



CILCA 2021

9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON
LIFE CYCLE ASSESSMENT IN LATIN AMERICA

BUENOS AIRES | ARGENTINA

“Think long-term and act immediately”

VIRTUAL MEETING
ARGENTINA
MAY 31 TO JUNE 04, 2021





Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



ESTACIÓN EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina



Agencia I+D+i

Agencia Nacional de Promoción
de la Investigación, el Desarrollo
Tecnológico y la Innovación



CILCA 2021

Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment

From 31 May to 4 June 2021
Buenos Aires, Argentina

CILCA 2021 : Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment / Roxana Piastrellini... [et al.] ; coordinación general de Roxana Piastrellini... [et al.].- 1a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires : edUTecNe, 2021.

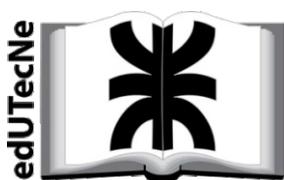
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4998-77-4

1. Ambiente. 2. Medio Ambiente. I. Piastrellini, Roxana, coord.

CDD 363.7063



edUTecNe – Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional

Coordinador General a cargo: Fernando H. Cejas

Director Colección Energías Renovables, Uso Racional de Energía,

Ambiente: Dr. Jaime Moragues.

Disclaimer: The responsibility for opinions expressed in articles and contributions rests solely with their authors.

Selection of photographs: BSc. Eliana Conci

Editorial desing: Dis. gráfica Brenda Rodriguez

Queda hecho el depósito que marca la Ley N° 11.723

© edUTecNe, 2021

Sarmiento 440, Piso 6 (C1041AAJ)

Buenos Aires, República Argentina

Publicado Argentina – Published in Argentina



ISBN 978-987-4998-77-4



Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.



Think long-term and act immediately

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LA INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍAS SOLARES ACTIVAS Y PASIVAS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN ARGENTINA: GENERACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA, CALENTAMIENTO DE AGUA Y DISEÑO BIOCLIMÁTICO

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF THE INCORPORATION OF ACTIVE AND PASSIVE SOLAR TECHNOLOGIES IN SOCIAL INTEREST HOUSING IN ARGENTINA: PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION, WATER HEATING AND BIOCLIMATIC DESIGN

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DA INCORPORAÇÃO DE TECNOLOGIAS SOLARES ATIVAS E PASSIVAS EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NA ARGENTINA: GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA, AQUECIMENTO DE ÁGUA E PROJETO BIOCLIMÁTICO

Alejandro P. Arena ^{1,2}, Roxana Piastrellini ^{1*}, Silvia Curadelli ¹, Paula Rodríguez ^{1,2}, Fernando Arce Bastias ^{1,2}

¹Grupo CLIOPE – Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza. Cnel. Rodríguez 273 – C. P. 5500 – Mendoza, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – CCT – Avenida Ruiz Leal s/n. C. P. 5500 – Mendoza, Argentina.

aparena@gmail.com, roxana.ppp@gmail.com, silvia.curadelli@gmail.com, pdanielarodriguez@gmail.com, farcebastias@gmail.com

RESUMEN

Frente a la necesidad de minimizar los impactos producidos por los sistemas convencionales de calefacción, refrigeración, iluminación y suministro de agua caliente en edificios residenciales, ha surgido una fuerte tendencia en el diseño de viviendas que intentan encontrar el equilibrio entre estrategias pasivas y activas para el ahorro energético. Estas viviendas aprovechan las características climáticas de cada región de manera de incrementar la eficiencia térmica y energética, entendiendo esto, también, como una posibilidad de ahorro en los gastos económicos asociados al consumo de servicios. Existe una variedad de estrategias pasivas, cuya efectividad y oportunidad de aplicación dependen fuertemente del clima. Algunos ejemplos son la aplicación de aislaciones térmicas en los elementos de la envolvente, la captación solar a través superficies transparentes en invierno, el bloqueo solar en verano, la ventilación cruzada, las coberturas vegetales, la construcción de muro de Trombe-Michel, etc. En cuanto a las estrategias activas, se destacan la generación de energía eléctrica fotovoltaica y la incorporación de colectores solares para calentamiento de agua sanitaria y de calefacción.

El presente trabajo ha sido desarrollado en el marco del Proyecto GEF AR-G1002 “Eficiencia Energética y Energía Renovable en la Vivienda Social Argentina”, el cual pretende mejorar la eficiencia energética en las viviendas de interés social y, de este modo, contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. El proyecto abarcó ocho provincias y seis regiones bioclimáticas del país, y en cada una de ellas el respectivo Instituto Provincial de la Vivienda-IPV desarrolló 4 prototipos de vivienda, a partir de un diseño típico (vivienda de referencia), e incrementando los niveles de mejora incorporando por ejemplo aislación térmica en muros y techos, mejores ventanas, nuevos materiales, nuevos diseños y tecnologías solares activas, específicamente paneles solares fotovoltaicos y colectores solares.

Sobre los diseños de cada provincia se realizó una serie de Análisis de ciclo de vida comparativos, totalizando 32 prototipos de vivienda evaluados. El estudio se desarrolló de acuerdo a las normas ISO 14040 y 14044, a efectos de contar con un inventario y perfil ambiental de los materiales, tecnologías aplicadas y prototipos. Se trabajó con un esquema modular común, abordando las siguientes etapas: adquisición de materias primas, transporte hasta el sitio de manufactura, manufactura, transporte hasta sitio de construcción, construcción/ins-

talación, ocupación de la vivienda (con consideración exclusiva del uso de energía). Los datos primarios fueron suministrados por los IPV de las provincias involucradas y complementados con información obtenida mediante consultas a profesionales del sector. La información secundaria se obtuvo de bases de datos y, en la mayoría de los casos, se adaptó a las condiciones locales. Se evaluó el Potencial de Calentamiento Global (PCG) con el método IPCC 2013 y el Consumo Acumulado de Energía (CAE) en base al poder calorífico inferior.

El análisis que considera desde la extracción de materias primas hasta la construcción y puesta en obra, muestra que la incorporación de estrategias de eficiencia energética, de climatización pasivas y de estrategias activas produce incrementos en el PCG, que son variables según la provincia y el prototipo de vivienda, siendo superiores para los prototipos más eficientes. Comparados con los prototipos de referencia, estos incrementos van desde un mínimo de un 6,44 % para el prototipo 1 de Mendoza, hasta casi un 45 % para el prototipo 4 de Tucumán. Se encuentran también incrementos en el CAE, que van desde un 3.79 % para el prototipo 1 de Mendoza, hasta un 9815 % para el prototipo 4 de Buenos Aires.

Cuando además se tiene en cuenta la etapa de operación de las viviendas, durante toda su vida útil, los resultados se revierten, encontrándose en todos los casos una disminución en el PCG, que va desde un 7 % para el prototipo 1 de Formosa, hasta un 96 % para el prototipo 4 de Salta. En el caso del CAE, se logran reducciones que oscilan entre un mínimo de 6,1 % para el prototipo 1 de Formosa, y un máximo de 99,32 % para el prototipo 4 de Salta.

El estudio abordado es, sin duda, inédito en el país, por su extensión, oportunidad y profundidad en el sector. La realización de trabajos similares, que involucren la construcción de inventarios locales de distintos bienes y su posterior análisis, son elementos clave para lograr afianzar el camino hacia la sustentabilidad. De esta manera, proyectistas, desarrolladores y/o productores podrán contribuir y/o disponer de información asociada a las implicancias ambientales de distintos productos, y así, proveer al tomador de decisiones de herramientas objetivas y de base científica que ayuden a su gestión.

Palabras clave: edificación, cambio climático, eficiencia energética.

ABSTRACT

Faced with the need to minimize the impacts produced by conventional heating, cooling, lighting and hot water supply systems in residential buildings, a strong trend has emerged in the design of housing that try to find the balance between passive and active strategies for the energy saving. These housings take advantage of the climatic characteristics of each region in order to increase thermal and energy efficiency, understanding this also as a possibility of saving in economic expenses associated with the consumption of services. There is a variety of passive strategies, the effectiveness and timeliness of which depend heavily on the climate. Some examples are the application of envelope thermal insulation, solar uptake through transparent surfaces in winter, solar blocking in summer, green roofs, the construction of a Trombe-Michel wall, etc. As for active strategies, the generation of photovoltaic electricity and the incorporation of solar collectors for heating sanitary and heating water stand out.

This work has been developed within the framework of the GEF AR-G1002 Project "Energy Efficiency and Renewable Energy in Argentine Social Housing", which aims to improve energy efficiency in social housing and, thus, contribute to the reduction of greenhouse gas emissions and improve the quality of life of its inhabitants. The project covered eight provinces and six bioclimatic regions of the country, and in each of them the respective Provincial Housing Institute-IPV developed 4 housing prototypes, starting from a typical design (reference housing), and increasing the levels of improvement by incorporating, for example, thermal insulation in walls and roofs, better windows, new materials, new designs and active solar technologies, specifically photovoltaic solar panels and solar collectors.

A series of comparative life cycle analyses were carried out on the designs of each province, totaling 32 housing prototypes evaluated. The study was developed based on the recommendations of the ISO 14040 and 14044 standards, in order to have an inventory and environmental profile of the materials, applied technologies and prototypes. We worked with a common modular scheme, addressing the following stages: acquisition of raw materials, transportation to the manufacturing site, manufacturing, transportation to the construction site, construction / installation, housings occupation (with exclusive consideration of energy use). The primary data were provided by the IPV of the involved provinces and supplemented with information obtained through consultations with professionals in the sector. Secondary information was obtained from databases and, in most cases, it was adapted to local conditions. The Global Warming Potential (GWP) was evaluated with the IPCC 2013 method and the Cumulative Energy Consumption (CEC) based on the lower calorific value.

The analysis, which takes into consideration all stages from the extraction of raw materials to construction and commissioning, shows that the incorporation of energy efficiency, passive and active strategies produces

an increase in the GWP, which vary according to the province and the housing prototype, being higher for the most efficient ones. Compared to the reference prototypes, these increases range from a minimum of 6.44% for prototype 1 in Mendoza, to almost 45% for prototype 4 in Tucumán. There are also increases in the CEC, ranging from 3.79 % for prototype 1 in Mendoza to 9815 % for prototype 4 in Buenos Aires.

When the operation stage of the houses is also taken into account, during their entire useful life, the results are reversed, finding in all cases a decrease in the GWP, ranging from 7 % for prototype 1 in Formosa, to 96 % for prototype 4 in Salta. In the case of CEC, reductions ranging from a minimum of 6.1% for prototype 1 in Formosa to a maximum of 99.32% for prototype 4 in Salta were achieved.

The study addressed is, without a doubt, unprecedented in the country, due to its scope, opportunity and depth in the sector. Carrying out similar works, which involve the construction of local life cycle inventories of different products and their subsequent analysis, are key elements to consolidate the path towards sustainability. In this way, designers, developers and / or producers will be able to contribute and / or have information associated with the environmental implications of the different products, and thus, provide the decision maker with objective and science-based tools to help their management.

Keywords: building, climate change, energy efficiency.

RESUMO

Diante da necessidade de minimizar os impactos produzidos pelos sistemas convencionais de aquecimento, resfriamento, iluminação e abastecimento de água quente em edifícios residenciais, surgiu uma forte tendência nos projetos de habitações que buscam encontrar o equilíbrio entre estratégias passivas e ativas de economia de energia. Essas moradias aproveitam as características climáticas de cada região para aumentar a eficiência térmica e energética, entendendo isso também como uma possibilidade de economia nos gastos econômicos associados ao consumo de serviços. Existe uma variedade de estratégias passivas, cuja eficácia e oportunidade dependem fortemente do clima. Alguns exemplos são a aplicação de isolamento térmico de envelope, captação solar através de superfícies transparentes no inverno, bloqueio solar no verão, telhados verdes, a construção de uma parede Trombe-Michel, etc. Quanto às estratégias ativas, a geração de eletricidade fotovoltaica e a incorporação de coletores solares para aquecimento de águas sanitárias e aquecimento de águas.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Projecto GEF AR-G1002 "Eficiência Energética e Energias Renováveis na Habitação Social Argentina", que visa melhorar a eficiência energética na habitação social e assim contribuir para a redução das emissões de gases com efeito de estufa e melhorar a qualidade de vida dos seus habitantes. O projecto cobriu oito províncias e seis regiões bioclimáticas do país, e em cada uma delas o respectivo Instituto de Habitação Provincial-IPV desenvolveu quatro protótipos de habitação, baseados num desenho típico (habitação de referência), e aumentando os níveis de melhoria através da incorporação, por exemplo, de isolamento térmico em paredes e telhados, melhores janelas, novos materiais, novos desenhos e tecnologias solares activas, especificamente painéis solares fotovoltaicos e coletores solares.

Foi realizada uma série de análises comparativas do ciclo de vida dos projectos de cada província, totalizando 32 protótipos de habitação avaliados. O estudo foi desenvolvido com base nas recomendações das normas ISO 14040 e 14044, de forma a ter um inventário e perfil ambiental dos materiais, tecnologias aplicadas e protótipos. Trabalhamos com um esquema modular comum, abordando as seguintes etapas: aquisição de matéria-prima, transporte até o canteiro de obras, fabricação, transporte até o canteiro de obras, construção / instalação, ocupação das habitações (com consideração exclusiva do uso de energia). Os dados primários foram fornecidos pelos IPV das províncias envolvidas e complementados com informações obtidas através de consultas a profissionais do setor. As informações secundárias foram obtidas em bancos de dados e, na maioria dos casos, foram adaptadas às condições locais. O Potencial de Aquecimento Global (PAG) foi avaliado com o método IPCC 2013 e o Consumo de Energia Acumulado (CEA) com base no menor valor calorífico.

A análise, que considera desde a extracção de matérias-primas até à construção e comissionamento, mostra que a incorporação de estratégias de eficiência energética passivas e ativas produz aumentos no PCG, que são variáveis de acordo com a província e o protótipo de habitação, sendo mais elevados para os protótipos mais eficientes. Em comparação com os protótipos de referência, estes aumentos variam entre um mínimo de 6,44% para o protótipo 1 em Mendoza, e quase 45% para o protótipo 4 em Tucumán. Há também aumentos na CAE, variando de 3,79 % para o protótipo 1 de Mendoza, a 9815 % para o protótipo 4 de Buenos Aires.

Quando a fase de funcionamento das casas é também tida em conta, durante toda a sua vida útil, os resultados são invertidos, encontrando-se em todos os casos uma diminuição do PCG, variando entre 7 % para o protótipo 1 de Formosa, e 96 % para o protótipo 4 de Salta. No caso da CAE, são conseguidas reduções que vão desde um mínimo de 6,1% para o protótipo 1 em Formosa até um máximo de 99,32% para o protótipo 4 em Salta.

O estudo abordado é, sem dúvida, inédito no país, por sua extensão, oportunidade e profundidade no setor. A realização de trabalhos semelhantes, que envolvem a construção de inventários locais de diferentes bens e a sua posterior análise, são elementos essenciais para consolidar o caminho para a sustentabilidade. Desta forma, designers, desenvolvedores e / ou produtores poderão contribuir e / ou ter informações associadas às implicações ambientais dos diferentes produtos e, assim, fornecer ao tomador de decisão ferramentas detalhadas para auxiliar na sua gestão.

Palavras-chave: construção, mudanças climáticas, eficiência energética.