

FACTIBILIDAD TÉCNICA - ECONOMICA DE MEJORAS DEL COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO DE VIVIENDAS

H. Girini¹, R. Navas², R. Romarion³, M. Girini⁴.
Centro para la Investigación de la Construcción Tradicional (CIRCOT)
Facultad de Ingeniería - CP5400 -San Juan
Av. Libertador 1109 oeste
TEL. 02644211700. Fax 02644200289. e-mail: circot@unsj.edu.ar
Universidad Nacional de San Juan
República Argentina

RESUMEN: El principal objetivo del estudio es: Determinar el comportamiento higrotérmico de viviendas de barrios de interés social, en invierno y verano y realizar pequeños cambios de diseño que signifiquen mejoras del comportamiento y de la eficiencia energética y evaluarlos técnica y económicamente. Para esto último se uso el índice beneficio / costo.

Marco: Convenio entre el CIRCOT y Empresa Constructora local, en un barrio financiado por el Instituto Provincial de la Vivienda de San Juan

Metodología: Basado en desarrollos de programas informáticos propios en régimen variado, que permiten la simulación higrotérmica semanal, mensual y anual del clima con la determinación de los diferentes flujos de calor a que está sometido un ambiente tanto en invierno como en verano.

Resultados: Se pueden conseguir mejoras significativas en la eficiencia energética de viviendas, con índices económicos favorables y bajas inversiones iniciales.

Palabras claves: Viviendas, Confort, Simulación, Diagnostico, Eficiencia, Energía

INTRODUCCIÓN

Si bien el proyecto tiene como suficiente justificativo el marco de las ciencias Bioclimáticas con la crisis energética y la crisis ambiental como bases, surge posteriormente a un estudio desarrollado en el mismo Instituto referente a Calidad de Diseño de Viviendas de Interés Social, en donde quedo demostrado que el tema higrotérmico ocupaba un lugar importante en la problemática de habitabilidad

Nace así la idea de desarrollar la herramienta principal que nos permitiera llevar a cabo los estudios necesarios de diagnostico y planteo de posibles soluciones a los diferentes problemas encontrados. Asimismo y como principal ventaja, nos daría una flexibilidad y adaptabilidad a diferentes situaciones que no dispondríamos de otra manera o con otros programas.

Los programas desarrollados, realizan simulaciones del comportamiento higrotérmico de ambientes edilicios. La resolución matemática del problema físico se realiza por el método de elementos y diferencias finitas, obteniéndose como resultados la temperatura y la humedad en el interior de los ambientes y su evolución en el tiempo, además de obtener los distintos flujos horarios de calor diferenciados, tales como infiltraciones de aire, conducción, inercia térmica, radiación en elementos opacos, radiación en elementos translucidos, y aportes internos.

Todo esto toma mayor relevancia con el acrecentamiento de la crisis energética y ambiental global, y particularmente con la del país.

La bibliografía guía principal es: Duffie J.A y Beckman W.A. (1980). Solar Engineering of Thermal Processes y el Manual del Ingeniero Hutte.

El objetivo fundamental del estudio fue evaluar diferentes soluciones o mejoras en la eficiencia energética de viviendas de interés social y con la condición expresa de que estas mejoras fuesen de muy bajo costo inicial

METODOLOGÍA

Para poder lograr los objetivos señalados, se procedió en primer término a desarrollar un nuevo software de simulación climática, que se basó en los anteriormente desarrollados, y que por medio de la simulación diaria, semanal, mensual y para todo un año, determina el estado climático interior del ambiente hora a hora, los diferentes flujos de calor que intervienen en el balance térmico de las viviendas, índices de comparación, consumo mensual y anual total y diferenciado de calefacción y de refrigeración.

Se tienen en cuenta todas las variables que intervienen en el fenómeno real, incluida la humedad absoluta y relativa, la radiación solar, el efecto invernadero, conducción, infiltración, ventilación, inercia etc.

¹ Ingeniero Civil-Investigador y Profesor Titular de la UNSJ

² Ingeniero Civil y Master en Gestion de Organizaciones-Investigador y Profesor Titular de la UNSJ

³ Ingeniero Civil y Master en gestion de Finanzas-Investigador y Profesor Adjunto de la UNSJ

⁴ Alumno de la Facultad de Ingeniería de la UNSJ

Los datos particulares a introducir son las características técnicas y geométricas de las viviendas, y el clima de diseño anual. En cuanto a estas características es necesario conocer de las viviendas, materiales, espesores, superficies, orientaciones, etc, que son procesadas con una base de datos que contiene todas las características higrotérmicas de la mayoría los materiales de construcción.

En cuanto al clima de diseño, debemos contar con datos anuales de temperatura, humedad relativa y absoluta, velocidad y dirección de vientos, radiación solar, etc. Estos datos se obtuvieron del INTA San Juan

En un barrio característico financiado por el IPV, se seleccionó una casa típica, y se le realizó el estudio higrotérmico para obtener un diagnóstico. Posteriormente y en base a este, se diseñan diferentes tipos de mejoras y se las evalúa técnica y económicamente.

El condicionamiento principal de estos cambios o mejoras fue que tuvieran el menor costo inicial posible dadas las directivas de los organismos de Ciencia y Técnica (menor del 5%), y por supuesto del mismo IPV provincial. Al respecto este último da como conveniente costo inicial cero, por motivos de necesidad habitacional.

Las viviendas son de dos dormitorios y apareadas, de construcción tradicional, con muros de ladrillón sin revocar y sin pintar, losas de hormigón armado de 10cm, con cubiertas compuestas de 5cm de aislación térmica de pomeca seca, carpeta y aislación de membrana de aluminio, carpintería metálica, ventanas chicas con vidrio de 3mm, puertas placas de madera pintadas.

Como se aprecia, se trata de diseños de alta inercia, aptos ya para la zona, que no son fáciles de mejorar en cuanto al comportamiento higrotérmico, y menos aun con bajo costo inicial.

Incluido en la evaluación técnica del comportamiento, por ejemplo, se determinan las temperaturas interiores de las viviendas básicas en sus dos orientaciones, frente al norte o al este

Se comprueba, como era de esperar, que ante ausencia de calefacción y refrigeración la temperatura interior en algunos días de la semana de estudio, se alejan de las temperaturas de confort.

Por aplicación del programa de simulación dinámica anual, y suponiendo condiciones internas dentro de la zona de confort, se determinan para las viviendas básicas, los valores de energías diferenciados y totales que permiten evaluar el comportamiento higrotérmico general y particular de cada una, así como realizar a posterior la correspondiente evaluación económica.

Se obtiene así los valores horarios de flujos de calor diferenciados, más importantes, que son:

- Flujo de calor aportado por refrigeración o calefacción
- Flujo de calor aportado por infiltraciones de aire o convección
- Flujo de calor aportado por efecto invernadero.
- Flujo de calor aportado por radiación solar absorbida en elementos opacos externos.
- Flujo de calor aportado por conducción pura.
- Flujo de calor aportado por inercia térmica.

Finalmente, por integración, se obtienen las energías mensuales transmitidas al aire interior diferenciadas según el siguiente cuadro:

- Energías por conducción e Inercia
- Energías por infiltraciones de aire o convección
- Energías por radiación solar en cerramientos transparentes y opacos.
- Energías por refrigeración
- Energías por calefacción

Posteriormente se plantean y diseñan las mejoras y se las evalúa económicamente.

Para esto, se analizan parámetros o índices de evaluación económica, seleccionándose la relación beneficio - costo como uno de los más indicado y conveniente para este tipo de estudio

Se considera como beneficio, el beneficio anual que representa el ahorro de la correspondiente energía sustituida, y como costo, la amortización anual correspondiente de la mejora planteada y su mantenimiento.

Para mayor generalidad se considera energía eléctrica para refrigeración y gas natural para calefacción.

Viviendas estudiadas

- Casa Básica orientación Norte
- Casa Básica orientación Este

Para ambas, las variantes y mejoras propuestas son:

- M1 Revoque aislante en muros.
- M2 Pintura color claro en muros.
- M3 Mayor aislación de techos
- M4 Mejora de la aislación y protección de ventanas
- M5 Protección de la radiación solar por sombra
- M6 Tamaño de ventanas
- M7 Combinaciones

Las condiciones interiores se consideran dentro de la zona de confort comprendida entre los 18 y 25 grados Celsius. A todas estas variantes y mejoras se las evalúa técnica y económicamente. A continuación se exponen algunos resultados obtenidos al presente:

RESULTADOS

Algunos resultados nos muestran, por ejemplo, las energías anuales transmitidas al aire interior:

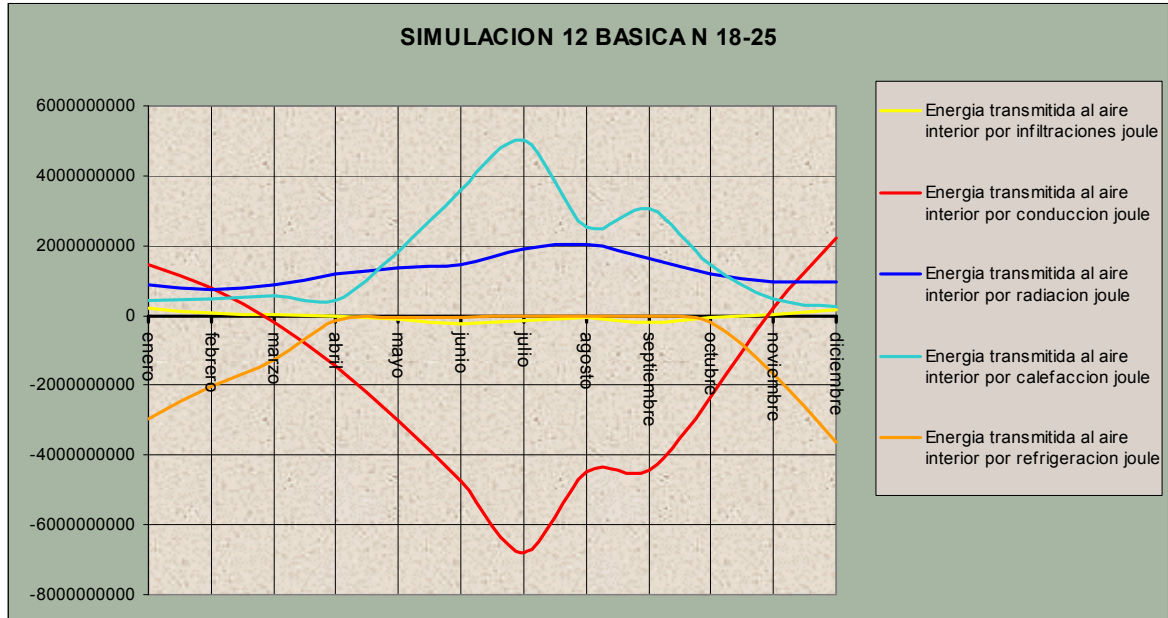


Fig. 1. Gráfico de Energías anuales transmitidas al aire interior

Otros resultados nos dan la energía anual transmitida al aire interior en invierno y en verano

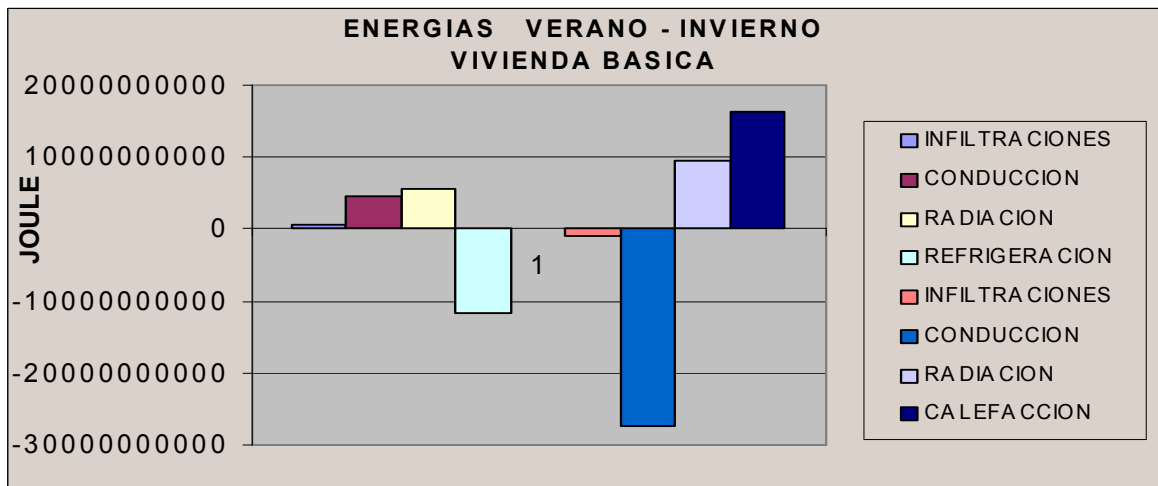


Fig. 2. Energías anuales para verano e invierno en vivienda básica.

Algunas planillas con valores generales del cálculo:

Duracion del intervalo	dias	366
Temperatura exterior media anual	°C	18,26
Temperatura interior media anual	°C	21,74
Diferencia de temperaturas (Te - Ti) media anual	°C	-3,48
Humedad relativa exterior media anual	%	59,96%
Humedad relativa interior media anual	%	46,45%
Humedad absoluta exterior media anual	g/m3	9,58
Humedad absoluta interior media anual	g/m3	9,35
Velocidad del viento media anual en la estacion	km/h	5,17
Velocidad del viento media anual en el proyecto	km/h	3,70
Numero de renovaciones horarias media anual	ren/hora	0,26
Irradiacion anual sobre 1m2 de sup. Horizontal	joule/m2	6725106562
Energia anual transmitida al aire interior por infiltraciones	joule	-392911209
Energia anual transmitida al aire interior por conduccion	joule	-18068183818
Energia anual transmitida al aire interior por radiacion	joule	17049024049
Energia anual transmitida al aire interior por calefaccion	joule	12549907425
Energia anual transmitida al aire interior por refrigeracion	joule	-11195452117
Energia anual transmitida al aire interior por aportes internos	joule	0
Energia neta transmitida al aire interior	joule	-57615670
Irradiancia media anual	w/m2	213
Flujo medio anual transmitido al aire interior por infiltraciones de	w	-12
Flujo medio anual transmitido al aire interior por conduccion	w	-571
Flujo medio anual transmitido al aire interior por radiacion	w	539
Flujo medio anual transmitido al aire interior por calefaccion	w	397
Flujo medio anual transmitido al aire interior por refrigeracion	w	-354
Flujo medio anual transmitido al aire interior por aportes internos	w	0

Fig. 3. Ejemplo de planilla que usa y brinda el programa informático.

COMPARACIÓN DE MEJORAS

TIPOLOGIA	TIPO DE MEJORA	Ahorro Energético %	Sobrecosto Inicial %	CUOTA AMORT. \$/Año	BENEFICIO \$/Año	RELACION B/C
Básica al N	Construida					
M1-N-18-25	Revoque aislante	11	2	61.58	64.21	1.04
M2-N-18-25	Color claro en muros	14	1	36.95	83.7	2.26
M3-N-18-25	Losa aislada 10cm	5	1	32.2	31.05	0.96
M4-N-18-25	M1+M2+M3+V aisl.	37	4.8	148.4	222.26	1.50
M5-N-18-25	M4 + Protec. Losa	42	5.5	180.6	250.59	1.39
M6-N-18-25	M5 + Protec. Vent.	55	6.5	203.28	327.88	1.61

Fig. 4. Tabla comparativa de resultados de factibilidad económica de las mejoras

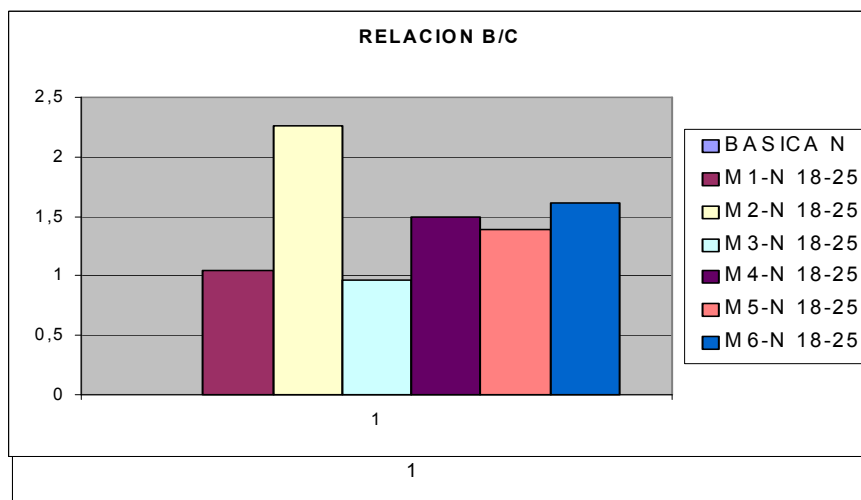


Fig. 6. Grafico de consumos relativos y gráfico comparativo de relaciones Beneficio - Costo

CONCLUSIONES

Consideramos haber logrado con estas herramientas informáticas una buena metodología para medir el comportamiento y la factibilidad de variantes de diseño para mejoras de la eficiencia energética de viviendas.

En el caso especial de la Provincia de San Juan, y para la zona del gran San Juan, comprobamos que el solo pintado con tonos claros en muros representaría un beneficio notorio, con relativo bajo costo inicial

REFERENCIAS

- Duffie J.A y Beckmam W.A. (1980). Solar Engineering of Thermal Processes, 2° edición, capítulos 1-5
- Hütte (1965). Manual del Ingeniero, 3° edición española, Cáp. III Termología.
- Héctor Girini – 2004-Ingeniería Bioclimática - Aplicación al Diseño y Construcción de Edificios- – EFU – UNSJ.
- IRAM-Instituto Argentino de Normalización. Normas: IRAM 11604 (2001), IRAM 11601 (1996)

ABSTRACT

Applying software of higrotérmicas atmosphere simulation, one looks for to evaluate technique and economically different changes from design that produce improvements of the higrotérmicos behavior of houses of social interest, allowing to select the most advisable changes.

The objectives of the study were:

To determine the higrotérmico behavior of houses of districts of social interest, in winter and summer.

To make small changes of design that mean improvements of the behavior and the power efficiency and to evaluate them technically and economically

For this last use the index benefit/cost.

Methodology: Based on developments of own programs computer science in varied regime, that allow the weekly higrotérmica simulation, monthly and annual of the climate with the determination of the different heat flows from that an atmosphere as much in winter as in summer is put under

Results: Significant improvements in the power efficiency of houses can be obtained, with favorable economic indices and low initial investments.

Key words: Houses, Comfort, Simulation, I diagnose, Efficiency, Energy