

UTILIZACIÓN DE LANA DE OVEJA DE BAJO VALOR COMO AISLANTE TÉRMICO EN LA PATAGONIA, ARGENTINA

Lucas Zanovello¹, M. Betina Cardoso²

¹Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar de la Región Patagonia (IPAF Patagonia) INTA, Autovía Circunvalación 22 s/n Colonia San Francisco, Plottier, Neuquén, Argentina. CP 8316 Tel.+54 11 4035-0087 e-mail: zanovello.lucas@inta.gob.ar

²Instituto Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales (IPATEC), CONICET, Universidad Nacional del Comahue.

Recibido: 05-08-19; Aceptado: 04-11-19; Publicado en línea: 09-12-19.

RESUMEN.- El presente trabajo se realizó con el objetivo de analizar alternativas para la obtención de aislantes térmicos para las viviendas de la región sur de Río Negro, a partir de un recurso disponible como la lana de oveja. Para ello, se desarrollaron herramientas manuales y ayudas mecánicas para luego analizar comparativamente las diferentes técnicas de elaboración de paños. Se tuvo en cuenta también el método multicriterio NAIADE tomando como eje principal la adecuación de la tecnología propuesta al contexto de uso. Se analizó el comportamiento térmico de los paños obtenidos mediante medición de transmisión de calor, en régimen estacionario utilizando un equipamiento de autoconstrucción. Como resultado de este análisis se seleccionaron las técnicas de elaboración de aislantes a partir de lana de oveja trabajadas en seco. Las mediciones de conductividad térmica fueron contrastadas con los ensayos realizados por INTI Construcciones, bajo la norma ISO 8301:2010, obteniendo como resultados aislantes con una conductividad térmica cercanas a 0,038 W/m² K°. Este resultado demuestra que estos aislantes resultan eficientes y adecuados para la rehabilitación higrótérmica de las viviendas rurales de la región Patagonia.

Palabras claves: vivienda rural, eficiencia energética, aislación térmica, lana de oveja.

USE OF LOW-VALUE SHEEP WOOL AS A THERMAL INSULATION IN PATAGONIA, ARGENTINA

ABSTRACT.- The present work was executed with the aim of analyzing alternatives for obtaining appropriate thermal insulators to the socio-productive conditions of the southern region of Río Negro from an available resource such as sheep wool, the main economic activity in the area. To do this, manual tools and mechanical aids were developed to then analyze comparatively the different cloth making techniques using the NAIADE multicriteria method, taking as main axis the adaptation of the proposed technology to the context of use. The behavior as a thermal insulator of the cloths obtained by measuring the transmission of heat in a steady state using self-construction equipment was also analyzed. As a result of this analysis, the techniques for preparing insulators from dry-worked sheep wool were selected. The measurements of thermal conductivity were contrasted with the tests performed by INTI Constructions under the norms ISO 8301: 2010 obtaining as a result insulator with a thermal conductivity close to 0.038 W / m² K° which makes them efficient and suitable insulators for the hygrothermal rehabilitation of rural homes in the Patagonia region.

Keywords: rural housing, energy efficiency, thermal insulation, sheep wool.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes de la región de estudio.

La comunidad de Laguna Blanca cuenta con aproximadamente 180 habitantes, se encuentra en el Noroeste de la Patagonia 1.250 msnm, en el departamento de Comallo, en un área declarada Reserva Indígena. Se encuentra en la Región Bioclimática Fría (VIa) según la clasificación de la norma IRAM 11601. El clima es árido y frío, con fuertes vientos, precipitación media anual de 150-300 mm, temperatura media anual de 8 °C y mínimas invernales de -13°C. Predomina una vegetación de pastizal y un manto arbustivo bajo.

La principal actividad económica es la cría de rumiantes menores, generalmente ovejas merino y chiva criolla. La lana se comercializa mayormente para la industria textil de exportación mediante la Cooperativa Ganadera Indígena. Las familias provienen de comunidades mapuche y criollas donde las mujeres elaboran hilados tradicionales utilizando el equipamiento del salón de artesanas, gestionado por la organización Mercado de la Estepa, junto al Ministerio de Desarrollo Social de la Nación. Se cuenta con equipamiento para lavar, cardar, teñir, hilar, tejer y afieltrar prendas y accesorios textiles. La lana proviene de sus propias ovejas y las prendas son para uso propio y venta en mercados regionales.

La actividad ganadera se encuentra en un momento de recomposición, luego de una sequía prolongada por ocho años iniciada en el año 2005, y los nocivos efectos de la ceniza que dejó la erupción en el cordón Cauile-Puyehue en el año 2011. Según el análisis socio-productivo elaborado por INTA-EEA Bariloche, el 91% de los productores son familiares de pequeña escala y poseen el 43% de los animales de la zona (INTA, 2011). Esta comunidad pertenece al sector de la Agricultura Familiar el cual se caracteriza por la baja escala de producción, la baja inversión de capital en infraestructura, el grupo doméstico como principal fuente de trabajo y las dificultades de acceso a las llamadas “tecnologías de punta” (Obschatko et al., 2007). Las familias poseen, por lo general, otras fuentes de ingreso no formales como trabajos temporales en poblados cercanos, como puesteros asalariados, esquiladores o castroneros (manejo reproductivo y sanitario de cabras macho), y fuentes formales como pensiones que complementan el ingreso del grupo familiar (Muzi y Losardo, 2013).

1.2. Características de las viviendas.

Las familias poseen por lo general una vivienda en el campo y una vivienda un poco más pequeña en el pueblo (unas 40 viviendas en la actualidad), que propicia la cercanía a la comunidad educativa, el centro de salud y la comisión de fomento para trámites administrativos. Los hogares están contruidos de ladrillos cocidos, cerámicos y de adobe. El servicio de alumbrado se proporciona con un equipo diésel combinado con energía eólica y solar. Hasta el año 2014 se utilizaba leña como principal fuente para calefacción y en la actualidad se ha sumado la provisión de GLP suministrado por el estado en garrafrones de 200 Kg (Figura 1).



Fig. 1: Vivienda de adobe, mampostería y chapa.

Si bien la superficie de las viviendas es ajustada a la cantidad de integrantes, las aberturas no son muy extensas y el uso del adobe es extendido, no se verifica un buen comportamiento térmico de la envolvente debido a la falta de aislantes en los techos y muros y a las infiltraciones que se generan por la baja calidad de las terminaciones en el encuentro entre los muros y las aberturas, techo y otros elementos funcionales (Figura 2; 3). En todas las viviendas visitadas el confort térmico se logra a costa de un uso intenso de los recursos energéticos mencionados.

1.3. Lana de bajo valor.

El valor comercial de la lana está regulado por el mercado internacional, y depende de factores extra-territoriales. Las lanas de interés para la industria textil internacional poseen parámetros de calidad muy estrictos. La calidad de la lana es determinada por la finura, largo, rinde al lavado y resistencia entre otros parámetros que son verificados para cada fardo y lote por el laboratorio de lanas de la EEA Bariloche de INTA. Para obtener lotes de alto valor y otros de menor valor que

sean de interés para otras industrias se realiza una esquila siguiendo un protocolo y certificación del programa PROLANA: la selección implica la separación de las lanas “no vellón” que tienen puntas amarillas, tierra en exceso, restos vegetales de difícil remoción, manchas de color entre otras imperfecciones que son difíciles de tratar para la industria textil. Las lanas de ovejas negras, corderos faenados, y la categoría “no vellón” son consideradas de descarte (Aguirre y Fernández, 2010).



Fig. 2. Infiltración entre techo y salida de gases.



Fig. 3: Techos de chapa y polietileno con condensación

Las familias consultadas durante los relevamientos expusieron que poseían lotes de estas lanas en sus casas y que pasado uno o dos años de guardadas las quemaban o enterraban.

Productores, técnicos y artesanos de distintos parajes expresaron la problemática en talleres participativos. En este sentido se conformó un grupo interdisciplinario para rescatar y evaluar técnicas tradicionales, artesanales e industriales de confección de aislantes térmicos. El objetivo de este trabajo es evaluar técnicamente los procesos y productos elaborados con lana de oveja de bajo valor, para producir aislantes térmicos a nivel local, en el paraje de Laguna Blanca.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica sobre las propiedades aislantes del fieltro y sus diversas técnicas de producción. Además, se consultó a los portales web de los fabricantes, distribuidores e instaladores de aislantes de lana ovina a nivel global. Este repaso permite seleccionar aquellas técnicas con mayor potencial de apropiación por parte de la comunidad mencionada y reconstruyéndolos entramados socio-técnicos necesarios para su aplicación en base a los criterios de infraestructura, costo, escala, complejidad productiva y comportamiento teórico como aislante térmico. Debe aclararse que los resultados, a modo de fotos, gráficos y tablas, se mostrarán en el cuerpo del texto, a medida que se muestran las técnicas desarrolladas.

Tabla 1: Caracterización de la lana por el laboratorio de lanas de EEA Bariloche, INTA

Muestras lana de Laguna Blanca - Merino Negra	
Rinde al Lavado (%)	47,8
Diámetro Medio de Fibra (micrones)	23,8
Coefficiente de Variación del Diámetro (%)	37,7
Largo de Mecha (mm)	81,4
Resistencia a la Tracción (N/ktex)	25,8
Coefficiente de Variación de la Resistencia (%)	24,2

2.1. Elaboración de las muestras.

El proceso de fabricación de fieltro se llevó a cabo con la fibra que las propias comunidades de artesanas descartaron. Las mismas provino de una majada de raza merino negra, con baja resistencia a la rotura y bajo rinde al lavado (Tabla 1).

El procesamiento de las técnicas se llevó a cabo en el Paraje de Laguna Blanca y en las instalaciones del INTA en Plottier. Se realizaron y se evaluaron distintas formas de unión de las fibras de lana de oveja para medir su densidad, espesor, conductividad térmica y transmitancia. Las técnicas pueden ser divididas en Húmedas y Secas dependiendo de si se utilizó agua jabonosa en la elaboración del paño.

En el Paraje de Laguna Blanca se realizó el primer lavado y con éste se relevó la secuencia y método de lavado para luego replicarlo y obtener resultados similares en cada muestra (Figura 4; 5). A esta etapa del proceso se le añadió un último enjuague en una solución de agua con Borato de Sodio en una dilución al 3%. Este tratamiento supone una manera de controlar la presencia de insectos y a su vez produce un efecto de retardo de llama que mejora las prestaciones de los paños obtenidos en su utilización como aislante térmico aplicado a la vivienda (Cardamone, 2013).



Fig. 4: lavado artesanal en el salón de laguna blanca.



Fig. 5: lavado adaptado en INTA.

Las muestras de fieltro se realizaron siguiendo las indicaciones de las artesanas para el buen uso del agua, el jabón y la obtención de resultados homogéneos. Las técnicas evaluadas fueron:

- **Lana cardada**, es un paño de lana extraído de la cardadora manual,
- **Fieltro de Tambor** (elaborados con la afieltradora de tambor desarrollada por Horacio Jauregui Lorda, de Textiles Doña Añada junto con INTA), Aquí se probó además un paño realizado en lana de ovejas linca, con una finura promedio de 22 micrones.
- **Fieltro plano** (Fieltro asistido por máquina plana de INTI Diseño Industrial),
- **Fieltro mongol** (realizado con la técnica tradicional con la que las comunidades nómades de Mongolia revistes sus yurtas o viviendas trasladables),
- **Lana suelta** (trabajada con un *picker* o abridora de clavos fabricada para este proyecto), y
- **Fieltro agujado** (fabricado mediante agujas de afieltrado para paños no-tejidos).

Estos procesos se realizaron en los salones regionales de artesanas con herramientas de baja complejidad diseñadas y fabricadas para este proyecto (Figura 6; 7).



Fig. 6: Elaboración de la lana cardada.



Fig. 7: Afieltradora de tambor automática.

Con cada una de estas técnicas se confeccionaron paños de muestra y se midieron la cantidad de agua y jabón utilizada,

además del tiempo de elaboración para cada proceso asistido con las tecnologías disponibles y/o desarrolladas para el caso (Figuras 8; 9; 10; 11).



Fig. 8: Paño obtenido en la Afieltradora plana de INTI en Comallo.



Fig. 9: Afieltrado con método mongol tirado por vehículo en reemplazo del tiro animal.



Fig. 10: Abridora o picker en seco manual

En la tabla 2 se muestra la confección de los paños resultantes. Puede observarse que las técnicas húmedas producen paños con densidades altas, mientras que las técnicas secas producen paños más livianos. Asimismo, los espesores logrados con las técnicas húmedas son más pequeños debido al método de compactación que comparten el afieltrado asistido con las máquinas de tambor y plana, y la técnica de afieltrado mongol. Las técnicas asistidas por máquinas de tambor, plana y carda, tienen fuertes limitaciones en el tamaño de los paños por lo que se prolongan los tiempos de producción. La técnica de afieltrado

mongol supera esta barrera ya que se pueden confeccionar paños de varios metros cuadrados en una sola operación. Esta característica le otorga un particular interés para las artesanas que debían coser varios paños para confeccionar una manta o frazada. Esta técnica utiliza la lana sin lavar, por lo que los consumos de agua y jabón son más acotados, y las densidades son considerablemente más altas que en el resto de las técnicas húmedas, ya que contiene 53% de impurezas minerales y vegetales que el lavado remueve. Es interesante notar que este paño tiene propiedades hidrófugas debido en parte a la presencia de lanolina y grasa que sellan los poros del manto. En las técnicas secas también se evidencia una merma en la utilización de agua y jabón con respecto a las técnicas húmedas, que sólo comparten el uso de agua y jabón neutro durante las etapas de lavado donde se utilizaron 10 litros por kilo de lana obtenida (5 litro por kilo de lana sucia aproximadamente) y 30 gramos de jabón neutro por cada kg de lana lavada.

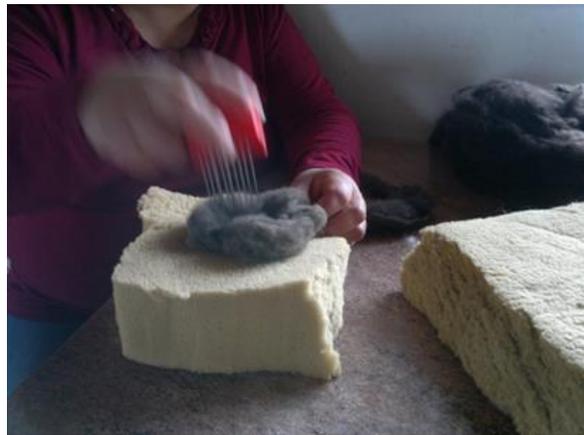


Fig. 11: Afieltrado manual en seco con agujas

3. ENSAYO DE LAS PROPIEDADES AISLANTES DE LOS PAÑOS ELABORADOS

Para medir el comportamiento térmico de los paños elaborados se diseñó y construyó un equipo de medición de transmisión de calor en régimen estacionario, siguiendo las experiencias y los aprendizajes de Saravia (2009) y Gutiérrez J. A. et al (2012). En estas experiencias tomaron la expresión simplificada de transferencia de calor en una geometría cilíndrica de Duffye y Beckman (1991) y avanzaron en ensayos de conductividad de diversos materiales obteniendo aproximaciones confiables. Ambos autores concuerdan en que este método de ensayo subestima la influencia de las pérdidas por convección y las diferencias entre las partes alta y baja de cada cilindro (Figura 12). El equipamiento se compone de dos cilindros concéntricos, el externo de PVC de 110 mm de diámetro y el interno de acero de 44 mm de diámetro y 3 mm de espesor con sus extremos aislados con polietileno expandido. Dentro del interno una resistencia tipo manta (e) genera la temperatura necesaria para el ensayo. Cuatro sensores *IButton* (a, b, c y d), ubicados a 10 cm de los extremos y en posiciones superior e inferior (para subsanar el error de convección) de cada caño registran las temperaturas cada 10 min. Un controlador de temperatura digital STC-1000 (j) con termocupla tipo K (i) se utiliza para monitorear las temperaturas en el interior del sistema. El voltaje (V) e intensidad de corriente (A) provistos por la red eléctrica (h) son monitoreados con dos multímetros digitales (f y g) para calcular la potencia instantánea entregada durante los experimentos.

Tabla 2: Características de los paños obtenidos según cada técnica.

Tipo de lana	Tipo de Producto	Técnica (Húmeda/Seca)	Densidad (kg/m ³)	Espesor (m)	Uso de Agua lts/kg	Uso de jabón gr/kg	Tiempo de elaboración min/kg
Lana Merino Negra	Manto	Lana Cardada (S)	40,55	0,027	0,0	30	45
Lana Merino Negra	Manto	Afieltradora INTI (H)	77,54	0,008	25,2	55	22
Lana Linca	Manto	Fieltro de Tambor (H)	79,48	0,012	20,2	62	30
Lana Merino Negra	Manto	Fieltro de Tambor (H)	85,65	0,009	20	62	30
Lana Merino Negra	Granel	Lana Suelta (S)	11,03	0,050	0,0	30	12
Espuma de Polietileno	Manto	Testigo	12,98	0,010	-	-	-
Lana Merino Negra	Manto	Fieltro Agujado (S)	13,30	0,050	0,0	30	28
Lana Merino Negra	Manto	Fieltro Mongol (H)	154,42	0,032	8,8	15	17

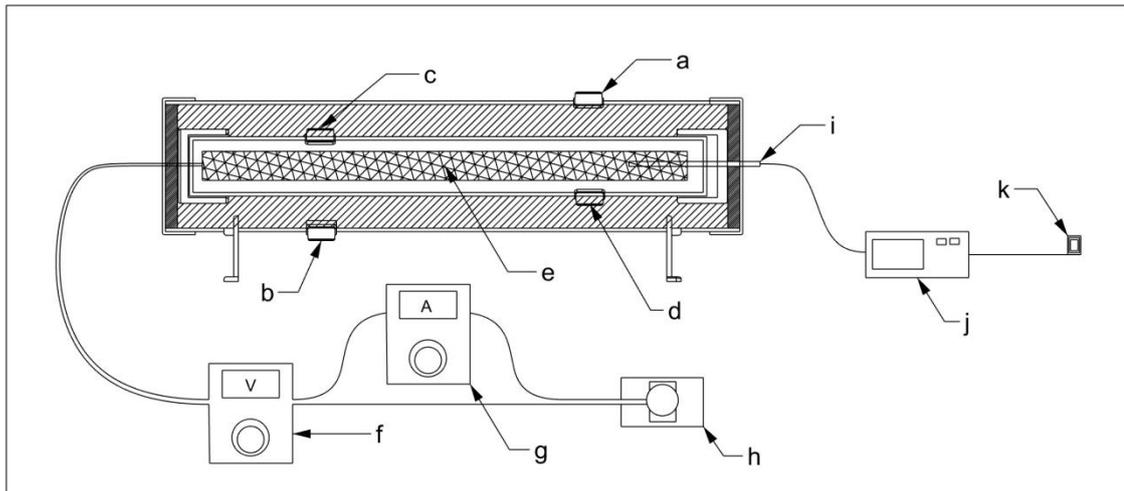


Fig. 12: Esquema del equipamiento de medición de transmisión de calor.

En casos de material a granel, el material se introduce con el cilindro interno dentro del equipo, ayudando a este a cubrir todo el espacio vacío, evitando que existan puentes térmicos por convección. En el caso de materiales en manta, se colocaron alrededor del cilindro caliente, fuera del equipo, para luego introducirlo cuidando que no queden áreas sin aislante (Figura 13).

La toma de datos (T° , A, V) se programa cada 10 min y la duración del ensayo está determinada por el tiempo de estabilización de temperaturas entre las caras interna y externa que en general sucede entre las 2 y las 4 horas de encendida la resistencia. Adicionalmente se monitoreó la temperatura y humedad del ambiente como factor de corrección. En total se realizaron 24 ensayos de transmisión de calor (Figura 14).



Fig. 13: Equipo de medición de transmisión de calor en régimen estacionario con la muestra de lana cardada en su interior.

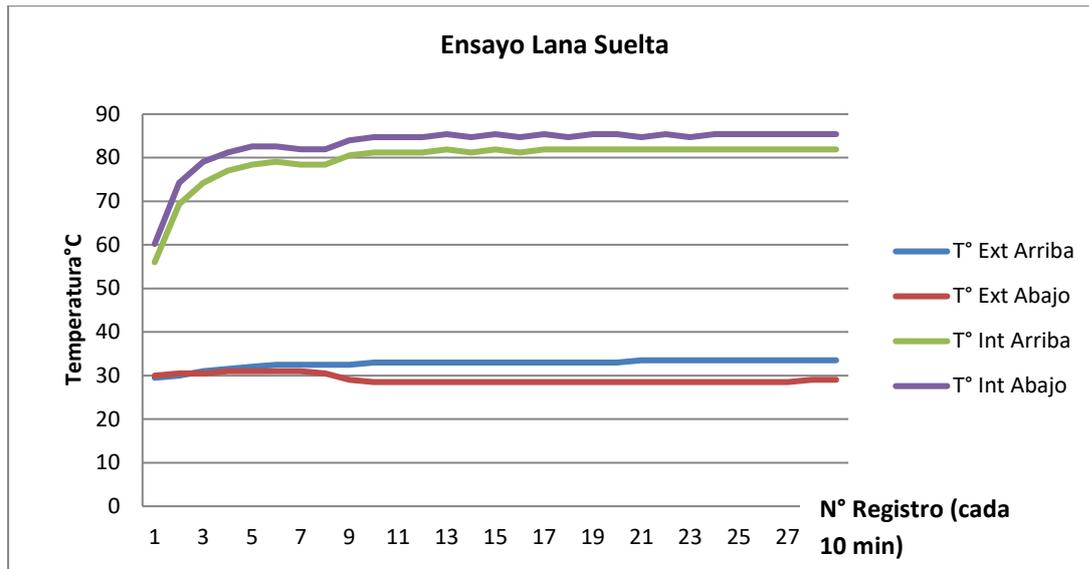


Fig. 14: Registro de temperaturas durante el ensayo de la muestra de Lana Suelta

Tabla 3: Resultados de los ensayos comparativos de paños aislantes de lana de oveja.

Evaluación Comparativa de Aislantes			
Técnica	Conductividad Térmica (W/m·K)	Resistividad Térmica (K·m/W)	Transmitancia T° (W/m²K)
Lana Cardada (S)	-0,044	-0,619	-1,616
Fieltro plano INTI (H)	-0,057	-0,140	-7,123
Fieltro de Tambor (merino, H)	-0,054	-0,168	-5,945
Fieltro de Tambor (linca, H)	-0,057	-0,882	-1,134
Lana Suelta (S)	-0,057	-0,882	-1,134
Espuma de Polietileno	-0,059	-0,171	-5,862
Fieltro Agujado (S)	-0,048	-1,050	-0,952
Fieltro Mongol (H)	-0,096	-0,333	-3,000

Se realizaron los ensayos por triplicado para cada muestra, y para cada paño se estableció un promedio de conductividad y el cálculo de resistividad y transmitancia para los espesores medios obtenidos. Los resultados fueron comparados con un aislante comercial, el polietileno expandido sin lámina de aluminio. La tabla 3 detalla los resultados obtenidos para cada una de las muestras.

4. DISCUSIÓN

El testigo cuya conductividad, según el fabricante, era cercana a los 0,042 W/m·K, resultó con una conductividad de 0,059 W/m·K. Aquí se evidencian las fallas en el sistema de medición, despreciando las pérdidas por convección y a su vez, las condiciones de ensayo pueden haber impactado en el valor obtenido. De cualquier forma, como estas condiciones se repitieron para cada ensayo, estos valores toman relevancia a nivel comparativo.

Los aislantes muestran en general un buen comportamiento térmico, en algunos casos por debajo del aislante de referencia con la excepción del fieltro confeccionado con las técnicas de Mongolia. Esto puede deberse al contenido de residuos minerales en su composición y la baja capacidad para retener aire seco. Las otras técnicas húmedas (Fieltro plano INTI y Fieltro de Tambor) obtienen buenos resultados en cuanto a conductividad, pero debido a los espesores promedio logrados, su transmitancia resulta alta en relación a aquellos aislantes con los que se logran espesores de 50 mm o más.

Teniendo en cuenta las densidades obtenidas en la elaboración de los paños (tabla 2), sólo los aislantes de confección seca logran comportamientos térmicos similares al aislante de referencia con bajas densidades de material (por debajo de 30 kg/m³). Esto significa que se utilizará mucho menos material (con el consiguiente costo) para aislar con la

misma eficiencia las envolventes de las viviendas con técnicas de baja densidad.

De los resultados obtenidos se observa que la lana cardada tuvo el mejor comportamiento como aislante térmico, probablemente debido a la homogeneidad de la distribución del aire seco contenido en el interior del material, principal diferencia con las otras técnicas secas, pero a costa de un uso elevado de material (40,5 kg/m³).

4.1. Análisis exploratorio de adecuación de la tecnología.

Siguiendo las experiencias analizadas por Thomas et al. (2011) mediante el análisis socio-técnico de las tecnologías sociales, comprendemos que la definición del mejor aislante en términos de conductividad térmica, resulta una mirada estrecha que no necesariamente se ajusta al contexto de aplicación y puede resultar en un nuevo fracaso tecnológico por falta de adecuación al contexto. Para obtener un criterio más ajustado en la elección de los materiales a implementar en el paraje, se realizó un análisis exploratorio de adecuación de la tecnología. Para ello se realizó una evaluación multicriterio donde las variables cotejadas fueron ponderadas por las familias de productores y artesanas de Laguna Blanca. Como resultado se obtuvieron las siguientes variables de evaluación multicriterio:

- **Comportamiento térmico (CT):** es el resultado de la evaluación realizada y se toma como parámetro principal la Transmitancia Térmica que contempla los espesores.
- **Infraestructura necesaria (IN):** comprende todo el equipamiento necesario para llevar adelante el

proceso y los insumos clave como las agujas de afieltrado.

- **Costo (C):** es la estimación del costo de producción de los aislantes teniendo en cuenta la materia prima (densidad y espesor para lograr una transmitancia de 1,5 Wm²K), los costos de los insumos (Borax, Jabón y Agua), medidos en kg/kg de aislante y el tiempo de elaboración medido en horas de trabajo del ser humano.
- **Escala (E):** constituye la dificultad o facilidad para llevar el proceso a escala comunitaria, implicando la ampliación de la capacidad de producción de aislantes en el paraje. Para ello se indagó en la disponibilidad nacional de equipamiento para escalar los procesos.
- **Complejidad Productiva (CP):** esta es una valoración subjetiva por parte de los productores y artesanas sobre su acercamiento a la tecnología.

Los resultados de la valoración fueron evaluados por una matriz NAIADE donde a cada parámetro se los pondera por orden de importancia para la comunidad. Esta valoración fue subjetiva y participativa. Como podemos ver en los resultados de la ponderación multicriterio (Figura 14), las técnicas secas resultan mejor ponderadas debido a la baja utilización de insumos en su elaboración, buenos resultados en su comportamiento térmico, y la baja complejidad del equipamiento utilizado, sumado a la posibilidad de escalar la unidad productiva, con el fin de producir aislantes para la comunidad.

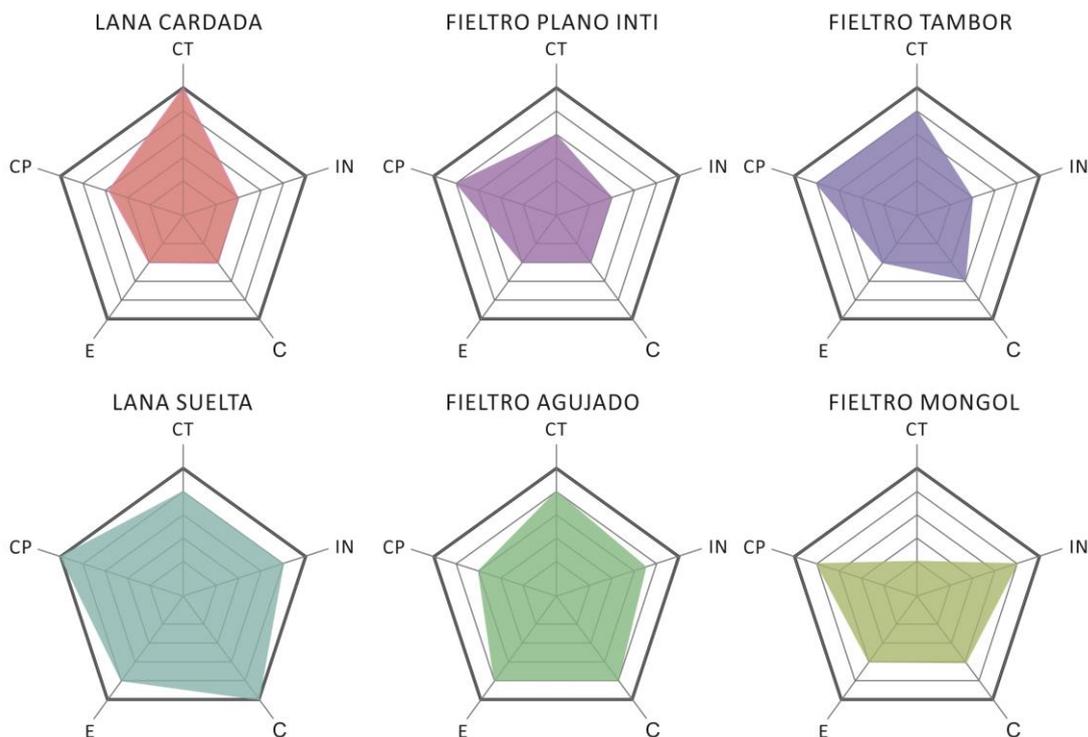


Fig. 14: Evaluación Multicriterio para adecuación de las técnicas relevadas.

A partir de los resultados obtenidos y la selección de los dos procesos y productos más adecuados de acuerdo al criterio de la comunidad de Laguna Blanca, se procedió a una validación del comportamiento térmico de los mismos mediante ensayos

realizados en el centro de INTI Construcciones, con el equipo de medición de Gradiente Térmico certificado bajo la norma IRAM ISO 8301:2010 (Thermal insulation. Determination of steady-state thermal resistance and related properties. Heat

Flow Meter Apparatus), y ASTM C518-2015 (Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission), (Tabla 4). Las muestras enviadas comprenden las técnicas de Lana Suelta y Fieltro Agujado. Se enviaron dos muestras de cada una con diferentes densidades para obtener diferentes calidades de aislantes de acuerdo a la disponibilidad de materia prima. Todas las muestras se confeccionaron y ensayaron con un espesor de 50 mm.



Fig. 15: Artesanas elaborando aislantes de lana suelta con el picker fabricado en el proyecto.

destinado a los productores, artesanas, técnicos y representantes de gobierno local tal como muestra la figura 15. De esta manera se dieron a conocer las técnicas utilizadas a la comunidad y se consideró el escalamiento de la unidad productiva y el acondicionamiento higrotérmico de las viviendas rurales del paraje. Como resultado de esta actividad se aisló el techo de una vivienda utilizando ambas técnicas: Lana Suelta y Fieltro agujado (Figura 16).



Fig. 16: Comunidad de laguna Blanca aislando una vivienda del paraje.

Con las técnicas seleccionadas, se decidió darle un cierre al proyecto mediante un taller de elaboración e instalación de aislantes de lana de oveja en el paraje Laguna Blanca

Tabla 4: Resultados de los ensayos de INTI Construcciones

Comportamiento térmico Ensayos INTI Construcciones					
Tipo de Producto	Técnica	Densidad (kg/m ³)	Conductividad Térmica (W/m·K)	Resistividad Térmica (K·m/W)	Transmitancia T° (W/m ² K)
Manto	Fieltro Agujado 15	15,600	0,043	1,163	0,860
Manto	Fieltro Agujado 23	22,800	0,040	1,250	0,800
Granel	Lana Suelta 15	16,200	0,044	1,146	0,873
Granel	Lana Suelta 23	22,800	0,038	1,316	0,760

5. CONCLUSIONES

Esta investigación evalúa la posibilidad de aprovechar un recurso de descarte como es la lana de oveja de bajo valor de mercado, para el acondicionamiento térmico de viviendas en parajes aislados de la Norpatagonia. La variedad de procesos y de productos evaluados permite contar con un margen de adecuación tecnológica, mediante la valoración subjetiva de los parámetros de producción. El equipamiento utilizado para la medición de transmisión de calor y el cálculo de conductividad térmica de los aislantes, resultó práctico como una caracterización comparativa de los aislantes. Sin embargo, resulta necesario contrastar los resultados obtenidos con los ensayos certificados por INTI Construcciones, para demostrar a la comunidad y demás interesados la calidad de comportamiento térmico del aislante obtenido. La continuidad de este proyecto exige evaluar el

comportamiento higrotérmico de las viviendas intervenidas con el aislante para validar los resultados. Se pretende ampliar el análisis a otras zonas de Argentina donde el recurso se encuentre disponible. Se pretende llevar adelante un emprendimiento productivo de fabricación, distribución e instalación de aislantes de lana de oveja.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente a las personas de la comunidad de Laguna Blanca por la oportunidad de trabajar con ellos. A Clara Jolly por sus aportes a la metodología del proyecto, y al equipo de INTI Diseño Industrial por su compromiso con los productores familiares y artesanos de la Patagonia. A José Luis Zubizarreta por compartir sus ideas al inicio de este proyecto. A la coordinación del Programa Consejo de la Demanda de Actores Sociales (PROCODAS) del Ministerio

de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación por el impulso a las experiencias de innovación social. Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET.

REFERENCIAS

- Aguirre, A. y Fernández, R. (2010). Manual de acondicionamiento de lanas. PROLANA, MAGyP, Segunda Versión.
- Cardamone, J. M. (2013). Flame resistant wool and wool blends. Technical Report 9, U.S. Department of Agriculture, USA. DOI : 10.1533/9780857098931.2.245
- Duffie, J.A. and Beckman, W.A. (1991) Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley, Hoboken.
- Gutiérrez, J. A. y González, A. D. (2012). Determinación experimental de conductividad térmica de materiales aislantes naturales y de reciclado. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* **16**, 08.41-08.48.
- INCROPERA, F. P. y DEWITT, D. P. (2004). Fundamentals of heat and mass transfer, 4th edition, John Wiley.
- INTA (2011). Análisis económico-productivo de la región afectada por la caída de cenizas del cordón Caulle-Puyehue, en la provincia de Río Negro (2011a). INTA Centro Regional Patagonia Norte. Recuperado de: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/MSEAySA_CDP/file/AnalisisEconomico.pdf
- Muzi, M. E.; Y Lozardo, P. G. (2015). Caracterización socio-productiva de la situación post-ceniza del área de Comallo (Río Negro). Revista de Investigaciones Agropecuarias.
- Normas IRAM N° 11603. Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.
- Obschatko, E.; Forti, M. P. y Román, M. (2007). Los pequeños productores en la República Argentina. Importancia en la producción agropecuaria y en el empleo en base al Censo Nacional Agropecuario 2002. Serie Estudios e Investigaciones, N.º 10, DDA, SAGPyA, PROINDER.
- Saravia, L. R. (2009). Equipo para la medida de la conductividad térmica. Medida de neumáticos desmenuzados. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. **13**, 1-4.
- Thomas, H.; Fressoli, M. y Santos, G. (2011). Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas. En el libro: Tecnología, desarrollo y democracia: nueve estudios sobre dinámicas socio-técnicas de exclusión / inclusión social. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación.