

Clima, energías no convencionales y calidad de vida en el hábitat popular

El presente trabajo, que recibió una Mención en el Concurso Iberoamericano «Transferencia Tecnológica para el Hábitat Popular», de la Red CYTED XIV.C, fue realizado por los autores, integrantes del Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente del Instituto de Acondicionamiento Ambiental (Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán).

Antecedentes

En Argentina, como en la mayoría de los países de América Latina, existe un importante déficit de viviendas: se deberían construir 125.000 unidades al año, sólo para que el déficit no se incremente y en su lugar se construyen 50.000 (es decir el 40%).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo, la población de la provincia de Tucumán se eleva a 1.142.105 habitantes, con una densidad de 50.7 habitantes por kilómetro cuadrados. De las viviendas existentes, un 21% corresponden a viviendas precarias y un 7% a viviendas ranchos, las cuales se suman a la necesidad de viviendas a construir.

En Tucumán, al igual que en todo el país, la construcción de viviendas por parte del Estado se realiza a través del Fondo Nacional de Viviendas (FO.NA.VI.). El organismo oficial encargado de llevar a cabo la construcción de los barrios de viviendas populares en la provincia es el Instituto Provincial de Vivienda y Desarrollo Urbano (I.P.V. y D.U.), el cual otorga a los usuarios la posibilidad de acceder a viviendas de superficies mínimas a través de cuotas accesibles.

Este organismo cuenta con un reglamento para la construcción, que adolece de una adecuada consideración de los aspectos ambientales relacionados con el confort. Por este motivo las viviendas construidas hasta la fecha presentan, en su gran mayoría, un ineficiente comportamiento energético, con problemas tales como una elevada transmitancia térmica y condensación superficial e intersticial en los elementos de la envolvente; soleamiento excesivo en los meses cálidos e imposibilidad de calefaccionar en forma natural los ambientes en los meses fríos; dificultad para ventilar correctamente los ambientes, y valores de iluminación natural por debajo de niveles mínimos establecidos por normas en la mayoría de los ambientes.

Arquitectos:
Guillermo Gonzalo,
Sara Lía Ledesma, Viviana Nota,
Cecilia Martínez, Susana Cisterna,
Gabriela Márquez y
Graciela Quiñones.
Alumnos becarios:
Paula Boldrini, Mariano Ramos.

Esto determina condiciones de inconfort ambiental en el interior de las viviendas. La situación es crítica ya que, por sus condiciones socio-económicas, los habitantes de estas viviendas no pueden corregir las condiciones ambientales por medios artificiales, sufriendo, en la mayoría de los casos, una situación de inconfort permanente.

Objetivos y estrategias previstos

La consideración de los aspectos climáticos y la incorporación del uso de energías no convencionales en la construcción tienen como objetivo principal mejorar la calidad de vida del usuario de los edificios en general, apuntando básicamente a aquellos que por sus condiciones socioeconómicas no pueden acceder a medios artificiales para acondicionar convenientemente sus viviendas.

Los estudios realizados por el Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA) a lo largo de prácticamente veinte años de investigación y extensión permitieron demostrar que con la adopción de soluciones puramente arquitectónicas, que prácticamente no significan encarecimiento en los costos de las obras, se puede mejorar sustancialmente el comportamiento energético final de los edificios y por lo tanto mejorar las condiciones de confort ambiental interior.

Igualmente, la incorporación de fuentes energéticas no convencionales, como la solar y eólica, entre otras, que son gratuitas y renovables, permiten solucionar graves problemas de abastecimiento de energía en las zonas rurales, donde el recurso convencional no está al alcance de los pobladores.

Entre las estrategias a aplicar para lograr dichos objetivos se pueden mencionar la consideración de los aspectos climáticos para la definición del hecho arquitectónico, condicionando desde la forma del edificio, ubicación de los locales en el mismo, tamaño, posición y forma de los aventanamientos y sus protecciones, hasta las características particulares de la envolvente, tales como materiales constitutivos de cubiertas y muros y colores de las superficies, entre otros.

La generación de una normativa que pueda suplir el vacío legal existente tanto en los códigos de edificación como en los organismos encargados de la construcción de viviendas, constituyó una estrategia básica para asegurar el correcto comportamiento energético de las viviendas y edificios a construir, sobre todo de aquellos cuyos destinatarios sean usuarios con recursos económicos restringidos, que prácticamente no poseen capacidad económica para solventar gastos de acondicionamiento artificial.

La formación de recursos humanos sobre la temática fue considerada también una estrategia importante, de modo de generar conciencia en la temática, sobre todo en los profesionales relacionados con la construcción, los que a menudo desestiman o minimizan dicha condicionante. También merece mención como estrategia adoptada, la del aprovechamiento de los recursos energéticos renovables.

Actividades

Con el fin de responder a los objetivos mencionados el CEEMA está realizando una serie de actividades de investigación, transferencia y formación de recursos humanos, que se describen sintéticamente a continuación.

Propuestas de normas para el acondicionamiento ambiental de viviendas en Tucumán

Entendiendo la relación que existe entre el diseño de un edificio y sus condiciones de habitabilidad, es que se considera de gran importancia para la sociedad y el medio ambiente en general, disponer de una normativa que garantice el acondicionamiento natural en las viviendas.

Para ello se desarrollaron normas y reglamentaciones adaptadas a las características particulares del clima de Tucumán, con el objeto de proporcionar las herramientas legales suficientes para que sean aplicadas por los distintos organismos relacionados con el diseño y construcción de las viviendas de interés social. El objetivo de esta normativa es suplir el vacío legal existente y adecuar las normas vigentes a las condiciones climáticas, socio-económicas y culturales de la provincia de Tucumán¹.

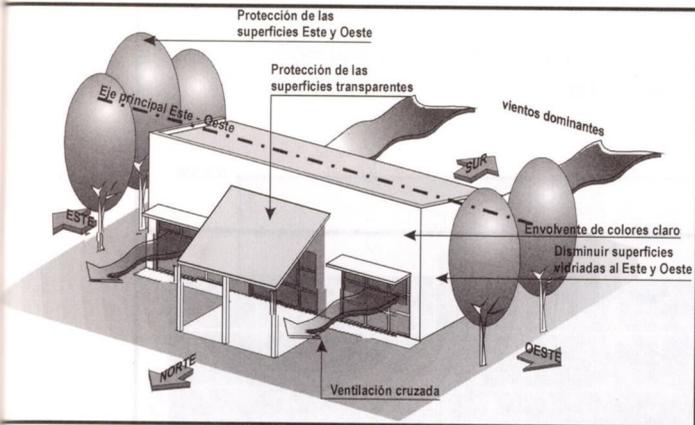
Estas normativas se diferencian en: *prescriptivas*, cuyo cumplimiento es de carácter obligatorio y *conciliares*, que establecen un comportamiento sugerido que determina preferencia en las comparaciones y cuyo cumplimiento no es obligatorio, pero se establece como probable sobre la base de la razonabilidad propia del consejo o declaración.

Las reglamentaciones propuestas abarcan diferentes aspectos tales como la orientación y forma de los edificios; distribución de locales; características de las aberturas y sus protecciones; resoluciones constructivas recomendadas, posibilidad de utilización de sistemas no convencionales para el enfriamiento o calefacción, entre otros.

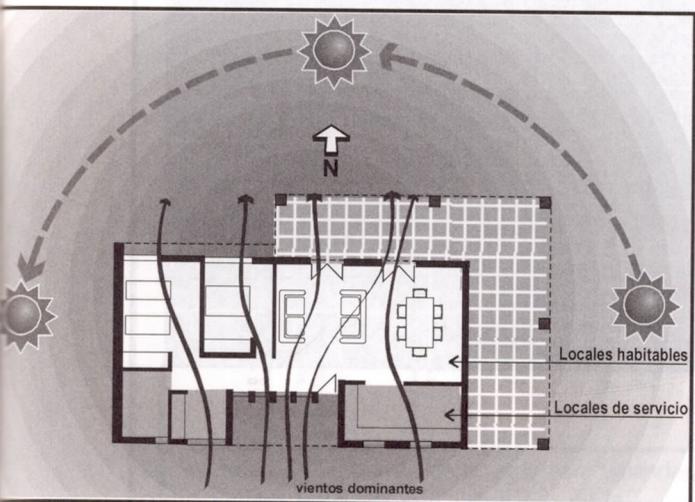
Los aspectos bioclimáticos contemplados en estas normas son los siguientes:

- Comportamiento térmico de la envolvente: el objetivo es generar condiciones de confort térmico interior de las viviendas y optimizar su acondicionamiento térmico natural.
- Control de asoleamiento sobre las superficies: el objetivo es asegurar el correcto asoleamiento en las estaciones cálida y fría, con el objeto de alcanzar el confort térmico interior en las viviendas.
- Control de condensación en la envolvente: el objetivo es verificar la ausencia de condensación en paredes y techos y evitar de esta manera posibles patologías asociadas.
- Comportamiento lumínico: el objetivo es favorecer el adecuado aprovechamiento de la iluminación natural, para asegurar las condiciones apropiadas para una buena visión.
- Comportamiento ventilante: el objetivo es garantizar el cumplimiento de las funciones básicas de la ventilación natural.

Para agilizar la aplicación de algunas de estas normas se desarrollaron programas de computación para facilitar una inmediata transferencia de las reglamentaciones propuestas, con una rápida apropiación y aplicación por parte de los organismos relacionados con el diseño y la construcción de viviendas en la provincia.



Ejemplo de recomendaciones generales de diseño a tener en cuenta en climas cálidos

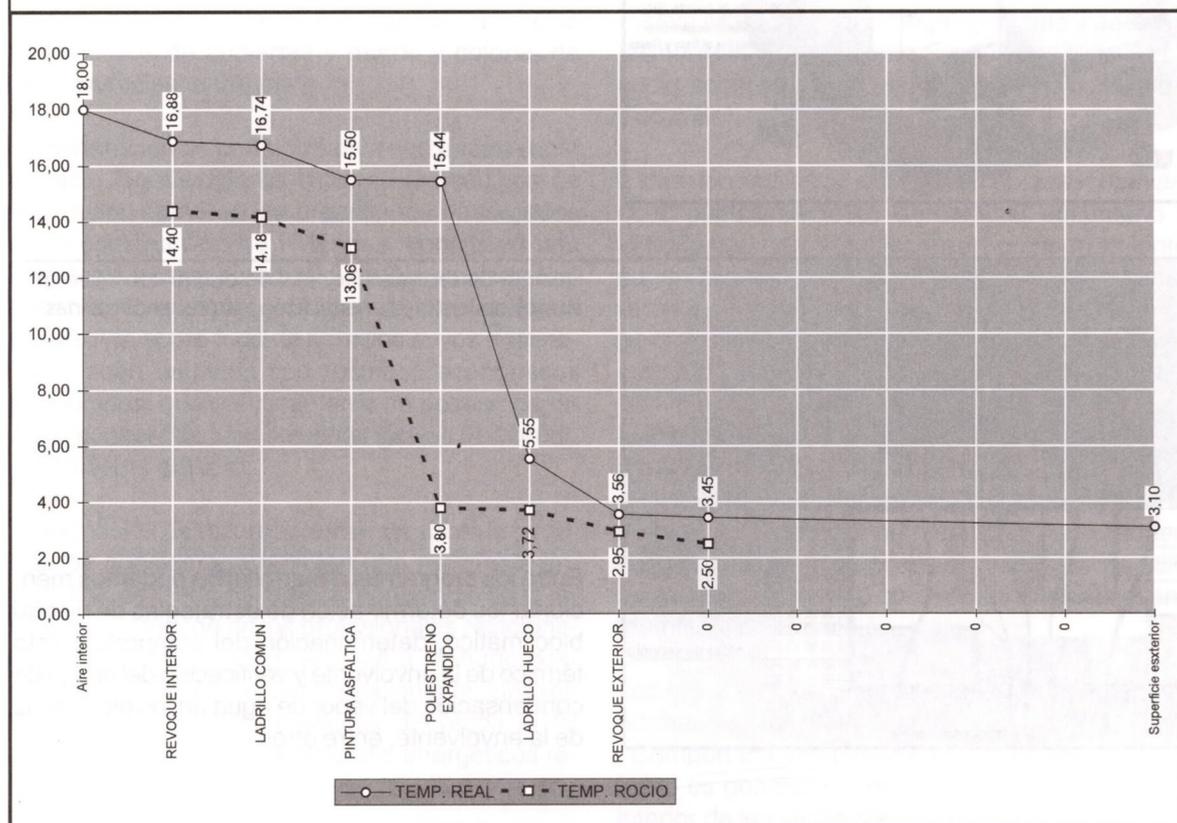


Ejemplo de recomendaciones de diseño con relación al asoleamiento y la ventilación natural en viviendas

Entre los programas desarrollados podemos mencionar los de determinación de estrategias de diseño bioclimático, determinación del comportamiento térmico de la envolvente y verificación del riesgo de condensación del vapor de agua en los elementos de la envolvente, entre otros.

PLANILLA PARA LA INCORPORACION DE DATOS PARA CADA CAPA DEL CERRAMIENTO											VERIFICA K		SI/NO		VERIFICA QUE NO CONDENSA	
NO INGRESAR VALOR DE CONDUCTIVIDAD EN CASO DE CAMARAS DE AIRE											MINIMO	SI VERIFICA	SUPERFICIAL	SI VERIF.		
											RECOMEN.	SI VERIFICA	INTERSTICIAL	SI VERIF.		
											ECOLOGICO	NO VERIFICA				
Nº	CAPAS	Espe- sor m	Conduc- tividad W/m.K	Resisten. térmica m².K/W	Peso Espec. Kg/m³	Peso Unit. Kg/m²	Permea- bilidad g/m.h.kPa	Permean- cia g/m².h.kPa	Resist. vapor tot. m².h.kPa/g	Presión vapor kN/m²	Temp. real (°C)	Temp. rocío (°C)				
	AIRE INTERIOR		Ver Planilla				Ver Planilla	Ver Planilla		1,64	18,00					
	R.S.I.		CONDUC	0,130			PERM	PERM								
1	REVOQUE INTERIOR	0,0150	0,930	0,016	1900	28,5	0,044		0,34	1,61	16,88	14,40				
2	LADRILLO COMUN	0,1300	0,910	0,143	1800	234,0	0,080		1,63	1,50	15,50	13,06				
3	PINTURA ASFALTICA	0,0050	0,700	0,007	2000	10,0		0,1000	10,00	0,80	15,44	3,80				
4	POLIESTIRENO EXPANDIDO	0,0400	0,035	1,143			0,626		0,06	0,80	5,55	3,72				
5	LADRILLO HUECO	0,0800	0,348	0,230	1100	88,0	0,130		0,62	0,75	3,56	2,95				
6	REVOQUE EXTERIOR	0,0150	1,160	0,013	1900	28,5	0,044		0,34	0,73	3,45	2,50				
7																
8										#N/A	#N/A	#N/A				
9										#N/A	#N/A	#N/A				
10										#N/A	#N/A	#N/A				
11										#N/A	#N/A	#N/A				
	R.S.E.			0,040						0,73	3,10					
	AIRE EXTERIOR									0,73	3,10					
Espesor Total:		0,285	Resist. Ter. Tot.		1,722		389,00		12,986							
					0,581		Peso Total		Resis. paso vapor tot.							
					K=1/Rt											

Planilla de cálculo y gráfico de salida del programa computacional para la verificación de condensación y de trasmittancia térmica en los elementos de la envolvente de las viviendas.

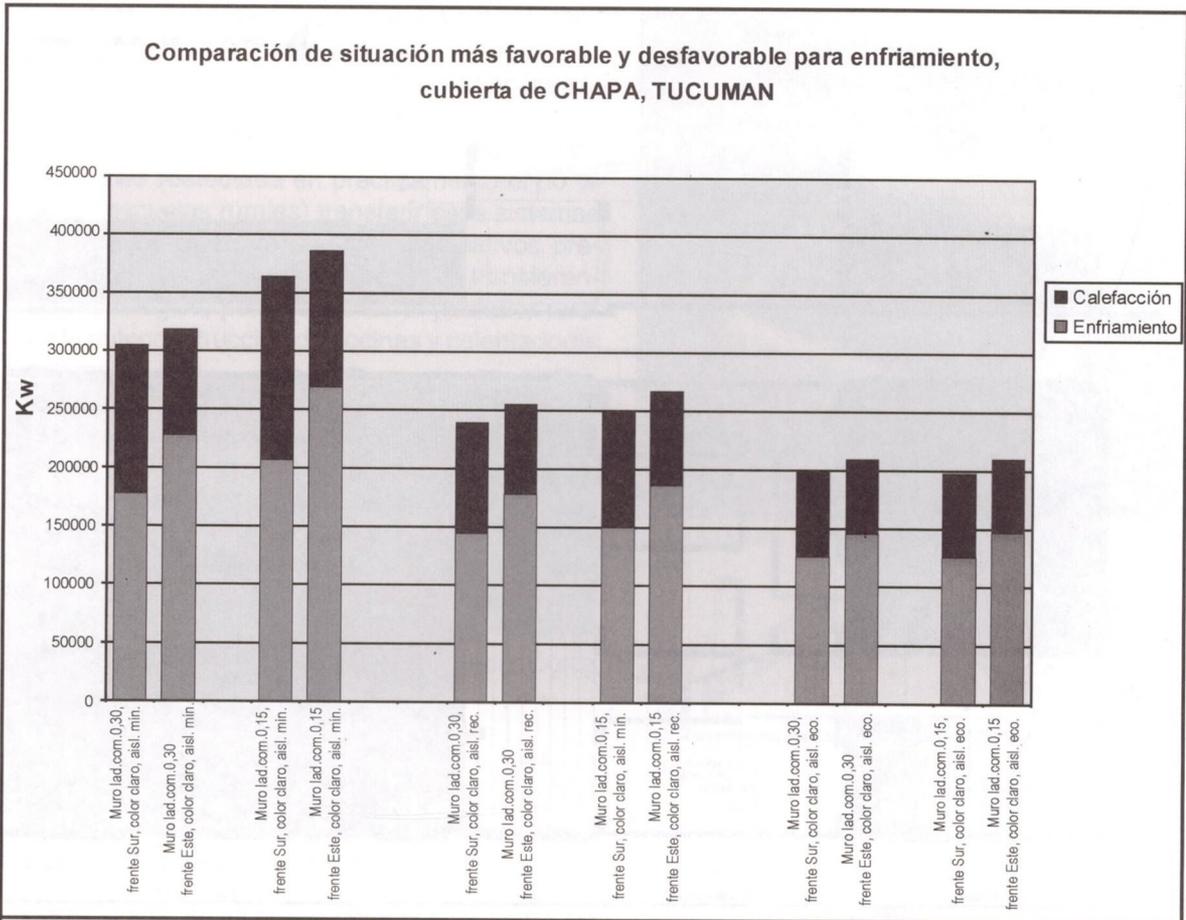


Análisis del comportamiento energético de sistemas constructivos prototípicos de la envolvente de viviendas populares

Con el objetivo de establecer los sistemas constructivos óptimos para aplicar en las viviendas de interés social en Tucumán, se determinó con precisión el comportamiento de las resoluciones constructivas prototípicas de viviendas construidas por el Estado. Para ello se llevó a cabo el balance energético de una tipología de vivienda, considerando la variación de su comportamiento de acuerdo a las condiciones de implantación en el terreno, a los materiales de la cubierta, el color de los muros y techos, entre otras².

A partir del estudio comparativo de los requerimientos energéticos para acondicionar las viviendas según las diferentes alternativas y teniendo en cuenta una vida útil de 40 años, se establecieron los costos finales en climatización artificial y los potenciales ahorros energéticos para las situaciones óptimas de diseño. A partir de este estudio se verificó que la optimización de la envolvente permite disminuir en un 90% los requerimientos de energía para el acondicionamiento, requiriendo una inversión inicial de un 8% más en el costo total de la vivienda.

De este modo se pudieron establecer los sistemas constructivos más convenientes, desde el punto de vista energético y económico para la construcción de viviendas populares.

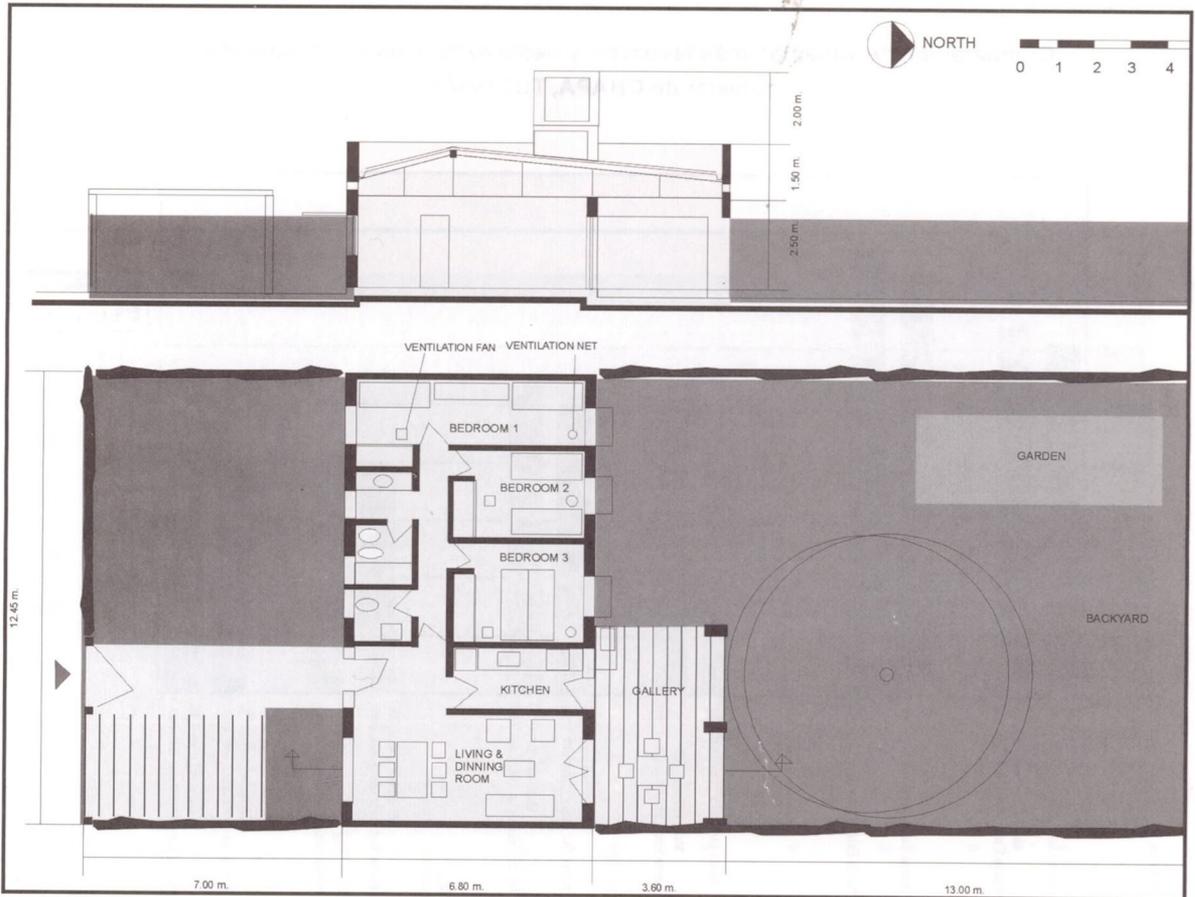


Comparación de consumos de energía para viviendas con diferentes resoluciones constructivas de la envolvente.

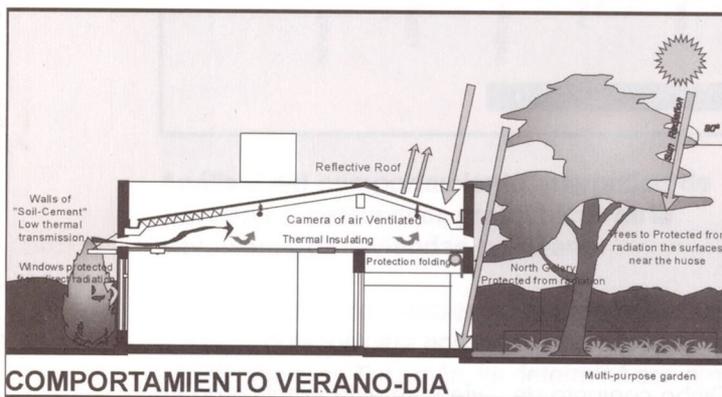
Proyectos bioclimáticos de viviendas de interés social

Dentro de los trabajos realizados sobre esta temática merecen mención los numerosos proyectos de adaptación bioclimática de conjuntos de viviendas, elaborados en algunos casos por organismos del Estado y en otros por empresas privadas. Entre ellos cabe destacar la propuesta de readaptación bioclimática de un conjunto de viviendas unifamiliares, realizado a partir de un pedido de asesoramiento energético de un estudio de profesionales del medio. Dicho trabajo fue seleccionado entre los veinte mejores proyectos presentados en la UNESCO-WREN Competition for Energy Conscious Design, concurso que tuvo lugar en Florencia, Italia, durante el V World Renewable Energy Congress³.

Dicho conjunto de viviendas está emplazado en zona climática cálida húmeda de características semirurales de la provincia de Tucumán, y está destinado a obreros de un ingenio azucarero, de escasos ingresos y baja capacidad de ahorro. Al trabajar con un presupuesto muy ajustado, el proyecto consideró como condicionante principal de diseño la necesidad de brindar confort a los habitantes, con el uso de recursos puramente arquitectónicos y minimizando el consumo de energías convencionales. Los resultados alcanzados demostraron la posibilidad de mejorar las condiciones de confort interior con recursos económicos restringidos.

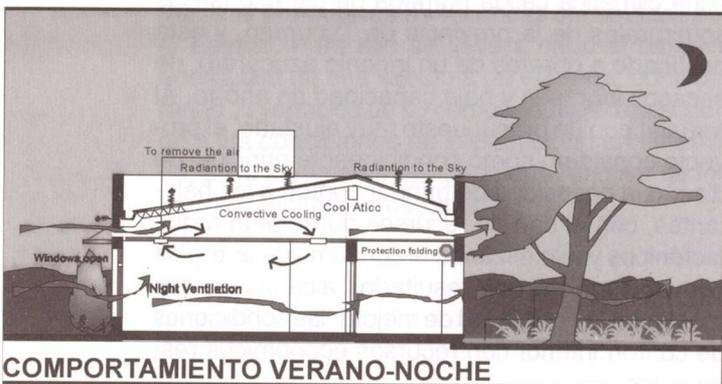


Proyecto del prototipo de vivienda en planta baja y cortes de comportamiento bioclimático³



Determinación de sistemas energéticos alternativos para áreas rurales

Atendiendo la problemática existente en el área rural en cuanto al abastecimiento de energías convencionales y a los problemas económicos por los que atraviesan sus habitantes, se estudiaron sistemas energéticos alternativos para mejorar la calidad de vida del poblador rural, abasteciendo de energía y minimizando los gastos destinados a tal fin.



Dentro de los sistemas estudiados merecen mención las turbinas eólicas para aprovisionamiento de energía eléctrica y bombeo de agua las cuales, diseñadas con material de reciclaje, permiten con una baja inversión económica abastecer energía aún con velocidades de vientos bajas, condición frecuente en una gran área de nuestra provincia⁴.

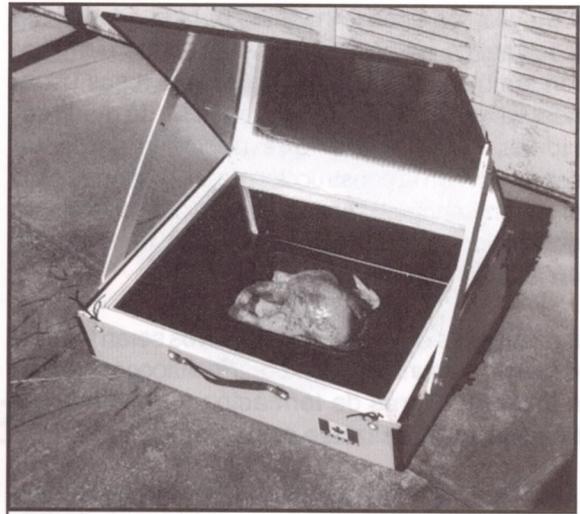
El estudio de sistemas alternativos para la cocción de alimentos y calentamiento de agua con uso de energía solar para su aplicación en las escuelas rurales, permite a la vez de solucionar el problema del abastecimiento de energía para dichos fines (detectada en prácticamente el 60 % de las escuelas rurales) transferir esos sistemas a la comunidad desde los centros educativos, previéndose la generación de talleres de transferencia tecnológica, para capacitar al poblador rural en la autoconstrucción de cocinas y calentadores solares⁵.

El elevado número de pobladores rurales de la provincia que consume agua contaminada con arsénico, a su vez, fue factor determinante del estudio de sistemas de purificación del agua usando energía solar. Dichos sistemas, estudiados para aplicación en las escuelas serán también transferidos a la comunidad para lograr la autoconstrucción mediante talleres de formación y transferencia tecnológica a realizar dentro del año en curso⁶.

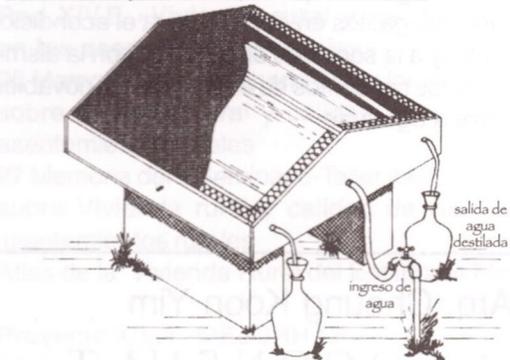
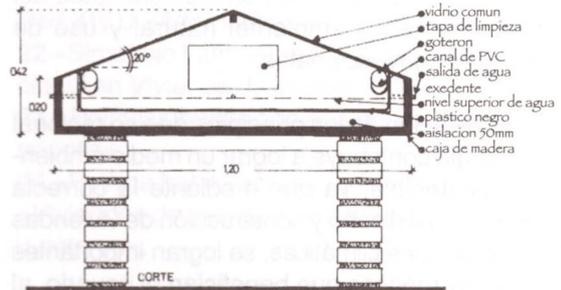
Formación de recursos humanos en acondicionamiento natural y energías no convencionales en viviendas

Conscientes del rol que cumple el profesional de la construcción en el comportamiento energético final del edificio y la calidad de vida de sus usuarios, se considera fundamental capacitarlos en el manejo de los aspectos de adaptación del diseño al clima de la localidad, de emplazamiento de las obras y de la incorporación del uso de energías renovables en la construcción.

Para ello se creó la carrera de posgrado de *Magister en Auditoría Energética*, cuyo principal objetivo es brindar la oportunidad al graduado universitario relacionado con la construcción y la ingeniería -profesionales de organismos públicos y de empresas privadas- de realizar una profundización y ampliación de conocimientos en los aspectos que hacen al diseño y evaluación del comportamiento energético de edificios y conjuntos urbanos. Se trata de proporcionar una capacitación intensiva, con un conocimiento pormenorizado de los fundamentos y bases de esta área de conocimiento y con un acercamiento a las posibilidades de uso de nuevas fuentes energéticas y de metodologías de análisis de los aspectos energéticos que inciden en el hábitat.



Cocina solar



Destilador solar⁷

Transferibilidad y sostenibilidad

Gran parte de los resultados alcanzados han sido transferidos a la comunidad brindando un beneficio directo a la misma, como en el caso de las Normas de para el Acondicionamiento Ambiental de Edificios, las cuales ya están transferidas a los organismos del Estado encargados de la construcción de viviendas populares, mediante convenios con el I.P.V. y D.U. y la Municipalidad de la ciudad de Tucumán. El cumplimiento de estas normas por parte de los organismos responsables del proyecto y construcción de viviendas de interés social permitirá mejorar la calidad de vida de aproximadamente 25.000 personas que habitarán las viviendas de interés social próximas a construir.

A su vez, los asesoramientos para la adaptación bioclimática de proyectos de viviendas permitieron también beneficiar directamente a sus usuarios, ya que se brindaron propuestas de modificaciones en el diseño que no significaron un sobre costo en la construcción de las viviendas pero sí un sustancial beneficio en el comportamiento energético de las mismas y por lo tanto de las condiciones de confort interior.

Los sistemas energéticos alternativos serán transferidos a la comunidad para lograr la autoconstrucción mediante talleres de formación y transferencia tecnológica a realizarse este año.

Asimismo las tareas de formación sobre esta temática permiten preparar adecuadamente a los profesionales relacionados con la construcción de viviendas de interés social, en los conceptos del acondicionamiento ambiental natural y uso de energías no convencionales.

La consideración de los principios de uso racional de la energía contribuye a lograr un medio ambiente más sostenible, ya que mediante la correcta adecuación del diseño y construcción de viviendas a las condiciones climáticas, se logran importantes ahorros energéticos que benefician al usuario, al reducirse los gastos en energía para el acondicionamiento, y a la sociedad en general, con la disminución de los consumos de energías no renovables próximas a agotarse.

Referencias

- 1 Gonzalo G.E., Ledesma S.L., Nota V.M. y otros (2000), *Habitabilidad en edificios: propuestas de normas para Tucumán*. Santamarina. Tucumán.
- 2 Gonzalo G.E., Ledesma S.L., Nota V.M., Cisterna S., Quiñones G., Martínez C., Tortonese A., Garay A., Márquez G. (2000), *Determinación y análisis de los requerimientos energéticos para el acondicionamiento térmico de un prototipo de vivienda ubicada en San Miguel de Tucumán*, Revista «Avances en energías renovables y medio ambiente», Vol. 4 N°1.
- 3 Gonzalo G.E., Ledesma S.L., Nota V.M., Cisterna S., Garzón B., Lucardi M. (1998), *Diseño bioclimático para viviendas de bajo costo en Tucumán*. UNESCO-WREN Competition for Energy Conscious Design. V World Renewable Energy Congress. Florencia, Italia.
- 4 Gerez M., Gonzalo G.E. (1999), *Turbinas Savonius para bombeo de agua*, Revista «Avances en energías renovables y medio ambiente», Vol. 3 N°1.
- 5 Boldrini, P., Ledesma S.L. (2001), *Sistemas no convencionales para la cocción de alimentos y calentamiento de agua, para las escuelas de la Provincia de Tucumán*. Proyecto CIUNT – UNT. Trabajo inédito.
- 6 Ramos M., Ledesma, S.L. (2001), *Sistemas no convencionales para la purificación del agua para las escuelas de la Provincia de Tucumán*. Proyecto CIUNT – UNT. Trabajo inédito.
- 7 Gonzalo, G.E. (1990), *Uso racional de la energía y energías no convencionales en la edificación*. Imprenta de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán.

Arq. Cheung Koon Yim

TECNOCONSULT

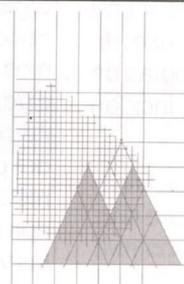
**ESTUDIOS Y PROPUESTAS
INTERDISCIPLINARIAS DE**

Arquitectura, Gestión urbano-ambiental, Ordenamiento territorial,
Cooperativas de vivienda, Asesoramientos y Hábitat popular.

Javier de Viana 981 - Montevideo - C.P. 11.200 - R.O. Uruguay

E-mail: holosyim@adinet.com.uy

Tel: 4015056 - 099 604706



CENTRO COOPERATIVISTA URUGUAYO
Instituto de Asistencia Técnica

Asesoramiento a Cooperativas y Fondos Sociales

Eduardo Víctor Haedo 2252. Montevideo. Uruguay. C.P. 11.200
Tel : (598)(2) 401-25-41 -Fax : (598)(2) 400 - 67- 35
E-Mail : ccu@ccu.org.uy
Regional Litoral - Rincón 1234 - Paysandú - Uruguay. C.P. 60000
<http://www.ccu.org.uy>