

## COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO EN INVIERNO DE UN MÓDULO DE CABAÑAS CONSTRUIDAS CON ADOBE EN CATAMARCA<sup>1</sup>

V. García<sup>1</sup>, A. Medina<sup>2</sup>, N. Rodríguez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca  
M. Quiroga N° 93, 4700 – Catamarca, Argentina. [vogarcia958@hotmail.com](mailto:vogarcia958@hotmail.com)  
Tel 54 3833 435955 int 119; 54 3833 15575701

<sup>2</sup>Dpto Académico Cs. y Tecnologías Aplicadas- Universidad Nac. de La Rioja

<sup>3</sup>Fac. Cs. Exactas y Nat. Universidad Nacional de Catamarca

*Recibido 17/08/14, aceptado 28/09/14*

**Resumen:** El trabajo muestra los resultados del comportamiento higrotérmico de un módulo de una cabaña construida con adobe, monitoreada durante quince días en el mes de julio de 2014. Se localiza a 3,5 km del centro de la Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, su uso es de alojamiento a turistas. Esta conformada por, cocina estar - comedor, dormitorio, cocina y baño que totalizan una superficie de 51,75 m<sup>2</sup>. El objetivo principal es conocer el comportamiento higrotérmico en relación a parámetros de confort. En este sentido se monitorearon y analizaron dos situaciones 1) ocupada, 2) desocupada. Los resultados logrados fueron adecuados a las condiciones de confort propuesta para el uso como complejo turístico.

**PALABRAS CLAVES:** Comportamiento higrotérmico, cabañas, adobe, confort térmico

### INTRODUCCION

El actual modelo energético, basado en generar energía a cualquier precio para satisfacer una demanda creciente, es insostenible para cualquier sociedad. La preocupación por preservar el ambiente y aumentar el grado de autoabastecimiento energético ha llevado a los países a orientar sus políticas energéticas hacia una reducción del consumo de energía, incentivando el ahorro y su eficiencia.

Las mejoras en eficiencia energética incluyen todos los cambios que conllevan una reducción de la cantidad de energía para un mismo nivel de actividad, teniendo en cuenta que la satisfacción de los requerimientos de la sociedad actual de llevar asociado el menor costo económico, energético y ambiental posible para el territorio. Esto hace que el concepto de eficiencia energética, además de un carácter tecnológico, tenga también un marcado carácter social y económico, abarcando el funcionamiento del sistema energético y el proceso de desarrollo de las regiones.

Hoy de nuevo, tierra, barro, y adobe, son de gran valor en la construcción. Con estos materiales naturales es posible hacer hermosas casas que contribuyen al cuidado del ambiente, gracias a ellos aprovechamos lo que tenemos al alcance de la mano, la tierra del suelo.

Entre las variantes ecológicas de la arquitectura actual, los proyectos de casas de tierra, barro, y de adobe, evolucionan en proyectos modernos como si fueran conceptos nuevos para la construcción. Esto se ve con diseños modernos, e incluso en los estilos arquitectónicos propios de nuestros días.

La construcción con barro y la casa de tierra cruda, tienen varias ventajas entre ellas el comportamiento térmico del material resulta excelente, conduce poco el calor y actúa como una atenuación térmica.

El aislamiento acústico del adobe y la tierra es de un nivel destacable, los muros de barro son gruesos y su densidad semejante a la del hormigón armado. Con superficies internas rugosas se logra una dispersión del sonido y por lo tanto una atenuación del mismo. La tierra además tiene otra ventaja, aísla de las radiaciones electromagnéticas de alta frecuencia. Minke, G, 2001

El material (tierra, barro o adobe) tiene una gran resistencia al fuego, esto significa que durante 180 minutos un muro de 0,30 m de grosor no se prende fuego. Es además, resiste muy bien los impactos.

Es un material económico y ecológico, la tierra cruda se suele extraer del lugar donde se levantará la construcción y se transforma en material útil (el adobe) casi sin energía adicional.

Este material natural intercambia humedad con el exterior y mantiene el clima interior en niveles húmedos aceptables y saludables.

---

<sup>1</sup> Financiado por SPU – Línea Gral. Mosconi

La tierra puede usarse cruda apisonada. El barro se convierte en masa de barro al sumar arena a la tierra arcillosa húmeda, y adobe en algunas construcciones se suele agregar paja.

El adobe moldeando con forma de bloque o ladrillo se pone a secar al sol, así resulta un elemento útil para la construcción de muros. El empleo de estos materiales es promovido en el presente gracias a conceptos de sustentabilidad, (Minke, G. 2001)

Los diseños arquitectónicos modernos y contemporáneos, despiertan aceptación. Este material natural es muy significativo para muchas personas, además de representar un cambio de mentalidad en pro de la ecología.

En este trabajo se presenta las mediciones de temperatura y humedad, realizadas en una cabaña construida con adobe con fines turísticos en la Ciudad de Catamarca, con el objetivo de tener una primera aproximación del comportamiento higrotérmico relacionada con las condiciones de habitabilidad y de confort de las mismas..

## UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA CABAÑA

La cabaña evaluada se encuentra ubicada en un complejo de 4000 m<sup>2</sup>, que consta de 8 cabañas construidas en materiales tradicionales de la zona, totalmente cerrado y parqueizado, se encuentra situado a 3,5 km del centro de la capital de Catamarca. El edificio está en uso y amueblado, su utilización principal es con fines turístico, con un amplio parque, salón para eventos y pileta de natación.

El predio se ubica en la zona bioambiental II subzona Ila, de la República Argentina según Normas IRAM, en la posición geográfica se ubica en las coordenadas 28°28'40 latitud Sur y 65°48'17 longitud Oeste, 500 msn. Catamarca cuenta con un clima árido de sierras y bolsón, en donde las lluvias son pocas con un promedio de 458 mm y están concentradas en los meses más calurosos. Posee un clima semiárido cálido. El aire es seco y caracterizado por la frecuente ocurrencia del viento noreste, cuya máxima intensidad se registra entre los meses de octubre y noviembre. Los veranos son secos y cálidos y los inviernos templados. La temperatura media anual es de 21 °C con un máximo promedio de 34 °C en verano y una mínima promedio de 4 °C en invierno

En la figura 1, se muestra un mapa satelital de la ubicación del predio y la cabaña seleccionada.



Figura 1: Foto satelital de la ubicación del predio de las cabañas

Las cabañas fueron construidas en el sector norte de la propiedad, con su fachada principal orientada hacia el Sur frente al sector parqueizado, la planta de las mismas están alineadas una a continuación de la otra. En las figura 2 y 3 se muestra el frente y el interior de las cabañas.

## CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

La cabaña tiene un superficie de 103 m<sup>2</sup>, que se divide en dos módulos, uno de ellos, (el de la derecha) seleccionado para la evaluación tiene un superficie cubierta de 51,75 m<sup>2</sup> y consta de los siguientes ambientes un dormitorio de 10 m<sup>2</sup>, un estar - comedor de 10 m<sup>2</sup>, una cocina de 3,25 m<sup>2</sup>, un baño de 3,02 m<sup>2</sup> y un pasillo de 3,73 m<sup>2</sup>. Los muros internos y externos de esta construcción son de adobe realizados con el sistema de moldeo directo con un espesor de promedio de 0,30 m. Estos muros están apoyados en una viga de ladrillos comunes de 0,3 m x 0,30 m, mortero y encadenado de hierro para lograr una aislación hidrófuga para evitar que la humedad respecto al terreno suba por capilaridad. En la parte exterior, solamente por una cuestión de cambiar su fachada se le añadió alrededor de la cabaña un muro de piedra de 1,0 m de alto por 0,45 m de espesor, figura 2, (Negro J.). El contrapiso también es de mortero con cascote molido de construcciones recicladas, la viga y el contrapiso están basados en un cemento corrido, figura 4. El techo de la cabaña es a dos aguas, no posee aislación térmica, tiene una altura máxima de 3,75 m, todos los ambientes interiores cuentan con un cielo raso de machinbre lustrado montado a los 2,5 m, sobre una estructura portante de tirante de madera, la parte exterior se cubrió con chapas de zinc prepintada para evitar las infiltraciones de agua por capilaridad en las uniones de las tablas, figura 5. Tiene cuatro puertas de madera las dos que comunican con el exterior de 2,0m x 0,90 m, la del dormitorio 2,0 m x 0,80 m, y la del baño 2,0 m x 0,70 m, dos ventanas de madera con vidrio simple repartido cada una con celosía en los ambientes principales de 1.2 m x 1.5 m (estar – comedor), y 1,2 m x 1,0 m (dormitorio) y un ventiluz en el baño de 0,60

m x 0,40 m. El ingreso de la luz natural se realiza a través de seis paneles de vidrio de 0,15 m x 0,15 m empotrados directamente en los muros laterales, estos tienen un buen comportamiento térmico y beneficia el ingreso de iluminación natural. Una vereda de 0,6 m rodea toda la construcción



Figura 2: Foto del frente de las cabañas.



Figura 3: Foto del interior de la cabaña – dormitorio.

La iluminación artificial está dada por lámparas de bajo consumo y lámparas de LEDs. En la cocina existe Heladera con freezer, microondas, cafetera eléctrica, cocina eléctrica, juguera, licuadora. También cuenta con dos aire acondicionado (dormitorio, comedor) y un TV LCD HD 32' para la comodidad de los ocupantes.

El agua caliente es suministrada por la combinación de calefones eléctricos y dos colectores solares tipo “chino”

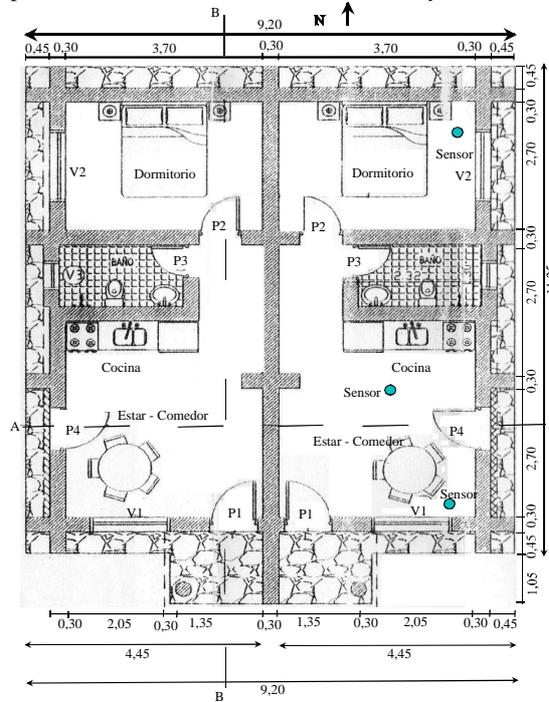


Figura 4: Planta de la cabaña

## MATERIALES Y METODO

La evaluación del comportamiento de la edificación fue realizada con el registro continuo de la temperatura y la humedad durante 15 días del mes de julio, como así también evaluar a los ambientes mientras estaban ocupados por turistas en las vacaciones de invierno para tener un panorama del funcionamiento del edificio en los toques máximos de temperatura y humedad y también cuando se encontraba desocupada.

Las mediciones in situ de temperatura y humedad relativa en el interior y exterior de la cabaña se registraban cada 15 minutos. Se utilizaron sensores de adquisición de datos HOBO U 12 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 distribuidos en el dormitorio y estar – comedor, (figura 4). Estuvieron alejados de la influencia de los elementos constructivos con masa corrientes de aire ni a la radiación solar directa o alguna otra fuente de calor.. Para el procesamiento de los datos se utilizaron los programas “HOBOWarePro” y “Excel. Los valores correspondientes a la radiación diaria fueron obtenidos por una estación meteorológica DAVIS.

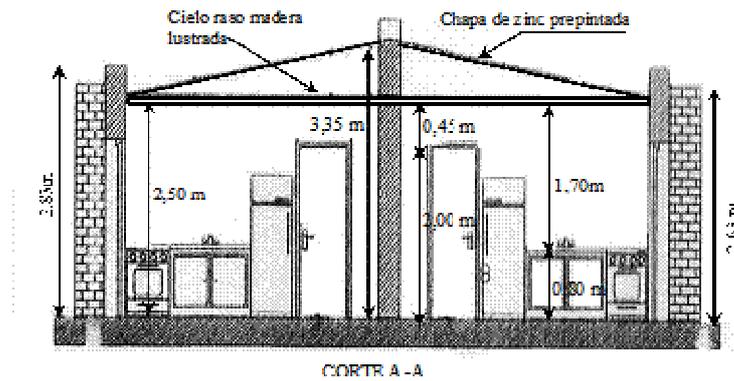


Figura 5: Corte de la cabaña

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Las condiciones de comodidad térmica dependerán de los factores del usuario: tipo de actividad, vestido, aclimatación, etc., teniendo en cuenta además que son turistas que permanecen pocos días en las mismas, resultando algo ingenuo fijar valores o límites estrictos para la comodidad, aunque se haya hecho así muchas veces. En general, hay que hablar de temperaturas del aire entre 15 y casi 30 °C, con humedades entre el 40 y el 80% de la de saturación para cada temperatura. (Serra, 1999).

Para analizar las temperaturas registradas, hemos definido para la ciudad de Catamarca, de acuerdo a sus características climáticas, los parámetros de confort entre los 18 - 25 °C y 30 a 60 % de humedad relativa.

### PERIODO DEL 9 AL 13 DE JULIO.

En la figura 6, se muestran los resultados de las mediciones de radiación de 600 a 665 W/m<sup>2</sup> con días claros y temperaturas que varían de 9,2 °C y 23 °C con una media de 15 °C.

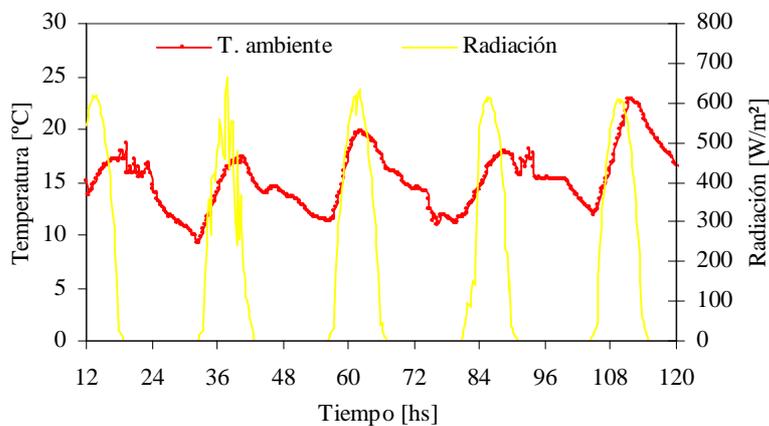


Figura 6: Radiación y temperatura ambiente exterior del 09 al 13 de Julio

En este periodo las cabañas ocupadas presentaron el comportamiento térmico que se muestran en la figura 7 y tabla 1.

En el estar – comedor, el 100% de las mediciones registradas se encuentran dentro de de los parámetros de confort (18 – 25°C). Se observa que el valor de temperatura mínima fue 20 °C, una temperatura máxima de 30 °C.

En el dormitorio se puede observar que si bien las temperaturas alcanzadas medidas están dentro del área de confort con valores mínimos de 20 °C, durante la noche los ocupantes encendían el sistema de aire acondicionado alcanzando valores de hasta 30 °C, superando la línea máxima de confort térmico.

Observamos que el gradiente térmico exterior está muy bien atenuado por el edificio en el interior, también se aprecia el desfase de los máximos y mínimos exteriores con los interiores debiéndose esto a la inercia térmica de los muros.

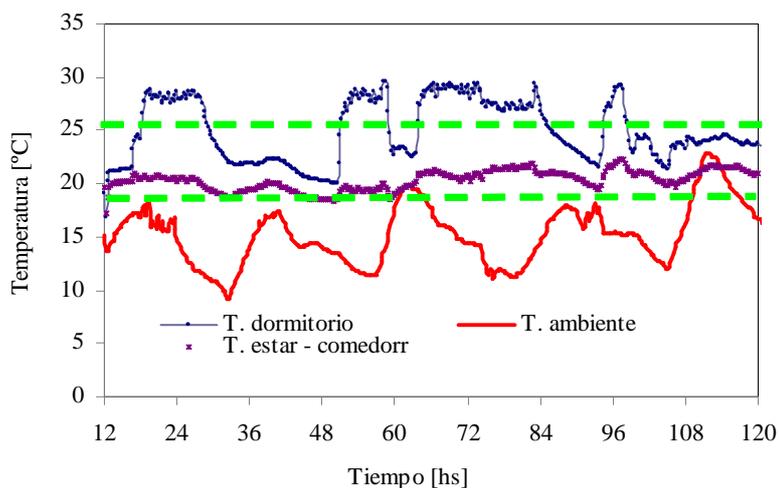


Figura 7: Comportamiento térmico del estar - comedor y dormitorio

Locales	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Media (°C)	Amplitud térmica (°C)
Dormitorio	20	30	25	10
Estar - comedor	18	22	20	2

Tabla N° 1: Comportamiento térmico de cada local de la cabaña.

En lo que respecta a la humedad relativa durante los días que se realizó el monitoreo los valores promedio en estos locales se encuentran en la zona confort de humedad, con humedades relativas medias 42 y 52 %, para el dormitorio y el estar comedor respectivamente.

En el dormitorio, ubicado en el norte de la cabaña, las mediciones registradas de humedad relativa mínima fueron en el tercer día con un valor de 25%. Mientras que el estar – comedor la humedad relativa máxima estuvo en los últimos días de este periodo por arriba de la zona de confort prefijada con un valor del 70 %. Figura 8.

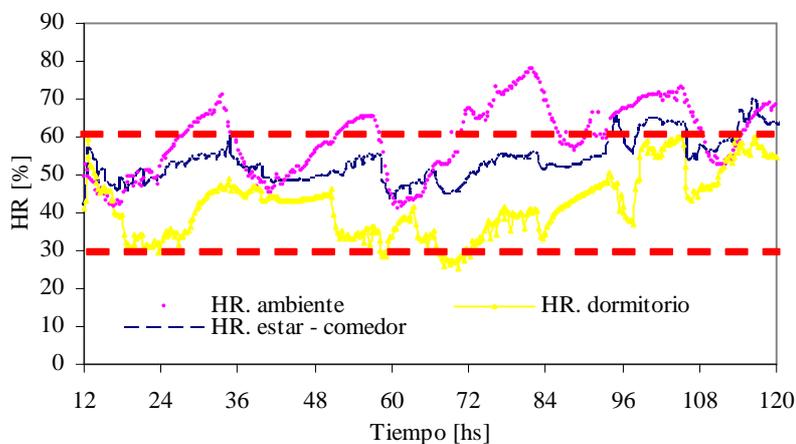


Figura 8: Humedad relativa en el interior del estar - comedor y dormitorio

En la tabla 2 se muestran los valores resumidos de las humedades relativas para los dos locales que han sido monitoreados.

Locales	Mínima (%)	Máxima (%)	Media (%)	Amplitud (%)
Dormitorio	25	60	42	35
Estar - comedor	46	70	53	26

Tabla N° 2: Comportamiento de la humedad relativa en cada local de la cabaña.

**PERIODO DEL 18 AL 23 DE JULIO.**

En la figura 9, se muestran los resultados de las mediciones de radiación con valores comprendidos entre los 621 y los 625 W/m<sup>2</sup> con días claros y similares. Las temperaturas que varían de 5,49 °C y los 22 °C con una media de 16 °C.

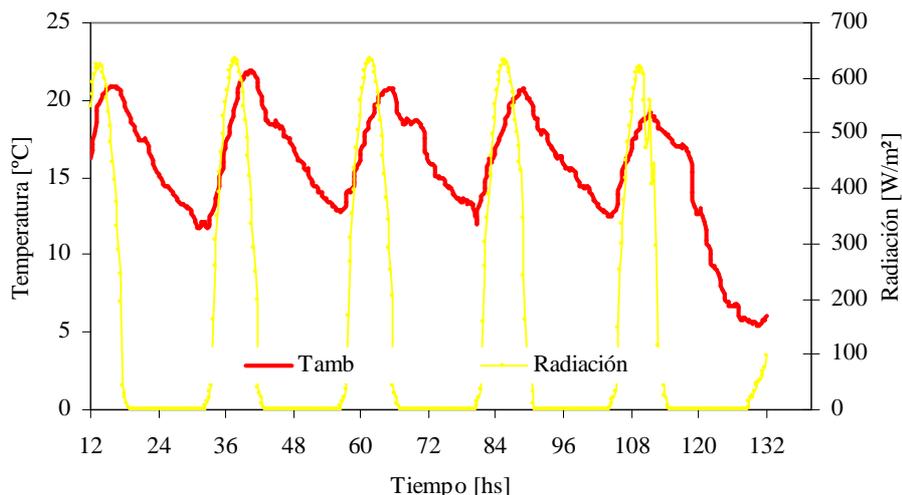


Figura 9: Radiación y temperatura ambiente exterior del 18 al 23 de Julio

En la figura 10 y tabla 3, se observa el comportamiento térmico de los locales de la cabaña durante este periodo.

En la estar - comedor las mediciones registradas de temperatura media diaria están dentro de los parámetros de confort (18-25 °C). El 100% de las mediciones registradas de temperatura mínima diaria y la temperatura máxima diaria están por dentro del área de bienestar, con excepción del último día que se registro la temperatura más baja de medición (5,49 °C). Se observa además que no he hizo uso de los sistemas de acondicionamiento en ninguno de los locales.

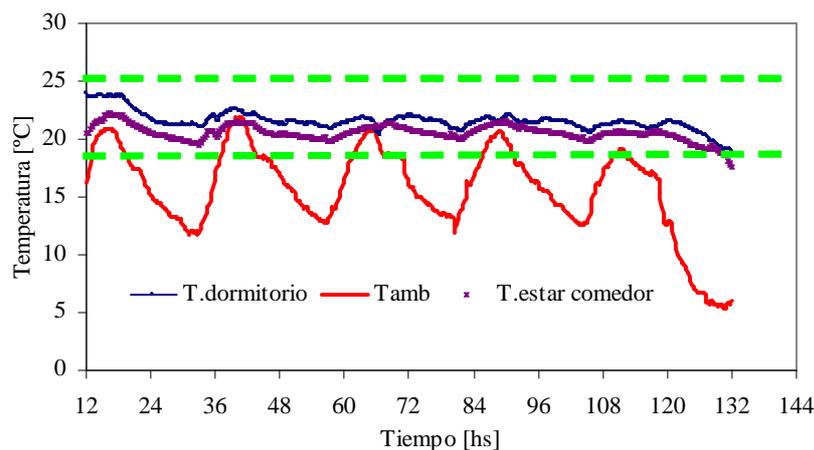


Figura 10: Comportamiento térmico del estar - comedor y dormitorio

Locales	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Media (°C)	Amplitud térmica (°C)
Dormitorio	19	24	22	5
Estar - comedor	18	22	21	4

Tabla N° 3: Comportamiento térmico de cada local de la cabaña.

La humedad relativa durante los días que se realizó el monitoreo en este periodo se muestra en la figura N° 11, los valores promedios en estos locales se encuentran en la zona confort de humedad, con humedades relativas medias 38 y 47 %, para el dormitorio y el estar comedor respectivamente.

En el dormitorio, ubicado en el norte de la cabaña, las mediciones registradas de humedad relativa mínima estuvieron dentro del rango de confort propuesto, mientras que las humedades relativas máximas durante el periodo monitoreado se encuentran por arriba de los 60%.

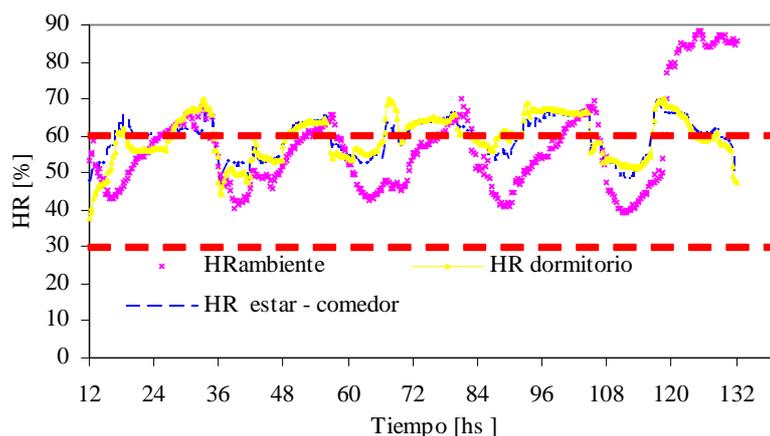


Figura N° 11: Humedad relativa en el interior del estar - comedor y dormitorio

En la tabla N° 4 se muestran los valores resumidos de las humedades relativas para los dos locales que han sido monitoreados.

Locales	Mínima (%)	Máxima (%)	Media (%)	Amplitud (%)
Dormitorio	38	68	59	30
Estar - comedor	47	68	47	21

Tabla N° 4: Comportamiento de la humedad relativa en cada local de la cabaña.

## CONCLUSIONES

El trabajo permitió analizar el comportamiento higrotérmico y las condiciones de confort durante un periodo de invernada de una cabaña con fines turístico construida con adobe. Nos permitió cuantificar sus 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.

Si bien la humedad relativa fue alta, en el segundo periodo, no superó el 70% que es el máximo considerable por la Organización Mundial de la Salud para que un ambiente adquiera el Síndrome del Edificio Enfermo (SEE).

El comportamiento de la edificación en invierno es muy bueno dado la atenuación de la temperatura exterior, ya sea por la orientación de la construcción, la composición de su envolvente, que por su inercia basta para mantener la temperatura confortable para su habitabilidad.

En general se puede determinar que el funcionamiento totalmente pasivo del edificio es muy bueno. Del análisis se obtiene sólo muy pocos días de los monitoreados, la temperatura y la humedad interior superó por unas pocas horas a la de confort.

Como plan de trabajo a futuro se propone realizar un monitoreo durante todo un año, determinar el balance energético, la simulación de la cabaña seleccionada.

## REFERENCIAS

- Díaz, 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.
- Grossi Gallegos H., Righini R. (2007) Atlas de Energía Solar de la República Argentina. Secyt Instituto de Normalización y Certificación. Argentina
- IRAM 11603 (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.
- Mínke, G.: Manual de construcción con tierra, Montevideo, Uruguay, 2001
- Negro J. Consulta al propietario de las Cabañas.
- Serra, R (2000) Arquitectura y climas. Editorial Gustavo Gili. ISBN: 84 – 252 – 1767 – 9. pp. 13 -22.

## ABSTRACT

The paper presents the results of the hygrothermal behavior of a module of a cabin built with adobe, monitored for two weeks in July 2014. It is located 3.5 km from the center of the City of San Fernando Valley Catamarca, its use is accommodation to tourists. This consists of, kitchen room - dining room, bedroom, kitchen and bathroom with a total

area of 51.75 m<sup>2</sup>. The main objective is to know the hygrothermal behavior in relation to comfort parameters. In this sense they were monitored and analyzed two situations 1) busy, 2) unoccupied. The results achieved were adequate to comfort conditions proposed for use as a tourist resort.

**KEYWORDS:** Hygrothermal performance, cabins, adobe, thermal comfort

#### **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 y al propietario de las Cabañas Samay, Sr. Mauro Javier Negro