



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

REFUNCIONALIZACION ENERGETICA DE UNA VIVIENDA DE DISEÑO CONVENCIONAL A TRAVES DE LA SIMULACION TERMICA

Filippín C.¹ y Flores Larsen S.¹⁻²

¹ CONICET² – Spinetto 785, Santa Rosa, 6300 (La Pampa) Argentina, Tel./Fax: 54-952-434222,
Email: cfilippin@cpenet.com.ar

² INENCO - Instituto de Investigaciones en Energías No Convencionales – U.N.Sa. – CONICET
Avda. Bolivia 5150 – CP 4400 – Salta Capital - Argentina
Tel. 0387-4255424 – Fax 0387-4255489 - E-mail: seflores@unsa.edu.ar

RESUMEN: En el presente trabajo se describe la tecnología y el comportamiento térmico y energético de una vivienda convencional, localizada en la ciudad de Santa Rosa, provincia de La Pampa (Argentina) en un clima templado frío. La vivienda se ubica en un entorno abierto de baja densidad de edificación (latitud: 36°57'; longitud: 64°27' y altura sobre el nivel del mar: 189 m). Se analizan los resultados del monitoreo térmico y energético realizado durante el invierno del 2003 (4 de junio al 3 de julio). Los resultados muestran que el mayor consumo de gas natural diario fue entre las 20h y 8h; la calefacción de la vivienda absorbe el mayor porcentaje del consumo (85% del total). Se muestra la simulación térmica en condiciones reales de uso realizada con *SIMEDIF para Windows*, con un ajuste entre datos medidos y simulados del orden de 0.5°C. A partir del ajuste se simula, para el mismo periodo invernal, el comportamiento térmico de la misma vivienda sin ganancias internas, con una envolvente mejorada térmicamente y con mayor superficie de ganancia directa. El incremento de la resistencia térmica y del área de ganancia directa permitiría aumentar en 4.6°C la temperatura media interior de la vivienda (temperatura media exterior: 10.1°C), lo cual se reflejaría en un ahorro de alrededor del 70 % del consumo de gas para calefacción.

Palabras clave: Edificios bioclimáticos, Acondicionamiento pasivo, Climatización natural, Simulación térmica.

1. INTRODUCCION

Trabajos anteriores han permitido analizar la relación existente entre el consumo de energía y las características tecnológicas de la envolvente de los edificios. A través del análisis se observó que una vivienda unifamiliar solar en un clima templado frío (1545 Grados-día, base 18°C) con un Coeficiente Volumétrico de Pérdidas (G) de 1.34 W/m³°C consume, para acondicionar la vivienda en invierno, alrededor de 0.06 m³/m² y 5.4m³/persona de gas natural por día (temperatura interior promedio: 20.1°C; temperatura exterior promedio: 8.3°C) (Filippín, 2005). También se ha analizado el ahorro de energía convencional en edificios solares, residenciales y no residenciales, en climas templado frío y cálido, manteniendo las condiciones de bienestar de los usuarios (Filippín y Beascochea, 2004). En Este marco son objetivos del presente trabajo: a) analizar el comportamiento térmico y energético de una vivienda de diseño y tecnología convencional, en condiciones reales de uso, durante un período del invierno de 2003; b) obtener un modelo térmico del edificio a través del ajuste de los datos medidos mediante *SIMEDIF para Windows*, y c) utilizar el modelo obtenido para simular el comportamiento térmico de la misma vivienda, en condiciones meteorológicas similares, pero con una envolvente de mayor resistencia térmica y con un aumento del área de ganancia directa.

La vivienda que se analiza se localiza en la ciudad de Santa Rosa, provincia de La Pampa, en un clima templado frío, región IVc de la Norma IRAM 11603 (1996). En la Tabla 1 se observan datos climáticos de la localidad. La Figura 1 muestra la planta y el corte de la vivienda, mientras que en la Tabla 2 se observan algunos indicadores dimensionales y morfológicos de la misma. Se destacan su

¹ Investigadora de CONICET

² CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

escasa compacidad ($I_c=20\%$) y su alto Factor de exposición: 1 (Czajkowski y Gómez, 1994), que influirán negativamente en el confort térmico y en el consumo energético. La envolvente vertical, de una sola capa y sin aislación térmica, es de ladrillo macizo de 0.18m de espesor (con junta bolseada al exterior y revoque común a la cal en el interior). La envolvente horizontal está conformada por dos capas: estructura resistente de losa cerámica y contrapiso de pendiente de hormigón pobre. La Tabla 3 sintetiza los valores de resistencia térmica de la envolvente. El estar-comedor, la cocina, el dormitorio y el baño tienen ganancia directa solar al Norte, el estar-comedor tiene además, un área transparente al Este. El área colectora total corresponde a un 12% del área útil de la vivienda. Las características morfológicas, tecnológicas y termofísicas definen un Coeficiente Volumétrico de Pérdidas (G) de 4.1 W/m³°C, que supera ampliamente las recomendaciones de la Norma IRAM 11604 (2001) que sugiere un valor de 2.6 W/m³°C para 1545 grados-día ($T_{base}=18^{\circ}\text{C}$) y para un volumen del edificio de 127.2 m³. En el paso de la vivienda se colocó un calefactor de 4000 Kcal/h para acondicionar toda la superficie.

Tabla 1: Variables climáticas (Latitud: 36°57'; longitud: 64°27' altura sobre el nivel del mar: 189 m). Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.



Figura 1: Localización de Santa Rosa en la provincia de La Pampa, Argentina

Valores anuales	Temperatura media máxima	23.4°C
	Temperatura media mínima	8.1°C
	Temperatura media	15.5°C
	Radiación solar media anual sobre superficie horizontal	16.3 MJ/m ²
	Humedad relativa	68%
Temperatura mínima media de julio		1.4 °C
Temperatura media de julio		7.6 °C
Temperatura máxima media de julio		15.1 °C
Amplitud térmica de invierno		13.7 °C
Velocidad media del viento en invierno		10 km/h
Radiación solar media julio sobre superficie horizontal		8.1 MJ/m ²
Temperatura máxima media de enero		31.9 °C
Temperatura media de enero		23.8 °C
Temperatura mínima media de enero		15 °C
Amplitud térmica de verano		16.9 °C
Velocidad media del viento en verano		14 km/h
Radiación solar media enero sobre superficie horizontal		24.0 MJ/m ²
Grados-día de calefacción base 18°C		1545
Grados-día de enfriamiento base 23°C		128



Figura. 1: Planta, corte y vista de la vivienda (1. Estar-comedor, 2. Cocina, 3. Dormitorio, 4. Baño).

Tabla 2: Indicadores dimensionales y morfológicos de la vivienda.

Perímetro (m)	Area (m ²)	Volumen (m ³)	Area de Envolvente (m ²)		I _c	F _f	F _e	Co _{proyecto} ⁴
			Vertical	Horizontal				
39.2	48.9	127.2	101	48.9	0.21	1.18	1.33	0.33

I_c: Índice de compacidad (Mascaró, 1983); F_f: Factor de forma; F_e: Factor de exposición³ (Czajkowski y Gómez, 1994).

³ Factor de exposición: Relación entre el área expuesta al medio y el área de la envolvente (sin piso)

⁴ Co proyecto: Relación entre área habitable y área envolvente

Tabla 3: Indicadores termofísicos y energéticos de la vivienda.

Resistencia térmica 'R' ($\text{m}^2\text{°C/W}$)				Coeficiente volumétrico de pérdidas 'G' ($\text{W/m}^3\text{°C}$) ⁵
Envolvente		Fundaciones	Puertas	
Vertical	Horizontal			
0.40	0.67	1	0.22	4.1

Durante el período comprendido entre el 4 de junio y el 3 de julio de 2003 se realizó el monitoreo térmico y energético. A través de lectura tri - diaria del medidor de gas se observó que el consumo de energía en calefacción fue de 10m^3 (calefactor a máxima potencia) que corresponde a $0.2\text{m}^3/\text{m}^2$ de superficie útil y $10.4\text{m}^3/\text{persona}$, valores muy superiores al de una vivienda solar en la misma localización geográfica y para el mismo período, en que la temperatura promedio exterior estuvo alrededor de 10.1°C (Filippín, 2005).

2. MONITOREO TERMICO

El período de monitoreo se extendió desde el 4 de junio al 3 de julio de 2003. Cada 15 minutos se midió la temperatura del aire en cada local y en el exterior con sensores tipo HOBO. Los datos de radiación solar corresponden a las mediciones realizadas por la Estación Experimental del INTA–Anguil, ubicada a 30 km de la ciudad de Santa Rosa. Se seleccionó un periodo de 15 días para mostrar los resultados del monitoreo, desde el 4 al 18 de junio. La Figura 2 muestra las condiciones climáticas de dicho período con una alternancia de días con cielo claro y cielo cubierto y semi-cubierto. La irradiancia solar sobre superficie horizontal alcanzó valores máximos entre 500 y 600 W/m^2 . La primera semana (4 al 10 de junio) tuvo temperaturas más bajas, con mínimas por debajo de 0°C y máximas entre 10 y 15°C . Los días restantes fueron más benignos con temperaturas mínimas alrededor de 5°C y máximas entre 15 y 20°C .

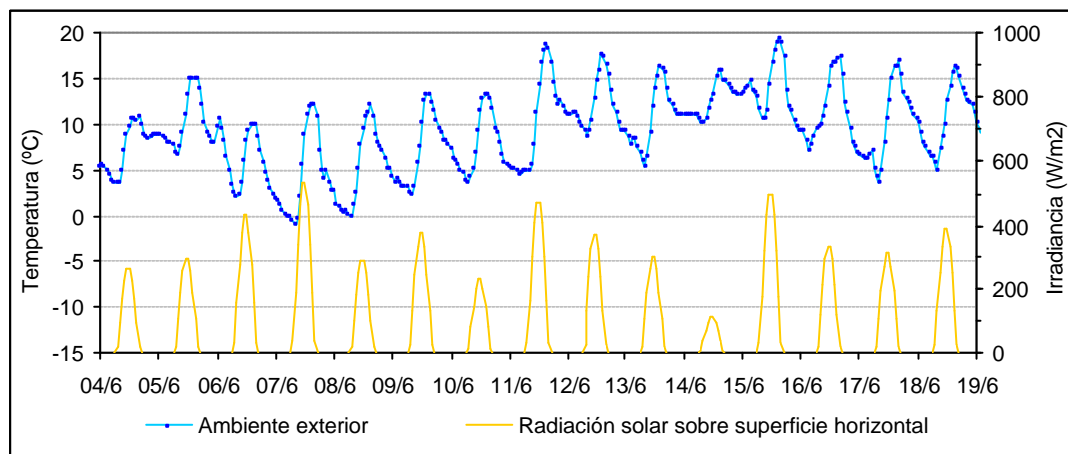


Figura. 2: Condiciones climáticas del período (4 al 18 de junio de 2003)

Para estas condiciones climáticas en la Figura 3 se observa el comportamiento térmico de cada área funcional. Como es de esperar, las mayores temperaturas se observaron en el paso (24.5°C) debido al uso del calefactor. En los primeros días del monitoreo se suplementó la calefacción con el encendido de una estufa de gas a garrafa y con el encendido del horno de la cocina y las hornallas (entre las 15 y 22h aproximadamente). Es por esta razón que se observaron picos de temperatura en la cocina durante las horas diurnas, mientras que el marcado descenso de temperatura durante la noche se debió al apagado del horno y al cierre, en algunos días, de la puerta que conecta la cocina con el paso. Exceptuando la cocina, que presenta estos grandes saltos térmicos entre el día y la noche, la amplitud

⁵ Coeficiente volumétrico de pérdidas: Es la energía térmica que pierde un local calefaccionado por unidad de volumen, unidad de tiempo y unidad de diferencia de temperatura, en régimen estacionario, que deberá suplirse con aportes de calor (calor o calefacción) para mantener constante la temperatura interna del local.

diaria de temperatura en el resto de la vivienda oscila entre 3°C y 5°C, lo cual se encuentra dentro de los límites sugeridos por las normas de confort. Con el uso intensivo de calefacción (calefactor del paso, estufa a garrafa y encendido del horno), la temperatura promedio de la vivienda rondó los 20.5°C, con una temperatura promedio exterior de 9.4°C. Las temperaturas promedio en cada uno de los locales se encuentran detalladas en la Tabla 4.

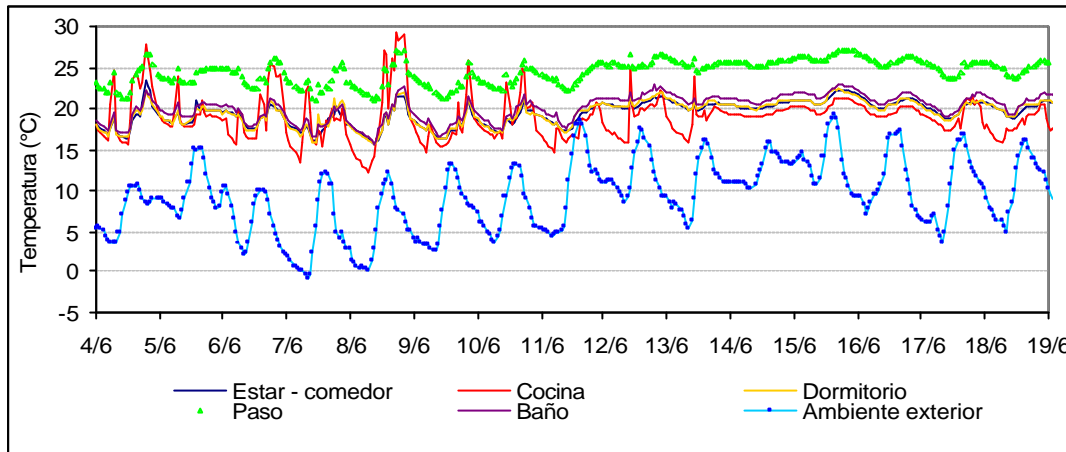


Figura. 3: Comportamiento térmico de cada área funcional en el período de monitoreo (4 al 18 de junio de 2003).

Tabla 4: Temperaturas medias de cada área funcional en el período de monitoreo

Local	Temperatura media del período (°C)
Estar-comedor	19.5
Cocina	18.9
Dormitorio	19.5
Paso	24.5
Baño	20.1
Ambiente exterior	9.4

3. MONITOREO ENERGETICO

Durante el mismo período de monitoreo térmico se realiza la lectura tri – horaria del medidor de gas (8, 16 y 20h). El consumo promedio diario es de alrededor de 12m³ para todo el período (4/06-19/06). Durante los fines de semana (casa desocupada) se mantiene el calefactor encendido con un consumo diario de 10m³, valor que indicaría que alrededor del 83% del consumo de gas corresponde a la calefacción. El mayor consumo promedio diario (y menor variabilidad) se observa entre las 20h y 8h del día siguiente mostrando con claridad que el calefactor permaneció encendido durante toda la noche (consumo promedio: alrededor de 6m³), para mantener una temperatura interior media de 17.5°C (temperatura media exterior = 3.9°C). El valor de la energía consumida durante la noche para calentar la vivienda es muy superior al medido en una vivienda solar de igual superficie útil con un Coeficiente volumétrico de pérdidas G, de 1.25 W/m³°C (2.20m³ para mantener la temperatura interior en un valor medio de 24°C) (Filippín, 2005). Durante la tarde la variabilidad en el consumo diario está definida por el encendido del horno y hornallas de la cocina para suplementar la calefacción en días muy fríos. (Ver Figura 4).

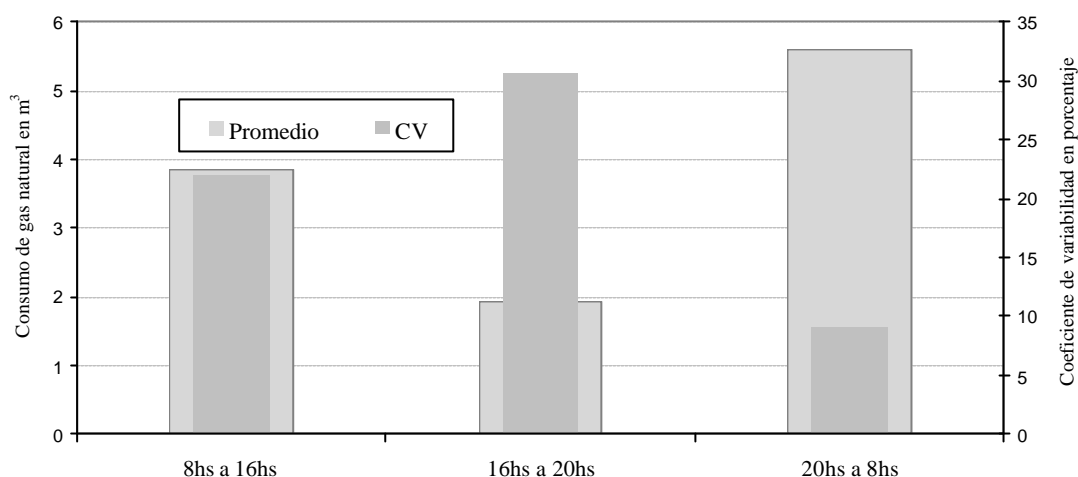


Figura. 4: Comportamiento energético promedio diario en el período de monitoreo (4 al 18 de junio de 2003)
 .(Referencias: CV= Coeficiente de variación: relación entre desviación estándar y promedio)

4. SIMULACION TERMICA

La simulación se realizó mediante el programa *SIMEDIF para Windows*, desarrollado en el INENCO (Instituto de Investigación en Energía No Convencional) como una herramienta de diseño y simulación del comportamiento térmico transitorio de edificios con acondicionamiento natural, ganancias internas variables, enfriadores evaporativos e intercambiadores de calor aire-tierra (Flores Larsen y Lesino, 2000; 2001a; 2001b). Esta versión y la anterior, también desarrollada en el INENCO (Casermeiro y Saravia, 1984), fueron empleadas por numerosos grupos de investigación para la simulación de datos medidos con muy buenos resultados que mostraron la potencialidad del programa (Caso et al., 1986; Reyes y Evans, 1993; Esteves et al., 1994; Beascochea y Filippín, 1998; Hernandez y Lesino, 2000; Filippín, 2000; Flores Larsen, Filippín y Lesino, 2001; Flores Larsen, Filippín y Lesino, 2004a y 2004b). El programa *SIMEDIF para Windows* admite hasta 50 zonas térmicas. Para describir un edificio se lo subdivide en locales (zonas que pueden considerarse isotermas) que están conectados entre sí y con el exterior mediante elementos con características térmicas bien definidas. El modelo admite el ingreso hora a hora de las ganancias internas (disipación metabólica, cocción de alimentos, calefacción auxiliar etc.), aspecto altamente favorable para simular edificios en condiciones reales de uso.

Para la vivienda estudiada, las propiedades físicas de los materiales utilizados se obtuvieron a partir de tablas (Incropera y DeWitt, 1996). Se adoptaron valores de renovaciones de aire entre 0.5 y 1.2, según el local. Para las ventanas, que no poseen postigones ni aislación nocturna, se utilizó un valor de transmitancia térmica de 4.5 W/m²°C (día y noche). Se utilizaron coeficientes convectivos interiores de 6 y 8 W/m² °C (para superficies no asoleadas y asoleadas, respectivamente) y coeficientes convectivos exteriores de 10 W/m² °C, valor obtenido a partir de la expresión (Duffie y Beckman, 1991):

$$h = 5.7 + 3.8 v$$

en donde h es el coeficiente convectivo en W/m² °C y v es la velocidad media de viento en m/s, que para el periodo en estudio fue del orden de 4.1 km/h.

Por razones de espacio se muestran sólo dos de los locales simulados: el paso y la cocina, ambos con una variación horaria importante en sus ganancias internas (Figura 5). Fue valiosa la información presentada por la usuaria en cuanto al horario de encendido del horno y las hornallas, que se utilizaron

tanto para cocción de alimentos como para suplementar la calefacción en los diez primeros días. En la Tabla 5 se encuentran detallados los valores de ganancias internas utilizados, de acuerdo al origen de las mismas. En el caso del calefactor ubicado en el paso, se utilizó un 80% de la potencia máxima del mismo, considerando que el 20% restante corresponden a pérdidas por el conducto de ventilación. Para lograr el ajuste entre datos medidos y simulados, durante ciertas horas y durante algunos días, se debió bajar la carga por el descenso de la eficiencia del calefactor que estaría asociado a las mayores velocidades del viento exterior y mayor succión de calor a través del conducto de ventilación.

Una vez obtenido el modelo de la vivienda y validado mediante el ajuste de la simulación con los datos experimentales, es posible realizar cambios tecnológicos y morfológicos en la misma, para analizar de forma confiable el impacto en la temperatura interior de diferentes alternativas de diseño. En primer lugar, se simuló la misma vivienda bajo iguales condiciones climáticas, pero ahora sin el aporte de ganancias internas, a fin de determinar el comportamiento térmico sin el aporte energético según hábitos y costumbres de sus ocupantes. El análisis de los resultados indicó que la temperatura media de la misma descendió de 20.5°C a 13.5°C. Estos 7°C de diferencia corresponden al aporte del calefactor, horno, disipación metabólica, etc. El comportamiento térmico horario de la vivienda sin ganancias internas se puede analizar en la Figura 5, en la que se graficó la temperatura media de toda la vivienda, obtenida a partir del promedio (hora por hora) de las temperaturas de cada uno de los locales.

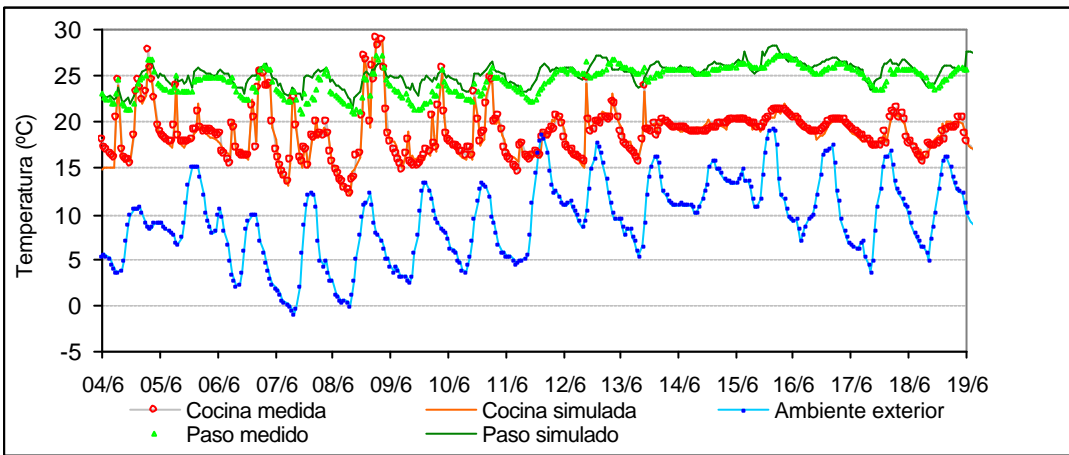


Figura.5: Datos medidos y simulados de dos áreas funcionales (cocina y paso) para el período de monitoreo.

Tabla 5: Ganancias internas promedio diarias según su origen, por persona (N es el número de personas).

Origen	W(*)	MJ/día	Total
Cocción de alimentos	136	11.7	
Producción de agua caliente (N: nro. de personas)	$16N + 25 =$	3.5	
	41		
Disipación metabólica	62(*)	5.4	27.6
Aplicaciones eléctricas e iluminación: heladera (30W); televisión (27W); lavarropa (5W); luces en pequeña vivienda sin niños (13W).	75	7	

(*) Fuente: Anderson et al. (1985)

El siguiente paso consistió en mejorar la envolvente de la vivienda mediante aislación térmica en las paredes y cubiertas (0.05m y 0.075m de espesor de aislación, respectivamente) y el uso de vidrios dobles y protección externa de las áreas vidriadas (transmitancia térmica en la noche: 2.5 W/m²°C). Simulando la vivienda con estas mejoras y bajo las mismas condiciones climáticas, la temperatura promedio asciende de 13.5°C a 16.0°C. La Figura 5 muestra que, además de haber subido la temperatura media de la vivienda, se disminuyó la amplitud térmica diaria (diferencia entre temperatura máxima y mínima), efecto que incide en una mejora del confort térmico en el ambiente

interior. Un nuevo aumento de la temperatura media interior se obtiene si se incrementa el área de ganancia directa (pasando de 12 a 20% del área útil) y se aumenta el espesor de la aislación en los muros Sur y Oeste (para mejorar las condiciones térmicas del baño y el dormitorio). En Este caso, el aumento de ganancia directa incrementa la temperatura promedio hasta 18.1°C. En la Figura 6 se observa cómo al aumentar el área de ganancia directa se incrementa la fluctuación de la temperatura interior del aire en días claros de alta radiación, por lo que el tamaño de dichas áreas debe diseñarse cuidadosamente a fin de no sobrepasar los 5°C de amplitud térmica interior, que es el valor recomendado para mantener un ambiente confortable.

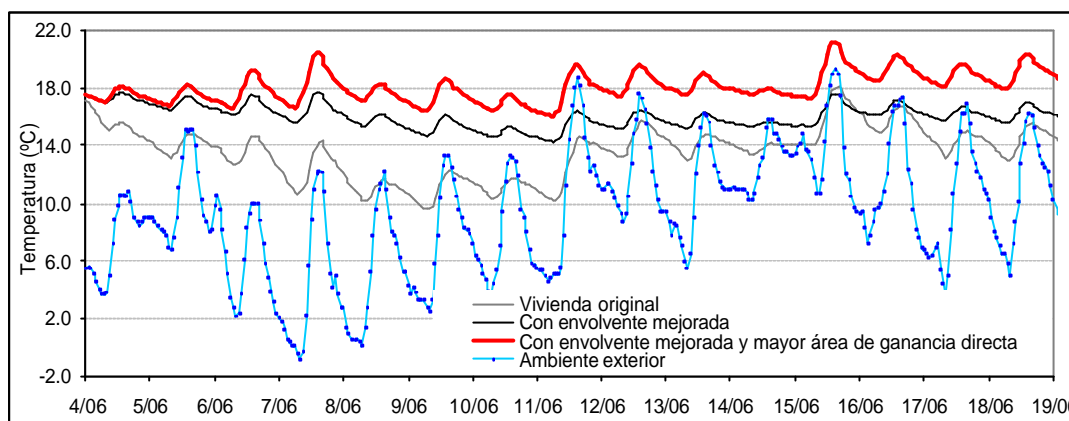


Figura. 6: Simulación de la temperatura media horaria de la vivienda original (sin ganancias internas) y mejorada, para el periodo comprendido entre el 4 y el 18 de junio.

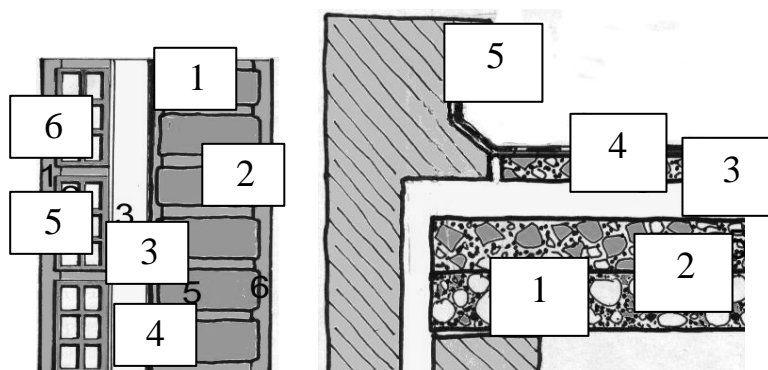
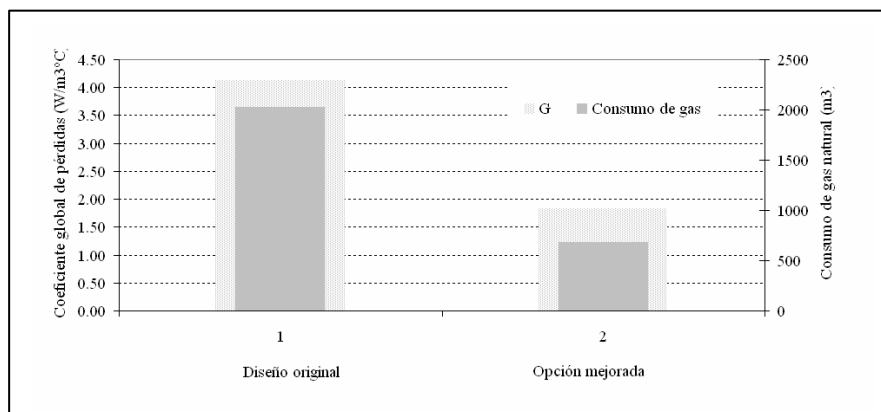


Figura.7: Reducción del Coeficiente Global de Pérdidas (G) a través del mejoramiento de la envolvente
Referencias: **Detalle constructivo opción mejorada:** Pared: 1-ladrillo macizo 2 revoque interior 3- aislación térmica 4: barrera de vapor 5-ladrillo cerámico 6-revoque exterior (en diseño original no están las capas 3, 4, 5 y 6). Techo: 1-losa cerámica 2-contrapiso de hormigón pobre 3-aislación térmica 4-segundo contrapiso 5-membrana hidrófuga (en diseño original no están las capas 3 y 4)

La Figura 7 muestra con total claridad como el mejoramiento de la envolvente significa, además de recuperar el bienestar del ambiente interior, disminuir drásticamente el consumo de energía operativa para calefaccionar la vivienda.

Desde el punto de vista económico en la Tabla 6 se incluye un análisis a Julio de 2005 del costo de la vivienda original y de la vivienda con la inclusión de las mejoras descriptas. El costo total de la envolvente se incrementa en un 63% (del orden de \$8430). El consumo energético para calefacción en la vivienda mejorada es de alrededor del 34% del consumo de la vivienda convencional. En un periodo mensual (4 de junio al 3 de julio), el consumo registrado fue de 10m^3 ($0.20\text{m}^3/\text{m}^2$). En la vivienda mejorada Este consumo hubiera sido de 3.4m^3 ($0.07\text{m}^3/\text{m}^2$). La recuperación de la inversión resultante del mejoramiento (solarización y conservación) supera los 50 años. El ahorro capitalizado a interés compuesto puede sumar un monto significativo y reducir el período de recupero. De todas formas existen incertidumbres respecto a los valores futuros de los combustibles lo que aportaría mayores elementos de justificación del mejoramiento analizado. No se debe desestimar tampoco la apreciación que tendría la vivienda con la propuesta evaluada. En Este marco, el trabajo plantea el mejoramiento, fundamentalmente desde el punto vista ambiental (reducción de las emisiones de CO_2) - no sólo se beneficia el ambiente sino la sociedad en su conjunto (Baragatti, 2004)- y energético, la disposición de reservas de petróleo y gas natural probadas y utilizadas al ritmo actual, darían un horizonte muy cercano a los 10 y 15 años (Quiles, 2004). De Dicco (2005) habla de un horizonte de vida equivalente a 10.7 años de disponibilidad de gas, lo que supone un agotamiento definitivo de los yacimientos gasíferos hacia 2015.

Tabla 6: Costos de la vivienda convencional y de la vivienda con mejoras en la envolvente.

	Vivienda convencional	Vivienda mejorada
Envolvente vertical	\$3508 (Ladrillo macizo de 0.18)	\$5730 (Pared tri – capa: ladrillo macizo de 0.18m de espesor, aislación térmica de 0.05m de espesor y pared de ladrillo macizo de panderete)
Envolvente horizontal	\$ 5934 (Losa + contrapiso de hormigón)	\$7779 (Losa cerámica, contrapiso de hormigón pobre, aislación térmica de 0.075, contrapiso alivianado de 0.05m de espesor y membrana hidrófuga)
Área transparente al Norte	\$4095 (Ventana + vidrio simple sin postigón, Area: 5.8m^2)	\$ 8458 (Vidrio doble + postigón en ventanas existentes y ventana + vidrio doble y postigón para incremento de ganancia directa. Area total : 10m^2)
Costo total de la envolvente	\$13537	\$21967

5. CONCLUSIONES

En Este trabajo se presentan los resultados del monitoreo térmico y energético de una vivienda de diseño y tecnología convencional, en condiciones reales de uso, durante un período del invierno de 2003; la simulación térmica del edificio a través del ajuste de los datos medidos mediante *SIMEDIF para Windows*, y el comportamiento térmico de la misma vivienda, en condiciones meteorológicas similares, pero con una envolvente de mayor resistencia térmica y con un aumento del área de ganancia directa. Los resultados del monitoreo indican que la temperatura media de la vivienda convencional, bajo ocupación y uso intensivo de calefacción (calefactor del paso, estufa a garrafa y encendido del horno), se encuentra alrededor de 20.5°C , con temperatura promedio exterior de 9.4°C . Si se suprimen estos aportes internos, la media interior desciende 7°C , ubicándose en 13.5°C , con

amplitudes que no sobrepasan los 5°C. La temperatura media interior de la vivienda convencional podría aumentarse de 13.5°C a 18.1°C si se incorporaran alternativas pasivas de diseño como mejora térmica de la envolvente y aumento en el área de ganancia directa. El mejoramiento de la vivienda original a través de su solarización y de una envolvente energéticamente más eficiente, como la que se propone en Este trabajo, se podría ahorrar casi el 70% de gas natural para calefaccionar los espacios y mantener la situación de bienestar. El nuevo Coeficiente Volumétrico de Pérdidas es de, 1.23 W/°Cm³ (cumple ampliamente la Norma IRAM correspondiente). Además del mejorar la situación de invierno en cuanto a la calefacción de la vivienda, se optimiza la iluminación natural y obviamente, su comportamiento en verano al mejorar la resistencia térmica de toda la envolvente y el aumento del área de ventilación natural.

6. REFERENCIAS

- Anderson B.R., Clark A.J., Baldwin R., Milbank N.O. (1985). BREDEM – BRE Domestic Energy Model: background, philosophy and description. Building Research Establishment, Department of the Environment, Garston, Watford.
- Baragatti, (2004) . Taller de Ciencia , Tecnología y Ambiente en las Actividades del Sector Energético, Bs.As., Agosto de 2004.
- Beascochea A. y Filippín, C. (1998). Residencias Bioclimáticas para la Universidad Nacional de La Pampa. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol.2, No 1, pp. 03.13-03.16.
- Casermeyro M. y Saravia L. (1984). Cálculo térmico horario de edificio solares pasivos, Actas de la IX Reunión de Trabajo de ASADES (Asociación Argentina de Energía Solar), pp.39-45, San Juan, Argentina.
- Caso R., Lesino, G. y Saravia L. (1986), Mediciones de edificios solares en Cachi y Abdón Castro Tolay, Actas de la XI Reunión de Trabajo de ASADES (Asociación Argentina de Energía Solar), San Luis, Argentina.
- Czajkowski J. y Gómez A. (1994), Introducción al diseño bioclimático y la economía energética edilicia, Colección Cátedra, Universidad Nacional de La Plata, pp. 159.
- De Dicco, R. (2005). Presente y futuro de la disponibilidad del gas natural argentino, IDICSO. Area de Recursos Energéticos y Planificación para el Desarrollo. Sitio Web \$http://WWEW.salvador.edu.ar/csoc/idicso/energia/energia.htm
- Duffie J.A. y Beckman W.A. (1991) *Solar Engineering of Thermal Processes*, 2º edición, pp. 173-176. Wiley Interscience, New York.
- Esteves A., Fernandez J., Basso M., Mitchel J. y de Rosa C. (1994). Simulación térmica de edificios: aplicación de los modelos Quick y SIMEDIF, Actas de la XVII Reunión de Trabajo de ASADES, pp. 543-550, Rosario, Argentina.
- Filippín C. (2000). Residencias universitarias solares en la provincia de La Pampa. Su comportamiento higratérmico y energético-ambiental. Tesis de Maestría
- Filippín C., Beascochea A. y Gorozurreta J. (2001). Residencias universitarias bioclimáticas en La Pampa. Resultados de su comportamiento térmico y energético. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 5, pp.05.01-05.06. Argentina, ISSN 0.329-5184.
- Filippín C. y Beascochea A. (2004), Edificios energéticamente eficientes en la Provincia de La Pampa, Editorial Emma Fiorentino, Año XVII- N°29-2001/3, pp. 196-202.
- Filippín C. (2005), Edificios de bajo consumo energético en La Pampa. Una síntesis cuali-cuantitativa de su comportamiento térmico, energético y ambiental (Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Salta).
- Flores Larsen S. y Lesino G. (2000). SIMEDIF 2000: nueva versión del programa de diseño y cálculo de edificios. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 4, 2, pp.08.53-08.58. Argentina, ISSN 0.329-5184.
- Flores Larsen S. y Lesino G. (2001a). A new code for the hour-by-hour thermal behaviour simulation of buildings. In Proceedings of VII International Building Simulation Congress, pp. 75-82, Brasil.
- Flores Larsen S y Lesino G. (2001b). Modelo térmico del programa SIMEDIF de simulación de edificios. Energías Renovables y Medio Ambiente 9, pp.15-24.

- Flores Larsen S., Filippín C. y Lesino G. (2001). Simulación mediante SIMEDIF y Energy-10 de un edificio liviano. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 5, pp.08.25-08.30. Argentina, ISSN 0.329-5184.
- Flores Larsen S., Filippín C. y Lesino G. (2004a). Monitoreo y simulación higrotérmica de verano de un conjunto de residencias estudiantiles bioclimáticas. ENTAC'04, 18-21 de julio de 2004, San Pablo, Brasil.
- Flores Larsen S., Filippín C. y Lesino G. (2004b). Monitoreo y simulación térmica de temperaturas superficiales de paredes. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol.8, N°1, 05.145-05.150.
- Gonzalo G. (1998). Manual de arquitectura bioclimática. Tucumán, Argentina.
- Hernandez A. y Lesino G. (2000). Simulación mediante SIMEDIF del comportamiento térmico de un prototipo de vivienda liviana construido en la Universidad Nacional de Salta. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 4, 2, pp.08.29-08.34. Argentina, ISSN 0.329-5184.
- Hernandez A., Flores Larsen, S., Salvo N. y Lesino, G. (1999). Simulación no estacionaria mediante SIMEDIF del ala Oeste del edificio de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 3, 2, pp.08.113-08.116. Argentina, ISSN 0.329-5184.
- Incropera P. y DeWitt D. (1996). *Fundamentals of heat and mass transfer*. John Wiley & Sons, Inc.USA.
- Reyes J, y Evans J, (1993). Normas de aislación e inercia térmica. Desarrollo y aplicación. Reporte Final. Actas de la XVI Reunión de Trabajo de ASADES, La Plata, pp. 141-148.
- Mascaró L. (1983). Variación de los costos de los edificios con las decisiones arquitectónicas. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, pp.137.
- Quiles, E., (2004). Taller de Ciencia , Tecnología y Ambiente en las Actividades del Sector Energético, Bs.As., Agosto de 2004.