

APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA A UNA CASA BIOCLIMÁTICA DE LA ZONA DE ISLAS DE ZÁRATE CAMPANA PARA SU EVALUACIÓN Y MEJORA ENERGÉTICA

María Elena Soldatti, Carlos Alberto García Ebbens, Norberto Santiago Odobez
soldattm@frd.utn.edu.ar, garcia@frd.utn.edu.ar, odobezn@frd.utn.edu.ar
UTN. Universidad Tecnológica Nacional.
Facultad Regional Delta (FRD)
Centro de Investigación y Desarrollo en Energía y Ambiente (CIDEA)
San Martín 1171 – (2804) Campana – Buenos Aires – Argentina
T.E/FAX: 54-3489-420249/420400/422018/437617 int.: 5111

Resumen. La tendencia en el uso de los simuladores para evaluar la eficiencia energética de los edificios es cada vez más difundida y utilizada, con este trabajo se busco demostrar las posibilidades que brinda la simulación energética para la evaluación y la mejora energética de una casa con invernadero diseñada con conceptos bioclimáticos. Para ello se utilizó como casa bioclimática de referencia el diseño realizado para una casa a ubicar en la zona de islas de Zárate Campana, la cual posee valores estimados según Norma IRAM 11604 de 29280 MJ, el valor obtenido de la simulación de este caso base según eQuest: 29067 MJ, que luego de aplicar las estrategias de mejora para la época invernal se obtuvo un consumo sustancialmente menor. Además al incorporarle energías alternativas el programa nos permite ver como incide su uso en los consumos tanto eléctricos como térmicos. Se calificó energéticamente la casa antes y después de las estrategias de mejora utilizando la Norma IRAM 11900.

Palabras clave: Energía – Eficiencia – Simulación – Energías Renovables – Bioclimática

INTRODUCCIÓN

El uso de los simuladores para evaluar la eficiencia energética de los edificios es cada vez más difundida y utilizada. Existe una gran variedad de simuladores que se encuentran disponibles, tanto de uso libre y gratuito como no. Estos también se están utilizando como herramienta de estudio previo a la calificación energética de los edificios.

Los edificios en general son construidos para proteger y albergar las actividades humanas. Su envolvente participa activamente para que en su interior puedan desarrollarse las actividades en un entorno de seguridad y confort térmico, acústico y visual.

Tanto la envolvente como los elementos interiores influyen sobre las diferencias entre el clima que se genera en el interior y el clima exterior. Todos los elementos arquitectónicos tradicionales o no, ofrecen su influencia en cuanto a la gestión

térmica, produciéndose numerosos fenómenos de intercambio de flujos energéticos que definen el comportamiento térmico y ambiental del mismo (1).

Son principalmente los elementos que pertenecen a la piel los que provocan el filtrado del clima exterior hacia el interior, determinando efectos sobre un clima interior distinto.

Esta transferencia de energía depende tanto del clima como del propio edificio. Es muy importante conocer todos los datos de construcción, orientación, ubicación geográfica, clima, propiedades geométricas, usos finales, horarios, infiltración, ventilación, instalaciones de HVAC, equipos que generen calor y/o humedad, iluminación, cuya combinación con el clima exterior condicionan su comportamiento.

Todas estas variables en combinación espacial y temporal aportan continuamente ganancias y pérdidas, tanto directas como diferidas.

Sin pretender desarrollar la teoría sobre modelización de edificios, podemos inferir que se pueden plantear dos caminos para su elaboración.

Un método estático que supone que el régimen de las condiciones climáticas exteriores es constante implicando que la temperatura interior también es constante. O bien, más cercano a la realidad considerando el carácter dinámico de los fenómenos térmicos en el edificio.

Normalmente las normativas nacionales que hacen referencia a determinar las condiciones de aislamiento de la envolvente del edificio o el consumo energético, lo hacen por el método estático, estacionario. Los simuladores en cambio lo hacen por un método dinámico, analizando además el período transitorio, es decir teniendo en cuenta hora a hora los cambios tanto del clima como de las variables internas y de la envolvente.

A un ambiente construido es posible considerarlo como un sistema, y como tal será un objeto físico en el cual diferentes tipos de variables interactúan entre sí y producen señales observables.

Con el auxilio del simulador y su posibilidad de cálculos recursivos pudimos afrontar ambos regímenes tanto el permanente como el transitorio.

METODOLOGÍA

Partiendo de la base del trabajo desarrollado sobre el diseño de una casa bioclimática (2) para la zona del Delta, teniendo en cuenta su tipología, orientación, elementos constructivos y demás características, se la utilizó para el diseño de una Casa Bioclimática de Referencia (CBR) en el simulador.

Para el análisis energético de la casa original se utilizaron las normas IRAM, (3),(4),(5),(6), determinando los coeficientes de transferencia de las superficies que componen la envolvente, el coeficiente volumétrico de pérdidas de calor, y comprobar que estos se encontrasen dentro de los valores admisibles determinados por las normas, y luego determinar la demanda térmica anual.

Como dijimos anteriormente hay fenómenos que ocurren en el edificio que no se tienen en cuenta al aplicar estas normativas debido a que se lo hace calculando según el régimen permanente.

En consecuencia, para introducir estas variables y mantener las características bioclimáticas de la casa original es que se utilizó la siguiente metodología:

a) Simular la casa bioclimática con el software, eQuest, (7) usando la versión 3-64. transfiriendo los datos del diseño de la casa al simulador con la mayor precisión posible para obtener los datos finales de necesidades energéticas que nos sirvió como parámetro de comparación entre el diseño original y la simulación y que los datos cargados fueron realizados correctamente. Con lo cual la casa simulada queda ahora definida como Casa Bioclimática de Referencia (CBR).

b) Aplicar sobre la CBR las estrategias de mejora sobre su envolvente, con lo cual se trata de obtener un valor de necesidades energética menor a la de la CBR y tener ahora diseñada una Casa Bioclimática Mejorada (CBM).

c) Luego se utilizó el simulador sobre la CBM para aplicar energías renovables para cubrir las necesidades energéticas. Utilizando el uso de la energía solar fotovoltaica para cubrir la demanda eléctrica y un equipo de biomasa para cubrir la demanda térmica.

d) Por último se comparó la calificación energética de la CBR con la de la CBM utilizando al Norma IRAM 11900 (8).

DESCRIPCIÓN GRAL DE LA CASA BIOCLIMATICA

Caracterización del lugar y datos climáticos de referencia para el diseño

Se definió la zona bioclimática, aplicando la norma IRAM 11603:1996, (6) en función del lugar de ubicación, que es la zona de islas del Delta de Zarate - Campana: Zona Bioclimática IIIb templado cálido.

Invierno: HR: 79%; tmed: 11,4 °C; tmax: 16,1°C; tmin: 7,6°C

Temperatura de Diseño: Media TDMD = 6,9 °C; Mínima TDMN = 3,1 °C

Verano: HR: 64%; tmed: 23,5°C; tmax :29,0 °C; tmin: 18,4 °C

Temperatura de Diseño: Media TDMD = 23,2 °C; Máxima TDMX = 32,5 °C

Descripción de la vivienda

La misma cuenta con un comedor - cocina, dos habitaciones, un baño y un lavadero, la superficie total es de 75m². En la parte anterior al comedor se encuentra un invernáculo de 15m². Durante el invierno el invernadero capta la radiación solar, protege el acceso, generando un espacio intermedio entre interior y exterior.

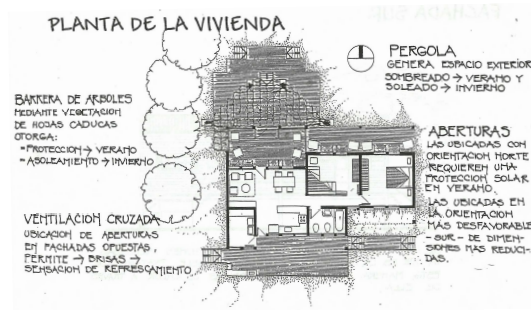


Figura 1: Vista en planta de la CBR

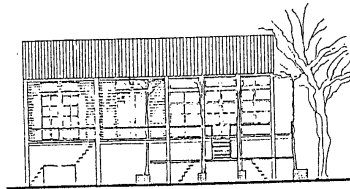


Figura 2: Vista lado al norte. Invernadero.

Materiales usados en su construcción

Sus respectivos coeficientes de transferencia de calor (K) obtenidos al aplicar la norma IRAM 11601(5).

Componente	Descripción	Transmitancia "K" [W/m ² K]
Pared	Revestimiento exterior de madera de Álamo de espesor 3cm, cámara de aire, Aislación hidrófuga, poliestireno expandido de 7,5cm, barrera de vapor, revestimiento interior de madera álamo de 3cm.	0,321
Techo	Cubierta de chapa metálica, cámara de aire >de 50mm; aislación hidrófuga, poliestireno expandido de 15cm; barrera de vapor de 1,5cm; revestimiento interior de madera de álamo de 3cm.	0,167
Ventanas	Con vidrio simple, repartido	5,110
Piso	Revestimiento exterior de madera de Álamo de espesor 3cm, Aislación hidrófuga, poliestireno expandido de 5cm,	0,460

	revestimiento interior de madera de álamo de 3cm.	
--	---	--

Valores energéticos

Coefficiente volumétrico de pérdidas de calor:

Según el estudio realizado en el proyecto bioclimático y utilizando la norma IRAM 11604 se obtiene el coeficiente volumétrico de pérdidas de calor $G_{cal} = 1,2805 \text{ W/m}^3\text{°K}$ el cual es menor al admisible que resulta según la norma de $G_{adm} = 1,77 \text{ W/m}^3\text{°K}$, por lo tanto cumple con la misma. Aquí debemos aclarar que estos valores difirieren del proyecto original dado que se debieron adaptar a los valores que determina la norma IRAM 11603:1996 para Buenos Aires para poder hacer la comparación, ya que estos son los valores que tiene en su archivo climático el simulador.

Demanda de energía térmica anual corregida

Los valores obtenido de demanda térmica anual es de $Q = 28220,5 \text{ MJ}$.

Por otro lado también en este diseño se calculo el aporte de un invernáculo adosado a la vivienda el cual arroja un valor de $Q = 21834,5 \text{ MJ}$, como aporte de energía auxiliar anual de calefacción.

Calificación Energética

Calificación de eficiencia energética de calefacción para edificios mediante la norma IRAM 11900:2009 es de $\tau_m = 1,85$ esto implica Categoría C

APLICACIÓN DEL PROGRAMA EQUSET, SIMULACIÓN DE CONSUMOS

Para lo cual se adopto en el simulador una eficiencia del equipo de 100%, con lo cual se supone que toda la energía se usa para calefaccionar la casa y no hay pérdidas en el sistema.

Modelización de la envolvente del edificio.

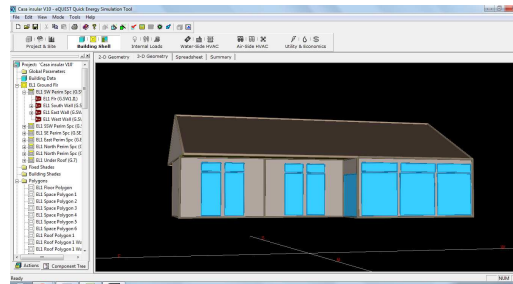


Figura 3: Vista lado norte

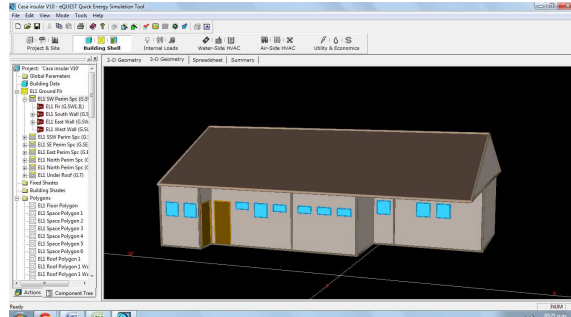


Figura 4 Vista lado sur

Introducción de datos en el equest

Con la información de las características constructivas de las paredes, techos, pisos, ventanas, puertas, cargada en el simulador se obtuvieron los siguientes parámetros de coeficiente de transferencia de calor, los mismos incluyen los coeficientes superficiales exterior e interior.

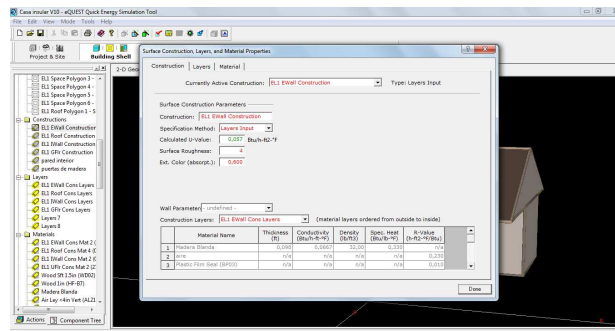


Figura 5. Ventana del eQuest del Coeficiente global de transferencia de calor del componente

Componentes y transmitancias de la casa base

Componente	Transmitancia "K" [W/m ² ·K]
Pared	0,323
Techo	0,176
Piso	0,465
Ventanas	5,110
Puertas	2,225

Ventanas: En este caso el simulador nos permite agregar los efectos del marco, con lo cual la transmitancia en el centro del vidrio es de $K=5,695 \text{ W/m}^2\text{K}$ y de uno de los marcos de aluminio de $K=2,180 \text{ W/m}^2\text{K}$, por ejemplo. Al compáralos con los de la casa CBR, las diferencias no son apreciables, con lo cual se adoptan como adecuados para el cálculo de los valores energéticos de la casa CBR, mediante el software.

Valores energéticos

Demanda térmica anual obtenida por el simulador	MJ
Cocina-Comedor	14183,42
Habitación interior	4005,83
Habitación al este	5667,46
Baño	2398,01
Lavadero	2809,46
Total	29064,18
Invernáculo	12763,39

Este valor se aproxima al valor calculado por la norma IRAM 11604.

ANÁLISIS DE MEJORA DE LA ENVOLVENTE

Componentes y transmitancias de la casa mejorada

Componente	Descripción	Transmitancia "K" [$\text{W/m}^2\text{K}$]
Pared	Revestimiento exterior de madera de Álamo de espesor 3cm, cámara de aire, Aislación hidrófuga, poliuretano de 7,5cm, barrera de vapor, revestimiento interior de madera álamo de 3cm.	0,238
Techo	Cubierta de chapa metálica, cámara de aire >de 50mm; aislación hidrófuga,	0,102

	poliuretano de 15cm; barrera de vapor de 1,5cm; revestimiento interior de madera de álamo de 3cm.	
Ventanas	Con vidrio doble (Dbl Clear Low Iron 3mm/6mm Air)	2,952
Piso	Revestimiento exterior de madera de Álamo de espesor 3cm, Aislación hidrófuga, poliuretano 5cm, revestimiento interior de madera de álamo de 3cm.	0,244

Nota: Con estrategias en la envolvente únicamente.

Valores energéticos luego de aplicar las estrategias de mejora

Demanda térmica anual obtenida por el simulador luego de la mejora.

Demanda térmica anual obtenida por el simulador	MJ	Base	%
Cocina-Comedor	12979,66	14183,42	8,5
Habitación interior	2803,13	4005,83	30,00
Habitación al este	4029,04	5667,46	28,9
Baño	1872,62	2398,01	21,9
Lavadero	2248,20	2809,46	20
Total	23932,65	29064,18	17,7
Invernáculo	9060,34		

Calificación Energética

Calificación de eficiencia energética de calefacción para edificios mediante la norma IRAM 11900:2009 luego de aplicar la mejora a la envolvente $\tau_m = 1,26$ esto implica Categoría B

Análisis particular del invernáculo

Para poder simular los efectos del invernáculo sobre la casa se lo considero como una zona externa y además, si bien en el diseño bioclimático la cantidad de energía es suficiente para calefaccionar parte de la casa, no está considerado como hacer llegar esa energía y en qué tiempo estaría disponible. El simulador nos permite hacer esa consideración y ajustar realmente cual es la energía potencial a ser utilizada y en qué momentos.

La fig. 6 nos muestra en las curvas de mayor amplitud, en sus valores positivos, la ganancia de calor en el invernadero, durante invierno y en los valores negativos lo que se pierde por el mismo, en las horas de ausencia de sol, considerando el frente vidriado al norte, exclusivamente. La curva de menor amplitud, es el mismo ambiente, pero cubriendo el frente vidriado. Se puede apreciar sensiblemente que la pérdida de calor es menor. Por lo tanto podemos decir, en principio para evitar las pérdidas de calor que se dan en las horas sin sol, cubrir el frente vidriado y así poder preservar el calor ganado durante las horas diurnas con sol. Esta lógica apreciación, se manifiesta en la simulación, pero viendo los valores aprovechables. Asimismo se puede apreciar en un día típico de invierno y un día típico de verano, apreciando además la modificación teniendo en cuenta ocupado y desocupado.

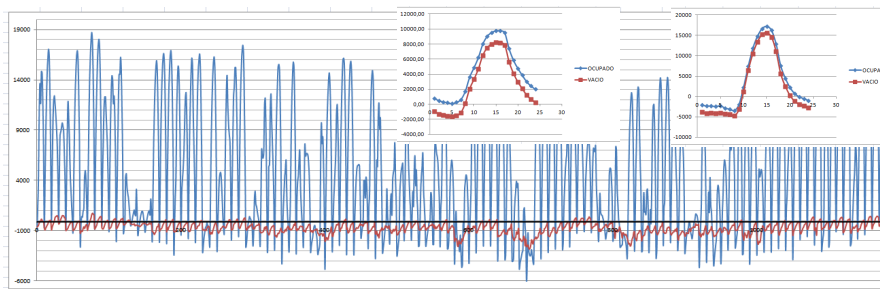


Fig. 6 – Gráfico obtenido del software que compara las ganancias de calor con frente vidriado y con frente cubierto, en el invernadero.

DETERMINACION DEL CONSUMO ENERGÉTICO CON LA CASA HABITADA

Aplicación de los equipos necesarios para su suministro.

Para el abastecimiento térmico, se utilizo un equipo de quemado de combustible de madera, para el simulador es un (Furnace) y un ventilador para homogenizar la circulación de aire caliente en el interior de las habitaciones. Para los consumos eléctricos necesarios ejemplo los ventiladores (Fan) se utilizo un sistema solar fotovoltaico.

Aplicación de las cargas

Se aplicaron las supuestas cargas que existirán en la casa según en siguiente detalle: Personas: 2 mayores y 2 menores , con los horarios estimados de su permanencia en la casa, es decir 4 personas de las 20 a la 6 , 1 mayor de las 6 a las 12 de 14 a 18 y 3 personas de 14 a 20 hs. Iluminación: lámparas de bajo consumo en : 1 en baño y lavadero 9W= 18W, 1 de 13 W en cada habitación = 26W; 1 de 18W en cocina y 2 de 13W en comedor.

Teniendo en cuenta las mejoras aplicadas a la envolvente y la influencia del

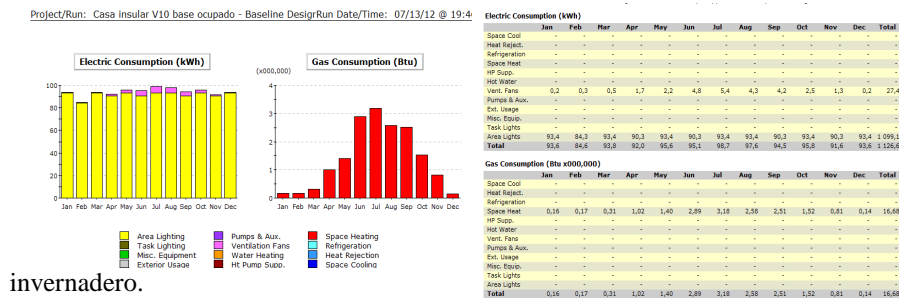


Fig.7. Informe energético resultante de la casa bioclimática de referencia ó base.

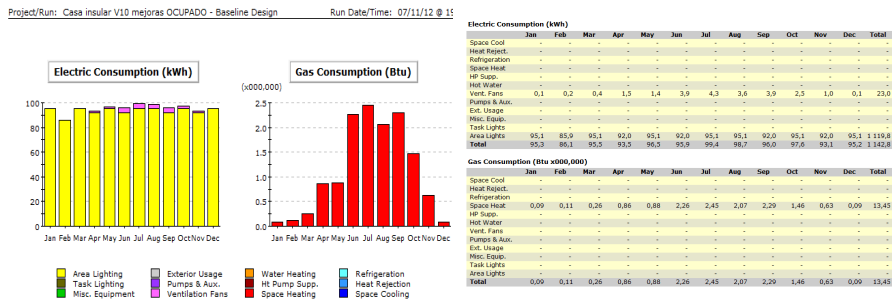


Fig.8. Informe energético resultante de la casa bioclimática con las estrategias aplicadas.

Cuadro comparativo de consumos energéticos. Anuales

		Base	Mejorado
Eléctrico (Kwh)	Ventilador	27,4	23,0
Térmico(BTU x000.000)	Calefacción	16,68	13,45

CONCLUSIÓN

Lo que se comprueba es que la simulación permite obtener valores más cercanos a la realidad debido a la posibilidad de trabajar con variables dinámicas y ajustar de esa manera las necesidades energéticas de la vivienda, sin caer en el sobredimensionamiento.

El análisis del comportamiento del invernáculo de una manera más racional, determinando los verdaderos picos de ganancia de calor, pudiendo orientar esa energía al resto de los ambientes, mediante por ejemplo el uso de extractores, teniendo la precaución de obstaculizar la pérdida durante las horas sin sol. Teniendo en cuenta que con el simulador es posible representar el efecto de obstaculizar las aberturas. Pudimos observar además que al aplicarle la norma IRAM 11900:2009 de calificación energética, en ambos estados se obtuvo una mejora desde la categoría C a la categoría B, lo cual se ve reflejado en los consumos energéticos. Por parte del consumo de energía térmica la reducción es del orden del 19 % y por parte de la energía eléctrica la reducción es del orden del 16 %.

REFERENCIAS

- 1- Marincic, I. Respuestas térmicas dinámicas en edificios. Tesis doctoral. <http://hdl.handle.net/10803/6118>. (1999)
- 2- Lo Scudato V.M. Optimización del diseño de la envolvente. Diminuir la Demanda energética en una vivienda en el delta de Zarate. Monografía realizada en el Curso de Actualización en "Diseño Bioambiental"- Escuela de Posgrado –FADU-UBA , 1997.
- 3- Norma IRAM 11604:2004. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites.(en revisión)
- 4- Norma IRAM 11605:1996. Aislamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos admisibles de Transmitancia Térmica "K" (como máximo los valores correspondientes a Nivel B).
- 5- Norma IRAM 11601:2002. Aislamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de los materiales para la construcción. Método de cálculo de la resistencia térmica total.
- 6- Norma IRAM 11603:1996. Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la Republica Argentina.
- 7- DOE-2 (1982). Engineers Manual Versión 2.1.A. United States Department of Energy. L.Berkeley Laboratory, Los Alamos National Laboratory.
- 8- Norma IRAM 11900:2009 Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente.
- 9- Norma IRAM 11625:2000. Aislamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en paños centrales.