

Mejoramiento de las condiciones medioambientales de la vivienda social de Mar del Plata a partir de la implementación de metodologías de ACV

Sabine Asis, Silvia Stivale, M. Teresita Falabella

RESUMEN

El objetivo general del estudio es el análisis de potenciales mejoras medioambientales de las viviendas realizadas a través de la implementación del Plan Federal de Construcción de Viviendas en la ciudad, utilizando conceptualmente la metodología del Análisis del ciclo de vida ACV, simplificado.

El ACV constituye una herramienta que viabiliza comprender y tratar los impactos generados al ambiente, desde el proyecto, producción, funcionamiento, gestión y mantenimiento de edificios de cualquier índole y escala, por medio de la identificación de recursos de todo tipo utilizados (materiales, agua, energía) así como de los desechos generados y emisiones al ambiente (aire, agua y suelo).

La investigación se desarrolló en dos etapas: la primera consistió en trabajo de campo y toma de datos sobre el desempeño de las viviendas, donde se verificó la ineficiencia del funcionamiento térmico de la envolvente “muro de fachada”, debido a ausencia de membrana aislante. Esta situación ocasiona altos consumos anuales de energía para su puesta en condiciones de confort.

La segunda etapa consistió en un ACV simplificado destinado a identificar materiales para la conformación de una membrana aislante con el menor impacto ambiental. Este se circunscribe a la fase de extracción y producción de los materiales, es decir un análisis de la cuna a la puerta.

Los resultados alcanzados posibilitan demostrar la potencialidad de la metodología para la evaluación energética y ambiental de alternativas a ser considerada en la elección de materiales aislantes, dado que es posible modificar la energía consumida en el período de uso de los edificios, a partir de esta decisión, criterio que puede seguirse con cualquier otro componente de la envolvente de la vivienda.

PALABRAS CLAVES

ACV Análisis ciclo de Vida – Vivienda eco-eficiente- materiales aislantes.

Urban sustainability in the urban-rural interface of Mar del Plata

ABSTRACT

The overall objective of the study is the analysis of potential environmental housing improvements made through the implementation of PFCV in the city, conceptually using the methodology of life cycle assessment LCA, simplified.

The life cycle analysis is a viable tool to understand and address the impacts to the environment. Enables researching, analyzing, understanding and incorporating sustainable design concepts from design, production, operation, management and maintenance of buildings of any kind and scale, through the identification of all types of resources used (materials, water, energy) and waste generated and emissions to the environment (air, water and soil).

The research was conducted in two stages: the first consisted of field work and data collection on the performance of homes where the inefficiency of the thermal performance of the envelope "front wall" was verified due to the absence of insulating membrane. This situation causes high annual energy consumption for its implementation comfort conditions.

The second stage focused on the realization of a simplified LCA aimed at identifying materials for forming an insulating membrane with the least environmental impact, which constituted the input for the inventory of LCA. This phase is limited to the extraction and production of materials, an analysis of the cradle-to-door.

The results obtained allow demonstrating the potential of the methodology for energy and environmental evaluation of alternatives to be considered in the choice of insulating materials, since it is possible to modify the energy consumed in the period of use of buildings from this decision criterion that can be followed with any other part of the house.

KEY WORDS

LCA Life Cycle Analysis - Housing eco-efficiently insulating materials

DATOS DE LOS AUTORES

Sabine Asis

Arquitecta, investigadora y docente del área técnico-constructiva Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, UNMDP. Presta funciones en el Instituto de

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo surge como resultado de los estudios realizados en el proyecto de investigación “Desarrollo de un marco metodológico para el análisis de ciclo de vida en viviendas del Plan Federal de Construcción de Vivienda (PFCV) como contribución al hábitat sostenible de Mar del Plata”.

El problema planteado indaga sobre cómo se contribuye al hábitat social sostenible a partir de la realización de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de las viviendas del Plan Federal de Viviendas.

El objetivo general del estudio es el análisis de potenciales mejoras medioambientales de las viviendas realizadas a través de la implementación del PFCV en la ciudad, utilizando conceptualmente la metodología del Análisis del ciclo de vida ACV, simplificado.

La incorporación de prácticas de Análisis de Ciclo de vida en edificios residenciales posibilitaría, desde la dimensión del diseño constructivo no sólo disminuir los gastos energéticos sino también reducir emisiones al ambiente, fundamentando criterios en la selección de materiales,

Investigaciones en Desarrollo Urbano, Tecnología y Vivienda. Docente de posgrado en el marco del Proyecto European Master EMDiReB in Diagnosis and Repair of Building. Su línea de investigación se desarrolla en patología y lesiones debidas a ambiente marino.

E-mail: sasis@mdp.edu.ar

Silvia Stivale

Arquitecta, egresada de la UBA, Magíster en Gestión Ambiental Urbana UNMDP. Presta funciones en el Instituto de Investigaciones en Desarrollo Urbano, Tecnología y Vivienda. Especializada en estudios socio-económicos, ambientales y diseño sustentable. Docente del área histórico social de la FAUD/UNMDP en Economía y Marketing. Sus investigaciones abordan la temática de Metodología de Evaluación del hábitat residencial social, Análisis de Ciclo de Vida y diagnóstico sobre el entorno construido.

E-mail: astivale@mdp.edu.ar

María Teresita Falabella

Arquitecta, con estudios de Maestría, en Hábitat y Vivienda.

Profesora Titular del Taller Vertical de Construcciones en la FAUD/UNMDP, con extensa trayectoria como directora de proyectos de investigación en el área de tecnología y vivienda de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Directora del Instituto de Investigación en Desarrollo Urbano, Tecnología y Vivienda. Docente de posgrado en el marco del Proyecto European Master EMDiReB in Diagnosis and Repair of Building.

E-mail: mfalabel@mdp.edu.ar

componentes y subsistemas de la envolvente y mejorando por lo tanto su comportamiento energético-ambiental. Logrando de esta forma un uso eficaz de los recursos destinados por el Estado y mejorar las condiciones de vida de la población objetivo.

Se persigue la finalidad de contribuir al logro de un hábitat social sostenible a partir de aplicar una herramienta que viabiliza comprender y tratar los impactos generados al ambiente.

Marco conceptual

A los fines de este trabajo se define a la vivienda de interés social como aquella construida con recursos del estado y destinada a la población de menores recursos y en condiciones vulnerables.

El Instituto de la Vivienda de la Provincia de Buenos Aires (Argentina), lleva adelante lo que ha dado en llamar Política habitacional sustentable en Vivienda de Interés social, dentro de los lineamientos impuestos por la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, en el marco del enfoque que guió a la Cumbre de Río y a la elaboración de la Agenda 21.

Dentro de sus enunciados, referido a “Dimensiones sociales y económicas”, realiza recomendaciones claras y precisas a programas de suministro de vivienda, y sus elementos asociados: planificación, ordenamiento para el uso del suelo, infraestructura, energía y transporte, a la vez que incluye la promoción de actividades sostenibles en la industria de la construcción.

El estudio se enmarca en un campo del conocimiento que involucra el área tecnológica, y la aplicación de la Ley N° 13.059/2003, Decreto Reglamentario N° 1030/10, implementada en la Provincia de Buenos Aires. La cual trata las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de edificios, por el impacto que implica los consumos energéticos en el uso de recursos y emisiones al ambiente.

Es en el informe “Nuestro futuro común” (1987) coordinado por Harlem Brundtland en el marco de Naciones Unidas, donde aparece el término “desarrollo sustentable”, entendiéndolo como tal al proceso armónico entre el desarrollo económico capaz de satisfacer principios de equidad social y responsabilidad ambiental, se consideran los requerimientos de la población actual y de las generaciones futuras.

Se alude por lo tanto a los tres sistemas involucrados: ambiente, sociedad, y economía, y es en sus interrelaciones donde descansa la concepción de un desarrollo armónico - sustentable.

Dentro del sector de la construcción, nos remitimos a los edificios y abordamos la dimensión técnica de la sustentabilidad. Nos referimos a la condición de eficientes desde el punto de vista energético; porque es en esos aspectos donde es posible minimizar los impactos provocados al ambiente, a la salud humana y los costos que tales impactos acarrearán.

Si bien el sector de la construcción, es un importante motor de la economía, simultáneamente, es un gran consumidor de energía. Específicamente el sector residencial representa el 21% de todos los consumos energéticos totales del país, y coincidentemente el 21% de las emisiones de CO₂¹, sin embargo es durante el período de uso, cuando se producen los mayores impactos (90%), dado que los consumos energéticos y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) sumados a lo largo de la vida útil, son mayores, en términos relativos a los provocados en el período de construcción y producción de los materiales (Arena, 2005).

Específicamente en nuestro país los problemas de eficiencia energética y eficacia asociada en la Industria del Sector de la Construcción comienzan a cobrar una significación importante. Ya no se trata sólo de proyecto y construcción, sino la consideración de todas las etapas, planificación, operación y uso, mantenimiento, rehabilitación, demolición y gestión asociada, son aspectos que cobran real protagonismo y que, introducen a nuestro campo de trabajo en un ámbito mucho más vasto y multidisciplinar.

Así es como, por una parte, en los países más desarrollados se han multiplicado los estudios sobre los diversos problemas de los edificios en uso, tanto en los ámbitos universitarios y de investigación, como en el dominio de las empresas vinculadas con la construcción.

En el contexto actual la variable medioambiental constituye una demanda a la que deberá dar respuesta el futuro profesional de la construcción, ya sea desde la esfera privada o participando en el sector público. Propicia que el mismo adquiera capacitación y habilidades específicas en conocimientos, procesos, tecnologías y gestión de edificios sustentables. Tanto para una evaluación eficaz de sus intervenciones específicas, como para una toma de conciencia de las consecuencias que sus decisiones a partir de las etapas de diseño, proyecto y ejecución acarrearán en las condiciones de vida de la población.

Es innegable la creciente influencia que la tecnología arquitectónica tiene en los subsistemas mencionados (ambiente-sociedad-economía), la incorporación del uso de herramientas (ACV, Matriz Met, Planillas de

Impacto ambiental PNUMA) que propicien una concepción basada en modelos sustentables que articulen materiales, distribución, sistemas de producción, sistemas constructivos, consideración de uso, mantenimiento y fin de vida constituyen aportes específicos a las soluciones técnico-funcionales-constructivas.

Las decisiones debidas a proyecto y construcción incluyen la variable que se relaciona con la durabilidad de los edificios y el desempeño de los mismos. Los edificios demandan a lo largo de la vida útil tareas y acciones de mantenimiento que requieren re- inversiones de dinero destinadas a hacer frente a los llamados costos de uso.

Estos últimos sumados a lo largo de la vida útil, representan porcentajes importantes, a cargo de los habitantes, que en el caso de la vivienda social cobran particular relevancia dado el perfil socio-económico de los mismos (Mascaró, 1980). Los costos de uso están afectados fundamentalmente al gasto en energía y por ende influyen en la calidad y en el confort térmico. Anualmente representan del 1% al 3% del costo de construcción para viviendas cuya vida útil oscila alrededor de 50 años².

Tanto los costos de uso (debidos a funcionamiento y mantenimiento) como la durabilidad aluden a la selección, durante el proceso de diseño, de materiales, componentes y/o elementos adecuados y de calidad que aseguren períodos de prestación similares entre sí y acordes a los de la vida del edificio, que garanticen condiciones de confort, facilidad de operación (reparación y/o sustitución), eco-eficiencia ambiental de la vivienda.

Desarrollar aspectos que contribuyan a mejorar la calidad de vida, preservar el ambiente construido y optimizar los recursos económicos orientados al periodo de uso, debe incluir las siguientes afirmaciones:

- a. Considerar la totalidad del período de vida de los edificios: el de producción, el período de uso y operación, que incluye el mantenimiento, y finalmente la etapa final de vida.
- b. Actuar con estrategia de costo global: (costo inicial + costo de uso), implica operar sobre el costo inicial contemplando en las soluciones adoptadas en las etapas de diseño y construcción los aspectos del mantenimiento.
- c. Incluir el concepto de sustentabilidad de los edificios como un condicionante más del proyecto que luego impactará en el “ciclo de vida”.

La vivienda sustentable

La condición de vivienda sustentable alude a la consideración del medio ambiente, la eficiencia de los materiales, los procesos de construcción y el impacto que provocan los edificios sobre el ambiente, construido o natural y en la sociedad.

Para nuestro caso de estudio nos remite por lo tanto a una vivienda que cumple con la prestación de confort para sus habitantes donde se ha tenido en consideración estrategias que aseguren la eco eficiencia de la misma.

Significa dar la prestación óptima con menor utilización de materia y energía, con menor contaminación y menor producción de residuos. La vivienda sustentable es por lo tanto la que da cuenta de estrategias de reducción de insumos energéticos (gas, electricidad) que posibilitan disminuir las emisiones de CO₂ al ambiente (bióxido de carbono), pero a su vez tiene en consideración otras estrategias.

Estrategia 1: reducción de consumos: materia, agua y energía en todo el ciclo de vida del edificio.

Estrategia 2: aumento de renovabilidad, concepto que abarca dos aspectos a la vez, el mayor uso posible de materiales/recursos que son naturalmente renovables disminuyendo el uso de los no renovables (materiales de origen orgánico sobre inorgánicos, uso de energías renovables: sol, eólica en reemplazo de las más contaminantes). Y también alude a la capacidad de reutilizar, es decir propender a la incorporación de insumos reciclados en los materiales y componentes, a la vez que fomenta la reciclabilidad de los residuos (demolición), en el fin de vida.

Estrategia 3: disminución de impactos potenciales a la salud humana y al ambiente, asociado a las emisiones producidas. Implica una clara enunciación a las emisiones asociadas a gastos energéticos, pero también a los residuos potencialmente contaminantes de los materiales sea al agua, al aire o al suelo, a lo largo de todo el ciclo de vida (producción-construcción-uso- fin de vida).

Estrategia 4: aumento de la prestación de uso (prolongar la vida útil) en condiciones de confort mediante el mantenimiento preventivo y predictivo.

Todo el conjunto se plantea considerando que el modelo es ambientalmente deseable, económicamente viable y socialmente aceptable y aceptado.

Análisis del Ciclo de Vida y aspectos ambientales en relación al hábitat social sustentable

Se entiende el ACV, como una herramienta que viabiliza comprender y tratar los impactos generados al ambiente. Posibilita investigar, analizar, conocer e incorporar conceptos de diseño sustentable desde el proyecto, producción, funcionamiento, gestión y mantenimiento de edificios de cualquier índole y escala. A la vez que facilita identificar los insumos energéticos, emisiones al ambiente y desechos generados, desde la etapa de extracción de los insumos o materiales utilizados en la construcción (constituyentes), su transporte, pasando por su proceso productivo, etapa de uso y posterior desecho.

Los elementos básicos que se tienen en cuenta en un estudio de ACV son las entradas y salidas que se producen en el sistema:

Entradas: recursos, materias primas, partes, transporte, energía, etc.

Salidas: emisiones al aire, agua y suelo, así como residuos y subproductos que se tienen en cuenta en cada fase/proceso del sistema.



La manera en que se recopilan las entradas y salidas constituyen lo que se llama "inventario" del ciclo de vida (ICV) y es la fase de análisis del ciclo de vida que implica la recopilación y cuantificación de las entradas/salidas del sistema.

De acuerdo a la Norma ISO 14040, las fases principales de un estudio de ACV las constituyen:

Definición de objetivo y alcance: define el objetivo y uso previsto del estudio, su alcance de acuerdo con los límites del sistema, la unidad funcional y los flujos dentro del ciclo de vida, la calidad exigida a los datos y los parámetros tecnológicos y de evaluación.

Desarrollo del inventario del ciclo de vida (ICV): recolección de datos correspondientes a las entradas y salidas para todos los procesos del sistema.

Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV): etapa en la que el inventario es traspasado a indicadores de potenciales impactos al medio ambiente, a la salud humana y a la disponibilidad de recursos naturales.

Interpretación: fase del ACV, en que los resultados del ICV y del EICV, son interpretados de acuerdo al objetivo y alcance formulado. En esta fase se realiza un análisis de los resultados y se determinan las conclusiones.

Materiales y Métodos

Etapa 1:

Mediante la evaluación ex – post, se analiza el desempeño³ de las viviendas una vez habitadas. Esta situación nos ubica en el campo de conocimiento de la llamada Patología de la edificación, que abarca los problemas constructivos que aparecen en un edificio después de su ejecución. Estudio de las lesiones, cómo evolucionan sus procesos y las posibles soluciones.



La información obtenida arroja datos sobre las condiciones de confort a partir de verificar el cumplimiento de los requerimientos higro-térmico, las resoluciones constructivas de la envolvente involucrada.

La unidad de análisis la constituyen viviendas unifamiliares de tipología planta baja o planta baja y un piso, que son los únicos prototipos desarrollados en la totalidad de los planes que se aplicaron en la ciudad.



Caso de Estudio: PFCV - Programa Terreno y Proyecto Urbano (TPU) a Tipología de vivienda dúplex. Ubicación Barrio Belisario Roldán. Mar del Plata. Argentina

Utilizando la práctica del relevamiento sobre lo construido, se recoge información básica sobre aspectos técnicos, funcionales, económicos. A partir del registro general se identifican las características constructivas del edificio.

Se desarrolla el estudio teórico, del comportamiento higrotérmico de los componentes de la envolvente exterior (Transmitancia térmica coeficiente “K”, pérdidas por volumen de calor coeficiente “G”) y gasto energético para mantener condiciones de confort interior.

Se verifica riesgo de condensación, y consumo energético para mantener condiciones de confort interior.

- No verifica coeficiente “K” de transmitancia térmica para el muro: las

pérdidas de calor no están dentro de valores recomendables para zona de estudio.

- El cálculo teórico ratifica la presencia de condensación intersticial en muros y puntos singulares (aristas).
- También existe condensación por puente térmico (constatado en trabajo de campo y en el cálculo teórico). Esto afecta no solo la durabilidad de los materiales sino la salud de los habitantes.
- No verifica el coeficiente volumétrico “G” de pérdidas de calor. El valor obtenido es superior al admisible según Norma Iram 11604 fijado para dar cumplimiento con el ahorro energético requerido.
- Se evaluó el consumo anual de energía necesario para calefaccionar la vivienda $Q=14410$ kwatt/hora que corresponde a la demanda de energía, considerada para gas natural.

Gráfico de gradiente térmico y temperatura de rocío

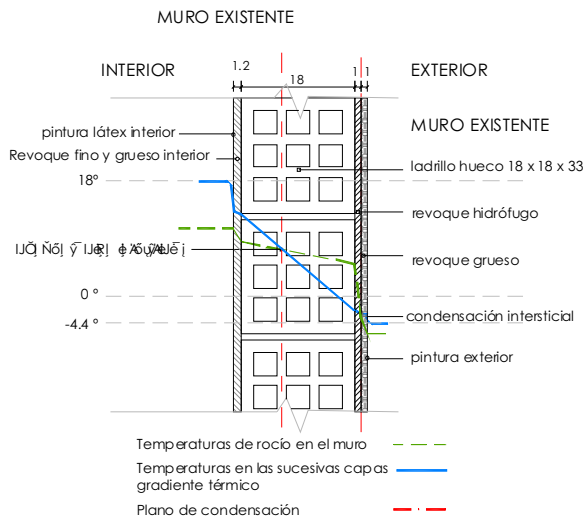


Figura 4: se verifica teóricamente la presencia de riesgo de condensación intersticial y superficial.

Se observa en el gráfico el gradiente térmico de las diferentes capas (línea continua) y la temperatura de rocío de las mismas capas (línea punteada). Cuando la temperatura de la capa del muro es menor a la temperatura de rocío se produce condensación, para este caso se

detecta en dos sectores uno interno dentro del ladrillo y otro superficial entre revoques.

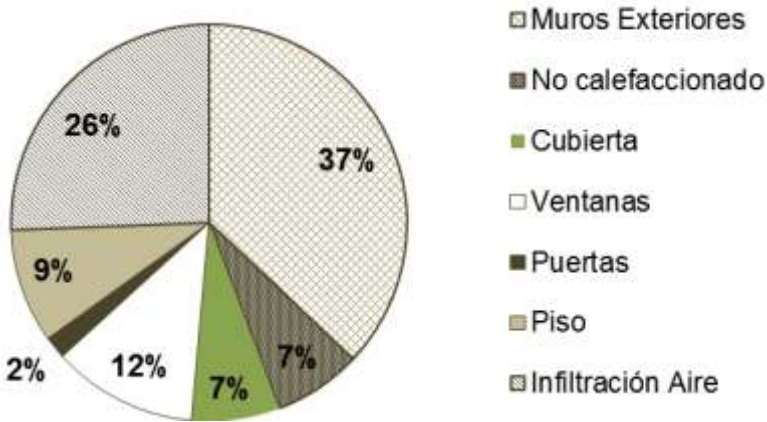


Figura 5: Gráfico que muestra el resultado del cálculo de Coeficiente volumétrico “Gcal” de pérdidas de calor a través de los cerramientos que componen la envolvente, más las pérdidas por renovación de aire. Norma Iram 11604.

Los resultados obtenidos reflejan que la mayor ineficiencia del funcionamiento térmico de la envolvente es del “muro exterior”, debido a ausencia de membrana aislante térmica. Esto determina que la vivienda no resulta medioambientalmente eficiente, exige altos consumos de energía para calefaccionar, a la vez que presenta condiciones de disconfort a sus habitantes, por los efectos asociados que se producen (paredes frías y con presencia de hongos).

Visto que las mayores pérdidas se producen por muros (37%), se propone mejorar su comportamiento térmico a partir de materializar la membrana faltante.

En segundo lugar se debería actuar también sobre las otras variables de incidencia, como infiltración de aire, segunda en orden de magnitud (26%) para cuya solución se aconseja el mejoramiento de las carpinterías con la colocación de burletes (nuevos sellados para reducir pérdidas por filtración).

Etapa 2

Análisis de ciclo de vida

Constatada la ausencia de membrana aislante y a los efectos de mejorar la eficiencia energética de la vivienda, es necesario identificar qué

materiales presentan mejor comportamiento ambiental para la conformación de una membrana aislante, que posibilite obtener el mismo ahorro de energía.

Selección de los materiales de las membranas

Para proceder a la elección de membranas aislantes se tuvo en cuenta la clasificación de los materiales aislantes según su origen, la factibilidad de obtención en el mercado local así como aspectos: económicos, conductividad térmica en función de espesores, disponibilidad del recurso y facilidad de aplicación, que permitan escoger el material con el mejor comportamiento ambiental.

Debe entenderse que cuando se actúa sobre edificaciones existentes las estrategias de actuación resultan condicionadas por seguridad, accesibilidad y facilidad de implementación, por lo que se propone optimizar la situación de confort interior a partir de utilizar un material aislante a colocar sobre paramento interior.

Se consideró en esta etapa la consulta de otros trabajos de investigación realizados sobre análisis comparativos de productos aislantes, declaraciones ambientales del producto comercial (DAP) y la factibilidad de contar con base de datos de inventarios para realizar un ACV.

Según su origen los materiales aislantes pueden clasificarse en inorgánicos (fibroso, celular), orgánicos a partir de energía renovable (fibroso, celular), o no renovable (celular) y productos de nuevas tecnologías (celular y foils).

Independientemente de las prestaciones que pueden brindar los materiales de origen orgánico, que a nivel de estudios pilotos tienen una excelente prestación, son desestimados por la dificultad de acceso al recurso en nuestro mercado (aislantes proveniente de lana de oveja, algodón reciclado, lino y cáñamo).

Quedan 8 tipos de materiales aislantes factibles de adquirir en el medio: poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruído (XPS), espuma rígida de poliuretano, spray de espuma de poliuretano (SPUR), espuma de polietileno, aislante celulósico proyectado que proviene del reciclado de papel de diario, lana de vidrio (Glass Wool) y lana de roca (Rockwool). De estos se seleccionan 5 factibles de aplicarse en muro interior de fachada y se comparan las propiedades de conductividad y densidad con los valores recogidos en otras investigaciones (ídem ref.4):

Material	Conductividad W/m-K		Densidad Kg/m ²	
	Nacionales	Extranjeras	Nacionales	Extranjeras
Glass Wool	8-100	12/150	0,033/0,045	0,030/0,040
R	30/150	25/200	/0,038/0,038	0,030/0,041
EPS	15/32	10/80	/0,029/0,037	0,032/0,045
XPS	32	10/80	0,029	0,025/0,040
PUR	30-60	30/160	0,022/0,024	0,022/0,035

En función de la información brindada por el fabricante sobre declaración ambiental del producto (DAP) por un lado y la factibilidad de contar con base de datos de inventario en el software Eco-it a utilizar para la evaluación de ACV, se escogen lana de vidrio Isover Rolac Plata y plancha de EPS Neoport BASF.

Los criterios de selección se fundamentan en la propiedad de incluir en su composición material reciclado (Isover=70% de vidrio reciclado), ser potencialmente reciclables, obtención de masa con mayor proporción de aire y menor cantidad de material y comportamiento ante el fuego.

Gráfico de gradiente térmico y temperatura de rocío.

SOLUCIÓN PROPUESTA 1 Y 2 SON SIMILARES.
NO SE PRODUCE CONDENSACIÓN

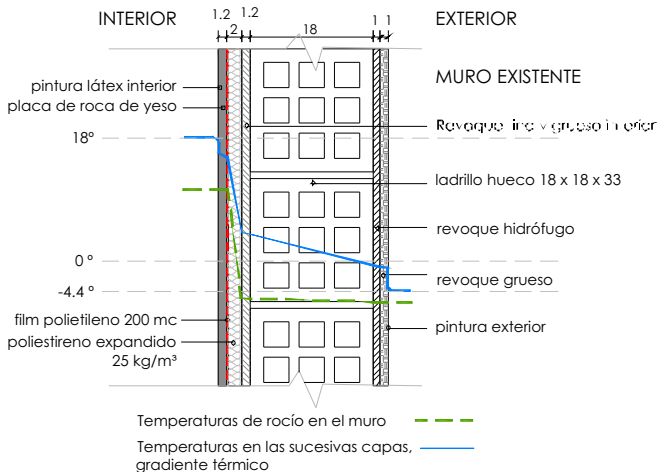


Gráfico 9: se demuestra teóricamente que las propuestas permiten evitar el riesgo de condensación.

El esquema gráfico refleja como a partir de la incorporación del material aislante en el paramento interior de la fachada, se logra aislación térmica suficiente para que el muro no se enfríe debajo del punto de rocío, a la vez que como barrera de vapor, evita que el vapor de agua llegue a la zona fría para condensarse, (se evita que se crucen el gradiente térmico –línea continua- con la temperatura de rocío –línea punteada).

Aplicando la mejora solamente en muros exteriores se obtiene una disminución de la demanda de energía del 25%, dicha estrategia posibilita alcanzar los objetivos propuestos:

- Mejorar la eficiencia energética de las viviendas existentes:
- Adecuar viviendas a normativas vigentes Ley13059 e IRAM 11900



Gráfico 10: comparativo de muros existentes y mejorados con membrana. Norma Iram 11604

A partir de la selección de las membranas presentes en el mercado, se procederá a realizar un ACV que posibilite compararlas. Dado que se plantea que las dos tienen el mismo coeficiente de transmitancia térmica y serán instaladas de la misma forma en el paramento interior, para el mismo uso, se excluye del análisis los materiales del muro existente, así como la estructura de soporte de las membranas (invariable para ambos casos).

Para la evaluación del Análisis de ciclo de Vida (ACV) se consideran las membranas aislantes en su fase de extracción de recursos, de

producción y de residuos. No se considera el período de uso, puesto que los impactos positivos en reducción de GEI y consumo de energía no renovable en la extensión de 50 años de vida de un edificio, superan cualquier impacto sobre los producidos en extracción, procesamiento y eliminación, por lo que se realiza el análisis de la “cuna a la puerta”⁵, para el ciclo de vida de los materiales.

Como parte de las herramientas utilizadas se realiza una primera aproximación de evaluación de impactos utilizando Matriz de Abordaje (Planilla PNUMA)-

Matriz de Abordaje (Planilla Manual PNUMA)

Se analiza el comportamiento de dos membranas aislantes que prestan iguales condiciones de diseño constructivo y de desempeño energético en período de uso. Las membranas constituyen un producto pasivo, es decir no exigen el consumo de energía para su prestación de servicio, en su período de vida. Por lo tanto las áreas de impacto clave van a estar en la extracción de materiales, fabricación, fin de vida y distribución implicada en estas fases.

Membrana 1: placa de EPS “Neoport BASF”, con film de polietileno, espesor 30 mm. Materiales: placa de poliestireno expandido (0,25 kg/m²), film de polietileno 200 micrones LPD, (0,2 kg/m²).

Membrana 2: Membrana “Isover” Filtro Rolac Plata muro HR, espesor 38 mm. Materiales: lana de vidrio (peso 0,76 kg/m²), revestida con foil de aluminio de 7 mic (peso 0,1 kg/m²).

Definición de ítems de análisis⁶:

Columna 1: Impactos.

Columna 2: Materias primas para la elaboración de las membranas.

Columna 3: Fabricación. Proceso de elaboración de las membranas





Columna 4: Distribución a centros de venta.

Columna 5: Fin de vida. Impactos en función de la eliminación y destino final.

MEMBRANA 1	ETAPA DEL CICLO DE VIDA			
	Materias primas	Fabricación	Distribución	Fin de Vida
Emissiones / Contaminación del aire	Polvos en suspensión. Disminución de áreas naturales	Emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs), ion de amoniodióxido de azufre y dióxido de carbono	CO2, CO, por transporte	
Efluentes líquidos / contaminación del agua	Calidad de recursos hídricos, contaminación superficial.	aguas residuales con posibles cargas elevadas de compuestos orgánicos	No se produce	No es hidrosoluble, no contamina tiene baja biodegradabilidad
Residuos sólidos		Polvo y material de embalaje		Baja biodegradabilidad de plásticos.
Uso de materiales (incluyendo packaging)	Derivados del petróleo. EPS expandible: estireno, LDPE – PEBD: polímero termoplástico formado por etileno.	EPS (benceno, etileno y pentano, agente de expansión). LDPE Resina para extrusión de película. Resinas y aditivos no tóxicos.	EPS Poliestireno en planchas sujetas con zunchos. LDPE film en rollo.	A demolición y predio final.
Uso de Energía / Tipo	Derivados del petróleo.	Polimerización: uso de calor, catalizadores. Gas natural		
Uso de Agua	Si	Uso de agua para enfriamiento		
Afectación al Ambiente natural	Paisaje modificado, pérdida de singularidad	EPS genera polvo. Disolventes y residuos no reciclables	Vías de comunicación, disminución de áreas permeables	Contaminación de sustrato de suelo por baja biodegradabilidad
Responsabilidad Social	Estructura de población activa, mejora del empleo	El estireno afecta la salud reproductiva. COVs Los riesgos mayores se producen por la absorción de éstos a través de la piel y por inhalación		Personal afectado a recolección de residuos y recicladores en predio
Gestión de los RR. HH.	Se recomienda monitoreo de seguridad de riesgo y operación	Se recomienda monitoreo de emisiones y efluentes de planta		Se recomienda promover la capacitación de recicladores
Otros impactos	Alteración cubierta vegetal, terrestre, hidrología y drenaje	Generación y emisión de ruido, polvo, olores, etc.		Presencia de insectos, roedores. Residuos potencialmente reciclables

CUESTIONES / IMPACTOS AMBIENTALES

Referencias:

	impactos positivos		impacto medio
	impacto leve		impacto alto

CUESTIONES / IMPACTOS AMBIENTALES	MEMBRANA 2		ETAPA DEL CICLO DE VIDA			
		Materias primas	Fabricación	Distribución	Fin de Vida	
	Emissiones / Contaminación del aire	Polvos en suspensión Eliminación de lodo rojo	CO ₂ ; Dióxido de carbono, Cloro, Amoníaco Lluvia ácida Fluoro. SO _x Oxidos de azufre, NO _x Oxidos de nitrogeno, en algunos casos monóxido de carbono CO	CO ₂ , CO por transporte	En procesos de remoción de placas aislantes, puede exponer a los trabajadores a efectos cancerígenos por inhalación	
	Efluentes líquidos / contaminación del agua	Calidad de recursos hídricos, contaminación superficial.	El lodo rojo puede degradar capas freáticas Hidrofluoruro			
	Residuos sólidos					
	Uso de materiales (incluyendo packaging)	Arena, carbonato, vidrio reciclado, aglutinantes o fundentes (bórax) urea, lignina, silano y/o amoníaco, y foil de aluminio secundario,	Filtro de lana de vidrio rolac plata. Presentación en rollos, embolsados.		A demolición y predio final.	
	Uso de Energía / Tipo		Gas, Coque Fuel Oil, Diesel. Electrólisis ⁷			
	Uso de Agua	Si	Si			
	Afectación al Ambiente natural	Alteración del ⁸ paisaje natural	Alteración del paisaje natural,	Vías de comunicación disminución de áreas permeables	Predio final de residuos, altera aire, suelo, agua, vegetación y fauna	
	Responsabilidad Social	Mejoras en la estructura de población activa	Peligro de Inhalación por polvos, vapores y humos. Ingreso a través de la piel. Potencial cancerígeno ⁹		Personal afectado a recolección de residuos y recicladores en predio	
Gestión de los RR. HH.	Se recomienda monitoreo de seguridad de riesgo y operación	Se recomienda monitoreo de emisiones y efluentes de planta		Se recomienda promover la capacitación de recicladores		
Otros impactos	Alteración cubierta vegetal ,terrestre, hidrología y drenaje	Generación y emisión de ruido, polvo, olores, etc.		Presencia de insectos, roedores. Residuos potencialmente reciclables		

Identificación de Tipología del Producto: Este producto es intensivo en sus impactos en:

- Materias Primas, por disminución de recursos naturales. Los factores impactados en este proceso resultan el Aire: por calidad del aire, microclima, nivel de ruido. Las posibles contaminaciones por erosión, y pérdida de suelos fértiles. Los recursos hídricos, la flora y fauna respecto a especies endémicas, aves migratorias, insectos y el medio perceptual, al transformarse los elementos del paisaje.
- Durante su fabricación. Además de los factores impactados de aire, suelo y agua, deben considerarse los riesgos inherentes a la salud por potenciales cancerígenos y los respectivos a la población asentada circundante como ruido, polvo, olor.
- En el transporte, la emisión de gases a la atmosfera.
- Al ser descartado: en nuestro país no hay práctica de reciclado pasa de demolición sin separación a predio final de residuos. Los contenidos de gases ante incineración pueden afectar a la salud humana.
- La práctica de reciclado es observada en Europa: Membrana 1. EPS: incineración, reciclado por trituración. Membrana 2: lana de vidrio: vertedero o reciclado para relleno de carreteras.

Sin embargo deben considerarse los impactos positivos inherentes a la producción fabril respecto al medio socio económico, relativos a la tasa de población activa y por ende a la mejora de ingresos y de recursos para el estado.

Esta matriz incorpora la posibilidad de valorización social (responsabilidad social y gestión de recursos humanos), no contemplada en el software utilizado, a la vez que permite visualizar la graduación de los impactos provocados.

Utilización de 2ª herramienta: Carga de datos en el Software Eco-it

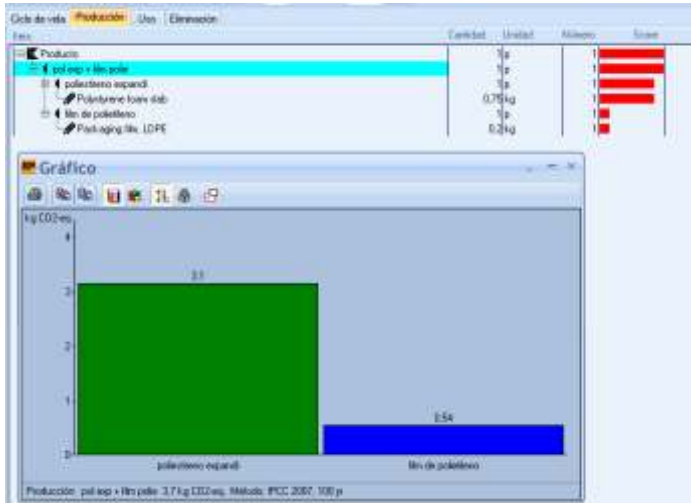
Acorde a la norma ISO 14040 de ACV, se procede a detallar el inventario:

Membrana 1: “Neoport BASF” placa de poliestireno expandido, de 30 mm de espesor, peso 0,25 kg/m², film de polietileno 200 micrones LPD, (0,2 kg/m²). Lambda 0.033, resistencia 0.909

Membrana 2: “Rolac Plata” lana de vidrio con foil de aluminio, espesor 38 mm, peso 0,76 kg/m², foil de aluminio de 7 micrones (peso 0,1 kg/m²). Conductividad lambda 0,042; resistencia = 0.905

Se adjuntan copia de pantallas correspondientes a etapa de fabricación:

Membrana



Los impactos generados en el proceso productivo, según datos recabados¹⁰ corresponden a ión amonio (16%) y estireno (11%) seguido del dióxido de azufre (9%) y dióxido de carbono (8%), el resto corresponde a los consumos energéticos.



RESULTADOS

Los resultados obtenidos concuerdan con los estudios a nivel internacional para los datos cargados, observándose que los mismos son atribuibles al consumo energético para su fabricación y a emisiones por productos químicos, los valores menores de la lana de vidrio corresponden a la utilización de materias primas recicladas que implican menores consumos.

La evaluación de la última fase del ciclo de vida, resulta de difícil cuantificación dado que en nuestro medio se carece de estrategias de reciclado, o re-uso de materiales. Tampoco tenemos datos sobre el destino de los materiales de demolición, en este caso se supone que van al predio final de residuos, sin tratamiento previo, donde para el caso de la lana de vidrio tiene potenciales efectos negativos en función del desmembramiento de fibras que pueden ser inhaladas (a menor diámetro, mayor potencial de peligro de inhalación), esta particularidad también es peligrosa en el período fabricación y de colocación en obra no solo por inhalación sino por contacto con la piel.

Debe considerarse que el software no contempla los daños inherentes a la salud, ni la aportación específica en escorrentía de aguas, un resultado más detallado podría obtenerse con la utilización de software más específicos (tipo Simapro), cuya complejidad exigen la incorporación de personal técnico idóneo en el uso del mismo. Los estudios de ACV como el de este caso son aproximaciones que requieren equipos interdisciplinarios, por la complejidad de datos requeridos, el acceso a las fuentes primarias, a la unidad de producción, a los datos de consumos de energía.

Asimismo se debe tener en cuenta que en los cálculos realizados se utilizan bases de datos y metodologías que corresponden a matrices energéticas europeas, sustancialmente diferentes a las nuestras.

La matriz argentina, se basa en consumo de gas que esencialmente produce menores emisiones de CO₂ pero a su vez no desarrolla energías alternativas. Para este tipo de estudios es deseable contar con bases de datos adaptadas a matrices locales y sistemas de producción propios (probablemente menos eficaces en cuanto a la incorporación de tecnología).

CONCLUSIONES

Las estrategias medioambientales¹¹ posibles a desarrollar implican generalizar la práctica del uso de materia prima reciclada (caso lana de vidrio Isover, que utiliza vidrio reciclado), es decir obtener material aislante a partir de subproductos reciclados. Asimismo la barrera de vapor materializada por foil de aluminio, también proviene de material reciclado, en estos aspectos descansa el buen comportamiento energético de los materiales. Los beneficios inherentes son disminución de gasto energético en el proceso de producción, así como la reducción de consumo de recursos, conlleva a beneficios económicos, al reducir el gasto en materiales.

Para la membrana 1 (EPS) sería factible aplicar también la misma estrategia, a partir de la incorporación de material reciclado, aprovechando los residuos del propio proceso de producción para someterlo posteriormente a un proceso de reciclado mecánico o químico. Para este caso las ventajas son también de carácter económico y ambiental, se disminuye el uso de recursos y los impactos asociados a extracción /producción.

En el caso estudiado (vivienda PFCV) se evidencia inadecuaciones de las soluciones brindadas, ya sea por ausencia de pautas de diseño bioclimático (orientación, morfología), como por la elección de materiales y resoluciones constructivas que exigen para una prestación en condiciones de habitabilidad y confort, altos consumos de energías convencionales, que llevan a determinar falencias en la sustentabilidad de las propuestas desarrolladas desde el Estado en términos del uso racional de la energía. Al respecto se realizan recomendaciones a considerar en procura de lograr un uso eficaz de los recursos económicos, fundamentalmente considerar aquellos factores que afectan los consumos energéticos:

- La implementación de evaluación ex – post, contribuye en el proceso de decisiones de políticas de vivienda estatales.
- Promover la aplicación de criterios sustentables en Selección de materiales y diseño constructivo.
- Aplicar criterios bioclimáticos en resolución del Coeficiente de forma y orientación del edificio: actúa sobre cargas de calefacción y acondicionamiento térmico.
- Considerar pautas bioclimáticas en la Característica de la envolvente: condiciona la incidencia de luz solar: ganancia de energía sol aire y ventilación natural.

- Acceder al uso combinado de energías alternativas y convencionales para mejorar la Eficiencia energética de equipos de climatización, iluminación y producción de agua caliente sanitaria.
- Promover campañas de concienciación y de estrategias medioambientales para influir en las conductas de los ocupantes y su incidencia en la operación del control climático.

Se ha demostrado la potencialidad de la metodología de ACV para la evaluación energética y ambiental de alternativas de materiales aislantes a ser consideradas en los proyectos de vivienda social. Se clarifican los potenciales impactos ambientales generales que la elección de un material provoca y que tales decisiones deben considerar los recursos energéticos requeridos para su fabricación. Se comprueba que los requerimientos para la fabricación de lana de vidrio son menores que para las placas de EPS, y en parte es resultado de las estrategias de reciclado puestas en juego para su producción.

Se ha podido verificar que es posible modificar la energía consumida en el período de uso de los edificios, modificando la energía incorporada en dicho edificio a partir de la elección del material constitutivo de las membranas aislantes del muro, criterio que puede seguirse para cualquier otro componente.

BIBLIOGRAFÍA

Alias, H. Jacobo, G. (2007) Herramientas para el análisis de la sustentabilidad tecnológica: desempeño energético y ACV: caso del uso de madera en construcción de viviendas en Corrientes y Chaco. www.habitat.arq.una.py/ambitos/tt/acs/crh_acs_0007.pdf

Arena A. (2007) Análisis de ciclo de vida y sustentabilidad de los edificios experiencias en Argentina. Laboratorio de Ambiente Humano. Cricyt, Mendoza Argentina

Arena, A. (2005). Un instrumento para el análisis y evaluación ambiental de productos y tecnologías. El Análisis de Ciclo de Vida. II-Adecuación para el sector edilicio. en la revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (AVERMA) Vol. 3 N° 2

Documento BREF. Gobierno de España Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y Marino. Producción LPDE; Producción EPS.

Compagnoni A.; Schiller S. (2002). Parámetros de sustentabilidad. Análisis de normativas ambientales en Buenos Aires. Centro de Investigación, Hábitat y Energía, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires. En ASADES Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 6, N° 1, 2002. ISSN-0329-5184 www.asades.org.ar/modulos/averma/contador.php?id=1843.

Falabella M.; Asís S. (2012). "La patología constructiva y el ambiente marino. Tipificación de lesiones. Esquemas de tareas de reparación. 1a ed. - Mar del Plata: UNMDP, 100 p; 21,0 x 14,0 cm. ISBN 978-987-544-456-0.

Ihobe, Guía Sectorial de ecodiseño (2010) Materiales de construcción.

Isover Saint Gobain. aislación sustentable. Folleto

Melchert D. (2012) LCA Insulation Materials –. Msc Thesis.

Normas IRAM-ISO N° 14040/14043/14049/14044: Environmental Management. Life Cycle Assessment. Principles and framework.

Normas IRAM-ISO N° 14041. Gestión Ambiental. Análisis del ciclo de vida. Definición de la meta y alcance y análisis del inventario.

Normas IRAM N° 11601/11603/11604/11605/11625/11630/11507-1/11507-4

- Reglamentación modificada según Decreto 1.030 del Departamento de Infraestructura del 2 de Julio de 2010 y el reglamento de

aplicación a la ley 13059.

- Norma IRAM N° 11601. Título: Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario. Estado: Vigente. Fecha de entrada en vigencia: 10/10/2002.
- Norma IRAM N° 11603. Título: Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Estado: Vigente. Fecha de entrada en vigencia: 17/8/2012.
- Norma IRAM N° 11604. Título: Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites. Estado: Vigente - Actualmente en Revisión. Fecha de entrada en vigencia: 15/2/2001.
- Norma IRAM N° 11605. Título: Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos. Estado: Vigente. Fecha de entrada en vigencia: 6/12/1996.
- Norma IRAM N° 11625. Título: Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general. Estado: Vigente. Fecha de entrada en vigencia: 7/4/2000.
- Norma IRAM N° 11630. Título: Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general. Estado: Vigente. Fecha de entrada en vigencia: 7/4/2000.
- Norma IRAM N° 11507-1. Título: Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos básicos y clasificación. Estado: Vigente. Fecha de vigencia 10/07/2001.
- Norma IRAM N° 11507-4. Título: Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos complementarios. Aislación térmica. Estado: Vigente. Fecha de vigencia 01/03/2001.
- REPORTS on Carcinogens 2011. Us Department of Health and Human services.

SEQUEIRA Corregna Pargana. (2912)Environmental impacts of the life cycle of thermal insulation materials of buildings

UE2. GLASS Production GB 2013

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

¹Fuente I. Blasco Lucas. ASADES 2008.

²La variación de dichos porcentajes depende del tipo de edificio, calidad de ejecución, grado de exposición a los factores que afectan la durabilidad, etc. Norma IRAM N° 11.553.

³“Desempeño” Norma ISO N° 2264, Adecuación del edificio a las condiciones de uso.

⁴Meltcher (2012) se considera la producción de cría de animales y/o hectáreas de producción agropecuaria para poder ser incorporadas a una producción industrializada de materiales aislantes, es al presente insuficiente, por lo que su factibilidad de comercialización no resulta al momento rentable

⁵Los ACV pueden realizarse considerando la totalidad del ciclo o incluir etapas según se desee identificar períodos de impacto específico, en este caso de la cuna a la puerta alude al período de obtención de insumos, fabricación, transporte hasta ser puesto en obra, no incluye período de prestación de uso.

⁶No se incluye etapa de uso dado que no produce impactos.

⁷El combustible consumido en fabricación de lana es relativamente más alto que en la fabricación de vidrio. UE2. GLASS Production GB 2013.

⁸V. Conesa Fernandez – Vítora Guía metodológica para evaluación de impacto ambiental (1995). Anejo 2. Afectación construcciones industriales – pp151, 157,161,165.

⁹Se considera que las fibras poseen un potencial cancerígeno, en función del diámetro de las fibras, a menor diámetro mayor riesgo de ser inhaladas. “Reports on Carcinogens 2011. Us Department of Health and Human services, pp.207 a 215

¹⁰Ihobe, Guía Sectorial de ecodiseño – Materiales de construcción. (2010) pp38.

¹¹Fuente Materiales de Construcción IHOBE. Guías sectoriales de ecodiseño. 2010.