

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMATICO-ENERGETICO EN UNA VIVIENDA RURAL DE BALDERRAMA -TUCUMAN- Y PROPUESTAS PARA SU MEJORAMIENTO A PARTIR DE LA SIMULACIÓN TERMICA.

Arq. Beatriz Garzón¹, Est. Arq. Gabriela Giuliano Raimondi²;

¹ Facultad 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

² Facultad 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

RESUMEN: Los objetivos del presente trabajo es mostrar la evaluación térmica de un caso del hábitat doméstico rural de la provincia de Tucumán y las propuestas para su mejoramiento. En él se describe la aplicación de estrategias bioclimáticas y su simulación térmica computacional mediante SIMEDIF. 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. En cuanto a los resultados, los valores de temperaturas obtenidas en la simulación son superiores al de temperatura interior de confort (25 °C) para verano pues a pesar de haber aplicado los usuarios-constructores las estrategias de diseño bioclimático a nivel emplazamiento, configuración morfológica y funcional, no las aplicaron a nivel resolución tecnológica por lo que se proponen alternativas para ello. En relación a sus alcances, esta investigación permitirá formular pautas y estrategias orientadoras para una adecuada producción habitacional para dicho contexto.

Palabras clave: Adecuación bioclimática. Hábitat doméstico rural. Estrategias de diseño. Simulación de edificios.

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.

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.

PROPÓSITO

Se plantea:

- “el análisis de este hábitat 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.

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

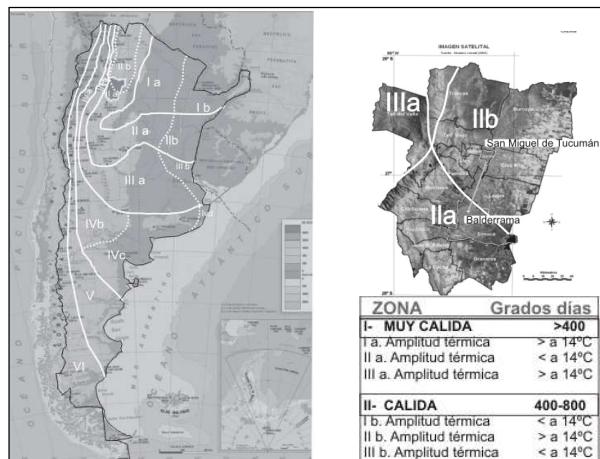
² Becaria e Investigadora FAU-SeCyT, UNT.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LAS ZONAS DE TRABAJO

Balderrama se sitúa en el Departamento Simoca, en área cañera a 50 Km. 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 (Servicio Meteorológico Nacional. 1992. [1]). (Figuras 1 y 2).

Zona bioambiental	Área geográfica	Datos Geográficos		Datos Climáticos									
				Verano (enero)				Invierno (junio)					
				T med.Máx.	T.med.Min	HR med.Máx.	HR med.Min.	Precipitaciones	T med.Máx.	T.med.Min	HR med. Máx	HR min.	Precipitaciones
Zona IIa: Cálida	Llanura Sur	26.88	333 snm	30°C	21°C	82%	70%	200 mm.	22°C	10°C	70%	58 %	65 mm.

Tabla 1: Datos geográficos y climáticos de las zona: Balderrama.

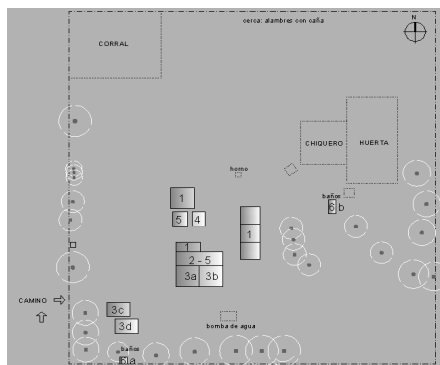


Figuras 1 y 2: Mapa bioambiental de Argentina y Zonas biambientales de Tucumán (Norma IRAM. 1996. [2])

DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

La vivienda solo ocupa un 3.5 % del espacio disponible del terreno (5340 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 3). 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 otro cloacal.

Los espacios semicubiertos son: la galería, como extensión de la cocina-comedor; las “enramadas” y 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 para cada familia, y la cocina-comedor que junto a los espacios de servicio como las 2 letrinas, 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.



Referencias

espacios exteriores:

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

espacios interiores:

1. galería – ramada;
2. comedor;
3. dormitorio a y b; (casco original)
- c y d (casco adicionado)
4. depósito;
5. cocina.

Figura 3: Planta de conjunto

Los locales del volumen central (Figura 4) poseen una terminación de alisado cementicio, en cambio los construidos posteriormente (Figura 5) poseen contrapiso o solo pisos de tierra apisonada.

Los cerramientos verticales exteriores de los primeros, son paredes de ladrillo macizo cerámico de 0.30 y 0.15m de espesor; los segundos fueron resueltos en 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.

La estructura de los techos, de este volumen principal son de tirantes de rollizos, con cubierta de chapa de zinc sobre tejuela, mientras que en los volúmenes secundarios encontramos cubierta de chapa de zinc, sin tejuela. Ninguno cuenta con aislamiento térmico.



Figuras 4 y 5: Espacios y envolvente arquitectónica: Volumen principal y locales construidos posteriormente.

RESULTADOS ALCANZADOS

1. Determinación de Estrategias bioclimáticas

Se establecieron a través del uso del Diagrama Psicrométrico para el período más desfavorable y según la zona bioambiental en estudio. Los valores de temperatura y humedad relativa considerados corresponden a los valores medios máximos, medios mínimos y medios medios para el período cálido (Septiembre- Abril).

De la metodología utilizada se obtuvieron y consideraron aquellas con mayor porcentajes en relación a su alejamiento de la zona de confort para dicha época (Garzón, B; 2006. [3]) (Figura 6).

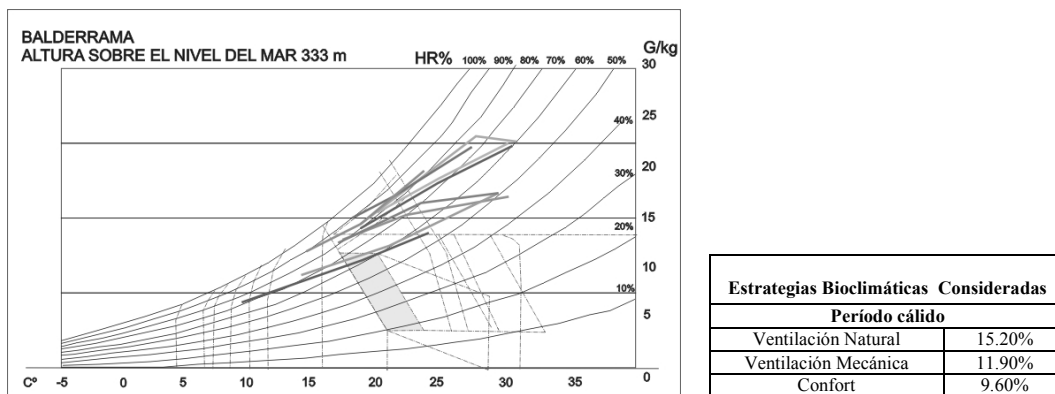


Figura 6: Diagrama psicrométrico del período cálido (Septiembre- Abril).

2. Análisis de la aplicación de las estrategias y pautas de diseño bioclimático en una vivienda

Se han considerado y analizado la verificación de la aplicación de las estrategias en la vivienda según la situación climática crítica para Balderrama: período cálido.

Ventilación natural

Su configuración arquitectónica dispersa con su disposición de sus volúmenes aislados y de sus zonas sombreadas permiten en esta época la captación de los vientos predominantes del cuadrante Sur.-Suroeste (Figuras 7 y 9) 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. (Figura 8).

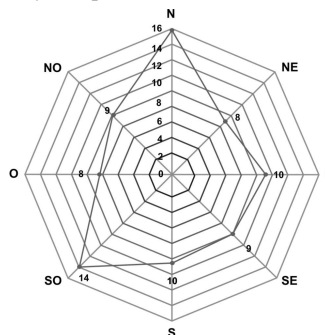
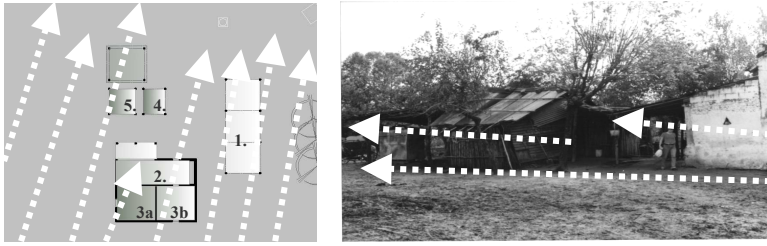


Figura 7: Vientos predominantes – Velocidad promedio (km/ h) (Servicio Meteorológico Nacional. 1992. [1]).



Figuras 8 y 9: Ventilación natural

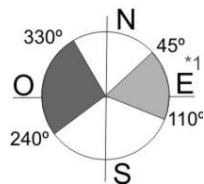
Reducción de las ganancias de calor

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]) (Figuras 8, 10 y 11).

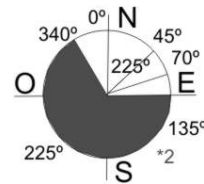
Protección Solar

Los árboles y enramadas de hojas caducas permiten generar espacios exteriores sombreados. Las galerías, también, generan espacios de transición en sombra. (Figuras 12,13, 14). 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 de modo de reducir las ganancias térmicas al interior. (Figuras 10 y11).

Orientaciones con protección necesarias



Orientaciones favorables y óptimas.



Referencia:

- * 1 protección solar opcional
- * 2 aberturas necesarias para ventilación cruzada.

Figuras 10 y 11: Orientaciones favorables y desfavorables (NORMA IRAM 1996. [1]).

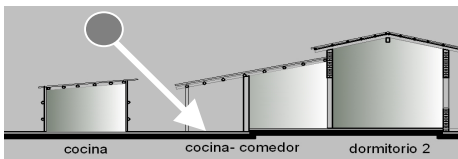


Figura 12: Protección solar



Figura 13 y 14: Espacios sombreados.

3. Análisis de Consumos Energéticos

Por otro lado, se considera el gasto energético para la producción de los materiales comúnmente empleados en la producción de las viviendas rurales de la zona en consideración. (Figura 15). Los usuarios-construtores de este caso de vivienda analizado, utilizaron en primer lugar el ladrillo cerámico macizo para la materialización del volumen principal de la misma. En la figura, se advierte que la energía insumida para la generación este material es importante. Por lo tanto, para evitar impactos nocivos al ambiente, es conveniente utilizar otros materiales con menor gasto energético o incorporar innovaciones al proceso de fabricación del ladrillo para que la leña usada como combustible en su cocción sea empleada en forma racional.



Figura 15: Energía necesaria para la producción de materiales

4. Simulación del comportamiento térmico-energético de la vivienda con SIMEDIF.

Se ha simulado un caso típico de vivienda para la localidad en consideración con el objeto de conocer su situación térmica, en el periodo crítico de verano. 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]).

A continuación, se presentan los resultados simulados de las temperaturas de los locales más importantes del volumen principal de la casa (dormitorios 1 y 2: locales 3a y 3b respectivamente, según Figura 8) para el período de 15 días comprendido entre 21 de Diciembre y 4 de Enero. (Figura 16).

Como coeficientes convectivos externos se empleó un valor de $10 \text{ W/m}^2\text{C}$ 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 $6 \text{ W/m}^2\text{C}$ para paredes y tabiques que no reciben radiación.

El números 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]).

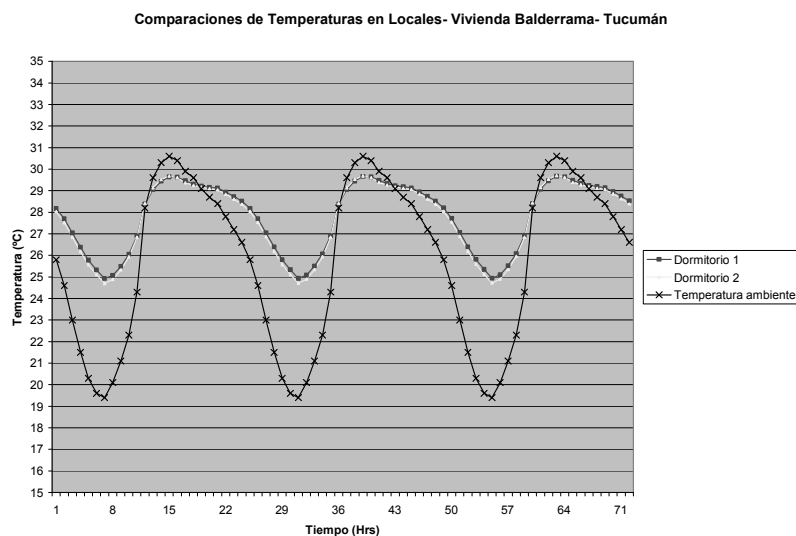


Figura 16: Temperaturas interiores y exterior simuladas mediante SIMEDIF.

Del análisis del gráfico de temperaturas obtenidas, se aprecia que los valores de las curvas para los dormitorios 1 y 2 se hallan por arriba de la temperatura interior de confort considerada -en el cálculo- igual a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ para el período estival. Por otro lado, la temperatura media interior es mayor que la temperatura media exterior.

CONCLUSIONES

Como se observa, 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 pues se ha usado una mampostería y un techo con un valor de transmisión térmica (K) superior al valor admisible más bajo de la normativa (Figura 19) (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 17) no se encuentran protegidas de la radiación solar incidente por lo que la ganancia térmica es importante.

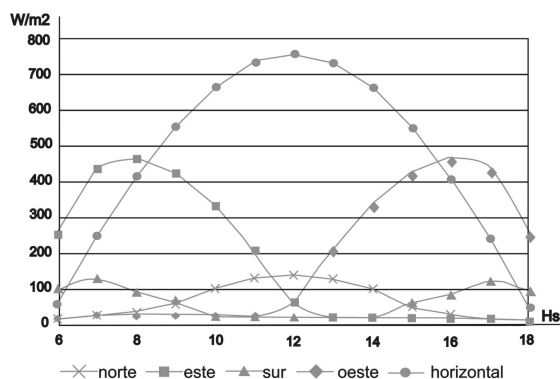


Figura 17: Radiación solar anual promedio 90° y horizontal.

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

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 18).



Figura 18: Propuesta de panel

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]). (Figura 19).

K para panel de quincha	0,48 W/m ² °C
K para mamp. de ladrillo cerámico hueco	1,74 W/m ² °C
K para mampostería de ladrillo cocido	2,02 W/m ² °C
K máx. Adm. Según Norma IRAM: Nivel C	1,80 W/m ² °C

Figura 19: Comparación transmisión térmica k de cerramientos verticales.

De la comparación del valor obtenido para el panel: $K = 0,48 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, con los valores de K máximos admisibles para cerramientos verticales para la zona bioambiental IIa: Nivel C= $1,80 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, Nivel B= $1,10 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ y Nivel A= $0,45 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ (NORMA IRAM 1996. [6]), con el valor $K=2,02 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ para una mampostería de ladrillo macizo de 0,30 de espesor de y con el $K= 1,74 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ 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: 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 $K=0,65$ que cumple con el valor normado de K máximo admisible para techos para el Nivel C= $0,72 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Nivel A= $0,18 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$; Nivel B= $0,45 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$) (NORMA IRAM 1996. [6]) frente a la solución existente cubierta de “chapa de zinc sobre tejuela cerámica” que tiene una importante transmitancia térmica $K=4,23 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, sobrepasando el valor de la normativa aún para el más bajo nivel permitido.

Cabe aclarar que las propuestas de mejoramiento surgen de:

- un análisis de observación
- 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.

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.

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.

EVALUATION OF THE BIO-CLIMATIC DESIGN STRATEGIES APPLICATION IN A RURAL HOUSE IN BALDERRAMA – TUCUMAN AND PROPOSALS FOR ITS IMPROVEMENT BY THERMICAL SIMULATION.

ABSTRACT : The objective of this paper is show the thermal evaluation of a domestic rural habitat of Tucuman Province and the proposals for its reformt. It describes the bioclimatic strategies application and the thermal behavior by simulation with SIMEDIF. The activities developed are: 1) Identification and characterization of the work area; 2) Identification of architectural and technologic resources using in the rural housing production; 3) Identification of the environmental, functional, technologic, morphologic and energetic variables which define the bioclimatic adequateness of a typical house; 4) Thermal building simulation; 5) Proposals. The results are: the temperature values obtained by the simulation are higger than the interior confort temperature (25°C) by summer because the user-constructor applicated the bioclimatic design strategies for morphologic and funtional configuration but they did not do it for thechnologic resolution, then alternatives solutions for its improvement are developed. This research will permit formulate patens and strategies to orientate the rural production housing for this climatic zone.

KEYWORDS: Adequateness Bioclimatic, Domestic Rural Habitat; Design Strategies; Thermical Building Computational Simulation.