# HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

**CASABIANCA, Gabriela Andrea; SNOJ, María Verónica; MARUSIC, Jorge**

gacasabianca@yahoo.com.ar, mv_snoj@yahoo.com, jorgemarusic@gmail.com

Materia Optativa Energía en Edificios, cátedra Evans/Casabianca

Proyecto PIA-TRP 18 – SI - Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE-SI-FADU-UBA)

**Resumen**

Un edificio *energéticamente eficiente* es aquel que minimiza el uso de las energías convencionales (en particular la energía de origen no renovable), a fin de ahorrar y hacer un uso racional de la misma. El análisis de la eficiencia energética en los edificios es un proceso que requiere de numerosas herramientas basadas tanto en aspectos científicos como tecnológicos, que se integran para poder elaborar un diagnóstico acerca de cómo se usa realmente la energía en los edificios que habitamos.

Desde la etapa de proyecto hasta el análisis de un edificio existente, se pueden utilizar estas herramientas que abarcan desde planillas o programas de cálculo o verificación hasta software de precisión basados en modelos tridimensionales, pasando por imágenes técnicas, ensayos en laboratorio o instrumental especializado. Dado que muchos de los aspectos vinculados al comportamiento energético de un edificio se basan en principios de la física, esas herramientas son las mediadoras entre estos procesos y la realidad de la concreción arquitectónica y su uso cotidiano.

Es importante conocer las características, alcances y aptitud de cada herramienta para poder elegir las más apropiadas en una instancia de proyecto, de verificación técnico-normativa o bien de auditoría de un edificio existente y en uso. Algunas pueden ser sencillas planillas de cálculo, otras, un software complejo para modelizar de manera casi real el proceso de uso de energía y sus características dinámicas en el edificio, o bien simplemente puede ser un dispositivo para medir la energía consumida o las pérdidas a través de paredes o por infiltraciones en una ventana. Las herramientas mencionadas tienen ciertas ventajas y limitaciones que deben ser tenidas en cuenta para obtener el mejor aprovechamiento de cada una de ellas.

**Palabras clave**

Arquitectura, Eficiencia energética, Comportamiento energético, Tecnología, Modelización

## Eficiencia energética en edificios

El uso racional y sustentable de la energía es actualmente un tema fundamental en el contexto mundial en relación con el desarrollo y el cambio climático, y la eficiencia energética en los edificios es un importante recurso para contribuir a mejorar la sustentabilidad en el uso de la energía disponible. La Agencia Internacional de la Energía (IEA) define a la Eficiencia Energética como una práctica o forma de gestionar el crecimiento de la energía, obteniendo un resultado igual con menor consumo o un resultado mayor consumiendo lo mismo. Esto implica no evitar el uso de la energía, sino optimizarlo dentro del marco existente de tecnología, economía y medio ambiente.

En los edificios, la energía consumida sirve para satisfacer diversas necesidades, principalmente calefacción, climatización en verano, producción de agua caliente sanitaria, ventilación, iluminación y otros sistemas técnicos.

Para poder analizar y elaborar diagnósticos sobre la eficiencia en el uso de la energía en los edificios es indispensable tener información sobre este consumo y para obtenerla es muy importante contar con las herramientas apropiadas de acuerdo a la instancia en la que se lleva a cabo el análisis, ya que no es lo mismo trabajar en la etapa de proyecto que sobre un edificio existente y en funcionamiento.

**Herramientas para analizar la eficiencia energética en edificios**

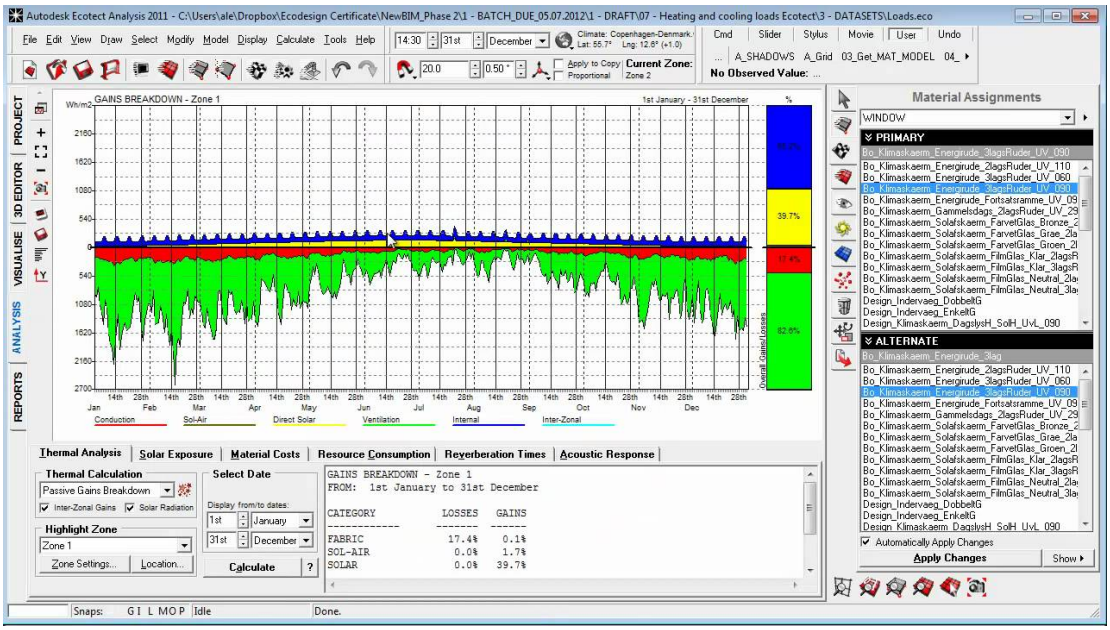
La disponibilidad de herramientas es actualmente muy amplia y la elección y variedad disponible depende, como se ha mencionado, de si va a ser utilizada en la instancia de proyecto o para analizar un edificio existente. Abarca desde software especializado orientado al diseño hasta instrumental específico, pasando por el diagnóstico por imágenes y los ensayos en laboratorio.

*Herramientas a utilizar en la instancia de proyecto*

Si se desea estudiar el comportamiento energético de un edificio en el proceso de diseño, la herramienta ideal es el software que permite evaluar este comportamiento de manera teórica, incorporando todos los parámetros que van a incidir en ese comportamiento una vez que el edificio esté en funcionamiento. Existen muchos programas de simulación de los distintos aspectos vinculados con la eficiencia energética: simuladores de condiciones térmicas, lumínicas, ventilación y comportamiento energético integral. Muchos de estos programas son de acceso abierto e inclusive se vinculan directamente con software utilizado en el diseño, como Autocad, Revit o Bim.

Un ejemplo de esta herramienta es el software Ecotect, que brinda la posibilidad de realizar una amplia gama de simulaciones y análisis de funcionamiento energético tanto en proyectos como en edificios existentes, integrando análisis de energía, uso del agua y emisiones de carbono, con herramientas para visualizar y simular el comportamiento del edificio en relación con su contexto ambiental. El análisis energético del edificio incluye el total de energía utilizada y las emisiones de carbono en el modelo del edificio; analiza el comportamiento térmico, permite visualizar la incidencia solar y la radiación en ventanas y otras superficies, y calcula los factores de luz natural y niveles de iluminación en cualquier punto del modelo. Un ejemplo de la información obtenida se muestra en figura 1.

***Figura 1: Ejemplo de análisis energético del software Ecotect***




Fuente: Autodesk Sustainability Workshop, 2012

El uso de software permite evaluar, hacer cambios en el proyecto y volver a evaluar el comportamiento energético fácilmente. Si bien llevan un cierto tiempo de carga y procesamiento de los datos, su análisis permite obtener una buena aproximación a la realidad, aunque los resultados no pueden considerarse absolutos o definitivos. Otros ejemplos de programas comúnmente utilizados son EnergyPlus, DesignBuilder y OpenStudio.

La mayoría de estos programas realizan una simulación muy completa y ofrecen información real y objetiva sobre consumo energético y emisiones de CO2. La simulación energética es una herramienta indispensable para quien desee diseñar y construir un edificio sustentable o bien refuncionalizar un edificio existente para que lo sea. Además, es un requisito obligatorio para alcanzar una certificación de sustentabilidad ambiental, como por ejemplo la certificación LEED del Green Building Council.

La simulación energética es una herramienta muy útil también en el campo de la investigación y el desarrollo de nuevas estrategias para la evaluación de opciones de diseño, la verificación del cumplimiento de normativa vigente y para el análisis económico del impacto de las medidas y estrategias de eficiencia energética.

Constantemente aparecen nuevas herramientas de este tipo, como por ejemplo Net ZEB Evaluation Tool para el diseño de edificios con consumo de energía cero (Net Zero Energy Building – Edificios energía cero). Esta herramienta está basada en una planilla Excel y permite buscar el equilibrio de la energía, el costo de operación y el cálculo del índice de coincidencias de carga para definiciones seleccionadas predefinidas, con el fin de evaluar las soluciones adoptadas en el diseño de edificios con respecto a las diferentes definiciones ZEB netas para proyectistas, evaluar el equilibrio en edificios controlados para los administradores energéticos y asistir en el proceso de implementación de edificios energía cero.

*Herramientas a utilizar en el análisis de edificios existentes.*

En el caso del estudio de edificios existentes, el procedimiento que abarca todos los aspectos involucrados es la *auditoría energética*. Una auditoría de eficiencia energética consiste en un estudio completo del comportamiento energético de un edificio, incluyendo su envolvente, sus instalaciones e inclusive sus condiciones de uso, con el objeto de identificar los factores que influyen en el consumo y las posibilidades de ahorro energético. Es decir, que la auditoría energética es el estudio integral de todos los aspectos, tanto técnicos como económicos, que afectan directa o indirectamente al consumo de las diferentes energías que se utilizan en un edificio, con el fin de determinar un conjunto de reformas o mejoras orientadas al uso racional y eficiente de la energía en ese edificio.

Se busca estudiar los flujos de energía en un edificio, buscando las posibles oportunidades para reducir la cantidad de energía utilizada sin afectar de manera negativa el confort y las actividades que se realizan en él. La auditoría es una herramienta eficaz para diseñar y establecer estrategias de ahorro y de eficiencia energética, uno de los principales objetivos de las políticas energéticas en todo el mundo, a partir del potencial de ahorro del edificio mismo.

Con este objetivo se analiza la documentación del edificio (planos, fotos) y las características de su envolvente; las facturas de consumo de energía, las características de los sistemas de acondicionamiento térmico y lumínico, las características funcionales y ocupacionales e inclusive los datos climáticos del sitio con el fin de verificar las condiciones de base de la demanda de energía para acondicionamiento ambiental interior. En el análisis preliminar se observan las posibles deficiencias a corregir o mejorar y se realizan mediciones y

verificaciones de temperaturas internas y condiciones de iluminación, tanto natural como artificial, para luego realizar simulaciones de las cargas térmicas y la demanda de energía. Normalmente se incluyen encuestas a los ocupantes, destinadas a obtener información sobre los niveles de confort percibidos y los hábitos de los usuarios.

En estos casos, no sólo se utiliza el software de simulación como herramienta: entran en escena otras herramientas disponibles como imágenes que ayudan al diagnóstico, las termografías (figura 2), útiles para determinar temperaturas y detectar o identificar puentes térmicos y problemas de humedad y condensación en la envolvente edilicia.

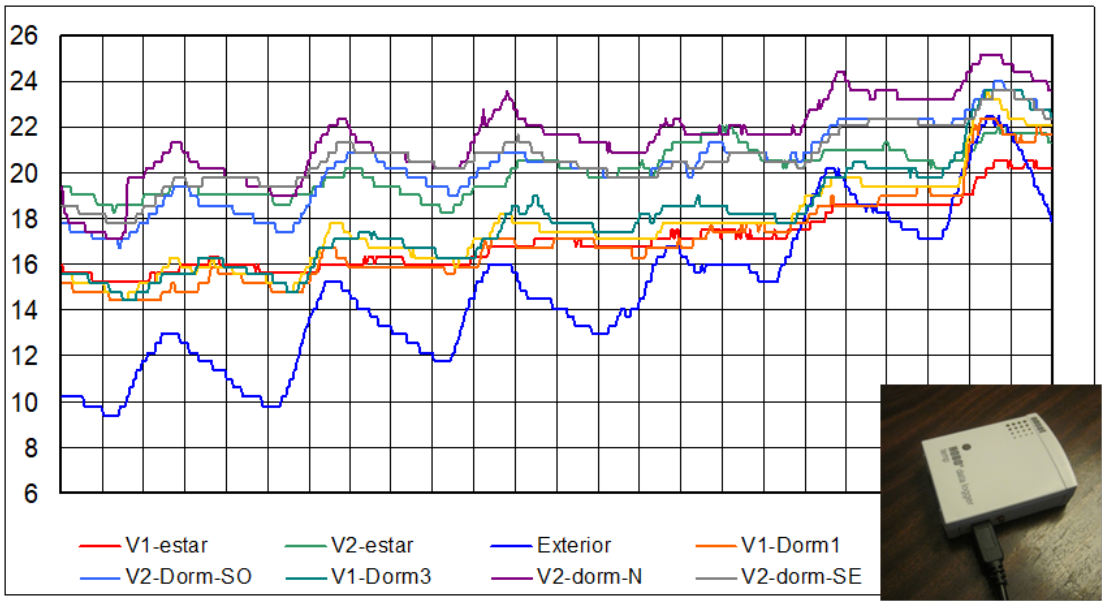
***Figura 2: Imagen de una cámara termográfica***

Fuente: https://www.institutotecnologico.es

Existe instrumental variado y de uso específico para medir las condiciones de temperatura, como el Datalogger que se muestra en la figura 3; humedad,

iluminación, aspectos específicos de corrientes eléctricas, consumo de artefactos y todos los aspectos del funcionamiento de los equipos que

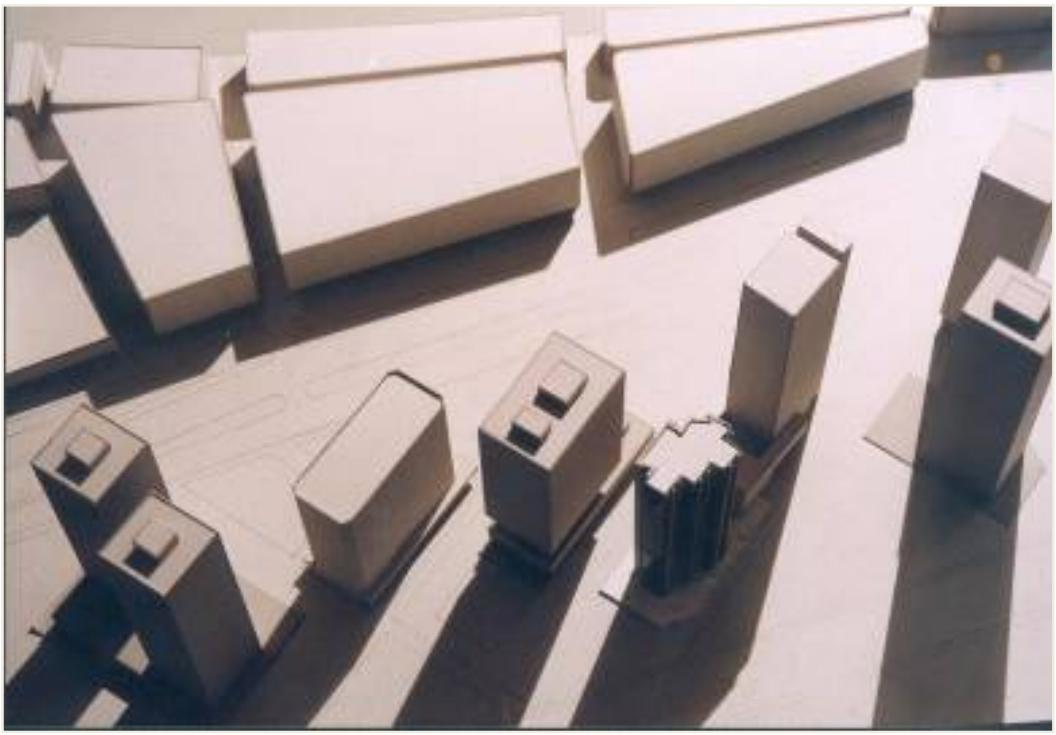
***Figura 3: Mediciones de temperatura interior en dos viviendas mediante dattalogger HOBO.***




Fuente: elaboración propia.

Otra herramienta importante son los ensayos, por ejemplo, con maquetas de análisis, destinados a evaluar las condiciones de habitabilidad que podrían incidir en el consumo de energía, debido a la exposición al sol, viento, luz natural, o bien a condicionantes vinculados a la implantación del edificio en relación con su entorno como se muestra como ejemplo en la Figura 4, que corresponde a una fotografía tomada en el simulador de movimiento solar (heliodón).

***Figura 4: Ensayos con maquetas: exposición al sol.***



Fuente: archivo CIHE.

Todas estas herramientas van aportando información en el diagnóstico energético del edificio; sin embargo, la información (datos) que aportan por sí solas resulta insuficiente: el siguiente paso es la interpretación de esos datos en función al conocimiento del experto y el complemento de esa información con indicadores que contribuirán al resultado del proceso completo de análisis del edificio. La importancia de las herramientas radica entonces en su aporte a la visualización de la información que va conformando la verificación de la eficiencia y el comportamiento del edificio.

El uso de indicadores complementa esa información. En relación con la superficie útil del edificio, señalan la energía consumida en el edificio para satisfacer necesidades asociadas a condiciones normales de funcionamiento y

ocupación, incluyendo la energía necesaria para mantener las condiciones de confort térmico y lumínico, e inclusive la calidad del aire interior.

La eficiencia energética se calcula midiendo la energía que se consume durante un año. Los principales indicadores que se usan normalmente son las emisiones anuales de CO2 y el consumo anual de energía primaria no renovable que registra el edificio; otros indicadores complementarios son la demanda energética anual de calefacción y de refrigeración; el consumo anual de energía primaria no renovable y las emisiones de CO2 desagregadas por servicios, y las emisiones anuales de CO2e desagregada por consumo eléctrico y por otros combustibles.

**Conclusiones**

Las herramientas que se describieron brevemente en este escrito son las mediadoras entre el concepto de eficiencia energética y la realidad del hecho arquitectónico con sus todos sus aspectos de funcionamiento y ocupación incluidos, ya que precisamente será su funcionamiento el que implique el consumo de energía.

Por esta razón es importante conocer las características, alcances y aptitud de cada herramienta para poder elegir las más apropiadas en la instancia de proyecto, de verificación técnico-normativa o bien de auditoría de un edificio existente y en uso. Cada una de las herramientas utilizadas tiene ventajas y limitaciones que deben ser tenidas en cuenta para obtener el mejor aprovechamiento y óptima información de cada una de ellas.

La disponibilidad y los alcances son variados y la tecnología actual permite la evaluación y el perfeccionamiento continuo de estas herramientas, en función de nuevos desarrollos y conocimientos, razón por la cual es necesario estar actualizado con respecto a los avances que implican las nuevas herramientas disponibles.

El hábitat construido representa hoy en día cerca el 40% del consumo energético mundial y las tendencias indican que hacia el año 2050 los grandes consumidores de energía serán los edificios, además del transporte y la industria. En este contexto, es fundamental contar con estas herramientas para estudiar y/o estimar el consumo de energía, identificar los posibles puntos de ahorro y tomar medidas concretas para mejorar la eficiencia en el uso de la energía en los edificios, al mismo tiempo que se mantienen óptimas condiciones de confort para sus ocupantes.

**Bibliografía**

Material online consultado

AAVV, (2020), Net ZEB Evaluation Tool. Recuperado el 1/7/2020 de: https://task40.iea-shc.org/net-zeb

Agencia Internacional de la Energía, (2016), Indicadores de Eficiencia Energética, Fundamentos estadísticos, Recuperado el 1/7/2020 de http://biblioteca.olade.org/opactmpl/Documentos/cg00332.pdf

Agencia Internacional de la Energía, (2020) Energy efficiency, The first fuel of a sustainable global energy system. Recuperado el 1/7/2020 de: http://www.iea.org/topics/energyefficiency/

Asidek – Autodesk, Software de diseño de edificios sostenibles**,** recuperado el 1/7/2020 de: https://www.asidek.es/arquitectura-e-ingenieria/autodesk-ecotect-analysis/

Bouille D, Recalde M. y Queiroz, T. (2019) Experiencia internacional en el desarrollo de planes y acciones de eficiencia energética. Lecciones para el Plan Nacional de Eficiencia Energética Argentina (PlanEEAr). Recuperado el 1/7/2020 de: https://www.eficienciaenergetica.net.ar/img_publicaciones/

Gutiérrez C. (2010) Ecotect: Software de Diseño de Construcción Sustentable. Recuperado el 1/7/2020 de: https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-62481/ecotect-software-de-diseno-de-construccion-sustentable

World Energy Council, (2014) Eficiencia Energética: Estudio Mundial Indicadores, Políticas, Evaluación Informe del Consejo Mundial de la Energía en colaboración con ADEME, Recuperado el 1/7/2020 de: http://www.cacme.org.ar/wec/Eficiencia_energetica.pdf

.