

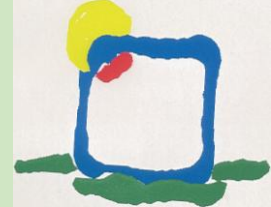


Los Edificios en el Futuro, Estrategias Bioclimáticas y Sustentabilidad

Libro de ponencias

San Luis / Argentina
Noviembre 2007

Helder Gonçalves e Susana Camelo
(Editores)



**RED IBEROAMERICANA PARA EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES
Y DISEÑO BIOCLIMÁTICO EN VIVIENDAS Y
EDIFICIOS DE INTERÉS SOCIAL**

Los Edificios en el Futuro, Estrategias Bioclimáticas y Sustentabilidad

**Libro de Ponencias del Seminario
San Luis / Argentina
12 Noviembre 2007**

Helder Gonçalves, Susana Camelo (Editores)

Los Edificios en el Futuro, Estrategias Bioclimáticas y Sustentabilidad

Libro de Ponencias

Editores: Helder Gonçalves, Coordinator de la Red CYTED “Red Ibero Americana para el Uso de Energias Renovables y Diseño Bioclimático en Viviendas y Edificios de Interes Social” y Susana Camelo.

INETI – Instituto Nacional de Engenharia Tecnologia e Inovação, IP
Departamento de Energias Renováveis
Estrada do Paço do Lumiar 1648 038 Lisboa
helder.goncalves@ineti.pt

Programa CYTED 2007

Preparação: Susana Camelo e Laura Aelenei

Impressão: António Coelho Dias, S. A.

Tiragem: 200 exemplares

ISBN N° 978-972-676-209-6
Depósito Legal N° 271 940/08

Nota Legal

Os autores, o INETI e o CYTED declinam qualquer responsabilidade pela utilização indevida da informação contida neste texto. É proibida a reprodução da totalidade ou parte deste texto, sem autorização do INETI e CYTED.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	V
BARRIO SOLAR “FONAVI 15 VIVIENDAS”, 1985 -2007 - CACHI, PROVINCIA DE SALTA, ARGENTINA	1
Pedro Marcelo Ibarra, Graciela Lesino	
MEJORAMIENTO TÉRMICO DE VIVIENDA RURAL EN BALDERRAMA Y COLALAO DEL VALLE-TUCUMAN A PARTIR DE LA EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS APLICADAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO-ENERGÉTICO Y DE SU SIMULACIÓN TÉRMICA	27
Beatriz Garzón, Gabriela Giuliano Raimondi	
VIVIENDAS SOCIALES BIOCLIMÁTICAS. UN PROYECTO PARA LA PROVINCIA DE MENDOZA – ARGENTINA	45
J. Mitchell , J.L. Cortegoso, M. Basso1, J.C. Fernández Llano, C. de Rosa	
O DESAFIO DE LEVAR O BIOCLIMATISMO ÀS HABITAÇÕES POPULARES DO ESTADO DE PERNAMBUCO – BRASIL	63
Ruskin Freitas, Luana Melo	
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL: O CASO DA CDHU – SÃO PAULO – BRASIL	73
Marcelo de Andrade Roméro	
DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO, ENERGÉTICO Y AMBIENTAL DE LA IVIENDA DE INTERES SOCIAL EN MÉXICO: RETROSPECTIVA Y PROSPECTIVA (2000-2012)	83
Andrés Alfonso Andrade Vallejo y David Morillón Gálvez	
SIMULACIÓN PRELIMINAR DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE UNA VIVIENDA ANDINA DEL PERÚ	95
Rafael Espinoza, Gonzalo Saavedra	
CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM PORTUGAL105	
Susana Camelo, Helder Gonçalves e Cristina Horta	
EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO EN MÉXICO	117
David Morillón Gálvez	

ESTADO DE AVANCE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PID 2004 N° 23120 “DISEÑO DE VIVIENDAS SOCIALES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES PARA DISTINTAS LOCALIZACIONES GEOGRÁFICAS Y CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA PROVINCIA DE MENDOZA”	129
José Luis Cortegoso, Jorge Alberto Mitchell	
EXPERIENCIAS DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA EN EL MARCO DEL DISEÑO SUSTENTABLE Y EN LA APLICACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LE HÁBITAT URBANO Y RURAL. PERÍODO 2005-07	139
Elías Rosenfeld, Gustavo San Juan, Carlos Díscoli	
AUDITORÍAS BIOCLIMÁTICAS EN VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL	151
S. de Schiller, J. M Evans, J. C. Patrone, A. M. Compagnoni, L. Donzelli	
LOS 'TRIANGULOS DE CONFORT' EN EL DIAGNOSTICO BIOCLIMÁTICO DE VIVIENDAS	161
John Martin Evans	
PAUTAS DE DISEÑO BIO-AMBIENTAL A NIVEL URBANO Y EDIFICIOS	173
Guillermo Gonzalo, Viviana Nota y Cristina Llabra	
ALTERNATIVAS SUSTENTABLES PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL	183
Jorge Daniel Czajkowski	
MINIMIZACIÓN DE COSTOS Y SIMPLIFICACIÓN CONSTRUCTIVA EN LA REFUNCIONALIZACIÓN ENERGÉTICA Y EL DISEÑO DE EDIFICIOS BIOCLIMÁTICOS	195
Celina Filippín	
EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA DE VIVIENDAS SOCIALES EN ZONA ÁRIDO- SÍSMICA	209
Irene Blasco Lucas	
EVALUACIÓN DE LA ENVOLVENTE COMO HERRAMIENTA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA	225
Vicente Leonardo Volantino	

INTRODUÇÃO

O Seminário “*Os Edifícios no futuro, Estratégias Bioclimáticas e Sustentabilidade*” foi uma realização no âmbito da “*Rede Ibero Americana para o Uso das Energias Renováveis e Desenho Bioclimático em Edifícios de Interesse Social – 405RT0271*” e decorreu em San Luis na Argentina em 12 de Novembro de 2007.

A Rede tem como objectivo “promover o uso de energias renováveis no projecto de edifícios e que os mesmos se adequem ao clima (edifícios bioclimáticos), de acordo com as técnicas e tipologias construtivas de cada País”. Tem sido feito um esforço de todos os intervenientes desde 2005, ano em que a Rede iniciou a sua actividade, na área da modelação térmica e energética de edifícios de forma a incorporar os resultados obtidos na avaliação termo-energética para situações reais.

A Rede acima de tudo é um elemento indutor de discussão pública sobre esta temáticas em todos os países participantes, assim foi em San Martín de los Andes(2005), El Salvador (2006), México (2007) e agora de novo em San Luis (2007). Tem sido local de encontro e discussão entre as comunidades técnicas e académicas locais e os elementos da Rede.

O encontro de San Luís seguiu o mesmo modelo, procurou ser um espaço de discussão tendo, para o efeito, sido convidados os principais grupos que desenvolvem actividade nesta área na Argentina.

Agradece-se a todos os participantes o empenho, interesse e colaboração, esperando que outros Seminários desta natureza sejam realizados noutros Países Ibero Americanos.

Helder Gonçalves
Coordenador da Red CYTED (405RT0271)

INETI, 12 de Dezembro de 2007

BARRIO SOLAR “FONAVI 15 VIVIENDAS”, 1985 -2007 CACHI, PROVINCIA DE SALTA, ARGENTINA

Pedro Marcelo Ibarra

Sociology Department, New School for Social Research, New York, USA

Graciela Lesino

INENCO - Universidad Nacional de Salta – Conicet, 4400 Salta, Argentina

Introducción, Ubicación, Clima y Caracterización de Cachi, Descripción de las viviendas y Resultados de los monitoreos térmicos – G. Lesino; Evaluación pos-ocupación – P. M. Ibarra y G. Lesino

RESUMEN El presente trabajo busca conocer y evaluar las condiciones, cualidades y comportamientos de un conjunto habitacional denominado “Barrio 15 viviendas FONAVI” en Cachi, Provincia de Salta, Argentina. El estudio, además de considerar aspectos técnicos, incorpora la perspectiva de los ocupantes. En las viviendas se han empleado estrategias de diseño bioclimático y cuentan con calentadores solares de agua (CSA). Interesa remarcar que el barrio lleva ya 22 años de entregado a sus ocupantes. Fue construido en el año 1983 y entregado en el año 1985. Se informa sobre la ubicación, clima y caracterización de Cachi, se describe las viviendas, se presenta los resultados de los monitoreos térmicos realizados en 1986 y se realiza la evaluación pos-ocupación de las viviendas en 2007, siendo el resultado de lo solar, tanto en lo técnico como en la percepción de los ocupantes, positivo o muy positivo.

Palabras clave: evaluación pos-ocupación, diseño bioclimático, calentador solar de agua.

INTRODUCCIÓN

El “Barrio 15 viviendas FONAVI” en Cachi, Provincia de Salta fue construido en el año 1983 y entregado en el año 1985 a sus ocupantes. En las viviendas se han empleado estrategias de diseño bioclimático y cuentan con calentadores solares de agua (CSA). En el presente estudio se evalúan los aspectos técnicos, térmicos y constructivos, después de 22 años de uso, además de incorporar la perspectiva de los ocupantes y sus opiniones en la evaluación pos-ocupación (Romero et al). Parece de especial interés remarcar que el barrio lleva ya 22 años de entregado a sus ocupantes y que, por lo tanto, parte del material gráfico que se reproduce fue realizado entre 1982 y 1986, por lo que su calidad difiere de la del material actual.

UBICACIÓN

Cachi se encuentra en la Provincia de Salta, Argentina, su altitud es de 2.280 metros sobre el nivel del mar. La latitud es 25° 07´ Sur y corresponde a la zona sísmica 2 que indica una peligrosidad sísmica moderada. Está ubicada a 160 km de la ciudad de Salta, capital de la Provincia del mismo nombre por las Rutas Provinciales 68 y 33. El relieve de Salta disminuye, en general, de oeste a este, desde la cordillera de los Andes hasta la llanura chaqueña. En la franja central de la provincia, entre los cordones cordilleranos y las sierras subandinas, se encuentra la **Cordillera Oriental** (en el centro-oeste). Presenta dos ambientes: el cordón occidental más elevado, que está formado por varios cordones como el

Nevado de Acay, Nevado de Cachi y Chañi y el cordón oriental más bajo y sin cumbres nevadas. Entre estas últimas se encuentran valles y quebradas, como la quebrada del Toro, los Valles Calchaquíes y el valle de Lerma.

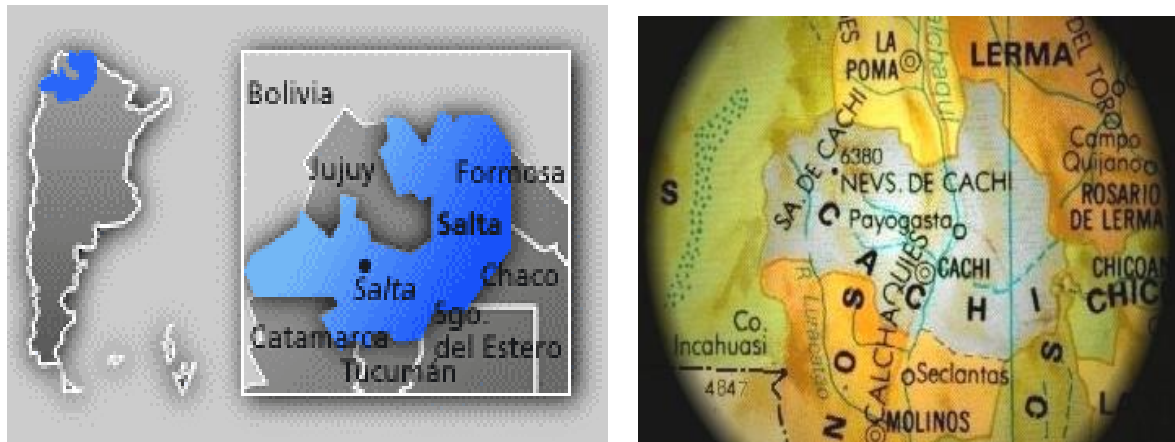
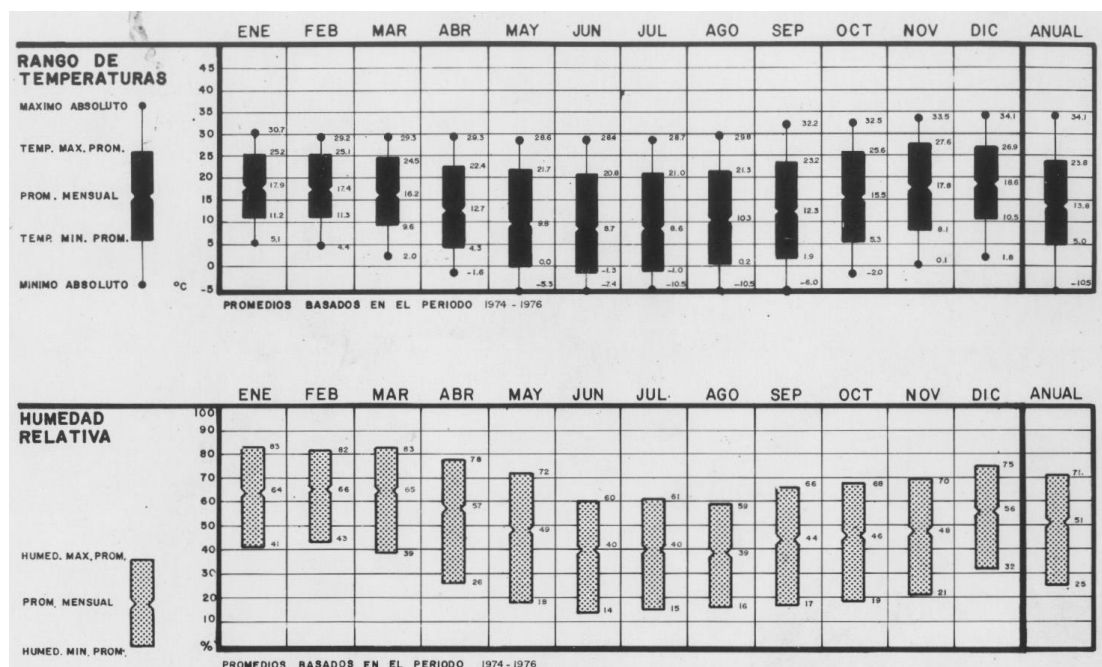


Fig.1 Mapas de la Argentina, Provincia de Salta y Cachi, (web portalsalta)

CLIMA

El clima de Cachi es templado-frío y seco. La temperatura media anual es de 13,4 C , la media de junio y julio de 8,6 C y la media de verano de 18 C. La radiación global sobre superficie horizontal media anual es de 21,5 MJ/m² día, en el mes de julio de 15,5 MJ/m² día, y la máxima de las medias se produce en el mes de noviembre con 27 MJ/m² día. La radiación global sobre plano vertical Norte media del mes de julio es de 20 MJ/m² día. La humedad relativa media de invierno es 40%. Las precipitaciones son de unos 100 mm anuales concentradas en el verano. A continuación se incluyen gráficos de datos meteorológicos de Cachi provenientes del Compendio Mensual – Análisis de Datos Meteorológicos del Noroeste Argentino y su relación con el uso de sistemas de climatización natural.



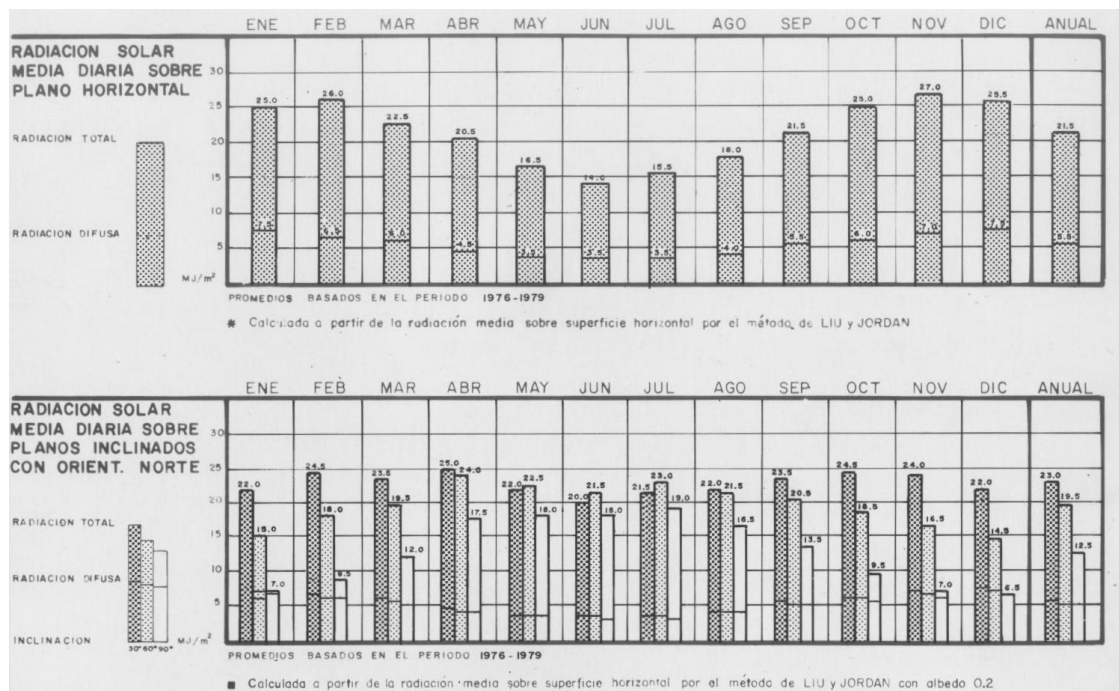


Fig. 2 Datos del clima de Cachi, (SVOA, INENCO)

CARACTERIZACIÓN

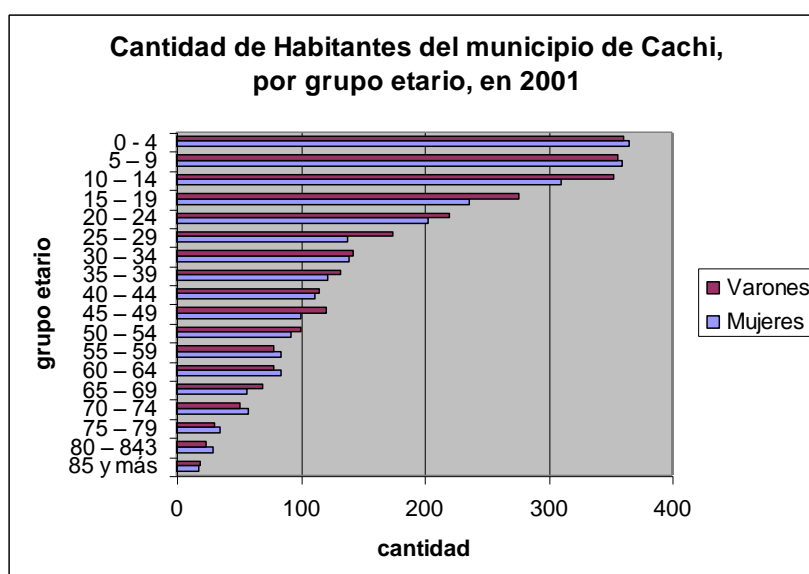
Cachi es el municipio cabecera del Departamento Cachi, uno de los 23 de Salta. Cuenta con 7.243 habitantes y una densidad de población de 2,5 habitantes por km² en una superficie de 2952 km² (INDEC, 2001,1991). La dinámica demográfica del municipio de Cachi es importante: en el [2001](#) se contaron 5.254 habitantes, lo que representó un incremento del 17,62% respecto al anterior censo de 1991. Dos factores explican este incremento: la natalidad y el establecimiento de nuevos pobladores procedentes principalmente de las ciudades de Salta, Tucumán y Buenos Aires. Existe también migración hacia centros urbanos. En toda esta zona predomina el latifundio combinado con minifundio y las relaciones sociales son tradicionales, la dependencia del peón rural respecto del latifundista tiene formas muy antiguas, pese a que se mezclan con relaciones salariales (web desarrollo humano). Actualmente estas relaciones están modificándose ya que se está produciendo un cambio en la tenencia de la tierra. Los propietarios tradicionales están siendo sustituidos por otros de fuera de la región e incluso extranjeros. En muchos casos las actividades del minifundio son de subsistencia. En 1982, cuando se comenzaron los estudios de diseño de las viviendas (Nadra et al), Cachi era descrita con una población en la que la mayoría de sus habitantes se dedicaba a la cría de ganado ovino y caprino y al cultivo del pimiento para pimentón y de alfalfa. Al mismo tiempo, al constituirse en un centro de servicios para la zona, por su hospital, sucursal bancaria, escuelas, comisaría y sede del gobierno municipal, ofrecía empleos relacionados a estas actividades. Hoy también se cultiva tomate, cebolla y aromáticas y se ha agregado como actividad económica un fuerte desarrollo del turismo. La tecnología empleada en la construcción tradicional se basa en el uso de la piedra en cimientos altos y solados, adobe en los muros y cañizo en torta de barro en los techos. Esta tecnología se ha mantenido como tradicional en el curso del tiempo, ya que la tierra, la piedra y la paja son los únicos elementos existentes en la zona que pueden utilizarse en la construcción y los conocimientos locales sobre su utilización, preparación y construcción constituyen parte del acervo cultural de los sectores subalternos. Todo material constructivo no tradicional debe trasladarse desde los centros de aprovisionamiento a través de la Cuesta del Obispo,

un camino de montaña con tramos de precipicio, que dificulta el tránsito de carga pesada. No obstante, existen viviendas particulares y barrios construidos a través de operatorias nacionales o provinciales en los que se ha utilizado materiales tales como bloques de hormigón, etc. ajenos a la mencionada tradición. Se incluyen a continuación algunos cuadros de interés del Censo 2001 (web camdip y Ministerio del Interior).

Nivel de instrucción alcanzado

Porcentaje de población de 15 años y más

Nivel de Instrucción	Municipio	Provincia	País
Sin Instrucción o primaria incompleta	31,43%	22,43%	17,90%
Primaria completa y secundaria incompleta	55,48%	48,45%	48,87%
Secundaria completa y terciario o universitario incompleto	8,33%	22,38%	24,49%
Terciario o universitario completo	4,77%	6,74%	8,73%



Cantidad de personas por cuarto	Municipio	Provincia	País
Hasta 0,50	17,92%	14,35%	20,85%
0,51 a 0,99	10,31%	13,65%	18,33%
1 a 1,49	22,47%	27,31%	31,55%
1,50 a 1,99	13,11%	11,65%	10,25%
2,00 a 3,00	24,39%	21,09%	14,23%
Más de 3,00	11,80%	11,95%	4,78%

Población ocupada según categorías ocupacionales

Categoría de trabajador	Municipio	Provincia	País
Obrero o empleado en el sector público	21,51%	23,22%	21,20%
Obrero o empleado en el sector privado	16,06%	43,39%	48,94%
Patrón	1,56%	3,50%	6,24%
Trabajador por cuenta propia	35,47%	25,02%	20,26%
Trabajador familiar	25,40%	4,87%	3,37%

Fig. 3 Cuadros resultados del Censo (2001INDEC, Web camdip, asuntos municipales)

DESCRIPCIÓN DE LAS VIVIENDAS

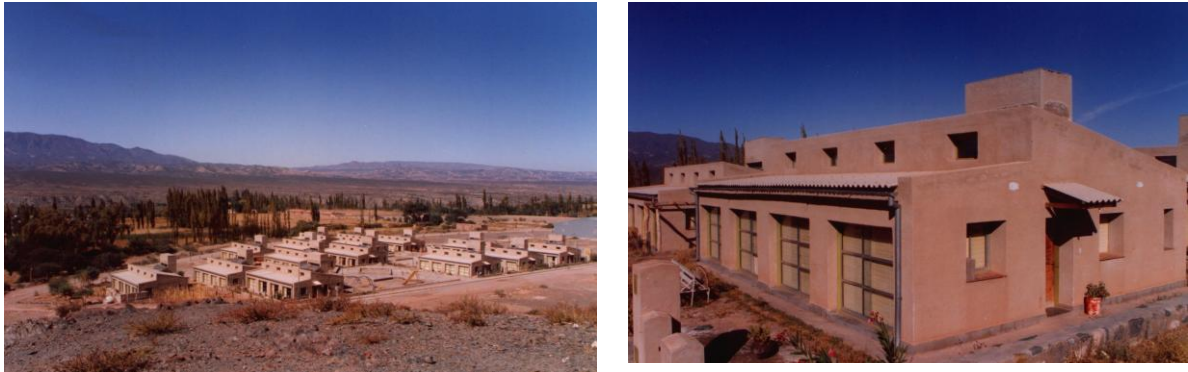


Fig. 4 Vista del barrio y de una casa, 1986.

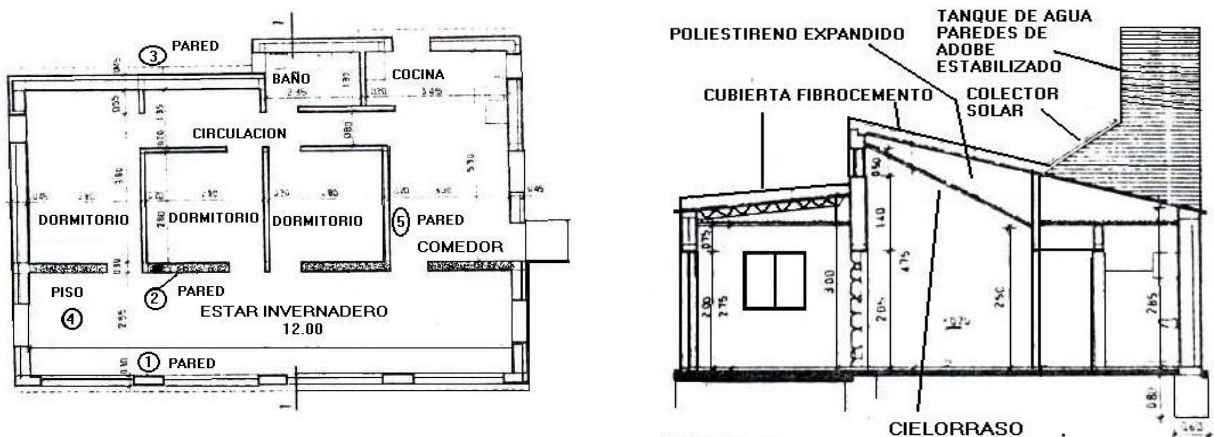


Fig. 5 Planta y corte de las viviendas (Nadra et al)

En el diseño de las viviendas se ha tratado de respetar la tipología local incluyendo la galería que se puede abrir en verano, el uso de materiales locales como la piedra y el adobe y se ha generado espacios de uso común con juegos para niños. Las viviendas están orientadas al Norte y el acceso al sol se ha logrado con una separación adecuada. Tienen aproximadamente 96 m^2 de superficie, constan de tres dormitorios, cocina-comedor, baño y galería vidriada. La galería está orientada al Norte y tiene puerta-ventanas acristaladas. Este y al Oeste está cerrada por muros con ventanas. En la galería se han colocado postigones interiores de madera machimbrada para protección nocturna. El piso tiene aislación del suelo de poliestireno expandido de 3 cm, contrapiso de hormigón pesado de 30 cm de espesor y baldosas de cerámico rojo oscuro. El muro Sur de la galería es de piedra, de 30 cm de espesor para mejorar la acumulación. El resto de la vivienda es de adobe estabilizado con emulsión asfáltica al 2%. Los muros perimetrales están constituidos por adobe de 10 cm de espesor en el exterior, 3 cm de poliestireno expandido en el medio y adobe de 30 cm de espesor en el interior. El techo es de fibrocemento con cielorraso de yeso con 5 cm de poliestireno expandido. Se han minimizado las aberturas al Sur. Con fines de iluminación existe un quiebre de techo en los dormitorios con pequeñas ventanas

fijas, con dos vidrios. El resto de las aberturas tiene un solo vidrio y se ha tratado de minimizar las infiltraciones. La estructura de hormigón es antisísmica como para la zona 2 y está incluida. Las fundaciones perimetrales tienen aislación interna.

Las viviendas cuentan con colectores calentadores de agua (CSA) para uso sanitario.

RESULTADOS DEL MONITOREO Y LA SIMULACIÓN TÉRMICOS

Estas mediciones y cálculos fueron realizados en 1986, por lo que se debe tener en cuenta las limitaciones en las capacidades de medición y cálculo, así como la forma de registro para su uso, al realizar su análisis. Es casi un capítulo de historia del aprovechamiento de la energía solar.

Monitoreo Térmico

El monitoreo de la vivienda que sigue se realizó durante julio de 1986. Se utilizó un equipo de adquisición de datos Fluke 2200B habiéndose medido 22 canales que se registraron por impresión en papel, ingresándose luego los datos en computadora, manualmente. Veinte de los canales registraron temperaturas mediante termocuplas de cobre-constantán en diferentes lugares de la vivienda, tanto ambientales como superficiales de muros, cielorrasos y pisos y la temperatura ambiente exterior. Los otros dos canales registraron radiación global sobre superficie horizontal y vertical Norte medidas con solarímetros Kipp & Zonen tipo CM5. Las figuras 6 y 7 muestran datos recogidos entre el 9 y el 14 de julio de 1986. Se trata de días de alta heliofanía, típicos del invierno del lugar.

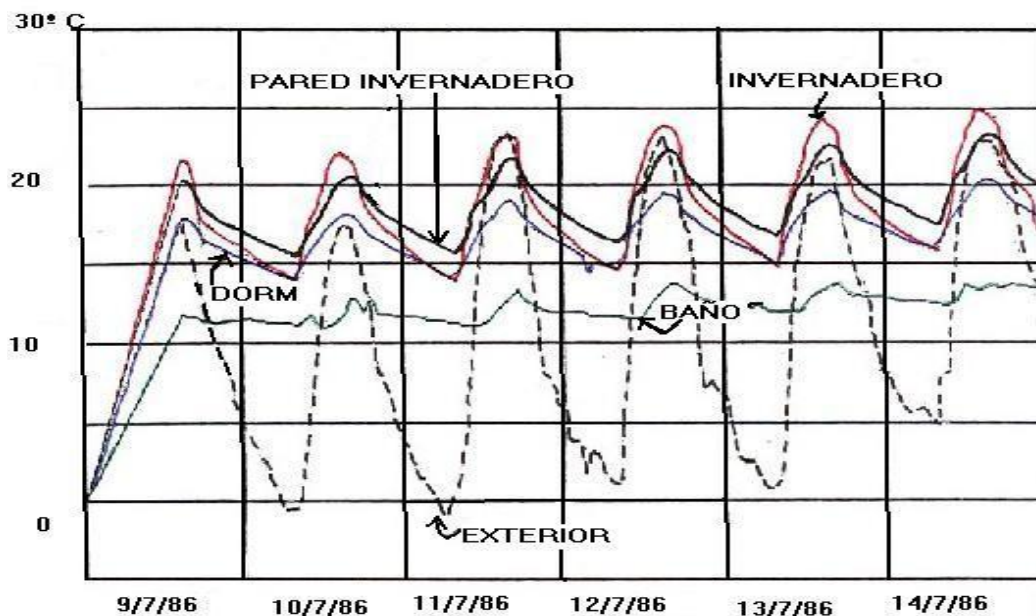


Fig. 6 Temperaturas de los diferentes ambientes y exterior para el período

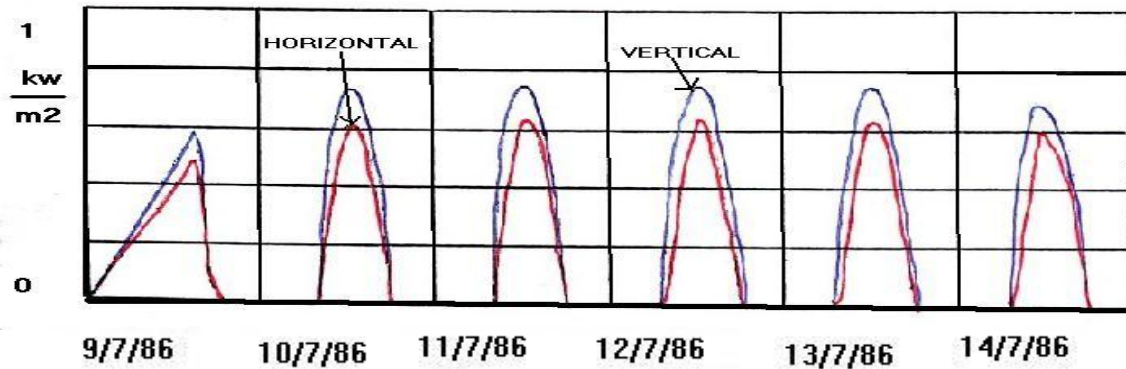


Fig. 7 Radiación solar global sobre plano horizontal y vertical Norte

Simulación térmica

El comportamiento térmico de la vivienda fue simulado en el mismo período, para compararlo con los datos medidos, por vía numérica mediante el programa SIMEDIF. SIMEDIF calcula la evolución temporal de las temperaturas en los diferentes locales, elementos masivos (paredes, pisos, etc), elementos livianos (techos livianos, tabiques, etc) y superficies mediante un esquema en diferencias finitas. Como datos meteorológicos se usó la radiación global diaria sobre superficie horizontal y los valores de temperatura mínima, media y máxima obtenidos de las medidas de cada día a simular. El programa generó los valores horarios de temperatura y radiación a partir de los datos mencionados. Actualmente SIMEDIF permite ingresar el total de los datos meteorológicos medidos para comparar los resultados medidos en la vivienda con los simulados. Como locales en la simulación se han incluido los habitaciones de la vivienda y las dos cámaras que existen entre el cielorraso y el techo, una sobre el invernadero y otra sobre el resto de la vivienda. El pasillo y el baño se unificaron como un solo local. Los resultados de la simulación de la figura 8 corresponden a algunos de los locales para los días 10, 11 y 12 de julio de 1986. Las condiciones iniciales para correr el programa se obtuvieron de simular varios días iguales al 9 de julio, previo al inicial de la simulación, 10 de julio, con los datos meteorológicos medidos, basándose en la hipótesis de que dichos días anteriores fueron muy similares.

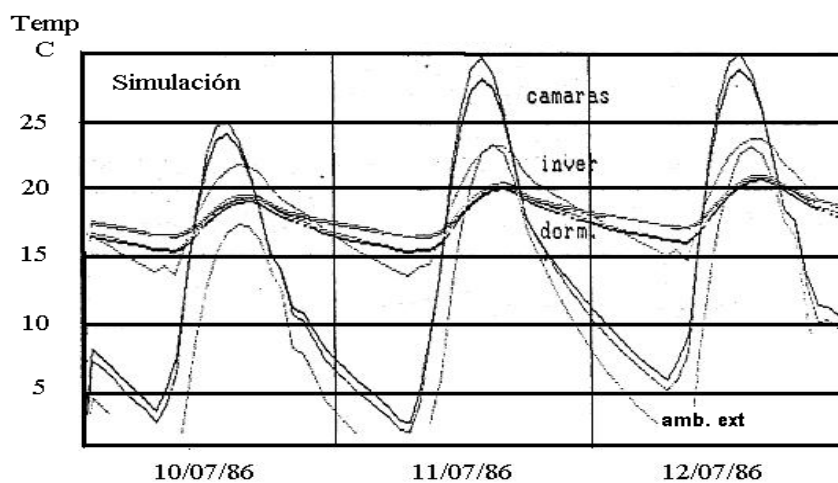


Fig. 8 Simulación correspondiente a tres días medidos

Resultados y conclusiones

En términos generales el comportamiento térmico de los dormitorios y cocina-comedor fue bueno, con temperaturas que oscilaron entre los 15 y 20 C mientras que la temperatura externa tuvo una media cercana a los 10 C con mínimas del orden de 0 C. El invernadero o galería vidriada, donde se recoge la mayor parte de la radiación solar en forma directa, también mostró un buen comportamiento ya que la temperatura no excedió los 25 C, con un salto térmico diario de unos 8 C. Durante el período de medida no se registraron sobrecalentamientos excesivos. Dado que la vivienda no estaba ocupada, la política de operación adoptada para los postigones de las puerta-ventanas fue la de mantenerlos completamente abiertos durante el día y cerrados durante la noche. El baño, en cambio, tuvo temperaturas por debajo del resto, oscilando entre los 12 y 14 C. Esta local está muy separado de la zona de colección solar no teniendo contacto térmico efectivo con ella. Se recomendó al IPDUV sugerir a los usuarios que, en caso de ducharse a primera hora de la mañana, dejaran correr un poco el agua caliente del colector solar para mejorar la temperatura dado que la capacidad y superficie de colección de los calentadores instalados lo permitían, si se hacía un uso correcto de los mismos. Los dormitorios reciben aporte térmico en forma indirecta a través de la pared de piedra que los separa de la galería (invernadero) y por intermedio de las puertas, que se mantuvieron abiertas durante el día. Las ventanas en el quiebre de techo tienen como finalidad la iluminación y son muy pequeñas como para dar un aporte solar significativo. Las medidas muestran que el aporte indirecto fue suficiente para lograr temperaturas adecuadas. Cabe indicar que, aunque no se muestran en las figuras, las temperaturas de los tres dormitorios y la cocina-comedor son muy similares. Los resultados de la simulación siguen bien a los experimentales, teniendo en cuenta las hipótesis realizadas, con diferencias del orden de 1 C. Las temperaturas en la galería y en los dormitorios son muy similares. Lo mismo sucede con las cámaras de techo. La única diferencia apreciable se encuentra en la temperatura del baño que en la simulación se unió al pasillo que está muy conectado a la cocina-comedor lo que hace imposible seguir la evolución del baño aislado. Se debe tener en cuenta que este trabajo fue realizado en 1986 por lo que las capacidades de cálculo eran restringidas en cuanto al tiempo de cálculo y tamaño de las matrices que se podían usar, lo que restringía el número de locales y por lo tanto el grado de detalle de la descripción. De allí las limitaciones indicadas. El concepto, en aquel momento, fue que la zona de la galería no estaba destinada a un uso permanente por lo que era aceptable una mayor temperatura y amplitud térmica diurna- nocturna. El número de usuarios por vivienda y el tamaño de éstas hizo que, como se verá en la evaluación pos-ocupación, la galería se transformara en el lugar de estar y trabajo con mayor tiempo y calidad de ocupación o en depósito, según las necesidades de los ocupantes, modificándose la intención inicial del diseño.

EVALUACIÓN POST OCUPACIÓN DE 15 VIVIENDAS FONAVI EN CACHI

Consideraciones generales

El estado general de las 15 viviendas es bueno¹. Son ocupadas por familias que presentan entre sí algunas diferencias. Si bien cuando accedieron a las casas debían tener ingresos fijos y empleos estables, su situación actual de ocupación e ingresos ha variado. Hoy hay quienes se jubilaron, otros trabajan y completan sus ingresos con otras actividades, y hay quienes perdieron sus empleos y empeoraron su calidad de vida. Hay un cierto envejecimiento a nivel de los hogares, matizado por casos de familias extensas que incorporan paulatinamente nuevos miembros. Existen situaciones de migración y formas de hogar basadas en la ocupación simultánea de varias viviendas en distintas localidades. Así, la casa de barrio FONAVI es un eslabón en una cadena de dos o tres viviendas ocupadas por un mismo hogar dentro de estrategias económicas y sociales complejas. Entonces se puede hablar de cierta heterogeneidad social que se traduce en patrones diferenciados de ocupación, conservación y uso de las viviendas.

La vida barrial y/o comunitaria se restringe a las actividades religiosas. Ante ciertos problemas señalados por distintos ocupantes como la falta de agua o la ambigua condición de propiedad, los intentos de su resolución han sido individuales y no colectivos. Tal vez se vincule con que la referencia para la resolución de los problemas sean los mecanismos de reproducción sociales basados en las redes de familias localizadas fuera del barrio.



Fig. 9 Viviendas en diferentes estados de conservación

El trabajo aborda aspectos técnicos y sociales referidos al diseño arquitectónico y térmico, la construcción, el mantenimiento, los usos e interacciones con las viviendas junto a las características y perfiles socioeconómicos de los ocupantes. Para eso, se aplicaron técnicas como la observación participante, registros etnográficos, entrevistas en profundidad y encuestas semiestructuradas. En un universo de dimensiones acotadas y de relativa accesibilidad, se reconstruyeron los datos sociodemográficos de 14 viviendas, se

¹ Los ocupantes están aún pagando las cuotas de sus casas. Se estima que ya abonaron 244 sobre 400 cuotas del total. Los ocupantes tienen incertidumbre sobre la situación legal de tenencia, ya que no cuentan con escrituras y no mantienen comunicación con el Instituto Provincial de la Vivienda (IPDUV) quien estuvo a cargo de la operatoria. Si bien es habitual en este tipo de préstamo que la escritura sea entregada al saldar, no tienen comunicación con el IPDUV.

efectuaron 11 entrevistas y se hicieron 5 visitas en distintos momentos durante los meses de Junio a Diciembre del año 2007².

En primer lugar se presentarán algunos perfiles socioeconómicos de los hogares. Segundo, se presentan los resultados e interpretaciones de las entrevistas por ejes y a algunas observaciones técnicas. Finalmente, se presentan algunas conclusiones como una aproximación general sobre el uso e interacción con la vivienda y la ocupación de espacios de la vivienda y los espacios comunes³.

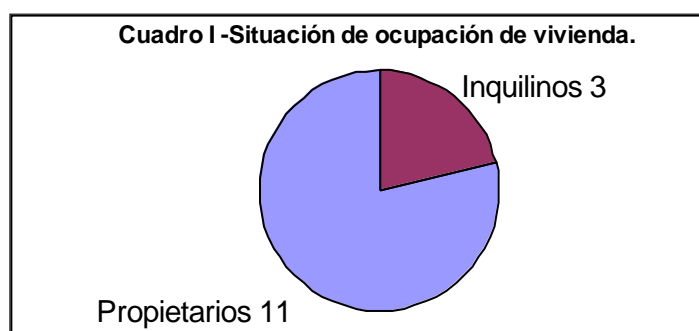
Características socio-económicas

La mayoría de los ocupantes actuales son propietarios y una minoría son inquilinos. Se destaca el caso de una vivienda alquilada por una empresa de construcción de caminos para el alojamiento transitorio de sus trabajadores y empleados.

El tamaño de hogar, es decir la cantidad de personas que ocupan una misma vivienda, muestra hogares unipersonales hasta hogares con hasta siete y ocho miembros.

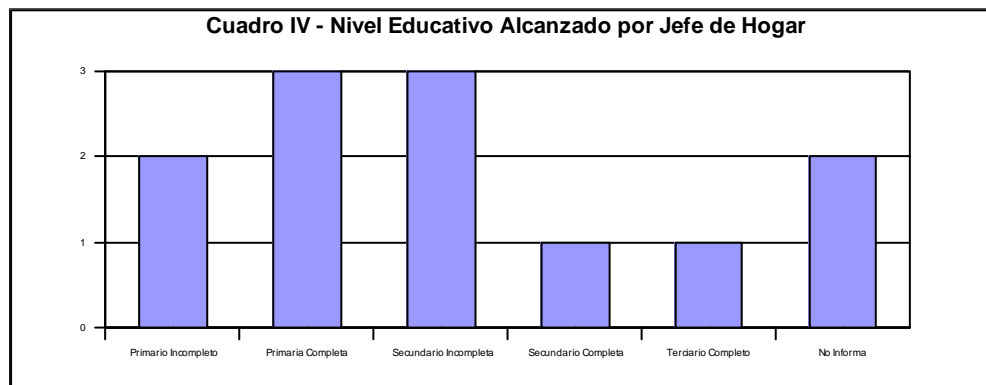
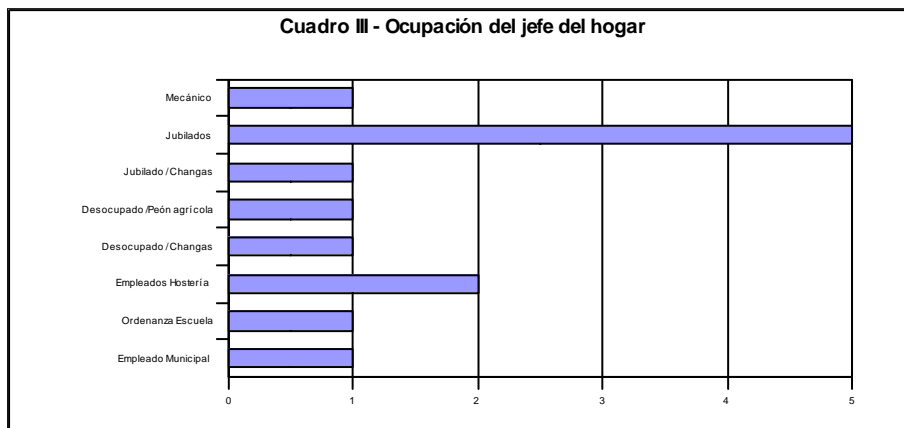
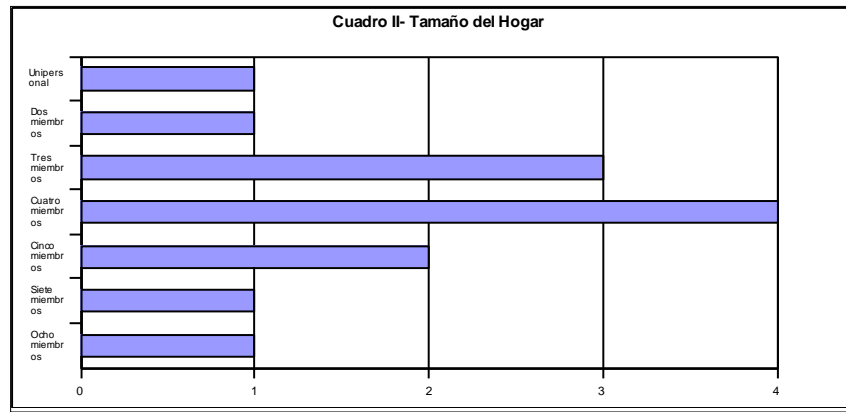
Hogares nucleares con un núcleo conyugal primario y entre tres hasta cinco miembros, son los más frecuentes. Hay un solo hogar unipersonal que, según el informante, es transitorio por la migración laboral y educativa de sus miembros. Hay familias extensas de siete y ocho miembros en que el núcleo original se complementa con parientes no nucleares.

En casi la mitad de los hogares el jefe es jubilado, donde la mayoría son retirados de la policía de la Provincia de Salta. En otros hogares, hay dos jefes empleados en la hostería local, otro dos son desocupados pero realizan changas. Dos jefes trabajan en el municipio y en la escuela. La mayoría de jefes nacieron en Cachi. Tres jefes no terminaron la secundaria, igual número concluyó la primaria, dos no han terminado la primaria, uno solo completó el secundario y otro finalizó sus estudios terciarios. En dos casos no han informado el nivel educativo alcanzado.



2 El equipo de trabajo ha sido integrado por Graciela Lesino y P Marcelo Ibarra. Ha contado con la asistencia de Ricardo Caso en dos visitas.

3 En muchos casos se han reproducido tramos de las entrevistas mantenidas con ocupantes y por razones de confidencialidad se omitieron sus nombres reales. También se transcriben tramos de observaciones de miembros del equipo técnico sobre las casas visitadas. Las entrevistas fueron realizadas por miembros del equipo técnico y con la participación parcial del asistente técnico. De las totalidad, se ha logrado reconstruir los datos de 14 ya que una se encuentra deshabitada. Se empleó un formulario semi-estructurado que indagó distintos datos sobre la composición socio demográfica de los hogares.



Percepciones y valoraciones sobre sistemas solares, vivienda y hábitat

Sobre el sistema de ganancia directa

Galería Vidriada. Postigones y puertas vidriadas. Estado y uso de los postigones

El estado general de los postigones de madera, de 22 años, es muy bueno. La totalidad de las casas visitadas conservan la pintura original en su carpintería metálica. Se observó tramos de marcos de las puerta-ventanas oxidados y en algunos casos corroídos.

En casi la totalidad de casos registrados, a excepción de quienes llegaron hace poco, controlan el estado térmico de la vivienda mediante la apertura y/o cierre de postigones logrando calentar el hogar en invierno o conservando un ambiente fresco en verano. Una entrevistada, de la casa I, describe como lo realiza.

P: lo tiene siempre tiene los postigones abierto o está cerrado?

R: yo lo abro, en el verano...ahora está frío (...) no lo abrimos, pero cuando hace frío más bien lo trato de mantener cerrado porque sino el sol hace no ve acá... (...) entonces en el verano la mayor parte de la mañana abro para que entre aire y después la cierro, entonces el sol no traspasa tanto, la abro a esta ventana, abro aquella, y con el viento hay corriente de aire...

P: ah...eso es en verano, y en invierno?

R: en el invierno a la mañana abrí todas las ventanas e par en par (...) R: sale el sol de par en par, hago ventilar un ratito la casa y la cierro a las ventanas y quedan abiertas las persianas (Casa I)

R: (...) y en invierno comparando con otras casas es bastante caliente, siempre y cuando por ahí uno tenga la ...la ...la... (..) los postigones abiertos (...) en invierno si...porque esa es la función...ahora yo tengo todo cerrado porque me calienta demasiado. (Casa P)

También se pudo conocer el estado de los vidrios de la galería. En muchos casos, han sido rotos por vecinos jóvenes o niños por pedradas accidentales o intencionales. También piedras y tierra sopladas por el viento rompieron vidrios. En algunas casas se lo reemplazó. En otras se ha colocado cartón o directamente los vidrios no fueron reemplazados. En estas últimas, los postigones no han sido abiertos desde la ruptura de vidrios.

En una caso, casi todos los vidrios están rotos, lo que impide la apertura de los postigones.

R: no en verano no más se abre, en invierno también un rato a la mañana, el problema es que no tienen los vidrios, la mayoría están rotos...si (...) uno fue por el viento y otro los chicos lo rompieron... (...) de la casa y el vecino...con la pelota.. (Casa Y)

En una casa distinta se observa la ruptura de muchos vidrios del ventanal.

...los vidrios de la galería estaban por lo general rotos, había toda una sección, ella mencionaba seis pero eran un poco más de vidrios rotos, mencionaba que primero no habían sido cambiados porque no había vidrieros, por los costos después, pero que después había acá un chico que colocaba y traía los vidrios pero que como que no era una cosa muy importante. (observación sobre casa X)

Cuando las casas fueron entregadas, los ocupantes recibieron cartillas instructiva sobre horarios y modos de apertura de postigones en las distintas estaciones del año. Esta información aparece en algunos relatos,

... G preguntó sobre la cartilla si (la entrevistada lo recordaba), efectivamente recordaba dos informaciones, una era el horario de apertura de los postigones, uno era a las nueve de la mañana, a las seis de la tarde...(Observación sobre casa Z).

Ventanas superiores de los dormitorios

Las ventanas de las habitaciones están bien conservadas y completas. Se valora la iluminación natural que proveen y se destaca que, en algunas casas y habitaciones, fueron cubiertas con cortinas y/o cartón o papel. Esto último es en casos donde se valora dormir y descansar durante la mañana -trabajadores y jóvenes- y que la temprana luz que inunda a las habitaciones lo impide.

El testimonio de una entrevistada señala que tiene las ventanas sin cubrir aún cuando perturbe la siesta de su compañero.

P: las ventanitas estas que usted tiene en el dormitorio, para que vea que conozco los

planos de la casa...las tiene con una cortina, las taparon....

R: no hasta el momento no hemos tapado nada, nosotros...

P: le molesta un poquito de mañana...?

R: claro le molesta a mi marido cuando quiero hacer un poco siesta... (...)

P: no, claro. Porque sabe que en el proyecto original llevaba unas, unas persianitas que se podían abrir y cerrar de abajo, que no te la pusieron

R: no, no lo han puesto, no... (Casa H)

En otra casa, las ventanas no están cubiertas.

P: y las habitaciones las tienen cubiertas o ?

R: no, no, así (Observaciones en base a entrevistas Casa Y).

En otra vivienda, ocupada recientemente, se destaca que las ventanas ya habían sido cubiertas por los anteriores ocupantes.

P: respecto a la luz, (...) la parte de luz dentro de la casa está bien?

R: la iluminación por la tierra ha sido tapada...porque si me tengo que subir voy a hacer macana (...)

P: tenés tapado con cortina? o?

R: no...con cartón, está tapado del lado de afuera, entonces, que no está pa' subirse todos los días...

P: capa no más tenía cuando vos viniste...

R: si, había una no más que no tenía y yo le puse...sino tenía que levantarme... (Casa P)

En otro caso, las ventanas fueron cubiertas con cortina para permitir el descanso.

Posee cortinas en la ventana del dormitorio, ya que le molestaba la luz de la mañana debido a que trabajaba hasta altas horas de la noche. (Observaciones en base a entrevista Casa E)

Distintas valoraciones de la luz de la ventana aparecen en el siguiente extracto donde los más jóvenes rezongan por que la habitación se ilumina al amanecer en contraposición a la entrevistada quien lo valora positivamente.

P: (...) el tema de la iluminación...(...) de la luz, la luz natural

R: eso tenemos en toda la casa, toda la casa tiene una ventanita? ahí arriba...(...)todas están iluminadas por la luz solar...(...) si, mi compañera me decía que puedo hacer colocar cortinitas...yo a las seis de la mañana ya estoy levantada, por mis nietos que los voy a hacer dormir aquí, veían la luz y ya estaban rezongando... (...) ya estaban rezongando, no es de noche abuela, no es de noche...eso tiene una claridad enorme, mucha luz... (Casa I)

Una situación similar se observa en otra vivienda.

G: no, no cerró las ventanas de arriba, no? (..) que hizo con la ventanita de la mitad...

M:...le gustaba la luz, a diferencia de los hijos que ponían cartones con el objeto de dormir más, descansar más (Observaciones en base a entrevistas Casa Z).

Valoraciones sobre comportamiento térmico de la vivienda

Existen valoraciones positivas sobre el comportamiento térmico de las casas. Se identifican las propiedades térmicas de conservar un ambiente calefaccionado en invierno y por estar fresco en verano. La percepción de que es caliente en invierno es confirmada por la ausencia de estufas. Mientras que en verano, es fresca en tanto y en cuanto se cierren o abran los postigones durante las distintas horas y momentos del día. Puede hablarse de una

idea propia de confort a partir de una sensación de satisfacción atribuible al comportamiento térmico de las viviendas reforzado por la situación o memoria previa de habitar otras casas y/o la comparación con otras viviendas del lugar. No se perciben diferencias térmicas entre las distintas habitaciones y otros ambientes de la casa.

Un entrevistado habla de las cualidades térmicas de su casa apelando a su memoria de habitar otros lugares y cuenta como regula las diferencias de temperatura del ambiente.

P: tenías calor o no...en esa época...cuando en el verano, digo, cómo es la casa, cómo se comporta....?

R: no, la casa es bastante térmica digamos, porque en el verano, en los médanos, en Tucumán que hace un calor terrible...para mí el verano acá es una ganga, digamos, acá a la mañana, vá a la noche la casa no es caliente es fresca, por ahí cuando calienta demasiado si sentimo un poco el calor, por ahí cuando refresca, porque a la noche como refresca, vos salí afuera y está mas fresco que la casa, y en invierno comparando con otras casas es bastante caliente, siempre y cuando por ahí uno tenga la ...la ...la...(...) los postigones abiertos piedras y tierra (...) en invierno si...porque esa es la función...ahora yo tengo todo cerrado porque me calienta demasiado. (Casa P)

En otro caso, la entrevistada describe de que modo durante la época de frío la vivienda mantiene el calor,

P: bien, y respecto a la temperatura usted me decía que era agradable...

R: si...cuando usted viene de afuera, hace mucho frío, se mete acá y se tiene que sacar la campera (Casa I)

Una entrevistada refiere lo que dice un visitante para aludir a las cualidades de su casa,

R: (...) porque esto cuando hace frío y viene la gente y dice que bien es calentito, mantiene el clima (Casa H)

Se vincula las características térmicas de la vivienda con el material empleado en su construcción. Así un informante observa que la casa es caliente en invierno debido al adobe, propio de la zona y por su experiencia de su anterior casa. Lo compara con los fríos bloques de cementos empleados en otras construcciones actuales.

P: claro...y la cuestión esta de la temperatura, usted notaba diferencia con las casas anteriores que usted ha vivido?, esto de que me comentaba que el invierno es calentito

R: si, esta casa es el mismo...el mismo...

P: el mismo material...

R: claro es el mismo, porque la mía también es de adobe (...) R: no cambia mucho, como por ejemplo aquella ve...tienen bloque...(...) es frío en invierno, malísimo es...te digo porque mi mamá está en la parte alta y bueno ellos ya tienen agua, ya tienen todo, baño de primera, todo, y así todo es de bloque, y ella sufre con dolor de hueso, es fría...muy fría... (Casa F)

Otra entrevistada destaca las cualidades positivas de su casa actual comparando con su propia experiencia en otra vivienda en la gran ciudad,

P: has vivido en Buenos Aires?

R: si he vivido (...) en departamento luego en casa

P: y algo en la memoria de la temperatura, recordás algo o no?

R: y en departamento es fatal (...) y en casa sí hay aire, pero sí no es insoportable...(comentario sobre ocupaciones previas)

P: y esto es más soportable digamos...

R: esto si...sí... (Casa Y)

Sólo en un caso se ha podido conocer que se detectan diferencias de temperatura entre los ambientes de la casa. Así la entrevistada de la Casa I dice que la cocina es más fría que el resto de los ambientes.

P: y hay diferencia de temperatura entre este ambiente y lo que son las habitaciones, tal vez...?

R:..esto es más caliente, las habitaciones también son buenas...la cocina es un poquito fría (...) si la cocina si...(Casa I)

Pero es distinta a la opinión de otro entrevistado para quien no hay diferencias entre las habitaciones de su vivienda.

P: hay un el lugar de la casa que sea un poquito mas fría o menos caliente que otro...?

R: no, todas son tienen... mantiene la misma temperatura... (Casa H)

Del mismo modo, otro informante señala que las habitaciones de su vivienda no presenta diferencias de temperaturas.

P: y hay habitaciones más frías que otras en invierno?

R: no, no...

P: el baño...

R: el baño....no, no (Casa Y)

Así también es la opinión de otro entrevistado para quien no hay diferencias de temperatura entre las habitaciones de su casa.

P: hay alguna zona más fría que la otra ?

R: de la casa?...(...) no, no, muy poquito (Casa P)

Para el frío en invierno, es notable que sólo uno de los entrevistado haya indicado el uso de estufa y solo para impedir que los niños recién bañados sufran alguna diferencia térmica.

R: yo acá lo único, calentador la cosa esa...para bañarme, golpe de temperatura para evitar enfermedades nada más, y después para dormir eso...colchita y listo... (Casa P)

La estufa tiene un uso excepcional restringido a un solo caso como muestran los siguientes opiniones,

P: ponen estufa para el invierno?

R: no, no, y eso que acá el invierno es duro...

P: y en el verano es muy caluroso a veces o no?

R: y no...afuera pero acá adentro no... (Casa Y)

P: usted tiene que poner estufas en el invierno...o...?

R: no, no...

P: no usan?

R: no, no (Casa H)

no tienen estufa tampoco (Observación a entrevista Casa Z)

mayormente no uso calefacción(...)

yo no uso ni calefacción ni nada(...)

tampoco calefacción ni para (...), ni para nada en invierno (Selección propia Casa I)

Estado de techos, paredes y pisos.

Si bien los techos, paredes y pisos presentan distintas situaciones, se pudo conocer que el estado general es bueno en las viviendas visitadas.

Hay casas con techos de fibrocemento rajadas que en algunos casos se cubrieron con una membrana aislante impermeabilizante para evitar goteras y humedad. En otras casas las rajaduras y grietas del techo afectaron el cielorraso y las paredes y las que a veces no recibieron tratamiento y en otras se rellenaron y pintaron. Las rajaduras, en general, no afectaron la estructura de la vivienda. Se lo vincula con el relleno del suelo sobre el que se construyó, los movimientos sísmicos, y el uso-antigüedad de las viviendas.

Por lo general se conservan las pinturas originales de las paredes. En algunas casas las paredes han sido pintadas respetando el color original. Otras lucen con el deterioro general de paredes pintadas hace más de veinte años. También se observó humedad que afectaron algunas secciones de paredes y zócalos de la casa que tenían contacto con el agua.

Respecto a pisos y zócalos el estado es bueno y en algunos casos se presentan rajaduras y rupturas en pisos y desprendimientos de zócalos. Algunas secciones de piso se reemplazaron, otras se cubrieron con material. En algunos casos, los zócalos fueron nuevamente colocados y en otros se los retiró.

Algunas de las casas han realizado ampliaciones y en algunos casos han construidos muros, cercas o medianera empleando distintos materiales y formas de construcción.

Existen viviendas sin ningún problema en el techo,

P: y por ejemplo tiene alguna filtración ...el techo...o...?

R: no, nada...(...) (Casa Y)

O casos con dificultades de humedad que son localizadas en algunas habitaciones.

P: y el tema de los arreglos, digamos, este...(¿?)...que se ha caído el revoque?

R: sí...(…) acá abajo (...) nunca tuvo humedad pero...empezó a salir esto...(…)

P: y se cae de más arriba?

R: no, no solo ahí, la única pieza...después las otras ninguna... (Casa Y)

En un caso se detectan rajaduras atribuible a movimientos sísmicos que son caracterizados como leves,

P: no rajaron las paredes, ni la casa...

R: generalmente dice que el movimiento de la tierra es constante y son rajaduras arriba nada más (...) así que pa' pintar hay que volvé a cerrar todas las rajaduras, así son los movimientos...(…) pero así grave, no... (Casa F)

P: ese tipo de cosas por ejemplo...

R: rajaduras..

P: que se ve ahí, es normal en toda la casa?

R: por ahí sí(...)

P: esto es rajadura no más, no?(...) parece que es de la humedad, sabés que es lo que estimo que es?, algún movimiento... (...)

R: esto está todo relleno, por ahí puede ser que no ha estado bien relleno. (Casa H)

Otro relato habla de sismos pero que no se manifiesta en rajaduras evidente de la casa.

P: Y usted recuerda algún sismo?

R: Si recuerdo (...)

P: Y que pasó con el sismo, se movían obviamente las cosas, pero se rajó alguna parte de la casa?

R: No, no he notado... (Casa H)

En las visitas se observó varios casos en que las paredes de piedras que separa la galería de los otros ambientes tenían las piedras pintadas con esmalte color natural y las uniones de cemento con pinturas grises.

P: usted cuando me decía que arregló la galería el año pasado lo hizo usted mismo?

R: si yo lo hice (...) yo hice la pintura.. (...) claro, la arreglé bien, la pared la dejé toda bien, y es que la pintura no agarra si no está limpia la pared... (Casa F)

M. (...) referida a la casa..eh...vimos también que había una pintura hecha en los primeros años de ocupación, una pintura a rodillo, cosa que también había en la casa anterior que visitamos...eh...las paredes tenían (...) el barnizado y la pintura, la parte de cemento, la piedra buena, aspecto que también vimos en otro lugar...eh...el estado general del piso era bueno, cuando se hablaba de problemas el entrevistado ejemplifico el problema de la familia vecina, que fue la última que visitamos. (Observación a entrevista Casa Z)

En otra casa, la entrevistada habla del salitre y atribuye los problemas de humedad con el adobe dentro de una visión negativa muy marcada.

M: el salitre era una cosa que aparecía (en el relato) tanto rompiendo el piso como las paredes, se hablaba que el adobe por la composición de la cual estaba hecho había producido como una especie de ruptura...

G: el problema de la humedad afectaba el adobe, que si hubiera sido piedra, que es la construcción típica de la zona, que sacamos las fotos en el viaje pasado, hasta cincuenta centímetros, cimienta hasta cincuenta centímetros piedras y de ahí para arriba adobe, pero eso acá no se podía hacer por el tema de las aislaciones, por el problema térmico...

M: de todas formas el nivel de dificultad en la cual el adobe se bajaba o caía es aproximadamente a los cincuenta centímetros aproximadamente... (...) M: por eso el revoque, asociaba el revoque con adobe, y también nos mostraba que había sectores del piso en las que había manchas blancas y que cuando llovía esto en la parte nueva, en el piso que había hecho, aparecía también.. (Observación a entrevista Casa X)

En una de las casa se presentan las rajaduras en paredes y techos más notables. Se trata de rajaduras que se vinculan con el tipo de piso sobre el cual está asentada la vivienda

R: lo que sí en veinte años no hemos hecho ninguna reparación, de paredes hasta el momento ha sido...todo lo que usted ve esas grietas ya son de veinte años...ya se van resedimentando las tierras, porque...todo aquí ha habido...se asentó...incluso cuando estaban aquí haciendo las construcciones se han caído las paredes...se ha caído la casa (...) la que se ha caído, ésta casa era la que se ha caído....

R: esta misma casa...ah...

P: Tiene mas rajaduras que otras...si...puede ser que el terreno no está... no es lo mismo (Casa H)

En otra vivienda, la entrevistada señala la existencia de rajaduras que han sido reparadas.

R: por ejemplo la casa si la arreglamos bastante...se había rajado mucho, todo, el piso incluso, pero bueno el piso no lo tocamos, pero las paredes si, tenían muchas, muchas rajaduras... (Las rajaduras del piso se observan en la sección del piso debajo del marco de puerta, las rajaduras de paredes no son de la misma estructura)

P: acá aparece un problema de asentamiento del terreno, no?

R: eso también porque se siente, hay lugares que acá en la casa que uno camina y es como si estuviera hueco abajo (Casa Q)

Respecto a los pisos, un entrevistado indica que el estado de sus pisos es muy bueno y no presenta problemas.

P: otra pregunta que quería hacerte es el tema de los pisos...si hay problemas...de rajaduras...eh...

R: no...

P: si los mosaicos están saltando...o...

R: no, no, no...acá por lo menos no saltó nada (Casa P)

La casa H muestra el estado del piso está bien conservado salvo en una sección con una rajadura que ha llevado al reemplazo de las baldosas.

R con este piso, este piso es el original, solamente el arreglo que tiene ahí...(...) se ha levantado la...

P: pero debe ser por la dilatación porque se golpearon algunos...

R: me dijo el albañil que arregló ahí de que...era de que tenía mucha cal, que por ahí eso infla y...nada más eso...

P: me da la impresión de que esto (...), ha reventado...(...

R: no, no, primero estaba así y después ha empezado a levantarse ,a levantarse...parece que el agua que yo limpiaba se ha ido infiltrando y ha empezado a levantarse así como hinchado, después yo lo sentía así, que estaba hueco y bueno se mantuvo, se mantuvo hasta que empezó a romperse...ya se ha hecho el agujero, y no conseguíamos la cerámica de la misma, se conseguía en naranja, en otro color, no tenía al fin...bueno...al final yo tenía unas viejas esa de la misma, para comprarla de otro color, le pongo una de esas viejas... (Casa H)

Dentro de la misma casa se reconoce que se trata de problemas relacionados con el uso y el tiempo, mientras que también se alude a la caída de zócalos.

P: únicamente en esta zona de la cocina es donde se levantó o...en los otros lugares de la casa también...?, los mosaicos...

R: eh...la cocina...después se van caendo esos, esos...los (...) los zócalos, ves?, ya es el uso...

P:...tienen veintidós años...mi casa tiene, a ver mi casa es del 85, tiene 21 y uff, tiene muchas cosas...

R: ...y bueno como dijo el uso... (Casa H)

En otra casa, se indica que los mosaicos se rompieron y que fueron reemplazados por el mismo entrevistado.

P: y en el piso tienen rajaduras...?

R: el piso...hay algunos que están ya, yo tengo algunos que están rotos ya, he arreglado así no más

P: cómo son rotos? me podés explicar?

R: se han partido al medio(...) se ha empezado a aflojar y cuando han estado así, han reventado, se han rajado, tengo ahí dos, tres no más, después los zócalos también se te van abriendo, se te van cayendo (...) se van cayendo y yo lo voy poniendo de nuevo (...) sí, voy poniendo de nuevo (Casa F)

Respecto a ampliaciones, hay casas que la han realizado pero otras no. Así por ejemplo el testimonio de un inquilino,

P: y esta casa tiene ampliación en el sentido de mas habitaciones...

R: lo único que se hizo acá, creo yo es el alambre ese que puse yo, digamos, el portón...y nada más...

P: tenés una parte como un techito para el auto, no?

R: es una media sombra(...) una precaria media sombra, pero ahí está...eh...la casa que está acá al fondo, esa si tiene mucha ampliaciones...

P: me habían dicho que esta casa estaba como era en el origen...

R: yo creo que esta está original, no tiene nada...va por lo menos original está funcionando (Casa P)

La familia de la Casa H, cuyos miembros principales tienen empleo pero están saliendo de una crisis, no ha realizado ampliaciones.

M: y tenés alguna ampliación en la casa?

T: no, no (...) (Casa H)

Otra de las familias, ambos jefes empleados en educación, posee una ampliación añadida a la galería.

hubo una ampliación que consistió en la construcción de una pieza contigua a la galería, al este, y también la construcción de una especie de estacionamiento o garage...

(...) a habitación es, lo que pude ver, era que la ampliación tenía una cama, que no tenía puerta, tenía una cortina divisoria, ampliación me refiero a la habitación que fué añadida al final de la galería hacia el este (...) (Observación en base a entrevista Casa Z)

En una de las viviendas se construyó un garage junto a un horno de barro. La construcción es de bloque de cemento cubierto con revoque de cemento. Se trata de una familia con ingresos monetarios estables.

R: un garage...

P: un garage?, es una ampliación que usted hizo digamos...?

R: si, si, este garage si...

P: y en el caso...cómo fué la construcción, fué inmediatamente después de hacer la casa?

R: no, en mucho tiempo...(Casa I)

En otro caso, la familia ha encarado una construcción de habitaciones y baños con la intención de alquilar departamentos individuales a turistas o residentes pasajeros, considerando tal vez la experiencia de la casa con mayor ampliaciones del barrio que ha destinado un cuarto para el alquiler. Los materiales empleados son bloques de cementsos y abobe en una construcción que se encuentra a medio hacer. Las expectativas es generar ingresos para poder afrontar los gastos y mantenimiento de un hijo que migra para estudiar.

M: contaba también que había podido hacer la actual ampliación, que en realidad son paredes de bloque levantadas, junto con una pared divisoria de adobe, interna la pared de adobe...

G: iba a tener una loza de viguetas con cerámicos huecos...

M: mencionaba de que pudo hacer eso porque estuvo como un año sin necesidad de enviar dinero al hijo que había terminado de estudiar en Salta y...hablaba de lo difícil que era encontrar personas que pudieran hacer ese trabajo y dinero para poder encarar el techo, el piso y demás que necesita por lo tanto para terminar..eh.. (Observación en base a entrevista Casa X)

Un entrevistado cuenta que realizó una ampliación cuando contaba con empleo. Se trata de una construcción en adobe y con techo de chapa que estaba destinada originalmente a ser el garage de la camioneta que luego tuvo obligado a vender. En la actualidad está destinado como habitación de uno de los grupos familiares que se han añadido al principal.

P: mh...y usted cuando hizo la ampliación de su casa, qué material empleó para las

paredes?

R: adobe (...) si adobe y las columnas así...(...) adobe y las columnas...

P: de cemento?

R: yo casi no le toqué nada a la casa, lo único que he hecho es esa abertura de la ventana no mas... (...) después he hecho columnas aparte, todo de adobe

P: ah bien...usted mismo o contrató albañiles

R: no ,no, contraté...albañiles yo...

P: ah..era en el momento que estaba en el banco...

R: claro, entonces podía pagar...

Otras construcciones observadas han sido canteros, muros, cercas y/o paredones en las que se emplearon distintos materiales. Se destacan el empleo de piedras y cementos en algunos jardines similar a la construcción de piedra de la pared interna de la galería. También se combinaron piedras con madera o en otros, piedra con herrería metálica para cerrar el jardín exterior. En otros casos, la división se realizó con ramas o alambres.

Usos de los espacios

Se ha creído importante conocer el modo en que la gente usa los espacios, interactúa con sus propias viviendas y emplea los espacios públicos. Esta información es relevante para conocer el hábitat y las relaciones que los ocupantes mantienen entre sí.

Espacios interiores

Consultados sobre cual es el lugar de la casa donde pasan mayor cantidad de tiempo, se registraron dos tipos de respuestas. Una alude a que la cocina-comedor es el lugar donde se pasa mayor cantidad de tiempo y se realizan distintas actividades. Otros ubican a la galería como lugar donde transcurren la mayor cantidad de tiempo y se llevan a cabo distintas actividades. Las actividades cubren las elaboración de comidas, el consumo de alimentos, las lecturas, la costura de ropa, las oraciones, recibir vecinos o visitantes, realizar las tareas escolares, ver televisión, etc. Entre quienes ocupan la cocina con mayor frecuencia señalan que la galería es empleada como un lugar de depósito de cajas, muebles u otras pertenencias. En otros casos, la galería es el lugar donde se está y en el cual pueden realizarse distintas actividades de manera simultánea. En unos de los casos, la galería es el ámbito que sirve para las reuniones religiosas semanales de las legionarias de maría, espacio donde ora, planean acciones y se habla de temas extra-religiosas. Actividad sociales distintas a las religiosas parecen ser muy raras.

En un caso la entrevistada refiere que la cocina es el lugar donde pasa mayor cantidad de tiempo y la galería es empleada como un lugar de depósito de cajas, muebles y otras cosas.

P: por ejemplo ahora estamos en la cocina...cuál es el lugar de la casa donde usted pasa mayor tiempo, digamos...?

R: acá en la cocina..

P: en la cocina, en la galería no?

R: no ahí la tengo ocupada con cosas, mas cosas que ocupo los dormitorios...hasta que me organice un poco más.. (Casa H)

Otro entrevistado, trabajador fuera de su casa, cuenta que el mayor tiempo lo pasa en la cocina y la galería es el lugar de depósito.

P: y cual es el lugar en que pasas mayor tiempo? (...)

R: no, por lo menos en mi caso no...(pasa más tiempo en la cocina, allí fuimos recibidos)

P: ahí para...para qué usan la galería?

R: no, hay una mesa, un sillón, este, tengo yo allá como le digo el cachibachero que lo dividí, así que...lo dividí con un montón de cosas de ahí le puse una cortina, lo dividí para la parte de atrás...pero no...casi no la usamos, por ahí la usan las chicas a la tarde se van a hacer sus trabajos de la escuela...sus cosas ahí. Pero la mayoría del tiempo no....Hay plantas... (Casa P)

La galería como espacio donde se realizan diferentes actividades por distintos miembros de la familia es observado en otra vivienda.

La galería es también el lugar donde la entrevistada, señala, pasa la mayor cantidad de tiempo la familia. Cuando entramos, también había una mesa, sillones, televisor, había niños viendo tele, la cocina era también un espacio de cocina comedor (Observación en base a entrevista a Casa X)

En una casa comen en la galería cuando llegan los miembros que estudian afuera pero cuando se encuentra la familia reducida realizan las comidas en la cocina comedor. La galería también sirve de espacio de reunión semanal de un grupo juvenil católico.

había también como una especie de decoración en ese espacio público interior que es la galería con pinturas, figuras religiosas (la galería era el lugar de reunión de un grupo juvenil religioso)...eh...para recordar un poco más esto hay que ver las fotos sobre todo de la galería y de la cocina, la cocina era el lugar donde se comía cuando estaba el grupo familiar reducido, cuando (llegaban los otros miembros residentes fuera del barrio y el pueblo) hablaba de que la galería se usaba de comedor; no sé si ya dijimos pero es el lugar que más se emplea para estar ahí (Observación en base a entrevista Casa Z).

En otra vivienda, la galería es el espacio donde se come, estudia, se cose y se está. En este caso, los entrevistados indican su estrechez para actividades sociales que reúna más gente.

Pasan mucho tiempo en la galería. Allí almuerzan, cenan y los niños hacen sus tareas. Hay un televisor y hay una cortina que divide un ambiente donde hay maquinas de coser y ropa apilada.

Dicen que la galería “es un poco angosta” ya que si bien se ajusta a los usos y necesidades del grupo familiar, resulta chica “cuando hacemos algo” como reuniones, fiestas u otras actividades sociales. (Observación en base a entrevista Casa E)

Espacios públicos

El barrio tiene dos plazas cuyo usos principales son el recreativos y religiosos. Además de los juegos para niños, un aro de basketball y bancos de asiento, se encuentra una gruta con la imagen de la virgen patrona del barrio. Existen pasillos y veredas de uso público que rodean y recorren el barrio. El estado de los juegos es bueno, lucen recién pintados, en uso y no están deteriorados como en otros barrios de Cachi y la provincia. Las familias manifiestan hacer distintos tipos de uso de ese espacio. En hogares con niños, los entrevistados manifiestan que es un espacio de juego. Hay quienes por su pasado urbano indican que es un lugar seguro en que los chicos van sin necesidad de ser supervisados o controlados. Quienes provienen del mismo Cachi, cuentan que hoy en día los chicos van a jugar pero siempre algún mayor debe cuidarlos o controlarlos. También se compara el estado actual de la plaza respecto a cuando era cuidada por algún vecino o sólo usada por los chicos del barrio. En estos casos, la plaza se percibe como un espacio descuidado y

hasta invadido por extraños. En una de las plazas está la virgen patrona del barrio. Todos los años en el domingo de ramos se realiza una novena que culmina con una procesión a la que asiste gente de todo el barrio y otros lugares. Es entonces cuando la municipalidad, de manera excepcional, se encarga de la limpieza y acondicionamiento de la plaza.

Para algunas entrevistas, la plaza es un lugar lejano donde los chicos de la familia van poco y cuando lo hacen requieren el cuidado de alguien mayor.

P: claro...y por ejemplo acá en el barrio hay estas placitas...los chicos van a jugar ahí, a las plazas...?

R: ahora si, este...si, siempre ellos ocupan, muy poco... pero ocupan (...) muy poco, si,... porque hay que estar encima de ellos, ya se caen y se golpean.. (Casa H)

Distinta es la situación en otra casa, donde los chicos van a jugar a la plaza.

R: los chicos generalmente se la pasan ahí, ya cuando lo sacan a la plaza van a la plaza, y después están en la galería jugando, como es amplio, ahí tiran juguetes, juegan...(Casa F).

Para otra familia, la plaza es el espacio de juego donde su hijo concurre junto a un niño vecino a jugar. Es el lugar donde los chicos pueden estar tranquilo y seguro, una imagen que tal vez tenga sus raíces en la experiencia previa del entrevistado de haber habitado una gran ciudad.

P: usan la placita...

R: si...por lo menos los chicos de acá si (...) hay dos vecinitos más del frente...y como que bueno, está bueno digamos...mis sobrinos que viven allá en Luján no sales, digamos, mi nena a las diez, once de la mañana está ahí con el chiquito, vos salí y está ahí con el chiquito, digamos, está mas tranquilo...digamos (...) cosa que allá capaz en Tucumán no lo podía hacer, y digamos, como que eso fué para ella que (no se entiende), incluso creo que mejor y más rápido que para nosotros (Casa P).

En otro testimonio, una entrevistada destaca que sólo algunos de los chicos que viven en su vivienda van a jugar a la plaza.

P: y en el caso, digamos, acá si mal no recuerdo hay niños...

R: si ahora tengo a mi sobrina, tengo dos sobrinos, uno de cuatro años y otro de un añito.. (...) y después, bueno, está mi hijo de once

P: y ellos van a la plaza o muy poco?

R: si, mi hermano y mi hijo ellos si...con el vecino de acá al lado se van a jugar al básquet...(...)todos los días (Casa Y)

Otra entrevistada señala que sólo la Municipalidad limpia en fechas cercanas a las celebraciones patronales.

P: mh..y alguien se hace cargo del cuidado, del mantenimiento?(...)

R: (...)la municipalidad, cuando hacen las fiestas patronales (...) para ramos, ahí también ha venido la municipalidad, así, ha venido a limpiar las calles...(...) después no (Casa H)

Respecto a la relación con los vecinos, una entrevistada sostiene que hay poco contacto debido a que cada uno se concentra en sus propias actividades que, en su caso, se relaciona con el trabajo.

P: y que tal la relación con los vecinos?

R: Bueno y como cada uno en su mundo (... cada uno metido en su propio mundo..., y

bueno, por que no hay vuelta que dar, porque todos los días de la semana, tarde y mañana al trabajo y después venir los...y ya no podemos estar, este...con los vecinos... y ellos cada uno con su función y no hay vuelta que dar.. (Casa H)

Otro testimonio dice que la relación es buena pero distante y no tan unida como en el pasado.

R: ...o sea , no estamos metidos con todos ...pero hay buena relación...

P: y antes era distinto cuando vos eras chica había más cooperación o...?

R: y yo creo que era un poquito más, porque con el asunto que éramos, este la mayoría tenía hijos de mi edad, y como que éramos todos amigos de todos y como que éramos un poquito más unidos...(Casa Y)

Problemas comunes como los cortes de agua se asumen como reclamos individuales. Así lo comenta un vecino,

R: yo he hecho reclamo...

P: pero así de todo el barrio? o uno cada uno?

R: más que todo hemos hecho así por radio, por notas, por quejas, pero nunca una nota firmada por todos, incluso han venido mucho, el ente regulador, han venido...pero nosotros...han ido uno, dos para hacer los reclamos, han ido a reclamar, pero no nos han solucionado, no nos han solucionado, no es que yo me esté quejando por el barrio, es todo...(Casa F)

Las actividades religiosas son una de las pocas que aglutinan periódicamente a los vecinos.

R: y acá mucha gente son, somos, gente que no lo recibe...

P: no hay algo que nucleee, una cosa en común, acá no?...?

R: no acá no, nada no tenemos... (...) la cuestión religiosa nada más con el cura, las fiestas, los rezos (Casa I)

Gente del barrio y de otros cercanos se reúnen una vez a la semana en casa de una de las vecinas.

R: ...y si...un día de semana hacemos con respecto a la religión una reunión, ahí podemos charlado un ratito, pero nunca hemos hecho un centro del barrio, ah visto?, eso no tenemos (...) si esas son reuniones...(...) de legionaria...así que...(.) si viene gente de ...otro barrio, si se han anotado pero no son muy muchas tampoco y hay que ir a visitarlas a las casas. (Casa H)

R: si tenemos un centro, hoy por ejemplo los de legionarios de virgen maría nos reunimos los miércoles...(.) la reunión de maría (...) (Casa I)

CONCLUSIONES

Las valoraciones sobre el diseño térmico son altamente positivas y son positivas las percepciones sobre los calentadores solares de agua (CSA). En las secciones anteriores se ha descrito con mayor detalle lo referente a las viviendas, aquí se presentará un resumen de las opiniones recibidas sobre los calentadores. Los ocupantes destacan el muy buen comportamiento térmico de la vivienda ante las variaciones estacionales de clima y temperatura. Esta visión está anclada en las formas de percepción histórica de habitabilidad de otras viviendas y en la comparación actual con otras viviendas de la zona.

Existe un conocimiento práctico sobre la apertura y cierre de postigones que regulan la calefacción en invierno y el fresco o aireación en verano. Aún cuando no se pudo indagar a todo el universo, se pudo saber que ese conocimiento tiene sus referencias en cartillas

impresas entregadas al momento de ocupación de la vivienda.

La experiencia de los CSA es positiva, se pondera la obtención de suficiente agua caliente para las necesidades familiares en un pasado próximo. Hoy en día, la totalidad de CSA han superado su vida útil y están parcialmente inutilizados. Sin embargo, se lo sigue usando y existe el deseo de continuar empleándolos en el futuro. Algunos ocupantes buscaron activamente información sobre su reparación o su eventual reemplazo. En pocos casos se desarmaron y desinstalaron, en otros se adquirió calentadores eléctricos o se obtiene agua caliente en la cocina a gas. Esto ha incrementado los gastos en energía lo que refuerza el interés por mantener los CSA. La asistencia técnica y la oferta de información ha sido escasa o nula durante el tiempo transcurrido, se sugiere entonces que iniciativas de recuperación, reparación o adquisición de nuevos equipos CSA tengan asistencia técnica.

Al mismo tiempo, los problemas del funcionamiento de los CSA permitió conocer otras dificultades como cortes de agua e instalación de caños y tanques que dificultan la obtención de agua. Hasta ahora, la cuestión del agua se intentó resolver mediante demandas o pedidos individuales sin lograr ningún resultado positivo.

Las acciones colectivas consisten en actividades religiosas como la celebración patronal de la virgen del barrio y las reuniones periódicas de mujeres y jóvenes. Si bien se trata de actividades religiosas, existen allí espacios de conversación de temas colectivos.

La situación de las viviendas es bueno con algunas situaciones regulares y deterioro. Muchas de las rajaduras observadas son las esperables en viviendas de esa antigüedad, localizadas en áreas sísmicas. Otras rajaduras y grietas son excepcionales y se vinculan con la forma que el suelo ha sido rellenado para la construcción de las viviendas. Algunas grietas y rajaduras han sido rellenadas, pintadas o reemplazado el material.

Cuadro 1 - Resumen

	Jefe s/ Grupo de Edad (1)	Condición de vivienda (2)	Antigüedad	Tamaño del hogar	Miembros escolarizados (3)	Ampliación
Casa T	Jefe adulto	Propietario	22	1	No	No
Casa Q	Jefe envejecido	Propietario	22	3	Si	No
Casa A	Jefe envejecido	Propietario	22	2	No	Si
Casa I	Jefe envejecido	Propietario	22	4	Si	Si
Casa F	Jefe adulto	Propietario	22	7	Si – Migrantes	Si
Casa E	Jefe adulto	Propietario	22	5	Si – Migrantes	No
Casa Y	Jefe adulto	Propietario	22	8	Si – Migrantes	No
Casa D	Jefe adulto	Propietario	22	3	Si	Si
Casa Z	Jefe adulto	Propietario	22	4	Si	Si
Casa B	Jefe joven	Inquilino	1	4	Si	No
Casa X	Jefe adulto	Propietario	22	5	Si	Si
Casa H	Jefe adulto	Propietario	22	4	Si	No
Casa P	Jefe joven	Inquilino	2	3	Si	No

Existe cierta heterogeneidad de las familias ocupantes respecto al tamaño y tipo de hogares, edades de jefes de hogar, escolaridad y condición de vivienda que permiten mirar con mayor detalle las acciones de habitabilidad y ocupación de las viviendas.

Cuadro Resumen 1- (Continuación)

	Situación Económica R/Ingresos (4)	Estados vivienda (5)	Valoración sobre CSA (6)	Situación de CSA (7)	Valoración s/comportamiento térmico d/vivienda (8)
Casa T	Estable	Sin Datos	Regular	Sacó	Muy Buena
Casa Q	Estable	Bueno	Buena	Uso parcial	Muy Buena
Casa A	Estable	Bueno	Buena	Sacó	Muy Buena
Casa I	Estable	Bueno	Buena	Uso parcial	Muy Buena
Casa F	Crítica	Deteriorado	Buena	Uso parcial	Muy Buena
Casa E	Crítica	Bueno	Buena	Uso parcial	Muy Buena
Casa Y	Estable	Deteriorado	Buena	Uso parcial	Muy Buena
Casa D	Estable	Bueno	Buena	Uso parcial	Muy Buena
Casa Z	Estable	Bueno	Buena	Uso parcial	Muy Buena
Casa B	Estable	Deteriorado	Regular	Uso parcial	Muy Buena
Casa X	Estable	Regular	Regular	Uso parcial	Muy Buena
Casa H	Crítica	Deteriorado	Buena	Uso parcial	Muy Buena
Casa P	Estable	Regular	Regular	Uso parcial	Muy Buena

- (1) Jefe grupo de edades: Jefe envejecido 60 y + años. Jefe adulto 40 a 59 años Jefe joven 19 a 39 años
 (2) Condición de propietario refiere al titular de vivienda aún cuando no posee título legal ya que no canceló el plan de viviendas.
 (3) Miembros escolarizados, refiere a la presencia de al menos un miembro que asiste a la escuela cualquiera sea su nivel. Si Migrante, se trata de miembros que estudian fuera de la localidad y mantienen vínculos económicos y familiares con el hogar principal.
 (4) Situación económica s/ingreso refiere a situaciones de estabilidad o inestabilidad de ingresos considerando las necesidades del grupo familiar.
 (5) Estado de la vivienda, se trata de una reelaboración en base a observación del estado de la construcción en general.
 (6) Valoración sobre calentadores, se trata de una reelaboración en base a percepciones registradas de los ocupantes.
 (7) Situación de los calentadores, refiere a si los ocupantes han sacado los calentadores y/o los usan de manera parcial o total.



Fig. 9 Espacio público de juegos y colector calentador de agua (CSA) muy deteriorado

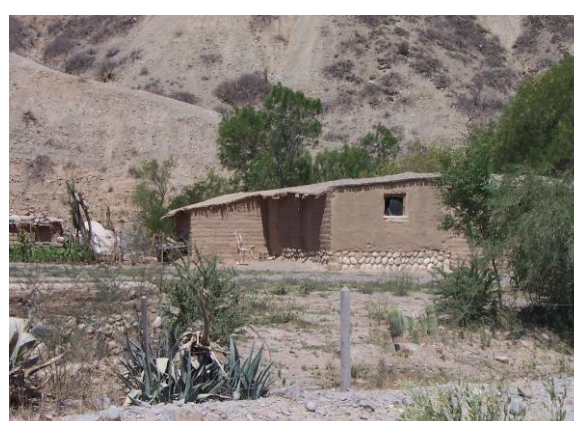


Fig.10 Exterior de vivienda muy modificado y vivienda actual de tecnología tradicional

REFERENCIAS y BIBLIOGRAFÍA

- Caso R., Lesino G. y Saravia L. (1986) - Mediciones de edificios solares en Cachi y Abdón Castro Tolay - *Actas de la 11ª Reunión de la ASADES, San Luis*.
- INENCO - Compendio Mensual – Análisis de Datos Meteorológicos del Noroeste Argentino y su relación con el uso de sistemas de climatización natural – 1981, dentro del proyecto "Aprovechamiento de los recursos climáticos y materiales locales en la vivienda rural y semirural en el Noroeste Argentino". Secretaría de Vivienda y Ordenamiento Ambiental (SVOA) de la Nación.
- INDEC, Instituto Nacional de Estadística y Censo de la República Argentina, Censo Nacional de Población, Vivienda y Hogares 1991 y 2001.
- Ministerio del Interior, Presidencia de la Nación, Argentina – Asuntos Municipales.
- Nadra C., Vedoya E., Lema E. (IPDUV) y Lesino G., Saravia L. 1984 - Quince viviendas con aprovechamiento solar en Cachi, Salta - *Actas de la 9ª Reunión de la ASADES, San Juan*.
- Programa SIMEDIF – es un programa de simulación térmica de viviendas multiambiente desarrollado en el INENCO desde 1982 por diversos investigadores, se ha mejorado, agregado nuevos sistemas de acondicionamiento, reescrito en plataforma Windows y Visual Basic y se mantiene actualizado hasta el presente.
- Romero, M. e Ornstein, S., 2003 - Avaliação pós-ocupação: métodos e técnicas aplicados habitação social. *ANTAC, 2003, Porto Alegre*.
- <http://www.camdipsalta.gov.ar/INFSALTA/geografia.htm>- diciembre 2007.
- http://www.desarrollohumano.org.ar/IDHArgentina/97_arg/97_arg.html - diciembre 2007
- <http://www.portaldesalta.gov.ar> - diciembre 2007
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Cachi_\(Salta\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cachi_(Salta)) - diciembre 2007

ABSTRACT In the present paper the conditions, quality and behavior of a group of fifteen houses called “Barrio 15 viviendas FONAVI” in Cachi, Province of Salta, Argentina are evaluated. The study incorporates the perspective of the occupants, besides the technical aspects. The houses have bioclimatic design features and solar water heaters. They were built in 1983 and delivered to the inhabitants in 1985. This evaluation is done 22 years after the initial occupancy. The climate and characterization of Cachi is and the houses and solar systems are described and the results of the thermal monitoring and performance in 1986 are informed. The 2007 evaluation post-occupation is reported. The solar results, both technical and in the perception of the occupants are positive or very positive.

MEJORAMIENTO TÉRMICO DE VIVIENDA RURAL EN BALDERRAMA Y COLALAO DEL VALLE-TUCUMAN A PARTIR DE LA EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS APLICADAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO-ENERGÉTICO Y DE SU SIMULACIÓN TÉRMICA

Arq. Beatriz Garzón ¹, Est. Arq. Gabriela Giuliano Raimondi ²;

¹Facultad de Arquitectura – Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Tucumán. CONICET. Av. Roca 1900. San Miguel de Tucumán, Tucumán (4000) -Argentina. 54-381-4364093. e-mail: bgarzon@gmail.com; bgarzon@cgcet.org.ar

²Facultad de Arquitectura – Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. Av. Roca 1900. San Miguel de Tucumán, Tucumán (4000) -Argentina. 54-381-4364093. e-mail: gabi_giuliano@argentina.com

INTRODUCCIÓN

En relación al Hábitat Doméstico Popular Rural, puede decirse, en general, que se conservan modos de vida y tradiciones constructivas que se reflejan, aún hoy, en sus viviendas y demás construcciones complementarias, como resultante de la permanencia de las condiciones particulares, tanto naturales como culturales, de estos ambientes.

Además, se observa la adaptación de las soluciones a los recursos disponibles y a los principios del “Acondicionamiento Ambiental”. Para el cumplimiento de este último aspecto los elementos de la naturaleza son tomados para servir a distintos fines: Confort térmico (enfriamiento, humidificación, protección solar, calefacción, protección de vientos), Saneamiento (provisión de agua fría, agua caliente), Cocción y horneado; etc.

Los requerimientos de resolución de las viviendas rurales han surgido de la necesidad sentida, de la experiencia y herencia acumulada de sus usuarios-constructores y de la creatividad de los mismos; quienes, dentro de su realidad, tratan de mantener un equilibrio con su ambiente.

METODOLOGIA

Se realiza un estudio comparativo y correlacional de casos, confrontando distintas realidades geográficas con el objeto de determinar soluciones arquitectónicas y tecnológicas apropiadas y apropiables en relación a sus contextos.

Las etapas realizadas son:

- 1) Identificación y caracterización del área de trabajo;
- 2) Relevamiento de disposiciones y envolventes arquitectónicas utilizadas en la producción de las Viviendas Rurales Espontáneas;
- 3) Identificación de variables: ambientales -natural y cultural-, funcionales, tecnológicas, morfológicas, energéticas, que definen la adecuación bioclimática de dichas viviendas;
- 4) Simulación térmica;
- 5) Propuestas de mejora térmica de viviendas.

¹ Directora Proyecto FAU-SeCyT, UNT; Investigadora Adjunta CONICET; Miembro Asociado de INENCO; Docente Acondicionamiento Ambiental II, IAA, FAU, UNT.

² Becaria FAU-SeCyT, UNT.

PROPÓSITO

Se plantea:

- “el análisis del hábitat popular rural de Tucumán, en relación a su adaptación al sitio y el control-aprovechamiento de los elementos del ambiente: sol, viento, suelo, vegetación y saberes, junto al rescate de los procesos locales para su producción y acondicionamiento, mediante la utilización de disposiciones espaciales, morfológicas y tecnológicas que permitan encontrar y reformular soluciones adecuadas para el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad y salubridad, de sus habitantes y según normas”.

OBJETIVOS

Ellos son:

- Mostrar la aplicación de estrategias y pautas de diseño bioclimático-energético en viviendas populares rurales.
- Simular el comportamiento térmico de las mismas mediante la versión de SIMEDIF para Windows.
- Confrontar la aplicación de las estrategias con los datos obtenidos de las simulaciones.
- Proponer alternativas para su mejoramiento.

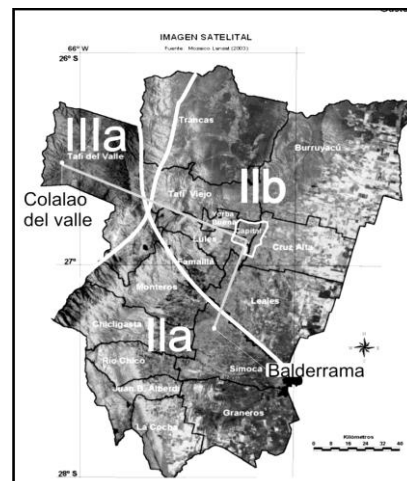
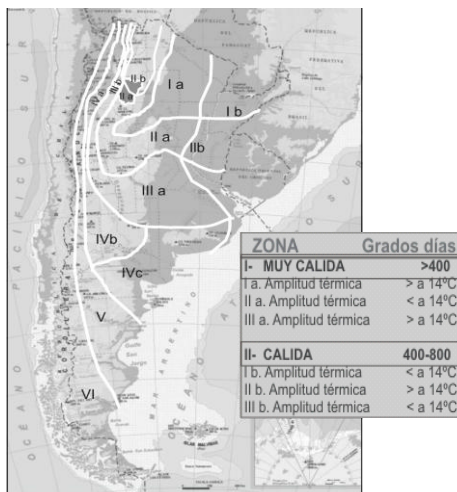
RESULTADOS ALCANZADOS

1. Ubicación geográfica y caracterización climática de las zonas de trabajo

- 1.1 Comunidad de la Llanura Tucumana: Balderrama, en la Llanura Sur.
- 1.2 Comunidad de los Valles Tucumanos: Colalao del Valle, en el Valle Calchaquí.

Balderrama, en el Departamento Simoca. Es área cañería y se localiza a 50 km. AL S.E. de la Capital de Tucumán. Su clima se caracteriza por un período estival muy cálido y húmedo. Cuenta con una época invernal, más seca y con temperaturas relativamente bajas. La nubosidad anual es de 4,8 (escala 1 a 10). (Tabla 1; Figuras 1 y 2; 3; 4).

Colalao del Valle, en el Departamento de Tafí del Valle, a 195 km. al N.O. de San Miguel de Tucumán. El clima es árido; se caracteriza por un período estival cálido y seco: posee una época invernal más seca y con temperaturas bajas. La nubosidad anual es de 2,3 (escala 1 a 10) (Garzón, B; 2006. [2]). (Tabla 1; Figuras 1 y 2; 3; 4).



Figuras 1 y 2: Mapa bioambiental de argentina y zonas biambientales de Tucumán (NORMA IRAM 1996. [3])

Tabla 1: Datos geográficos y climáticos de las zonas. (Servicio meteorológico Nacional. 1992. [1])

Zona bioambiental	Área geográfica	Datos Geográfico		Datos Climáticos									
				Verano (enero)					Invierno (junio)				
				T med.Máx. Precipitaciones	T med.Min.	HR med.Max.	HR med.Min.	T med.Máx. Precipitaciones	T med.Min.	HR med.	Máx	HR mín.	
Zona Ila: Cálida	Llanura Sur	26,88 snm	333	30°C	21°C	82%	70%	200 mm.	22°C	10°C	70%	58 %	65 mm.
Zona Ila: Templada Cálida	Valle Calchaquí	26,22 snm	815	29,3°	15,1°	85%	39%	47,6 mm.	19,9°	0,6°C	83%	30%	0,2 mm

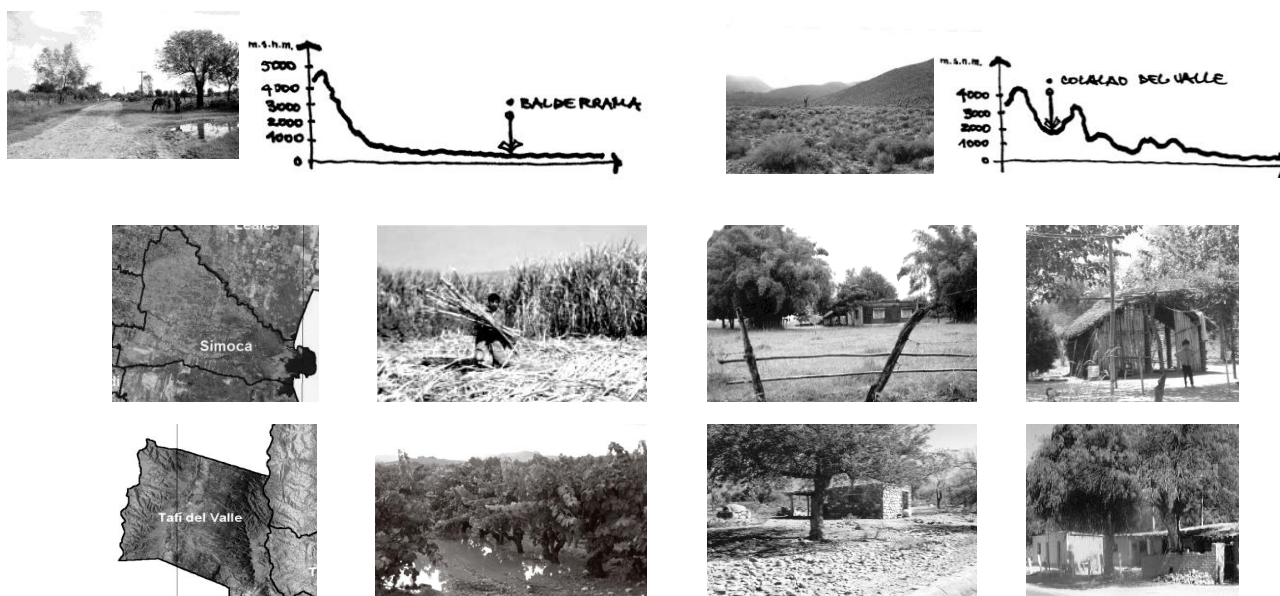


Figura 4: Mapas y fotos de producción típica de las localidades -caña y viñedos- y de arquitectura popular rural.

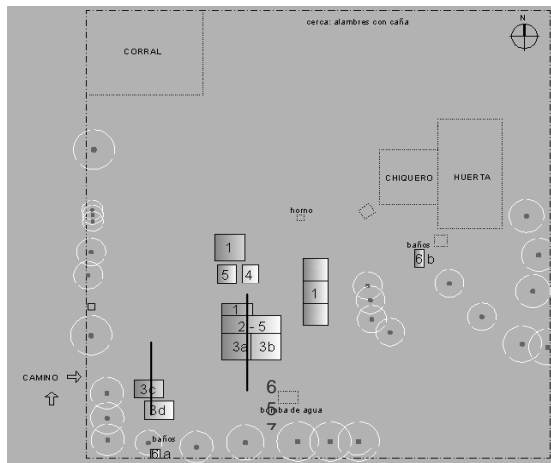
2) Relevamiento de disposiciones y envolventes arquitectónicas

2.1 Vivienda en Balderrama:

Habitada por 2 familias, con 8 integrantes: 4 adultos y 4 menores. La vivienda solo ocupa un 3,5 % del espacio disponible del terreno (5.340 m² -100%-). Está formada por una serie de volúmenes, ubicados en forma dispersa, siendo estos de carácter aditivo, incorporándose nuevos locales junto a nuevas necesidades como la de este caso en particular, donde la familia se halla en crecimiento numérico de integrantes. (Figura 5).

El uso de la vegetación permite delimitar y crear zonas funcionales y tiene, también, un carácter ornamental, y climático. Las fachadas principales se encuentran orientadas hacia el Norte siendo reducida la de las orientaciones Este y Oeste. El espacio exterior es tratado con vegetación diversa; posee además elementos dispersos como: corral, jaulas para gallinas, chiquero, huerta, horno de barro, batea para lavar, pozo de agua y pozo cloacal.

Los espacios semicubiertos son: la galería, como extensión de la cocina-comedor, las “enramadas” y las pérgolas con enredaderas ubicadas en forma dispersa en relación directa a los espacios cubiertos. Los espacios cubiertos principales son 4 dormitorios agrupados de a pares (2 por familia) y la cocina-comedor que junto a los espacios de servicio como las 2 letrinas (que también son usadas en forma indistinta por cada grupo familiar) y el de guardado del “sulky” (vehículo típico de la zona tirado por un caballo) que son de uso común.



C-C

Referencias

Espacios exteriores:

- *. vegetación,
- *. chiquero,
- *. huerta,
- *. horno de barro,
- *. ramada,
- *. bomba de agua.

espacios de transición:

- 1. galería – ramada;

espacios interiores:

- 2. comedor;
- 3. dormitorio a y b;
(casco original)
c y d (casco adicionado)
- 4. depósito;
- 5. cocina.
- 6. letrinas

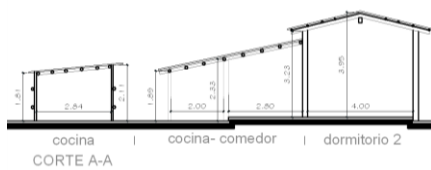
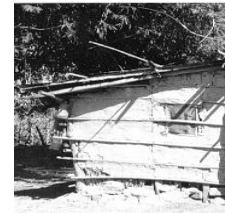


Figura 5: Planta de conjunto y cortes A-A y C-C, transversales.

En general, los cerramientos presentes en la localidad responden a una tecnología tradicional en tierra: la “quincha” (entramado de caña y barro). Es un sistema constructivo de bajo costo y permite la autoconstrucción (Figura 8) Su presencia es predominante ya que se presenta en un porcentaje del 72%, frente a otras resoluciones que representan solo un 28%, como la de este ejemplo en particular.



Figuras 6 y 7: Fotos volumen principal (flía. 1) y volúmenes secundarios (posteriores -flía. 2) Figuras 8: Quincha.

En este caso, los cerramientos verticales exteriores, del volumen central son paredes de ladrillo macizo cerámico de 0,30 y 0,15m de espesor los interiores; (Figura 6); para los locales construidos posteriormente se utilizaron diferentes materiales: bloques de hormigón de 0,13m de espesor, de tabiques de caña (de 0,025 de diámetro); y otros se realizaron en madera prefabricada de 1” de espesor. Las aberturas poseen hojas vidriadas y cuentan con postigones de madera maciza como protecciones. (Figura 7).

La resolución de los cerramientos horizontales superiores e inferiores, también varía en diferentes locales: en el volumen principal, la estructura de los techos es de tirantes de rollizos, y la cubierta es de chapa de zinc sobre tejuela; los pisos, poseen una terminación de alisado cementicio. En los volúmenes secundarios en cambio, la cubierta es de chapa de zinc, sin tejuela; los mismos no poseen terminación en pisos, solo contrapiso o tierra apisonada.

2.2 Vivienda en Colalao del Valle:

En esta vive 1 familia, con 7 integrantes: 3 adultos y 4 menores. La vivienda solo ocupa un 3,5 % del espacio disponible del terreno (3.345m² -100%-). Su configuración morfológica es lineal, compacta y alargada posibilitando la incorporación de nuevos locales adyacentes a los existentes, según nuevas necesidades. La fachada principal del volumen se encuentra orientada hacia el Noreste siendo reducida las superficies de cerramientos con orientaciones Este y Oeste (*Figura 8*).

Una “enramada”, constituye el único espacio semicubierto, sin relación directa con los espacios cubiertos. Entre los cuales podemos diferenciar por su uso los espacios principales: 2 dormitorios contiguos y estar-comedor, de los de servicio: depósito y cocina, y una letrina que se constituye como volumen único e independiente a los anteriores.

En el espacio exterior, se plantaron algunos árboles como algarrobos y arbustos: cactáceas.

Posee, además, elementos dispersos como: corral de ovejas, jaulas para gallinas, chiquero, horno de barro, batea para lavar.

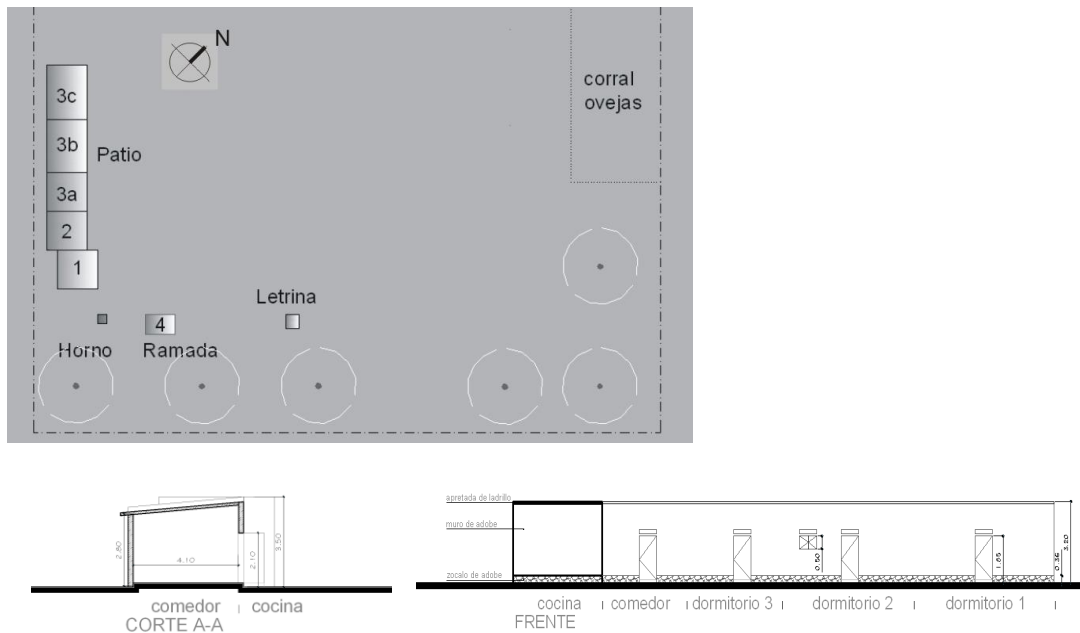


Figura 8: Planta de conjunto y corte transversal A-A y frente N-E.



Figura 9: Vivienda en análisis, acceso a cocina



Figura 10: Mampostería de adobe típica .

También en esta localidad, los cerramientos verticales de las viviendas, se resuelven en forma tradicional, con tierra; encontrándose en su mayoría de adobe 82(%) y entramados de caña – barro, sólo en un 18(%) (*Figura 9*).

En esta vivienda analizada, las paredes exteriores e interiores son de ladrillos de adobe (0.20m de espesor) construidas sobre basamento de piedra sin terminación superficial, encontrándose con conservación regular (*Figura 10*).

Los vanos son reducidos a la mínima cantidad, abriéndose una puerta por local y sin aventanamientos, con excepción del “dormitorio a”, que posee una ventana alta de dimensiones mínimas y solo permite el paso de luz y aire protegida con postigos de madera maciza, y de la cocina que posee una ventana que permite además visuales.

La estructura de los techos, son de tirantes de rollizos, cubierta de cañizo más torta de barro. Los pisos son de tierra apisonada en todos los locales, con excepción de la letrina que posee una terminación en alisado cementicio.

3. Identificación de las variables que definen la adecuación bioclimática del hábitat doméstico considerado.

Las Técnicas utilizadas fueron:

a) *Determinación de estrategias bioclimáticas*

b) *Identificación de las Estrategias y Pautas de Adecuación Bioclimáticas presentes en cada uno de los casos analizados según:*

- Disposición Arquitectónica: Uso del suelo.
- Configuración Morfológica: Disposición de los volúmenes: dispersa o compacta.
- Configuración Funcional: Espacios: de Habitación, de Servicio, de Transición, Exteriores.
- Tecnología: Evolvente e Instalaciones complementarias

c) *Consumo energético*

3.a) *Determinación de Estrategias bioclimáticas*

A partir de los datos climáticos de las localidades en análisis se observa que la situación crítica para el diseño es la situación de “verano” (período cálido) a considerar en Balderrama y en Colalao del Valle la de “invierno” (período frío)

En base a ello, se determinaron las estrategias bioclimáticas para las zonas bioambientales en estudio a través del uso del Diagrama Psicrométrico. De la metodología empleada se obtuvieron y consideraron las estrategias de mayor porcentajes (Garzón, B; 2006. [2]) (*Figuras 11, 12*)

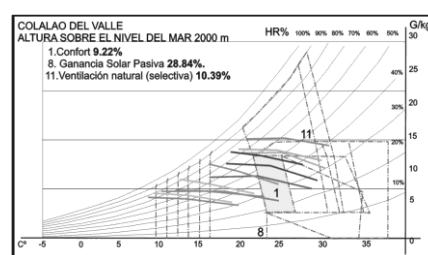
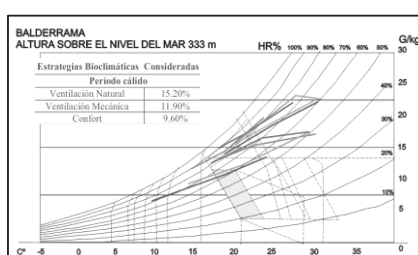


Figura 11: Diagrama psicrométrico (Septiembre – Abril) Figura 12: Diagrama psicrométrico (Abril-Septiembre)

3.b). Análisis de la aplicación de las estrategias y pautas de diseño bioclimático en una vivienda rurales populares

A continuación, se considera y analiza la verificación de la aplicación de las estrategias en la vivienda según la situación climática crítica para Balderrama en período estival y para Colalao en período invernal.

3.b.1) Vivienda en Balderrama (periodo cálido)

3.b.1) 1. Ventilación natural

Su configuración arquitectónica dispersa con su disposición de sus volúmenes aislados y de sus zonas sombreadas permite en esta época la captación de los vientos predominantes del cuadrante-Suroeste- Norte (Figura 13) para confort de sus habitantes y el enfriamiento de las construcciones. Las aberturas en sus fachadas Norte, Oeste y Sur permiten la ventilación cruzada en los espacios interiores. (Figuras 14, 15).

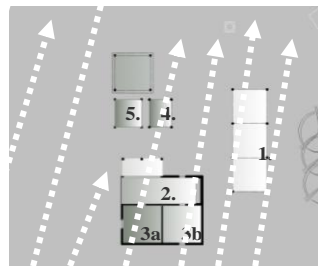
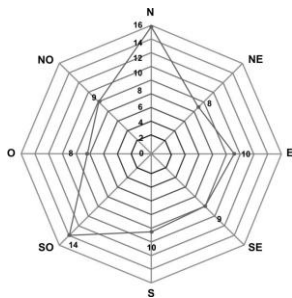


Figura 13: Vientos predominantes km/ h [1]. Figuras 14 y 15: Ventilación natural.

3.b.1) 2. Reducción de las ganancias de calor

El volumen principal presenta su mayor superficie hacia el Norte siendo reducida la de las orientaciones Este y Oeste para minimizar las ganancias de calor lo cual corresponde a las recomendaciones de la normativa (NORMA IRAM 1996. [1]) (Figura 16).

3.b.1) 3. Protección Solar

Los árboles y enramadas de hojas caducas permiten generar espacios exteriores sombreados. Las galerías, también, generan espacios de transición en sombra. Pero a nivel de la envolvente, dicha vegetación existente y estos espacios intermedios no permiten sombrear las superficies verticales exteriores para las orientaciones más desfavorables, este y oeste, de modo de reducir las ganancias térmicas al interior. (Figuras 17,18, 19)

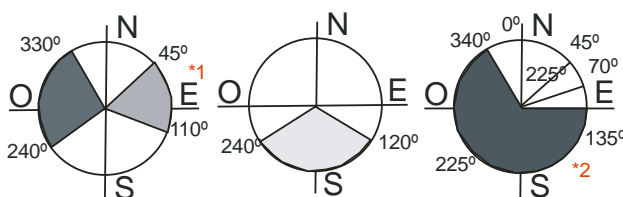


Figura 16: Orientaciones favorables y desfavorables (NORMA IRAM 11.603-1996. [1])



Figura 17: Protección solar



Figura 18: Espacios sombreados

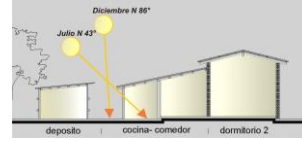


Figura 19: Corte A-A

3.b.2) Vivienda en Colalao del Valle (Periodo Frío)

3.b.2) 1. Protección de los vientos

Las dependencias de la casa con demandas térmicas menos críticas (servicios) se utilizan como locales “tapón” (Figura 21). Hacia el noroeste se halla un “ex dormitorio” usado como depósito y al sureste el espacio cocina para minimizar las pérdidas de calor en locales principales.

La tipología lineal- compacta y la ausencia de aberturas en la fachada sur, favorece que las pérdidas de calor sean menores. Por otra parte, no existe protección del viento predominante del norte (Figura 20).

Desde el punto de vista de la ventilación, se observa la utilización de la ventilación selectiva a través de la apertura de las carpinterías en caso necesario y se evitó la ventilación cruzada ya que sólo se presentan aberturas en una sola fachada, la Noroeste.

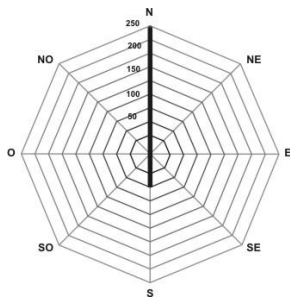


Figura 20: Vientos predominantes km/h [1].

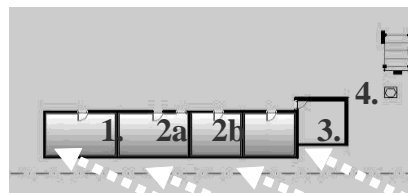


Figura 21: Fachada S.O. con protección cerrada a los vientos.

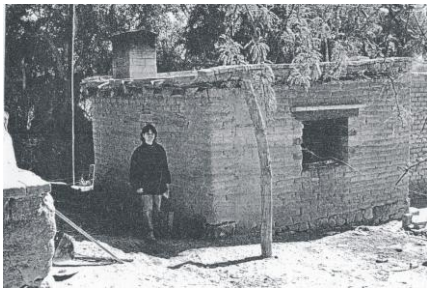


Figura 23: Ganancia solar pasiva

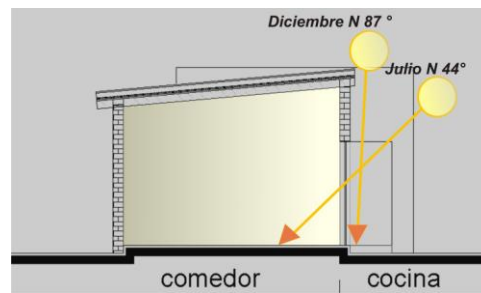


Figura 24: Corte A-A, Alturas solares 12:00 hrs., latitud superior a 26°

3.1.c) Consumo energético

Energía necesaria para la producción de materiales.

Por otro lado, debe considerarse el consumo energético desde la producción misma de los materiales a utilizados.

La Tabla 2 muestra los valores para distintos materiales. Del análisis de la misma, se advierte que los constructores de ambas localidades han elegido para la materialización de las viviendas, aquellos que han requerido menor gasto de energía.

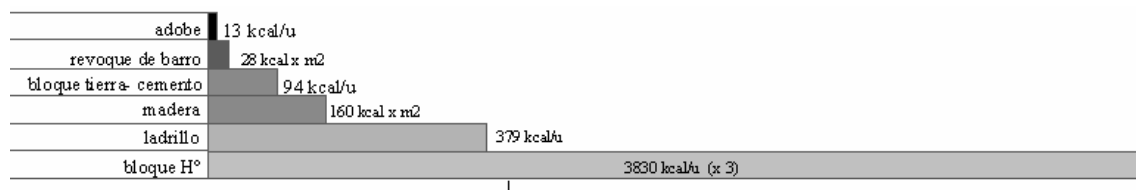


Tabla 2: Consumo energético para producción de materiales.

Combustibles usados para acondicionar las viviendas.

Otro aspecto, es el gasto de energía para calentarse, cocinar e higienizarse. El 50-70% de la Población Mundial y el 25% de la población de Tucumán consume leña como combustible; o sea, la máxima contaminación y el mínimo rendimiento. No hay casos de uso de combustibles para enfriamiento de las viviendas.

En cuanto a los combustibles relevados para las dos situaciones en estudio, en la Tabla 3 y 4 se detallan los consumos de los mismos (Garzón, B. 2005. [5]). De sus porcentajes, se deduce que se hace uso simultáneo de 2 o más combustibles.

Balderrama		Colalao del Valle	
aserrín o estiércol	2%	aserrín o estiércol	5%
cocina a gas licuado de petróleo	54%	cocina a gas licuado de petróleo	30%
cocina a leña y carbón	83%	cocina a leña y carbón	90%

Tabla 3 y 4: Combustibles usados en las comunidades

4. SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO-ENERGÉTICO VIVIENDAS

4.1 Vivienda en Balderrama

El programa utilizado es el SIMEDIF en la versión que corre bajo Windows. Este programa de simulación de edificios fue desarrollado en el INENCO y es una herramienta de diseño y evaluación térmica de edificios, (Flores Larsen S. y Lesino G. 2000 [4]).

Se ha simulado para Balderrama, la vivienda en consideración con el objeto de conocer su situación térmica, en el período de verano (por ser el más desfavorable para esta localidad), para un lapso de 10 días comprendido entre 21 de diciembre y el 5 de enero.

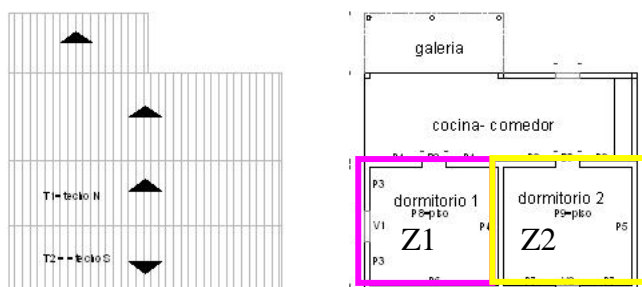


Figura 25: Zonas isotérmicas

Los resultados obtenidos, representan las temperaturas simuladas de locales interiores. Para el cálculo se utilizaron los datos meteorológicos oficiales de temperatura (Servicio Meteorológico Nacional. 1992 [1]) y los valores de radiación se obtuvieron con el Programa RadSol-V01 (Negrete, J. 2001. [7]); los 2 locales se tomaron como zonas isotérmicas diferentes Z1 dormitorio 1 y Z2 dormitorio 2, según *Figura 25*.

Los muros de ladrillo cerámico macizo se simularon como paredes y el techo con cubierta de chapa como tabique, con un coeficiente C de Transmisión Térmica ($C=k/e$, con k la conductividad térmica en $W/m^{\circ}C$ y el espesor en m.) de $2,02 W/m^2C$ y $4,23 W/m^2C$, respectivamente.

Se presentan las temperaturas simuladas de los locales más importantes, del volumen principal de la casa (dormitorios 1 y 2: locales 3a y 3b respectivamente, según *Figura 26*). Como coeficientes convectivos externos se empleó un valor de $10 W/m^2C$ para paredes y tabiques que reciben radiación. Se ha tomado este valor pues se ha considerado a las puertas y ventanas abiertas. Los coeficientes convectivos interiores se fijaron en $6 W/m^2C$ para paredes y tabiques que no reciben radiación.

El número de renovaciones de aire por hora de cada local se fijó en 10, debido al modo de vida de los usuarios de la vivienda, quienes establecen una constante relación entre el dentro y el afuera ya que por sus actividades -habitar y producir- viven gran parte del tiempo en los espacios exteriores.

La curva de temperatura exterior representa los valores registrados por el Servicio Meteorológico Nacional para la zona (Servicio Meteorológico Nacional. 1992 [1]).

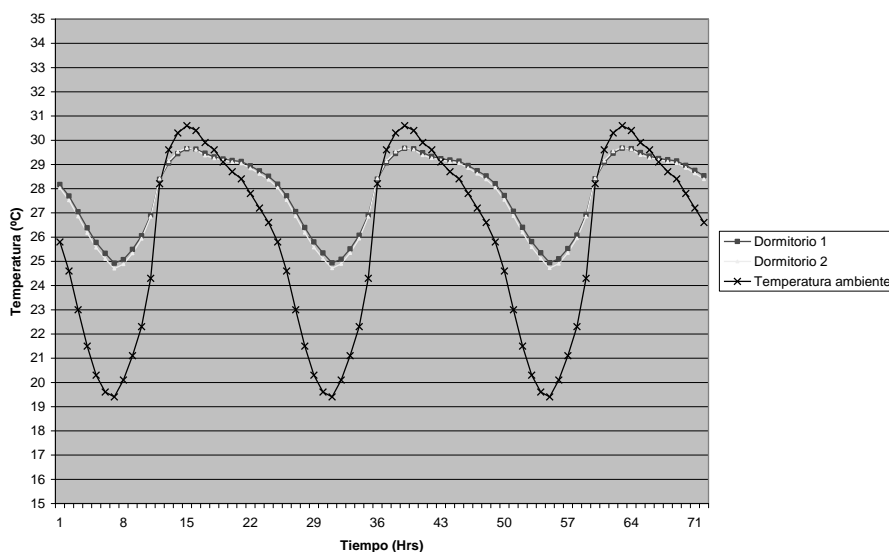


Figura 26: Comportamiento térmico de los locales de la vivienda en relación Temperatura exterior (SIMEDIF [4]).

Durante las horas de sol en verano y de temperaturas máximas exteriores de 30°C (Figura 27), se observa que el local ubicado hacia el Norte-Oeste presenta temperaturas mayores en relación al orientado Norte-Este; ambos tienen amplitudes térmicas de aproximadamente 5°C, dadas entre los 25°C y 29,5°C.

En los dormitorios, con protección de galería y comedor hacia el Norte, la temperatura máxima obtenida es de 29,5°C a las 16 hs. y la temperatura mínima es de 25°C a las 8 hs.

Se observa, además, que la temperatura media externa es de 25°C y la amplitud térmica exterior es alta, con temperaturas mínimas y máximos de 19,5 a 30,5°C.

En el interior de la vivienda, en cambio las temperaturas medias son de 27°C, aproximadamente, y con amplitudes térmicas en locales, con mínimos y máximos de entre 25°C y 29,5°C. O sea, la mayor parte del día, con temperaturas superiores a la considerada de confort para verano de 25°C.

Por lo tanto, sería necesario el uso de ventilación auxiliar o refrigeración mecánica.

Pero, es sabido que el ingreso económico de sus habitantes les hace difícil acceder a sistemas convencionales que utilicen energía eléctrica y gas, siendo más conveniente los sistemas no convencionales para mejorar las condiciones interiores de sus locales.

4.2 Vivienda en Colalao del Valle

Se ha simulado un caso típico de vivienda para la localidad en consideración con el objeto de conocer su situación térmica, en el período más crítico para esta zona: invierno, para un lapso de 10 días comprendido entre 21 julio y 5 de Agosto.

Los resultados obtenidos, representan las temperaturas simuladas de locales interiores. Para el cálculo se utilizaron los datos meteorológicos oficiales de temperatura (Servicio Meteorológico Nacional. 1992 [1]) y los valores de radiación se obtuvieron con el Programa RadSol-V01 (Negrete, J. 2001. [7]); la vivienda se zonificó, agrupando locales de a pares, como zonas isotérmicas (ZI): ZI 1 (depósito; dormitorio b), ZI 2 (dormitorio a; estar-comedor), y ZI 3 (cocina) según Figura 27.

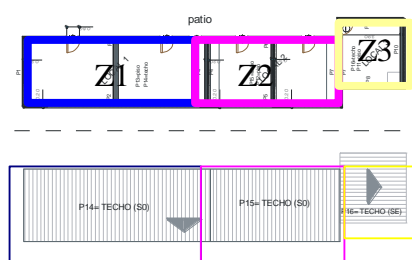


Figura 27: Zonas isotérmicas.

Los muros de adobe y el techo con cubierta de torta de barro, se simularon como paredes, con un coeficiente C de Transmisión Térmica ($C=k/e$, con k la conductividad térmica en W/m^2C y e el espesor en m) de 2,45 W/m^2C y 2,1 W/m^2C , respectivamente.

Para los locales se adoptaron 2 renovaciones de aire por hora para invierno por infiltraciones de aire a temperatura exterior. Para la ventana con postigotes se utilizaron valores de transmitancia térmica de 5,8 (día) y 2,8 W/m^2C (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.

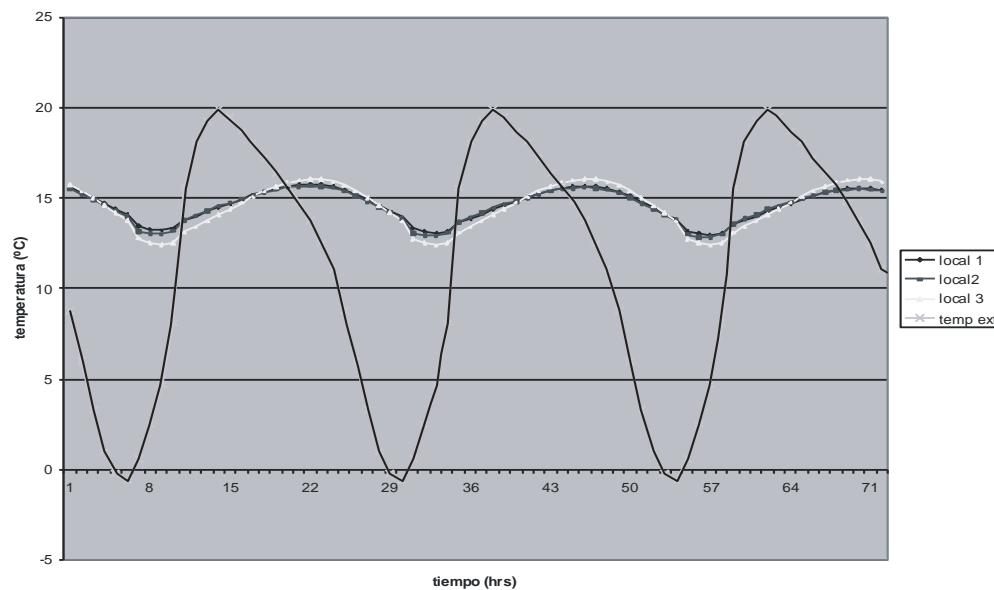


Figura 28: Comportamiento térmico de los locales de la vivienda en relación Temperatura exterior. (SIMEDIF [4]).

Durante las horas de sol en invierno y temperaturas máximas exteriores de 19,9°C (Figura 29), se observa que los locales ubicados hacia el Noreste presentan temperaturas mayores que la del ambiente exterior y amplitudes térmicas de 3,5°C. (Figura 27).

La vivienda orientada en el eje en sentido Noroeste-Sureste, presenta las mayores y menores temperaturas en Z3, (cocina con valor máximo de 16,5°C a las 22 hs. y apenas alcanzan los 13°C alrededor de las 9 hs.) en comparación las Z1, (ex dormitorio convertido en depósito y dormitorio a) y Z2 (dormitorio b y estar-comedor), ambos con máximas de 16°C a las 22 hs. y mínimas de 14°C, alrededor de las 9 hs.

Se observan además, que temperatura media externa es de 9,5°C y la alta amplitud térmica exterior, con temperaturas mínimas y máximos de -1 a 20°C. Aunque estos valores aparecen mejorados considerablemente en el interior de la vivienda con temperaturas medias de 14,5°C, aproximadamente, y bajas amplitudes térmicas en locales, de entre 16,5 °C y 12,5 °C, éstos se encuentran claramente fuera del área de confort durante todo el día, considerada para invierno de 20°C.

Por lo tanto, sería necesario el uso de sistemas de calefacción auxiliar.

La calefacción convencional en este caso, será poco factible, por los costos que esto les significaría a la familia ya que sus recursos económicos disponibles no les permiten acceder a sistemas que utilicen energía eléctrica y gas, siendo conveniente los sistemas no convencionales que utilicen en forma racional la leña como combustible, para mejorar las condiciones interiores de confort (Tabla 6).

5. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO

Cabe aclarar que las mismas surgen de: un análisis de observación y una simulación térmica constituyendo, por lo tanto, una primera aproximación a la evaluación de su desempeño térmico.

En una segunda etapa, se prevé un análisis de datos reales a través de mediciones de temperaturas para ratificar y/o rectificar las propuestas.

Como se observa, en ambos casos a pesar de haber aplicado los usuarios-constructores las estrategias de diseño a nivel emplazamiento en el terreno, configuración morfológica y funcional, no se tuvieron en cuenta las mismas a nivel de su resolución tecnológica:

A partir de los resultados obtenidos, a continuación se presentan algunas de las posibles alternativas que permitirían mejorar el confort térmico dentro de las viviendas en Balderrama, durante el período cálido, mediante sistemas de enfriamiento pasivo y en Colalao del Valle, en el período frío, mediante sistemas de calefacción pasivas.

5.1 Vivienda en Balderrama:

Se ha usado una mampostería y un techo con un valor de transmisión térmica (K) superior al valor admisible más bajo de la normativa (Tabla 8) (NORMA IRAM. 1996. [6]).

Si bien existen superficies verticales sombreadas de la envolvente (N.), las expuestas a las mayores cargas térmicas -E. y O.- (Figura 28) no se encuentran protegidas de la radiación solar incidente por lo que la ganancia térmica es importante.

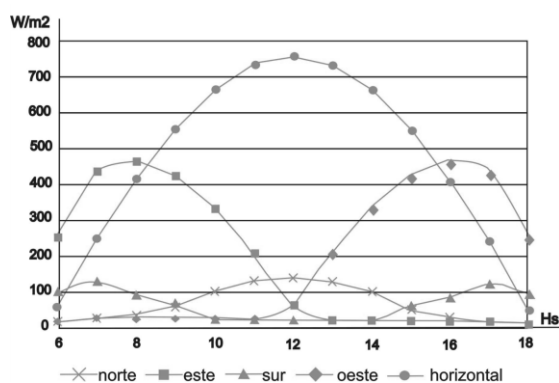


Figura 28: Radiación solar anual promedio 90° y horizontal.

En base a lo analizado, se propone para el mejoramiento de comportamiento térmico de esta vivienda:

1. Complementar las estrategias para lograr ventilación natural con otras para acercarse a la situación de confort;
2. Emplear la estrategia ventilación mecánica, también para ello;
3. Proteger de la radiación solar las superficies verticales de las orientaciones E., O. y S.
4. El uso de un nuevo cerramiento vertical para disminuir el gasto energético desde la producción misma de los materiales constructivos a emplear y para reducir la ganancia térmica en la vivienda;

5. Una alternativa de cerramiento superior, que posibilite disminuir ganancia térmica a través del mismo.

1. Se hace necesario aplicar otras pautas de enfriamiento para confort y enfriamiento estructural, por ejemplo:

- ventilación nocturna
- ventilación por efecto chimenea.

y compatibilizarlas con las aplicadas.

3. Se plantea el uso de la vegetación de hojas caducas como recurso natural local para controlar el sol en verano y dejarlo pasar en invierno (por ejemplo: pérgolas profundas con enredaderas o arbustos o árboles de copa alta y tronco bajo) hacia las orientaciones E., O. y S.

4. La propuesta de adopción de otro cerramiento vertical surge de la reformulación de la utilización de los recursos tradicionales en el lugar a través de un nuevo panel (espesor = 0,125 m), construido con caña, madera y barro. (*Figura 29*).



K panel de quincha	0,48 W/m ² °C
K mampostería de ladrillo hueco de 0,20	1,74 W/m ² °C
K mampostería de ladrillo macizo de 0,30	2,02 W/m ² °C
K Máx. Adm. Norma IRAM: Nivel C	1.80 W/m ² °C

Figura 29: Propuesta de panel *Tabla 5: Comparación transmisión térmica k de cerramientos verticales*

Para evaluar su eficiencia, se sometió dicho panel al ensayo de “caja caliente y fría”.

Luego, se verificó la transmisión térmica (K) de distintos cerramientos verticales para la situación climática de verano mediante cálculo con el uso de planillas computacionales (Negrete, J. 2001. [5]) (*Tabla 5*).

De la comparación del valor obtenido para el panel: $K=0,48 \text{ W/m}^2\text{°C}$, con los valores de K máximos admisibles para cerramientos verticales para la zona bioambiental IIa: Nivel C= $1,80 \text{ W/m}^2\text{°C}$, Nivel B= $1,10 \text{ W/m}^2\text{°C}$ y Nivel A= $0,45 \text{ W/m}^2\text{°C}$ (NORMA IRAM 1996. [6]), con el valor $K=2,02 \text{ W/m}^2\text{°C}$ para una mampostería de ladrillo macizo de 0,30 de espesor de y con el $K= 1,74 \text{ W/m}^2\text{°C}$ para la de ladrillo hueco de espesor de 0,18 m y (por ser comúnmente usado por los organismos oficiales en la ejecución de viviendas de interés social); se deduce que el panel de caña, madera y barro, también conocido con el nombre de “quincha” es el más eficiente por tener menor transmisión térmica (K).

5. El empleo de otra solución alternativa de bajo costo para el techo (*Figura 29*): cubierta de chapa de zinc (comúnmente usada) con cámara de aire con aislamiento de poliestireno expandido de 0,05 m de espesor sobre cielorraso de caña revocado en barro soportado por varas de álamo, con una transmitancia térmica $K=0,67 \text{ W/m}^2\text{°C}$ que cumple con el valor normado de K máximo admisible para techos para el Nivel C= $0,72 \text{ W/m}^2\text{°C}$ (Nivel A= $0,18 \text{ W/m}^2\text{°C}$; Nivel B= $0,45 \text{ W/m}^2\text{°C}$) (NORMA IRAM 1996. [6]) frente a la solución existente cubierta de “chapa de zinc sobre tejuela cerámica” que tiene una importante transmitancia térmica $K=4,23 \text{ W/m}^2\text{°C}$, sobrepasando el valor de la normativa aún para el más bajo nivel permitido.

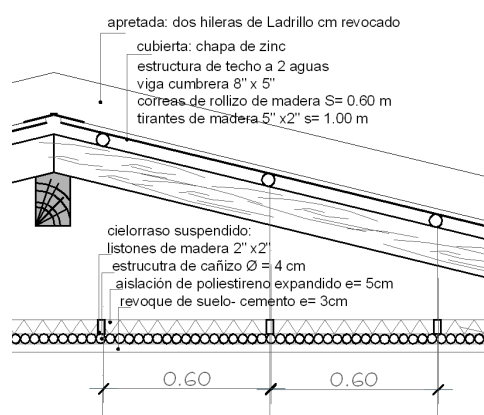


Figura 29: Detalle propuesta de mejoramiento del techo

5.2 Vivienda en Colalao del Valle:

Se ha usado una mampostería y techo con un valor de transmisión térmica (K) superior al valor admisible más bajo de la normativa (tabla 7) (NORMA IRAM. 1996. [6]).

En base a lo analizado, se propone para el mejoramiento de comportamiento térmico a esta vivienda en Colalao del Valle:

1. Protección de los vientos predominantes del norte, con una cortina rompevientos de vegetación en el perímetro del terreno en esa orientación.
2. Para ganancia directa, deberían agregarse otras aberturas con hojas vidriadas.
3. Para evitar pérdida de calor, incorporar a dichas aberturas postigones opacos.
4. Alternativa de cerramientos verticales exteriores, para mejorar el comportamiento térmico de la vivienda llevando el espesor de la mampostería adobe sin terminación superficial de 20 cm a 45 cm incluyendo revoque interior y exterior.
5. Otra alternativa de cerramiento superior.

4. Se midió mediante estimación analítica, la transmisión térmica la cantidad de calor, transmitida por el aire de un lado a otro del muro adobe de 0,20 m de espesor de la vivienda en análisis (para la situación climática de invierno, con temperatura exterior de diseño de -7°C (NORMA IRAM 1996. [6])

Se tomaron como valores comparables los admisibles para la zona bioambiental IIIa según la NORMA IRAM 11.605- 1996. [5]: K Nivel A (recomendado) = $0,29 \text{ W/m}^2\text{C}$ | K Nivel B (medio) = $0,77 \text{ W/m}^2\text{C}$ | K Nivel C (mínimo) = $1,33 \text{ W/m}^2\text{C}$ y se obtuvo para el muro de adobe $e = 0,45 \text{ m}$ un $K = 1,2 \text{ W/m}^2\text{C}$, verificando éste con los valores anteriores, ubicándose entre los valores medio-mínimo y verificando este último; se puede observar su buen comportamiento si se lo compara con el de mampostería de adobe de 0.20 m de espesor con un $K = 2,45 \text{ W/m}^2\text{C}$ y con la de ladrillo hueco de $K = 1,74 \text{ W/m}^2\text{C}$ según calculo (Tabla 8).

K mampostería de adobe $e=0,45$		$1,2 \text{ W/m}^2\text{C}$
K Máx. Adm. Norma IRAM: Nivel C		$1,33 \text{ W/m}^2\text{C}$
K mampostería de ladrillo hueco de 0,20		$1,74 \text{ W/m}^2\text{C}$

Tabla 8: Comparación de la transmisión térmica k de cerramientos verticales

5. Por otra parte, se evaluó el comportamiento térmico del techo de torta de barro de 0.10m de espesor sobre cañizo soportados por varas de rollizos de álamo mediante el cálculo de su transmitancia térmica con el uso de planillas computacionales (Negrete, J. 2001. [5]), obteniéndose un valor de $K= 2.1 \text{ W/m}^2\text{C}$ que en comparación con los recomendados para techos para la zona bioambiental IIIa: (NORMA IRAM 11.605 - 1996. [5]): K Nivel A (recomendado) = $0.25\text{W/m}^2\text{C}$ | K Nivel B (medio) = $0.65 \text{ W/m}^2\text{C}$ | K Nivel C (mínimo) = $1.00\text{W/m}^2\text{C}$, no verifica ni el mínimo valor normado requerido. Por lo tanto, se propone mejorar la solución existente con una primera alternativa: techo con espesor de la torta a 0.12 de espesor y cubierta de 3cm de suelo-cemento sobre cañizo revocado con tierra y soportados por varas de rollizos de álamo, para obtener así un $K = 1,7 \text{ W/m}^2\text{C}$ que se acerca al valor mínimo recomendado al K Nivel C pero no lo cumple.

Debido a ello, se plantea una segunda solución de bajo costo *Figura 30*: cubierta de chapa de zinc (comúnmente usada) con cámara de aire con aislamiento de poliestireno expandido de 0,05 m de espesor sobre cielorraso de caña revocado en barro soportado por varas de álamo, con una transmitancia térmica $K=0,67$ que cumple con el valor normado de K máximo admisible para techos para el K Nivel C (mínimo)= $1.00\text{W/m}^2\text{C}$ y se acerca al | K Nivel B (medio) = $0.65 \text{ W/m}^2\text{C}$ | .

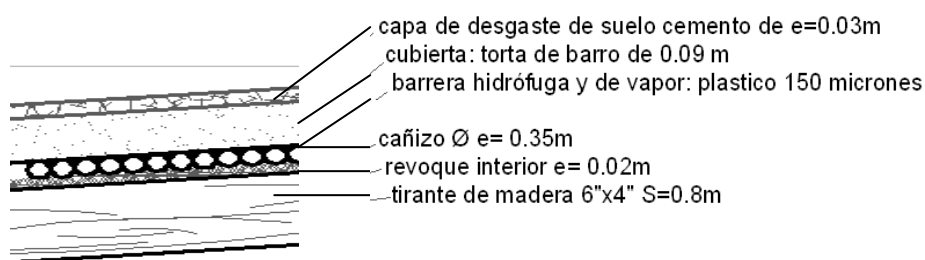


Figura 30: Detalle de solución techo, comúnmente usada por los usuarios-constructores en esta localidad.

6. CONCLUSIONES

Como se ha observado, las viviendas populares rurales son, generalmente, una clara adaptación al sitio. Por lo que a partir de ellas, se pueden identificar patrones de diseño (pautas ambientales, tecnológicas, funcionales, etc.) que permiten rescatar soluciones autóctonas o generar adecuadas respuestas de mejoramiento a las mismas, buscando encontrar un equilibrio entre las mejoras introducidas y lo tradicional, para no romper con la Arquitectura del Lugar, y por lo tanto preservar su acervo cultural y su ambiente natural, mediante el uso eficiente de sus elementos.

Pero, también, cabe reflexionar que es necesario adaptar lo “tradicional” a las “nuevas necesidades, a las exigencias de las normas de confort, resistencia, producción, y seguridad e higiene”; valorando, fundamentalmente, esos “principios”.

Considerando las condiciones descritas, se evidencia la necesidad que las nuevas soluciones para el sector permitan mejorar la calidad de vida de sus habitantes y brindarles autonomía en cuanto a su adaptación a su ecosistema.

Es decir, esta investigación permitirá:

- formular pautas y estrategias orientadoras para una producción habitacional con adecuación bioclimática para el contexto

- rescatar, reformular y generar el uso de disposiciones arquitectónicas y tecnológicas compatibles con el medio social, económico y cultural
- responder a los principios del uso racional de la energía
- promover la necesaria verificación de las propuestas a través de distintos métodos de modo de mejorar condiciones de habitabilidad y, por consiguiente, la calidad de vida de la población en consideración.

RECONOCIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Dra. Graciela Lesino por permitirles utilizar su Programa SIMEDIF y por la asistencia en el manejo de SIMEDIF bajo WINDOWS y a la Dra. Silvana Flores Larsen, también por esto último.

Asimismo al Arq. Jorge Negrete, por el uso del Programa Computacional para el Cálculo de Transmitancia Térmica Programa 2001-V99 y el Programa RadSol-V01 para la obtención de los valores de radiación correspondiente a cada zona geográfica.

REFERENCIAS

- [1]. Servicio Meteorológico Nacional. Estadísticas Climatológicas Período 1981-1990. Buenos Aires, Argentina, 1992.
- [2]. IRAM. Norma 11603: Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Buenos Aires. Argentina. 1996.
- [3]. Garzón, B. Determinación de Estrategias Bioclimáticas para Localidades Rurales de Tucumán, Argentina. FAU-SeCyT, UNT – CONICET. 2006.
- [4]. Flores Larsen S. y Lesino G. SIMEDIF 2000: nueva versión del programa de diseño y cálculo de edificios. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 4, 2, pp. 8.53-8.58. 2000.
- [5]. Negrete, J. 1999. Programa 2001-V99. FAU, UNT.
- [6]. IRAM. Norma 11605: Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos. Buenos Aires. Argentina. 1996.
- [7]. Negrete, J. 1999. RadSol-V01.

VIVIENDAS SOCIALES BIOCLIMÁTICAS. UN PROYECTO PARA LA PROVINCIA DE MENDOZA - ARGENTINA

J. Mitchell¹, J.L. Cortegoso¹, M. Basso¹, J.C. Fernández Llano¹, C. de Rosa²
Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (INCIHUSA - CONICET)
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)
C.C.131 C.P. 5500 – Mendoza – ARGENTINA
Tel. 54 0261-5244054 / Fax 54 0261-5244001 - e-mail: jmitchell@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN: Se presenta el proyecto de un conjunto de viviendas rurales bioclimáticas en el Departamento de Junín, en la provincia Mendoza, Argentina. Este conjunto habitacional es uno de los seis conjuntos comprometidos en el PID 23120 y que tiene al Instituto Provincial de la Vivienda en calidad de organismo adoptante en la transferencia de energías renovables en el hábitat social. Los destinatarios son treinta y una familias rurales agrupadas en la Organización de Base Comunitaria "Unión Vecinal Calle Caballero" (UVC). Ellos participaron bajo la modalidad de talleres. Las viviendas proyectadas participativamente incorporaron pautas de diseño bioclimáticas, alcanzando de este modo condiciones de habitabilidad y de confort. Del conjunto habitacional se ha seleccionado una vivienda que será demostrativa de las estrategias implementadas para su optimización bioclimática. De este modo, el resto de las viviendas que han incorporado diseño bioclimático sin sobre costo, podrán incorporar evolutivamente las mejoras alcanzadas por la unidad demostrativa. Se logran incrementos de temperaturas interiores mediante pequeñas intervenciones tecnológicas con la excepción del uso de aislación en techos de 0.075 m, básico para la construcción de toda vivienda. A pesar de pequeñas diferencias de temperatura, se logran ahorros energéticos muy importantes. Las mejoras en las RAH si se colocan doble vidrios en las ventanas E y O y protecciones nocturnas en las N, se logra un ahorro del 38.5%. Si a esta última alternativa se le agrega aislación exterior en muros, el ahorro asciende al 76.2%. Los resultados de este y el resto de los conjuntos, serán los antecedentes que permitirá la creación de una operatoria especial de viviendas sociales bioclimáticas en la provincia de Mendoza.

PALABRAS CLAVES: Arquitectura bioclimática, vivienda social rural, transferencia de tecnología, diseño participativo, alternativas tecnológicas, ahorros energéticos.

INTRODUCCIÓN

El departamento de Junín es una zona de producción vitivinícola y fruti hortícola. Está situada en el oasis norte de la provincia de Mendoza, República Argentina. La mayoría de su población es rural y su medio de vida se sustenta de esa actividad económica.

“Una vivienda adecuada significa algo más que tener un techo bajo el cual guarnecerse. Significa también disponer de un lugar privado, espacio suficiente, accesibilidad física, seguridad adecuada, seguridad de tenencia, estabilidad y durabilidad estructural, iluminación, calefacción y ventilación suficiente, una infraestructura básica adecuada que incluya servicios de abastecimiento de agua, saneamiento y eliminación de desechos”. Más de un centenar de países firmaron el compromiso de llevar a cabo lo resuelto, entre ellos Argentina. La experiencia que se presenta pone en práctica las conclusiones de la Cumbre de Hábitat II, que incentivan la utilización sostenible de la energía, el desarrollo

¹ Profesionales del LAHV-INCIHUSA-CONICET. Integrantes del Grupo Responsable del PID 23120

² Investigador Responsable

equilibrado de los asentamientos humanos en las zonas rurales, la participación popular y el compromiso cívico.

Ha sido desde su inicio una preocupación del Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda del INCIHUSA-CONICET, la incorporación de las fuentes renovables de energía en el desarrollo del hábitat construido. No sólo porque se trata de fuentes no contaminantes y por lo tanto seguras y sostenibles, sino porque ofrecen una alternativa energética accesible, entre otros, a los sectores más desfavorecidos de nuestra sociedad y que además de padecer de innumerables carencias, también sufren lo que hoy se llama pobreza energética³. Y sí los sectores sociales a los que se apunta con estas propuestas tienen un acceso restringido a la energía, ¿porque entonces no echar mano de estos recursos renovables para proveerles de mejores condiciones de vida?

En particular, el manejo bioclimático, no depende sólo del diseño y sus materiales, sino de la forma de uso y mantenimiento que le dan sus habitantes. Por tanto, no solo se debería trabajar en la resolución de la vivienda, sino también en procesos de concientización y transformación en la concepción ambiental y calidad de vida. Para ello, las metodologías de diseño participativo, concebidas desde un enfoque sistémico, que se adaptan a procesos de producción social del hábitat, y apuntan a transformaciones sostenibles que van más allá de las resoluciones de diseño físico son específicas para desarrollar estas capacidades.

METODOLOGÍA

Con la inclusión de las organizaciones sociales y la descentralización del financiamiento de la política de vivienda social en los municipios se plantean formas de trabajo entre los usuarios y funcionarios municipales y de vivienda. Alcanzar el objetivo de la vivienda propia exige contar con medios de participación adecuados entre los participantes, poniendo de manifiesto principios éticos, solidarios y participativos. En este contexto se trabajó en la transferencia a al municipio de una propuestas de trabajo con las familias de usuarios en los diseños de sus viviendas. En la misma se incorporó pautas bioclimáticas con el objetivo de mejorar cualitativamente las viviendas. En este sentido se puso énfasis al rol del usuario, proponiendo como método de trabajo los talleres participativos en los cuales se analiza y reflexiona sobre las decisiones que se toman en el diseño.

Se propone un trabajo participativo con las familias con el fin de obtener un resultado adecuado y apropiado a sus necesidades, respetando su identidad. Por lo tanto se prevé encontrar distintas respuestas o soluciones en cada uno de los grupos de usuarios seleccionados, expresando de este modo la diversidad ambiental social y cultural. Este tipo de trabajo participativo que induce a alternar entre el trabajo de campo y el de gabinete, incorpora la participación activa de los usuarios quienes finalmente serán los futuros propietarios de las viviendas. Esta propuesta requiere de una actitud de trabajo diferente de los grupos técnicos, aportando y requiriendo conocimiento desde las distintas disciplinas vinculadas con el hábitat social. Esto pone de manifiesto la complejidad de la problemática y la necesidad de un trabajo interdisciplinario, donde el aporte a las soluciones estará en el conjunto de las temáticas vinculadas a los asentamientos humanos.

³ World Energy Outlook 2002, Chapter 13 Energy and Poverty

La modalidad de trabajo fue la de talleres participativos con el fin de transmitir resultados y experiencia de investigaciones en bioclimatología edilicia al campo de la vivienda social.

1. Reconocimiento de los terrenos y entrevistas con el grupo beneficiario (UVC).
 - Relevamiento del terreno y georeferenciación.
 - Entrevista con los destinatarios de las viviendas.
 - Presentación de la propuesta de trabajo participativa interactoral.
2. Taller – aplicación de método de diseño participativo ajustándose a los presupuestos originales de las operatorias vigentes en el IPV.
Desarrollo de talleres participativos:
 - Evaluación de los objetivos de los participantes.
 - Evaluación socio-económica de los integrantes del grupo.
 - Diagnóstico de necesidades y satisfactores grupales existenciales (ser, tener, hacer y estar) y axiológicas (Subsistencia, Protección, Afecto, Entendimiento, Participación, Ocio, Creación, Identidad y Libertad).
 - Programa de necesidades grupales. Identificación, ponderación y selección de necesidades a satisfacer.
 - Evaluación de la capacidad de los satisfactores comunitarios existentes.
 - Aspectos bioclimáticos como respuesta a la necesidad de cobijo, debido a las condiciones climáticas y a la pobreza energética de los sectores populares.
 - Las fuentes renovables como base energética en el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad.
 - Selección por consenso de las pautas de diseño del conjunto habitacional.
4. Elaboración del anteproyecto del conjunto habitacional y de la vivienda, producto del diseño participativo.
5. Documentación técnica (mediación entre los esquemas elaborados por los participantes y el ajuste escalar de la propuestas), base para el desarrollo de la próxima etapa (documentación técnica para licitación).
6. Diagnóstico de su comportamiento energético ambiental:
 - Se ha utilizado el programa computacional SIMEDIF para la evaluación térmica de diferentes alternativas tecnológicas en las viviendas.
 - El Método Relación Carga-Colector (RCC) para su evaluación energética.
7. Ajustes de las propuestas a partir de consensos con los participantes del taller.
8. Optimización del diseño de la vivienda demostrativa:
 - Tipología de la vivienda
 - Análisis de la materialización de la envolvente.
 - Elaboración de propuesta de acondicionamiento bioclimático de los espacios (cerrado, semiabierto y abierto).
 - Diagnóstico de su comportamiento energético ambiental con simulaciones.
 - Análisis y evaluación de la interrelación entre diseño – tecnología – clima – habitabilidad higrotérmica – consumo energético y costos.
10. Elaboración de la documentación técnica para el llamado a licitación pública para la construcción del conjunto y la vivienda demostrativa optimizada.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y CLIMA

Junín, departamento del oasis norte de la provincia de Mendoza, se halla a 653 m sobre el nivel del mar y tiene la ventaja de estar entre dos ríos, el Mendoza y el Tunuyán con una superficie de 263 km². Está ocupada por 38.871 habitantes, según estimaciones del INDEC para junio de 2007 con una densidad es de 148 hab/km². El viñedo domina en todos los distritos, existiendo distintos matices en las combinaciones de cultivos. Junín forma parte de las planicies orientales de Mendoza, su clima es templado árido de planicie, con influencia de las masas de aire del Atlántico y de la depresión del noroeste.

Para un Departamento cuya superficie está dedicada a la agricultura, las pérdidas por flagelos climáticos, son las ocasionadas por granizo y heladas.

Tabla 1: Datos del clima de Junín, Mendoza.

Precipitaciones	GD calefacción (18°C)	de GD enfriamiento (23°C)	de Rad.Glob.horiz. (med. anual)	Ilum.ext. horiz. (med. anual)
192mm	1467GD	149,40 GD	19,6 MJ/m ²	68.530 lux

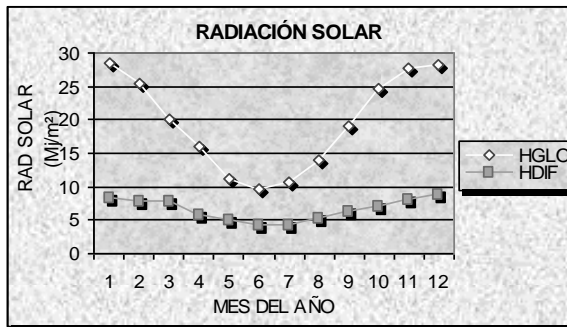


Figura 1: Radiación Solar Global y Difusa

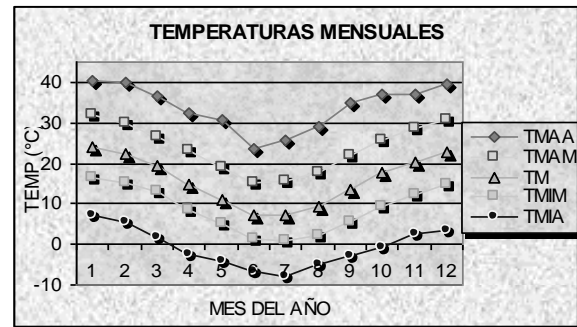


Figura 2: Temperaturas exteriores

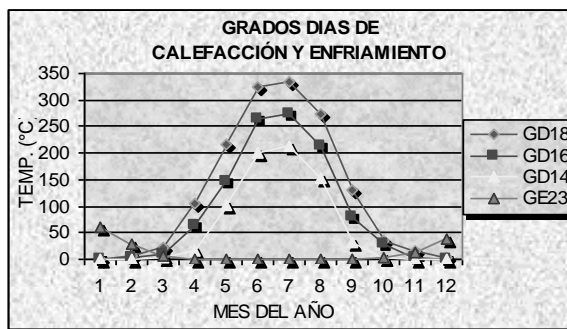


Figura 3: Necesidad de Calefacción y enfriamiento

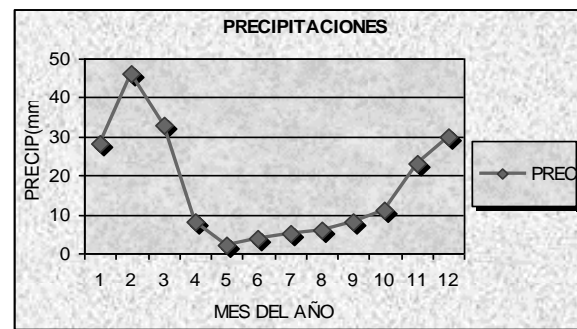


Figura 4: Precipitaciones

DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES DEL GRUPO

La situación social y económica del grupo a nivel ingresos es menor que la de los habitantes marginales urbanos. Para compensar esa diferencia ellos desarrollan una economía de subsistencia como alternativa, basada en huertas y granjas familiares, más la producción de alimentos en conservas. De persistir estos niveles de ingresos, la propuesta

de la vivienda debería satisfacer desde la mayor cantidad de espacio posible, por lo que sus viviendas deberán contar con condiciones de habitabilidad suficientes para permitir el normal desarrollo de las actividades de las familias. La vivienda es un disparador de otras necesidades grupales que será oportuno detectar a partir de un diagnóstico participativo.

Se propone para la elaboración del mismo, la utilización de la grilla de "Necesidades y Satisfactores" desarrollada por Manfred Max Neef y ot. en el libro "Desarrollo a escala más humana". Para el arquitecto, el principal objetivo es detectar los espacios que se necesitan para satisfacer las necesidades humanas fundamentales. Para el caso de la vivienda, que identificada como "casa", satisface simultáneamente las necesidades de "subsistencia, protección, afecto, creación y libertad". La "casa" es el ámbito donde el "Hacer" se lleva a cabo para satisfacer necesidades humanas fundamentales, tales como alimentar, abrigar, trabajar, cuidar, amar, compartir, etc.

Los pobladores rurales deben desplazarse extensos trayectos hasta llegar a un nudo vial para disponer de transporte público. Así de este modo poder acceder a los centros urbanos más próximos donde se localizan: escuelas, centros de salud, oficinas públicas, comercios, bancos, etc. Se concluye en el siguiente programa de necesidades en la que se determinan los espacios que los usuarios necesitan en su conjunto habitacional.

Programa

- El primer grupo de necesidades manifestadas está referida al transporte, terreno, las viviendas y un Centro de Salud. La incomunicación del grupo determinó que las viviendas estén agrupadas, lo que resulta una pauta de diseño determinante.
- El segundo grupo de necesidades se refiere a las actividades solidarias las que demandan de espacios para el taller de Costura y un Salón Comunitario.
- El tercer grupo de necesidades está en relación con actividades grupales: la Plaza, juegos para niños, la Capilla.

ESPACIOS Y ACTIVIDADES

Los modos de vida de los usuarios son determinantes en las características de su hábitat, el medio rural tiene función económica, espacios, ritmos y tiempos completamente diferentes a los de un entorno urbano.

Los usuarios expusieron en el taller más de treinta actividades que desarrollan en sus viviendas. El estudio consistió en localizar dichas actividades y ubicarlas en la época del año en que se realizan. De este modo se analizan las variables (actividad, espacio y tiempo) con el fin de conocer si algunas de las tareas no se realizan por causas climáticas. Este conocimiento contribuirá en la formulación de las pautas bioclimática, que la arquitectura brindará como respuesta. Para el estudio se consideraron los tres tipos de espacios posibles (abierto, semi-abierto y cerrado), distinguiéndose actividades estacionales (invierno, verano) de otras que son anuales, y detectándose aquellas que se realizan en un único espacio, de otras que los comparten.

Realizado el análisis y con la información obtenida, el 42% de las actividades son *independientes de la época del año* y exclusivas de determinados espacios (Ej. Almacenar, amasar, cocinar pan, cuidado de animales, limpieza, etc.). El 58% restante, son tareas *dependientes de la época del año en que se realizan*, y se tratan en su mayoría de actividades grupales y manuales, que encuentran en el espacio abierto y semiabierto un

ámbito propicio para su realización. En el cual las condiciones climáticas tienen una influencia significativa en el desarrollo de este tipo de actividades.

Agrupadas las actividades según los distintos espacios (abierto, semiabierto y cerrado), es posible en cada caso su correspondencia con unidades funcionales, para el espacio cerrado la vivienda y el espacio semiabierto al nexo entre el cerrado y el abierto (galería y parral).

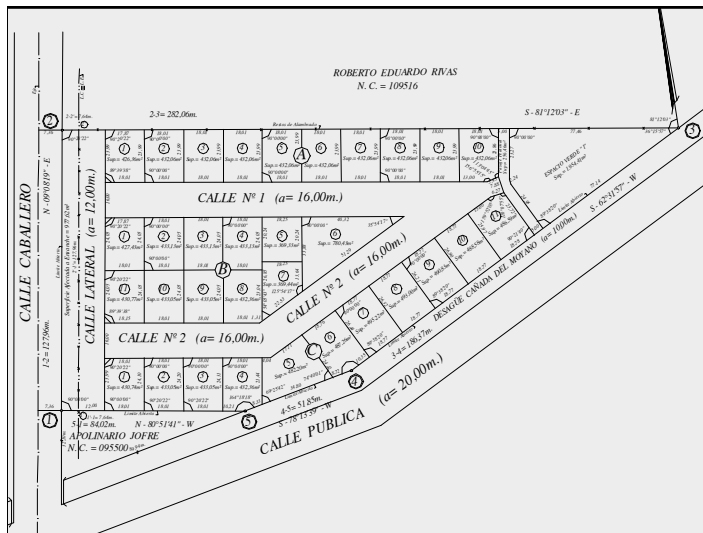
- Para la vivienda se consideraron las siguientes unidades funcionales: Estar, dormitorios, baño, cocina-comedor, almacén y lavandería.
- En el semiabierto: Galería o parral
- Y para el espacio abierto: Fogón, corral, huerta, jardín, patio y depósito.

El consenso de las respuestas permite su incorporación como premisas de diseño. En cada una de las unidades funcionales se tuvo en cuenta el máximo de usuarios posibles y el equipamiento disponible, a partir del cuál se realizó la estimación de superficie necesaria. Determinándose para la vivienda una superficie aproximada de 100m² y 400 m² para el espacio abierto. Estas estimaciones demandan de un terreno mínimo por familia de 500 m².

PAUTAS BIOCLIMÁTICAS DE DISEÑO

Se realizó un taller de acondicionamiento ambiental interior del hábitat social rural. En el mismo se debatió sobre la oportunidad de mejorar sus diseños, ya que estos no responden a las exigencias del clima y realizaron diseños básicos en los que expresaron los conocimientos adquiridos y sus preferencias en el funcionamiento de la vivienda. Esta situación podría incidir positivamente en el manejo de la vivienda al momento del uso. La experiencia indica que estrategias bioclimáticas aplicadas en los diseños sin el conocimiento apropiado por los usuarios, pueden malograr los resultados esperados de las mismas.

El organismo de Ambiente sugirió que el conjunto de viviendas no debe tener proyecciones de calles que incentiven la urbanización de las propiedades vecinas. Se pretende de este modo que la necesidad de vivienda rural sea resuelta en pequeños conjuntos y se localicen próximos al lugar de residencia de los usuarios para favorecer su arraigo. La particular geometría del terreno condiciona la utilización de sus lados más extensos para la localización de las viviendas y que funcionan a modo de barreras que cumplen con la consigna impartida por el organismo de Ambiente. De este modo el espacio central aloja a una mini manzana de terrenos y en su apéndice triangular se reserva como espacio de uso común.



IDEA GENERADORA DEL CONJUNTO

- Evitar la proyección de calles.
- Recuperación paisajística del Arroyo.
- Centralizar el espacio comunitario.
- Exposición solar de la fachada norte.
- Expansión norte de las viviendas.
- Interior del terreno para huerta y granja.

PAUTAS DE DISEÑO DEL CONJUNTO

- Máximo asoleamiento en invierno.

- Protección de vientos del sudeste.
- Protección del asoleamiento en verano.
- Disposición perimetral de los lotes.
- Tamaños similares de los lotes.
- Ubicar los accesos sobre calle Caballero

Figura 5. Plan de loteos, pautas de diseño e idea generadora del conjunto.

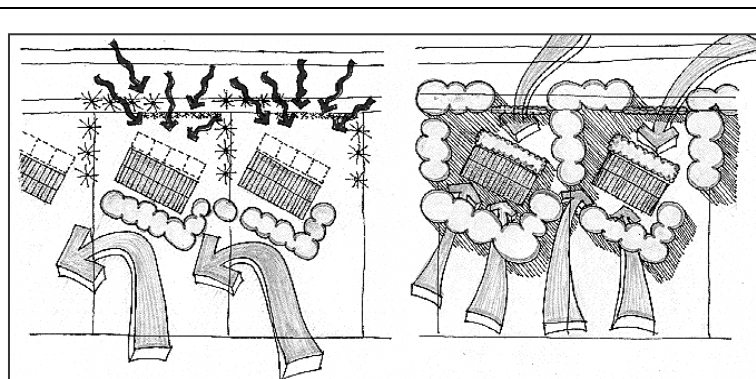


Figura 6: Pautas bioclimáticas en el entorno a la vivienda

INVIERNO

- Asoleamiento de la fachada norte
- Proteger la fachada sur de los vientos de invierno.
- Disponer adecuadamente los forestales

VERANO

- Sombrear la fachada norte
- Facilitar el paso e ingreso de las brisas.
- Crear espacios sombreados en el entorno inmediato.

Al igual que a escala de conjunto las pautas bioclimáticas se repiten: Máximo asoleamiento y protección a los vientos fríos del sudeste en invierno, y protección de la radiación solar y permeabilidad a las brisas nocturnas en verano. Lo que implica que el entorno de la vivienda debe ser sombreado en verano con forestales de hojas caducas al norte, para que no impida la ganancia solar en invierno. La implantación de forestales de hojas persistente se ubica a modo de barrera.

DISEÑO Y TECNOLOGÍA

1. El objetivo es obtener un máximo de confort térmico y lumínico con un consumo mínimo de energía convencional. El partido arquitectónico se estructura según los siguientes criterios:
 - Se rescata y se reforma una tipología de vivienda rural, a la que se mejora su funcionalidad a partir de su zonificación por usos y su vinculación.
 - La vivienda se desarrolla en un esquema en “U”, enmarcando el parral en un primer momento para convertirse en la evolución de la vivienda en una galería. El partido resultante queda integrado por un esquema compacto con desarrollo predominante de fachada norte y la posibilidad de asoleamiento pleno a través de ventanas o aberturas superiores por diferencias de techos Figura.
 - El estar tiene la posibilidad de ser integrado a la cocina comedor (aunque las preferencias de las mujeres coincidieron en separar la cocina comedor del estar).
 - La cocina tiene vinculación directa con el depósito lavandería, lugar de almacenamiento.
 - Un ingreso de servicio es muy utilizado por los usuarios al regreso de sus labores rurales. Se ubicaron formando un conjunto el baño con la lavandería.
 - El espacio semicubierto ocupa una posición central, el que puede evolucionar según la disponibilidad y necesidades de los usuarios. Para su evolución se prevé proveer la estructura de techo que servirá en un primer momento al parral. Luego se puede cubrir y este espacio se convierte en una galería abierta. El último paso previsto es llegar a la galería cerrada y que se transforma en un invernadero, al reubicar las carpinterías existentes de la circulación a la cara externa de la galería.
 - El espacio abierto tiene las siguientes unidades funcionales: Depósito, huerta, corral, patio y jardines. Es una particularidad de la zona el cultivo de flores, por lo que se denomina a Junín el jardín de Mendoza.
 - En los aspectos espaciales y formales el proyecto se limitó a una máxima austeridad, eliminando cualquier elemento superfluo. Ésta decisión se corresponde con la necesidad de concentrar la atención en la optimización y mejoramiento de los aspectos tecnológicos de la propuesta, especialmente en su comportamiento térmico, lumínico y energético.
 - Se propone una de mampostería de ladrillo que cumpla con los niveles mínimos de habitabilidad, exigidos por la Comisión nacional de la vivienda para el caso de las viviendas con sobrecosto cero. Para el caso de la vivienda demostrativa se prevén las mejoras necesarias, con el fin de que puedan implementarse de forma evolutiva según las necesidades de las familias y la disponibilidad de recursos.

TALLER DE DISEÑO PARTICIPATIVO DE LA VIVIENDA

Los usuarios comprendieron la importancia que tenía su participación en el diseño, ya que las decisiones que se toman afectan directamente la calidad de sus viviendas y especialmente en la capacidad de protección que la misma debe tener frente al clima, impactando directamente en el consumo de energía para mantener condiciones de habitabilidad higrotérmica.

Las zonas bioclimáticas varían desde el templado cálido (zona desértica) a muy frío (zona cordillerana Andina), y las viviendas construidas repiten la tipología indistintamente a su situación geográfica de localización. Los participantes expresaron sus sensaciones de

"ahogo y sofocación" en casas de barrio debido a los reducidos ambientes respecto de las generosas dimensiones del hábitat rural. Expresaron además que las viviendas apareadas de los barrios son incompatibles con el modo de vida de los usuarios. Ellos realizaron una experiencia de diseño participativo que permitió detectar: cantidad y tipos de unidades funcionales, organización espacial, uso de los espacios, y relación interior-exterior.

La propuesta de la vivienda se desarrolla en una planta rectangular, la que permite la máxima exposición de locales al norte, y en corte posibilita la ganancia directa superior por diferencia de techos.

Agrupadas las actividades según los distintos espacios (abierto, semiabierto y cerrado), se corresponden con las siguientes unidades funcionales.

- La vivienda: Estar, dormitorios, baño, cocina-comedor, almacén y lavandería.
- El semiabierto: Galería o parral
- El abierto: Fogón, corral, huerta, jardín, patio y depósito.



El agrupamiento de las viviendas en el conjunto obedece a la pauta de la vivienda aislada (y no apareada) compatible con el modo de vida de los pobladores rurales. Logrando de este modo aportar un mayor grado de privacidad que la alternativa de la vivienda apareada.

Los forestales conforman áreas protegidas, logrando al norte y en la estación de verano con árboles de hojas caducas, una zona sombreada y que mejora las condiciones ambientales exteriores. Al sur y en invierno los forestales son de hojas persistentes, los que se comportan como una barrera a los vientos fríos

predominantes del sur.

Figura 7. Agrupamiento de viviendas.

TALLERES DE REESTRUCTURACIÓN DEL DISEÑO DE LA VIVIENDA

Cabe señalar que lo enunciado hasta el momento fue desarrollado con anterioridad al inicio del PID 23120. Dicho proyecto contempla la construcción de estos conjuntos habitacionales bioclimáticos con financiación del Plan federal de viviendas, el que tiene una superficie de 55 a 60 m² como máxima por vivienda. Esta situación determinó la realización de talleres de reestructuración del proyecto de la vivienda, adecuándolo a la posibilidad de financiamiento vigente para su construcción. Como todo proceso en la satisfacción a la necesidad de vivienda, demanda de esfuerzos sostenidos en el tiempo. Cabe señalar que el mismo se inició durante el invierno de 1998. Teniendo presente que los recursos financieros para la construcción de viviendas es siempre escaso, este caso no escapa de esa realidad.

La perseverancia en los objetivos de los responsables de la organización comunitaria se encauzó en un subsidio del organismo provincial de vivienda (IPV) que les permitió la adquisición del terreno, seleccionado por el grupo en los talleres participativo de diseño.

Con el inicio del PID 23120, las autoridades municipales y el organismo de vivienda tomaron la decisión que dicha organización comunitaria fuera una de las seis organizaciones beneficiarias. Se fundamenta en la disponibilidad del anteproyecto bioclimático del conjunto y habían participado en el proceso de diseño. El PID 23120 tiene el compromiso de la institución adoptante (IPV), el financiamiento de los sobrecostos de las viviendas demostrativas y los municipios el aporte de sus cupos de vivienda para la construcción de los seis conjuntos bioclimáticos sin sobrecosto. Este nuevo contexto demandó del desarrollo de nuevos talleres en donde debía informarse sobre esta nueva realidad y tomar por consenso una decisión. El nuevo programa de vivienda ya tiene definido en su operatividad las siguientes condiciones:

- Ejecución de los conjuntos de vivienda a través de licitación a empresas constructoras.
- Tipologías de viviendas.
- Superficies mínimas por unidad de vivienda.
- Tipo de terminaciones.

El “sueño” de la vivienda propia, incidió en la oportunidad de materializar esta necesidad. La nueva situación demandó de la realización de talleres de reestructuración del diseño de la vivienda. La tarea consistió en disponer los espacios para reducir espacios de circulación. Se mantuvieron las pautas de diseño que lograron por consenso las familias participantes, ya que las mismas caracterizan su modo de vida. Otro desafío fue obtener la posibilidad de un tercer dormitorio. Se sustenta esta demanda en que las familias numerosas (característica del medio rural) representan la mitad del grupo beneficiario. Para ello se limitó al máximo la superpie por unidad funcional a fin de lograr el tercer dormitorio dentro de los parámetros alcanzados en superficie máxima por unidad. La evaluación de nueve alternativas tipológicas que se desarrollaron a partir de la reestructuración del diseño de la vivienda, dando por resultado la siguiente tipología.

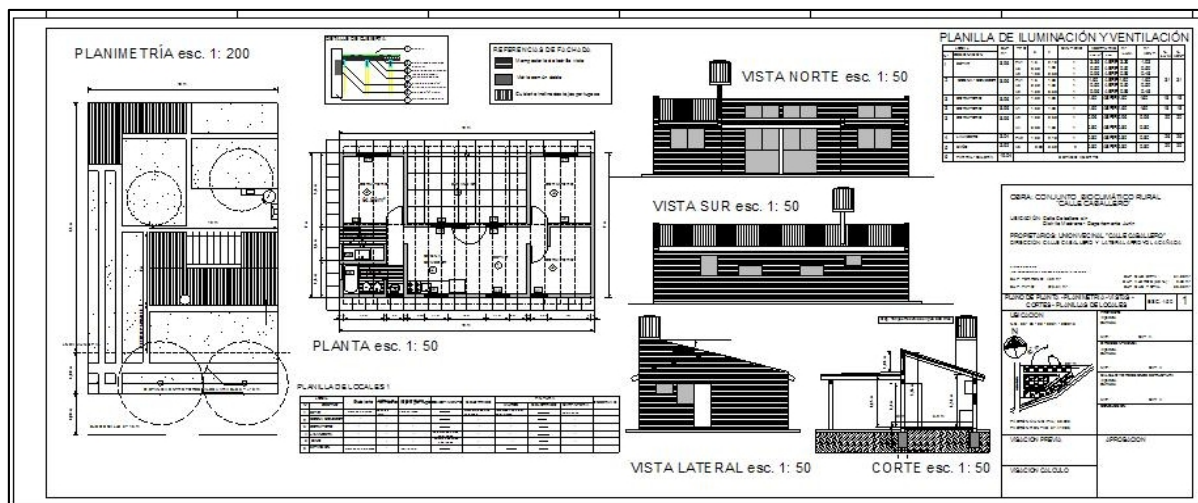


Figura 8: Documentación técnica aprobada en Obras Privada del Municipio de Junín.

La tecnología seleccionada contempla el uso de aislamiento térmico en los muros, lo que le proveerá a la vivienda de la propiedad de conservación de energía y que básicamente estará provista por recursos naturales renovables (energía solar para calefacción y enfriamiento por ventilación cruzada). La cubierta proyectada es de tipo liviano y consiste en tirantes de madera, machimbre, barrera de vapor, aislamiento térmico y cubierta impermeables. Las ventanas están provistas de burletes y la capacidad de alojar doubles vidrios (carpinterías energéticamente eficientes), asegurando la estanqueidad de las mismas, evitando de esta manera las pérdidas por infiltración. El uso de materiales con alta inercia térmica es

beneficioso para Mendoza, ya que se construyen muros portantes y estructuras de hormigón armado bajo normas sismorresistentes. Los diseños elaborados verificaron los conceptos bioclimáticos transmitidos, permitiendo concluir sobre la importancia de la participación de los usuarios en el proyecto de sus viviendas, lo que posibilitó un diseño apropiado a sus necesidades.

EVALUACIÓN TÉRMICA DE LAS VIVIENDAS

El estudio del comportamiento térmico de edificios mediante programas de simulación se ha transformado en una herramienta indispensable para enfrentar problemas en el diseño de edificios energéticamente eficientes. Para este análisis se ha utilizado el programa computacional SIMEDIF, Silvana Flores Larsen y Lesino Graciela, 2000.

El Conjunto consta de 31 viviendas individuales, no apareadas, cuya orientación tiene una desviación de 8° hacia el Oeste respecto al Norte geográfico. Latitud -33°, a.s.m. 635 m. La vivienda propuesta tiene una superficie cubierta de 54.08 m². El programa de necesidades consta de: Estar-Cocina-Comedor, 2 Dormitorios, baño y Lavandería. En el relevamiento realizado en el Barrio, las necesidades de un 50% de las familias son de 3 dormitorios; la vivienda analizada es esta última debido a que el usuario primeramente cubrirá sus necesidades de espacio. Todas las viviendas tienen las mismas características morfológicas, tecnológicas y de orientación, por lo tanto sólo se simula una conociendo de esta manera el comportamiento de la totalidad.

Para la evaluación térmica, se analiza el período más crítico respecto a los consumos energéticos y sus costos asociados, es decir la situación de invierno. La fecha considerada para el inicio del cálculo es el día 21 de Junio, ya que es el mes de menor radiación solar disponible. La simulación se hace durante 15 días a partir de dicha fecha con 5 soleados (9.6 Mj/m²), 5 nublados (4.4 Mj/m²) y nuevamente 5 soleados. Las temperaturas máxima, media y mínima para días soleados son: 15.4, 7.2 y 1.3 °C. y para nublados: 11.3, 7.2 y 4.35 °C.

Para el comportamiento térmico, de nueve evaluaciones con distintas alternativas tecnológicas, incluyendo la vivienda original, se seleccionaron las cinco más relevantes para hacer el análisis comparativo. Posteriormente se incorporó la vivienda inicial, y la vivienda terminada, completada por el usuario. La vivienda se simula solo con los aportes producidos por el sol sin ningún otro calor auxiliar. De esta forma se puede evaluar el comportamiento térmico sin el enmascaramiento que producirían los otros aportes de calefacción tradicional y los producidos por las personas y el equipamiento. Se considera que los aportes internos podrían aumentar la temperatura interior entre 3 y 4 °C.

Tabla 2. Alternativas tecnológicas analizadas.

Alternativas		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	
Volumen const. (m ³)		152.24					196.14		
RAH		3	1	1	1	1	1	1	
Aislación exteriores Muros		No	No	No	Si	Si	No	Si	
Ventanas	N	1 V	1 V	1 V	1 V	1 V	1 V	1 V	
	O-S	1 V	1 V	2 V	1 V	2 V	2 V	2 V	
Protección nocturna	N	No	No	Si	No	Si	Si	Si	
	O-S	No	No	No	No	No	No	No	

Los usuarios, por experiencia, ampliarán sus viviendas completando el Estar-Cocina para cubrir la superficie necesaria por persona (**Alternativa 6**). Existe un alto porcentaje de familias numerosas (entre 6 y 10 integrantes). El prototipo demostrativo propuesto con las alternativas tecnológicas de máxima eficiencia energética es la **Alternativa 7**.

Evaluación comparativa de Alternativas

La evaluación de alternativas se realiza mediante el programa de simulación SIMEDIF. Se analizan las gráficas de las temperaturas interiores de cada uno de los locales en comparación con la exterior y se comparan las distintas incorporaciones tecnológicas. La reducción de infiltraciones (RAH) de 3 a 1 se lleva a cabo mediante el uso de burletes incorporados en la carpintería exterior. Esta reducción mejora el comportamiento térmico en la Alternativa 2 respecto de la 1, fundamentalmente en horas nocturnas (T.Ext. 1.3 °C). Las temperaturas medias presentan un incremento de 1 °C aproximadamente. En ambos casos los locales con aberturas Norte y Sur presentan las temperaturas mínimas mas bajas.

La Temperatura media Exterior es de 7.2 °C. Los locales principales tienen una temperatura media aproximada de 12 °C para la Alternativa 1 y 13 °C para la 2.

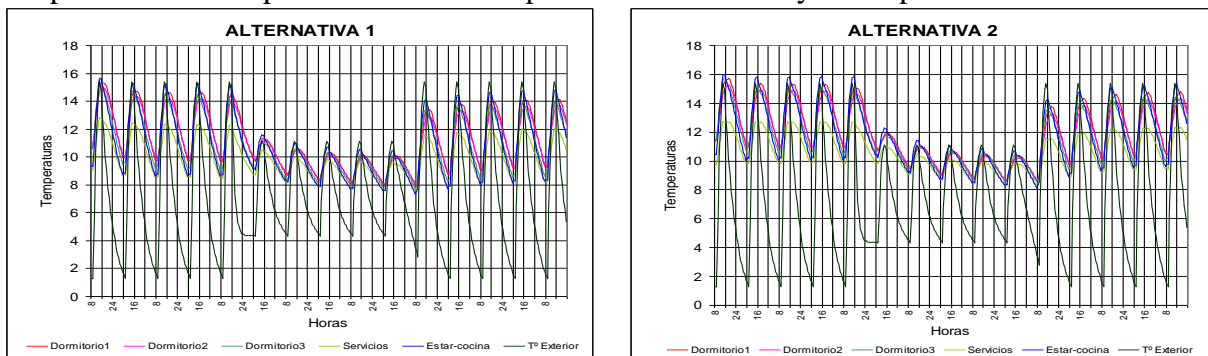


Fig. 9. Comportamiento térmico de las Alternativas 1 y 2.

Existe un mejor comportamiento térmico interior, de la **A3** respecto a la **A1**, no solo en cuanto a las temperaturas máximas y mínimas sino que las curvas se ensanchan logrando mayor cantidad de horas con mejores temperaturas. Otro aspecto relevante, dentro de los locales, es la diferencia entre la: Temperatura máxima y la mínima, siendo conveniente que ésta sea pequeña para lograr un mayor confort térmico. La variación máxima se da en el Estar-Cocina y es de 5.4 °C, similar a lo recomendado (5 °C).

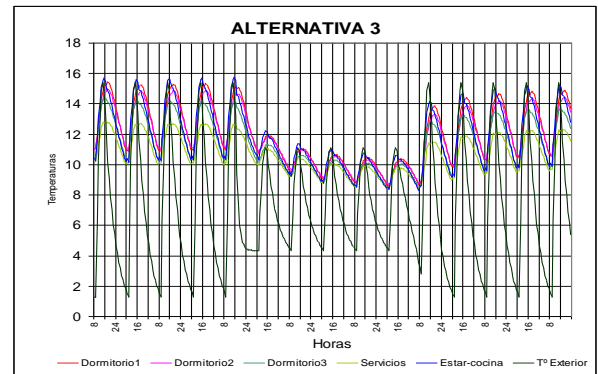
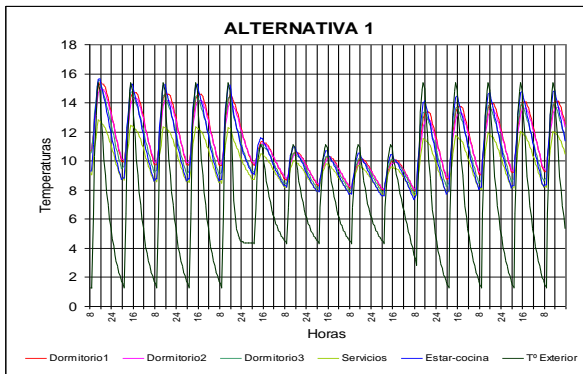


Fig. 10. Comportamiento térmico de las Alternativas 1 y 3.

La Alternativa 5 respecto a la A3, produce pequeños incrementos en las temperaturas máximas de los locales y mayores reducciones en las temperaturas mínimas.

El aporte solar en estos locales permite alcanzar no solo mayores temperaturas máximas interiores sino también un *mayor periodo de horas en que la temperatura interior se mantiene por encima de 14 °C* (14 horas) en comparación con la Exterior (3 horas). La mayor incidencia de la aislación en muros se puede observar en los días nublados. (Figura: 11)

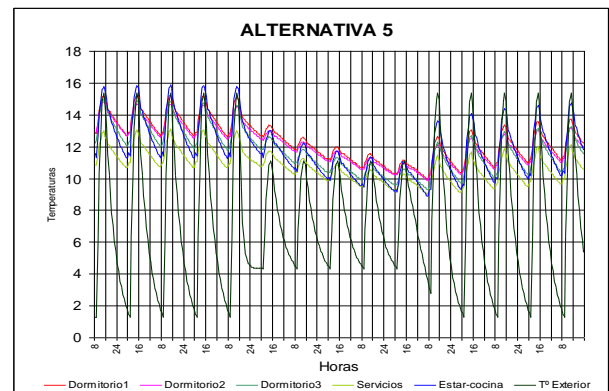
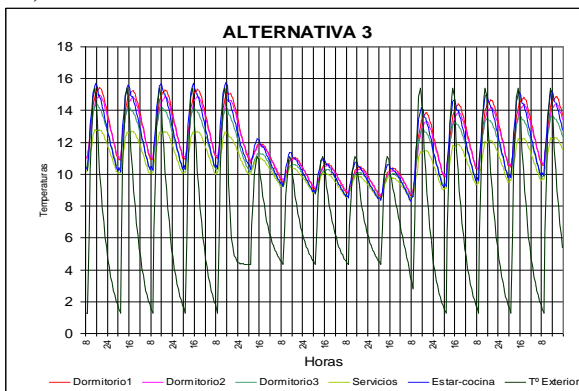


Fig. 11. Comportamiento térmico de las Alternativas 3 y 5.

La Alternativa 4, con respecto a la 2, es una propuesta que incluye aislación térmica de muros exteriores. La aislación da como respuesta un mejor comportamiento térmico en todos los locales, fundamentalmente en las horas nocturnas. Además este beneficio es notorio, en la secuencia de días nublados, donde se observa que la vivienda es más conservativa.

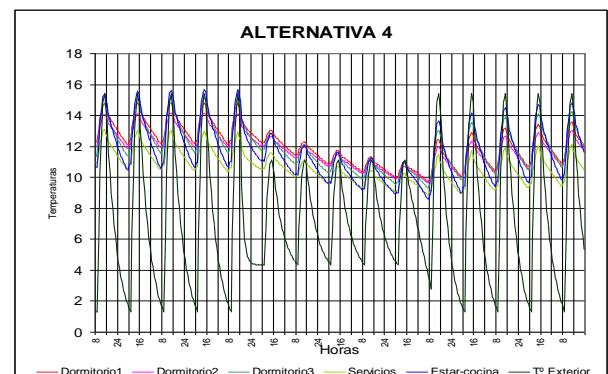
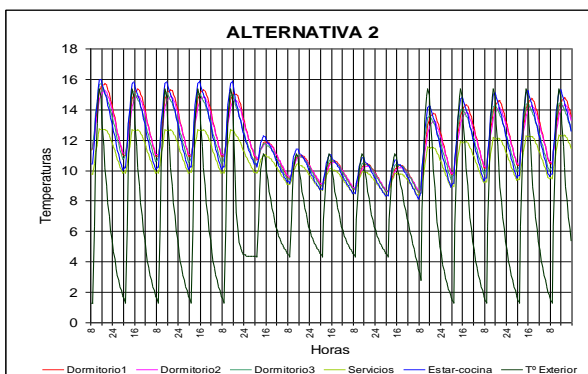


Fig. 12. Comportamiento térmico de las Alternativas 2 y 4.

La aislación exterior en muros Alternativa 4, a pesar de tener de un vidrio en aberturas O y S, sin protección nocturna en las N, amortigua sustancialmente las diferencias de temperaturas interiores dejando constante las temperaturas medias. En la A2, en horas diurnas, al no tener la aislación en muros, el calentamiento de los mismos contribuye a incrementar la temperatura interior. Por el contrario en horas nocturnas, la incorporación de esta tecnología, produce un incremento en la A4.

En los nublados, el efecto de la aislación en muros exteriores permite una inercia térmica de la Alternativa 7 que mantiene sus temperaturas interiores por encima de la vivienda sin aislar durante los 5 días.

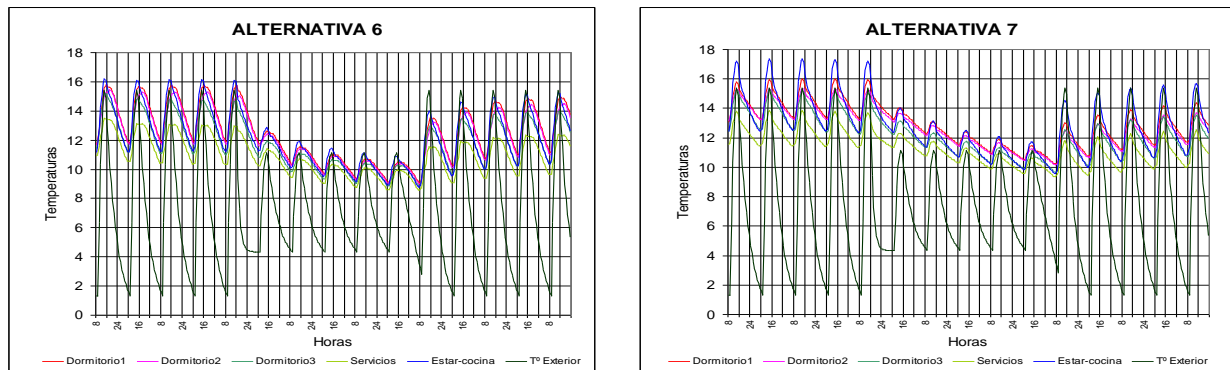


Fig. 13. Comportamiento térmico de las Alternativas 6 y 7.

BALANCE TERMICO DE UN EDIFICIO EN REGIMEN ESTACIONARIO

Comportamiento Energético

El Método Relación Carga-Colector (RCC) es utilizado para la evaluación energética de la vivienda. Consiste en el cálculo de los intercambios totales de energía térmica entre el edificio y el ambiente exterior por unidad de tiempo, de volumen edilicio y para un diferencial de temperatura estable de 1 °C entre el aire interior y el exterior.

El modelo permite calcular la relación entre las pérdidas de energía evaluadas a través de la envolvente (CNP) y la ganancia solar, medida a través del área colectora (AC). Con esta evaluación se obtiene la FAS con la que se calcula el Ahorro Energético

El Calor Auxiliar Necesario (**Q Aux** KWh/año) es la energía convencional necesaria para alcanzar el confort (Base 18 °C) teniendo en cuenta los aportes solares a través de los distintos sistemas.

Se calcula según el siguiente producto:

$$Q_{\text{auxiliar}} = 24 \times \text{CNP} \times \text{GD} \times (1 - \text{FAS}/100) \times \text{EE} \quad (\text{KWh/año})$$

Donde:

EE: Eficiencia Energética del equipo de calefacción auxiliar, GD: Grados-día anuales de calefacción base 18 °C, CNP: Coeficiente Neto de Pérdidas (Wh año x 10⁻³), FAS: Fracción de Ahorro Solar

Los *Ahorros Potenciales de Energía* están dados por la implementación de distintas alternativas de conservación térmica y sistemas solares pasivos, Ganancia Directa para los casos analizados.

El balance energético

Se procesaron las mismas alternativas tecnológicas para obtener el comportamiento energético de cada una de ellas a fin de ser comparadas.

El estudio se realiza con gas envasado (propano) por no disponer de red de GN. En la Tabla 3 se presentan: energía total teórica anual requerida para calefaccionar la vivienda manteniendo una temperatura interior constante de 18°C (Q Total), energía convencional aportada por equipos de calefacción cuando se consideran los aportes solares (FAS) a través de la ganancia directa (Q Auxiliar). Esta última también se expresa en forma de Gas Propano (Kg/año, Kg /año m³, Tubos /año). Finalmente, se calcula el ahorro de manera comparativa de las distintas alternativas, tomando como referencia la vivienda base (A1).

Tabla 3. Consumos de gas envasado para cada alternativa propuesta

Casos	Volumen (m ³)	Q Total	Q Auxiliar	FAS Anual (%)	Gas Propano			Ahorro Comparativo
		(KWh/año)			Kg/año	Kg /año m ³	Tubos /año	
A1	152.24	14100.74	12690.67	10.00	992.0	6.52	22.0	0.0%
A2		11382.04	9936.52	12.70	776.7	5.10	17.3	21.7%
A3		11152.27	7806.59	30.00	610.2	4.01	13.6	38.5%
A4		5961.63	4796.13	19.55	374.9	2.46	8.3	62.2%
A5		5731.79	3026.39	47.20	236.6	1.55	5.3	76.2%
A6	196.14	10123.66	6377.91	37.00	498.5	2.54	11.1	49.7%
A7		5579.66	2678.24	52.00	209.4	1.07	4.7	78.9%

En las Figura 14 se presentan los consumos de gas envasado para cada alternativa y en la 11, los consumos comparativos de gas envasado con respecto a la vivienda base (A1)

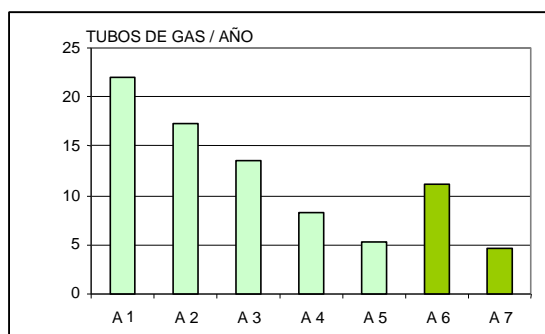


Fig. 14. Consumo energético p/calefacción

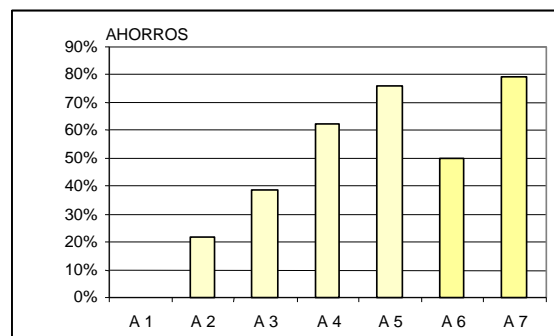


Fig. 15. Consumos comparativos de gas

La reducción de 3 RAH a 1 RAH implica una disminución de 5 tubos en el consumo anual para calefacción, lo que significa un 21.7% de ahorro.

Además de las mejoras de las RAH si se colocan doble vidrios en las ventanas E y O y protecciones nocturnas en las N, los tubos se reducen en 8.4 con un ahorro del 38.5%. Si a esta última alternativa se le agrega aislación exterior en muros se reducen en 16.7 tubos con un ahorro del 76.2%.

La ampliación propuesta (A6) mejora el comportamiento térmico de la vivienda manteniendo la misma tecnología.

CONCLUSIONES PROVISORIAS Y COMENTARIOS FINALES

La tarea de gestión de transferencia de conocimiento y tecnología en general presenta algunas dificultades cuando se intenta unidireccionalmente desde las UID hacia las instituciones potenciales de aplicación. En este caso el Instituto Provincial de la Vivienda de Mendoza fue receptivo a la propuesta. Las actividades que demande el proyecto de transferencia no implican financiamiento por parte del IPV; éste sólo financiará el sobre costo de las viviendas demostrativas, que forman parte de los conjuntos financiados por el Plan Federal.

La intervención en el territorio provincial posibilitará disponer de referencias tipológicas adaptadas a las respectivas zonas bioclimática. Ahora el campo de intervención no es sólo la vivienda aislada, sino el desarrollo de conjuntos habitacionales que contienen propuestas de diseño a escala urbana, considerándolo como un sistema donde interactúan los usuarios, las viviendas, los espacios abiertos (públicos y privados), los servicios y las infraestructuras. En cada conjunto se podrán materializar distintos perfiles urbanos estudiados en la UID, teniendo en cuenta las siguientes variables: acceso al sol, arbolado urbano, permeabilidad a la radiación, cañón urbano, cobertura de suelo. Por otro lado, la adopción de energías renovables en el hábitat social, permitirá abastecer un umbral de energía a estos usuarios, considerando la escasez de recursos económicos que los priva de disponer de condiciones adecuadas de habitabilidad. Seis entidades intermedias, priorizadas por el IPV, serán beneficiarias de los resultados de esta transferencia. Los talleres participativos de diseño superarán las intervenciones puntuales para ser implementados sistemáticamente y permitirán evaluar distintas metodologías. La construcción de los seis conjuntos habitacionales bioclimáticos con mínimo sobre costo, referentes de cada zona bioambiental de Mendoza, será el antecedente que permitirá la creación de una operatoria especial de viviendas sociales bioclimáticas. De este modo el resultado de este proyecto podría iniciar un camino por una sustentabilidad ambiental, social y económica para el hábitat social, replicable en otras regiones del país.

Los resultados obtenidos a través de análisis de simulación y cálculos de ahorro energético son claramente alentadores, considerando la simplicidad del diseño y de las soluciones tecnológicas adoptadas.

El incremento de las temperaturas interiores no presenta grandes diferencias porque se parte de un buen diseño arquitectónico. Este incremento está dado por la incorporación paulatina de pequeñas intervenciones tecnológicas con la excepción del uso de aislación en techos de 0.075 m que se considera como base mínima para la construcción de toda vivienda. Se concluye que las viviendas deben ser entregadas con carpinterías exteriores con burletes incorporados o dobles contactos y dobles vidrios en aberturas Oeste y Sur. La implementación de las otras tecnologías como así también la ampliación de la vivienda pueden ser ejecutadas posteriormente por parte de los propietarios de acuerdo a sus posibilidades económicas. A pesar de las pequeñas diferencias de temperaturas interiores (máximas y mínimas) que se logran con la incorporación de las distintas tecnologías, desde un punto de vista energético los ahorros son importantes, alcanzando casi un 80% en las más eficientes.

Estos diseños son parte de la documentación definitiva que les permitió la prioridad en la financiación. Lo que posibilitará la construcción del conjunto rural para satisfacer la necesidad de la vivienda propia del grupo de vecinos de Calle Caballero.

ABSTRACT: The project of a bioclimatic rural housing ensemble in the department of Junín, province of Mendoza-Argentina, is presented. This ensemble is one of six that will be built as part of PID 23120 activities, a research project whose results will be adopted by the Provincial Institute of Housing in order to incorporate the use of renewable energies in

the social habitat. Thirty one users, grouped under the Comunitarian Base Organization (CBO) “Vecinos de Calle Caballero”, will be the recipients of this transfer. The houses design has been accomplished taking into account bioclimatic strategies and participative methodologies, aimed at obtaining indoor confort conditions at the same cost of traditional construction. One unit per ensemble will be technologically improved in order to optimize its performance at a limited additional cost, improvements that the rest of the users will be able to incorporate gradually. Besides, the reduction of the ACH, double glazing on east and west facing window and night insulation on north facing windows, and important savings of 38% is achieved. If, to the alter alternatives insulation on exterior walls is added, the savings increase to a significant 76.2%.The project results will be the base to establish specific guidelines for bioclimatic social housing operatories in Mendoza’s province.

BIBLIOGRAFÍA

1. Balcomb, J. D. et al. (1983). “Passive Solar Design Handbook” – Volume 3. American Solar Energy Society. Boulder, USA.
2. Enet, Mariana P. (2003). “Estrategias de I+D en la producción de tecnologías del hábitat social – ¿Cuáles son los factores de eficiencia, eficacia y sostenibilidad?”. Anais do IV Seminario Ibero-Americano da Rede CYTED XIV.C. Sao Paulo, Brasil. Pp. 239-255.
3. Fernandez, Jorge; Basso, Mirza; Mesa, Alejandro and de Rosa. Carlos. “An Assessment Of The Solar Potential Of Built Environments In The City Of Mendoza, Argentina. A Study In Advance”. PLEA 2001 - The 18th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Florianópolis – BRAZIL, 7-9 November 2001. Paper Code PL01-318 Page of 5
4. Flores Larsen Silvana, Graciela Lesino “Modelo Térmico del Programa SIMEDIF de Simulación de Edificios” Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 9, pp. 15 - 24, 2001. Impreso en la Argentina. ISSN 0328-932X.
5. Goulding J; Lewis, J; Steemers, T. (1994) “Energy in Architecture”. The European Passive Solar Handbook. C.E.C. pp. 282.
6. Max-Neff, Manfred y ot. (1986), “Desarrollo a escala humana - Una opción para el futuro”. CEPUR. Chile
7. Mitchell, J.(1998), “Taller De Vivienda Social - propuesta de mejoramiento de las condiciones ambientales interiores del hábitat”. Revista AERMA. Salta, noviembre 1998, Vol.II, pp.03/79-82.
8. Mitchell, Jorge - Gascón, Margarita (1998). “Teaching peasant how to build more energy-efficient houses”. Renewable energy education: current scenario and future projections. Proceedings of the Sixth International Symposium on Renewable Energy Education. New Dheli, India. Pp. 154-164.
9. Mitchell, Jorge (2001). "Propuesta metodológica en el diseño de un asentamiento humano en una zona rural del centro oeste de la república Argentina". La casa de América. Adolfo Benito Narváez, editor. Universidad Autónoma de Nuevo León - Universidad de Camagüey. ISBN-970-694-063-4.
10. Romero, Gustavo y Mesías, Rosendo (1999) “Participación en el Planeamiento y Diseño del Hábitat Popular”. Publicación de la Red XIV-B Viviendo y Construyendo. Red Cyted. La Habana – Ciudad México.
11. Watson, D; Labs, Kenneth (1983). “Climatic Design. Energy-Efficient Buildings Principles and Practices”. Mc. Graw-Hill, New York, USA.

O DESAFIO DE LEVAR O BIOCLIMATISMO ÀS HABITAÇÕES POPULARES DO ESTADO DE PERNAMBUCO - BRASIL

Ruskin Freitas, Luana Melo

(Arquiteto, Prof. Dr. DAU / UFPE; Av. Acadêmico Hélio Ramos, S/N; 81.96348644;
ruskin37@uol.com.br)

(Acadêmica do DAU / UFPE; Av. Acadêmico Hélio Ramos, S/N; 81.88389590;
luanamoraesdemelo@hotmail.com)

RESUMO

Os problemas relacionados ao déficit habitacional, assim como à qualidade das habitações populares no Brasil, refletem-se, também, na cidade do Recife. Os aspectos políticos e socioeconômicos configuram uma morfologia urbana e da edificação inadequada aos princípios bioclimáticos locais, gerando também problemáticas ambientais. As zonas especiais de interesse social são aquelas onde as problemáticas ambientais são mais evidenciadas, sobretudo pela alta densidade construtiva, agravando a qualidade do ambiente, pela fragilidade de sua população e incapacidade de investimentos em habitabilidade. Bioclimatismo nos trópicos quentes e úmidos é representado pela busca de sombra e vento, pelo aproveitamento da luz natural e proteção contra os excessos de calor e umidade. O desenvolvimento de parceria entre Universidade e Companhia de Habitação visa melhorar a qualidade dos projetos arquitetônicos e urbanísticos de conjuntos habitacionais populares, assim como contribuir para o conforto ambiental e para a eficiência energética. Esse tipo de iniciativa contribui também para a qualificação profissional do corpo técnico estadual e formação acadêmica dos estudantes de arquitetura, através da realização de cursos e oficinas de capacitação, nos quais há troca de experiências e conhecimentos.

Palavras-Chave: Arquitetura Bioclimática; Clima Tropical; Habitação Popular.

RESUMEN

Los problemas que relacionaronse con el deficit habitacional así como a calidad de los habitaciones populares en el Brasil se reflejan, también, em la ciudad de Recife. Los aspectos políticos y socioeconômicos configuran una morfología urbana y forma de la habitación inadecuados a los principios bioclimáticos locales, resultando, también, en problemas ambientales. Las zonas de interés social son aquellas donde los problemas ambientales son más intensos, sobretudo por la alta densidad constructiva, agravando la calidad del ambiente, por la fragilidad de su población y por la incapacidad de inversiones en habitabilidad. Bioclimatismo en las zonas tropicales calientes y húmedas es representado por la búsqueda de la cortina y del viento, para la explotación de la luz y de la protección naturales contra los excesos de calor y humedad. El desarrollo de la sociedad entre Universidad y Compania del Habitation tiene como objetivo mejorar la calidad de los proyectos arquitectónicos y urbanísticos de los construcciones populares, así como ayudar en la comodidad del ambiente y el rendimiento energético. Este tipo de iniciativa también contribuye para la calificación profesional de los técnicos estatales y para la formación académica de los estudiantes de la arquitectura, a través de la realización de cursos y de los talleres de la calificación, en los cuales hay intercambio de experiencias y del conocimiento.

Palabras clave: Arquitectura Bioclimática; Clima Tropical; Construcción Popular

ABSTRACT

The problems related to the housing deficit as the quality of the popular houses in Brazil, happens at Recife city as well. The politics and socioeconomics aspects show an urban morphology and construction's form inappropriate to the local bioclimatic principles, generating environmental problems too. The special zones of social interests are those where the environmental problems are more obvious, especially for the high density constructive, aggravating the quality of the environment, for the population fragility and investments inability on housing. Bioclimatic on the hot and humid tropics are represented by the search for shade and wind, by the utilization of natural light and protection against excess heat and humidity. The development of the partnership between the University and the Housing Company aims to improve the quality of the architectonics and urban projects of the popular housing condos, and contribute to the environment comfort and to the energetic efficiency. This kind of initiative contribute to the professional qualification of our technical staff also and academic formation of our architecture students, through the realization of courses and capacitating workshops, where there are exchange of experience and knowledge.

Keywords: Bioclimatic Architecture; Tropical Climate; Popular Habitation.

PROBLEMÁTICA HABITACIONAL

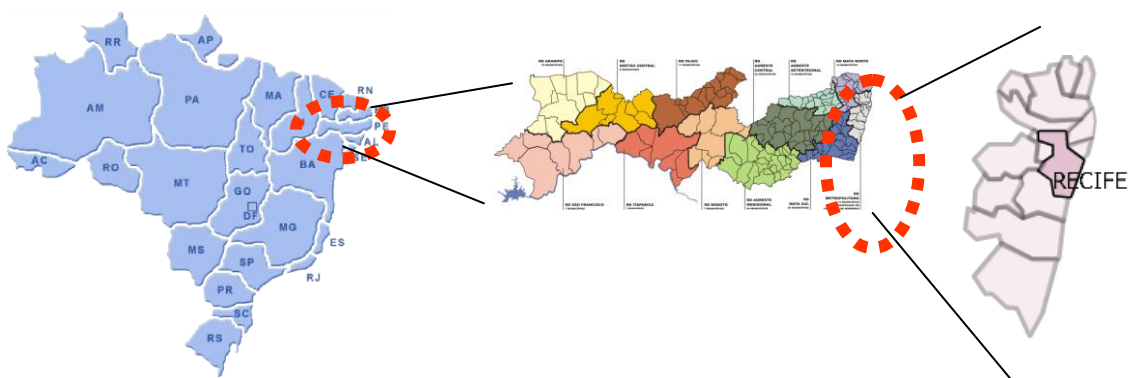
Nos dias atuais, acompanhamos a problemática habitacional, no Brasil, no que se refere à quantidade e à qualidade, pois em muitas áreas as moradias são insuficientes e/ou em outros locais, elas são precárias e insalubres. O município do Recife, com área de 220 km², apresentou um crescimento populacional intenso durante o século XX, sobretudo nas décadas de 1960 e 1970. Os censos demográficos de 1991 e 2000, após diminuição na aceleração do crescimento populacional, constataram que a população da cidade passou de 1.298.229 habitantes para 1.422.905 habitantes, tendo assim, um acréscimo de 10% de sua população. Esses acréscimos na população, aliados a questões econômicas, provocaram mudanças morfológicas na cidade, ocasionando uma expansão de zonas de interesse social e habitações populares, sobretudo informais e muitas em situação de risco. No Recife, é alto o percentual de habitações localizadas em encostas de morros, áreas alagadas, áreas irregulares, áreas valorizadas pelo mercado, entre outros fatores geradores de conflitos ambientais, institucionais e imobiliários.

Muitas vezes, os conjuntos habitacionais formais destinados à população carente também apresentam inadequações, por não considerarem as especificidades climáticas locais, gerando desconfortos térmico, luminoso e acústico. Os equívocos iniciam-se na concepção do edifício, quanto à orientação, implantação e zoneamento, passando pelo planejamento de espaços, volumes e aberturas, chegando ao detalhamento e à especificação de materiais. No que diz respeito à qualidade habitacional, a preocupação com esses aspectos é um requisito muito importante, já que envolve o bem-estar do morador, bem como a eficiência energética, pois racionalizar energia não consiste em somente diminuir o seu consumo, mas também produzir conforto, utilizando, de maneira eficiente, os recursos naturais disponíveis, evitando desperdícios econômicos e danos ambientais. Desse modo, não se acredita em um modelo de arquitetura, único e pré-determinado, a ser seguido, mas sim em uma constante e contextualizada busca por materiais, formas e elementos arquitetônicos condizentes com o usuário, com a época e com o lugar em que as edificações e os recintos urbanos estejam inseridos.

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

A arquitetura bioclimática tem sido, desde a antiguidade, a forma de melhor definir a aplicação dos princípios climáticos às construções, visando ao equilíbrio higrotérmico no interior das edificações, a partir da utilização de formas, de materiais e de elementos arquitetônicos adequados. A arquitetura bioclimática procura minimizar os impactos resultantes de uma intervenção no meio e obter uma relação harmônica entre paisagem e construção; sendo, portanto, uma arquitetura adequadamente inserida no clima e contexto sociocultural local, em harmonia com a topografia e o entorno, que se aproveita dos materiais disponíveis e dos recursos naturais; as estratégias projetuais devem considerar as especificidades climáticas da região e serem complementadas com os dados referentes aos microclimas da cidade. O bioclimatismo na arquitetura está atento ao conforto térmico, acústico e luminoso, procurando reduzir o máximo possível a necessidade por sistemas mecânicos para atingir tais sensações. É a arquitetura preocupada com o bem estar dos usuários integrada às preocupações ambientais.

RECIFE, PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL.



Região de Desenvolvimento Metropolitana: 14 Municípios e 1 Distrito
POPULAÇÃO (IBGE 2005): 3.65 milhões hab. (42,91% da população de PE)
ÁREA: 2.768,4 km² (2,81% da área do Estado)
PIB (Condepe-Fidem/IBGE: R\$ 30.bilhões 2004) (63,29% do PIB Estadual)
IDH Médio da RD Metropolitana (PNUD): 0,783 (IDH Médio de PE: 0,705)

Figura 01: Localização da Cidade do Recife

Fonte: Agência Condepe Fidem

Localizada entre os Trópicos de Câncer e Capricórnio, na porção oriental do litoral nordestino, a cidade do Recife, capital do Estado de Pernambuco, caracteriza-se por apresentar clima tropical, quente e úmido. Para este tipo de clima, a umidade relativa do ar é o fator primordial que ocasiona o desconforto térmico (no Recife, a umidade relativa média anual é de 80%), aumentando a sensação de calor – apesar de as temperaturas não serem tão altas. A temperatura média anual é igual a 25,5°C, estando inserida em ‘zona de conforto’.

A arquitetura produzida em nossa cidade deve adequar-se à forte ação das chuvas, da elevada incidência solar e do alto nível de umidade. As estratégias projetuais a serem utilizadas são definidas a partir da observação às especificidades climáticas locais, onde os dados relativos ao macroclima da região devem ser complementados com os dados referentes aos microclimas urbanos. No estudo dos microclimas são levados em consideração fatores como topografia, massas d’água existentes, cobertura vegetal,

obstruções do entorno natural e construído (forma, volume, altura, revestimento), grau de exposição ao sol e aos ventos.

Nas edificações projetadas em locais de clima quente e úmido, a estratégia mais apropriada para a obtenção do conforto térmico é a proteção contra a incidência solar, com cuidado para que não dificulte a circulação dos ventos dominantes; por esses acelerarem a evaporação e facilitarem as trocas térmicas por convecção, reduzindo assim a sensação de calor. Portanto, por estar relacionada com a sensação térmica, a ventilação é um dos fatores mais importantes que determinam o conforto neste clima. São recomendadas então: média densidade construtiva, alta densidade de vegetação e solo natural, elementos arquitetônicos geradores de sombra, aberturas que garantam a ventilação cruzada, materiais que reflitam a radiação solar, entre outras iniciativas bioclimáticas.

OS OBJETIVOS

Nossas pesquisas objetivam a qualidade dos projetos arquitetônicos e urbanísticos, sobremaneira de conjuntos habitacionais executados pelo Governo do Estado, a partir da avaliação de desempenho térmico das edificações e do conforto ambiental dos usuários; Busca-se também contribuir para o conforto ambiental e para a eficiência energética, indicando formas, elementos e materiais bioclimáticos, que possam ser utilizados nos projetos em desenvolvimento pelo Estado. Esse estudo incluiu desde pesquisas bibliográficas sobre o bioclimatismo em habitação popular no Recife, até pesquisas empíricas, destacadamente, a realização de medições de elementos climáticos, em conjunto habitacional público.

O CONJUNTO HABITACIONAL: 1° DE MAIO – CAIC

O conjunto habitacional estudado está localizado na zona sul do Recife, no bairro do Ibura, próximo ao limite com o município de Jaboatão dos Guararapes. Os morros caracterizam o aspecto ambiental, conformando um relevo acidentado, e juntamente com a Mata do Barro, localizada nas proximidades, cria um contraste entre amenidades naturais e adensamento construtivo. Esse bairro possui alta densidade demográfica, sendo ocupado predominantemente por habitações populares, tendo como principal acesso a BR 101, via de grande fluxo entre a capital e o sul metropolitano.

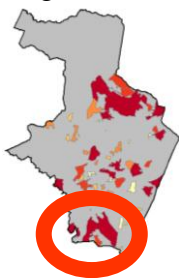


Figura 02: Localização do Bairro do Ibura
Fonte: Prefeitura do Recife e <http://wikimapia.org>

O terreno onde o conjunto está locado seria destinado a um Centro de Atendimento Integrado à Criança (CAIC), mas por muito tempo a obra perdurou inacabada e o terreno sofreu uma invasão: dezenas de famílias abrigaram-se de forma precária em “barracos” de madeira, papelão e lona plástica em toda extensão do terreno. [ver figura 03]



Figura 03: Terreno ocupado informalmente por dezenas de famílias
Fonte: Mauricéia Dias (Líder do conjunto habitacional)

Devido a péssimas condições de habitabilidade em que viviam e em atendimento às reivindicações de sua população junto às autoridades (Estadual e Municipal) pelo direito à moradia e à infra-estrutura urbana, as famílias foram contempladas com a construção do Conjunto Habitacional 1º de Maio – CAIC, onde os casebres foram substituídos por dignas edificações em alvenaria.



Figura 04: Conjunto Habitacional 1º de Maio – CAIC
Fonte: Luana Moraes



Figura 05: Conjunto Habitacional 1º de Maio – CAIC
Fonte: Ruskin Freitas

Este conjunto habitacional é um empreendimento resultante de parceria entre o Governo do Estado de Pernambuco e a Prefeitura do Recife, onde o Governo do Estado foi responsável pela construção de 32 unidades (R\$ 18.223,00 por unidade) e a Prefeitura da Cidade, pela implantação de infra-estrutura para as unidades habitacionais.



Figura 06
Fonte: Luana Moraes



Figura 07
Fonte: Luana Moraes

As edificações construídas possuem dois pavimentos, com habitações independentes no térreo e no pavimento superior. Cada unidade possui sala (8,70 m²); 02 quartos (quarto 01 com 8,16 m² e quarto 02 com 6,50 m²); bwc (2,81 m²); cozinha (5,04 m²); área de serviço (2,80 m²) e varanda (2,41 m²). [ver figura 09 e 10]



Figura 08: Edificação-tipo
Fonte: Luana Moraes

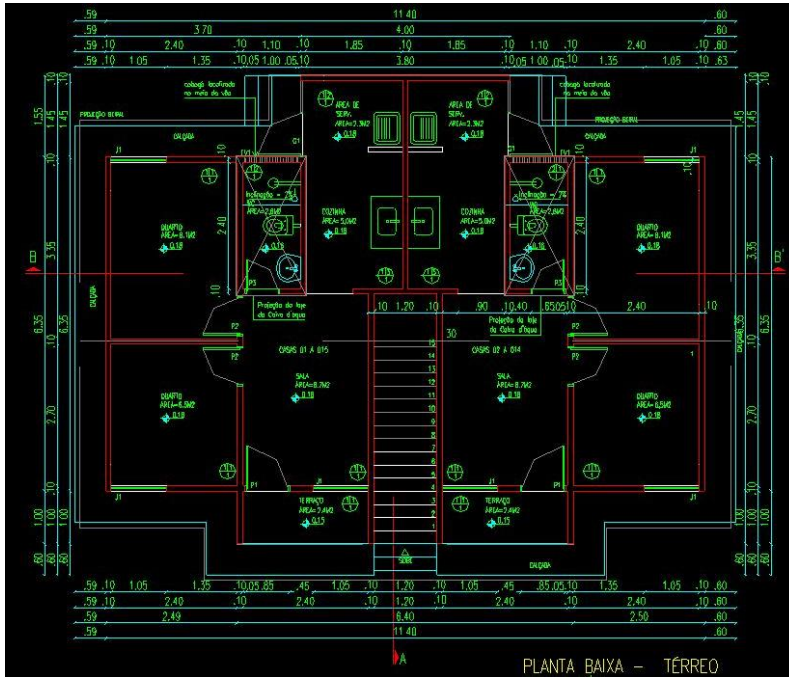


Figura 09: planta baixa unidade habitacional
 Fonte: Prefeitura do Recife



Figura 10: Corte transversal e fachada principal
 Fonte: Prefeitura do Recife

O ESTUDO

A temperatura média do Recife é 25,5°C. Porém, em áreas urbanas essa média eleva-se, devido aos fatores microclimáticos antrópicos, tais como volumes edificadas, superfícies impermeabilizadas, sistema viário, densidade de vegetação e atividades antrópicas, em geral. Segundo pesquisas que realizamos no bairro de Apipucos, que possui forma urbana dispersa, heterogênea, com verticalização, com espaços livres e com arborização, identificamos um clima urbano tropical quente e úmido da planície recifense com baixo acúmulo de calor. Dentro desse bairro de Apipucos, encontra-se uma Zona Especial de Interesse Social, com forma urbana compacta, horizontal, homogênea, sem espaços livres e sem arborização.

Segundo medições de elementos climáticos realizadas da Comunidade de Caetés, nessa zona de habitações populares, identificamos um alto acúmulo de calor, chegando a ser, em média, 1,5°C mais quente que a média do bairro.



Figura 11: Comparação entre o bairro de Apipucos e a ZEIS Apipucos

No conjunto 1º de Maio – CAIC, percebeu-se que a prática de repetir modelos em diferentes locais pode provocar inadequações, quando se privilegiam demasiadamente os aspectos quantitativos e econômicos, em detrimento dos qualitativos. Observamos que o projeto arquitetônico considerou o bioclimatismo, porém sua implantação adotando o rebatimento de plantas e a alta densidade construtiva, assim como o acabamento das edificações, deveriam ter merecido uma maior atenção.

Racionalizar energia não consiste em somente diminuir o consumo dela, mas sim utilizar o máximo e de maneira eficiente os recursos naturais e arquitetônicos disponíveis, evitando desperdícios. Um cuidadoso estudo bioclimático sobre cada projeto pode nos garantir conforto ambiental e eficiência energética sem excluir a importância de contemplar o número máximo de famílias necessitadas de abrigo.

O Ambiente adequado às condições de salubridade das moradias e, conseqüentemente, da qualidade de vida dos indivíduos depende diretamente do nível de atendimento dos serviços de saneamento, abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo. A falta destes serviços expressa condição de alta precariedade da habitação e compromete a saúde da família residente.



Figura 12
Fonte: Luana Moraes



Figura 13
Fonte: Luana Moraes

CONCLUSÕES

Desenho bioclimático é aquele que se adapta às condições de cada local, em especial às condições climáticas. Se o local é o Recife, o desenho bioclimático começa com a forma urbana adaptada ao clima tropical quente e úmido de nossa região – envolvente dos edifícios de interesse social.

Os edifícios de interesse social são aquelas que mais precisam de desenho bioclimático, devido à fragilidade econômica de sua população. No entanto, na cidade do Recife, as zonas de interesse social estão entre aquelas de maior temperatura e menor qualidade ambiental.

A envolvente dos edifícios de interesse social ganha uma importância especial no desenho bioclimático, como estratégia de conforto e economia. Uma arquitetura consciente promove bem-estar aos seus usuários e economia para a sociedade, assim como preserva a qualidade ambiental do mundo como um todo.

Apresentamos então, como fruto dessas reflexões e pesquisas, a iniciativa de desenvolver parceria entre a Universidade Federal de Pernambuco e Companhia de Habitação desse

mesmo Estado. Como principais objetivos citamos: Melhorar a qualidade dos projetos arquitetônicos e urbanísticos, assim como de conjuntos habitacionais executados pelo Governo do Estado, a partir da avaliação de desempenho térmico das edificações e do conforto ambiental dos usuários. Contribuir para o conforto ambiental e para a eficiência energética, ou seja, para o bem-estar dos usuários e para a economia dos órgãos executores, através da consultoria para proposição de formas, elementos e materiais bioclimáticos, que possam ser utilizados nos projetos em desenvolvimento pelo Estado. Qualificar gestores, técnicos e estudantes, através da realização de cursos e oficinas de capacitação, nos quais haveria troca de experiências e conhecimentos, a cerca das dificuldades e desafios durante o processo de concepção urbana e arquitetônica de conjuntos habitacionais populares.

São esses os caminhos que procuramos percorrer no sentido de contribuir para a qualidade de vida e para a qualidade ambiental, agindo no local e pensando globalmente.

BIBLIOGRAFIA

LAMBERTS, Roberto et al. Eficiência energética na arquitetura. São Paulo: PW Editores, 1997.

MASCARÓ, Lúcia R. de. Energia na edificação. São Paulo : Projeto, 1991.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. São Paulo, P.W., 1998.

ROMERO, Marcelo e ORNSTEIN, Sheila. Avaliação pós-ocupação: métodos e técnicas aplicados habitação social. Porto Alegre : ANTAC, 2003.

SITES:

<http://www.recife.gov.br>

<http://habitare.infohab.org.br/>

<http://www.condepefidem.pe.gov.br>

<http://www.wikimapia.org>

<http://www.ambientebrasil.com.br>

<http://www.cytod.org>

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL: O CASO DA CDHU – SÃO PAULO - BRASIL

Marcelo de Andrade Roméro

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo – Brasil
Rua do Lago, 876, Cidade Universitária, São Paulo, Brasil, WWW.usp.br/fau

+55.11.30914797, maromero@usp.br

RESUMEN

This paper goals to evaluate the energetic consumption and environmental comfort of Low Cost Housing Program in São Paulo – Brasil supported by State of São Paulo Government through the CDHU - Companhia de Habitação do Estado de São Paulo. The methodology process involve in the first phased the application of simulation tool, such as, Energy Plus on one case study – apartment with the original design constructions characteristics. In the second phase some modifications on design are included in order to evaluate the impact on internal temperature. The results show the influence of orientation, window position and wall materials in this kind of constructions.

Palavras Chave: Energia, Edifícios, Habitações, Interesse Social, Construção.

CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Um dos aspectos mais relevantes da Rede CYTED é a possibilidade de incorporar os resultados obtidos nas pesquisas conduzidas em cada país, em situações reais. No caso brasileiro, e em particular na participação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo neste processo, optou-se, após o desenvolvimento do trabalho com a Companhia de Habitação do Município de São Paulo – COHAB, já apresentado na rede CYTED, por desenvolver trabalho de pesquisa com a CDHU – Companhia de Habitação do Estado de São Paulo. O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados da avaliação termo-energética realizada em estudo de caso representativo da CDHU. Vale ressaltar que a região metropolitana de São Paulo, é a maior do país e conta com aproximadamente 20 milhões de habitantes, distribuídos pelos seus 38 municípios. Na escala mundial, a RMSP – Região Metropolitana de São Paulo ocupa a 4ª. posição ficando atrás somente de Tóquio no Japão (23,4 milhões), Cidade do México no México (22,9 milhões) e Nova Iorque nos EUA (21,8 milhões)¹.

PANORAMA ENERGÉTICO BRASILEIRO

O Brasil se encontra em um momento peculiar da sua história devido à sua estabilidade econômica que de certa forma surpreende tendo em vista o pequeno abalo sofrido pelo país quando da crise norte americana ocorrida em 2007 que abalou todos os grandes mercados mundiais. O país fechou o exercício de 2007 como a 6ª. Economia do mundo considerando um ranking de cerca de 140 países. Em termos energéticos a auto-suficiência de petróleo foi atingida em 2006 e uma grande nova reserva foi descoberta no final de 2007. O

consumo interno de eletricidade vem crescendo a uma taxa média de 5% ao ano que vem sendo suprido pela elevação da oferta de hidroeletricidade e termo-eletricidade. Em termos da oferta interna de energia, o país situa-se em uma posição privilegiada quando comparado com as grandes economias mundiais, pois 46% da sua oferta provem de fontes renováveis de energia como a hidroeletricidade, os derivados de cana de açúcar entre outros. (Ver figura 1). A geração de energia elétrica é renovável em mais de ¾ de suas fontes e este percentual é uma característica encontrada em poucos países.

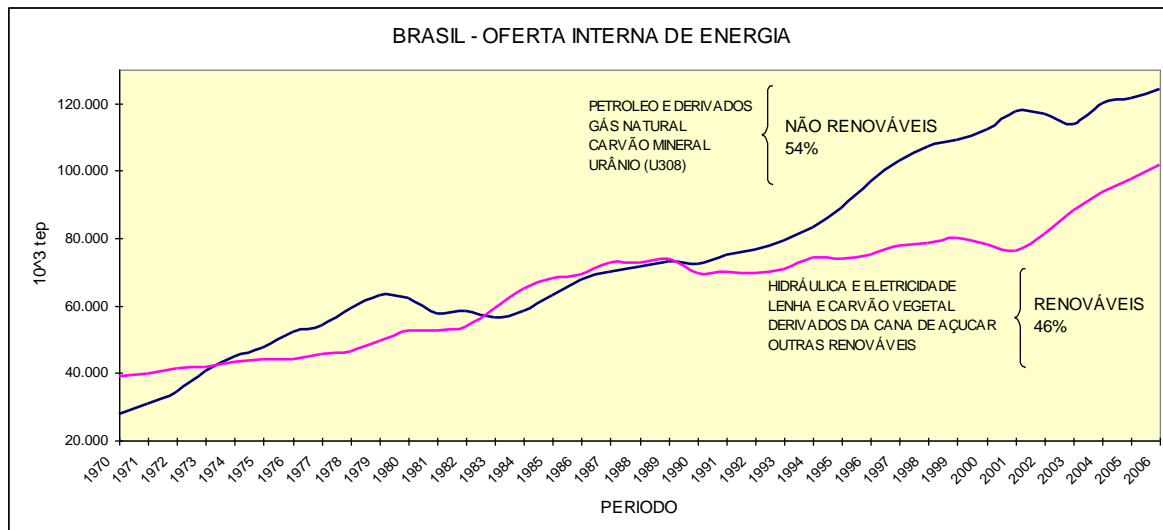


Figura 1 – Brasil: oferta interna de energia
Fonte: BEN – Balanço Energético Nacional

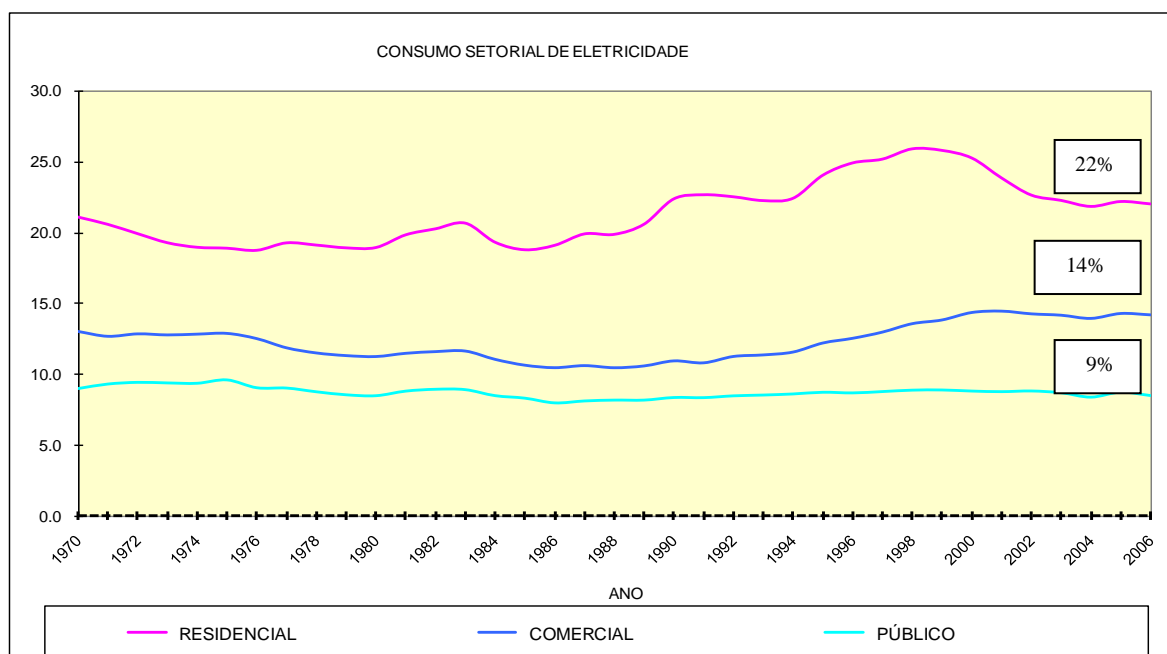


Figura 2 – Brasil: Consumo setorial de eletricidade (%)
Fonte: BEN – Balanço Energético Nacional

O setor residencial já foi responsável por 25% do consumo de eletricidade nacional (1999), e no final de 2007 atingiu o patamar de 22%. Uma parte significativa desta redução

percentual proporcional foi devido às medidas de racionamento impostas pelo governo no início desta década e parte pela retomada do consumo no setor comercial.

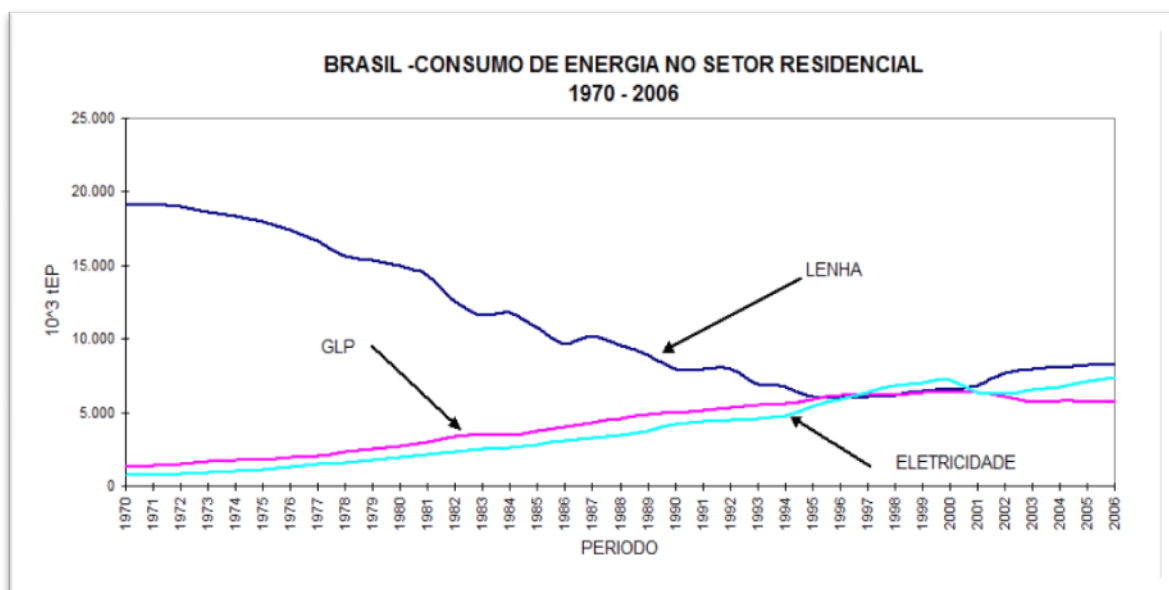


Figura 3 – Brasil: Consumo de energia no setor residencial 1970 - 2006)
 Fonte: BEN – Balanço Energético Nacional

A lenha apesar de tido sua participação reduzida significativamente nos últimos 35 anos, ainda é majoritária no consumo do setor residencial. Nota-se que a partir do racionamento ocorrido no início desta década, a redução da eletricidade foi compensada pelo aumento do uso da lenha e não do gás. As perspectivas a médio prazo são a continuidade da elevação do consumo de eletricidade impulsionado pelo crescimento do setor da construção civil e conseqüentemente pela elevação da massa edificada do país neste setor, e pelo aumento da potência instalada nas unidades habitacionais. Este aumento de potência proporcionado pela aquisição de bens materiais – eletrodomésticos, foi impulsionado pela estabilidade econômica e controle da inflação ocorrido após 1995.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA CIDADE DE SÃO PAULO - BRASIL

Latitude:	-23,62 ^o
Longitude:	-46,65 ^o
Altitude:	803 m
Umidade relativa do ar	80% (inverno e verão)
Precipitação	28 mm (inverno) 180 mm (verão)

A CDHU - UMA VISÃO GERAL

A CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo está subordinada à Secretaria da Habitação do Governo do Estado de São Paulo. No momento, final de 2006, a CDHU possui obras em andamento em 71 municípios do Estado. Cerca de 610 cidades do Estado, possuem obras da CDHU distribuídas na proporção de 71% fora da RMSP – Região Metropolitana de São Paulo e 29% nos municípios que compõem a RMSP. Em termos de área construída por Unidade

Habitacional, as áreas praticadas pela CDHU são as seguintes: (a) casa térrea isolada, de 36 a 46 m²; (b) casa térrea geminada, cerca de 33,40 m²; (c) sobrado geminado, de 44 a 48,50 m²; e, (d) apartamento, com 45 m².

O PROJETO, OBJETO DA INTERVENÇÃO

Para efeito desta pesquisa adotou-se um edifício vertical isolado com 5 pavimentos, área total de 72,69 m² e área útil de 54,14 m². Cada pavimento possui 4 unidades habitacionais e o acesso vertical é feito somente por escadas. As figuras a seguir ilustram o corte, uma foto da fachada e a planta baixa.

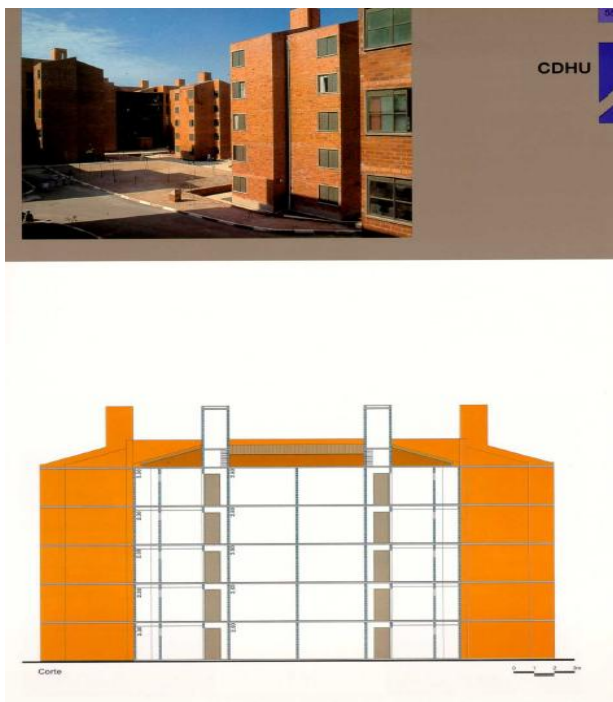


Figura 4 – CDHU – Edifício em análise – Corte e fachada
Fonte: WWW.habitacao.sp.gov.br



Figura 5 – CDHU – Edifício em análise – Planta baixa.
Fonte: WWW.habitacao.sp.gov.br

O PROGRAMA UTILIZADO

As simulações desta pesquisa foram realizadas no programa *Energy Plus*. Este é um programa criado para realizar simulações energéticas em edifícios, apresentando resultados relativos a aquecimento, resfriamento, iluminação artificial e natural, ventilação e outros fluxos energéticos. Criado pelo *US Department of Energy* e concluído em abril de 2001, este programa associa as principais características dos programas *BLAST* e *DOE-2*, e acrescenta outras capacidades de simulação inovadoras, tais como etapas de simulação menores que uma hora, sistemas modulares e de condicionamento ambiental integrados com as simulações por zonas, fluxo de ventilação multi-zona, conforto térmico e sistemas fotovoltaicos. Permite a identificação das parcelas de carga térmica referentes a envoltentes transparentes e envoltentes opacas, assim como a quantificação das cargas térmicas resultantes no ambiente e que deverão ser retiradas pelo sistema de condicionamento ambiental ³.

SIMULAÇÕES DO CASO BASE

As simulações do caso base foram feitas com as seguintes características do projeto arquitetônico:

- Alvenaria estrutural de blocos de concreto
- Telhas de fibrocimento (cimento amianto)
- Orientação Norte - 180°
- Janelas do dormitório (1,50 x 1,20)
- Lajes não isoladas de concreto (mistas)
- Piso simulado: último piso
- Infiltração: três renovações por hora = 0,032m³/seg

No pavimento tipo foi escolhido um dormitório com fachadas expostas às orientações leste e oeste, conforme figura a seguir.

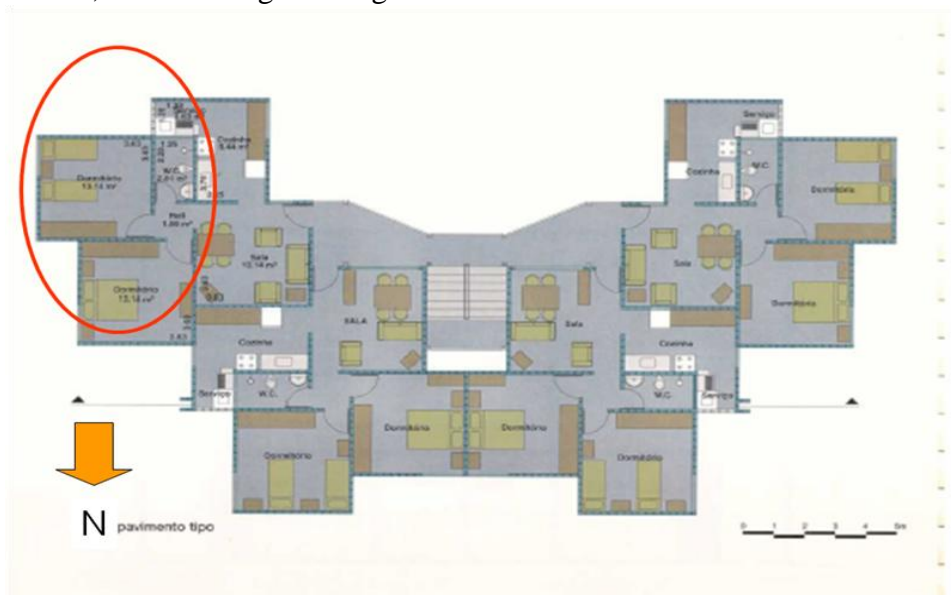


Figura 6 – CDHU – Edifício em análise – Localização do ambiente simulado na planta baixa.

Fonte: WWW.habitacao.sp.gov.br

O resultado da simulação do caso base em termos de temperatura de bulbo seco no dormitório escolhido para o período de 1 ano pode ser verificado na figura a seguir.

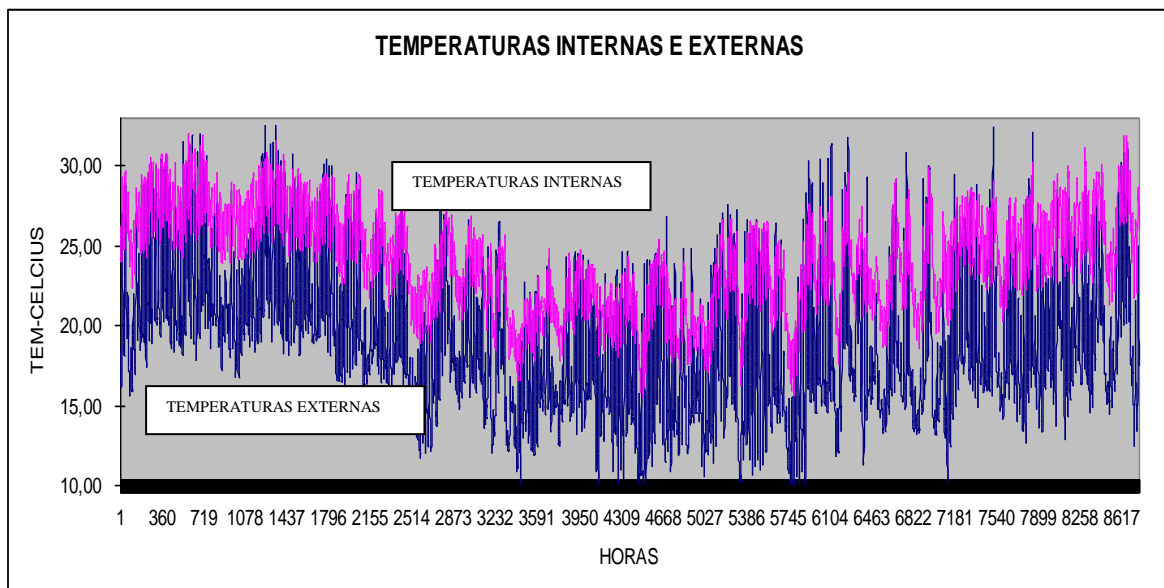


Figura 7 – CDHU – Resultado anual da simulação do caso base - anual

As temperaturas internas são ligeiramente superiores às externas durante todo o ano. Durante o período de verão as máximas, que ocorrem durante o dia, flutuam entre 27° e 30° e, portanto acima da zona de conforto e as mínimas, que ocorrem durante a noite, entre 22° e 27°. No inverno as máximas atingem cerca de 25° e as mínimas cerca de 15° permitindo conforto durante todo o dia. Nos equinócios há um ligeiro arrefecimento tanto nas mínimas quanto nas máximas. Entretanto é necessário incorporar alternativas que reduzam as máximas no verão. Os gráficos a seguir ilustram o comportamento do dormitório em análise em um dia de verão e um dia de inverno.

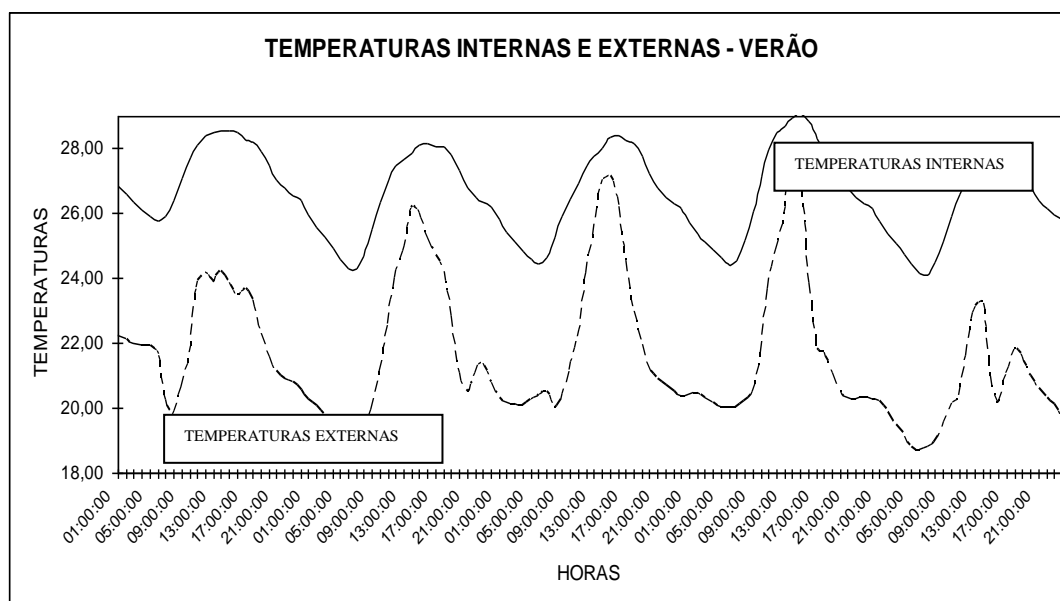


Figura 8 – CDHU – Resultado anual da simulação do caso base – dia de verão

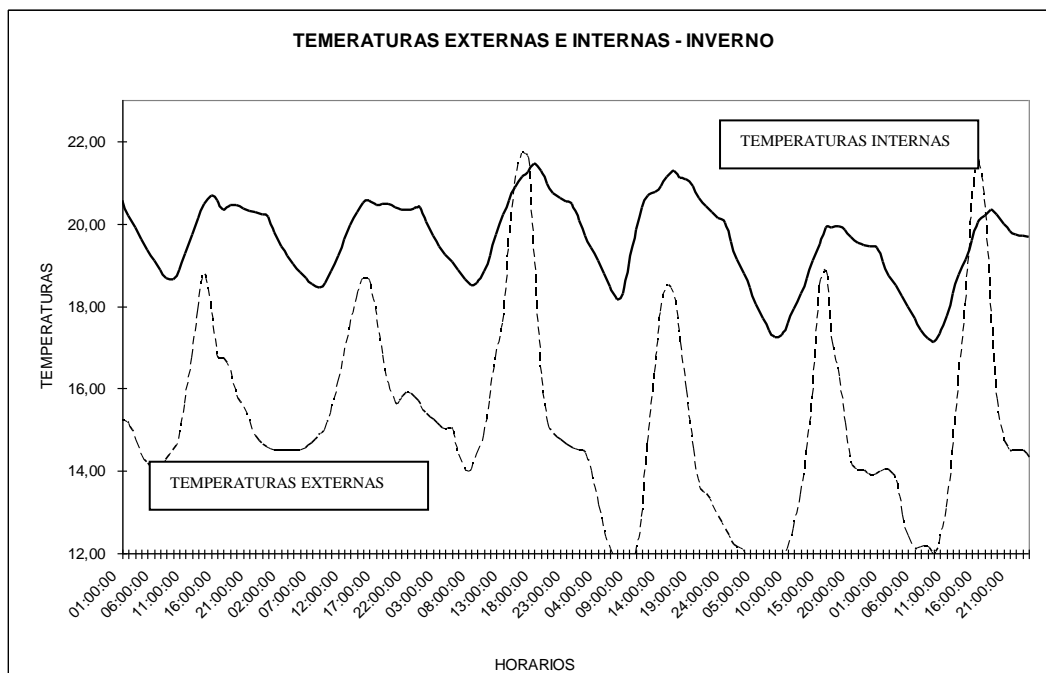


Figura 9 – CDHU – Resultado anual da simulação do caso base – dia de inverno

VARIAÇÕES PARAMÉTRICAS ADOTADAS

Variação Paramétrica 1 – Isolamento da Cobertura –CBV5

- Alvenaria estrutural de blocos de concreto
- Telha de fibrocimento
- Orientação Norte - 180°
- Janelas do dormitório (1,50 x 1,20)
- Lajes isoladas de concreto (mistas) + poliestireno expandido
- Piso simulado: último piso
- Infiltração: três renovações por hora = 0,032m³/seg

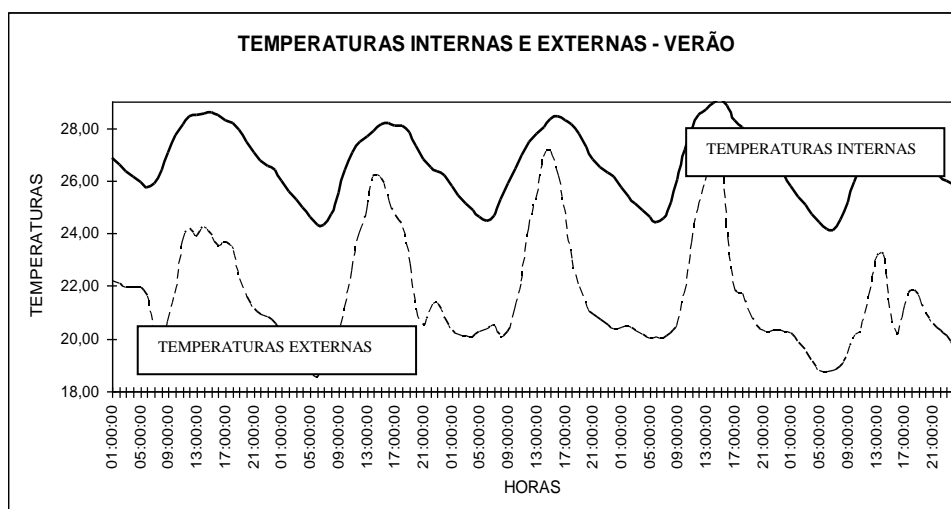


Figura 10 – CDHU – Variação Paramétrica 1 – Isolamento da Cobertura –CBV5 - verão

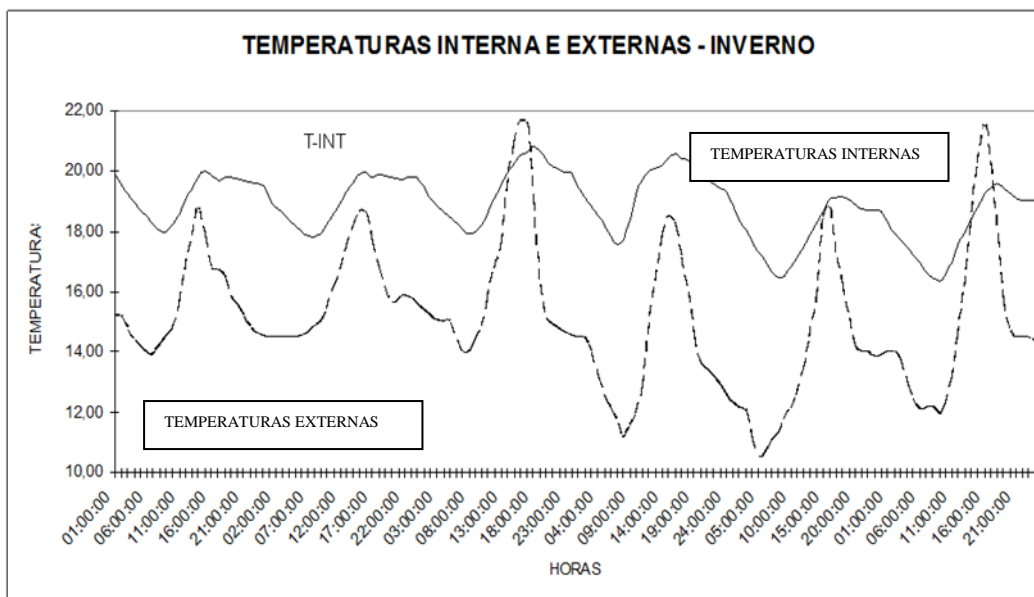


Figura 11 – CDHU – Variação Paramétrica 1 – Isolamento da Cobertura –CBV5 – inverno

Conclusões – Variação Paramétrica 1: O isolamento da cobertura não causou reduções significativas nas temperaturas de verão. Houve alguma redução, mas não foi significativa.

Variação Paramétrica 2 – Orientação Sul – CBV4-B

- Alvenaria estrutural de blocos de concreto
- Telha de fibrocimento
- Orientação Sul - 255°
- Janelas do dormitório (1,50 x 1,20)
- Lajes isoladas de concreto (mistas) + poliestireno expandido
- Pavimento simulado: último pavimento

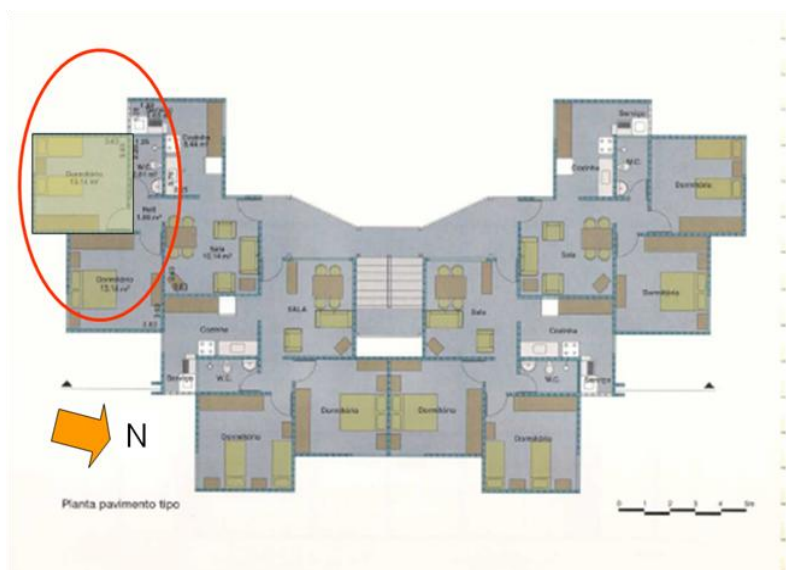


Figura 12 – CDHU – Variação Paramétrica 2 – Orientação Sul – CBV4-B

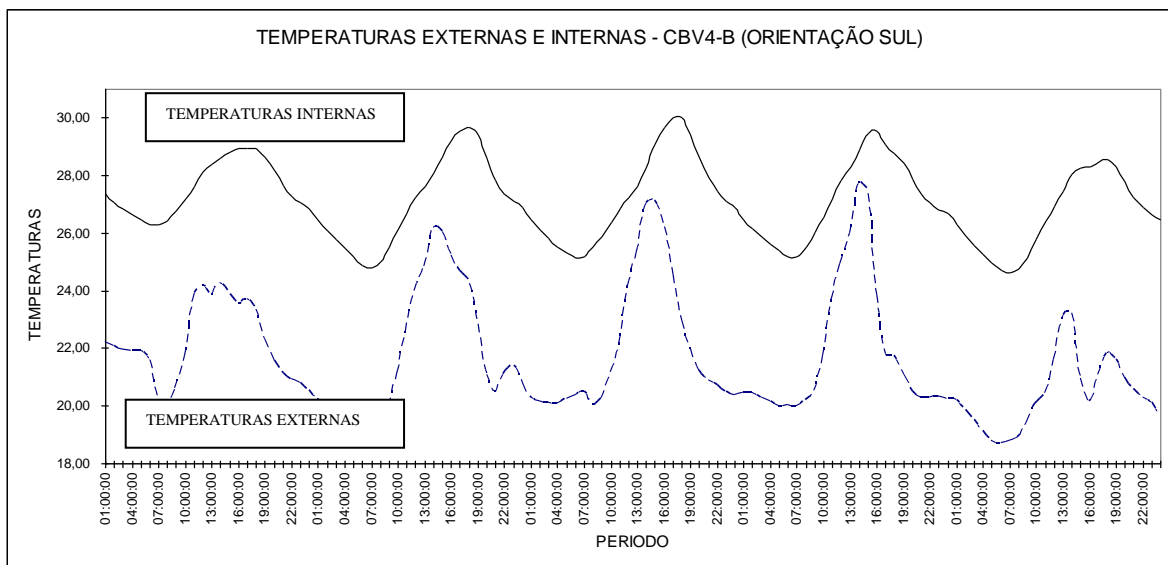


Figura 13 – CDHU – Variação Paramétrica 2 – Orientação Sul – CBV4-B – Gráfico de Verão

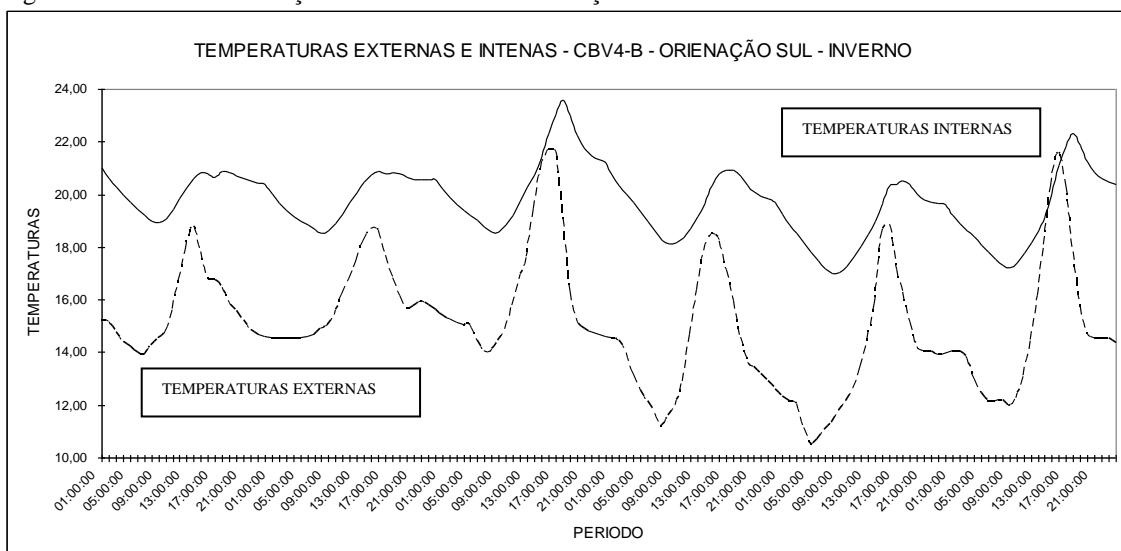


Figura 14 – CDHU – Variação Paramétrica 2 – Orientação Sul – CBV4-B – Gráfico de inverno

Conclusões – Variação Paramétrica 2: Em unidades habitacionais com três paredes em contato com o exterior, a orientação sul não acarreta grandes alterações nas temperaturas internas finais. O efeito da orientação sul é mais sentido quando da exposição de uma parede em contato com o exterior.

CONCLUSÕES FINAIS

- Os materiais de uso corrente atendem o conforto necessário na maior parte do ano;
- Todos os resultados das simulações realizadas se tornam mais graves em pavimentos mais baixos e a presença de construções vizinhas;
- A orientação solar é um aspecto importante na implantação de Habitações de Interesse Social. Implantar os blocos considerando apenas critérios de topografia e acessos pode causar grandes prejuízos as unidades habitacionais e aos níveis de conforto térmico de seus ocupantes;

- Em termos de consumo de energia elétrica em Habitações de Interesse Social, o potencial de otimização está na redução do consumo de energia para aquecimento de água para o banho, que é de cerca de 30% na média brasileira. O uso de coletores solares na cobertura pode contribuir com 50% na redução deste uso final, acarretando portanto uma redução final de 15% na fatura de energia elétrica da unidade habitacional. Se considerarmos que o setor residencial no Brasil é responsável por cerca de 22% do consumo brasileiro (Ver figura 2), a adoção de políticas nacionais agressivas que incentivem o uso dos coletores solares nos edifícios residenciais, poderia causar uma redução no consumo nacional variando entre 2 e 3,5%. Este valor, aparentemente pequeno varia entre 7.799.000 e 13.648.000 MWh.
- As políticas de sustentabilidade estão se incorporando ao setor das habitações sociais.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com a colaboração da Profa. Dra. Lúcia Pirró, docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Belas Artes de São Paulo e Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Fundação Armando Álvares Penteado, nas etapas de simulação e análise dos resultados.

NOMENCLATURAS

BEN – Balanço Energético Nacional

CDHU – Companhia de Habitação do Estado de São Paulo.

COHAB - Companhia de Habitação do Município de São Paulo

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

REFERÊNCIAS

¹ Romero, Marcelo de Andrade. Conforto ambiental e eficiência energética em habitações de interesse social no Brasil. In: Gonçalves, Helder P. Portugal, 2005.

² Secretaria de Estado da Habitação/CDHU, 1997.

³ PIRRÓ, Lúcia Fernanda. O impacto das envoltentes verticais no desempenho energético de edifícios de escritórios, FAUUSP, 2005. (Tese de doutorado).

ABSTRACT

This paper goals to evaluate the energetic consumption and environmental comfort of Low Cost Housing Program in São Paulo – Brazil supported by State of São Paulo Government through the CDHU - Companhia de Habitação do Estado de São Paulo. The methodology process involve in the first phased the application of simulation tool, such as, Energy Plus on one case study – apartment with the original design constructions characteristics. In the second phase some modifications on design are included in order to evaluate the impact on internal temperature. The results show the influence of orientation, window position and wall materials in this kind of constructions.

¹ Programa Sectorial de Vivienda 2007 – 2012, Plan Nacional de desarrollo. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). México.

<http://www.canadevi.org.mx/portal/hgxpp001.aspx?65,1,254,O,S,0,,>

DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO, ENERGÉTICO Y AMBIENTAL DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN MÉXICO: RETROSPECTIVA Y PROSPECTIVA (2000-2012)

Andrés Alfonso Andrade Vallejo y David Morillón Gálvez
 Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México
 Tel: (55) 56233600 ext. 8842
 Correo Electrónico: damg@pumas.ii.unam.mx

1. INTRODUCCIÓN

1.1 TIPOS DE VIVIENDA

En México la vivienda se clasifica, de acuerdo con el promedio de superficie construida en cuatro tipos: interés social, media, residencial y residencial plus. A su vez, la primera se subdivide en básica, social y económica, como se establece en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Clasificación y características de superficie construida de vivienda.

Tipo de vivienda		Promedio de Construcción (m ²)
Interés social	Básica	Hasta 30
	Social	De 31 a 45
	Económica	De 45 a 55
Media		De 56 a 100
Residencial		De 101 a 200
Residencial plus		Más de 200

Fuente: CONAVI y SEDESOL. “Necesidades de vivienda en México 2000-2010”

En México, la vivienda que mayor demanda es la de interés social. De acuerdo con el promedio de área de construcción y el tipo de acabado, se clasifican las viviendas de interés social, las cuales se presentan a continuación:

Tipo interés social: básica

Descripción de la vivienda de 33.47 m², de una planta, que cuentan con sala - comedor, baño, cocina, una recámara, patio de servicios y jardín y cochera al frente.

Tipo interés social: social

Descripción de la vivienda social de 36.89 m², una planta, que cuentan con sala – comedor, baño, cocina, dos recámaras, patio de servicio, jardín con cochera al frente.

Tipo interés social: económica

Descripción de vivienda de la 61.74 m², una planta, que cuentan con sala – comedor, dos baños, cocina, dos recámaras, patio de servicio, jardín y cochera al frente.

1.1.1 Materiales de uso común en la vivienda de interés social

De los cuales se obtienen seis combinaciones diferentes como se muestra en la tabla 1.2, mismas que influyen en el comportamiento térmico de la envolvente de la vivienda.

Tabla 1.2 Combinaciones de los diferentes materiales más utilizados para la construcción de la vivienda de interés social.

# de Combinación	COMPONENTE ARQUITECTÓNICA	
	TECHO	MURO
1	Losa de concreto	bloque hueco
2		Tabique
3		Ladrillo
4	Losa aligerada	bloque hueco
5		Tabique
6		Ladrillo

De estas combinaciones, la más empleada para la construcción de dichas viviendas, es el número 4 (losa aligerada para techo y bloque hueco para muro).

1.2 VIVIENDA CONSTRUIDA EN MÉXICO: 2001-2006

El número de viviendas construidas en México, de acuerdo con datos de la CONAVI, en el año 2001 fue de 461 mil 927, en el 2002 de 704 mil 512, en el 2003 de 735 mil 168, en el 2004 de 815 mil 023, en el 2005 de 768 mil 532, en el 2006 de 722 mil 802, teniendo un total de 4 millones 207 mil 964 viviendas construidas en la República Mexicana en el periodo 2001 – 2006, como se muestra en la tabla 1.3.

Tabla 1.3 Vivienda construida en México en el periodo 2001-2006

Estado	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total de viviendas construidas 2001 - 2006
Aguascalientes	18928	20246	21683	20187	20278	10704	112026
Baja California	17304	26306	30731	38119	31885	30425	174770
Baja California Sur	4885	4480	6274	6023	5342	4950	31954
Campeche	17268	17104	3731	7306	7981	4420	57810
Chiapas	15769	16734	31970	22408	25853	28152	140886
Chihuahua	5657	10543	9764	12666	5479	6158	50267
Coahuila de Zaragoza	9507	28632	30542	103722	33306	14025	219734
Colima	20281	34379	46067	32236	38289	37606	208858
Distrito Federal	56371	93535	60425	78823	57174	45724	392052
Durango	13410	9468	20668	14237	12338	12994	83115
Guanajuato	16984	22112	28361	27804	34422	29225	158908
Guerrero	3312	11741	17317	15207	12184	6918	66679
Hidalgo	10789	25256	24655	23272	15953	12244	112169
Jalisco	16063	18604	28393	40365	42160	36372	181957
México	28425	51282	46881	49552	58321	52643	287104
Michoacán de Ocampo	9627	11520	13913	14476	17749	15463	82748
Morelos	5948	4978	7500	6823	8741	8333	42323
Nayarit	3895	17928	8592	6103	9052	6729	52299
Nuevo León	18175	25711	30502	39891	51616	45866	211761
Oaxaca	5293	27092	6783	6151	10109	4070	59498
Puebla	8126	23753	27160	20734	26986	18548	125307
Querétaro de Arteaga	16679	8580	13332	12341	11931	10174	73037
Quintana Roo	6451	9908	15121	18078	21505	17371	88434
San Luis Potosí	26920	29544	18120	18854	16993	14338	124769
Sinaloa	13217	19947	21267	20138	19435	17995	111999
Sonora	15159	16219	23834	23232	23561	24754	126759
Tabasco	12777	11598	11674	8477	9559	7768	61853
Tamaulipas	22835	28806	39561	60451	39777	36335	227765
Tlaxcala	7169	10684	10423	8469	6237	4880	47862
Veracruz	15875	19745	32010	24091	31292	23820	146833
Yucatán	8137	12796	10767	8770	13423	20203	74096
Zacatecas	6549	28649	16706	11112	14800	5545	83361
NO DISTRIBUIDO NACIONAL	4142	6632	20441	14905	34801	108050	188971
	461927	704512	735168	815023	768532	722802	4207964

Fuente: Elaboración Propia utilizando datos Estadísticas de vivienda, CONAVI; Programa Nacional de Créditos Hipotecarios 2006, Avance del sexto bimestre.

1.3. Relación de viviendas construidas por bioclima

En la tabla 1.4 se presenta el total por tipo de vivienda construida, en los diferentes tipos de bioclima, donde el tipo de vivienda que predomina es la básica con 2 millones 419 mil 353 construidas, la cual pertenece a la vivienda de interés social.

Tabla 1.4 Tipo de vivienda construida de acuerdo al bioclima en el periodo 2001 – 2006.

Tipo de bioclima	Tipo de vivienda				Total de viviendas
	Básica	Social	Económica	Media, Residencial y Residencial Plus	
Calido húmedo	299188	148822	82224	45969	576193
Calido semi húmedo	259601	70742	47913	22036	537964
Templado	333860	104241	67927	31946	303898
Calido seco	185693	59308	37135	21763	451362
Semi frío	267604	96130	55849	31789	1196069
Templado seco	531387	337828	204417	122427	92817
Semi frío seco	70790	12118	6479	3430	400292
Templado húmedo	260646	43438	14463	6235	324772
Semi frío húmedo	210593	56308	38337	19359	324596
Total general	2419353	928924	554733	304954	4,207,964

Elaboración Propia utilizando como fuente: Programa Nacional de Créditos Hipotecarios 2006, Avance del sexto bimestre. Datos Estadísticas de vivienda; CONAVI y SEDESOL. “Necesidades de vivienda en México 2000-2010”.

La vivienda que mas se construyo en el periodo 2001 – 2006, fue la de interés social, la cual representa el 92.75% de la vivienda construida, de lo cual el 57.49% es de tipo básica, el 22.08% es de tipo social y el 13.18% de tipo económica, teniendo solamente el 7.25% repartido entre la vivienda media, residencial y residencial plus.

1.2.5 Prospectiva de vivienda nueva al año 2012

Considerando el crecimiento de la vivienda, según el programa sectorial de vivienda 2007-2012¹, las tendencias demográficas en México para los próximos 25 años, apuntan a que se requerirá construir 650 mil nuevas viviendas por año, en promedio. Con este ritmo de crecimiento, la demanda de vivienda de 2007 al 2012 será de casi cuatro millones, cifra que si se suma a los aproximadamente dos millones 100 mil familias que hoy requieren vivienda, arroja una demanda global de seis millones de nuevos espacios de vivienda en los próximos seis años.

Esta demanda de vivienda se divide por entidad federativa, de acuerdo al tipo de bioclima y las ciudades mas representativas, teniendo una prospectiva para el año 2012 como se muestra en la tabla 1.5

Tabla 1.5. Total de viviendas que serán construidas para el periodo 2007 – 2012, por bioclima.

Tipo de bioclima	Tipo de vivienda				Total viviendas
	Básica	Social	Económica	Medio, Residencial y Residencial Plus	
Calido húmedo	426603	212201	117241	65545	821575
Calido semi húmedo	370156	100868	68318	31421	767066
Templado	476041	148634	96855	45550	433319
Calido seco	264774	84565	52949	31031	643583
Semi frío	381568	137069	79633	45327	1705436
Templado seco	757688	481698	291471	174565	132345
Semi frío seco	100938	17278	9238	4891	570764
Templado húmedo	371647	61937	20622	8890	463082
Semi frío húmedo	300277	80288	54663	27603	462831
Total general	3449677	1324522	790976	434824	6,000,000

Elaboración propia. Fuente: Programa Sectorial de Vivienda 2007-2012 CONAVI

¹ Yunus Cengel. “Termodinámica” Cuarta edición. Ed. Mc. Graw Hill. pp165.

De acuerdo a esta tabla (1.5 se tiene que de los 6 millones de viviendas que se estiman para el 2012, el 37.20 % estará concentrado en los bioclimas extremos (calido húmedo, cálido seco y cálido semi húmedo) y el 28.42 % será construido en el bioclima semi frío.

2.- MÉTODO PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA VIVIENDA

Descripción del método

La envolvente de las viviendas construidas o que se van a construir (a la cual se le llamara vivienda proyectada, Q_p) se compara con respecto a otra que conserve la misma orientación, las mismas condiciones de colindancia, las mismas dimensiones de planta y elevación de la vivienda por analizar (a la cual se le llamara vivienda de referencia, Q_r), pero esta última con características de la envolvente definidas, como el coeficiente global de transferencia de calor y el porcentaje total del área de las partes opacas y transparentes; Donde la ganancia de la vivienda proyectada tiene que ser menor o igual a la ganancia de la vivienda de referencia, como se muestra a continuación:

$$Q_p \leq Q_r$$

2.1.1 Cálculo de la ganancia de calor

Los flujos de calor se rigen por la primera ley de termodinámica, la cual Cengel² la expresa como “el cambio neto (incremento o disminución) en la energía total del sistema durante un proceso, es igual a la diferencia entre la energía total que entra y la energía total que sale”; la vivienda se considera como un sistema cerrado y su frontera, la envolvente arquitectónica; se realiza entonces el análisis de la transferencia de calor en la misma.

A continuación se describe los cálculos de la ganancia de calor a través de la envolvente de la vivienda proyectada y de referencia.

2.1.1.1 Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente de la vivienda proyectada y referencia

La ganancia de calor a través de la envolvente la vivienda proyectada, es la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$\phi_p = \phi_{pc} + \phi_{ps}$$

En donde:

- ϕ_p Es la ganancia de calor a través de la envolvente de la vivienda proyectada, en W;
- ϕ_{pc} Es la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas y no opacas de la envolvente de la vivienda proyectada, determinada según el inciso 2.1.1.2.1, en W;
- ϕ_{ps} Es la ganancia de calor por radiación solar a través de las partes no opacas de la envolvente de la vivienda proyectada, determinada según el inciso 2.1.1.2.2, en W.

2.1.1.1.1 Ganancia de calor por conducción

La conducción de calor a través de un medio depende de diferentes variables de las cuales las principales son, su configuración geométrica, su espesor, el material o los materiales de construcción y de la diferencia de temperaturas a través de él; así como su orientación (norte, sur, este, oeste).

² Aclaración a la Norma Oficial Mexicana NOM – 008 – ENER – 2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales, publicada el 25 de abril de 2001.

La ganancia por conducción es la suma a través de cada una de las componentes, de acuerdo con su orientación, techo y superficie inferior y utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{pc} = \sum_{i=1}^6 \phi_{pci}$$

En donde:

- ϕ_{pc} Es la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas y no opacas de la envolvente de la vivienda proyectada
- i Son las diferentes orientaciones: 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur, 5 es oeste y 6 es superficie inferior.

Cualquier porción de la envolvente directamente sobre la tierra se considera que tiene una ganancia de calor de cero. Sin embargo, si la vivienda proyectada tiene ganancia de calor a través del piso, éste debe considerarse como una superficie inferior, y su ganancia de calor debe sumarse a la del resto de la envolvente. Un ejemplo típico es una vivienda cuyo estacionamiento ocupa los primeros pisos.

La ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{pci} = \sum_{j=1}^n [K_j \times A_{ij} \times (t_{ei} - t)]$$

En donde:

- ϕ_{pci} es la ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i , en W;
- j son las diferentes porciones que forman la parte de la componente de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente global de transferencia de calor. Por ejemplo, una porción típica de una parte opaca de una pared, es un muro formado por un repellado o aplanado exterior, tabique y un repellado interior, o un repellado exterior, una placa de poliestireno expandido y un tapiz plástico en el interior;
- K_j es el coeficiente global de transferencia de calor de cada porción, determinado como se muestra mas adelante, en W/m² °C;
- A_{ij} es el área de la porción j con orientación i , en m²;
- t_{ei} es el valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación i , determinada según datos dados para cada caso, en °C;
- t Temperatura del aire interior o temperatura de confort (T_p) propuesto por Arens (1984) $t = 17.6 + 0.31 * T_{mamb}$ donde T_{mamb} es la temperatura media ambiente.

2.1.1.1.2 La ganancia de calor por radiación

Es la suma de la ganancia por radiación solar a través de cada una de las partes no opacas, la cual se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{ps} = \sum_{i=1}^5 \phi_{psi}$$

En donde:

- ϕ_{ps} Es la ganancia de calor por radiación solar a través de las partes no opacas de la envolvente de la vivienda proyectada.
 - i son las diferentes orientaciones: 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur, 5 es oeste;
- La ganancia de calor por radiación solar a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{psi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij} \times CS_j \times FG_i \times SE_{ij}]$$

en donde:

- ϕ_{psi} es la ganancia de calor por radiación solar a través de las porciones no opacas de la envolvente de la vivienda proyectada, en W;
 - j son las diferentes porciones transparentes que forman la parte de la componente de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente de sombreado, un factor de ganancia de calor solar y un factor de corrección por sombreado exterior. Una porción típica de una parte no opaca es una pared de vidrio, o con bloques de vidrio;
 - A_{ij} es el área de la porción transparente j con orientación i , en m²;
 - CS_j es el coeficiente de sombreado del vidrio de cada porción transparente, según la especificación del fabricante, con valor adimensional entre cero y uno;
 - FG_i es la ganancia de calor solar por orientación, determinada según datos dados para cada caso, en W/m²;
 - SE_{ij} es el factor de corrección por sombreado exterior para cada porción transparente, determinado según el elemento utilizado para sombrear en la datos dados para cada caso, con valor adimensional entre cero y uno;
- Determinación del coeficiente global de transferencia de calor (K) de las porciones de la envolvente³:

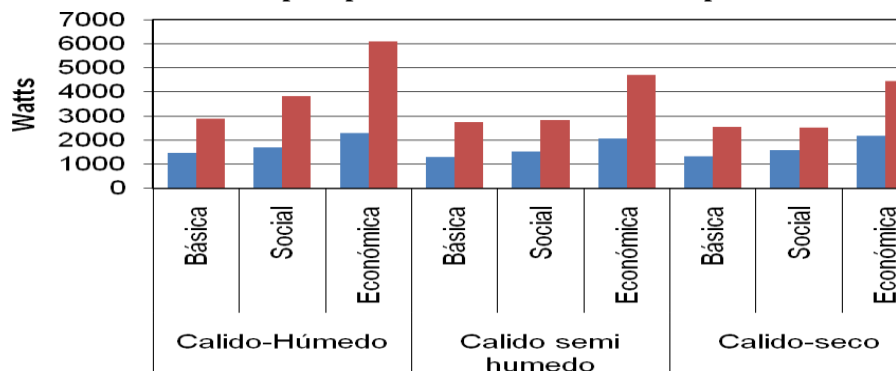
3. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

3.1 GANANCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

Los resultados de dicha ganancia de calor se presentan a continuación por bioclima y tipo de vivienda.

En la grafica 3.1. se presentan los resultados de las ganancias de calor de los bioclimas cálido húmedo, semi-húmedo y seco, siendo estos los más extremosos.

Grafica 3.1. Ganancia de calor por tipo de vivienda de interés social para los bioclimas cálidos.



■ Ganancia de calor de la vivienda de referencia (Watts) Qr ■ Ganancia de calor de la vivienda de proyectada (Watts) Qp

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología presentada en este documento.

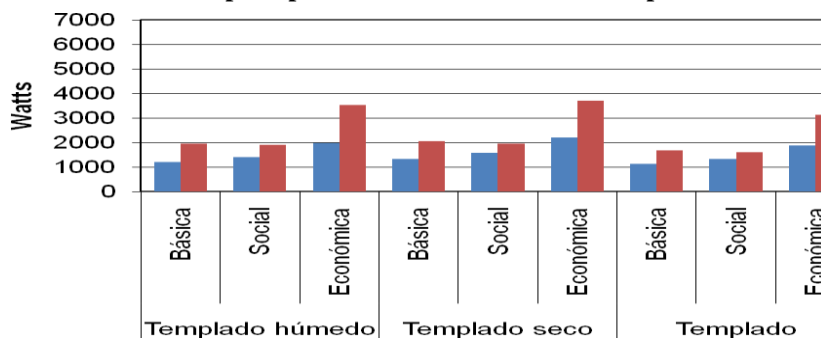
Como se observa en estos bioclimas el que mayor ganancia presenta es el cálido húmedo esto posiblemente se deba a que la temperatura interior es un grado centígrado

³ SENER (Secretaría de Energía) “Prospectiva del sector eléctrico 2005-2014”

mayor que los otros; así como también la diferencia de la ganancia de calor de dichos bioclimas entre la vivienda proyectada y la de referencia es casi el doble esto se debe a las condiciones de clima extremo.

Los siguientes bioclimas que se analizaron fueron el templado, templado húmedo y seco, mostrando en la grafica 3.2 la ganancia de calor tanto de la vivienda proyectada como la de referencia.

Grafica 3.2. Ganancia de calor por tipo de vivienda de interés social para los bioclimas templados.



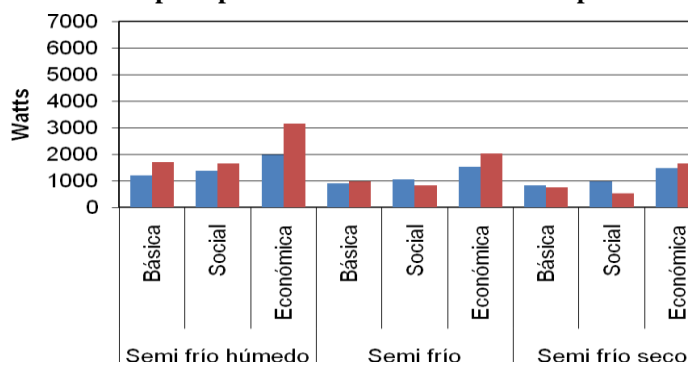
■ Ganancia de calor de la vivienda de referencia (Watts) Qr ■ Ganancia de calor de la vivienda de proyectada (Watts) Qp

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología presentada en este documento.

En estos tipos de bioclimas se observa que la ganancia de calor de la vivienda proyectada no es ni el doble que la vivienda de referencia, como sucedía en los bioclimas cálidos; teniendo un comportamiento térmico muy similar entre el bioclima templado húmedo y el templado seco, siendo el bioclima templado el que presenta menor diferencia entre el calor de la vivienda proyectada y la de referencia.

Por ultimo, se presentan en la grafica 3.3 las diferencias de la ganancia de calor entre la vivienda proyectada y la de referencia de los bioclimas semi frío, semi frío húmedo y semi frío seco.

Grafica 3.3. Ganancia de calor por tipo de vivienda de interés social para los bioclimas semi fríos.



■ Ganancia de calor de la vivienda de referencia (Watts) Qr ■ Ganancia de calor de la vivienda de proyectada (Watts) Qp

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología presentada en este documento.

Los resultados de la evaluación del comportamiento térmico como se puede observar, considerando los tres tipos de vivienda de interés social, el bioclima que presenta mayor ganancia de calor con respecto a los demás bioclimas, es el cálido húmedo que representa el 27.66% y, el de menor ganancia es el semi frío seco con menos 1.27 %, lo cual indica que existe una sensación de frío en dicho caso.

4. IMPACTO ENERGETICO Y AMBIENTAL DE LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL EN MÉXICO: RETROSPECTIVA (2001 – 2006) Y PROSPECTIVA (2007 – 2012)

4.1.1 Impacto energético

Si se observa la siguiente tabla (4.1), esta indica el consumo de energía eléctrica que se tiene por el total de viviendas de interés social construidas en el periodo 2001 – 2006, en los diferentes bioclimas que existen en México.

Tabla 4.1 Consumo eléctrico en GWh eléctricos por año, producto de la utilización de equipos de aire acondicionado en la vivienda de interés social construidas en el periodo 2001 – 2006 en los diferentes bioclimas.

Tipo de clima	GWh eléctricos por tipo de vivienda			Total por bioclima (GWh eléctricos)
	Básica	Social	Económica	
Cálido-Húmedo	495	369	365	1228
Cálido semi húmedo	390	98	133	621
Templado seco	245	81	194	521
Cálido-seco	141	34	53	229
Templado	80	13	37	130
Templado húmedo	47	5	5	58
Semi frío húmedo	0	0	0	0
Semi frío	0	0	0	0
Semi frío seco	0	0	0	-1
Total por tipo de vivienda	1399	600	788	2787

Fuente: Elaboración propia en base a la metodología presentada en este documento

En México en el 2006 se tenía un parque de viviendas de 26 millones 348 mil unidades (punto 1, tabla 1.4), con un consumo total de energía eléctrica de 43 633 GWh⁴.

En la tabla 4.1, a través de los bioclimas y los tipos de vivienda de interés social, se observa que, el 2.8% del total del consumo promedio eléctrico se atribuye al clima calido – húmedo; sin embargo, analizando la vivienda tipo básica, sumando el consumo eléctrico, de los diferentes bioclimas, representa el 3.2% del consumo eléctrico; esto deja ver que, no solo es el problema térmico por el tipo de bioclima, sino también por la cantidad de vivienda que se construya en el país.

El consumo de energía eléctrica total por equipos de aire acondicionado fue de 2787 GWh de un total de viviendas de interés social de 3 millones 903 mil 010 unidades; esto representa, el 6.4% del consumo total de la energía eléctrica del sector residencial.

⁴ Fuente INE (instituto Nacional de Ecología) en el informe realizado en el 2005 para el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2002.
http://www.ine.gob.mx/cclimatico/download/inegei_2002_ffijas.pdf

4.1.2 Impacto ambiental

Se realiza un análisis de las emisiones de CO₂ producidas por la generación de la energía eléctrica, utilizando el procedimiento antes descrito; los resultados se muestran en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Cantidad de CO₂ emitido a la atmósfera, consecuencia de la generación de energía eléctrica utilizada en equipos de aire acondicionado en la vivienda de interés social construida en los diferentes bioclimas en el periodo 2001 – 2006; en miles de toneladas.

Tipo de clima	Miles de Ton de CO ₂ Tipo de vivienda			Total por bioclima
	Básica	Social	Económica	
Calido-Húmedo	173.32	129.03	127.60	429.95
Calido semi húmedo	136.61	34.33	46.55	217.49
Templado seco	49.46	12.07	18.71	80.25
Calido-seco	16.51	1.84	1.90	20.25
Templado	85.86	28.35	67.97	182.18
Templado húmedo	28.09	4.52	12.91	45.51
Semi frío húmedo	0.01	0.00	0.01	0.02
Semi frío	0.00	0.00	0.00	0.00
Semi frío seco	-0.13	-0.11	0.02	-0.21
Total por tipo de vivienda	489.74	210.04	275.66	975.44

Fuente: Elaboración propia en base a la metodología presentada en este documento

En México según datos de INE⁵ (Instituto Nacional de Ecología) se generan aproximadamente 116.790 millones de toneladas de CO₂, producto de la generación de energía eléctrica. La vivienda consume el 24.75% de la electricidad en el país, por lo que del CO₂ que se genera, la vivienda contribuye con 28.81 millones de toneladas.

Considerando los datos de la tabla 4.2, de la vivienda de interés social que se construyó en los diferentes bioclimas que existen en el país en el periodo 2001 – 2006, emiten 975.44 mil ton. de CO₂ al ambiente por el uso de sistemas de aire acondicionado, lo que contribuye con el 3.38% del total emitido por la vivienda.

4.2 PROSPECTIVA (2007 – 2012)

4.2.1 Impacto energético

El procedimiento general consiste en relacionar el excedente de calor medido en Watts, con las toneladas de refrigeración y después convertirlos en Btu/h equivalentes como se hizo anteriormente.

Según el programa sectorial de vivienda 2007-2012⁶, se construirán 6 millones de viviendas, equivalente al 22.6% del total de viviendas existentes hasta el 2006; con un incremento de consumo eléctrico de 16 770 GWh⁷ equivalente a un aumento del 38.43% con respecto al consumo en el 2006.

Los resultados del consumo de energía eléctrica, producto de la utilización de equipos de aire acondicionado en la vivienda de interés social, se presentan en la tabla 4.3.

⁵ Programa Sectorial de Vivienda 2007 – 2012, Plan Nacional de desarrollo. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). México.

<http://www.canadevi.org.mx/portal/hgxpp001.aspx?65,1,254,O,S,0,>

⁶ SENER (Secretaría de Energía) “Prospectiva del sector eléctrico 2005-2014”

⁷ Sener (Secretaría de Energía) “Prospectiva del sector eléctrico 2005-2014”.

Tabla 4.3 Consumo eléctrico en GWh eléctricos, producto de la utilización de equipos de aire acondicionado en la vivienda de interés social que se construirán en el periodo 2007 – 2012 en los diferentes bioclimas.

Tipo de clima	GWh eléctricos por tipo de vivienda			Total por bioclima (GWh eléctricos)
	Básica	Social	Económica	
Cálido-Húmedo	706.08	525.67	519.82	1751.57
Cálido semi húmedo	556.53	139.88	189.62	886.03
Templado seco	349.80	115.51	276.88	742.19
Cálido-seco	201.51	49.18	76.22	326.92
Templado	114.43	18.40	52.58	185.42
Templado húmedo	67.25	7.48	7.75	82.48
Semi frío húmedo	0.05	0.01	0.02	0.08
Semi frío	0.01	-0.01	0.01	0.01
Semi frío seco	-0.52	-0.44	0.10	-0.86
Total por tipo de vivienda	1995.15	855.68	1123.02	3973.84

Fuente: Elaboración propia en base a la metodología presentada en este documento

En la tabla 4.3, de la energía eléctrica que consumirán las viviendas de interés social en los diferentes bioclimas, el 6.6% será utilizada para alimentar equipos de aire acondicionado. Para lo cual, si se disminuye la carga térmica en dichas viviendas, se podría estimar un ahorro de electricidad de 3973.84 GWh por año.

4.2.2 Impacto ambiental

Tomando en cuenta el consumo eléctrico que se va a tener en el periodo 2007 – 2012, se puede estimar la cantidad de CO₂ que se emitirá al ambiente, producto de la quema de combustible fósil, como se hizo anteriormente; estimando lo que se podría evitar arrojar al ambiente; los resultados se presentan en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Cantidad de CO₂ emitido a la atmósfera, consecuencia de la generación de energía eléctrica utilizada en equipos de aire acondicionado en la vivienda de interés social construida en los diferentes bioclimas en el periodo 2007 – 2012; en miles de toneladas.

Tipo de clima	Miles de Ton de CO ₂ Tipo de vivienda			Total por bioclima
	Básica	Social	Económica	
Calido-Húmedo	247.13	183.99	181.94	613.05
Calido semi húmedo	194.79	48.96	66.37	310.11
Templado seco	122.43	40.43	96.91	259.77
Calido-seco	70.53	17.21	26.68	114.42
Templado	40.05	6.44	18.40	64.90
Templado húmedo	23.54	2.62	2.71	28.87
Semi frío húmedo	0.02	0.00	0.01	0.03
Semi frío	0.00	0.00	0.00	0.00
Semi frío seco	-0.18	-0.15	0.04	-0.30
Total por tipo de vivienda	698.30	299.49	393.06	1390.85

Fuente: Elaboración propia en base a la metodología presentada en este documento

En la tabla 4.4 se puede observar, tomando en cuenta la vivienda de interés social que se construirá en el periodo 2007 – 2012, en los diferentes tipos de bioclimas que existen en el país; la cantidad de CO₂ que se estaría emitiendo al ambiente, el cual presenta

un incremento del 42.6% con respecto al periodo 2001 – 2006 equivalente a 415.41 mil Ton.

CONCLUSIONES

Cabe señalar que los programas oficiales no toman en cuenta los efectos climáticos.

En la República, en 2006 había un parque de viviendas de 26 millones 348 mil unidades, que tuvieron un consumo total de energía eléctrica de 43,633 GWh⁸. De éstos, 2.8% fue por consumo de equipos de aire acondicionado en viviendas de interés social, de 2001 a 2006, en el bioclima cálido-húmedo, y de 3.2% del total en la de tipo básica en todos los bioclimas. Considerando lo anterior, se puede afirmar que el asunto del excedente de calor en la vivienda de interés social no sólo obedece a las condiciones del bioclima, sino también al diseño y las propiedades de los materiales utilizados en las edificaciones.

En los diferentes bioclimas el gasto de electricidad por el requerimiento de equipos de aire acondicionado en la vivienda representa 6.4% del consumo total de la energía eléctrica del sector residencial, lo cual genera emisiones CO₂ al ambiente por 975.44 mil toneladas, equivalentes a 3.38% del total emanado por la producción de electricidad que consume dicho sector. Por todo lo anterior, es imperativo resaltar que se deben realizar acciones encaminadas a la regulación del uso de materiales de construcción considerando las características de los diferentes bioclimas y mejorar e impulsar los programas de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica en la vivienda, ya que se proyecta construir 6 millones de 2007 a 2012, lo que representaría, aproximadamente, 23% del total existente en todo el territorio en 2006. El total de viviendas programadas desataría un incremento del consumo eléctrico de 16,770 GWh⁹. Cabe señalar que esta cifra más el consumo registrado en 2006 da un total de 60,403 GWh¹⁰, y que de éste, 6.6% se requerirá para alimentar equipos de aire acondicionado, por lo que será necesario crear al menos una planta termoeléctrica con capacidad de generación similar a la de Manzanillo (Manuel Álvarez Moreno), Colima, que es de 4,819 GWh.

⁸ Sener (Secretaría de Energía) “Prospectiva del sector eléctrico 2005-2014”.

⁹ Sener (Secretaría de Energía) “Prospectiva del sector eléctrico 2005-2014”.

¹⁰ Investigador principal y Director CER-UNI

SIMULACIÓN PRELIMINAR DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE UNA VIVIENDA ANDINA DEL PERÚ

Rafael Espinoza¹, Gonzalo Saavedra²
Centro de Energías Renovables y Uso racional de la Energía (CER-UNI)
Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)
Telfax 00511-3821058 e-mail: respinoza@uni.edu.pe

RESUMEN

En este trabajo se expone el enfoque utilizado para analizar aspectos térmicos de una vivienda andina y su entorno natural inmediato, con miras a precisar su comportamiento térmico diario en relación con la radiación solar que incide sobre ella.

Se presenta resultados preliminares obtenidos usando el programa ENERGYPLUS, mediciones de temperatura ambiental y radiación solar del entorno cercano a la vivienda y datos de la temperatura y la humedad relativa, medias máximas y mínimas, correspondientes a una región geográfica vecina y de altitud similar.

Se demuestra que la radiación solar del lugar, en términos de energía, con viabilidad técnica de ser capturada y mantenida por la vivienda a través del empleo de materiales y formas adecuadas para aquellas condiciones, es suficiente para tener confort térmico en su interior.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

EL problema identificado son las inadecuadas condiciones de habitabilidad térmicas de viviendas en comunidades localizadas entre 3000 y 5000 m.s.n.m. causadas por desconocimiento de recursos y técnicas adecuadas para mejorar el confort de ambientes habitables, deficiencia en el diseño y construcción de las viviendas, aislamiento geográfico, costosas y poco accesibles fuentes de energía convencional y el escaso conocimiento tecnológico de aprovechamiento de fuentes de energía renovable.

Este trabajo se inscribe en un estudio técnico mucho más amplio así como en las actividades que el grupo del Perú tiene comprometidas con La Red CYTED: “**RED IBEROAMERICANA DE USO DE ENERGIAS RENOVABLES EN VIVIENDAS Y EDIFICIOS DE INTERES SOCIAL**” cuyos objetivos abren espacios y crean condiciones propicias para el análisis, estudio, experimentación y propuestas de confort térmico, y su objetivo es demostrar la viabilidad técnica para lograr esa calidad de ambiente interior en viviendas andinas del Perú.

OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

1. Desarrollar un diagnóstico térmico de dos viviendas rurales del Perú tomadas como representativas de las regiones naturales SUNI (3500 – 4000 msnm) y PUNA (4000 – 4800 msnm), sobre la base de un diseño experimental sostenido por mediciones sistemáticas de

¹ Investigador auxiliar CER-UNI

¹ Profesional Principal CONICET

condiciones ambientales, de clima, térmicas y de propiedades de materiales locales durante 12 meses continuados. En la región SUNI: vivienda de la Comunidad San Francisco de Raymina (3700 msnm), distrito Huambalpa, provincia Vilcashuamán, región Ayacucho. En la región PUNA: vivienda de la Comunidad Vilcallamas Arriba (4500 msnm), distrito Pisacoma, provincia Chuchito, Región Puno

2. Desarrollar un programa de mejoras técnicas en cada una de las dos viviendas sobre la base de los resultados del diagnóstico térmico del primer objetivo, que no altere las características constructivas de las viviendas originales, que utilice recursos humanos y materiales locales y que haga uso intensivo de las fuentes renovables de energía (FRE), particularmente la energía solar. Con el compromiso de lograr el confort térmico en cada vivienda.

3. Desarrollar una propuesta de VIVIENDAS RURALES BIO-CONFORTABLES para cada una de las dos regiones que considere las recomendaciones técnicas bioclimáticas establecidas con el objetivo anterior y considere la posibilidad de un nuevo diseño bioclimático rural aplicable en cada una de las dos regiones, SUNI y PUNA.

Se cita las siguientes justificaciones como las de mayor relevancia.

1 Inclemencias de clima adverso y extremadamente adverso padecidos por los habitantes de estos lugares (Ver Fig. 1 como ejemplo) que disminuyen las posibilidades de interacción social y por consecuencia debilitan los procesos de desarrollo individual y comunal, así como las opciones de progreso y mejoramiento cultural.

2 El uso intensivo de FRE como la energía solar evitará la posibilidad de contaminar el ambiente como producto del uso de combustibles fósiles, o biomasa (leña, bosta, yareta, otros) y los ambientes naturales propios de comunidades alto andinas recuperarán su atractivo y riqueza natural.

3 Se generará una cultura ambiental amigable con la naturaleza y atractiva para el turismo.

4 Empleo de mano de obra local para la adecuación de las viviendas y construcción de las nuevas.

5 Actividades comerciales locales e intercomunitarias se mejorarían por efecto del incremento de las comodidades personales que redundarían en mayor productividad individual y comunal.

6 El uso intensivo de recursos humanos, materiales y naturales locales, en forma orgánica y sistemática, genera tecnología que podrá ser apropiada por la comunidad respectiva con potencialidad de ser replicada en otros espacios aledaños.

En este escenario, se ha hecho mediciones, cálculos y simulaciones iniciales con el fin de tener suficiente base tecnológica para asegurar la viabilidad técnica del pretendido estudio.

METODOS Y RESULTADOS

Descripción del ambiente

La comunidad Campesina de San Francisco de Raymina se encuentra ubicada bajo las siguientes coordenadas: latitud sur 13° 45' 40", longitud oeste: 73° 51' 26" y altitud 3,700 msnm. Está conformada por 70 familias con una media de 5 hijos por familia, lo que

equivale a casi 350 habitantes de los cuales el 51% son hombres y 49% son mujeres, entre adultos y niños. Tiene tasa de crecimiento anual de 2.5%.

Por su ubicación geográfica cuenta con un clima típicamente frío, soleado la mayor parte del año y lluvioso durante la temporada de verano. Su actividad productiva se basa principalmente en la agricultura y ganadería; luego en menor grado practican la pesca y la minería no metálica. Para acceder a ella existe servicio de transporte público durante toda la semana.

Estimaciones preliminares

En esta primera parte del estudio se ha hecho mediciones en el lugar para efectos de realizar cálculos que permitan ubicar las condiciones térmicas extremas de la vivienda en el contexto del confort térmico y a partir de este resultado proyectar la viabilidad de lograrlo con el uso sistemático de tecnologías para el aprovechamiento de la radiación solar y otras fuentes renovables de energía del lugar.

Con relación a la radiación solar, es preciso mencionar que contamos con el respaldo del Atlas de Energía solar del Perú (SENAMHI, 2003), Mapas de radiación solar (Kadono, 1972), y las Estimaciones de Radiación solar (Vásquez y Lloyd, 1967). Con lo que tenemos suficientemente respaldada la tarea de cálculo de la oferta energética solar.

No obstante este respaldo, presentamos una curva diaria de radiación solar de un día de abril del presente año medida en el mismo lugar del estudio, que permite observar el comportamiento típico para la época lluviosa.

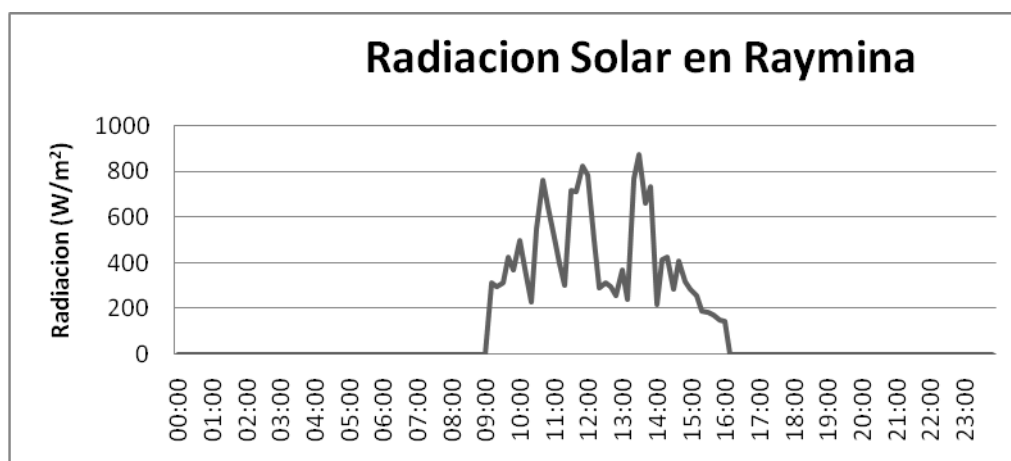


Figura 1 Curva diaria de radiación solar correspondiente al día 19 de abril de 2007, resultado de medir la radiación solar instantánea entre las 0900 y las 1600h con el radiómetro HAENNI-solar 130.

Para el tema de temperaturas y humedades relativas hemos recurrido al servicio meteorológico nacional (SENAMHI) solicitándole nos proporcione valores de la temperatura y la humedad relativa del ambiente en valores medios mensuales, máximos y mínimos, para la región Ayacucho. Naturalmente este respaldo al no ser el preciso resta algo de representatividad a los resultados.

En este contexto, la figura 2 muestra el resultado gráfico del registro de la temperatura del ambiente interior y exterior de una vivienda de San Francisco de Raymina correspondiente a una de las épocas de mayor frío en la región andina del Perú. Las curvas que representan las temperaturas referidas muestran que las condiciones ambientales del lugar son muy severas, tanto en el exterior como en el interior de la vivienda, espacio en el que la

temperatura llega a 15°C al medio día, más, solo por tiempo corto. La mayor parte de día es frío.

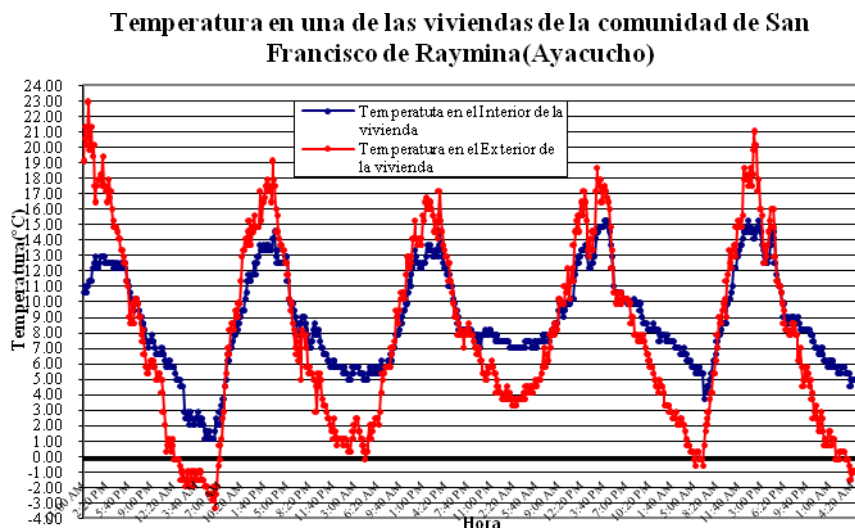


Figura 2 Registro de la temperatura del ambiente interior y exterior de una vivienda de San Francisco de Raymina entre el 21 y 25 de mayo del 2007 correspondiente a una de las épocas de mayor frío en la región andina del Perú medido con termocuplas conectadas a una unidad registradora HOBO H08-006-04.

Completando la información del medio ambiente, citamos los valores obtenidos del SENAMHI correspondientes al año 2002, tanto para la temperatura del ambiente cuanto para la humedad relativa del mismo. Las tablas que siguen a continuación contienen esta información.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2002	85,0	85,0	84,0	80,0	80,0	79,0	80,0	78,0	80,0	79,0	82,0	79,0

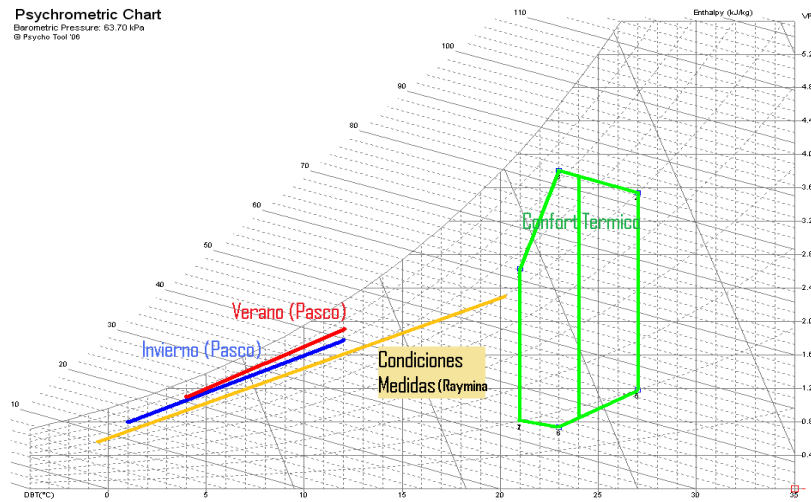
Pasco	Temperatura máxima	Temperatura mínima
	media normal	media normal
VERANO	12	4
INVIERNO	12	1

Tabla 1: Valores medios de la temperatura del ambiente y de la humedad relativa para la región Pasco, de características similares a la región Ayacucho en sus zonas de altitud superior a 3500 msnm.

Esta información referida al lugar de estudio la contrastamos con la que señala las condiciones de habitabilidad diversas calificadas por el SENAMHI la cual señala las condiciones de confort termico en el rango de 21 y 27°C y 20% y 80% HR.

La información anterior la hemos ubicado sobre una carta psicrométrica correspondiente a la altura geodésica de Raymina para, a partir de este resultado, calcular el requerimiento térmico necesario para ubicar a Raymina dentro del polígono de confort térmico. Así, de los datos medidos en Raymina y tomando 60% de HR como un promedio de referencia de la zona, construimos la línea en la tabla psicrométrica “Condiciones Medidas”, como se aprecia en la figura siguiente. (Threlkeld, J. L., 1973).

Figura 3: Diagrama psicrométrico que revela las condiciones climáticas de Raymina en contraste con las condiciones climáticas consideradas como de confort térmico, tomadas de la tabla de SENAMHI.



Se realizaron cálculos de coeficientes globales de transferencia de calor (Incropera y DeWitt, 1999) para estimar solo las pérdidas considerando conducción y convección en las 4 paredes y solo conducción a través de ventanas y techo, sin considerar la transferencia por el suelo de la vivienda para 3 modelos diferentes. La tabla 2 caso a muestra los resultados para las condiciones actuales de la vivienda, en el caso b se considero un cambio de techo con características de aislante y en el caso c considera además del cambio de techo, ventanas aislantes con cámara de aire de 5cm, el espesor del vidrio en estos dos últimos casos es de 5mm, señalando que en condiciones actuales la vivienda cuenta con vidrio de 2 mm.

modelo	U (W/K)	%
a	2084705.371	100.000%
b	567.897	0.027%
c	280.805	0.013%

Tabla 2: Resultados del calculo de coeficientes globales de transferencia de calor de modelos basados en una vivienda de la comunidad de San Francisco de Raymina

PARED OESTE	PARED SUR	PARED ESTE
11 060,9,11	0	5 608,07844
PARED NORTE	TECHO OESTE	TECHO ESTE
22 556,6729	49 394,0834	44 188,465

Tabla 3: Resultados del cálculo hecho con el programa ENERGYPLUS para obtener la cantidad de energía solar que incide en un día sobre cada pared y techo de la vivienda. Los valores están en Wh.

Sobre esta base se hace la siguiente aproximación de cálculos de confort térmico

:

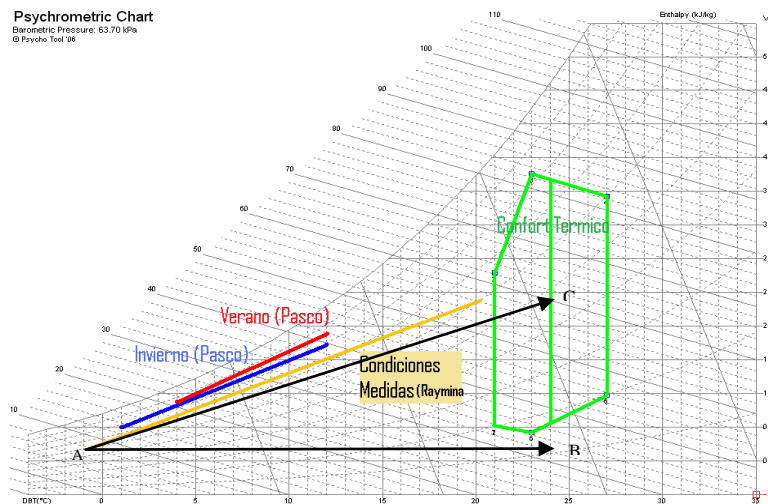


Figura 5: Diagrama psicrométrico considerando las condiciones extremas del clima de Raymina (punto A) que deberían ser mejoradas hasta las condiciones correspondientes al punto C

Se tiene que para alcanzar el rango medio de temperatura de confort calentando el ambiente sin agregarle agua basando los cálculos en el diagrama psicrométrico, el cambio de entalpia (ΔH) será de:

$$H_A = 8.167 \text{ kJ/Kg}$$

$$H_B = 32.737 \text{ kJ/Kg}$$

Diferencia de entalpia:

$$\Delta H = H_B - H_A = 24.57 \text{ kJ/Kg}$$

Entonces la energía necesaria será:

$$24.57 \text{ kJ/Kg} * 126.8 \text{ Kg} = 3.12 \text{ MJ} = \mathbf{0.87} \text{ kWh}$$

Donde 126,8 kg es la masa de aire contenida en el volumen interior de la vivienda modelo

Para alcanzar el rango medio de confort térmico (en temperatura y humedad) calentando el ambiente agregando el agua necesaria requerimos de cierta cantidad de energía la cual se calcula a continuación:

$$H_A = 8.167 \text{ kJ/Kg}$$

$$H_C = 62.591 \text{ kJ/Kg}$$

$$H_{A_A} = 3.46 \text{ g/Kg}$$

$$H_{A_C} = 15.28 \text{ g/Kg}$$

Diferencia de entalpia:

$$\Delta H = H_C - H_A = 54.424 \text{ kJ/Kg}$$

Diferencia de contenido de agua

$$\Delta H_A = H_{A_C} - H_{A_A} = 11.82 \text{ g/Kg}$$

Entonces la energía necesaria será:

$$54.424 \text{ kJ/Kg} * 126.8 \text{ Kg} = \mathbf{6.9} \text{ MJ} = 1.92 \text{ kWh}$$

$$11.82 \text{ g/Kg} * 126.8 \text{ Kg} = \mathbf{1.5} \text{ Kg de agua}$$

(necesaria para alcanzar 50% de HR)

El primero de estos resultados corresponde a la opción de reorientar la vivienda haciéndola girar sobre el plano horizontal o lo que es lo mismo, haciendo variar su ángulo azimutal desde 0° hasta 360° y para cada posición simulada se ha calculado la energía solar que incide sobre cada pared y sobre el techo (ambas aguas). El resultado se muestra en forma gráfica en la figura que sigue a continuación. (Duffie y Beckman, 1991)

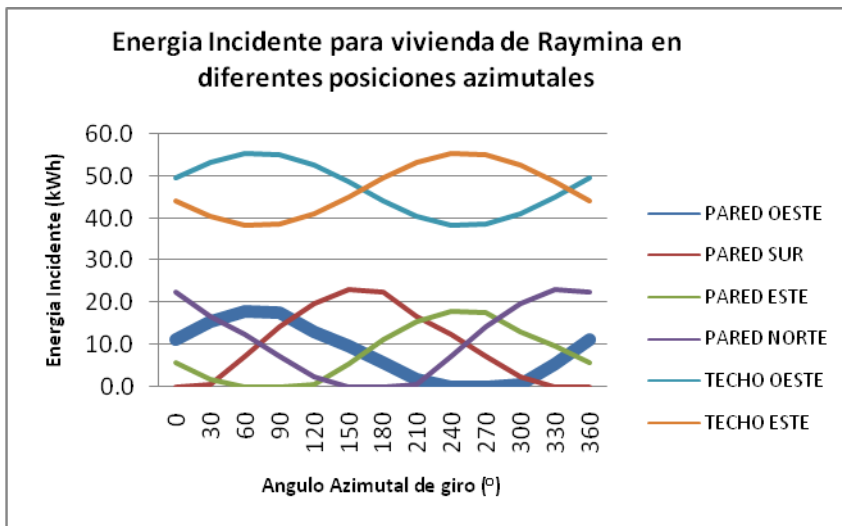


Figura 6: Las curvas de la figura muestran cómo varía la energía incidente sobre las paredes y el techo de la vivienda modelo de Raymina. Las dos curvas superiores corresponde a las dos aguas del techo y las de abajo a las cuatro paredes. Se destaca la pared oeste que cuenta con ventanas.

Si se observa con detenimiento las curvas de la figura 6 se ve que el rango de variación de la energía incidente no es precisamente amplio y, como era de esperarse, para diversas orientaciones no hay incidencia solar sobre alguna de las paredes. En contraste, las dos aguas del techo siempre recibirán energía solar.

Más, si se suma las incidencias parciales sobre cada una de las seis superficies consideradas para cada ángulo azimutal, comprobaremos que el total de energía incidente no es muy diferente, el rango absoluto está entre 128,3 y 132,8 kWh al día.

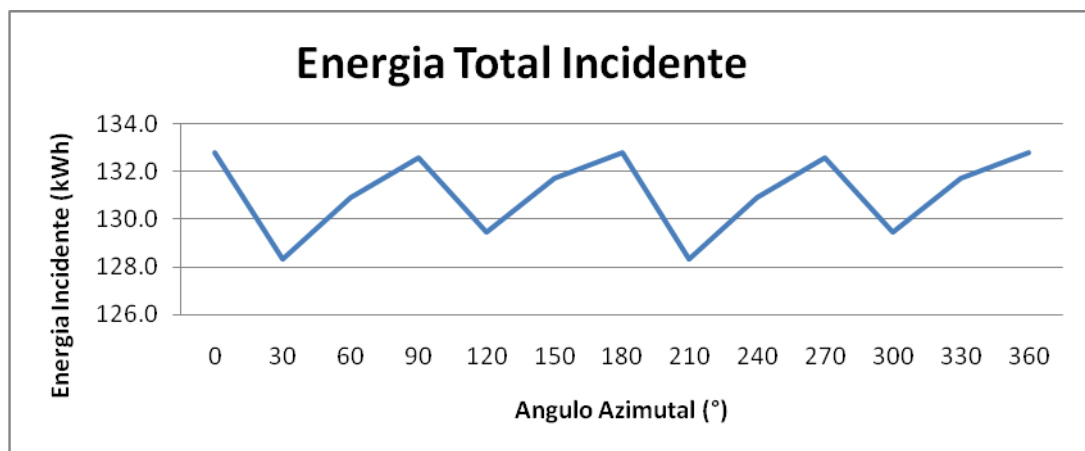


Figura 7: Suma de las curvas de energía incidente sobre el modelo de vivienda de Raymina mostrada en la fig. 6

Otro resultado importante de la simulación es el correspondiente a la temperatura superficial de las paredes y techo de la vivienda, interior y exterior, así como la temperatura del ambiente interior y el ambiente exterior de la misma. Se ha simulado la variación diaria de estas temperaturas para las condiciones globales de radiación solar incidente sobre la vivienda y su posición actual.

Este resultado sugiere profundizar el análisis de la transferencia de calor a través de muros y techos a lo largo del día con el fin de obtener gradientes térmicas favorables para el confort ansiado en la vivienda.

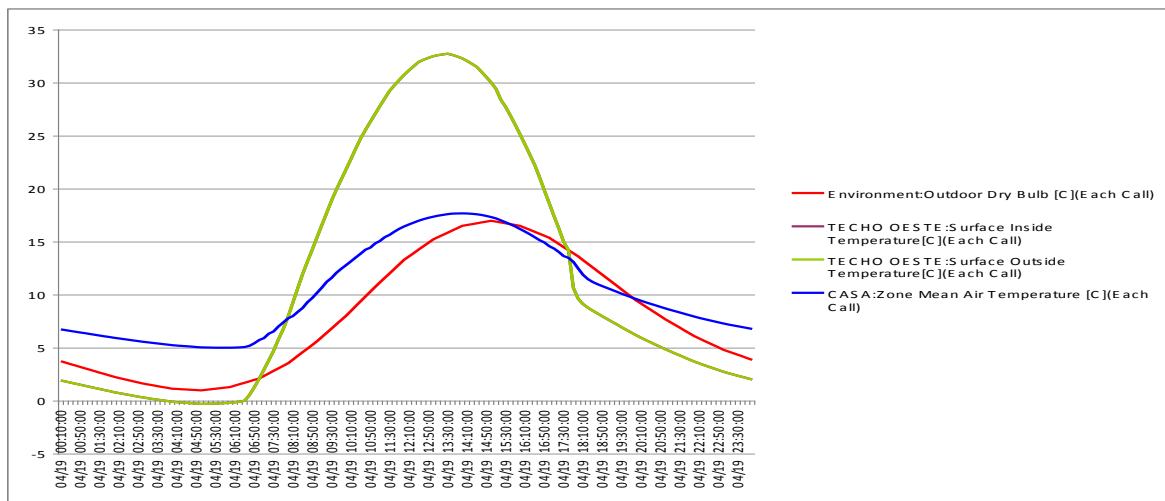


Figura 8: Variación diaria de las temperaturas superficiales del techo y de los ambientes interior y exterior.

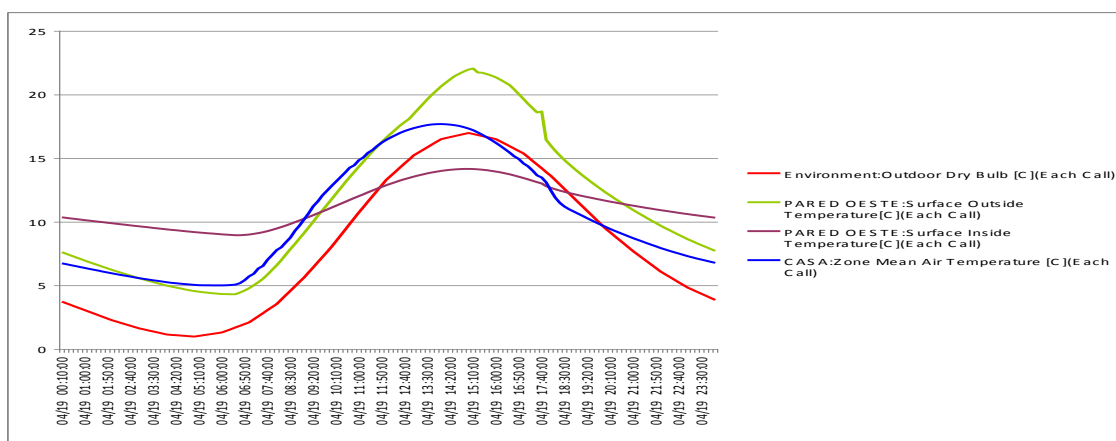


Figura 9: Variación diaria de las temperaturas superficiales, interior y exterior, de la pared oeste. Así mismo, la variación de las temperaturas de los ambientes interior y exterior de la vivienda (las mismas de la figura 8)

De primera observación de las curvas contenidas en las figuras 8 y 9, es evidente la heterogeneidad del movimiento de energía a través de los muros que primero la acumulan como se espera, pero después la transfieren más rápidamente al ambiente exterior enfriando la vivienda, fenómeno que puede interpretarse observando las curvas de las figuras 10 y 11 que han sido construidas a partir de las de la figura 9, haciendo “cortes en el tiempo” a lo largo del día, antes y después de las 12m.

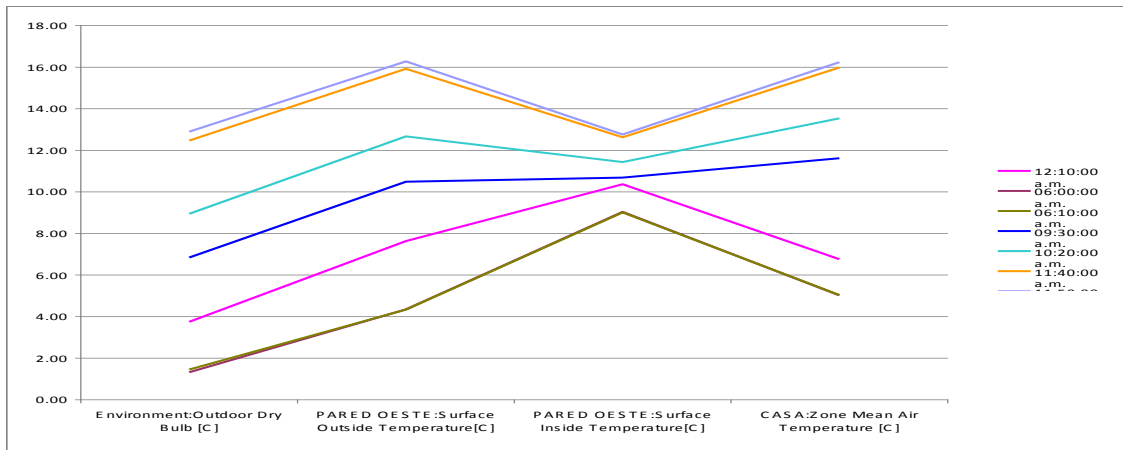


Figura 10: Cortes horarios de las temperaturas de la pared y de los ambientes en estudio para las horas de la mañana.

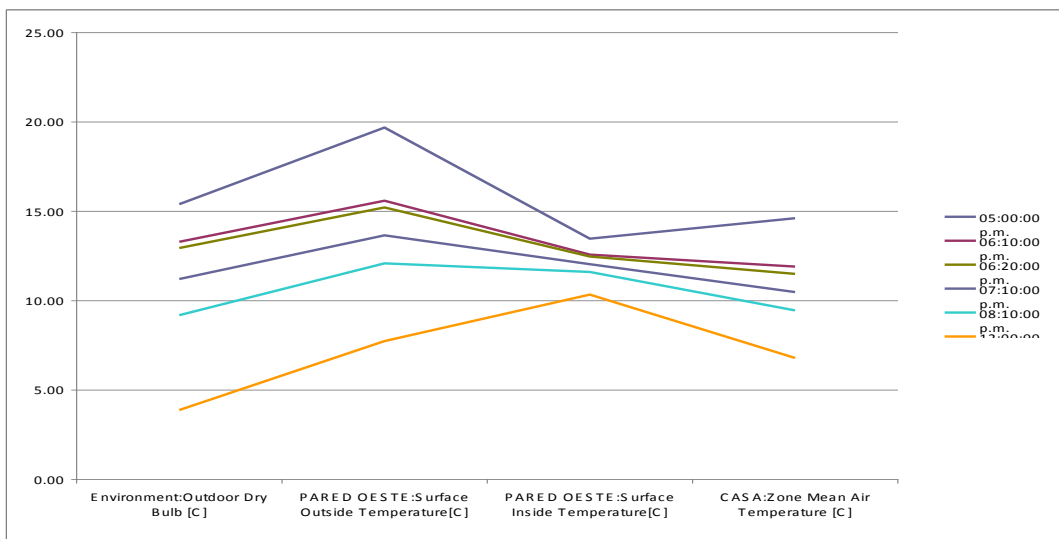


Figura 11: Cortes transversales de las temperaturas de la pared y ambientes en estudio para las horas vespertinas.

CONCLUSIONES

1. Las fugas de calor por el techo de la vivienda, hecha de un material conductor permite alta fuga de calor, lo que convierte a la vivienda en un hábitat totalmente ineficiente.
2. Disponemos de suficiente calor solar para mejorar el ambiente interior de la vivienda modelo, hasta alcanzar condiciones de confort térmico.
3. En primera aproximación, la orientación de la vivienda no sería un parámetro relevante entre los que se pueda identificar como muy influyentes.
4. El adobe como material de construcción de la vivienda tiene buen comportamiento térmico como acumulador de calor, más, el diseño del muro no le permite transferirlo preferentemente al interior de la vivienda.

5. Sin duda alguna, hace falta estudiar con mayor detalle el fenómeno térmico en la vivienda en forma más integral, considerando ocupaciones y actividades en su interior.
6. Continuaremos con este estudio dentro del contexto del proyecto madre reseñado en la introducción de este trabajo.

REFERENCIAS

- Atlas de Energía Solar del Perú; publicación de SENAMHI con auspicio el PROYECTO PER/98/G31; DEP – MEM, Lima Perú, enero 2003.
- Duffie J. A. y Beckman W. A. (1991). Solar Engineering of Thermal Processes, 2ª edición, pp.13-31. Wiley Interscience, New York.
- Incropera F. P. y DeWitt D. P. (1999). Fundamentos de transferencia de calor, 4ª edición, pp.74 - 89. Pretice Hall, México
- Kadono N. César “La Radiación Solar en el Perú”, Tesis de competencia profesional, PAIME – DEM – UNI; Lima Perú 1972.
- Threlkeld, J. L. (1973). Ingeniería del Ámbito Térmico, 1ª edición, pp. 180-186, Pretice Hall Internacional, Madrid.
- Vásquez, J. W y Lloyd, P; Estimación de la energía solar en el Perú; en revista Energética, año 11 – N° 1 – abril 1967; Pág. 43 – 66 Publicación de OLADE

CERTIFICAÇÃO E ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM PORTUGAL

Susana Camelo, Helder Gonçalves e Cristina Horta
Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, I. P. (INETI).
Departamento de Energias Renováveis.
Estrada do Paço do Lumiar. 1649-038 Lisboa. Portugal.
<http://www.ineti.pt>
Tel.: 351-217 165 141 / Fax: 351-217 127 195
E-mail: helder.goncalves@ineti.pt

RESUMO

A certificação energética dos edifícios é já uma realidade em Portugal desde 1 de Julho de 2007 consequência directa da Directiva sobre o Desempenho Energética nos Edifícios (2002/91/CE) da União Europeia.

Neste estudo procurou-se avaliar, face à actual legislação portuguesa, o desempenho energético de um apartamento constituído por uma sala e um quarto de dormir com uma área de pavimento igual a 53 m². A análise do desempenho térmico e energético incide nos seguintes aspectos: Zonas climáticas de Portugal: I1 e I3, tipologias construtivas – soluções construtivas de referência para as zonas climáticas I1 e I3 e outras soluções de envolvente com diferentes níveis de espessura de isolamento térmico, orientação do apartamento, estratégias de ventilação: natural e mecânica, energia solar para águas quentes sanitárias.

Palavras-chave: Certificação energética, necessidades Nominais de Aquecimento e arrefecimento e regiões climáticas

1. ZONAS CLIMÁTICAS E SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

1.1 Zonas climáticas

O apartamento foi analisado para duas regiões climáticas de Inverno correspondentes à região climática I1-V2 (concelho de Lisboa) e região climática I3 – V2 (concelho de Bragança). Na figura 1 assinalam-se as localidades para as quais se estimaram as necessidades de aquecimento e de arrefecimento

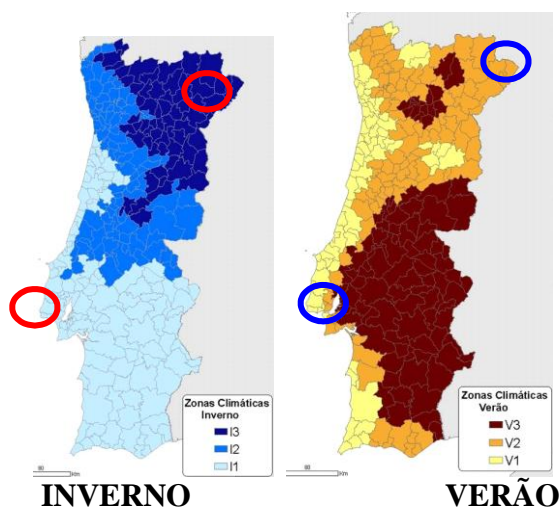


Figura 1 – Portugal continental - divisão climática

Nos Quadros 1 a 5 descrevem-se e caracterizam-se termicamente as soluções sobre as quais incidiram as variações paramétricas. Sendo as soluções construtivas de referência (SCR) função da zona climática de Inverno no que respeita os coeficientes de transmissão térmica dos elementos da envolvente opaca.

1.2 SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

Em seguida descrevem-se e caracteriza-se termicamente as 3 soluções construtivas dos elementos opacos da envolvente em termos dos coeficientes de transmissão térmica superficiais (U).

- **Solução Construtiva de Referência (SCR)** adoptada na regulamentação para o estabelecimento dos valores limite das necessidades de aquecimento e arrefecimento e diferenciada por Zona Climática
- **Solução Construtiva Tradicional (SCT)** procura ser representativa das práticas construtivas correntes em Portugal.
- **Solução Construtiva Tradicional com o dobro do isolamento térmico (SCT_2I)** corresponde à solução construtiva tradicional (SCT) com a aplicação do dobro do isolamento térmico nos elementos opacos em zona corrente da envolvente.

Quadro 1 – Paredes Exteriores.

SCR Zona Climática I1	SCR Zona Climática I3	SCT	SCT_2I
0,70	0,50	<u>paredes duplas exteriores</u> panos de alvenaria de tijolo furado, 0,11 m + 0,11 m , com espaço de ar preenchida parcialmente com 0,03 m de poliestireno expandido extrudido (XPS) , rebocadas pelo exterior e interior. U=0,58 W/m² °C	<u>paredes duplas exteriores</u> panos de alvenaria de tijolo furado, 0,11 m + 0,11 m, com espaço de ar preenchida parcialmente com 0,06 m de poliestireno expandido extrudido (XPS) , rebocadas pelo exterior e interior. U=0,39 W/m² °C

Quadro 2 – Paredes Interiores.

SCR Zona Climática I1	SCR Zona Climática I3	SCT	SCT_2I
1,4	1,0	pano de tijolo com 0,22 m, rebocada pelo exterior e interior, com uma espessura total de 0,25 m. U= 1,2 W/m² °C	pano de tijolo com 0,22 m, rebocada pelo exterior e interior, com uma espessura total de 0,25 m. U= 1,2 W/m² °C

Quadro 3 – Pavimentos Interiores.

SCR Zona Climática I1	SCR Zona Climática I3	SCT	SCT_2I
1,0	0,8	Entre o piso 0, zona útil de habitação/ e piso -1, zona não útil das garagens U= 0,70 W/m² °C	Entre o piso 0, zona útil de habitação e piso -1, zona não útil das garagens U= 0,43 W/m² °C

Quadro 4 – Pontes térmicas planas.

SCR Zona Climática I1	SCR Zona Climática I3	SCT	SCT_2I
1,4	1,0	vigas e pilares U= 1,1 W/m² °C	vigas e pilares U= 0,73 W/m² °C
		Caixas de estores U= 0,93 W/m² °C	Caixas de estores U= 0,53 W/m² °C

Quadro 5 – Vãos envidraçados: coeficientes de transmissão térmica e factores solares.

SCR Zona Climática I1	SCR Zona Climática I3	SCT	SCT_2I
4,3 W/m² °C Fsolar = 0,2	3,3 W/m² °C Fsolar = 0,2	3,1 W/m² °C Fsolar = 0,07	3,1 W/m² °C Fsolar = 0,07

2. ORIENTAÇÃO

A análise incidiu inicialmente num apartamento orientado a Noroeste (A). Procurou-se depois analisar as repercussões que teria perante a Certificação se a fachada se encontrasse no quadrante sul (B).

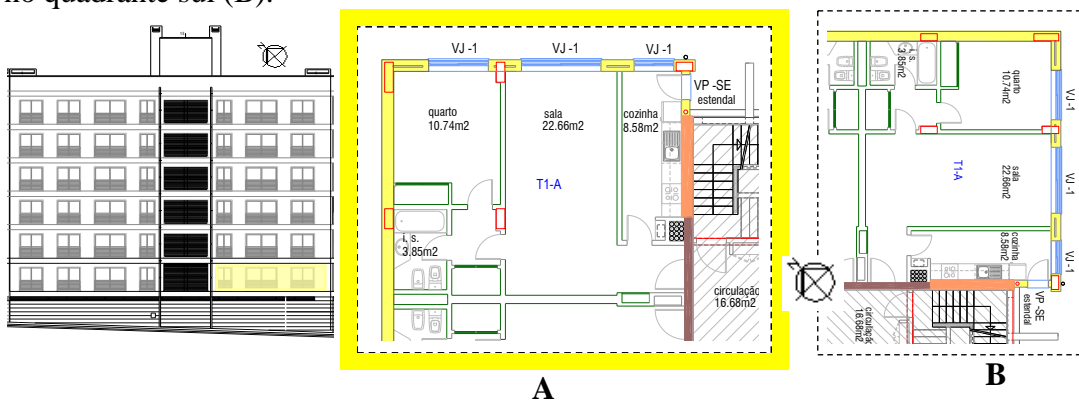


Figura 2 – Fachada a Nordeste e planta do apartamento (sala e quarto de dormir – tipologia T1).
Soluções de Ganho Solar – Orientação do apartamento (Noroeste-A e Sudeste (B)).

3. VENTILAÇÃO NATURAL E MECÂNICA

A actual regulamentação térmica considera a renovação promovida quer por formas naturais (ventilação natural) e ou mecânica. O valor da taxa de renovação horária nominal Rph, foi determinada em função do grau de exposição ao vento da fachadas do edifício (classe de exposição) e da permeabilidade ao ar da envolvente (classe de caixilharia sem classificação), existência de caixas de estores e inexistência de dispositivos de admissão de ar na fachada o que se traduz numa taxa de renovação 1,05 RPH.

Analisou-se também a situação de a renovação ser promovida por meios mecânicos, embora não corresponda a uma situação frequente em habitação social em Portugal fixando uma taxa de renovação de ar igual a 0,6 RPH, valor mínimo imposto pela actual regulamentação por razões de higiene e conforto dos ocupantes e assegurar uma qualidade do ar interior satisfatória em todos os seus compartimentos.

4. ENERGIA SOLARA PARA ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS

A nova regulamentação portuguesa determina que o recurso a colectores solares seja obrigatório sempre que se verifique uma exposição solar adequada (entre o quadrante SE e SW) e prevê um 1 m² de área de colector por ocupante.

Avaliaram-se 4 situações distintas:

- Esquentador a gás com e sem colectores solares;
- Caldeira mural com e sem colectores solares

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CLIMA E SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

A regulamentação portuguesa analisa explicitamente as estações de aquecimento e de arrefecimento, preconizando uma maior exigência da qualidade térmica da envolvente para as regiões do país com condições climáticas mais severas, através das soluções construtivas e ou de captação de ganhos solares.

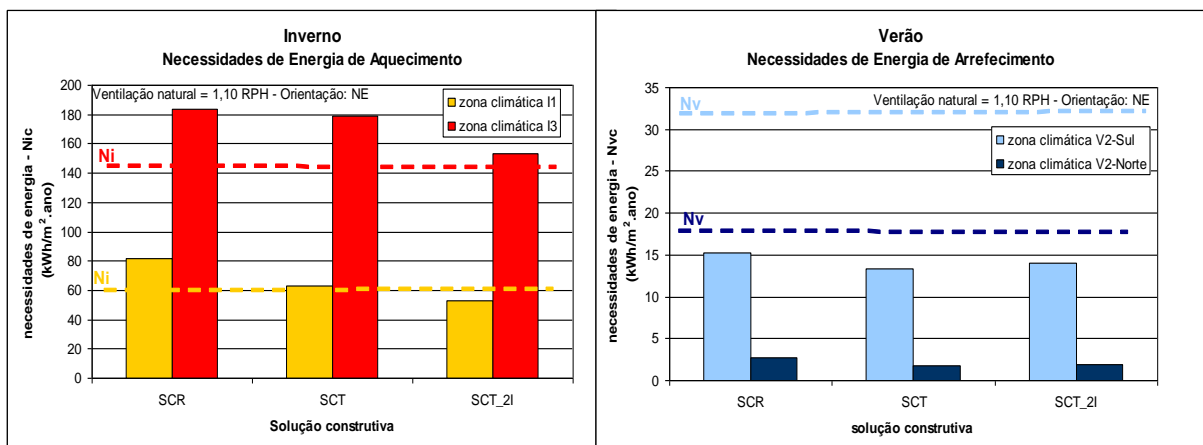


Figura 3 – Clima e soluções construtivas.

Para as regiões com clima mais ameno (I1) o apartamento estudado é passível de cumprir o RCCTE somente devido à adoção de soluções construtivas com maiores níveis de isolamento térmico (SCT_2I - zona climática I1) porém tal não se verifica para I3. As linhas horizontais nos gráficos das figuras seguintes traduzem os limites impostos pelo RCCTE.

No Verão todas as soluções cumpriam o RCCTE em virtude de estarem sempre previstos dispositivos de sombreamento por imposição regulamentar

5.2 ORIENTAÇÃO

Na sua metodologia o RCCTE tem em conta o efeito da orientação. No Inverno para a mesma solução construtiva tradicional (SCT) a verificação do regulamento está dependente da orientação dos vãos envidraçados. O mesmo apartamento com soluções construtivas com maiores níveis de isolamento térmico deverá sempre cumprir o RCCTE, sendo que, o efeito da orientação na redução das necessidades de aquecimento é mais acentuado nas soluções mais isoladas (34%). Já a solução SCT aquela redução é de 29%, porém a noroeste o RCCTE não é cumprido.

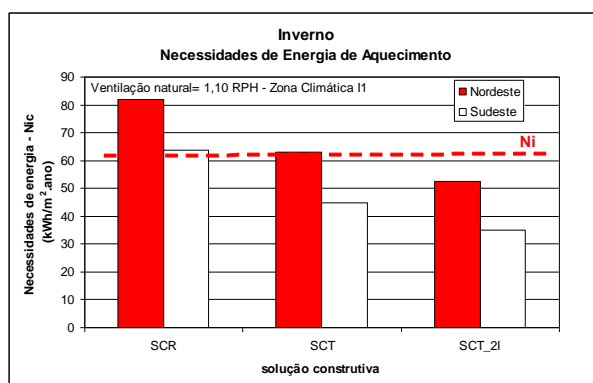


Figura 4 – Efeito da orientação no período Inverno

No Verão as necessidades de arrefecimento embora seja maiores para os vãos envidraçados orientados no quadrante sul, no entanto também se constata a eficácia das soluções com maiores níveis de isolamento térmico (SCT e SCT-2I) e por se terem sempre simulado dispositivos sombreadores com factores solares iguais a 0,07 em vez do valor de referência 0,2 (Quadro 5).

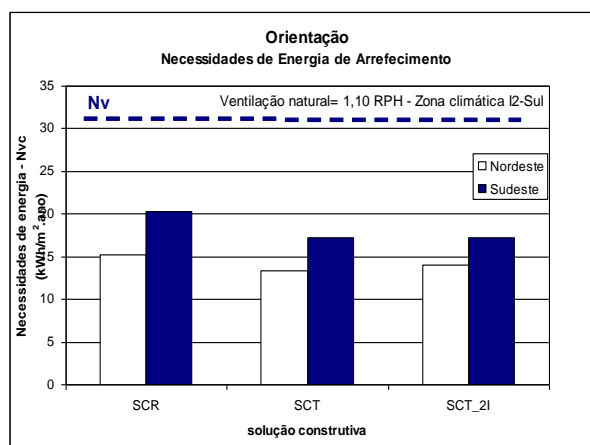


Figura 5 – Efeito da orientação no período de Verão.

5.3 – VENTILAÇÃO NATURAL E MECÂNICA

Analisaram-se duas situações de ventilação natural correspondentes a 2 classes de caixilhos - sem classificação (1,10 RPH) e classe 3 (0,95 RPH) – e ventilação mecânica com uma taxa de renovação igual a 0,6 RPH, correspondente à taxa de renovação mínima imposta pelo RCCTE. A renovação do ar tem uma contribuição decisiva nas necessidades de aquecimento dos edifícios e no Verão a ventilação nocturna, poderá ser determinante na redução das necessidades de arrefecimento e constituir mesmo um factor decisivo para evitar a instalação de equipamentos de ar condicionado.

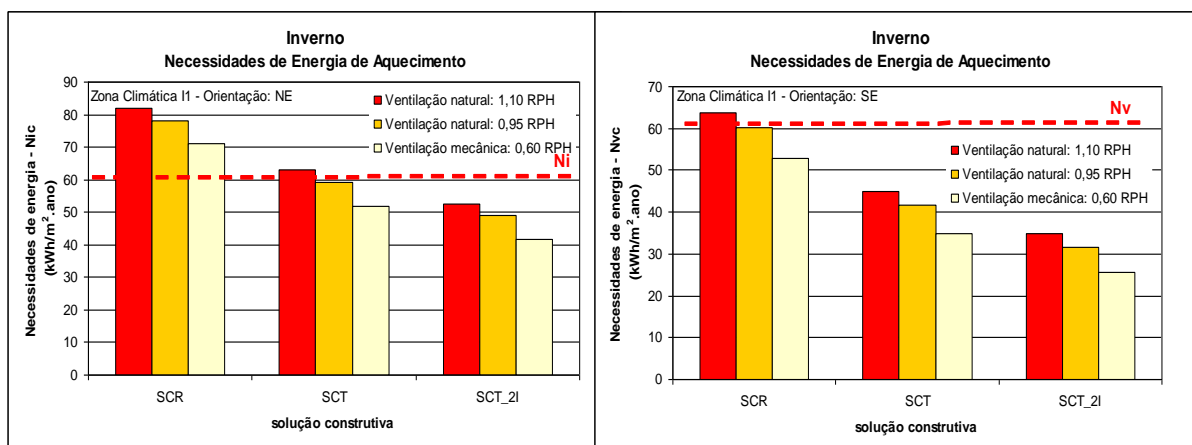


Figura 6 – Efeito da renovação de ar no período de Inverno – Orientação Nordeste e Sudeste.

Os gráficos das figuras anteriores evidenciam que reduzindo a taxa de renovação conduz, como seria de esperar, a uma diminuição das necessidades de aquecimento, de uma taxa de 1,10 RPH para 0,60 RPH conduz a uma redução de 21% (nordeste) e de 27% (sudeste).

No Verão a diminuição de perdas por renovação de ar traduz-se necessariamente num aumento das necessidades de arrefecimento. Apresentam-se os resultados também para as duas situações de orientação de vãos envidraçados

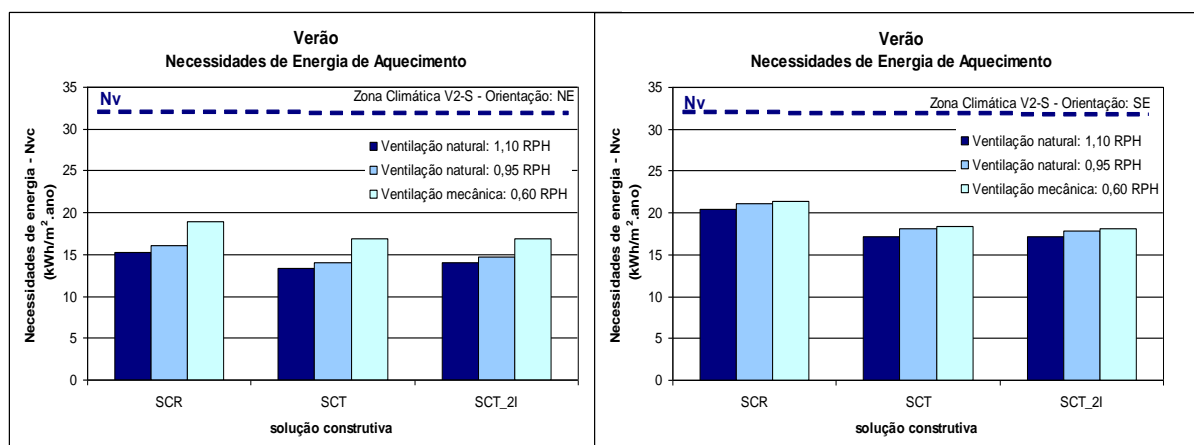


Figura 7 – Efeito da renovação de ar no período de Verão – Orientação Nordeste e Sudeste.

De acordo com a metodologia do RCCTE, o aumento das necessidades de arrefecimento pela diminuição da taxa de renovação, é mais acentuado para os vãos envidraçados orientados a nordeste do que para os vãos orientados a sudeste. Tem-se então para os vãos a sudeste um aumento da ordem dos 6% e para os vãos a nordeste de 24%.

5.4 – ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS

O RCCTE exige a avaliação das necessidades de anuais de energia útil para a preparação de águas quentes sanitárias (Nac), e prevê também a obrigatoriedade de utilização de colectores solares para aquecimento de águas sanitária, sempre que haja exposição solar adequada.

Neste estudo analisou-se a produção de águas quentes com esquentador a gás e caldeira a gás para duas situações com e sem colectores solares. Só com esquentadores a gás eficientes, rendimentos superiores a 0,65, serão verificados os requisitos energéticos referentes às águas quentes sanitários. Para a presente análise utilizou-se o valor por defeito preconizado no RCCTE com um rendimento de 0,50 e para a caldeira a gás com 0,78.

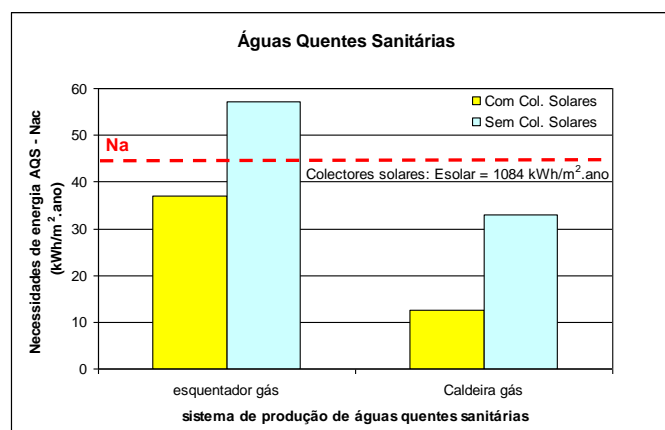


Figura 8 – Necessidades de energia para AQS com e sem colectores solares.

5.5 ENERGIA PRIMÁRIA E CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA

Para a Certificação Energética das habitações é necessário caracterizá-las por um único parâmetro integrador das necessidades de aquecimento, arrefecimento e produção de águas quentes sanitárias (AQS) sendo que o RCCTE adopta esta filosofia em consonância com a Directiva Europeia. Uma vez que, para fins distintos, os sistemas energéticos de um edifício usam tipicamente diferentes fontes de energia é necessário converter todas as necessidades para uma base comum – energia primária de acordo com a seguinte expressão

$$N_{tc} = 0,1 \cdot (N_{ic}/\eta_i) \cdot F_{pui} + 0,1 \cdot (N_{vc}/\eta_v) \cdot F_{puv} + N_{ac} \cdot F_{pua} \quad [\text{kgep/m}^2 \cdot \text{ano}]$$

Todos os edifícios abrangidos pelo RCCTE têm de ser classificados em função da relação N_{tc}/N_t e em que N_t é estimado através de:

$$N_{tc} \leq N_t = 0,9 \cdot (0,01 \cdot N_i + 0,01 \cdot N_v + 0,15 \cdot N_a) \quad [\text{kgep/m}^2 \cdot \text{ano}]$$

Sendo que a Classe Energética de um Edifício é definido em função da razão entre N_{tc} e N_t (N_{tc}/N_t). Nos Quadros seguintes indicam-se as classes energética do apartamento para as diferentes opções simuladas tendo em atenção que apenas se considera a partir de $N_{tc}/N_t \leq 0,5$ ou seja do limite inferior da Classe B – edifícios novos.

Quadro 6 – Classes de Eficiência Energética para Edifícios Novos e Existentes.

Classe	$R = \frac{N_{tc}}{N_t}$
A	$0,25 < R \leq 0,50$
B	$0,50 < R \leq 0,75$
B-	$0,75 < R \leq 1,00$
C	$1,00 < R \leq 1,50$
D	$1,50 < R \leq 2,00$
E	$2,00 < R \leq 2,50$
F	$2,50 < R \leq 3,00$
G	$R < 3,00$

Edifícios Novos (classes A+, A, B)

Edifícios existentes (classes B-, C, D, E, F, G)

Nos Quadros 7 e 8 apresentam-se os resultados para as duas zonas climáticas estudadas, as tês soluções construtivas, considerando sempre que para a produção de águas quentes sanitárias se utilizam colectores solares, uma vez que o RCCTE impõe que o recurso a colectores solares é obrigatório desde que haja uma exposição solar adequada e área de cobertura disponível.

Quadro 7 – Classes Energéticas: Zona Climática II – V2 Sul, AQS com Colectores Solares

Orientação NE						Orientação SE						Solução		
Solução	AQS	RPH	Ntc	Nt	Classe Ntc/Nt)	Solução	AQS	RPH	Ntc	Nt	Classe Ntc/Nt)			
SCR	AQS1	1,1	4,13	6,81	Nic > Ni	SCR	AQS1	1,1	4,00	6,81	Nic > Ni	SCR Solução construtiva de referência;		
		1,05	4,12	6,81				1,05	3,99	6,81				
		1,0	4,11	6,81				1,0	3,98	6,81	B = 0,58			
		0,95	4,10	6,81				0,95	3,97	6,81	B = 0,58			
		0,60	4,06	6,81				0,60	3,90	6,81	B = 0,57			
	AQS2	1,1	2,04	6,81			Nic > Ni	AQS2	1,1	1,91	6,81		Nic > Ni	SCT Solução construtiva tradicional;
		1,05	2,03	6,81					1,05	1,90	6,81			
		1,0	2,02	6,81					1,0	1,89	6,81		A = 0,28	
		0,95	2,01	6,81					0,95	1,88	6,81		A = 0,28	
		0,60	1,97	6,81					0,60	1,81	6,81		A = 0,27	
SCT	AQS1	1,1	3,92	6,81	Nic > Ni	SCT	AQS1	1,1	3,78	6,81	B = 0,56	SCT_2I Solução construtiva tradicional com duplicação da espessura de isolamento térmico;		
		1,05	3,91	6,81				1,05	3,77	6,81	B = 0,55			
		1,0	3,90	6,81				1,0	3,77	6,81	B = 0,55			
		0,95	3,89	6,81				0,95	3,76	6,81	B = 0,55			
		0,60	3,85	6,81				0,60	3,69	6,81	B = 0,54			
	AQS2	1,1	1,83	6,81			Nic > Ni	AQS2	1,1	1,69	6,81		A+ = 0,25	
		1,05	1,82	6,81					1,05	1,68	6,81		A+ = 0,25	
		1,0	1,81	6,81					1,0	1,68	6,81		A+ = 0,25	
		0,95	1,80	6,81					0,95	1,67	6,81		A+ = 0,25	
		0,60	1,76	6,81					0,60	1,60	6,81		A+ = 0,24	
SCT_2I	AQS1	1,1	3,83	6,81	B = 0,56	SCT_2I	AQS1	1,1	3,68	6,81	B = 0,54	Sistema de aquecimento: caldeira a gás (eficiência nominal – 0,87);		
		1,05	3,82	6,81	B = 0,56			1,05	3,67	6,81	B = 0,54			
		1,0	3,81	6,81	B = 0,56			1,0	3,66	6,81	B = 0,54			
		0,95	3,80	6,81	B = 0,56			0,95	3,66	6,81	B = 0,54			
		0,60	3,75	6,81	B = 0,55			0,60	3,60	6,81	B = 0,53			
	AQS2	1,1	1,74	6,81	A = 0,26		AQS2	1,1	1,59	6,81	A+ = 0,23			
		1,05	1,73	6,81	A+ = 0,25			1,05	1,58	6,81	A+ = 0,23			
		1,0	1,72	6,81	A+ = 0,25			1,0	1,57	6,81	A+ = 0,23			
		0,95	1,71	6,81	A+ = 0,25			0,95	1,57	6,81	A+ = 0,23			
		0,60	1,66	6,81	A+ = 0,24			0,60	1,51	6,81	A+ = 0,22			

No entanto nos Quadros 9 e 10, também para as duas zonas climáticas, irá procurar-se analisar em termos de certificação energética quais as consequências da não colocação de colectores solares. Assim, analisa-se em paralelo a situação de uma caldeira a gás e de colectores solares com um sistema auxiliar com uma caldeira a gás. Não se analisa a situação do esquentador a gás pois não cumpre os requisitos referentes às necessidades de aquecimento para produção de águas quentes sanitárias impostos pelo RCCTE.

Quadro 8 – Classes Energéticas: Zona Climática I3 – V2 Norte, AQS com Colectores Solares

Orientação NE						Orientação SE						Solução			
Solução	AQS	RPH	Ntc	Nt	Classe Ntc/Nt)	Solução	AQS	RPH	Ntc	Nt	Classe Ntc/Nt)				
SCR	AQS1	1,1	5,23	7,41	Nic > Ni	SCR	AQS1	1,1	4,84	7,41	B = 0,65	de			
		1,05	5,20	7,41				B = 0,65							
		1,0	5,18	7,41				B = 0,64							
		0,95	5,15	7,41				B = 0,64							
		0,60	4,97	7,41				B = 0,62							
	AQS2	1,1	3,14	7,41			SCT	AQS2	1,1	2,74	7,41		A = 0,37		
		1,05	3,11	7,41					A = 0,37						
		1,0	3,08	7,41					A = 0,36						
		0,95	3,06	7,41					A = 0,36						
		0,60	2,88	7,41					A = 0,34						
SCT	AQS1	1,1	5,18	7,41	Nic > Ni	SCT		AQS1	1,1	4,96	7,41	Nic > Ni	de		
		1,05	5,15	7,41					B = 0,64						
		1,0	5,12	7,41					Águas Quentes Sanitárias:						
		0,95	5,10	7,41											
		0,60	4,93	7,41											
	AQS2	1,1	3,09	7,41			Nic > Ni	AQS2		1,1	2,87			7,41	AQS1– esquentador a gás e colectores solares;
		1,05	3,06	7,41											
		1,0	3,03	7,41											
		0,95	3,00	7,41											
		0,60	2,84	7,41											
SCT_2I	AQS1	1,1	4,92	7,41	Nic > Ni	SCT_2I		AQS1		1,1	4,71	7,41	B = 0,64	Sistema de aquecimento: caldeira a gás (eficiência nominal – 0,87);	
		1,05	4,89	7,41						B = 0,63					
		1,0	4,86	7,41					B = 0,63						
		0,95	4,84	7,41					B = 0,62						
		0,60	4,67	7,41					B = 0,60						
	AQS2	1,1	2,83	7,41			Nic > Ni	AQS2	1,1	2,62	7,41	A = 0,35			
		1,05	2,80	7,41					A = 0,35						
		1,0	2,77	7,41					A = 0,34						
		0,95	2,75	7,41					A = 0,34						
		0,60	2,58	7,41					A = 0,32						
												Sistema de arrefecimento: máquina frigorífica (eficiência nominal – 3)			

Quadro 9 – Classes Energéticas: Zona Climática II – V2 Sul, AQS com Colectores Solares (AQS2) e sem colectores solares (AQS3)

	Solução Construtiva /RPH		AQS3 – Caldeira a Gás			AQS2 – Caldeira a Gás e Colectores Solares			Solução	
			Ntc	Nt	Classe (Ntc/Nt)	Ntc	Nt	Classe (Ntc/Nt)		
ORIENTAÇÃO NORDESTE -NE	SCR	RPH	1,1	4,13	6,81	Nic > Ni	2,04	6,81	Nic > Ni	<p>SCR Solução construtiva de referência;</p> <p>SCT Solução construtiva tradicional;</p> <p>SCT_2I Solução construtiva tradicional com duplicação da espessura de isolamento térmico;</p> <p>AQS - Águas Quentes Sanitárias:</p> <p>AQS2 - esquentador a gás e colectores solares;</p> <p>AQS3 - caldeira a gás;</p> <p>Sistema de Aquecimento: caldeira a gás (eficiência nominal - 0,87);</p> <p>Sistema de arrefecimento: máquina frigorífica (eficiência nominal - 3)</p>
			1,05	4,12	6,81		2,03	6,81		
			1,0	4,11	6,81		2,02	6,81		
			0,95	4,10	6,81		2,01	6,81		
			0,60	4,06	6,81		1,97	6,81		
	SCT	RPH	1,1	3,92	6,81	B = 0,57	1,83	6,81	A = 0,27	
			1,05	3,91	6,81		1,82	6,81		
			1,0	3,90	6,81		1,81	6,81		
			0,95	3,89	6,81		1,80	6,81		
			0,60	3,85	6,81		1,76	6,81		
	SCT_2I	RPH	1,1	3,83	6,81	B = 0,56	1,74	6,81	A = 0,26	
			1,05	3,82	6,81		1,73	6,81		
			1,0	3,81	6,81		1,72	6,81		
			0,95	3,80	6,81		1,71	6,81		
			0,60	3,75	6,81		1,66	6,81		
ORIENTAÇÃO SUDESTE -SE	SCR	RPH	1,1	4,00	6,81	Nic > Ni	1,91	6,81	Nic > Ni	
			1,05	3,99	6,81		1,90	6,81		
			1,0	3,98	6,81		1,89	6,81		
			0,95	3,97	6,81		1,88	6,81		
			0,60	3,90	6,81		1,81	6,81		
	SCT	RPH	1,1	3,78	6,81	B = 0,56	1,69	6,81	A + = 0,25	
			1,05	3,77	6,81		1,68	6,81		
			1,0	3,77	6,81		1,68	6,81		
			0,95	3,76	6,81		1,67	6,81		
			0,60	3,69	6,81		1,60	6,81		
	SCT_2I	RPH	1,1	3,68	6,81	B = 0,54	1,59	6,81	A + = 0,23	
			1,05	3,67	6,81		1,58	6,81		
			1,0	3,66	6,81		1,57	6,81		
			0,95	3,66	6,81		1,57	6,81		
			0,60	3,60	6,81		1,51	6,81		

Quadro 10 – Classes Energéticas: Zona Climática I3 – V2 Norte, AQS com Colectores Solares (AQS2) e sem colectores solares (AQS3)

	Solução Construtiva /RPH			AQS3 – Caldeira a Gás			AQS2 – Caldeira a Gás e Colectores Solares			Solução
				Ntc	Nt	Classe (Ntc/Nt)	Ntc	Nt	Classe (Ntc/Nt)	
ORIENTAÇÃO NORDESTE -NE	SCR	RPH	1,1	5,23	7,41	Nic > Ni	3,14	7,41	A= 0,35	SCR Solução construtiva de referência; SCT Solução construtiva tradicional; SCT_2I Solução construtiva tradicional com duplicação da espessura de isolamento térmico; AQS - Águas Quentes Sanitárias: AQS2 – esquentador a gás e colectores solares; AQS3 – caldeira a gás; Sistema de Aquecimento: caldeira a gás (eficiência nominal – 0,87); Sistema de arrefecimento: máquina frigorífica (eficiência nominal – 3)
			1,05	5,20	7,41		3,11	7,41		
			1,0	5,18	7,41		3,08	7,41		
			0,95	5,15	7,41		3,06	7,41		
			0,60	4,97	7,41		3,14	7,41		
	SCT	RPH	1,1	5,18	7,41		3,09	7,41		
			1,05	5,15	7,41		3,06	7,41		
			1,0	5,12	7,41		3,03	7,41		
			0,95	5,10	7,41		3,00	7,41		
			0,60	4,93	7,41		3,09	7,41		
	SCT_2I	RPH	1,1	4,92	7,41		2,83	7,41		
			1,05	4,89	7,41		2,80	7,41		
			1,0	4,86	7,41		2,77	7,41		
			0,95	4,84	7,41		2,75	7,41		
			0,60	4,67	7,41		2,58	7,41		
ORIENTAÇÃO SUDESTE -SE	SCR	RPH	1,1	4,84	7,41	B = 0,65	2,74	7,41	A= 0,37	
			1,05	4,80	7,41	B = 0,65	2,71	7,41	A= 0,37	
			1,0	4,77	7,41	B = 0,64	2,68	7,41	A= 0,36	
			0,95	4,75	7,41	B = 0,64	2,66	7,41	A= 0,36	
			0,60	4,58	7,41	B = 0,62	2,49	7,41	A= 0,34	
	SCT	RPH	1,1	4,96	7,41	Nic > Ni	2,87	7,41	A= 0,36	
			1,05	4,93	7,41		2,84	7,41		
			1,0	4,90	7,41		2,81	7,41		
			0,95	4,88	7,41		2,78	7,41		
			0,60	4,72	7,41		2,63	7,41		
	SCT_2I	RPH	1,1	4,71	7,41	B = 0,64	2,62	7,41	A= 0,35	
			1,05	4,68	7,41	B = 0,63	2,59	7,41	A= 0,35	
			1,0	4,65	7,41	B = 0,63	2,56	7,41	A= 0,35	
			0,95	4,62	7,41	B = 0,62	2,53	7,41	A= 0,34	
			0,60	4,47	7,41	B = 0,60	2,38	7,41	A= 0,32	

6. CONCLUSÕES

Nos Quadros seguintes procurar-se-á sintetizar os resultados anteriormente tabelados só em termos de classe energética, e em que a cinzento as soluções que não verificam o RCCTE em termos das necessidades de aquecimento, ou seja, para situações em que as perdas térmicas são superiores aos ganhos totais (solares e internos). O Quadro 12 evidencia que o apartamento orientado a Nordeste (NE) só cumpre o RCCTE para a região climática de Inverno mais ameno II e mesmo nessa situação para as soluções construtivas com maiores níveis de isolamento térmico. Para a região I3 a solução construtiva tradicional, com maiores valores de coeficientes de transmissão térmica do que os valores de referência não cumpre o RCCTE para as duas orientações analisadas.

A utilização de colectores solares, para a situação o presente caso de estudo, fixando todos os demais parâmetros, contribui s para que um edifício de Classe B passe a Classe A ou mesmo para Classe A+.

Quadro 11 – Edifícios novos: classes energéticas.

Classe	$R = \frac{N_{tc}}{N_t}$
A+	$R \leq 0,25$
A	$0,25 < R \leq 0,50$
B	$0,50 < R \leq 0,75$

Quadro 12 – Classes Energéticas: zonas climáticas, soluções construtivas e sistemas de AQS e taxa de renovação:1 RPH.

		NE			SE			
		1 RPH	AQS1	AQS2	AQS3	AQS1	AQS2	AQS3
II	SCR					B	A	B
	SCT		B	A	B	B	A+	B
	V2 S	SCT_2I	B	A+	B	B	A+	B
I3	SCR					B	A	B
	SCT							
	V2 N	SCT_2I				B	A	B

Esta Directiva estabelece princípios orientadores em matéria de enquadramento geral para uma metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios e determina ainda a introdução dos mecanismos conducentes à Certificação Energética para todos os edifícios a construir ou aquando da venda ou aluguer de edifícios residenciais ou de serviços já existentes.

REFERÊNCIAS

- RCCTE, 2006 – Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios, Decreto Lei 80/2006.
- ITE 11, 1986 – Pina dos Santos, C., Vasconcelos Paiva, J., Caracterização Térmica de Pavimentos Prefabricados.
- ITE 12, 1986 – Pina dos Santos, C., Vasconcelos Paiva, J., Caracterização Térmica de Paredes de Alvenaria.
- ITE 50, 2006 - Pina dos Santos, C., Matias, L., Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios.

ABSTRACT

The building energy certification is already mandatory in Portugal, since 1 July 2007, as a consequence of the European Directive on energy efficiency of buildings (2002/91/CE). In the present study the thermal performance of an apartment is evaluated based on the Portuguese legislation. The apartment has one living room and a one bedroom with a total floor area of 53 m².

The thermal performance is analyzed according the following topics: climatic zones, reference constructive solutions for the climatic zones as well different insulation levels of external envelope solutions, apartment orientation, natural and mechanical ventilation strategies, solar collectors for domestic hot water.

Key-words: Energy certification, heating and cooling energy demands, climatic zones

EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO EN MÉXICO

David Morillón Gálvez

Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México

Tel: (55) 56233600 ext. 8842

Correo Electrónico: damg@pumas.ii.unam.mx

Introducción

Se puede decir que, en México, gran parte de la arquitectura histórica o tradicional funciona según los principios bioclimáticos, en el tiempo en que las posibilidades de ambientación artificial eran escasas o muy caras. Los ventanales orientados al sur en climas fríos, el uso de ciertos materiales con determinadas propiedades térmicas, como la madera o el adobe, el abrigo del suelo, el encalado de las casas o la traza de los poblados no son casuales, sino que cumplen una función específica.

En la actualidad la arquitectura bioclimática es definida como aquello que tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguir el confort, tanto en interiores como en exteriores. Y que para ello utiliza exclusivamente el diseño y los elementos arquitectónicos, tratando de no utilizar sistemas mecánicos, que son considerados más bien como sistemas de apoyo.

En el presente documento, sin pretender realizar una detallada y exhaustiva reseña histórica, se presenta una relación de personas, trabajos e instituciones relacionadas con la arquitectura bioclimática en México, durante la segunda mitad del siglo pasado y los primeros años de éste, agrupando la información en cuatro épocas, que de alguna manera son representativas y están delimitadas por algunos hechos importantes: el Inicio de 1950 a 1980, el Auge de 1980 a 1990, el Contexto Internacional de 1990 al 2000, y el Día de Hoy del 2000 al 2007.

Síntesis histórica del diseño bioclimático en México

1.1 El inicio (1950-1980): Redescubriendo la adecuación de la arquitectura al medio ambiente

A mediados de los años sesentas los hermanos Olgyay proponen el término *Diseño Bioclimático* (Olgyay, 1963) tratando de enfatizar los vínculos y múltiples interrelaciones entre la vida y el clima en relación con el diseño, también exponen un método a través del cual el diseño arquitectónico se desarrolla respondiendo a los requerimientos climáticos específicos. En México, Ernesto Jáuregui O. trabajaba sobre la definición de los índices de disconfort por medio de la temperatura de bulbo húmedo (Jáuregui, 1967). Prácticamente los primeros trabajos de estudios del bioclima de algunas ciudades de México fueron publicados por Jáuregui en los años 60. Entre los varios trabajos que desarrolló como pionero del área, se encuentran los relacionados con el bioclima humano y el desarrollo urbano de ciudades en el trópico, con enfoque bioclimático.

Más adelante surgieron otras definiciones como diseño ambiental, ecodiseño, diseño natural, biodiseño, heliodiseño. Aquí en nuestro país, en los años 70, Everardo Hernández trabajaba sobre la factibilidad del aprovechamiento en México de la energía solar, para satisfacer requerimientos habitacionales, preocupado principalmente por la climatización pasiva de viviendas de interés social. Sus proyectos fueron construidos en varias partes de la República. El enfoque principal y su contribución fueron hacia el uso de la energía solar en la arquitectura y vinculados con la helioarquitectura o el heliodiseño.

En los mismos 70, los hermanos Arias llevaron a cabo el proyecto *Xochicalli*, que consistía en la propuesta de la *Casa Ecológica Autosuficiente*, su gran logro fue construir un prototipo en los pinos, además de publicar una serie de recomendaciones para el uso de ecotecnologías. Éste proyecto pretendía además del aprovechamiento de los recursos energéticos renovables, la autosuficiencia alimentaria.

Durante la misma década, la Dirección General de Ecología Urbana de la SAHOP, presentó un proyecto demostrativo sobre ecotécnicas para los asentamientos humanos en el trópico húmedo mexicano. En dicho trabajo, la arquitectura bioclimática solamente se aborda en lo referente al uso de la tierra en muros como sistema de termorregulación.

A principios de la década de los 80, en San Luis Potosí, Fritche y Zapata trabajaron en proyectos y propuestas tecnológicas para una vivienda autosuficiente, donde enfatizaron de forma significativa la necesidad de utilizar el clima, la tecnología y los materiales de construcción para lograr un ambiente adecuado, para el hombre, dentro de los edificios, este proyecto como parte de tres prototipos que apoyo INFONAVIT.

Por su parte, al final de los años 70 e inicio de los 80, en la Universidad de Guadalajara, José Luis Alcalá y Enrique Flores experimentaron con propuestas de climatización pasiva de edificios en el Valle de Atemajac, a través del diseño, construcción y monitoreo de una vivienda prototipo en las instalaciones de la Facultad de Arquitectura de dicha Universidad.

2.2 El Auge (1981-1990): El bioclimatismo un tema de moda

En Toluca, durante los primeros años de la década de los 80, Becerril trabaja sobre los niveles de soleamiento en la arquitectura, centrado en el aprovechamiento energético para el acondicionamiento térmico. Por su parte los ingenieros Rodríguez y Palacio, del Instituto de Ingeniería de la UNAM, diseñaban y proporcionaban herramientas para obtener la temperatura y humedad ambiente instantánea, ante los problemas de la falta de datos horarios disponibles o medidos en aquel entonces.

En 1982 se publica el libro *Ecodiseño*, autoría de Fernando Tudela y editado por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)-Xochimilco. El autor, con un acervo de trabajo internacional, suministró un documento básico de conocimientos elementales sobre bioclima y diseño, tratando de sentar bases para una toma de conciencia y un cambio de actitud respecto al diseño y la tecnología. Esta publicación se ha vuelto referencia importante en un sin número de trabajos.

Por su parte, Armando Deffis Caso, en la Escuela Nacional de Arquitectura de la UNAM y como investigador del Centro de Investigaciones Arquitectónicas, organizó e impartió el primer seminario, en México, sobre ecotécnicas para la vivienda. Su trabajo se ha centrado en los problemas de la relación entre medio ambiente, arquitectura y urbanismo. También, en la Facultad de Arquitectura, de la misma UNAM, Reyne Mel realizó trabajos de capacitación y promovió publicaciones sobre diseño bioclimático. Por su parte en el Instituto de Investigaciones en Materiales, de la misma universidad, Cárdenas trabajó en torno a la energía solar y la planeación del desarrollo urbano, el arquitectónico y el diseño en general. Al mismo tiempo Diego Alfonso Sámano Tirado iniciaba sus trabajos experimentales sobre sistemas pasivos de climatización, cuyos resultados fueron integrados a edificios de la UNAM, como es el caso del actual Centro de Investigaciones en Energía. Entre 1983 y 1989, Sámano consolidó un pequeño grupo de investigación que centró su trabajo en el estudio y análisis del funcionamiento de sistemas pasivos de acondicionamiento térmico, en el entonces Laboratorio de Energía Solar del IIM-UNAM —hoy Centro de Investigación en Energía—. El trabajo realizado es considerado como investigación experimental de punta y muy de alto nivel (Sámano *et al*, 1992).

En la Universidad Autónoma de Baja California, en los inicios de los 80, se estableció un proyecto de formación de recursos humanos de alto nivel académico, mediante la puesta en marcha de la Maestría en Arquitectura Solar, y que su creación se relacionó con un programa de vinculación con investigadores internacionales, específicamente con Baruch Givoni que junto con Marco Antonio Vilches se impulsan las primeras generaciones: Enrique Sánchez, Laura Morales, Eduardo Vázquez Tepox, Lorena Cubillas.

Dos o tres años después, en la Universidad de Colima, con un grupo de jóvenes arquitectos encabezados por Gabriel Gómez Azpeitia, se inicia la Maestría en Diseño Bioclimático, que aprovecha la experiencia de Eric Mayer en París y en la Universidad de Zulia, en Maracaibo, Venezuela, y el entusiasmo de Everardo Hernández. De dicho grupo formó parte David Morillón Gálvez, autor del presente trabajo, durante los últimos tres años de la década de los ochenta.

Al mismo tiempo, un grupo de arquitectos en la UAM-Azcapoltzalco, entre ellos Aníbal Figueroa, Roberto García Chávez, Manuel Rodríguez Viqueira, coautor del presente trabajo, y Víctor Fuentes Freixanet, realizan trabajos de investigación que derivaron en cursos de actualización y múltiples publicaciones, así como varios libros, enriqueciendo de esta manera la escasa producción de textos en español sobre el tema, y a la vez llenando un hueco en la producción editorial de nuestro país, sobre todo en apoyo a los procesos formativos en el campo de la arquitectura en el nivel de licenciatura.

Podemos resumir que a finales de la década de los 80, cuatro instituciones en México realizaban trabajos que contribuían de manera significativa al desarrollo de la arquitectura bioclimática; la Universidad de Colima, la Universidad Autónoma de Baja California, la UAM-Azcapoltzalco y la UNAM, a través del Laboratorio de Energía Solar y el Centro de Ciencias de la Atmósfera. Esto de ninguna manera demerita el trabajo realizado en instituciones de otras partes de la República o de forma personal por algunos interesados en el tema, como Arturo Plascencia, Ruth Lacomba y Gabriel Balderas, entre otros.

2.3 En el contexto internacional (1991-2000): ¿Se conserva el nombre de arquitectura bioclimática o debe de ser edificios verdes o sustentables?

En la Universidad de Guanajuato, un grupo reducido encabezado por Juan Manuel Rodríguez ha iniciado una serie de líneas de investigación en control solar, mientras en la Universidad de Colima se mantiene, con altas y bajas en la inscripción, la Maestría en Diseño Bioclimático y la producción de trabajos en el área recibe un nuevo impulso con su incorporación al padrón de excelencia del CONACYT.

Por su parte, la Universidad de Guadalajara inició en 1996 un Programa de Posgrado en Arquitectura y Medio Ambiente, con jóvenes cuyo interés en el tema había sido motivado por trabajos realizados en los inicios de los años 80 por sus profesores.

En la UNAM, gracias a la magnitud de sus instituciones, se desarrollan trabajos diversos. En la Facultad de Arquitectura, Diego Morales labora en el Posgrado de Heliodesign, actualmente como una línea de investigación de la Maestría en Tecnología. En el Centro de Ciencias de la Atmósfera, con Ernesto Jáuregui, al frente, así como con las aportaciones de uno de sus exalumnos, Adalberto Tejeda, quien actualmente labora en la Universidad Veracruzana, se han presentado herramientas y trabajos en el ámbito del bioclima urbano, entre otras contribuciones. En el Instituto de Ingeniería, el David Morillón lleva a cabo trabajos relacionados con los beneficios energéticos y ambientales del adecuado diseño térmico de edificios, así como un amplio programa de capacitación sobre diseño bioclimático en varias instituciones del país. Por último, en el Programa Universitario de Energía, se apoyan y llevan a cabo proyectos tendientes al ahorro de energía en edificios, con base en arquitectura bioclimática.

La UAM-Azcapotzalco, con el impulso de Aníbal Figueroa, ofrece a partir de 1990 la Especialización académica en Diseño Ambiental y que posteriormente evolucionara en Especialización en Arquitectura Bioclimática y más adelante, con el apoyo de Manuel Rodríguez Viqueira se abrirá la Maestría en Arquitectura Bioclimática, considerada hoy en día como de excelencia por el padrón del CONACYT. En el mismo periodo, también en la UAM-Azcapotzalco, se pone en servicio el laboratorio de diseño bioclimático más completo de México, con cielo artificial, dos túneles de viento y dos heliodones uno de ellos de plataforma horizontal.

Por otro lado, en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, han comenzado a trabajar el tema en seminarios de titulación y, como resultado de los mismos, se desarrollan trabajos en ecoarquitectura.

Dentro del Instituto Politécnico Nacional, la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura desarrolla trabajos en busca de la sustentabilidad en arquitectura.

En el sureste, un grupo de investigadores de la Universidad Autónoma de Yucatán ha empezado a trabajar sobre materiales de origen vegetal, simulación térmica de edificios y estudios del bioclima, encabezados por María Milagrosa Pérez.

En la Universidad Autónoma del Estado de México, existen proyectos sobre calentamiento de edificios, motivados por los requerimientos propios de la ciudad de Toluca. Estos trabajos han merecido reconocimientos y premios importantes recibidos por Arturo Plascencia.

Por su parte, en el norte del país, la Universidad Autónoma de Baja California, ante el reto natural representado por las condiciones climáticas de Mexicali, realiza trabajos encaminados al ahorro de energía eléctrica y mantiene la Maestría en Arquitectura de opción Ambiental, creciendo su grupo con la participación de María Corral, Ricardo Gallegos y Ramona Alicia Romero, recientemente Gonzalo Bojorquez y Aníbal Luna. En el Instituto Tecnológico de Los Mochis se incluye, en la currícula de la carrera de arquitectura, la especialización en Diseño Bioclimático, lo cual conlleva que los proyectos de los alumnos tengan bases y criterios bioclimáticos. En dicho instituto, un grupo de jóvenes (David Mejía, Teresita Verdugo, Gabriel Rocha y recientemente Alejandro Carrasco) realizan trabajos para la adecuación de la arquitectura a las condiciones específicas de las regiones del México. Por otro lado, en Monterrey, en la Universidad Mexicana del Noreste se lleva a cabo, periódicamente desde los inicios de los años 90, una reunión junto con la Académica de Ingeniería, relacionada con el diseño térmico de la vivienda para el norte del país, cuyos trabajos están enfocados a evitar ganancias de calor, partiendo de los materiales utilizados, el diseño y el manejo de la edificación. Por último, en la Universidad de Sonora se llevan a cabo actividades sobre el área desde mediados de los 90 y a finales del 2000 se incorporan Manuel Ochoa e Irene Marincic, recientemente Guadalupe Alpuche, que junto con Benito Pérez y Ana Borbón se consolidan un grupo en el tema. Mientras en la Universidad de Baja California Sur se realizan trabajos para el ahorro de energía en edificios y diseño bioclimático por Oscar Resendiz, José Luis Fernández Zayas, Miguel Ángel Porta, además de Federico Poujol y Alfredo Flores.

Con una prolífera producción de libros sobre arquitectura ecológica y autosuficiente para clima cálido y tropical, así como para templado frío, Deffis Caso proporciona información para aprovechar y protegerse de las condiciones climáticas del medio ambiente. Sus trabajos han servido para difundir la importancia de considerar al medio ambiente en el diseño arquitectónico y para motivar una actitud consecuente con ello.

En los últimos tres años, varias instituciones académicas y de investigación se han incorporado a las actividades relacionadas con la arquitectura bioclimática, principalmente para capacitación, por medio de especialidades, diplomados o incorporación de materias al currículo de la carrera de arquitectura de tales instituciones, además de proveer el equipo

para estudios bioclimáticos. Entre dichas instituciones está la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la Universidad Autónoma de Chiapas, el Instituto Tecnológico de Chihuahua II, la Universidad Autónoma de Chihuahua, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, la Universidad Autónoma de Quintana Roo, La Salle, la Universidad Juárez del Estado de Durango, el Instituto Mexicano del Edificio Inteligente y el Instituto Superior de Arquitectura y Diseño, principalmente.

Por su parte, en el sector gubernamental, desde 1993, la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía inició el desarrollo de normas de eficiencia energética para edificios, con el fin de dictar recomendaciones para el diseño térmico de la envolvente, actualmente en vigor como norma oficial mexicana, la correspondiente a los edificios no residenciales. El Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE) de la CFE, en la División de Baja California y Baja California Norte, por las condiciones extremas de calor en dichas zonas, ha iniciado trabajos relacionados con el aislamiento térmico de las edificaciones, dentro del programa ASI. Mientras que la División Norte de dicha institución lleva a cabo actividades de capacitación y difusión sobre diseño bioclimático. Por su parte, el Fideicomiso de Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) apoya en la capacitación sobre ahorro de energía en edificios, cuya estrategia principal es el diseño bioclimático, así como a los talleres de aplicación de las normas de eficiencia energética para edificios.

Por otro lado a iniciativa de David. Morillón se reúnen los interesados en el tema en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, donde surge la inquietud de constituirnos como Red, y surge la que hoy se conoce como la REMAB (Red Mexicana de Arquitectura Bioclimática), coordinada primeramente por Víctor Fuentes Freixanet y María Corral, esto dentro del seno de la ANES.

2.4 Hoy en día (2001-2007): Los programas de certificación y la normatividad para edificios como detonadores del área

En el contexto internacional aparecen programa de certificación de edificios, normas que obligan a considerar la eficiencia energética, el bajo impacto ambiental de los edificios, en México a través de la Conae se logra certificar el edificio mas grande de la ciudad de México *La Torre Mayor*, bajo el cumplimiento de la norma NOM-008-ENER-2001. Al momento que el tema se pone como valor o costo de un edificio, surge la necesidad de certificar que se cumple con el *plus* o buen diseño ambiental del edificio, por una lado el Energy Star de Estados Unidos, que se extiende a México a través de los productos o materiales que se importan, por otro lado el premio de GBC que toma importancia internacional y foro para los Mexicanos, además la certificación en EU de los edificios con el LEED, todo ello enmarcan las contricciones y proyecto que se desarrollan en México.

La UABC, II-UNAM y el CENIDET se consolida en simulación del comportamiento térmico de edificios, la primera además proponiendo materiales nuevos que podrían brindar mejores características térmica. La UAM-A y la Univ. de Guadalajara dominan las herramientas para iluminación natural, la primera de las instituciones, al igual que la Univ. de Sonora y la UNACH equipan laboratorios con fines principalmente didácticos.

Las instituciones como ITESM trabajan en incorporar en licenciatura cursos sobre arquitectura bioclimática, apareciendo actores en el tema como el Dr. Aguayo. La Universidad Cristóbal Colón consolida su posgrado en Arquitectura y Diseño Bioclimático, con destacados miembros como Enrique Sánchez P. y Luis Frey.

Todas la instituciones relacionadas con arquitectura bioclimática presentan diagnósticos térmicos, entálpicos, energéticos y ambientales de la vivienda de interés social, esto ante el crecimiento enorme de dicho sector en los últimos años. La alianza de grupos alrededor de temas de trabajo consolida la investigación mediante metodologías

similares, se destaca el proyecto encabezado por la UABC para la CONAFOVI, donde participan mas de seis instituciones del país, por su parte la UAM-A realiza ligas con instituciones de Estados Unidos, la UNAM constituye redes con los países de Ibero América, Estados Unidos y Canadá, México sale de México.

Como resultado de las relaciones internacionales México fungió como sede del *IV Congreso Latinoamericano Confort y Eficiencia Energética en la Arquitectura 2005*, que tuvo como sede la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. El evento fue coordinado por el Mtro. Víctor Fuentes Freixanet y se realizó con el apoyo de la ANES. En forma paralela, durante el evento, se llevó acabo una de las reuniones de la *Red Mexicana de Arquitectura Bioclimática*.

La evaluación de la arquitectura vernácula desde el punto de vista bioclimática, la evaluación solar de las construcciones prehispánicas, la caracterización numérica y experimental de los sistemas pasivos es común, la generación de modelos, programas para computadoras, como herramientas surgen de varias instituciones del país.

En los últimos años a iniciativa de Manuel Rodríguez Viqueira y David Morillón la UAM-Azcapotzalco produce la publicación periódica, *Estudios de Arquitectura Bioclimática*, se han presentado siete volúmenes. Este anuario ha intentado tener un carácter amplio, y referido a un contexto nacional e iberoamericano.

La masificación de los criterios de bioclimáticos en la vivienda de interés social, iniciativas múltiples se buscan para mejorar la vivienda, encabeza David Morillón el proyecto La Casa Nueva, proyecto internacional para considerar arquitectura bioclimática, energías renovables y eficiencia energética en las viviendas, así como arma y asesora el programa La Vivienda Sustentables, con un proyecto piloto de 5000 vivienda, programa de la CONAFOVI y asesorado en el II, de la UNAM. La falta de normatividad vigente motiva a emitir recomendaciones, proponer códigos y normas voluntarias, por las instituciones, investigadores, prácticamente la CONAE paro el proceso de normalización para edificios desde 2001, fecha en que salio la NOM-008-ENER-2001.

Como instrumento reciente David Morillón por encargo del INE elabora las bases para la hipotecar verde, que permitirá promover el ahorro de energía y agua, además del aprovechamiento de las energías renovables y mejor de la calidad térmica de la vivienda mediante el diseño bioclimático, este programa es implementado por el INFONAVIT.

Cabe resaltar que la Asociación Nacional de Energía Solar, como asociación civil, convoca y reúne en la Semana Nacional de Energía Solar, que lleva 31 años de celebrarse de manera ininterrumpida, a la mayoría de las instituciones y personas relacionadas con la arquitectura bioclimática. Brinda así un foro para la presentación de los trabajos en el área, que permite el intercambio de opiniones de alto nivel y estimula el desarrollo nacional sobre el tema.

Antecedentes: Proyectos

Caben resaltar los proyectos construidos con criterios bioclimáticos y ecológicos en el país: uno de los primeros complejos fue en Tlaxcala, a finales de los 70s, con criterios ecológicos para zonas suburbanas. Posteriormente, una de las instituciones encargadas de la construcción de la vivienda de interés social, el Instituto de Fomento Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), realizó prototipos bioclimáticos en tres diferentes climas, el criterio fue aprovechar el solar mediante las llamadas ecotécnicas, así como los materiales con características de amortiguar el calor y retrasar el efecto de la temperatura exterior. A gran escala se tiene el fraccionamiento de tipo residencial Los Guayabos en Guadalajara.

Hacia el año 2000 se construyeron más de cien casas en Ciudad Juárez (Figura 1), las cuales tienen sistemas de aprovechamiento de la energía solar para climatización y

calentamiento de agua, así como ventilación subterránea, y elementos sombreadores, reuso de aguas grises, tratamiento de agua y ahorro de energía con dispositivos eficientes de iluminación, entre otros. Este proyecto de la iniciativa privada tuvo apoyo, para el sobre-costo, del INFONAVIT, quien otorgó al constructor 7% más de lo estipulado para créditos de casas de interés social por incluir dichas tecnologías, este proyecto se acerca al criterios de vivienda sustentable.

Entre los sistemas pasivos utilizados se tiene la ventilación natural a través de piso para enfriar el aire y la descarga de calor por medio de una chimenea solar.

Dichos proyectos cuentan con sistemas de aprovechamiento de calentamiento de agua con energía solar, así como calentamiento de aire para climatización.

Las viviendas fueron monitoreadas y la gente acepta que la vivienda es más confortable, ahorradora de energía y agua. El resultado motivó a que la empresa constructora, sin requerir el apoyo para el sobre-costo, invierta en este tipo de viviendas, y lo más importante es que la gente las busca.



Figura 1. Vivienda Ecológica en Ciudad Juárez, Chihuahua.

Por otro lado, se tiene el caso de las viviendas que se construyeron en la ciudad de México y el estado de Morelos (aproximadamente 100 en cada lugar). Con sólo una orientación adecuada para tener menos áreas expuestas a la radiación solar, se logran condiciones de confort y el cumplimiento de la futura normatividad sobre el tema.

En Colima hay dos fraccionamientos que buscan mediante el empleo de techos altos o doble altura, la ventilación natural, lograr la mejora del comportamiento térmico de la vivienda. Por otro lado, en Mexicali se construyeron 1800 viviendas, cuya característica principal es el aislamiento térmico. Además de contar con varias experiencias en diversas zonas rurales y suburbanas con diseños bioclimáticos y sustentables de viviendas.

Con las experiencias obtenidas se explora el tener formas masivas para lograr que la vivienda de México sea sustentable; se llevan a cabo acciones, programa y proyectos en los rubros, difusión, capacitación, normas, proyectos nuevos y adecuación, tanto para viviendas nuevas como las existentes. En el último caso se tiene un programa de adecuación o retrofit térmico y energético, el programa de FIPATERM, que consiste en aislar el techo, doble vidrio en las ventanas, cambiar la tecnología de iluminación incandescente por lámparas compactas fluorescentes y el equipo de aire acondicionado obsoleto por el de alta eficiencia. Hasta la fecha se han mejorado más de 100,000 viviendas y últimamente se ha incorporado a este programa el cambio del refrigerador de más de 5 años de antigüedad por uno reciente que, de acuerdo con la normatividad vigente, consume menos energía.

Acciones

Entre las diferentes fuentes de ganancia de calor de una vivienda o edificio en general, las más significativas se pueden controlar mediante el adecuado diseño de la envolvente del edificio: calor por conducción a través de los muros y techos, y por radiación solar que penetra a través de los vidrios de las ventanas y domos o tragaluces. Ante ello, la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), órgano del Gobierno Federal, lleva a cabo la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas (NOM), normas obligatorias para el ahorro de energía en los edificios, desde su diseño mismo.

Las NOM enfocadas a la edificación no tratan de aislamiento térmico solamente, sino que incluyen sistemas pasivos, tales como las protecciones solares en ventanas: aleros, partesoles y remetimientos, así como especificaciones de áreas mínimas para tragaluces, efectos de la orientación, además de las características térmicas de los materiales de construcción necesarios para cada clima, por localidad y por último el impacto o efecto de la orientación de la vivienda.

Normas Oficiales Mexicanas

Se tienen dos normas relacionadas con el comportamiento térmico de los edificios, con el objetivo de limitar la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, para racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento:

- NOM-020-ENER: Eficiencia energética en edificaciones “Norma para la envolvente de edificios residenciales”, en anteproyecto.

Para cumplir con la especificación de las normas, se tiene que evaluar un presupuesto energético (método de prueba). El presupuesto energético de la envolvente del edificio o vivienda proyectada debe especificarse de tal manera que la ganancia de calor a través de su envolvente resulte menor o igual a la ganancia de calor que la que se presenta en la envolvente de la vivienda de referencia.

Programas para el Desarrollo de Vivienda Sustentable

LA CASA NUEVA (LCN)

LCN es un proyecto de cooperación científica y tecnológica de América del Norte que surge de un programa propuesto por el Grupo de Expertos en Ciencia y Tecnología del Grupo de Trabajo de Energía de América del Norte (GTEAN). Trata de fomentar el acceso a la vivienda económica, energéticamente sustentables y ecológicamente eficientes y unir esfuerzos de los tres países, para compartir el conocimiento y facilitar demostraciones y despliegue de tecnología apropiada.

La justificación del programa se basa en que existe una demanda explosiva de viviendas en las regiones del Norte y Sur de México, con climas extremos. La demanda de vivienda se convierte en mayores demandas de energía eléctrica. Además, México tiene compromisos con la reducción de gases invernadero y otros temas ambientales.

LCN se dedica a mejorar el estándar de vida y la calidad de vida de manera sustentable. El programa LCN enfatiza el uso de la energía, pero se hace un enfoque holístico e integral. Se trata, por tanto, de asegurar viviendas sustentables para satisfacer las metas nacionales de carácter social, cultural, económico y ambiental. La filosofía del programa es construir asociaciones internacionales extensivas y duraderas con participación del gobierno, la academia y la industria.

El reto es importante pues México necesitará 1,000,000 de viviendas nuevas cada año hasta 2012, además de que se proyecta un incremento de la demanda eléctrica de 5.6% anual, lo que significa aumentar la capacidad de generación en unos 32 GW para 2010.

Desde la perspectiva internacional, se trata de identificar y promover diseños y desarrollos avanzados y propiciar las herramientas financieras y de otro tipo que los aseguren. Aunque el programa se enfoca en México es de esperar que los resultados sean aplicables a otras naciones de rápido desarrollo y en algunos casos específicos de Estados Unidos y Canadá.

LCN es también Comunidad: La Casa Nueva es el término preferido para designar las viviendas y edificios que habrán de construirse, en tanto que La Comunidad Nueva define los elementos vecinales de la iniciativa. El desempeño energético en el ciclo de vida es un elemento crucial pero la sustentabilidad general de las comunidades y es central para el éxito en el largo plazo. El programa explora opciones para mejorar diseños tradicionales así como diseños alternos para casas tradicionales y comunidades en red y fuera de red.

LCN es de interés social pues se enfoca a casas de interés social (15 a 30 mil dólares EU-y 40 – 80 m²), principal campo de las constructoras para los próximos años.

Existen cuatro elementos principales dentro de LCN: investigación, ensayos, demostración e implantación, que asegurarán las bases técnicas, industriales y financieras para producir la transformación requerida. La investigación reúne equipos de expertos para identificar opciones y definir rutas de acción. Proporcionará retroalimentación constante. Las áreas temáticas incluyen abasto de energía y distribución; suministro, tratamiento y reuso del agua; diseño de la comunidad y de las casas, financiamiento e instrumentos de política. Otros dos elementos de LCN son el ensayo, pues conducirá evaluaciones rigurosas de los enfoques recomendados; el Parque de Innovación, que asegurará que las innovaciones se evalúan en campo antes de demostrarlas; la Demostración, con una comunidad de al menos 100 casas, con los mejores elementos ecológicos que emanan de las dos anteriores acciones; la Adopción/implantación, que integrará los resultados, con herramientas de diseño, estándares de funcionamiento, entrenamiento, aseguramiento de calidad, NOM, opciones financieras y de políticas, etiquetado y otras estrategias para propiciar la transformación e incluye la comunicación y promoción con inversionistas, constructores y usuarios potenciales para crear la demanda de estas viviendas.

El proyecto en su generalidad será auspiciado conjuntamente por las dependencias de energía de México (SENER), los Estados Unidos (DOE/Laboratorios Sandía) y Canadá (Natural Resources Canada). Estas agencias proveerán la dirección general y reclutarán socios adicionales para el programa. Proyectos del programa LCN: ICA, elementos, vivienda bioclimática; con sistemas de descarga de calor, control solar, orientación y materiales de construcción adecuados, calentamiento de agua con energía solar, algunas viviendas fueron construidas en Ciudad Juárez, Chih., México.

LA VIVIENDA SUSTENTABLE

Nueva gestión ambiental es un programa que se inicio por la entonces Comisión Nacional para el Fomento a la Vivienda (CONAFOVI), actualmente Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI). El Gobierno Federal está llevando a cabo el más ambicioso programa de construcción de vivienda que se haya emprendido hasta la fecha. Contempla atender las necesidades de vivienda de 1,000,000 de nuevas familias al año.

Se ha propuesto lograrlo promoviendo el uso sustentable de los recursos naturales, especialmente la eficiencia en el uso de agua y la energía, para lo cual se ha firmado un convenio de colaboración entre la Secretaría del Medio Ambiente y los organismos nacionales de vivienda, para operar el Programa para el Desarrollo Sustentable de Vivienda. El objeto del convenio es establecer las bases de colaboración entre la SEMARNAT, CONAVI y las ONAVIS: INFONAVIT, FONHAPO, FOVISSSTE y SHF, que garanticen la protección al ambiente y economice el aprovechamiento de bienes y servicios asociados a la ocupación y funcionalidad de la vivienda. El programa inicia con

proyectos piloto de las constructoras URBI, PULTE y BRACSA y los Institutos Estatales de Vivienda de Nuevo León y Tamaulipas, en las ciudades de Monterrey, Mexicali, Querétaro, Hermosillo, Nuevo Laredo y Acapulco, entre otras, correspondientes a los climas, cálido-seco, cálido-seco extremoso, templado y cálido-húmedo (Figura 2).

Las partes del proyecto son las prioridades ambientales, las líneas estratégicas y las acciones. Entre las prioridades ambientales se pretende el uso y aprovechamiento sustentable del agua y la energía; el incremento de áreas verdes en los conjuntos; el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y el mejoramiento de los espacios habitables de la vivienda mediante el diseño bioclimático y la aplicación de ecotécnicas.

Las líneas estratégicas del proyecto son la investigación y transferencia de tecnología; el financiamiento; la capacitación y educación y la información y difusión.

Existen acciones enfocadas al uso de agua, como el empleo de dispositivos ahorradores y reductores en el consumo de agua en la vivienda; esquemas de distribución y almacenamiento de agua, adecuados a las características de presión; acabados permeables en pavimentos y sistemas de captación y aprovechamiento del agua pluvial. Las acciones más relevantes en el uso de energía son los proyectos con diseño bioclimático (ventilación, iluminación y soleamiento); el empleo de materiales con aislamiento térmico; uso de ecotécnicas para la climatización; integración de sistemas ahorradores de energía en iluminación y luminarias, calentadores de agua con energía solar y celdas fotoeléctricas.

En acciones para drenaje destacan la planta de tratamiento de aguas residuales; el sistema de red para aprovechamiento de agua tratada para riego de áreas verdes y el sistema de reciclaje de agua.

Para residuos sólidos se propone el equipamiento para la separación y colecta de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos y el equipamiento para la producción de composta.

Finalmente, las acciones para las áreas verdes consisten en la donación y sembrado de dos árboles de especies nativas de la región, por cada vivienda construida y la producción de composta y su reutilización en áreas jardinadas

Resultados del proyecto piloto del programa Vivienda Sustentable de CONAVI

En Tabla 1 se presentan los beneficios estimados que se obtendrían por incorporar criterios de diseño bioclimático en la vivienda de interés social;

Constructora/Ciudad	Número de viviendas	Ahorro de energía (kWh)	Ahorro en facturación (\$)	Reducción de emisiones de CO ₂ (Ton)
BRACSA, Acapulco	62	151,900.00	288,610.00	104.78
URBI: Mexicali, Hermosillo, Cd. Juárez	4476	3,811,761.60	7,337,641.08	2,685.60
PULTE, Querétaro	45	82,708.20	159,213.15	58.05
Estado de Nuevo León	56	102,925.76	198,131.92	72.24
Estado de Tamaulipas	358	657,989.68	1,266,629.06	461.82
Total	4997	4,807,285.24	9,250,225.21	3,342.49

Tabla 1 Beneficios energéticos, económicos y ambientales anuales por las viviendas del proyecto piloto del programa Vivienda Sustentable de CONAVI.

En la tabla 1 se observa que tan solo 5,000 viviendas en un año representan un ahorro de energía de 4,807 MWh, dejando de emitir al ambiente 3,342.49 toneladas de CO₂, si se climatizaran dichas viviendas con aire acondicionado y cuya energía fuera de origen fósil, además de evitar el gasto a los usuarios por conceptos de consumo de energía eléctrica.



Figura 2. Vivienda sustentable en Monterrey.

Como se observa en la descripción del programa Vivienda Sustentable, los edificios pueden tener una base científica: donde sean adecuados al ambiente, de bajos costos de operación, mediante la innovación tecnológica y el diseño bioclimático, encaminando a proveer al uso de espacios confortables y funcionales. Por ello, es importante considerar el diseño bioclimático como un aspecto complementario, no suplementario, de la vivienda de interés social, para asegurar que, verdaderamente, se construyan espacios que respeten el entorno natural y permitan el ahorro de energía, la comodidad y el fortalecimiento de la cultura e identidad regional.

La hipoteca verde

Los criterios generales y específicos de la hipoteca verde son: Localización, Social, Calidad ambiental interior, Materiales, Energía, Agua y Diseño

Como la hipoteca tiene su base en recursos económicos, en una primera etapa se consideran solamente las condiciones de diseño y tecnologías para que permitan el ahorro de agua y de energía (gas y electricidad), siempre y cuando pueda ser cuantificado el beneficio en dinero ahorrado mensualmente por las mismas, esto es que se refleje en dinero no gastado por el usuario o habitante de la vivienda en los servicios, el ahorro será un aumento en el monto de crédito que será otorgado por la institución financiadora. Además de cuantificar los beneficios ambientales como la conservación de los recursos naturales y el CO₂ no emitido o evitado, que permita definir el nivel de sustentabilidad de las nuevas viviendas.

El aumento de crédito será el que pague las tecnologías y diseño que permita el camino a la sustentabilidad de la vivienda de interés social.

Las tecnologías para el:

- Ahorro de gas

- Calentador solar de agua
- Calentador de gas instantáneo
- Ahorro de electricidad
 - Lámparas compactas fluorescentes
 - Aislamiento en el techo
 - Aire acondicionado eficiente
- Ahorro de agua
 - Sistema dual para el WC
 - Regaderas obturadoras
 - Llaves ahorradoras de agua

Se considero, para el análisis de los beneficios, las características indicadas por los fabricantes, conforme a la normatividad vigente, la cual se debe de cumplir, para garantizar la tecnología, asimismo las tarifas actuales del gas, electricidad y agua.

Como herramientas para la hipoteca verde se tendrá un manual impreso) sobre las tecnologías y sus beneficios para cada región y esta relacionada con ciudades, además de los formatos para poder cuantificar, los ahorros en dinero, agua, gas y electricidad, además del CO2 evitado en cada vivienda por el uso de dichas tecnologías. Así como un software que permite indicar las decisiones de diseño y las tecnologías utilizadas, con ello se cuantifica para cada ciudad, donde será construida la vivienda, los beneficios o ahorros, ambas herramientas serán públicas.

Proyectos actuales

Se emitirán los criterios, indicadores y parámetros para la vivienda sustentable por la CONAVI, mismos que permitirán otorgar subsidios, igualmente se elaboraron las líneas base para la vivienda en México y el primer borrador del programa de certificación de viviendas sustentables.

ESTADO DE AVANCE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PID 2004 N° 23120 “DISEÑO DE VIVIENDAS SOCIALES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES PARA DISTINTAS LOCALIZACIONES GEOGRÁFICAS Y CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA PROVINCIA DE MENDOZA”

Autores: Ing. José Luis Cortegoso¹, Arq. Jorge Alberto Mitchell¹
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)
Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Av. Adrián Ruiz Leal s/n-Parque Gral. San Martín-(5500)-Mendoza-Argentina
Casilla de Correo 131-Correo Central-Mendoza-Argentina
Tel: 54-261-5244310-Fax: 54-261-5244001
Sitio Web: <http://www.cricyt.edu.ar/lahv>
Correo-E: jmitchell@lab.cricyt.edu.ar, jcortego@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN

El objetivo principal del proyecto es el diseño, construcción y evaluación de conjuntos de viviendas sociales sustentables en las zonas bioclimáticas más representativas del territorio provincial de Mendoza, Argentina. Tanto el diseño de las unidades habitacionales como el de los conjuntos se realizarán teniendo en cuenta estrategias bioclimáticas y metodologías participativas, orientadas a obtener viviendas energéticamente eficientes ajustadas a las necesidades de los usuarios y a los presupuestos de las viviendas de construcción oficial. Una vivienda por conjunto tendrá mejoras tecnológicas para optimizar su funcionamiento con un sobre costo acotado, mejoras que el resto de los usuarios podrá incorporar gradualmente. El confort interior y el grado de satisfacción de los usuarios se evaluarán mediante simulaciones, mediciones y encuestas. Otros resultados planteados son la transferencia de conocimiento al personal técnico de organismos oficiales, la difusión amplia de los resultados del proyecto, y la especificación de bases para futuras operatorias específicas de vivienda social bioclimática.

Palabras clave: vivienda social, diseño participativo, estrategias bioclimáticas, confort, sustentabilidad, energías alternativas.

INTRODUCCIÓN

Se describe en el presente trabajo el estado de avance de un proyecto de investigación y desarrollo de viviendas sociales bioclimáticas para la provincia de Mendoza-Argentina.

El proyecto, iniciado formalmente el 19 de Abril de 2007, tiene una duración de tres años y es financiado por la Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Técnica (ANPCyT) de Argentina. La entidad beneficiaria del proyecto es el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), y la unidad ejecutora es el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV) perteneciente al Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA). La contraparte como entidad adoptante y encargada de deconstruir los conjuntos de viviendas es el Instituto Provincial de la Vivienda (IPV) de Mendoza.

DESCRIPCIÓN

Se detallan a continuación los avances logrados en las distintas actividades que forman parte del cronograma de tareas del proyecto:

Zonificación bioclimática

Se ha completado el proceso de recopilación y procesamiento de la información climática disponible. La información de base corresponde a los datos meteorológicos de 18 estaciones de la provincia y algunas estaciones vecinas de provincias limítrofes, correspondientes a varias décadas entre 1950 y 1990.

La información proviene del Servicio Meteorológico Nacional de Argentina, y en algunos casos de datos recopilados por otras instituciones. La utilización de la década 1990-2000 se desestimó dado que algunas de las estaciones del Servicio Meteorológico fueron desactivadas en el transcurso de ese período.

A los fines de determinar la metodología de trabajo, se ha realizado el estudio de antecedentes de zonificación bioclimática con características similares en lo que se refiere a la disponibilidad de datos y al tipo de resultado deseado. En principio se ha decidido trabajar sobre la base de obtener mapas con las estrategias bioclimáticas recomendadas para cada zona, dirigidos a brindar apoyo en las decisiones de diseño a técnicos y usuarios en general.

La zonificación deberá ser de fácil interpretación, y estará disponible en línea a través del sitio Web del Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV) en la forma de mapas interactivos. Si el usuario lo requiere, podrá conocer además el detalle de las variables climáticas disponibles para cada zona.

Como parte del trabajo específico de zonificación, se ha comenzado a la fecha el análisis estadístico de las variables climáticas de interés.

Selección de entidades intermedias

Se ha realizado la búsqueda, análisis y selección de entidades intermedias incorporadas al Plan Federal de Viviendas de la Provincia de Mendoza, en base a los siguientes criterios:

- Localización bioclimática (dado que en esta etapa la zonificación bioclimática que forma parte del proyecto está en desarrollo, para la selección de entidades intermedias se ha utilizado como referencia la zonificación propuesta por la norma IRAM 11603 de Argentina).
- Características urbano/rural.
- Escala del grupo beneficiario (entre 30 y 50 familias).
- Priorización por parte del Municipio para ser financiados por el Plan Federal.
- Disponibilidad de terreno.
- Nivel de desarrollo del loteo.
- Características socioeconómicas del grupo.

Esta tarea fue realizada por el grupo responsable del proyecto, en conjunto con el Instituto Provincial de la Vivienda y los funcionarios y técnicos de los Municipios participantes desde sus diferentes áreas (vivienda, desarrollo social, catastro, obras públicas).

Se seleccionaron seis grupos de familias. Estos grupos, que participan del proyecto en calidad de beneficiarios y cumplen un rol activo en el desarrollo de los talleres, pertenecen a los siguientes departamentos provinciales:

- Junín
- Guaymallén
- La Paz
- Malargüe
- Las Heras (Uspallata)
- Tunuyán

Reconocimiento de Terreno y Usuarios

Esta tarea tuvo como objetivo ubicar, relevar y georreferenciar los terrenos donde se construirán los seis conjuntos de viviendas sociales bioclimáticas. Las actividades incluyen entrevistas con los miembros de las organizaciones comunitarias de base y con funcionarios de los municipios seleccionados, a los efectos de presentar la propuesta del proyecto de investigación y establecer los alcances del trabajo participativo interactoral.



Reunión con personal técnico del Municipio de Malargüe



Visita al terreno en Malargüe

Selección de Metodología Participativa

El relevamiento de las metodologías participativas de diseño fue realizado a partir de la experiencia recopilada por la RED XIV F del CYTED, documentación con una profusa descripción de la aplicabilidad y limitaciones de cada una de ellas.

En esta tarea la participación de los expertos Arq. Gustavo Romero y Arq. Mariana Ennet ha sido determinante. Esta colaboración se ha concretado a través de un fluido contacto entre los especialistas y los miembros del grupo responsable. La visita de la Arq. Ennet al grupo, en particular, posibilitó un intercambio de pautas organizativas que concluyeron en la propuesta de un taller interno multiactorial a desarrollarse próximamente y que incluye la capacitación de equipos interinstitucionales.

El aporte del Arq. Gustavo Romero de México ha sido continuo y muy fructífero, y su visita está prevista dentro de las actividades del primer año de proyecto.

Como resultado se ha decidido aplicar dos metodologías de diseño participativas con el objeto de medir el grado de satisfacción pos-ocupacional de los usuarios, metodologías cuyos resultados serán comparados al final del proceso:

- La metodología propuesta por el Arq. Jorge A. Mitchell, se implementará con los grupos de Guaymallén (Cooperativa Nueva Esperanza), La Paz (Cooperativa La Corocorteña) y Junín (Unión Vecinal Calle Caballero). Estos tres grupos son de características urbanas, suburbanas y rurales respectivamente.
- El “Método por Opciones”, del Arquitecto Gustavo Romero, se implementará en el resto de los departamentos seleccionados: Malargüe, Tunuyán y Las Heras.

Talleres Participativos

Estos talleres tienen como objetivo la participación activa de las familias beneficiarias del proyecto en el diseño de los conjuntos habitacionales.

Al momento del presente informe se han completado los talleres participativos en la Unión Vecinal Calle Caballero del departamento de Junín, y se han realizado parcialmente talleres con los grupos de Guaymallén y La Paz.



Taller de trabajo en Junín

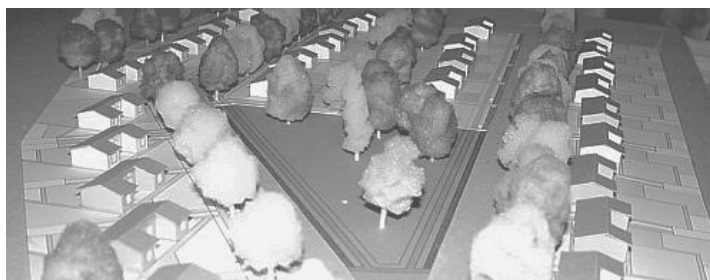
Los mayores avances se han logrado con la Unión Vecinal de Junín. Esta organización ya contaba con una propuesta de anteproyecto bioclimático producto de talleres realizados con anterioridad al proyecto.

Los talleres de trabajo continuaron, ya como parte de las actividades del proyecto, una vez que esta organización fue priorizada por el Municipio de Junín y obtuvo el aval del Instituto Provincial de la Vivienda. Estos talleres, cuyas temáticas se listan a continuación, tuvieron como finalidad ajustar la propuesta original a los nuevos lineamientos derivados del financiamiento con el Plan Federal:

- Revisión del proceso de diseño participativo de vivienda y conjunto habitacional.
- Rediseño participativo de la vivienda.
- Elaboración de nueve tipologías.
- Evaluación y selección.
- Rediseño participativo del conjunto habitacional.
- Anteproyecto de loteo.



Maqueta de la vivienda



Vista parcial de la maqueta del conjunto habitacional



Ubicación del terreno

En el departamento de La Paz (Cooperativa La Corocorteña), se han realizado los siguientes talleres:

9. Entrevista con autoridades municipales y relevamiento de información del grupo.
 3. Localización bioclimática,
 4. Características del grupo (urbano - rural),
 5. Escala del grupo beneficiario,
 6. Grado de desarrollo del loteo,
 7. Características socioeconómicas del grupo, etc.
10. Reconocimiento de los terrenos y entrevistas con el grupo beneficiario (UVC).
 - Relevamiento del terreno y georeferenciación.
 - Entrevista con los destinatarios de las viviendas.
 - Presentación de la propuesta de trabajo participativa interactoral.
11. Taller – aplicación de método de diseño participativo ajustándose a los presupuestos originales de las operatorias vigentes en el IPV.
Desarrollo de talleres participativos:
 - Evaluación de los objetivos de los participantes.
 - Evaluación socio-económica de los integrantes del grupo.
 - Diagnóstico de necesidades y satisfactores grupales existenciales (ser, tener, hacer y estar) y axiológicas (Subsistencia, Protección, Afecto, Entendimiento, Participación, Ocio, Creación, Identidad y Libertad).
 - Programa de necesidades grupales. Identificación, ponderación y selección de necesidades a satisfacer.
 - Evaluación de la capacidad de los satisfactores comunitarios existentes.
 - Aspectos bioclimáticos como respuesta a la necesidad de cobijo, debido a las condiciones climáticas y a la pobreza energética de los sectores populares.
 - Las fuentes renovables como base energética en el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad.
 - Selección por consenso de las pautas de diseño del conjunto habitacional.



Taller de trabajo en La Paz

En el departamento de Guaymallén - Unión Vecinal Nueva Esperanza – (UVNE)

1. Entrevista con autoridades municipales y relevamiento de información del grupo.
 - Localización bioclimática,
 - Características del grupo (urbano - rural),
 - Escala del grupo beneficiario,
 - Grado de desarrollo del loteo,
 - Características socioeconómicas del grupo, etc.

2. Reconocimiento de los terrenos y entrevistas con el grupo beneficiario (UVC).
 - Relevamiento del terreno y georeferenciación.



Taller de trabajo en Guaymallén

Desarrollo de opciones urbanísticas y de diseño de vivienda

Para el caso de “Unión Vecinal Calle Caballero”, se ha llevado a cabo el desarrollo del proyecto participativo del loteo, de infraestructuras y de servicios del conjunto habitacional. También se ha completado a través del diseño participativo, el proyecto arquitectónico, estructural y de servicios de la vivienda.

Se alcanzaron los siguientes resultados:

- Propuesta final de diseño participativo de la vivienda.
- Evaluación térmica del anteproyecto de la vivienda mediante software de simulación.
- Propuestas de diseño participativo del conjunto habitacional, de infraestructura (sistema acequia-cordón-banquina, arbolado de alineación de calle, iluminación artificial) y de servicios.

Desarrollo de Documentación Técnica

En esta etapa del proyecto se lleva a cabo el desarrollo y la elaboración de la documentación técnica a escala Conjunto y Vivienda. Esta instancia es necesaria para el posterior armado del Pliego de Condiciones y Especificaciones con el objeto de convocar a Licitación Pública para la construcción del conjunto habitacional bioclimático.

Se ha desarrollado y completado la documentación técnica correspondiente al Proyecto de Loteo y las Propuestas de Diseño de Infraestructura del Conjunto Residencial Bioclimático “Unión Vecinal Calle Caballero”, documentación que ha sido presentada ante la oficina de Catastro y el Consejo Deliberante del Municipio; este último es el encargado de proveer las instrucciones de loteo de acuerdo a la legislación vigente.

Se espera la aprobación por vía de excepción de la propuesta urbanística presentada, lo que de concretarse sentará un valioso precedente para la implementación futura de otras propuestas ambientalmente sustentables.

Detalle de documentación técnica urbanística:

- Proyecto de Loteo.
- Proyecto de Infraestructura
- Instructivo para el arbolado urbano
- Fundamentación técnico-energético-ambiental de los materiales propuestos para la construcción de veredas y calzadas.
- Proyecto de electrificación y alumbrado público e Instructivo de Alumbrado Público y Control de Polución Lumínica.
- Proyecto de provisión de agua.

Se ha elaborado la documentación técnica completa de la vivienda. Dicha documentación ha sido presentada y aprobada en la oficina de Obras privadas del Municipio de Junín.

Detalle de documentación técnica de la vivienda:

- Planos de arquitectura. Plantas, cortes, vistas, planillas de locales, iluminación y ventilación, detalles constructivos.
- Planos de estructuras y verificación sísmica.
- Planos de instalaciones: de agua, sanitarias y de electricidad.
- Evaluación de riesgo de condensación y cálculo de conductancias de las envolventes.
- Memoria técnico-energética-ambiental del conjunto de viviendas sociales sustentables “Unión Vecinal Calle Caballero”.

Estudio y propuestas de infraestructuras y redes urbanas para su implementación en conjuntos habitacionales sociales en la provincia de Mendoza

Esta tarea ha sido llevada a cabo como parte del plan de trabajo de la Ing. Paula Acosta, becaria contratada con el subsidio del PID 2004 N° 23120.

Justificación de la beca: la literatura existente sobre redes de infraestructura urbana es extensa. Sin embargo, pocas veces tiene consideraciones respecto de la utilización de tecnologías adecuadas así como de las prácticas conscientes - tanto en el diseño como en la ejecución - que consideren las realidades socio-económicas, ambientales y culturales de cada región en particular.

Para el caso de conjuntos de viviendas sociales, a la hora de decidir las redes e infraestructuras, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Minimización del impacto energético y ambiental.
- Minimización del impacto microclimático.
- Minimización del costo de mantenimiento.
- Minimización de los costos (debe ser económicamente viable).
- Viabilidad técnica (factibilidad de ejecución en obra con mínimas dificultades, respetando la disponibilidad de materiales y tecnologías locales).

Las consideraciones anteriores avalan la importancia de una correcta elección de los materiales de las redes e infraestructuras, con el objeto de producir las mínimas perturbaciones al ecosistema y asegurar la sustentabilidad ambiental.

La Ing. Acosta ha desarrollado las siguientes actividades dentro del plan de trabajo de la beca:

- Recopilación y evaluación de información.
- Realización de tres cursos acreditables para el doctorado en Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo como parte de su formación de posgrado.
- Tratativas con el Instituto Provincial de la Vivienda de Mendoza para acordar con el LAHV la experimentación de nuevos sistemas constructivos y de infraestructura de servicios.



Reunión de trabajo en el IPV Mendoza

CONCLUSIONES

La incorporación de criterios racionales que consideren tanto el uso de energías renovables como la participación activa de los usuarios en las decisiones de diseño, constituyen una experiencia inédita en el proyecto y construcción de conjuntos habitacionales por parte de entidades oficiales en Argentina.

En este sentido, debe mencionarse que la activa participación del organismo provincial de vivienda y la decisión del gobierno nacional de impulsar un plan habitacional federal, constituyen el complemento imprescindible del trabajo del equipo de investigadores para asegurar el éxito del proyecto.

El avance logrado en estas primeras etapas es satisfactorio, y se espera que los objetivos planteados se cumplan sin mayores inconvenientes dentro de los plazos originalmente estipulados.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo de trabajo del PID 2004 N° 23120:

Grupo responsable: Mag.Arq.Carlos de Rosa (Director)
Arq.Jorge Alberto Mitchell
Ing.José Luis Cortegoso
Arq.Mirza Basso
Ing.Jorge Claudio Fernández Llano

Becaria: Ing.Paula Andrea Acosta (contratada por el proyecto)

Grupo Colaborador: Dr.Arq.Alejandro Néstor Mesa (LAHV)
Dra.Ing.Erica Correa Cantaloube (LAHV)
Ing.Agr.Claudia Martínez (LAHV)
Esp.Dis.Ind.Martín Endrizzi (LAHV)
Arq.Orlando Lucentini (IPV)
Ing.Beatriz Catón (IPV)
Arq.Eduardo Salomón (IPV)

Y a los organismos provinciales y nacionales participantes en el proyecto:

Entidad Adoptante: Instituto Provincial de la Vivienda de Mendoza (IPV).

Unidad Ejecutora: Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV), dependiente del Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA-CONICET).

Entidad Beneficiaria: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Entidad otorgante del subsidio: Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).

ABSTRACT

The research project referred above has as its main goals the design, construction and evaluation of sustainable social housing ensembles in the most representative bioclimatic zones of Mendoza's provincial territory, in Argentina. Both, houses and neighbourhoods design, will be accomplished taking into account bioclimatic strategies and participative methodologies, aimed at obtaining energy efficient houses that adjust not only to users needs but also to original budgets for traditional construction. One unit per ensemble will be technologically improved in order to optimize its performance at a limited additional cost, improvements that the rest of the users will be able to incorporate gradually. Indoor confort and satisfaction level of users will be evaluated through simulation models, measurements and surveys. Other results aimed at are the transfer of knowledge to technical staffs of official agencies, broad diffusion of project results, and specification of guidelines for future operatories of bioclimatic social housing.

**EXPERIENCIAS DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA EN EL MARCO
DEL DISEÑO SUSTENTABLE Y EN LA APLICACIÓN DE ENERGÍAS
RENOVABLES EN LE HÁBITAT URBANO Y RURAL
Período 2005-07**

Elías Rosenfeld ⁽¹⁾, Gustavo San Juan ⁽¹⁾, Carlos Dícoli ⁽¹⁾

Grupo de Investigación del Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB), de la Facultad de
Arquitectura y Urbanismo (FAU), de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

Argentina.

Calle 47 N°162. La Plata. CP 1900. La Plata

Resumen

El presente trabajo tiene por objeto exponer una serie de trabajos de investigación y transferencia que ejemplifican el desarrollo de los últimos tres años del grupo en la temática del diseño sustentable, en el ámbito urbano y rural. Se plantea el acercamiento a la problemática a partir de distintos “niveles de integración”, donde se definen los objetos de estudio, la descripción de cada problemática, las metodologías particulares utilizadas, y los resultados obtenidos. Se particulariza sobre los niveles: i. *Urbano-rural*, a partir del estudio de los consumos de energía y emisiones en diferentes áreas de consolidación; ii. *Edificio*, a partir de edificios educativos y vivienda de interés social; iii. *Módulos edilicios*, en el desarrollo de núcleos sanitarios comunitarios e individuales, iv. *Sistemas solares*, para calentamiento de agua. Se tiende a dar respuestas concretas con lo cual mejorar la calidad de vida de la población afectada asociada a edificios de interés social.

Palabras Clave: diseño sustentable, energías renovables, hábitat urbano y rural, niveles de integración.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo que se presenta es producto de la experiencia obtenida por la Unidad de Investigación N° 2 del Instituto de Estudios de Hábitat (IDEHAB) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y del Laboratorio de Modelos y Diseño Ambiental (LAMbDA). Uno de sus objetivos es la investigación y desarrollo de tecnología apropiada dirigida a edificios de interés social y específicamente a sectores sociales de escasos recursos, a su vez se trabaja en proyectos orientados a la transferencia de esta tecnología.

Las áreas metropolitanas son territorios en los que se desarrollan permanentes intervenciones, causantes muchas de ellas de fuertes distorsiones ambientales, las cuales profundizan el desequilibrio planteado en la relación ambiente natural-artificial.

La articulación entre proyectos de investigación y extensión universitaria, así como la experiencia en transferencia tecnológica es uno de los ejes más fuertes de la líneas en desarrollo, ya que conforman un espacio de interacción entre el ámbito académico y la

¹ Investigador CONICET

comunidad. Esto permite la reformulación de los procesos, hacia acciones concretas, accesibles y replicables.

El hecho de analizar el hábitat en sus ámbitos urbano a rural, hace necesario enmarcar la problemática en la “calidad ambiental” del mismo. Esto remite a conceptualizar que, el Hombre habita un lugar concreto, siendo condicionado por el, generando impactos ambientales. El hombre y la naturaleza son parte de un sistema, el Ambiente.

Según la Teoría General de Sistemas (TGS), un ambiente es un complejo de factores externos que actúan sobre un sistema y determinan su curso y su forma de existencia. Un ambiente podría considerarse como un súper conjunto, en el cual el sistema dado es un subconjunto. Un ambiente puede tener uno o más parámetros, físicos o de otra naturaleza”. Esta *calidad ambiental*, es la que caracteriza ese *habitar*, propiciando un ambiente sano, económicamente favorable y socialmente justo. Esto implica un uso de la energía - entendida desde la demanda- determinada según sector y su consecuente impacto ambiental, local o regional, por ejemplo a partir de la dependencia de recursos renovables y no renovables, o a las emisiones producidas a la atmósfera.

Entre las preguntas que el equipo se hace podemos mencionar las siguientes:

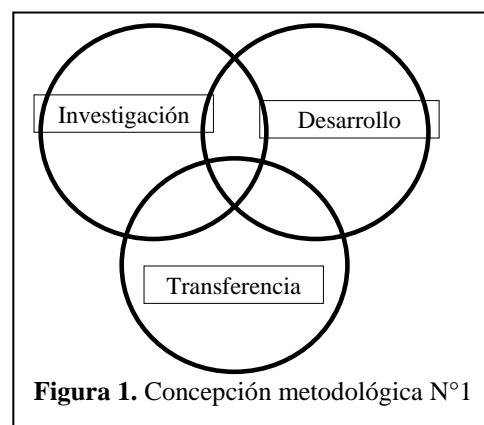
- i. Cómo es se manifiesta el consumo energético en la ciudad en función de áreas de distinta consolidación urbana?
- ii. Cuál es el consumo energético según los distintos sectores que componen la ciudad (residencial, salud, educación, comercio, otros) ?
- iii. Cuáles son las posibilidades de incorporar en el medio urbano, criterios de acciones de conservación (C), uso eficiente de la energía (UEE) y sistemas pasivos (SP)?
- iv. Cuál es el impacto ambiental urbano (IAu)?
- v. Qué metodologías son las necesarias de implementar y/o desarrollar?
- vi. Cuál es el comportamiento energético de la aplicación de medidas de UEE, de las distintas tipologías y de los sectores urbanos que componen la ciudad?
- vii. Cuáles son los modelos edilicios, en sus diferentes escalas más apropiados?
- viii. Cuáles son las tecnologías y técnicas más acordes a la realidad socio-cultural?
- ix. Cómo incide en la calidad de vida la aplicación de estas propuestas, sobre todo en los sectores sociales más desprotegidos?

2. ENMARQUE METODOLOGICO

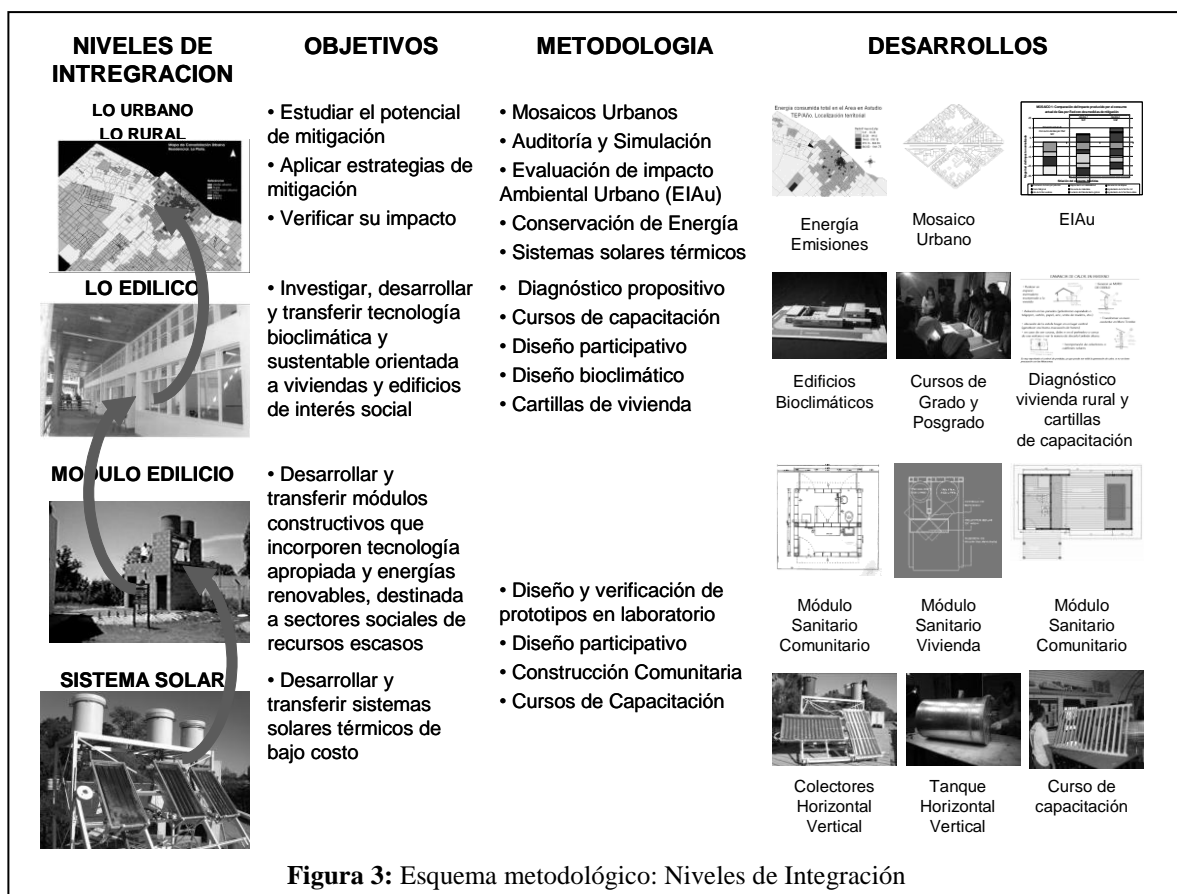
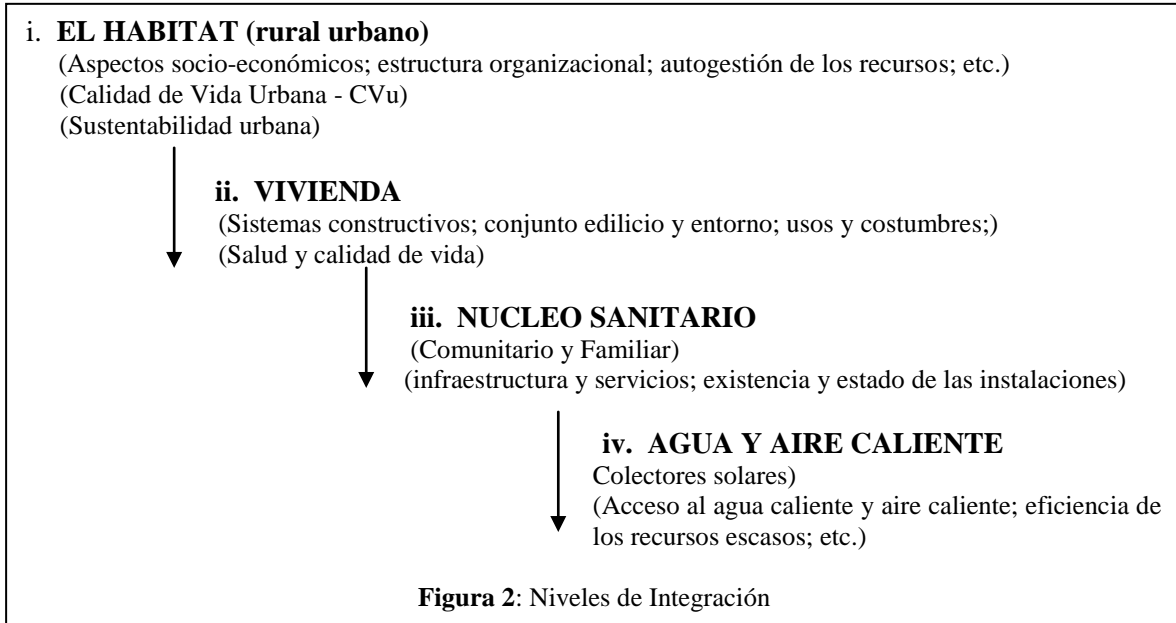
Haciendo una síntesis del tema, requerimos explicitar tres concepciones:

La integración entre: *Investigación* (básica y aplicada); *Transferencia* (Acciones de vinculación tecnológica y docencia de grado, posgrado y no formal); *Desarrollo de productos y prototipos* (en cuanto a tecnología y procesos), en el marco de equidad social, coherencia ambiental, conciliación entre Desarrollo y Ambiente.

Figura 1.



2.2. Se aborda la problemática de manera integral, entendiéndola a partir del concepto de “niveles de integración” que la conforman: i. Hábitat urbano y rural; ii. Vivienda; iii. Núcleo Sanitario; iv. Agua y aire caliente; así como también las macro variables que estructuran el problema (Procesos culturales; Modos de vida; Espacios de apropiación y uso; Estructura socioeconómica; Estructura productiva; Recursos). (San Juan, 2007). Figura 2 y 3.



3. DESARROLLO

Lo urbano- Lo rural

En la Argentina, las áreas metropolitanas concentran alrededor del 85% de la población, con una utilización de aproximadamente, el 35% de la energía consumida en el país. Semejante concentración provoca importantes distorsiones en todos los sectores intervinientes provocando graves consecuencias tanto en la sobre explotación de los recursos y gastos, como en el ambiente en general. A escala urbana el deterioro ambiental se manifiesta en un desarrollo casi incontrolado y en ciertos aspectos caótico, con patrones de crecimiento que no tienen en cuenta los condicionantes y las oportunidades emergentes del ambiente, y por la baja calidad y eficiencia de los servicios urbanos. Todo ello "producto por un lado de la carencia de recursos e insuficiente inversión en infraestructura y por otro, de los condicionamientos de los gobiernos locales en su capacidad de planificar, coordinar y administrar la operación de crecimiento de las ciudades". (UNDP/BM/UNCHS, 1991)

Parece claro que la crisis abarca al soporte físico y a la gestión, entendiendo a esta última como un conjunto (a nivel regional) de procesos públicos y privados de carácter económico-productivo, social, político y administrativo, que se concreta entre el medio natural y artificial. Se configura el espacio y las acciones relacionadas a la extracción de recursos, procesos y producción, regulación, mantenimiento y manejo de los efluentes y emisiones. Se entiende que los cambios de actitudes deben ser sustanciales en la manera de utilizar y administrar los recursos naturales, entre ellos los energéticos. Consideramos que deben crearse los mecanismos y las herramientas que permitan visualizar y dimensionar de manera integral las variables y dimensiones intervinientes y adoptar las acciones conducentes.

El universo de análisis, se centra en las áreas urbanas y en particular la ciudad de La Plata (como caso de aplicación), la cual está ubicada en la zona templado-cálida húmeda (IIIb, IRAM), en la llanura pampeana. La altitud media es de 15 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media de verano de 22,4°C y de 9,7°C en invierno. Fundada en 1882, fue diseñada bajo los postulados higienistas imperantes en la época. La población, según censo del año 2001, es de 574.369 habitantes, estimándose el parque automotor privado en un auto cada 4,5 habitantes. Esta ciudad presenta significativas falencias en los procesos de gestión, en la integración de la información relevante, en la formulación acertada de diagnósticos y en la toma de decisiones, en general aisladas, generando situaciones de crisis no deseadas, todas ellas consecuencia de un restringido manejo de la información, minado frecuentemente por un análisis de corto plazo. Tenemos conciencia que esta situación es común a toda el Área Metropolitana de Buenos Aires.

En consecuencia, teniendo en cuenta las potencialidades y las falencias planteadas, se considera necesario mejorar sustancialmente los instrumentos y herramientas para el diagnóstico integral con el objeto de facilitar la gestión y la planificación. Se cuenta con metodología desarrollada e información sectorial de diferentes fragmentos del tejido urbano y sus múltiples dimensiones. Esto permitió detectar, identificar y cuantificar perfiles característicos de comportamiento a escala urbano-regional y a escala diferencial, su evolución histórica en relación a los escenarios de pre y post-privatización de los servicios. Los resultados obtenidos forman un cuerpo de información básica y necesaria para la formulación de diagnósticos, previo a la planificación, en el marco de una necesaria

integración de conocimientos. En esta línea se plantea el desarrollo de un instrumento que facilite el diagnóstico y la gestión urbano-regional a través de la realización de un *Atlas ambiental* y un *Modelo de calidad de Vida Urbano*. (Rosenfeld, 2005) (Discoli, 2006). Figura 4 y 5.

Asimismo se trabaja en la conformación y aplicación de una metodología para evaluar el impacto energético-ambiental de áreas urbanas (EIAu), a partir de la adopción de sectores reducidos representativos del universo de análisis. Los estudios son y constituyen una herramienta de gestión eficaz que permite por un lado visualizar el estado de situación del ambiente para la formulación de diagnósticos, y por el otro, la verificación de “medidas de mitigación”, entendidas éstas como acciones correctivas ante la detección de un impacto que pueda causar efectos negativos sobre el ambiente (Gómez Orea, 1999). El propósito principal del proceso de EIA es animar a que se considere el medio ambiente en la planificación y en la toma de decisiones (Canter, 2000). En este caso se evalúa inicialmente el impacto producido por la variable “consumo de gas para calefacción” en dos conformaciones urbanas de distinta consolidación. Se proponen dos medidas de mitigación ante el impacto primario: “Ahorro de gas por conservación de la energía en la envolvente edilicia, ii- Ahorro de gas por utilización de Energías Renovables”. Estas áreas homogéneas se definen en base a la “cobertura de servicios básicos de infraestructura: agua corriente, gas por red, electricidad por red (SBI) y “ocupación del suelo“(OS), lo que llamamos grado de *Consolidación urbana* (Rosenfeld et al, 2000). (Rosenfeld, G. Gallo Mendoza. 2004-2006). Figuras 6 a 8.

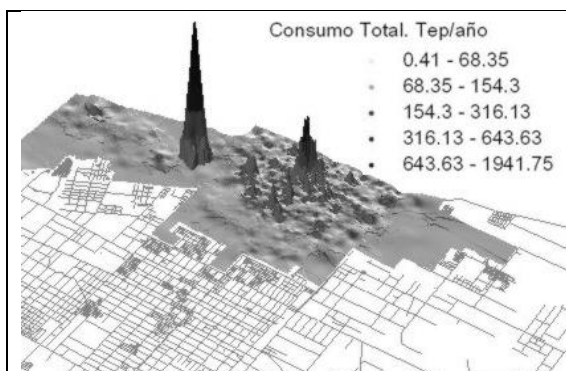


Figura 4: Consumo total ciudad de La Plata TEP/Año

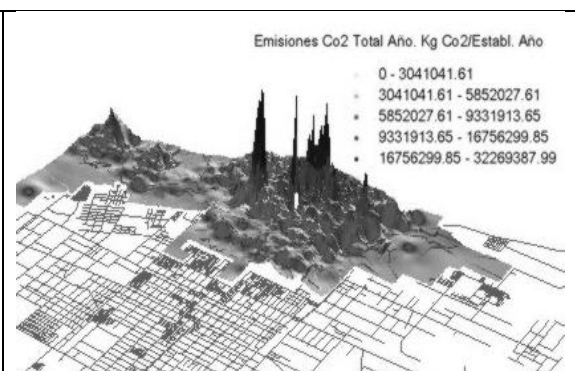


Figura 5: Emisiones de CO2. Red de Escuelas Kg/establecimiento/año

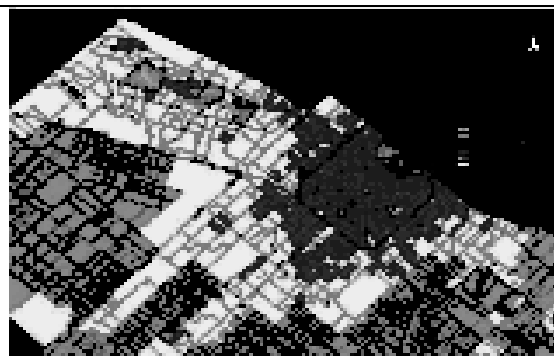


Figura 6: Mapa de Grados de Consolidación Urbana

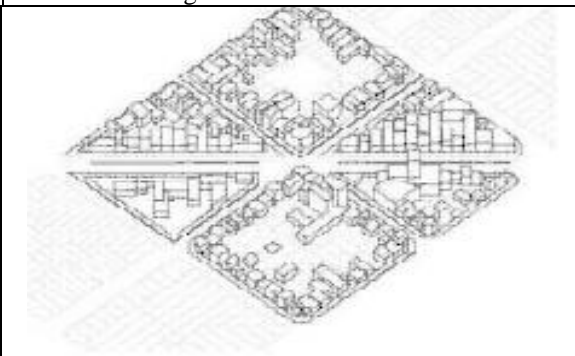
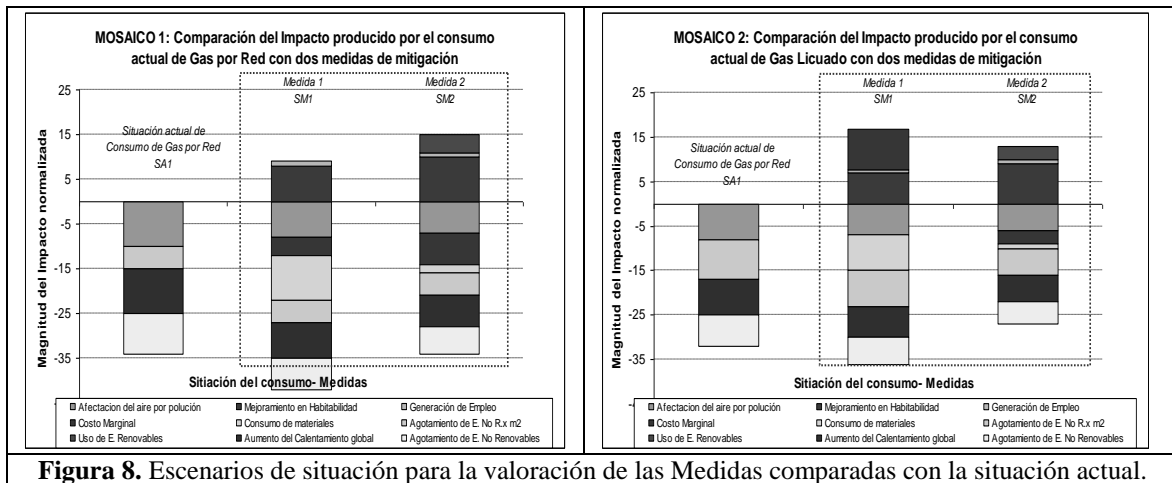


Figura 7: Mosaico urbano, representativo.



Lo edificio

En este nivel se trabaja a partir del estudio del comportamiento energético-ambiental e incorporación de sistemas de producción térmica pasivos, en edificios de interés social:

- i. *Edificios residenciales, asociados a sectores sociales medios y bajos*, en referencia a áreas de baja y media consolidación urbana. Se dimensiona el consumo energético (gas y electricidad), su impacto ambiental, y se estudia la posibilidad de incorporar medidas de conservación y uso eficiente de la energía, así como la inclusión de sistemas tales como ganancia solar directa (GAD), producción de aire caliente para calefacción (muros colectores) y producción de agua caliente solar.
- ii. *Edificios residenciales, pertenecientes a sectores sociales deprimidos y productores rurales descapitalizados*. Estos últimos con residencia en el Parque Pereira Iraola (PPI), situado a 20Km de la Ciudad de La Plata, el cual es un área declarada MAB-UNESCO, “Reserva de la Biosfera”. Se trabaja en el desarrollo de un proyecto integral y sustentable, entre Estado y productores. Las tareas en desarrollo incluyen: a. Diagnóstico participativo de las condiciones de vida y habitabilidad de sus viviendas; b. Producción de pautas de diseño y modelos residenciales alternativos; c. Confección de cartillas de capacitación para la mejora de la vivienda; d. Reuniones grupales de concientización-formación. Figuras 9 a 12.
- iii. *Edificios escolares*. Se ha trabajado extensamente en la conformación de un cuerpo de conocimiento en este sector el cual involucra distintos niveles, desde el control de redes edilicias, a los edificios, a sus partes componentes. En la actualidad se ha desarrollado la capacitación teórico-proyectual de los profesionales encargados del diseño de establecimientos escolares de la provincia de Buenos Aires, correspondientes a la Dirección Provincial de Infraestructura Escolar (DPI) y la Unidad Ejecutora Provincial (UEP). Los objetivos son: a. Actualizar los conocimientos de los profesionales actuantes; b. Producir modelos construidos, acentuando el diseño bioclimático; c. Accionar en la interacción entre encargados de la gestión, el diseño, los docentes y los usuarios. Figuras 13 a 16.



Figura 9: Reuniones de trabajo comunitarias.



Figura 10: Vivienda de un productor del PPI.

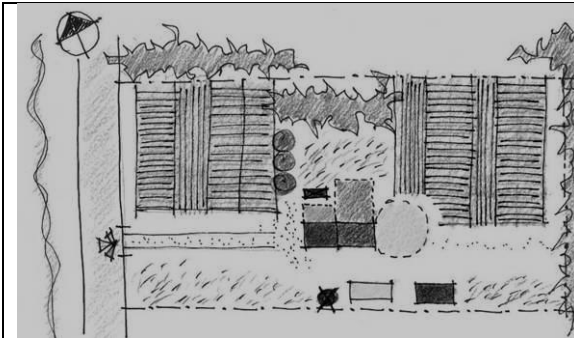


Figura 11: Modelo tipológico de una quinta.

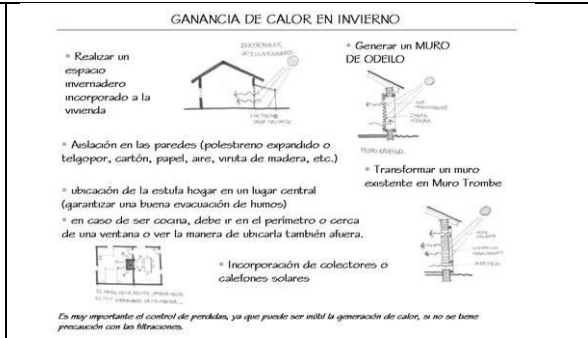


Figura 12: Página de cartilla. Versión Beta.



Figura 13: Curso Arquitectura Escolar.

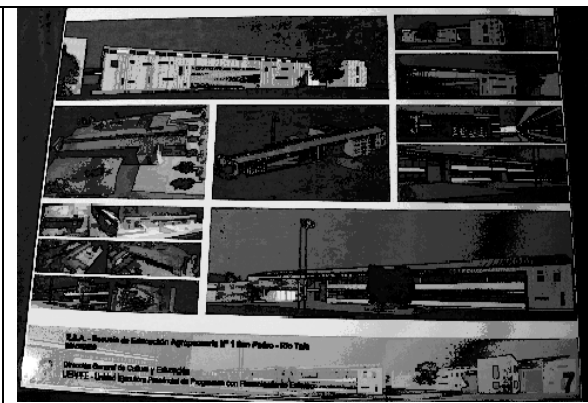


Figura 14: Proyectos bioclimáticos resultantes.



Figura 15: Edificio bioclimático construido. (SUM)


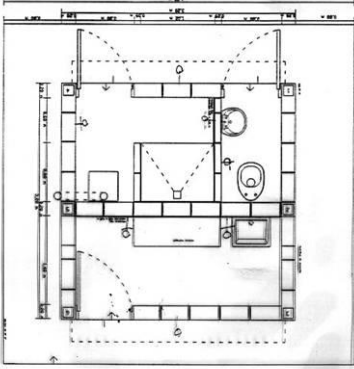
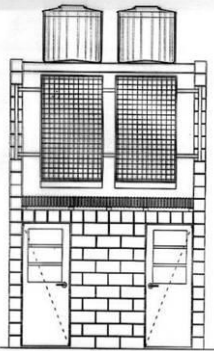





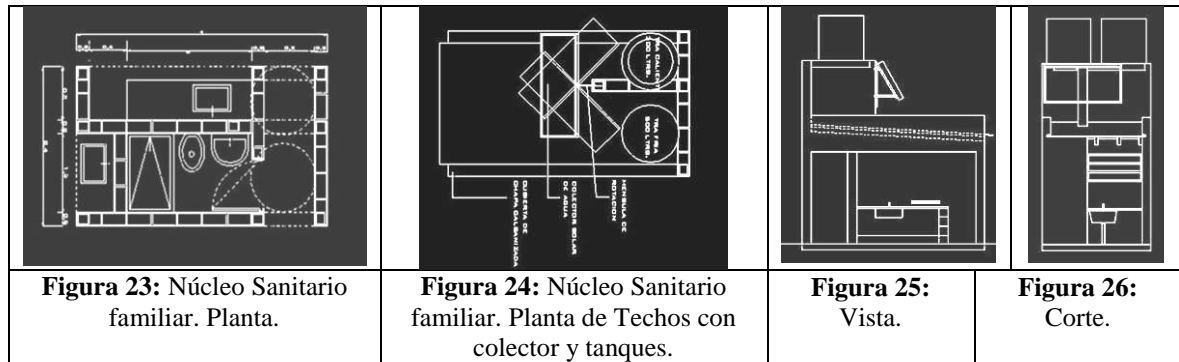
Figura 16: Edificio bioclimático construido.

3.3. Núcleo Sanitario

En el marco de la vivienda de interés social, se ha detectado que el núcleo sanitario es el sector de mayor conflictividad, en relación a la higiene personal, el lavado de ropa y alimentos, a la cocción y calentamiento de agua y al saneamiento ambiental. El trabajo e interacción con las distintas comunidades -consideradas de escasos recursos- ha definido el desarrollo de tres modelos: a. *Núcleo sanitario comunitario*. A partir del diseño y construcción en conjunto (Universidad-Comunidad-Estado) de un módulo sanitario, con crecimiento, el cual incorpora un muro colector para calentamiento de aire y colectores solares planos para calentamiento de agua. Este prototipo fue materializado con tecnología tradicional de mampuestos de ladrillos. (Comunidad de “El molino”, en la localidad de Ensenada) Figuras 17 a 22; b. *Núcleo sanitario familiar bi-nuclear* (baño-cocina) utilizando tecnología liviana (madera) el cual se instalará en la comunidad de productores rurales del Parque Pereyra Iraola. Contempla cocina de barro de alta eficiencia tipo Wiche y colectores solares planos de bajo costo; c. *Núcleo sanitario familiar*, el cual se manifiesta en sus diferentes formas de adaptabilidad a la vivienda. (San Juan, et al, 2004). Figuras 23 a 26.

La metodología de trabajo se centra en a. El trabajo con la comunidad con lo cual incidir en la autogestión de sus recursos; b. Diseño en gabinete y laboratorio; c. Utilización de tecnología apropiada; d. Utilización de materiales habituales de bajo costo; e. Construcción de prototipos, los cuales puedan ser replicados; f. Conformación de manual de autoconstrucción; g. Jornadas y cursos de capacitación. (San Juan, 2007-2010)

		
<p>Figura 17: Módulo sanitario.</p>	<p>Figura 18: Núcleo Sanitario comunitarios. Plata.</p>	<p>Figura 19: Núcleo Sanitario comunitarios. Vista.</p>
		
<p>Figura 20: Colector de aire.</p>	<p>Figura 21: Núcleo Sanitario.</p>	<p>Figura 22: Núcleo Sanitario.</p>



3.3. Colectores solares para calentamiento de agua

Se tiene por objetivo desarrollar sistemas solares utilizando tecnologías apropiadas, dando respuesta a las necesidades de sectores de la comunidad cuya situación de pobreza los limita a condiciones mínimas de higiene, salubridad y consumo energético. Esto se asocia a la precariedad de sus viviendas y a sus instalaciones sanitarias. Se sostiene su desarrollo a partir del grado de *Aceptación social de la tecnología*, entendida esta como el comportamiento de los individuos ante la tecnología y su grado de aprobación, a través de la participación del usuario durante el proceso de gestación de las mismas y durante la transferencia.

Las premisas del proyecto son: i. La utilización de materiales de bajo costo (como plásticos, PVC, polietileno negro, polipropileno, materiales no habituales en productos de mercado, etc); 2. La facilidad constructiva, usando herramientas de uso en un hogar; 3. La posibilidad de su realización por auto construcción con personas de poca especialización en la materia. Se aceptó el hecho de que puedan obtenerse niveles de temperatura en tanque de acumulación menores a los estándares normales de equipos industrializados de venta en el mercado, así como niveles de temperatura, a partir de obtener sistemas con una tecnología transferible y replicable, sobre todo para sectores de la población que en general no disponen de recursos herramientas, técnicos ni económicos para el acceso a este servicio, así como en muchos casos la imposibilidad de acceder a vectores energéticos tradicionales (llámese gas o electricidad por red).

Se han desarrollado una serie de equipos alternativos que no compiten técnica ni económicamente en el mercado, constituidos por 2 m² de superficie de colección (modelo horizontal y modelo vertical), con una acumulación de 80lts de agua (en tanques verticales u horizontales). La temperatura alcanzada en condiciones invernales para la zona (Radiación media = 600 w/m² y máx 800 w/m² y días con nubosidades intermedias con registros de radiaciones mínimas del orden de 130 w/m²), supera los 38 °C la cuál consideramos mínima para aseo o ducha personal en cualquier caso (cabe aclarar que estos sistemas están destinados a sectores donde no existe la posibilidad de tener el recurso o es muy caro, lo que da un margen mayor para las temperaturas mínimas requeridas). Se alcanzan valores máximos de 52 °C para el colector de Polietileno y 57 °C para el de PVC. Gracias a estos picos de temperatura y teniendo en cuenta que la caída de temperatura nocturna se estima en 10 °C, la temperatura resultante en tanques se mantiene hasta el día siguiente por encima de este nivel mínimo. Figuras 27 y 28.

Se tiene como objetivos: a. desarrollar y validar el funcionamiento de los sistemas; b. realizar un “kit” o pre-armado de elementos; c. Realizar elementos de capacitación y

transferencia tales como: manual de auto construcción y cortos metraje con lo cual poder difundir la experiencia y utilizar este material como elemento facilitador para su construcción y replicación. (Figuras 29 a 32) (San Juan G. , 2006) (San Juan G. 2007)



Figura 27: Colectores solares planos en banco de ensayo

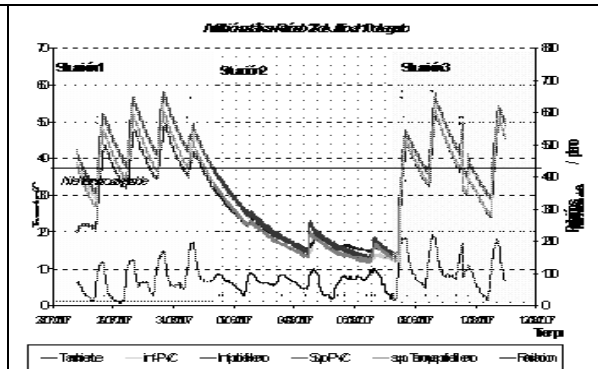


Figura 28: Curva de temperaturas alcanzadas.



Figura 29: Transferencia a la comunidad



Figura 30: Transferencia a la comunidad

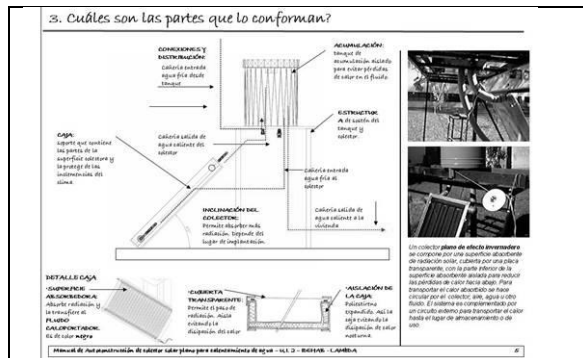


Figura 31: Página del manual de autoconstrucción.



Figura 32: Página del manual de autoconstrucción.

4. CONCLUSIONES

Como principal conclusión podría sintetizarse que para afrontar cualquier tipo de proyecto de edificio de interés social, es necesario entender el hábitat como un conjunto integral y único, comprendiendo todas las escalas y macrovariables del problema, para que sea un proyecto acorde a la complejidad que lo caracteriza y apropiable por parte de la comunidad destinataria. Este análisis es necesario para su comprensión y para poder generar propuestas que no sólo respondan a las necesidades, sino también que pongan en valor y respeten las características culturales de cada grupo social.

Se ha verificado a través de la experiencia en investigación y extensión universitaria, que en la actualidad se hace casi imposible entender las problemáticas y plantear acciones mediante la utilización de los métodos tradicionales. Esto significa que se hace inevitable plantear proyectos de acción participativa, de manera interdisciplinaria, involucrando a todos los actores sociales, acortando las distancias entre las necesidades de la sociedad y el ámbito científico y académico.

A su vez, para cualquier emprendimiento de carácter participativo, es condición central un equilibrio en el compromiso y distribución de responsabilidades entre todos los actores, tanto del Estado como de la comunidad. Asimismo todas las partes deben reconocer la problemática y asumirla como propia, aunque poder afrontar un proyecto de autoconstrucción y autogestión, es imprescindible la participación del Estado, ya sea con aportes económicos, técnicos o legales.

Por último, se ha verificado que a través de pequeñas acciones estudiadas y desarrolladas de modo sistemático, puede mejorarse la calidad del hábitat.

Referencias Bibliográficas

- Canter Larry, W. (2000). "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. 2° edición". pp. 2-3, 71-121. Editorial Mc Graw- Hill.
- Discoli et al (2006/2008). "Modelo de Calidad de Vida Urbana. Diagnóstico de necesidades básicas en infraestructura, servicios y calidad ambiental para áreas urbanas con demandas insatisfechas". Proyecto Acreditado UNLP, código 11/U083.
- Gomez Orea, D. (1999). "Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo

AUDITORÍAS BIOCLIMÁTICAS EN VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

S. de Schiller¹, J. M Evans¹, J. C. Patrone¹, A. M. Compagnoni¹, L. Donzelli²

¹Centro de Investigación Hábitat y Energía,

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo

²Grupo Energía y Ambiente, Departamento de Electrotécnica

Facultad de Ingeniería,

Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

La calidad ambiental y las condiciones de habitabilidad son requerimientos básicos y fundamentales a contemplar en la producción del hábitat construido, tanto en aspectos de diseño como de las características constructivas, especialmente críticos en vivienda popular, a fin de lograr soluciones sustentables en el tiempo. Desde la perspectiva social, económica y ambiental, esta condición contribuye también a promover salud y productividad, con beneficios directos para los ocupantes y la sociedad en su conjunto. En este trabajo se presenta la problemática de calidad ambiental y eficiencia energética en sectores de bajos recursos y plantea la formulación de iniciativas y medidas de instrumentación de programas de mejoramiento en viviendas carenciadas del parque residencial en general y analiza el caso específico de vivienda en Gran Buenos Aires. Estos estudios están basados en mediciones de las condiciones actuales, estudios de las características constructivas y encuestas de los ocupantes.

Palabras Claves: Vivienda social, eficiencia energética, vivienda sustentable, mejoramiento del hábitat construido.

INTRODUCCIÓN

El trabajo presenta estudios realizados en vivienda de interés social, con relevamientos, diagnóstico y mejoramiento de las condiciones de habitabilidad y eficiencia energética, tanto en la evaluación energética-ambiental como en el desarrollo de requerimientos de diseño. Los estudios se llevaron a cabo en situación de crisis energética durante el invierno de 2007, con cortes de suministro de gas a los grandes consumidores. En este marco, el análisis del Balance Energético Nacional (SEN, 2006) demuestra que:

- En Argentina, el sector residencial demanda el 20 % de la energía primaria disponible en el país, utilizada principalmente para acondicionamiento ambiental, el cual comprende: calefacción, refrigeración, iluminación y agua caliente (Tanides et al, 2006), demanda que presenta fuertes variaciones estacionales.
- Mas del 80 % de esa demanda proviene de fuentes fósiles no renovables, mientras disminuyen las reservas nacionales de gas (SEN, 2004).
- Los edificios contribuyen 24 % de los gases efecto invernadero en Argentina (Evans, 2004) y 14 % de este total corresponde al sector residencial, principalmente emisiones correspondientes a la calefacción.
- El control de las tarifas domiciliarias de gas y electricidad produce como resultado un precio altamente subsidiado. Este subsidio no se distribuye en forma equitativa, ya que

los principales beneficiarios son las viviendas conectadas a la red de gas con grandes demandas de los sectores de altos ingresos, mientras las viviendas de grandes sectores de la población, con limitados recursos, en zonas periféricas sin red de gas, sufren el alto costo del gas envasado, hasta seis veces mayor que gas de red.

En los municipios del Gran Buenos Aires se construyen actualmente miles de viviendas nueva por año a través de los planes sociales de vivienda, respondiendo a la demanda habitacional aunque sin tener en cuenta criterios de eficiencia energética y uso racional de los recursos no renovables. Como resultado, cada año se suman miles de viviendas altamente dependientes de recursos energéticos y requieren consumos excesivos para su acondicionamiento a costos que los ocupantes no pueden afrontar, produciendo problemas económicos para los ocupantes o, en su defecto, bajo nivel de habitabilidad, tanto en invierno como en verano.

Este problema se manifiesta especialmente en zonas urbanas periféricas sin red de gas ni servicio de agua potable o cloacas. En este caso, la electricidad es el único servicio urbano disponible que permite resolver la demanda de bombeo de agua, calefacción, cocción, iluminación y otros servicios, a precios similares al del gas envasado, aunque muchos usuarios se encuentran en dificultades con el pago de este servicio.

En este marco, este estudio tiene por objetivo obtener datos de las condiciones de habitabilidad y demanda de energía en vivienda social de bajos recursos y evaluar los costos y posibilidades técnicas de mejorar el comportamiento térmico de las viviendas. La hipótesis de trabajo plantea que, si bien las condiciones constructivas de las viviendas no son óptimas, es más económico mejorar las existentes que construir edificios nuevos con buenas características térmicas, y que sería aún más económico resolver aspectos de eficiencia energética como premisa inicial de proyecto en vez de tratar de subsanarlos posteriormente.

CASO DE ESTUDIO

El estudio fue realizado por investigadores del CIHE, Centro de Investigación Habitat y Energía, de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, y el GEA, Grupo de Energía y Ambiente, de la Facultad de Ingeniería, ambos centros de la Universidad de Buenos Aires, con apoyo de EDENOR, la compañía distribuidora de electricidad en el norte y oeste del Gran Buenos Aires.

Las viviendas seleccionadas pertenecen a un plan municipal de autoconstrucción iniciado en el año 1980 y completado posteriormente por los ocupantes, sin el necesario asesoramiento técnico, el cual solo fue brindado en las primeras etapas del proyecto. Esta situación dio lugar a un desarrollo desigual del sector, donde algunas viviendas fueron ampliadas o modificadas por los ocupantes con distintas soluciones constructivas y variados niveles de calidad.

El trabajo realizado comprende la evaluación de las características constructivas y edilicias del conjunto, con el diagnóstico de las condiciones energéticas actuales de las mismas a fin de establecer un orden de prioridades para encarar posibles acciones de intervención y mejoramiento. Se plantea también demostrar la importancia de superar las normas mínimas de habitabilidad establecidas actualmente para vivienda de interés social.

El proyecto comprende las siguientes actividades:

- Construcción de dos nuevas viviendas con características térmicas superiores a las normas mínimas de habitabilidad, estufas a leña de alta eficiencia y sistema para el precalentamiento solar de agua. Las viviendas recientemente completadas fueron proyectadas por el Arq. Carlos Levinton.
- Refacción de hasta 8 unidades existentes de vivienda, introduciendo mejoras en las características térmicas de muros y techos.
- Introducción de artefactos eléctricos eficientes, con heladeras y lámparas fluorescentes compactas en hasta 30 viviendas.
- Introducción de colectores solares para el precalentamiento de agua en 8 viviendas.

Adicionalmente a las medidas para reducir la demanda de energía eléctrica, el programa preve la introducción de medidas de uso racional de agua proporcionando un acompañamiento social con talleres y capacitación de los participantes. Estas actividades serán evaluadas a través de un programa que integra mediciones de las condiciones ambientales de las viviendas, encuestas de satisfacción de los usuarios y monitoreo. Se presentan en este trabajo los primeros resultados del mencionado proceso así como las técnicas y métodos utilizados durante el estudio. En este contexto, se realizaron estudios de las condiciones ambientales en viviendas de interés social, con el fin de:

- evaluar las características térmicas de la construcción
- medir las condiciones higo-térmicas de las viviendas en invierno y verano
- establecer el grado de satisfacción de los usuarios
- identificar las posibles medidas de mejoramiento.

Las viviendas existentes, Figura 1, presentan los siguientes problemas y patologías constructivas:

- Techos de losa cerámica con capa de compresión sin capa aislante adicional, en varios casos, sin impermeabilización. La losa tiene pendiente para favorecer el drenaje de aguas pluviales.
- Muros originales de bloques de hormigón que no cumplen con las normas mínimas de habitabilidad, los cuales presentan condensación superficial y manchas de moho sobre la superficie interior.
- Muros resultantes de ampliciones realizadas con distintas alternativas constructivas, tales como: bloques de cerámicos huecos de 20 y 15 cm, ladrillos de 15 y madera sin aislantes adicionales.

METODOLOGÍA

Las evaluaciones del proyecto comprenden la medición de las condiciones ambientales, el relevamiento de las características constructivas y patologías edilicias, y encuestas a los ocupantes:

1. **Medición de las condiciones ambientales:** Se tomaron registros de las temperaturas interiores y exteriores, junto con la humedad relativa interior, con mini-dataloggers, durante varios periodos de 12 días en invierno y verano, utilizando la metodología presentada en la última sección del trabajo.

2. **Relevamiento:** Se realizó un estudio de las características edilicias de las viviendas, presencia de patologías constructivas y el comportamiento térmico de los materiales de muros y techos de las viviendas existentes.
3. **Encuestas:** Se llevaron a cabo encuestas del grado de satisfacción de los ocupantes con las condiciones ambientales actuales: térmicas, lumínicas, acústicas, etc.
4. **Propuesta:** Con los datos obtenidos del relevamiento, se desarrolló una propuesta de mejorar el comportamiento energético-ambiental de la envolvente, agregando una capa aislante de 50 mm en techos y muros, con reparaciones constructivas que permitan evitar infiltraciones y humedad en los pisos.
5. **Evaluación:** Se evaluaron las mejoras potenciales de las propuestas con el fin de estimar los beneficios logrados con dichas mejoras, desde distintos puntos de vista: económico, energético, ambiental y social. Se estimaron las características térmicas en una planilla electrónica e-term.xls, se calcularon los beneficios energéticos con la planilla electrónica EE.xls, Evaluador Energético, y las temperaturas interiores con la versión preliminar de e-temp.xls. Estas herramientas permiten evaluar las variaciones debidas a las cuatro distintas orientaciones de las viviendas y el comportamiento de los ocupantes.
6. **Monitoreo:** En la etapa final, se medirá el conjunto de viviendas estudiadas, existentes, mejoradas y nuevas, a fin de comparar los beneficios previstos con los resultados finales. Esta etapa final permite evaluar el comportamiento de los habitantes y la manera en la cual hacen uso de las mejoras térmicas a través de la calidad de vida lograda con temperaturas más confortables, reducción de la demanda de energía con menores tarifas eléctricas o combinaciones de ambas alternativas. El proceso de monitoreo también permite estimar la reducción de los impactos ambientales.

MEDICIONES

Se realizaron mediciones de temperatura interior y humedad relativa en las viviendas y las condiciones exteriores tomando una serie de registros en distintas viviendas, existentes y nuevas, habitadas y sin habitar. La Figura 1 muestra las viviendas estudiadas.



Figura 1. Vista general de las viviendas del conjunto

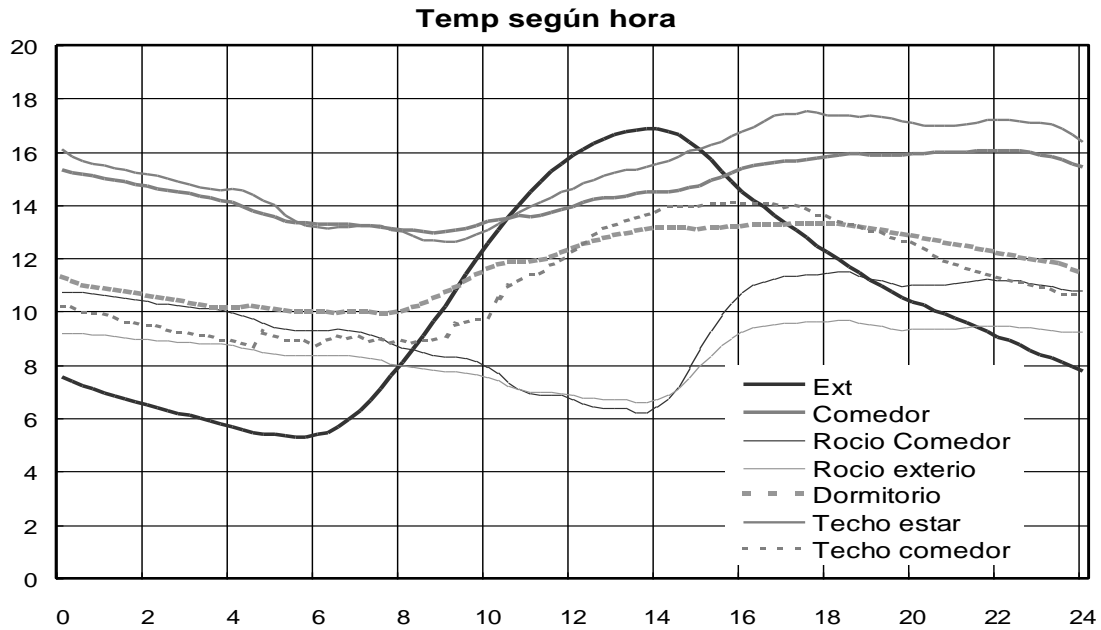


Figura 2. Promedio de mediciones de temperatura en una secuencia de 4 días con condiciones similares.

De las mediciones realizadas en las viviendas existentes se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Las temperaturas superficiales promedios de los techos resultaron ser 0,5 a 0,8 grados menores a las temperaturas de los locales, confirmando el impacto negativo de la falta de aislantes en estos componentes constructivos de la envolvente.
- La temperatura media interior registrada en el dormitorio y el estar, 11,8°C y 15,8°C respectivamente, son inferiores a los valores deseables de confort.
- La temperatura media exterior es solamente 1,4°C grados inferior a la temperatura media del dormitorio y 3,9 grados inferior a la temperatura media del estar-comedor.
- Durante 5 horas en invierno, la temperatura interior es menos confortable que la temperatura del estar. En el caso del dormitorio este periodo asciende a 8 horas.

Con las tarifas actuales, el costo anual estimado de la calefacción es aproximadamente \$ 240, sin lograr confort, y considerando las ganancias solares y de las personas. Con solo 50 mm de aislantes livianos en muros exteriores y techos, el costo anual se reduce a la mitad, \$ 120. Alternativamente, esta aislación permite lograr un aumento de la temperatura media interior de 14° C a 17° C considerando el mismo costo anual, logrando condiciones interiores confortables durante la mayor parte del día.

CONCLUSIONES

La evaluación del comportamiento térmico de viviendas requiere procedimientos normalizados y explícitos de medición a fin de asegurar resultados precisos y confiables. Con mediciones de las condiciones interiores y exteriores, se puede evaluar el confort y estimar la demanda de energía para calefacción. En el caso en estudio, las características térmicas de muros y techos son inadecuadas, menores a los valores mínimos requeridos para cumplir con la Norma IRAM 11.605 (1999). Con las tarifas actuales, los plazos de recuperación de la inversión en viviendas existentes son muy extensos, sin embargo el

mejoramiento de viviendas nuevas es mas rentable. Recomendaciones y protocolo de medición de temperatura en espacios interiores

1. INTRODUCCIÓN

En esta sección se presenta el método utilizado para la medición de temperatura en espacios interiores de edificios. El mismo está basado en las indicaciones proporcionadas por Norma ISO (BS, 2001) para realizar mediciones de temperatura y tomar registros de temperatura en interiores, las cuales surgen de las experiencias de campañas de medición realizadas por investigadores del CIHE y recomendaciones de otros autores (Welsh, 2007). El objetivo de este programa de mediciones de condiciones higro-térmicas interiores y exteriores es obtener datos para llevar a cabo las siguientes evaluaciones:

- **Calidad del servicio energético:** grado de confort, satisfacción del usuario, aptitud de las condiciones para desarrollar trabajos y lograr bienestar, el cual se obtiene por la energía utilizada para acondicionamiento ambiental del edificio.
- **Calidad de control bioclimático en edificios acondicionados naturalmente:** se comparan las temperaturas y la humedad relativa logradas en los espacios interiores con los niveles deseables de confort.
- **Cumplimiento de normas y exigencias legales:** se verifica particularmente el cumplimiento de la Ley Argentina de Higiene y Seguridad del Trabajo, la cual establece temperaturas mínimas para lugares de trabajo en su reglamentación.

•

2. EQUIPOS

Los instrumentos utilizados para medir temperatura en espacios interiores son: un **datalogger miniatura de mediana precisión**, marca HOBO con uno, dos o cuatro canales¹. La precisión de la lectura y el intervalo de medición es 0,3° a 0,4°C, apto para evaluar el comportamiento de los equipos mecánicos y el relevamiento de las condiciones de confort de los ocupantes de espacios interiores con control bioclimático. Alternativamente se usa el **iButton**, con intervalos de medición de 1° F proporcionando una precisión de 0,5° C aproximadamente. La ventaja principal de esta alternativa es el tamaño reducido, el menor costo y la mayor resistencia del instrumento al ser expuesto a la intemperie.

3. COLOCACIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA

A.3.1. Interiores

Para la medición de espacios interiores, se recomiendan las siguientes condiciones para lograr una adecuada ubicación de sensores tipo HOBO:

- **Altura:** a 1,50 m del piso, preferentemente suspendido de un hilo que cuelga del cielorraso en el centro del local en estudio. En esta condición, el instrumento mide la temperatura ambiental (CIBSE, 1988), promedio ponderado entre la temperatura del aire y la temperatura media radiante del espacio. En condiciones interiores normales, sin alta humedad relativa, esta temperatura corresponde a la sensación térmica (CIBSE, 1980, A5- Appendix 1).

¹ Onsett Data loggers, <http://www.1800loggers.com/solutions/guides/classic.php5>

- **Sin influencia de inercia térmica:** separados de muros u otros elementos que puedan retener calor, especialmente muros exteriores expuestos a bajas o altas temperaturas, o al sol directo.
- **Sin impacto de la radiación solar:** ubicados en lugares protegidos totalmente de la radiación solar directa.
- **Sin corrientes de aire que puedan producir variaciones:** alejados de rejillas de aire acondicionado, puertas o ventanas de abrir.
- **Sin impacto de fuentes de calor:** evitar la influencia de fuentes de calor incluyendo corrientes convectivas de lámparas incandescentes, heladeras, televisiones, etc.

Dado que no es siempre posible ubicar los HOBOS respetando estas condiciones, se los puede apoyar sobre muros o tabiques internos o sobre un mueble. Para fijarlos se recomienda utilizar cinta adhesiva doble-faz revestidos con espuma para proporcionar aislación térmica, colgados con un hilo, apoyados sobre un estante o fijados a elementos metálicos con el imán suministrado con el aparato. Por razones de protección y seguridad de los HOBOS, es conveniente evitar su colocación en lugares con mucho público o muy visibles.

3.2. Exteriores

Las condiciones óptimas para realizar mediciones en exteriores son:

- **Altura:** a 1,50 m del piso, preferentemente colgado de un hilo.
- **Sin influencia de inercia térmica:** separados de muros o elementos que puedan retener calor, especialmente paredes expuestas al sol directo.
- **Sin impacto de radiación solar:** ubicados en lugares protegidos totalmente de la radiación solar directa.
- **Sin corrientes de aire que puedan producir variaciones:** alejados de rejillas de aire acondicionado, puertas o ventanas de abrir.
- **Sin impacto de fuentes de calor:** evitar la influencia de fuentes de calor incluyendo lámparas, extractores, torres de enfriamiento, unidades ‘split’, etc.

Dado que no es siempre posible ubicar los HOBOS respetando estas condiciones, se los puede apoyar sobre paredes externas, especialmente las orientadas al sur (en el hemisferio sur) o al norte (en el hemisferio norte), o bajo aleros o galerías.

Se debe también cuidar que los instrumentos colocados en espacios exteriores se encuentren protegidos de la lluvia. Para ello, es útil y sencillo ubicarlos en un frasco plástico blanco con buen cierre, pero habrá que tener en cuenta que se agrega inercia térmica, demorando y reduciendo los picos de temperatura.

En algunos casos, cuando resulte necesario ‘disimular’ el HOBOS para evitar robos, vandalismo o preocupaciones de seguridad, se lo puede colocar en una caja de plástico blanco con perforaciones, ubicado bajo un alero, que permite reducir el efecto de la inercia térmica.

De todas maneras, cuando se desea realizar mediciones en distintos puntos al aire libre, es importante utilizar la misma protección usada en HOBOS exteriores a fin de lograr mediciones comparables.

4. CALIBRACIÓN

Para estimar la inercia del instrumento de medición en un frasco, se puede preparar un HOBO con un intervalo de medición de solamente 5 segundos y asegurar que se encuentra en equilibrio con la temperatura de un ambiente interior. Se coloca el HOBO en el frasco con cierre hermético y se lo ubica en el congelador. Después de dos horas, sacarlo del congelador y colocarlo en un espacio protegido con temperatura estable durante otras dos horas. La lectura de los HOBOS indica el tiempo necesario para lograr estabilidad después de un cambio de la temperatura.

En este caso, es necesario esperar hasta que el HOBO alcance la temperatura del aire ‘normal’ para evitar condensación sobre el mismo. Por esta razón, no se pueden adoptar estas técnicas con cajas perforadas. Alternativamente se puede colocar un HOBO en una bolsa hermética con sensor externo.

Para realizar una calibración comparativa de los HOBOS a utilizar en una campaña de mediciones, se recomienda colocar todos los HOBOS en un frasco hermético, siguiendo el mismo procedimiento, y ubicar luego el frasco en un recipiente de agua con abundante hielo. Ello permite verificar si la temperatura de todos los HOBOS registran 0° C. Colocándolos a temperatura ambiente, se puede verificar si todos registran la misma temperatura, a través de una calibración comparativa y no absoluta.

5. PLANILLA DE REGISTRO DE LAS MEDICIONES

La planilla de registros debe indicar los siguientes datos del HOBO:

- **Identificación:** se identifican los aparatos con una letra, adicionalmente al número de serie única y el número de modelo de cada uno. También se indica el tipo de HOBO, según muestra la tapa: Temp, temperatura sola; Temp + HR%, dos canales con temperatura y humedad relativa, Temp Int y Ext: dos canales con temperatura interna y sensor de temperatura externa. Con los modelos H08, se indica también el número de ‘lanzamiento’ o número de veces que ha sido utilizado.
- **Hora de inicio:** corresponde a la hora de colocación del HOBO en el espacio o edificio, la cual queda registrada en los datos en los modelos con dos canales: Temperatura y Humedad Relativa o Temperatura Interior y Exterior, pudiéndose lanzar los HOBOS con programación demorada respecto de la hora de inicio.
- **Hora final:** corresponde a la hora de retirar los HOBOS del edificio, no a la hora de ‘bajar’ los datos a la computadora.
- **Ubicación en el espacio o edificio:** identificación del número de piso, nivel y local, ubicación relativa dentro del local y altura, con detalles suficientes para facilitar su acceso después de las mediciones.

6. UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO

Adicionalmente al registro de la ubicación de cada instrumento en la planilla, conviene realizar los registros con fotografías, para indicar la ubicación y características de su entorno. Esta evidencia es importante para la evaluación posterior. Cada instrumento debe tener una etiqueta que indique el objetivo de la campaña, los responsables de las mediciones y la dirección y teléfono del centro de investigación o empresa responsable de la campaña de mediciones.

7. PROGRAMACIÓN DE LOS HOBOS

Se inician los HOBOS con el programa BoxcarPro, el cual permite establecer las condiciones de las mediciones. Se recomienda seguir las siguientes pautas para establecer las variables que se detallan a continuación:

- **Nombre del archivo:** los datos se almacenan en un archivo .dtf (Data Text File: datos en forma de texto); también se pueden exportar y guardar los datos en un archivo .txt, apto para abrir en Excel, tipo .xls. Se utiliza el siguiente ejemplo de denominación del archivo **nq-f0312.dft**: dos letras indican el lugar y campaña (**nq** = Neuquén), sigue un guión y la identificación del HOBOS (-F). con una letra o número, para identificar hasta 36 aparatos. Los últimos 4 números corresponden al día y fecha de inicio (**0312** = 12 de marzo). Adicionalmente, el programa registra cada dato con hora, día, mes y año, y el archivo tiene fecha y hora.
- **El intervalo de medición:** a menor intervalo entre mediciones, la duración total es también menor. Generalmente, un intervalo de 15 minutos resulta suficiente para evaluar las características térmicas de espacios interiores. Este intervalo permite un período de medición total de 18 días con modelos H01 de un canal, 42 días con el modelo H08 de dos canales y 84 días con un canal.
- **‘Wrap-round’ o terminar:** La opción ‘wrap-round’ sigue grabando sobre los viejos registros hasta bajar los datos en la computadora. La otra opción es terminar los registros cuando el HOBOS se encuentra lleno o saturado. Se recomienda, en general, aplicar la segunda opción, salvo en aquellos casos donde se requieran mediciones al final de un período de más de 20 días. Aplicando una combinación de las dos opciones se puede cubrir un periodo de 36 días con intervalos de 15 minutos. La opción ‘wrap-round’ utiliza mas batería.
- **Inicio demorado:** los HOBOS de dos o cuatro canales y los modelos H08 permiten lograr un ‘inicio demorado’, programado para evitar el uso de la batería durante el lapso de tiempo entre la ‘programación’ del HOBOS y su colocación. Además, estos modelos tienen mayor capacidad, lo cual permite periodos más largos de medición con el mismo intervalo.

8. BATERÍAS

Los HOBOS permiten cambiar las baterías, tipo CR2032 Lithium 3V, con duración de un año en condiciones normales y uso continuo, según los datos proporcionados por el fabricante. Las experiencias realizadas en el CIHE indican que la duración con mediciones ocasionales e intervalos de 15 minutos alcanza una vida de hasta tres años. Es importante llevar baterías de repuesto, dado que baterías bajas puede producir pérdidas de datos. Considerando el bajo costo de las baterías (\$ 2 pesos argentinos = 60 centavos U\$S), en relación con el alto costo de los data-loggers y el costo de realizar las mediciones, conviene cambiar las baterías al inicio de cada campaña.

9. PLANIFICACIÓN DE LAS MEDICIONES

Es importante colocar los HOBOS con un plan de campaña de mediciones, explicitando los objetivos y definiendo las ubicaciones de modo de facilitar la tarea de obtener conclusiones útiles. A tal fin, se recomienda atender los siguientes requerimientos y cumplimentar los objetivos de medición según se detalla a continuación:

- **Interior - exterior:** Importante establecer una comparación entre la temperatura exterior y la interior, así como identificar la inercia térmica o demora ente pico exterior o exterior. para registrar la temperatura exterior se puede ubicar el sensor en el techo, en un lugar protegido de la radiación solar, dentro de un recipiente que lo resguarde de la lluvia.
- **Stratificación:** La detección de variaciones de temperatura respecto a la altura del piso, se realiza ubicando los sensores en lugares altos y bajos.
- **Espacios interiores y sectores cercanos a la envolvente o piel exterior:** Los espacios interiores detectarán una variación de temperatura menor que los espacios cercanos a la piel exterior.
- **Locales con distintas orientaciones:** Es interesante y útil establecer comparaciones de las temperaturas interiores entre locales de distintas orientaciones, y detectar las horas donde se producen picos de temperatura máxima en relación a la orientación de las superficies expuestas al exterior.
- **Locales de distintas superficies:** Es igualmente relevante detectar las variaciones de temperatura en relación al tamaño y dimensiones de los locales, entre espacios grandes y otros de tamaño reducido.
- **Locales con distintas proporciones de vidrio en fachada:** Esta observación permite detectar el impacto de la proporción de vidrio y las variaciones de ganancias solares.
- **Temperatura superficial:** Es relevante registrar la temperatura cerca de muros exteriores, especialmente los orientados al oeste en verano, o al norte y al sur en invierno.
- **Temperatura en lugares puntuales de trabajo o estar:** Detectar las condiciones de confort para los ocupantes o usuarios de locales de trabajo, en especial los de tipo sedentario, como escritorios en oficinas, camas en salas de internación en hospitales, pupitres en escuelas, etc.
- **Impacto de sistemas de aire acondicionado y calefacción:** Como referencia, es útil registrar temperaturas a la salida de conductos.

Tabla 1. Ejemplo de Planilla de Registro de Temperaturas

Numero y tipo: HOBO	Hora inicio y puesta	Hora retiro y final	Ubicación del HOBO: Piso, local, lugar, altura.
H08-2 Temp+HR NQ-A1105			
2. Temp+HR			

REFERENCIAS

BS, (2001), BS EN ISO 7726:2001 Ergonomics of the thermal environment. Instruments for measuring physical quantities, British Standards, Londres.

CIBSE, (1980) Manual CIBSE, Volume A, Building Services Engineers, Londres.

IRAM, (1996) Norma IRAM 11.605, Acondicionamiento térmico de edificios: condiciones de habitabilidad en viviendas, valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos, Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires.

SEN, 2006, Balance Energético Nacional, Secretaría de Energía de la Nación, Buenos Aires.

Welsh, B. W., 2007, Data Logger Essentials for Building Comissioning, Green Buildings Guide, Onsett Computer Corporation, Pocasset, MA.

LOS 'TRIANGULOS DE CONFORT' EN EL DIAGNOSTICO BIOCLIMÁTICO DE VIVIENDAS

John Martin Evans

Centro de Investigación Hábitat y Energía

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires

Resumen

Este trabajo introduce una innovativa técnica gráfica de análisis para proyectar y evaluar el comportamiento ambiental y los aspectos bioclimáticos en viviendas. La misma se compara con los métodos gráficos de análisis bioambiental más ampliamente utilizados hasta el momento, desarrollados por Olgay y Givoni. El nuevo gráfico, denominado 'Triángulos de Confort', enfatiza el aprovechamiento y moderación de la amplitud térmica en espacios interiores. Se explicita el objetivo, desarrollo y aplicación del gráfico para el análisis de datos climáticos, la identificación de recursos de diseño y la evaluación del comportamiento térmico de edificios construidos o simulaciones en el caso de proyectos. Se presentan estudios de vivienda bioclimática, en diferentes climas, ecuatorial de altura, cálido húmedo y templado subtropical, con mediciones de su comportamiento térmico. Los casos estudiados permiten analizar y comprender el comportamiento de construcciones livianas y pesadas tradicionales, adicionalmente a una vivienda de construcción moderna, la Casa Curutchet en La Plata, Argentina, proyectada por Le Corbusier. Los resultados demuestran la facilidad de aplicación y la utilidad de esta herramienta en el desarrollo de vivienda bioclimática, la selección de recursos apropiados de diseño y la evaluación de resultados.

Palabras Claves: Análisis bioclimático, amplitud térmica, datos climáticos, sistemas solares pasivos, inercia térmica.

Introducción

La arquitectura bioclimática utiliza recursos de diseño que modifican las condiciones ambientales exteriores para lograr condiciones térmicas más confortables para las actividades que se realizan en el interior, reduciendo o eliminando el uso de instalaciones convencionales y el uso de energías convencionales. Entre los ejemplos de estos recursos se incluye la orientación favorable de ventanas hacia el Ecuador en épocas frías para captar la radiación solar invernal, o la canalización de brisas con ventilación cruzada a través de espacios interiores para lograr refrescamiento estival en climas cálidos y húmedos.

Muchos recursos bioclimáticos enfatizan la utilización de materiales con alta capacidad térmica, que absorben calor cuando la temperatura interior aumenta y restituye el mismo calor al ambiente cuando la temperatura disminuye, adicionalmente a la demora lograda con la inercia térmica. Los gráficos bioclimáticos fueron desarrollados para facilitar la visualización y el análisis de las variables climáticas, comparar las condiciones climáticas exteriores con las condiciones interiores de confort y detectar los recursos de diseño necesarios para moderar o ajustar el impacto del clima exterior.

Uno de los gráficos más conocidos es el gráfico bioclimático de Olgay (1963), el cual indica la manera de mejorar el confort cuando las condiciones exteriores se encuentren

fuera de la ‘zona de confort’, definida por la temperatura bulbo seco en el eje vertical y la humedad relativa en el eje horizontal (Figura 1). Los recursos considerados comprenden la intensidad de radiación solar necesaria para lograr confort cuando las temperaturas son inferiores a las confortables, el movimiento de aire o brisa para lograr refrescamiento cuando la temperatura y humedad relativa son elevadas, y la cantidad de agua necesaria para lograr refrescamiento evaporativo cuando la temperatura es alta y la humedad relativa es baja. Así, el Diagrama de Olgay indica los recursos que permiten lograr un alivio o alcanzar confort en forma instantanea.

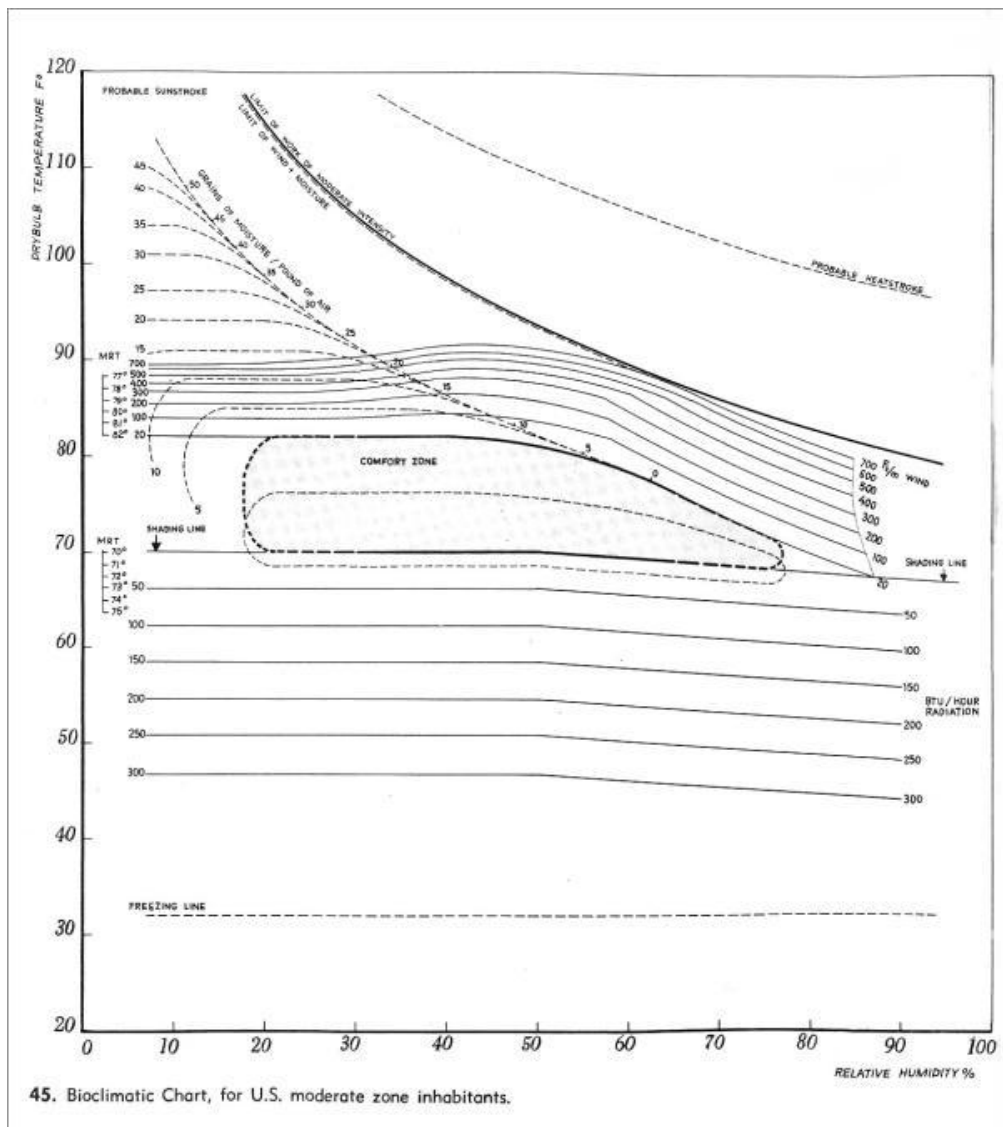


Figura 1. El gráfico bioclimático de Olgay (1963)

El gráfico de Givoni (1969) introduce recursos bioclimáticos adicionales relacionados con la inercia térmica y el uso de materiales con masa. Sin embargo, este gráfico no indica la necesidad de utilizar la capacidad térmica en sistemas solares pasivos o condiciones de climas templados o fríos con gran amplitud térmica.

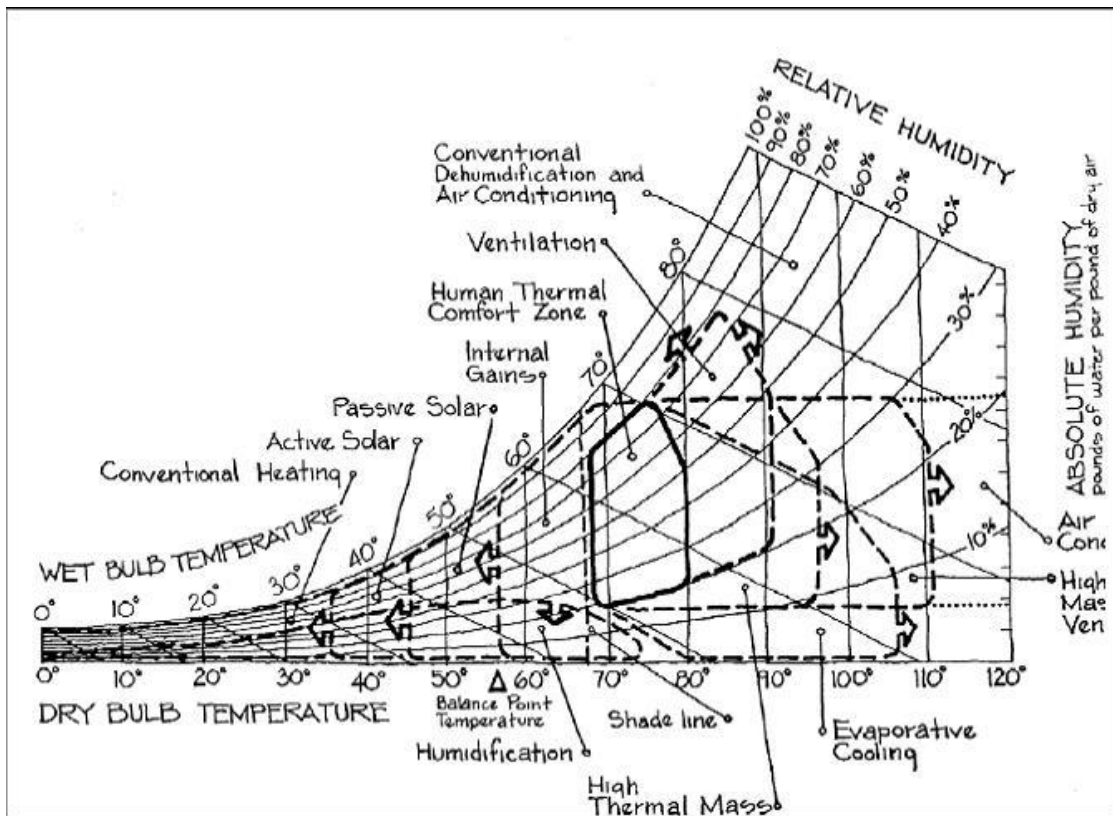


Figura 2. El gráfico bioclimático de Givoni (1969)

Entre los recursos bioclimáticos que mejor aprovecha la inercia térmica y los materiales de alta capacidad térmica, se destacan los siguientes:

- 1 Sistema solar con muro acumulador o Muro Trombe
- 2 Refrescamiento evaporativo combinado con masa térmica
- 3 Refrescamiento con masa térmica y ventilación nocturna
- 4 Calentamiento con masa térmica, ventilación diurna y radiación directa

Desarrollo del gráfico de los Triángulos de Confort

El gráfico de 'los triángulos' (Evans y de Schiller, 1986; Evans, 2001; Evans, 2007) fue desarrollado con el fin de enfatizar el uso y control de la amplitud térmica. El diagrama permite evaluar las condiciones climáticas exteriores, las condiciones deseables de confort en espacios interiores y los recursos de diseño bioclimático para lograr una modificación favorable. A diferencia de los gráficos mencionados anteriormente, un punto en el 'gráfico de los triángulos' representa la variación de condiciones durante todas las horas de un día, considerando un día promedio mensual, o un día específico, representándose así una serie de días con una serie de puntos. Esta capacidad de síntesis clarifica el funcionamiento bioambiental de un espacio, y permite relacionar las condiciones interiores y exteriores, con una visualización de las dos modificaciones bioclimáticas más relevantes:

- 1 aumento, disminución o conservación de la temperatura media durante el periodo en estudio.
- 2 reducción, incremento o mantenimiento de la amplitud térmica o diferencia entre la temperatura máxima y mínima en el mismo periodo.

El concepto de utilizar la amplitud térmica como indicador bioclimático proviene de las Tablas de Mahoney (Koenigsberger et al, 1970; Evans, 2001) donde se utiliza esta variable para seleccionar recursos de diseño bioclimático en climas cálidos, especialmente

las diferencias en diseño bioambiental debido a altas amplitudes en climas desérticos y las reducidas amplitudes típicas de climas ecuatoriales, cálidos y húmedos.

Las guías de diseño para sistemas solares pasivos también enfatizan la importancia de la misma variable en climas fríos con captación de radiación. El ingreso de radiación solar directa a través de los vidrios aumenta la temperatura máxima interior mientras, durante la noche sin radiación, la temperatura interior mínima se reduce debido a la importante transmisión de calor a través de las aberturas. En espacios con ganancia solar directa, la temperatura media aumenta en forma significativa, pero la amplitud térmica también suele aumentar. En galerías vidriadas e invernaderos, la amplitud térmica excede frecuentemente los límites de confort térmico debido a la fuerte variación de temperatura, aún cuando la temperatura media resulte confortable.

El diagrama de los triángulos utiliza las dos variables para comparar las condiciones exteriores (temperaturas medidas o las obtenidas de normales meteorológicas), las condiciones identificadas en interiores (temperaturas medidas o de simulaciones térmicas) y las condiciones deseables de confort. El eje horizontal indica la temperatura media de un día o de una serie de días, mientras el eje vertical representa la amplitud de temperatura, la diferencia entre la temperatura máxima y mínima durante el mismo periodo. Una serie de triángulos o rumbos indican distintas condiciones de confort:

- 1 El triángulo principal 'Confort' indica las combinaciones de temperatura media y amplitud que permite asegurar confort para actividades sedentarias en edificios con acondicionamiento natural.
- 2 En edificios con acondicionamiento artificial, se proponen normalmente condiciones más estrictas para la zona de confort, implicando mayor demanda de energía para lograr dichas condiciones, con menor amplitud y menor temperatura media.
- 3 En dormitorios, se puede dormir o descansar con confort aún con una temperatura media de 14° C, si las frazadas o mantas son suficientes para mantener el equilibrio térmico del cuerpo en reposo, con reducida actividad metabólica. Sin embargo, la amplitud térmica debe mantenerse dentro de límites más estrechos respecto a situaciones sedentarias, ya que, por ejemplo, una amplitud superior a 5 grados puede interrumpir el sueño.
- 4 En espacios de circulación, se aceptan mayores variaciones de las condiciones térmicas, considerando los siguientes factores:
 - o El nivel de actividad física es mayor y más variable que en espacios para actividades sedentarias, donde la mayor producción de calor metabólico permite temperaturas más bajas de confort.
 - o La permanencia en espacios de circulación es menor: normalmente, las personas circulando en pasillos y escaleras no permanecen suficiente tiempo para lograr el equilibrio térmico del cuerpo según las condiciones térmicas en estos espacios.
 - o Las expectativas de confort en espacios de circulación no son las mismas que en espacios de actividad sedentaria, tales como puestos de trabajo en oficinas, escuelas y fábricas con actividad liviana.
- 5 En espacios exteriores, rigen los mismos factores, permitiendo mayor amplitud en las condiciones de confort. En este caso, el valor aislante de la vestimenta puede ser todavía más variable, con ropa de abrigo en invierno y ropa muy liviana en verano.

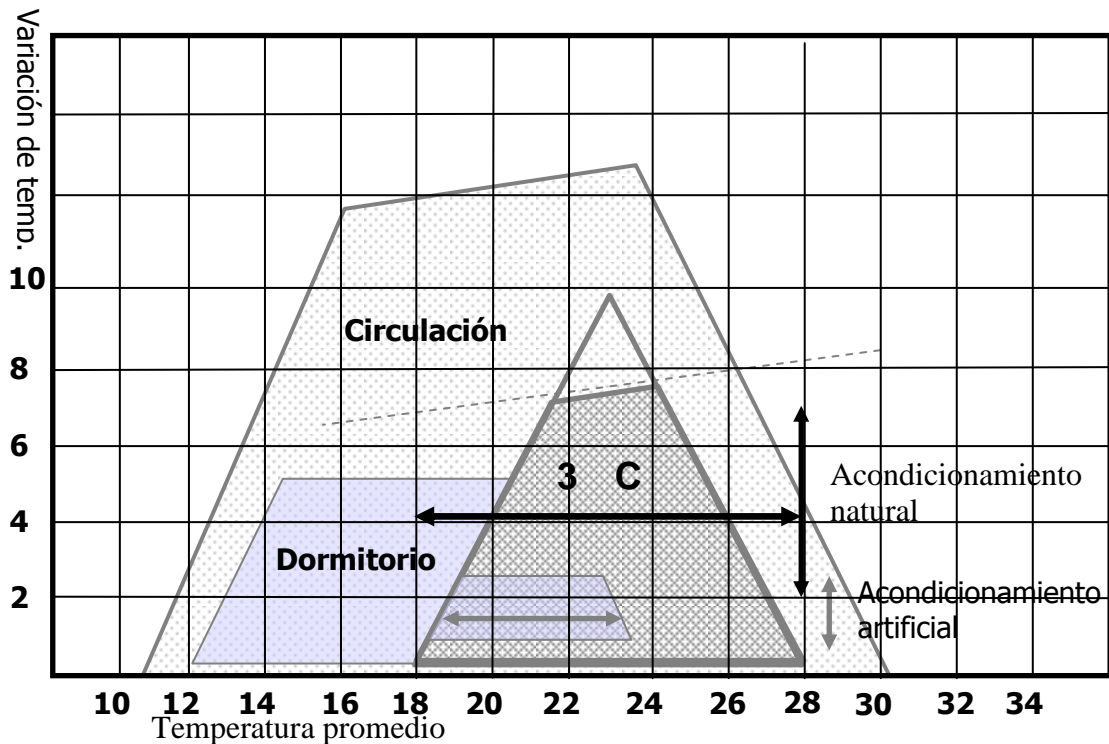


Figura 3. Los Triángulos de Confort para actividades sedentarias con acondicionamiento natural y artificial, dormitorios y zonas de circulación.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos demuestran la aplicación de los Triángulos en distintas escalas de diseño, urbana, arquitectónica y constructiva.

Escala urbana: En esta escala, la temperatura en los centros de las ciudades es mayor que en las zonas periféricas y los registros obtenidos en aeropuertos cercanos. La Figura 4 indica mediciones en tres ciudades de distinta latitud:

- 1 En Rio Gallegos, la temperatura media registrada en el centro en invierno fue de 4 grados, mientras en el aeropuerto alcanzó solo 2 grados. La diferencia en la amplitud fue mínima, con una leve disminución en el centro.
- 2 En Buenos Aires en invierno, la temperatura media en el Observatorio Central fue 1 grado mayor que la registrada en los dos aeropuertos. Sin embargo, la amplitud en el aeropuerto regional, Aeroparque, situado sobre las orillas del Río de la Plata, fue solo 5 grados, mientras la amplitud en el centro fue 6 grados y en el aeropuerto internacional de Ezeiza situado mas lejos del Río alcanzó 8 grados.
- 3 En verano, el efecto de calentamiento en la misma ciudad es mayor, con un aumento en la temperatura media de 1,5 y 3,5 grados en Ezeiza y Aeroparque, respectivamente, comparado con el centro. La amplitud del centro tiene un valor medio entre los dos aeropuertos, reflejando la influencia del espejo de agua.
- 4 En Tampico, ciudad sobre el Golfo de Mexico, con clima subtropical cálido y húmedo, el centro de la ciudad tiene una temperatura media casi 3 grados más que el aeropuerto, con un grado más de amplitud térmica.

Conclusiones de los ejemplos a escala urbana: Las ciudades generan una isla de calor, con mayor temperatura en las zonas céntricas y variaciones de la amplitud térmica diaria. En climas frios, este aumento puede ser considerado favorable, pero una parte importante

del calentamiento es resultado del uso de energía en edificios y las pérdidas de calor a través de sus envolventes. Las variaciones de temperatura pueden reducir la demanda de energía para calefacción en 10 a 20 %. En climas cálidos, la isla de calor es siempre desfavorable, con mayor discomfort en el centro de zonas urbanas. El uso creciente de equipos de refrigeración empeora la situación ya que, en el proceso de enfriar el interior de edificios, se descarga aire caliente al exterior aumentando la demanda de refrigeración y las emisiones de gases efecto invernadero, un círculo vicioso que también contribuye al calentamiento global.

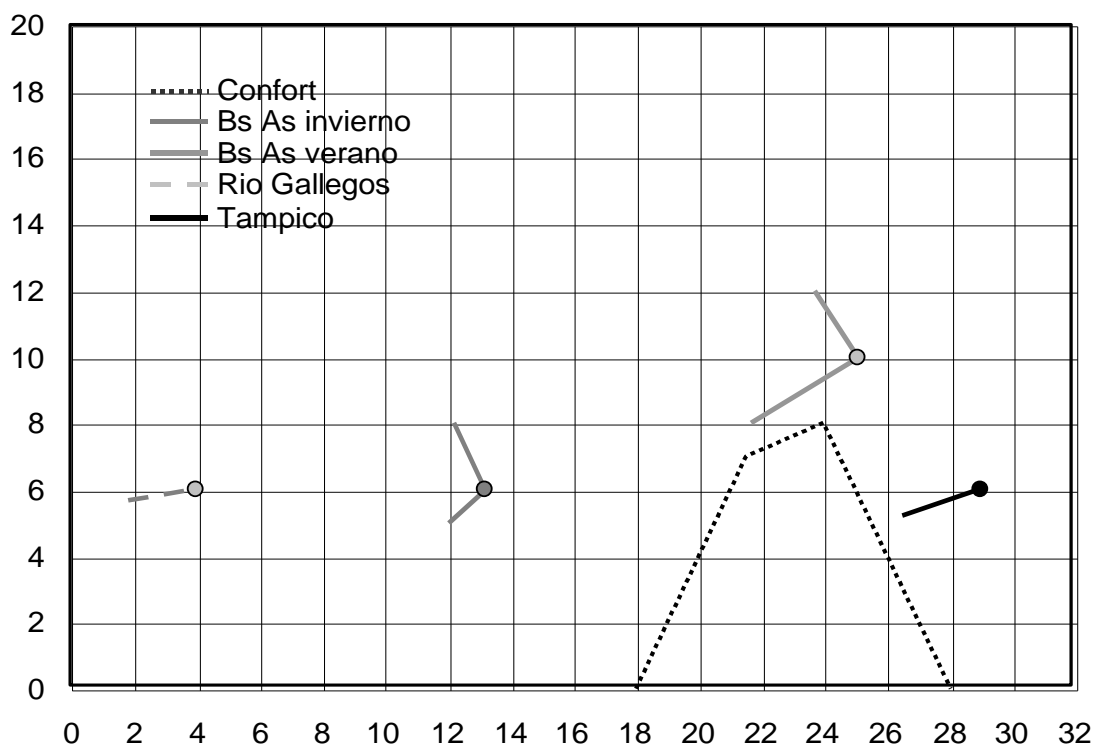


Figura 4. Temperatura media y amplitud térmica en el centro urbano y zonas periféricas de tres ciudades: impacto de la isla de calor urbano.

Escala arquitectónica: Los patios representan un recurso bioclimático tradicional muy utilizado en climas tropicales desérticos, proporcionando sombra en un espacio exterior protegido de viento y polvo, además de perder calor por convección y radiación nocturna. En este estudio, se analiza el comportamiento bioclimático de patios en otras condiciones climáticas, habiéndose registrado temperaturas en dos patios durante una serie de días consecutivos.

- 1 El primer patio pertenece a un edificio del siglo XVIII en el centro de la ciudad de Cuenca, Ecuador, con clima ecuatorial de altura. En la restauración del edificio, se incorporó un techo de vidrio con buena ventilación, Figura 5.
- 2 El segundo patio pertenece a un edificio patrimonial del centro de la ciudad de Colima, Mexico, con clima subtropical cálido y húmedo. En la restauración del edificio, se agregó un techo translucido con elementos de madera que disminuye la transmisión de radiación solar, Figura 6.

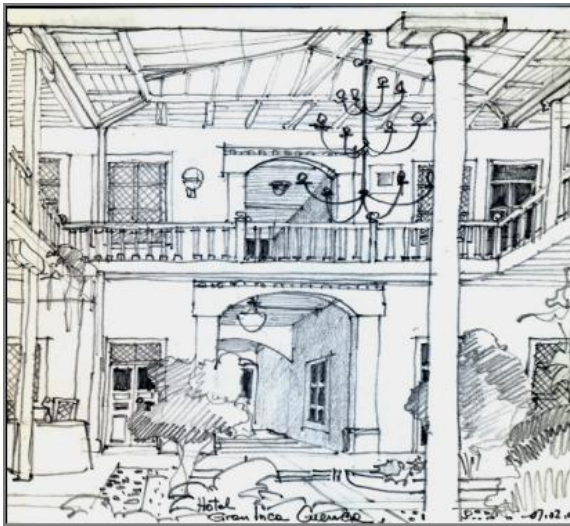


Figura 5. Patio con techo vidriado, Cuenca, Ecuador.



Figura 6. Patio con techo translucido y protección, Colima, Mexico

La Figura 7 indica la modificación favorable de las condiciones interiores en ambos patios, con cambios tanto de la temperatura media y como de la amplitud térmica:

- 1 En Cuenca, el techo vidriado del patio produce un aumento de la temperatura media con las ganancias solares. También aumenta la amplitud térmica en forma significativa. Al mediodía la temperatura máxima llega a 27°C , pero a la noche, la temperatura baja a 14°C . En las habitaciones alrededor del patio, la gran amplitud térmica de los muros disminuye la amplitud produciendo temperaturas medias cercanas a 20°C .
- 2 En Colima, el techo translucido y sombreado del patio evita un calentamiento del espacio, mientras las corrientes convectivas permiten la evacuación de aire caliente ascendente, mientras conservan el aire fresco de la noche por su mayor densidad. La temperatura exterior tenía un valor promedio de $26,5^{\circ}\text{C}$ durante los días del experimento, con una gran amplitud de 12 grados. El diseño del patio ventilado permite reducir la amplitud a solamente $25,5^{\circ}\text{C}$ con una amplitud de 5,5 grados. Las condiciones son muy cerca al triángulo de confort, indicando un reducido número de horas del día fuera de la zona de confort. Con ventiladores del techo se logra confort en estas horas.

Cabe aclarar que, en los dos ejemplos, los patios fueron construidos originalmente sin techo vidriado. Se considera que las temperaturas logradas en el interior de los patios originales fueron levemente más confortables que las condiciones típicas del aire exterior. Las variaciones microclimáticas dentro del patio responden a tres factores que conformaban sectores con mayor confort: la sombra parcial proyectada durante el día, la exposición a la radiación nocturna y la ventilación.

El manejo de la transmisión de radiación en las cubiertas vidriadas de los patios y la ventilación permiten modificar las condiciones térmicas en esos espacios y en las habitaciones adyacentes. En ambos casos, los gráficos indican la importancia de incorporar adecuada masa térmica para lograr una importante disminución de la amplitud interior. El techo vidriado ofrece además protección de las lluvias frecuentes en ambas localidades. El agregado de estos techos permite valorizar este recurso de diseño bioclimático, de gran simbolismo cultural, con utilización más intensa como espacio de estar y restaurant según la hora del día en ambos casos, sin necesidad de recurrir a equipos de acondicionamiento artificial.

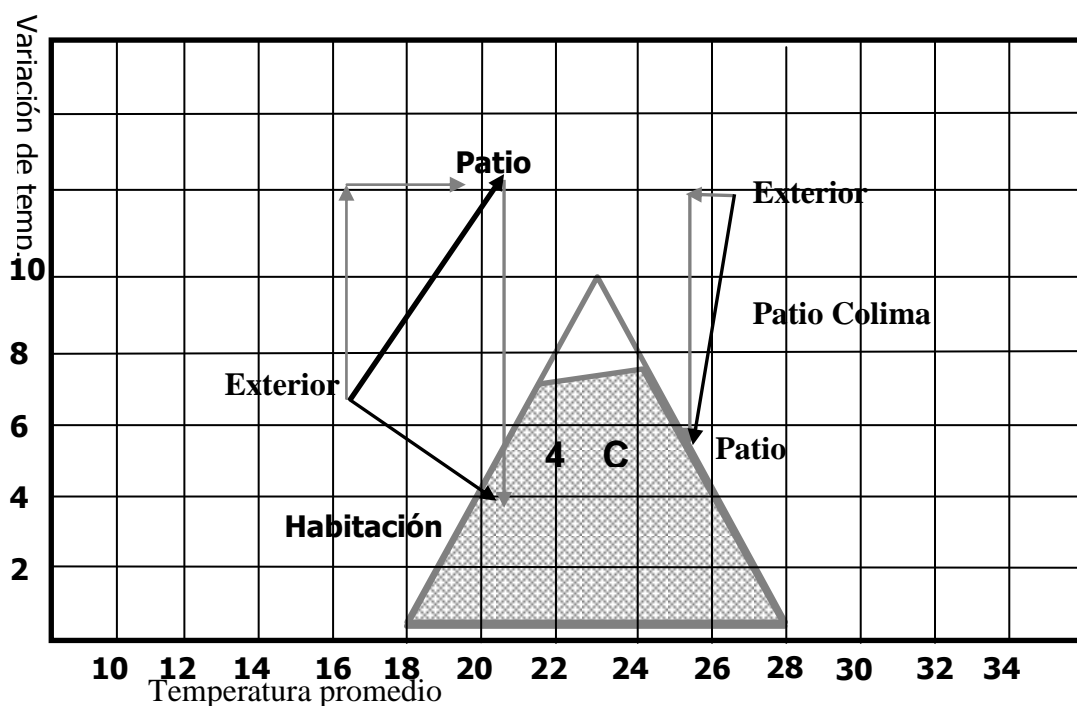


Figura 7. Diagrama de los triángulos con las condiciones térmicas registradas en patios de Colima, Mexico, y Cuenca, Ecuador.

El próximo ejemplo demuestra el potencial de mantener las condiciones interiores similares a las exteriores. La vivienda donde se realizan las mediciones es de construcción tradicional con techo de paja, muros livianos y piso de madera, elevada sobre el nivel del terreno, ubicada en el Departamento de Napo, Amazonía, Ecuador, en la margen del Río Napo, afluente del Río Amazonas, a 500 m snm. El clima cálido y húmedo, se encontraba dentro de la zona de confort durante el periodo de mediciones. El interior de la casa se mantiene con valores similares, debido a los siguientes recursos de diseño bioambiental:

- 1 Techo con gran espesor de aislante, el cual evita el ingreso de radiación solar.
- 2 Grandes aleros que protegen las ventanas y los muros exteriores.
- 3 Ventanas abiertas, sin elementos de cerramiento, solo con tejido mosquitero, para facilitar la ventilación cruzada, equilibrando la temperatura interior y exterior.
- 4 Pisos de madera con cámara de aire para reducir la influencia térmica del suelo.

Las mediciones son resultados de los promedios registrados durante varios días, con un valor promedio de 25,6° C y reducida amplitud de 2 grados, con termómetros plantados en las siguientes ubicaciones:

- 1 Balcón: Al exterior, bajo el alero protegido del sol y la lluvia; ubicación levemente más fresca y expuesta al aire exterior.
- 2 Piso: Bajo el piso de madera, en la cámara de aire de 50 cm de espesor entre el piso y la tierra. La amplitud es levemente menor debido a la inercia de la tierra.
- 3 Dormitorio: En el local con ventilación cruzada a través de ventanas abiertas. Las temperaturas son levemente mayores debido al calor metabólico de los ocupantes.



Figura 8. Interior y exterior de la casa de construcción tradicional en la Amazonía ecuatoriana, sobre el Río Napo, Ecuador.

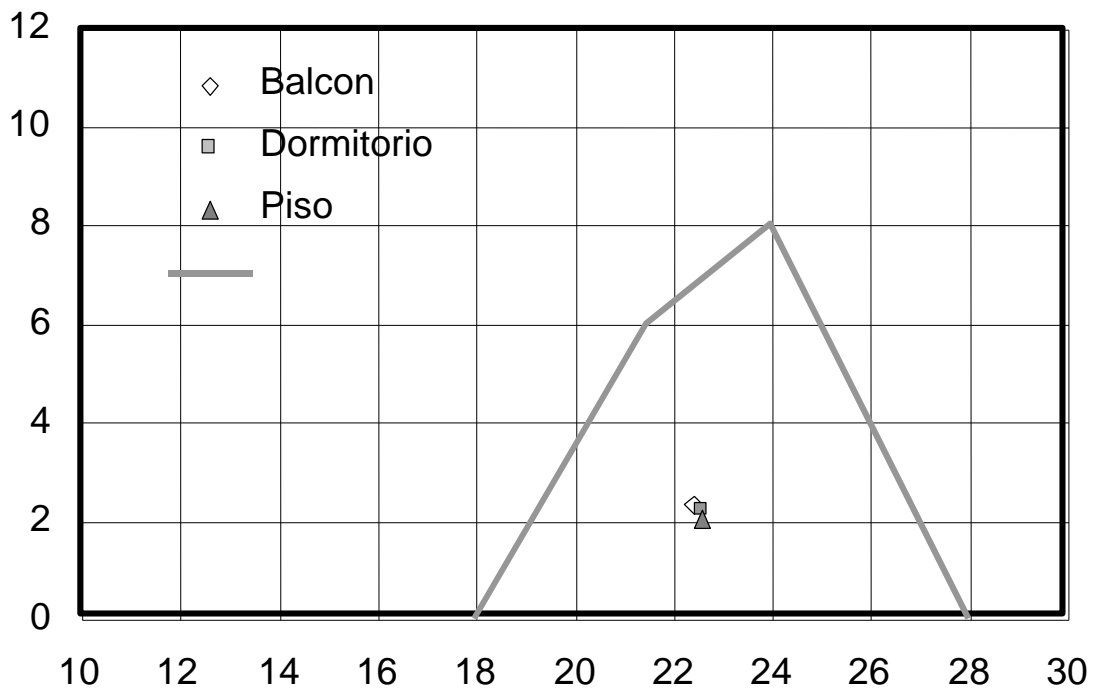


Figura 9. Los Triángulos de Confort y las condiciones registradas en una vivienda de construcción tradicional, en clima cálido húmedo ecuatorial.

Este ejemplo demuestra que es posible mantener las condiciones térmicas interiores en valores muy similares a las exteriores. Sin embargo, las condiciones exteriores favorables no garantizan condiciones interiores igualmente confortables. Esto demuestra que es necesario aplicar recursos bioclimáticos apropiados para lograr adecuados niveles de conservación y mantenimiento, tales como protección solar y altas tasas de ventilación, sin necesidad de incorporar materiales de gran capacidad térmica.

Casa Curutchet

La Casa Curutchet, proyectada por Le Corbusier en 1948 y construido en La Plata, Provincia de Buenos Aires (1949-55), incorpora varios elementos arquitectónicos innovadores, tales como los parasoles, que Le Corbusier denominara 'Brise Soleil'. Las mediciones fueron realizadas en 2003 con el objetivo de evaluar el comportamiento térmico en invierno y verano.

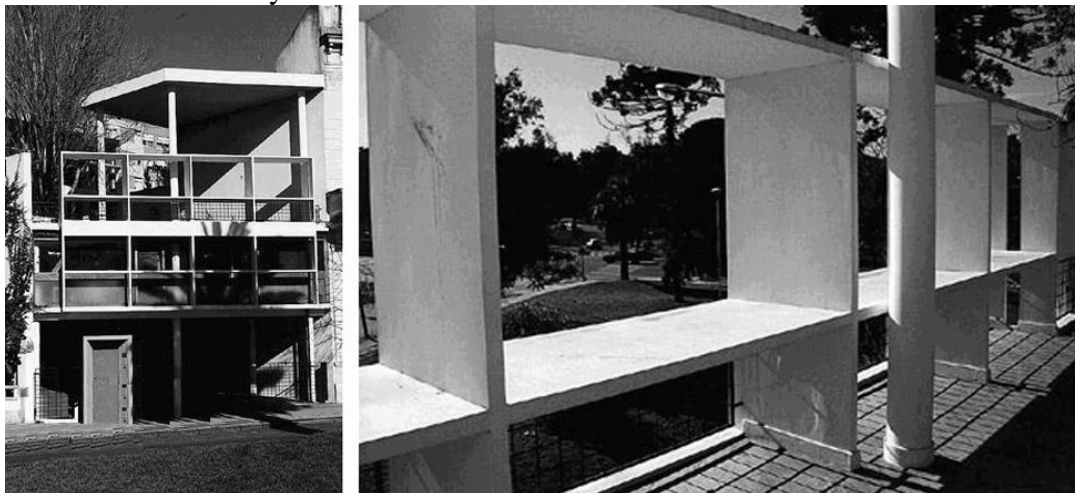


Figura 10. La Casa Curutchet, La Plata, Buenos Aires, proyecto de Le Corbusier.

En verano, las mediciones realizadas en el mes de enero, indican temperaturas interiores más confortables que las exteriores. Las temperaturas medias interiores oscilan entre 23 y 24,5° C, y una amplitud entre 1 y 1,5 grados, con mayor amplitud en el dormitorio del 3er piso, conectado al espacio de doble altura. Este grado de confort es muy favorable, especialmente para un proyecto con importantes superficies vidriadas. La orientación de la fachada hacia el Norte, las proporciones del brise soleil y el árbol frente a las ventanas del 2do y 3er piso contribuyen al control solar. La estructura de hormigón, las medianeras y los pisos de cerámica contribuyen a la inercia térmica.

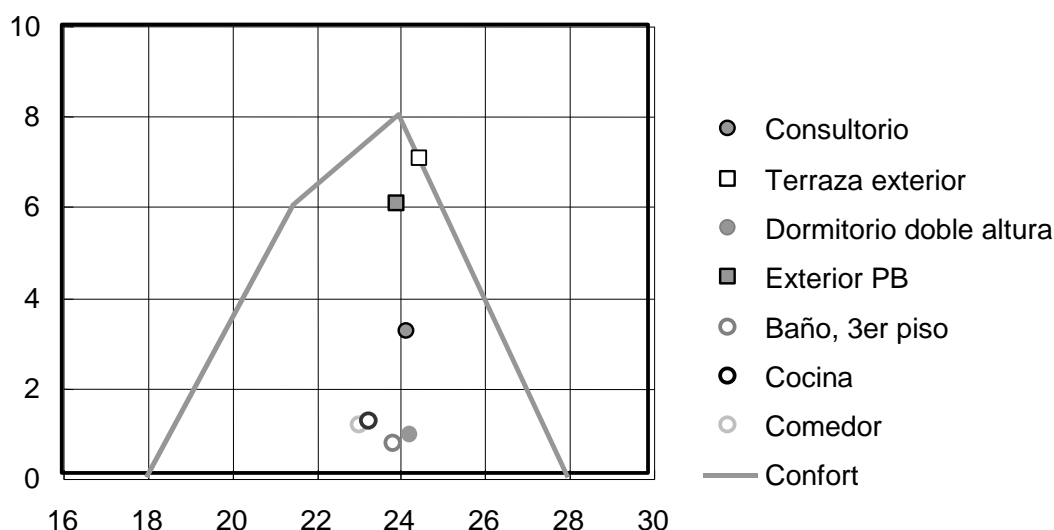


Figura 11. Condiciones medias, registradas en el mes de enero, comparadas con el Triángulo de Confort. Casa Curutchet, Le Corbusier.

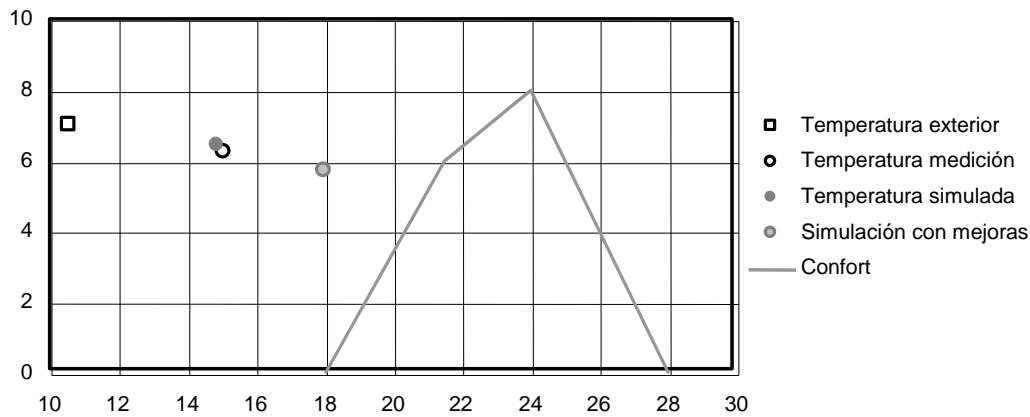


Figura 12. Temperaturas medias en junio: mediciones y simulaciones en la sala del consultorio.

En invierno, según se muestra en la Figura 12, las temperaturas interiores registradas en el consultorio ubicado en el 1er piso fueron comparadas con las temperaturas simuladas. En junio, la temperatura media exterior fue aproximadamente $10,5^{\circ}\text{C}$, con una amplitud térmica de 7 grados. En el interior del consultorio, sin ocupantes y sin calefacción, la temperatura media alcanzó 15°C , con una amplitud de 6,3 grados, principalmente como resultado de las ganancias solares a través de la ventana con orientación Norte. La casa logra aumentar la temperatura media en casi 5 grados y reducir levemente la amplitud. Si bien la construcción logra condiciones relativamente más cálidas, todavía se encuentran alejadas de la zona de confort.

Con el Programa Quick, se obtuvieron temperaturas simuladas muy similares a las condiciones medidas. En una segunda simulación, se evaluaron las condiciones térmicas que se hubiesen podido lograr con el uso de DVH, doble vidrio hermético, en ventanas y 5 cm de aislante liviano en piso y techo. Con este control de pérdidas, la temperatura media aumenta en 3 grados, lográndose una leve reducción de la amplitud. Mejorando la aislación de la construcción, se reduce la demanda de energía requerida para calefacción en un 50 %. Cabe aclarar que los materiales aislantes incorporados en la simulación no existían en la época de construcción de la casa.

El diseño de la Casa Curutchet, con grandes superficies vidriadas protegidas por brise soleil, logra un excelente control del ingreso de radiación solar en verano y aprovecha la radiación solar para calefacción parcial en invierno. El diagrama de los Triángulos demuestra el adecuado control de la amplitud térmica, tanto en invierno como verano, aunque indica las excesivas pérdidas de calor resultantes de la falta de materiales aislantes y el factor de forma con importantes superficies de la envolvente expuestas al aire exterior.

Conclusiones

El trabajo presenta un nuevo método gráfico para analizar las características bioclimáticas de proyectos, tanto en la etapa de diseño como en la evaluación pos-ocupacional. Los ejemplos presentados en este trabajo demuestran su aplicación en distintas escalas y en diferentes condiciones climáticas. El gráfico enfatiza la importancia del control de la amplitud térmica como recurso de diseño muy importante en la implementación de proyectos bioclimáticos.

Reconocimientos

Los casos de estudio a escala urbana presentados en este trabajo fueron realizados en el marco de cursos de posgrado dictados con la Dra. Silvia de Schiller en las Universidades de Buenos Aires, la Patagonia Austral, Río Gallegos y Tamaulipas, Mexico. Carlos Raspall realizó las mediciones y análisis de la Casa Curutchet con una beca de la Universidad de Buenos Aires, bajo la dirección del autor. El equipamiento para las mediciones fue adquirido con subsidios de investigación de proyectos UBACyT, acreditados por la SECyT-UBA.

La versión original de los Triángulos de Confort, publicada en Evans y de Schiller (1987), fue posteriormente modificada y ampliada (Evans, 2001 y 2003), y la versión actual en inglés, incluye estudios de caso en distintas escalas (Evans, 2007a). Se agradece especialmente al Prof. Jurgen Rosemann y a la Dra. Marisa Carmona por la invitación a desarrollar el tema en el marco de la tesis doctoral (Evans, 2007b) en la Universidad Tecnológica de Delft, Países Bajos.

Referencias

- Evans, J. M. (2001), Las Tablas de Mahoney y los Triángulos de Confort, Actas, COTEDI, Maracaibo.
- Evans, J. M. (2003), Evaluating comfort with varying temperatures: a graphic design tool, *Energy & Buildings*, Vol. 35, pp 87-93.
- Evans, J. M. (2007a), The Comfort Triangles, a new tool for bioclimatic design, PhD Thesis, Technical University of Delft, Delft.
- Evans, J. M. (2007b) The Comfort Triangles, Library TU Delft: <http://www.library.tudelft.nl/ws/search/publications/search/index.htm>, (4,42 MB).
- Evans, J. M. y de Schiller, S. (1987), *Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar*, EUDEBA Ediciones Previas, Buenos Aires, 1ra. edición.
- Givoni B. (1969), *Man, Climate and Architecture*, Elsevier, Londres.
- Koenigsberger, O. H, Mahoney, K and Evans, J. M. (1970), *Climate and house design*, United Nations, Nueva York.
- Olgyay, V. (1963), *Design with Climate, bioclimatic approach to architectural regionalism*, Princeton University Press, Princeton, N.J., también publicado en castellano: Olgyay (1998).
- Olgyay, V. (1998), *Arquitectura y Clima, Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*, GG Barcelona.

PAUTAS DE DISEÑO BIO-AMBIENTAL A NIVEL URBANO Y PARA EDIFICIOS

Dr. Arq. Guillermo E. Gonzalo²², Arq. Viviana M. Nota²³ y Arq. Cristina del V. Llabra²
Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA)
Instituto de Acondicionamiento Ambiental (IAA) FAU –UNT
PAE 2004 – N° 22559 – Nodo Tucumán
ceema@herrera.unt.edu.ar - ggonzalo@arnet.com.ar

RESUMEN

Dentro del marco de la Reunión y Discusión Temática: Los Edificios en el futuro, estrategias bioclimáticas y sustentabilidad, fuimos invitados a exponer sobre nuestra experiencia sobre la temática, a nivel urbano y en los edificios.

Esta experiencia ya fue plasmada en varios libros, que se indican al final en bibliografía, y es tema permanente de investigación en nuestro grupo desde hace más de 30 años.

La pregunta que nos hacíamos para este caso es la falta de aplicación concreta de muchas de las propuestas ambientales y para mejorar la habitabilidad y el uso racional de la energía a nivel de organismos del Estado, organismos de control, sistema de enseñanza de especialistas en el sector urbano y edilicio, y sobre todo, la carencia casi total en nuestro país de un conocimiento de los temas y una exigencia social al respecto por parte de la gran mayoría de la población.

Se intenta en este trabajo dar algunas respuestas a estos interrogantes y establecer algunas propuestas mínimas que puedan modificar esta situación.

Palabras clave: Sustentabilidad, Urbanismo, Arquitectura, Bioclimática, Pautas, Habitabilidad.

INTRODUCCIÓN

“por muy dura y amarga, por muy embarazosa y amenazadora que sea la carestía de viviendas, la auténtica penuria del habitar descansa en el hecho de que los mortales primero tienen que volver a buscar la esencia del habitar, ...tienen que aprender primero a habitar”

Martin Heidegger (2001) Conferencias y Artículos; “Construir, habitar, pensar”.

Recientemente recibimos un artículo muy interesante de un amigo filósofo (Ruiz Pesce, 2007) sobre el “Pensar, decir y obrar en la obra de arquitectura”. Contemporáneo a este hecho estábamos preparando la presentación para cumplimentar la invitación recibida de parte de Helder Gonçalves, Coordinador de la Red Iberoamericana CYTED (405RT0271). Estos dos hechos nos motivaron a pensar sobre nuestra tarea en el campo de la sustentabilidad urbana y en edificios y en la arquitectura bioclimática, donde creamos la primera materia aprobada en una Universidad Nacional sobre el tema, y en la apropiación por parte de la sociedad de los conocimientos y habilidades desarrolladas.

²² Director del Instituto de Acondicionamiento Ambiental de la FAU-UNT.

²³ Investigadoras del CEEMA-IAA-FAU-UNT.

En el artículo mencionado, que si bien no se relacionaba con el tema de esta conferencia, podemos destacar la parte sustancial que corresponde a nuestra propuesta, basados en el análisis que hace Ruiz Pesce de dos obras: (Heidegger, 2001) y (Roca, 1989). Lo primero que encontramos es el algo grado de similitud que se presenta en los títulos de ambos trabajos, del filósofo y del arquitecto: Construir, Habitar, Pensar para el primero y Habitar, Construir, Pensar para el segundo. Leyendo ambas obras podremos ver que Roca sigue linealmente en muchos de sus trayectos los conceptos de Heidegger, dándole una perspectiva actual en su teorización arquitectónica.

Sobre nuestra percepción y transferencia educativa en cuanto a que la ciudad es “la casa grande” de nuestra sociedad, y que por lo tanto van a reflejarse mutuamente los aspectos sociales, culturales, económicos, etc., en ambos planos de complejidad y análisis, Ruiz Pesce va más allá y dice que: “En la trama de la relación entre el hombre (anthropos) y la ciudad (polis), recordemos, desde Platón a Heidegger... y siguiendo, el significado de la conjunción del aserto de que el hombre es una ciudad en pequeño, y la ciudad es una hombre en grande (micrópolis y macroanthropos). Fundacionalmente, el diálogo platónico Politeia (República) es, a la vez, el primer tratado de la Paideia (Pedagogía o Escuela); en el cual se conjuga la doble exigencia de la educación política y la política educativa”



Figura 1: La ciudad para los automóviles. Detalle de una platabanda minimizada, en un boulevard de nuestra ciudad, que fue reducido a su mínima expresión en función de la “comodidad” del tránsito. La basura, forman parte de la brutal agresión a la naturaleza que aún y con gran esfuerzo mostrado en esas raíces, sigue brindándonos sombra en un clima implacable en verano. (foto L.Garbero)

Cómo vemos en la figura anterior, el problema de conjugar las necesidades individuales y las sociales, comprometen el marco conceptual del pensar que planteaba Heidegger, en cuanto a re-significar el obrar “ético-político”. En la formación profesional de los encargados futuros de la ciudad y los edificios, se debe superar la ignorancia, la indiferencia o la crasa o culposa “ingenuidad de los arquitectos en materia filosófica” (Carvajal, 2005).

“Si arquitectos y urbanistas han de superar esas significativas falencias en su formación, habrán de estudiar las plurales lógicas, lenguajes y éticas-políticas que se encuentran por detrás o por debajo de las teorías y prácticas arquitectónicas. Y, se sabe o se debiera saber que las peores arquitecturas y los peores urbanismos están basadas en filosofías ingenuas; y las peores filosofías son esas filosofías “ingenuas”. (Ruiz Pesce, op.cit.)

Lo que vemos en nuestras ciudades de la Argentina, así como en los organismos de control y en las instituciones educativas, en contraste con lo que sucede en otros países en desarrollo y, sobre todo, en los desarrollados, es una carencia casi total de ideas y propuestas que atiendan a considerar políticas que vayan más allá de una simple y “almacenera” ecuación costo-beneficio, corto-placista e ignorante o despreocupada de una visión integradora del habitar y de las externalidades que esta actividad humana produce, así como de las posibilidades extremadamente importantes que podría brindar, sobre todo balanceando adecuadamente los aspectos relacionados con la materia, energía e información que estos sistemas y sub-sistemas interrelacionan.

DESARROLLO

*El aire estará limpio de todo veneno que no venga de los miedos humanos y de las
humanas pasiones;
La gente no será manejada por el automóvil, ni será programada por la computadora, ni
será comprada por el supermercado, ni será mirada por el televisor.
El televisor dejará de ser el miembro más importante de la familia, y será tratado como la
plancha o el lavarropas.
La gente trabajará para vivir, en lugar de vivir para trabajar.
Los economistas no llamarán nivel de vida al nivel de consumo, ni llamarán calidad de
vida a la cantidad de cosas.
La escuela del mundo al revés© Eduardo Galeano Siglo XXI. Madrid (fragmento)*

Nuestra definición de cátedra, escrita hace más de 20 años (Gonzalo, 1987) determinaba que justificábamos la enseñanza de una arquitectura bioambiental o bioclimática en tres factores fundamentales:

1. Intentar brindar el máximo posible de confort “integral” en ciudades y edificios.
2. En el diseño y construcción de ciudades y edificios realizar un adecuado control para hacer un uso racional de la materia y de la energía.
3. En la medida de lo posible y contemplando economías integrales y a largo plazo, hacer uso de tecnologías apropiadas, alternativas, y de fuentes renovables de energía.

La prudencia de nuestras definiciones, contemporáneas al planteo del informe Brundtland que establecía que: “El desarrollo sostenible es aquél que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”, se basa en la enorme complejidad de los sistemas con los que estamos tratando y que muchas veces simplificamos de una manera abrumadora, con propuestas que vemos sobre todo en nuestros tipos de reuniones, donde un cambio parcial en una modalidad o uso establecido por la costumbre llevaría a cambios integrales, sociales y tecnológicos, casi de una manera mágica.

En realidad obtener un equilibrado acuerdo entre materia, energía, información y producción de desechos en sistemas tan complejos como nuestras ciudades, se debería basar en un meta-equilibrio, dejando márgenes más o menos amplios para la contingencia y la incertidumbre, ya que el equilibrio ecológico es solamente una “figura poética para evocar la interacción sistémica que se establece entre los componentes de un ecosistema. Es una metáfora sacralizada por los amantes de las simplificaciones y los fundamentalismos. A lo mejor, ni siquiera existe”. (Folch, 1999)

La ciudad sustentable

Deberemos considerar, al proyectar y construir los emprendimientos urbanos y al generar los controles edilicios, que en la actualidad manifiestan una impunidad e imprudencia que realmente desconciertan y asustan a personas con mirada atenta, que para lograr una ciudad sustentable tendremos que tener conocimientos ciertos y adecuados al lugar, de la sustentabilidad ecológica y los márgenes que tenemos para ese sitio especial, contemplando la protección de los recursos y de los ecosistemas que nos afectaran o serán afectados por nuestra acción antropogénica.

Además, y con una importancia similar, deberemos contemplar la sustentabilidad económica, contemplando la productividad de los recursos materiales y humanos a largo plazo y los menores costos de uso y reposición. Por último y fundamentando los dos análisis anteriores, deberemos atender a la sustentabilidad social y cultural que será muy particular y precisa para cada lugar, y que deberá contemplar la protección de la salud y el confort de los habitantes, así como la preservación de los valores sociales y culturales que sustentan a una determinada comunidad.

Frente a estas consideraciones rápidas y puntuales, sobre los aspectos que se consideraron fundamentales en nuestra conferencia y que podrían profundizarse y ampliarse, la administración en sus distintos niveles de acción y control, así como de formación, nos presentan modelos lineales, deterministas y “universales” para todo nuestro país. Veamos, por ejemplo, el caso de viviendas o escuelas “prototípicas” que son de aplicación sin cambios o muy pequeños, a veces contraproducentes, en toda la geografía Argentina.

Un caso singular, que vamos a presentar en otra conferencia (Martínez y Ahumada, 2007) muestra un premio nacional producido por un “prototipo de vivienda para la Región NO” del Banco Hipotecario Nacional. Los que conozcan las condiciones eco-sistémicas enunciadas más arriba del Nor-Oeste Argentino podrán sacar sus conclusiones.

Diseño urbano y edificio

En el diseño urbano y edificio podemos destacar aquellas materias o temáticas que son comunes y casi de exigencia obligatoria, por parte de las instituciones educativas, los organismos de control, los profesionales liberales, etc. Ellas son: Funcionalidad, Seguridad, Valor arquitectónico (en el sentido de significación, expresión o singularidad) y, en algunos casos, Adecuación Económica, al presupuesto del cliente o al objetivo que se pretende alcanzar, tanto en la esfera privada como pública.

Así nos enseñaron arquitectura y creo que con muy pocas variantes se sigue enseñando taller de arquitectura en nuestros días. Al ser el “hecho arquitectónico” de una extrema complejidad, se trata de reducir las variables a aquellas que la práctica arquitectónica considera más importantes o fácilmente manejables.

A las estructuras e instalaciones complementarias, tanto a nivel de edificios como infraestructuras, las atienden otras disciplinas, que van a la zaga del proyecto y, a veces, de la propia construcción. Son innumerables los ejemplos de barrios a los que luego le tuvieron que modificar o agregar canales para derivar aguas de lluvia o bien instituciones cooperadoras en escuelas que tienen que concurrir en auxilio de los usuarios por deficiencias manifiestas en las obras o equipamientos.

Pero aún considerando que las variables enunciadas sean tomadas en cuenta con criterio y orientadas al bien común, en el sentido de San Agustín de Hipona desde sus Confesiones a la Ciudad de Dios, quedan otras, que a nuestro criterio y conforme a los objetivos de esta conferencia son igual de importantes: las consideraciones relacionadas con el Confort y el Impacto Ambiental.

Dentro de las primeras podemos identificar algunas más destacadas: el confort térmico, el visual, el acústico, el control de vibraciones y la calidad del aire. En cuanto al control de impactos que un proyecto debe asegurar: la consideración del uso de la energía, del agua, de los materiales y el manejo de las emisiones.

CONCLUSIONES

“¿Me preguntas por qué compro arroz y flores?
Compro arroz para vivir y flores para tener algo por lo que vivir.”
Confucio

Como es habitual en todas las consideraciones que hacemos sobre el ambiente, cuando analizamos los edificios y las ciudades en los que los mismos están enmarcados, por lo menos en la mayoría de las ciudades y urbanizaciones que conozco o que hemos estudiado, nos encontramos con una práctica arquitectónica y de diseño que, como decíamos al comienzo, muestra a las claras la cosmovisión a la que el hombre ha llegado y que la globalización ha conseguido extender por casi todo el planeta.

Sobre lo que más conocemos, nuestras ciudades, vemos que en los edificios que se realizan, tanto desde lo privado como desde lo público, en la gran mayoría de los casos no se respetan normas y reglamentaciones básicas, sobre todo en lo que hace a los aspectos de confort y sustentabilidad en el sentido que hablábamos anteriormente.

Se llega a compromisos tecnológicos extremos, con “la temática arquitectónica *Edificio Inteligente*” lo cual “no implica necesariamente una arquitectura inteligentemente respetuosa del ambiente; se trata de la implementación de la *High-Tec* como estrategia comercial-productiva, corporativa y de negocio inmobiliario, por lo que el ambiente es nuevamente relegado, utilizándose muchas veces como factor de *marketing*” (Jacobo, 2003)

Las ciudades se trazan como lugares de depósitos de personas en diversas actividades a puertas cerradas, con mínimas y en algunos casos inexistentes vías de conexión, salvo las importantísimas superficies, cuanto más artificiales y agresoras mejor, para ese nuevo símbolo cultural que es el automóvil. No estamos hablando del transporte público ni de la absoluta necesidad de conectarnos, que se puede resolver de múltiples maneras.

Los edificios, las veredas, las cada vez más pequeñas y aisladas plazas, los espacios urbanos al interior de las manzanas, es decir, los espacios de uso público, se consideran cada vez más un gasto improductivo, que quita rendimiento global y, como he leído en muchos artículos, genera dispersión que potencia el gasto de la ciudad, dilapida recursos en infraestructura y aumenta los impuestos para mantenerlos. Muchas veces no se considera y es determinante para el confort humano la influencia de la geometría de los espacios exteriores, la vegetación asociada a estos espacios y a la envolvente de los edificios, tanto de tipos de árboles como arbustos, enredaderas y hasta el césped, lo ajustado de la

ventilación, tanto en su protección para climas o periodos fríos como para su aprovechamiento en situaciones de calor (Giglio, 2006)

En síntesis, si no se cumple o consideran pautas mínimas de habitabilidad y sustentabilidad a nivel de los edificios: viviendas, escuelas, hospitales, universidades, etc.; poco podemos pretender que una conducta social se manifiesta para exigir un cambio en las pautas de diseño bio-ambiental a nivel urbano.

Como decíamos en uno de los libros de la bibliografía (Gonzalo et al., 2000), la creciente urbanización que experimenta el planeta, luego de la revolución industrial, convierte muchas veces a las ciudades en uno de los principales elementos de riesgo para el medio ambiente y para el desarrollo y bienestar de sus habitantes. La solución alternativa de los barrios cerrados o cárceles de lujo, demuestra cada vez más a las claras, por gran parte de los análisis psicológicos, ambientales, sociales, técnicos y urbanos que conocemos, se han convertido más en un nuevo problema para las ciudades que en una solución integral para sus habitantes.

Concluyendo con estos mínimos y parciales análisis, que por la extensión planteada para realizarlos no podemos extender más, entendemos que “una solución homogénea para la protección del ambiente es un sueño frustrado... resta la esperanza que ésta pueda ser reemplazada por iniciativas regionales”. (Schellnhuber, 2003). Y a esto ya lo planteamos en Junio de 1991, cuando se realizó en la Universidad Nacional de Tucumán, organizado por nuestro grupo de investigación, la primera y lamentablemente última: Reunión de Trabajo de Investigadores sobre: "Normativas sobre Habitabilidad, Uso Racional de la Energía y Energías No Convencionales en la Arquitectura y el Urbanismo".

En 1994, año en que fuimos asesores ad-honorem de la Diputada Nacional por Tucumán, Lic. Gioconda Perrini, basados en el “Documento Liminar” de la reunión anterior, propusimos un proyecto sobre “Ley de creación de los Consejos Científicos Provinciales para la elaboración de normativas sobre habitabilidad, uso racional de la energía y energías no convencionales en la arquitectura y el urbanismo” que nunca fue tratado en el recinto.

En dicha propuesta, entre otras acciones fundamentales, se planteaba; “Aprovechar los conocimientos y experiencias que disponen los grupos de trabajo de las distintas instituciones relacionadas con el tema de nuestro país, que indican la existencia de material suficiente para implementar soluciones que permitan asegurar importantes mejoras en la calidad de vida de los habitantes de los distintos sectores socio – económicos”.

Por último, en el año 2000 y luego de dos años de sintetizar estudios y ampliar trabajos de mediciones y simulaciones anteriores, mediante un convenio con la Municipalidad de San Miguel de Tucumán realizamos un libro donde se sintetizaba una propuesta simple, casi esquemática, pero que significaba un paso posible para modificar un Código de Edificación y un comportamiento social sobre la temática que a todas luces se mostraba como contraproducente a un diseño bio-ambiental de la ciudad y sus edificios.

Damos fin a estas rápidas consideraciones mostrando algunas propuestas y reconociendo que los resultados que se alcanzaron fueron parciales, ya que si bien se logró modificar en algunos aspectos el código, los intereses inmobiliarios; los “usos y costumbres” de nuestros ciudadanos y sus representantes electos; de nuestros profesionales; la resistencia a los cambios; la carencia de idoneidad o formación suficiente para tratar temas complejos; entre otros factores que quizás sean más graves pero difíciles de incluir sin pruebas suficientes, hicieron que nuestras propuestas se adoptaran en solamente algunas

instituciones y para algunos casos, no lográndose generalizar una “ley o código bio-ambiental”, que era lo que se pretendía y por lo que seguiremos estudiando y proponiendo.



Fig. 2: Vista aérea del centro.

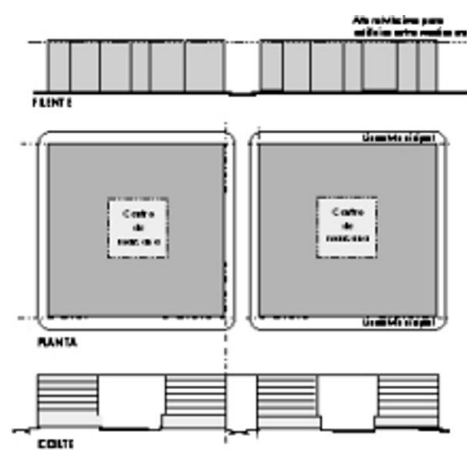


Fig. 3: Perfil urbano según la normativa actual.

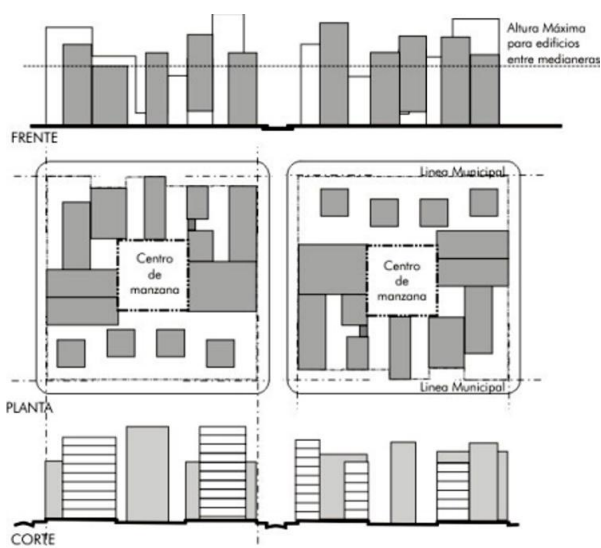


Fig.4: Nuevos amezanamientos

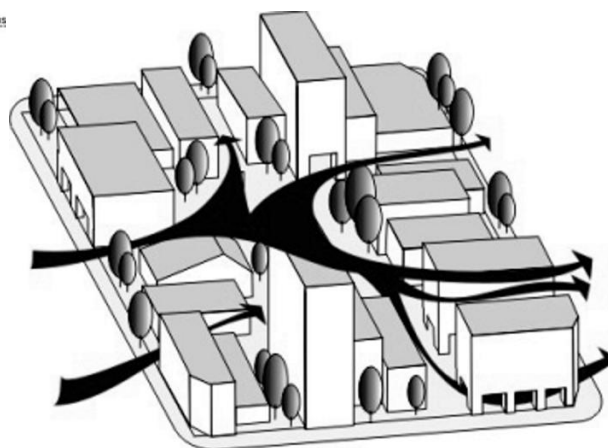


Fig.5: Vista volumétrica de manzana, código propuesto



Fig. 6. Simulaciones realizadas por alumnos de tesis, según el nuevo código de edificación propuesto, en un sector de viviendas.
(Alonso et al., 2005)



Fig. 7. Simulaciones realizadas por alumnos de tesis, según el nuevo código de edificación propuesto, en un sector administrativo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo brindado por los proyectos: BID 1728/OC-AR Proyecto PAE 2004-TIPO 2 N° 22559, que integra el Proyecto N° 22811 Nodo Gonzalo, sobre “Eficiencia Energética en el Hábitat Construido” y el convenio Habit@ con la Unión Europea: Renewable Energy Systems on the Built Environment: A Dissemination Activity in South

America, así como algunos trabajos realizados dentro de los Seminarios de Iniciación: Metodología de la Investigación Científica para una Arquitectura Bioclimática.

ABSTRACT

Within the frame Meeting and Thematic Discussion: “Buildings in the future, bioclimatic strategies and sustainability”, we have gotten invited to expose on our experience on the matter, so much urban level like at the buildings.

This experience already was materialized in several books, which show up in the bibliography at the end of this work, and it is a theme that our group of investigation goes into over 30 years.

The question that we did ourselves for this case is short of concrete application of many of the environmental proposals and for the better habitability and the rational use of energy at the level of state organisms, regulatory agencies, tuition institutions at the urban and building sector, and most of all, the almost total scarcity at our country of a knowledge of the themes and a social requirement with regard to this matter, for part of the great majority of the population.

We tried in this work to give some answers to these questions and establishing some minimal proposals that they may modify this situation.

Keywords: Sustainability, Urbanism, Architecture, Bioclimatic, Guidelines, Habitability.

BIBLIOGRAFÍA

- Gonzalo G.E., Nota V.M., Hernández S.P., Martínez C.F. y S.L. Ledesma, "Diseño bioclimático de oficinas: pautas para San Miguel de Tucumán", ISBN 987-43-9361-0, CDD 725.23, Octubre 2007.
- Gonzalo G.E. colaboración V.M. Nota. "Pautas y Estrategias para una Arquitectura Bioclimática", 261 pp., ISBN 950-43-9028-5, IAA-FAU-UNT, Tucumán. (2005).
- Gonzalo G.E. (colaboración V.M. Nota), "Manual de Arquitectura Bioclimática", Librería Técnica CP67, Buenos Aires, ISBN 950-43-9028-5, 2003.
- Gonzalo G.E., "Metodología para el diseño bioclimático", Ed. del Rectorado, Tucumán, 2001. ISSN 1514-7932.
- Gonzalo G.E., Ledesma S.L. y V.M. Nota, "Habitabilidad en edificios", Santamarina, Tucumán, 2000. ISBN N° 987-43-2618-2.
- Gonzalo G.E., "Manual de Arquitectura Bioclimática", Ed.ArteColor, Tucumán, 1998, ISBN N° 950-43-9028-5.

REFERENCIAS

- Alonso F.G., Bulacio M.O. y Angulo P.A. (2005). Dirección del proyecto: Serrano R. y G.E.Gonzalo, Análisis ambiental del Código de Planeamiento, Tesis final FAU-UNT, Tucumán.
- Folch R. (1999). *Diccionario de socioecología*, Planeta, Barcelona, p.135.
- Germán Carvajal (2005). *Diseño como Poética –El pensamiento de César Jannello-*, Academia Nacional de Bellas Artes, Buenos Aires, p. 24. Citado por Ruiz Pesce R.E. (2007)

- Giglio T. e Hirota E. (2006). *Outdoor Comfort in Low-Income Housing Design*. PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland.
- Gonzalo G.E. (1987). *Aprovechamiento de la Energía Solar*, Consejo Federal Inversiones, Buenos Aires, 1987.
- Heidegger M. (2001). *Conferencias y Artículos; "Construir, Habitar, Pensar"*, Editorial Del Serbal, Barcelona. (publicado originalmente en: Construir, habitar, pensar [Bauen, Wohnen, Denken] (1951) conferencia pronunciada en el marco de la "segunda reunión de Darmastad", publicada en Vortäge und Aufsätze, G. Neske, Pfullingen, 1954)
- Jacobo, G, (2003). *Hábitat humano, medio ambiente y energía. Análisis de consumo energético con valoración ecológico-toxicológica de rubros constructivos para obras de arquitectura en el Nordeste de Argentina*, Moglia Ediciones, Corrientes, Argentina, ISBN N° 987-43-6784-9.
- Martinez C.M. y H. Ahumada Ostengo (2007). *Vivienda Bioclimática – Concurso Banco Hipotecario Nacional – Región NO*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 11, pp. 05-49 a 05-56. Argentina. ISSN 0329-5184
- Roca M.A. (1989). *Habitar – Construir – Pensar (Tipología, tecnología, ideología)*. Nobuko. Buenos Aires.
- Ruiz Pesce R.E. (2007). *Pensar, decir y obrar en arquitectura y urbanismo: Una lectura filosófica para la formación universitaria de arquitectos y urbanistas*. Inédito. Tucumán.
- Schellnhuber H.J. (2003). *Nature*, Vol. 426, 18-25 December, p. 756.

ALTERNATIVAS SUSTENTABLES PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.

Jorge Daniel Czajkowski

Grupo Hábitat Sustentable, Cátedra de Instalaciones. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Universidad Nacional de la Plata.

Calle 47 N° 162 – 1900 – La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Tel: 0221-4236587/90 int 255. Email: czajko@ing.unlp.edu.ar

RESUMEN: La UNLP es un nodo dentro de la red académica que forma el Proyecto PAE 22559 - BID 1718/OC-AR «Eficiencia energética en el hábitat construido». Entre los objetivos de nuestro grupo al proyecto y hacia la red se encuentra el desarrollo de un modelo de diseño aplicado a viviendas de interés social con un enfoque sustentable. Entendiendo este enfoque a contemplar la minimización en el uso de la energía, la adecuación al clima, el uso de materiales del sitio, el contenido energético de estos, el costo inicial y en la vida útil, el uso de energías renovables y minimizar emisiones. Se exponen los primeros resultados que surgen de una cooperación con el IVBA. La modelización y simulaciones se realizaron mediante el EnergyPlus.

Palabras clave: vivienda, ahorro energía, innovación tecnológica, simulación, arquitectura sustentable.

INTRODUCCIÓN

Durante dos décadas se ha venido trabajando en un seguimiento y monitoreo mediante auditorías energéticas globales y detalladas en el AMBA, la provincia de Buenos Aires, la provincia de Misiones y Tierra del Fuego. Esto permitió acumulación de conocimiento y experiencia en una visión desde la demanda. Entre varios proyectos destaca el PID CONICET «Mejoramiento de las condiciones de habitabilidad higrotérmica en el hábitat bonaerense» (1989-1991) por la profundidad que alcanzó y facilitó la obtención de varios premios en investigación y proyectos nacionales. A esto se suma el seguimiento de trabajos realizados en La Pampa, San Juan, Mendoza, Tucumán, Buenos Aires, entre otros.

Mucho se ha trabajado sobre la vivienda de interés social pero mayoritariamente desde comportamientos térmicos y consumo energético en estado estacionario, monitoreo de la habitabilidad higrotérmica, propuesta de modelos simplificados de ahorro de energía en calefacción, evaluación de la transmitancia térmica adecuada, evaluación del riesgo de condensación, entre otros.

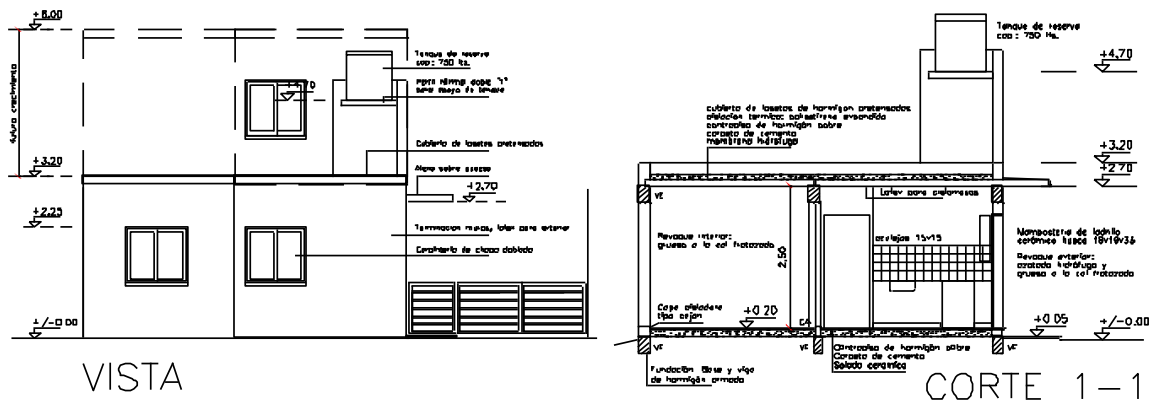
En este trabajo pretendemos un enfoque un poco diferente, que consiste en:

1. establecer contacto con los hacedores de viviendas de interés social del Instituto de Vivienda de la Provincia de Buenos Aires. Explicarles los alcances del PAE - BID y como Universidad y proyectistas públicos podemos intentar hacer un trabajo cooperativo con los que deseen integrarse a la cooperación. Así, no fuimos a contactar al director, sino que nos sentamos en una ronda, en el propio lugar de trabajo de arquitectos e ingenieros, a ver si podíamos discutir mejoras en viviendas que generan.

2. acordamos tomar lo que ellos consideran la peor operatoria, desde la visión de un arquitecto proyectista, y llevarnos el material para analizarlo. Es el Plan Federal 2 que prevé construir viviendas de uno o dos dormitorios, que deben crecer en dúplex con un costo entre 47.000 y 57.000 pesos. esto implica 887 pesos/m^2 o $286 \text{ u\$/m}^2$. Como puede verse es un gran desafío (Figura 1).
3. propusimos otras alternativas para mejorar la interacción, como acudir una vez a la semana al IVBA o que el IVBA envíe algún profesional al grupo, pero por el momento fue desestimado. El tiempo dirá como continuar.
4. se acordó que ni bien tuviéramos algún resultado o propuesta lo lleváramos para que el área costos analice su viabilidad y de ser aprobado por directorio pasa a integrar los legajos tipo que ofrece el IVBA a las organizaciones intermedias. Cabe aclarar que el IVBA a diferencia de otros Institutos provinciales no construye barrios.

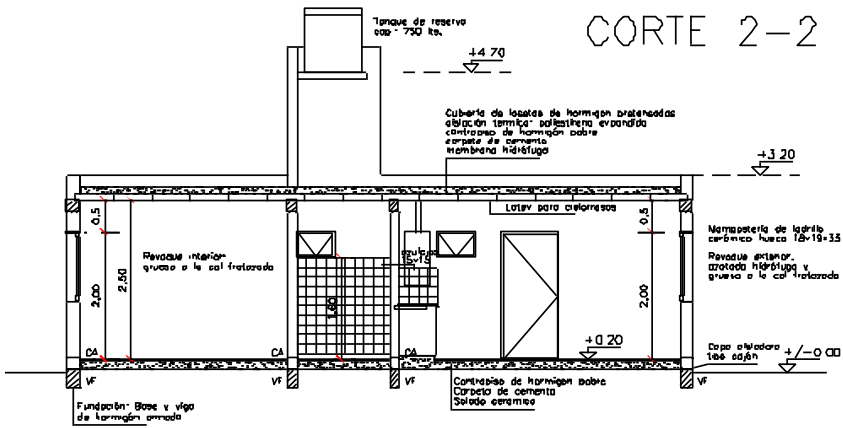
En este trabajo se muestran resultados surgidos de simulaciones numéricas realizadas con el programa EnergyPlus del Ministerio de Energía de los Estados Unidos de Norte América, que es de libre disponibilidad. La única base de datos meteorológica (*bdm*) disponible es Aeroparque (Bs As) y es con la que se trabajó. En la actualidad nos encontramos analizando el formato de la base de datos a fin de elaborar *bdm* para 27 localidades de Argentina. Contamos con el asesoramiento técnico del LabEEE-UFSC (Brasil) y los Drs Roberto Lamberts y Joyce.

El objetivo del trabajo es tomar el modelo de vivienda enviado por Nación y proponer escenarios tecnológicos en cuanto a características de muros y techos y niveles de aislamiento térmico, a fin de conocer su comportamiento térmico anual, pero centrando los resultados en el período de verano e invierno, y discutirlos.

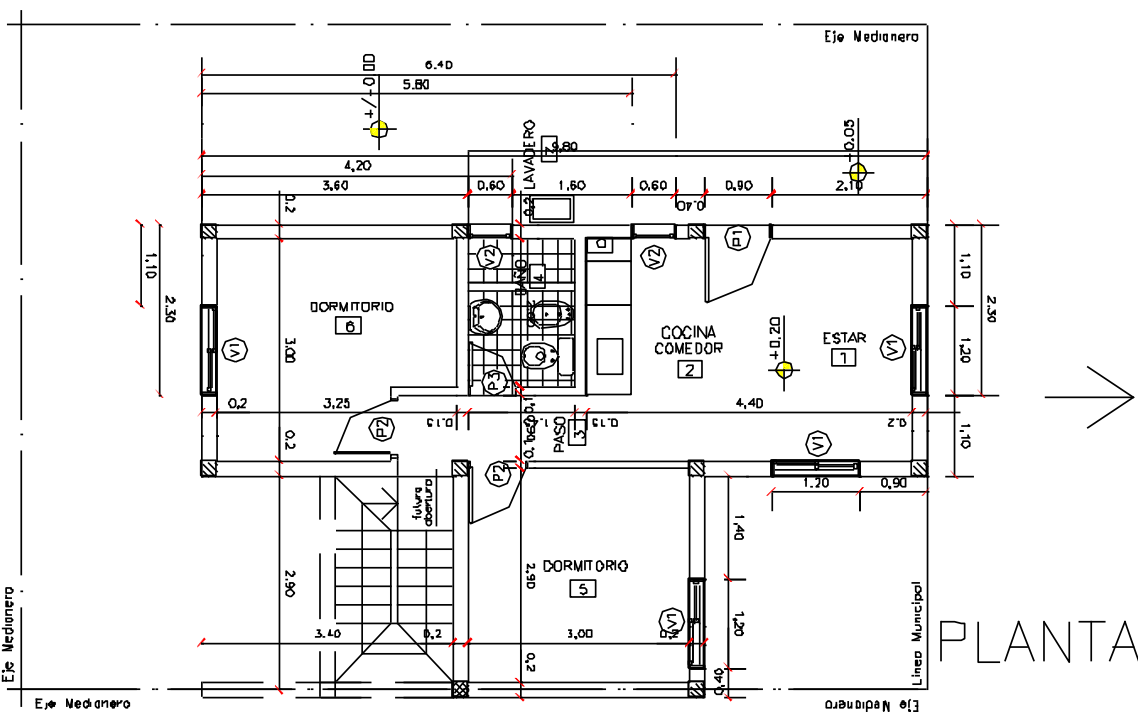


VISTA

CORTE 1-1



CORTE 2-2

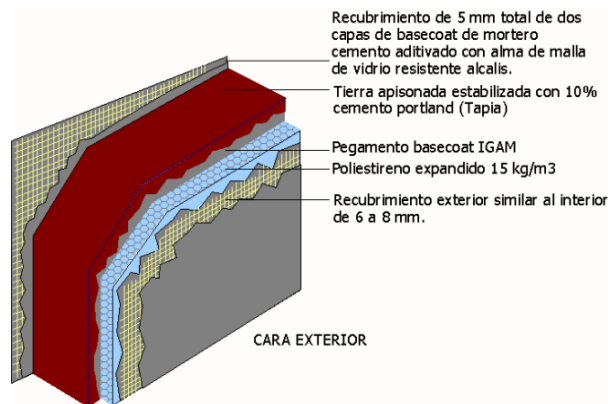


PLANTA

Figura 1: Documentación gráfica del prototipo del Plan Federal 2 para la Prov de Buenos Aires. (Fuente: IVBA, 2007)

METODOLOGÍA

Para esto se cargó la vivienda en el poco amigable EnergyPlus, se estableció una plantilla de uso y ocupación (personas e iluminación) de la vivienda para cada mes del año. Esto con el fin de generar cargas internas por ocupación hora a hora. No se modificó nada del proyecto. En cada escenario tecnológico se fueron incorporando cambios en la envolvente a fin de evaluar el comportamiento térmico del conjunto.



Se utilizaron tres soluciones base para muros y una para techos. En muros: ladrillos cerámicos huecos de 18x18x33; bloques de concreto 19x19x39 y «tapia» de suelo estabilizado. En la solución base (Prot1) se utilizaron carpinterías de aluminio con vidrio simple. En la solución intermedia (Prot2) carpinterías de madera de cultivo tratadas con CCA y vidrio simple pero con postigones exteriores de madera. En la solución recomendada (Prot3) las mismas carpinterías pero con vidrio doble económico ($K= 3,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$).

Previamente se analizó cuales son las soluciones constructivas usuales en la construcción de estos barrios (Czajkowski & Gómez, 2007) definiendo sus características físicas y térmicas. Se establecieron las mejoras en función del Nivel B propuesto en la Norma IRAM 11605 y una versión mejorada que denominamos «recomendable».

Figura 2: Tradicional «tapia» mejorada.

Una de las opciones que se adoptó fue recuperar la «Tapia» como solución constructiva ancestral de muy bajo contenido energético (Czajkowski, op cit) constituida por suelo apisonado con un 10% (promedio) de aglomerante sea cemento Portland o cal hidráulica. Se utilizaron antecedentes locales y regionales donde se obtuvieron valores de su comportamiento mecánico, físico y térmico.

Al notar que era necesario dar un poco más de masa térmica a los bloques de cemento incorporamos una opción que consiste en rellenar sus huecos con tierra levemente apisonada (Prot 1'; 2 y 3). Se pierde aislamiento térmico pero se aumenta la masa.

En el caso de muros la opción es adherir el aislamiento térmico en la cara exterior, mediante un procedimiento denominado «EIFS» External Insulation Finish System [www.eifscouncil.org]. Este sistema permite incorporar aislamiento térmico exterior al menor costo posible, evitando costosos recubrimientos como dobles muros. Se probó con buenos resultados en dos viviendas privadas en La Plata, con materiales locales.

Dado que es parte del Plan Federal 2 que la vivienda crezca como dúplex y la cubierta es de manera excluyente una losa, entonces se optó por implementar un «techo invertido». Esto permite además proteger la barrera hidráulica y hacerla actuar como barrera de vapor.

El aislamiento (EPS 30 kg/m³) se apoya sobre la membrana y se cubre con una capa de ripiolita. Cuando se desee construir la planta alta se quita y acopia el aislamiento para ser utilizado nuevamente en la nueva cubierta.

Prototipo	Espesor m	Aislam. m	K W/m ² .K	Masa Kg/m ²
P1-LH: Sin aislam, vidrio simple y carpintería aluminio sin protección solar.	0,20	---	1,75	140
P2-LH: Nivel B, vidrio simple y carpintería madera y postigones exteriores	0,24	0,04	0,58	142
P3-LH: Nivel Rec, vidrio doble y carpintería madera y postigones exteriores	0,28	0,08	0,37	143
P1-BC: Sin aislam, vidrio simple y carpintería aluminio sin protección solar.	0,20	---	2,70	188
P1'-BC: Sin aisl. c/tierra, vidrio simple y carpintería aluminio sin protección solar.	0,20	---	3,22	322
P2-BC: Nivel B c/tierra, vidrio simple y carpintería madera y postigones exteriores.	0,24	0,04	0,68	324
P3-BC: Nivel Rec c/tierra, vidrio doble y carpintería madera y postigones exteriores.	0,28	0,08	0,42	326
P1-Tap: Sin aisl. c/tierra, vidrio simple y carpintería aluminio sin protección solar.	0,20	---	1,91	384
P2-Tap: Nivel B, vidrio simple y carpintería madera y postigones exteriores	0,24	0,04	0,60	386
P3-Tap: Nivel Rec, vidrio doble y carpintería madera y postigones exteriores	0,28	0,08	0,38	388

Tabla 1: Síntesis de las características físicas y térmicas de los muros usados en la simulación

Prototipo	Espesor m	Aislam. m	K W/m ² .K	Masa Kg/m ²
P1-LCH: Losa de viguetas y ladrillos huecos con terminaciones usuales. Sin aislam.	0,15	---	3,48	320
P2-LCH: IDEM Anterior. Nivel B.	0,26	0,07	0,40	330
P3-LCH: IDEM Anterior. Nivel Recomendable.	0,34	0,15	0,19	334

Tabla 2: Síntesis de las características físicas y térmicas de los techos usados en la simulación

RESULTADOS:

Se seleccionaron 12 días de verano e invierno donde el clima exterior se mostrara más riguroso. En el caso de verano cinco días con temperatura creciente que llegan a un máximo de 35,6 °C y luego el cambio de temperatura producto de una tormenta. En el caso

de invierno 15 días con temperaturas mínimas que llegan a $-2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y solo dos días después sobrepasa la máxima levemente los $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. En las figuras 3 a 5 se muestra la respuesta térmica de verano de la vivienda sin mejoras y con las mejoras progresivas. En las figuras 6 a 8 en condición de invierno.

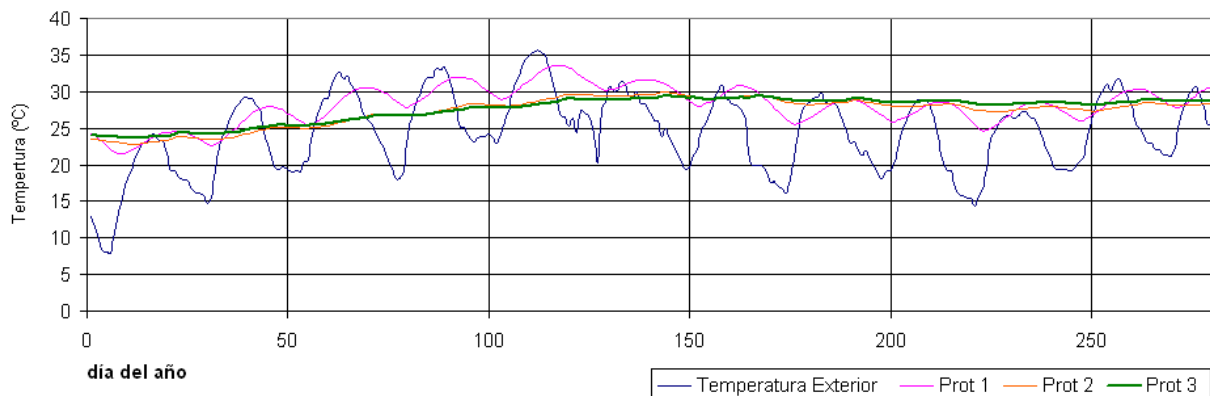


Figura 3: Comportamiento térmico verano de la vivienda resuelta con muros de ladrillo hueco y niveles de mejora.

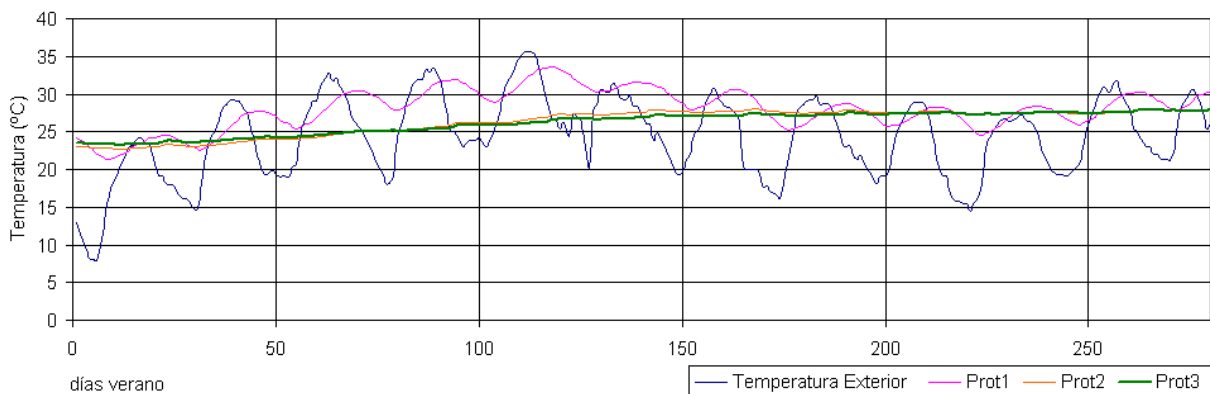


Figura 4: Comportamiento térmico verano de la vivienda resuelta con muros de bloques de concreto y niveles de mejora.

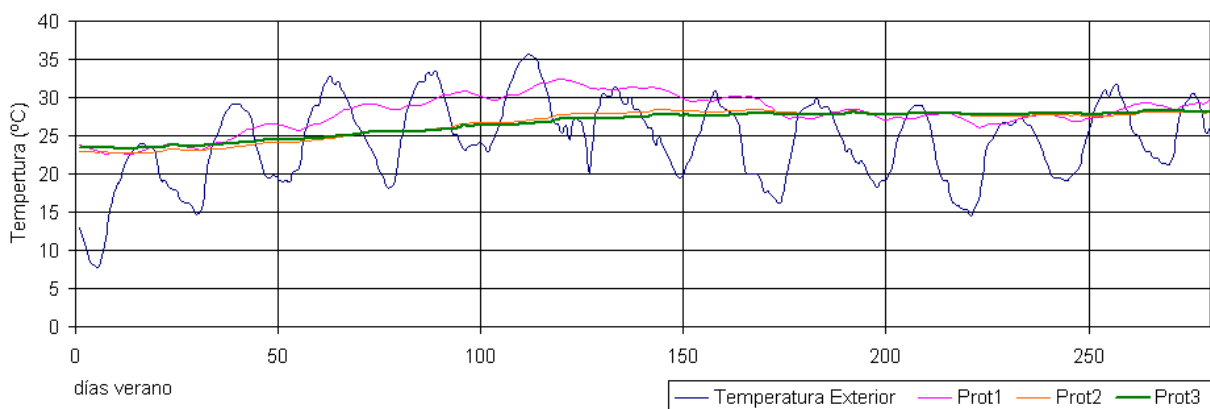


Figura 5: Comportamiento térmico verano de la vivienda resuelta con muros de suelo estabilizado «tapia» y niveles de mejora.

Verano: Las soluciones constructivas convencionales muestran grandes variaciones térmicas que van siguiendo el ritmo exterior con una amplitud térmica menor pero con extremos en el día más cálido de $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ y mínima de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Aclarando que no hay protección solar en las carpinterías y si ventilación cruzada. En ese mismo día la tapia

responde con una amplitud de 1 °C y una máxima de 32 °C. De cualquier forma fuera del confort.

La solución Prot2 y Prot3 en las tres soluciones constructivas casi no muestran diferencias. O sea duplicar el aislamiento térmico en verano no implica una mejora o diferencia significativa. Si el cambio en el material de la carpintería, la protección solar en ventanas durante el día y la ventilación selectiva (ventilación cruzada nocturna y mínima diurna). Con ladrillo hueco se llega a máximas de 28 a 29 °C y amplitud térmica de 1 °C. Con el bloque de concreto relleno de tierra y el EIFS una máxima de 27 °C casi sin amplitud térmica. El muro de tierra estabilizada con un comportamiento muy similar pero a un costo estimado sensiblemente menor. Mientras el exterior varió entre 7 a 36 °C en los 12 días el interior lo hizo entre 23 a 27 °C en los últimos casos. En otras palabras en el período más riguroso para la ciudad de Buenos Aires sin ventilación mecánica y con estrategias de diseño pasivo más aislamiento térmico y masa la vivienda se mantuvo en confort.

Invierno: Durante este período la ventilación se restringió al mínimo sanitario (1 RA) y los postigones estuvieron abiertos desde las 7 de la mañana a las 19 hs en los tres casos. En la condición sin mejoras en los tres casos la temperatura interior varió entre 7 y 17 °C en la quincena mientras el exterior entre -2,5 °C a 21 °C. Pero lejos del confort sin calefacción.

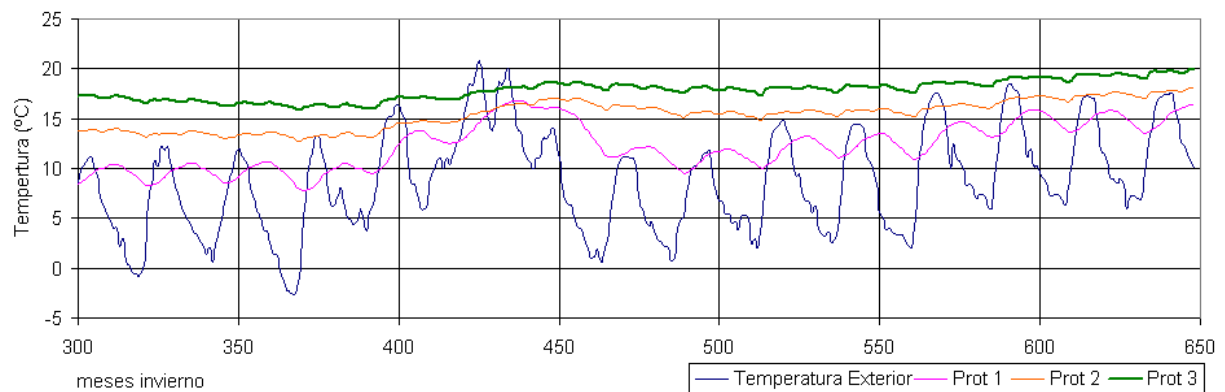


Figura 6: Comportamiento térmico invierno de la vivienda resuelta con muros de ladrillo hueco y niveles de mejora.

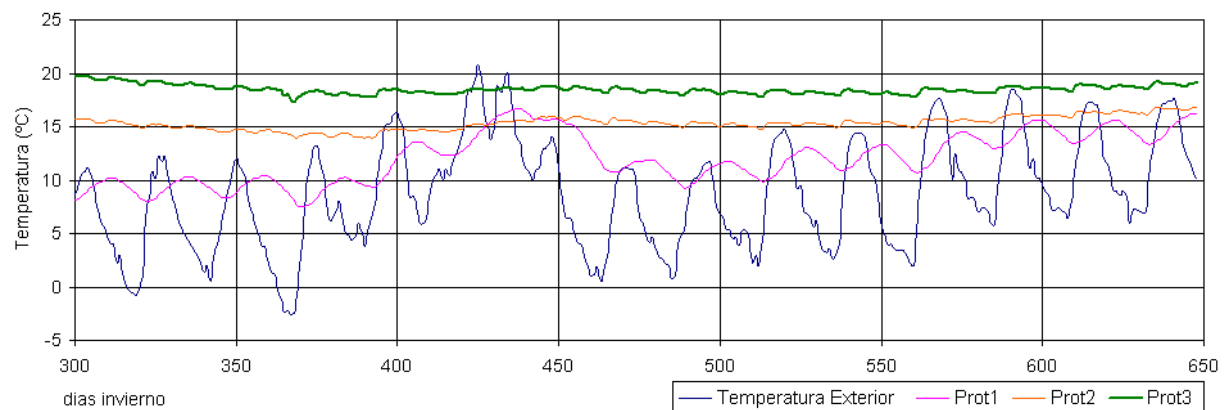


Figura 7: Comportamiento térmico invierno de la vivienda resuelta con muros de bloques de concreto y niveles de mejora.

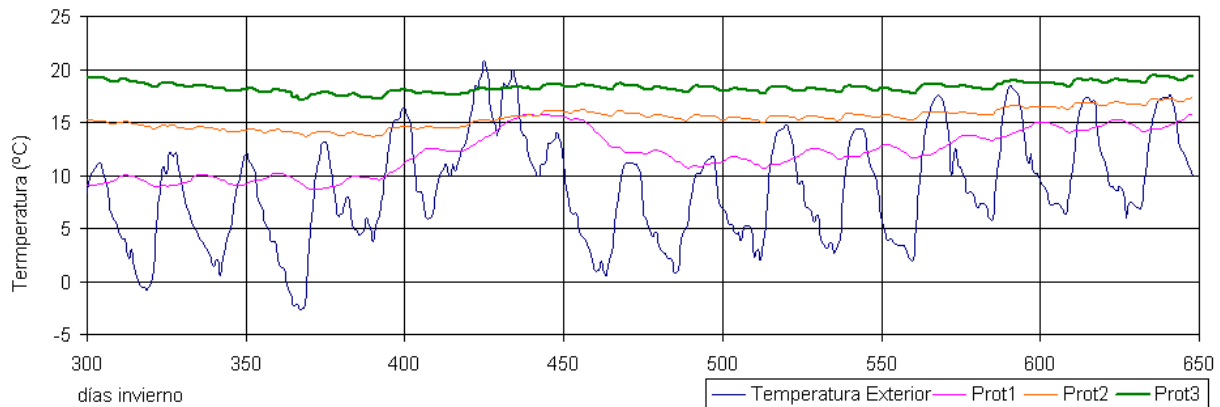


Figura 8: Comportamiento térmico invierno de la vivienda resuelta con muros de suelo estabilizado «tapia» y niveles de mejora.

Mientras en el verano el aislamiento térmico no muestra sensibilidad a los cambios en las temperatura que sean significativos, en invierno si. Implementando el Nivel B de la IRAM 11605 se consigue en las tres soluciones constructivas una media interior del período cercana a los 15 °C. Dado que las paredes y techos no están más frías es un confort económico soportable aún sin calefacción. O que con la incorporación de poco calor adicional llega al confort de 18 °C ya que solo tenemos que elevar 3 °C la temperatura interior.

A pesar del relativo incremento en el costo inicial del nivel de aislamiento térmico recomendable, en los tres casos la temperatura media del periodo llega a los 18 °C.

Si en verano la masa térmica es importante en invierno podemos ver que también es útil mostrándose las mayores variaciones de temperatura interior en la solución con ladrillos huecos. En el caso de los bloques de concreto y tierra o el muro de suelo estabilizado las variaciones diarias en la temperatura son inferiores a 1 °C.

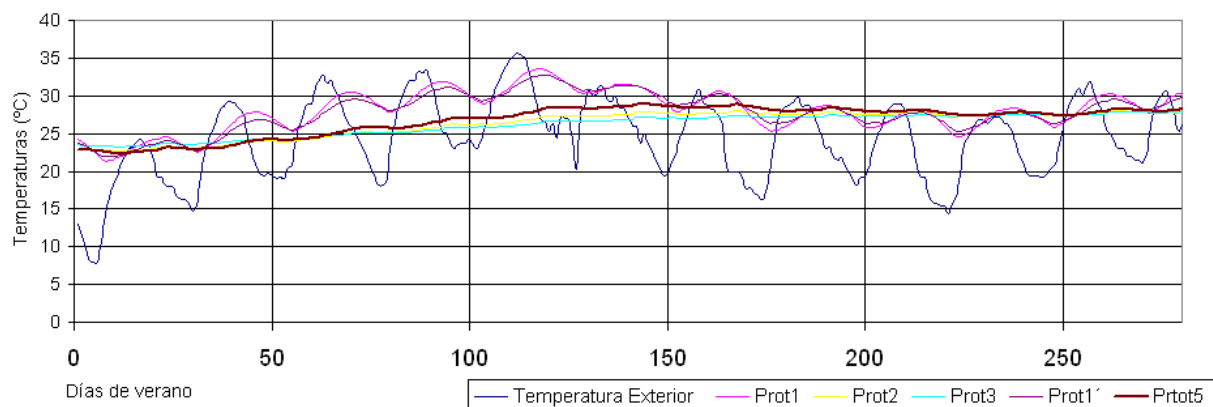


Figura 9: Comportamiento térmico de verano de la vivienda, resuelta con muros en bloques de concreto rellenos con tierra apisonada. Opción con aislamiento mínimo (marrón) 2 cm EPS en muros y 5 cm EPS en techo.

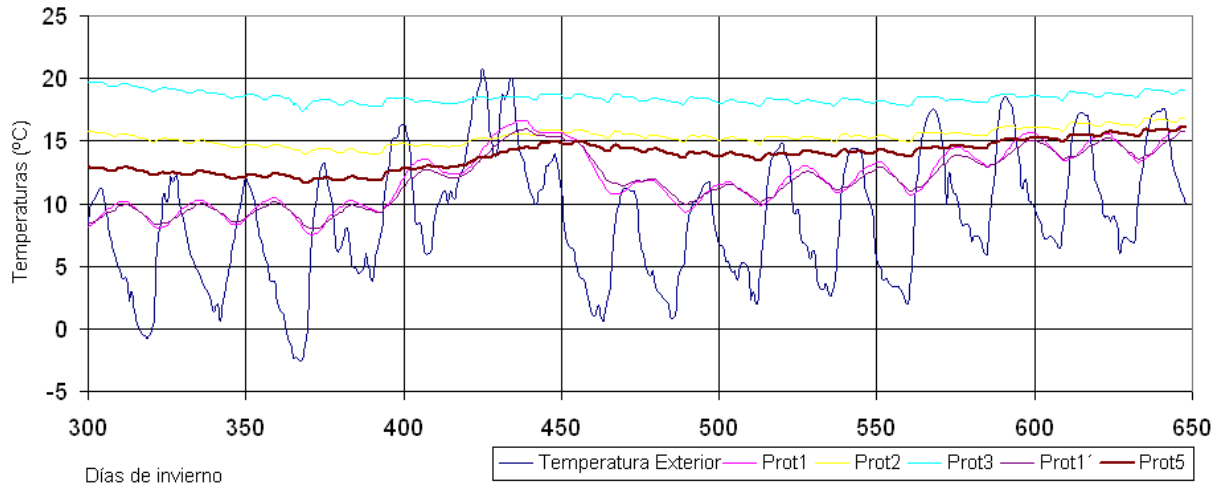


Figura 10: Comportamiento térmico de invierno de la vivienda, resuelta con muros en bloques de concreto rellenos con tierra apisonada. Opción con aislamiento mínimo (marrón) 2 cm EPS en muros y 5 cm EPS en techo.

Una opción de bajo costo:

Analizadas las soluciones sin mejoras y con dos niveles de mejoras, pareció oportuno simular una alternativa de bajo costo con niveles de aislamiento térmico inferiores a los establecidos en el Nivel B de la IRAM 11603 pero superiores al Nivel C. Así se decidió simular la solución tecnológica de mayor uso por parte de los pequeños municipios que cuentan con «bloqueras» de concreto y ver como mejorarlo con 2 cm en muros y 5 cm en techos de EPS 20 kg/m³ Desde ya manteniendo las otras estrategias de diseño pasivo y gestión ambiental consciente por parte del usuario.

Las figuras 9 y 10 muestran en línea marrón (Prot5) el comportamiento térmico de la vivienda en verano e invierno. La combinación de bloque de concreto con aumento en la masa y el aislamiento exterior, sumado a la ventilación selectiva y protección solar en ventanas muestra pocos cambios en el comportamiento de verano. Mientras la temperatura exterior es de 35,5 °C en el día más cálido la temperatura interior se mantiene casi constante en el rango de los 28 °C. Mientras la amplitud térmica semanal varió entre 7 °C a 35,6 °C la interior respondió con 23 °C a 28,5 °C y medias de 21,3 y 25,8 °C respectivamente.

Durante el invierno la situación cambia y la falta de aislamiento térmico se hace evidente (Figura 10) con temperaturas interiores entre 12,5 y 15 °C respecto al exterior -2,5 °C a 21 °C. Con una media interior de 13,8 °C y exterior de 11,7 °C.

DISCUSIÓN:

Podremos debatir cuanto aislamiento térmico debe utilizarse en una vivienda de interés social y si usar el nivel C que solo evita el riesgo de condensación superficial o colocar 4 cm en paredes y casi el doble en techos a pesar del sobre costo que significa. Lo que si no puede dejar de remarcarse es la importancia de la masa térmica como ya lo mostraran en la vivienda construida en el Partido de Moreno. Esto muestra a todas luces que para lograr condiciones mínimas de confort higrotérmico en viviendas es tan importante la masa térmica como el aislamiento. Pero el diseño pasivo aún sin tocar el proyecto implementado

con un cambio en el tipo de ventanas y el modo de uso de las viviendas por los usuarios es vital.

Por otra parte esto demuele a la Norma IRAM 11605 ya que el Nivel A es absurdo por lo costoso e imposible de implementar. El Nivel B parece razonable pero podría ser ajustado y el Nivel C debe ser eliminado ya que no favorece a nadie y solo perjudica a los futuros habitantes de las viviendas, al derroche de energía si lo consideramos a nivel nacional y a mantener subsidios al derroche. Subsidios que no llegan por igual a los sectores del primer al último decil. Además la importancia de revisar la citada Norma y volver a incorporar la masa térmica como una variable decisoria en la definición del K admisible.

Los sistemas constructivos cuya envolvente tenga una masa térmica inferior a 150 Kg/m² no deberían utilizarse en viviendas de interés social y mucho menos sin aislamiento térmico adicional. Son calurosas en verano y no retienen el calor que puedan ganar durante el día en invierno.

La opción de mínimo aislamiento térmico no afecta significativamente al comportamiento durante el verano pero implica que durante el invierno va a ser necesario un aporte adicional de calor para alcanzar el confort. En un período tan frío como el que ofrece la base de datos del EnergyPlus, debieramos pensar si una temperatura sin calefacción en una vivienda ocupada con casi 14 °C +/- 1 °C no resulta aceptable.

CONCLUSIÓN

Al iniciar el trabajo nos contentábamos con poder comenzar a utilizar el EnergyPlus y conseguir algún resultado marginal aplicado a simular el comportamiento de un muro o techo con alguna característica para el PAE y su transferencia al medio. Resultó especial la receptividad que tuvimos en el IVBA respecto a tantos intentos anteriores. Probablemente influyó la negada crisis energética que viene padeciendo el país y una conferencia dictada ante los técnicos del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires sobre «Arquitectura Sustentable y Vivienda de Interés Social (13/6/07)».

Al comenzar a obtener los resultados que se exponen en este trabajo, surgió la necesidad de contar con datos climáticos de otros puntos del país para hacer la transferencia a la red. Nuevamente eventos externos al proyecto nos permitieron contar con vital información climática provista por el SMN. En el trabajo de comprender como «construir» una base de datos climática y al encontrar serias dificultades, solicitamos ayuda al LabEEE - UFSC y la recibimos.

Nos encontramos trabajando en preparar dicha información. Pero ya comienza a aparecer otro problema y es la necesidad de contar con datos de radiación solar medidos y esperamos encontrar la misma receptividad y cooperación en nuestro medio. Si no lo conseguimos deberemos utilizar valores calculados a partir de datos de nubosidad o heliofanía del cual hay muchos y valiosos antecedentes en nuestro país de destacados investigadores.

Sobre los resultados del trabajo hay que destacar la necesidad de incorporar masa térmica a las viviendas de interés social y de ser necesario abjurar de la Norma IRAM 11605 que

solo exige aislamiento térmico. Nos sumamos a otros antecedentes previos a fin de obtener la suficiente masa crítica para modificar una norma que nadie quiere modificar.

Para el período frío solo quedan dos conclusiones: a. es preferible subsidiar aislamiento térmico a subsidiar el gas natural o GLP y b. debe considerarse de forma prioritaria la obligatoriedad del aislamiento térmico de masa en todo edificio para habitación humana.

Prácticamente 1/3 de la demanda nacional de energía primaria es para la climatización de edificios y un programa que impacte en la matriz energética debe partir de este hecho.

REFERENCIAS:

Alison G. Kwok & Walter Grondzik (2007). The green Studio Handbook. Environmental strategies for schematic design. Architectural Press. First edition.

Cortés,A. (1996). Posibilidades de la Tierra Cruda en la construcción en la Zona Pampeana. Uso de la Energía Solar. Actas de la 19º Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar, T.I., 02.1, Mar del Plata

Cortés,A. (1996). Ensayos para el Aprovechamiento de Tierra Cruda en la construcción con utilización de Energía Solar en la Zona Pampeana. Revista Energías Renovables y Ambiente. Volumen 1. ISSN 0328-932X

Czajkowski, Jorge et Al (2007). Arquitectura Sustentable. Editado por Arq de Clarín. Buenos Aires.

Czajkowski, Jorge. (2000) Desarrollo de un modelo de ahorro de energía en edificios de vivienda y determinación de valores límite de calidad térmica para la República Argentina. Avances en energías renovables y medio ambiente. Vol. 4. Nro 2. Pág. 01.39 A 01.42 ISSN 0329-5184.

Czajkowski, J; et Al. (1999) Hacia un modelo de confort integral. Auditorías ambientales en viviendas. En Avances en energías renovables y medio ambiente. ISSN 0329-5184. Pág. 08-13 a 16. Vol 3. Nro 2.

Czajkowski, J.; et Al. (1997) Estrategias bioclimáticas en viviendas de interés social. En Avances Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184. Vol 1, No 1. Revista de la Asociación Argentina de Energía Solar. Págs. 137-140.

Czajkowski, Jorge y Rosenfeld E (1993). Condiciones higrotérmicas mínimas de muros y techos para la Provincia de Buenos Aires. 16a Reunión de Trabajo de ASADES (Asociación Argentina de Energía Solar) en La Plata.

Czajkowski, J. y Rosenfeld, E. (1990). Resultados del análisis energético y de habitabilidad higrotérmica de las tipologías del sector residencial urbano del área metropolitana de Buenos Aires. Actas ASADES'14, Mendoza. Pág 131.

De Rosa, C. (1988) Potencial de ahorro energético de las nuevas operatorias de vivienda de la provincia de Mendoza. Actas ASADES'13, Salta, 1988. Pág 305-312.

de Schiller, S., Gomes da Silva, V., Gojberg, N. y Treviño, C. (2003) Edificación sustentable: consideraciones para la calificación del habitat construido en el contexto regional latinoamericano. ASADES Formosa 2003

EnergyPlus 2.0.0 (2007). Energy Efficiency and Renewable Energy. US Department of Energy. [<http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>]

Evans J.M. et al. (1997) Confort Térmico y demanda energética en edificios. Anais IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construido. pags. 586.

Filippín, C. y Bernardós, J. (1995) Evaluación energética de un sector de las viviendas de interés social de la Ciudad de Santa Rosa. Actas ASADES'18, San Luis, 1995. Pág 02.69-76.

IRAM 11601; 11603; 11604; 11605. Serie de Normas sobre Acondicionamiento térmico de edificios. Buenos Aires.

Filippín C, et al. (2001). Comportamiento térmico y energético de viviendas solares para estudiantes de escasos recursos en La Pampa. Volumen 9

Lesino G, et al. (1997). Vivienda liviana con servicios solares. Revista Energías Renovables y Ambiente. Volumen 3. ISSN 0328-932X

López, C. et Al. (1992) Determinación del potencial de conservación de energía del parque edilicio urbano de la provincia de Mendoza. Estrategias técnico-económicas para su recuperación. Actas ASADES'15, Catamarca. Pág 45-48.

Rosenfeld, E. et Al (1993) Pautas para mejorar la habitabilidad higrotérmica en la provincia de Buenos Aires. Actas ASADES'16, La Plata, 1993. Pág 81-86.

Rifki, F.A. Design Guidlines for Energy Conscious Architecture in Cyprus. Actas PLEA'88 Energy and Buildings for Temperate Climates. Pergamon Press. Porto, Portugal, 1988. Pág 247-250.

Raspall, C. y Evans, J. M. (2003) Espesores económicos de aislación térmica. Impacto de la crisis económica. AVERMA, Salta.

San Juan, G. y Rosenfeld, E. (1992) Mejoramiento de la racionalidad energética de tipos predominantes de vivienda de producción oficial reciente en la Provincia de Buenos Aires. Actas ASADES'15, Catamarca, 1992. Pág 35-44.

AGRADECIMIENTOS:

Expreso mi agradecimiento a la Arq. Analía Gómez por su estudio sobre soluciones tecnológicas adecuadas para la república argentina; a la Srta María Gracia Bianciotto por su colaboración en el procesamiento de los datos en EnergyPlus y a Helder Goncalvez por invitarme a exponer los avances de los proyectos de mi grupo a la reunión de la Red Cyted.

ABSTRACT:

The UNLP is a node within the academic network that forms Project PAE 22559 - B.I.D. 1718/OC-AR "Energy Efficiency in the Habitat". Between the objectives of our group to the project and towards the network is the development of a model of design applied to houses of social interest with a sustainable approach. Understanding this approach contemplate the minimización in the use of the energy, the adjustment to the climate, the use of materials of the site, the energy content of these, the initial cost and in the life utility, the use of renewable energies and low emissions. The first results are exposed that arise from a cooperation with the IVBA. The modeling and simulations were made by means of the EnergyPlus.

Keywords: housing, energy saving, technology innovation, simulation, sustainable architecture.

MINIMIZACIÓN DE COSTOS Y SIMPLIFICACIÓN CONSTRUCTIVA EN LA REFUNCIONALIZACIÓN ENERGÉTICA Y EL DISEÑO DE EDIFICIOS BIOCLIMÁTICOS

CELINA FILIPPÍN

CONICET, Av. Spinetto 785, Santa Rosa, CP: 6300, TE: 02954-430910,
E-mail: cfilippin@cpenet.com.ar

RESUMEN

El presente trabajo describe los lineamientos generales y las diferentes etapas del diseño bioclimático (pre-diseño arquitectónico y térmico - anteproyecto - proyecto - construcción) para concretar o refuncionalizar energéticamente un edificio. La mayor o menor complejidad del proceso dependerá de cada edificio en particular, del momento y la situación económica y de la región en dónde se localiza (disponibilidad de mano de obra y acceso a los materiales). Fundamentalmente analiza el proceso de discusión (articulación-negociación) entre el pre-diseño y el anteproyecto, los recursos para alcanzar las estrategias del diseño y los costos de las diferentes alternativas que se discuten. Esta etapa de articulación y negociación fortalece la investigación con la discusión entre los participantes del proceso para decidir, descubrir fortalezas, debilidades y disminuir la complejidad constructiva. En la ejecución del edificio se necesita la participación del director técnico y del profesional que realizó el prediseño térmico. Se concluye que se debe realizar un buen trabajo de simulación térmica (alternativas tecnológicas vs. costos; análisis de sensibilidad); fortalecer la gestión de los recursos energéticos, agua y residuos en los edificios; monitorear el comportamiento térmico y energético durante diferentes momentos de la vida útil del edificio por posibles cambios en el entorno, patologías y falta de mantenimiento, etc.; afianzar el sentido de pertenencia.

PALABRAS CLAVES: Arquitectura bioclimática - Etapas del diseño - Discusión e interacción - Diseño holístico

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2005, se mostraban los resultados de diez años de transferencia de tecnología en el área de Edificios Energéticamente Eficientes en la provincia de La Pampa (Figura 1). En el trabajo se planteaban como lineamientos y objetivos generales del diseño: lograr el confort, eficiencia energética y el bajo costo en la construcción y el mantenimiento de los edificios diseñados. Construido el edificio bioclimático, es evaluado a través de un monitoreo higrotérmico (se analiza la evolución de la temperatura interior y las condiciones climáticas) y energético (se mide el consumo de gas natural y electricidad). A partir de allí se capitalizaban los aciertos y errores. La Figura 2 muestra el esquema propuesto. En el trabajo se observa una descripción cuali - cuantitativa de los edificios bioclimáticos construidos en la provincia de La Pampa en la región central de Argentina, con estrategias de diseño pasivas: calentamiento solar, refrescamiento e iluminación natural. Se observa el diseño y la tecnología de cada uno de ellos y los resultados del monitoreo térmico y energético.

Los edificios, en localizaciones geográficas diferentes, han mostrado una buena performance durante el invierno. En algunos, se observa cierto sobre - calentamiento en períodos cálidos. El ahorro de energía fue de alrededor del 50 % según los casos, llegando hasta el 90 % en una escuela. Mejorando los hábitos de uso de cada edificio y su sistema de acondicionamiento artificial es posible maximizar el ahorro. La experiencia desarrollada en los últimos diez años permitió: evaluar diferentes tecnologías de envolventes, capitalizar errores y aciertos para optimizar próximos proyectos y establecer pautas de diseño para concebir edificios confortables con bajo consumo de energía convencional en la región en estudio. Las escuelas bioclimáticas permitieron integrar el propio edificio a las actividades de enseñanza - aprendizaje en proyectos educativos institucionales. Se concluía que se debía minimizar lo impredecible, a través del uso adecuado de modelos de predicción, a su vez, y mediante el compromiso del usuario y el desarrollo de su sentido de pertenencia, minimizar la imprevisibilidad (Filippín y Beascocha, 2005).

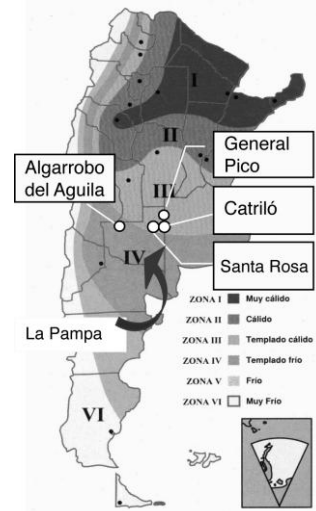


Figura 1: Ubicación de las localidades donde se emplazan los edificios



Figura 2: Lineamientos generales y etapas en la construcción de los edificios bioclimáticos en La Pampa

2. NUEVA ETAPA EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS BIOCLIMÁTICOS



Figura 3: Etapas en el diseño y la construcción de los edificios bioclimáticos

En esta nueva etapa cambian las Instituciones a las que se realiza la transferencia de tecnología: INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) y Mutual de Docentes y No docentes de la Universidad Nacional de San Luis. En este contexto en el año 2007, y manteniendo los objetivos generales del diseño bioclimático, se plantea un esquema de trabajo que se desarrolla según las etapas de la Figura 2. La Figura muestra que hay un pre-diseño térmico en función de un croquis preliminar a través del cual se pretende satisfacer los requerimientos de temperatura y el ahorro en la carga de calefacción o enfriamiento, para lograr un anteproyecto arquitectónico y energético. Entre estas dos etapas existe un período de discusión (articulación y negociación) entre el arquitecto proyectista y el asesor en diseño bioclimático. La integración de las tres etapas permite llegar al proyecto definitivo y a la elaboración de un pliego para el llamado a licitación. Normalmente, y en ciertas oportunidades es prudente, volver al anteproyecto y replantear determinadas situaciones. Durante la etapa de construcción del edificio, no se descarta volver al pliego para realizar algunos replanteos. Por eso, en el presente trabajo se describe un organigrama más complejo para concretar un edificio bioclimático, según las reglas del arte y del buen construir. Se considera que la mayor o menor complejidad del organigrama dependerá de quién sea el destinatario de la transferencia, de quién gestiona la transferencia en todas sus etapas y del momento en que se concreta el llamado a licitación. Dentro de las etapas se considera a la discusión como un período clave de negociación y articulación, en el cual se acordará o cederá con respecto, entre otros, a los siguientes apartados: muros exteriores (másico-liviano), aislamiento térmico, tecnología del vano, material de la carpintería, tapa de la aislación en la envolvente vertical y los elementos de sombras (opacas y verdes). Por ejemplo:

- Muros exteriores.

El trabajo de Filippín, Flores Larsen y Flores (2007) describe el comportamiento térmico de dos viviendas tecnológicamente diferentes: una con sus paredes construidas con ladrillo cocido común de 0.18m de espesor bolseado en el paramento exterior y revoque común en el interior ($K = 2.21 \text{ W/m}^2\text{°C}$), y otra con bloques de concreto celular curado en autoclave ($K= 0.70 \text{ W/m}^2\text{°C}$). Los resultados muestran que la vivienda liviana, aún con una importante carga de refrigeración, no logra ingresar en el área de confort. Es claro su déficit másico, su envolvente liviana y la construcción de sus paredes divisorias internas con tabiques de bajo peso acentúa la escasez de masa de acumulación. Los resultados del trabajo ratifican que para un clima templado es deseable responder a las consideraciones de diseño que surgen del bioclimograma de Givoni (masa y ventilación natural). Esto indica que en un diseño equilibrado con el medio ambiente requiere de un análisis holístico de la tecnología, además de la morfología y del uso de estrategias de calentamiento y refrescamiento pasivas.

- Tapa de la aislación térmica

Es punto de relevancia en la resolución de los proyectos, por su costo y porque maximizan o minimizan la complejidad de la obra. En los edificios ya construidos se usaron bloques de hormigón (alternativa cara y compleja en la resolución de los vanos), ladrillo mendocino puesto de panderete, ladrillo cerámico hueco, revoque sobre la aislación, base coat de Iggam que permite terminar directamente con un revoque especial. La Figura 4 muestra las distintas alternativas usadas para la protección mecánica de la aislación térmica. La opción del material de la tapa de la aislación térmica condiciona el costo de la

envolvente vertical. La Tabla 1 muestra los valores según cada situación con valores a noviembre de 2007.



Figura 4: Distintas alternativas para la tapa de la aislación térmica en la envolvente vertical

Tabla 1: Costo de la envolvente vertical/m2 (2007)

Tipo	Descripción	K (W/m ² °C)	Condensación de la humedad		Costo total (\$) (incluye gastos generales + beneficio)
			Superficial	Intersficial	
Sin aislación térmica (con revoque exterior y pintura)	ladrillos macizos de 0.20m de espesor	2.27 (no verifica)	si	si	205.07
	ladrillos macizos de 0.30m de espesor	1.80 (verifica)	si	si	282.44
	ladrillo cerámico de 0.12m de espesor	1.70 (verifica)	si	si	197.73
Con protección mecánica de la aislación térmica	de ladrillo de panderete de 0.06m de espesor, aislación térmica de 0.05m de espesor, con revoque exterior y pintura (se incluye la masa interior)	0.55	No condensa		355.94
	de ladrillo cerámico de 0.08m de espesor, aislación térmica de 0.05m de espesor, con revoque exterior y pintura (se incluye la masa interior)	0.60			339.68
	de ladrillo cerámico de 0.12m de espesor, aislación térmica de 0.05m de espesor, con revoque exterior y pintura (se incluye la masa interior)	0.59			367.48
	base coat de IGGAM sobre pared maciza de ladrillo macizo de 0.2m de espesor y aislación térmica de 0.05m de espesor, terminación color sin pintura	0.60			242.84
	placa de cemento autoclavado para exterior Superboard Eternit sobre aislamiento térmica de 0.05m de espesor	0.58			184.00

- Material de carpintería y área efectiva del vidrio

Los edificios bioclimáticos deben tener un área transparente determinada para que ingrese el sol y caliente en forma pasiva, y además no produzca sobrecalentamiento en verano. Durante el desarrollo del croquis preliminar y el pre-diseño térmico puede no estar definido con precisión el material de la carpintería que condiciona el área efectiva de vidrio. (Figura 5). En la etapa de discusión y para alcanzar el proyecto definitivo es prudente tener una correcta definición de este punto, es posible que se deba regresar a la simulación térmica para ratificar y/o rectificar el área de radiación de acuerdo al tipo y material de carpintería a usar.

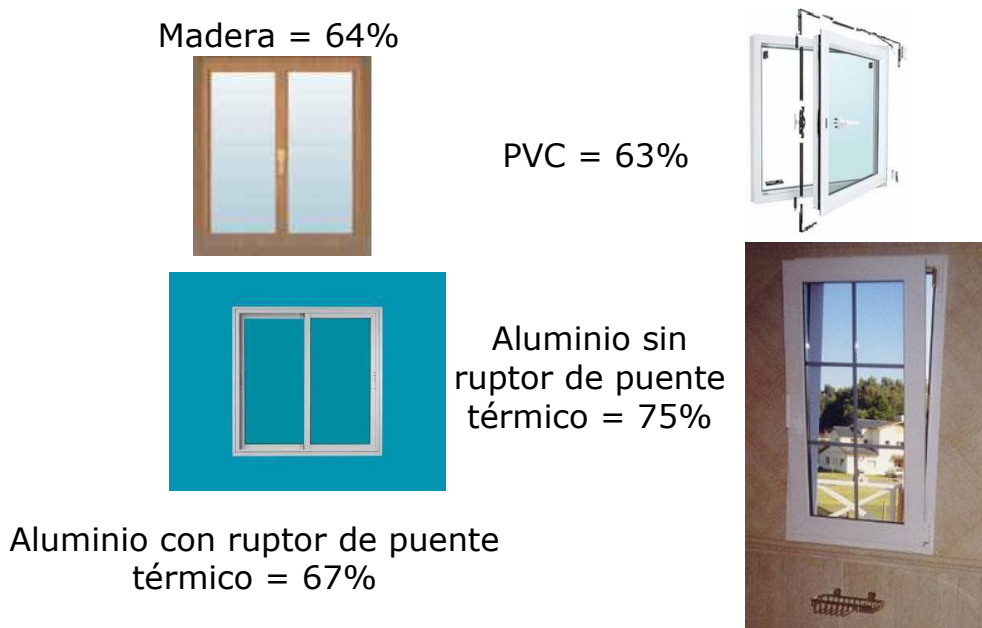


Figura 5: Diferentes tipos de carpintería usadas en la región en estudio

- Sistemas de protección solar

Todos los edificios bioclimáticos construidos en la provincia de La Pampa han sido monitoreados térmica y energéticamente. Los resultados mostraron que son confortables en el período invernal con una escasa dependencia de la energía convencional. El ahorro de energía para calefaccionar los espacios respecto a edificios convencionales es de alrededor del 50% al 95%. Algunos de ellos mostraron durante el verano temperaturas que treparon, en períodos extremos, hasta los 27°C sin acondicionamiento artificial. Si bien se usaron diferentes sistemas de protección solar de las áreas transparentes, es posible que el lento desarrollo de las especies arbóreas en el entorno adyacente ó un uso inadecuado de cortinas, afecte el comportamiento térmico en los días rigurosos de verano. (Filippín y Beascochea, 2005). Se ratifica entonces el buen comportamiento térmico y el ahorro de energía en los edificios bioclimáticos durante el invierno, pero se asume que el período estival es peligroso y se deberían tomar con precaución las alternativas de diseño de protección. La Figura 6 muestra algunos ejemplos.



Figura 6: Diferentes alternativas de protección solar usadas en los edificios bioclimáticos construidos en la región

3. EDIFICIOS DISEÑADOS EN EL PERÍODO 2005-2007

Cada uno de los parámetros descriptos se sometieron a discusión en cada uno de los casos que se describen a continuación:

Edificio bioclimático para la Unidad de Extensión y Desarrollo Territorial del INTA en Guatraché, La Pampa

En función de las necesidades que elaboró el comitente, en este caso el INTA, se concentran todas las áreas funcionales hacia el Norte y los servicios y biblioteca hacia el Sur. ¿Cómo se solariza, enfría o calienta este edificio? Se incorpora un volante técnico-térmico, un entrepiso donde se canalizan todas las instalaciones, se colocan ventanas en los puntos altos para lograr el ingreso del sol hacia el sector Sur del edificio y maximizar la ventilación natural. Para la época del verano se incorpora un elemento de sombreado, que en principio, hasta que crezcan las plantas, se utilizaría una media sombra.

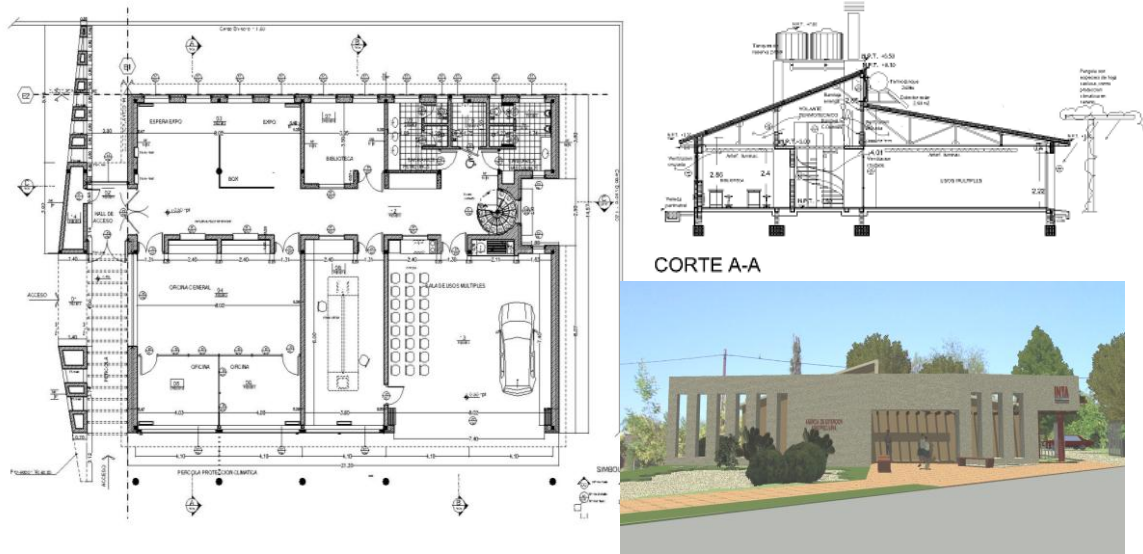


Figura 7: Planta, corte y maqueta del edificio

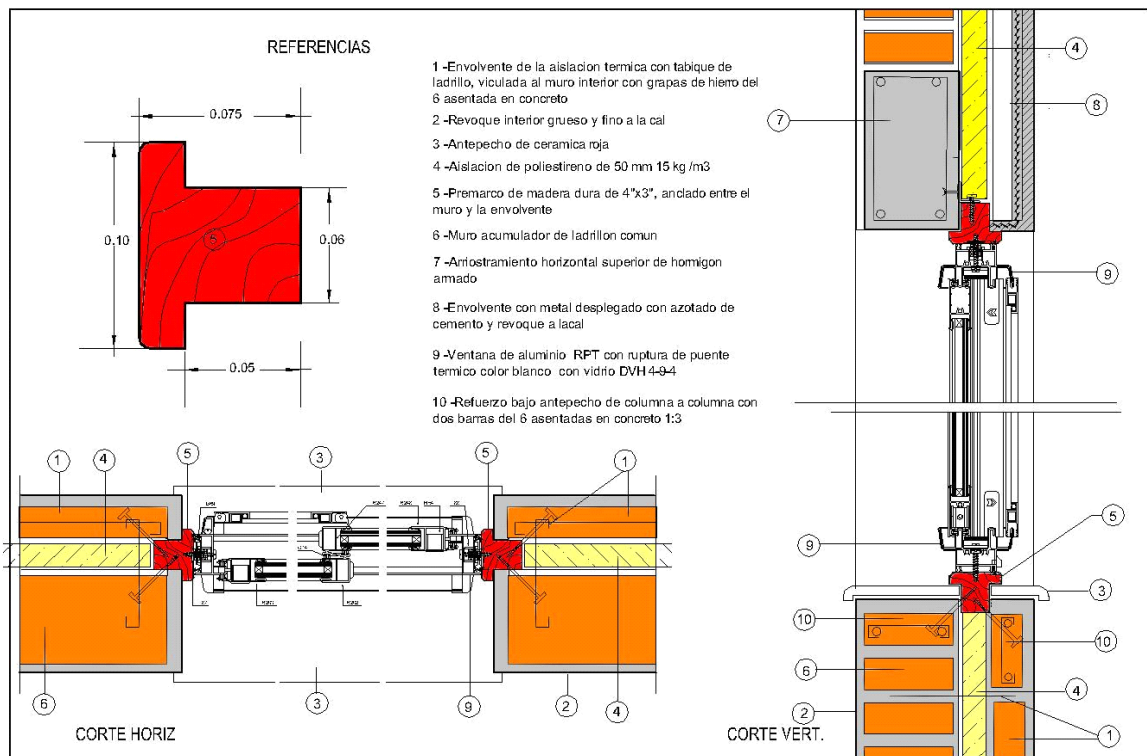


Figura 8: Tecnología del vano

La Figura 8 muestra un corte horizontal y vertical del vano en la pared tri-capa donde va la carpintería, se coloca un tope de madera dura para proteger la aislación térmica en donde se atornilla el marco de la ventana. El extra-costo por solarización y conservación de la energía es de 8.5 % en el cual la mayor incidencia queda definida por el uso de carpintería de aluminio con ruptor de puente térmico, la protección mecánica de la aislación térmica de las paredes externas y la pérgola de protección climática.

Tal como se indica en la Tabla 2.

Para reducir el consumo de energía convencional además de una envolvente energéticamente eficiente, la ganancia solar directa a través de las áreas transparentes al Norte, que corresponde al 12% de la superficie útil del edificio, la ventilación cruzada para disipar el calor durante las primeras horas de la mañana en el verano y mantener las condiciones de salubridad, se plantea el uso racional de la energía termostatazando calefactores (18-20°C) y acondicionadores de frío (23-25°C), colocando temporizadores en toda la iluminación externa del edificio, la divulgación de un uso adecuado del edificio y la incorporación de un calentador solar de agua al diseño arquitectónico y de la infraestructura.

Tabla 2: Evaluación de los costos y sobre-costo del diseño bioclimático

Item	Unidad	Cantidad	Precio/unidad	Costo	%
Barrera de vapor, aislación hidrófuga y emulsión	m2	231	13.48	3114.30	0.43
Envolvente de mampostería 0.10m	m2	231	60.21	13909.41	1.93
Aslación de paredes	m2	231	19.16	4427.06	0.62
Aislamiento adicional de cubierta	m2	360	4.49	1616.56	0.22
Vidrios DVH	m2	34	241.39	9172.9	1.27
Carpintería RPT	%	24	50961.37	12230.73	1.70
Doble antepecho	%	50	3839.59	1919.80	0.27
Pérgola de protección climática	u	1	14661.61	14861.61	2.04
Total por diseño bioclimático	61052.41				
Total del porcentaje de incidencia en el costo total del edificio	8.48 %				

*Costo (material y mano de obra) a julio de 2007 de la incidencia por tratamiento bioclimático en el costo total del edificio.

Proyecto demostrativo para el Barrio de la Mutal de la Universidad Nacional de San Luis

El croquis arquitectónico preliminar y su pre-diseño térmico se inician en el año 2003 y en el 2007 se concreta el proyecto definitivo. El trabajo se caracterizó por una importante discusión durante el proceso para cumplir con el desafío de lograr el confort y la eficiencia energética a través del diseño bioclimático con una simplificación constructiva y la minimización de los costos que involucra la solarización y la conservación. (Figura 9 y 10)

La concreción del proyecto incluyó una etapa muy importante de discusión entre el gestor de la transferencia, el comitente y los proyectistas.

La vivienda fue simulada térmicamente a través del modelo computacional SIMEDIF para Windows (Flores Larsen y Lesino, 2001).



Figura 9: Imágenes de la vivienda de 3 dormitorios a nivel peatonal



Figura 10: Vista norte de la vivienda mostrando las ventanas altas para ganancia solar directa

Los resultados predicen que la temperatura media interior será de 18.2°C sin calefacción auxiliar (temperatura media exterior = 10.2°C). En verano se alcanzaría una temperatura media de 23.7°C sin acondicionamiento de aire mecánico (temperatura media exterior = 13.4°C). Se discutió en profundidad el elemento a usar para tapar la aislación térmica y se proponen algunas alternativas para su valoración. Por ejemplo: Pared tri-capa en muro medianero Oeste (para preservarlo), base Coat de Iggam en paños pequeños y protegidos en muros Norte y Sur y placa Superboard de Eternit en muro Este.

4. REFUNCIONALIZACIÓN ENERGÉTICA – AMBIENTAL DE DIFERENTES CASOS

Cuando se habla de una refuncionalización de un edificio se requiere de un relevamiento detallado para un diagnóstico pertinente.

Unidad de Extensión y Desarrollo Territorial del INTA en General Pico, La Pampa

Existe una galería semicubierta, sin uso específico ubicado hacia el Norte (posible ganancia solar directa); hay un ingreso de cocheras donde hay una semi sombra y un medio nivel hacia el patio interior con un terraplén de tierra. Una escalera abierta en el interior que provoca una zona de planta baja muy fría y la de arriba sobrecalentada. Hay carpintería de muy buena calidad pero con vidrio simple y cortinas de enrollar que no funcionan. (Figura 11). En este caso la propuesta incluye cubrir el ingreso de las cocheras con la ampliación en el primer nivel con la posibilidad que ingrese el sol del Norte a través de una ventana alta para calentar el área que se propone. Se amplían las oficinas usando la zona semi cubierta. Se cierra la caja de escalera con elementos semitransparentes. (Figura 12)



Figura 11: Imágenes del edificio existente. Arriba izquierda: galería; centro : cocheras; derecha: terraplén hacia el patio interior; abajo: escalera interior

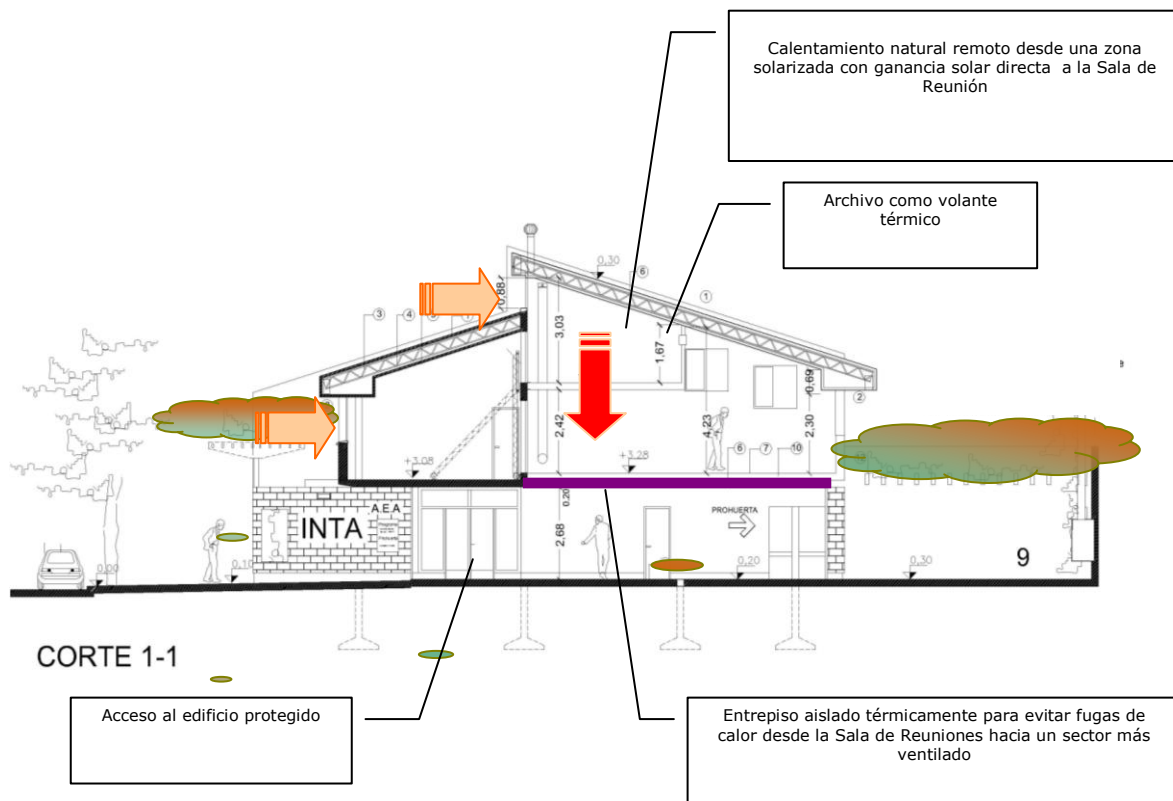


Figura 12: Esquema de la refuncionalización propuesta

Estación Experimental del INTA Anguil: Propuesta integral de la gestión de los recursos: energía, agua y residuos

Esta es una situación más compleja, donde se plantea la gestión de todos los recursos.

Tareas cumplidas y/o en proceso de gestión:

a- Estudio altimétrico (culminado a noviembre de 2007) para un emplazamiento adecuado de los nuevos edificios y para el diseño definitivo de la redes de desagües cloacales y pluviales, estudio económico del nexo de conexión de la red de gas de alta presión desde la planta urbana hasta el predio, b- Estudio económico de la red de gas interna en media presión entre los edificios existentes y futuros en el predio, c- Estudio económico de la readecuación de la instalación de gas interna de los edificios existentes y renovación de artefactos de calefacción por termostatzados, d- Estudio económico de la red de desagüe cloacal y planta de tratamiento de efluentes, e- Recuperación del edificio del invernadero, f- Estudio económico del tratamiento integral de la torre tanque de agua, forestación hacia el sector Este del predio como futuro crecimiento para las nuevas implantaciones. (Figura 13). g- Propuesta de mejoramiento térmico de envolventes en edificios en construcción (Figura 14).



Figura 13: Esquema de la propuesta de mejoramiento ambiental de Estación Experimental del INTA Anguil

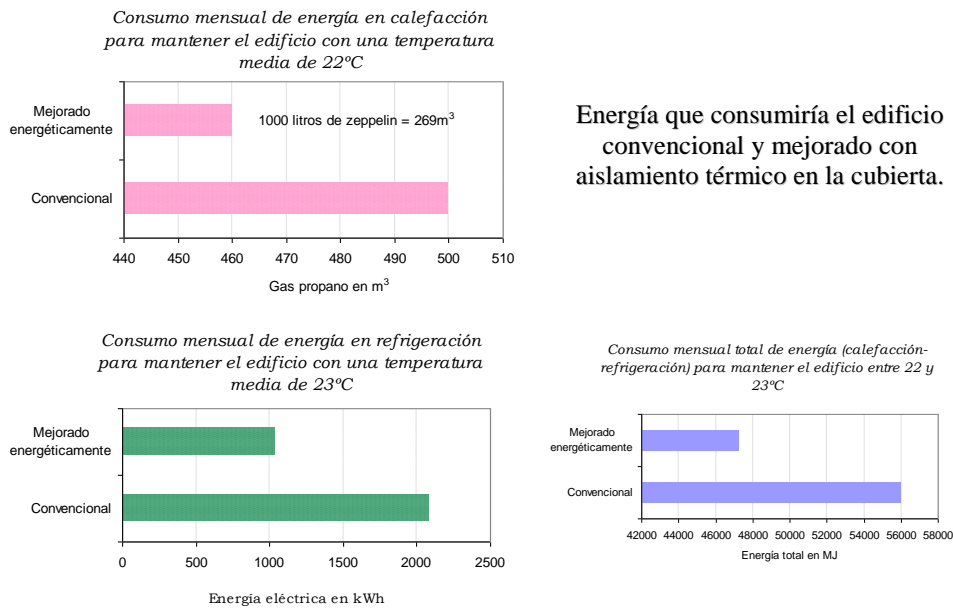


Figura 14: Propuesta de mejoramiento térmico de la envolvente horizontal

5. CONCLUSIONES

El análisis es válido para una determinada región, dependerá de los costos del momento y la accesibilidad a la mano de obra. Cada edificio es una particularidad, no se puede generalizar. El período que transcurre entre el pre-diseño (técnico) y el proyecto definitivo requiere de la participación activa del: Comitente – Proyectista – Asesor en Diseño Bioclimático, fundamentalmente en el período que transcurre entre el pre-diseño y el anteproyecto, (discusión: período de articulación y negociación permanente) para fortalecer la investigación y la transferencia. El proceso de ejecución necesita de la participación además del director técnico, del profesional que ha participado en el pre-diseño técnico. Es importante un seguimiento permanente de la obra y un diálogo con quien la ejecuta. Es deseable minimizar las variaciones que pudieran surgir entre la propuesta del pre-diseño y durante la construcción, que pudieran afectar el comportamiento térmico simulado.

¿Qué pasa con el paso de los años con el entorno y el edificio?

Las fotos de la Figura 15 muestran los cambios producidos en el entorno con el desarrollo de las especies arbóreas lo que permite disminuir el ingreso del sol directo a través de las ventanas. En el año 2007, la poda incorrecta de los árboles disminuirá la sombra de la fachada Norte (Figura 16).



Figura 15: Imágenes de los edificios en el año de su inauguración y durante el año 2004



Figura 16: Imágenes de los edificios durante el año 2004 y 2007

Pueden surgir patologías. Por ejemplo, cuando se rompe un revoque, cuando los vidrios dobles estén rotos, etc. Aparecen situaciones particulares que pueden afectar el ahorro de energía (Figura 17).



Figura 18: Algunos detalles que podrían afectar la performance térmica de cada edificio

Por eso se agregan a las conclusiones del 2005

- Mantener en buen estado de conservación los edificios y monitorear de manera periódica su comportamiento térmico y energético. Puede haber variaciones como un cambio del entorno, envejecimiento del edificio, puede no haber mantenimiento, cambio del usuario, cambio de directivos de las instituciones, etc.

Además de:

- Maximizar el análisis de alternativas de diseño en el período de simulación.
- Realizar un análisis de sensibilidad (+ - área vidriada, + - sombra, + - espesor en muros interiores, + - absorción, + - ganancias internas de calor)
- Evitar adosar un recurso de diseño al proyecto original para alcanzar los objetivos del Diseño Ambientalmente Conciente (DAC).
- Promover el diseño holístico y la discusión entre los distintos actores, articulando decisiones, fortalezas y debilidades.
- Disminuir la complejidad constructiva y minimizar la imprevisibilidad a través del compromiso del usuario y el desarrollo del sentido de pertenencia.
- Promover la gestión de los recursos energéticos, agua y residuos.
- Minimizar la complejidad de uso y mantenimiento del edificio. Facilitar, por ejemplo, el acceso para la apertura de ventanas altas y sombreado de las áreas transparentes. No siempre el usuario está dispuesto a una rutina para abrir y cerrar las ventanas por ejemplo, más aún si es complicada su accesibilidad.

Los lineamientos del DAC durante la vida útil del edificio estará favorecido por un pre-diseño térmico integrado al diseño arquitectónico, una adecuada interacción entre los actores, una construcción acorde con las reglas del arte y del buen construir, un sentido de pertenencia y una muy buena gestión.

Agradecimientos:

A la arquitecta Alicia Beascochea y al arquitecto León Marek, por su compromiso con el diseño bioclimático, por su generosidad para compartir sus conocimientos. Al Director del Centro Regional La Pampa-San Luis del INTA, Dr. Ricardo Thorthon y al director de la Estación Experimental de INTA Anguil, Ing. Enrique Viviani Rossi.

6. BIBLIOGRAFIA

FILIPPIN, C., FLORES LARSEN, S. y FLORES, L. (2007), Comportamiento energético de verano de una vivienda másica y una liviana en la región central de Argentina. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol.11, 05. 17 - 05. 23.

FILIPPIN, C. y BEASCOCHEA, A. (2005), 10 años de arquitectura bioclimática en la provincia de La Pampa, Argentina. Uso de Energías Renovables y diseño bioclimático en viviendas y edificios de interés social. CYTED, Red Iberoamericana para el uso de energías renovables y diseño bioclimático en viviendas y edificios de interés social. San Martín de los Andes, 31 de octubre y 1 de noviembre de 2005.

MAREK, L. y FILIPPIN, C. (2007), Edificio bioclimático para la Unidad de Extensión y Desarrollo Territorial del INTA en Guatraché (La Pampa). Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol.11, 05. 01 - 05. 08.

EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA DE VIVIENDAS SOCIALES EN ZONA ÁRIDO-SÍSMICA

Irene Blasco Lucas¹

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPha) - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño
(FAUD)

Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) - Av. Ignacio de La Roza y Meglioli – 5400 San Juan – Argentina
Tel.:+54(0)264 423 2395 / 3259 Int. 349 – Fax: +54(0)264 423 5397 – <http://www.irpha.com.ar>
E-mails: iblasco@farqui.unsj.edu.ar

RESUMEN: El desconocimiento del grado de incidencia que tiene en viviendas el desaprovechamiento de estrategias bioclimáticas, respecto al confort higrotérmico y lumínico, los consumos energéticos, y la economía familiar y provincial, alentó las investigaciones, cuyos resultados se resumen en este artículo, iniciando la conformación de un banco de datos relativos a la temática. Con el fin de cuantificar los complejos fenómenos que se presentan, fundamentalmente cuando se desea realizar evaluaciones bioclimáticas de viviendas habitadas, se aplicaron en forma novedosa algunos métodos conocidos y se efectuaron mediciones y encuestas sobre muestras representativas de viviendas barriales suburbanas de la ciudad de San Juan, localizada en la zona árido-sísmica de Argentina. En dos etapas de investigación se llega a similares resultados, constatando que la mayoría de las familias sufren elevados niveles de discomfort, siendo ahorrativas en el consumo energético, como también que es posible mejorar esta crítica situación a costos razonables.

Palabras Claves: Evaluación Bioclimática, Viviendas Sociales, Zona Árido-Sísmica

INTRODUCCIÓN

La necesidad constante y creciente de dotar de unidades habitacionales asequibles para la media de la población en la mayoría de las aglomeraciones urbanas, ha conducido a la construcción masiva en áreas suburbanas, de tipologías que cumplen mínimamente la función de dar un techo a los usuarios. A nivel nacional, el ente oficial encargado de controlar la ejecución de diferentes programas de viviendas sociales es el IPV (Instituto Nacional de la Vivienda). Sus normativas son uniformes para todo el territorio argentino y sólo regulan la superficie cubierta, tipos de materiales y terminaciones, y locales que deben contar las viviendas según cada programa. Los criterios de economicidad aplicados están basados en la reducción de la calidad constructiva y en la densificación indiscriminada, sin llegar a contemplar el análisis de otros aspectos que optimizarían la economía de las mismas, lo cual incide negativamente a nivel regional. Esto es válido aún en aquellas propuestas alternativas realizadas a nivel nacional (por Ej. AVE-CEVE), que suman una activa participación de los usuarios y la rapidez constructiva. Entre los aspectos no considerados se encuentran los factores climáticos, que en realidad representan una fuente constante de energías primarias, que convenientemente aprovechadas mediante un adecuado diseño urbano-arquitectónico, permitirían una importante reducción en el

¹ Directora de los proyectos PIP03007/00 CONICET y PICT13-13059 FonCyT-ANPCyT, desarrollados en el IRPha-FAUD-UNSJ (2004-2007), cuyos resultados se muestran parcialmente en este artículo.

consumo de energías convencionales, además de una significativa mejora de calidad de vida a sus usuarios.

Las consideraciones bioclimáticas en el diseño de viviendas forman parte de los aspectos involucrados en la sustentabilidad edilicia de las mismas, cuyas pautas deberían abarcar la correcta selección de materiales y procesos asociados, basada en análisis de ciclo de vida específicos para cada caso.

Esto es también una deuda pendiente que los actores relacionados con el sector residencial tienen respecto a su responsabilidad en la protección del medio ambiente. Desde el punto de vista bioclimático, toda construcción cumple en mayor o menor medida la función como “*sistema de filtrado*”, posibilitando el correspondiente grado de bienestar (o malestar) a sus moradores, y ocasionando consumos energéticos de diverso orden de magnitud asociados a este fin.

En la ciudad de San Juan el Sector Residencial representa el 55% del consumo energético total (electricidad y gas). Se caracteriza por estar conformado por numerosos pequeños consumos localizados en forma extendida en una gran área geográfica. Un fenómeno que se ha producido con gran fuerza a partir de la década del 70 es el crecimiento de las zonas suburbanas por la construcción de barrios de baja densidad edilicia. Estos barrios generalmente poseen una única tipología de vivienda de 2, 3 o 4 dormitorios en su diseño original, que es modificada con ampliaciones en algunos casos, cuando son entregadas a sus ocupantes. Normalmente sus habitantes son familias de ingresos medios y bajos. La mayoría de los barrios han sido construidos con operatorias FONAVI a través del IPV, pero también existen gran cantidad hechos por el Banco Hipotecario y últimamente por empresas privadas con financiamiento de otros bancos. Muchos de estos barrios están compuestos por viviendas colectivas e individuales, existiendo un mayor porcentaje de estas últimas, ya que la población muestra una acentuada preferencia por las mismas, principalmente debido a las particularidades telúricas de la zona. Esta característica ha sido la rectora de los controles de construcción en la región, luego de haber sufrido el efecto de sismos destructivos, propiciando un descuido de la calidad de edificación en cuanto a condiciones de confort higrotérmico. Las consecuencias de esta política se traducen en altos grados de discomfort y problemas de salud en los moradores que no cuentan con ingresos suficientes para paliar esta situación, o en elevados costos de operación y mantenimiento de equipamiento convencional en aquellos que se lo pueden permitir, aumentando innecesariamente los consumos energéticos destinados al sector residencial, como también la polución ambiental.

Conforme a los datos del censo nacional del año 2001, la Provincia de San Juan contaba con un total 110.002 casas y departamentos, lo cual implicaba un déficit de 45.004 viviendas deducido del total de población (620.023), considerando un factor de ocupación de 4 habitantes por vivienda. Si a éste se le suman las 24.533 viviendas precarias censadas, se incrementa a 59.338, y si además se le adicionan las 14.334 viviendas censadas como muy precarias o en alquiler, el déficit total real en ese año ascendía a 83.871 viviendas, el cual seguramente se ha incrementado en la actualidad, pues la tasa de ejecución de viviendas no alcanza a cubrir la del acelerado ritmo de crecimiento de población. Al menos en este mercado potencial de nuevas viviendas, debería exigirse rigurosamente ya la aplicación de criterios de bioclimatismo y sustentabilidad, con un mayor grado de compromiso ambiental. La eficiencia energética edilicia en la vivienda social, es un tema prioritario largamente postergado, lo cual está afectando gravemente la economía de sus usuarios (Blasco, 2002), pero también a la sociedad toda, por las cargas que este descuido produce sobre el ambiente.

PROCEDIMIENTOS Y ETAPAS

Para realizar los estudios se desarrolló y se aplicó el método VESE (Valoración Edilicia como Sistema Energético) (Blasco Lucas, 2004), se hicieron balances térmico-energético-lumínicos utilizando el software QUICK (Mathews et al, 1998; Blasco Lucas, 2005), se llevaron a cabo monitoreos a través de mediciones higrotérmicas-lumínicas (HTL) y de consumo eléctrico, y encuestas estructuradas. El análisis estadístico de las mediciones se realizó aplicando el procedimiento PROMEDI-HTL, soportado en planillas Excel (Blasco Lucas et al., 2007), y el de las encuestas mediante una base de datos realizada en MS-Access. Por otro lado, se aplicó además el método del ciclo de vida para el cálculo económico de los índices de Valor Presente Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) de las posibilidades de mejora bioclimática de las tipologías analizadas. En la Tabla 1 se resumen los procedimientos aplicados en cada etapa, especificando la cantidad de viviendas y tipologías analizadas.

Tabla 1 Procedimientos aplicados en cada etapa, cantidad de viviendas y tipologías

Procedimiento o Instrumento	Etapa I (1999-2000)	Etapa II (2000-2003)
VESE	5044 Viv. 5 Tipologías	8 Tipologías Propuestas
QUICK	5044 Viv. 5 Tipologías	1464 Viv. 5 Tipologías
Mediciones HTLE	3 viv. Natania (1500)	10 Viv. 5 Tipologías (1464)
Mediciones Energía	380 registros	1100 registros
Encuestas	164 Flías (Natania)	181 Flías (5 Tipologías)
Evaluación Económica (VAN, TIR)		18 Alternativas (5 Tipologías)

En una primera etapa de la investigación (1999-2000) se analizaron cinco tipologías económicas y de nivel medio (Fig. 1), de construcción masiva en diferentes barrios suburbanos de la ciudad de San Juan, Argentina, las cuales sumaban un total de 5044 unidades involucrando una población de 25.000 habitantes aproximadamente. Las tipologías fueron Natania, Costa Canal, IPV, Rivadavia Obrero, y Cooperarq. También se realizaron encuestas sobre una muestra de 164 viviendas, y mediciones higrotérmicas y lumínicas en tres viviendas de los barrios Natania, que en total suman 1500 unidades. (Blasco Lucas, 2006).

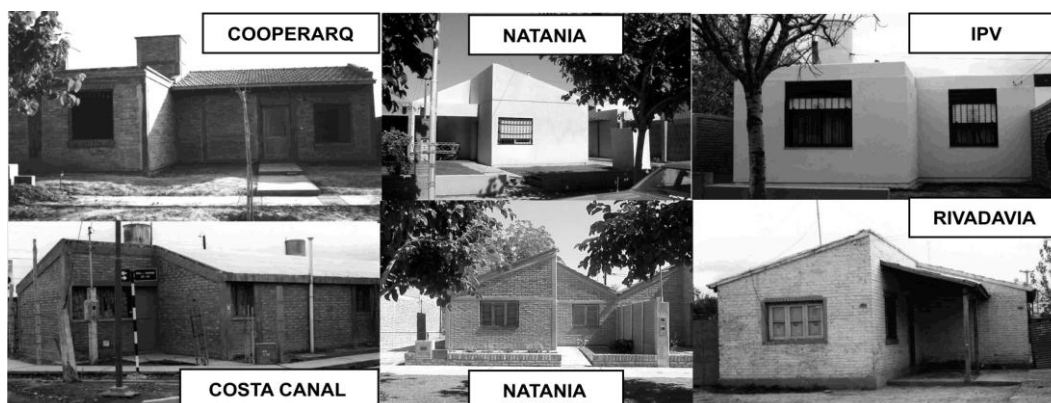


Fig. 1. Tipologías de barrios existentes, analizadas en la primera etapa (2000-2003)

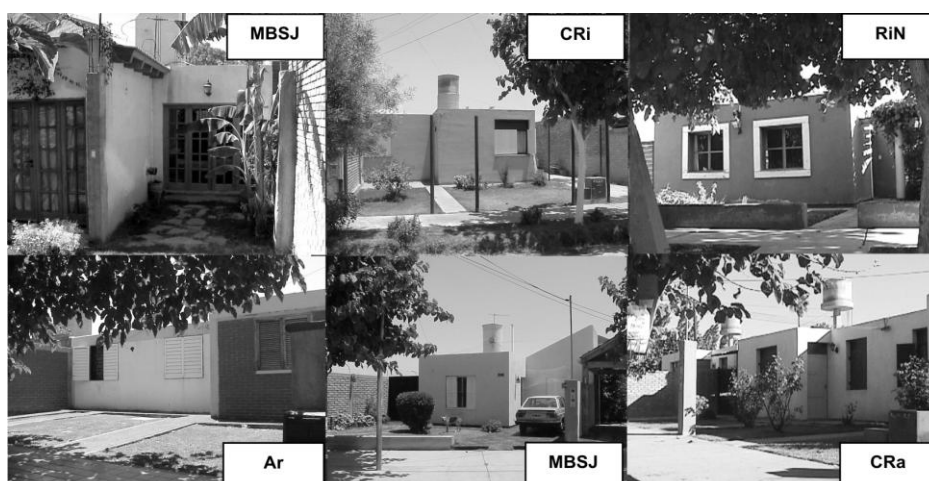


Fig. 2. Tipologías de barrios existentes, analizadas en la segunda etapa (2003-2005)

En una segunda etapa (2000-2003), se seleccionó otra muestra de 1464 unidades, alcanzando similar magnitud que la representada por los barrios Natania, involucrando una población de alrededor 8.500 habitantes (Fig. 2). Las tipologías fueron: CGT Rawson (CRa), CGT Rivadavia (CRi), Rivadavia Norte (RiN), Aramburu (Ar), y Mutual Banco San Juan (MBSJ). Se realizaron encuestas a 181 familias y se llevaron a cabo mediciones higrotérmicas, lumínicas y energéticas en 10 viviendas, a razón de dos por barrio. Además en esta etapa se realizó la evaluación mediante el procedimiento VESE de cinco tipologías nuevas de vivienda diseñadas por el equipo de trabajo (Fig. 3), y se aplicó el análisis del VAN y la TIR a propuestas de mejoras de las viviendas barriales analizadas. (Blasco Lucas et al., 2004).

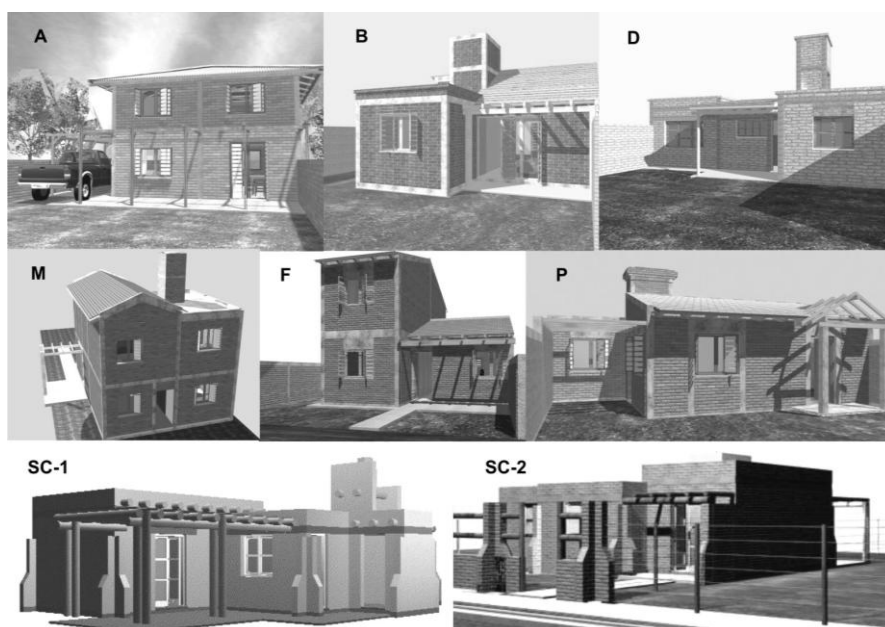


Fig. 3. Tipologías propuestas, analizadas en la segunda etapa con VESE (2003-2005)

PROCEDIMIENTO CUALI-CUANTITATIVO VESE

El procedimiento cuali-cuantitativo VESE (Blasco Lucas, 2004) fue desarrollado con el fin de simplificar la estimación del comportamiento energético edilicio, por un lado, y por otro, con el objeto de reconocer las debilidades y fortalezas que los edificios tienen, en relación a aspectos de diseño y de subsistemas energéticos que los componen (Captación, Almacenamiento, Aislación y Distribución).

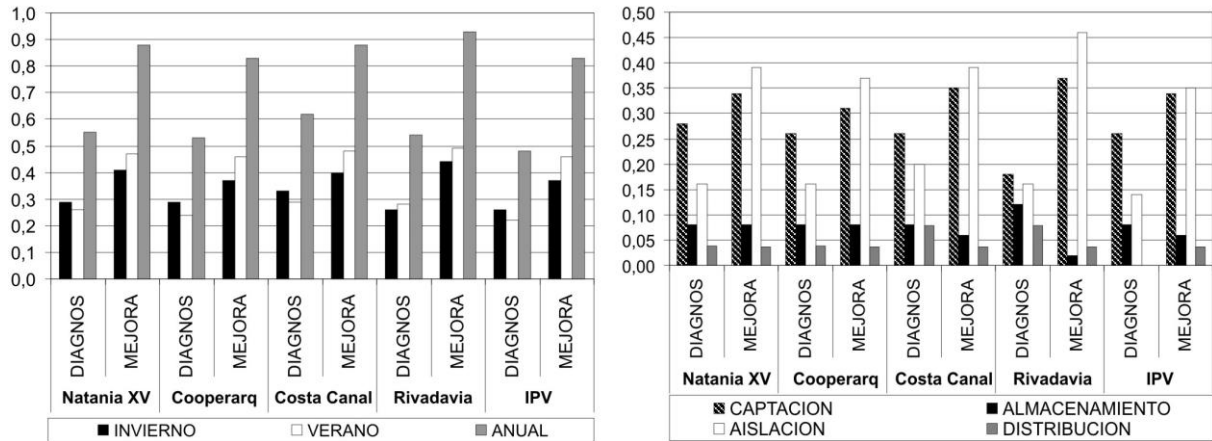


Fig. 4. Resultados con VESE en la primera etapa, por estación y anual (Der.), y por subsistema (Izq).

VESE permite obtener un diagnóstico simultáneo del comportamiento edilicio como sistema energético para varios edificios, basado en condiciones homogéneas, como también detectar las posibilidades reales de mejora en cada subsistema del mismo, asignando valores variables entre 0 y 1. En la primera etapa se aplicó la versión 01, y en la segunda la versión, que tuvo ajustes respecto a la anterior y mejoras en el soporte informático. En la primera etapa (Fig. 4), se constató que las tipologías analizadas (Fig. 1) alcanzaban un grado de “bioclimatismo” variable entre 0,12 y 0,31 y sus posibilidades reales de mejora entre 0,41 y 0,47, cumpliendo un mayor porcentaje de estrategias bioclimáticas relacionadas con el subsistema de captación en invierno, con buenas posibilidades de mejorarlo, al igual que los de aislación y almacenamiento en ambas estaciones, principalmente en verano.

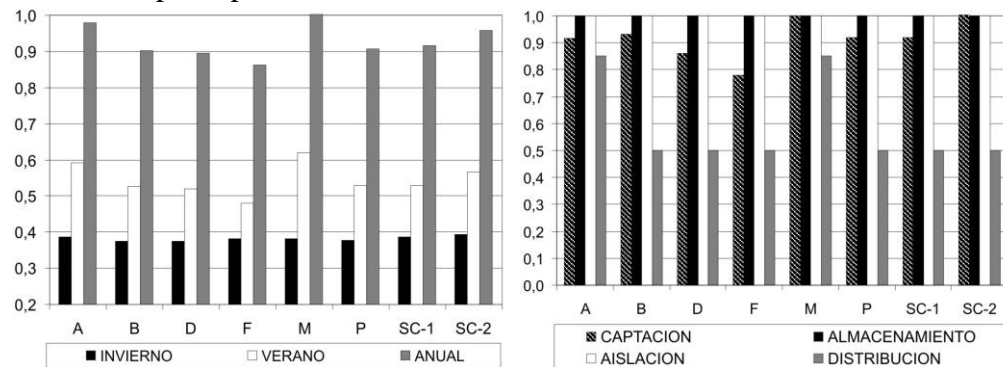


Fig. 5. Resultados con VESE en la segunda etapa, por estación y anual (Der.), y por subsistema (Izq.), de nuevas tipologías con orientación NS.

En la segunda etapa, las nuevas tipologías con tecnologías tradicionales se identificaron con los códigos A, B, D, F, M y P, y las con tecnologías apropiadas, con los códigos SC-1 y SC-2. (Fig. 2). Se comprobó que la mayoría de las tipologías se comportaban mejor cuando su frente estaba orientado al Norte (NS), con excepción de la SC-2 que poseía los

mismos índices de valoración bioclimática en ambas orientaciones. Sin embargo, todas obtuvieron en la orientación NS un puntaje superior a 0,60. En invierno, los índices VESE fueron menores que 0,40 para todas las tipologías. En el orden de prelación obtenido las tipologías con tecnologías apropiadas, ocuparon las primeras posiciones, y las con tecnologías tradicionales A, M, P, D y B se ubicaron a continuación. Comparando los resultados con las tipologías del IPV, las nuevas propuestas presentaron mejoras, entre 20% y 40%.

SIMULACIÓN HIGRO-TÉRMICA Y ENERGÉTICA CON QUICK

QUICK es un modelo de tipo estacionario en soporte informático que permite realizar cálculos higrotérmicos, lumínicos y de cargas para calefacción y enfriamiento en edificios, resultando útil como herramienta de diseño (Mathews et al., 1992). El programa calcula el comportamiento para un día tipo cálido (DC) y un día tipo frío (DF), y en base a ellos realiza el cálculo de cargas anual. Se seleccionaron los datos horarios promedio de la base de datos climáticos mensuales, más representativos de los períodos con necesidades de calefacción y refrescamiento. En función de ellos y las características de las viviendas, se efectuaron con QUICK cálculos para tres situaciones de las dos zonas que se consideraron (Estar y Dormir): a) vacía y sin climatización artificial (SN), b) ocupada y con ventilación natural (SA), y c) con ocupantes, ventilación natural y climatización artificial (CT). Conforme a esta última en la primera etapa (Fig. 6), todas las tipologías presentaron consumos mayores al doble que el más alto de los estándares internacionales de referencia, existiendo leves diferencias entre los mismos, aún cuando algunas poseían una mayor calidad de diseño y constructiva, que las demás.

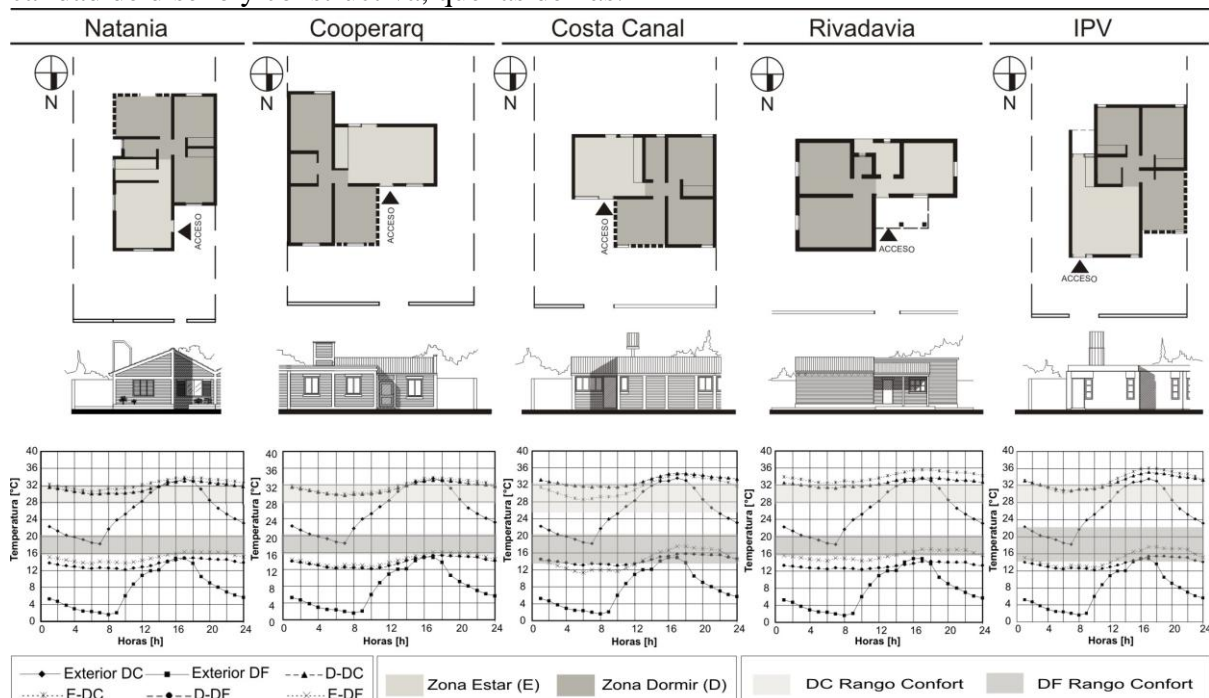


Fig. 6. Simulaciones higrotérmicas con QUICK en la primera etapa: DC y DF de tipologías orientadas NS.

Al observar el conjunto de resultados analítico-gráficos obtenidos con QUICK para la etapa 2, mediante el programa de cálculos adicionales desarrollado en MS-Excel, denominada BD-TEL, se comprueba también que como en la etapa 1, en todos los casos las viviendas están en disconfort casi permanentemente. En la situación SN, el

comportamiento de los parámetros temperatura y humedad es muy similar para todas las viviendas, siendo mejor en las orientadas NS que en las EO. La tipología Ar es la que presenta las mayores oscilaciones higrotérmicas, mostrándose un poco más estables la RiN, MBSJ y CRi. En la Fig. 7 se muestran diagramas de dispersión para DF y DC de la tipología Ar comparando valores simulados y medidos. Existe una mayor coincidencia de ambos en DF cuando se mantiene más tiempo en la zona de confort (dibujada en forma aproximada con el triángulo gris), pues debido al accesible precio del gas natural, las viviendas están bien calefaccionadas.

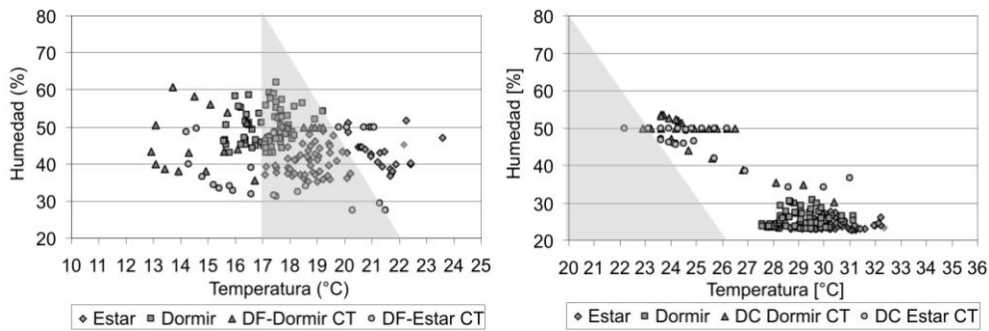


Fig. 7. Resultados con BD-TEL y QUICK en la segunda etapa, para tipología Ar, en DF (Der.), y DC (Izq.), comparación de simulaciones en situación CT y mediciones.

En la situación SA, se notaron mayores variaciones que en la situación SN en la humedad relativa que en la temperatura, y en la CT resalta el período real que el equipo de climatización debiera funcionar para que ambas zonas de todas las tipologías permaneciesen más tiempo en situación de confort (el programa de cálculo advertía que el período introducido no cubría las necesidades para las 24 Hs). Sin embargo los períodos fijados cubrían el horario hipotético en que los habitantes permanecen dentro de la vivienda.

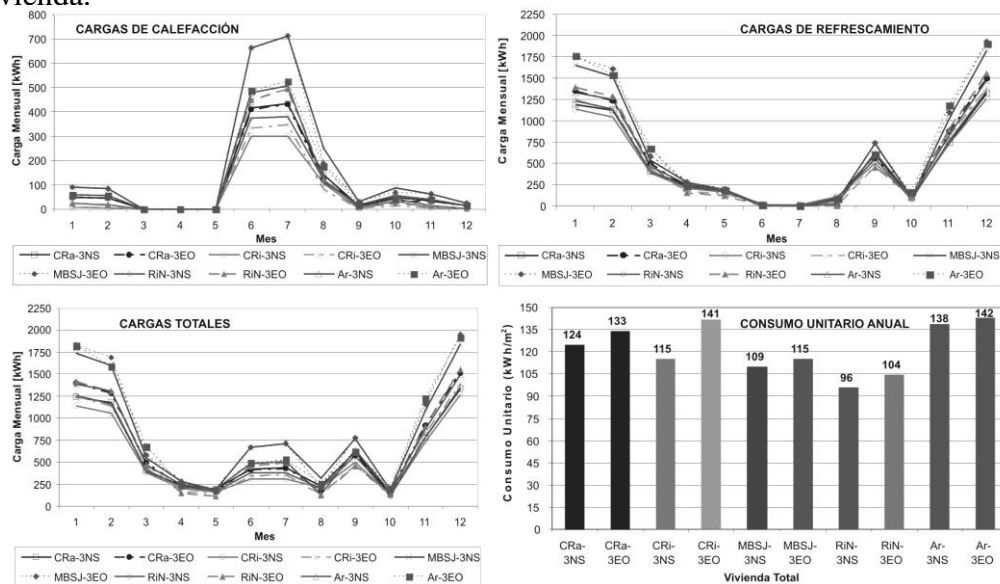


Fig. 8. Resultados con BD-TEL y QUICK en la segunda etapa: cargas en todas las tipologías.

Las cargas de calefacción, refrescamiento, totales y unitarias anuales para todas las tipologías de la segunda etapa se observan en la Fig. 8. Según los resultados del modelo, los consumos de enfriamiento fueron mucho mayores que los de calefacción, representando entre un 80% y 88% del consumo total anual, aunque se comprobó luego

que esto no era exactamente así en la realidad. En cuanto a los cálculos lumínicos, se pudo afirmar que todas las viviendas en ambas orientaciones poseían muy buena iluminación natural –incluso hasta excesiva-, y esto fue coincidente con mediciones efectuadas.

MEDICIONES HIGROTÉRMICAS, LUMÍNICAS Y ENERGÉTICAS (HTLE)

Las mediciones Higrotérmicas y Energéticas HTE (Fig.9) mostraron en todas las etapas por un lado, las grandes amplitudes térmicas diarias que se producían en las viviendas que estaban fuera de los rangos de confort la mayor parte del año, y por otro, la importancia que adquirirían los aumentos de consumo estacionales causados por el uso de artefactos eléctricos para calefacción (estufas) y para refrescamiento (ventiladores). Los comportamientos higrotérmicos de las viviendas de la segunda etapa fueron similares a los de la primera, revelando situaciones de gran disconfort higrotérmico principalmente en el período estival, ya que en la mayoría de los casos, el bajo nivel de ingreso de los ocupantes no les permitía contar con equipos de aire acondicionado. En invierno, no fue tan notorio debido a que todas las viviendas estaban abastecidas con gas natural, que resulta económico para calefaccionarlas en horarios diurnos. Se detectó que en verano hubo viviendas cuyas temperaturas interiores alcanzaron hasta 15°C por encima de la exterior, y en invierno presentaron variaciones térmicas de hasta 6°C por debajo de la temperatura exterior. Se verificó que los hábitos de los moradores tuvieron gran influencia en el aprovechamiento de la iluminación natural, porque no se observaron patrones comunes para viviendas con igual orientación y tamaños de ventanas similares. La mayoría de las viviendas alcanzaron buenos niveles de Iluminancia interior general, aprovechando la energía solar (Fig. 10). Los picos de consumo eléctrico se produjeron desfasados de los picos de Iluminancia interior, indicando que no se hacía uso de iluminación artificial en horas diurnas.

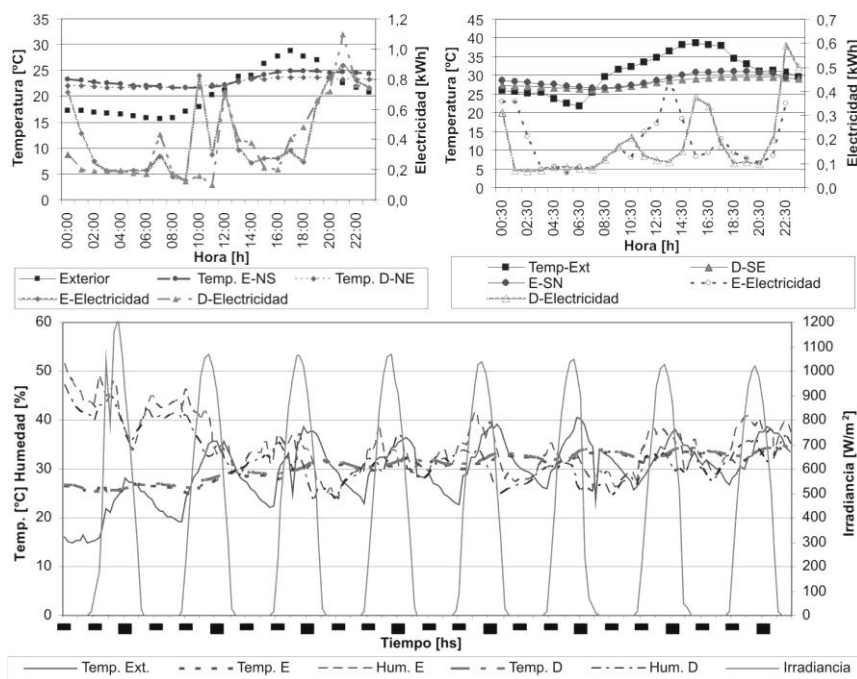


Fig. 9. Mediciones higrotérmicas y eléctricas en la primera etapa (Sup.) y en la segunda (Inf.): tipología Ar.

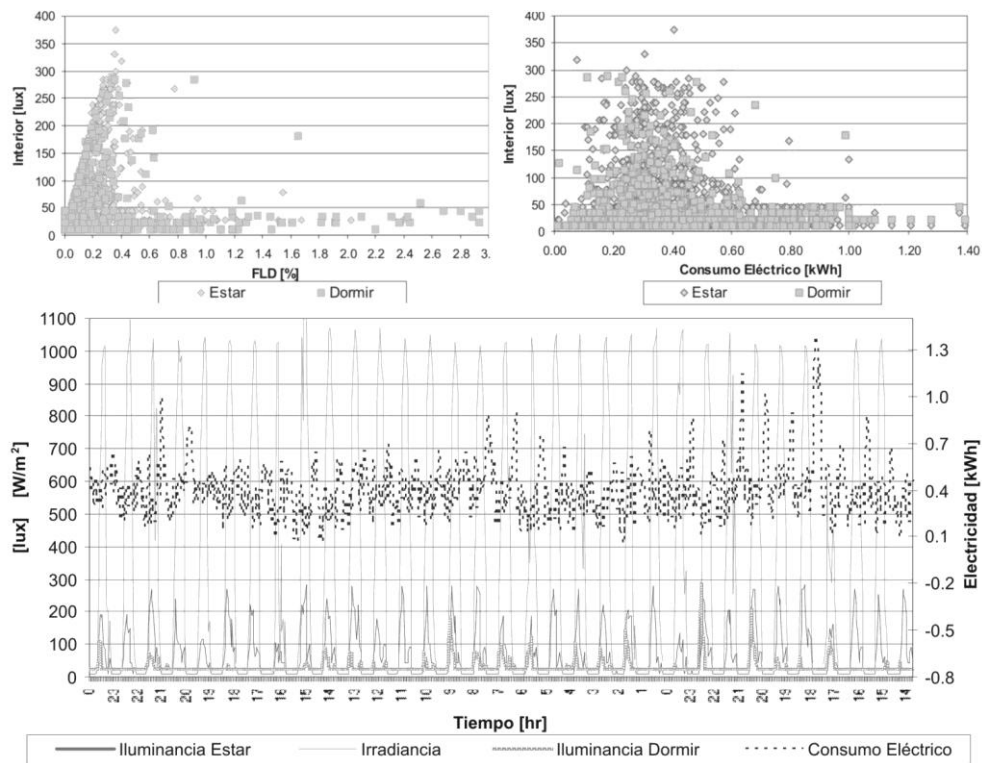


Fig. 10. Mediciones lumínicas y eléctricas en la segunda etapa: tipología Ar.

Se observó en las dos etapas un amplio espectro de consumos en la muestra, que variaba entre 0,5 y 27 MWh/año, aún cuando las tipologías de vivienda no poseían grandes diferencias entre ellas. Esto demostró que existía una alta incidencia en el consumo total de energía, de los factores comportamentales de los moradores que las habitaban. La dispersión y frecuencias de consumos anuales y estacionales para el total de viviendas, fueron coincidentes en las dos etapas (Fig. 11). El mayor consumo de energía fue el de gas, correspondiendo su incremento más notorio al período de invierno, debido a que fue el combustible más usado para calefacción, pero se equiparó en costos al de electricidad por su bajo precio. Los rangos de consumo de energía anual de mayor frecuencia en ambas etapas se produjeron entre los 5 y 13 MWh/año, lo cual se repitió en el consumo de gas, en cambio, para los consumos anuales de electricidad, los rangos mayoritarios resultaron entre 1 y 5 MWh/año. El consumo de electricidad aumentó en verano principalmente por el uso de ventiladores. Analizando los consumos energéticos de la segunda etapa se observó que el porcentaje de consumo eléctrico anual varió de 16% y 39% y el de gas entre 61% y 84%, siendo el promedio de 28% para electricidad y 72% para gas. En cambio, en la primera etapa se mantuvo casi constante en 20% para consumo eléctrico y 80% para consumo de gas. Las relaciones detectadas se mantuvieron en los índices de consumo por unidad de superficie, donde el promedio ascendió a 152 kWh/m² año. La Unión Europea recomienda para este índice un rango comprendido entre 25 y 50 kWh/m² año, considerando “Muy Consumidores de Energía” aquellos edificios que utilizan entre 50 y 150 kWh/m² año.

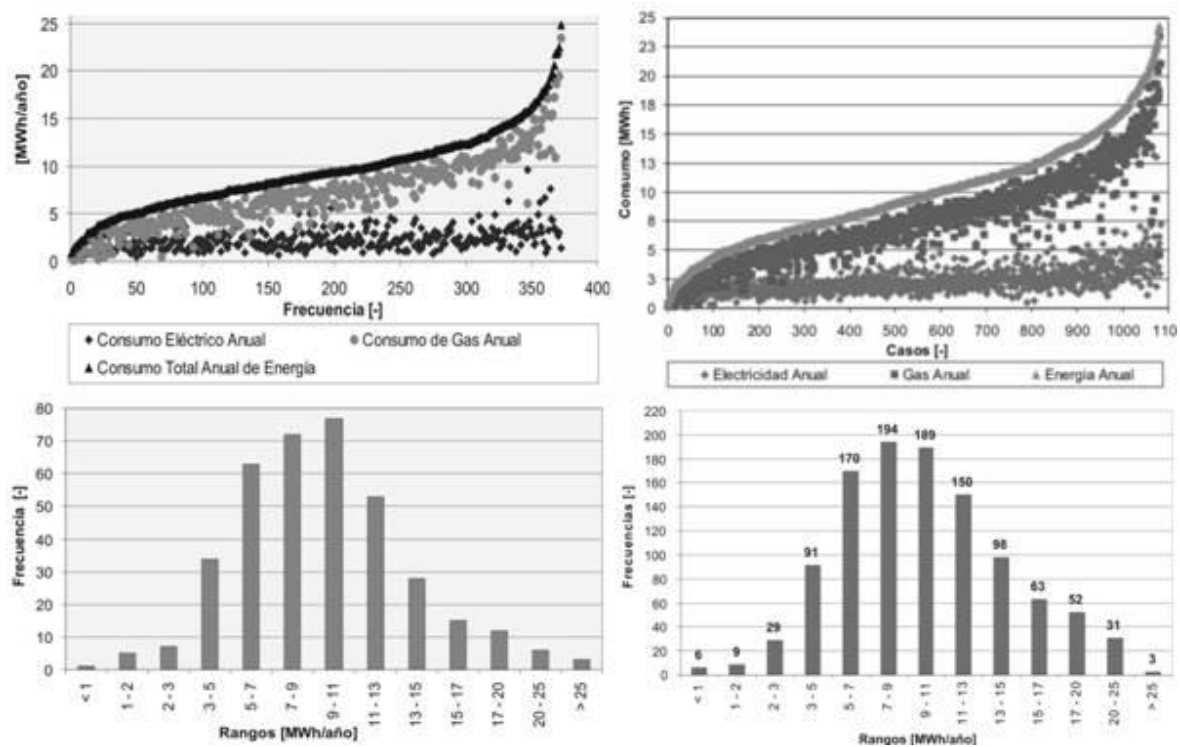


Fig. 11. *Dispersión y rangos de consumo energético en la primera etapa (Izq.), y en la segunda (Der.).*

El análisis de mediciones realizado sobre la influencia que los factores urbano-arquitectónicos tenían sobre el consumo energético, permitió afirmar que los factores de mayor incidencia fueron la orientación, la compacidad, el aventanamiento y el equipamiento de la vivienda. La yuxtaposición de las mediciones higrotérmicas y lumínicas con los registros provistos por las empresas distribuidoras y los cálculos teóricos realizados, permitieron conocer que los consumos reales eran inferiores a los calculados y determinar que la cantidad de habitantes por vivienda fue un factor determinante en el consumo energético. Por otro lado, las encuestas, que son otra forma de monitoreo, además de aportar información sobre las preferencias de los habitantes, sumaron otro factor importante de influencia sobre el consumo energético, constituido por la edad de los moradores. Finalmente esto permitió determinar el índice por habitante y hora de permanencia, el cual dentro de cada rango de cantidad de habitantes y niveles etéreos, se mantenía prácticamente constante. La cantidad de unidades construidas en cada barrio fue el factor que mayor incidencia tuvo al sumar el ahorro de consumos teóricos barriales totales en la primera etapa, representando los de mayor importancia IPV y Natania con alrededor de 20.000 MWh/año posibles de ahorrar con mejoras, conforme a lo obtenido con VESE. El total de unidades barriales (5044) acusaron un ahorro potencial anual de 44.328 MWh. En la segunda etapa, las viviendas con su frente orientado hacia el N (NS) o el S (SN) mostraron un consumo por m² inferior a las orientadas hacia el E (EO) o el O (OE) del mismo barrio, con excepción de los Casos 8 y 10.

MONITOREOS MEDIANTE ENCUESTAS

Los factores de comportamiento, detectados como importantes en cuanto a su incidencia en el consumo energético, fueron la cantidad de miembros de la familia, la permanencia de los mismos en la vivienda, y la cantidad de equipamiento que acostumbraban utilizar, en

estrecha relación con las edades y actividades de los integrantes del grupo familiar.. El análisis de los niveles de ingreso respecto a los consumos indicó que en general existía un patrón de comportamiento bastante racional en el consumo de energía, siendo adecuado para satisfacer el grado de confort considerado como mínimo por las familias encuestadas. Las familias con mayores ingresos, acusaron mayores consumos, pero la cantidad de aportantes no incidió en una disminución de consumos, contrariamente a los resultados obtenidos en Casado et al. (2001).

Los habitantes percibían “*el comedor*” como el espacio mejor valorado de la vivienda, con la mayor frecuencia en todos los indicadores de sensación de bienestar considerados, o sea en cuanto a la iluminación natural, ventilación, calefacción, confort y refrescamiento, en orden decreciente. La cocina y los dormitorios le siguieron en la valoración positiva destacando la iluminación natural y la ventilación como los parámetros más apreciados, junto al refrescamiento de los dormitorios. En el extremo opuesto, el menor nivel de bienestar dentro de la vivienda lo tuvo la cocina en lo referido a confort, los dormitorios en cuanto a calefacción y el pasillo por su falencia en iluminación natural. Las tipologías CRi y CRa fueron calificadas por sus moradores como “*inhumanas*”.

Las mayores frecuencias en el gasto anual en energía del total de la muestra, estuvo comprendido entre \$/año 340 y 500, representando un 88% de la misma. Los gastos de gas respectivos variaron entre \$/año 140 y 220, y los de electricidad entre \$/año 180 y 260, en el primero se encontraba un 75%, y en el segundo un 92% del total de la muestra. Las buenas conductas de ahorro energético de los entrevistados se evidenciaron en que el 60% condicionaba el uso de artefactos y equipamiento de la vivienda al costo del consumo y el 70% consideraba el tipo de energía que usaba y el consumo y rendimiento del artefacto al momento de adquirirlo.

En la situación hipotética de selección de la vivienda, diferentes aspectos o características son evaluados por los que desean adquirir un inmueble. Conocer los criterios de valoración a través de los cuales se le asigna la importancia relativa a cada uno de los aspectos considerados es significativo para identificar intereses y demandas del sector y a partir de ellos diseñar ofertas acordes a sus preferencias, o emprender acciones de gestión o manejo de la demanda para corregir tendencias que pudiesen ir en desmedro de la calidad de vida de las familias y del conjunto de la sociedad. Como criterios de valoración fueron definidos tres niveles de importancia, “*muy importante*”, “*importante*” y “*sin importancia*”. Estos niveles guardan estrecha relación con las preferencias de las personas, pero también con el nivel y calidad de información con que las mismas cuentan sobre cada aspecto evaluado. La Fig. 12 muestra los resultados obtenidos en la muestra, en dos gráficos de barras que representan las frecuencias, una ordenada de mayor a menor según el criterio “*muy importante*” y la otra del “*importante*” para lo cual se suman ambos.

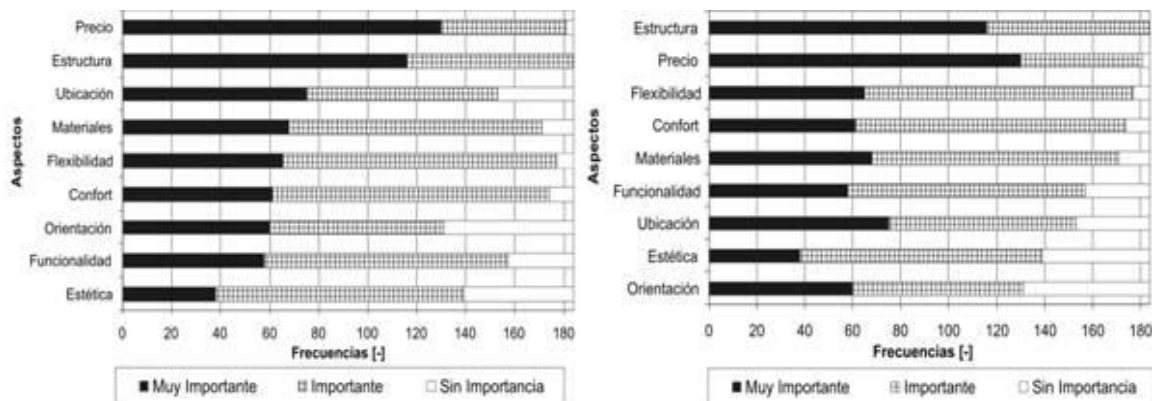


Fig. 12. Frecuencias de valoración, ordenadas según criterios “muy importante” (Izq.) e “importante” (Der.).

La investigación, si bien parte de una situación hipotética, se constituye en un modo indirecto de medir la valoración de la propia vivienda, incluyendo aspectos sobre los que originalmente las familias no tuvieron libertad de elección y evitando la interferencia de cuestiones afectivas hacia la propia vivienda. Del primer criterio de ordenamiento surgió que el *precio* fue el factor priorizado como más importante al seleccionar la vivienda, seguido por la *estructura* –en San Juan es relevante la resistencia ante los sismos–, la *ubicación* y los *materiales*. Se consideraron importantes la *flexibilidad* y el *confort*. Fueron características o aspectos de menor importancia la *orientación* de la vivienda y la *estética*. Tomando en cuenta el segundo criterio de ordenamiento, la *estructura* pasa al primer lugar, seguida del *precio*, la *flexibilidad* y el *confort*. Luego estuvieron *materiales*, *funcionalidad*, *ubicación*, *estética* y *orientación*. La valoración que los encuestados hicieron de las características deseables en su vivienda en ambas etapas fue coincidente y sorprendieron en algunos ítems por su aparente falta de lógica. En un clima como el de San Juan, resultó increíble que las familias otorgaran tan poca importancia a una buena orientación de la vivienda y no reconocieran que de este modo podrían alcanzar confort a mínimo costo. Por otro lado, fue curioso que valorasen más la flexibilidad que el confort. Esto probablemente se originó en sus niveles de ingresos moderados que sólo le permitían el acceso a viviendas tipo, de mínimas dimensiones y de construcción masiva, no adaptadas a las particularidades de sus modos de vida, por lo cual, su principal deseo radicaba en modificar las viviendas originales para que se adecuaban a sus necesidades. También debido a la situación socio-económica, no es de extrañar que acostumbren a resignar valores estéticos, que generalmente se asocian a soluciones costosas.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Del amplio espectro de posibilidades existentes para mejorar las tipologías analizadas en la segunda etapa, se seleccionaron nueve estrategias, en función de las características de las tipologías y de los modos de vida propios de la zona. Además, con criterios de economicidad, se trató de que la mayoría fuesen de uso anual y no solo estacional, como también de que no significaran cambios sustanciales en las tipologías, para que pudiesen ser incorporadas en viviendas existentes. Las mismas tienen relación principalmente con los subsistemas de captación (*) y conservación (#) en sus aspectos constructivos. Ellas fueron:

- Aislamiento Térmico de Techos (#)
- Aislamiento Térmico de Muros (#)
- Aislamiento Térmico de Ventanas con Burletes (#)

- Aislamiento Térmico de Ventanas con Persianas (#)
- Ganancia Solar y Ventilación por cambio de ubicación de Ventanas (*)
- Ganancia Solar y Ventilación por agregado de Ventanas (*)
- Ventilación mediante incorporación de tubos (*)
- Sombreado mediante pérgolas (*)
- Sombreado mediante aleros (*)

La combinación de estrategias dio lugar a 18 alternativas viables, según el nivel de inversión deseado, su posibilidad real de materialización, la orientación de la vivienda y su tipología.

Alternativa	Orientación Vivienda	Estrategias Anuales						Estrategias de Verano			Tipologías				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	CRa	CRi	MBSJ	RiN	Ar
		Conservación: Aislación Térmica de				Ganancia Solar y/o Ventilación		Ventilación	Sombras						
		Techo	Muros	Ventanas (Burlletes)	Ventanas (Persianas)	Cambio Ubicación ventana	Agregar ventana	Tubos	Pérgolas	Aleros					
A	NS														
B															
C															
D															
E															
F															
G	EO														
H															
I															
J															
K															
L															
LL															
M															
N															
O															
P															
Q															

Fig. 13. Alternativas seleccionadas y su aplicabilidad en cada tipología

La Fig. 13 muestra las alternativas codificadas y las posibilidades de aplicación en cada tipología barrial analizada. Los cuadros coloreados indican las estrategias que conforman cada alternativa y las que son posibles en cada tipología. En el caso de la tipología CRa, las alternativas contemplaron la aislación térmica del techo, porque no cumplía el K máximo admisible determinado según la Norma IRAM 11601, pero en el resto de las tipologías que sí lo cumplían, esta estrategia no fue incluida, por ello la diferencia de tonos adoptada para este caso. En la Fig. 14 se puede observar un ejemplo de propuesta de mejora de una tipología.

TIPOLOGÍA: CRa - ORIENTACIÓN EO
PROPUESTA ALTERNATIVA K

TIPOLOGÍA: CRa - ORIENTACIÓN NS
PROPUESTA ALTERNATIVA H, M y P

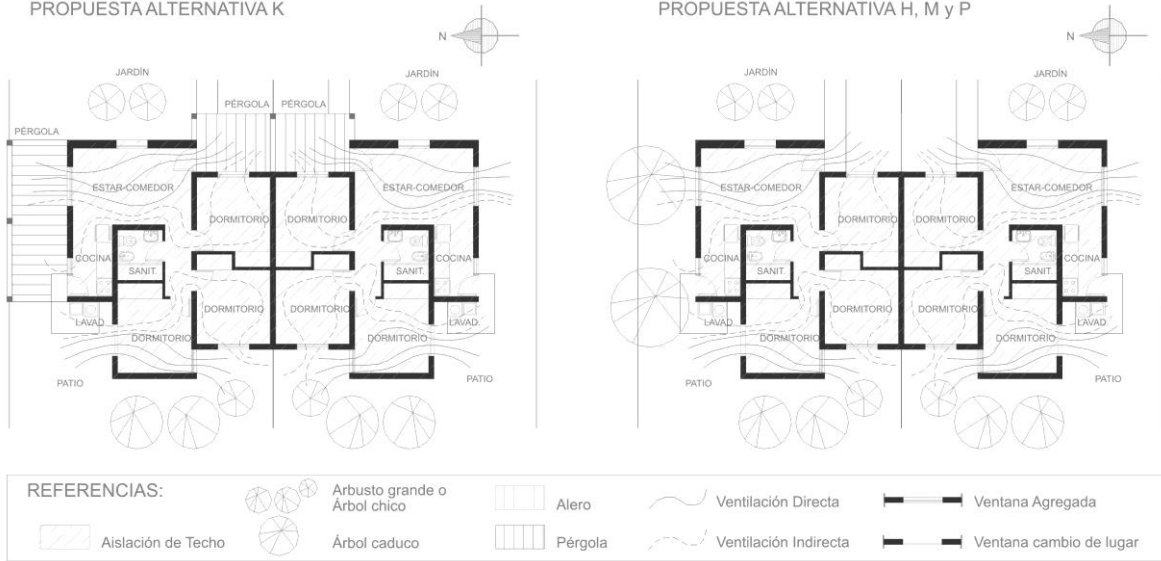


Fig. 14. Ejemplo de propuesta asociada a alternativas seleccionadas para mejorar las tipologías.

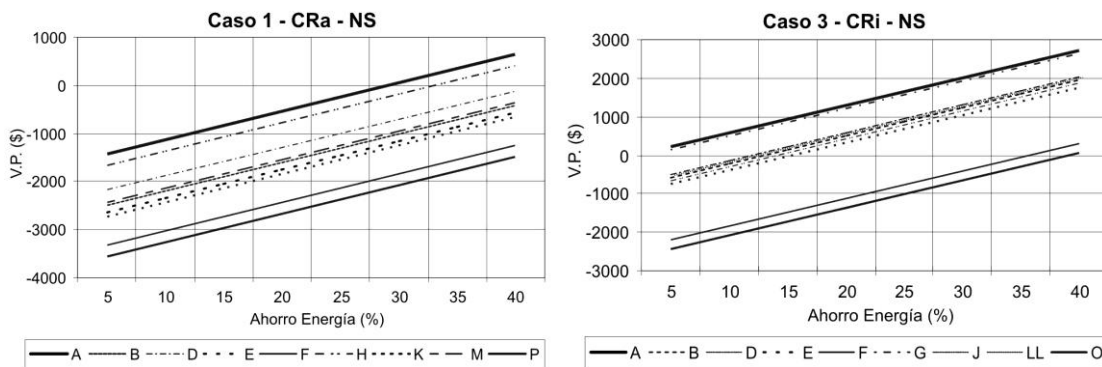


Fig. 15. Ejemplos de resultados de VP de alternativas propuestas para mejorar dos tipologías.

A fin de contar con parámetros de evaluación, se procedió al cálculo del Valor Presente (VP), el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), considerando los costos de inversión y mantenimiento de las mejoras introducidas. Se adoptó como tasa de interés para la actualización del flujo de fondos del 4% anual, y el periodo de análisis para la evaluación fue de 25 años. Los resultados demostraron según el cálculo de VP, que las mejoras introducidas resultarían rentables siempre que permitiesen un ahorro de energía comprendido en un rango de variación entre un 5% y 40% del consumo promedio de cada uno de los casos analizados (Fig. 15).

CONCLUSIONES

El universo de análisis resultó amplio y variado, tanto por el tipo de fuente de financiamiento, como de operatorias, morfologías urbano-arquitectónicas, antigüedad de los barrios y características de sus habitantes, siendo muy representativo de las condiciones reales que se presentan en la mayoría de los barrios suburbanos de la ciudad de San Juan,

Argentina. Los resultados obtenidos indicaron la urgente necesidad de elaborar propuestas que permitan elevar las condiciones de confort higrotérmico de las tipologías analizadas para los casos ya construidos, las que serían válidas para la construcción de nuevos barrios con características mejoradas y con menores costos que para las existentes. También se verificó la conveniencia de realizar nuevos proyectos de viviendas que resulten superadores de los utilizados hasta el momento por las entidades de financiamiento, con el fin de brindar mayores condiciones de bienestar de los habitantes, optimizando su adecuación a las características ambientales y a los modos de vida locales. Además estos primeros valores confirmaron la urgente necesidad de tomar serias medidas regulatorias en el tema, pues la situación descripta afecta los intereses de la comunidad en general y de cada usuario en particular.

REFERENCIAS

- Blasco I., Albarracín O., Hoesé L. (2001) Procedimiento de evaluación bioclimática de viviendas. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, **4**, 1, 05.103-05.108.
- Blasco Lucas I., Facchini M., Pontoriero D., Rosés R., Carestía C. (2001). Consumos energéticos de viviendas suburbanas y su relación con parámetros urbano-arquitectónicos. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, **4**, 1, 05.098-05.102.
- Blasco Lucas I., Hidalgo E., Gomez W., Rosés R. (2001). Factores del comportamiento de habitantes del sector residencial y su incidencia en el consumo energético. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, **4**, 1, 05.131-05.136.
- Blasco Lucas I., Hoesé L., Rosés R., Carestia C., Facchini M., Gomez W., Pontoriero D., Hidalgo E., Simón Gil L., De La Torre M. (2004). *Vivienda, Clima y Energía: Diagnóstico y Propuestas en Casos de Estudio*. Libro Digital, 1040 páginas. IRPHa-FAUD-UNSJ.
- Blasco Lucas I., Facchini M., Gomez W., Pontoriero D., Hoesé L., Carestía C. (2002). Análisis de consumos energéticos en barrios suburbanos de la ciudad de san juan. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, **11**, 11-18.
- Blasco Lucas I., Pontoriero D., Hoesé L., Carestía C. (2004). Mediciones lumínicas en viviendas barriales del gran San Juan. *Luminotecnia* **79**, 106-115.
- Blasco I. (2004). Valoración del comportamiento edilicio como sistema energético en zona árida. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, **8**, 05.13-05.18.
- Blasco I. (2004). Comparación entre tipologías de vivienda aplicando el procedimiento "VESE". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, **8**, 05.07-05.12.
- Blasco Lucas I. (2005). Base de Datos "BD-TEL" para Análisis de Simulaciones Múltiples con "QUICK". *Energías Renovables y Medio Ambiente*, **17**, 61-68.
- Blasco Lucas I. (2005). Estudios energéticos mensuales y anuales en viviendas usando el programa "QUICK". *Energías Renovables y Medio Ambiente*, **17**, 67-76.
- Blasco Lucas I., Hoesé L., Pontoriero D. (2007). Procedimiento "PROMEDI-HTL-V3" para análisis comparativos de mediciones higrotérmicas y lumínicas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, **10**, 08.01-08.06.
- Blasco Lucas I. (2006). *Potencial de ahorro energético en el sector residencial desde un enfoque bioclimático*. 122 páginas, FAUD-UNSJ.
- Mathews E. et al. (1990). *User's Reference Manual for QUICK – A Thermal Design Tool and Load Calculation Computer Program. Release 4.0*. Centre for Experimental and Numerical Thermoflow. 121 páginas.

ABSTRACT: The ignored incidence level that non profited bioclimatic strategies regard to hygrothermal and light comfort, energy consumption, family and district economy, encouraged to carry out the research work which results are summarized in this article, beginning to build a Data Base with information about this theme. Target to quantify the complex phenomena fundamentally presents when it is desired to evaluate bioclimatic performance of inhabited dwellings, were applied in creative way some known methods, taken measurements and doing surveys on representative samples of suburban neighborhood dwellings in San Juan city, located in the arid-seismic region of Argentina. Similar results were obtained in two research stages, verifying that the mayor families are suffering high discomfort levels, having energy saving behaviors, as well as that it is possible to improve this critical situation by reasonable costs.

Key words: Bioclimatic valuation, Social Dwellings, Arid-Seismic Zone

EVALUACIÓN DE LA ENVOLVENTE COMO HERRAMIENTA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA

Vicente Leonardo Volantino

Unidad Técnica Habitabilidad Higrotérmica, INTI Construcciones

Av. Gral. Paz 5445, Parque Tecnológico Miguelete, San Martín (1650) Prov. Bs As

CC 157 B1650WAB - Fax: (011) 4753-5784 - E-mail: vvolanti@inti.gov.ar

RESUMEN: El comportamiento de la envolvente, en términos energéticos e higrotérmicos, están referidos habitualmente a su capacidad de obstaculizar el pasaje de energía térmica entre dos fluidos (aire) que aquella separa y a la capacidad de evitar la condensación del vapor de agua sobre su superficie o en su interior, para ciertas condiciones de temperatura y humedad relativa predeterminadas según una base técnica normativa. En este sentido, es importante conocer ciertas propiedades físicas de los materiales componentes del sistema constructivo, tales como la conductividad térmica y la permeabilidad al vapor de agua, como así también, la transmitancia térmica de los muros y techos. Las fugas de calor debido a las infiltraciones de aire a través de las carpinterías y la transmisión de calor por los elementos vidriados, completan la lista de los elementos constructivos de mayor incidencia sobre el consumo energético de un edificio.

PALABRAS CLAVES: evaluación energética, elementos constructivos, envolvente.

1.- MUROS: PATOLOGÍAS HIGROTÉRMICAS EXISTENTES EN CERRAMIENTOS EXTERIORES CONSTRUIDOS CON BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN O DE MATERIAL CERAMICO.

1.1. Descripción del trabajo

A partir de una selección de sistemas de cerramiento vertical ensayados durante los últimos años en los Laboratorios de INTI Construcciones, se confeccionó un listado que contiene las características geométricas y de los materiales y el valor de transmitancia térmica K, determinado experimentalmente. A partir del resultado de transmitancia térmica, cada caso ensayado fue analizado con un programa de cálculo basado en elementos finitos para geometría bidimensional, con el objeto de determinar si presentaba riesgos de condensación de humedad cuando se halla expuesto bajo las condiciones ambientales correspondientes a una localidad del conurbano Bonaerense.

En las Tablas 1, se presenta la información citada precedentemente, en la que se detalla para los cerámicos, el espesor del bloque, la cantidad de cámaras de aire en el sentido principal de la transmisión de calor, el tipo de bloque (portante o no), que juntas posee (H: horizontal, V: vertical) y la transmitancia térmica K, en $W/m^2.K$. Para los de hormigón, se especifica además, la densidad aparente del material en kg/m^3 .

Se hace notar que, se han utilizado diferentes valores de la resistencia superficial interior (Rsi), adoptando $0,17 m^2.K/W$ para el análisis del paño central del muro (según IRAM 11625) y para los puntos singulares, tales como aristas superiores y rincones y aristas verticales a altura media $0,25 m^2.K/W$, en aristas y rincones inferiores $0,34 m^2.K/W$ y en

rincones y aristas protegidas, como interiores de placares y detrás de muebles sobre muros exteriores 0,50 m².K/W (según IRAM 11630).

Tabla 1a: Verificación de riesgos de condensación superficial en ladrillos cerámicos huecos.

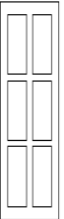
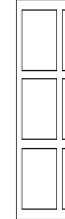


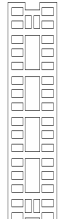







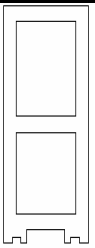
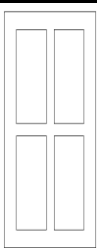
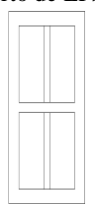


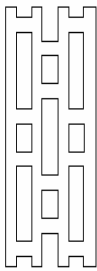
Diseño	Datos	Rsi	T simín	Diseño	Datos	Rsi	T simín
	Espesor: 0,08 m	0,17	11,48		Espesor: 0,12 m	0,17	12,14
	Cámaras de aire	0,25	9,96		Cámaras de aire	0,25	10,64
	Tipo: 6 tubos	0,34	8,72		Tipo: 6 tubos	0,34	9,39
	Juntas: H	0,5	7,22		Juntas: H y V	0,5	7,83
2,36 W/m ² .K				2,16 W/m ² .K			
	Espesor: 0,12 m	0,17	12,58		Espesor: 0,18 m	0,17	13,34
	Cámaras de aire	0,25	11,14		Cámaras de aire	0,25	11,99
	Tipo: 9 tubos	0,34	9,92		Tipo: 9 tubos	0,34	10,78
	Juntas: H	0,5	8,35		Juntas: H	0,5	9,2
1,94 W/m ² .K				1,68 W/m ² .K			
	Espesor: 0,12 m	0,17	12,92		Espesor: 0,18 m	0,17	13,61
	Cámaras de aire	0,25	11,5		Cámaras de aire	0,25	12,28
	Tipo: Portante	0,34	10,26		Tipo: Portante	0,34	11,1
	Juntas: H	0,5	8,68		Juntas: H	0,5	9,53
1,85 W/m ² .K				1,59 W/m ² .K			
	Espesor: 0,18 m	0,17	13,71		Espesor: 0,18 m	0,17	14,16
	Cámaras de aire	0,25	12,43		Cámaras de aire	0,25	12,96
	Tipo: Portante	0,34	11,27		Tipo: Portante	0,34	11,86
	Juntas: H	0,5	9,71		Juntas: H y V	0,5	10,35
1,51 W/m ² .K				1,33 W/m ² .K			
	Espesor: 0,20 m	0,17	14,17		Espesor: 0,24 m	0,17	14,5
	Cámaras de aire	0,25	12,99		Cámaras de aire	0,25	13,38
	Tipo: Portante	0,34	11,89		Tipo: Portante	0,34	12,34
	Juntas: H y V	0,5	10,38		Juntas: H y V	0,5	10,87
1,32 W/m ² .K				1,19 W/m ² .K			
	Espesor: 0,26 m	0,17	14,68		Espesor: 0,27 m	0,17	15,08
	Cámaras de aire	0,25	13,6		Cámaras de aire	0,25	14,04
	Pared doble	0,34	12,54		Tipo: Portante	0,34	13,04
	Juntas: H	0,5	11,07		Juntas: H	0,5	11,62
1,17 W/m ² .K				1,06 W/m ² .K			

Tabla 1b: Verificación de riesgos de condensación superficial en bloques huecos de hormigón.

Diseño	Datos	Rsi	T simín	Diseño	Datos	Rsi	T simín
 2,69 W/m².K	Espesor: 0,18 m	0,17	11,08	 1,93 W/m².K	Espesor: 0,17 m	0,17	12,73
	1 Cámara de aire	0,25	9,49		2 Cámaras de aire	0,25	11,29
	2240 kg/m³	0,34	8,21		1850 kg/m³	0,34	10,05
	Juntas: H y V	0,5	6,73		Juntas: H y V	0,5	8,46
Hueco dividido con un inserto de EPS  2,20 W/m².K	Espesor: 0,19 m	0,17	11,92	 1,98 W/m².K	Espesor: 0,17 m	0,17	12,4
	2 Cámaras de aire	0,25	10,42		3 Cámaras de aire	0,25	10,95
	2100 kg/m³	0,34	9,18		2000 kg/m³	0,34	9,73
	Juntas: H y V	0,5	7,68		Juntas: H y V	0,5	8,18
 1,73 W/m².K	Espesor: 0,17 m	0,17	13,09	 1,39 W/m².K	Espesor: 0,195 m	0,17	14,05
	3 Cámaras de aire	0,25	11,72		3 Cám. de aire	0,25	12,85
	1750 kg/m³	0,34	10,51		Orificios 1450 kg/m³ HCCA	0,34	11,71
	Juntas: H y V	0,5	8,95		Juntas: H y V	0,5	10,16

Para cada situación analizada, se presentan las temperaturas mínimas de la superficie interior del muro (Tsimín) determinadas, las que se comparan con la temperatura de rocío correspondiente al ambiente bajo las condiciones higrotérmicas impuestas. Para una localidad del Gran Buenos Aires, como San Miguel, se adopta 18 °C de temperatura interior para la condición de nivel mínimo de confort higrotérmico (IRAM 11605) y 71,1 % de humedad relativa interior, hallada en función de la temperatura exterior que es 1,3 °C (IRAM 11625), resultando una temperatura de rocío de 12,7 °C.

En las Tablas 1 a y 1 b, se han destacado con grisado, aquellas temperaturas de superficie interior que son inferiores a la de rocío reinante y que permiten inferir que la ocurrencia de condensación superficial está latente.

Como se puede observar, son mayoritarios los casos en que se verifica riesgos de condensación superficial que aquellos que se encuentran eximidos de tal fenómeno. Y el resultado de los cálculos efectuados, se reflejan en la realidad, cuando se visitan viviendas construidas con muros de estas características y se detectan aristas, rincones o paredes ennegrecidas como signo evidente de padecer patologías higrotérmicas. Un hecho que no debe dejarse de considerar, es el debido al comportamiento de los ocupantes, que en ciertas ocasiones pueden provocar la manifestación de la condensación de humedad, con mayor preponderancia que en otras situaciones en que se tienen hábitos más acordes con una buena utilización de la vivienda.

Si bien los estudios fueron realizados para un nivel de confort higrotérmico mínimo (IRAM 11605), en que la temperatura del ambiente interior se fijó en 18 °C, ya que se considera que los sistemas constructivos deben cumplir al menos con los requisitos mínimos de habitabilidad establecidos para viviendas de interés social, la experiencia de visitar tantos edificios con problemas de condensación, se ha observado que esta patología también se presenta en construcciones destinadas a la clase media, debido a que tales edificios se emplean algunos de los muros de bloques huecos de hormigón o de material cerámico, presentados en este trabajo.

1.2. Conclusiones

En este listado de muros constituidos por bloques huecos que han sido ensayados, se observa una gran dispersión del comportamiento térmico, siendo el espesor de la pared, una variable de suma importancia a considerar. Cabe destacar, que para muros de ladrillos cerámicos huecos con espesores inferiores a 0,18 m, no se puede conseguir una adecuada performance higrotérmica, cuando son utilizados en edificaciones emplazadas en localidades con condiciones climáticas similares o más severas que las del conurbano Bonaerense. La condensación de humedad sobre la superficie interior, se manifestará a corto o a mediano plazo, según las condiciones de uso a que se someterá la vivienda. La geometría o el diseño del bloque juega un papel preponderante, para alcanzar una mejor prestación térmica del muro. También se ha observado, que en la gran mayoría de los casos, se verifica el riesgo de condensación en los puntos singulares y en todos ellos, se manifiesta en los interiores de placares, cuando éstos se ubican sobre muros exteriores orientados al sur.

Para las paredes de bloques huecos de hormigón, en que la variación en el espesor no es significativa, lo importante reside en la geometría (cantidad de cámaras de aire en el sentido principal de la transmisión de calor), la atenuación del efecto del puente térmico o mejor aún, su interrupción y la densidad del material componente. En este tipo de sistemas constructivos, es muy difícil poder eliminar los riesgos de condensación en todos los puntos singulares mencionados precedentemente. Además, la ocurrencia de esta patología higrotérmica, incide en las propiedades físicas de los materiales constitutivos y por lo tanto, los muros pierden parte de su resistencia térmica, dando a lugar a una mayor pérdida de energía de la envolvente edilicia.

Los problemas higrotérmicos encontrados en el análisis numérico que se ha presentado, fueron verificados en casos reales, en oportunidad de realizar trabajos de relevamiento de edificios, los que se hallaban localizados en su mayoría, en la Ciudad de Buenos Aires o en el conurbano Bonaerense. Se menciona reiteradamente, el hecho de manifestarse las patologías de esta índole en las paredes con orientación Sur, pero también se han detectado problemas similares en otras orientaciones.

2.- TECHOS: COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE SISTEMAS LIVIANOS

2.1. Descripción del trabajo

Con el objeto de poder determinar las diferencias en el comportamiento térmico de distintos sistemas de techos livianos, sometidos a condiciones de verano, se realizó un trabajo experimental consistente en la medición de las temperaturas que alcanzaban cada

uno de los casos ensayados, para una determinada carga térmica superior. Para ello, se fueron montando sucesivamente los diferentes casos de techo sobre un local u otro. La experimentación se desarrolló en un sector de la nave del edificio de INTI Construcciones, en el que se construyó un prototipo compuesto por dos locales contiguos. Sobre la parte superior de tales locales, se instaló un sistema de calefacción que irradiaba sobre la cubierta, de manera de representar una condición de temperatura equivalente a la que puede ocurrir en condiciones de verano. Cada local cuenta con un sistema calefactor independiente que abarca toda la superficie de la cubierta. Cada sistema calefactor cuenta con un control automático que permite mantener la temperatura de la cubierta en un valor predeterminado, dentro de un entorno.

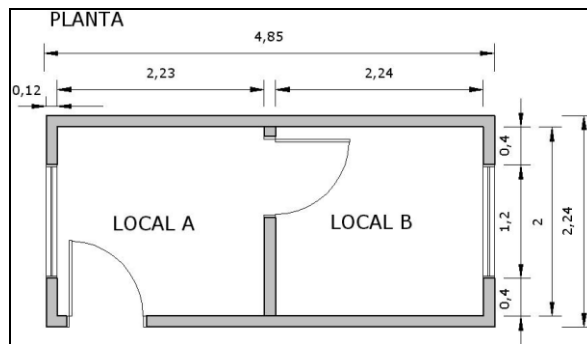


Figura 1: Dimensiones de los locales construidos.

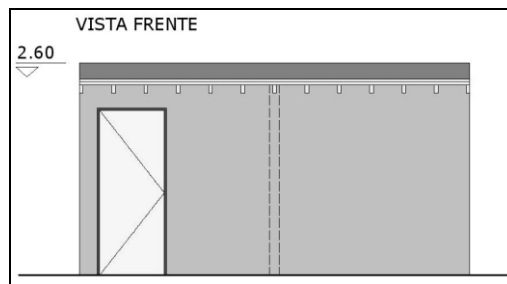


Figura 2: Vista de frente de los locales.

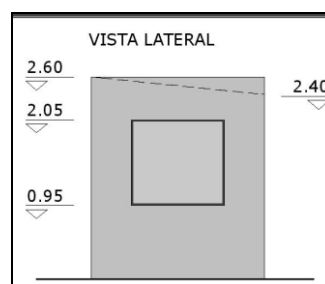


Figura 3: Vista lateral de los locales.

El sistema constructivo de dichos locales está conformado por paneles tipo sándwich con bastidor de perfiles de chapa galvanizada revestido en ambas caras con placas de rocas de yeso y núcleo de lana de vidrio (espesor 0,10 m). Ambos locales poseen ventanas de paño fijo simple (espesor 6 mm) al exterior. El Local A tiene para su acceso desde el exterior, una puerta tipo placa con el agregado de lana de vidrio de 0,10 m y otra de igual característica que lo comunica con el Local B. En la Figura 1 se detallan las dimensiones de los locales (en m); en la Figura 2, la vista de frente y en la Figura 3, la vista lateral.

2.2. Características de los techos ensayados

Los techos livianos que se sometieron a la exposición de la fuente radiante, se pueden dividir en cubiertas de chapas metálicas y de tejas cerámicas, y éstas a su vez, discriminadas por su color, en rojas y negras. La constitución básica de todos ellos, se compone de tirantes de madera de 95 mm x 45 mm, machimbre de 8 mm de espesor, fieltro asfáltico y la cubierta que corresponde. Entre el cielorraso y la cubierta, se colocó en las diferentes alternativas, aislación térmica de lana de vidrio con barrera de vapor de lámina de aluminio en su parte inferior, ó membrana de polietileno con la cara de baja emisividad orientada hacia arriba más cámara de aire, ó solamente se dejó la cámara de aire. Se utilizaron alternativas en la ubicación del material aislante térmico, es decir, se dispuso entre clavaderas o por encima de éstas.

2.3. Condiciones de ensayo

La temperatura de la cubierta metálica de los locales se fijó durante el ensayo, en un valor similar al de la temperatura máxima diaria que se registra a la intemperie, bajo radiación solar, durante un día de verano. Para ello, se tomaron en cuenta los datos de temperatura registrados en una cubierta metálica similar, en una experiencia llevada a cabo por el INTI en el Parque Tecnológico Miguelete, Partido de San Martín, entre el 19 de febrero y el 04 de abril de 1994. La máxima temperatura registrada en este período sobre dicha cubierta, que resultó ser de 71,9°C, corresponde al día 13 de marzo a las 13:00 horas, con una temperatura ambiente de 32,1°C y una irradiancia solar de 950 W/m². (Volantino et al. , 1994).

De acuerdo a lo señalado precedentemente, se realizó el ajuste de cada sistema calefactor con el fin de lograr una temperatura de aproximadamente 70 °C en toda la superficie de la cubierta metálica durante el ensayo. Por su parte, para los casos de cubiertas con tejas cerámicas (francesas) con esmalte de color rojo, el ajuste se efectuó a una temperatura de aproximadamente 55°C, mientras que para las cubiertas de tejas francesas con esmalte negro mate, se las expuso a una condición de 63°C. Estos valores se obtuvieron mediante un cálculo numérico, mediante elementos finitos sobre geometría bidimensional, en el que se adoptó como referencia el dato de la temperatura de la chapa metálica antes citado, habiendo considerado las características geométricas y las propiedades térmicas y los coeficientes de absorción a la radiación solar correspondientes a las tejas cerámicas de cada color.

El ensayo consistió en la medición de temperaturas en ambos locales, bajo la acción del sistema de calefacción. Se colocaron 24 termocuplas distribuidas en 4 niveles, a saber:

Nivel 1: Superficie inferior de la cubierta metálica o de tejas cerámicas

Nivel 2: Superficie superior del machimbre

Nivel 3: Superficie inferior del machimbre

Nivel 4: Aire interior del local (a 1,80 m del piso)

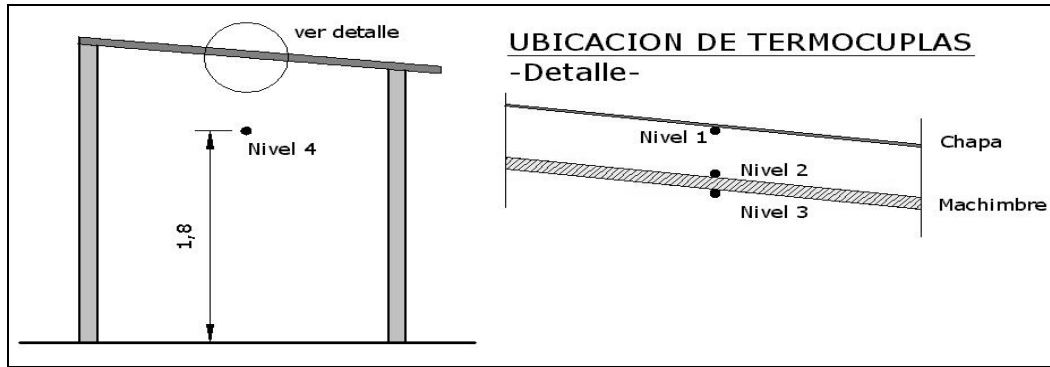


Figura 4: Ubicación de los sensores de temperatura de acuerdo al nivel.

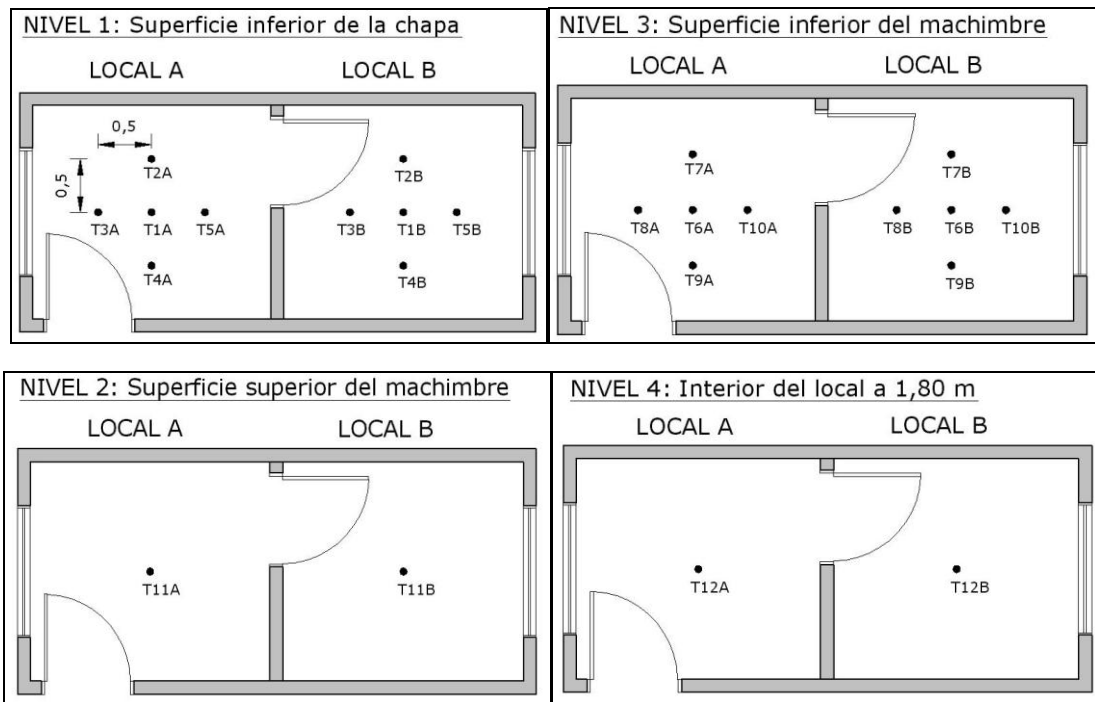


Figura 5: Distribución de los sensores de temperatura en cada nivel

En la Figura 4, se muestra la ubicación de los niveles mencionados, mientras que la distribución de las termocuplas se presenta en la Figura 5.

2.4. Resultados obtenidos

Se presentan los valores de temperatura, promediados en el tiempo considerado de régimen estacionario y en el plano de la superficie de medición. Asimismo, se informa la diferencia de temperatura medida en el sistema de techo (ΔT_1) y la relación entre éste y la diferencia total que resulta entre la temperatura de la cubierta y la temperatura del aire interior del local (ΔT). Este cociente ($\Delta T_1/\Delta T$), es equivalente a considerar una relación de resistencias térmicas entre el sistema de techo (tomado desde la superficie de la cubierta hasta la superficie del cielorraso) y la que comprende el ambiente interior. Esta relación de resistencias térmicas brinda información acerca de la eficiencia térmica del techo bajo medición. En las tablas subsiguientes, se puede observar a los distintos sistemas de techos agrupados por tipo de cubierta y ordenados en función de su comportamiento térmico

decreciente. La temperatura ambiente de la nave del edificio donde se encontraban los locales bajo ensayo, presentaba una variación comprendida entre 15 y 18 °C.

Tabla 2: Mediciones de temperatura en techos de chapa metálica, para una condición de 70 ° C de superficial exterior.

CASO	DESCRIPCIÓN	Temperatura de la cubierta	Temperatura de cielorraso	Temperatura aire interior	ΔT_1	$\Delta T_1 / \Delta T$
1	Lana de vidrio (50 mm) por encima de las clavaderas	73,5	29,9	22,1	43,6	84,8
2	Lana de vidrio (50 mm) entre las clavaderas	72,0	32,2	23,2	39,8	81,5
3	Membrana reflectiva (10 mm) + capa de aire (40 mm)	70,5	36,7	24,5	33,8	73,4
4	Membrana reflectiva (5 mm) + capa de aire (45 mm)	71,5	39,8	25,8	31,7	69,3
5	Cámara de aire (50 mm)	70,9	46,7	27,9	24,2	56,3
6	Cámara de aire (40 mm)	71,0	47,6	29,0	23,4	55,7

Tabla 3: Mediciones de temperatura en techos de tejas cerámicas de color rojo, para una condición de 55 ° C de superficial exterior.

CASO	DESCRIPCIÓN	Temperatura de la cubierta	Temperatura de cielorraso	Temperatura aire interior	ΔT_1	$\Delta T_1 / \Delta T$
7	Lana de vidrio (50 mm) por encima de las clavaderas	54,3	29,7	24,0	24,6	81,1
8	Lana de vidrio (38 mm) entre las clavaderas	54,5	30,3	24,1	24,2	79,3
9	Membrana reflectiva (5 mm) + capa de aire (45 mm)	57,1	34,4	25,9	22,7	72,7
10	Cámara de aire (45 mm)	56,9	36,6	26,5	20,1	66,1
11	Cámara de aire (38 mm)	56,7	36,9	26,5	19,8	65,5

Tabla 4: Mediciones de temperatura en techos de tejas cerámicas de color negro, para una condición de 63 ° C de superficial exterior.

CASO	DESCRIPCIÓN	Temperatura de la cubierta	Temperatura de cielorraso	Temperatura aire interior	ΔT_1	$\Delta T_1 / \Delta T$
12	Lana de vidrio (50 mm) por encima de las clavaderas	64,2	32,8	26,1	31,4	84,4
13	Lana de vidrio (38 mm) por encima de las clavaderas	63,2	32,5	24,8	30,7	79,9
14	Membrana reflectiva (5 mm) + capa de aire (30 mm)	63,3	36,4	26,2	28,3	73,5
15	Cámara de aire (45 mm)	63,1	41,3	30,0	21,8	65,9

2.5. Conclusiones

Como resultado de las mediciones realizadas, se pudo efectuar una serie de conclusiones, que si bien eran esperables desde el punto de vista térmico, permitió cuantificar comparativamente los comportamientos brindados por cada tipo de techo bajo prueba. La diferencia de temperatura observada exclusivamente en el techo, permite obtener una primera idea del comportamiento del mismo, ya que cuanto mayor es tal diferencia, mejor es la aislación térmica que ofrece. La relación de resistencias térmicas también es acorde con dicha variación, que además permite evaluar el nivel de eficiencia térmica que se puede conseguir.

Una de las conclusiones encontrada a partir de los resultados de la experiencia, es que con la utilización de un aislante térmico convencional como la lana de vidrio, permite lograr

una eficiencia térmica superior al 80 %. El aumento de espesor del material de 38 a 50 mm, es acompañado por una mayor eficiencia del techo en aproximadamente un 4 %.

Cuando se emplean membranas de pequeño espesor con película reflectiva en su cara superior y enfrentada a la cámara de aire, su eficiencia térmica no alcanza el 75 %.

Por su parte, si no se emplea ningún material entre la cubierta y el cielorraso, es decir la única aislación térmica la provee la cámara de aire existente, que a su vez es estanca, este tipo de techos ofrecen una eficiencia térmica comprendida entre el 55 y el 65 %, dependiendo este valor del tipo de cubierta empleado. Se verifica una menor eficiencia cuando se trata de cubierta metálica que de tejas cerámicas.

El cambio de espesor del espacio de aire, en una variación de hasta 1 cm, no incrementa prácticamente la eficiencia térmica del techo.

3.- CARPINTERÍAS: AHORRO ENERGÉTICO INHERENTE A INFILTRACIONES DE AIRE POR CORRECCIONES EN EL DISEÑO DE LAS UTILIZADAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL

Se presentan determinaciones del caudal de aire infiltrado en función de la presión de ensayo, efectuadas en una carpintería de aluminio, corrediza de dos hojas, utilizada en la construcción de viviendas de interés social. A partir de modificaciones introducidas en el diseño de las felpas empleadas para mejorar la hermeticidad y con el agregado de otra en el cruce de hojas, se repitieron los mismos ensayos de evaluación sobre la carpintería. Con estos cambios, se obtuvieron grandes diferencias en el caudal de aire infiltrado y por ende, también en las pérdidas de calor debido a las infiltraciones de aire. El ahorro de energía conseguido por este concepto es muy importante.

3.1. Mediciones realizadas

Las mediciones se efectuaron en dos etapas. En primera instancia se ensayó la carpintería original (una ventana con perfiles de aluminio, corrediza de dos hojas, con vidrio simple Float incoloro de 4 mm, de medidas 1,0 m de ancho x 1,0 m de alto), obteniéndose como resultado los valores del caudal de aire infiltrado para cada presión. Los datos hallados se presentan en la Tabla 5, en la que aparecen los valores correspondientes a la ventana sellada, la ventana sin sellar y la diferencia entre ambas, es decir, el caudal de aire que pasa exclusivamente por las juntas de la carpintería. A partir de ésta última, se determinó las infiltraciones de aire por unidad de longitud de junta.

Tabla 5: Caudal de aire e infiltraciones de aire por unidad de longitud de junta para cada presión de ensayo.

Presión (Pa)	40	50	60	70	80	90	100	150	200
Caudal de aire (m ³ /h) Ventana sellada	103,5	121	142	153,7	168,8	180,5	187,5	233,3	265,6
Caudal de aire (m ³ /h) Ventana sin sellar	34,1	45,5	53,9	62,4	69,1	77,9	80,8	106,1	124,2
Caudal de aire (m ³ /h) Juntas de la ventana	69,4	75,5	88,1	91,3	99,7	102,6	106,7	127,1	141,4
Infiltraciones de aire por unidad de junta [m ³ /h.m]	15	16,3	19	19,7	21,5	22,2	23,1	27,5	30,6

3.2. Mejoras introducidas en la carpintería

Durante el ensayo de infiltración de aire antes descrito, se realizó un análisis de las pérdidas existentes a lo largo de todas las juntas de la carpintería, con el objeto de detectar los puntos críticos y de esta manera encarar las correcciones que deberían ejecutarse en el diseño original. Para determinar donde se encontraban las mayores pérdidas de aire, se sometió a la carpintería a una presión de 100 Pa, mientras se recorría por toda la extensión de las juntas con un anemómetro del tipo turbina y se comparaban los valores registrados en cada localización. Obviamente, los máximos se obtuvieron en la parte superior de las hojas de la carpintería, ya que al tratarse de una ventana corrediza para la operación de montaje de las hojas dentro de las guías, queda inexorablemente un mayor juego en esta ubicación.

Con la información obtenida de las pérdidas de aire, se efectuaron una serie de correcciones a la carpintería original. Las mismas consistieron en un cambio de la felpa por otra de mayor densidad, en el cierre y en el cruce de hojas, colocación de tapones de plástico en los perfiles de las hojas y posteriormente, se agregó felpa para cubrir totalmente el cruce de hoja-

Con las modificaciones descritas se sometió a la ventana a las mismas presiones de aire que las aplicadas en la primera etapa y se midió el caudal de aire que pasa a través de ella. Nuevamente, dicha medición se realizó, en primer lugar, con la ventana sellada y en segundo lugar, con las juntas sin sellar, determinándose el caudal de aire infiltrado como la diferencia entre estas dos mediciones. Estos valores y las infiltraciones de aire hallados se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6: Caudal de aire e infiltraciones de aire por unidad de longitud de junta para cada presión de ensayo de la carpintería modificada.

Presión (Pa)	40	50	60	70	80	90	100	150	200
Caudal de aire (m ³ /h) Ventana sellada	36,6	46,5	55,4	63,1	70,1	76,5	82,2	105,9	124,7
Caudal de aire (m ³ /h) Ventana sin sellar	47,1	59,2	69,1	77,6	85,1	92,1	98,5	125,4	147,3
Caudal de aire (m ³ /h) Juntas de la ventana	10,5	12,7	13,7	14,4	15	15,7	16,2	19,5	22,7
Infiltraciones de aire por unidad de junta (m ³ /h.m)	2,26	2,74	2,96	3,12	3,25	3,39	3,51	4,22	4,89

3.3. Evaluación energética

Se obtuvieron las pérdidas de calor debido a las infiltraciones de aire (Q_{inf}), para cada presión de aire empleada en los ensayos antes descritos, tanto para la carpintería original como para la modificada. Los resultados se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7: Pérdidas de calor debido a infiltraciones de aire de la carpintería original y de la carpintería modificada.

Presión (Pa)	40	50	60	70	80	90	100	150	200
Pérdidas de calor (W/K) Ventana original	25	27,2	31,7	32,9	35,9	37	38,4	45,8	50,9
Pérdidas de calor (W/K) modificada	3,8	4,6	4,9	5,2	5,4	5,7	5,9	7	8,2

Con el objeto de determinar el ahorro energético que puede lograrse a partir de las mejoras introducidas en la carpintería original, se debe hallar para cada caso ensayado la transferencia energética de calor debido a las infiltraciones de aire. Esto significa que se debe afectar al valor de Q_{inf} por el producto de la diferencia de temperaturas entre el aire interior y el aire exterior.

Para ello, se consideró que la ventana se encontraba instalada en una edificación destinada a vivienda emplazada en una localidad del conurbano bonaerense, por ejemplo, San Miguel, localidad que presenta una temperatura de diseño mínima de $1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ para las condiciones invernales (según IRAM 11603), valor éste que se adopta como temperatura del aire exterior. Por otra parte, tal como se mencionó anteriormente, el uso de esta carpintería está destinado a viviendas de interés social, para las que se asume un valor de temperatura del aire interior de $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ que corresponde al nivel mínimo de confort higrotérmico. En consecuencia resulta una diferencia de temperatura de $16,7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En la Tabla 8, se detalla la transferencia de energía por unidad de tiempo (Q) de las dos condiciones de la carpintería, original y modificada, para las diferentes presiones de ensayo. También se presenta el ahorro energético que se logra con las mejoras introducidas.

Tabla 8: Comparación de la transferencia energética en las carpinterías original y modificada y ahorro de energía.

Presión (Pa)	40	50	60	70	80	90	100	150	200
Q (W) Ventana original	417	454	530	549	600	617	642	765	851
Q (W) modificada	63	76	82	87	90	94	98	117	136
Ahorro de potencia (%)	84,9	83,2	84,4	84,2	84,9	84,7	84,8	84,6	84

Se observa que se logra un ahorro de energía del orden del 84% para cualquier presión de ensayo (o velocidad de viento), como consecuencia de haber introducido modificaciones indicadas en la carpintería de aluminio original.

4.- DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO

4.1. Introducción

Un vidrio simple posee un coeficiente de transmitancia térmica $K=5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ siendo éste un valor 3 veces superior al de un muro de ladrillo común de 30 cm de espesor, por lo tanto a igualdad de superficies, y por cada grado de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior, el vidrio perderá tres veces más energía que el muro. Para mejorar esta situación, una primera medida consiste en usar un doble vidrio dejando una cámara de aire de 12mm, el coeficiente K puede bajar a aproximadamente a $3 \text{ W/m}^2\text{K}$ pero sigue siendo un valor alto; si se quiere seguir bajando este valor es necesario considerar las propiedades espectrales del vidrio y el contenido de la cámara de aire. Si disminuye la emisividad de uno de los paños vidriados se reducirá la transmitancia térmica.

La cámara de aire inicialmente contiene vapor de agua, que puede ser eliminado utilizando tamiz molecular deshidratante; pero éste posee una capacidad de absorción limitada, la que se agota cuando se llega a la saturación. Por consiguiente es importante sellar dicha cámara y evaluar la hermeticidad de la misma, conformándose un doble vidriado hermético (DVH).

4.2. Incidencia sobre el ahorro energético

Se hicieron determinaciones sobre muestras de DVH de normal fabricación y sobre otras a las que ex profeso no se les incorporó el tamiz molecular deshidratante, con el objeto de provocarles un estado de condensación de humedad en el interior de la cámara de aire. Esto se consiguió, sometiéndolas a un ensayo de condensación, según la Norma IRAM 12577 .

A ambos conjuntos de probetas se les realizaron determinaciones de transmitancia espectral visible y de resistencia térmica. El primero de ellos se obtuvo mediante la utilización de un espectrofotómetro de doble haz con esfera integradora, mientras que el segundo, se halló con el empleo de un equipo medidor de transferencia de calor según el método del medidor de calor. Los resultados obtenidos permitieron encontrar que se produjo una disminución del 20% de la transmitancia visible en el panel de DVH que presentaba condensación en su cámara de aire. Por otra parte, en éste último también se determinó que su resistencia térmica disminuyó en un 5%.

Para calcular la pérdida de energía que esto ocasiona, se obtuvieron para ambas situaciones de los DVH, el factor solar de los mismos, que se hallaron aplicando el criterio de ASHRAE. Los resultados encontrados, nos indican que el factor solar disminuye en un 24%, lo que significa un menor aporte por radiación solar para condiciones de invierno o de bajas temperaturas del aire exterior, y por lo tanto, un mayor requerimiento de energía para calefaccionar.

REFERENCIAS

ASHRAE HANDBOOK OF FUNDAMENTALS (1997)

ASTM E 424. Standard test method for solar energy transmittance and reflectance (terrestrial) of materials.

IRAM 1860/ ASTM C518 (2002) Método de ensayo de las propiedades de transmisión térmica en régimen estacionario, mediante el aparato de medición de flujo de calor.

IRAM 11523 (2001). Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Método de ensayo de infiltración de aire.

IRAM 11507-1 (2001) Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos básicos y clasificación.

IRAM 11564 (1997) Determinación de las Propiedades de Transmisión de Calor en Régimen Estacionario de los Elementos de Construcción. Método de la caja caliente con caja de guarda

IRAM sobre "Aislamiento Térmico de Edificios" N° 11601, 11603, 11605, 11625 y 11630.

IRAM 12577. (1994) Doble Vidriado Hermético. Método de ensayo de condensación.

IRAM 12598-2 (2003) Doble Vidriado Hermético Parte 2: Determinación del índice de penetración de humedad. Requisitos y métodos de ensayo.

SAP Users Group, "TAP 6 Thermal Analyzer Computer Program", University of Southern California, Dept. of Civil Engineering, Los Angeles

Standaert P. (1985). Thermal bridges: a two-dimensional and three-dimensional transient thermal analysis, ASHRAE/DOE/BTECC Conference. USA

Volantino V. L., et al. (1994). Atenuación de la temperatura radiante en un tinglado. XVII Reunión de Trabajo de ASADES. Rosario.

Volantino, V. L. (2003). Como se mide la performance de una ventana. Actas del IV Congreso SISTECCER.

