

PROPUESTA DE INCLUSION DE NORMAS DE ACONDICIONAMIENTO TERMICO EN LOS CODIGOS DE EDIFICACION MUNICIPALES

Juan Pablo Cruz(1); Ana María Correas(2); Marcela Mellimaci(3)

(1) Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales – CONICET

Av. Ruíz Leal s/n Parque General San Martín. Mendoza - Argentina.

CP 5500. Tel: 54-261-4288314 / Fax: 54-261-4287370

e-mail: jpcruz@lab.cricyt.edu.ar

(2) Cóndor Arquitectura e Ingeniería, Cooperativa de Trabajo Limitada

Paraguay 1240. Godoy Cruz – Mendoza Argentina

CP 5501. Tel / Fax: 54-261-4274417

e-mail: condor-arq@speedy.com.ar

(3) Barrio Cementista 1–Mza C–Cuerpo 6–Dpto 4–Las Heras -.Mendoza – Argentina

CP 5539 . Tel: 54-261-4303576

e-mail: cparadiso11@yahoo.com.ar

RESUMEN

El hogar es el sitio más importante para el desarrollo del hombre. En Argentina, el acceso a la vivienda es un anhelo social para la mayor parte de la población de medios y bajos ingresos. En Mendoza, el IPV (Instituto Provincial de la Vivienda) es el organismo encargado de promover el acceso a una vivienda de calidad, con un costo que resulte accesible a los sectores que hoy necesitan apoyo del Estado incluyendo a los sectores por debajo y por encima de la línea de pobreza y a la clase media, nucleados en Organizaciones Intermedias. El presente trabajo plantea el análisis térmico realizado a una vivienda diseñada para esta operatoria. Se parte del conocimiento general de los requerimientos de confort del usuario y las condiciones climáticas del sitio. Se realizan las simulaciones incorporando las mejoras, y se obtiene un incremento en el confort de la vivienda logrando, por ejemplo, aumentar la temperatura interna mínima extrema en aproximadamente 3°C. Desde lo económico, se obtiene que el mayor costo de las mejoras aplicadas a la vivienda ya construida, ronda el 8% de su costo, y el ahorro de combustible convencional para calefacción en un año, es del orden del 50 %. Estos resultados ratifican la conveniencia de incorporar esta estrategia al diseño de la vivienda o de realizar las mejoras constructivas que proporcionan este incremento de confort en una vivienda proyectada para el IPV. Las normas IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales) contemplan todos los requerimientos de confort higrotérmico para edificios. Este trabajo propone que, siguiendo el ejemplo de la Provincia de Buenos Aires, las prescripciones de las Normas IRAM queden incorporadas a los Códigos Municipales de Construcción de la provincia y que los municipios tengan el poder para controlar la aplicación y cumplimiento de las Normas IRAM referidas a acondicionamiento y aislamiento térmico de edificios.

ABSTRACT

The dwelling is the most important place for man's development. In Argentina, the access to the property of a house is a social expectation for the largest proportion of a mean and low income population sectors. In Mendoza, the IPV (Provincial Housing Institute) is the governmental agency in charge of promoting the access to a quality house, with a cost accessible to the population sectors that today need the support of the State including the sectors under and above the "poverty line" and the middle class, grouped in Intermediate Organizations. The present work describes the thermal analysis performed on a house designed within this operatoria. It departs from the knowledge of the user's comfort requirements and the climatic conditions of the site. Simulation studies were performed implementing improvements, and obtaining and extending the comfort conditions in the house, for

instance, increasing the extreme minimum temperature in approximately 3°C. From the economic view point, it is found that the cost of the improvements applied to the built house, is around 8% at the house's total cost, and the conventional fuel's savings for an annual heating cycle is around 50%. These results ratify the convenience of incorporating these strategies to the house's design or perform the constructive improvements that make possible this increment of comfort in the houses designed by the IPV. The IRAM (Argentine Institute for Rationalisation of Material) norms, regulate all the requirements for the hygrothermal comfort inside buildings. The work proposes that, following the example of Buenos Aires Province, the prescriptions of the IRAM Norms be incorporated in the Province's Municipal Building Codes and that the municipalities would have the power of controlling the application and full fulfillment of the IRAM norms referred to thermal conditioning and thermal insulation of buildings.

Palabras clave: Confort térmico, vivienda social, Normas IRAM, sustentabilidad energética.

1. INTRODUCCIÓN

América Latina y el Caribe, es la región más urbanizada del mundo en desarrollo. Según Lucy Winchester, el nivel de urbanización de la región en 2003 era del 77% (417 millones de personas). En el año 2000, el 86% de la población Argentina vivía en asentamientos urbanos; el 45 % con carencias cuantitativas respecto de la vivienda, y el resto con carencias cualitativas y necesidad de introducir mejoras.

De las carencias relacionadas a la vivienda, la más generalizada (afecta a los sectores más pobres) es la falta de acceso al saneamiento, le sigue la tenencia de la tierra y el acceso al agua potable; en tercer lugar la mala calidad de la construcción y en cuarto orden aparece la carencia de unidades en relación con la formación de nuevos hogares.

En los últimos 15 años, la mayor parte de los países de la región han disminuido los estándares exigidos en cuanto a la calidad técnica de la vivienda. La experiencia recabada en Chile, Costa Rica y Colombia demuestra que el énfasis en la creación de recursos para viviendas sin fijar normas para controlar el déficit cualitativo, resulta en una mayor precariedad del hábitat. *“Se necesitan políticas integradas de desarrollo urbano y vivienda, que conduzcan al manejo adecuado del territorio y que se vinculen a las políticas de desarrollo económico y social”*. (WINCHESTER, 2006)

La experiencia de la última década (en Chile y Perú) ha demostrado que el desafío actual se concentra en el fortalecimiento de la capacidad de cumplimiento de las normas más que en la reforma de las normas ambientales vigentes. Los gobiernos subnacionales, en particular las municipalidades, tienen responsabilidad en las áreas claves del desarrollo sostenible relacionado a los asentamientos humanos, siendo un importante potencial para las intervenciones que el sector reclama hoy.

1.1 Marco Teórico

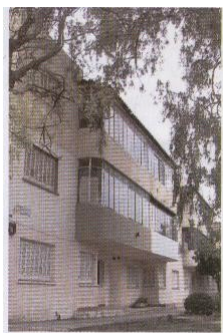
Cuando el Papa Paulo VI se dirige a la Conferencia de la ONU sobre Asentamientos Humanos en 1976, dice que el hábitat debe favorecer el desarrollo de los hombres en todas sus dimensiones, y debe constituir la primera preocupación de toda programación relativa al medio humano. Hay en esta exhortación un claro imperativo: la calidad del hábitat debe propender a elevar la condición humana a través de la satisfacción de sus necesidades espirituales y físicas. El bienestar humano no puede considerarse suntuario sino requerimiento básico para obtener las condiciones indispensables de salubridad y productividad de todos los estratos de la sociedad.

El hábitat humano construido de acuerdo al clima, es una manifestación cultural tan antigua como el hombre; los pueblos más primitivos aportan evidencia de esto. En nuestra región, y particularmente en áreas de climas rigurosos, amplios estratos de población ven empobrecida su calidad de vida por falta de adecuación de sus viviendas al clima del lugar. Las viejas tradiciones arquitectónicas han sido desplazadas por tecnologías más modernas utilizadas inadecuadamente y se ha privilegiado el uso de las instalaciones mecánicas por sobre el aprovechamiento de recursos climáticos.

La obra de pioneros como V. Olgyay y B. Givoni, la “Bioclimatología edilicia”, ha generado bibliografía científica y desarrollado metodologías de diseño y cálculo que reducen el margen de error en las predicciones. Lamentablemente es poco lo que se transfiere a la sociedad. La aplicación de estas metodologías requiere esfuerzos transdisciplinarios para lograr soluciones de bajo costo y aplicabilidad en escala masiva; el diseño bioclimático no es una receta o una solución simple infinitamente repetible, sino un ingrediente que aporta complejidad y desafío en el arte de diseñar.

Cada vez son más los profesionales que tienen clara conciencia de la responsabilidad que les cabe al proyectar viviendas y ciudades.

1.2 Vivienda Social en Mendoza



1936 – Preocupa al Estado la escasez de vivienda de bajo costo para sectores de bajos ingresos. Se crea (Ley N° 1.190) la Comisión Provincial de Casas Económicas y se autoriza al Poder Ejecutivo a construir casas colectivas de arriendo, casas jardines individuales de arriendo y casas-granja para venta. Ejemplo de esta época, es el Barrio Cano de la Capital, conjunto de edificios de departamentos emplazados en un área verde que constituye el primer antecedente importante de la intervención del Estado Provincial en la producción de vivienda social.

Figura 1 - Fotografía: Barrio Cano

1947 – Por Ley N° 1.658 se crea el Instituto Provincial de la Vivienda (uno de los primeros del País), organismo autárquico del estado cuya misión es ampliar el parque habitacional, renovar las viviendas sin condiciones de resistencia sísmica y promover el desarrollo de pueblos y ciudades. En 1944 el terremoto con epicentro San Juan ocasiona daños en gran número de viviendas de precaria resistencia sísmica en Mendoza siendo Godoy Cruz una de las zonas más afectadas. A partir de la necesidad de vivienda se crean entidades cooperativas, corporativas, sindicales, mutuales, y vecinales para resolver sus demandas.

De esta época data la construcción de barrios de casas “tipo chalet”. Ejemplo de esta etapa, el Barrio Bancario de Godoy Cruz, el Barrio Ferroviario en Capital. Las características sobresalientes de estas casas: Terrenos amplios, con jardín trasero y retiro verde al frente. Mampostería de ladrillo a la vista de 30 cm de espesor, pisos y revestimientos de buena calidad, ambientes amplios, techos de tejas.



Figura 2 - Fotografía: Barrio Bancario



1970 - En la siguiente etapa de barrios corporativos (Plan VEA: Vivienda Económica Argentina), los terrenos son menos amplios, los muros son de ladrillón de 20 cm de espesor o de ladrillo cerámico hueco de 18 cm, techos planos, ambientes más pequeños y casas en general con menor amplitud. Ejemplo de esta etapa, los Barrios Decavial y Judicial en Godoy Cruz, el Barrio Viajantes en Dorrego.

Figura 3 - Fotografía: Barrio Judicial

En las dos etapas mencionadas, es constante también que las “urbanizaciones” son planteadas por agrimensores. Existen algunas intervenciones de diseño urbanístico (por ejemplo: Barrio SUPE, Barrio Fuchs, Barrio Trapiche), con distintos resultados y suerte, pero en general las características edilicias de la construcción de vivienda económica argentina no varían aunque el entorno urbano resulte de mejor calidad. En todos los casos, estas casas son “ampliables”, pueden crecer con la familia sin sacrificar la calidad de vida en el interior de la unidad. De hecho, no son muchas las casas que subsisten con la prestación inicial.

El corte institucional del 1976, el fantástico aumento de la deuda externa, la eliminación de los sindicatos y asociaciones corporativas, y la supresión de los derechos civiles son acontecimientos que conspiran contra la continuidad de estas urbanizaciones. Durante muchos años no se construyen viviendas y paralelamente se produce un desplazamiento social caracterizado por la pauperización de la clase media y la marginalidad de los pobres. Es entonces, que la vivienda de interés social deja de serlo y se transforma en “casa para pobres”, porque se utiliza básicamente para la radicación formal de asentamientos informales, o para la erradicación de ellos de los sitios en que resultan políticamente molestos.

Restablecido en 1983 el orden constitucional en el país, los fondos públicos de los programas de vivienda en Mendoza se asignan con exclusividad a la financiación de las iniciativas elaboradas por

las entidades de base, registrándose entre 1988 y 1999 la construcción de 30.639 viviendas nuevas y 14.718 soluciones habitacionales (MENDEZ, 2004).

Estas viviendas para pobres no son holgadas, no tienen posibilidad de crecer porque los terrenos son pequeños y tienen menor capacidad de protección bioclimática por deficiencias en mampostería, aventanamientos, aislamiento, carpintería y orientación adecuada y tal vez lo más grave, es que por su implantación y tipología no admiten ampliación. Ejemplo: Barrio Olivares en Capital: terrenos de 100 m², casas de 60 m² con techo de losa de Hn Ao a dos aguas (tampoco puede crecer hacia arriba).

La pauperización de la clase media, (que históricamente fuera cuentapropista mediante crédito hipotecario individual) la incorpora como “cliente” del IPV que, con fondos federales provenientes de la coparticipación, genera créditos blandos a pequeños grupos organizados que deben adquirir un terreno, contratar el proyecto y ceder todo al IPV quien a su vez contrata a una Empresa Constructora para la edificación de estos conjuntos reducidos de viviendas.

1.3 Vivienda social – Calidad de construcción

A nivel nacional, se establecen “Estandares mínimos de calidad para viviendas de interés Social”, desde la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda – Secretaría de Obras Públicas – Ministerio de Infraestructura y Vivienda, y se exige el cumplimiento de Normas IRAM.

Como comitente de la vivienda social en Mendoza, en pliegos de especificaciones técnicas generales para licitación, contratación y ejecución de obras, el I.P.V. establece calidades de materiales a utilizar y requisitos de habitabilidad en cuanto a confort mínimo en invierno y verano en distintas zonas climáticas; requisitos de aislamiento y de acondicionamiento térmico según Normas IRAM.* La exigencia y verificación del cumplimiento de las Normas es la única forma de lograr vivienda de calidad, y tal vez resulte éste el paso más difícil de cumplir en la cadena de responsabilidades, si no se atribuye específicamente a algún organismo el poder de control.

Importante antecedente resulta la Ley 13059, sancionada el 09/04/03 por la Legislatura de la Provincia de Buenos Aires que establece una serie de exigencias para la construcción de edificios públicos y privados destinados al uso humano en el territorio de la provincia. Como paso previo a la obtención del permiso municipal para iniciar las obras, la Ley exige la entrega de la documentación técnica con el cálculo de la transmitancia térmica, el listado de materiales que componen la envolvente del edificio y su verificación higrotérmica realizada de acuerdo con las normas IRAM correspondientes. De esta manera se otorga a los distintos municipios poder de policía para realizar las inspecciones correspondientes y se los faculta para no extender el certificado de final de obra en los casos que no cumplan con la Ley.

2.OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar el comportamiento térmico de una vivienda tipo según prescripciones del I.P.V., utilizando distintas alternativas de mejoramiento térmico a fin de obtener datos que permitan ratificar los beneficios de su uso desde el punto de vista del confort habitacional y del ahorro de energía para calefaccionar, que significa ahorro de recursos impacto ambiental y costos. Se elige una unidad del conjunto habitacional “Las Calandrias” situado en Godoy Cruz, Mendoza, que es propiedad de uno de los autores, y se trabaja sobre el proyecto aprobado por la Municipalidad. Es intención de los autores realizar la comprobación empírica de los datos obtenidos en este trabajo, una vez construida y habitada la vivienda.

***Normas Iram**

Sobre aislamiento térmico de edificios:

IRAM 11549 y 11601: 2002- Vocabulario y Métodos de Cálculo, Propiedades térmicas de los componentes y elementos de la construcción en régimen estacionario.

IRAM 11604: 2001 – Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites.

IRAM 11625 y 11630 : 2000 y sus modificatorias – Verificación de condiciones higrotérmicas.

IRAM 11658 : 2003 – Puentes térmicos.

Sobre acondicionamiento térmico de edificios:

IRAM 11603: 1996 – Clasificación bioambiental de la República Argentina.

IRAM 11605 : 1996 y sus modificatorias – Condiciones de habitabilidad en edificios.

Se pretende que el presente trabajo sirva de base para la elaboración de reglamentación que los Municipios puedan incluir en los Códigos de Edificación, para verificar el cumplimiento de las normas.

3.METODOLOGIA

La metodología es la simulación térmica y los cálculos analíticos. Se simulan y evalúan los resultados de 3 alternativas tecnológicas para el mejoramiento de las condiciones de confort de una vivienda de interés social pre-diseñada, utilizando como estrategia el acondicionamiento solar pasivo en invierno y el enfriamiento convectivo nocturno en verano.

Se mantienen fijos los parámetros de superficie cubierta, volumen, orientación, situación de medianería, tecnología constructiva y tamaño de aberturas; no se incluyen aportes internos de calefacción y la ganancia solar considerada es la de las aberturas al norte.

4.DESARROLLO

4.1Localización Climática

Con una superficie aproximada de 150.000 Km², y el 4.3% de la población del país, Mendoza se encuentra en el centro-oeste de la República Argentina, separada de la Región Central de Chile por la Cordillera de los Andes.

“Clima árido continental mesotermal, con elevadas oscilaciones diurnas y anuales de la temperatura; fuerte radiación solar en verano y nubosidad moderada distribuida uniformemente a lo largo del año. Verano caluroso y con aire relativamente deshidratado e invierno frío y aire más húmedo.” (PAPPARELLI et. al, 1998).

Régimen de lluvias estival de distribución aleatoria en el espacio y el tiempo (200 mm/año), ocasionalmente en forma de granizo. Vientos débiles predominantes del sur y sureste, esporádicamente, fuertes ráfagas de viento cálido y seco proveniente del Pacífico denominado “Zonda”. En invierno se registran algo más de 30 días con heladas.

Mendoza está conformada por tres oasis principales: Norte, Centro y Sur, donde se concentra la mayor cantidad de población (98%) y las principales actividades económicas. Dentro del oasis norte, al pie de la Cordillera de los Andes, se encuentra la denominada Área Metropolitana de Mendoza (A.M.M.) compuesta por las zonas urbanas de 6 municipios: Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Luján y Maipú.

4.1.1Radiación solar

Paramentos al norte: reciben el 39% de la radiación total, resultan los más indicados para trabajar con estrategias pasivas de captación de radiación solar en invierno y es sencillo protegerlos en verano.

Paramentos verticales al este y oeste y planos horizontales: reciben en conjunto el 56% de la radiación total, pero resultan sumamente complejos de proteger en verano.

Paramentos orientados al sur: sólo reciben radiación en verano, por lo que no resultan beneficiosos para estrategias de captación.

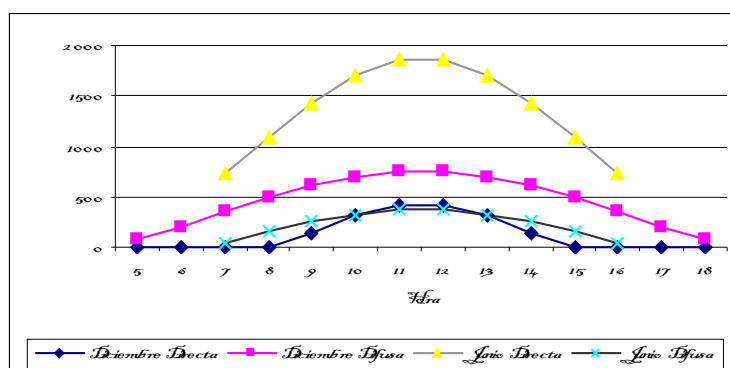


Figura 4 – Diagrama comparativo de radiación

4.1.2 Determinación temperatura de confort

A partir del procesamiento de los datos suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional, de humedad relativa y temperatura horaria mensual, se calcula y obtiene para la situación geográfica del proyecto, los rangos mensuales de temperatura de confort: Tn promedio anual: 23°C.

Tabla 1 – Temperatura de confort

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
(+2.5)	27.91	27.59	26.63	25.37	23.93	22.75	22.75	23.57	24.25	25.87	26.92	27.77
Tn= 23°C	25.41	25.09	24.13	22.87	21.43	20.25	20.25	21.07	21.75	23.37	24.42	25.27
(-2.5)	22.91	22.59	21.63	20.37	18.93	17.75	17.75	18.57	19.25	20.87	21.92	22.77
Temp max	32	30.8	27.2	23.4	19	15.5	14.7	18	20.4	25.6	29.2	31.7
Temp min	18.4	17.5	14.9	10.6	5.7	1.6	2.4	4.4	6.4	11.6	14.8	17.8

Con los datos de temperatura y humedad podemos observar a través del diagrama de isorequerimientos de Givoni adaptado para la zona de estudio, que las estrategias necesarias para los días fuera del rango de confort, abarcan desde inercia térmica y ventilación para el verano hasta calefacción solar pasiva y calefacción convencional para el invierno.

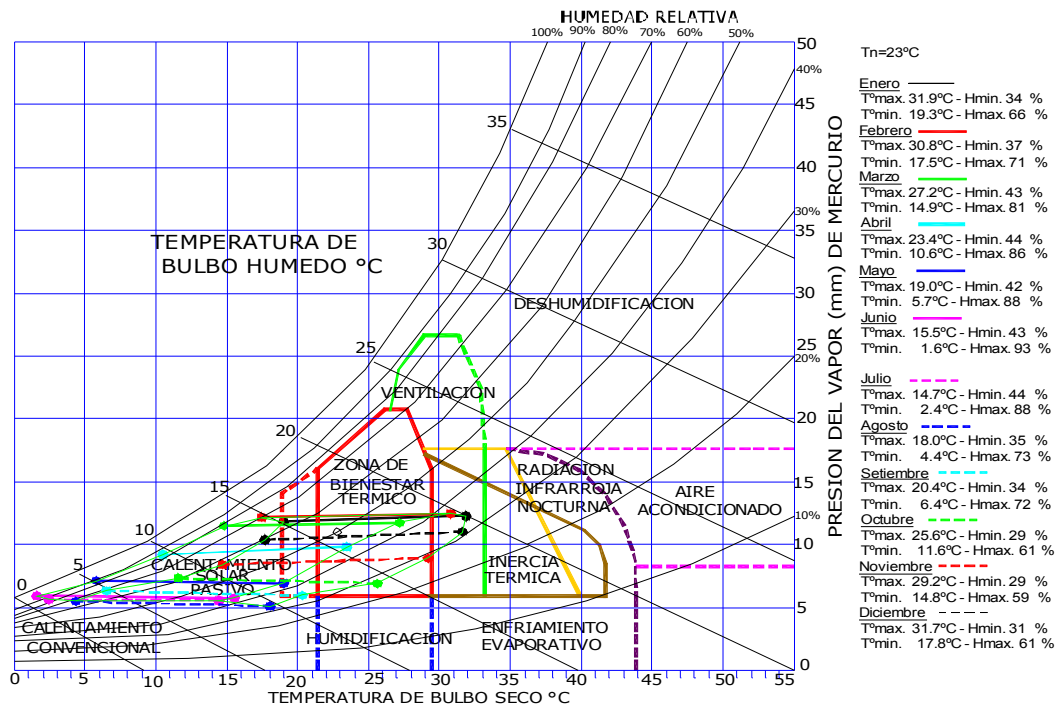
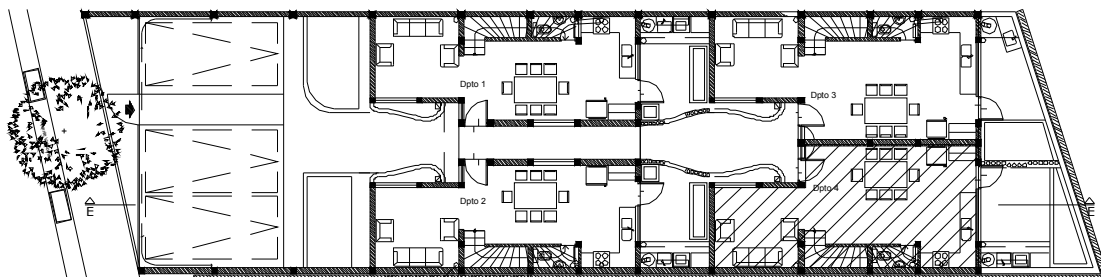


Figura 5 – Diagrama de isorequerimientos para Godoy Cruz- Mendoza

4.2 El Proyecto

El terreno se ubica sobre calle Las Calandrias, en Godoy Cruz, mide 360 m² y tiene frente al sur. Se construirán 4 viviendas en dúplex (70 m² cada una), distribuidas en relación a un eje longitudinal S-N.

Cada vivienda consta de estar, cocina-comedor y patio en PB, 3 dormitorios y baño en PA. Ambas plantas se vinculan por una escalera interior.



Planta Baja Conjunto.

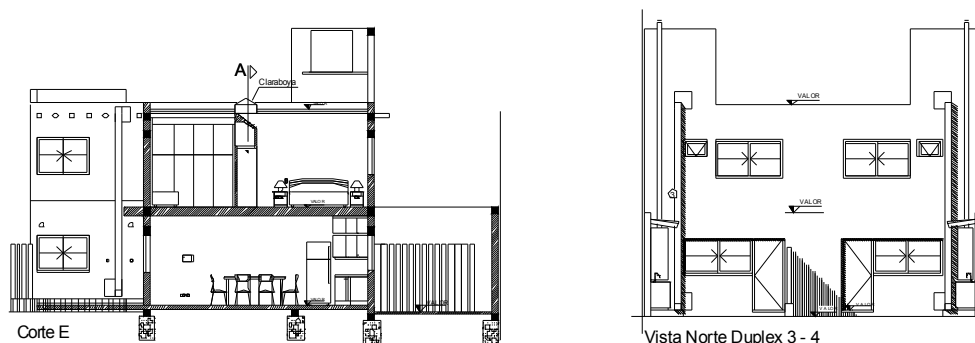
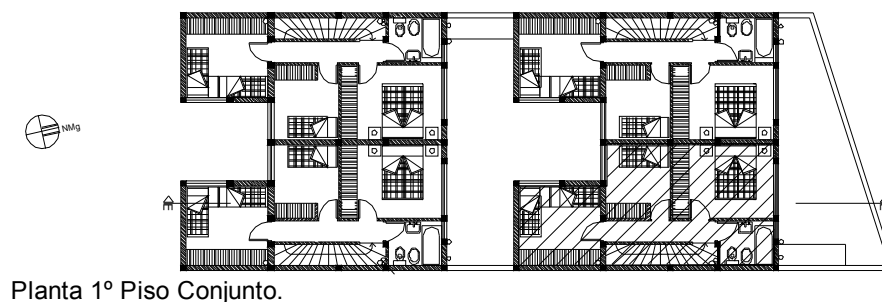


Figura 6 – Plantas, corte y vista del edificio

La vivienda estudiada es la que aparece sombreada. La construcción es de tipo convencional I.P.V.: paramentos exteriores de ladrillón de 18 cm de espesor, revocado ambas caras, techo liviano con aislamiento térmico de mortero de perlita en 15 cm de espesor máximo, carpintería exterior de chapa de acero, con vidrio simple sin protección nocturna, y se estiman 3 Renovaciones de Aire por Hora (RAH). Esta tipología constituye el “Caso Base”.

4.2.1 Radiación solar en el proyecto

El valor de radiación por unidad de superficie, se aplica sobre las áreas efectivas del edificio y se obtiene la radiación total diaria captada por cada elemento de la envolvente. Se supone que no hay árboles sobre la fachada Norte, por lo que no se considera enmascaramiento solar.

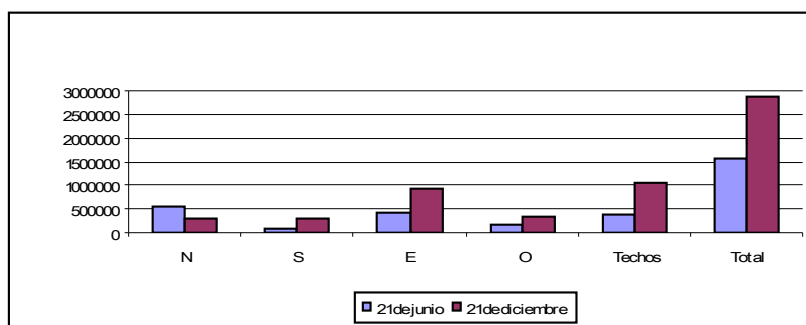


Figura 7 – Radiación solar sobre muros y cubierta

La geometría del edificio presenta buenas posibilidades para plantear estrategias de calefacción solar pasiva captando la radiación sobre su fachada norte en invierno y aplicando estrategias de protección de mejor tecnología para la radiación recibida en verano por la cubierta y las fachadas Este y Oeste. Nota: para el cálculo ha sido considerada sólo la parte expuesta de la fachada oeste, debido a que el resto del paramento es medianero con el dúplex vecino.

4.2.2 Coeficientes de intercambio

Se calcula el Coeficiente Global de Pérdidas (CGP) de la vivienda (Caso Base- Proyecto aprobado por el IPV), y se obtiene como resultado que las mayores pérdidas por transmitancia térmica (K) se producen a través de los muros exteriores ($K_{muro} = 2.05 \text{ W/m}^2\text{°C}$). Se decide trabajar sobre los muros con tres alternativas, en procura de acercar las temperaturas interiores al rango de confort determinado en Tabla 1, planteando además cinco objetivos de mínima a obtener con cada alternativa aplicada.

Con la intención de ensayar una envolvente de mejores condiciones de habitabilidad se decide trabajar también sobre la cubierta ($K_{\text{techo}} = 0.76 \text{ W/m}^2\text{°C}$), como uno de los elementos que mayor complejidad constructiva puede presentar para recibir mejoras con posterioridad a su ejecución.

A las mejoras tipo a) pertenecen las modificaciones a realizar en los techos que constructivamente deben incorporarse en el momento de la edificación. Las mejoras tipo b) son las aplicadas en los muros y que pueden adicionarse con posterioridad a la terminación de la obra.

En las tres alternativas se considera, además de lo específico de cada una, incorporar protección nocturna en aberturas para disminuir la pérdida de calor y colocar burletes en carpinterías para reducir de 3 a 1 las RAH. No se contempla la posibilidad de plantear mejoras en cimientos ni de incorporar doble vidrio y doble contacto en carpinterías.

Alternativas:

1 – Mejora tipo a): Aislar la cubierta con lana de vidrio espesor (e)=0,08m, conductividad (λ)= 0,042 W/m°C, obteniendo un $K_{\text{techo1}} = 0,34 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Mejora tipo b): Aumentar la masa de muros exteriores a fin de incrementar la inercia térmica adicionando tabique de ladrillo cerámico $e = 0,08\text{m}$, $\lambda = 0,72 \text{ W/m}^2\text{°C}$, que resulta en un $K_{\text{muro1}} = 1,56 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

2 – Mejora tipo a): Aislar la cubierta con poliuretano $e=0,08\text{m}$, $\lambda = 0,024 \text{ W/m}^2\text{°C}$, obteniendo un $K_{\text{techo2}} = 0,23 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Mejora tipo b): Aislar la superficie exterior de muros aplicando poliestireno expandido $e = 0,03\text{m}$, $\lambda = 0,037 \text{ W/m}^2\text{°C}$, que resulta en un $K_{\text{muro2}} = 0,77 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

3 – Mejora tipo a): Aislar la cubierta con poliestireno expandido $e=0,08\text{m}$, $\lambda = 0,037 \text{ W/m}^2\text{°C}$, obteniendo un $K_{\text{techo3}} = 0,32 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Mejora tipo b): Aislar los muros del local sur aplicando poliestireno expandido $e=0,05\text{m}$, $\lambda = 0,037 \text{ W/m}^2\text{°C}$, obteniendo un $K_{\text{muro 3 aislado}} = 0,54 \text{ W/m}^2\text{°C}$ y aumentar masa de muros al norte adicionando tabique de ladrillo cerámico $e = 0,08\text{m}$, $\lambda = 0,72 \text{ W/m}^2\text{°C}$, que resulta en un $K_{\text{muro 3 masa}} = 1,56 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

Tabla 2 – Resultado de análisis

	CGP Q W°C	CVP(G) W/m ³ °C	CNP W°C	FAS %
Caso Base	660,9	2,56	635,5	0
Alternativa 1	414,7	1,61	396,7	17
Alternativa 2	275,7	1,07	253,9	23
Alternativa 3	354,4	1,37	336,3	19

CGP (Coeficiente global de pérdidas); CVP (G): Coeficiente volumétrico de pérdidas; CNP: Coeficiente neto de pérdidas; FAS: Fracción de ahorro solar.

De los datos obtenidos resulta evidente las mejoras logradas sobre la vivienda base en la que se disminuyó el intercambio de energía (CGP) interior-externo en aproximadamente un 50%. Se logró aproximar el CVP (G) al valor 1 superando ampliamente la exigencia mínima de la norma IRAM 11604 “Acondicionamiento térmico de edificios, ahorro de energía en calefacción, coeficientes volumétricos G de pérdida de calor” que recomienda para la zona de nuestra vivienda un coeficiente G máximo admisible de 2.40 W/m³°C. Sin tomar en cuenta las ganancias internas del edificio se estimó el calor auxiliar necesario para una base de 18 °C de temperatura interior, calculando los valores de CNP y FAS por el Método Solar Load Ratio, del Laboratorio Nacional de los Álamos (BALCOMB et al., 1989), obteniendo como resultado una disminución del consumo de gas natural en aproximadamente un 50% de 3839 m³ año a 1644 m³ anuales.

Como otro indicador para la toma de decisiones se utiliza el simulador SIMEDIF versión para Windows (FLORES LARSEN y LESINO; 2001) a fin de verificar y evaluar el comportamiento interior de cada local de la vivienda.

La simulación térmica del edificio se realiza en todos sus locales para el solsticio de invierno (21 de junio) durante 5 días corridos. La simulación realizada con SIMEDIF, nos proporciona temperaturas máximas y mínimas interiores de la vivienda, cuyos valores extremos se muestran resumidos en Tabla3.

Tabla 3 – Temperaturas interiores

T° maximas °C (exterior 15,5 °C)					T° minimas °C (exterior 1,59 °C)				
Alternativa	Base	1	2	3	Alternativa	Base	1	2	3
Local	Hab 1	Hab 1	Hab 1	Hab 1	Local	Hab 3	Hab 2	Hab 2	Hab 2
Registro	13,85	14	13,84	15,03	Registro	7,59	9,27	9,1	10,85

Alternativa 1: el aporte de masa contribuye a uniformar el comportamiento general de la vivienda aumentando los valores de temperatura, sobre todo las mínimas.

Alternativa 2: aislar los muros exteriores no contribuye a aumentar las temperaturas máximas, pero influye en la conservación de calor para las horas de temperaturas mínimas respecto del caso base.

Alternativa 3 con la estrategia combinada de aporte de masa y aislación se observan mejoras significativas respecto de las dos alternativas anteriores.

Objetivos:

a -Aumentar la temperatura interior máxima para aproximarla al rango de confort (Tabla 1)

b -Aumentar la temperatura mínima interior por encima de 7.59 °C (Esta temperatura se obtiene de la simulación térmica del caso base en invierno para el local Habitación 3- Tabla 3)

c -Disminuir la amplitud entre temperatura máxima y mínima de cada local.

d -Para la misma hora, igualar temperatura interior entre locales habitables.

e -Disminuir el lapso de tiempo desde que se produce el registro de temperatura mínima y el de temperatura máxima en locales habitables.

Tabla 4 – Objetivos propuestos

Objetivo	Alternativa1	Alternativa2	Alternativa3
a	si	no	si
b	si	si	si
c	si	si	si
d	no	no	no
e	si	si	si

De los resultados de la simulación realizada con el Simedif, se obtiene que no es posible para ninguna de las alternativas propuestas, equiparar las temperaturas interiores de los locales habitables de la vivienda (objetivo d); y para la Alternativa 2 no se cumple el “objetivo a”, evidenciando que la aislación de muros exteriores no es suficiente para incrementar la temperatura máxima interior. Con excepción de los resultados explicados el resto de los objetivos se cumplen.

4.3 Costo de las alternativas

El costo de construcción de la vivienda del caso base, asciende a \$ 84.587,34.

El costo de las mejoras edilicias introducidas, \$ 6.766,98, significa un 8% del costo de la vivienda de caso base y se aplica de la siguiente forma: el 2% (\$ 1.691,74), son modificaciones (mejoras tipo a) a realizar en la etapa de construcción que debería asumir el Estado, y el 6% restante (\$ 5.075,24) son las mejoras que el usuario puede introducir posteriormente (mejoras tipo b).

Tabla 5 – Comparativo de sobrecosto

Alternativa	1	2	3
Total MUROS	6402,59	4197,90	5290,31
%	8	5	6
Total TECHOS	2390,53	1111,25	564,25
%	3	1	1

CONCLUSIONES

1- De este trabajo se verifica la posibilidad de mejorar el comportamiento térmico de la vivienda estudiada al lograr:

- Aumentar en 3 °C la temperatura mínima en el interior de la vivienda en temporada fría.
- Reducir el consumo de energía para calefacción al 50 %, al disminuir las transferencias de calor entre la vivienda y el exterior.

2- La aplicación de las mejoras edilicias estudiadas significaría para el Estado un 2% adicional al presupuesto de vivienda social; proporcionar mejor calidad de vida a sus habitantes y contribuir a la

menor utilización de energía no renovable para calefacción colaborando con la protección del medio ambiente.

Es imperativo que se exija la observancia de las normas de acondicionamiento térmico en la construcción de las viviendas de interés social, y se propone que sean los municipios quienes lo realicen. El acatamiento a las Normas IRAM resultará posible si se introducen en los Códigos de Edificación, y las Municipalidades pueden ejercer el control de su cumplimiento desde la aprobación de las documentaciones hasta la terminación de las obras.

REFERENCIAS

- BALCOMB J. D. et al. *Passive Solar Design Handbook* - volumen 3. American Solar Energy Society. Boulder Co. Estados Unidos, 1983.
- DE ROSA, Carlos, et al. *Conjunto Solar 1. Bioclimatic and Passive Design Applied to Low Cost Multistorey Housing First Experience in Argentina*. Proceedings del Congreso Internacional PLEA 88. Oporto, Portugal 1988.
- FLORES LARSEN S. y LESINO G. "Modelo térmico del programa SIMEDIF de simulación de edificios". *Revista ERMA Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 9, pp.15-24, ISSN 0328-932X, año 2001.
- GIVONI, B. *Man Climate and Architecture*. 2º edición, Van Nostrand Reinold Company, New York, 1988.
- LCR (Load Colector Ratio) del LANL (Los Alamos National Laboratory). J. Douglas Balcomb et al. *Passive Solar Design Handbook*, Vol 3. 1989.
- MENDEZ, Alfredo. Seminario Alternativas Tecnológicas frente a los desastres, en el hábitat popular latinoamericano . Mendoza, 24 y 25 de marzo de 2004. Ponencia: Respuesta a la emergencia habitacional en Mendoza – Políticas y acciones en los últimos 50 años", 2004.
- MENDEZ, Alfredo – Red Universitaria latinoamericana de vivienda . IX encuentro de miembros docentes de la red ULACAV – "La Gestión Habitacional – Nuevos desafíos para la formación universitaria" Universidad Nacional de Asunción – Paraguay. Asunción 26 al 30 de agosto de 2003.
- PAPPARELLI, A. et al. *Arquitectura y Clima en zonas áridas.*, Editorial Fundación Universidad UNSJ, 1998.
- WINCHESTER, Lucy. Desafíos para el desarrollo sostenible de las ciudades en América Latina y El Caribe. *EURE (Santiago)*. [online]. ago. 2006, vol.32, no.96 [citado 30 Enero 2007], p.7-25. Disponible en la World Wide Web:<http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612006000200002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0250-7161.

RECONOCIMIENTOS

- Lic. Acerbi, Fabiana
- Arq. De Rosa, Carlos°