

COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN LA CIUDAD DE LA RIOJA

V. O. Garcia; M. L. Alonzo; M. Loreffice; L. Cativa Larsen, M. F. Bedini
Cátedras Tecnología de Energías no Convencionales y Diseño Bioambiental.
Escuela de Arquitectura Universidad Nacional de la Rioja (U.N.LaR. Rioja)
Av. Martín de la Fuente s/ n y Laprida – 5300 Capital, La Rioja
383-4575701 - victorgarcia958@gmail.com

Recibido: 13/08/12; Aceptado: 12/10/12

RESUMEN: Se presentan los resultados del comportamiento higrotérmico de una vivienda construida hace treinta años a través de un plan urbano de desarrollo estratégico de vivienda social, como práctica de la arquitectura bioclimática, en esa época, en la Ciudad de La Rioja - Argentina, las mediciones de temperatura y humedad, fueron realizadas durante un año a partir del mes de julio del 2011 hasta julio de 2012. La casa con una superficie cubierta de 72,10 m², consta de dos plantas se encuentra ubicada al oeste de la ciudad siendo de uso residencial. Los valores de temperaturas registrados en el interior alcanzaron máximas de hasta 40 °C en verano y mínimas de 11 °C en invierno, y humedad relativa entre 12 y 82 %. El objetivo, es conocer el comportamiento higrotérmico en relación a parámetros de confort, para ser tomado como referencia en futuros proyectos de investigación sobre las condiciones higrotérmicas en viviendas sociales de la Provincia. Los resultados demuestran que ante las diversas condiciones de temperaturas exteriores rigurosas, las respuestas del diseño de su envolvente no es suficiente para alcanzar los rangos de confort térmico establecidos, requiriendo una mayor demanda de energía auxiliar para su acondicionamiento

Palabras clave: Comportamiento higrotérmico, vivienda de interés social, La Rioja.

INTRODUCCIÓN

El edificio es un sistema dinámico creado por el hombre que debe reunir las mejores condiciones de habitabilidad y confort para el desarrollo de la vida cotidiana de sus habitantes que pasan alrededor del 80% de su vida (Liu *et al.*, 2010). Además, adecuarse a las características y requerimientos de la región, respetando las particularidades sociales, culturales y económicas locales, los usos y costumbres y las características geográficas y físicas. Para ello, debe tenerse en cuenta la zona bioambiental de localización y el clima del lugar específico en el cual desarrolla sus actividades.

Ratti y otros investigadores (2005) sostienen que el edificio es una entidad integrada estructural, tanto desde el punto de vista funcional como ambiental. Por lo que, el mejoramiento de su performance energética requiere de un estudio detallado y una simulación de su comportamiento, sin dejar de considerar los fenómenos que ocurren, entre otros, a escala urbana. Además, depende de la geometría urbana, del diseño del propio edificio, de la eficiencia de los sistemas y, fundamentalmente del comportamiento del ocupante.

El monitoreo higrotérmico es una herramienta muy utilizada para el análisis, y validación de edificios diseñados con criterios ambientalmente conscientes. (Filippín *et al.* 2004), lo mismo que en la realización de auditorías energéticas de edificios convencionales (Díaz *et al.* 2005).

Los objetivos planteados para la realización del presente trabajo son; monitorear una vivienda compacta, analizar su comportamiento higrotérmico y sus condiciones de confort, de tal manera que sirva de referente para futuros proyectos de investigación aplicados a viviendas sociales, y extenderlo a áreas competentes para el diseño apropiado de las mismas en la ciudad de La Rioja

PRESENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Para realizar el presente trabajo, se eligió una vivienda que fue realizada hace tres décadas a través de un plan urbano de desarrollo estratégico de vivienda social en la Ciudad de La Rioja.

La característica climática son; inviernos suaves y secos, con temperaturas medias por encima de los 10 °C y escasas lluvias, así como una alta amplitud térmica diaria, veranos lluviosos y cálidos con temperaturas medias de 28 °C y máximas absolutas en torno a los 45 °C. La tabla 1 muestra algunos de los datos climáticos durante el año de medición.

Valor anual	Temperaturas medias	Máxima	29,4 °C
		Mínima	11,4 °C
		Media	22,4 °C
	Humedad Relativa medias	Máxima	73,7 °C
		Mínima	40,2 °C
		Media	56,9 °C

Tabla 1: Variables climáticas 2011 – 2012: Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Con una radiación anual media sobre superficie horizontal 15 Mj/m², y una velocidad promedio anual de viento de 2,8 m/s.

La vivienda (Fig. 1), está ubicada en el norte del Barrio Alta Rioja (29,24°Lat.Sur; 66,52°Long. Oeste; Alt. 541 msnm), en la zona bioclimática IIb de la Clasificación Bioambiental de la República Argentina (Norma IRAM, 11603, 1996), localizado hacia el oeste del casco céntrico, es un área urbana de media densidad y de topografía accidentada. Fig. 2. El sector a principios de la década del '80 fue incluido en un plan de recuperación e integración de zonas degradadas de la ciudad con la utilización de créditos internacionales.



Figura 1: Vivienda en estudio



Figura 2: Plano del barrio con ubicación de la vivienda monitoreada

La casa de 72,10 m², emplazada en un terreno de 130 m², presenta una morfología de volumen simple y estructura compacta, y construida en dos niveles. Cuenta con cinco ambientes (estar, cocina comedor, 3 dormitorios y baño). El ingreso principal y secundario se desarrolla en la fachada norte, con un retiro de la línea de vereda municipal de 3 m. Hacia el oeste, el muro de construcción coincide con el eje medianero del lote. Hacia el este, la separación mínima de edificación es de 1,8 m en referencia al eje medianero. Hacia el sur se ubican las áreas de servicio: sanitarios, lavadero y cocina, además de un dormitorio Fig. 3. En la planta superior se encuentra el área de descanso (2 dormitorios), con orientación hacia el norte. Fig. 4.



Figura 3: Plano planta baja

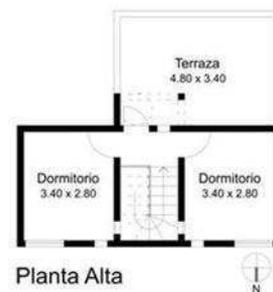


Figura 4: Plano planta alta

La construcción, fue realizada con un sistema tradicional sismoresistente, la fundación es de hormigón ciclópeo de 0,40 m x 0,80 m (30% piedra – 70% hormigón simple), la estructura es de hormigón armado con columnas de encuentro, encadenado inferior y superior, la envolvente se resolvió con muros de bloques de hormigón de 0,20 m de espesor, en su interior con revoque grueso y fino, con terminación en pintura al agua, exteriormente tiene revoque grueso y revoque tipo salpicrete con terminación en pintura al látex color blanco, figura 5. El techo, es de losa de hormigón armado de 0,12 m de espesor, (k = 140 W/m.K), con una cubierta tradicional (barrido de cemento y arena sobre losa, pintura bituminosa, capa de tierra de 0,10 m de espesor, mortero cementicio de asiento, terminado con ladrillos comunes de 2,5cm de espesor (k = 0,87 W/m.K), impermeabilizados con pintura de color teja), figura 6. Las carpinterías, de color blanco, son de chapa plegada N° 18, con celosías en las ventanas hacia el exterior, y con vidrios comunes de 0,003 m (k = 0,81 W/m.K), en las hojas interiores, las mismas son del tipo de abrir. Cuenta con ventanas corredizas ciegas de chapa plegada N° 18 para ventilación en la parte inferior y superior de 0,40 m x 0,20 m.

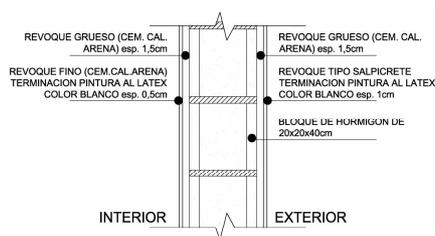


Figura 5: Corte de un muro de la casa

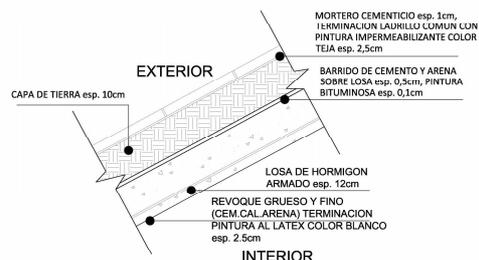


Figura 6: Corte del techo

El diseño del prototipo, uno de los primeros proyectados para la ejecución de viviendas de interés social en la ciudad, se basó principalmente en la utilización de estrategias de acondicionamiento térmico pasivas. Está orientada en sentido norte-sur, aprovechando de esta manera el sentido favorable de los vientos. El núcleo de escalera funciona como torre de viento, tomando aire por las aberturas ubicadas en la fachada norte, conduciéndolos hacia la planta alta para finalizar en pequeñas ventanas ubicadas en la parte superior, figura 7. De esta manera se genera una circulación convectiva de aire se complementa con pequeñas aberturas, orientadas hacia la escalera, ubicadas en la parte inferior de los dormitorios en planta alta. La forma (techos inclinados), buenas alturas (de 3,55m a 3,15m de altura) y la incorporación de las ventanas opuestas en la parte inferior y superior de los dormitorios favorecen la ventilación natural de los mismos.

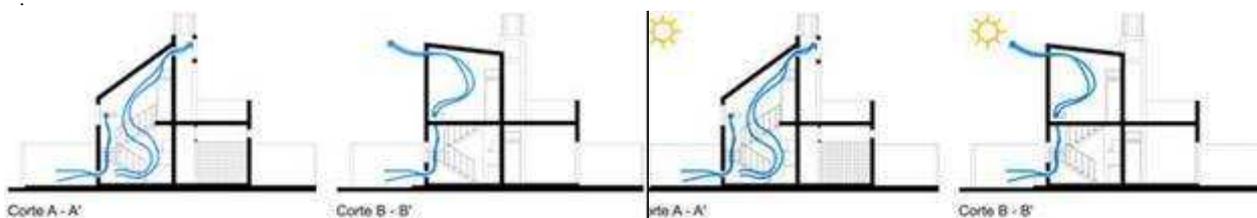


Figura 7: Esquemas de ventilación, incidencia solar, ventilación por ventanillas,

MATERIALES Y METODO

La toma de datos se realizó desde el mes de Mayo del año 2011 hasta Julio de 2012, registrándose las mediciones cada 15 minutos. Para realizar las mediciones in situ de temperatura y humedad relativa en el interior y exterior de la casa, se utilizaron 6 sensores de adquisición de datos HOBO U12 Temp/HR, con niveles de medición comprendidos entre -20 y 70 °C, y 5 % y 95 % de temperatura y humedad relativa respectivamente. Uno, localizado en exterior a la sombra, el que nos permite registrar temperatura y humedad del lugar, y los restantes en el interior de la casa distribuidos tres en la planta baja, dos en los dormitorios de la planta alta según se muestra en las Figs. 8a, b, y c. Todos están suspendidos en el centro del espacio, alejados de la influencia de los elementos constructivos con masa. Los periodos de medición que se analiza fueron, Julio del año 2011- Julio del 2012, que para un mejor análisis se presentan en espacios de tres meses. Para el procesamiento de los datos se utilizaron los programas “HOBOWarePro” y “Excel”. Con el objetivo de no alterar la validez de las mediciones, los sensores fueron aislados con un plafón de poliestireno expandido perforado para facilitar la ventilación. Dentro de los mismos se construyó un sistema para la fácil manipulación del aparato en el momento de la bajada de registros con una computadora portátil.

RESULTADOS

Para analizar las temperaturas registradas durante diferentes periodos desde Julio del 2011 hasta Julio del 2012, consideramos para la ciudad de La Rioja, teniendo en cuenta factores culturales de los usuarios, los intervalos de confort comprendidos entre los 18 - 25 °C y 30 a 60 % de humedad relativa.

Periodo Julio – Septiembre 2011

En la tabla 2, se muestran las temperaturas y humedades extremas registradas durante este periodo como también los promedios y amplitudes en el interior de la vivienda respectivamente. También se presentan las mediciones en el exterior de la casa. Con una radiación media sobre superficie horizontal 12,6 Mj/m², y una velocidad promedio de viento de 2 m/s, para los tres meses indicados.



Figura 8a: Ubicación sensor HOBO en el interior de la casa



Figura 8b: Ubicación del sensor en el exterior de la casa.



Figura 8c: Plano de ubicación de los sensores en la planta baja y exterior

Locales	Temperatura [°C]				Humedad Relativa [%]			
	Mínima	Máxima	Media	Amplitud	Mínima	Máxima	Media	Amplitud
Cocina (PB)	13	36	20	23	17	67	37	50
Dormitorio (PB)	10	40	18	30	23	68	42	45
Dormitorio Este (PA)	11	38	20	27	16	68	37	53
Dormitorio Oeste (PA)	8	35	20	27	16	60	37	44
Exterior	2	39	17	37	6	89	37	82

Tabla 2: Temperaturas en el interior y exterior de la casa

En la figura 9, se grafica la temperatura y humedad registrados en la planta baja para los tres meses. Los locales conectados entre si, la cocina y el living – comedor presentan condiciones muy similares, la temperatura media en los dos primeros meses fue de 18 °C, y en septiembre de 23 °C, encontrándose dentro del intervalo de confort (18 - 25 °C). Se observa que el mayor porcentaje de las mediciones registradas de temperatura máxima y mínimas diarias que se encuentran en el intervalo de confort térmico en el mes septiembre.

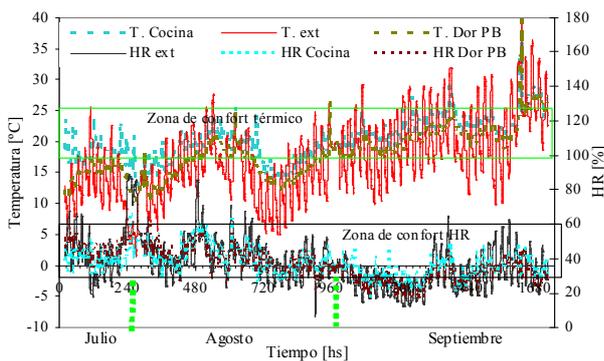


Figura 9: Comportamiento higrotérmico de los locales de la planta baja periodo Julio - Septiembre 2011

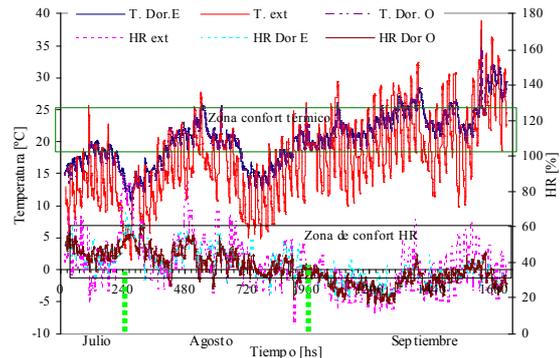


Figura 10: Comportamiento térmico de los dormitorios de la planta alta Julio Septiembre 2011

En lo que respecta a la humedad relativa durante los tres meses los valores promedios en estos locales se encuentran en la zona confort de humedad, con humedades relativas mínimas de 25 y 17 %, en los meses agosto y septiembre respectivamente.

En el dormitorio, ubicado en el sur de la vivienda, las mediciones registradas de temperatura mínima y media durante los primeros meses estuvieron fuera del rango de confort, mientras que en septiembre la temperatura máxima alcanzada fue de 40°C. Las humedades relativas estuvieron comprendidas entre el 23 y 68 % en el interior.

En el caso de la planta alta, figura 10, se observa la evolución de la temperatura de los dormitorios durante los tres meses. La temperatura media, 16 °C en Julio y 9 °C en Agosto, y temperaturas mínimas durante los dos primeros, están fuera de los límites de confort térmico mientras que en el mes septiembre un gran porcentaje de temperaturas se encuentra en zona de confort. La humedad relativa durante los primeros meses esta dentro del rango de bienestar de humedad relativa.

Periodo Octubre – Diciembre 2011

En la tabla 3, se muestran las temperaturas y humedad relativa, registradas durante este periodo en el interior y exterior de la vivienda. Los valores de temperatura exterior estuvieron entre los 12 °C y 49 °C con amplitud térmica de 37 °C, en este periodo se encuentra, en diciembre, los días más calurosos durante el monitoreo. La humedad relativa estuvo entre el 6 % y el 90 %. Para este periodo la radiación media sobre superficial en la Ciudad de La Rioja es de 19,2 MJ/m², con una velocidad promedio de viento de 3,4 m/s.

Locales	Temperatura [°C]				Humedad Relativa [%]			
	Mínima	Máxima	Media	Amplitud	Mínima	Máxima	Media	Amplitud
Cocina (PB)	20	36	27	16	16	71	38	55
Dormitorio (PB)	19	37	27	18	16	68	38	52
Dormitorio Este (PA)	19	39	28	20	16	68	37	53
Dormitorio Oeste (PA)	18	39	28	21	12	68	35	56
Exterior	12	49	28	37	6	90	37	84

Tabla 3: Temperaturas y humedades relativas en el interior y exterior de la casa

En la figura 11, se grafica los registros en la planta baja, se observa que únicamente en el mes de Octubre los locales están térmicamente confortables, con una media de alrededor de 24 °C, mientras los dos meses siguientes están fuera del rango de confort con temperatura promedios por arriba de los 28 °C. La humedad relativa medida durante este periodo se encuentra ubicada en el intervalo de confort con valores medios entre el 36 y 38 % para los tres meses.

La figura 12, muestra la evolución de la temperatura de los dormitorios que se encuentran en la planta alta, vemos que las temperaturas de ambos son similares con valores promedios entre 28 y 30 °C para los tres meses. Los meses de de noviembre y diciembre fueron los de mayor desconfort con temperatura de hasta 39 °C. Las humedades relativas en interior de la casa estuvieron entre 13 y 70 %, con valores máximos los meses de Octubre y Diciembre.

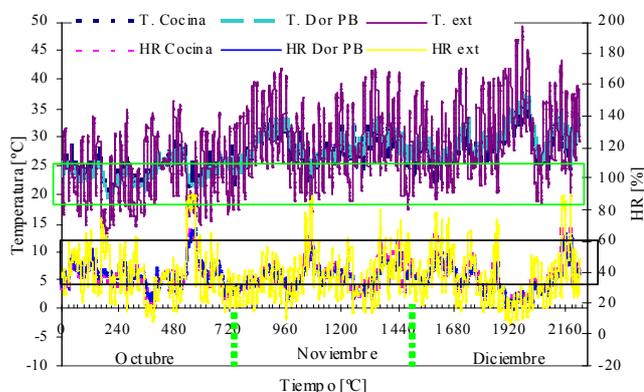


Figura 11: Comportamiento higrotérmico de la planta baja

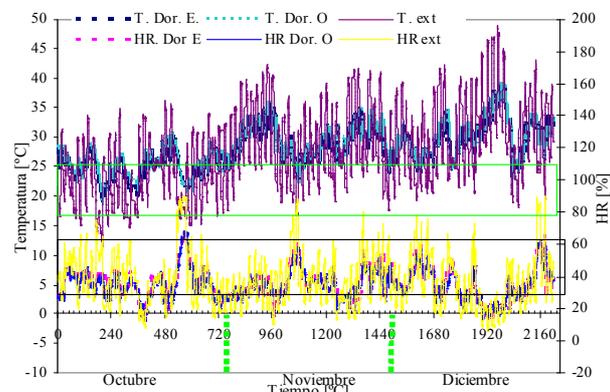


Figura 12: Comportamiento higrotérmico de la planta alta.

Periodo Enero – Marzo 2012

En la tabla 4, se muestran las temperaturas y humedades durante los tres primeros meses del año. En el exterior los valores promedios fueron de 29 °C y 49 % de temperatura y humedad relativa respectivamente. Registrándose algunos días de lluvias en el mes de Febrero con humedades de hasta el 93 %. La radiación media para este trimestre es de 17,4 MJ/m², con una media de velocidad de viento de de 2,8 m/s

Locales	Temperatura [°C]				Humedad Relativa [%]			
	Mínima	Máxima	Media	Amplitud	Mínima	Máxima	Media	Amplitud
Cocina (PB)	21	36	29	15	17	75	47	58
Dormitorio (PB)	19	36	29	17	23	68	42	45
Dormitorio Este (PA)	20	37	30	17	18	76	45	58
Dormitorio Oeste (PA)	20	38	20	18	17	76	46	58
Exterior	14	46	29	32	12	93	49	80

Tabla 4: Temperaturas y humedades relativas en el interior y exterior de la casa

La figura 13, grafica el comportamiento térmico durante los meses Enero, Febrero y Marzo del 2012, se observa en la cocina niveles de temperatura máximas de hasta 36 °C y mínimas de 14 °C en el mes de marzo, los valores promedios de temperatura durante este periodo lo ubican fuera del confort térmico. El dormitorio ubicado en el sur de la vivienda las mediciones registradas de temperatura media, y máxima diaria están la zona de desconfort, con temperaturas mínimas de hasta 19 °C.

La evolución de la temperatura de los dormitorios que se encuentran en la planta alta para este periodo, se presenta en la figura 14 vemos que la temperatura media y las temperaturas máximas están por sobre de la zona de confort. Las máximas

temperaturas alcanzadas estuvieron en los 4 días en que se registraron temperaturas en exterior entre los 18 y 24 °C. Las humedades relativas en interior de la casa estuvieron entre 40 y 68 %

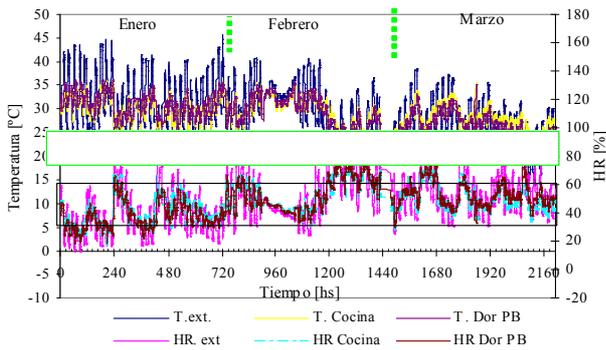


Figura 13: Comportamiento higrotérmico de los dormitorios en la planta baja Enero – Marzo 2012

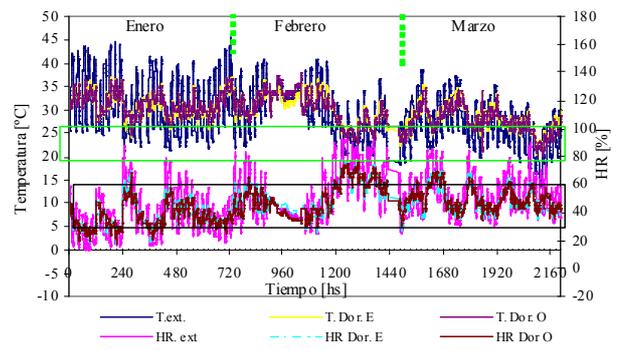


Figura 14: Comportamiento higrotérmico de los dormitorios en la planta alta Enero – Marzo 2012

Periodo Abril – Julio 2012

En la tabla 5, se muestran las temperaturas y humedades para el último periodo monitoreado. En el exterior los valores promedios fueron de 29 °C y 52 % de temperatura y humedad relativa respectivamente. Con una radiación promedio de 10,5 MJ/m² y velocidad de viento de 2,2 m/s.

Locales	Temperatura [°C]				Humedad Relativa [%]			
	Mínima	Máxima	Media	Amplitud	Mínima	Máxima	Media	Amplitud
Cocina (PB)	13	29	21	15	26	79	51	53
Dormitorio (PB)	11	27	19	16	30	79	57	49
Dormitorio Este (PA)	12	31	21	19	26	82	52	56
Dormitorio Oeste (PA)	11	30	21	19	17	76	46	58
Exterior	2	31	17	29	26	82	52	56

Tabla 5: Temperaturas y humedades relativas en el interior y exterior de la casa

La figura 15 muestra el comportamiento higrotérmico de la planta baja para los meses comprendidos entre Abril y Julio del corriente año, se observa que en este piso, la temperatura promedio durante los dos primeros meses estuvo en la zona de confort, no así en los meses de Junio y Julio con valores menores de los 18 °C. Los meses de Junio y Julio la humedad relativa estuvo dentro de la zona de confort con valores promedios comprendidos entre 51 y el 57 %

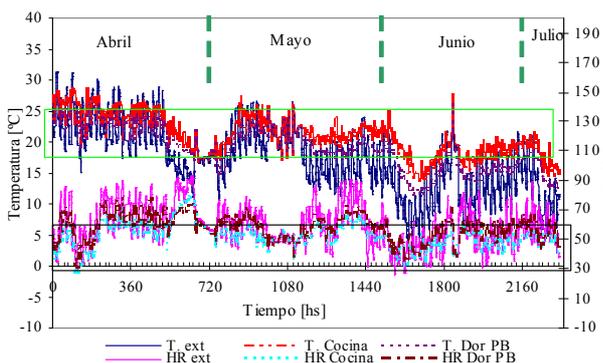


Figura 15: Comportamiento higrotérmico de los dormitorios en la planta baja Abril - Julio 2012

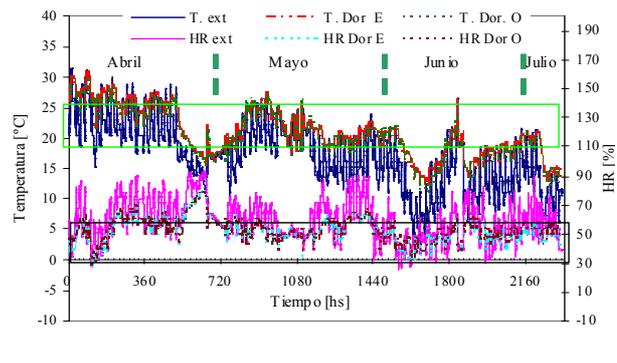


Figura 16: Comportamiento higrotérmico de los dormitorios en la planta baja Abril – Julio 2012

Las temperaturas de los dormitorios ubicados en el Este y Oeste de la planta alta durante este periodo muestran que existe solo una diferencia de 1 °C entre ellos, siendo el de menor temperatura el ubicado al Oeste con una temperatura mínima de 12 °C en el mes de junio. Lo mismo ocurre con la humedad relativa, siendo los meses de Junio y Julio los que más días se encuentra en la zona confort. Figura 16

En las figuras 17 y 18, se muestran en el diagrama psicrométrico los valores de las mediciones de temperatura y humedad relativa más significativas de cada uno de los locales, para los meses de septiembre y diciembre del 2011 y marzo, junio del 2012.

En la primera gráfica se pueden ver los segmentos con las temperaturas y humedades en el exterior de la vivienda y habitaciones de la planta alta. Se puede apreciar que los meses de diciembre y junio son los más críticos, con temperaturas máximas exteriores que llegan a los 49 °C en verano y mínimas de 2°C en invierno. Los segmentos se posicionan casi en su totalidad fuera de la zona de confort. En los dormitorios, uno hacia el este y otro al oeste, las mediciones dieron resultados muy similares. Los segmentos se aproximan hacia la zona de confort siendo los meses de marzo y septiembre los de mayor acercamiento.

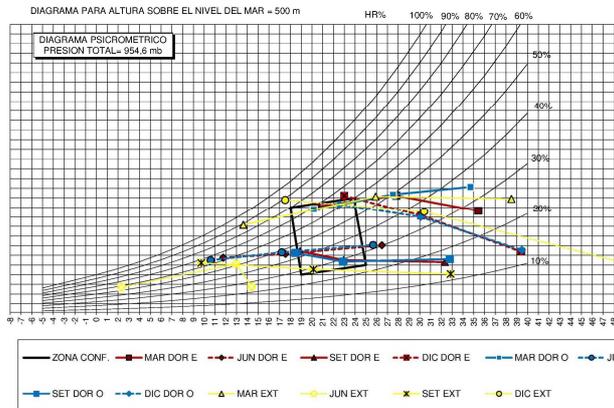


Figura 17: Diagrama psicrométrico planta alta Septiembre 2011 – Junio 2012

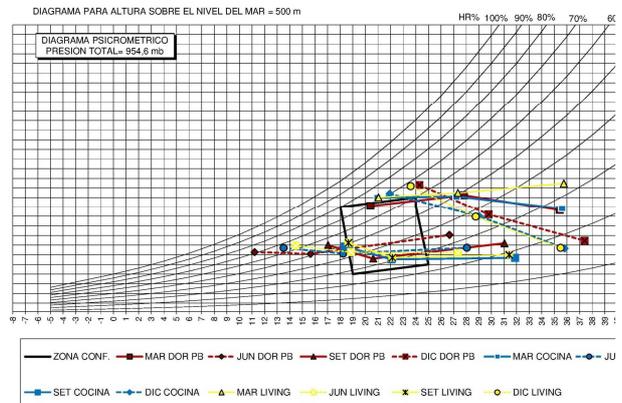


Figura 18: Diagrama psicrométrico planta baja Septiembre 2011 – Junio 2012

En planta baja, los locales con orientación al norte, hacia el este el living-comedor y hacia el oeste la cocina, los valores de las mediciones son similares, los segmentos se aproximan aún más a la zona de confort y se reduce la temperatura en el mes de diciembre y se aumenta la de junio en relación a las de los dormitorios de la planta alta. En el dormitorio, con orientación al sur se puede apreciar que las temperaturas y humedades mínimas y medias de junio y septiembre no se aproximan a la zona de confort, mientras que las de marzo y diciembre son las máximas (temp. y hum.) las más alejadas.

En la Figura 19, se detalla el registro del consumo energético durante un año desde el mes de Junio del 2011, datos proporcionados por EDELAR S.A. El consumo de energía diaria correspondió al uso de artefactos de iluminación, heladera, lavarropas automático, ventilador en los dormitorios, TV y un equipo de música. El mes de mayo es el que registra el menor consumo energético, con 170 kWh, mientras que el mes de mayor consumo fue el mes de Junio de 2012 con un consumo de 423 kWh, en este mes se agregó un calefactor eléctrico, El consumo total de energía durante todo el año fue de 3298 kWh.

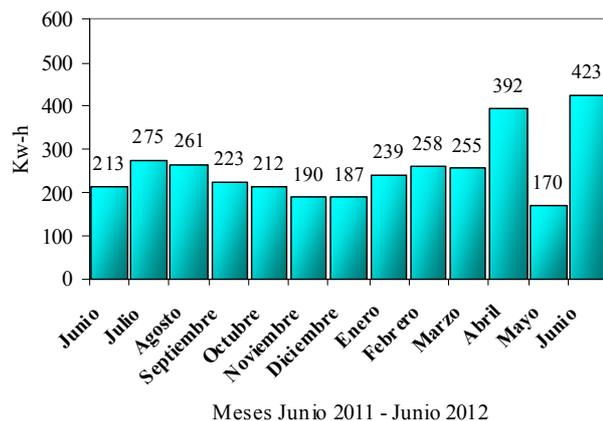
CONCLUSIONES

El trabajo permitió analizar el comportamiento higrotérmico y las condiciones de confort durante un año de una vivienda de interés social lo que nos permitió cuantificar sus los valores higrotérmicos tomando como referencia los parámetros de confort entre 18 y 25 °C para la temperatura, y entre 30 y 60 % para la humedad relativa

La respuesta de la envolvente vinculada esencialmente a sus propiedades térmicas, el diseño y manejo de la ganancia solar y las pérdidas por aberturas parecen ser las variables constructivas condicionantes de las condiciones de confort en esta tipología de vivienda social evaluada.

Estos datos permitirán evaluar con mayor certidumbre el mejoramiento de las condiciones de vida de los usuarios de viviendas sociales a través de diseños y tecnologías adecuadas, buscando alternativas constructivas que reduzcan el uso de materiales de alta conductividad térmica, incorporando elementos aislantes en las envolventes del edificio, teniendo en cuenta el costo de los mismos.

El diseño de la vivienda, permite acercar los segmentos a la zona de confort favoreciendo el acondicionamiento natural de los locales, sin embargo no se generan óptimas condiciones y es necesaria la inclusión de sistemas adicionales que permitan lograr el confort higrotérmico interior.



Meses Junio 2011 - Junio 2012

Figura 19: Consumo de energía eléctrica durante el año de medición

REFERENCIAS

- Diaz, C.; Corredera C. y Czajkowski J. (2005). Resultados de Mediciones de Confort Higrotérmico en Viviendas de Interés Social en Tierra del Fuego. Campaña de Verano. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 9, 05.79-05.84.
- Filippín C., Marek, L. (2004). Monitoreo Higrotérmico, Energético y Socio Ambiental de una Escuela Solar en La Provincia de La Pampa. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 8, N° 1, 05.109-05.114.
- Grossi Gallegos H., Righini R. (2007) Atlas de Energía Solar de la República Argentina. Secyt IRAM 11603 (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Instituto de Normalización y Certificación. Argentina
- Liu Junjie, Zhang Tengfei, Zhai Zhiqiang (2010). Considering building energy from environmental perspective Energy and Buildings 42.
- Ratti C., Raydan D., Steemers K. (2005). Energy consumption and urban texture. Energy and Buildings 37, 762-776
- Servicio Meteorológico Nacional (smn). 2011 - 2012

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Grupo de Energías Renovables de la Universidad de Catamarca (GERCa) por el préstamo del instrumental utilizado para realizar las mediciones del presente trabajo.

ABSTRACT: We present the results of hygrothermal behavior of a home built thirty years ago through a strategic development plan for urban housing, as bioclimatic architecture practice at that time, in the City of La Rioja - Argentina, measurements temperature and humidity, were held for a year from July 2011 to July 2012. The house with a floor area of 72.10 m², consists of two floors is located west of the city as residential use. Values recorded temperatures inside reached maximum of 40 °C in summer and minimum of 11 °C in winter, and relative humidity between 12 and 82%. The objective is to know the hygrothermal behavior regarding comfort parameters, to be used as a reference for future research projects hygrothermal conditions in social housing in the province. The results show that with the various conditions of rigorous outdoor temperatures, the responses of their envelope design is not sufficient to achieve thermal comfort ranges established, requiring a greater demand for conditioning auxiliary power

Keywords: Hygrothermal performance, social housing, La Rioja.