

## VIVIENDA BIOCLIMÁTICA – CONCURSO BANCO HIPOTECARIO NACIONAL – REGIÓN NO

C.F. Martínez<sup>1</sup>, H. Ahumada Ostengo<sup>2</sup>

Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán

<sup>1</sup>Email [cfernandamartinez@yahoo.com.ar](mailto:cfernandamartinez@yahoo.com.ar) <sup>2</sup>Email [ahumadaostengohugo@yahoo.com.mx](mailto:ahumadaostengohugo@yahoo.com.mx)

**RESUMEN** En el marco del Plan Casa Propia del Banco Hipotecario Nacional se desarrolló en el año 2006 el Concurso de anteproyectos para Módulos de Viviendas para 4 regiones del País. Se presenta aquí el proyecto ganador para la región D (noroeste), en el cual además de cumplir las exigencias funcionales, de identidad y de economía requeridas por las bases, se plantea como fundamental que tanto el diseño como la utilización de materiales permitiera generar una respuesta integral a las variadas condiciones climáticas que abarca la región, buscando así una propuesta que con la mayor eficiencia posible, brinde las adecuadas condiciones de confort ambiental a sus ocupantes.

**PALABRAS CLAVE** Vivienda bioclimática, Habitabilidad, Adaptabilidad., Crecimiento evolutivo.

### INTRODUCCIÓN

El Plan Casa Propia encarado por el Banco Hipotecario Nacional tiene por objetivo facilitar el acceso a la vivienda propia a grupos familiares de ingresos medios, dueños de un terreno propio de dimensiones mínimas 10 m x 20 m, a través de la financiación del 100% de la construcción.

Al inicio del año 2006 se abrió el concurso de anteproyectos para el Módulo de Habitabilidad Sustentable (MHS) para 4 regiones del País (NE, NO, Patagonia y Cuyo), estableciéndose como premisas a cumplir, entre otras, las de:

- Flexibilidad, para dar la posibilidad a los futuros habitantes de que puedan construir su vivienda acorde a la variedad de usos que se plantean en los actuales grupos familiares.
- Adaptabilidad, que permita que un dormitorio relacionado a un segundo baño-toilette, además de estar integrado funcionalmente a la vivienda, a la vez pueda convertirse en un espacio de trabajo, con acceso directo desde la calle, sin que esto genere una invasión al resto de la vivienda.
- Crecimiento evolutivo, que permita iniciar con una primera etapa (total 51 m<sup>2</sup>) de zona social y un dormitorio con baño completo, creciendo en la segunda etapa (total 65 m<sup>2</sup>) con dormitorio y baño-toilette y una etapa final (total 75 m<sup>2</sup>) con un dormitorio-estudio. El crecimiento de cada etapa no debe obligar a demoler partes de lo ya construido.
- Identidad, ya que el diseño debe expresar la manera de vivir, las costumbres del habitante de la región, la movilidad y variabilidad de conformación del grupo familiar, etc.
- Sencillez y racionalidad, dado que el sistema constructivo debe ser sencillo y accesible en la Región, con materiales y componentes que se puedan encontrar en el “corralón del barrio”, no requiriendo mano de obra especializada ni equipos sofisticados.

### MODULO DE VIVIENDA REGIÓN D

El primer premio lo recibió el proyecto del Arq. Hugo Ahumada Ostengo, con asesoramiento del Arq. Rafael Serrano en la parte de diseño y de la Mg. Arq. Cecilia F. Martínez en los aspectos bioclimáticos del mismo.

El partido, denominado binuclear, separa las áreas privada y social, vinculadas a través de un espacio conector que sirve de acceso, principio ordenador que le da flexibilidad a la vivienda, permitiendo que a la misma se pueda acceder desde cualquier punto, según la posición en el terreno.

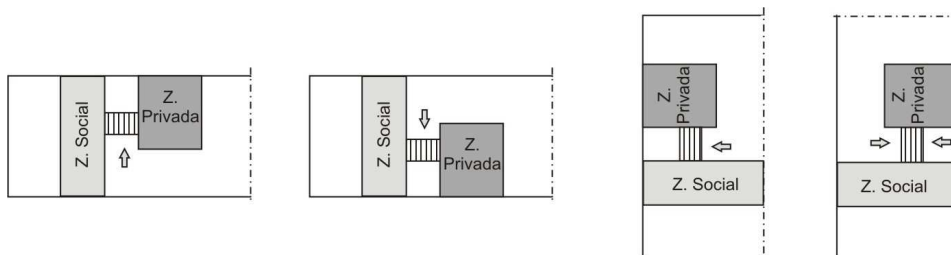


Figura 1: Accesibilidad del partido “binuclear”

También permite reubicar el área privada en función a las ventajas planteadas por la posición del terreno o por disponer de un mayor ancho del mismo.

Teniendo en cuenta que en las bases del concurso se pedía el planteo de dos tipos de cubierta para el mismo diseño, una inclinada y otra plana, y a los fines de dar una mayor posibilidad de elección a los futuros usuarios, el patio generado entre el área social y la privada se articula como un espacio que da la posibilidad de desarrollar un crecimiento en planta alta, ya que allí se puede instalar cómodamente una escalera, vinculando PA y PB a través del espacio conector de acceso que actuaría como palier de llegada.

El diseño planteado, así como el proceso constructivo utilizado, permite el crecimiento de las distintas etapas sin mayores dificultades, ya que tanto en la segunda como en la tercera etapa, los nuevos espacios se agregan al existente sin necesidad de demoler paredes, y la nueva cubierta es una continuación de la ya existente, no habiendo cruces ni encuentros complicados entre techos de distintas geometrías.

El crecimiento del tercer dormitorio, se plantea dentro de la zona social, pudiendo integrarse o independizarse de esta, dado que el mismo no tiene tanta especificidad de uso como los otros dos. Esto genera que la vivienda sea flexible, y por ello permite que la misma se adapte fácilmente a los múltiples requerimientos de las familias que hoy conforman nuestra sociedad.

Una idea a destacar del proyecto es que plantea, que el primer crecimiento comienza en realidad con los elementos conformadores del espacio exterior: el asador y la "pileta de lona". Estos son los primeros elementos con que crecen en verdad las viviendas en la mayoría de los barrios de la Argentina.

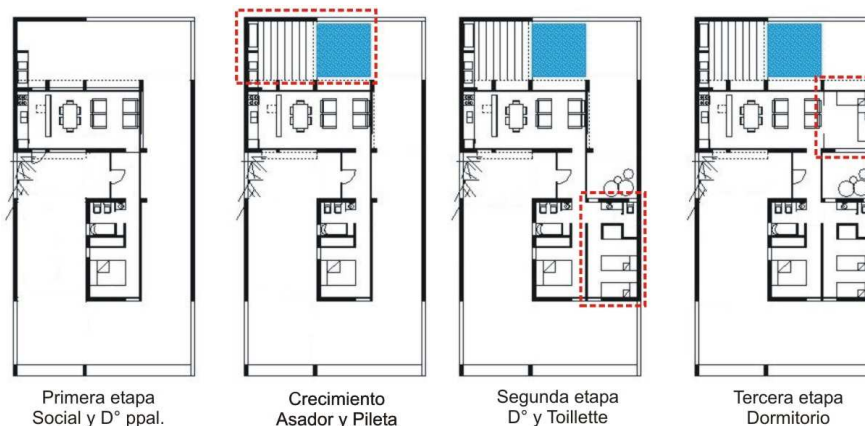


Figura 2: Etapas de crecimiento programadas

### ASPECTOS BIOCLIMÁTICOS

La región noroeste agrupa las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca y La Rioja, desde los 22° de latitud sur hasta los 31° de latitud sur. Abarca todas las zonas bioclimáticas, desde la I muy cálida, a la VI muy fría, con condiciones climáticas de temperaturas máximas superiores a los 34°C para verano y valores medios en invierno superior a los 12 °C hasta zonas con temperaturas medias inferiores a los 12°C en verano y valores medios que no superan los 4°C en invierno, Figura 3.

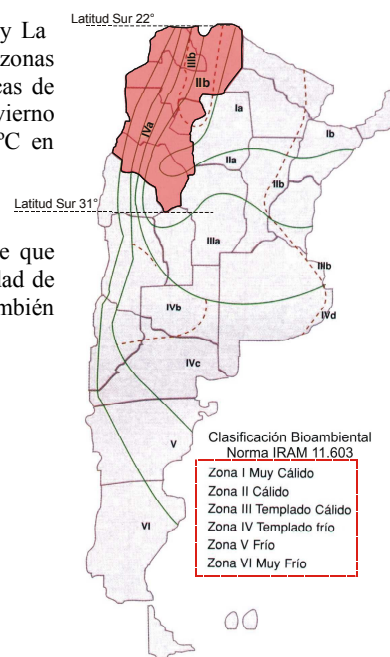


Figura 3: Zonas bioclimáticas de la Región D

### Partido

El partido abierto que se plantea, separación de zonas social y privada, permite que todos los locales, tanto habitables como de servicio, puedan acceder a la posibilidad de disponer de ingreso solar así como de ventilación e iluminación natural. También permite disponer de espacios exteriores ventilados en el verano, Figura 4.

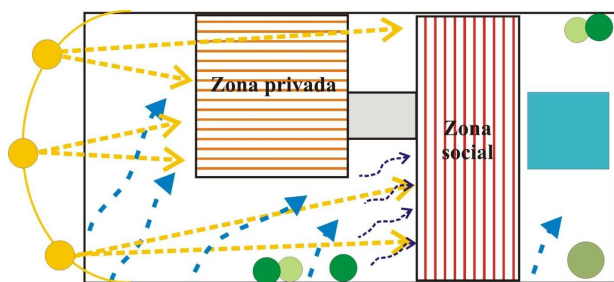


Figura 4: Condicionantes generales del partido

Para que el proyecto pudiera adaptarse a las variadas condiciones climáticas de la Región NO se propusieron como pautas básicas:

### Asoleamiento

a- Protección para superficies vidriadas contra radiación solar directa en verano:

- 1- Al norte (altura solar elevada) con alero fijo.
- 2- Al este y oeste (altura solar baja) con protecciones móviles exteriores o sistema de pérgolas con vegetación de follaje caduco.

b- Ingreso de radiación solar para calefacción pasiva en invierno (junio-julio-agosto).

c- Control selectivo de radiación solar en los períodos intermedios con sistemas móviles o pérgolas con vegetación de follaje caduco, para permitir un uso más eficiente del recurso según la necesidad de acondicionamiento del período.

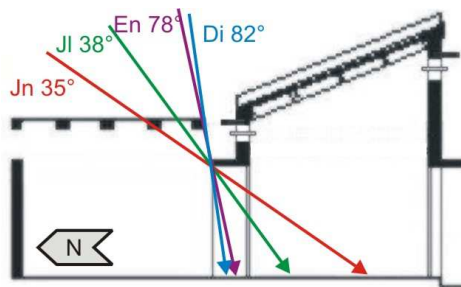


Figura 5: Aberturas al norte. Protección e ingreso de radiación solar verano e invierno, alturas solares para horas 12:00. Latitud superior  $\cong 22^\circ$  S

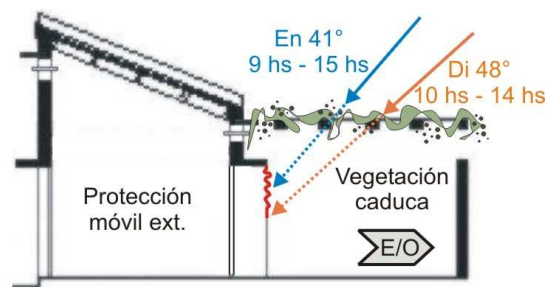


Figura 6: Aberturas al este u oeste. Latitud inferior  $\cong 31^\circ$  S. Sistemas de protección solar en verano

d- Protección de los espacios exteriores próximos a la vivienda por medio de pérgolas con vegetación (estacional) para minimizar el efecto del calor acumulado en las superficies exteriores en el periodo de verano y maximizar su asoleamiento durante el invierno.

### Ventilación

La distribución de locales y la posición y tamaño de las aberturas junto con el uso de ventanas superiores, permiten lograr ventilación cruzada en todos los ambientes para refrescar a las personas, disminuir la temperatura del aire interior y eliminar el calor acumulado en la envolvente. El uso de este recurso deberá ser de tipo selectivo por parte del usuario, permitiendo la misma o evitándola según las condiciones climáticas exteriores de acuerdo a la zona bioclimática de ubicación de la vivienda.

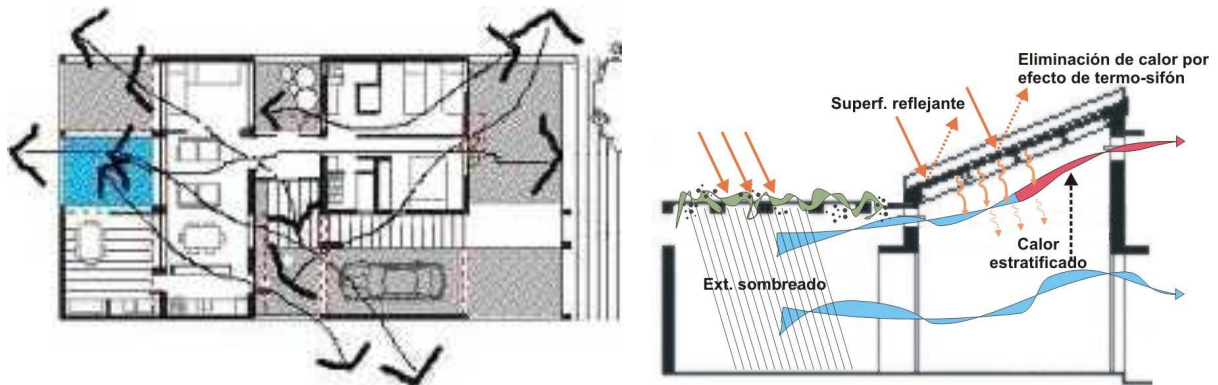


Figura 7: Esquemas de ventilación cruzada

La disposición de vegetación caduca en los exteriores, permite generar espacios sombreados en verano que ayudan a disminuir la temperatura del aire, y en invierno al ser asoleados, pueden generar aire más cálido que ayuda a disminuir las pérdidas de calor interior por infiltración de aire frío.

### Envolvente exterior

Para la envolvente exterior se eligieron cerramientos cuyo comportamiento térmico fuera el mejor posible, dentro de los límites económicos exigidos.

a- Muros

Se plante el uso de muro compuesto, con aislación térmica para reducir la ganancia de calor en el período de verano en las zonas de clima cálido y reducir las pérdidas de calor interior en el período de invierno en las zonas de clima frío.

b- Cubiertas

Como alternativa de cubierta plana que posibilite el futuro crecimiento en planta alta se plantea una cubierta de losa prefabricada (viguetas/bovedillas), con contrapiso de hormigón pobre, lo que brinda inercia térmica y masa de acumulación para las zonas frías. Para las zonas más cálidas se propone un sistema de sombreado por losetas de H°A° fabricadas “in situ” a modo de sobrecubierta, a fin de controlar la incidencia de radiación solar directa y reducir así la ganancia de calor a través de la misma.

Como alternativa de cubierta inclinada se plantea una estructura metálica con chapa y aislación térmica sobre entablonado de machimbre ¾” a la vista.

Para los dos tipos de cubierta se dispone de una barrera de vapor de polietileno negro y aislación térmica de poliestireno expandido de 7,5 cm.

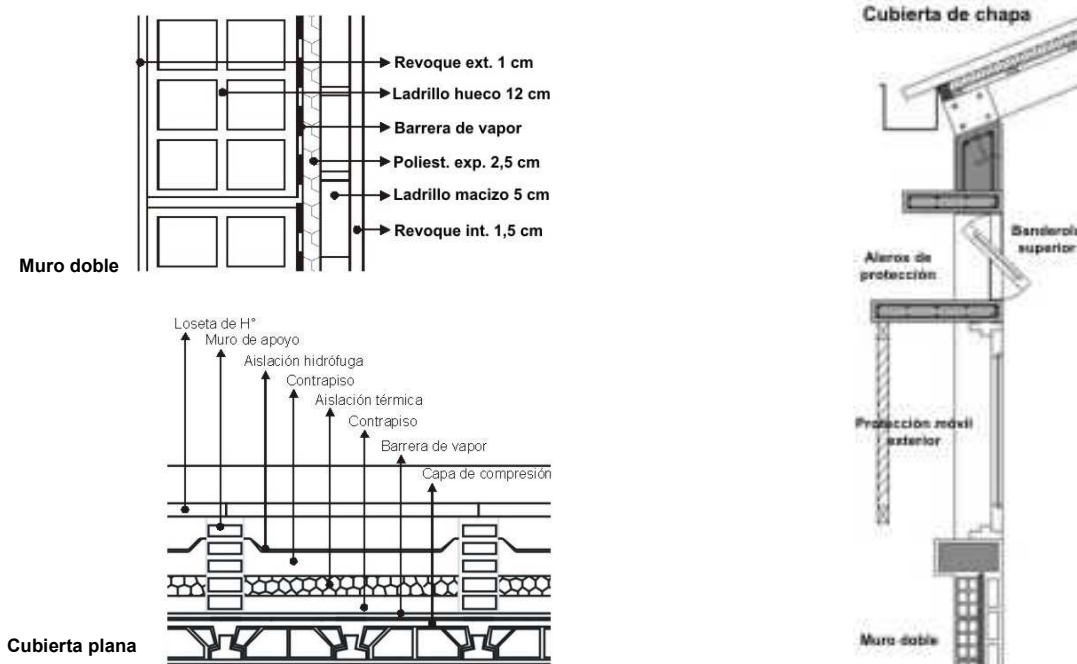


Figura 8: Detalles de los cerramientos exteriores

### Cálculos realizados

Se realizó la determinación del coeficiente de transmitancia térmica K y la verificación del riesgo de condensación superficial e intersticial para todos los cerramientos exteriores (muros y techos) en los tipos planteados. Los cálculos se realizan con los programas CEEMAKMP.xls y CEEMACON.xls, desarrollados en el Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA), Instituto de Acondicionamiento Ambiental, Facultad de Arquitectura y Urbanismo (UNT).

Los mismos siguen los procedimientos y condiciones para los cálculos y verificaciones establecidas por las Normas IRAM 11.601, 11.603, 11.605 y 11.625 (Gonzalo et al, 1995; Gonzalo et al, 2000a; Gonzalo et al, 2000b; Gonzalo 2003).

Debido a que el proyecto puede ser localizado en cualquier ubicación de las Provincias que incluye la Región D, se adopta para la temperatura exterior de diseño el menor valor según las localidades indicadas en Tabla 1 de Norma IRAM 11.603, correspondiendo el mismo a La Quiaca, Tabla 1.

Provincia	Localidad	Temp. Exterior	Provincia	Localidad	Temp. Exterior
Jujuy	Alto del Comedero	1,5°C	Catamarca	Catamarca Capital	1,3°C
	Humahuaca	- 7,1°C		Tinogasta	- 4,8°C
	Jujuy Capital	0,20°C	La Rioja	Chamical	1,5°C
	El Cadillal	- 2,1°C		Chepes	0,70°C
	<b>La Quiaca</b>	<b>- 11,1°C</b>		Chilecito	- 1,5°C
Salta	Orán	4,9°C	La Rioja Capital	0,40°C	
	Salta Capital	- 0,8°C	Tucumán	Tucumán Capital	2,2°C
				Villa Nougues	2,0°C

Tabla 1: Valores de temperatura exterior de diseño dadas por Normas IRAM para las localidades ubicadas en la Región D

## Resultados

Para el muro propuesto se alcanza, para la situación de verano, un buen comportamiento térmico del cerramiento, ya que el valor de transmitancia térmica del mismo verifica para todas las zonas bioambientales (I, II, III y IV, de verificación obligatoria) con el Nivel B recomendado por Norma, correspondiente a una situación de confort mayor al nivel mínimo C. Para la situación de invierno el valor de transmitancia térmica del cerramiento verifica con el Nivel C mínimo de Norma.

Para este caso se aconsejó, en las recomendaciones técnicas del proyecto final, utilizar una aislación de poliuretano de 2,5 cm en lugar de poliestireno expandido, para las construcciones que se realizaran en las zonas bioclimáticas V y VI.

### CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT

Introducir valores solamente en celdas resaltadas. BORRAR denominación, si no se usa esta planilla en los cálculos

DESCRIPCION PARAMENTO	MURO DOBLE	
DENOMINACION	LADRILLO HUECO - POLIESTIRENO EXP - LADRILLO DE CANTO	
COEF.ABS.COLOR SUP.EXT.	0,7	VER PLANILLA COLOR

Resistencia térmica:	m2C/W	Verano	Invierno	
		1,26	1,26	
Transmitancia térmica K:	W/m2C	0,80	0,80	
		Mínimo	2,00	1,14
		Recom.	1,25	0,67
		Ecolog.	0,50	0,25

VERIFICA K (C/COLOR)			
K máx.c/color			
SI/NO			
Verano	Invierno	Verano	Invierno
2,00	1,14	SI	SI
1,25	0,67	SI	NO
0,50	0,25	NO	NO

Ext. a Int. :	C.T.T.	E.P.P.E.	Retardo	Amortig.
	40,59	0,323	8,29	0,16
Int. a Ext. :	35,81	0,295	7,84	0,16
Peso total (Kg/m2):				286,7
Peso unitario (Kg/m3):				1291,6

Capa	Especificación	Espes. (m)	Conduc. W/m2C	R.Ca.ve m2C/W	R.Ca.in m2C/W	Peso Es. (Kg/m3)	Cap.Tér. J/KgC	R.T.ver m2C/W	R.T.inv m2C/W	Peso (Kg/m2)	R.ver/2 m2C/W	R.cto.ext m2C/W	Co.Ter. h	R.cto.int m2C/W	Co.Ter. h	
1	R.se							0,040	0,040			0,040				
2	REVOQUE EXTERIOR	0,0100	1,160			2000	1000	0,009	0,009	20,0	0,004	0,044	0,246	1,083	6,017	
3	LADRILLO HUECO	0,1200	0,49			1200	700	0,245	0,245	144,0	0,122	0,171	4,790	0,956	26,779	
4	PINT ASFALT	0,0020	0,17			1050	1000	0,012	0,012	2,1	0,006	0,299	0,175	0,828	0,483	
5	POLIESTIRENO EXPANDIDO	0,0250	0,035			25	1700	0,714	0,714	0,6	0,357	0,662	0,196	0,465	0,137	
6	LADRILLO MACIZO	0,0500	0,910			1800	1000	0,055	0,055	90,0	0,027	1,047	26,176	0,080	2,010	
7	REVOQUE INTERIOR	0,0150	1,16			2000	1000	0,013	0,013	30,0	0,006	1,081	9,008	0,046	0,387	
8								0,000	0,000	0,0	0,000	1,081	0,000	0,040	0,000	
9								0,000	0,000	0,0	0,000	1,081	0,000	0,040	0,000	
10								0,000	0,000	0,0	0,000	1,087	0,000	0,040	0,000	
11	R.si	No introducir valor							0,170	0,170					0,040	
	ESPESOR TOTAL	0,222	de conductividad para cámara de aire					1,257	1,257	286,7						

Figura 9: Planilla de cálculo de coeficiente de transmisión térmica para muro compuesto

Para ambos tipos de cubierta se verifica el valor de transmitancia térmica para todas las zonas bioambientales con el Nivel B recomendado por Norma IRAM, tanto para verano como para invierno.

K calculado para cerramientos exteriores (W/m2K)	Muro		Verano: 0,80
			Invierno: 0,80
	Techo pesado	Vigueta	Verano: 0,34
			Invierno: 0,35
	Bovedilla		Verano: 0,32
			Invierno: 0,33
	Techo liviano		Verano: 0,39
			Invierno: 0,40

Tabla 2: Valores de transmitancia térmica K determinados para los cerramientos propuestos

K máximo admisible Invierno (W/m2K)	Temperatura mínima de Diseño - 11,1°C	Muro		Nivel C	1,146	Verifica
				Nivel B	0,668	No Verifica
		Techo pesado	Vigueta	Nivel C	1,00	Verifica
				Nivel B	0,578	Verifica
		Bovedilla		Nivel C	1,00	Verifica
				Nivel B	0,578	Verifica
		Techo liviano		Nivel C	1,00	Verifica
				Nivel B	0,578	Verifica

Tabla 3: Valores de transmitancia térmica de Norma determinados para los cerramientos propuestos

En cuanto al riesgo de condensación, según las disposiciones constructivas de los cerramientos y la posición y tipo de la barrera de vapor adoptada, se verifica que en ningún de los cerramientos - muro doble, cubierta pesada y cubierta liviana - se presenta condensación superficial interior.

**CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT**

<b>OBRA:</b>	Plan Casa Propia - BHN
<b>SITUACION:</b>	Región D
<b>OPERADOR:</b>	Arq. Mg. C.F. Martinez
<b>FECHA:</b>	15/05/2007

CARACTERISTICAS DEL LUGAR	UNIDAD	VALOR	OBSERVACIONES
Nombre de la localidad:		LA QUIACA	
Altura sobre el nivel del mar:	m	3400	VER ANEXO 1
Zona bioambiental: (x)		3	Ingresar 1,2,3,4,5, ó 6
Tipo de cerramiento:		M	MURO = M - TECHO = T
Temperatura interior de diseño invierno: (x)	°C	18	VER TMEDIS
Temperatura exterior de diseño invierno: (x)	°C	-11,1	VER PLANILLA TMEDIS
Humedad relativa interior de diseño :	%	54	
Humedad relativa exterior de diseño:	%	90	VALOR PRESCRIPTO POR NORMAS
Presión de vapor interior:	kPa	1,50	
Presión de vapor exterior:	kPa	0,25	

CARACTERISTICAS DEL CERRAMIENTO	UNIDAD	VALOR	OBSERVACIONES
Características del cerramiento			
Resistencia de cámara de aire invierno:	m <sup>2</sup> .K/W		VER PLANILLA RECA
Resistencia superficial interior invierno:	m <sup>2</sup> .K/W	0,17	VER PLANILLA RECA
Resistencia superficial exterior invierno:	m <sup>2</sup> .K/W	0,04	VER PLANILLA RECA
Coefficiente absorción (color) sup.exterior:		0,70	VER PLANILLA COLOR
Resistencia de cámara de aire verano:	m <sup>2</sup> .K/W		VER PLANILLA RECA
Resistencia superficial interior verano:	m <sup>2</sup> .K/W	0,17	VER PLANILLA RECA
Resistencia superficial exterior verano:	m <sup>2</sup> .K/W	0,04	VER PLANILLA RECA

Figura 10: Datos generales para verificación de riesgo de condensación

Tampoco se presenta riesgo de condensación intersticial en los componentes constructivos del muro doble ni de la cubierta pesada.

En el caso de la cubierta liviana, al estar terminada en chapa, se presenta un problema de condensación sobre la misma hacia el lado interior de la cámara de aire, situación que no puede evitarse con disposiciones constructivas dada la condición de total impermeabilidad que la chapa presenta frente al vapor de agua. Se sugiere en las especificaciones técnicas, que la cámara de aire sea ventilada, para que el aire de la misma se mantenga a la misma temperatura que el aire exterior y se evite la diferencia de temperatura en esta superficie, para que la misma no sea inferior al punto de rocío.

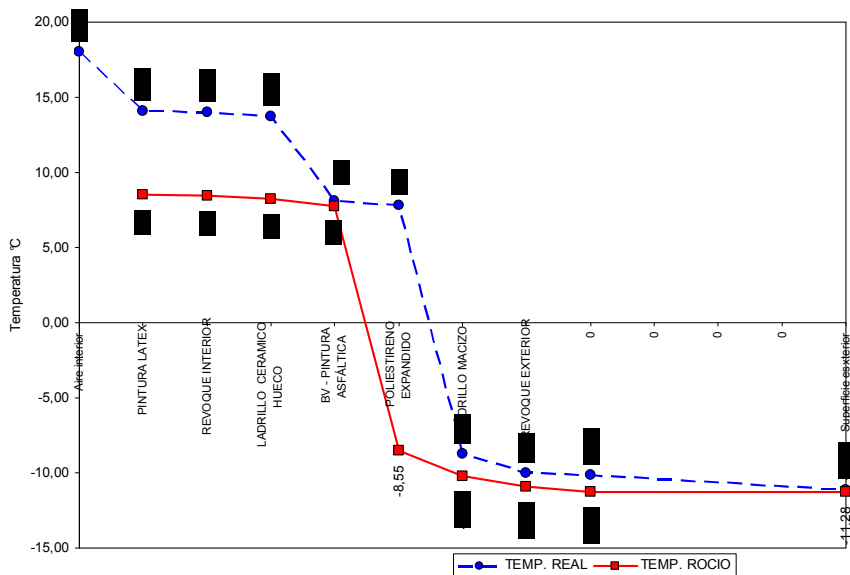


Figura 11: Gráfico de verificación de condensación para el muro compuesto

**CONCLUSIONES**

Se ha logrado obtener en una reducida superficie una propuesta de vivienda que, además de cumplir con las exigencias funcionales, permite un alto grado de adaptabilidad en la articulación y uso de sus espacios, condiciones que son necesarias para que las modernas viviendas puedan adaptarse a los requerimientos múltiples de las familias que hoy conforman nuestra sociedad. Si no se acepta esto se seguirán construyendo los proyectos de tres dormitorios, perpetuando un modelo arcaico de vida.



Figura 12: Planta final con tres dormitorios

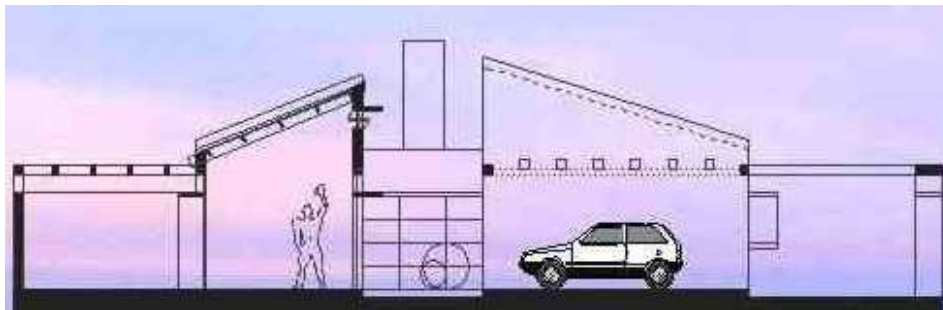


Figura 13: Corte longitudinal

La imagen formal del proyecto se adapta al imaginario colectivo de los que debe ser una vivienda, y la posibilidad de optar por diferentes variaciones permite dar una mayor identidad propia a la misma, no cayendo en el diseño repetitivo de “barrio colectivo”.



Figura 14: Vista del frente (superior) y del Contrafrente (inferior)

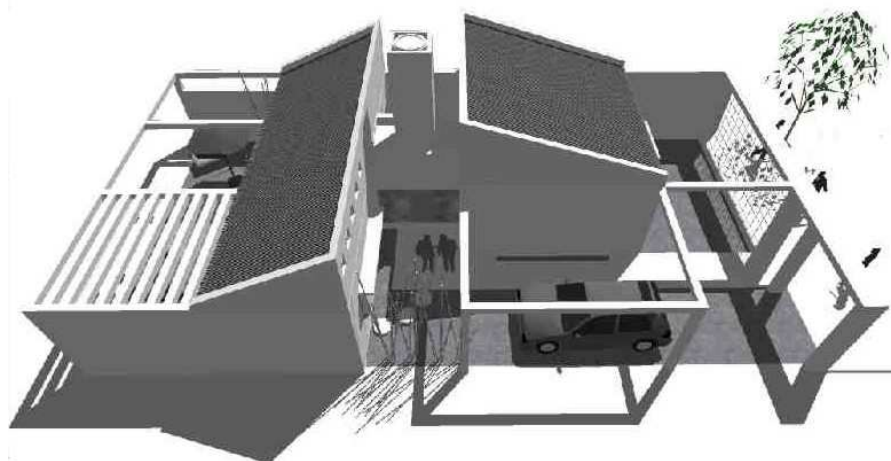


Figura 15: Perspectiva de la vivienda de tres dormitorios

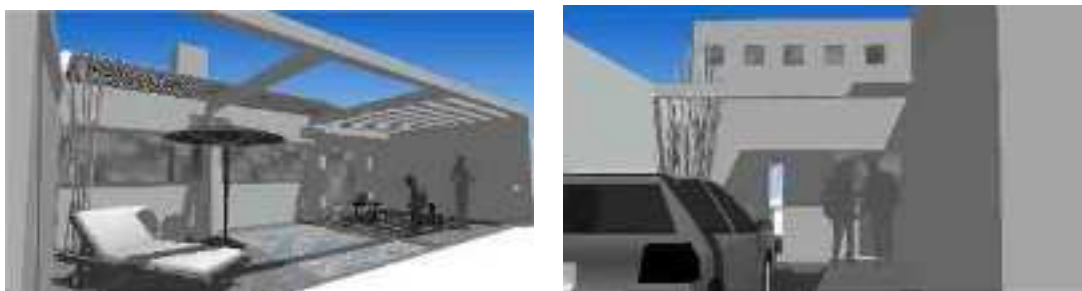


Figura 16: Vista generales del proyecto. Hacia zona de asador (izquierda) – Desde el garage (derecha)

La propuesta del diseño, así como la elección de los materiales para la envolvente permite tener un modelo de vivienda que se adapta sin problemas a condicionantes climáticas muy diversas, brindando adecuadas condiciones de confort y habitabilidad interior, y con ello un mejor desempeño energética para su acondicionamiento artificial.

En el mes de Marzo de 2007 fue otorgado el Primer Premio a este proyecto. A partir de allí se desarrollo todo el trabajo de ajuste de diseño y la sistematización de las carpetas técnicas, una por cada etapa de crecimiento, en sus dos alternativas de cubierta, la cual se concluyó a principios del mes de julio, con la entrega al Banco Hipotecario Nacional de la documentación correspondiente, quedan a partir de ahora en manos de esta Institución el desarrollo de la parte administrativa para la adjudicación de los préstamos de construcción para las viviendas correspondientes a las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca y La Rioja.

## REFRENCIAS

Gonzalo G et al, 1995. *Programa computacional para verificación del riesgo de condensación en cerramientos exteriores*. XVIII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar y IV Encuentro de la IASEE. San Luis, Argentina. Octubre 1995.

Gonzalo G et al, 2000a. *Habitabilidad en edificios. Propuesta de normas para Tucumán*. ISBN 987-43-2618-2. Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA). Ediciones Santamarina.  
[www.herrera.unt.edu.ar/fauunt/ceema/publi002.htm](http://www.herrera.unt.edu.ar/fauunt/ceema/publi002.htm).

Gonzalo G et al, 2000b. *Rediseño y actualización del programa computacional para verificación del riesgo de condensación en cerramientos exteriores*. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4 N° 2, Octubre 2000, pp. 08.81. ISSN 0329-5184. Ed. Milor. Salta. [www.asades.org.ar/index0.htm](http://www.asades.org.ar/index0.htm)

Gonzalo G, 2003. *Manual de Arquitectura Bioclimática*, 2° Edición. ISBN 950-43-9028-5.

**ABSTRACT** At the beginning of 2006 the National Hypothecary Bank made a concourse to home projects, to four regions of Argentina. The present work shows the winner project for the northwest region, in which is necessary to take into consideration functional, identity and economical aspects, as well as bioclimatic aspects about design and materials use, because there are so important to establish buildings ability to respond efficiently to the specific situation of each different climatic conditions, to satisfy appropriate comfort levels and to reduce the energy consumptions.

**KEY WORDS** Bioclimatic home, Habitability, Adaptability, Evolutive construction.