

Artículo original

Análisis de Ciclo de Vida de modelos habitacionales

Andrea Valeria Intriago Landázuri^[1]  Fabricio Alexander Ormaza García^[1] 

[1] Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.



Autor para correspondencia: andrea.intriago@uleam.edu.ec

Resumen

El presente estudio parte de la preocupación por el uso excesivo de recursos naturales y el impacto ambiental generado por los procesos de producción, construcción, deconstrucción y desproducción en la industria constructiva, los cuales afectan negativamente el equilibrio del desarrollo sostenible. Ante la limitada capacidad regenerativa de la naturaleza y el aumento de la contaminación, se han impulsado herramientas de evaluación ambiental como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), ampliamente utilizado en construcción. Paralelamente, el desarrollo de tecnologías BIM permite integrar datos de impacto ambiental en tiempo real, facilitando su uso como instrumento de planificación y diseño. El objetivo de esta investigación fue aplicar el ACV a dos modelos de vivienda unifamiliar construidos en clima cálido húmedo del Ecuador en el siglo XXI: de materialidad vernácula ligera y de materialidad tradicional contemporánea pesada. La metodología combinó herramientas BIM con criterios del ACV para evaluar impactos en cada etapa del ciclo constructivo. Los resultados evidenciaron que las viviendas de materialidad vernácula, por su ligereza y adaptación al entorno, generan menores impactos ambientales en varias categorías evaluadas. Se concluye que este tipo de modelo constructivo presenta mayor eficiencia ecológica y mejor respuesta climática, lo que lo posiciona como una alternativa sostenible en contextos similares.

Palabras clave: *análisis de Ciclo de Vida (ACV); construcción sostenible; modelos habitacionales; herramientas BIM.*

Article

Life Cycle Assessment (LCA) of housing models

Abstract

This study stems from concerns about the excessive use of natural resources and the environmental impact generated by production, construction, deconstruction, and decommissioning processes in the construction industry, which negatively affect the balance of sustainable development. Given nature's limited regenerative capacity and the increase in pollution, environmental assessment tools such as Life Cycle Assessment (LCA), widely used in construction, have been promoted. Simultaneously, the development of Building Information Modeling (BIM) technologies allows for the integration of real-time environmental impact data, facilitating its use as a planning and design tool. The objective of this research was to apply LCA to two models of single-family homes built in the hot, humid climate of Ecuador in the 21st century: one using lightweight vernacular materials and the other using heavy contemporary traditional materials. The methodology combined BIM tools with LCA criteria to evaluate impacts at each stage of the construction cycle. The results showed that homes made with vernacular materials, due to their lightness and adaptation to the environment, generate lower environmental impacts in several evaluated categories. It is concluded that this type of construction model presents greater ecological efficiency and a better climate response, which positions it as a sustainable alternative in similar contexts.

Keywords: *life Cycle Assessment (LCA); sustainable construction; housing models; BIM tools.*

1. Introducción

En el siglo XXI, la arquitectura enfrenta el desafío ineludible de responder a la crisis ambiental global mediante la adopción de enfoques constructivos sostenibles, eficientes y adaptados a las condiciones climáticas locales (Garzón, 2021). En el contexto ecuatoriano, particularmente en la región litoral caracterizada por un clima cálido húmedo, se vuelve imperativo repensar los modelos habitacionales desde una perspectiva que integre criterios de sostenibilidad ambiental, eficiencia energética y pertinencia cultural (Durán Calixto, 2015; Camino Solórzano, 1998). Esta necesidad ha impulsado la búsqueda de sistemas constructivos que reduzcan el impacto ambiental a lo largo de todo el ciclo de vida de las edificaciones, desde la extracción de materiales hasta su disposición final (Almeida Chicaiza, 2020; Samaniego Sánchez, 2012).

En este marco, convergen dos líneas de investigación fundamentales. La primera se centra en el desarrollo de mallas arquitectónicas, entendidas como matrices informativas que estructuran y soportan el diseño y ejecución del edificio. Estas mallas promueven una arquitectura ligera y de rápido montaje, reduciendo significativamente las operaciones constructivas y, por ende, los impactos ambientales asociados (Gómez De Cózar et al., 2017; Bahamón, 2002). La segunda línea se basa en el análisis de ciclo de vida (ACV) de soluciones arquitectónicas, una herramienta metodológica que permite cuantificar y comparar los impactos ambientales de diferentes sistemas constructivos en todas sus etapas, aportando datos objetivos para la toma de decisiones sostenibles (Rivela Carballal, 2012).

El presente artículo tiene como objetivo principal analizar comparativamente dos modelos habitacionales implantados en el litoral ecuatoriano mediante herramientas de ACV y modelado BIM. El primer modelo se construye con sistemas vernáculos y materialidad local, integrando estrategias de adaptabilidad al entorno climático; el segundo, aunque también adaptado al clima, emplea sistemas constructivos convencionales y materialidad pesada. A partir de esta comparación, se busca establecer valores de referencia mínimos en términos de impacto ambiental y proponer mejoras concretas para el segundo modelo. La estructura del artículo se organiza en tres fases: (1) establecer propuestas de mejora y demostrar la idoneidad medioambiental de los sistemas ligeros y de rápido montaje; (2) evaluar la minimización de impactos en cada fase del ciclo de vida; (3) determinar el sistema constructivo con menor impacto y mayor adaptación climática al entorno cálido húmedo.

2. Metodología

La investigación se llevó a cabo en el litoral ecuatoriano, específicamente en la provincia de Manabí. Se adoptó un

enfoque cualitativo-comparativo bajo el paradigma interpretativo, con el objetivo de analizar el impacto ambiental de dos modelos habitacionales mediante herramientas de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y modelado BIM. El estudio se estructuró en fases sucesivas que permitieron abordar los objetivos planteados de manera lógica y sistemática.

2.1. Revisión del estado de la cuestión

Se realizó una revisión documental exhaustiva que abordó tres aspectos fundamentales: el componente local, la arquitectura ligera y de rápido montaje, y el uso de ACV y BIM como herramientas de evaluación ambiental. Para la caracterización del contexto local, se analizaron variables climáticas, sociales y culturales, así como los modos de habitar que influyeron en la arquitectura precolombina y colonial (Cabrera Zambrano, 2023; Villazón Godoy & Rodríguez, 2020; Camino Solórzano, 1998). A partir de esta revisión, se extrajeron parámetros de diseño que condicionaron las soluciones arquitectónicas en cada período.

En relación con la arquitectura ligera, se estudiaron antecedentes teóricos y prácticos vinculados a viviendas unifamiliares que incorporaron estrategias de ligereza y rapidez constructiva (Fernández-Galiano, 2011; Bahamón, 2002; Gropius, 2018). Se identificaron modelos contemporáneos que aplicaron estos principios, valorando sus intenciones de diseño y eficiencia constructiva (King & King, 2024; Solé Bravo, 2017).

Respecto al ACV y BIM, se estableció su relación como herramientas complementarias en la evaluación ambiental de edificaciones (Rivela Carballal, 2012). Se revisaron estudios previos que demostraron su aplicabilidad en el análisis de impactos desde una perspectiva integral, considerando todas las etapas del ciclo de vida.

2.2. Selección y descripción de modelos

Con base en la información recopilada, se seleccionaron dos modelos habitacionales implantados en el litoral ecuatoriano. El primero fue construido con sistemas vernáculos y materialidad local, adaptado al entorno climático, el cual tiene por nombre Vivienda Convento o Modelo 1 (Ver Figura 1). El segundo empleó sistemas constructivos convencionales y materialidad pesada, nombrado Vivienda VV o Modelo 2 (Ver Figura 2), este modelo replicó las mismas estrategias de diseño y adaptabilidad climática del primer modelo. La selección se realizó mediante muestreo intencional, considerando criterios de representatividad, disponibilidad de información técnica y pertinencia climática.

Cada modelo fue descrito arquitectónicamente, valorando su diseño en función de su adaptación al clima cálido húmedo. Se identificaron las estrategias pasivas utilizadas, la

configuración espacial y los materiales empleados, con el fin de establecer una base comparativa para el análisis posterior.

2.3. Modelado BIM

Se procedió al levantamiento digital de ambos modelos mediante la herramienta BIM con el software Revit, alcanzando un Nivel de Desarrollo (LOD) 300. Se definieron familias de elementos diferenciadas por su materialidad y escala, lo que permitió generar tablas de cuantificación de

materiales precisas. Estas tablas se vincularon al software de ACV para evaluar los impactos ambientales en cada fase del ciclo de vida.

Luego de la obtención de las tablas de planificación, se procede al análisis del peso por la superficie de los elementos constructivos que componen a cada uno de los modelos seleccionados (Tabla 1).



Figura 1: Modelo 1, vivienda Convento. Proceso constructivo, estructura de caña guadua, envolvente de madera y caña rolliza.



Figura 2: Modelo 2, vivienda VV. Muros de compartimiento, envolvente vertical y estructura de cubierta.

Tabla 1: Tabla comparativa, cuantificación de materiales de ambos modelos.

	MODELO 1		MODELO 2	
Elemento constructivo	Masa (kg)	Masa/Superficie (kg/m ²)	Masa (kg)	Masa/Superficie (kg/m ²)
cimentación	37263,61	298,1089	46254,46	213,15419
estructura	3618,08	28,9446	13882,28	63,97364
forjado	5256,03	42,0482	45268,93	208,61258
envolvente vertical	2597,13	20,7770	35531,48	163,73954
elementos de compartimiento	1221,32	9,7706	18550,27	85,48512
sistemas pasivos	847,81	6,7825	3887,93	17,91673
cubierta	3301,8	26,4144	44024,51	202,87793
Peso total (kg)	54105,78		207399,86	
Superficie construida (m ²)	125		217	
Peso/sup. construida (kg/m ²)	432,8462		955,75972	

2.4. Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

Se aplicaron herramientas de ACV sobre los modelos BIM para determinar el nivel de impacto ambiental de los materiales utilizados en cada etapa del ciclo de vida: El Análisis de Ciclo de Vida se calcula para cada una de las siguientes fases de vida útil:

- *Producción*. Incluye el impacto producido por la fabricación de cada uno de los materiales o elementos que intervienen en los modelos.
- *Transporte a obra*. (Transporte 1). Incluye el impacto que produce el transporte desde la fábrica hasta la obra.
- *Construcción*. Incluye el impacto que se produce durante la construcción de cada modelo arquitectónico.
- *Deconstrucción*. Incluye el impacto que se produce durante el derribo o deconstrucción de cada modelo arquitectónico.
- *Transporte a disposición final*. (Transporte 2). Incluye el impacto producido por el transporte desde la ubicación de los modelos hasta la zona de vertido o la planta de tratamiento o reciclaje.
- *Deproducción*. Esta fase corresponde el impacto producido durante los procesos de vertido, tratado o reciclado en su disposición final de cada elemento o material, según corresponda. (Figuerola Infante et al., 2024)

Se analizaron dos categorías principales de impacto: el potencial de calentamiento global (GWP), expresada en kg

CO₂-Eq y la energía incorporada (CED), calculado en MJ, para la categoría de energía incorporada. Los datos fueron obtenidos mediante simulaciones digitales, y cuantificación de materiales extraídos del modelado BIM.

3. Resultados y discusión

Una vez obtenidos los valores de cada fase de las dos categorías de impacto, en los dos modelos seleccionados, se procedió a realizar una puesta de datos de la situación de cada modelo, a partir de los valores del Modelo 1 y comprobar cómo con la correcta elección de sistemas constructivos, podríamos aproximarnos con otro modelo a este valor, ya que desde el principio de la investigación se sabía que el Modelo 1 iba a ocasionar menos impacto que el Modelo 2, pero lo que buscábamos eran los resultados, valores medibles y sacar conclusiones.

Para poder realizar el análisis de cada uno de los modelos seleccionados, en primer lugar, fue necesario comprobar los resultados de ACV obtenidos, en función de la superficie construida correspondiente a cada modelo. Para ello, los resultados de GWP (Global Warming Potencial) se expresaron en kg CO₂-eq/m² y los resultados obtenidos de la categoría CED (Cumulative Energy Demand), se expresaron en MJ/M². De esta forma, los resultados de impacto de cada modelo en cada una de las fases intervinientes en el análisis fueron los siguientes (Ver Tabla 2 y Tabla 3):

Tabla 2: Resultados GWP y CED totales por fases, MODELO 1

Fases	GWP (kg CO ₂ - Eq)	GWP (kg CO ₂ - Eq) / m ²	CED (MJ)	CED (MJ) / m ²
Producción	7326,390	58,611	305722,847	2445,783
Transporte 1	1289,564	10,317	22154,849	177,239
Construcción/Deconstrucción	3423,482	27,388	55585,982	444,688
Transporte 2	53,272	0,426	907,579	7,261
Deproducción	399,032	3,192	5933,582	47,469
Superficie construida (m²)	125,00			
Totales (kg CO ₂ - Eq)	12491,739		390304,839	
Totales (kg CO ₂ -Eq) / m		99,934		3122,439

Tabla 3: Resultados GWP y CED totales por fases, MODELO 2

Fases	GWP (kg CO ₂ - Eq)	GWP (kg CO ₂ - Eq) / m ²	CED (MJ)	CED (MJ) / m ²
Producción	36477,6027	168,0996	417276,1833	1922,9317
Transporte	5920,4884	27,2834	100884,4353	464,9052
Construcción/Deconstrucción	10026,5428	46,2053	162797,7780	750,2202
Transporte 2	596,7344	2,7499	10139,4732	46,7257
Deproducción	3301,7386	15,2154	66039,3493	304,3288
Superficie construida (m²)	217,00			
TOTAL	56323,1070		757137,2193	
TOTAL /sup. Construida		259,5535		3489,1116

En las tablas anteriores se reflejan los resultados por metros cuadrados desglosados por categoría de impacto y por fases de ciclo de vida para cada modelo objeto de este estudio. Con los resultados anteriores, se obtuvieron las siguientes gráficas de GWP y CED donde se agruparon los modelos y se representaron de forma conjunta los resultados totales, por porcentaje de impacto entre ambos (Figura 3) y de forma pormenorizada (Figura 4), además, cada fase se representó mediante un color con el objetivo de identificar qué modelo produce un mayor o un menor impacto en cada una de las fases, además de identificar qué modelo presenta un mayor impacto en el ciclo de vida completo. En las gráficas se comprobaron numéricamente el impacto que produce cada modelo, si bien los separan muchas diferencias, no dejan de presentar características de análisis individual o comparativo.

La diferencia entre los modelos, con respecto al GWP/m² construidos, es visiblemente notoria. El impacto total que ejerce el Modelo 2 (vivienda en Manta), es de un 72%. La vivienda está construida con materialidad pesada y sistemas constructivos habituales, y a pesar de contar con las estrategias de adaptación al medio y al contexto climático, presenta una desventaja significativa frente al Modelo 1 (vivienda en Convento), construida íntegramente con materiales locales, que representó solo un 28% el valor total de impacto.

A continuación, analizaremos los resultados por fase, vemos que en el Modelo 1, modelo ligero, la fase que más impacto produjo fue la de producción, porque se minimizaron todos los procesos que involucraron al diseño, y a la rapidez de montaje que hicieron que se puntúe muy poco en todas las fases, construcción / deconstrucción, transportes 1 y 2 y deproducción. Los resultados obtenidos reflejaron que el modelo que produjo un mayor impacto en la suma de las tres fases del ciclo de vida descritas anteriormente, fue el Modelo 2, la vivienda VV en Manta, que además coincidió que el modelo fue el más pesado, con lo que se puede decir que el nivel de impacto fue directamente proporcional al peso total de la vivienda.

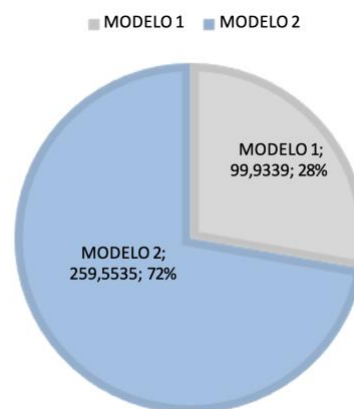


Figura 3: Total GWP, relación en porcentaje y kg CO₂-Eq/m² de Modelo 1 y Modelo 2.

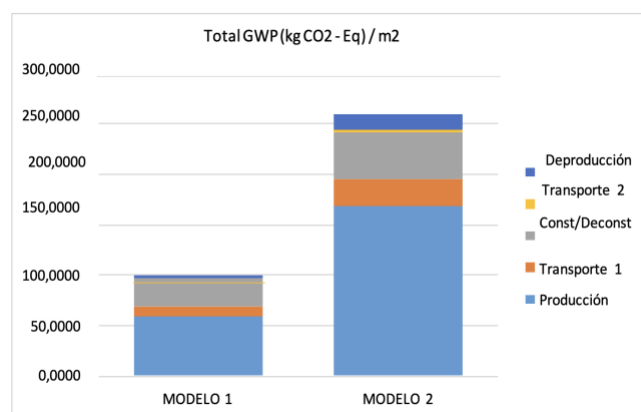


Figura 4: Resultados totales GWP, Modelo 1 y Modelo 2.

Fase de producción

En la primera fase de ACV, el Modelo 2 fue el que produjo un mayor impacto. El hecho de que este modelo fue el que produjo un mayor impacto GWP en la fase de producción respecto al Modelo 1, se debe a que empleó materialidad pesada en los elementos constructivos más determinantes, como envoltente y losa de cubierta, cantidad excesiva en muros de ladrillo en casi todo el perímetro de la vivienda,

teniendo en cuenta también que la superficie construida fue relativamente mayor.

A pesar de que el Modelo 1 empleó un alto porcentaje de peso en la cimentación, y hace que se eleve el nivel de impacto, éste empleó materialidad ligera en los demás elementos constructivos que la componen, a diferencia del Modelo 2; por lo tanto, se comprobó que una vivienda construida con gran cantidad de hormigón, elementos pesados y cerámicos en casi todos los elementos constructivos, genera el doble de impacto sólo en la fase de producción, que la sumatoria total GWP que genera una construida con materiales naturales y ligeros.

Con respecto a esta fase de impacto CED, vemos que dentro del Modelo 1 su valor es alto (ver Figura 5), respecto a las demás fases, se ve claramente como la elección de la materialidad incide enormemente en la cuantificación de materiales, se comprobó que la cimentación en la relación de peso/sup. construida es mayor a la del Modelo 2, demostrando una excesiva cantidad de material para el peso que va a contener, el hormigón material predominante en la cimentación hace que puntúe valores altos de impacto, pero en la sumatoria total al incorporar materiales naturales sin procesos industriales, hace que el valor total CED sea bajo a pesar de la cantidad de hormigón que contiene, por tal motivo dentro del análisis se hicieron ejercicios quitando la cimentación y teniendo un valor tope inferior.

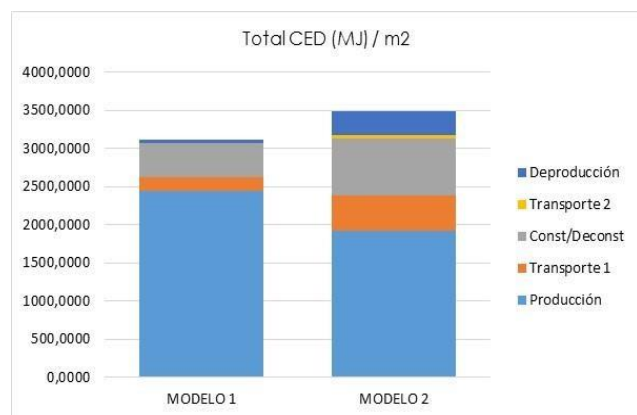


Figura 5: Resultados totales CED, Modelo 1 y Modelo 2.

Fase de transporte 1 y transporte 2

El impacto generado por el transporte 1 (inicial) fue en función de la distancia y de la cantidad a transportar, comprobando que el Modelo 1 fue el más ligero, tuvo la desventaja de estar a 250 km distante de la planta de producción de materiales industrializados y al minimizar su uso en relación con el primero, generó un impacto por debajo del Modelo 2, que se encuentra a 196 km distante de las fábricas (Ver Figura 6 y Figura 7).

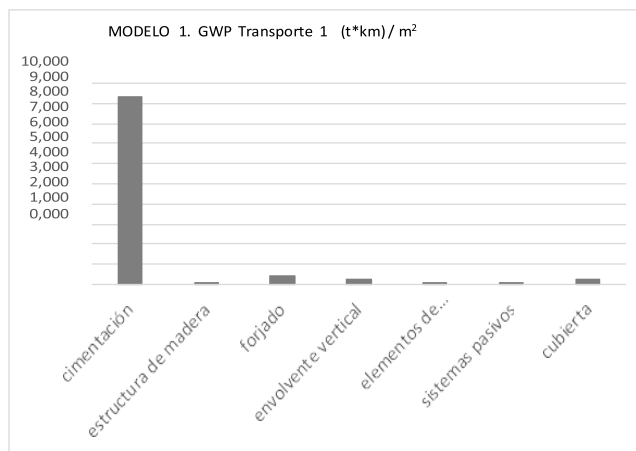


Figura 6: Cálculo del ACV, resultados GWP en fase de transporte 1, Modelo 1

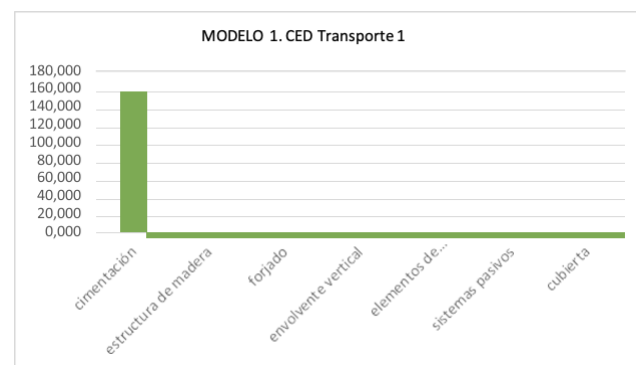


Figura 7: Cálculo del ACV, resultados CED en fase de transporte 1, Modelo 1

Los impactos asociados a la fase del transporte 2 (final) en el Modelo 2, son los más altos, a pesar de que se considera deproducir los elementos en un vertedero ubicado a 20 km, 10 km más en relación al Modelo 1, pero sin embargo fueron mayores con una relación de 2 a 1, debido a la cantidad de masa a transportar (Ver Figura 8 y Figura 9).

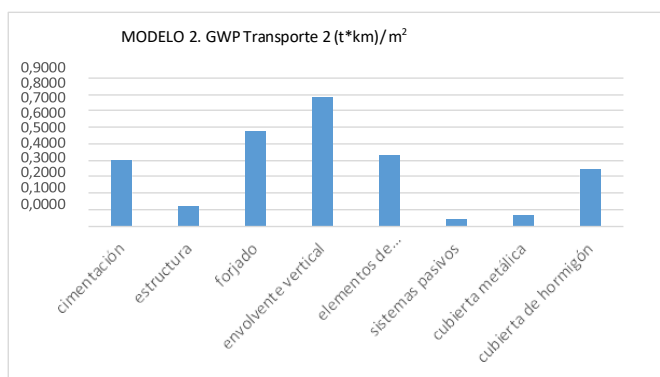


Figura 8: Cálculo del ACV, resultados GWP en fase de transporte 2, Modelo 2

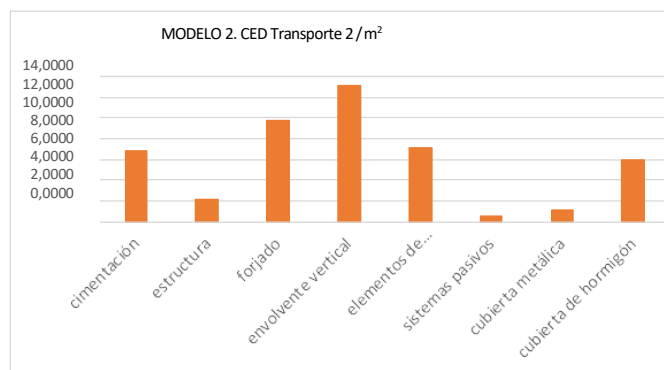


Figura 9: Cálculo del ACV, resultados CED en fase de transporte 2, Modelo 2

De la misma forma que en la categoría GWP, el impacto generado por el transporte fue en función de la distancia y de la cantidad a transportar, comprobando que el Modelo 1 es el más ligero, produce menos impacto, a pesar de que la distancia de la planta de producción está a 250 km, lo que demuestra que no siempre los materiales más distantes son los que mayor impacto ocasionan, con lo que podríamos hacer una conclusión, que el empleo de materiales ligeros y de rápido montaje, no siempre se ven condicionados por la distancia de la fábrica a obra, sabiendo elegirlos adecuadamente en cantidad y uso, se les podría sacar partido.

Fase de construcción / deconstrucción

Esta fase del Análisis de Ciclo de Vida, dentro del Modelo 1, es baja en relación a la etapa de producción, se pone de manifiesto la importancia de la materialidad ligera empleada, y su influencia, ya que, en esta fase a pesar de la cantidad excesiva de hormigón en la cimentación, no prepondera su uso (Ver Figura 10 a 13).

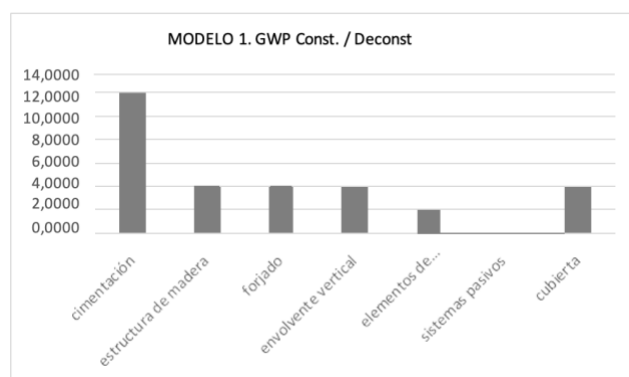


Figura 10: Cálculo del ACV, resultados GWP en fase de construcción/deconstrucción, Modelo 1

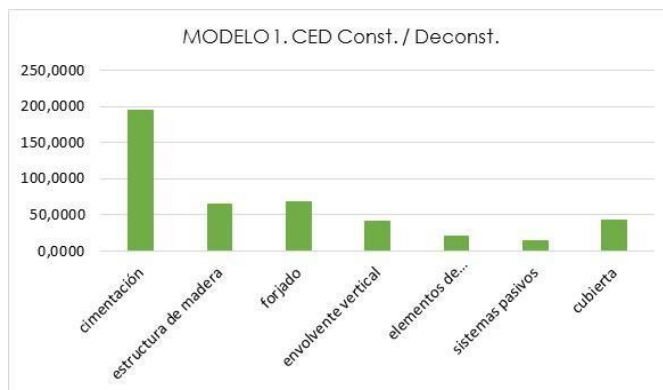


Figura 11: Cálculo del ACV, resultados CED en fase de construcción/deconstrucción, Modelo 1



Figura 12: Cálculo del ACV, resultados GWP en fase de construcción/deconstrucción, Modelo 2

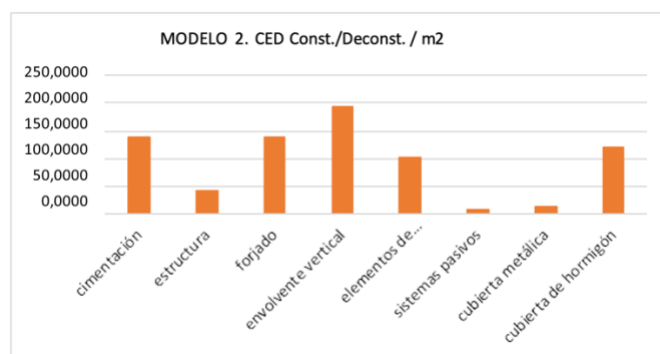


Figura 13: Cálculo del ACV, resultados CED en fase de construcción/deconstrucción, Modelo 2

Situación distinta pasa en el Modelo 2, por incluir casi la totalidad de materialidad pesada, el valor repercutido en esta fase es alto, los impactos asociados respecto a las demás fases, hacen que se genere un impacto CED alto.

Fase de deproducción

Teniendo claro, que deproducir en un vertedero ocasiona más impacto que si reciclamos, vimos que el nivel de impacto asociado en esta fase en el Modelo 1 fue una de las fases más bajas detrás del transporte 2 dentro del mismo modelo, el deproducir materiales naturales a reciclaje, produce menos impacto que otros materiales que incluyan procesos industriales.

El modelo 2 en primera instancia consideró deproducir en un vertedero, generó un impacto proporcional a las demás fases, detrás de producción y construcción/deconstrucción, sobre esto, se podría deducir que, con el paso de los años y los avances en los procesos industriales para la transformación de materiales, las construcciones de viviendas generan cada vez un mayor impacto GWP.

El Modelo 1, que guarda bastante relación con la arquitectura de lugar y una arquitectura propia del país, resultó ser el modelo que menor impacto GWP produjo. En cambio, la vivienda, construida con materiales habituales y pesados, correspondiente a una arquitectura que, en principio por su adaptación al medio y estrategias empleadas, se creía que no iba a ocasionar mucho impacto, resultó que produce mucho impacto GWP, se comprobó que los materiales tradicionales, que sufren procesos de producción y transformación, son más desfavorables medioambientalmente (Ver Figura 14 y Figura 15).

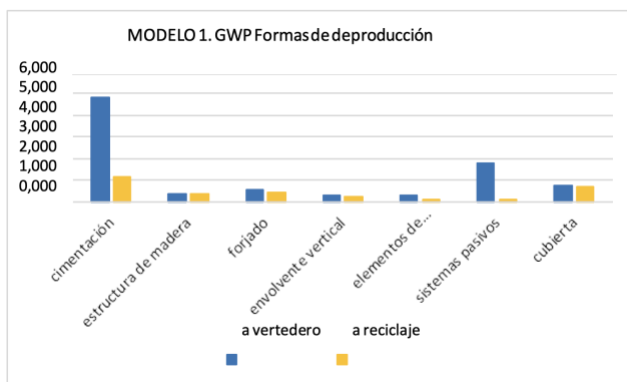


Figura 14: Opciones de deproducción, resultados GWP, Modelo 1

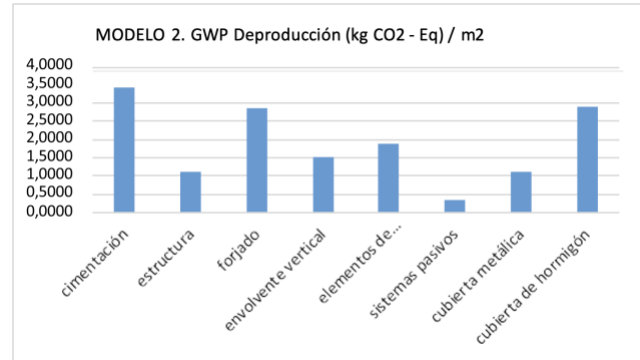
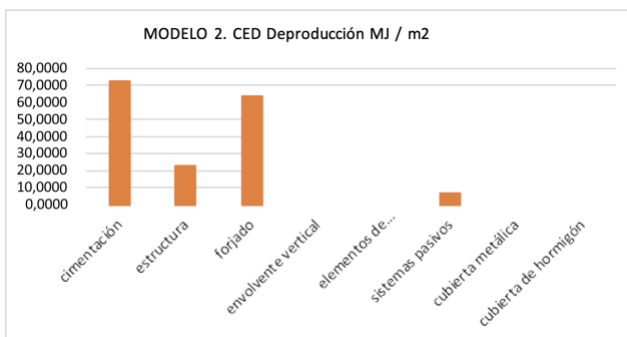


Figura 15: Opciones de deproducción, resultados CED y GWP, Modelo 2

Fase de deconstrucción

En el Modelo 2, la deproducción de los materiales pétreos y metálicos, aumenta la escala de la curva dentro del mismo modelo, en esta fase se consideró que todos los materiales van a vertedero, aumentando significativamente el valor de impacto.

Una vez analizados los resultados obtenidos mediante el cálculo de ACV para cada uno de los modelos, se observa que el desarrollo de materiales pesados industriales ha provocado que la construcción de viviendas genere cada vez un mayor impacto en el consumo de energía acumulada, poniéndonos a pensar seriamente en su limitación de uso.

En el Modelo 1, perteneciente a un modelo vernáculo, construido con materiales ligeros, y materialidad industrializada como hormigón y acero sólo en la cimentación, constituye un modelo que produce un total CED de 3122,438 MJ/m² y el Modelo 2 produce un total CED de 3489,11 MJ/m², resultando un valor de impacto mayor, lo que nos lleva a cuestionar el empleo de esta materialidad.

Si quitamos la cimentación en el Modelo 1, el valor total CED es de 2477,31 MJ/m², 1000 MJ/m² menos aproximadamente, significando 1/3 del impacto total, comprobamos que, mediante el uso de técnicas y estrategias vernáculos, el impacto en la categoría CED disminuye.

4. Conclusiones

En la búsqueda de determinar cuál es el modelo o sistema constructivo ideal que menos impacto medioambiental produce, en primera instancia se comprueba que los modelos vernáculos que incluyen estrategias de adaptabilidad son los óptimos, pero por razones sociales complejas, se están dejando de habitar, lo que conlleva a la pérdida tipológica y la técnica de construir.

Sobre el proceso realizado se concluye que, para determinar un modelo óptimo, es necesario analizar o segregar los modelos en los elementos constructivos que lo componen, de esta forma se establece la comparación y correcciones como propuestas de mejoras.

Como primer elemento, la cimentación es el determinante en los modelos analizados. En el Modelo 1, pesando 37263,61 kg, al ser de hormigón, ésta representa poco más que 2/3 de la masa total del edificio, 54107,78 kg, ejerciendo un aumento significativo en los valores de impacto de cada fase, en algunos análisis se realiza el ejercicio de eliminarla para tener una mejor lectura de los demás elementos constructivos, se analiza ¿qué pasa si esto sucede en la realidad?, ¿qué tanto se reduce el impacto? ¿la influencia de la cimentación sobre el impacto total del modelo disminuye?

La estructura, en ambos modelos funciona como un elemento portante aislado de la misma manera que la envolvente, dentro del Modelo 1 a pesar de ser ligero en la sumatoria total, tiene un exceso de materialidad, susceptible a mejoras, al sumar los elementos que envuelven al edificio, cubierta y envolvente vertical y se comprueba que dicha sumatoria es mucho más pesada que la estructura, nos preguntamos: ¿debería ser la envolvente más pesada que el elemento que lo contiene? ó ¿todos los diseños tendrían que tener una estructura y una envolvente?, no sería más conveniente pensar la envolvente como un elemento lo suficientemente portante para minimizar el peso en su estructura y resistir las cargas, es por esto que se piensa en la importancia de la relación entre la estructura y la envolvente siendo mucho más factible pensarla como un elemento único, situación que se considera para realizar la propuesta de mejoras del Modelo 2.

La influencia de los elementos de compartimentación es otro de los elementos constructivos que influye en el análisis de los modelos, en el Modelo 1 al tener poca presencia, permitir la ventilación cruzada, circulación, un modo flexible de utilizar la vivienda, aporta a la reducción de impactos ejerciendo una fuerte influencia en cada una de las fases.

Al finalizar el análisis de los Modelos 1 y 2 mediante el Análisis de Ciclo de Vida, se comprueba que no sólo se obtienen valores medibles de impactos medioambientales, sino también datos complementarios al modelo, aproximaciones arquitectónicas o detectar fallos en la composición del material.

Referencias

Almeida Chicaiza, B. (2020). La construcción de la vivienda social en Guayaquil: fundamentos para una industrialización por componentes [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid] <https://doi.org/10.20868/upm.thesis.66729>

- Bahamón, A. (2002). Arquitectura alternativa: Móvil, ligera, desmontable, modular, adaptable. H. Kliczkowski.
- Cabrera Zambrano, P. (2023). Aportación a la arquitectura ecuatoriana desde la iconografía ancestral andina. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. ISBN 978-9978-77-657-5. Recuperado de: <https://bit.ly/4o6DYd4>
- Camino Solórzano, M. (1998) Evolución y características tipológicas de la vivienda en Manabí, Ecuador. [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://doi.org/10.5821/dissertation-2117-95794>
- Durán Calisto, A. M. (2015). Arquitectura contemporánea de Ecuador (1999–2015): El florecimiento de una crisis. RITA, Revista Indexada de Textos Académicos, (3), 40–51. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5094558>
- Fernández-Galiano, L. (ed.) (2011). Casas lejanas. Industria y naturaleza, habitar en los límites. Arquitectura Viva. Madrid nº139: 17-29 Recuperado de: <https://arquitecturaviva.com/publicaciones/av/casas-lejanas>
- Figueroa Infante, A. S., Cifuentes Ruiz, P. A., Fonseca Santanilla, E. B., Uribe Celis, S. L., & Molina, L. del C. (2024). Aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición en ingeniería y arquitectura. Ediciones Unisalle. <https://doi.org/10.19052/9786287645400>
- Garzón, B. (2021). Arquitectura sostenible: Bases, soportes y casos. Argentina: Archidocs LLC. Recuperado de: <https://bit.ly/4i9Hpyn>
- Gómez de Cózar, J. C., García Martínez, A., Ariza López, I., & Ruiz Alfonsea, M. (2017). Lightweight and quickly assembled: The most eco-efficient model for architecture. International Journal of Computational Methods and Experimental Measurements, 5(4), 539–550. <https://doi.org/10.2495/CMEM-V5-N4-539-550>
- Gropius, W. (2018). ¿Qué es arquitectura?: Antología de escritos (J. Gropius, Ed.; M. Santolo & J. Gropius, Trads.). Reverté. https://www.reverte.com/libro/msa-05-walter-gropius_91666/
- King, M. D. & King, R. J. (2024). Solar Decathlon: Building a Renewable Future. Singapur: Jenny Stanford Publishing. <https://doi.org/10.1201/9781003477594>
- Rivela Carballal, B. (2012). Propuesta metodológica de aplicación sectorial de análisis de ciclo de vida (ACV) para la evaluación ambiental de la edificación en España [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.14912>
- Samaniego Sánchez, A. P. (2012). Revisión de la industrialización de la vivienda y de tres experiencias de sistemas constructivos en Latinoamérica. Estoa, 1(1), 23–29. <https://doi.org/10.18537/est.001.04>

Solé Bravo, C. (2017). La casa de Norman y Wendy Foster en Hampstead: Tecnología y domesticidad entre los años 1960 y 1980 [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.45408>

Villazón Godoy, R. E., & Rodríguez, D. F. (Comps.). (2020). Sistemas de habitabilidad: Principios técnicos del proyecto de arquitectura. Ediciones Uniandes. <https://doi.org/10.31179/arqt.02>

Contribución de los autores (CRediT)

Intriago Landázuri, A.: Conceptualización, Metodología, Análisis formal de datos, Validación, Redacción – borrador original. **Ormaza García, F.:** Conceptualización, Análisis formal de datos, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición, Supervisión.

Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento

Los autores expresan autofinanciamiento para realizar esta obra de investigación.

Disponibilidad de datos

Los datos que respaldan los hallazgos de este estudio están disponibles a solicitud razonable al autor de correspondencia.

Conflicto de intereses

Los autores han declarado que no existe conflicto de intereses en esta obra.

Declaración sobre el uso de IA generativa y tecnologías asistidas por IA

El manuscrito no incluye una declaración específica respecto al uso de herramientas de inteligencia artificial durante su proceso de redacción. La autoría, así como la responsabilidad total del contenido, recaen exclusivamente en los autores.

Nota del Editor

Descargo de responsabilidad: Los datos, declaraciones, opiniones contenidas en el documento son responsabilidad únicamente de los autores y no de la *Revista Científica FINIBUS – Ingeniería, Industria y Arquitectura*. La Revista y sus editores renuncian a toda responsabilidad por daño a persona o propiedad resultante de los métodos, instrucciones, producto o idea mencionado en el contenido.



Derechos de autor 2026.

Esta obra está bajo una licencia: Internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual .4.0

Revista Científica *FINIBUS* - ISSN: 2737-6451.

