

“ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN CIUDADES COSTERAS”.

Convocatoria y Clave del Proyecto:

CONAVI-2007-66617.

Sujeto de Apoyo:

Instituto Tecnológico de Chetumal.

Responsable Técnico:

Dr. José Antonio Domínguez Lepe.

Introducción

Las diversas actividades humanas en busca de sus satisfactores generan dos grandes problemáticas: elevados consumos de recursos naturales de todo tipo (minerales, agua, flora, fauna, etc.) y vertido hacia la biosfera de todo tipo de residuos (líquidos, sólidos y gaseosos). Ambas problemáticas se encuentran íntimamente relacionadas y son de preocupación mundial, ya que de su adecuada atención depende la supervivencia de la raza humana. En la primera problemática, la preocupación proviene de saber que nuestro planeta bien puede verse como un sistema cerrado, ya que prácticamente no recibe recursos del exterior, por lo tanto podemos decir que los recursos con que contamos son finitos, la principal agravante es que cada vez somos más y demandamos múltiples bienes y servicios a lo largo de nuestra vida. En la segunda problemática (alta generación de residuos) la preocupación proviene de una ley universal “la materia no se crea ni se destruye, solamente se transforma”, ya que todos los días tomamos de la naturaleza recursos para la satisfacción de nuestras necesidades y le devolvemos residuos, con esto estamos convirtiendo paulatinamente al planeta de ser una fuente de recursos a ser un gran vertedero de residuos. Como uno de los satisfactores fundamentales de la sociedad, la vivienda no escapa a esta contradicción de ser al mismo tiempo un satisfactor y el origen de altos consumos de recursos y gran generador de residuos. Ante esto, las sociedades se están enfrentando a esta situación portando como principal arma el llamado desarrollo sostenible, cuya principal premisa se basa en alcanzar el balance entre la demanda y la capacidad natural de proveer los recursos para las necesidades actuales y de las futuras generaciones. En la búsqueda de soluciones se han gestado diversas metodologías científicas entre las que destaca el análisis del ciclo de vida (ACV) más conocido como life cycle assessment (LCA), que es un método de valoración nacido para conocer los efectos sobre los distintos componentes ambientales de un producto específico o servicio durante todo el arco temporal de su vida. El método es perfectamente aplicable a la vivienda de interés social. En él, se hace referencia al conjunto de entradas, salidas y de las actividades implicadas en la producción, considerando, desde la extracción de la materia prima del cual se constituye hasta su desecho final (llamado “from cradle to grave”, de la cuna a la tumba). Al contar con el espectro completo, este método permite identificar los procesos y puntos críticos, así como sus impactos al medio ambiente, lo que facilita la toma

de decisiones para reducir tanto los consumos como las emisiones de residuos y sus impactos, contribuyendo a mejorar la sustentabilidad, en este caso en particular la de las casas de interés social en ciudades costeras. Específicamente en este proyecto se compararon dos tipologías de vivienda: a) muros de bloque hueco de concreto y cubierta de vigueta y bovedilla y b). Concreto monolítico en muros y cubierta.

Objetivo General

Definir la línea base de desempeño sustentable para viviendas de interés social construidas en ciudades costeras, aplicando la metodología del análisis del ciclo de vida, que sirva como marco de referencia para la evaluación y posterior certificación de nuevas tecnologías, materiales o procedimientos aplicables a la construcción de viviendas.

Metodología aplicada

Apegándonos a la metodología del ACV se desarrollaron las siguientes etapas y actividades:

a). En reunión con el grupo de trabajo, se discutieron y definieron los alcances y límites de los sistemas y los procesos unitarios a incluir, tomando en cuenta el tiempo y recursos disponibles. b). Con el apoyo de mediciones de campo a través de adquisidores de datos, encuestas, bases de datos específicas (Ecoinvent) y software especializado (Sima pro 7.1) se obtuvieron los inventarios del ciclo de vida (ICV) donde se cuantificaron todos los flujos entrantes y salientes de los sistemas durante toda su vida útil. (life cycle inventory – LCI). Es importante señalar que el trabajo no se basó únicamente en bases de datos existentes, sino que se reforzó y complementó con mediciones de campo, con el objeto de darle pertinencia y acercarse más a la realidad del medio ambiente costero los resultados que se obtuvieron. Los resultados de los inventarios se discutieron en reuniones de trabajo con los especialistas del grupo, y se realizaron las correcciones pertinentes. c) Con apoyo del mismo grupo de trabajo y software especializado (Sima pro 7.1), se evaluaron los impactos (AICV), y se realizó una clasificación y evaluación de los resultados del inventario, relacionándolos con efectos ambientales observables (life cycle impact assessment-LCIA). d). Se interpretaron los resultados para establecer conclusiones y recomendaciones, así como la línea base de desempeño sustentable. e). Con el apoyo de tesis se desarrolló y probó la guía para evaluar viviendas de interés social construidas en ciudades costeras con dos tipologías. 1). A base de concreto monolítico y 2). A base de block hueco de concreto, incluyendo recomendaciones de materiales y procesos que aumenten la sustentabilidad de estas viviendas, desde una perspectiva bioclimática y apegándose a las metodologías específicas de esta especialidad. f) paralelamente a todas las actividades anteriores, se redactaron tanto informes como tesis, ponencias y artículos de investigación entre otros documentos, que sirvieron como auxiliares en la difusión y transferencia de resultados hacia los sectores usuarios y académicos.

Metas y objetivos alcanzados.

Se concluyeron los inventarios de 14 materiales y subproductos de construcción, se midieron las emisiones de CO₂, polvos, otras partículas de tamaños entre pm 2.5 y pm 10 y consumo energético en las empresas trituradoras, bloqueras y de vigueta y bovedilla y en los transportes de estos materiales.

A partir de las unidades funcionales (m²) y (vivienda), se determinaron los impactos intermedios y finales (AICV), desarrollando la comparación entre los 2 tipos de vivienda predefinidos (concreto monolítico y muro de block y cubierta de vigueta y bovedilla).

Se desarrollo la guía para evaluar viviendas de interés social.

Se concluyeron 2 tesis de maestría (exámenes de grado en noviembre del 2009) y 1 de licenciatura (examen de titulación en octubre del 2009).

Se expone el proyecto en la modalidad de cartel (dos carteles) en el seminario internacional de arquitectura y vivienda 2008, hacia la construcción cultural y ambiental sustentable, realizado en el mes de abril en la ciudad de Mérida Yucatán.

Se presenta el proyecto de investigación (2 ponencias y 1 de cartel) en el Primer Congreso Internacional de Medio Ambiente Construido y Desarrollo Sustentable (MACDES), realizado en el mes de diciembre de 2008 en la Habana Cuba.

Resultados y conclusiones.

Es innegable la necesidad y demanda de satisfacer la necesidad de vivienda de nuestra sociedad en constante crecimiento poblacional, pero de igual manera es necesario hacer que el crecimiento de las ciudades sea de una manera responsable y que tome en cuenta el cuidado del medio ambiente.

Si bien la industria de la construcción, por la naturaleza de sus procesos y de consumos de materiales y recursos, tiene un gran impacto en el medio ambiente, es de gran importancia continuar con el desarrollo de proyectos y edificaciones que sean amigables con el medio ambiente.

Como resultado de los análisis realizados a la unidad funcional vivienda (51.86 m²), utilizando el software Sima pro 7.1 y los dos métodos de evaluación utilizados, el CML y el Eco Indicador 99, se obtuvieron como resultados sobresalientes los siguientes:

Del análisis con el método CML:

Categoría de impacto	Unidad	Vivienda de block	Vivienda de concreto
Abiotic depletion	kg Sb eq	526.945107	532.834246
Acidification	kg SO ₂ eq	818.324391	839.291173
Eutrophication	kg PO ₄ --- eq	20.8203122	21.1592667
Global warming (GWP100)	kg CO ₂ eq	63940.4152	64690.8364
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	0.02451675	0.02403743
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	75682.0119	69742.6637
Fresh water aquatic ecotox.	kg 1,4-DB eq	5712.48615	5812.39345
Marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	17574035.4	17746417.1
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	623.024679	593.530438
Photochemical oxidation	kg C ₂ H ₄	32.8230489	34.0972842

Tabla 1. Valores comparativos de caracterización de impactos Método CML

Al analizar la vivienda como unidad funcional, se determina que la vivienda de muro de block es la que mas emisiones produce al tener un total de 4,465.9464 kg de CO₂ equivalentes, derivado de la utilización del cemento en sus etapas del proceso constructivo y la implantación de los materiales de construcción asociados a concretos, bloques, viguetas, bovedillas y estructuras de concreto; sin embargo, al realizar el análisis al proceso operativo, se puede apreciar que la vivienda de concreto monolítico contribuye en mayor cantidad de emisiones al ambiente, siendo esta de 64,226.0818 kg de CO₂ equivalentes, por el mayor consumo de energía eléctrica durante la vida útil de la vivienda.

Del análisis con el método Eco indicador 99:

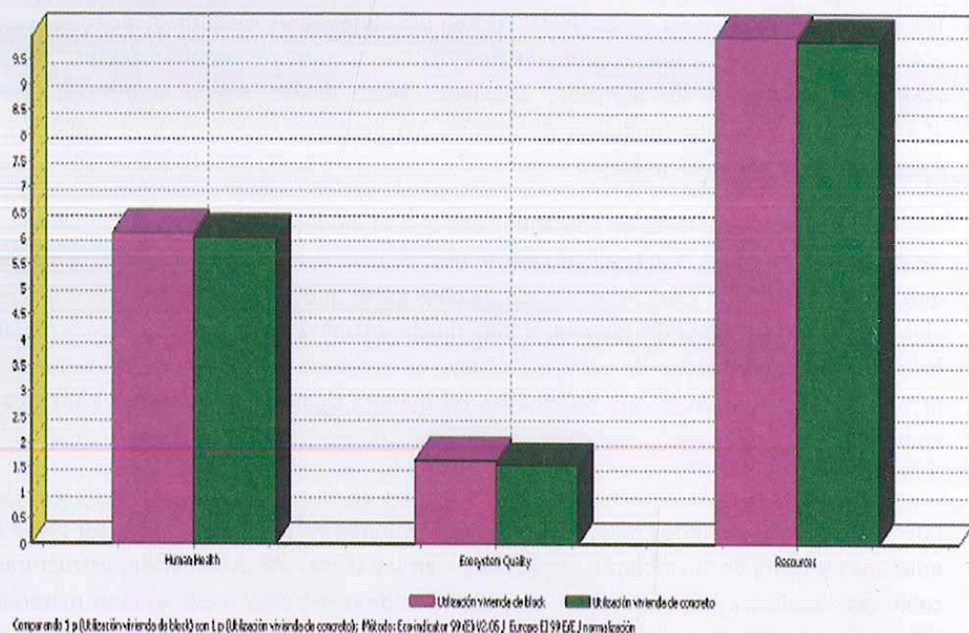


Fig. 1. Grafica comparativa de porcentajes normalizados de impactos finales con Eco-Indicador 99

- En el análisis de puntos finales o daños determinados, se aprecia que el mayor daño a la salud humana lo tiene la vivienda de muro de block, siendo de $1.36E-02$ dalys emitido en la vivienda como unidad funcional en el proceso constructivo, cabe mencionar que este valor impacta al incluir en el análisis el proceso operativo de la vivienda, debido a que en este proceso la vivienda de concreto monolítico en la contribución es la que mayor daño ocasiona siendo de 0.819378 dalys en comparación con los 0.08076371 dalys de la vivienda de muro de block.
- En lo referente a la calidad del ecosistema, el estudio determina que el mayor daño lo representa la vivienda de muro de block, al contribuir con mayores daños en ambas unidades funcionales, y procesos.
- El análisis refleja que el mayor daño al agotamiento de recursos los proporciona la vivienda de concreto monolítico en la contribución por m^2 , siendo de $1,144.2032$ mj surplus, sin embargo, al realizar el análisis a la vivienda como unidad funcional, el mayor agotamiento de recursos lo tiene la vivienda de muro de block en ambos procesos, llegando a ser de $59,217.4199$ mj surplus, siendo durante el proceso constructivo en la etapa de las estructuras donde se realiza el mayor daño.

Derivado de los resultados del estudio se puede recomendar lo siguiente:

Los métodos constructivos de las viviendas han ido variando en las ultimas dos décadas, si bien se han mejorado e innovado materiales y procesos que nos permitan ahorrar tiempo, mejorar la calidad de los acabados, disminuir costos e incrementar la estética de las viviendas, no existe una tendencia de mejorar los procesos para reducir el impacto que causan las obras al medio ambiente.

Se aprecia que gran parte de los contaminantes que se emiten al ambiente en sus categorías de impactos y de daños, son resultado del empleo de materiales como el cemento y el acero, que por su proceso de fabricación emiten muchos gases que son causales de calentamiento global y cambio climático del planeta, si bien mucho estudios se han realizado para mejorar los procesos de producción de estos materiales, es necesario continuar con la búsqueda de procesos y procedimientos que disminuyan de manera significativo los daños causados al ambiente.

Durante los procesos de construcción de las viviendas de muros de block, y losa de vigueta y bovedilla, se revela que los mayores consumos de materias primas y energía así como las emisiones y residuos al ambiente, están dados en las etapas de cimentación, estructuras y cubiertas, resultado de la utilización de materiales de construcción que utilizan materiales pétreos y cemento, cabe mencionar que estos impactos se pudieran reducir si durante sus procesos de fabricación se utilizaran materiales reciclados de la construcción, de esta manera se evitarían los consumos de mayores cantidades de recursos naturales y generación de residuos de la construcción.

La mayor cantidad de daños a la salud humana, son generados en ambas viviendas en la etapa de los acabados, esto se deriva de la utilización de pastas y morteros y pinturas para dar los acabados finales de las viviendas, es necesario la implementación de nuevos materiales que sean menos agresivos con el ambiente y que permitan disminuir el deterioro de la capa de ozono y emisiones que causen daños a la salud humana, es recomendable la utilización de productos que estén certificados.

Los residuos de las construcciones asociados a concretos, son utilizados como escombros de rellenos, no se reutilizan en la región, causando estos impactos en la contaminación al suelo y el agotamiento de recursos, es recomendable tener una gestión adecuada en el manejo de los residuos incentivando a su reciclado e integrándolos como materias primas en la fabricación de bloque y bovedillas, reduciendo de esta manera el consumo de recursos naturales, es necesario elaborar un perfil ambiental de los productos que se pudieran fabricar utilizando concretos reciclados, puesto que hay que considerar la energía empleada para su transformación.

De igual manera se aprecia que durante su periodo de operación, utilización de las viviendas, el consumo energético es uno de los factores que contribuyen en gran escala a los daños al ambiente, esto abre una gran gama de posibilidades de realizar nuevos análisis de ciclo de vida, contemplando dentro de los procesos la utilización de energías alternativas, y valorar los resultados, para poder determinar si existen disminuciones importantes en la implementación de los mismos.

Teniendo como base los resultados del análisis de la vivienda tradicional hecha de muros de block y losa de vigueta y bovedilla, se pueden definir los indicadores y las unidades de valoración para poder tener un indicador ambiental único, que nos permita valorar la sustentabilidad de las viviendas, la realización de este estudio nos brinda una línea base para poder determinar las fases y procesos de construcción de las viviendas en las cuales se consumen mayores cantidades de energía y emisiones al ambiente, pudiendo identificar si son de puntos intermedios (impactos), o puntos finales (daños), considerando esta línea base los impactos y daños causados por la vivienda de muros de block, se puede mejorar alguna etapa dentro del proceso constructivo u operativo, o implementar nuevos materiales de construcción que permitan mediante la realización de un nuevo análisis, determinar si efectivamente disminuyen los impactos o daños, para lograr acercar hacia la sustentabilidad a las viviendas de interés social.