nacional. Así estos resultados representarán al país como tal para facilitar u comparación con otras naciones.

Tabla 18 Indicadores Energéticos Nacionales

NACIONAL	EDIFICIOS ANTES DE		EDIFICIOS ENTRE	
	1995		1995 Y 2011	
	ICEE (kWh/m ² -año)	DPE (W/m ²)	ICEE (kWh/m ² -año)	DPE (W/m ²)
HOTEL	436.51	62.45	298.19	43.77
OFICINAS	192.52	41.58	144.01	32.61
ESCUELA	102.90	31.61	79.63	27.88
HOSPITAL	442.78	68.91	367.39	58.52
RESTAURANTE	398.32	76.85	299.06	64.78
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	281.83	61.26	226.06	52.57

Las zonas cálidas secas y cálidas húmedas presentan indicadores energéticos más altos que en las zonas cálidas subhúmedas y templadas. Esto supone que los requerimientos de climatización en esas zonas son muy grandes, esto se demostrara calculando los indicadores por uso final. Distinto a lo que se muestra en el estudio climático, de manera nacional los hospitales de 1995 y los actuales tienen el indicador más alto con 442.78 y 367.39 kWh/m²-año respectivamente. Las escuelas siguen manteniendo los indicadores más bajos en los dos análisis, 102.90 y 79.63 kWh/m²-año respectivamente.

4.3 Indicadores Energéticos por Uso Final

Se obtienen resultados del indicador de uso de la energía eléctrica por usos finales, estos resultados muestran de forma clara cuanto se gasta de energía y en que precisamente se gasta la energía eléctrica en el país. Los resultados se dan en kWh/m²-año y representan el consumo mensual.

EDIFICIOS ANTES DE 1995

Los edificios de antes 1995 representa nuestra línea base de consumo, en la tabla 19 podemos ver los distintos ICEE por tipo de edificio y por uso final en el clima cálido seco. Siguiendo la misma tendencia de los porcentajes los resultados son similares, lo importante de este análisis es ver el resultado en forma de indicador (kWh/m²-año), los indicadores más altos son los encontrados en el aire acondicionado en hospitales, hoteles y restaurantes siendo 351.89 kWh/m²-año, 270.99 kWh/m²-año y 251.28 kWh/m²-año respectivamente. Otro indicador que sale a la vista son los 151.307 kWh/m²-año que consume la iluminación en los restaurantes, así como los 100.24 kWh/m²-año que consume la refrigeración en los mismos sitios. En refrigeración el consumo más alto esta en los restaurantes con 100.24 kWh/m²-año. En motores los hoteles consumen 48.05 kWh/m²-año.

Tabla 19 Indicadores Energéticos por uso final en EDIFICIOS ANTES DE 1995 en Clima Cálido Seco

CÁLIDO SECO	AIRE ACONDICIONADO	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
	kWh/m ² - año	kWh/m ² - año	kWh/m ² - año	kWh/m ² - año	kWh/m ² - año	kWh/m ² - año
HOTEL	270.989	93.762	22.554	48.049	0.000	54.946
OFICINAS	125.515	47.987	1.649	16.694	8.038	6.217
ESCUELA	51.654	32.582	0.000	9.031	3.284	6.070
HOSPITAL	351.896	41.976	50.738	24.602	0.000	25.790
RESTAURANTE	251.284	151.307	100.240	0.000	13.056	10.529
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	141.966	62.545	38.992	12.832	9.490	3.765

En la siguiente gráfica se muestran los datos de la tabla anterior, los indicadores por uso final de la energía en los edificios localizados en la región climática cálida seco en edificios comerciales y de servicios de antes de 1995.

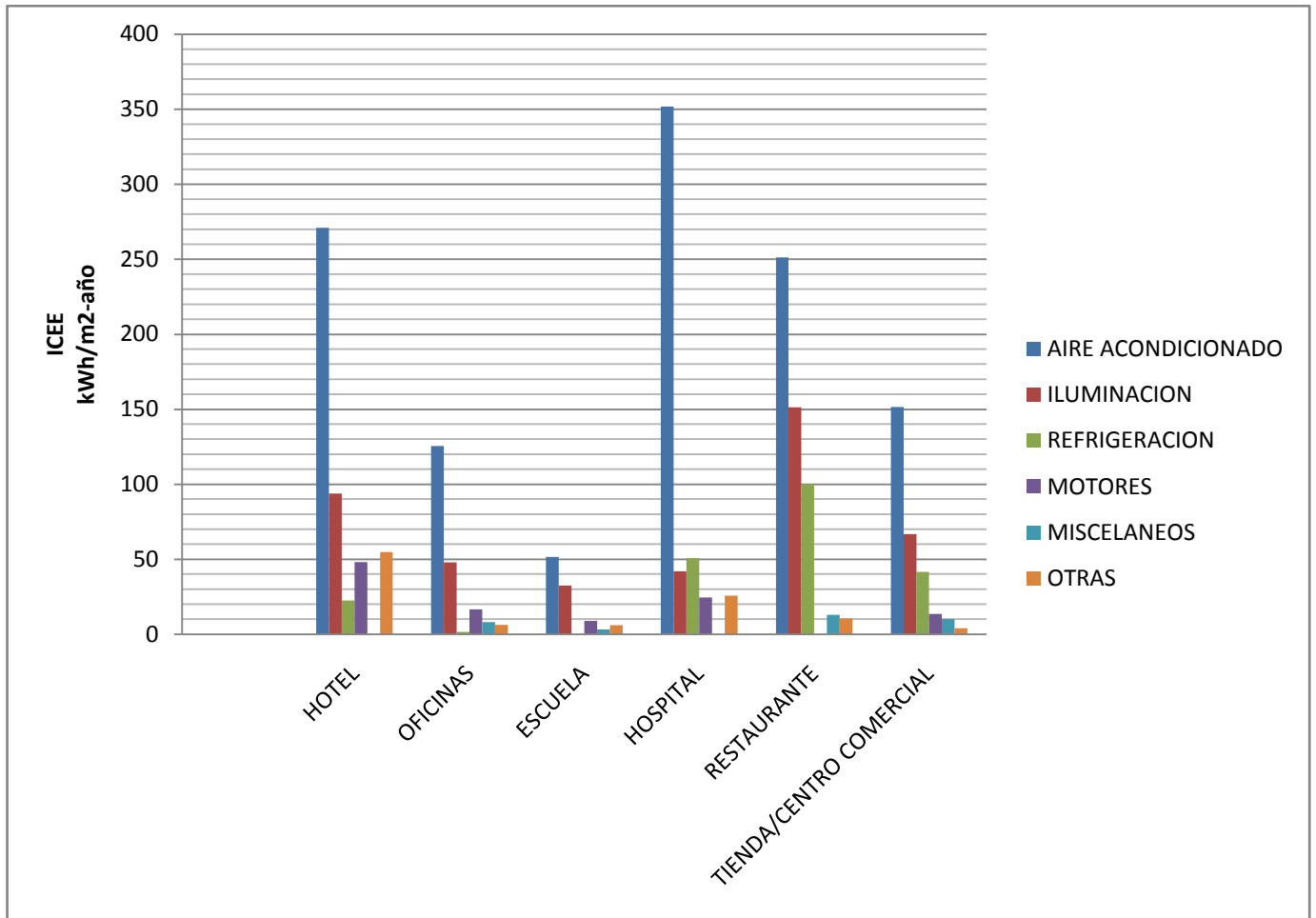


Ilustración 14 Gráfica. Indicadores por uso final de energía en edificios comerciales ANTES DE 1995 en clima cálido seco

En la tabla 20 se muestran los indicadores para los edificios en el clima cálido húmedo, los indicadores más fuertes son el 309.19 kWh/m²-año y los 288.52 kWh/m²-año que hay en el acondicionamiento de aire en los hoteles y hospitales respectivamente. En otros consumos finales los 123.61 kWh/m²-año que tiene la iluminación en los restaurantes es otro indicador que resalta. En refrigeración el indicador más alto esta en los 82.40 kWh/m²-año de los restaurantes mientras que en motores los hoteles consumen 54.22 kWh/m²-año siendo el indicador más alto en su tipo. En general el aire acondicionado sigue teniendo los resultados más altos.

Tabla 20 Indicadores Energéticos por uso final en EDIFICIOS ANTES DE 1995 en Clima Cálido Húmedo

CÁLIDO HUMEDO	AIRE ACONDICIONADO	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
	kWh/m2- año	kWh/m2- año	kWh/m2- año	kWh/m2- año	kWh/m2 - año	kWh/m2- año
HOTEL	309.195	94.730	17.461	54.215	0.000	24.887
OFICINAS	161.196	54.432	0.000	20.736	10.368	12.468
ESCUELA	83.231	74.112	0.000	1.264	5.823	0.989
HOSPITAL	288.519	47.776	57.331	23.888	0.000	60.246
RESTAURANTE	186.233	123.606	82.404	0.000	12.361	7.416
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	200.104	68.898	28.198	11.551	0.000	30.984

En la siguiente gráfica se muestran los datos de la tabla anterior, los indicadores por uso final de la energía en los edificios localizados en la región climática cálida húmeda en edificios comerciales y de servicios de antes de 1995.

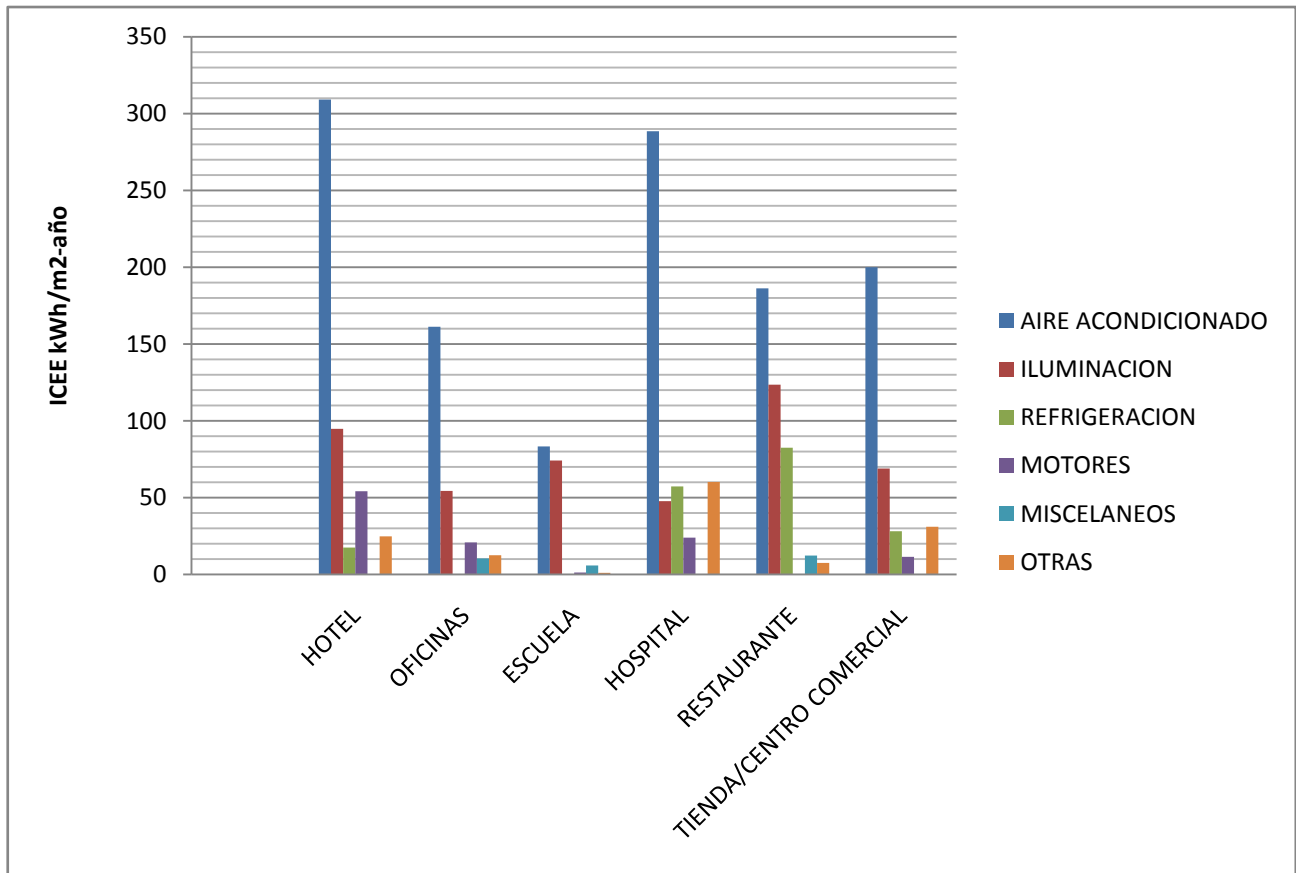


Ilustración 15 Gráfica. Indicadores por uso final de energía en edificios comerciales ANTES DE 1995 en clima cálido húmedo

En la Tabla 21 se muestran los indicadores para el clima cálido subhúmedo, los 240.95 kWh/m2-año y los 223.90 kWh/m2-año del aire acondicionado en hospitales y hoteles respectivamente son los indicadores de mayor consumo. Al igual que los dos análisis anteriores los 102.06 kWh/m2-año de la iluminación y los 85.05 kWh/m2-año en refrigeración en restaurantes son indicadores que deben de ser tomados en cuenta. En cuanto a motores los 50.47 kWh/m2-año en los hospitales es el más importante.

Tabla 21 Indicadores Energéticos por uso final en EDIFICIOS ANTES DE 1995 en Clima Cálido Subhúmedo

CÁLIDO SUBHUMEDO	AIRE ACONDICIONADO	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
	kWh/m2- año	kWh/m2- año	kWh/m2- año	kWh/m2- año	kWh/m2 - año	kWh/m2- año
HOTEL	223.900	85.580	20.305	30.457	0.000	15.766
OFICINAS	85.081	46.408	0.000	12.375	6.188	4.641
ESCUELA	46.287	27.789	0.000	7.410	9.291	1.853
HOSPITAL	240.953	42.960	39.926	50.466	24.954	0.000
RESTAURANTE	136.078	102.058	85.049	0.000	10.206	6.804
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	146.277	90.021	33.417	0.000	0.000	37.616

En la siguiente gráfica se muestran los datos de la tabla anterior, los indicadores por uso final de la energía en los edificios localizados en la región climática cálida subhúmeda en edificios comerciales y de servicios de antes de 1995.

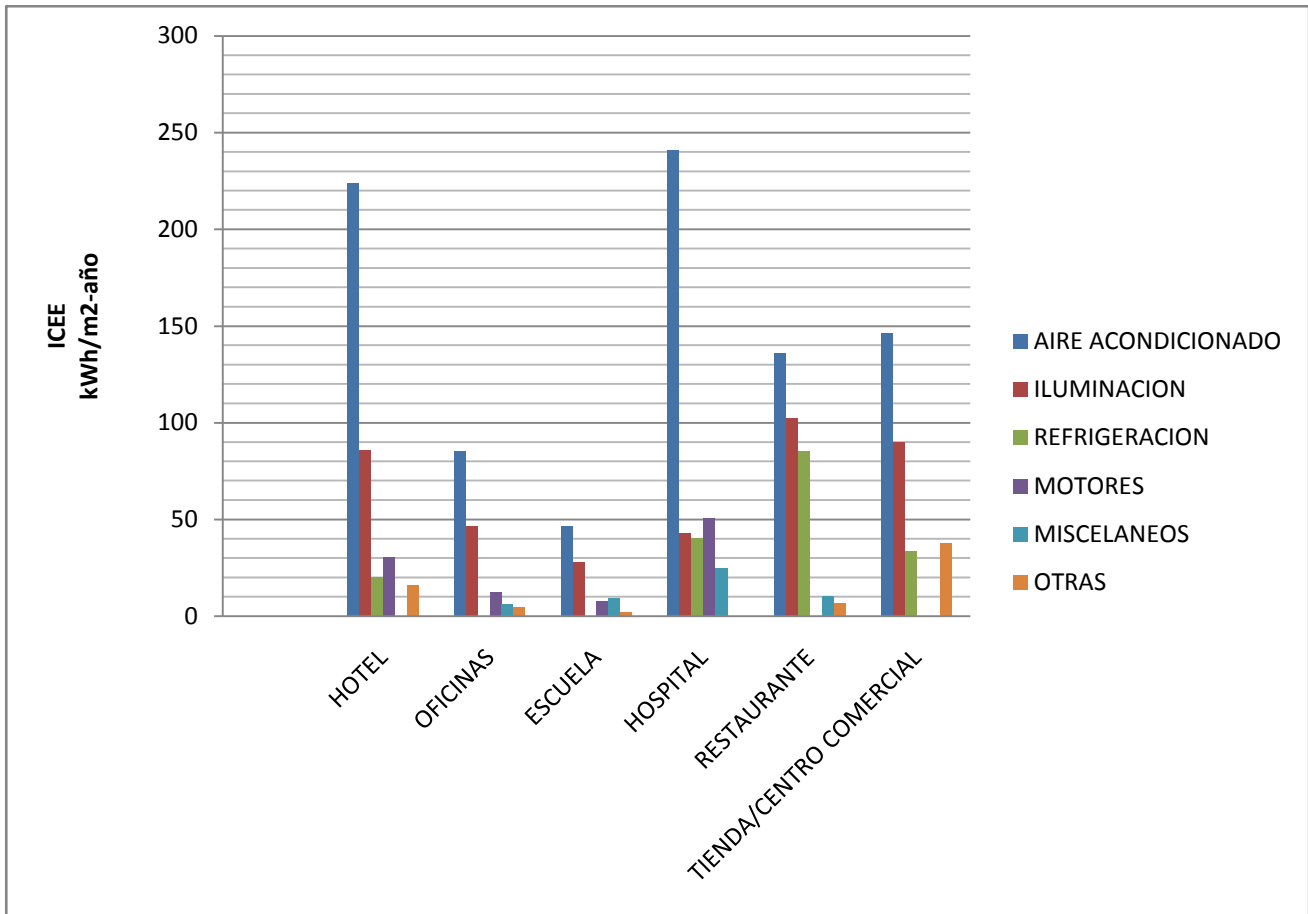


Ilustración 16 Gráfica. Indicadores por uso final de energía en edificios comerciales ANTES DE 1995 en clima cálido subhúmedo

En la Tabla 22 se muestran los indicadores para los edificios localizados en el clima templado, aquí como es de esperarse son indicadores más bajos que en los otros climas, sin embargo los 204.00 kWh/m²-año y los 158.66 kWh/m²-año del aire acondicionado en hoteles y hospitales respectivamente, como los 124.50 kWh/m²-año, 118.13 kWh/m²-año y los 117.72 kWh/m²-año de la iluminación en hospitales, restaurantes y hoteles, así como el 125.84 kWh/m²-año de la refrigeración en restaurantes son los indicadores más representativos en este tipo de clima. En motores los hospitales se sitúan con 39.01 kWh/m²-año.

Tabla 22 Indicadores Energéticos por uso final en EDIFICIOS ANTES DE 1995 en Clima Templado

TEMPLADO	AIRE ACONDICIONADO	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
	kWh/m2- año	kWh/m2- año	kWh/m2- año	kWh/m2- año	kWh/m2 - año	kWh/m2- año
HOTEL	204.001	117.721	4.513	12.326	0.000	40.694
OFICINAS	25.749	60.489	3.630	11.622	7.483	3.275
ESCUELA	2.520	40.791	0.065	3.142	5.436	0.135
HOSPITAL	158.659	124.497	39.909	39.909	19.955	16.163
RESTAURANTE	58.986	118.129	125.837	0.000	0.000	11.640
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	96.380	91.357	12.645	7.466	0.000	2.895

En la siguiente gráfica se muestran los datos de la tabla anterior, los indicadores por uso final de la energía en los edificios localizados en la región climática templada en edificios comerciales y de servicios de antes de 1995.

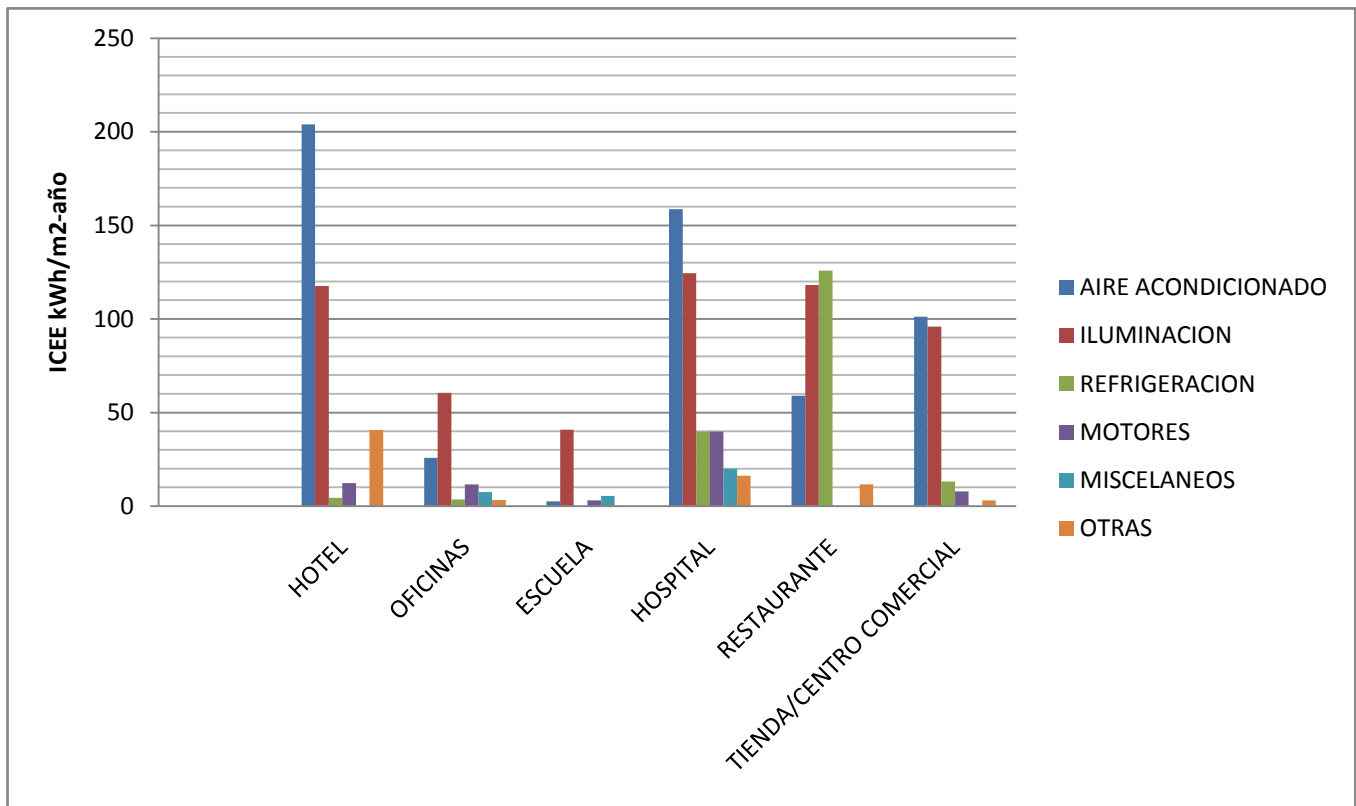


Ilustración 17 Gráfica. Indicadores por uso final de energía en edificios comerciales ANTES DE 1995 en clima templado

Estos resultados muestran el índice de consumo de energía eléctrica de todos los tipos de edificio y de todos los climas con la información anteriormente analizada. Cabe mencionar, que estos indicadores calculados representan el uso final de energía en edificios funcionando antes de 1995. La mayoría de edificios de la república, principalmente construidas entre los 60s y los 80s entran en esta categoría. Los niveles de consumo son altos así como la intensidad energética.

A continuación se presentan estos mismos indicadores pero en edificios actuales, donde muchos de los mismos edificios analizados han sido retroalimentados con equipos energéticamente eficientes, sobre todo en los sistemas de aire acondicionado e iluminación.

EDIFICIOS ENTRE 1995 Y 2011

A continuación se presentan los mismos indicadores pero para edificios operando entre el año 1995 y el año 2011. En la tabla 23 podemos ver los distintos ICEE actual por tipo de edificio y por uso final en el clima cálido seco. Los indicadores más altos son los encontrados en el aire acondicionado en hospitales, hoteles y restaurantes, al igual que en los edificios de antes, solo que ahora los indicadores han bajado a 327.01 kWh/m²-año, 182.85 kWh/m²-año y 161.70 kWh/m²-año respectivamente. Otro indicador alto son los 97.04 kWh/m²-año que consume la iluminación en los restaurantes. En refrigeración el indicador más importante son los 64.30 kWh/m²-año de los restaurantes y en motores el más alto son los hoteles con 32.42 kWh/m²-año.

Tabla 23 Indicadores Energéticos por uso final en EDIFICIOS ENTRE 1995 Y 2011 en Clima Cálido Seco

CÁLIDO SECO	AIRE ACONDICIONADO	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
HOTEL	182.850	63.266	15.218	32.421	0.000	37.075
OFICINAS	82.830	31.668	1.088	11.017	5.304	4.103
ESCUELA	40.646	25.638	0.000	7.106	2.584	4.776
HOSPITAL	327.014	39.008	47.150	22.862	0.000	23.966
RESTAURANTE	161.170	97.046	64.292	0.000	8.374	6.753
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	106.963	47.124	29.378	9.669	7.150	2.837

En la siguiente gráfica se muestran los datos de la tabla anterior, los indicadores por uso final de la energía en los edificios localizados en la región climática cálida seca en edificios comerciales y de servicios de entre 1995 y 2011.

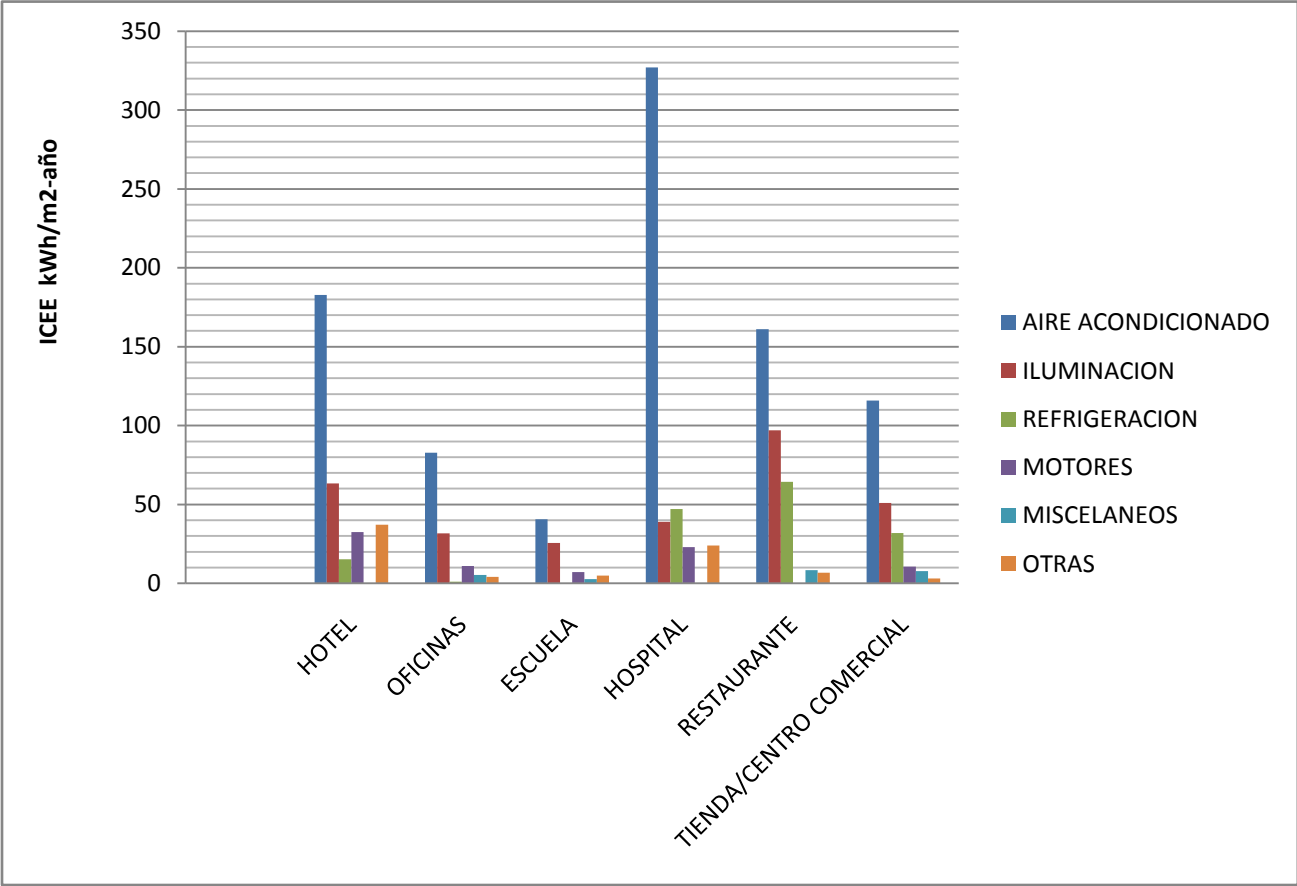


Ilustración 18 Gráfica. Indicadores por uso final de energía en edificios comerciales ENTRE 1995 Y 2011 en clima cálido seco

En la tabla 24 se muestran los indicadores para los edificios en el clima cálido húmedo, los indicadores grandes son el 263.55 kWh/m2-año y los 232.13 kWh/m2-año que hay en el acondicionamiento de aire en los hospitales y hoteles respectivamente. Antes el indicador más alto lo tenía los hoteles en el aire acondicionado, actualmente ha bajado a segundo lugar siendo el hospital el de mayor consumo. En otros consumos finales altos están los 109.11 kWh/m2-año que tiene la iluminación en los restaurantes. En refrigeración los 72.74 kWh/m2-año es el indicador más alto y en motores es el 40.70 kWh/m2-año de los hoteles.

Tabla 24 Indicadores Energéticos por uso final en EDIFICIOS ENTRE 1995 Y 2011 en Clima Cálido Húmedo

CÁLIDO HUMEDO	AIRE ACONDICIONADO	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
HOTEL	232.134	71.120	13.109	40.703	0.000	18.684
OFICINAS	130.388	44.029	0.000	16.773	8.386	10.085
ESCUELA	61.070	54.378	0.000	0.927	4.273	0.726
HOSPITAL	263.548	43.641	52.369	21.821	0.000	55.031
RESTAURANTE	164.397	109.113	72.742	0.000	10.911	6.547
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	164.590	56.670	23.194	9.501	0.000	25.485

En la siguiente gráfica se muestran los datos de la tabla anterior, los indicadores por uso final de la energía en los edificios localizados en la región climática cálida húmeda en edificios comerciales y de servicios de entre 1995 y 2011.

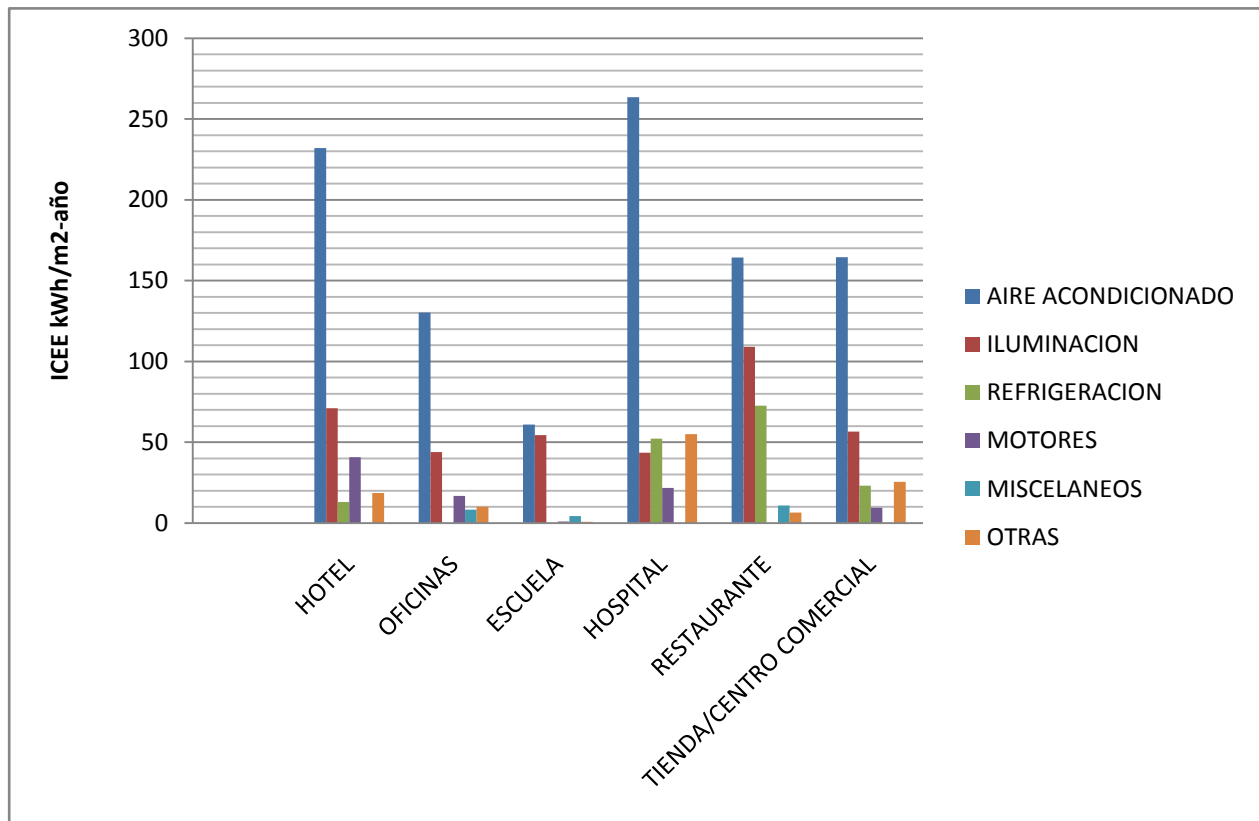


Ilustración 19 Gráfica. Indicadores por uso final de energía en edificios comerciales ENTRE 1995 Y 2011 en clima cálido húmedo

En la Tabla 25 se muestran los indicadores para el clima cálido subhúmedo, los 222.14 kWh/m²-año y los 154.28 kWh/m²-año del aire acondicionado en hospitales y hoteles respectivamente son los indicadores de mayor consumo. La iluminación en restaurantes bajo de la barrera de los 100 kWh/m²-año, pasando de 102.06 kWh/m²-año a 72.57 kWh/m²-año actualmente, de hecho ahora el indicador de iluminación más grande lo tiene los centros comerciales con 76.80 kWh/m²-año. En refrigeración, tal y como en los casos anteriores, los restaurantes tienen el mayor consumo con 60.48 kWh/m²-año y en motores los hospitales con 46.53 kWh/m²-año.

Tabla 25 Indicadores Energéticos por uso final en EDIFICIOS ENTRE 1995 Y 2011 en Clima Cálido Subhúmedo

CÁLIDO SUBHUMEDO	AIRE ACONDICIONADO	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
HOTEL	154.284	58.971	13.991	20.987	0.000	10.864
OFICINAS	64.100	34.963	0.000	9.324	4.662	3.496
ESCUELA	38.697	23.232	0.000	6.195	7.767	1.549
HOSPITAL	222.136	39.605	36.808	46.525	23.005	0.000
RESTAURANTE	96.762	72.572	60.476	0.000	7.257	4.838
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	124.791	76.798	28.509	0.000	0.000	32.091

En la siguiente gráfica se muestran los datos de la tabla anterior, los indicadores por uso final de la energía en los edificios localizados en la región climática cálida subhúmeda en edificios comerciales y de servicios de entre 1995 y 2011.

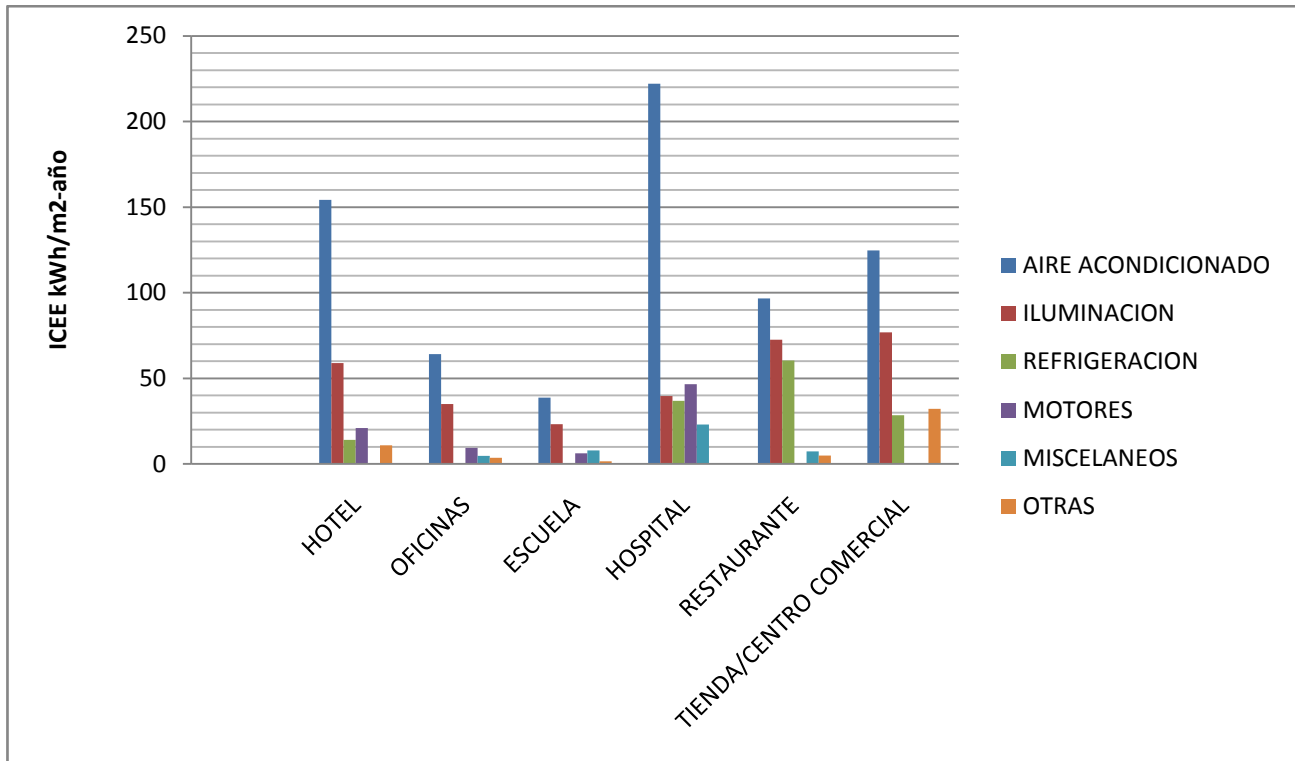


Ilustración 20 Gráfica. Indicadores por uso final de energía en edificios comerciales ENTRE 1995 Y 2011 en clima cálido subhúmedo

En la Tabla 26 se muestran los indicadores para los edificios localizados en el clima templado, aquí los indicadores más representativos en este tipo de clima son los 122.14 kWh/m²-año y los 81.52 kWh/m²-año del aire acondicionado en hoteles y hospitales respectivamente, como los 94.98 kWh/m²-año y los 70.48 kWh/m²- de la iluminación en restaurantes y hoteles, así como el 101.17 kWh/m²-año de la refrigeración en restaurantes. En motores los hospitales se sitúan con 20.51 kWh/m²-año.

Tabla 26 Indicadores Energéticos por uso final en EDIFICIOS ENTRE 1995 Y 2011 en Clima Templado

TEMPLADO	AIRE ACONDICIONADO	ILUMINACION	REFRIGERACION	MOTORES	MISCELANEOS	OTRAS
HOTEL	122.141	70.483	2.702	7.380	0.000	24.365
OFICINAS	19.810	46.538	2.793	8.942	5.757	2.520
ESCUELA	1.972	31.919	0.051	2.459	4.254	0.106
HOSPITAL	81.526	63.972	20.507	20.507	10.254	8.305
RESTAURANTE	47.426	94.979	101.176	0.000	0.000	9.359
TIENDA/CENTRO	72.972	69.169	9.574	5.653	0.000	2.192

En la siguiente gráfica se muestran los datos de la tabla anterior, los indicadores por uso final de la energía en los edificios localizados en la región climática templada en edificios comerciales y de servicios de entre 1995 y 2011.

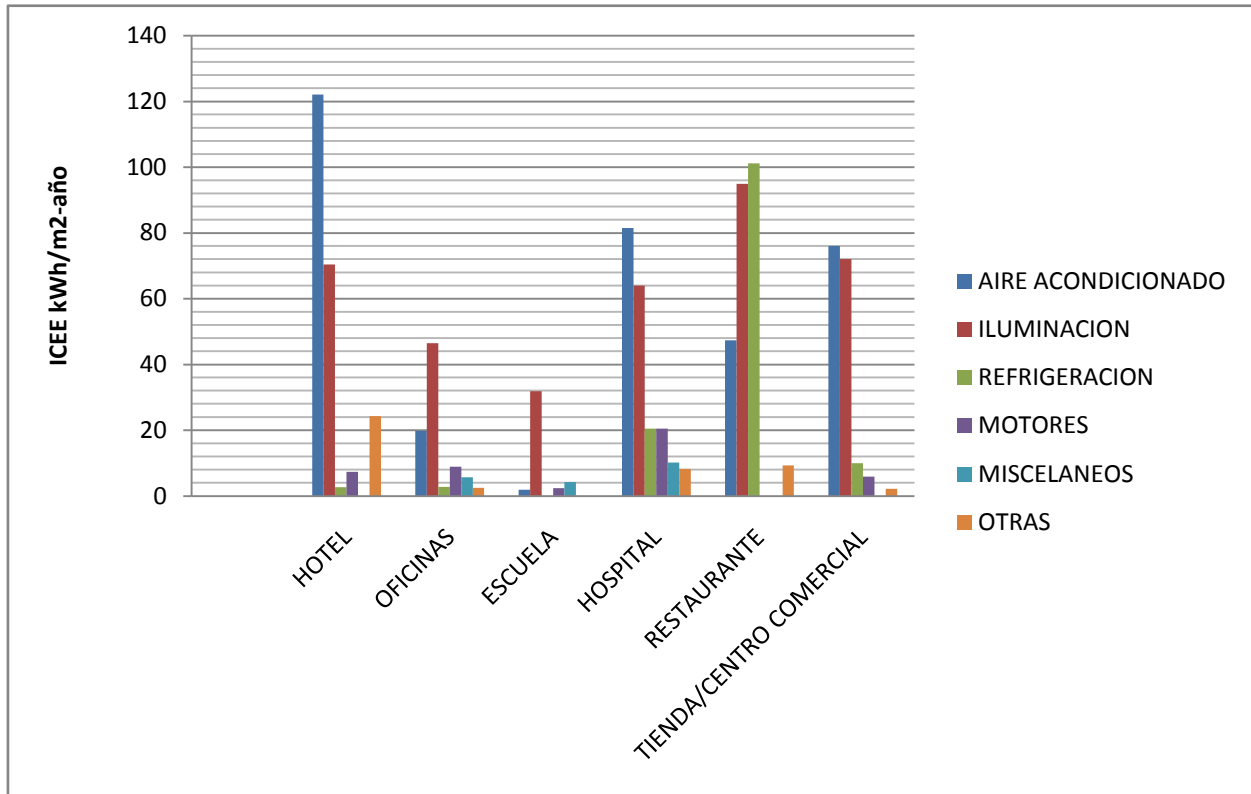


Ilustración 21 Gráfica. Indicadores por uso final de energía en edificios comerciales ENTRE 1995 Y 2011 en clima templado

Con estos indicadores energéticos por uso final podemos comprobar el peso que tiene el aire acondicionado en los climas cálidos, aun cuando han pasado por un cambio de tecnología. Esto se ve sobre todo en hoteles, hospitales y centros comerciales. La iluminación representa un consumo también importante. Si existe una baja considerable cuando se aplican acciones de eficiencia energética. Más adelante se analizarán los ahorros logrados y que áreas de uso final son más viables a ser atacadas y como es el comportamiento en las distintas regiones climáticas, todo esto para analizar el consumo de energía de un edificio comercial y de servicios.

4.4 Comparación de indicadores entre edificios de antes de 1995 con los edificios actuales (entre 1995 y 2011)

Se analizaron los indicadores entre los edificios anteriores y los actuales, estos últimos pueden ser edificios modernos o edificios que hayan pasado por un cambio de tecnología actual. Los datos y ahorros se presentan en la siguiente tabla.

En la Tabla 27 se muestra la comparación en el clima cálido seco, el porcentaje de disminución que se muestra es en el ICEE, vemos que los restaurantes, oficinas y hoteles han tenido una disminución por arriba del 30%, mientras que los hospitales han tenido una disminución menor, alrededor del 7%.

Tabla 27 Comparación de indicadores energéticos generales en clima cálido seco

CÁLIDO SECO	EDIFICIOS ANTES DE 1995		EDIFICIOS ENTRE 1995 Y 2011		PORCENTAJE DISMINUCIÓN ICEE % Disminución
	ICEE (kWh/m2-año)	DPE (W/m2)	ICEE (kWh/m2-año)	DPE (W/m2)	
HOTEL	490.3	74.76	330.83	49.97	32.52
OFICINAS	206.10	39.00	136.01	25.74	34.01
ESCUELA	102.62	27.51	80.75	20.22	21.31
HOSPITAL	495.00	74.88	460.00	74.17	7.07
RESTAURANTE	526.47	109.17	337.67	86.67	35.86
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	269.59	54.54	203.12	43.65	24.66

En la Tabla 28 se muestra la comparación en el clima cálido húmedo, aquí hubo disminuciones menores que en el clima cálido seco, las escuelas y hoteles disminuyeron su ICEE alrededor de una cuarta parte del total mientras que los hospitales se mantuvieron en la misma línea con la disminución del 8.65%.

Tabla 28 Comparación de indicadores energéticos generales en clima cálido húmedo

CÁLIDO HÚMEDO	EDIFICIOS ANTES DE 1995		EDIFICIOS ENTRE 1995 Y 2011		PORCENTAJE DISMINUCIÓN ICEE % Disminución
	ICEE (kWh/m2-año)	DPE (W/m2)	ICEE (kWh/m2-año)	DPE (W/m2)	
HOTEL	500.49	72.66	375.75	58.18	24.92
OFICINAS	259.20	57.60	209.66	50.00	19.11
ESCUELA	164.81	53.58	120.93	45.69	26.63
HOSPITAL	477.76	60.89	436.41	57.11	8.65
RESTAURANTE	412.02	81.75	363.71	73.45	11.73
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	339.74	75.78	279.44	63.89	17.75

En la Tabla 29 se muestra la comparación en el clima cálido subhúmedo, aquí los hoteles y los restaurantes son los tipos de edificio comercial y de servicios que tuvieron un % de disminución más alto, alrededor del 30%. Los hospitales tuvieron una disminución similar que en los climas seco y húmedo, alrededor del 8%.

Tabla 29 Comparación de indicadores energéticos generales en clima cálido subhúmedo

CÁLIDO SUBHÚMEDO	EDIFICIOS ANTES DE 1995		EDIFICIOS ENTRE 1995 Y 2011		PORCENTAJE DISMINUCIÓN ICEE % Disminución
	ICEE (kWh/m2-año)	DPE (W/m2)	ICEE (kWh/m2-año)	DPE (W/m2)	
HOTEL	376.01	45.74	259.1	38.21	31.09
OFICINAS	154.69	27.62	116.54	27.30	24.66
ESCUELA	92.63	31.33	77.44	30.81	16.40
HOSPITAL	399.26	65.71	368.08	60.51	7.81
RESTAURANTE	340.19	55.28	241.91	46.95	28.89
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	307.24	59.82	262.11	52.27	14.69

En la Tabla 30 se muestra la comparación el clima templado, siendo un caso más específico que los otros tres, aquí se puede ver que los hospitales tuvieron reducciones de casi el 50% lo cual puede ser un caso aislado y que se puede prestar a un debate y a un análisis mas profundo. Por otra parte los hoteles tuvieron una disminución del 40.135 en su ICEE, mientras que los edificios con un porcentaje de disminución más bajo fueron los restaurantes, aunque el 19.60% es un resultado muy positivo.

Tabla 30 Comparación de indicadores energéticos generales en clima templado

TEMPLADO	EDIFICIOS ANTES DE 1995		EDIFICIOS ENTRE 1995 Y 2011		PORCENTAJE DISMINUCIÓN ICEE % Disminución
	ICEE (kWh/m2- año)	DPE (W/m2)	ICEE (kWh/m2- año)	DPE (W/m2)	
	HOTEL	379.26	56.64	227.07	
OFICINAS	112.25	28.14	86.36	22.09	23.06
ESCUELA	52.09	17.68	40.76	12.46	21.75
HOSPITAL	399.09	74.18	205.07	42.28	48.62
RESTAURANTE	314.59	61.20	252.94	52.07	19.60
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	210.74	54.88	159.56	50.48	24.29

La diferencia entre los indicadores energéticos entre edificios actuales con los de hace unos 15 años son lógicos gracias en gran parte a avances tecnológicos y cambios de tecnología. Podemos notar que los % de disminución del ICEE mas grandes se logran en los Hoteles, con una disminución superior al 30%, los hospitales muestran ser un tipo de edificio comercial y de servicios que más complicado de aplicarle programas de eficiencia energética, ya que debido a su naturaleza de funcionamiento necesita consumos energéticos en ciertas áreas donde es imposible emprender acciones, aun así se pueden lograr ahorros de casi el 10%, el caso de hospitales en clima templado debe separarse y puede prestarse a otro análisis. En promedio se ha logrado un porcentaje de disminución del 23.54% en el consumo de energía eléctrica, eso significa que con el simple hecho de evaluar a una edificación, conocer donde existen oportunidades de ahorro y emprender el cambio de tecnología por una más

eficiente se ha logrado disminuir en una cuarta parte el ICEE total. Esto llevado a la disminución de gases efecto invernadero representa un logro sustancial y muestra que los programas de eficiencia energética en edificios comerciales deben de ser prioridad para el gobierno federal y la sociedad en general.

4.5 Promedio nacional de consumo general por edificio

En la Tabla 31 se muestra un promedio nacional del ICEE general por tipo de edificio de antes de 1995 que sería la línea base de consumo y por otro lado se muestra el ICEE de edificios ENTRE 1995 Y 2011, este último indicador será de gran utilidad ya que será el ICEE que va a ser analizado y comparado con el ICEE de distintos países, lo ideal sería comparar los indicadores por región climática, pero ante la falta de información más detallada de otros países se hará con este indicador promedio.

Tabla 31 Promedio de índice de Consumo de Energía Eléctrica a nivel Nacional

PROMEDIO NACIONAL	ICEE Edificios antes de 1995	ICEE Edificios entre 1995
	(kWh/m ² -año)	y 2011 (kWh/m ² -año)
HOTEL	436.51	298.19
OFICINAS	183.06	137.14
ESCUELA	103.04	79.97
HOSPITAL	442.78	367.39
RESTAURANTE	398.32	299.06
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	281.83	226.06

En la ilustración 22 se muestra una gráfica comparando el ICEE del 1995 con el ICEE de edificios actuales para cada tipo de edificio comercial y de servicios del país.

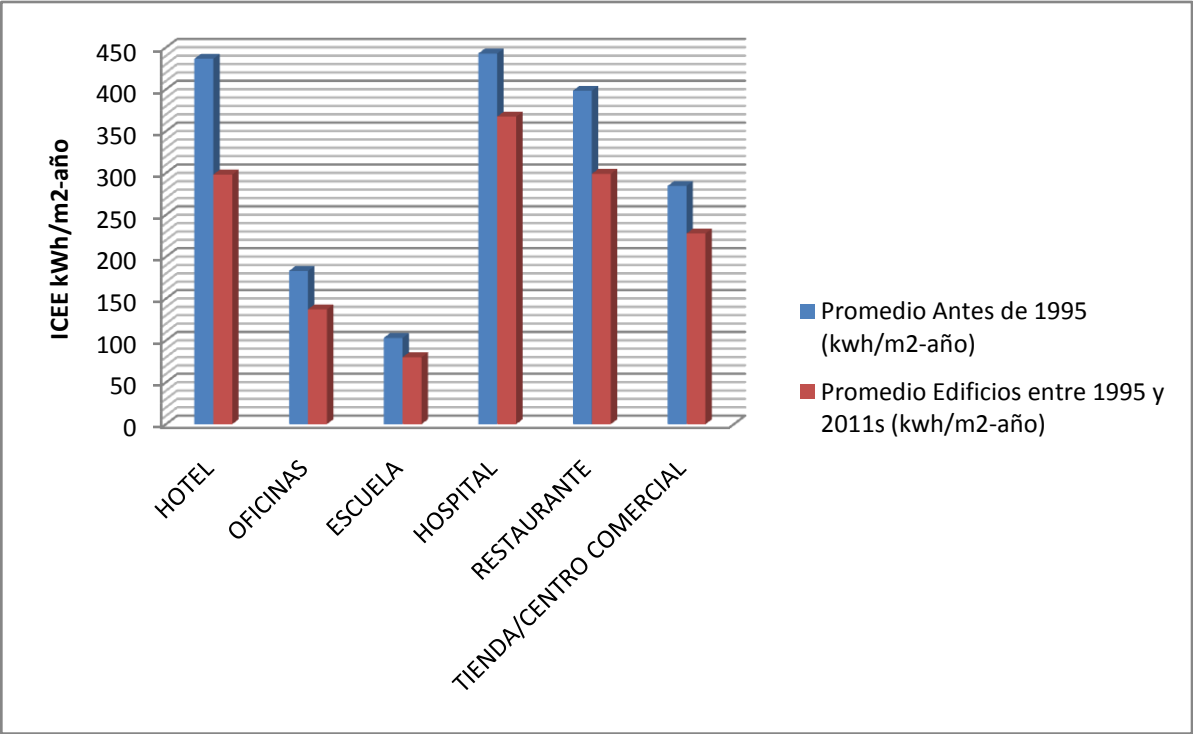


Ilustración 22 Promedio de consumo por tipo de edificio comercial a nivel nacional

Después de analizar todos los resultados, estos últimos representan el promedio de consumo de energía eléctrica de manera particular (por usos finales) y de manera general (por tipo de edificación). Todo edificio que se encuentre por arriba del promedio de consumo promedio de 1995 podría estar considerado como un edificio energéticamente ineficiente. Como se ha visto los indicadores energéticos en edificios comerciales y de servicios del país han tenido una disminución relativamente alta en los últimos 15 años, estamos hablando en una disminución de casi el 30% en el consumo de energía eléctrica. Ahora, conociendo los consumos finales se puede establecer una línea base de consumo por tipo de uso y por región, resultados sumamente importantes. El objetivo radica, y con el apoyo de estos datos, en buscar la posibilidad de normar a la edificación comercial y de servicios en México. Bajar los niveles de consumo energético no solo trae consigo impactos económicos positivos, sino que también hay impactos ambientales, sociales y políticos.

4.6 Comparación nacional entre regiones climáticas por tipo de edificio comercial y de servicios

Anteriormente los análisis de indicadores energéticos se dejaban en términos generales, una práctica que no solo se ve en nuestro país si no en la mayoría de las publicaciones. Para este trabajo es de suma importancia tomar al clima como un factor de gran influencia en el comportamiento energético de una edificación. A continuación el análisis que se presenta es específicamente por tipo de edificio que se compara entre las diferentes regiones climáticas que fueron seleccionadas en este trabajo. Otra comparación que se hace es la de ver el comportamiento de los distintos usos finales de energía por tipo de edificio en cada región climática, con esto nos damos cuenta que usos finales predominan en cada región.

HOTELES

En la ilustración 23 se hace una comparación del ICEE de los Hoteles por tipo de clima y también comparándolo con el ICEE promedio Nacional de cada época dándonos una idea más clara de los diferentes indicadores obtenidos. Los indicadores que andan por debajo del nacional, en ambos casos, son los de clima cálido subhúmedo y templado.

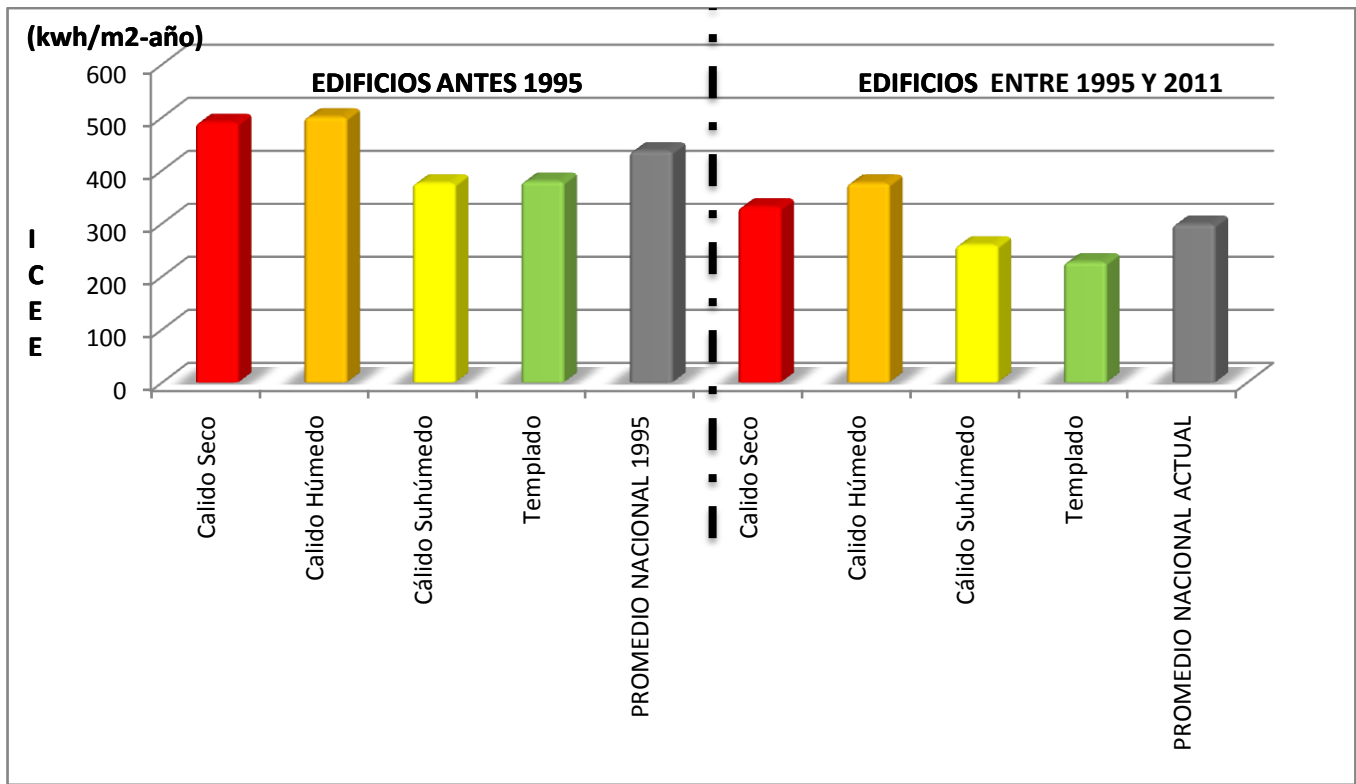


Ilustración 23 Comparación por tipo de clima y por antigüedad de edificios. HOTELES

En la ilustración 24 se muestra una gráfica tipo dona analizando el porcentaje de consumo de los distintos usos finales de energía en los hoteles, particularmente podemos notar una uniformidad en casi todos los usos sobretodo en el uso del aire acondicionado.

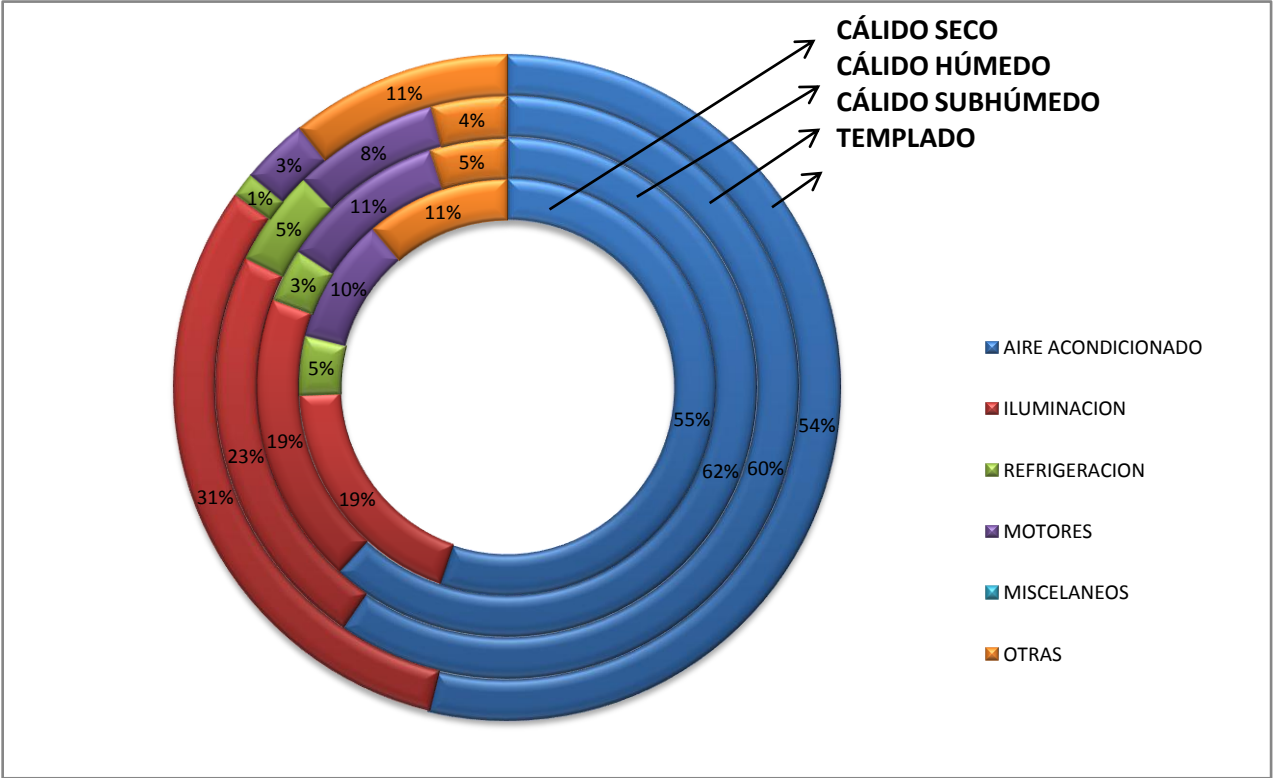


Ilustración 24 PORCENTAJE DE LOS USOS FINALES DE ENERGÍA EN HOTELES ENTRE 1995 Y 2011

OFICINAS

En la ilustración 25 se hace una comparación del ICEE de las Oficinas por tipo de clima y también comparándolo con el ICEE promedio Nacional de cada época dándonos una idea más clara de los diferentes indicadores obtenidos. Los indicadores que andan por debajo del nacional, en ambos casos, son los ICEE en clima cálido subhúmedo y clima templado, y actualmente también el ICEE de clima cálido seco está por debajo del nacional.

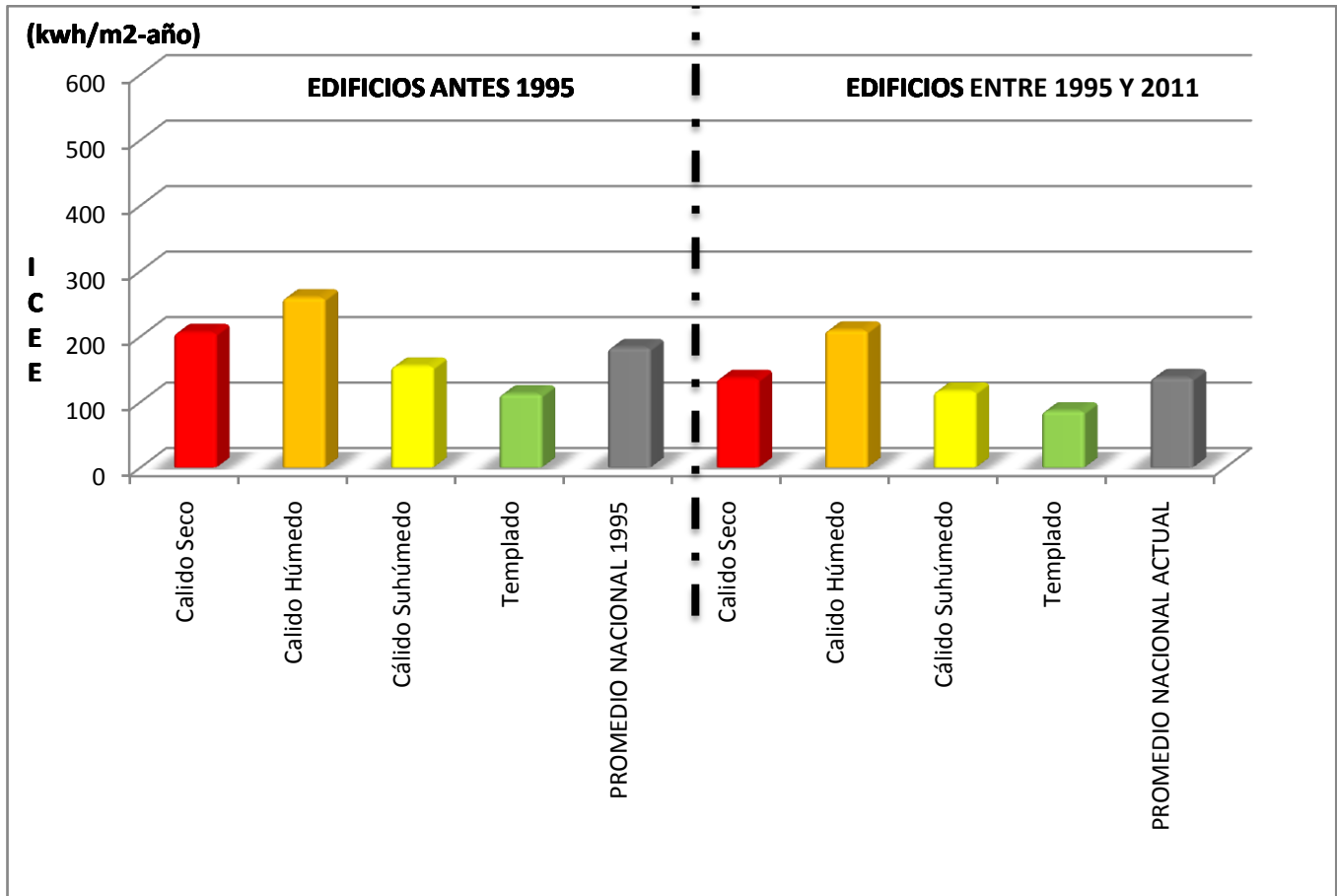


Ilustración 25 Comparación por tipo de clima y por antigüedad de edificios. OFICINAS

En la ilustración 26 se muestra una gráfica tipo dona analizando el porcentaje de consumo de los distintos usos finales de energía en las oficinas, aquí no se puede de hablar de uniformidad en los usos, sobretodo se ve la diferencia en las oficinas de clima templado con los demás climas, un consumo que podríamos decir que tiene el mismo peso es el de motores.

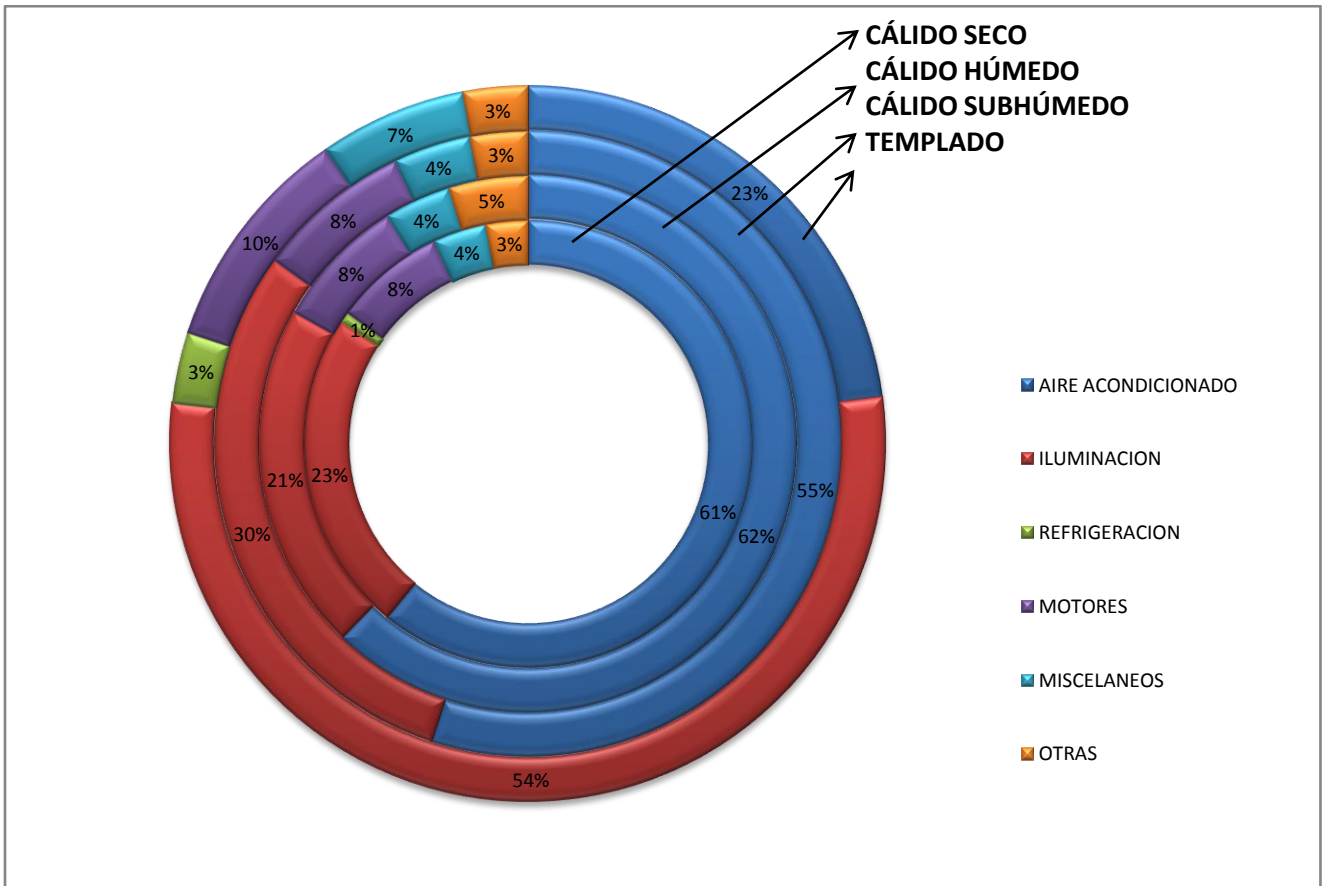


Ilustración 26 PORCENTAJE DE LOS USOS FINALES DE ENERGÍA EN OFICINAS ENTRE 1995 Y 2011

ESCUELAS

En la ilustración 27 se hace una comparación del ICEE de las Escuelas por tipo de clima y también comparándolo con el ICEE promedio Nacional de cada época dándonos una idea más clara de los diferentes indicadores obtenidos. Los indicadores que andan por debajo del nacional son el cálido seco, cálido subhúmedo y templado en los ICEE de antes de 1995 y actualmente solo los ICEE de clima cálido subhúmedo y templado.

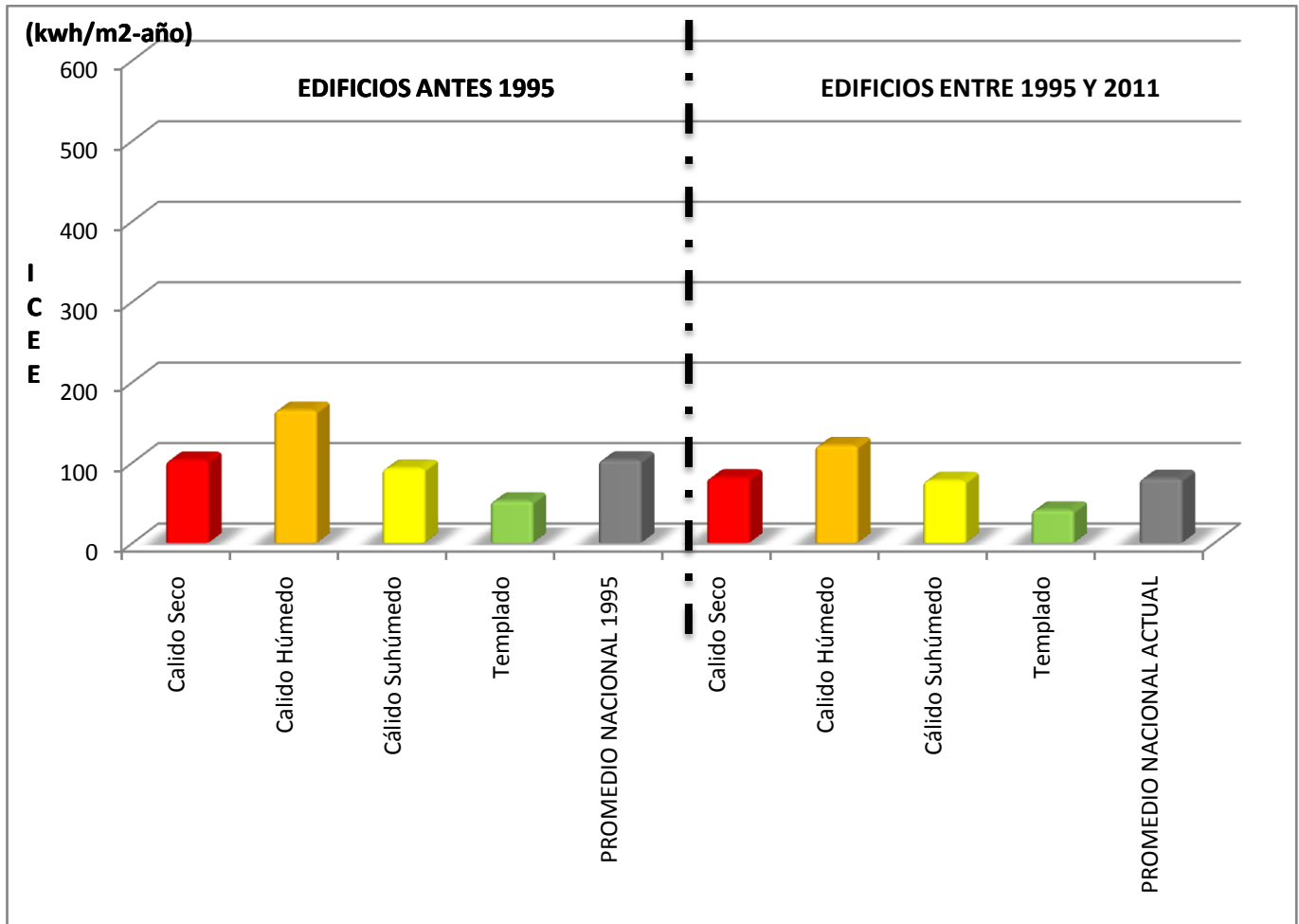


Ilustración 27 Comparación por tipo de clima y por antigüedad de edificios. ESCUELAS

En la ilustración 28 se muestra una gráfica tipo dona analizando el porcentaje de consumo de los distintos usos finales de energía en las escuelas, aquí tampoco se puede de hablar de uniformidad en los usos, sobretodo se ve la diferencia en las escuelas de clima templado con los demás climas, el peso que tiene la iluminación es de casi el 80% mientras que en los demás casos no llega ni al 50%.

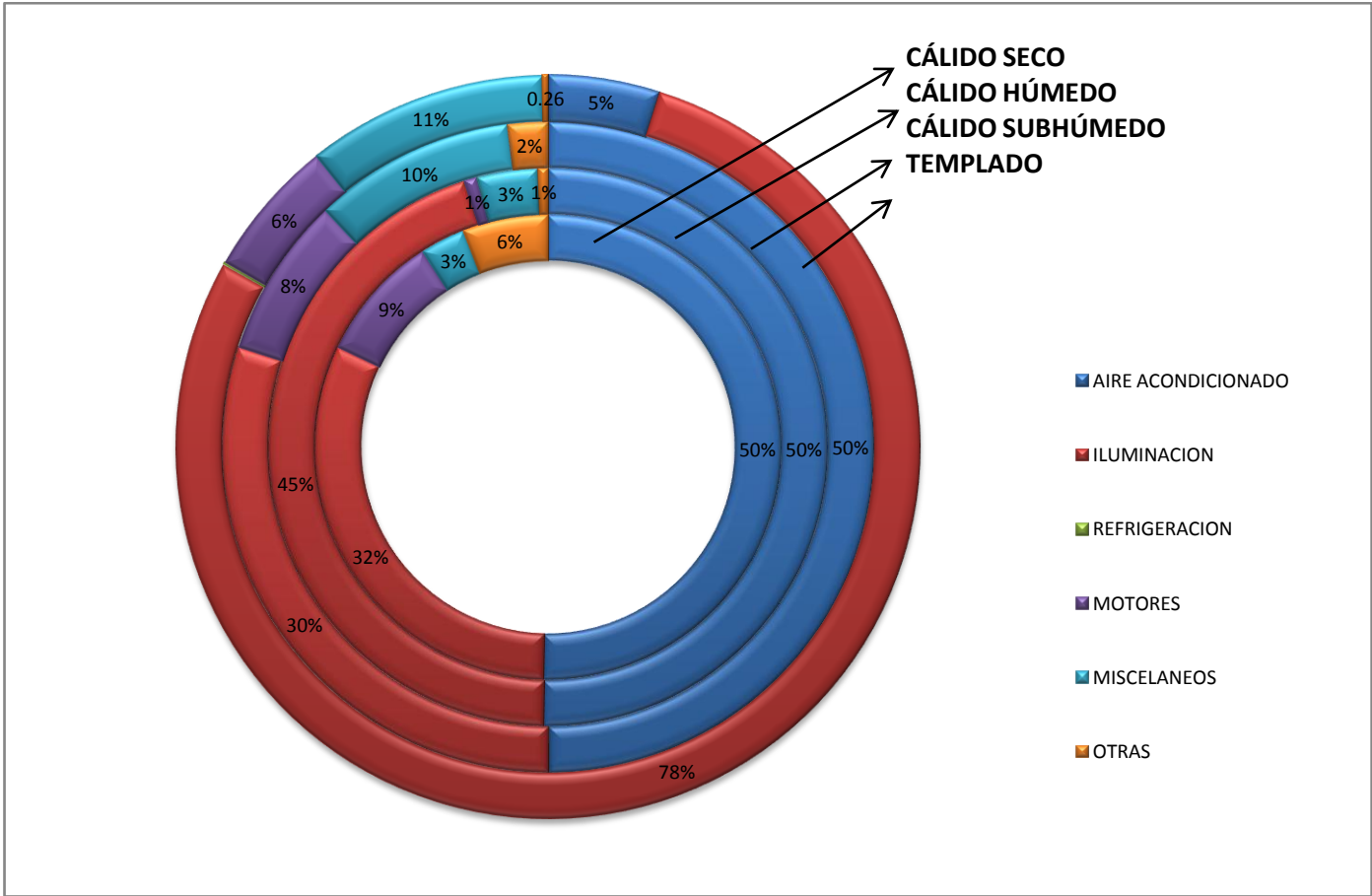


Ilustración 28 PORCENTAJE DE LOS USOS FINALES DE ENERGÍA EN ESCUELAS ENTRE 1995 Y 2011

HOSPITALES

En la ilustración 29 se hace una comparación del ICEE de los edificios de Hospitales por tipo de clima y también comparándolo con el ICEE promedio Nacional de cada época dándonos una idea más clara de los diferentes indicadores obtenidos. Los indicadores que andan por debajo del nacional de antes de 1995 son los ICEE en clima cálido subhúmedo y en clima templado. Actualmente solo el ICEE de clima templado está por debajo. El indicador de los hospitales tiene una disminución del 48% lo que representa un caso atípico, esto es derivado a la pocos levantamientos llevados a cabo en este tipo de edificación y donde se necesitan más datos para contar con un resultado confiable.

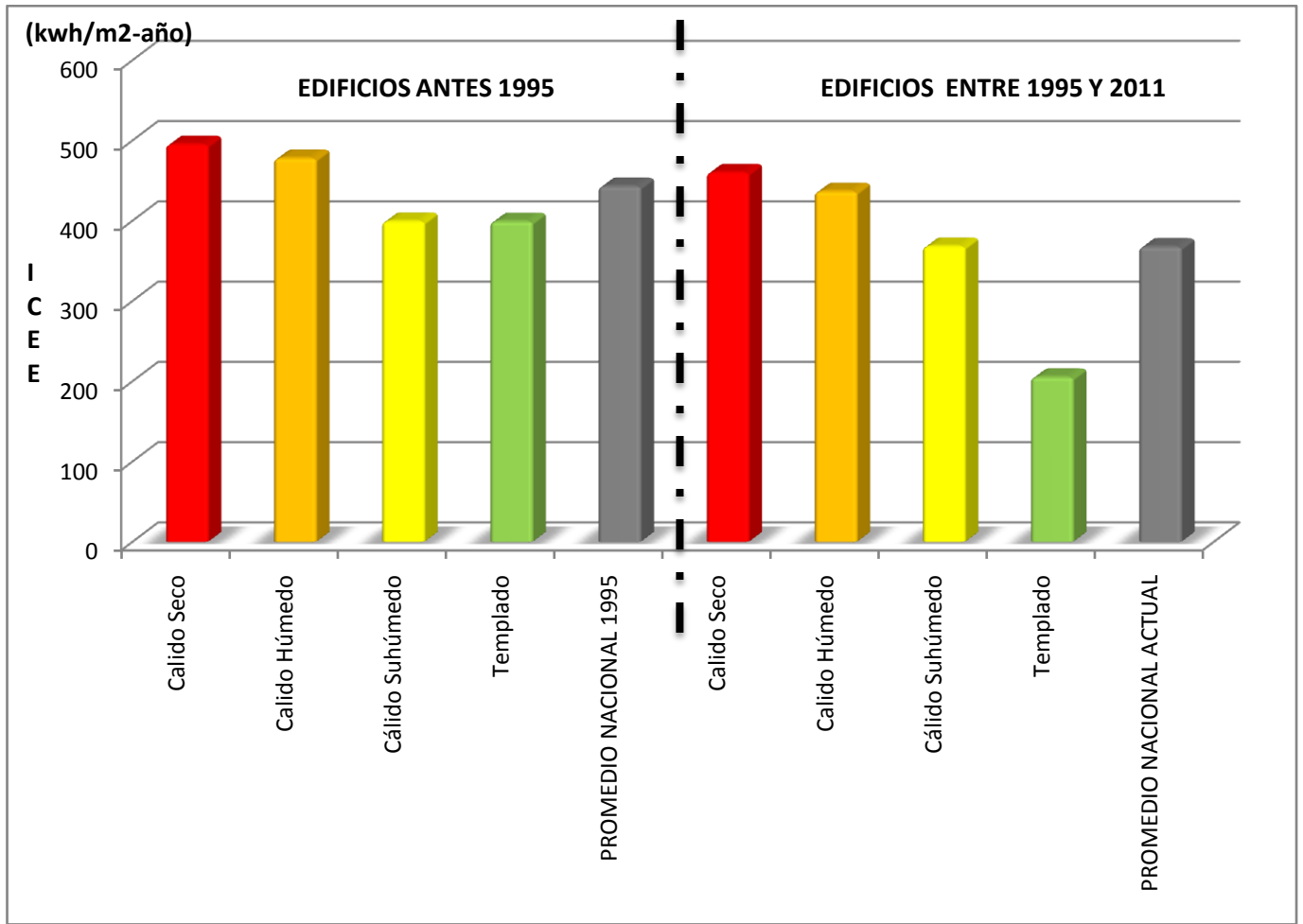


Ilustración 29 Comparación por tipo de clima y por antigüedad de edificios. HOSPITALES

En la ilustración 30 se muestra una gráfica tipo dona analizando el porcentaje de consumo de los distintos usos finales de energía en los hospitales, aquí tampoco se puede de hablar de uniformidad en los usos, sobretodo se ve la diferencia en los hospitales de clima templado con los demás climas, el peso que tiene la iluminación es de casi el 31% mientras que en los demás casos no llega ni al 15%. Existe una uniformidad relativa en los ICEE de refrigeración, estando alrededor del 10%.

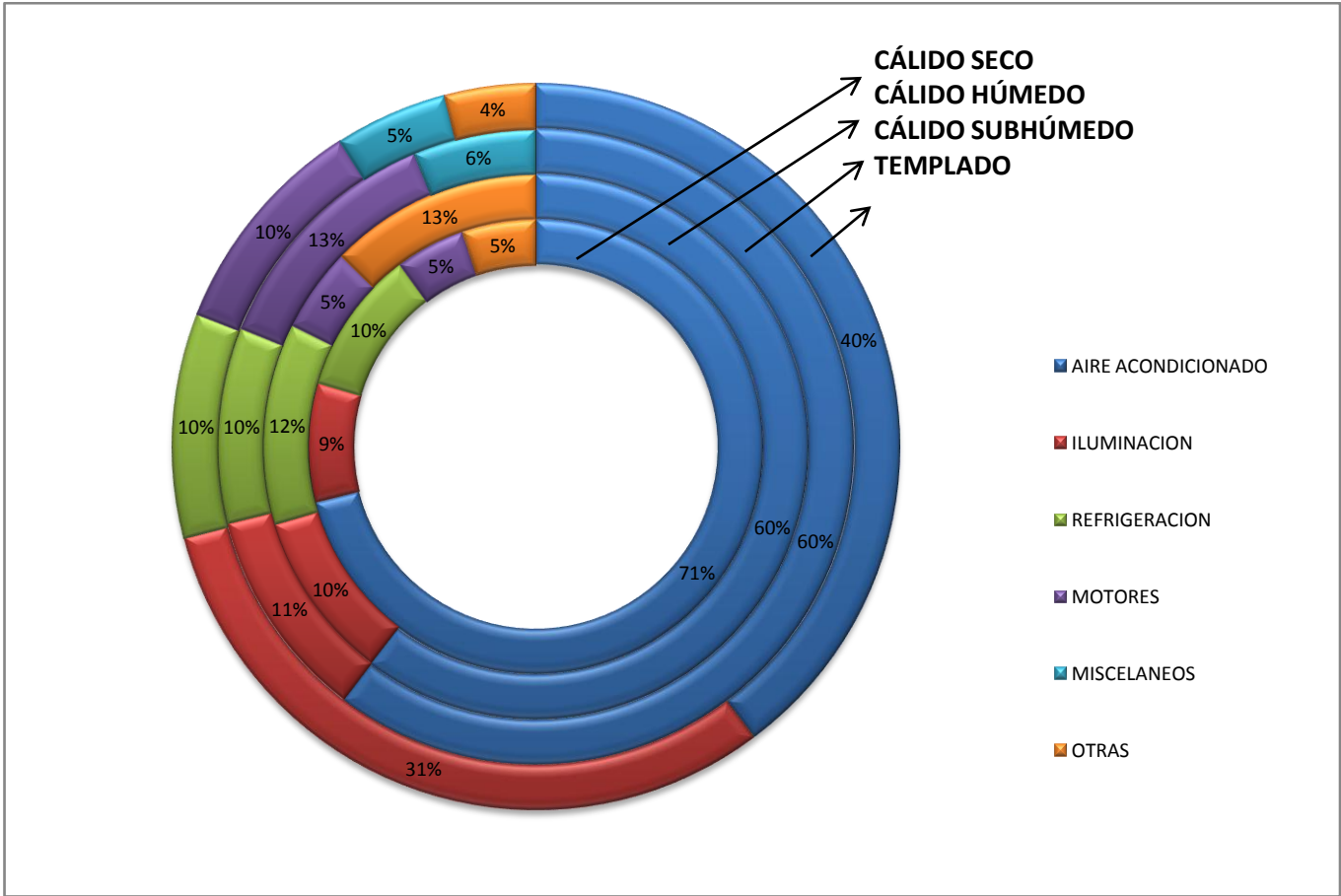


Ilustración 30 PORCENTAJE DE LOS USOS FINALES DE ENERGÍA EN HOSPITALES ENTRE 1995 Y 2011

RESTAURANTES

En la ilustración 31 se hace una comparación del ICEE de los Restaurantes por tipo de clima y también comparándolo con el ICEE promedio Nacional de cada época dándonos una idea más clara de los diferentes indicadores obtenidos. Los indicadores que andan por debajo del nacional, en ambos casos, son los ICEE en clima cálido subhúmedo y templado

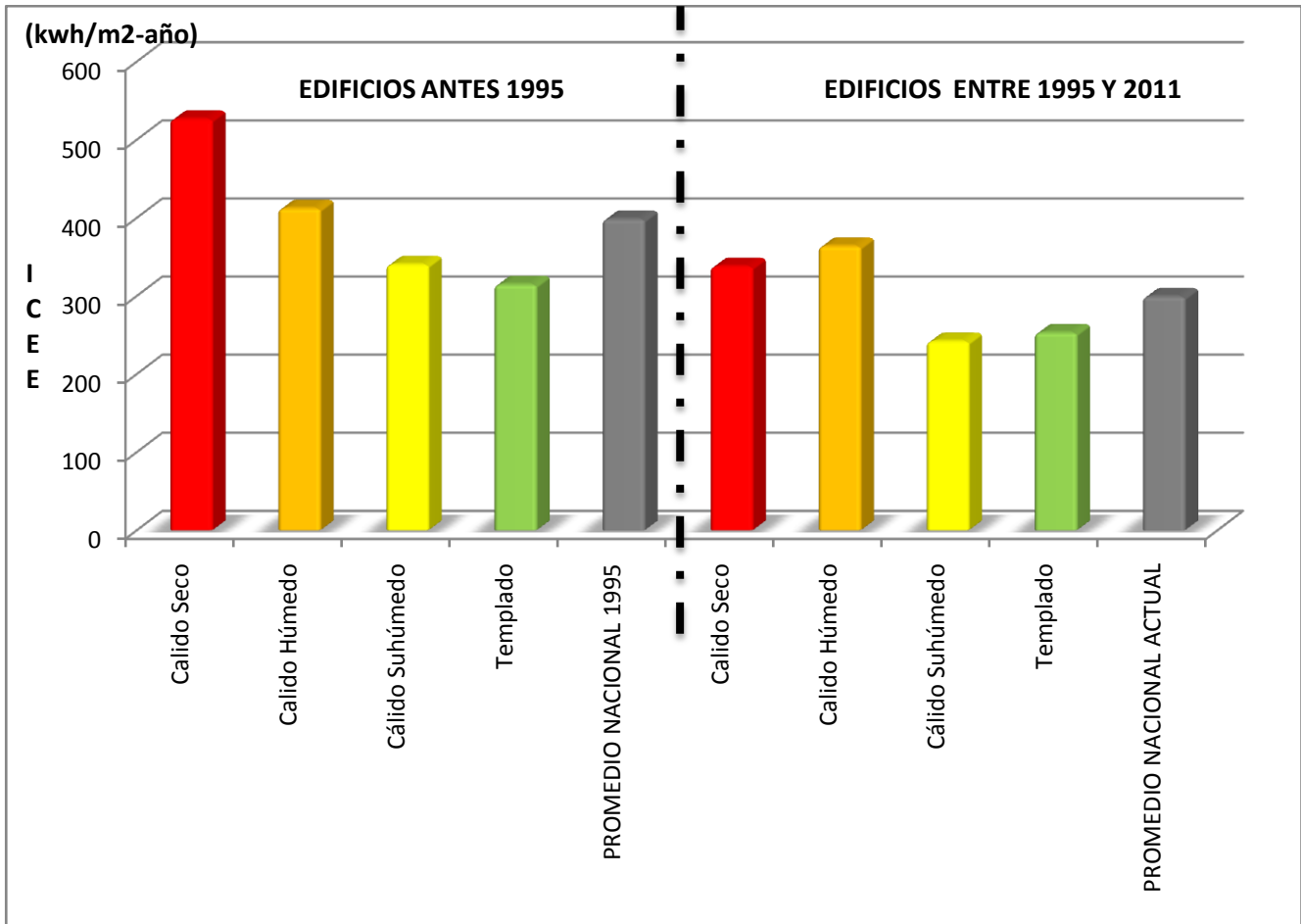


Ilustración 31 Comparación por tipo de clima y por antigüedad de edificios. RESTAURANTES

En la ilustración 32 se muestra una gráfica tipo dona analizando el porcentaje de consumo de los distintos usos finales de energía en los restaurantes, aquí tampoco se puede de hablar de uniformidad en los usos, sobretodo se ve la diferencia en los restaurantes de clima templado con los demás climas, el peso que tiene el aire acondicionado es del 19% mientras que en los demás casos rebasa del 40%. Existe una uniformidad relativa en los ICEE de iluminación, estando alrededor de entre el 30% y el 40% en todos los casos.

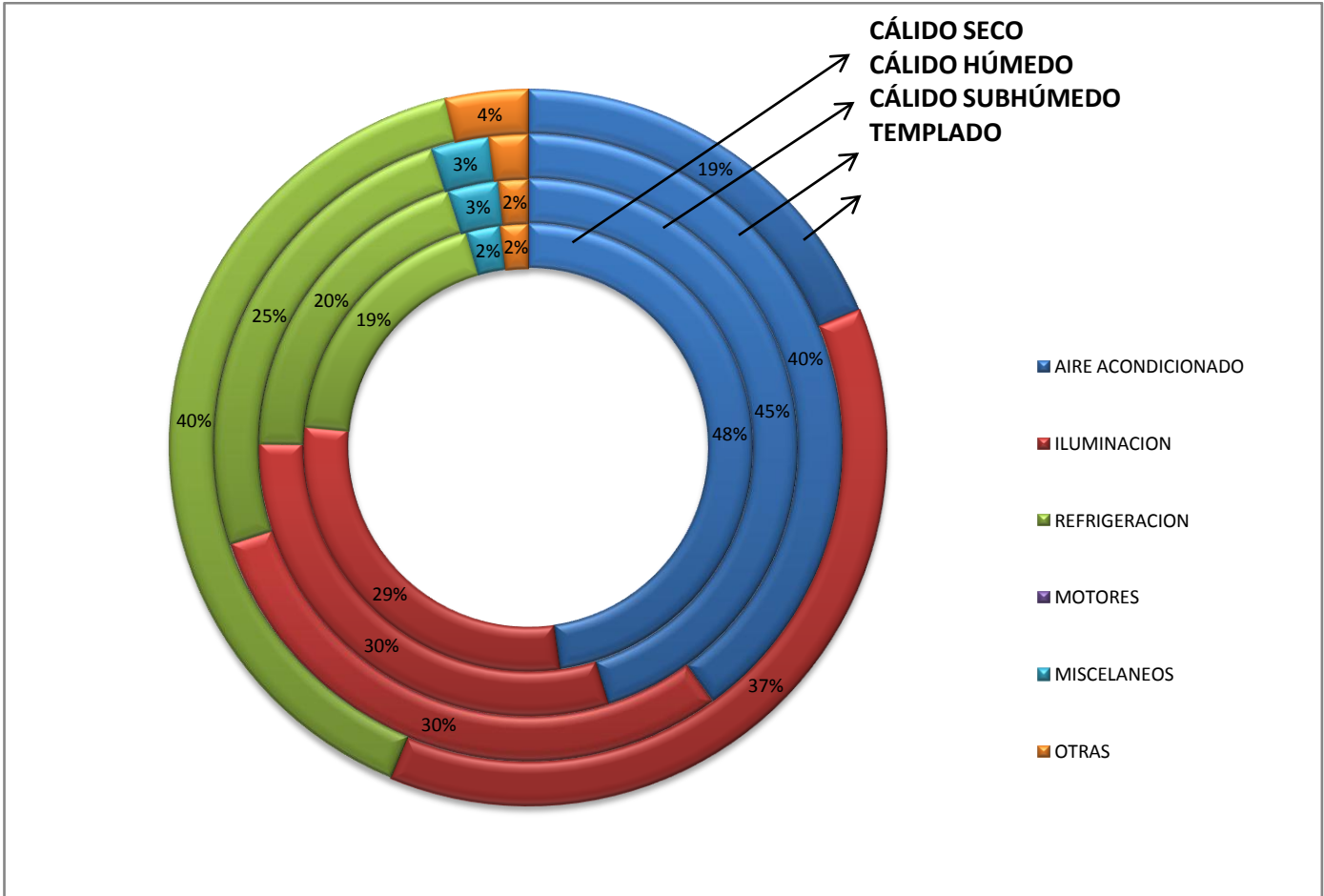


Ilustración 32 PORCENTAJE DE LOS USOS FINALES DE ENERGÍA EN RESTAURANTES ENTRE 1995 Y 2011

CENTROS COMERCIALES

En la ilustración 33 se hace una comparación del ICEE de los Centros Comerciales por tipo de clima y también comparándolo con el ICEE promedio Nacional de ambas épocas dándonos una idea más clara de los diferentes indicadores obtenidos. Los indicadores que andan por debajo del nacional es el ICEE Templado de antes de 1995 y actualmente también el ICEE de clima templado así como los CC actuales en clima cálido seco.

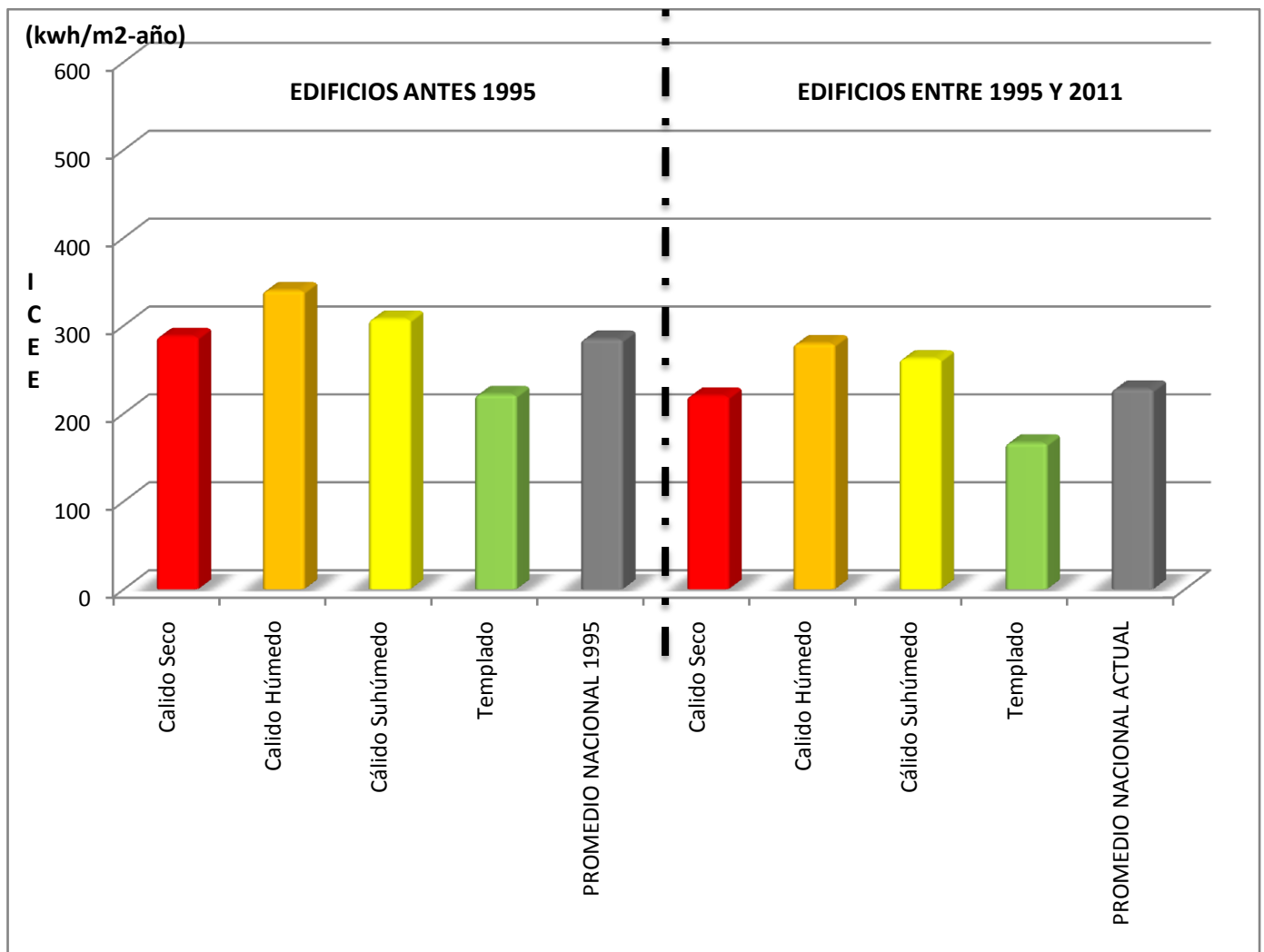


Ilustración 33 Comparación por tipo de clima y por antigüedad de edificios. CENTROS COMERCIALES

En la ilustración 34 se muestra una gráfica tipo dona analizando el porcentaje de consumo de los distintos usos finales de energía en los CC, aquí tampoco se puede de hablar de uniformidad en los usos en general aunque existe una cierta tendencia en el aire acondicionado que se ubica entre el 45 y el 59%. La iluminación presenta una variación mayor en el clima templado pasando del 20% en clima cálido húmedo al 43% en clima templado.

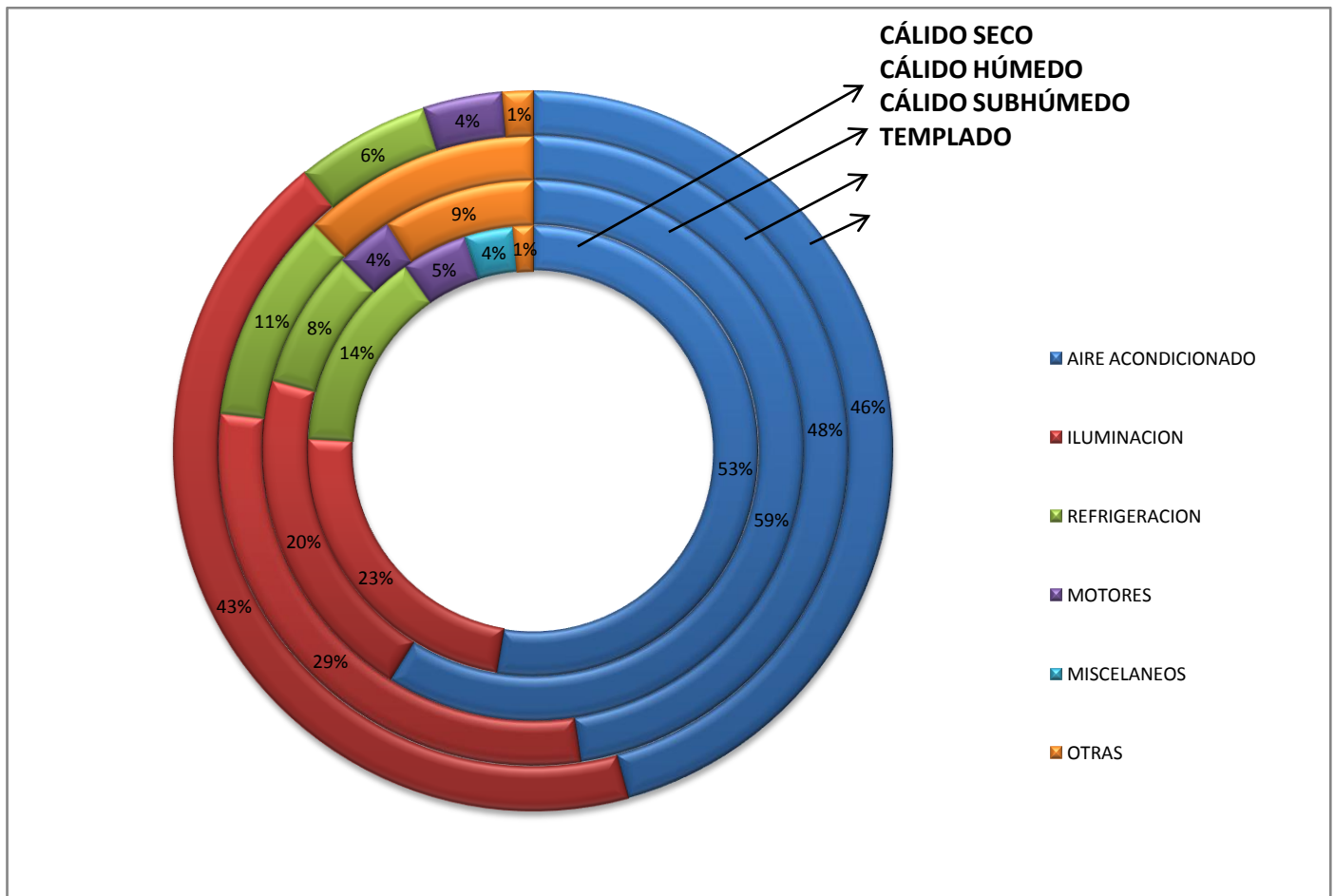


Ilustración 34 PORCENTAJE DE LOS USOS FINALES DE ENERGÍA EN CENTROS COMERCIALES ENTRE 1995 Y 2011

4.7 Comparación con Indicadores Internacionales

Al comparar el Índice de Consumo de Energía Eléctrica de los edificios comerciales y de servicios del país con edificios similares en otras partes del mundo podemos analizar cómo está el consumo energético nacional. Los índices no pueden ser comparables en su totalidad, ya que estos varían de gran manera de región en región, uno de los factores más importantes para esta variación es el clima del lugar, otros factores que pueden influir pueden ser la tecnología encontrada, diferentes costumbres de uso de la energía o simplemente características físicas del inmueble.

En la Tabla 36 se muestran los Índices de Consumo de Energía Eléctrica Nacionales que se utilizaron para esta comparación son los promedios nacionales obtenidos en edificios comerciales y de servicios en la actualidad (2011).

Tabla 32 Promedio Nacional de los Índices de Consumo de Energía por tipo de edificio comercial y de servicios. Indicadores de edificios entre 1995 y 2011

TIPO DE EDIFICIO	ICEE Promedio Nacional Actual. (kWh/m2-año)
HOTEL	298.19
OFICINAS	137.14
ESCUELA	79.97
HOSPITAL	367.39
RESTAURANTE	299.06
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	227.75

Para los índices internacionales se han obtenido principalmente de varios benchmarking realizados por instituciones públicas, donde destacan el Laboratorio Lawrence Berkeley, el CBECS, el American Council for Energy Efficiency, el Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable de Leicester en Inglaterra, y diversos centros de investigación y varias Secretarías de Energía Gubernamentales de diversos países.

Hoteles

En la Tabla 37 se muestran los ICEE internacionales en Hoteles que han sido comparados.

Tabla 33 Indicadores Energéticos Promedio de varios países. HOTELES

HOTELES					
México	India ¹¹	Noruega ¹²	Singapur ¹³	EUA (General) ¹⁴	Reino Unido ¹⁵
kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año
298	279	283	361	316	435

¹¹Dr Rajat Gupta, A critical and comparative evaluation of approaches and policies to measure, benchmark, reduce and manage CO2 emissions from energy use in the existing building stock of developed and rapidly developing countries - case studies of UK, USA, and India, Oxford Institute for Sustainable Development, Reino Unido, 2009

¹²Linda Pedersen. Load Modelling of Buildings in Mixed Energy Distribution Systems, Norwegian University of Science and Technology, Noruega, 2007

¹³S N Tay, Energy efficiency and green buildings AIB Singapore Chapter, Economic Energy Pte Ltd, Singapur, Agosto, 2008

¹⁴CBECS EUI Data – USA, Energy Fundamentals for Energy Auditors, EUA, 1999

¹⁵Rob Liddiard y Andrew Wright, A Review of Non-Domestic Energy Benchmarks and Benchmarking Methodologies Institute of Energy and Sustainable Development, De Montfort University, Leicester, RU, 2008

En la ilustración 35 podemos ver gráficamente los ICEE comparados, en general podemos ver una similitud entre los distintos países, salvo el caso de Singapur y Reino Unido que presenta un comportamiento atípico al del resto.

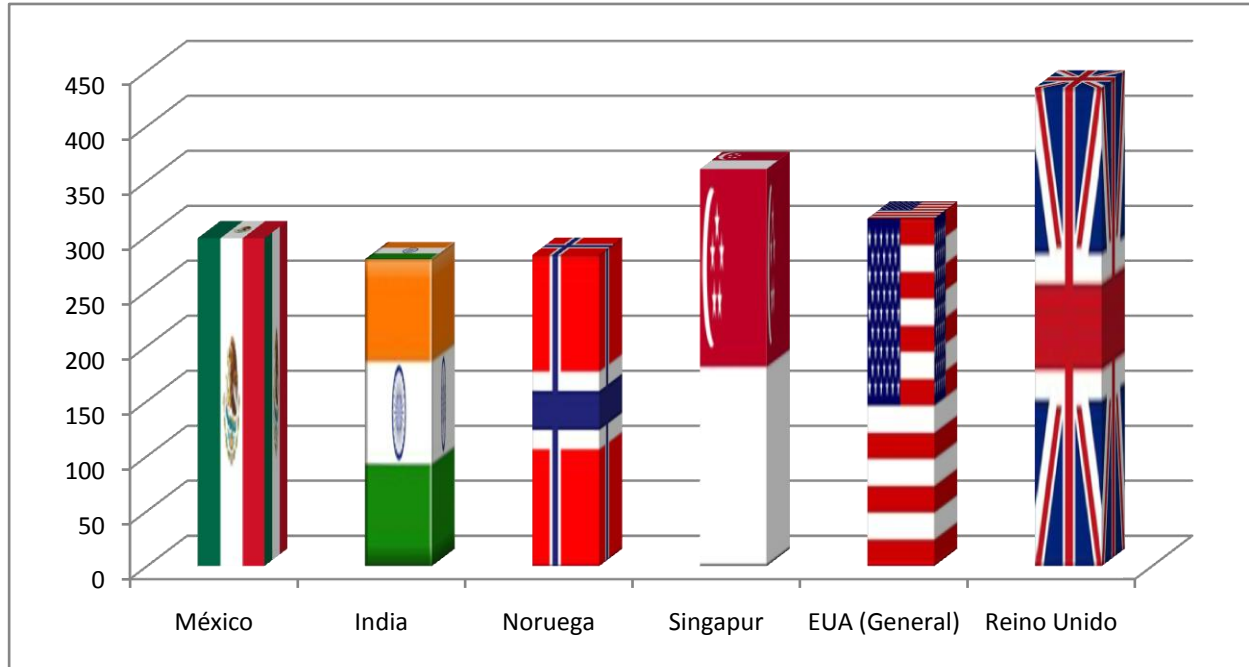


Ilustración 35 Comparación del ICEE (kWh/m2-año). HOTELES

OFICINAS

En la Tabla 38 se muestran los ICEE internacionales en Oficinas que han sido comparados.

Tabla 34 Indicadores Energéticos Promedio de varios países. OFICINAS

OFICINAS					
México	India ¹⁶	Hawái, EUA ¹⁷	Tailandia ¹⁸	EUA (General) ¹⁹	Reino Unido ²⁰
kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año
137	258	245	225	251	215

¹⁶Dr Rajat Gupta, A critical and comparative evaluation of approaches and policies to measure, benchmark, reduce and manage CO2 emissions from energy use in the existing building stock of developed and rapidly developing countries - case studies of UK, USA, and India, Oxford Institute for Sustainable Development, Reino Unido, 2009

¹⁷ Evan Mills, Ph.D., Benchmarking: What's Your Building's Energy IQ?, Lawrence Berkeley National Lab, Presentation at Sustaining the Future Hawaiian Electric Co., Sept. 26, 2003

¹⁸ Kornkamon Tantiwanit, Establishing Energy Consumption Benchmarks of Office Buildings in Bangkok, Tailandia, 2007

¹⁹ CBECS EUI Data – USA, Energy Fundamentals for Energy Auditors, EUA, 1999

²⁰ Rob Liddiard y Andrew Wright, A Review of Non-Domestic Energy Benchmarks and Benchmarking Methodologies Institute of Energy and Sustainable Development, De Montfort University, Leicester, RU, 2008

En la ilustración 36 podemos ver gráficamente los ICEE comparados, en general podemos ver una similitud entre los distintos países salvo México esto debe de ser debido a los distintos usos y costumbres que existen. Debe de existir un consumo mucho mayor de Aire Acondicionado e iluminación, pero sobretodo debe de recaer en la carga instalada de equipo de alta tecnología que se encuentran en las oficinas de los demás países.

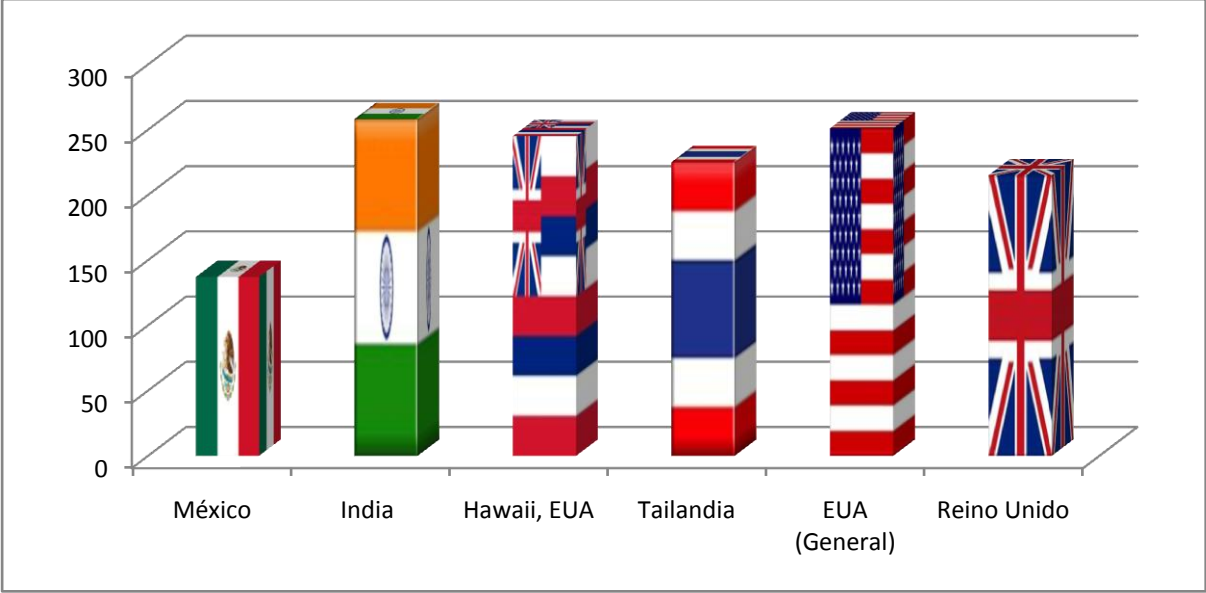


Ilustración 36 Comparación del ICEE (kWh/m2-año). OFICINAS

ESCUELAS

En la Tabla 39 se muestran los ICEE internacionales en Escuelas que han sido comparados.

Tabla 35 Indicadores Energéticos Promedio de varios países. ESCUELAS

ESCUELAS				
México	India ²¹	Hawái, EUA ²²	EUA (General) ²³	Reino Unido ²⁴
kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año
80	115	97	262	190

²¹Dr Rajat Gupta, A critical and comparative evaluation of approaches and policies to measure, benchmark, reduce and manage CO2 emissions from energy use in the existing building stock of developed and rapidly developing countries - case studies of UK, USA, and India, Oxford Institute for Sustainable Development, Reino Unido, 2009

²² Evan Mills, Ph.D., Benchmarking: What’s Your Building’s Energy IQ?, Lawrence Berkeley National Lab, Presentation at Sustaining the Future Hawaiian Electric Co., Sept. 26, 2003

²³ CBECS EUI Data – USA, Energy Fundamentals for Energy Auditors, EUA, 1999

²⁴ Rob Liddiard y Andrew Wright, A Review of Non-Domestic Energy Benchmarks and Benchmarking Methodologies Institute of Energy and Sustainable Development, De Montfort University, Leicester, RU, 2008

En la ilustración 37 podemos ver gráficamente los ICEE comparados, en general podemos ver una similitud entre países como México, India y el caso específico de Hawaii, esto debe de ser debido a la similitud climática que hay entre ellos.. Por otra parte es notoria la gran diferencia del ICEE que existen en las escuelas de países desarrollados como EUA y Reino Unido.

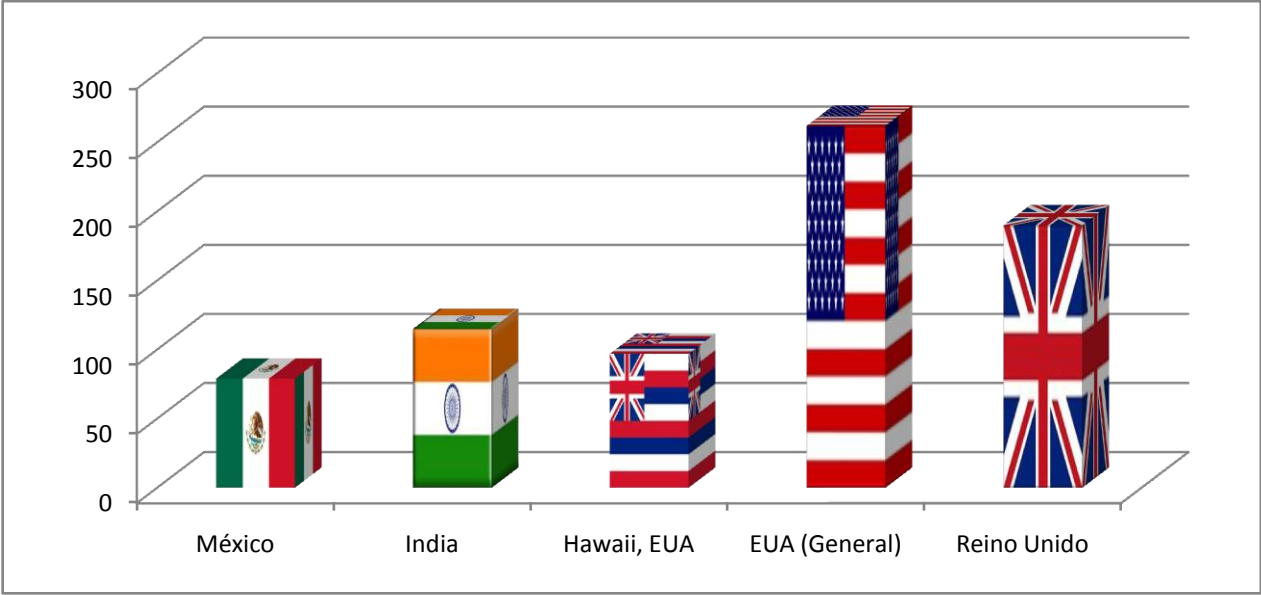


Ilustración 37 Comparación del ICEE (kWh/m2-año). ESCUELAS

HOSPITALES

En la Tabla 40 se muestran los ICEE internacionales en Hospitales que han sido comparados.

Tabla 36 Indicadores Energéticos Promedio de varios países. HOSPITALES

HOSPITALES				
México	India ²⁵	Hawái, EUA ²⁶	EUA (General) ²⁷	Reino Unido ²⁸
kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año
367	378	267	490	510

²⁵Dr Rajat Gupta, A critical and comparative evaluation of approaches and policies to measure, benchmark, reduce and manage CO2 emissions from energy use in the existing building stock of developed and rapidly developing countries - case studies of UK, USA, and India, Oxford Institute for Sustainable Development, Reino Unido, 2009

²⁶ Evan Mills, Ph.D., Benchmarking: What’s Your Building’s Energy IQ?, Lawrence Berkeley National Lab, Presentation at Sustaining the Future Hawaiian Electric Co., Sept. 26, 2003

²⁷ CBECS EUI Data – USA, Energy Fundamentals for Energy Auditors, EUA, 1999

²⁸ Rob Liddiard y Andrew Wright, A Review of Non-Domestic Energy Benchmarks and Benchmarking Methodologies Institute of Energy and Sustainable Development, De Montfort University, Leicester, RU, 2008

En la ilustración 38 podemos ver gráficamente los ICEE comparados, en general podemos ver una similitud entre los distintos países, aunque existe más similitud en el ICEE de México con India que con EUA o con Reino Unido, más bien estos últimos poseen ICEE muy similares suponiendo que sus hospitales cuentan con tecnología de punta, por ejemplo en aparato quirúrgico robotizado y que pueda tener un consumo mayor al de un convencional.

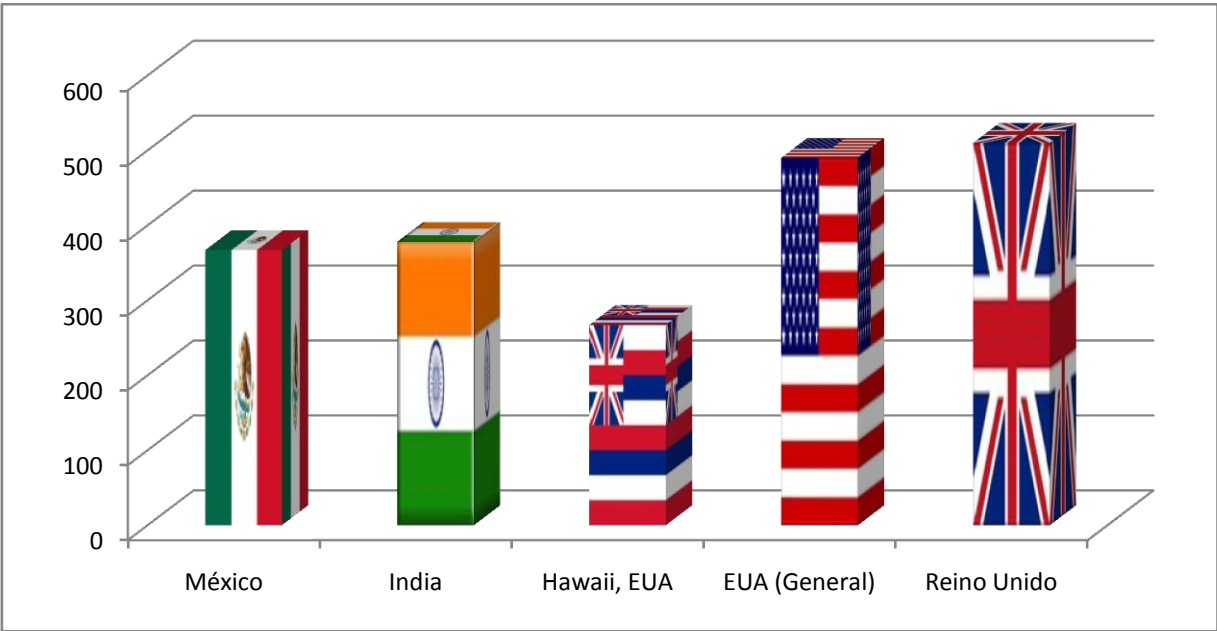


Ilustración 38 Comparación del ICEE (kWh/m2-año). HOSPITALES

RESTAURANTES

En la Tabla 41 se muestran los ICEE internacionales en Restaurantes que han sido comparados. Solo se han comparado tres por la falta de información que existe en este tipo de edificios.

Tabla 37 Indicadores Energéticos Promedio de varios países. RESTAURANTES

RESTAURANTES		
México	Hawái, EUA ²⁹	EUA (General) ³⁰
kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año
299	569	669

²⁹ Evan Mills, Ph.D., Benchmarking: What’s Your Building’s Energy IQ?, Lawrence Berkeley National Lab, Presentation at Sustaining the Future Hawaiian Electric Co., Sept. 26, 2003

³⁰ CBECS EUI Data – USA, Energy Fundamentals for Energy Auditors, EUA, 1999

En la ilustración 39 podemos ver gráficamente los ICEE comparados, en general podemos ver una que el ICEE de México está por debajo del 50% en comparación con el ICEE que se encuentra en EUA. Esto puede ser debido a los sistemas de refrigeración en los restaurantes, que en general son cámaras de refrigeración de mucho mayor tamaño y con rangos de temperatura más bajo lo que hace suponer un consumo eléctrico mas grande.

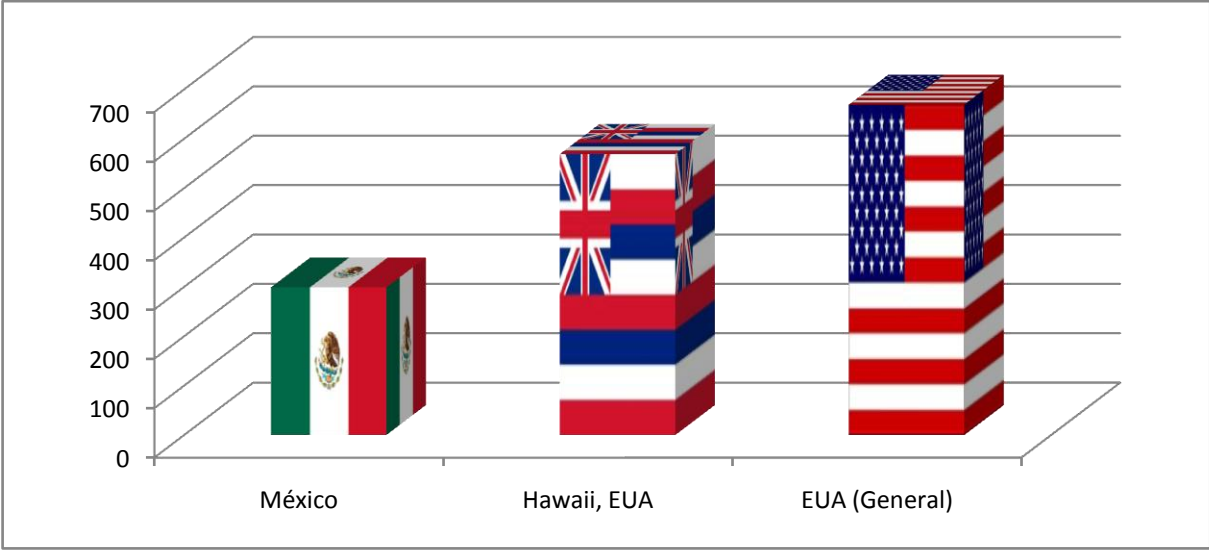


Ilustración 39 Comparación del ICEE (kWh/m2-año). RESTAURANTES

CENTROS COMERCIALES

En la Tabla 42 se muestran los ICEE internacionales en Centros Comerciales que han sido comparados.

Tabla 38 Indicadores Energéticos Promedio de varios países. TIENDAS COMERCIALES

CENTROS/TIENDAS COMERCIALES		EUA		
México	India ³¹	Hawái, EUA ³²	(General) ³³	Reino Unido ³⁴
kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año	kWh/m2-año
228	252	274	631	505

³¹Dr Rajat Gupta, A critical and comparative evaluation of approaches and policies to measure, benchmark, reduce and manage CO2 emissions from energy use in the existing building stock of developed and rapidly developing countries - case studies of UK, USA, and India, Oxford Institute for Sustainable Development, Reino Unido, 2009

³² Evan Mills, Ph.D., Benchmarking: What’s Your Building’s Energy IQ?, Lawrence Berkeley National Lab, Presentation at Sustaining the Future Hawaiian Electric Co., Sept. 26, 2003

³³ CBECS EUI Data – USA, Energy Fundamentals for Energy Auditors, EUA, 1999

³⁴ Rob Liddiard y Andrew Wright, A Review of Non-Domestic Energy Benchmarks and Benchmarking Methodologies Institute of Energy and Sustainable Development, De Montfort University, Leicester, RU, 2008

En la ilustración 40 podemos ver gráficamente los ICEE comparados, en general podemos ver una similitud entre los CC de países como México, India y el caso específico de Hawaii. EUA y Reino Unido tienen ICEE en CC mucho mayores haciendo suponer con sus edificios cuentan con carga instalada mucho mayor y con mayor cantidad de equipos que conjuntándolos tendrán un consumo energético mucho mayor al caso mexicano.

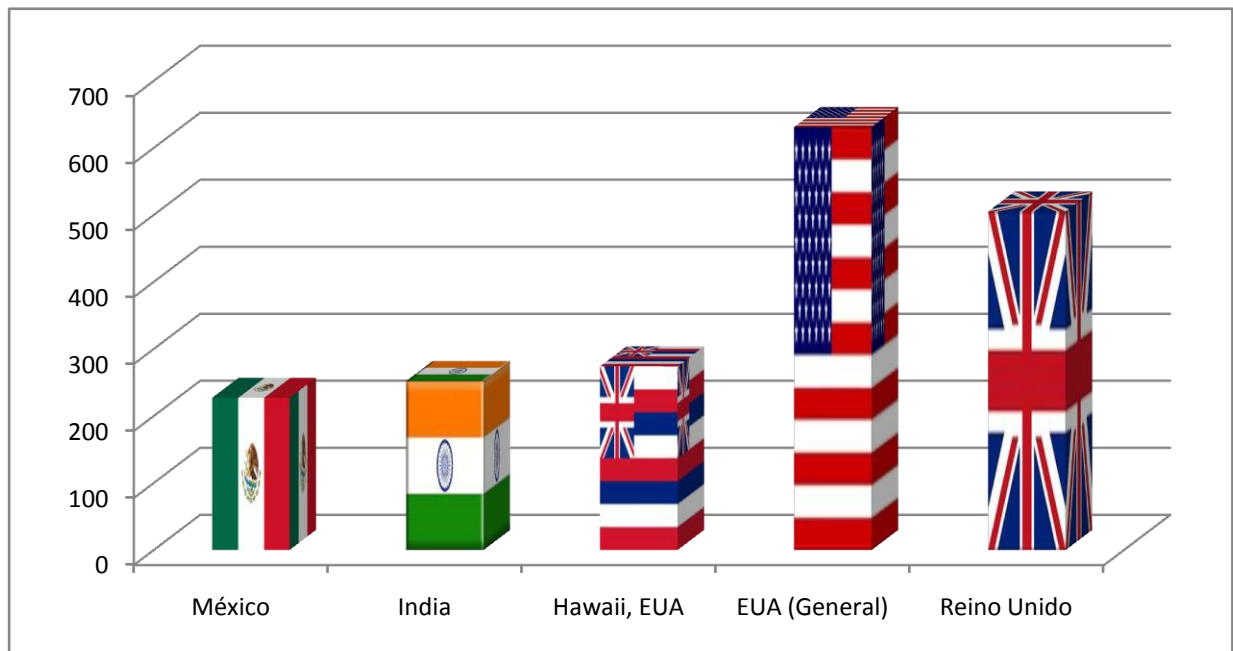


Ilustración 40 Comparación del ICEE (kWh/m²-año). TIENDAS COMERCIALES

En las comparaciones realizadas con otros países los ICEE de los edificios mexicanos generalmente están por debajo, esto no significa que nuestros edificios sean más eficientes que los edificios de países como el Reino Unido, Estados Unidos, Singapur o Noruega, sino influyen varios factores entre los que destacan: la arquitectura de las mismas edificaciones, el clima de la localidad, las tecnologías utilizadas en cada sitio, y la cultura local de sus usuarios en el uso de estas tecnologías. Por consiguiente una comparación directa no sería válida si antes no se toman en cuenta estas consideraciones.

CAPÍTULO V

INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL POR EL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS EDIFICIOS COMERCIALES Y DE SERVICIOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA. LINEA BASE DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO.

Los edificios comerciales y de servicios al ser grandes consumidores de energía eléctrica también son grandes generadores de CO₂eq a la atmosfera, es por eso que es importante calcular sus emisiones de manera precisa. En este capítulo se presenta el cálculo de la huella de carbono que dejan los edificios de tipo comercial de México. Los ICEE calculados en capítulos anteriores serán utilizados para obtener los resultados de GEI producidos a la atmósfera. Los resultados se presentan en Ton de CO₂ generados. Estos datos se muestran por tipo de edificios y de manera general y en un último apartado por región climática.

Emisiones de gases efecto invernadero producidos por el consumo de energía eléctrica en edificios comerciales y de servicios de México

Metodología

La metodología empleada en este capítulo para calcular la huella de carbono en edificios comerciales y de servicios de México es la siguiente (Ilustración 41):

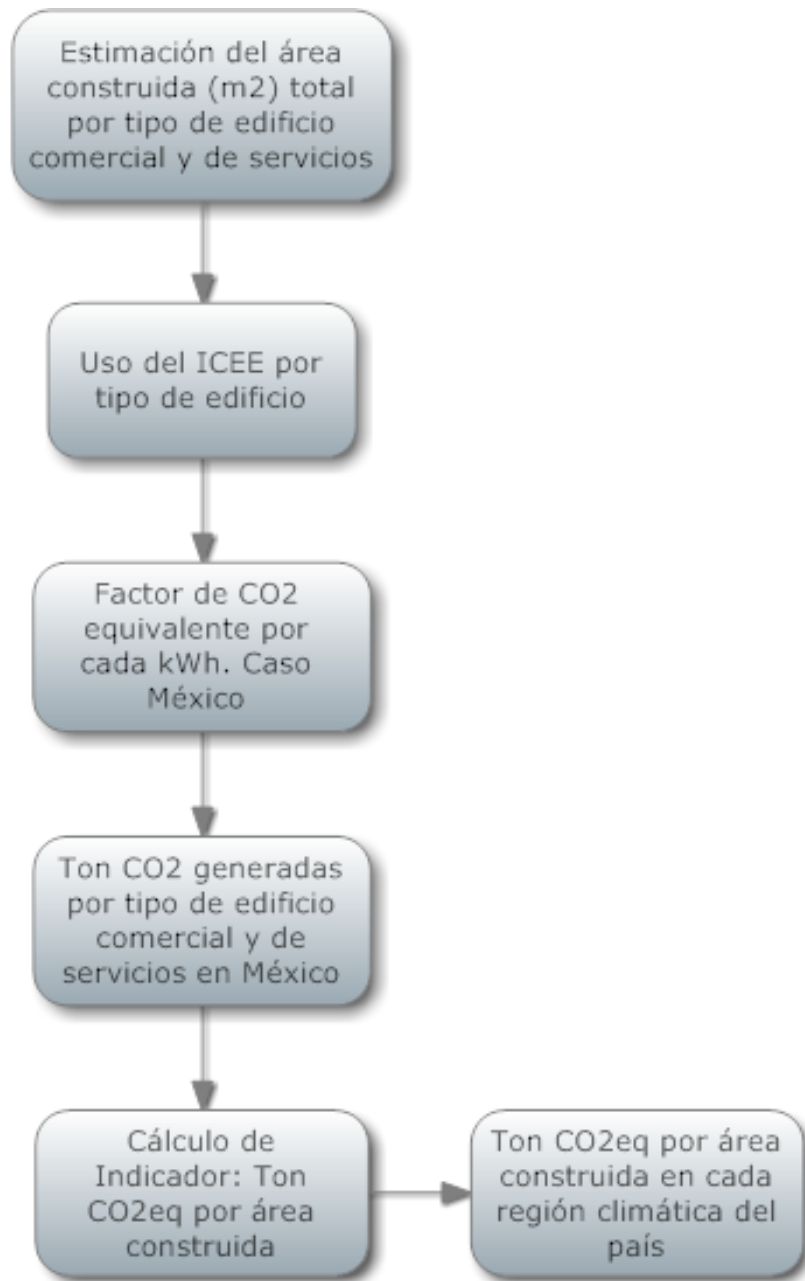


Ilustración 41 Metodología para cálculo de GEI en edificios comerciales y de servicios de México

5.1 Estimación del área construida total por tipo de edificio

En el capítulo II de esta tesis se presenta un estimado total del área construida en m² en la actualidad (2011) en lo que se refiere a los edificios comerciales y de servicios. Se presento por tipo de edificio y

fueron tomadas varias fuentes para su cálculo. En la Tabla 43 se muestra el área aproximada por tipo de edificio comercial y de servicios estimada en la actualidad³⁵:

Tabla 39 Superficie estimada en m2 por tipo de edificación comercial y de servicios

TIPO	m2
HOTEL	12,000,000
OFICINAS	4,600,000
ESCUELA	121,000,000
HOSPITAL	6,000,000
RESTAURANTE	2,000,000
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	15,200,000

5.2 ICEE por tipo de edificio comercial y de servicios

Del capítulo IV, se calculo el ICEE para cada tipo de edificio. En la Tabla 44 se presentan los resultados para edificios actuales (que muchos son considerados que fueron retroalimentados). Esta información aunada con la superficie estimada se podrá calcular la huella de carbono por cada tipo de edificio residencial.

Tabla 40 ICEE para edificios comerciales y de servicios actuales (2011) de México

TIPO	ICEE (kWh/m2-año) Edificios entre 1995 y 2011
HOTEL	298.19
OFICINAS	137.14
ESCUELA	79.97
HOSPITAL	367.39
RESTAURANTE	299.06
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	227.75

³⁵ ³⁵ Greenhouse Gas Emission Baselines and Reduction Potentials from Buildings in Mexico, Discussion Document, UNEP, Francia, 2009

5.3 Factor de CO2 equivalente por cada kWh consumido

Para este trabajo el índice tomado para calcular la huella de carbón es de **0.6930 CO2eq/kWh**. Este dato promedio es de entre 2003 al 2005 del margen operativo de las plantas generadoras en México³⁶. Hay que recordar que este factor varía considerablemente entre las naciones y depende de la combinación de fuentes de energía utilizadas para producir energía.

5.4 Ton CO2eq por tipo de edificio comercial y de servicios

Se han obtenido una serie de resultados importantes. En la tabla 41 se muestran las toneladas de CO2 equivalente que son generadas por tipo de edificio comercial y de servicios en todo el país.

Tabla 41 CO2 generados por edificios actuales en México

TIPO DE EDIFICIO	kg CO2	Ton CO2
HOTEL	2,479,748,040.00	2,479,748.04
OFICINAS	437,174,892.00	437,174.89
ESCUELA	6,705,724,410.00	6,705,724.41
HOSPITAL	1,527,607,620.00	1,527,607.62
RESTAURANTE	414,497,160.00	414,497.16
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	2,399,027,400.00	2,399,027.40
TOTAL	13,963,779,522.00	13,963,779.52

En la ilustración 42 se muestra gráficamente las Toneladas de CO2 eq generadas por edificios comerciales y de servicios. Existe alrededor de una generación de 13,963,779 Toneladas de CO2 anuales por consumo de energía eléctrica. En México, los tipos de edificios comerciales y de servicios

³⁶ Datos calculados aplicando el ACM0002 de los datos presentados por la Secretaría de Energía de México "Prospectiva del sector eléctrico 2005 –2014" y por el "2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories"

que mas generan son las escuelas con alrededor de siete millones de toneladas de CO2 anualmente. Los tipos de edificios que menos toneladas de GEI son las oficinas y los restaurantes con alrededor de medio millón de Toneladas de CO2 eq cada año. Estos resultados son entendibles por el volumen de m2 construidos por cada edificio analizado, un resultado que es más claro es analizar la generación por m2 construido.

Cada año México emite alrededor de 445 millones de Ton de CO2eq a la atmósfera³⁷, esto quiere decir que el consumo de los edificios por energía eléctrica representa el **3.13%** del total de las emisiones.

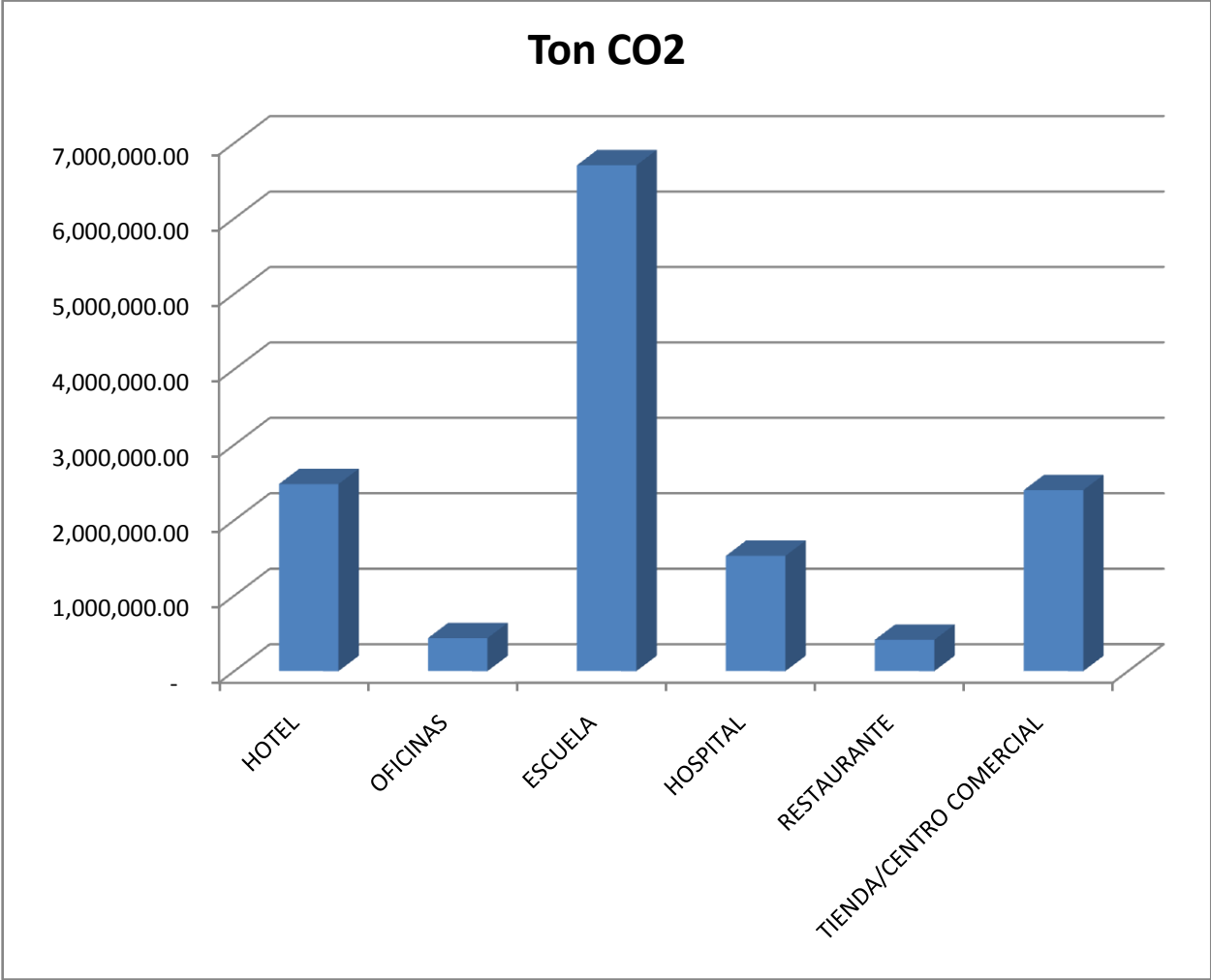


Ilustración 42 TON CO2 emitidos por edificios comerciales anuales actualmente

³⁷ Agencia Internacional de Energía, Greenhouse Emissions, 2008

5.5 Indicador: Ton CO2eq por área construida (Ton CO2/m2-año)

En la Tabla 46 se muestran las Ton de CO2 que son generadas cada año por m2 construido de cada tipo de edificio de manera nacional. Estos resultados dan una información más precisa de qué tipo de edificios son los más contaminantes por unidad de área. Lógicamente estos datos deben de ir directamente relacionados con el ICEE, entre más alto sea el ICEE la generación de GEI será mayor.

Tabla 42 Ton de CO2 producidas cada año por m2 construido de edificios comerciales y de servicios en México. Edificios entre 1995 y 2011

TIPO DE EDIFICIO	Ton CO2/m2-año
HOTEL	0.206646
OFICINAS	0.095038
ESCUELA	0.055419
HOSPITAL	0.254601
RESTAURANTE	0.207249
TIENDA/CENTRO	0.157831
COMERCIAL	

En la ilustración 43 podemos ver gráficamente los resultados de generación de Toneladas de CO2 por m2 construido en el país. Podemos ver que cada metro cuadrado de construcción de hospitales generan alrededor de una cuarta parte de Toneladas de CO2 cada año. Cada m2 construido de hoteles y restaurantes generan aproximadamente una quinta parte de tonelada de CO2 anualmente. Los tipos de edificios que menos toneladas por m2 generan son las oficinas, con alrededor de una decima parte de tonelada anualmente y las escuelas, que cada m2 construido genera al ambiente alrededor de una veintava parte de tonelada de CO2.

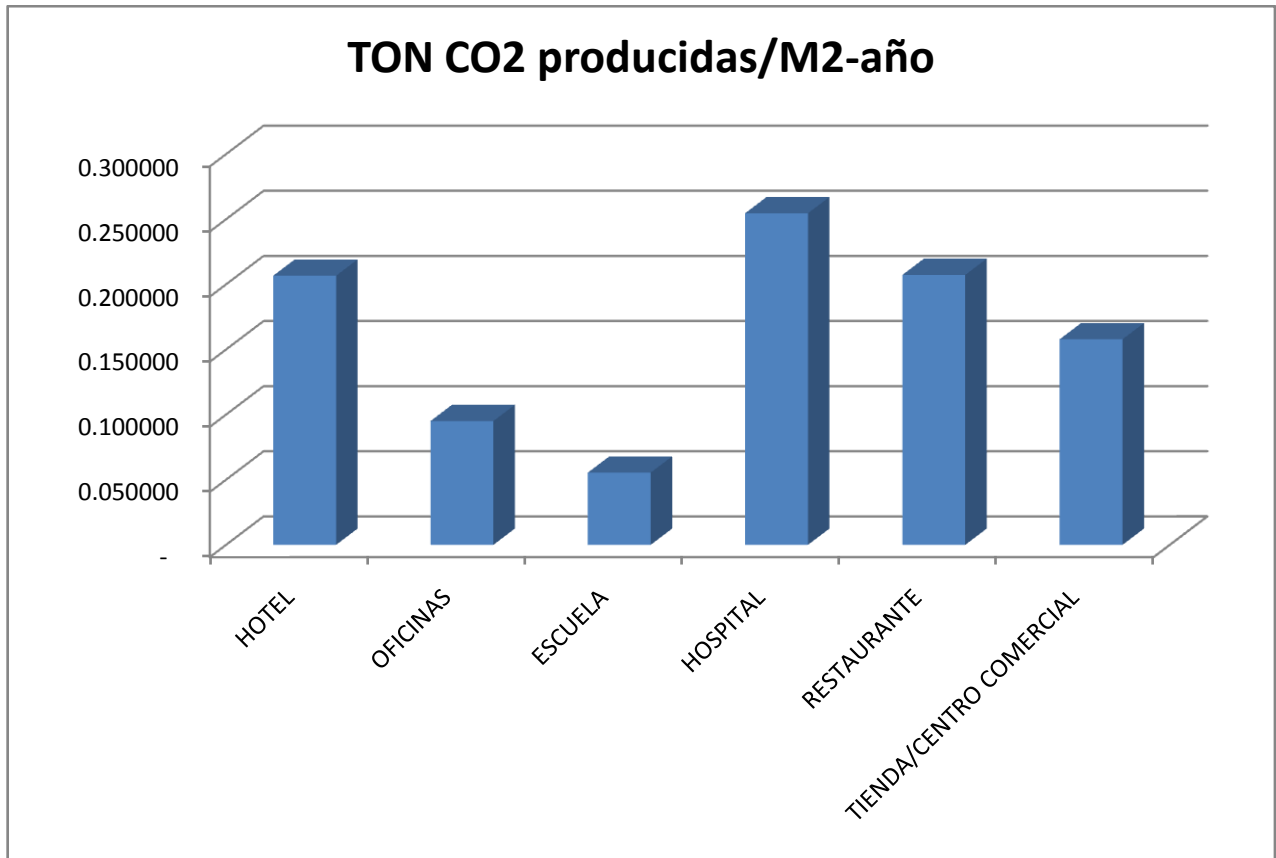


Ilustración 43 Ton de CO2 producidas cada año por m2 construido de edificios comerciales y de servicios en México. PROMEDIO NACIONAL

5.6 Ton CO2eq por área construida en cada región climática del país

En la tabla 47 se muestra el indicador ambiental de Toneladas de CO2 producidas anualmente por cada m2 de construcción en la edificación comercial y de servicios localizada en la región climática cálida seca. Los hospitales presentan el indicador más alto con .31 Ton CO2 por m2, mientras que las escuelas tienen un índice 6 veces menor al antes mencionado.

Tabla 43 Ton de CO2 producidas cada año por m2 construido de edificios comerciales y de servicios en la región cálida seca

TIPO DE EDIFICIO	Ton CO2/m2-año
HOTEL	0.229265
OFICINAS	0.094255
ESCUELA	0.055960
HOSPITAL	0.318780
RESTAURANTE	0.234005
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	0.152361

En la siguiente gráfica podemos ver la información de la tabla anterior. Se puede notar de manera más clara la diferencia que existe en la generación de GEI entre los distintos inmuebles en la región climática cálida seca.

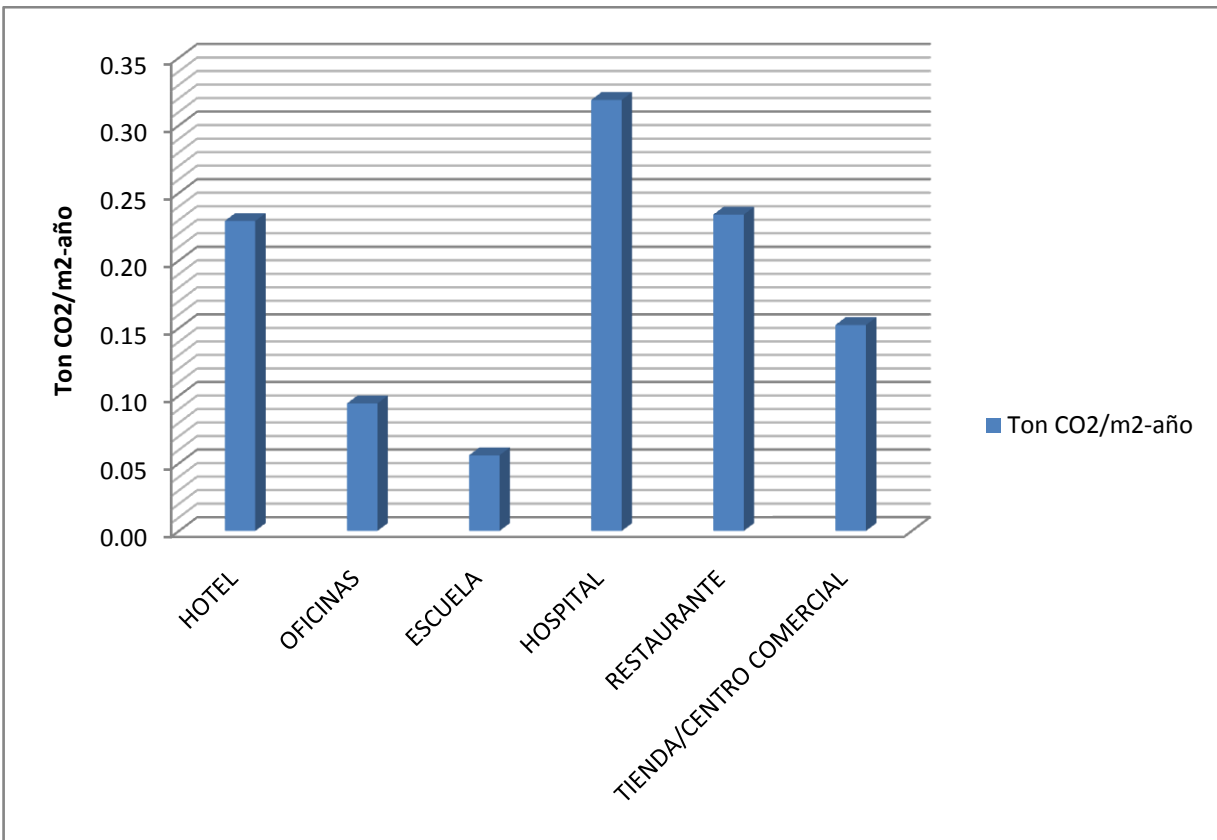


Ilustración 44 Gráfica de Ton de CO2 producidas cada año por m2 construido de edificios comerciales y de servicios en la región cálida seca

En la tabla 48 se muestra el indicador ambiental de Toneladas de CO2 producidas anualmente por cada m2 de construcción en la edificación comercial y de servicios localizada en la región climática cálida húmeda. Los hospitales y los hoteles presentan el indicador más alto con .30 y .26 Ton CO2 por m2 respectivamente, mientras que las escuelas tienen un índice de 3 a 4 veces menor a los antes mencionados.

Tabla 44 Ton de CO2 producidas cada año por m2 construido de edificios comerciales y de servicios en la región cálida húmeda

TIPO DE EDIFICIO	Ton CO2/m2-año
HOTEL	0.260395
OFICINAS	0.145294
ESCUELA	0.083804
HOSPITAL	0.302432
RESTAURANTE	0.252051
TIENDA/CENTRO	0.193652
COMERCIAL	

En la siguiente gráfica podemos ver la información de la tabla anterior. Se puede notar de manera más clara la diferencia que existe en la generación de GEI entre los distintos inmuebles en la región climática cálida húmeda.

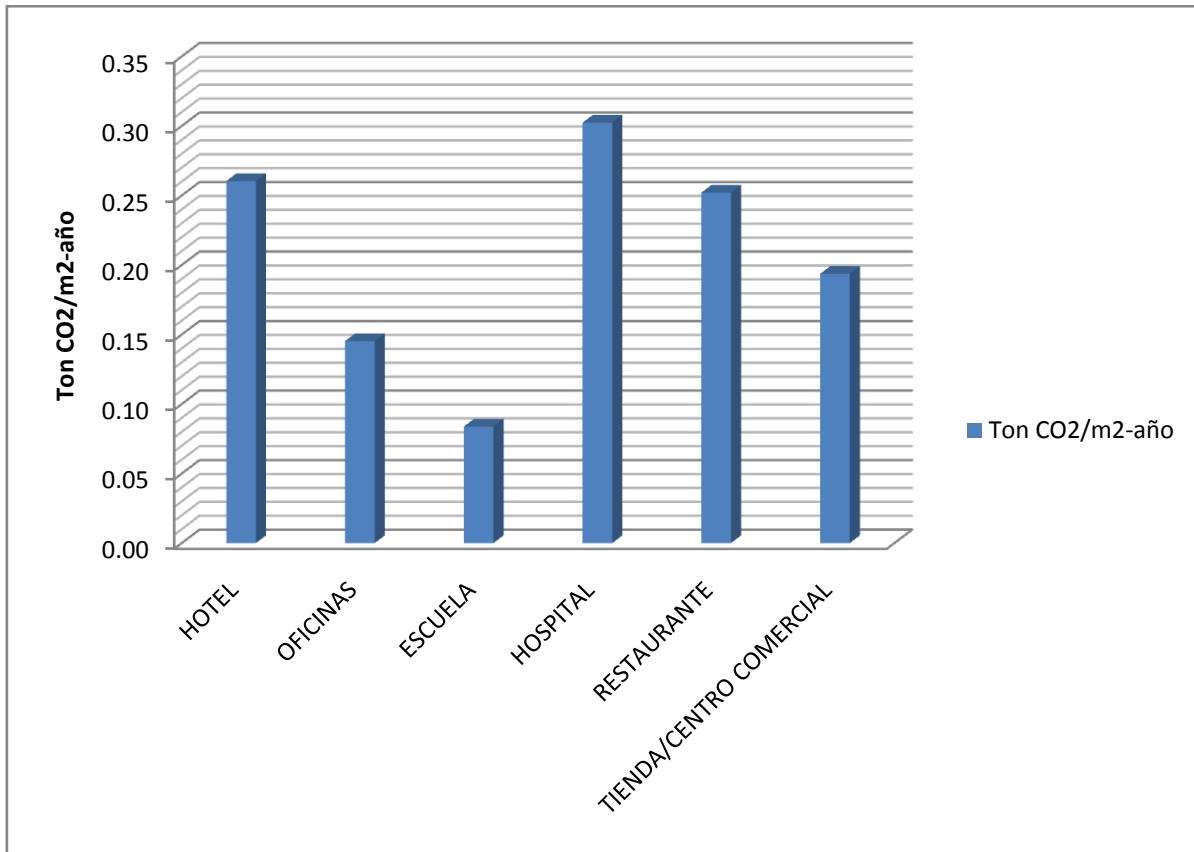


Ilustración 45 Gráfica de CO2 producidas cada año por m2 construido de edificios comerciales y de servicios en la región cálida húmeda

En la tabla 49 se muestra el indicador ambiental de Toneladas de CO2 producidas anualmente por cada m2 de construcción en la edificación comercial y de servicios localizada en la región climática cálida subhúmeda. Los hospitales presentan el indicador más alto con .25 Ton CO2 por m2, mientras que las escuelas tienen un índice 6 veces menor al antes mencionado.

Tabla 45 Ton de CO2 producidas cada año por m2 construido de edificios comerciales y de servicios en la región cálida subhúmeda

TIPO DE EDIFICIO	Ton CO2/m2-año
HOTEL	0.179556
OFICINAS	0.080766
ESCUELA	0.053666
HOSPITAL	0.255079
RESTAURANTE	0.167640
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	0.181642

En la siguiente gráfica podemos ver la información de la tabla anterior. Se puede notar de manera más clara la diferencia que existe en la generación de GEI entre los distintos inmuebles en la región climática cálida subhúmeda.

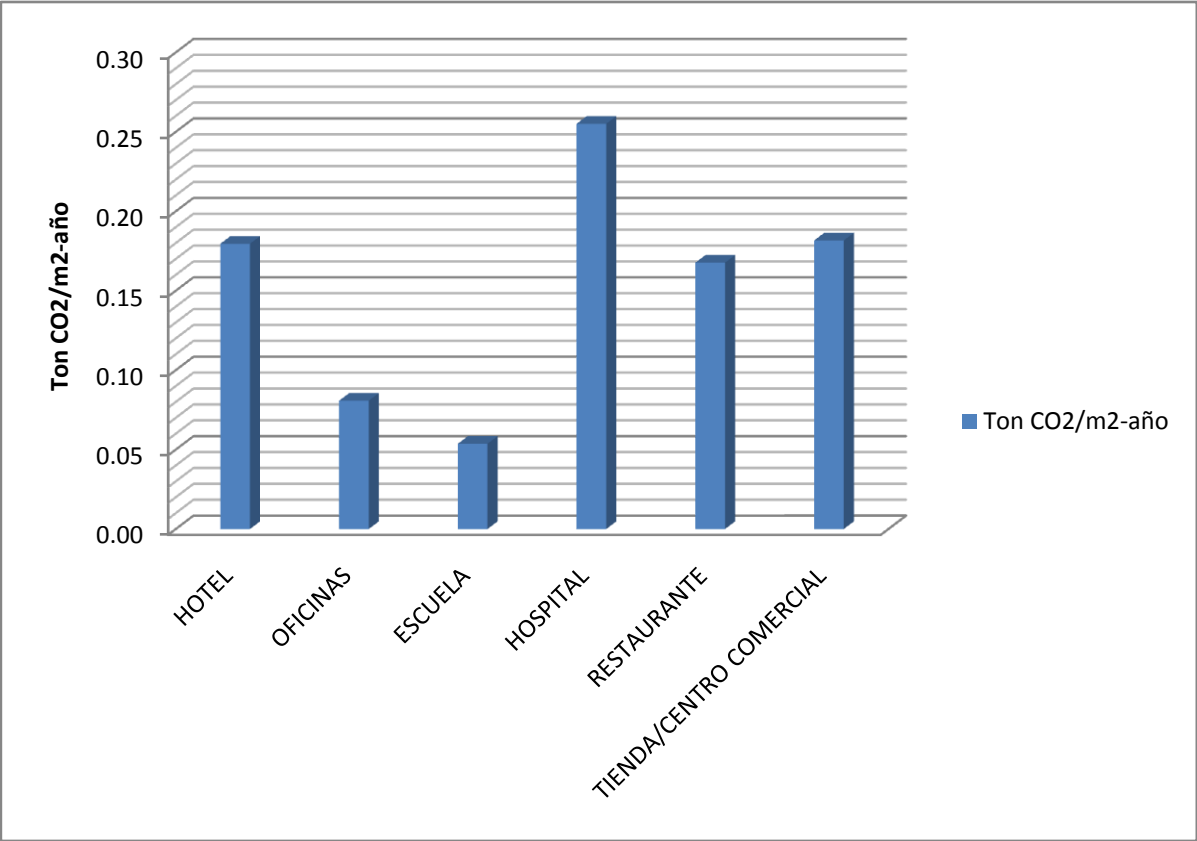


Ilustración 46 Gráfica Ton de CO2 producidas cada año por m2 construido de edificios comerciales y de servicios en la región cálida subhúmeda

En la tabla 50 se muestra el indicador ambiental de Toneladas de CO2 producidas anualmente por cada m2 de construcción en la edificación comercial y de servicios localizada en la región climática templada. Los restaurantes presentan el indicador más alto con .17 Ton CO2 por m2, mientras que las escuelas tienen un índice 8 veces menor al antes mencionado.

Tabla 46 Ton de CO2 producidas cada año por m2 construido de edificios comerciales y de servicios en la región templada

TIPO DE EDIFICIO	Ton CO2/m2-año
HOTEL	0.157360
OFICINAS	0.059847
ESCUELA	0.028247
HOSPITAL	0.142114
RESTAURANTE	0.175287
TIENDA/CENTRO COMERCIAL	0.110575

En la siguiente gráfica podemos ver la información de la tabla anterior. Se puede notar de manera más clara la diferencia que existe en la generación de GEI entre los distintos inmuebles en la región climática cálida subhúmeda.

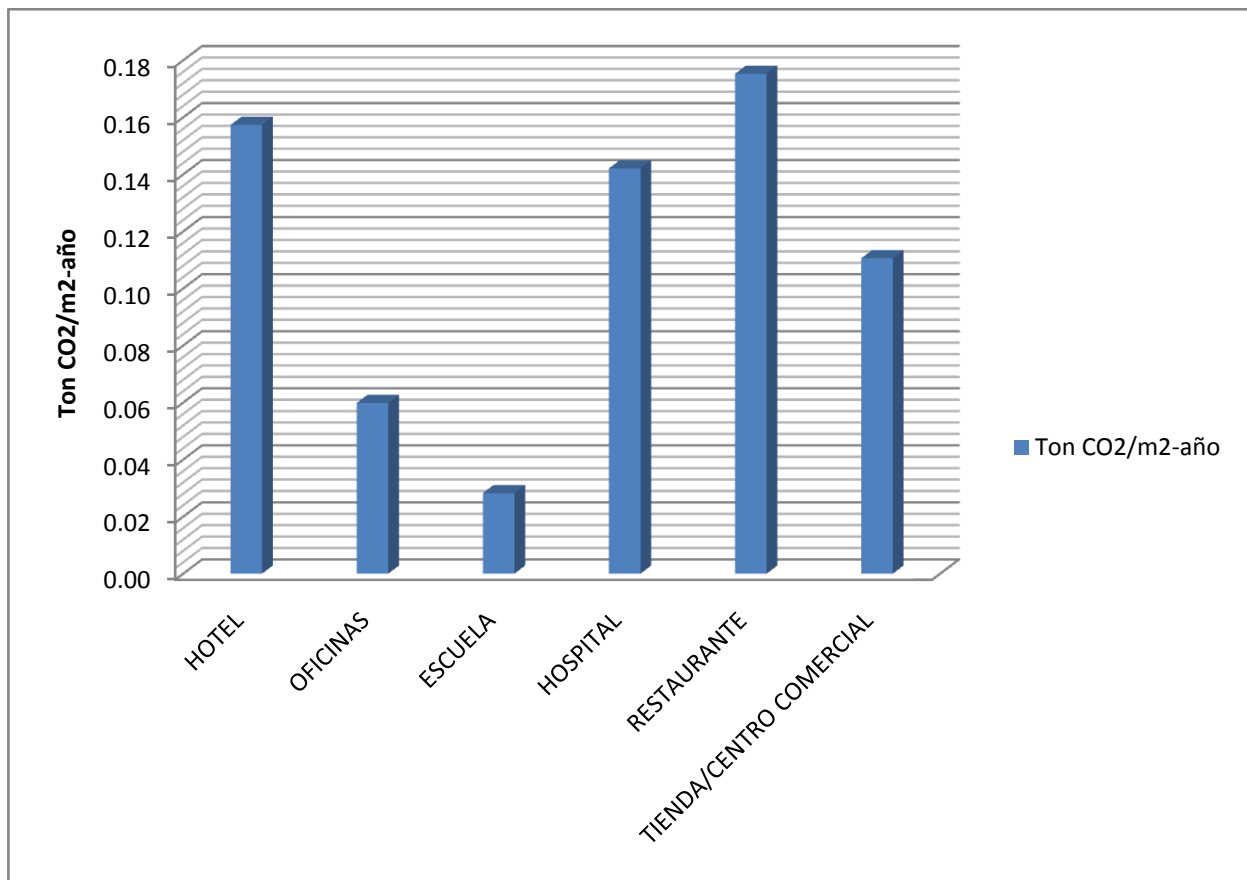


Ilustración 47 Gráfica Ton de CO2 producidas cada año por m2 construido de edificios comerciales y de servicios en la región templada

Al comparar los índices entre las regiones climáticas estos siguen el mismo comportamiento que cuando se obtuvieron sus similares energéticos. Los climas cálido seco y cálido subhúmedo presentan los indicadores más altos, mientras que la región templada del país muestra los indicadores más bajos de producción de toneladas de CO₂.

La importancia de conocer cuánto CO₂ generan los edificios comerciales y de servicios en México reside en darnos cuenta como estas perjudican al medio ambiente. Las casas que habitamos y nuestros lugares de trabajo y ocio son fuente de contaminación, pero este daño al medio ambiente podría reducirse considerablemente si se siguieran ciertas normas o programas a la hora de construir nuevos edificios. En nuestros tiempos, los edificios comerciales y de servicios en México constituyen una importante fuente de contaminación que perjudica la calidad del aire urbano y que favorece el cambio climático. Es por eso que uno de los desafíos de las sociedades desarrolladas es construir edificios que causen el menor uso posible de energía no renovable, que produzcan menos contaminación y residuos y, que a la vez, sean más cómodos y representen el desarrollo de una sociedad sustentable. En este trabajo se han obtenido resultados interesantes, se muestra que es claro que las escuelas generan una gran cantidad de CO₂eq como resultado de la gran cantidad de superficie que existe, pero por otra parte si nos vamos a la eficiencia, tanto los hoteles y los hospitales representan la mayor cantidad de CO₂eq generado por m² construido. A partir de los indicadores obtenidos en capítulos anteriores conjuntado con esta metodología de cálculo de GEI producidos por consumo de energía en edificios puede realizarse una investigación más profunda, esta la posibilidad de calcular los GEI generados por edificios comerciales y de servicios por tipo de región climática y analizar qué zonas son las mayores productoras de estos gases. Otro estudio que es posible realizar es la generación de GEI por tipo de uso final de energía en edificios comerciales y de servicios y ver la huella de carbono que es producida por aires acondicionados, iluminación, motores, refrigeración, equipos de cómputo, etc., pero de analizados de manera individual. Este análisis también puede ser ampliado a ser analizado por regiones climáticas.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

A través del análisis de diagnósticos energéticos realizados durante los últimos 15 años en nuestro país se han obtenido resultados muy importantes. Se ha realizado un cálculo y análisis de indicadores completo, se ha enfocado en los consumos finales de energía y se ha identificado al tipo de clima como el factor más importante en la variación de estos indicadores, y es a través de esto que se han presentado una serie de datos y gráficas con información muy valiosa.

Se han identificado los seis distintos tipos de edificaciones comerciales y de servicios que hay en el país, así mismo se identificaron los seis tipos de uso final que hay en dichas edificaciones. Teniendo esta segregación el estudio presenta datos más particulares y más complejos de los que se han podido presentar en otras investigaciones. Por otra parte se analizó la manera en la que el factor climático particular de cada tipo de edificación incide los diferentes indicadores de consumo global y por uso final. Lo más importante de estos resultados es conocer como se gasta la energía y como es el comportamiento en diferentes tipos de edificios, esto para tener un control más directo y en su caso poder implementar medidas de ahorro en el consumo atacando el problema de manera más eficiente.

La línea base obtenida en este trabajo representa una fuente de datos reales y susceptibles para la comparación del comportamiento energético de nuestros edificios al paso del tiempo. Los indicadores obtenidos representan de manera fiel el comportamiento energético de cada edificio comercial y de servicios del país. Por otra parte hemos obtenido varios resultados clave, hemos podido ver las diferencias de los ICEE entre cada tipo de edificio pero lo más importante radica en la diferenciación regional climática que se logró. Cada caso es muy diferente y está abierto a ser analizado más específicamente para ser ampliado y lograr resultados aun más precisos.

Por otro lado el contar con esta base de datos de consumo de energía en distintos edificios y distintas regiones climáticas da pie a un mejor análisis y poder así planear y desarrollar normatividades o programas de ahorro de energía atacando directamente el consumo y también tomando en cuenta factores como el tipo de edificio y clima, por ello la importancia para concluir que un programa de este

tipo no puede ir dirigido en forma general a todos los edificios, sino es de suma importancia seccionarlo y categorizarlo para que estos programas obtengan resultados con un mayor impacto.

El uso de indicadores representa la mejor herramienta para conocer estos comportamientos, el Indicador de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE o EUI en inglés) es el mejor índice para poder compararnos internacionalmente e identificar el consumo de energía nacional. El hacer un análisis en comparación con distintos países muestra una realidad a la que debemos enfrentar. Gran parte de los edificios nacionales están ubicados en un territorio climático muy favorable y aún así nuestros consumos son muy parecidos a países donde sus climas son muy extremos; esto quiere decir dos cosas, que nuestros edificios están mal construidos y que cómo usuarios utilizamos de manera ineficiente la energía. ¡Tenemos mucho trabajo por hacer!

Es muy importante que los edificios obtengan logros de ahorros importantes, a través de un uso adecuado de la energía eléctrica, que si lo vemos de manera particular puede que no represente un ahorro significativo, sin embargo si lo extrapolamos a un nivel de miles de edificios, los ahorros que puede tener tanto el país como los usuarios son de gran impacto nacional. Para categorizar los lineamientos técnicos es primordial conocer el problema en su real dimensión, sabiendo la cantidad y características de los consumos y los ahorros que se pueden obtener. Para ello, hay que medir con datos objetivos y significativos los procesos energéticos que se producen, y así aplicar programas de ahorro de manera más puntual, lo que no solo traerán ahorro de dinero, sino también de tiempo.

Este trabajo ha identificado esos problemas, se ha obtenido el cómo y dónde se gasta la energía, ya no es posible ver al edificio como una caja negra que solo le entra energía y esta la aprovecha sin saber en qué, ahora sabemos en donde se está consumiendo, que tipos de aparatos lo provocan, podemos identificar problemas y así dar soluciones que lleven a un nuevo nivel de consumo de energía a nuestros edificios comercial y de servicios.

El enfoque que se le debe dar a estos resultados no es meramente de consulta, debe ser analizado y aprovechado para realizar programas de ahorro y de eficiencia energética en la edificación comercial y de servicios. Estos indicadores son utilizados en muchos países para realizar normatividades, sellos de energía, reglamentaciones y recomendaciones, nuestro país no debe ser la excepción.

En cuanto al tema del ambiente y los recursos naturales, la importancia de conocer cuánto CO₂ generan los edificios comerciales y de servicios en México reside en darnos cuenta como éstas perjudican al medio ambiente. Las casas que habitamos, nuestros lugares de trabajo y ocio son fuente de contaminación, pero este daño al medio ambiente podría reducirse considerablemente si se siguieran ciertas normas o programas a la hora de construir nuevos edificios.

En nuestros tiempos, los edificios comerciales y de servicios en México constituyen una importante fuente de contaminación que perjudica la calidad del aire urbano y que favorece el cambio climático. Es por eso que uno de los desafíos de las sociedades desarrolladas es construir edificios que causen el menor uso posible de energía no renovable, que produzcan menos contaminación y residuos y, que a la vez, sean más cómodos y representen el desarrollo de una sociedad sustentable.

En este trabajo se han obtenido resultados interesantes, se muestra que es claro que las escuelas están generando una gran cantidad de CO₂eq como resultado de la gran cantidad de superficie con la que cuentan; sin embargo, desde el enfoque de la eficiencia, tanto los hoteles y los hospitales representan la mayor cantidad de CO₂eq generado por m² construido. Es por esto que los planes ambientales que se puedan generar a partir de este estudio deben de estar muy enfocados a atacar en dónde existe realmente un problema.

En este trabajo se han obtenido dos indicadores muy importantes, el Índice de consumo de energía eléctrica y el indicador ambiental de Toneladas de CO₂ generadas por área construida. Por si solos estos indicadores no presentan una novedad, lo esencial de la investigación es que estos indicadores han sido llevados al límite, se han obtenido los indicadores por uso final y aparte se ha considerado al clima como un factor importante de variación.

Recomendaciones Futuras

En general los indicadores presentados deben seguir siendo estudiados y pueden ser presentados con más exactitud utilizando herramientas estadísticas más complejas. El problema deriva en la poca información existente o la estimación que requiere, lo que genera datos no tan fieles en muchos casos. Entonces, para un futuro trabajo es recomendable enfocarse más en los usos finales que cuentan con menor información, como son el uso de motores eléctricos, la refrigeración y los misceláneos, que juntos representan de entre un 20% y un 30% en el uso final de la energía eléctrica dependiendo del edificio y tipo de clima. También hay un hueco de información en lo que corresponde al área construida por tipo de edificio en las distintas regiones climáticas del país, estos datos son presentados de manera nacional y en estos momentos es difícil conocer con exactitud esa diferencia, un análisis de este tipo nos daría la oportunidad de especificar aun más estos indicadores, tanto los energéticos como los ambientales.

Las razones en las reducciones en los ICEE que se han logrado en los últimos 15 años deben ser bien analizadas y aterrizadas en programas masivos que busquen el uso eficiente de la energía eléctrica en los edificios comerciales del país, el FIDE a través de sus programas (tanto comerciales como residenciales) han logrado establecer una buena base que se le debe dar continuidad teniendo una visión a mediano y largo plazo, aunque para que esto tenga éxito todos los organismos públicos y privados deben de tomar conciencia en que la eficiencia energética es un tema que influye positivamente al país, haciéndolo más competitivo en un panorama mundial.

Por todo lo anterior se propone, adoptar políticas y programas de ahorro de energía no solo para edificios comerciales y de servicios sino para todo el sector en general, traerá beneficios enormes y nos acercará mas a un objetivo mundial común: ser una sociedad sustentable en todos sus aspectos.

REFERENCIAS

- CONAE, *Programa 100 Edificios Públicos*, Reporte de Avances y resultados, México, 1998.
- Carlos Chávez Baeza, Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Energética, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Estudios de Posgrado. “Cien Edificios Públicos” un programa piloto para el Ahorro de Energía, México, 2002.
- H. Arkbari, L. Rainer, K. Heinemeier, J. Huang.Lawrence, *Measured Commercial Load Shapes and Energy- Use Intensities and Validation of the LBL End-se Disaggregation Algorithm*, Berkeley Laboratory, University of California, Energy & Environment Division, EUA, 1993.
- Jarek Kurnitski, Francis Allard, *Energy boundaries and scientific definition of nZEBbased on the results of REHVA Task Force*, Federation of European Heating, Ventilation and Air-conditioning Associations, Presentation in the REHVA seminar HVAC for Net Zero Energy Buildings, Frankfurt, Alemania, Marzo 17, 2011
- Escobedo y Morillón, *Making Mexican Buildings more efficient, Results of an analysis contrasting current practices, national and international standards*, Posgrado de Ingeniería, UNAM, México DF, 2005
- Energy Information Administration, Department of Energy, *Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS)*, EUA, 1999
- Evan, Mills, *Benchmarking: What’s your building Energy IQ*, Lawrence Berkeley National Lab, Sustaining the Future, EUA, 2003
- Rob Liddiard, y Andrew Wright, *A Review of Non-Domestic Energy Benchmarks and Benchmarking Methodologies*, Institute of Energy and Sustainable Development, De Montfort University, Leicester, Reino Unido, 2004

- Ayman Khalid Elsadig, *Energy Efficiency in Commercial Buildings A dissertation presented in fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science Sustainable Engineering: Energy Systems & the Environment*, Department of Mechanical Engineering, Energy Systems Research Unit, University of Strathclyde, Escocia, Junio 2005

- S N Tay, *Energy Efficiency and Green Buildings*, Economic Energy Pte Ltd, AIB Singapore Chapter, Singapur, 2008

- Norma do Nascimento Batista, *Energy Building Performance And Energy Efficiency Level Evaluation*, RIO 9 - World Climate & Energy Event, , Rio de Janeiro, Brazil, 17-19 Marzo 2009

- BCA Green Mark for Non-Residential Existing Buildings Version NREB 2.1, BCA Green Mark, 2009

- Dr Rajat Gupta, *A critical and comparative evaluation of approaches and policies to measure, benchmark, reduce and manage CO2 emissions from energy use in the existing building stock of developed and rapidlydeveloping countries - case studies of UK, USA, and India*, Oxford Institute for Sustainable Development, Reino Unido, 2009

- Eoin Ó Broin, *Energy Demands of European Buildings: A Mapping of Available Data, Indicators and Models*, Report No. T2007-307, Department of Energy and Environment, Division of Energy Technology ,CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY Göteborg, Suecia, 2007

- Azucena Escobedo Izquierdo, David Morillón Galvez, *Tesis de Posgrado de Ingeniería Indicadores Energéticos en Iluminación para inmuebles destinadas al uso de oficinas públicas caso: Zona Centro del País (México)*, Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería, México, 2005.

- Joe Huang, Survey of Commercial Building Energy Use in Six Cities in South China, ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, 2010

- UNEP SBCI, Greenhouse Gas Emission Baselines and Reduction Potentials from Buildings in Mexico, Discussion Document, UNEP, Francia, 2009

- ASHRAE Standard 90.1-2007, ANSI/ASHRAE/IESNA, EUA, 2007

- Lawrence Berkeley National Laboratory, *Energy consumption in California's buildings since 1990: an indicators assessment of key factors*, CEC-500-2007-077, EUA, 2008

- Augusto Sánchez Cifuentes, Tanya Moreno Coronado, *Uso de la energía eléctrica en tiendas departamentales, experiencias en México*, Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado de Ingeniería, México, 2007

- Martin Schweitzer, Donald W. Jones, Linda G. Berry, and Bruce E. Tonn, *Estimating energy and cost savings and emissions reductions for the state energy program based on enumeration indicators data*, DOE, EUA, 2003

- Terry Sharp, *Energy Benchmarking In Commercial Office Buildings*, Oak Ridge National Laboratory, EUA, 1995.

- D.B. Belzer, *Energy End-Use Flow Maps for the Buildings Sector*, Pacific Northwest National Laboratory, Prepared for the U.S. Department of Energy under Contract DE-AC06-76RL01830, EUA, 2006

- Steven Nadel, Anna Shipley y R. Neal Elliott, *The Technical, Economic and Achievable Potential for Energy-Efficiency in the U.S. – A Meta-Analysis of Recent Studies*, 2004 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, E.U.A., 2004

-Olofsson, Thomas, Meier, Alan y Lamberts, Roberto, *Rating the energy performance of buildings*, Lawrence Berkeley National Laboratory, International Journal of Low Energy and Sustainable Buildings, E.U.A., 2004

-Rajat Gupta, *A critical and comparative evaluation of approaches and policies to measure, benchmark, reduce and manage CO2 emissions from energy use in the existing building stock of developed and rapidly developing countries - case studies of UK, USA, and India*, Oxford Institute for Sustainable Development, UK; Smita Chandiwala, 2009

-Evan Mills, Ph.D., *Benchmarking: What's Your Building's Energy IQ?*, Lawrence Berkeley National Lab, Presentation at Sustaining the Future Hawaiian Electric Co., Sept. 26, 2003

-CBECS EUI Data – USA, *Energy Fundamentals for Energy Auditors*, EUA, 1999

-Rob Liddiard y Andrew Wright, *A Review of Non-Domestic Energy Benchmarks and Benchmarking Methodologies* Institute of Energy and Sustainable Development, De Montfort University, Leicester, RU, 2008

-Kornkamon Tantiwanit, *Establishing Energy Consumption Benchmarks of Office Buildings in Bangkok*, Tailandia, 2007

-Horacio Buitrón Sánchez, *Evaluación del desempeño en los proyectos realizados por el fide en instalaciones industriales, comerciales y de servicios*, XXI Seminario nacional sobre el uso racional de la energía y exposición de equipos y servicios, Programa de Ahorro de Energía en la Administración Pública Federal, México, 2002.

-Nestor Quadri, *Normas Básicas para el ahorro de energía en edificios*, México DF, Agosto 2008

-Itha Sánchez Ramos y Ixtláhuatl Coronado Gallegos, *Importancia del desarrollo de una base de datos de usos finales de energía en el sector doméstico*, XXI Seminario nacional sobre el uso racional de la energía y exposición de equipos y servicios, Programa de Ahorro de Energía en la Administración Pública Federal, México, 2002.

- Secretaría de Energía, *Balance Nacional de Energía 2009*, México, 2010.

- Secretaría de Energía, *Prospectiva del sector eléctrico 2009-2024*, México, 2009.

ANEXOS

Anexo 1 EDIFICIOS COMERCIALES Y DE SERVICIOS ANALIZADOS POR TIPO DE CLIMA

CLIMA CÁLIDO SECO

ESTADO	EMPRESA	TIPO CONSTRUCCION	M2 APROX
Baja California Sur	FINISTERRA CABO SAN LUCAS	HOTEL	5,910
Baja California Sur	HOTEL PUEBLO BONITO ROSEE	HOTEL	7,800
Baja California Sur	HOTEL HACIENDA DEL MAR	HOTEL	7,020
Baja California Sur	HOTEL PUEBLO BONITO SUNSET BEACH	HOTEL	6,960
Nuevo León	HOTEL RIO	HOTEL	3,200
Nuevo León	EDIFICIO CYDSA	OFICINAS	27,000
Nuevo León	EDIFICIO DEL GRUPO ALFA CORPORATIVO	OFICINAS	30,000
San Luis Potosí	MVS RADIO	OFICINAS	2,500
Tamaulipas	AGENCIA ADUANAL D.A. HINOJOSA	AGENCIA	30,000
Baja California	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA Mexicali	ESCUELA	50,000
Nuevo León	ITESM CAMPUS MONTERREY	ESCUELA	160,000
Nuevo León	UNIVERSIDAD DE MONTERREY	ESCUELA	40,000
Tamaulipas	UNIVERSIDAD DEL VALLE DE BRAVO Reynosa	ESCUELA	6,000
Sonora	ISSSTE HERMOSILLO	HOSPITAL	8,520
Nuevo León	Mc DONALD'S	RESTAURANTE	1,200
Baja California	PLAZA LA CACHANILLA	CENTRO COMERCIAL	30,000
Coahuila de Zaragoza	OPERADORA MERCO	CENTRO COMERCIAL	12,000
Sonora	COMERCIAL VH	CENTRO COMERCIAL	9,140
Baja California Sur	CENTRO COMERCIAL CALIFORNIANO	TIENDA DEPARTAMENTAL	4,880
Nuevo León	SALINAS Y ROCHA	TIENDA DEPARTAMENTAL	19,800
Sonora	MAZON HERMANOS	TIENDA DEPARTAMENTAL	21,000
Nuevo León	CINTERMEX	CENTRO CONVENCIONES	65,000
Nuevo León	BOLICHES AMF	BOLICHE	4,800

CLIMA CÁLIDO HÚMEDO

ESTADO	EMPRESA	TIPO CONSTRUCCION	M2 APROX
Guerrero	CALINDA BEACH ACAPULCO	HOTEL	12,500
Guerrero	WESTIN BRISAS IXTAPA	HOTEL	21,400
Guerrero	HOTEL Y VILLAS PACIFICA	HOTEL	2,600

Guerrero	HOTEL CLUB SOL ACAPULCO	HOTEL	16,000
Quintana Roo	HOTEL VILLAS PLAZA CANCUN	HOTEL	21,980
Quintana Roo	MIRAMAR MISION PARK CANCUN	HOTEL	6,615
Quintana Roo	CAMINO REAL CANCUN	HOTEL	18,240
Quintana Roo	HOTEL BEACH PALACE CANCUN	HOTEL	8,015
Quintana Roo	CANCUN PALACE	HOTEL	14,595
Quintana Roo	HOTEL HOLIDAY INN CANCUN EXPRESS	HOTEL	3,570
Quintana Roo	HOTEL EL COZUMELEÑO	HOTEL	8,820
Tabasco	HOTEL SUITES REAL DEL LAGO	HOTEL	2,250
Tabasco	HOTEL SUITES SAN ANGEL	HOTEL	600
Tabasco	HOTEL MAYA TABASCO	HOTEL	5,390
Tabasco	HOTEL MIRAFLORES (II PROYECTO)	HOTEL	2,380
Tabasco	HOTEL PLAZA INDEPENDENCIA	HOTEL	3,115
Tabasco	TELEVISORA DEL SURESTE	TELEVISORA	2,500
Tabasco	ESCUELA MODERNA JEAN PIAGET	ESCUELA	4,250
Tabasco	COLEGIO AMERICANO	ESCUELA	5,100
Tabasco	COLEGIO INGLES	ESCUELA	3,500
Tabasco	INSTITUTO FRANCO MEXICANO	ESCUELA	3,700
Tabasco	COLEGIO ARJI	ESCUELA	3,105
Veracruz de Ignacio de la Llave	UNIVERSIDAD DE VERACRUZANA	ESCUELA	3,980
Veracruz de Ignacio de la Llave	SOCIEDAD DE BENEFICENCIA ESPAÑOLA	HOSPITAL	5,400
Tabasco	RESTAURANTE BARRA BRAVA	RESTAURANTE	1,000
Veracruz de Ignacio de la Llave	CHEDRAUI	CENTRO COMERCIAL	11,000
Tabasco	TIENDAS DEL SOL	TIENDA DEPARTAMENTAL	4,200

CLIMA CÁLIDO SUBHÚMEDO

ESTADO	EMPRESA	TIPO CONSTRUCCION	M2 APROX
Chiapas	HOTEL LACANTUM	HOTEL	1,110
Chiapas	HOTEL SAFARI	HOTEL	1,225
Chiapas	HOTEL MAYA SOL	HOTEL	2,240
Chiapas	HOTEL PLAZA PALENQUE	HOTEL	3,000
Colima	CLUB MAEVA MANZANILLO	HOTEL	86,352
Jalisco	HOTELES CONTINENTAL	HOTEL	21,500
Jalisco	HOTEL LINDO MAR RESORT	HOTEL	1,610
Jalisco	HOTEL LA JOLLA DE MISMALOYA	HOTEL	10,605
Sinaloa	MOTEL YORK	HOTEL	3,280
Sinaloa	HOTEL EL CID MEGA RESORT	HOTEL	52,800
Sinaloa	HOTEL HOLIDAY INN SUNSPREE RESORT	HOTEL	6,405

Sinaloa	MOTEL YORK II	HOTEL	2,660
Tamaulipas	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE TAMAULIPAS	ESCUELA	80,000
Tamaulipas	INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES	ESCUELA	18,200
Sinaloa	HOSPITAL GENERAL DE CULIACAN	HOSPITAL	8,082
Tamaulipas	TIENDA ARTELI	CENTRO COMERCIAL	6,000
Yucatán	SAN FRANCISCO DE ASIS	CENTRO COMERCIAL	5,934
YUCATAN	SUPERMAZ	TIENDA DEPARTAMENTAL	8,500

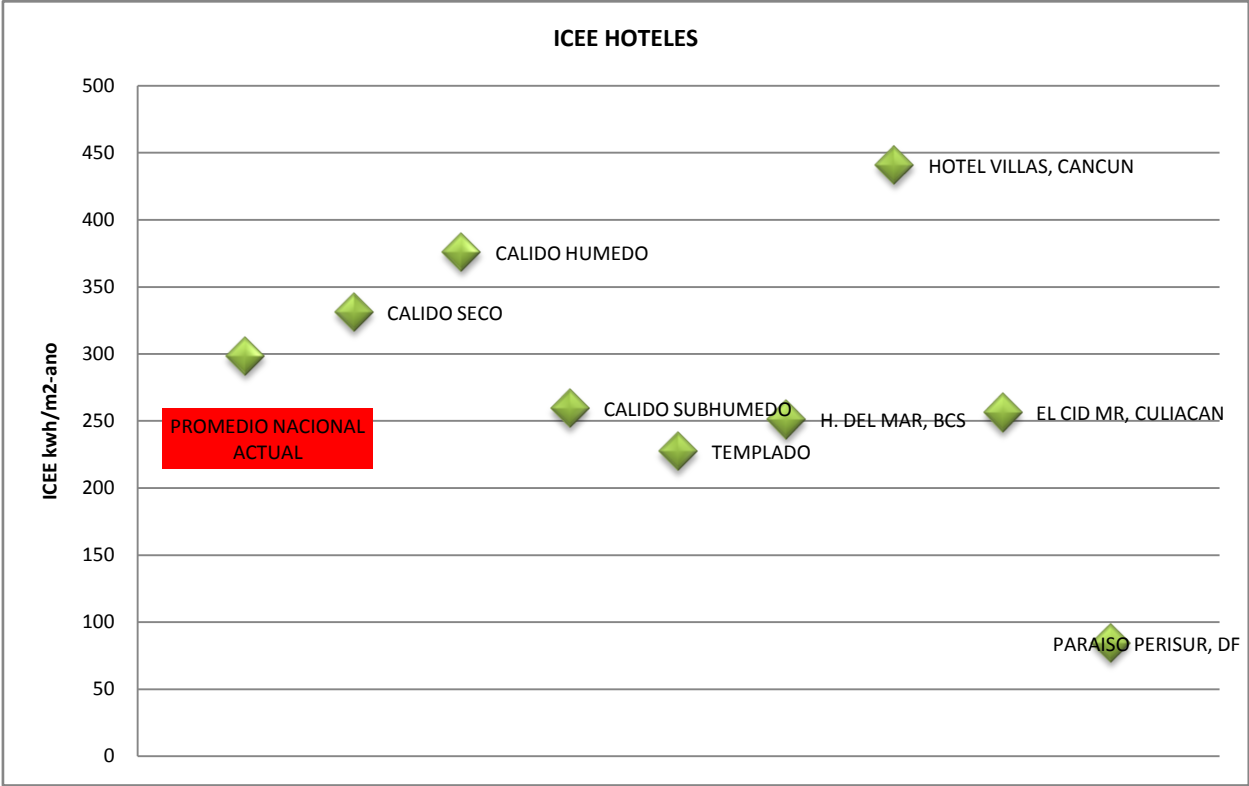
CLIMA TEMPLADO

ESTADO	EMPRESA	TIPO CONSTRUCCION	M2 APROX
Aguascalientes	FIESTA AMERICANA AGUASCALIENTES	HOTEL	4,000
Distrito Federal	HOSTAL MONEDA	HOTEL	1,590
Distrito Federal	HOTEL KRYSTAL ZONA ROSA	HOTEL	11,200
Distrito Federal	HOTEL PARAISO PERISUR	HOTEL	27,500
México	RANCHO SAN DIEGO	HOTEL	2,300
Oaxaca	HOTEL MISION DE LOS ANGELES	HOTEL	4,200
Oaxaca	HOTEL SAN FELIPE	HOTEL	4,800
Oaxaca	HOTEL VICTORIA	HOTEL	4,500
Oaxaca	HOSTAL DE LA NORIA	HOTEL	1,560
Oaxaca	HOTEL CANTERA REAL	HOTEL	1,200
Puebla	HOTEL SUITES COLIBRI	HOTEL	735
Distrito Federal	EDIFICIO ISSSTE	OFICINAS	12,600
Distrito Federal	EDIFICIO CANACINTRA	OFICINAS	8,000
Distrito Federal	COLEGIO INGENIEROS CIVILES	OFICINAS/COLEGIO	10,048
Distrito Federal	CAMARA NAL. IND. CONSTR.	OFICINAS	7,500
Distrito Federal	TORRE MEXICANA	OFICINAS	32,000
Distrito Federal	CAPFCE	OFICINAS	9,300
Distrito Federal	SECODAM	OFICINAS	24,000
Distrito Federal	SECRETARIA DE ENERGIA	OFICINAS	10,500
Distrito Federal	PATRONATO DEL AHORRO NACIONAL	OFICINAS	14,700
Distrito Federal	EDIFICIO ICA	OFICINAS	20,250
Distrito Federal	SUTERM	OFICINAS	4,200
Distrito Federal	SEGUROS MONTERREY	OFICINAS	10,800
Distrito Federal	SAGARPA	OFICINAS	13,125
Distrito Federal	INDUSTRIAS IEM	OFICINAS	128,700
Distrito Federal	TELEFONOS DE MEXICO	OFICINAS	69,825

Guanajuato	<i>CASA DE BOLSA INVERLAT</i>	OFICINAS	4,000
Distrito Federal	<i>CECyT JUAN DE DIOS BATIZ</i>	ESCUELA	12,200
Distrito Federal	<i>UAM UNIDAD AZTCAPOZALCO</i>	ESCUELA	80,000
Distrito Federal	<i>EL COLEGIO DE MEXICO</i>	ESCUELA	42,525
Distrito Federal	<i>UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS</i>	ESCUELA	13,100
Jalisco	<i>ITESM Guadalajara</i>	ESCUELA	14,000
México	<i>ENEP ACATLAN</i>	ESCUELA	70,000
Distrito Federal	<i>CELE UNAM</i>	ESCUELA	5,455
Distrito Federal	<i>Instituto de Investigaciones Antropológicas</i>	ESCUELA	8,099
Distrito Federal	<i>INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICION</i>	HOSPITAL	12,200
Distrito Federal	<i>HOSPITAL MEDICA SUR</i>	HOSPITAL	1,700
Distrito Federal	<i>VIPS</i>	RESTAURANTE	1,500
Distrito Federal	<i>RESTAURANTE ARROYO</i>	RESTAURANTE	2,500
Distrito Federal	<i>PLAZA GALERIAS</i>	CENTRO COMERCIAL	16,335
Distrito Federal	<i>CC PABELLON BOSQUES</i>	CENTRO COMERCIAL	26,665
Aguascalientes	<i>TIENDAS LA PARISINA</i>	TIENDA DEPARTAMENTAL	370
Distrito Federal	<i>LIVERPOOL POLANCO</i>	TIENDA DEPARTAMENTAL	32,400
Distrito Federal	<i>ALMACENES CHAPUR</i>	TIENDA DEPARTAMENTAL	4,900
Morelia	<i>COMERCIAL MEXICANA MORELIA</i>	CENTRO COMERCIAL	8,000
Puebla	<i>TIENDAS LA PARISINA</i>	TIENDA DEPARTAMENTAL	1,000

Anexo 2 Comparación de los ICEE promedio nacional con los ICEE por región climática. Casos reales de estudio

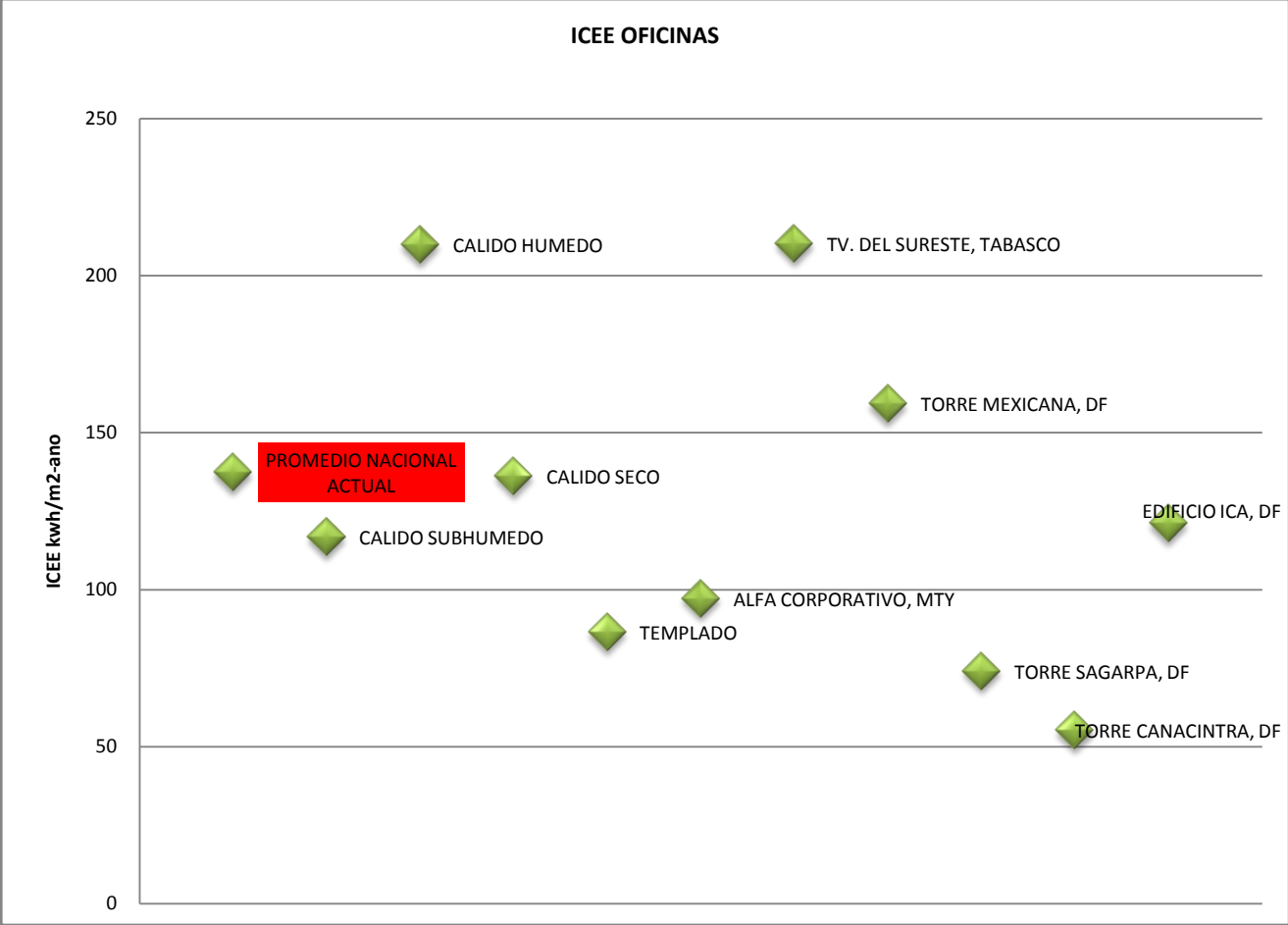
En la siguiente gráfica se hace un análisis haciendo una comparación en hoteles entre el ICEE promedio Nacional actual con los ICEE actuales regionales y con ICEE de casos reales que fueron analizados en este trabajo, podemos ver el alto ICEE del Hotel Villas Cancún que está por arriba del promedio de su región climática que es la cálida húmeda y muy por arriba del promedio nacional. Por otra parte el ICEE del hotel Paraíso Perisur está alrededor de 150 puntos por debajo del promedio de su región climática (Templado) y muy por debajo del promedio nacional. Los otros dos hoteles analizados, el Hotel del Mar de Baja California Sur y el Cid de Culiacán se podría decir que se encuentran en el promedio.



Diversos ICEE Nacionales en Hoteles

En la siguiente gráfica se hace un análisis haciendo una comparación en edificios de oficina entre el ICEE promedio Nacional actual con los ICEE actuales regionales y con ICEE de casos reales que fueron

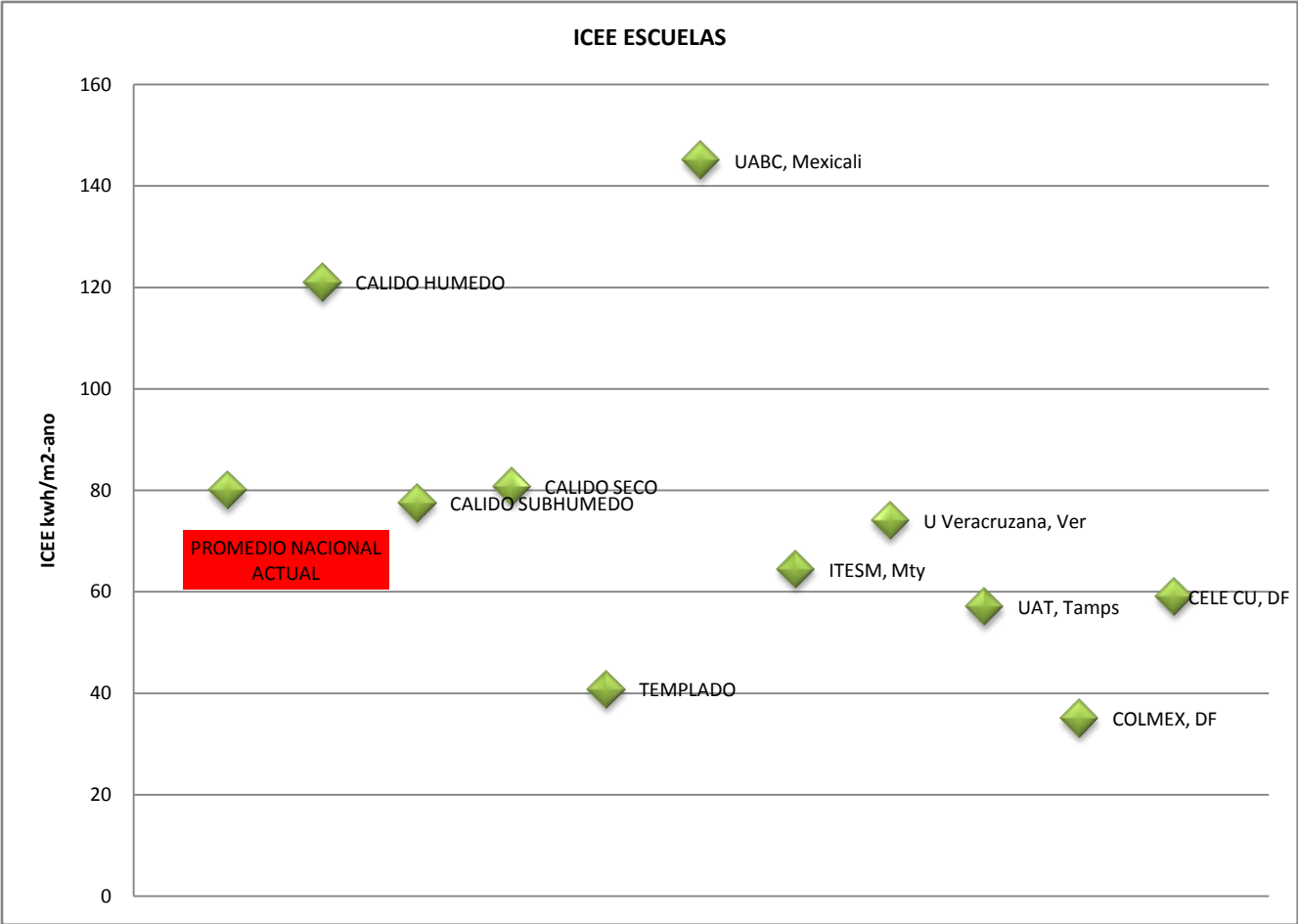
analizados en este trabajo, podemos ver el alto ICEE del TV del Sureste aunque está en la misma línea que el ICEE de su región climática. Por otra parte el ICEE de la Torre CANACINTRA está por debajo del ICEE Templado, que es el de su región climática. Los casos del Edificio ICA en DF, de Torre Mexicana en DF y de Alfa Corporativo se podría decir que se encuentran en el promedio.



Diversos ICEE Nacionales en Oficinas

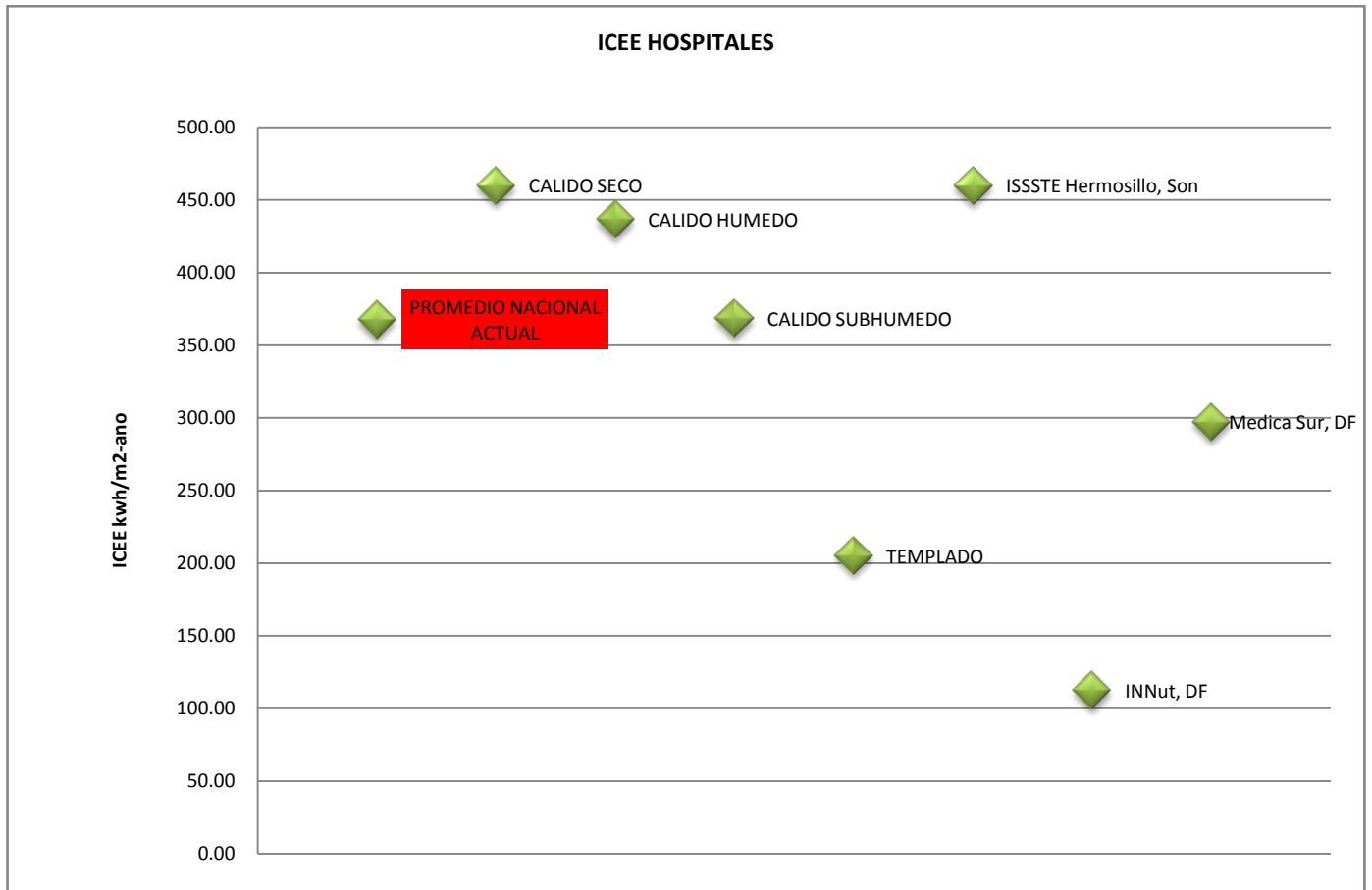
En la siguiente gráfica se hace un análisis haciendo una comparación en escuelas entre el ICEE promedio Nacional actual con los ICEE actuales regionales y con ICEE de casos reales que fueron analizados en este trabajo, podemos ver el alto ICEE de la UABC en Mexicali muy por encima del ICEE de su región climática, la cálida seca. Por otra parte el ICEE del Colegio de México en el DF es el más bajo aunque esta en la misma línea que el ICEE templado, correspondiente a su región climática. La

Universidad Veracruzana, el ITESM Monterrey, la Autónoma de Tamaulipas y el CELE de CU se podría decir que se encuentran en el promedio.



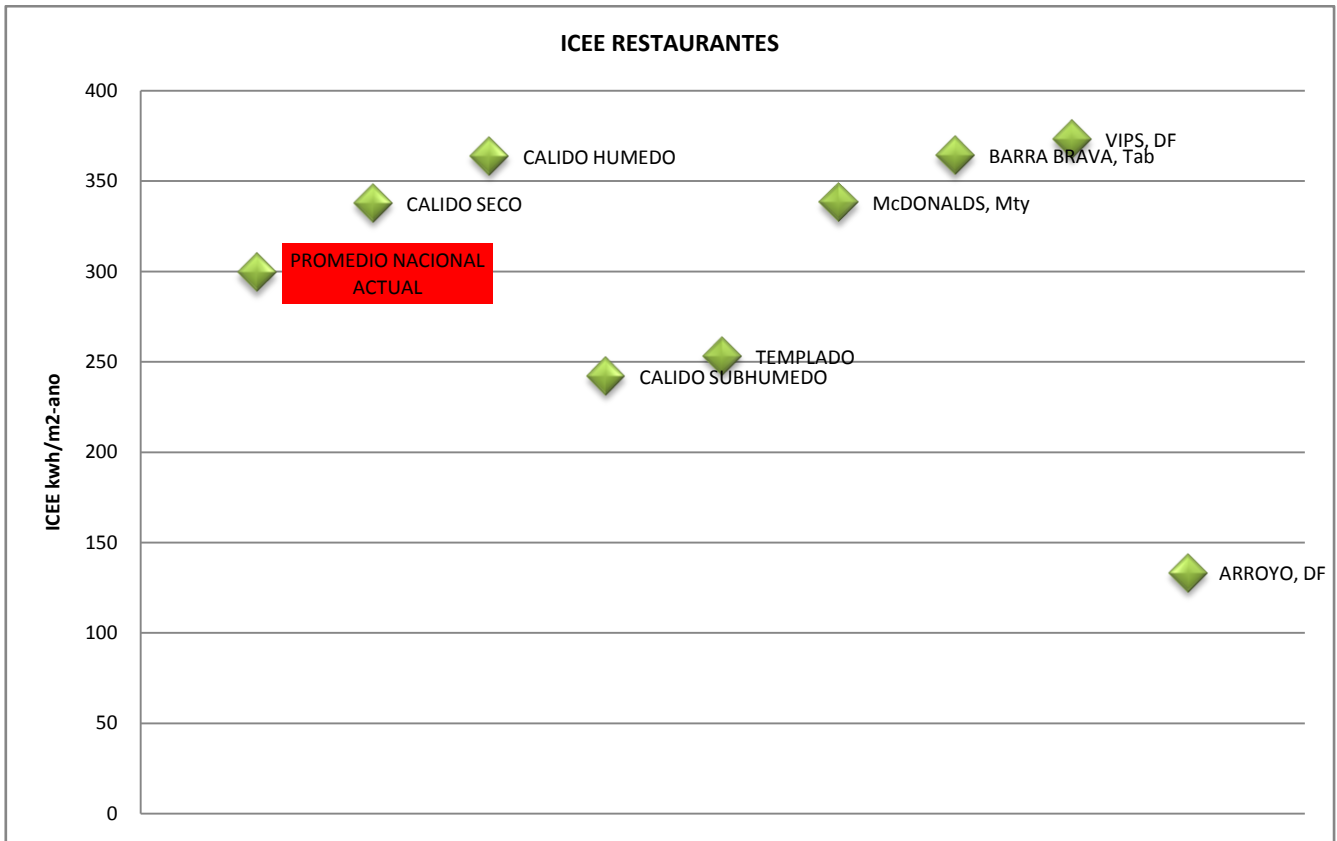
Diversos ICEE Nacionales en Escuelas

En la siguiente gráfica se hace un análisis haciendo una comparación en hospitales entre el ICEE promedio Nacional actual con los ICEE actuales regionales y con ICEE de casos reales que fueron analizados en este trabajo, podemos ver el alto ICEE del ISSTE de Hermosillo aunque es muy similar al de su región climática, la cálida seca. Por otra parte el ICEE del Instituto Nacional de Nutrición es muy bajo, aun comparándolo con el de su región, que es la templada. Medica Sur en DF está más cerca del ICEE Nacional que del Templado.



Diversos ICEE Nacionales en Hospitales

En la siguiente gráfica se hace un análisis haciendo una comparación en restaurantes entre el ICEE promedio Nacional actual con los ICEE actuales regionales y con ICEE de casos reales que fueron analizados en este trabajo, podemos ver el alto ICEE del Vips del DF, por encima del resto de indicadores. El Restaurante Arroyo presenta un ICEE muy bajo comparándolo con el de su región climática, la templada, y con los demás ICEE del país.



Diversos ICEE Nacionales en Restaurantes

En la siguiente gráfica se hace un análisis haciendo una comparación en CC entre el ICEE promedio Nacional actual con los ICEE actuales regionales y con ICEE de casos reales que fueron analizados en este trabajo, podemos ver el alto ICEE de la plaza San Francisco en Yucatán, por encima del resto de indicadores. La plaza Pabellón Bosques en DF presenta un ICEE muy bajo comparándolo con el de su región climática, la templada, y con los demás ICEE del país. Por su parte los demás casos están en una zona promedio general.

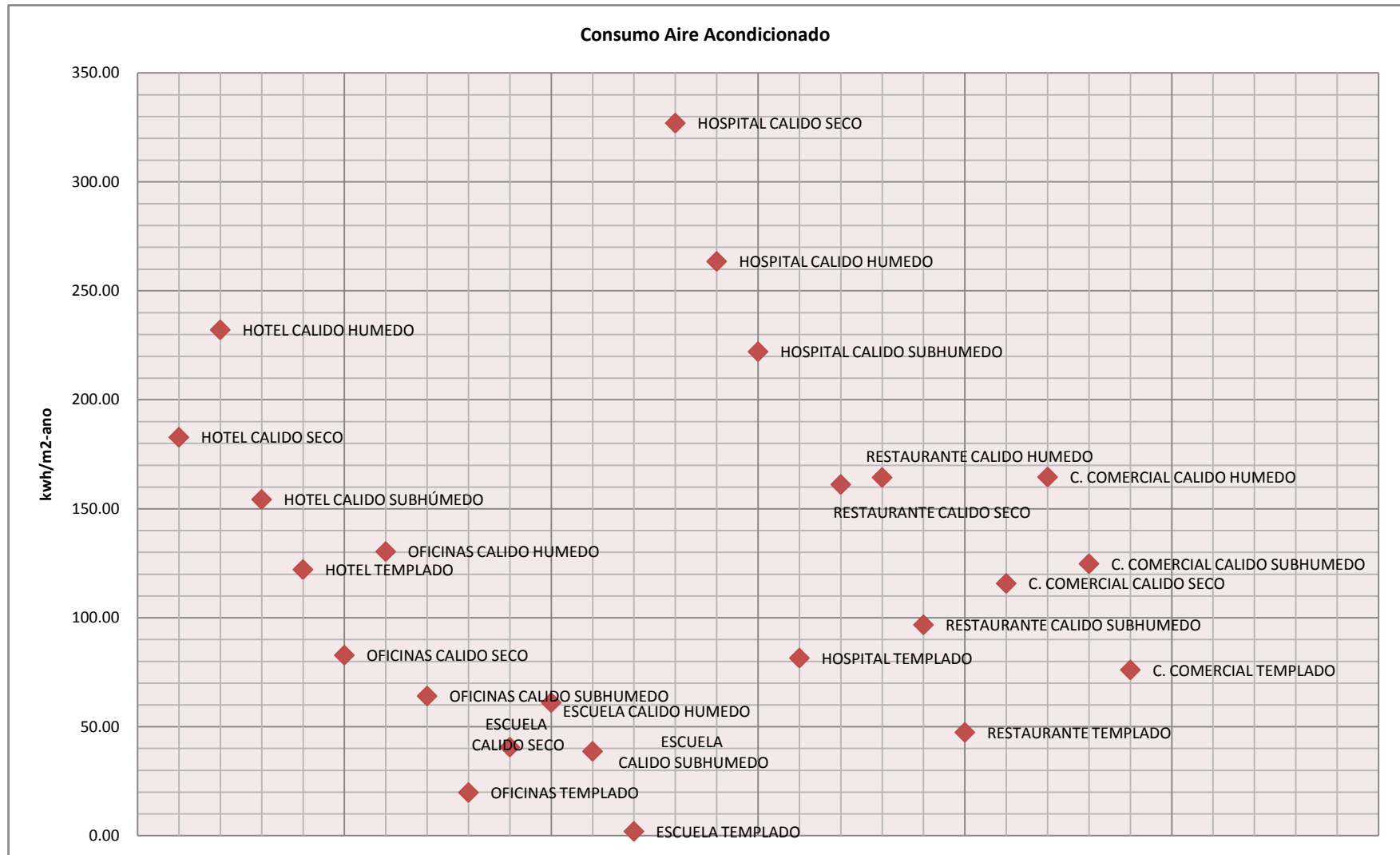


Ilustración 48 Diversos ICEE Nacionales en Centros Comerciales

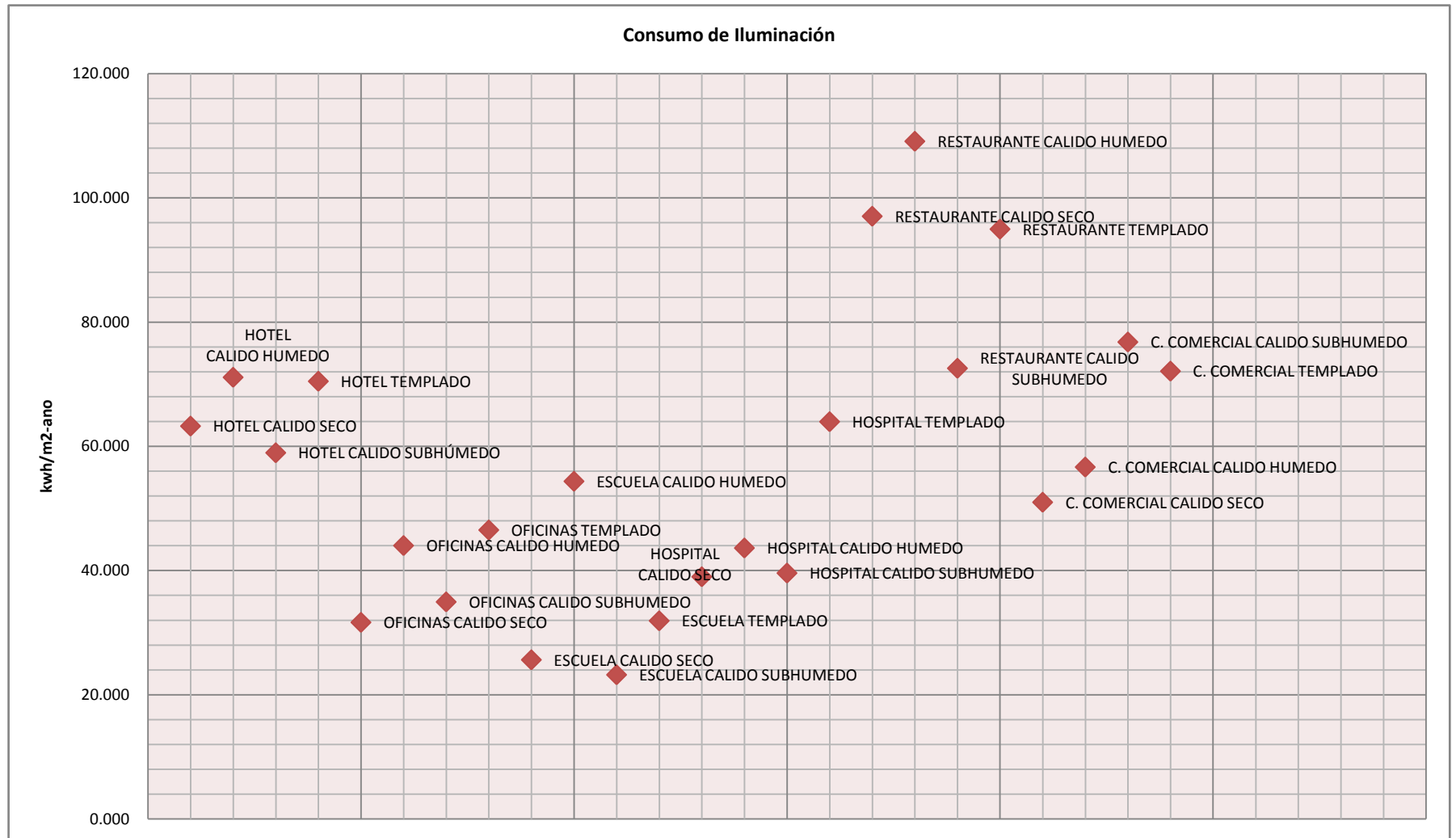
Anexo 3 Uso final de energía eléctrica en aires acondicionados e iluminación por tipo de edificio y por tipo de clima en México

A continuación se presentan dos gráficas sobre el consumo de aire acondicionado e iluminación en toda la República, estos representan conjuntamente, en casi todos los casos de edificios comerciales y de servicios, aproximadamente un 70-80% del uso final total. Además estos datos representan valores más fidedignos ya que son los consumos donde más datos recopilados se tienen, a diferencia de otros consumos finales como lo son la refrigeración, el uso de motores, equipo misceláneo y otros donde la recopilación de datos es escasa, aunque para este estudio se cuentan se ha optado por no representarlo gráficamente.

Uso final promedio en Aire Acondicionado



Uso final promedio en Iluminación



Anexo 4 ¿QUÉ ES EL FIDE?



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

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

FASCICULOS DISPONIBLES

Oportunidades de ahorro de energía eléctrica en:

- La industria de la galvanoplastia
- La industria de la celulosa y el papel
- La fabricación de hielo
- La industria textil
- La industria de la fundición
- La industria cementera
- La rama industrial harinera
- La rama industrial de materiales para la construcción
- La industria de lácteo
- La rama industrial química

Recomendaciones para ahorrar energía eléctrica en:

- Sistemas de aire comprimido
- Instalaciones de refrigeración industrial
- Motores eléctricos
- Edificios

- Alumbrado público municipal
- Bombas centrífugas

Diagnóstico energético en:

- La industria de bebidas carbonatadas
- La industria de la metalurgia

Otros títulos:

- La medición en los diagnósticos energéticos
- Lineamientos para ahorrar energía eléctrica en las unidades mineras
- Consejos para ahorrar energía eléctrica en el hogar
- Optimización del factor de potencia
- Ahorro de energía en el bombeo
- Cómo ahorrar energía eléctrica (Coedición FIDE-CAINTRA)
- Elementos básicos de un diagnóstico energético orientados a la aplicación de un programa de ahorro de energía
- La cogeneración, una gran oportunidad para su industria
- Ventajas del uso de motores de alta eficiencia
- Los variadores de velocidad como un medio para ahorrar energía eléctrica.

APOYOS QUE OFRECE EL FIDE

El FIDE impulsa el uso racional de energía eléctrica especialmente entre las empresas industriales, considerando que es en este sector donde se ubica, a nivel nacional, el 50 % del potencial de ahorro.

El FIDE cuenta con una amplia gama de proyectos que permiten a este sector elevar su productividad y ser más competitivos, a través de la elevación de la eficiencia energética en sus plantas. Entre los principales se encuentran los siguientes:

- Diagnósticos energéticos de segundo grado. Definen los potenciales de ahorro, las medidas que se requieren aplicar y el monto estimado de las inversiones.

- Proyectos demostrativos. Incluyen un diagnóstico energético y la aplicación de medidas cuyo período de recuperación sea de hasta 24 horas.
- Formación de comités de ahorro de energía. Proponen estructuras organizativas en la empresa y establecen un programa de ahorro de energía, a través de asistencia técnica y supervisión de firmas consultoras especializadas.
- Otorgamiento de créditos puente. Se concede un crédito temporal a empresas que están tramitando préstamos ante instituciones de promoción o banca de primer paso.
- Cursos de capacitación. Se capacita a los profesionales responsables de áreas técnicas y el desarrollo de programas del ahorro de energía, para dirigir eficientemente sus grupos de trabajo.
- Impartición de talleres. Se difunden los resultados obtenidos en los proyectos apoyados por el FIDE en diferentes ramas y empresas industriales, para promover la aplicación de proyectos de ahorro.
- Seminarios corporativos.- Se crea el efecto multiplicador en empresas de diversos grupos corporativos, a través de capacitaciones y orientación práctica para desarrollar proyectos de ahorro de energía.
- Financiamiento para adquisición de equipos ahorradores.- Se otorga crédito para la adquisición e instalación de equipos ahorradores de energía eléctrica, como son: motores eléctricos de alta eficiencia, variadores de velocidad, etcétera.
- Asesoría a usuarios.- Apoyo a usuarios de los sectores industrial, comercial, de servicios y domésticos, a través de diagnósticos.
- Mejoras de eficiencia eléctrica en sistemas de alumbrado público municipal y bombeo de agua potable y residual.
- El FIDE ofrece al consumidor una manera fácil de identificar productos que por su alto grado de eficiencia energética han obtenido la licencia de portar el SELLO FIDE, distinguiéndolos como productos ahorradores de energía eléctrica.

Anexo 5 Resultados del Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal

Introducción

Con base en los lineamientos establecidos por la Subsecretaría de Egresos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, la Conae inicia a mediados de 1996 el programa denominado "Cien Edificios Públicos". Su objetivo: establecer las bases y los mecanismos que permitan la realización de un programa masivo de eficiencia energética en edificios públicos, a fin de fomentar el ahorro por concepto de energía eléctrica, particularmente en el sistema de iluminación. El programa, se diseñó para incorporar en sus acciones a los operadores de los inmuebles, involucrándolos en el levantamiento de datos del sistema de iluminación necesarios para las evaluaciones de manera voluntaria. Asimismo, permitió afinar metodologías, herramientas y bases de datos utilizables en programas de mayor alcance, además de permitir identificar las barreras más importantes al desarrollo de este tipo de proyectos en inmuebles operados por el sector público.

Las actividades mencionadas han permitido que actualmente la Conae tenga los elementos, la experiencia y la capacidad para diseñar y operar un programa de carácter obligatorio de mayor alcance en inmuebles como, lo es el "Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal".

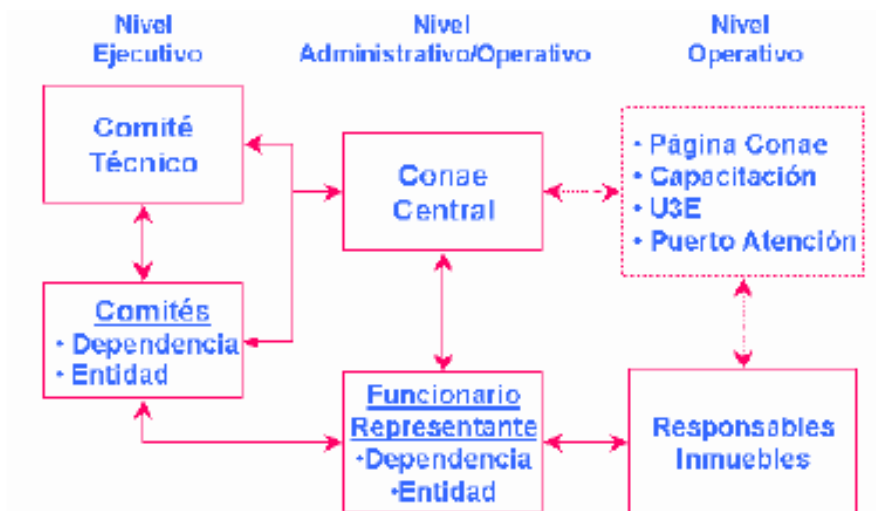
Este programa se inscribe y responde a las directrices de la APF, en cuanto a la búsqueda permanente de medidas que redunden en una administración eficiente y eficaz de sus recursos, bajo criterios de racionalidad y en apego a la disponibilidad presupuestal, procurando la rentabilidad social del gasto público. Asimismo, concreta y proyecta la voluntad gubernamental de ser un actor dinámico y precursor de sus planteamientos de gestión, tanto en lo general, como en lo particular (campo energético).

Para la aplicación, seguimiento y asistencia técnica del Programa, la Comisión basó su estrategia a través de la página de Conae en Internet, en la cual no solo se realizaban las acciones principales del Programa, también es posible consultar los avances de cada uno de los inmuebles de las dependencias y entidades participantes en el Programa.

Procedimiento 1999-2000

El Programa operado desde 1999, hasta la fecha, ha trabajado sobre una estrategia general que está dividida en tres niveles, como lo muestra la figura 1.

Figura 1. Niveles de operación



Cada uno de estos tiene funciones específicas para el desarrollo del Programa, en el nivel ejecutivo se realiza la coordinación de la aplicación del programa entre el Comité

Técnico y los Comités Internos de las dependencias y entidades. El Comité Técnico tiene como principal objetivo asegurar la correcta aplicación del Programa, mediante la coordinación de las actividades a desarrollar, así como el seguimiento y evaluación de la aplicación del mismo, en cada una de las dependencias y entidades participantes. El Comité Interno coordina las acciones de la dependencia o entidad, a fin asegurar la correcta aplicación del Programa de acuerdo con los lineamientos establecidos.

En el nivel administrativo / operativo se realiza la coordinación entre la Conae y el funcionario representante de las dependencias y entidades, para coordinar las actividades del programa con los responsables de los inmuebles.

En el nivel operativo los responsables de los inmuebles asisten a cursos y/o talleres de capacitación en materia de ahorro de energía y aplican medidas operativas y/o de inversión en sus inmuebles. Adicionalmente, deben mantener informado al Funcionario

Representante sobre las actividades realizadas.

En 1999 los requisitos mínimos para ingresar eran:

1. Estar destinados al uso administrativo principalmente,
2. Contar con un área igual o superior de 5 000 m² de espacio interior, y
3. Tener un índice de consumo energético igual o superior a 60 kWh m² año, durante 1998.

El Programa contempla la reducción de consumo de energía por aplicación de medidas operativas y/o de inversión. Para la aplicación de medidas operativas se les proporciona una Guía, la cual está a disposición en Internet; para las medidas de inversión la Conae realiza un estudio energético en el sistema de iluminación apoyado en los responsables de los inmuebles.

En el 2000, se planteó una estrategia que consistía en reducir un 20% su índice de consumo eléctrico con respecto al año de 1998. Para lograr dicha meta se estableció un programa de capacitación consistente en Talleres Tecnológicos en los sistemas de iluminación, aire acondicionado y fuerza con el fin de dar a conocer a los usuarios las diferentes tecnologías ahorradores prevalecientes en el mercado. Así como la participación de los operadores de los inmuebles en cursos especializados en materia de ahorro de energía.

Adicionalmente, se llevó a cabo un estricto seguimiento de las acciones realizadas y de los consumos de energía eléctrica, a través de informes trimestrales de las actividades llevadas a cabo en materia de ahorro de energía durante el año 2000 y el registro de los consumos de energía eléctrica durante el año de 1999 (informe anual).

Para el análisis de la información recibida, fue necesario contar con bases de datos tanto de consumos de energía eléctrica, como las actividades realizadas durante los años de 1998, 1999 y 2000,

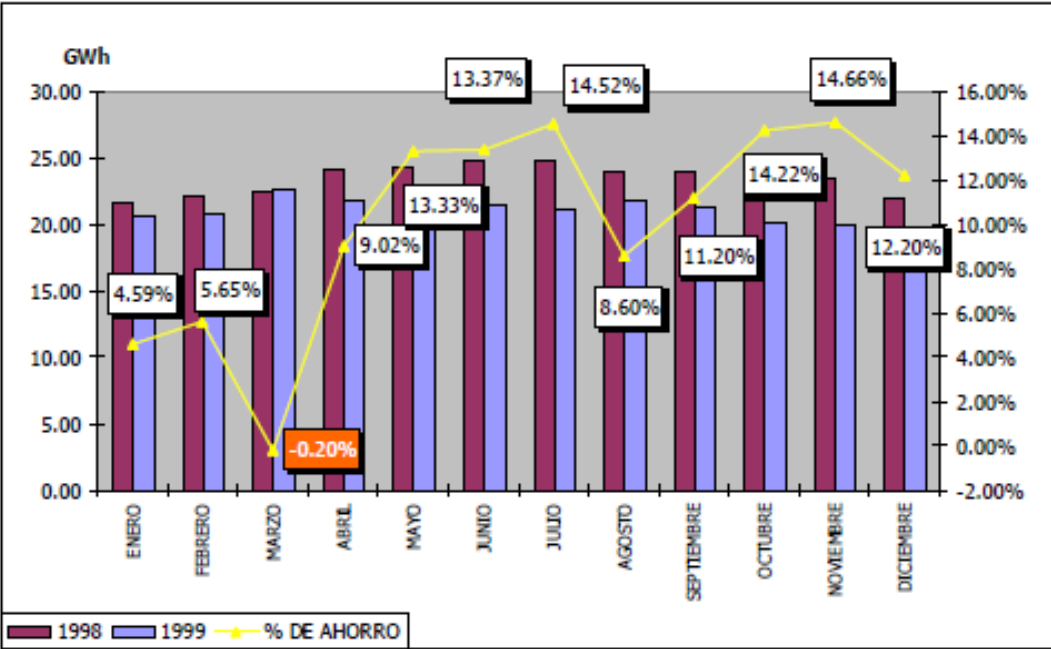
Resultados

En lo que corresponde a consumos de energía, se analizó la información correspondiente a 374 edificios, que en forma agregada representan un área interior de 2.5 millones de metros cuadrados.

El ahorro promedio logrado, al comparar mes a mes los consumos de 1998 y 1999, es del 10.22 por ciento. Es importante resaltar que a partir de abril de 1999, cuando se aplica la Norma que regula los horarios y jornadas de trabajo en la Administración Pública Federal, se logró reducir en promedio el 12.3 % de los consumos de energía.

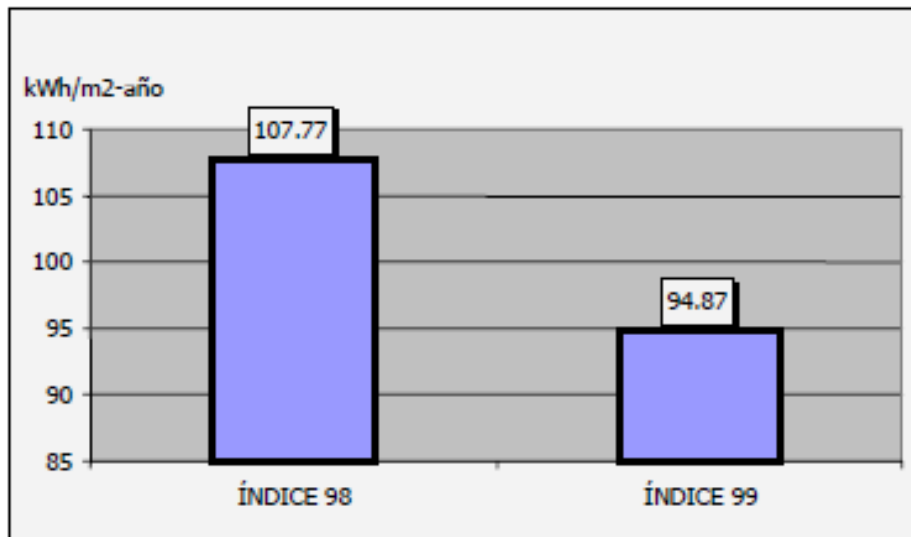
Ver gráfica 1.

Gráfica1. Consumos mensuales totales durante 1998 y 1999



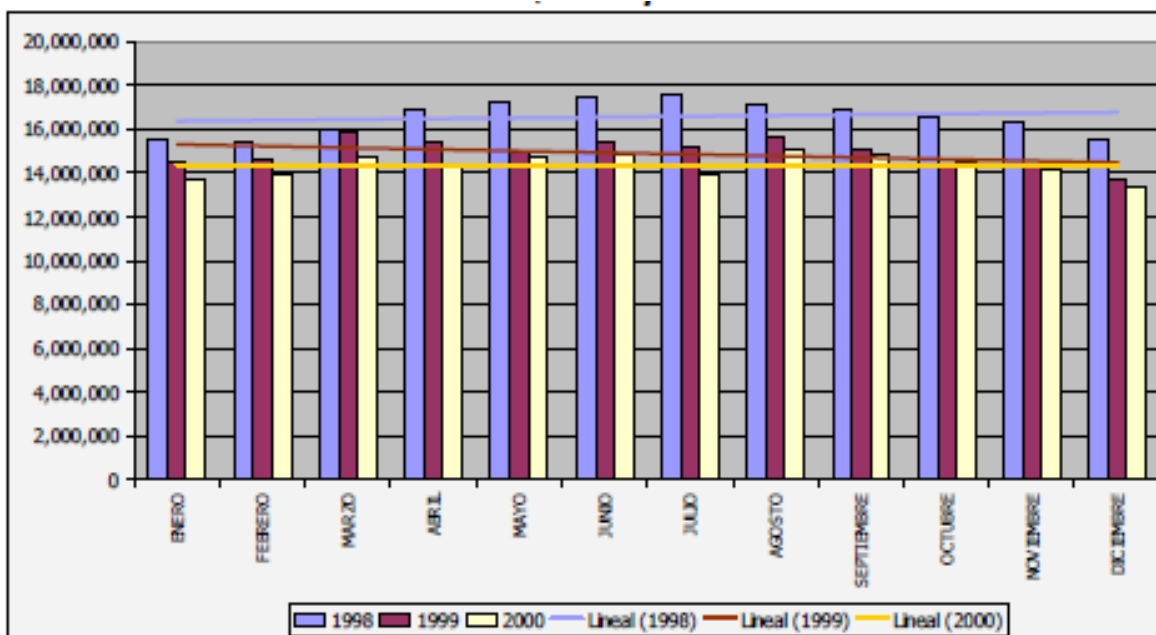
Por otra parte, se analizó el índice de consumo promedio en el mismo número de edificios dando por resultado un ahorro del 12 por ciento al pasar de 107.7 a 94.8 kwh/m²-año. Esto representa un ahorro aproximado, durante 1999, de 28.7 GWh en consumo de energía que equivalen a 20 millones de pesos. Ver gráfica 2.

Gráfica2. Índice promedio de consumo anual de energía eléctrica en los edificios participantes



Adicionalmente, se realizó un análisis de la información correspondiente a 215 edificios, los cuales han cumplido con enviar sus reportes trimestrales de consumos de energía eléctrica durante el año 2000. En la gráfica 3, se realiza una comparación del consumo de energía durante los años de 1998, 1999 y 2000, en donde se observa un importante decremento para los años de 1999 y 2000 con respecto a 1998. Aunque se observa que en el año 2000 hubo un mayor consumo que el de 1999, aún se obtuvieron ahorros. Es importante mencionar que esto refleja el no cumplimiento al horario de labores que estipula la Norma de jornadas mencionada. El ahorro de energía durante el año 2000 comparado con el año de referencia 1998, fue de 26.4 millones de kWh lo cual implica una disminución de 13 % en la muestra mencionada.

Gráfica 3. Comparación del consumo de energía durante 1998,1999 y 2000.



De los 215 edificios, sólo 42 alcanzaron o sobrepasaron la meta establecida de reducción en el índice de consumo de energía en el año 2000 con respecto al del 1998.

Sin embargo, 158 edificios lograron ahorros menores al 20%. Es importante mencionar que la meta, en muchos de esos casos, no fue posible alcanzar debido a incrementos en la carga: adquisición de equipos de cómputo, aumento en la población del edificio, remodelación, ampliación en la construcción, por el no-cumplimiento a la Norma de regulación de las jornadas de trabajo, etc.

En este mismo año y con el propósito de brindar un reconocimiento a las dependencias y entidades participantes en el programa, así como a los fabricantes y Asociaciones que han apoyado, para cumplir con las actividades del programa; a finales del mes de noviembre se realizó una segunda Entrega de Reconocimientos, al cual asistieron alrededor de 150 personas. Se entregaron 12 reconocimientos a dependencias, entidades y Asociaciones y 23 a fabricantes de equipos de iluminación, aire acondicionando y bombeo.

En cuestión de capacitación se impartieron ocho Talleres tecnológicos, su principal objetivo: dar a conocer la tecnología de punta, participaron 428 personas, ocho Talleres a Funcionarios Representantes, en donde se les di a conocer la estrategia del Programa, participaron 219 funcionarios representantes, ocho Cursos de la Metodología con la participación de 478 operadores. Durante los años de 1999 y 2000 se capacitaron a más de 1,000 personas.

Conclusiones

Es importante llevar a cabo un programa piloto para identificar barreras tanto en la operación como en aplicación del mismo, así como determinar metodologías, estrategias y probar estas mismas; antes de instaurar un Programa de Gran alcance.

Para aplicar un Programa como es el de la Administración Pública fue necesario plantear dentro de la estrategia, el uso de herramientas adicionales de comunicación como Internet y cursos a distancia.

Los análisis realizados de los consumos de energía eléctrica de los años 1998 y 1999 muestran un claro ahorro por la aplicación de la Norma que regula las jornadas, y horarios de labores en la Administración Pública Federal Centralizada.

La comparación de los consumos de energía eléctrica de los años 1998, 1999 y 2000 muestran las tendencias de consumo en cada uno de los años, es claro que a pesar de que en el año 2000 la tendencia en el consumo de energía fue más elevada que en el año de 1999, se obtuvieron ahorros por la aplicación de medidas operativas y/o de inversión.

No se logró alcanzar la meta de reducción del 20% del índice de consumo de energía eléctrica debido, principalmente, a la no-aplicación de la Norma que regula las jornadas de trabajo. Así como, el aumento en carga, personal, carga de trabajo y ampliaciones en las construcciones. Sin embargo, hubo inmuebles que aplicaron medidas de ahorro de energía tanto operativas como de inversión.