

EL ESPESOR DEL MURO DE ADOBE, OPTIMIZACIÓN DE SUS FACULTADES TÉRMICAS

Felipe Sotta Benaprés
Estudio Sottaarquitectura
E-mail: sotta@sottarquitectura.cl

Resumen

Chile Arrastra una tradición constructiva ligada al adobe, el material ha acompañado la definición del estilo habitacional típico de la nación desde sus albores en la época colonial. Construido a partir de muros de aproximadamente 60 centímetros estructurados por medio de la fuerza de compresión ejercida por el peso del techo. La arquitectura Chilena contemporánea ha dejado de lado el material por la precariedad del sistema constructivo y la poca docilidad para satisfacer los requerimientos actuales, relegando estas practicas a las zonas mas conservadoras del ámbito rural. Un innovador sistema constructivo promete revertir esta situación. Por medio de la combinación de marcos y mallas de acero, construye la estructura de muros, techos y suelos que después son revestidos con adobe, liberando al material de cualquier responsabilidad estructural, permitiendo planos inclinados y libertad de espesores. Las simulaciones por medio del software del TAS se han hecho para estudiar el comportamiento termal de distintos espesores de muro en el clima mediterráneo, estos han demostrado un buen funcionamiento en términos de cargas de calefacción. Sin embargo el espesor de muro es determinante a la hora de entregar las bondades térmicas del adobe al interior de la vivienda. Este estudio explora el espesor de muro adecuado para establecer un equilibrio entre desempeño térmico versus costo final del metro cuadrado.

Palabras claves: adobe, inercia térmica, espesor de muro, costo m2

Introducción

El presente artículo es una versión actualizada de uno anterior presentado en el SET International Conference on Sustainable Energy Technologies, titulado "Approach to the wall of Adobe from its thickness, structures and cost" por el mismo autor en la Escuela de Arquitectura Pontificia Universidad Católica de Chile Campus Lo Contador Santiago de Chile 5 al 7 Septiembre del 2007. El método constructivo ha sido ensayado largamente por Marcelo Cortes ⁶ y las fotografías han sido extraídas de su página Web la que se cita a pie de página.

El adobe ha acompañado la historia constructiva de Chile, mucho antes de que los conquistadores llegaran a América los atacameños y los diaguitas conocían las

⁶ Marcelo Cortes <http://www.marcelocortes.cl/>

bondades térmicas de la construcción en tierra, luego los españoles traerían sus propias técnicas constructivas para con el material y serían largamente usadas en su asentamiento. Posterior a la tradicional técnica de muros anchos estructurado por el peso del techo, los nuevos requerimientos de densidad y altura de la ciudad obligaron a estructurar los muros de adobe por medio de esqueletos de madera, este sistema demostró sus ventajas en cuanto a la esbeltez, ahorro de espacio y capacidad elástica para responder al sismo⁷.

A pesar de que son bien conocidas dentro del país las facultades térmicas del adobe, tales como el ahorro de energía en la estación de calefacción y lo fresco en estaciones estivales⁸, las experiencias con los terremotos no ha sido buena especialmente en el norte de Chile, es por esta razón junto a la poca plasticidad del material para construir grandes luces y vanos libres característicos de los espacios contemporáneos, han sido las razones por las que se ha dejado atrás este tradicional material.

La incorporación de tecnologías avanzadas y de diseño especializado han entregado una nueva forma de ver al adobe, por medio de un esqueleto de acero se estructura el edificio dejando al adobe como un elemento de tabiquería.

Con lo anterior queda resuelto el problema sísmico ya que el acero debidamente estructurado funciona muy bien al movimiento telúrico. Por otro lado las vigas estructuradas de acero permiten grandes luces con vanos libres de gran dimensión, lo que entrega una compatibilidad con los conceptos contemporáneos de espacio por medio de la plasticidad que el acero entrega al adobe.

Este sistema permite entregar al muro de adobe el espesor que el diseño determine, dejando atrás los requisitos de dimensionamiento anteriores. El clima mediterráneo de la zona central de Chile presenta una oscilación térmica considerable entre el día y la noche.

El adobe presenta la acumulación de calor durante el día y la liberación de este durante la noche, lo anterior permite una temperatura constante al interior de la vivienda. El espesor de muro es determinante a la hora de establecer la cantidad de masa térmica adecuada para el óptimo desarrollo de este fenómeno y los requerimientos térmicos de cada espacio.

El estudio determina entonces el espesor óptimo del muro de adobe para entregar un adecuado trabajo térmico en el clima mediterráneo, estableciendo un criterio entre beneficios térmicos y costo de construcción por metro cuadrado vertical.

⁷ Arquitectura en Tierra <http://www.marcelocortes.cl/>

⁸ Técnica de la arpillera. Eduardo de la Fuente la Valle Universidad de Colima México 13/08/2001

Metodología sistema constructivo

El sistema esta basado en la técnica del plegado de la malla de acero, el dobles rigidaza la malla entregándole esbeltez y evitando la flexión y el pandeo. Cada cierto distanciamiento uniforme se refuerza en secciones verticales con fieros de apoyo debidamente soldados.

Figura 1: Doblando malla Metálica ⁹



La malla plegada es fijada, y reforzada por una estructura de perfiles de acero, vigas y pilares debidamente asentados a los cimientos unen esqueleto y malla entregando la estructura del muro. Funcionan como nervaduras

Figura 2: Refuerzo perfiles de acero.¹⁰



El adobe preparado con suficiente fibra se adhiere a la estructura de acero, el barro es aplicado por medio de la técnica del estuco, adaptándose como masa amorfa a las características que impone la estructura.

Figura 3: Técnica estuco.¹¹



El adobe es aplicado en dos formas manual y con maquina de presión comúnmente utilizada en la aplicación del hormigón en la construcción de muros de piscinas. Por el lado contrario a la aplicación del adobe una plancha de OSB hace las veces de moldaje unilateral, el cual recibe la fuerte aplicación del barro a presión.

Figura 4: Aplicación a presión.¹²



Una vez aplicada la masa se procede a nivelar el adobe, los fierros de apoyo entregan una visión de secciones verticales y horizontales que forman una cuadrícula. Con esto el muro esta construido y listo para darle el revestimiento exterior que puede ser el estuco con el mismo barro o con otro material.

Figura 5: Nivelación del Adobe.¹³



⁹ **Figura 1:** Doblando malla Metálica.

¹⁰ **Figura 2:** Refuerzo perfiles de acero.

¹¹ **Figura 3:** Técnica estuco.

¹² **Figura 4:** Aplicación a presión.

¹³ **Figura 5:** Nivelación del Adobe Autor Figura 1,2,3,4 y 5 Marcelo Cortes <http://www.marcelocortes.cl/>

Análisis térmico software. 3 espesores distintos de la quincha metálica.

Para efectos de análisis del software Se ha establecido un cubículo de 3 x 3 x 2,4 metros. Este se considera construido en sus cuatro muros perimetrales por adobe y losa de hormigón en el techo. Se considera una ventana de 130 x 150 cm. Orientada al poniente.

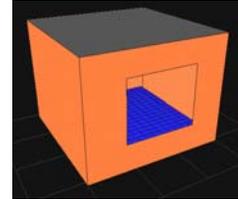


Figura 6: Cubículo de 3 x 3 x 2.4 metros.

Total Área	46,800 m ²	
Superficie	9,00 m ²	
Volumen	21,600 m ³	
Banda de Confort	Mínimo C°	18
	Máximo C°	27
Ocupación	N° 1 Estático W	70
Ganancias Internas	Ganancia Sensible	5
	Ganancia Latente	2
Infiltración	Sensibilidad del viento	0.25
Horas Operando	Fin de Semana	24
	Día Hábil	24
	Aislante	1
Condiciones de Diseño	Humedad (%)	60
	Velocidad del Viento.	5 m/s
	Nivel de luz Lux	300
	Clima Usado	USA-Los Ángeles California

Se ha elegido este clima para la evaluación del modelo por la latitud que resulta de su homologación al hemisferio sur.

Determinación de la masa térmica (CYMAPS QUICKMAPS)

Termal LAG de RammedE
 Espesor de Muro.

500 mm.	12.12 ¹⁴
300 mm.	10.3 ¹⁵
100 mm.	8.48 ¹⁶

¹⁴ Dato obtenido del Software Ecotect version 5.5

¹⁵ Dato obtenido del Software Ecotect versión 5.5

¹⁶ Dato estimado con software CYMAPS QUICKMAPS

Análisis térmico (tas - ecotect) temperatura por hora

Día mas Frío (Peak).

1ro.Febrero

Oscilación Térmica Diaria

Diferencial interno.

Espesor mm.	Min. c°	Máx. c°	Dif. c°
100	8.9	20,8	= 11.9
300	14	15.4	= 1.4
500	14	15.4	= 1.4

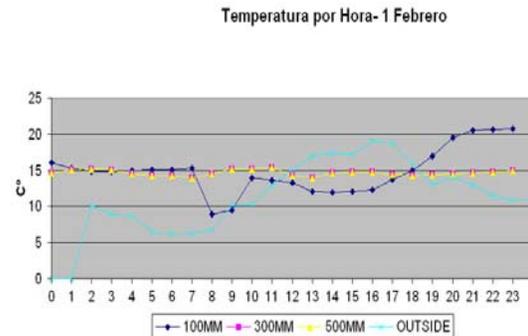


Figura 7: Grafico Día mas frío (Peak).

Los muros de 300 y 500mm tienen un comportamiento térmico muy similar durante el día más helado del año. Mantienen un diferencial térmico igual. En ambos casos, las variaciones están muy cerca siempre de la banda de confort. El espesor de 100 mm. presenta una oscilación térmica extremadamente superior a los anteriores , muestra una vulnerabilidad mayor frente a las temperaturas del exterior. En este caso se aleja de la banda de confort durante la mayoría de las horas calculadas.

Día mas Caliente (Peak)

24. Septiembre

Oscilación Térmica Diaria

Diferencial interno.

Espesores mm.	Min. c°	Máx. c°	Dif. c°
100	22.5	35	12.5
300	22.8	25.7	2.9
500	22.8	25.7	2.9

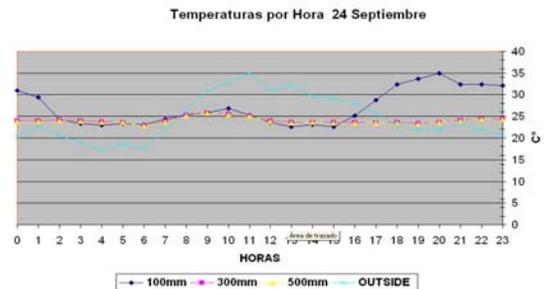


Figura 8: Grafico Días mas Caliente (Peak)

Los muros de 300 y 500 mm. tienen un comportamiento térmico muy similar durante el día mas caluroso del año. Mantienen un diferencial térmico igual. En ambos casos, las variaciones están muy cerca siempre de la banda de confort. El espesor de 100mm. presenta una oscilación térmica extremadamente superior a los anteriores, muestra una vulnerabilidad mayor frente a las temperaturas del exterior, en este caso se acerca a la banda de confort durante algunas de las horas calculadas.

Análisis térmico (tas - ecotect) Demandas de calefacción y refrigeración mensuales

Tabla I: Demandas de calefacción y Refrigeración del prototipo en sus diferentes espesores.

Espesores mm.	Calor (Wh.)	Frío (Wh.)
100	1332.314	55.100
300	214.624	0
500	201.626	0

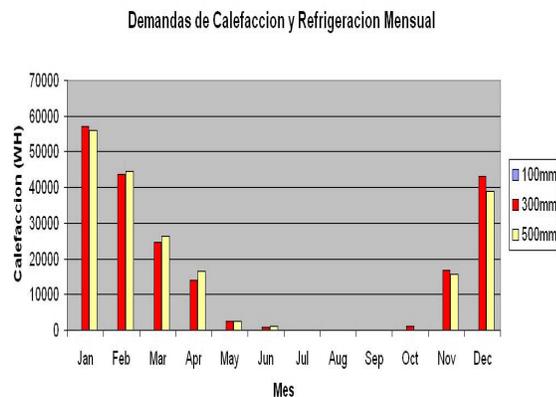


Figura 9: Grafico Día mas Caliente (Peak)

Los espesores 300 mm. y 500 mm. tienen una demanda de calefacción muy similares durante el año. El espesor de 100mm. presenta demanda de calefacción extremadamente superior a los casos anteriores. Esto demuestra la ineficiencia del muro de adobe de 100mm frente a las inclemencias del clima durante el año. Las demandas de refrigeración se mantienen en 0 para los tres espesores, entregando un excelente comportamiento del material frente a las altas temperaturas.

Costos cubicación / costo directo

Después de cubicar y estudiar los costos de construcción del muro en sus distintos espesores, concluimos que la diferencia no es considerable ya que las cifras finales son similares haciendo que esta variable no sea relevante a la hora de tomar una decisión de espesor. Lo anterior centra el criterio de elección en **factores térmicos** y **comportamiento estructural** de las distintas cantidades de masa de adobe, en cuanto a su responsabilidad en el pandeo del muro.

Conclusiones

Esta investigación demuestra que regulando el espesor de muro, el comportamiento termal de adobe puede ser ocupado para reducir las demandas de calefacción, y anular por completo las demandas de refrigeración de las viviendas en clima mediterráneo durante el año. Lo anterior por medio de la alta inercia térmica característica particular del adobe, que permite temperaturas interiores con reducida oscilación térmica que se acercan al rango de confort. El espesor de 500 y 300 mm. trabajan similar por lo que han sido considerados iguales bajo el criterio térmico. El espesor de 100mm. ha demostrado su insuficiencia térmica. Tener menos masa en un muro es mejor en términos constructivos y estructurales. Según análisis comparativo de los resultados que arroja el estudio, ha sido seleccionado el muro de 300 mm. por ser el espesor que tiene un comportamiento térmico adecuado con el menor espesor.

Referencias y bibliografía

*Arquitectura en Tierra

<http://www.marcelocortes.cl/>

*Blondet, M., Torrelva, D., and Villa Garcia, G. (2002). Adobe in Peru: Tradition, Research and Future. Modern Earth Building 2002 – International Conference and Fair, Berlin, Germany

http://www.world-housing.net/Tutorials/AdobeTutorial/Reference_2.pdf

*Tecnologías y sistemas constructivos para la vivienda adobes mejorados para la autoconstrucción de muros de mampostería de casas populares. Técnica de la arpillera. Eduardo de la Fuente la Valle Universidad de Colima Mexico
13/08/2001

*Approach to the wall of Adobe from its thickness, structures and cost
Felipe Sotta Benapres - School of Architecture Pontificia Universidad Catolica de Chile.
SET 07- 6th International Conference on Sustainable Energy Technologies
Campus Lo Contador Santiago de Chile 5-7 September 2007
6 paginas.

<http://www.set2007.cl/html/abstract.html>

<http://www.set2007.cl/>