

VOLVER AL ÍNDICE

## ESTRATEGIAS PARA LA EFICIENCIA TERMO- ENERGÉTICA EN UN CENTRO PRIMARIO DE SALUD EN TAFÍ DEL VALLE, TUCUMÁN

*Amalita Fernández (amalitaf93@gmail.com); Beatriz Garzón (bsgarzon@hotmail.com)*

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Arg.

Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de de Arquitectura y Urbanismo (UNT-FAU) - Arg.

**Palabras clave:** Adecuación bioclimática. Re- diseño. Etiquetado energético.

*El presente trabajo tiene como objeto estudiar el rediseño arquitectónico para la adecuación térmico- energética de un centro de atención primaria de salud en Tafí del Valle, Tucumán, Argentina; con el propósito de contribuir a mejorar las condiciones de confort de los usuarios, a través del empleo racional de la energía convencional.*

*Se utilizó una combinación metodológica, a través de los métodos: estudio de caso, descriptivo, analítico, deductivo y correlacional. El trabajo plantea el análisis y mejoramiento térmico-energético de un prototipo de CAPS (Centro de Atención Primaria de Salud) en la localidad de Tafí del Valle, Tucumán, Argentina y su verificación según normas, con el objeto de alcanzar su adecuación bioclimática mediante disposiciones y soluciones arquitectónicas para contribuir a mejorar las condiciones de confort y salubridad de sus usuarios y alcanzar el uso racional de la energía. Las etapas realizadas son: 1) Identificación y caracterización del área de trabajo; 2) Determinación de estrategias y pautas bioambientales; 3) Análisis del prototipo: características tecnológicas y termofísicas de la envolvente y disposición arquitectónica; 4) Propuesta de rediseño para su ajuste bioclimático; 5) Etiquetado de eficiencia energética.*

### 1. INTRODUCCIÓN

Si se parte de la premisa que la arquitectura es un trabajo social, se debe enfatizar la tendencia bioclimática, pues sus espacios van dirigidos:

- Al mejoramiento de la calidad de vida de las personas desde el punto de vista del confort higrotérmico.
- A la integración del objeto arquitectónico a su contexto.
- Al incidir en la reducción de demanda de energía convencional y al aprovechamiento de fuentes energéticas alternativas, como resultado del concepto ecológico que enmarca esta tendencia (Garzón, 2007).

La energía utilizada en edificios representa una importante proporción del total a nivel regional, nacional y local. Se estima que entre 35 y 40 % de todos los recursos energéticos primarios utilizados en Argentina se destinan al acondicionamiento del hábitat construido. La aplicación de estrategias bioclimáticas puede contribuir muy positiva y eficazmente a la creciente crisis energética y ambiental. Con mejor diseño, los edificios pueden lograr mejores condiciones de confort con menor demanda de energía y reducidas emisiones de gases de efecto invernadero (Evans, 2005).

Los edificios destinados a establecimientos de salud están entre los que requieren mayor uso de energía para funcionar (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2012). En la

Argentina las “Normas de Organización y Funcionamiento” del Programa Nacional de Garantía de Calidad de la Atención Médica (2004), demandan altos grados de climatización, esterilización y control; esta necesidad de mantener altos estándares ambientales,

contribuye a la alta demanda energética. Implementar medidas de eficiencia energética generaría importantísimos ahorros que permitirían reorientar recursos a la atención clínica.

En la provincia de Tucumán hay 324 establecimientos para la salud provinciales administrados por el Sistema Provincial de Salud (Si.Pro.Sa.), de los cuales 298 son centros sanitarios de atención primaria de salud. Se encuentran distribuidos geográficamente en función del número de habitantes, estos son: policlínicas, CAPS y postas sanitarias (términos empleados por los funcionarios, pero no asentados en ninguna ley). El área de Recursos Físicos del Si.Pro.Sa. es la encargada de remodelación, mantenimiento y construcción de obra nueva. Se rigen por los decretos expuestos en las "Normas de Organización y funcionamiento" del Programa Nacional de Garantía de Calidad de la Atención Médica; los cuales contemplan exigencias mínimas de equipamientos y superficies, como así también tipo de tratamiento de las superficies y tipo de materiales (por cuestiones de higiene), tipo de instalaciones y lo único que se menciona referido al confort es la temperatura que deben alcanzar los equipos de aire acondicionado para locales específicos (neonatología, quirófanos, unidad de terapia intensiva, etc.).

El futuro nos presenta la necesidad de enfrentar la transformación de los establecimientos para la salud, adecuándolos a los cambios en la cultura y a nuevos paradigmas en la arquitectura, los cuales no son solamente científicos, sino también humanos. A través del diseño se puede mejorar la calidad de vida e incluso la dignidad al momento de la enfermedad, es responsabilidad ética de los arquitectos contribuir con la construcción de un hábitat seguro, que dignifique al ser humano, especialmente cuando se encuentra en un centro asistencial, sea paciente, familiar o personal médico y de servicio (Cerdés de Bello, 2011).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Estudiar el rediseño arquitectónico para la adecuación térmico- energética de una centro de atención primario de salud en Tafí del Valle, Tucumán, Argentina.

### **2.2. Objetivos secundarios**

- Analizar la disposición y la envolvente arquitectónica de un prototipo de Centro de Atención Primario de Salud (C.A.P.S.), en Tafí del Valle, Tucumán, Argentina.
- Proponer una alternativa de rediseño arquitectónico- bioclimático del prototipo.
- Evaluar térmica y energéticamente los prototipos, realizando etiquetado de eficiencia energética, y comparando con los valores normados.

## **3. METODOLOGÍA**

La metodología utilizada en el siguiente trabajo tiene en cuenta las siguientes etapas. Primero, se definen las condicionantes geográficas y climáticas de la localidad en estudio. Luego se determinan las estrategias generales y seleccionan las pautas particulares, para la zona bioambiental donde se ubica la localidad del centro de salud en análisis, según Norma IRAM 11603:1996 "Clasificación Bioambiental de la República Argentina". Se realiza un análisis arquitectónico y tecnológico del prototipo estatal en su estado actual y desde su condición, se proyecta una propuesta de rediseño para su ajuste bioclimático. Luego se calculan los valores de transmitancia térmica para muros y techos en la condición verano del prototipo original y se lo compara con la Norma IRAM 11605:1996 de "Valores máximos de transmitancia térmica"; así se propone ajustes para los cerramientos de techos y muros en la composición y disposición de los materiales hasta lograr disminuir el valor de "K" para su mejora o verificar con el mínimo admisible. Por último se completa la evaluación térmico-energética con el etiquetado de ambas situaciones con el procedimiento indicado en la

Norma IRAM 11900:2010 de “Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios”(Giuliano,G. Garzón, B. 2016).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Identificación y caracterización del área de trabajo

El C.A.P.S. Costa I se encuentra ubicado en el área céntrica de la Ciudad de Tafí del Valle, departamento Tafí del Valle, al oeste de la Provincia de Tucumán. La distancia que media entre Tafí del Valle y la ciudad de San Miguel de Tucumán es de 106 Km., con 35 Km. De camino de montaña y un tiempo de viaje de aproximadamente 2 hs. La ruta que une ambas localidades es la ruta Prov. No 307, que se une con la Ruta Nac. No 38.

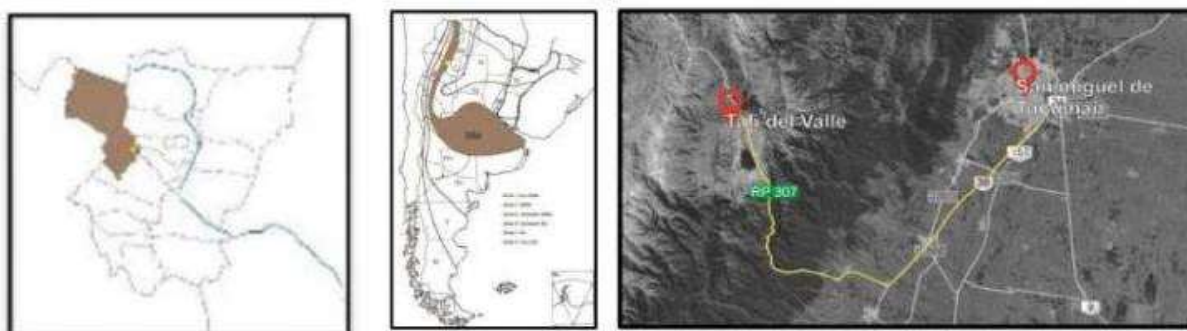


Figura 1: Ubicación, zona bioclimática y accesibilidad.

La localidad se encuentra en la zona bioambiental III templado cálido, subzona a amplitud térmica superior a 14°C (Norma IRAM 11.603-2012).

Tabla 1. Datos geográficos.

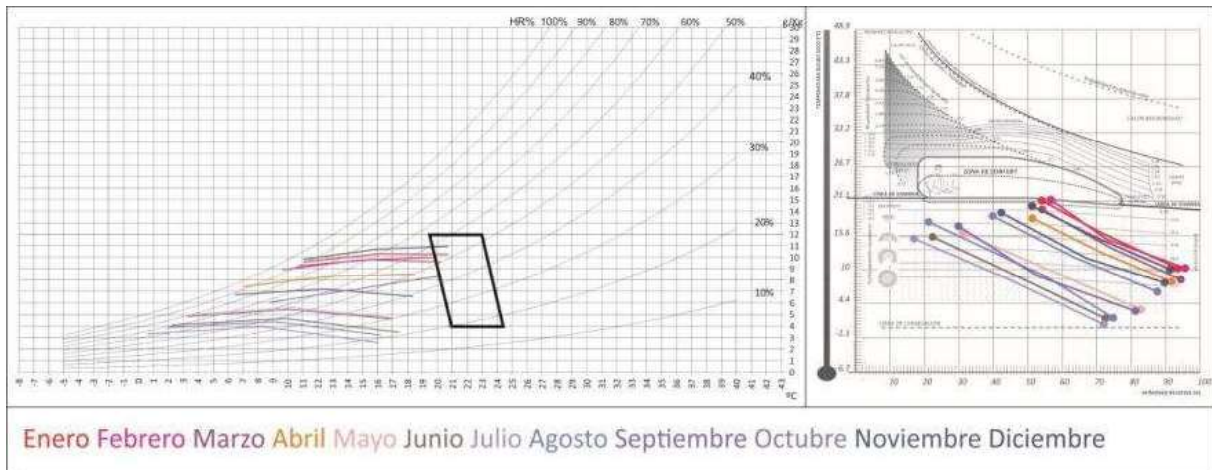
ZONA BIOAMBIENTAL	ÁREA GEOGRÁFICA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
Zona IIIa: templado cálido- amplitud térmica >14°C	Ciudad Tafí del Valle- Depto. De Tafí del Valle.	26°51'21"S	65°40'22"O	2130m.s.n.m

Tabla 2. Datos climáticos.

VERANO (Diciembre, Enero y Febrero)			INVIERNO (Junio, Julio y Agosto)		
T. Mín. Med. HR mín	T. Med. HR med	T. Máx. Med. HR min	T. Mín. Med. HR mín	T. Med. HR med	T. Máx. Med. HR min
10.69°C 93%	15.50°C 74%	20.3°C 54%	1.3°C 73.94%	8.81°C 47.38%	16.31°C 20.85%

### 4.2. Determinación de estrategias y pautas bioambientales

Para determinar las Estrategias Bioambientales, se utilizó el diagrama “Psicrométrico” y de “Olgay” (figura 2). A partir de los datos climáticos medios máximos, medios mínimos y medios para invierno y verano en la localidad en análisis: valores de temperatura y humedad relativa, de valores medios máximos, medios mínimos y medios medios, se trazaron segmentos sobre dichos diagramas. De las metodologías empleadas, se obtuvieron y consideraron aquellas con mayores porcentajes en relación a su alejamiento de la zona de confort.



**Figura 2.** Diagramas Psicométrico y de Olgay.

Del *diagrama Psicométrico* se obtuvo que la zona de confort corresponde solo al 1.48% anual y del de Olgay a un 0.75%, lo que demuestra una amplia zona de desconfort durante la mayor parte del año, siendo necesario adoptar estrategias generales y pautas particulares de diseño, que permitan brindar el máximo de confort interno con mínimo costo de energías convencionales.

Se determinó que la principal estrategia a tener en cuenta es la de calefacción solar pasiva, con un 98,52% en el diagrama psicométrico y un 99.25% en el diagrama de Olgay; el diseño del edificio debe favorecer a la captación, acumulación y distribución del calor. A partir de la estrategia determinada, se consideran las siguientes pautas bioambientales: “ganancia directa por ventanas” y de “protección de aberturas” para controlar las pérdidas de calor durante la noche.

### 4.3. Análisis del prototipo

#### 4.3.1. Disposición arquitectónica

El edificio se implanta en el terreno, con una inclinación de 45° con respecto al norte. Se encuentra adosado a la medianera noroeste, siendo las caras noreste, sudeste y sudoeste. Presenta una distribución de los locales en torno a un eje quebrado, la estructura es compacta, presenta pocas aberturas en los locales principales y de reducidas dimensiones.

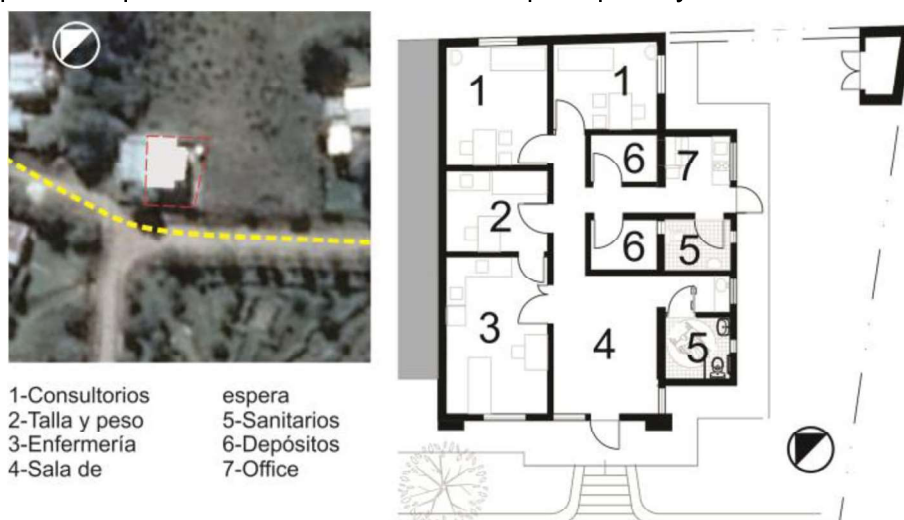


Figura 3. Vista de techos y planta.



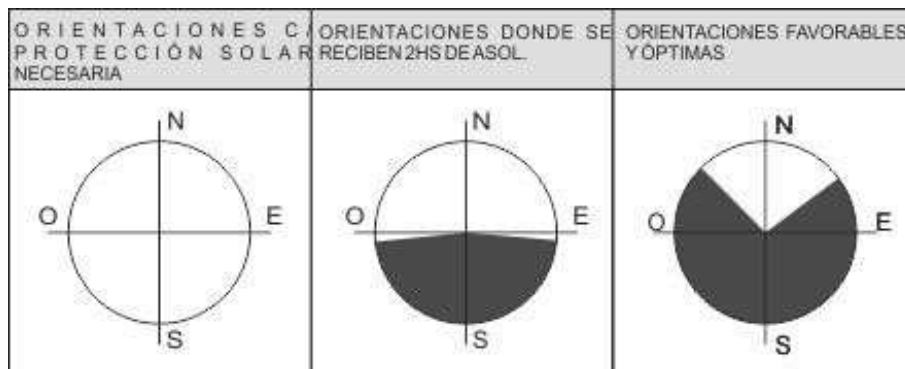


Figura 4. Orientaciones para zona bioambiental III según IRAM 11603.

En cuanto a las orientaciones, solo hay un local con orientación y abertura hacia dicha orientación “favorable”, NE, según IRAM 11.603; mientras que la mayoría de los locales se orienta hacia zonas menos favorables.

Ya que la estrategia a tener en cuenta es “calefacción solar pasiva”, se analiza al edificio en invierno, en el mes de junio, ya que es el período del año donde hay menos horas de sol y las temperaturas las más bajas, por lo cual resulta indispensable el asoleamiento. El norte, se encuentra negado en un 50% debido a la decisión de adosar el edificio hacia la medianera NO, por lo que solo cuenta con dos locales que permiten el ingreso de radiación solar en dicho período.

#### 4.3.2. Características tecnológicas y termo-físicas de la envolvente

El CAPS fue construido mediante un sistema tradicional de sistema estructural puntual de columnas y vigas de hormigón armado y cerramientos verticales exteriores de ladrillo cerámico hueco de 0,18m de espesor revocado en ambas caras. Las ventanas son de aluminio blanco y vidrio común, las puertas son también de aluminio blanco. La cubierta consta de una estructura metálica con chapa galvanizada trapezoidal color calibre No 24, con aislamiento térmica tipo Isolant con aluminio de 5 mm bajo la chapa, una cámara de aire ventilada y un cielorraso suspendido de placas de yeso con dos pulgadas de lana de vidrio con papel kraft.

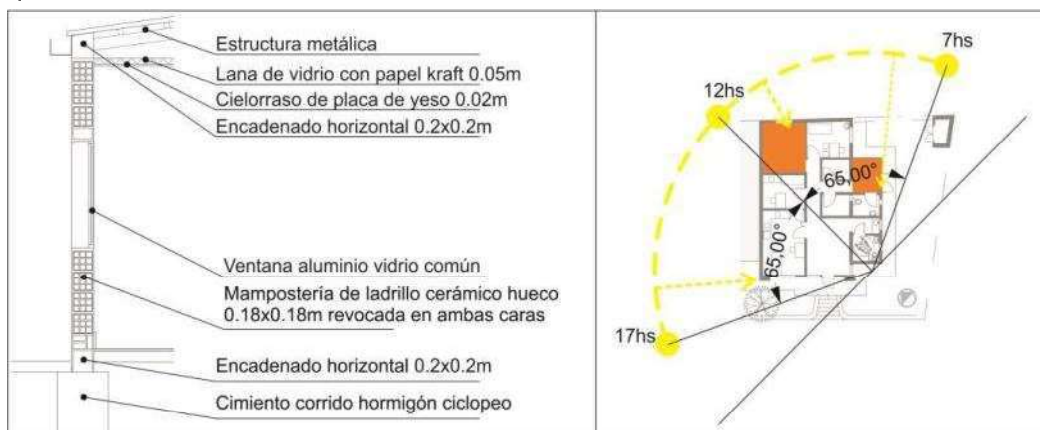


Figura 5. Detalle envolvente y asoleamiento en invierno del prototipo existente.

Se calculó el coeficiente de transmitancia térmica  $K(W/m^2\text{°C})$  para ambos elementos y se obtuvo que para el muro  $K=1.37 W/m^2\text{°C}$  y en el caso de la cubierta  $K=0.58 W/m^2\text{°C}$ . Se compararon los cálculos realizados con los valores  $K$  máximos admisibles determinados por las normas IRAM, para los tres niveles de confort higrotérmico:

- **Nivel A:** Ecológico.
- **Nivel B:** Recomendado.
- **Nivel C:** Mínimo.

La comparación se realizó para invierno, ya que en la región donde se encuentra emplazado el edificio, es la estación más crítica.

Tabla 3. Valores máximos de transmitancia térmica para invierno

Verificación K de normas Muros						Invierno
Nivel a:	0.33	Nivel B:	0.91	Nivel C:	1.59	
No Cumple		No Cumple		No Cumple		
Verificación K de normas Cubierta						
Nivel A:	0.29	Nivel B:	0.74	Nivel C:	1	
No Cumple		Cumple		Cumple		

A partir de esto se determinó, que los muros, no cumplen con ninguno de los tres niveles, mientras que en la cubierta se verifica el nivel B.

#### 4.3.3. Etiquetado de Eficiencia Energética -Norma IRAM 11.900 del prototipo

Mediante el programa de cálculo "EtiquEArq", se pudo obtener el etiquetado del nivel de eficiencia energética de calefacción; según la transmitancia térmica de los elementos componentes de las respectivas envolventes, en relación a parámetros específicos en norma IRAM 11.900 (Giuliano, G. Garzón, B. 2016). En cerramientos verticales, se tuvieron en cuenta coeficientes Kmp (K medio ponderado), teniendo en cuenta las carpinterías. La norma establece como temperatura interior de diseño 20°C. Especifica ocho clases de eficiencia energética, de acuerdo a la variación media ponderada de la temperatura ( $\zeta_m$ ), entre la superficie interior de la envolvente y la temperatura interior de diseño en grados Celsius. El prototipo estatal resultó, clasificarse en clase "D".

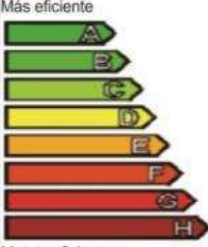

Energía de calefacción		Envolvente Edificia
Dirección postal		
Identificación catastral		
Más eficiente		
		
Menos eficiente		
Tm [°C]		2,27
K'm [W/m2.k]		1,39
Temperatura de diseño mínima exterior [°C] según IRAM 11603		8,95
Temperatura de diseño interior [°C]		20
Superficie cubierta [m²]		100,00
Profesional Responsable		Fernández, Garzón
Certificado N°		1
Fecha de Evaluación		30/11/2018
Fecha de Emisión del Certificado		02/11/2018
IRAM 11900		

Figura 6. Etiqueta de Eficiencia Energética del prototipo existente.

#### 4.4. Propuesta de re- diseño

##### 4.4.1. Disposición arquitectónica

Debido a las dimensiones y orientaciones del terreno, resulta inviable orientar el prototipo en sentido Norte- Sur, por lo que se propone un edificio dispuesto con las mismas orientaciones del terreno, pero adosado a la medianera sudeste, y despegándolo de la noroeste.

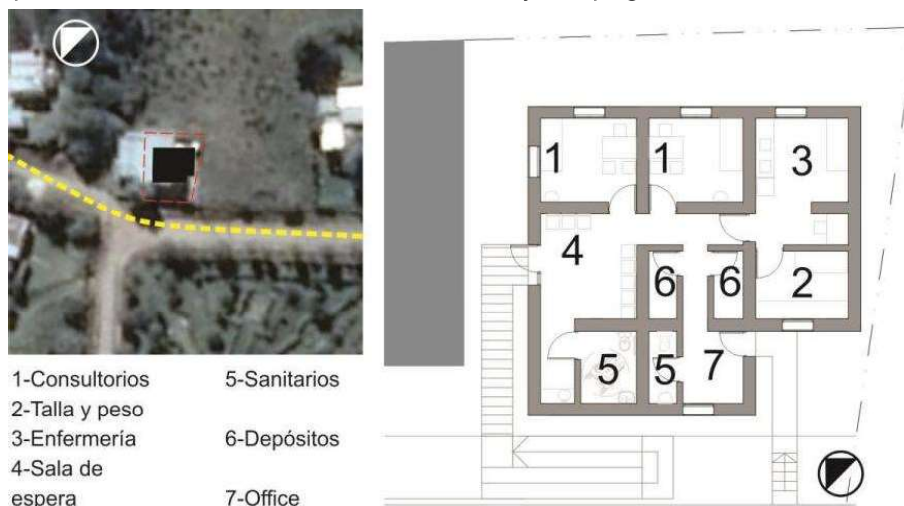


Figura 7. Planta propuesta de rediseño

En cuanto a las orientaciones, hay tres locales principales con orientación y abertura hacia la orientación “favorable”, noreste, según IRAM 11.603(fig. 4); quedando la sala de espera, local también principal, orientada hacia el noroeste, que resulta favorable en menor medida y los locales de servicio hacia el sur.

##### 4.4.2. Características tecnológicas y termo-físicas de la envolvente

Se plantea realizar los muros de adobe, ya que es un material que, además de sus presentar una baja conductividad, se produce en la zona; estos tendrán un espesor de 0.40m, revocado en ambas caras con un grueso de suelo cal y un fino a la cal: en el exterior para proteger de la intemperie y en el interior por cuestiones sanitarias, para poder aplicar una pintura lavable. Se propone mejorar las prestaciones de las carpinterías, reemplazando el aluminio por madera, el vidrio común por DVH y a las ventanas, se les agrega celosías de madera para disminuir pérdidas de calor durante la noche. A la cubierta existente, se le suman tres pulgadas más de lana de vidrio, resultando un total de cinco pulgadas, al cielorraso se lo mantiene de placas de yeso, por cuestiones sanitarias.

Por tratarse de una zona sísmica, el diseño de adobe se la realiza en función de la Norma Peruana E.080 para el diseño y construcción con tierra reforzada. Todos los muros presentan arriostres verticales, el espesor mínimo admisible ( $e=0.40m$ ), medida reducida de aberturas que, además brinda mayor eficiencia termo- energética, viga collar, esbeltez máxima admisible, en este caso la altura es igual a ocho veces el espesor (2,80m), modulación y ortogonalidad.

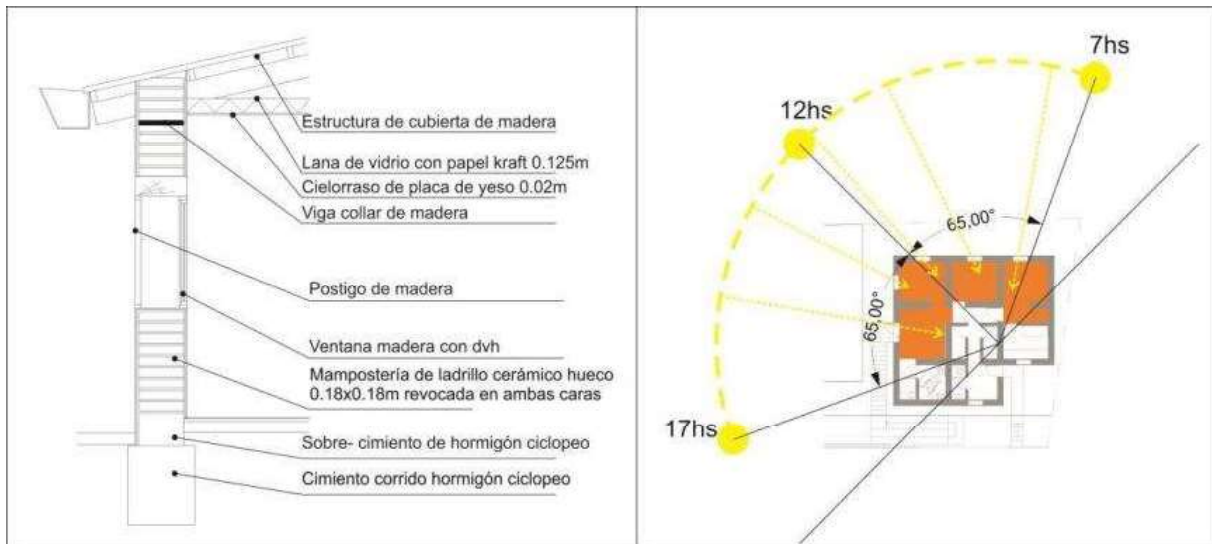


Figura 8. Detalle de la envolvente y asoleamiento en verano del prototipo rediseñado.

Se calculó el coeficiente de transmitancia térmica  $K(W/m^2\text{°C})$  para ambos elementos y se obtuvo que para el muro  $K=0.73 W/m^2\text{°C}$  y en el caso de la cubierta  $K=0.28 W/m^2\text{°C}$ . Se compararon los cálculos realizados con los valores  $K$  máximos admisibles determinados por las normas IRAM. A partir de esto se mejora notoriamente el comportamiento de la envolvente.

**Tabla 4.** Valores máximos de transmitancia térmica para invierno

Verificación K de normas Muros						Invierno
Nivel a:	0.33	Nivel B:	0.91	Nivel C:	1.59	
No Cumple		Cumple		Cumple		
Verificación K de normas Cubierta						
Nivel A:	0.29	Nivel B:	0.74	Nivel C:	1	
Cumple		Cumple		Cumple		

#### 4.4.3. Etiquetado de Eficiencia Energética -Norma IRAM 11.900

Finalmente, se procedió a realizar el etiquetado a partir del programa "EtiquEArq", de la misma manera en la que se ejecutó en el prototipo existente. Al realizar el nuevo cálculo, luego de las mejoras introducidas, el rediseño realizado, subió dos niveles en cuanto a eficiencia energética de la envolvente, del nivel D al B.



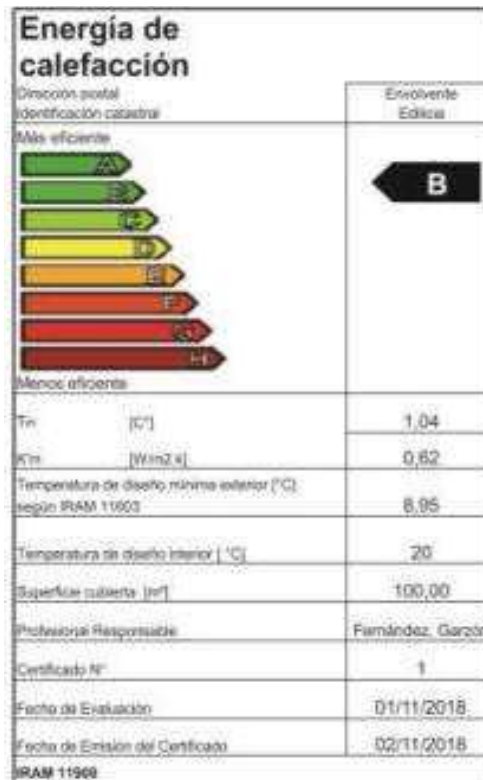


Figura 8. Etiqueta de Eficiencia Energética para prototipo de re diseño.

## 5. CONCLUSIONES

Considerando las condiciones descritas del prototipo estatal, se evidenció la necesidad de proponer alternativas de nuevas soluciones, que permitan mejorar el confort térmico de las personas que se encontraran en el edificio: pacientes y profesionales de la salud pertenecientes a la comunidad de la localidad en estudio. Al definir las estrategias bioclimáticas consideradas para la zona bioambiental en análisis “Illa- Templado-Cálido”, se pudo seleccionar las pautas de diseño, para que el prototipo responda a las necesidades térmico-energéticas. Las estrategias de diseño a nivel emplazamiento en el terreno que se tuvieron en cuenta para la reformulación del prototipo, fueron la disposición hacia el norte de los locales principales, para lo que se giró el prototipo existente y se cambió la disposición de algunos locales, logrando así un mejor asoleamiento; sin llegar a ser el óptimo, ya que por las reducidas dimensiones del lote, resultó imposible alinear el edificio con los puntos cardinales. Se propuso mantener el plan de necesidades arquitectónico, rediseñar su forma, reubicar funciones y disposiciones tecnológicas en general, de manera de posibilitar el uso racional de la energía.

A nivel de su resolución tecnológica, el muro original no verificaba el nivel mínimo “C mínimo” de cálculo de transmisión térmica “K” (W/m<sup>2</sup>.K) establecido por la Norma IRAM 11.605/1996; con la mejora de la elección y disposición de los elementos constructivos en la envolvente rediseñada, se produjo la disminución del valor de cálculo de “K”; que permitió verificar el nivel “B medio” para el muro y “A- recomendado” para el techo; como indican los valores de referencia de norma IRAM 11.605. Con respecto al etiquetado de eficiencia energética en el caso del prototipo rediseñado se levantó al nivel “B”, mejorando dos posiciones desde el nivel “D” medido en el prototipo original; según valores establecidos por norma IRAM 11.900. Los nuevos cerramientos que se estudiaron hasta nivel de detalles constructivos, fueron conformados con el fin de disminuir las pérdidas de calor e incrementar ganancias en la época crítica permitiendo así colaborar en el ahorro energético.

Este trabajo permitió idear un conjunto de pautas que podrán aplicarse en diseños de centros de Atención Primarios de Salud nuevos y en remodelaciones de existentes que lograrán profundizar en mejoras para futuras reformas de edificios para la salud en general y en particular del C.A.P.S. Costa I. De esta manera, los resultados obtenidos contribuye al propósito de optimizar las condiciones de confort y eficiencia termo- energética en edificios destinados a la salud.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AChEE. (2012). *Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos de Salud*. Santiago de Chile, Chile: AChEE.
- Cedrés de Bello, S. (2011). *Tendencias en la arquitectura hospitalaria. Memorias de la Trienal de Investigación FAU 2011*. (pp. 28-37) Caracas, Venezuela ISBN: 978-980-00- 2654-0
- Evans, JM. (2005) *energía en el hábitat construido: panorama en Argentina. Los Edificios Bioclimáticos en los Países de Ibero América Libro de Ponencias* (pp. 97-104). Lisboa, Portugal: CYTED. ISBN No 972-676-200-6.
- Garzón, B. (2007). *Arquitectura bioclimática. Buenos Aires, Argentina. Nobuko*. ISBN 978- 987-584-096-6.
- Garzón, B.; Giuliano G. (2015). *EtiquEArq: Programa de Cálculo del Etiquetado de Edificios. Determinación del Nivel de Eficiencia Energética de Calefacción según normas IRAM 11.900*.
- Instituto Argentino de Normalización (IRAM) 11603. *Clasificación Bioambiental de la República Argentina*, 1996.
- Instituto Argentino de Normalización (IRAM) 11601. *Aislamiento térmico de edificios, métodos de cálculo*, 2002.
- Instituto Argentino de Normalización (IRAM) 11605. *Acondicionamiento térmico de edificios, condiciones de habitabilidad en edificios*, 1996.
- Instituto Argentino de Normalización (IRAM) 11604. *Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción*, 2001.
- Instituto Argentino de Normalización (IRAM) 11659. *Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios*. Instituto Argentino de Normalización, 2001.
- *Normativas del programa nacional de garantía de calidad aprobadas- Normas de Organización y Funcionamiento*. Ministerio de Salud de la Nación, Buenos Aires. 30 de enero 2004.