

# Elaboración de un material sustentable para edificación a base de cal viva, cal hidráulica, ceniza volcánica y chip de Chusquea Culeou.

## 2<sup>da</sup> etapa (3 mejores dosificaciones) ensayadas a la compresión

Fig. 6: Probeta P12 antes de ser ensayada.

P.	Cal V (grs)	Cal H (grs)	Ash (grs)	Arena (grs)	Agua (ml)	Chip B (grs)	Chip S (grs)	Total (grs)	P.	R7 Días	R14 Días	R28 Días	R36 Días	
P1'	300	60	40	0	400	330	0	1130	P1'	0,629	0,703	0,880	0,673	Mpa
P2'	300	60	40	0	430	230	0	1060	P2'	0,398	0,464	0,580	0,616	Mpa
P3'	263	52	35	0	480	270	0	1100	P3'	0,331	0,451	0,460	0,408	Mpa

Tabla 3: Dosificaciones de los tres mejores resultados de etapa 1 (Modificados).

Tabla 4: Resultados ensayo a la compresión tres mejores resultados de etapa 1.



Dosificación 1 (P1')



Dosificación 12 (P2')



Dosificación 13 (P3')



Fig. 14: Probeta P13 ensayada a la compresión.

## 2<sup>da</sup> etapa (3 mejores dosificaciones) ensayado a la transmitancia térmica

3 probeta de 20x20x4cm<sup>3</sup> (Figura 18) la cual se instala en el centro de una base de polietileno expandido de 6 cm de espesor (Figura 15), la cual es instalada en remplazo de una puerta en una pequeña habitación dentro del edificio, la habitación completamente aislada se le aumentara la temperatura por medio de un calefactor eléctrico, para que exista una diferencia de temperatura, de esta manera se produce un intercambio de calor por medio de un sensor de traspaso de calor (mayoritariamente por la probeta).



Fig. 17: Base de polietileno expandido mas probeta hexaédrica P2'.



Fig. 18: Probeta P1' montada.



Fig. 19: Probetas P1', P2', P3' en orden ascendente



Fig. 20: Sensor Testo para determinar U del material

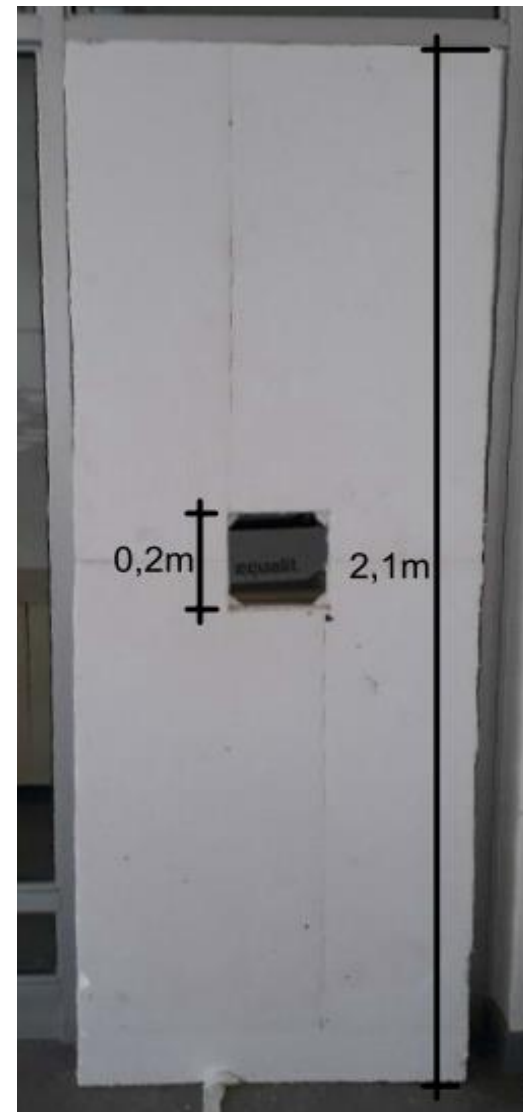


Fig. 15: Base de polietileno expandido.

	Aglutínate %	Chip %	Agua %	Pesos en Gramos a los [días]					Tramit. U W/(m <sup>2</sup> *K)	Resit Term. m <sup>2</sup> *K/W	Conduc. Term. W/(m*K)
				1d	7d	14d	21d	28d			
P1'	35,4%	29,2%	35,4%	1870	1673	1579	1486	1251	1,56	0,64103	0,09974
P2'	37,7%	21,7%	40,6%	1592	1438	1392	1324	1245	1,42	0,70423	0,08617
P3'	31,8%	24,5%	43,6%	1423	1314	1267	1192	1099	1,35	0,74074	0,07988

Tabla 5: Resultados ensayo de transmitancia térmica y calculo de conductividad térmica para las tres mejores dosificaciones obtenidas en la etapa 1.

El sensor determina la transmitancia térmica (U) con ella se calcula la conductividad térmica del material gracias a la NCh 853.[5]

## Ensayo rustico de resistencia al fuego

El ensayo es realizado con probetas de 20x20x4cm<sup>3</sup>, consta de analizar visualmente el material al ser sometido a la llama de soplete común (aprox 1500 °C) el cual es sometido en uno de sus lados al fuego constante durante 50 min.



Fig. 22: Ensayo con soplete ordinario.



Fig. 23: Material luego de ser sometido 50 min a una tempera de aproximadamente 1500 °C.

## Conclusión

- Si bien el material no tiene una gran resistencia a la compresión, alcanza los valores mayores del concreto de cáñamo (Un ejemplo con que comparar) lo que convierte en una excelente opción como alternativa para remplazar la fibra de cáñamo por la de Chusquea Culeou en Chile.
- El material al ser comprimido muestra rasgos elásticos, lo que lo vuelve un material más seguro.
- Se comprobó que la mezcla en el mejor de los casos analizados (probeta P3') llega a ser mejor aislante que todos los tipos de madera existentes con un 0,07988 Mpa, además de los tableros de fibras y aglomerados llegando a resultados cercanos a los de la lana mineral granulada de densidad aparente de 20kg/m<sup>3</sup> el cual es 0,069 Mpa. Esto debido a la película hidrofobizante que se forma al mezclar el material con la cal, al igual que lo hace el concreto de cáñamo.
- Al funcionar como estuco para recubrir la tabiquería, no dejaría puentes térmicos por donde se fugue el calor, formando un sistema hermético.

## Resultados

### Ensayo a la transmitancia térmica

Su baja conductividad térmica se debe a que durante la hidrofobización de la superficie del material, esta es recubierta por una delgada película que aísla el interior seco de la partícula de chip, lo que genera cavidades que son capaces de aislar de mejor forma

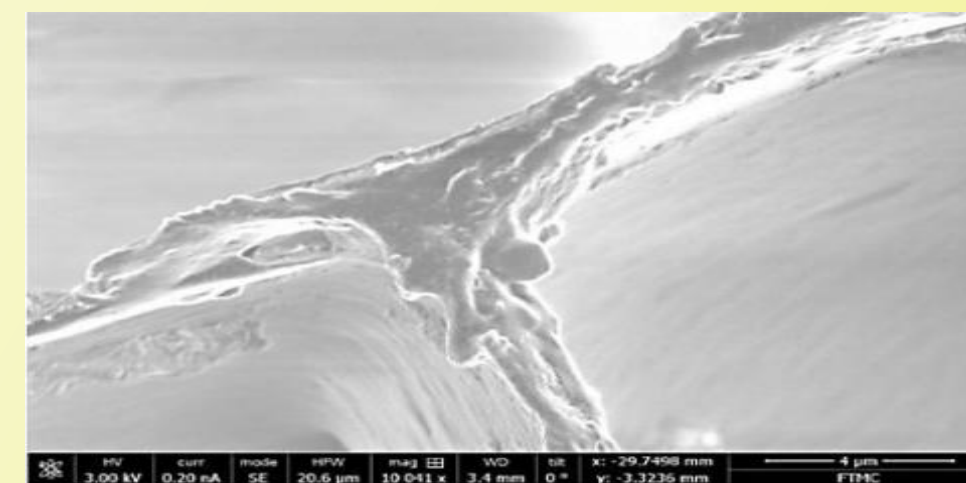


Fig. 22: Película hidrofobizante en hormigón de cáñamo (magnificación x10000).

	Conductividad térmica
Hormigón fibra de madera	0,140 W/(m*K)
<b>Material diseñado</b>	<b>0,079 W/(m*K)</b>
Hormigón liviano a base de polietileno expandido	0,105 W/(m*K)
Ladrillo macizo hecho a mano	0,500 W/(m*K)
Lana mineral granulada de 20 kg/m <sup>3</sup>	0,069 W/(m*K)
Pino insigne	0,104 W/(m*K)
mortero de cemento	1,400 W/(m*K)
yeso-cartón de 700 kg/m <sup>3</sup>	0,260 W/(m*K)

Tabla 6: Conductividad térmica de materiales según NCh853 mas conductividad del material diseñado.

### Ensayo a la compresión

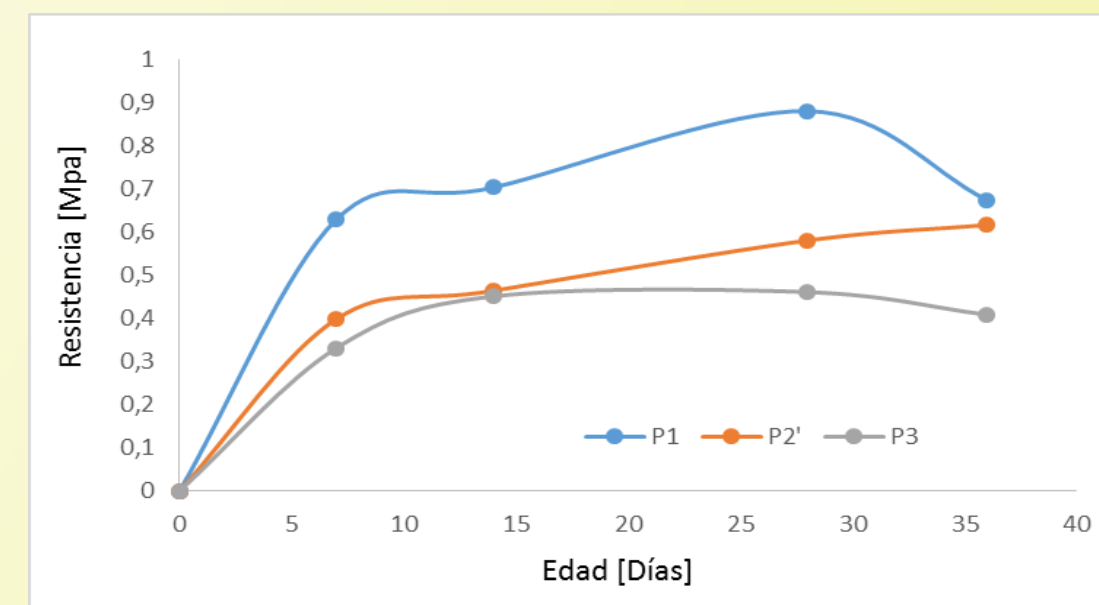


Fig. 21: Grafico Resistencia VS Edad resultados ensayo a la compresión de P1', P2' y P3'.

La tendencia el material se comporta de distintas formas dependiendo de la dosificación, no sigue una tendencia como se podría esperar, aunque este aumenta con el paso de los días hasta llegar al día 28 luego de ello comienza a sufrir una disminución de resistencia las probetas P1' y P3' (1,177 Mpa.).

- El material estudiado tiene buenas características del punto de vista de la contaminación, ya que es capaz de utilizar materiales de "desecho" para elaborar un material con buenas características y servir como aislante térmico.
- Al ser sometido al fuego este se comporta de manera ideal no teniendo una combustión a los 1500°C durante los primeros 50 minutos.

[1] A. Merida and F. Kharchi, "Influence of pozzolan on sulfate resistance of concrete," *Civil, Offshore Environ. Eng.*, no. table 2, pp. 507-510, 2016.

[2] J. Campos, "Bambú en Chile," *Cat. Biobiblioteca CIREN*, vol. 1, no. 4, pp. 77-146, 2003.

[3] T. Wiedmann and J. C. Minx, "A definition of 'carbon footprint' [Chapter 1]," in *Ecological economics research trends*, 2015.

[4] G. Balciunas, J. Zvironaitė, S. Vėjelis, A. Jagiatinskis, and S. Gaidučis, "Ecological, thermal and acoustical insulating composite from hemp shives and sapsap binder," *Ind. Crops Prod.*, vol. 91, pp. 286-294, 2016.

[5] Instituto Nacional de Normalización, "NCh853-1991: Aislación térmica - Determinación de coeficientes de transmisión térmica por el método de la cámara térmica," *Norma Chil. Of.*, 2008.