

## Tecnología sostenible. Mejoramiento de la vivienda social con AISLA-SUSTEX

### *Sustainable technology. Improvement of social dwelling with AISLA-SUSTEX*

**Vanesa Celina Saez.** Arquitecta; Doctoranda en Arquitectura FAU-UNT; Becaria Doctoral CONICET; Docente en la Práctica Profesional Asistida de la Cátedra B. Garzón FAU-UNT; Auxiliar Docente Graduado Semi Cátedra Construcciones I FAU-UNT; Miembro del GHabSS FAU-UNT; Gestora Energética en Eficiencia Energética.

**Gabriela Giuliano.** Arquitecta; Doctora en Ciencias en el Área de Energías Renovables de FCE-UNSa, Becaria Postdoctoral CONICET (IEADeR-UNSE). Docente en cátedra de Conocimientos de Edificios FCEyT-UNSE. Integrante del Grupo Hábitat Sustentable y Saludable (GHabSS). Gestora en Eficiencia Energética. Especialista en Educación y TIC.

**Beatriz Silvia Garzón.** Arquitecta; Doctora en Ciencias en el Área Energías Renovables de FCE-UNSa; Investigadora Independiente CIC del CONICET; Directora del Grupo de Hábitat Sustentable y Saludables GHabSS FAU-UNT-CONICET; Profesora Asociada a cargo de la Cátedra Paralela de Acondicionamiento Ambiental 2 B. Garzón FAU-UNT.

#### **Resumen**

Este artículo se centra en el ámbito de dos sectores manufactureros altamente contaminantes: industria textil y construcción. A tal efecto, se plantea el aprovechamiento de los residuos textiles pre-consumo como materia prima en la elaboración de un aislante térmico. Dicho producto es aplicado y estudiado en un prototipo de vivienda de promoción pública materializada en el Área Metropolitana de Tucumán, donde se analizan y evalúan las propiedades térmicas y ambientales del prototipo diseñado, a través de una propuesta de rehabilitación de la envolvente de la vivienda. Los resultados muestran que en promedio se reduce en un 31 % el consumo de energía para climatización y por lo tanto, se disminuyen las emisiones de Gases Efecto Invernadero en esa proporción.

Palabras clave: Cambio Climático, Gases Efecto Invernadero, Economía Circular, Reciclaje, Eficiencia energética

#### **Abstract**

*This research focuses in two highly polluting manufacturing sectors: on the one hand the textile industry and on the other the construction sector. To this end, the use of pre-consumer textile waste as raw material for the production of a thermal insulation is put forward. A public development housing prototype materialized in the Metropolitan Area of Tucumán is taken as an application case. The thermal and environmental properties of the designed prototype are analyzed and evaluated by means of a rehabilitation proposal in the housing envelope. The results show that on average the consumption of energy for air conditioning is reduced by 31% and therefore, emissions of Greenhouse Effect Gases are reduced in that proportion.*

*Key words: climate change, greenhouse effect gases, circular economy, recycling, energy efficiency*

La investigación que sustenta este artículo busca dar respuestas a dos grandes sectores manufactureros altamente contaminantes que bajo los principios de la economía lineal están llegando a su colapso. Por un lado, el sector de la industria textil el cual, se ubica como la segunda más contaminante del mundo después de la del petróleo (BBC, 2017). Y por otro lado, al sector de la construcción que es el responsable del 40% de la demanda energética y del 39 % de las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) a nivel internacional (WorldGBC, 2019).

El foco en la industria textil evidencia muchos puntos críticos dentro del ciclo de vida de sus productos. En sus etapas iniciales utiliza el 97% de sus materias primas de fuentes vírgenes y sólo el 2% de fuentes de reciclaje, produce el 20% de las aguas residuales y se liberan más de 1.200 Mt CO<sub>2</sub> eq/año lo que supera las emisiones del transporte aéreo y los y marítimos a nivel mundial (De Vera, 2018). Del 53 Mt de fibra producida para la industria, el 12% se desperdicia durante la ejecución de las prendas. Asimismo, la producción de ropa crece de manera acelerada cada año, denominando a este fenómeno *moda rápida* o *fast fashion*. En su etapa de utilización, el tiempo de uso que le dan las personas a la ropa se ha reducido en un 36% aproximadamente (Montejo, 2019). Por lo tanto, cada segundo se tira o se quema el equivalente a un camión de basura de textiles. Además, por otro lado, el lavado de las prendas genera por año medio millón de toneladas de microfibras sintéticas que se depositan en el océano, lo que equivale a más de 50.000 millones de botellas de plástico, pero éstas son imposibles de rescatar, convirtiéndose eventualmente en alimento de las especies marinas (Navarro y Balsalobre, 2019). Y en el caso de su disposición final, las prendas que no se venden y pertenecen a temporadas anteriores se incineran y por lo tanto, según un estudio de la Fundación Ellen MacArthur [EMAF] (2017) se pierden más de USD 500 mil millones cada año debido a la falta de reciclaje en esta industria.

Si bien en la Argentina existe un déficit de información con respecto a los residuos textiles, no estamos ajenos a las estadísticas mundiales, además se debe tener en cuenta cada provincia tiene su Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU), por lo tanto, se presentan diferentes criterios a la hora de manejar sus desechos y su respectivo reciclado (Vitnik, 2018). Aun cuando no existe un registro claro de las cantidades de residuos textiles industriales y tampoco de los del tipo domiciliario, si se encuentra información sobre quienes trabajan recuperando este tipo de desechos. Según el mapa web de los *Recicladores Urbanos*, en la Argentina hay sólo 6 empresas dedicadas a reciclar tejidos (4 en Buenos Aires, 1 en Mendoza y Santa Fe) (CEMPRE, 2016). En el caso puntal de la provincia de Tucumán, esta cuenta con grandes generadores de residuos textiles como lo son 5 plantas que procesan insumos desde el hilado hasta los telares. En el departamento de Cruz Alta se produce más de 22 mil kilos de hilo por día (Maldonado, 2020), pero se desconoce sus responsabilidades a nivel ambiental y social. También existen, pymes y micro emprendimientos que buscan alternativas donando retazos y buscando proveedores que certifiquen el correcto tratamiento de estos residuos, etc. Sin embargo, estas acciones no alcanzan para dar respuesta a los miles de toneladas diarias de residuos textiles, que se generan a nivel provincial y nacional.

Frente a todo lo expuesto, se plantea el aprovechamiento de los residuos textiles pre-consumo como materia prima para la elaboración de un aislante térmico para la envolvente arquitectónica, el cual se denomina AISLA-SUSTEX (Saez, et al., 2021). En diversas investigaciones en el área de arquitectura se han aumentado el interés por conocer y reducir el impacto ambiental que provoca el uso de algunos materiales en la edificación con el fin de fomentar una edificación más sostenible y respetuosa con el medio ambiente (Carabaño et al., 2016). Es decir, repensar el diseño, el tipo de materiales y tecnologías constructivas, que representen no solo una disminución de energía en su etapa de uso sino características sustentables desde sus inicios hasta el fin de su vida útil. En relación a plantear posibles soluciones a la problemática recientemente enunciada, Gaggino (2019) sugiere que el sector de la construcción comience a modificar su forma de trabajo con un nuevo paradigma hacia una construcción sustentable, y con el aprovechamiento de los RSU en general. De esta manera, considerar a la arquitectura como una gran aliada para circularidad de los desechos, puesto que las viviendas necesitan un mínimo de 70 años de vida útil (Saez, Garzon, 2019). En esta dirección, se coincide con Braungart y McDonough (2005) de considerar a los residuos inorgánicos como nutrientes técnicos e introducirlos a la cadena de producción de un nuevo producto.

En el ámbito comercial internacional, se encuentran materiales constructivos resueltos con residuo textil pre-consumo y post-consumo como es el caso RMT- Nita © Cotton (2011), en España. Otro ejemplo, es el

de la empresa Ecofibra (2016) en Chile o el grupo Bonded Logic Inc (2004) de Estados Unidos. Esta última se conoce por su ayuda en la reconstrucción de viviendas tras el huracán Katrina, dentro del proyecto "Algodón del Azul al Verde", donde universidades de Estados Unidos recolectaron 14.566 piezas de jeans para convertirlas en UltraTouch, con lo que se obtuvieron 40.000 m<sup>2</sup> de aislante que se implementaron en 12 viviendas. Otro antecedente es el proyecto FabBRICK, de la arquitecta francesa Clarisse Merlet, que recicla ropa usada y los convierte en ladrillos y/o paneles aislantes térmicos y acústicos (Merlet, 2018). Sin embargo, en el contexto nacional y provincia no se detectan productos similares.

Con lo mencionado, este artículo presenta los beneficios que aporta la utilización de un aislante térmico resuelto con residuo textil desde el punto de vista térmico-energético y ambiental. Se toma como caso de aplicación un prototipo de vivienda de promoción pública materializada en el Área Metropolitana de Tucumán (AMET). Se analiza su situación actual y una propuesta de mejora utilizando el prototipo diseñado. Si bien existen antecedentes relacionados a la rehabilitación termo energética de viviendas de promoción pública a nacional como es el caso de la evaluación del Índice de Prestación Energética (IPE) del Barrio Papa Francisco propuesto por Kuchen y Kosak (2020) donde se propone la evaluación tanto para el caso base como para una situación Retrofit y un Ex ante, estas posibilidades de mejoras no evidencian materiales constructivos reciclados. Otra investigación que se toma como referencia en el marco de las evaluaciones ambientales y condiciones de calidad de vida en viviendas sociales, es el estudio realizado por Álvarez y Ripoll Meyer (2018) en San Juan. En esta, se analizan los materiales característicos de los sistemas constructivos racionalizados propios de zonas árido-sísmicas en relación con las emisiones de dióxido de carbono asociadas a los mismos durante su producción, uso y disposición final. Asimismo, se evidencia una carencia de investigaciones en el ámbito nacional o provincial, que presente una evaluación termo-energética y ambiental incorporando dispositivos tecnológicos sustentables. Por lo tanto, resulta importante determinar la posibilidad de reducir el consumo de energía útil en la vivienda, disminuir el carbono equivalente asociado a la etapa de uso al mismo tiempo que se facilitan cambios parciales en las tecnologías constructivas para que sean más sustentables. En tal sentido, propiciar un modelo de transición que permita co-beneficios en ambos sectores textil y constructivo desde las bases de una economía circular.

### Metodología

En una primera instancia, se caracteriza el componente constructivo desarrollado por el equipo de trabajo, lo cual, permite la comprensión de la función que este cumple en el mejoramiento de la envolvente de la vivienda en estudio. Asimismo, se define la zona bioclimática donde se sitúa la unidad de análisis, según IRAM 11.603. Se caracteriza la funcionalidad y el aspecto técnico-constructivo del caso de estudio, el cual se denomina caso base y el caso mejorado, con la propuesta de rehabilitación AISLA-SUSTEX.

En la segunda etapa, se calcula los valores de transmitancia térmica (K) de cerramientos opacos, según procedimiento de IRAM 11.605 comparándolos con los admisibles de la IRAM 11.900 para ambos casos. Se determinan los valores de coeficiente volumétrico de pérdidas de calor ( $G_{ca}$ ) y se compara con los admisibles ( $G_{adm}$ ), así como también, se calcula la carga térmica de calefacción anual (Q), según IRAM 11604. Se obtienen los valores de cargas térmicas de refrigeración ( $Q_R$ ) y los coeficientes volumétricos de refrigeración ( $G_R$ ) de ambas situaciones, asimismo se verifican con los valores de ( $G_{Radm}$ ) admisibles de Norma 11.659.

En la tercera etapa, se procede al Análisis de Ciclo de Vida Ambiental (ACV) simplificado, según las normas serie IRAM en ISO 14000. A los fines de este estudio solo se determina el potencial calentamiento global (PCG) o (GWP) dentro de la Categoría de Impacto: Cambio Climático (CC). Se calculan las emisiones de GEI equivalentes producidas por la climatización frío/calor del edificio en estudio, en su situación actual y en la situación mejorada con AISLA-SUSTEX. Finalmente, el alcance de este análisis contempla la etapa de uso de la vivienda determinada en 50 años de vida útil y la unidad funcional se define en 1m<sup>2</sup> de construcción. El flujo de referencia para la medida de las salidas es kg CO<sub>2</sub> eq por unidad funcional. El factor de emisión que se considera es de 0,48 Kg CO<sub>2</sub> eq/Kwh proporcionados por la Dirección de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Cambio Climático, Ministerio de Agroindustria Provincia de Buenos Aires (2017).



Figura 1: Placa de aislación térmica AISLA-SUSTEX ejecutada con residuos textil. Fuente: Elaboración propia.

### Caracterización del componente constructivo AISLA-SUSTEX

El aislante térmico diseñado, denominado AISLA-SUSTEX, presenta como materia prima principal del residuo textil pre-consumo, es decir, remanente pie de maquina en la fabricación de diferentes prendas. La elección de la materia prima se fundamenta en la posibilidad de obtener un material limpio, sin la necesidad de utilización el recurso hídrico para su elaboración. Estos remanentes de industrias generalmente son mezclas de algodón, poliéster y poliamidas, dado que las prendas no se componen de una sola materia prima textil. Si bien existen aislantes similares en el mercado mundial, se considera fundamental realizar una producción local del componente favoreciendo la cadena de valor de las pequeñas industrias y Pymes.

Como muestra la Figura 1, después del desfibrado textil se une con pegamento biodegradable blanco y se compacta, se conforma así una placa rígida donde sus lados miden 0,40m y su espesor es 0,06m. Se utiliza 1,75 kg de residuo textil por unidad, lo que significa que en 1 m<sup>2</sup>, se reutilizan 8,75 kg. Para lograr su rigidez y fácil manipulación se coloca en su parte trasera un cartón corrugado reciclado de 0,004m de espesor y también, en esa cara del elemento se adiciona una barrera de vapor resuelta con residuo de plástico polipropileno de alta densidad bilaminado. El componente constructivo se presenta en fase de estudio, se toman los valores de conductividad térmica de 0,036 w/m °k definidos RMT-Nita® Cotton para su producto.



Figura 2: Ubicación geo referencial de la vivienda. Fuente: elaboración propia.

### Identificación del caso de estudio

La localidad donde se ubica este tipo de viviendas de interés social, se define como zona bioambiental IIb, según Norma IRAM 11.603. Esta se caracteriza por tener un clima templado cálido, con amplitudes térmicas mayores que 14 °C, el verano con temperaturas medias entre 20 °C y 26 °C, con máximas medias mayores que 30°C. El invierno no es muy frío y presenta valores medios de temperatura comprendidos entre 8°C y 12°C, y valores mínimos que rara vez son menores que 0 °C. En general, en esta zona se tienen inviernos relativamente benignos (IRAM, 2012).

Se toma como caso de estudio una de las tipologías de viviendas más construidas en los últimos 20 años por el Instituto Provincial de Vivienda y Desarrollo Urbano (IPVyDU). Como se muestra en la Figura 3, se trata de vivienda unifamiliar de 40 m<sup>2</sup> con dos habitaciones y un baño. Se materializa con mampostería de ladrillo cerámico hueco (LCH) de 0,18m de espesor el cual, se designará en adelante como

Muro 1 (M1). El techo es del tipo liviano, denominado (TL1), resuelto con cubierta de chapa trapezoidal, aislación de espuma de polietileno con un film aluminizado con espesor de 0,010m, cámara de aire ventilada y cielorraso suspendido de yeso cartón. Las carpinterías de aluminio con vidrio simple, sin ruptor de puente térmico, con rejas de seguridad y sin aleros de protección solar.

En la rehabilitación energética de la envolvente, se plantea para el muro un mejoramiento del tipo Sistema de aislamiento térmico exterior (SATE) utilizando el aislante térmico AISLA-SUSTEX, denominado (M2). Asimismo, en el techo liviano, llamado de ahora en adelante (TL2), se incorpora esta aislación en el interior del ático. En la Figura 4, se advierte el detalle constructivo de la envolvente original y su alternativa de mejora son SATE utilizando el aislante térmico de RSU.

## Resultados y discusiones

### Evaluación térmico-energética

En esta etapa, se presenta la determinación de los valores de transmitancia térmica  $K$  ( $W/m^2 \text{ } ^\circ K$ ), y se comparan los valores de cálculos con los admisibles de Norma IRAM. Para una mejor valoración del prototipo en estudio, se calculan además los valores de  $K$  de una tercera opción por ser considerada la resolución más utilizada en nuestro medio. En esta opción, se plantea un muro SATE con aislante térmico de Poliestireno Expandido (EPS) de 0,05m, denominado de aquí en adelante (M3), en el techo liviano también se adiciona EPS de 0,050m de espesor designado (TL3). En la Tabla 1, se observan los valores de transmitancia térmica  $K$  para muros y techos en verano, ya que se considera a este período el más desfavorable para la localidad en estudio, donde se analizan los resultados de  $K$  con los valores máximos admisibles  $K_{MAX ADM}$  de norma 11.900. Se advierte así, que la envolvente de la vivienda caso base, solo verifica en el nivel C-mínimo de confort higrotérmico. En cambio, con las alternativas planteadas los valores de  $K_{CAL}$  disminuyen considerablemente con lo cual, mejoran en el caso de los muros M2 y M3, hasta verificar en nivel de confort higrotérmico A/B- intermedio entre el nivel B- medio y nivel A-recomendado. A tal efecto, para el caso de los techos TL2 y TL3, verifican en el nivel B-medio. Cabe destacar que la opción de aislación térmica sustentable planteada con RSU, tiene un valor más bajo de transmitancia térmica con lo cual es más eficiente con respecto a un aislante térmico tradicional no sostenible.

$K$ ( $W/m^2 K$ ) Verano	Caso Base	Caso Mejorado AISLA- SUSTEX	Caso Mejorado EPS
$K_{CAL}$ ( $W/m^2 \text{ } ^\circ K$ )	TL1: 0,68	TL2: 0,42	TL3: 0,45
	M1: 1,71	M2: 0,48	M3: 0,51
	V1: 5,86	V2: 5,86	V3: 5,86
$K_{MAX ADM}$ ( $W/m^2 \text{ } ^\circ K$ )	TL1-Nivel C: 0,72	TL1-Nivel B: 0,45	TL1-Nivel B: 0,45
	M1-Nivel C: 1,80	M1-Nivel A/B: 0,78	M1-Nivel C: 0,78
Verificación	TL1: Verifica Nivel C	TL2- Verifica-Nivel B	TL3- Nivel B-Verifica
	M1: Verifica Nivel C	M2- Verifica - Nivel A/B	M3- Nivel A/B-Verifica

Tabla 1: Cálculo de verificación de  $K_{CAL}$  y  $K_{MAX ADM}$  de Caso Base, y los Casos Mejorados, situación verano. Fuente: Elaboración Propia.

Seguidamente, se calculan las ganancias y pérdidas térmicas según la situación invierno y verano, del edificio tanto para el caso base como para el mejorado con AISLA-SUSTEX. Cabe destacar, que la rehabilitación planteada se enfoca en la eficiencia energética de la envolvente mejorando las cargas térmicas por conducción. En tal sentido, se pretende destacar la incidencia que tiene el material aislante dentro de una construcción sostenible [Carabaño et al., 2017].

Como muestra la tabla 2, el caso base presenta un  $Q_R$  de 8.087 W y el caso mejorado de 6.151W. De todas maneras, se detecta que los resultados de  $G_R$   $W/m^3$  son mayores al  $G_{Radm}$  estipulado en norma IRAM 11.659 en los dos casos. A tal efecto, se visibiliza la necesidad de utilizar sistemas activos de climatización termo-mecánica; quedando en evidencia la rigurosidad climática de la zona. En cuanto a los resultados para la situación invierno, las pérdidas de calor se registra con un valor de 7.480 W para

el edificio existente y de 4.540 W para el caso de rehabilitación. En cuanto al  $G_{cal}$  del caso base no verifica según al valor admisible  $G_{adm}$  de 2,21 W/m<sup>3</sup> °K; en cambio, en la propuesta de mejoras el  $G_{cal}$  si verifica según el coeficiente propuesto por norma.

CLIMATIZACIÓN	Caso	G (W/m <sup>3</sup> )	$G_{adm}$ (W/m <sup>3</sup> )	Verifica Norma 11659 (IRAM, 2007)	Verifica Norma 116504 (IRAM, 2004)
Refrigeración	Base	84,24	31,53	$G_R > G_{Radm}$ : NO	
	Mejorado	64,07	31,53	$G_R > G_{Radm}$ : NO	
Calefacción	Base	3,54	2,21		$G_{cal} > G_{adm}$ : NO
	Mejorado	2,15	2,21		$G_{cal} < G_{adm}$ : SI

Tabla 2: Verificación de calefacción y refrigeración de la vivienda social y su rehabilitación con AISLA-SUSTEX. Fuente: Elaboración propia.

Siendo la climatización del edificio el ítem de mayor incidencia con un 40% (SEN, 2019) en este gasto energético. Los resultados obtenidos son muy alentadores, ya que se evidencia en el caso mejorado, una la reducción de ganancias térmicas en un 24% en la situación verano y para el invierno una disminución de las pérdidas de calor de un 39,30% respecto al caso original.

Además, si nos referimos al Área Metropolitana de Tucumán (AMET), el sector residencial presenta el mayor consumo de energía eléctrica con 51% (MINEM, 2017). Y en cuanto a vivienda social se refiere, según datos del IPVyDU (2020) se contabilizan un número importante de viviendas realizadas entre los años 2003 a 2018 aproximadamente de 23.144 unidades y en ejecución 3.210 unidades por el IPVyDU (2020). Por ello, este tipo de rehabilitación a las viviendas de promoción pública en el AMET podría impactar positivamente hacia el uso racional de la energía, la disminución del consumo y por ende, de los costos monetarios para los usuarios.

#### Impacto ambiental asociado

Se determinan la energía de entrada y salida para la climatización de la vivienda en estudio, se utilizan los datos proporcionados por la evaluación térmica. Para ambas situaciones la climatización se resuelve con aires acondicionados tipo Split tecnología invertir, con eficiencia energética nivel A, es decir, un coeficiente de performance COP=3,45. Se ubican los artefactos en los locales de primera, para el caso base se utiliza una capacidad nominal de 9,5 Kw y en el caso mejorado de 7,86 kw.

Como indica la Tabla 3, el caso existente presenta un valor de 17,52 Tn CO<sub>2</sub> eq en los 50 años de vida útil por refrigeración y el caso mejorado d de 13,34 Tn CO<sub>2</sub> eq, lo que significa una reducción de emisiones GEI del 24% en este último. Para la climatización por calefacción el caso existente presenta 16,22 Tn CO<sub>2</sub> eq y en la situación propuesta se revela un valor de 9,84 Tn CO<sub>2</sub> eq, lo que representa una disminución en el orden de 39.30%.

Los resultados indican que la reducción de GEI es directamente proporcional la reducción del consumo de energía. Por lo tanto, el carbono equivalente asociado a la etapa de uso del caso base suma un total de 33,75 Tn CO<sub>2</sub> eq y en el mejorado de 23,13 Tn CO<sub>2</sub> eq. En tal sentido, se evidencia una reducción total de GEI del 31 %, con la incorporación del aislante térmico sustentable.

Situación	Caso	Capacidad Nominal Instalada [kwh/m <sup>2</sup> .año]	Ganancia Térmica Kwh/m <sup>2</sup> año	Energía Primaria kwh/m <sup>2</sup> año	GEI m <sup>2</sup> kg CO <sub>2</sub> eq/ m <sup>2</sup> año	GEI Edificio kg CO <sub>2</sub> eq/año	GEI vida útil Tn CO <sub>2</sub> eq
Refrigeración	Base	9,5	8,08	7,7	3,71	350	17,52
	Mejorado	7,86	6,15	5,8	2,82	267	13,34
Calefacción	Base	9,5	7,48	7,15	3,4	324	16,22
	Mejorado	7,86	4,54	4,34	2,08	196	9,84
Total Caso Base Tn CO <sub>2</sub> eq							33,75
Total Caso Mejorado Tn CO <sub>2</sub> eq							23,13

Tabla 3: Verificación de QR y GR de Refrigeración de vivienda social y su rehabilitación con AISLA-SUSTEX. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las etapas del ciclo de vida de un edificio, la etapa de uso influye de forma determinante en el consumo de energía y emisión de GEI por su prolongación en el tiempo.

Como se mencionó anteriormente, los materiales aislantes térmicos favorecen a la disminución de energía primaria incorporada en la etapa de uso (Giordano et al., 2017), además, de garantizar el confort higrotérmico de los usuarios. A la vez, si se tiene en cuenta que muchos materiales aislante existentes en el medio, se fabrican con productos petroquímicos o de fuentes naturales procesadas con altos consumos energéticos (Asdrubali et al., 2015), este intenta alinearse con el concepto de ecodiseño bajo los principios de la economía circular (EMAF, 2018). En tal sentido, se coincide con lo planteado por Álvarez y Ripoll Meyer (2018) que en la elección de un material constructivo se debe tener en cuenta los tres pilares de la sostenibilidad: reducción del impacto ambiental, que sea económicamente viable y que garantice la calidad de vida de los seres vivos que intervienen a lo largo de todo su ciclo de vida. También, se debe resaltar que este tipo de material aislante, presenta beneficios de triple impacto al revalorizar el residuo de la industria textil.

### Conclusión

Se comprueba que existen puntos de convergencia entre el desequilibrio ambiental que provoca el sector de la industria textil y el sector edilicio, ya que ambas inciden de manera determinante en el deterioro de la biósfera y en consecuencia en la salud de los seres vivos. Sin embargo, hay muchas posibilidades de fusionar las dificultades y deficiencias que presentan cada sector y generar oportunidades de cambios. De esta manera, iniciar una transición hacia modelos tecnológicos sostenibles en el tiempo, con el fin de garantizar la calidad de vida de sus habitantes presentes y futuros. El diseño arquitectónico, los materiales y las técnicas constructivas pueden reemplazarse total o parcialmente sin perder confort higrotérmico. Asimismo, se muestra en el artículo que los residuos textiles pueden ser considerados como materia prima para la elaboración de componentes constructivos. Con esto se incentiva el camino hacia un cambio de paradigma, pensando el ciclo de vida de los edificios de manera circular. En tal sentido, se considera que el AISLA-SUSTEX es una solución apta y superadora, teniendo en cuenta que reduce energía y carbono equivalente y presentar co-beneficios como alargar la vida útil de los residuos textiles, mejorando la cadena de valor de la industria textil.

## Referencias

- Álvarez, A. A., & Ripoll-Meyer, V. (2018) Matriz de referencia para la optimización del ciclo de vida de los materiales constructivos de la vivienda social en zonas árido-sísmicas. *Hábitat Sustentable*, 8(2), 52-63. DOI: <https://doi.org/10.22320/07190700.2018.08.02>
- Asdrubali, F., D'alessandro, F. & Schiavoni, S. (2015) Una revisión de los materiales de aislamiento de edificios sostenibles no convencionales. *Materiales y tecnologías sostenibles Volumen 4* 1-17 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2015.05.002> BANCO MUNDIAL [BIRF-AIF] (2015). El mundo está experimentando un gran cambio poblacional con implicaciones de gran alcance para las migraciones, la pobreza y el desarrollo: informe del BM y el FMI. Recuperado a partir de: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2015/10/07/world-undergoing-major-population-shift-with-far-reaching-implications-for-migration-poverty-development-wbimf-report>
- BBC (2017). BBC Mundo: ¿Sabes cuál es la industria más contaminante después de la del petróleo? Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39194215>
- Bonded Logic INC (2004) Aislante térmico con residuos textiles. Recuperado de <https://energiayhabitabilidad2014.wordpress.com/2014/05/15/material-innovador-aislante-termico-jeans-reciclado/>
- Braungart, M. Y McDonough, W. (2005) *Cradle to cradle*. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas. Madrid: McGraw Hill.
- Carabaño, R., Hernando, S. M., Ruiz, D. & Bedoya, C. (2017) Evaluación del ciclo de vida (ACV) de los materiales de construcción para la evaluación de la sostenibilidad de la edificación: el caso de los materiales de aislamiento térmico. *Revista de la construcción*, 16 (1), 22-32. DOI: <https://dx.doi.org/10.7764/RDLC.16.1.22>
- De Vera, B. (2018) Lo que le cuesta al medioambiente que vayas a la moda. *Revista N+1, ciencia que suma: www.nmas1.org*". Recuperado de: <https://nmas1.org/material/2018/07/25/textil-contamina>.
- Dirección de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Cambio Climático, Ministerio de Agroindustria Provincia de Buenos Aires (2018). Manual de aplicación de la Huella de carbono 2018. Recuperado de [https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/agroindustria/docs/Manual\\_aplicacion\\_Huella\\_de\\_Carbono.pdf](https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/agroindustria/docs/Manual_aplicacion_Huella_de_Carbono.pdf)
- Ecofibra (2016) Aislante térmico con residuos textiles. Recuperado de <http://ecofibrachile.cl/about.html>
- Federación de Cartoneros y Recicladores y Compromiso Empresarial para el Reciclaje [CEMPRE] (2016) El Mapa de Recicladores. Conexión Reciclado, Artículo 41, con colaboración de la Universidad Nacional de Quilmes, Universidad Nacional de Lanús y la Universidad Jauretche.
- Fundación Ellen Mac Arthur [EMAF] (2017) Una nueva economía de los textiles. Rediseñar el futuro de la Moda. Recuperado a partir de: [www.ellenmacarthurfoundation.com](http://www.ellenmacarthurfoundation.com)
- Fundación Ellen Mac Arthur [EMAF] (2018) Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada. Recuperado a partir de: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive\\_summary\\_SP.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf)
- Gaggino, R. (2019) Diseño experimental de elementos constructivos utilizando materiales reciclados, para viviendas de interés social. síntesis de tesis doctoral. *Revista: Pensum*. Vol. 5, p: 43/68. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pensu/article/view/26301/28108>

- Garzón, B., & Mendonca, C. (2013) TRANS-Q-E: Programa calculador de transmitancia, cargas térmicas de calefacción y refrigeración y consumos energéticos, según Normas IRAM 11601(2004), 11603 (2012), 11604 (2004), 11605 (2002), 11659-1 (2007), 11659-2 (2007). Obra Inscripta en Dirección Nacional de Derechos del Autor DNDA, CABA. Año 2013.
- Giordano, R. Serra, V., Demariaa, E. & Duzel, A. (2017) Embodied energy versus operational energy in a nearly zero energy building case study. *Energy Procedia* 111 (2017) 367 – 376. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.198> INSTITUTO PROVINCIAL DE LA VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO [IPVyDU] (2020). Síntesis general de Obras Ejecutadas. Recuperado de: <http://www.ipvtuc.gov.ar/obras/realizadas/>
- IRAM Serie 11.600. Acondicionamiento térmico de edificios. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- IRAM (2017-2019) 11900- 1: Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética. Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires, Argentina.
- IRAM-ISO Serie 14000. Gestión Ambiental Análisis de ciclo de vida. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- Kuchen, E. & Kozak, D. (2020) Transición energética argentina. El nuevo estándar de eficiencia energética en la evaluación de la vivienda social. Caso de estudio: vivienda de barrio papa francisco. *Rev. Hábitat sustentable* [online]. 2020, vol.10, n.1, pp.44-55. ISSN 0719-0700. <http://dx.doi.org/10.22320/07190700.2020.10.01.04>.
- Maldonado, F. (2020) Las textiles de Tucumán podrían producir insumos para hospitales. *La izquierda diario*. Recuperado de: <https://www.laizquierdadiario.com/La-textiles-de-Tucuman-podrian-producir-insumos-para-hospitales>
- Merlet, C. (2018) Aislante térmico con residuos textiles. Recuperado de <https://www.fab-brick.com/>
- Montojo, M. (2019) La ruina textil: 800.000 toneladas de ropa van a la basura cada año. *El ògora dirio digital*. Recuperado de: <https://www.elagoradiario.com/desarrollo-sostenible/economia-circular/la-ruina-textil-800-000-toneladas-de-ropa-van-a-la-basura-cada-ano/>
- Navarro Balsalobre, R. (2019) Navarro Balsalobre, R. (2019). Evaluación y caracterización de las fibras desprendidas en las aguas de lavado de tejidos. <http://hdl.handle.net/10251/128476>
- RMT- Nita ® Cotton (2011) Aislante térmico con residuos textiles. Recuperado de: <http://rmt-nita.es/es/home/>
- Saez, V. & Garzón, B. (2019) Hacia una economía circular: plástico y cartón como residuos sólidos urbanos para una Arquitectura Sustentable. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*. Claves para desarrollo. DOI: <http://dx.doi.org/10.30972/eitt.604408>.
- Saez, V.; Garzon, B. & Farias, N. (2021). Dispositivo tecnológico AISLA-SUSTEX. Registro de Obra Inédita – No Musical. En trámite. República Argentina. Poder Ejecutivo Nacional
- Secretaria de Gobierno de Energía (2019) Balance Energético Nacional. Serie histórica. Indicadores desde 1960 actualizado al año 2018. Dirección de Estadísticas Energéticas. Dirección Nacional de Información Energética. Subsecretaría de Planeamiento Energético
- Vitnik (2018). La industria textil y la problemática ambiental Recuperado de: <http://www.generacionvitnik.com/2018/08/06/la-industria-textil-y-la-problematica-ambiental/>

WorldGBC. (2019). Reducción de las emisiones de carbono. Acción coordinada del sector de la edificación y la construcción para hacer frente a las emisiones de carbono incorporado. Recuperado de <https://www.argentinagbc.org.ar/visualizar-informes>