

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE MAMPUESTOS CON MODELOS BIM

Cristhian Javier Rubiano Martínez



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura, Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

2022

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE MAMPUESTOS CON MODELOS

BIM

Cristhian Javier Rubiano Martínez

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto

Arq. Yuber Alberto Nope Bernal



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura, Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

2022

Tabla de contenido

RESUMEN	5
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I – ANTECEDENTES	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
PREGUNTA PROBLEMA.....	13
JUSTIFICACIÓN	14
HIPÓTESIS	16
OBJETIVOS	18
OBJETIVO GENERAL	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
CAPÍTULO II – MARCOS DE ANÁLISIS	19
INTRODUCCIÓN CAPÍTULO 2.....	19
LA METODOLOGÍA BIM	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ESTADO DEL ARTE	21
MARCO TEÓRICO.....	23
MARCO CONCEPTUAL.....	26
MARCO NORMATIVO.....	28
CAPÍTULO III – METODOLOGÍA	30
DESARROLLO METODOLÓGICO EN LA INVESTIGACIÓN.....	30
TIPO DE METODOLOGÍA	30
MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	31
CAPÍTULO IV- OBJETIVO I	33
CARACTERIZAR MATERIALES CONVENCIONALES Y SOSTENIBLES UTILIZADOS EN VIVIENDA.	33

ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL CON BIM	4
CAPÍTULO V. – OBJETIVO II	37
GENERAR PROTOTIPO DE VIVIENDA MODELADA EN REVIT.....	37
CAPÍTULO VI. – OBJETIVO III	40
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	40
PLANTEAMIENTO Y PROPUESTA	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA	50

Lista de Figuras

<i>Figura 1</i>	<i>Grafica de las pérdidas de datos durante el tiempo de vida de un edificio</i>	14
<i>Figura 2</i>	<i>Matriz de optimización de recursos en el proceso de construcción de obra</i>	16
<i>Figura 3</i>	<i>Matriz descriptiva de tipología de ladrillos su uso y caracterización</i>	33
<i>Figura 4</i>	<i>Sistema de mampostería estructural o reforzada</i>	37
<i>Figura 5</i>	<i>Vivienda modelada con ladrillo de arcilla</i>	38
<i>Figura 6</i>	<i>Vivienda modelada con ladrillo de hormigón</i>	39
<i>Figura 7</i>	<i>Vivienda modelada con ladrillo PET</i>	39
<i>Figura 8</i>	<i>Localización de vivienda</i>	40
<i>Figura 9</i>	<i>Análisis y discusión de resultados TALLY</i>	41
<i>Figura 10</i>	<i>Matriz del ciclo de vida del ladrillo de arcilla</i>	42
<i>Figura 11</i>	<i>Matriz del ciclo de vida del ladrillo de hormigón</i>	44
<i>Figura 12</i>	<i>Matriz del ciclo de vida del ladrillo PET</i>	45

Resumen

La arquitectura está comprometida con el cuarenta por ciento de las emisiones de Co2. esto debido a la extracción de rocas, materiales, minerales, gastos, distribución y transporte de materiales utilizados para la construcción de viviendas sociales, entre otras edificaciones. El caso de los mampuestos, estos representan cerca de 15% emisiones de Co2 al año lo que equivale a 10.000 árboles. Para contrarrestar este problema, esta investigación buscó evaluar el impacto ambiental de ladrillos convencionales y sostenibles con metodología BIM; para esto, se caracterizaron materiales convencionales como el ladrillo en arcilla, hormigón y PET (polietileno tereftalato) como resistencia, transmitancia y costo, para luego, modelar en herramientas BIM un prototipo de vivienda social de 54 m2 con las materialidades señaladas anteriormente y finalizando con la evaluación y análisis del impacto ambiental, asociado a Co2 y sus variables, con el complemento Tally, el cual se caracteriza por evaluar la huella ambiental de nuestros proyectos a ejecutar.

Los resultados demostraron que el 100% de la extracción del insumo de arcilla produce un 99% de contaminación según el resultado. 22.981 KG se utilizarán para la fabricación de este prototipo de vivienda social. Y el 1% de la extracción que es equivalente al transporte influye en la contaminación. Por otra parte, Influye en un 84% de energía no renovable con 118.516 MJ (Mega julios) . Como resultados encontramos que el uso del BIM en la arquitectura es de gran preponderancia, dado que permite delimitar la construcción en un ámbito de 360°, y permea relevancia en la categorización de etapas tempranas de diseño y a futuro en proceso de crecimiento arquitectónico.

Palabras clave: Arquitectura, PET, Ecología, Bloque, Calidad, BIM.

Abstract

The architecture is committed to forty percent of Co2 emissions. this due to the extraction of rocks, materials, minerals, expenses, distribution and transportation of materials used for the construction of social housing, among other buildings. In the case of the masonry, these represent about 15% Co2 emissions per year, which is equivalent to 10,000 trees. To counteract this problem, this research sought to evaluate the environmental impact of conventional and sustainable bricks with BIM methodology; For this, conventional materials such as clay brick, concrete and PET (polyethylene terephthalate) were characterized as resistance, transmittance and cost, to then model a 54 m2 social housing prototype using BIM tools with the materials indicated above and ending with the evaluation and analysis of the environmental impact, associated with Co2 and its variables, with the Tally complement, which is characterized by evaluating the environmental footprint of our projects to be executed.

The results showed that 100% of the extraction of the clay input produces 99% contamination according to the result. 22,981 KG will be used to manufacture this social housing prototype. And the 1% of the extraction that is equivalent to transport influences pollution. On the other hand, it influences 84% of non-renewable energy with 118,516 MJ (Megajoules).

As results, we find that the use of BIM in architecture is of great preponderance, since it allows delimiting the construction in a 360° field, and permeates decision-making in early stages of design and in the future in the process of architectural growth.

Keywords: Architecture, PET, Ecology, Block, Quality, BIM.

Introducción

La construcción y la residencia son unos de los protagonistas de la contaminación (impacto ambiental) por grandes residuos en sus metodologías y procesos de ejecución y en sus procesos de fabricación de materiales. Arquitectos e ingenieros han buscado soluciones a estos problemas de contaminación que como ya sabemos el impacto se ve reflejado en la capa de ozono, estas soluciones se han venido desarrollando en la parte de diseño, materialidad y ejecución.

Según la revista ceo las edificaciones que más generan huella de contaminación en todos sus procesos o fases son los edificios residenciales, en la actualidad la metodología de construcción en cuanto a desarrollo es general más viviendas dejando a un lado otros usos dependiendo del sitio, en espacios donde hay 3 o 4 viviendas de dos pisos, se construyen edificaciones de mayor altura ocupando el espacio de esas viviendas multiplicando las viviendas o apartamentos.

Por otra parte, Pesci (2007), menciona en el artículo que la sustentabilidad en el desarrollo arquitectónico, son de gran importancia: La historia evoca que, a través de décadas, residir era sinónimo de construir.

El concepto Building Information Modeling (BIM) es contemporáneo y es una modalidad de diseño, construcción y gestión de las estructuras específicamente. Se basa en una metodología y/o modalidad que se ha venido transformando paulatinamente la forma en la que se observan las edificaciones, su funcionamiento y la forma en la que se construyen los mismos. Incluso se podría evocar la Revolución Industrial del siglo XXI relacionado con la industria de la construcción. Dado que si analizamos la situación de la industria con relación a la construcción en EE. UU. con los adicionales como la industria no agrícola o ganadera; determinamos que en efecto la construcción ha ido disminuyendo en temas de innovación y nos enfocamos solo en los mismos proyectos y

metrajés, si hacer algo llamativo, que demuestra una transformación abismal con relación a al rendimiento (DATAEDRO, 2017, p. 1).

La implementación del material PET con el uso de las nuevas tecnologías, las cuales miden el impacto ambiental. Debemos tener en cuenta que el PET de polímeros de plástico reciclado, genera una contundente transformación y es una grandiosa alternativa de vivienda, pues se ajusta al estándar de calidad requerido a nivel técnico y legal de los sistemas convencionales de construcción y a su vez, proporciona una mejoría a nivel de costos, reduciendo incluso los tiempos de ejecución de obra, ya que en la elaboración de ladrillos y bloques hay un gran problema al momento de su elaboración por la elevada cantidad de CO₂ que se genera en los procesos de fabricación. Como sistema alternativo, también es evidente que hay un mal manejo de la basura en la mayor parte del país, desechada por las calles, ríos, humedales, lagunas y zonas verdes, afectando seriamente el medio ambiente, por eso ha pensado en utilizar las botellas de plástico (ladrillo ecológico) para la elaboración de los muros de la vivienda.

A partir del 2001 en Honduras y Centroamérica (Colombia y Bolivia), surgieron innovadoras y explícitas alternativas de uso de basuras, para el empleo de la estructura en material de vivienda, implementando un sistema de autoconstrucción en el que se usan botellas PET no retornables reutilizando y reemplazando el ladrillo tradicional por un eco ladrillo, que es relleno de distintos materiales como el escombro o la tierra, entre otros, los cuales son adheridos a una estructura.

En ese orden de ideas, para el 2023, Colombia debería potencializar una exponente marca de construcción en material PET, con el fin de implementar el reciclaje y disminuir el impacto ambiental, dando continuidad a su reconocimiento en construcción como el más preponderando de Latinoamérica, con un valor que oscila entre los 20 mil millones USD a 24 mil millones USD.

Aunado a las cifras anteriores, se encuentra que Pachón (2007), exhibió el estudio de un plan de negocios, en el que expone una compilación de resultados que se fueron desarrollando trimestralmente los cuales son “sólidos” en Bogotá para el 2005. También determina que los residuos plásticos tienen un menor reconocimiento que los residuos orgánicos. Adicional a ello, se evidenció que el reciclaje en la ciudad es de un 9.3% del total, con relación a los residuos sólidos. Por otra parte, Pachón también infiere que, si las multinacionales u organizaciones inician la implementación y uso de polímeros desechados como el PET, se propiciaría una mejora en el impacto ambiental negativo en la ciudad de Bogotá, además de que se obtendría un amplio beneficio a nivel económico, resultando muy atractivo para los inversionistas y CEO’s de las compañías.

Así mismo, la decadencia con relación a las muestras de CO₂ en el área de construcción igualmente es considerable y está directamente relacionada con el consumo energético. El PET y su flexibilización para inmiscuirse en el cumplimiento de diversas especificaciones técnicas, han sido la razón por las que el material ha logrado una incidencia en el perfeccionamiento importante en la producción y fabricación de fibras textiles, desde el primer instante en que fue descubierto e incluso en la producción de envases. Así, entre los beneficios del uso del PET se encuentran: propiedades térmicas, buena flexibilización con el CO₂, posibilidad de reciclable, cristalinidad y alta resistencia. Este uso permite que la vivienda sea económica y viable, apta bajo la realidad latinoamericana. Por otra parte, Iglesias (2012) afirmó que el objetivo de recrear los bloques con el componente primario de plástico reciclado, es una eficaz oportunidad de contrarrestar el impacto ambiental.

Además, se ha evidenciado que en diferentes proyectos de vivienda ecológica pueden emplearse relativamente hasta 8.000 botellas. En México se inició la implementación de la técnica

PET, y para el 2010 se construyó la primera vivienda usando botellas recicladas, beneficiando a una familia con pocos recursos económicos a través de la Fundación Liderazgo Joven AC, documentación que fue recopilada por Mario Alberto Tapia (Retana, 2011), en un texto llamado “Construcción de casa con botellas”, en el que se evidencia el proceso de construcción de viviendas con sistemas alternativos ecológicos.

Como referente de lo anterior, la reutilización de plásticos es de las iniciativas de obra con más preponderancia a la actualidad, dando una continuidad al de materiales PET en viviendas, considerando que tiene diversos beneficios a nivel arquitectónico tales como: Los materiales más ligeros que los bloques tradicionales, Demostrando tener una inferior cantidad de compresión, lo que permite delimitar su uso en estructura de paredes para cerramiento de viviendas VIS, con arquitecturas de hormigón armado, absorción de agua en materiales PET, menor volumen a la de los bloques utilizados comúnmente al PET, que es un material impermeable.

CAPÍTULO I – ANTECEDENTES

Planteamiento del problema

La enorme preocupación y falta de concientización de la arquitectura en la construcción, se debe a la normalización en el proceso a nivel general de la edificación desde la cimentación de la obra donde existe extracción de rocas, materiales y minerales, los gastos en los elementos de construcción, gastos energéticos durante la obra, distribución y transporte de materiales y los elementos que se requieran, uso de materiales que son poco amigables con el medio ambiente, y es por este motivo que queremos enforzar la investigación

La importancia del cuidado del medio ambiente bajo diversas praxis es de carácter necesario y no es menos, que desde la arquitectura se implementaran metodologías en pro del medio ambiente. La construcción nos define y entrega una importancia natural, la cual nos puede ayudar a mitigar ciertos efectos, no solo reduciendo el uso de materiales poco amigables con el medio ambiente.

La implementación del ladrillo BIM con el efectivo uso material reciclado “plástico”, genera una contundente transformación y es una grandiosa alternativa de vivienda, pues se ajusta al estándar de calidad requerido a nivel técnico y legal de los sistemas convencionales de construcción y a su vez, proporciona una mejoría a nivel de costos, reduciendo incluso los tiempos de ejecución de obra, ya que en la elaboración de ladrillos y bloques hay un gran problema al momento de su elaboración por la elevada cantidad de CO₂ que se genera en los procesos de fabricación. Como sistema alternativo, también es evidente que hay un mal manejo de la basura en la mayor parte del país, desechada por las calles, ríos, humedales, lagunas y zonas verdes,

afectando seriamente el medio ambiente, por eso ha pensado en utilizar las botellas de plástico (ladrillo ecológico) para la elaboración de los muros de la vivienda.

Pregunta problema

¿Cuál es la importancia del uso del material PET como sistema alternativo para la construcción de muros?

¿Cómo evaluar el impacto ambiental de materiales utilizando la metodología BIM en proyectos de vivienda social, generando a su vez una proyección más a detalle de cada uno de los materiales que se puedan implementar en una vivienda, y que me pueda brindar una información más clara de cual material me genera menos impacto realizando un análisis en etapas tempranas de diseño y optimizando en su totalidad los recursos proyectados para la ejecución de un proyecto?

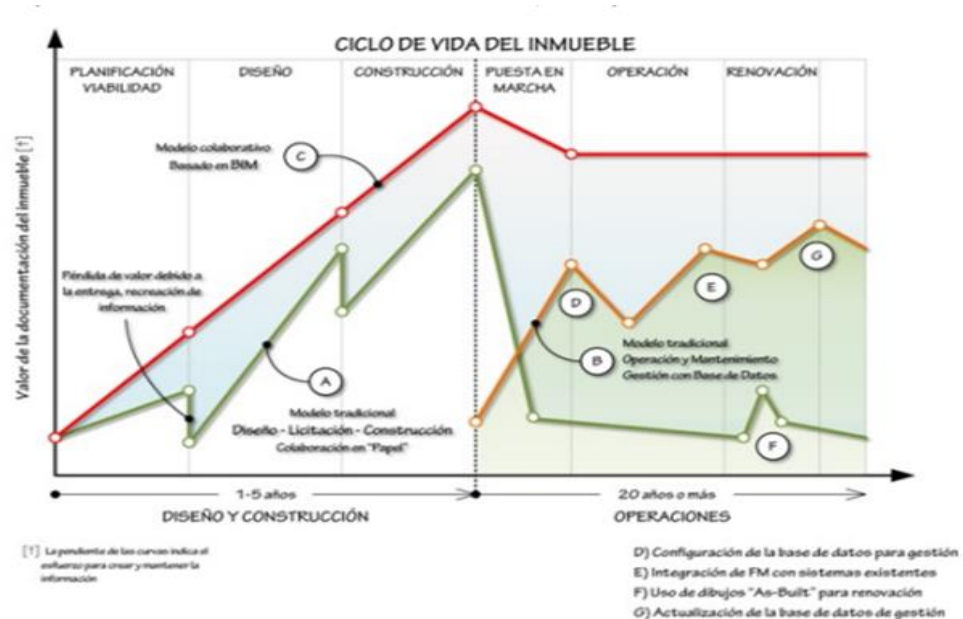
Justificación

Años atrás, en Latinoamérica se dio inicio al desarrollo de elementos en pro de la construcción a los que se hacía uso de materiales reciclables amigables con el medio ambiente, entre otros; y son utilizados en cualquier parte de una edificación. A pesar de ello, se evidencia que los materiales no benefician al medio ambiente y a nivel de recursos económicos la adquisición de estos es mucho más alta.

Por tal motivo es importancia implementar sistemas de software que nos permitan tener una visión en etapas tempranas de diseño de cuál es el material más acertado para un proyecto que no genere tanto impacto ambiental, es claro que todo proceso de producción de cualquier material va a dejar algún tipo de residuo y que a su vez el agua tendrá participación (ver Figura 1).

Figura 1.

Grafica de las pérdidas de datos durante el tiempo de vida de un edificio



Tomado de "BIM HANDBOOK" por C. Eastman et al. 2011.

(https://www.researchgate.net/publication/302924419_BIM_Handbook_A_Guide_to_Building_Information_Modeling_For_Owners)

Por esta razón, no se puede objetar el rediseñar a partir de la cimentación finalizando todos los pisos ejecutando un modelado de “tipo piso”, donde se encuentran las dos tipologías de modelado BIM, por eso cuando atribuimos la estandarización, llegamos al punto de donde queremos objetar el proyecto y hacia dónde queremos ir, dado que BIM puede ejecutar todo el proyecto. Estos ítems se obtienen a partir de Project Execution Planning, Esto genera un crecimiento y potencialización en los proyectos, dado que BIM funciona de forma diferente, pues es un proceso de común acuerdo y colaborativo de comunicación, la persona importante en un proceso (ver Tabla 1).

MATRIZ DE OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS**Figura 2.***Matriz de optimización de recursos en el proceso de construcción de obra*

PROCESO	AFECTACIÓN EN RECURSOS Y BIODIVERSIDAD	RECOMENDACIONES DE MITIGACIÓN
Preliminares	- Medio (agua, aire y suelo).	- Reciclar y manejar con precaución el agua lluvia y/o utilizada
Cimentación	- Recurso suelo. - Biodiversidad especies – animales.	- Hacer uso del suelo que fue removido previamente. - Planeación de proyecto de recuperación ambiental.
Estructura	- Biodiversidad atmosférica (aire) - Medio Agua	- Control de material particulado y ruido
Muros	- Recurso atmósfera (Aire) - Recurso agua - Recurso suelo - Recurso atmósfera (Aire)	- Implementación de sistemas de control para material particulado - - Control de material particulado y ruido
Obras exteriores	- Recurso agua	- Reutilización de aguas servidas y aguas lluvias.

Nota. Matriz de optimización de recursos para proyectos. Adaptado de: “Recursos materiales en la construcción de vivienda de interés social” J. Rave & O. Villegas, 2011. (https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/4231/TG_EGC_27.pdf).

Según los autores Porras y Diaz (2015), manifestaban la importancia de los cuadros resumen, donde se podía demostrar la categorización y la importancia de ciertos aspectos para implementar; observando las afectaciones, recursos y las oportunidades de mejora según el proceso.

Hipótesis

El uso de la metodología BIM en proyectos de arquitectura, logra una transformación ambiental y es una gran alternativa en procesos de construcción, pues permite evaluar estándares de calidad requeridos (a nivel técnico y normativo) por los sistemas de construcción colombiana. A su vez, otorga una mejor garantía en inversión y minimiza los tiempos de ejecución y desperdicio en el proceso de construcción, ya que la fabricación de ladrillos y bloques genera una elevada cantidad de CO₂.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el impacto ambiental de ladrillos convencionales y materiales sostenibles a través de BIM (Building Information Modeling).

Objetivos específicos

- Caracterizar materiales convencionales y sostenibles utilizados en vivienda.
- Generar prototipo de vivienda modelada en REVIT con ladrillo de arcilla, ladrillo hormigón y ladrillo PET.
- Analizar los resultados arrojados por Tally del prototipo de vivienda modelada con ladrillo de arcilla, hormigón y PET.

CAPÍTULO II – MARCOS DE ANÁLISIS

Introducción capítulo 2

Se encontró que diversos proyectos de investigación se enfocan en el desarrollo de bloques plásticos reciclados para mampostería con un valor reducido, el cual logra adecuarse a las necesidades requerida. Por tal razón, Piñeros-Moreno y Herrera-Muriel (2018), en su artículo concluye que: Si los equipos de construcción no se permiten hacerse partícipes de proyectos que se minimicen los gastos y optimicen los estándares de calidad de los residentes, no se evidenciará un gran impacto socioambiental en la arquitectura colombiana.

Mientras que en Bucaramanga se evidencian diversos proyectos de arquitectura Eco amigables, que permiten una adquisición de vivienda a bajo costo y fomentan el cuidado al medio ambiente. Pardavé (2004) relaciona que el consumo no es de fácil control y cada vez se incrementa el uso por la acción depredadora del ser humano, generando caos en la producción de residuos, convirtiéndose en el eje central de la problemática ambiental incremento de forma contundente con relación al desarrollo ecológico y sostenible que permea a la sociedad actual. Entonces, en la sociedad no es viable encontrar lógica sin el uso de envases y en concreto de plásticos, pues gracias a ellos, se pueden prolongar ciertos cuidados pertinentes para dar continuidad a las condiciones adecuadas de calidad y salubridad.

En Latinoamérica, por ejemplo, se viene utilizando el material PET sobre todo en la construcción de casas con presupuesto reducido. En Brasil y Argentina dan continuidad al uso de material PET en proyectos para la población que carece de vivienda y que se ajusta a los costos de construcción en proyectos del Estado, considerándola una solución ecológica que atiende a las necesidades sociales.

La Metodología BIM

La producción de los modelos BIM se genera desde la elaboración y/o creación con sus específicas características que lo llevan a ser elementos de construcción físicos, donde se podrán gestionar y controlar; siendo maquetas virtuales las cuales pueden ser utilizadas en diverso registro de BD y permiten almacenar la información de los proyectos elaborados en un 360°, dado que guarda costos, materiales, medios y recursos usados en la gestión del proyecto.

Como se evalúa el impacto ambiental desde BIM

La implementación de BIM, permite encasillar y disminuir riesgos de obra, para ello se considera jerarquizar lo urgente dando solución a los factores estándares de los proyectos de construcción: En primera instancia la tecnología, la cual nos permite determinar qué tipo de herramienta software se va a seleccionar; en segunda instancia los estándares y Procesos, es decir de qué forma se va a ejecutar el ciclo de trabajo; por última instancia cambiar el chip del equipo de trabajo, tales como los arquitectos, diseñadores y las personas que disponen del equipo de trabajo, determinando lo que involucra BIM.

Building Information Modeling (BIM) es determinado como una opción de utilización al momento de encontrar herramientas fáciles y prácticas en la cual se es permitido estudiar el proceso y transformación de edificios; y de esta forma el uso eficaz de los costos, presupuestos, reducción y potencializar el reciclado de los proyectos de construcción.

Este ejemplar nos plantea una óptima metodología donde se inmiscuyen los indicadores, energía, las emisiones de CO₂, la utilización de material, los residuos de construcción y de la demolición, en modelos BIM que categorizan los riesgos ambientales siguiendo la estructura normativa localizada en el sector de la construcción, cuidado a largo plazo los terrenos, el uso y

desuso de material y prolongando el tiempo de vida ambiental, como un aporte de gran impacto desde la arquitectura.

Se selección como estudio la vivienda VIS en Bogotá, para enfocar el objeto de este, con relación a la estructura de muros y su forma de consolidación y estructura miento que se acerca al riesgo ambiental.

Los materiales preponderantes dentro del medio energo- consumidor, son los ladrillos de arcillas, los cuales generan más emisiones y fomenta el alto aumento de residuos. Se observa una disminución de impacto con relación a la superestructura resistente; y de igual forma, cada metro cuadrado de construcción típica.

Estado del Arte

El contenido en común encontrado entre los textos analizados con relación al tema de estudio “Evaluación técnica y económica de muros elaborados con material PET en vivienda social”, fue que su objetivo principal es mitigar el impacto que producen los materiales de construcción convencionales por medio del reemplazo de estos por material PET para la edificación de muros. A continuación, se realiza una breve reseña de los textos tomados como referencia.

La elaboración y uso de bloques en cemento, los cuales propician la reutilización del plástico polietileno-tereftalato (PET) como una ejemplar diversamente distinto el cual se adapta muy bien en la edificación amigable con el medio ambiente. En este trabajo, como su título lo indica, se lleva a cabo un análisis de la elaboración de muros en materiales de construcción tradicionales, comparado con la de los construidos con material PET y su procedencia; así como de sus componentes a nivel químico, realizando estudios de laboratorio y por medio de ensayos físico-mecánicos para determinar su resistencia. Finalmente, un análisis de costos para determinar la

viabilidad económica al desarrollar la construcción de muros en material PET. Todo esto, en la búsqueda del desarrollo sustentable que incide en los ámbitos, social, ambiental y económico.

La utilización del material plástico PET como ejemplar primordial en la elaboración muros de albañilería amigable con el medio ambiente, para los proyectos de construcción en viviendas con muros de cerramiento. Diversas tesis, elaboradas por estudiantes de Universidad, demuestran que el diseño de una mezcla en la que uno de los componentes principales es el material PET, que resulta del reciclaje de plástico que se generan en este país y que al ser aprovechados utilizándolos en la producción de piezas de mampostería, aportarían tanto al cuidado del medio ambiente, por su aprovechamiento después de cumplir su función principal, al ser desechados y reciclados, como en el aspecto económico pues al ser material reciclado los costos de producción disminuyen considerablemente, lo que los hace más asequibles para el consumidor final.

PANEL PLASTIC – Se consideran paneles compuestos por (PET) y cemento portland, utilizados en los proyectos de construcción como para muros divisorios no estructurales. Trabajo de investigación desarrollado en la Universidad La Gran Colombia, por estudiantes de la facultad de Arquitectura, en el Barrio Galán Rural, en donde encontraron que la calidad de la vivienda no es muy regular pues su método era la autoconstrucción, valiéndose de materiales reciclables que van desde el plástico hasta la madera. De allí que se encontrara viable la posibilidad de recrear un elemento que sustituye estos materiales, brindando una mejor calidad y resistencia que la de los que venían utilizando, desarrollando una especie de panel cuyo material principal es el plástico, específicamente el PET, para construir muros divisorios de las viviendas ya que, por sus características de resistencia, su función no sería estructural.

Hacer referencia al cambio climático producido por el calentamiento global y expone dentro de sus causas principales el efecto de emisión de gases efecto invernadero generado por el

alto uso de producción en residuos sólidos y la basura, encontrando un alto nivel de plásticos dentro de ella y, por otro lado, la producción de materiales de construcción, que requiere de grandes cantidades de energía para llevarse a cabo. Por ello, surge la necesidad de buscar otra opción que contribuya con la disminución del impacto ambiental y, por tanto, del calentamiento global, de allí que se tenga en cuenta el PET, que puede ser utilizado dentro del proceso constructivo en la cimentación, muros, pisos y otros elementos constructivos, además la mano de obra no necesita ser especializada, variables estas que hacen que disminuyan los costos tanto de materiales como de personal.

Marco teórico

En su tesis de grado observamos que Caballero y Flórez (2016), mencionaron que la elaboración de bloques de cemento utilizando materiales como el PET, hacen énfasis en varios temas que resultan de interés para el progreso de este proyecto de investigación, como lo son el cambio climático, el desarrollo sustentable y los residuos sólidos y cómo la inclusión de este plástico en la producción de mampuestos, como alternativa constructiva, incidirá directamente en estos factores.

Respecto del cambio climático, los autores hacen referencia a las políticas y medidas que están siendo implementadas por la Organización de las Naciones Unidas, trabajando conjuntamente con los responsables de cada país partícipe de la misma, esto en lo que tiene que ver con desarrollo energético, transporte, producción de materiales en general, que son los mayores generadores de emisiones de gases contaminantes, en tanto afectan la capa de ozono y por tanto inciden en el impacto que tienen en el medio ambiente, incrementando la huella ecológica.

También se refieren al desarrollo sustentable aplicado a los ámbitos ecológico, cultural, energético, social, científico y económico. Ecológico, enfocado al cuidado de los recursos naturales, protegiéndolos y haciendo que perduren de manera continua; cultural, trabajando por mantener las costumbres y cultivando la diversidad y manifestaciones culturales de cada territorio; energético, al velar por el desarrollo de tecnologías que permitan un menor consumo de energía con mayor producción, sin afectar negativamente el sistema; social, velando por la equidad en el aprovechamiento de los recursos; científico, por medio de la investigación, buscando el desarrollo pero manejando límites sin permitir que vayan más allá de lo que tolera el ecosistema para subsistir y; económico, para tener los recursos que garanticen los procesos. En resumen, sustentabilidad se refiere al equilibrio que se logra entre los seres humanos o cualquier otra especie y los recursos que se encuentran a su alrededor.

Un tercer factor de estudio, son los residuos sólidos generados por el hombre en su diario vivir, que pueden ser semisólidos y no son corrosivos, radioactivos o infecciosos para el mismo, generalmente comidas, cartón, botellas, papel y todo tipo de envolturas. Estos pueden ser aprovechados por medio de una serie de etapas, como son el aprovechamiento, producción, recolección, recuperación y disposición. Un residuo sólido es precisamente el material PET, que puede ser reciclado y reutilizado, de allí que se tome como material para tener en cuenta para la producción de elementos constructivos, tema central de la investigación.

Belaude (2017), concluyen en su tesis investigativa que, el uso del plástico PET como un agregado en la producción de mampuestos para el armado de muros, les brinda a estos una mayor resistencia a la tracción, el costo de producción es muy bajo y el impacto ambiental generado por este tipo de material es mínimo, en comparación con los generados por los materiales de construcción tradicionales. Igualmente, que, al ser mezclado con el concreto, como agregado

grueso, hace que este aumente su resistencia en un 46% (en comparación con los índices de la mezcla tradicional). Todo esto después de llevar a cabo ensayos con diferentes dosificaciones y materiales; además, se diseñaron piezas de mampostería de formas y tamaños variados hasta encontrar una que arrojó la resistencia necesaria, logrando abarcar un área mayor, debido a su tamaño, un poco mayor al de los tradicionales, integrando a su diseño partes que encajan unas con otras para una mayor practicidad al momento de ponerlos en obra.

Por otra parte, Espitia y Sarmiento (2014), después de llevar a cabo la fabricación de un sistema de paneles, basado en cemento portland y mezclado con botellas de PET, encontró que estos no logran la adherencia adecuada, debido a que se evidencia una alta porosidad en el producto, por tanto, su resistencia se ve comprometida. Con relación a las cargas, concluyen que el peso de la mezcla para morteros disminuye en un 18.64% en comparación con la tradicional, conformada por arena y cemento, lo que la hace más liviana y soportable en cuanto a funcionamiento estructural. Así mismo, determinan que el material PET se puede utilizar en medio de la construcción, procesado o sin procesar, generando elementos constructivos variados y de bajo costo.

Marco conceptual

Las emisiones que genera la producción de los materiales empleados en la construcción tales como el acero, concreto y ladrillo, resaltan que el consumo de cantidades representativas de energía es contundente, y a su vez acaba con el proceso de cuidado ambiental, deteriorando todo aquello que pueda contribuir. Por este motivo, se busca resaltar aquellos materiales que beneficien las edificaciones con un bajo costo y un amigable sustento ambiental, disminuyendo así el calentamiento global.

Ahora bien, los materiales que se fabrican a partir de la materia prima subyacente del petróleo: etileno y paraxileno, son un evidente exponente de cuidado ambiental, dado que los derivados de estos compuestos están elaborados para resistir altas temperaturas y presiones elevadas, logrando la obtención de resina PET en estado amorfo. Las botellas fabricadas con material PET están directamente relacionadas e identificadas, Por último, estos envases de PET son livianos, transparentes, resistentes, herméticos, no tóxicos, y no fomentan la contaminación ambiental, ayudando con la reutilización de elementos proambientales. Los ejemplos que se citan son:

- Los envases desechados son utilizados para generar viguetas y bloques elaborados con arena y PET, para obtener el material BIM en estructura.
- Las bolsas plásticas desechadas y partes de vehículos, que tienen mezclas de madera lino y/ o yugue, son usadas para generar placas de revestimiento.

Se considero que los siguientes conceptos, hacían parte fundamental de cualquier investigación relacionada con proyectos ambientales en la arquitectura, dado que, a partir del reconocimiento de

los mismo, se iba otorgando una breve importancia del cuidado en mampostería. La mayoría de las definiciones fueron tomas de PET Berreta (2006):

CONCRETO: Es considerado una mezcla compacta que facilita y estabiliza la obra arquitectónica a partir de una mezcla generada con agua.

MAMPOSTERÍA: Es el sistema convencional de construcción que se usa para levantar un muro, colocando los elementos o materiales que lo componen con la mano.

MAMPUESTO: Elemento que se coloca con la mano en la construcción de muros y piezas constructivas.

MORTERO: Mezcla que, dependiendo de su uso, está constituida de diferentes materiales, principalmente el cemento mezclado con arena, cal, agregados, entre otros y se usa para unir o pegar elementos estructurales.

CEMENTO: Es un polvo que, al ser mezclado con agua, reacciona formando una pasta blanda que se endurece al estar expuesto al agua o el aire, se usa como aglutinante o elemento para crear morteros.

AGREGADOS: Material de cantera que se usa para dar una mayor resistencia a la mezcla elaborada para crear el concreto o algunos tipos de morteros. Generalmente piedra de diferentes tamaños que dependen del uso que se le vaya a dar a la mezcla obtenida.

PET: Siglas en inglés de Politereftalato de etileno, es un polímero plástico, que puede ser transformado por medio de diferentes procesos como inyección, extrusión o termoformado. Se caracteriza por alcanzar una gran dureza, resistencia y transparencia, aunque también se le puede dar color. Es un plástico que se recicla, lo que optimiza la reducción de contaminación, ya que puede ser reutilizado y su vida útil puede alcanzar los 100 años o más.

RECICLAJE: Proceso por medio del cual se recolectan residuos reutilizables que pueden ser transformados para crear nuevos elementos o productos de utilidad.

SUSTENTABILIDAD: Es la capacidad que tiene el ser humano de utilizar responsable y conscientemente los recursos que la naturaleza pone a su disposición sin agotarlos y procurando su reutilización cuando sea posible para que permanezcan en el tiempo y seguir disfrutando de sus bondades.

Marco normativo

Es importante tener en cuenta que la edificación en el área de construcción se ajusta a los estándares normativos y es de carácter necesario tener en cuenta las leyes colombianas, para acogerse a un proceso que cumpla a cabalidad y sea lo más atractivo posible. Según la normatividad sismo resistente de Colombia, atribuyen la importancia del marco normativo y enmarca las siguientes definiciones como parte fundamental de cualquier proyecto arquitecto **NSR (2010),**

- A partir de 1985, se fomentan la cantidad de sectores urbanos con un preponderante desarrollo informal y para la prevalencia estructural de la misma, es propuesta la política subsidiada (desde 1991).
- La Ley 1469 del 2011, se propone implementar medidas que fomenten la oferta de suelo urbanizable y sean de mayor practicidad con temas de ejecución de operaciones urbanas en departamentos, corregimientos y pueblos, que tengan presente crecer a nivel de infraestructura, cuidando así a la población de posibles riesgos en suelos.
- En el 2003 se adopta el protocolo de cuidado Ambiental “Montreal” el 09 de 1997.

- En el 2008, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial adoptó la “Política de Gestión Ambiental Urbana”, a partir de la cual fomenta el cuidado y la sostenibilidad ambiental, a través de diversos proyectos inteligentes, en que las construcciones bien sean amigables con el medio ambiente o prevalezca la sostenibilidad de aguas residuales y/o eléctricas.

El capítulo NSR-2010, en la cual se evidencian los estándares del diseño que se deben tener en cuenta en los procesos estructurales y el título NSR-10, hace alusión a la normatividad que debe utilizarse y cumplirla a cabalidad.

Para la mampostería estructural se enfoca en cumplir y caracterizar aquellos lineamientos y/o requerimientos básicos de diseño y construcción en la arquitectura. Las edificaciones deben acatar una normatividad orientada a la seguridad estándar y congruente con la estructura de otros materiales y para el título E, se relaciona que las viviendas que posean uno y dos pisos deben contar con una división no estructural.

Norma técnica Colombiana NTC 4076: Esta norma hace alusión a la mampostería en concreto no estructural que tiene como preponderante el uso de cemento hidráulico, agua, minerales o no de otros materiales. Y se puede hacer uso de esta en exteriores siempre y cuando esté protegida de la intemperie a cabalidad.

Por último, la normatividad técnica Colombiana NTC 6033: La NTC 6033, comprende las etiquetas ambientales (SAC), que proporcionan los criterios ambientales para uso del material PET en vivienda, y determinan el uso de este, con una autorización y sellos de aprobación de uso en la mampostería de viviendas.

CAPÍTULO III – METODOLOGÍA

Es conciso que, cuanta más precisión se tenga sobre un tema, el proceso de perfilar la idea principal será más eficaz y rápido, para ello deberá tenerse en cuenta el planteamiento específico de estudio, que data de las investigaciones realizadas con anterioridad sobre el uso del material PET en construcciones. Por otra parte, se utilizará el procedimiento de producción e identificación Leopold, bajo el cual se propondrá implementar un proyecto de vivienda con eco ladrillo, como herramienta para mitigar la contaminación y ajustar el aprovechamiento.

Desarrollo Metodológico en la Investigación

Esta propuesta investigativa se desarrolla bajo un enfoque mixto, a partir del cual se pueda observar la documentación del PET, realizando un recuento teórico y diferenciando los beneficios a partir de la hipótesis planteada inicialmente. La revisión de la literatura pertinente se desarrolla de manera paralela al progreso del trabajo, en aproximadamente seis (6) meses. La población estudiada y los artículos y documentos preponderantes en Colombia analizados datan del año 2000 en adelante.

Tipo de metodología

a. Diagnóstico: Conocer la importancia de la gestión con sistemas alternativos para la construcción de muros elaborados con material PET con un *enfoque Mixto*, y a partir de ello, examinar el uso que se ha venido otorgando en Latinoamérica y Colombia.

Actividad e instrumento: Revisión documental en la cual se abordan temas relacionados con el uso del sistema de construcción alternativo en Latinoamérica en los

diferentes tipos de textos (artículos, tesis y e-books) sobre el tema en mención, a partir, de la construcción de RAES, los cuales fomentaron la consolidación del presente trabajo.

b. Observación: Demostrar las pautas para el uso del sistema de construcción de vivienda y generar recomendaciones, donde se evidencian muestras del uso, revisión histórica y beneficios.

- **Actividad e instrumento:** A partir de un registro fotográfico de diferentes proyectos, realizados previamente como muestra final de la investigación.

c. Uso de resultados: Los resultados serán utilizados para dar una finalización a manera de discusión, en torno a la cual se pueda revisar la importancia del uso de este, a partir del minucioso estudio investigativo realizado con antelación.

d. Proporcionar investigación para la continuidad de futuros estudiantes en el modelo de pautas para el uso del sistema de construcción de vivienda PET.

- **Actividad e instrumento:** Entrega de guía fotográfica- pedagógica a la Universidad Gran Colombia, la cual estará dirigida a la comunidad estudiantil interesada sobre proyectos PET.

Método y alcance de la investigación

Las investigaciones deben patentar un alcance congruente, demostrando el resultado de lo relacionado con el centro de hipótesis y/o planteamiento del problema, a partir de ella condicionando un método propicio para obtener dichos resultados, siendo de carácter preponderante identificar y reconocer eficazmente antes de dar inicio al presente desarrollo la investigación. La investigación por ser enfoque mixto tendrá un método investigativo cualitativo

al estado del arte relacionado con el uso de material PET en ladrillos y, se utilizarán 10 artículos científicos, para el área de arquitectura.

El tipo de investigación al cual se acogerá el desarrollo de la investigación es del tipo aplicado, dado que se espera comprobar la teoría de uso de material PET en mampostería de vivienda, como eje fundamental del cuidado del medio ambiente, mediante la realización de RAES para evaluar las factibilidades técnicas y económicas.

Como recurso se pretende realizar la recolección de documentos de investigación con relación al tema central en material PET y el registro de estos, teniendo en cuenta los datos e instrumentos que se encuentran.

CAPÍTULO IV- OBJETIVO I**Caracterizar materiales convencionales y sostenibles utilizados en vivienda.**

En esta breve matriz se observará la categorización con usos y características, demostrando viabilidad de los beneficios y contras que tiene el manejo de ciertos materiales dentro de la construcción.

Figura 2

Matriz descriptiva de tipología de ladrillos su uso y caracterización

TIPO DE LADRILLO	USO	CARACTERISTICAS
-----------------------------	------------	------------------------

Ladrillo de arcilla

- Tiene un uso importante sobre todo en la construcción revistiendo chimeneas y hornos.
 - En la construcción más usualmente se usa en mampostería, ya sea divisoria o estructural.
 - Es un material antiguo utilizado para la construcción hace más de 9000 años.
 - Posee masa térmica y versátil que a su vez es bueno, pero la producción consume mucha energía y utiliza recursos no renovables.
-

Ladrillo Hormigón

- El uso de este ladrillo o en otros caso bloque, lo podemos ver en viviendas un poco remotas o un poco aisladas de materiales de uso común, este tipo de elemento es característico ya que es de fácil instalación, prácticamente sin mano de obra calificada, es seguir a metodología tradición de la instalación de un mampuesto, en algunos lugares el precio puede variar, por eso vemos ciudades o pueblos que el uso común en sus edificaciones ya sea uso residencial, comercial, educacional etc. es el del ladrillo de hormigón o bloque de hormigón
 - Maneja varias Medidas las cuales manejan una característica de uniformidad, dependiendo de donde se vaya a usar, es de uso múltiple por su textura y por su color que son interesantes, pero su punto más importante es su resistencia, lo vemos implementado en diferentes edificaciones, principalmente en uso residencial e industrial
-

Ladrillo PET

- Principalmente el uso de los ladrillos ecológicos, se trata de su material base que es el pet, lo vemos en botellas de plástico y cientos de productos de uso cotidiano, a raíz de la contaminación de esos productos se pensó en la fabricación de ladrillos con material pet, reutilizando este material, posee varias características y puntos a favor de la construcción y medio ambiente, igual que los otros ladrillos lo podemos moldear al uso más común dependiendo del lugar, y lo podemos implementar en cualquier tipo de edificación, ya sea de uso interno, externo o estructural o simplemente no estructural.
 - Su fabricación genera menos CO2, el costo es hasta un 50% menos de los otros ladrillos, pesa hasta un 50% menos que los otros ladrillos, hasta 10 veces mayor en resistencia a los convencionales, reduce costos en procesos de construcción un 50% y disminuye tiempos en procesos de construcción un 30%.
-

Nota. Matriz de optimización de recursos para proyectos. Elaboración propia.

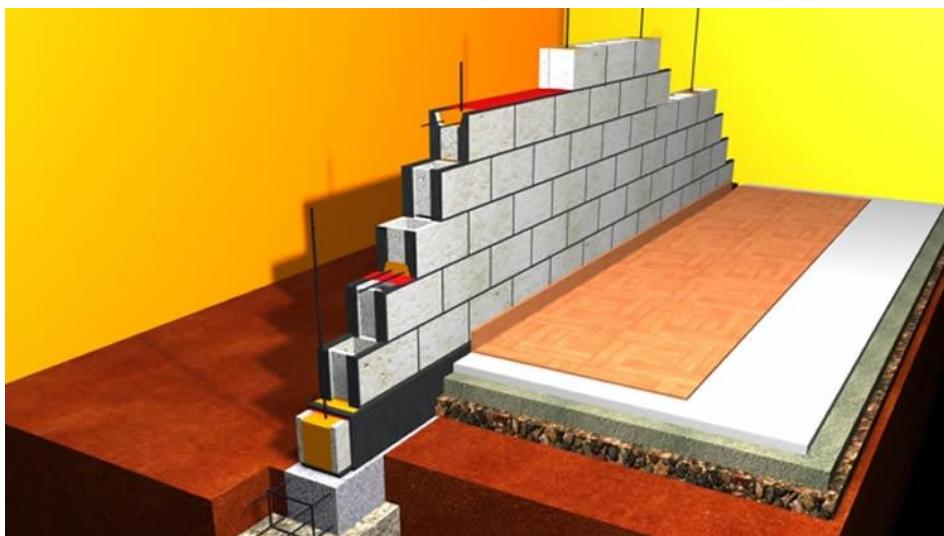
CAPÍTULO V. – OBJETIVO II

Generar Prototipo de Vivienda Modelada en REVIT

- Se realizará una vivienda social con características genéricas bajo la norma NSR 2010, la vivienda tendrá dos niveles, en el primer nivel contará con su respectivo patio de ropas, un baño, sala comedor, cocina y una habitación.
- En el segundo nivel contará con dos habitaciones y un baño, esto nos da como resultado 54m² en total de la vivienda.
- Estará ubicada en la ciudad de Bogotá en la localidad de san Cristóbal sur, barrio la gloria.
- Contará con un sistema de mampostería estructural o reforzada, con sus respectivas dovelas a cada 60 cms parcialmente inyectadas y sus respectivos grafiles de refuerzo a cada 6 hiladas, sus dovelas serán de grautin o concreto liviano generando unas columnas internas tal como lo indica la norma.

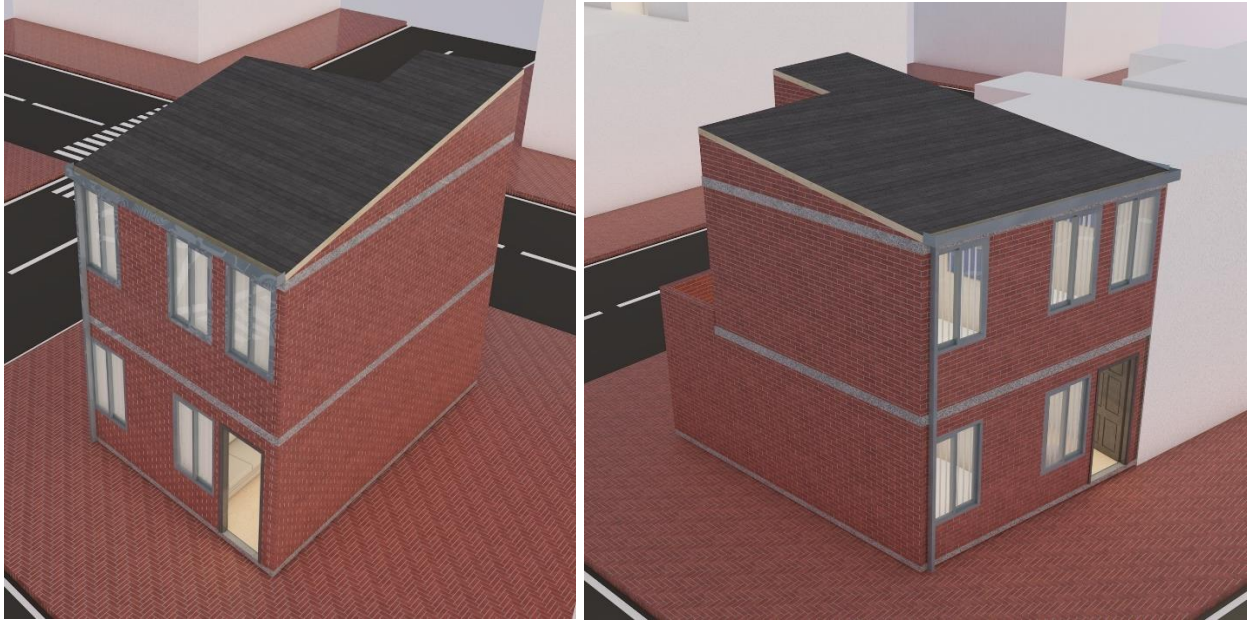
Figura 3.

Sistema de mampostería estructural o reforzada



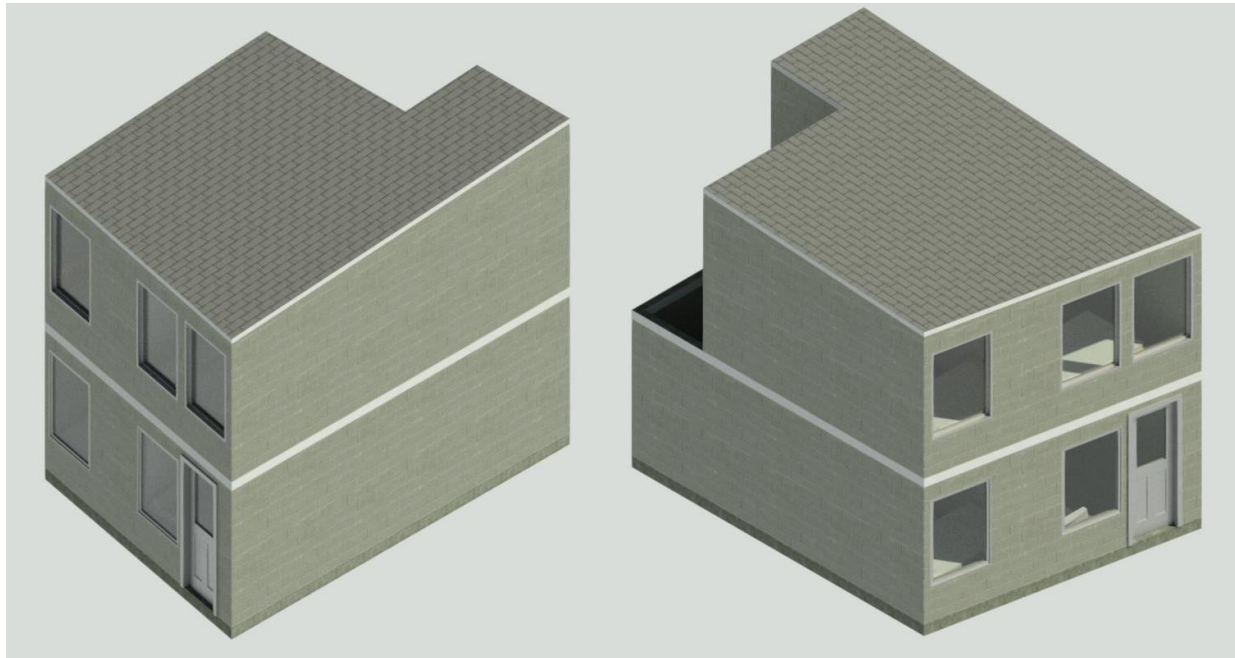
*Nota: general o específica. Tomado de "IngeCivil" por Bernal, et al. 2021.
(<https://www.ingecivil.net/2018/08/10/la-mamposteria-reforzada/>)*

Figura 4.
Vivienda modelada con ladrillo de arcilla



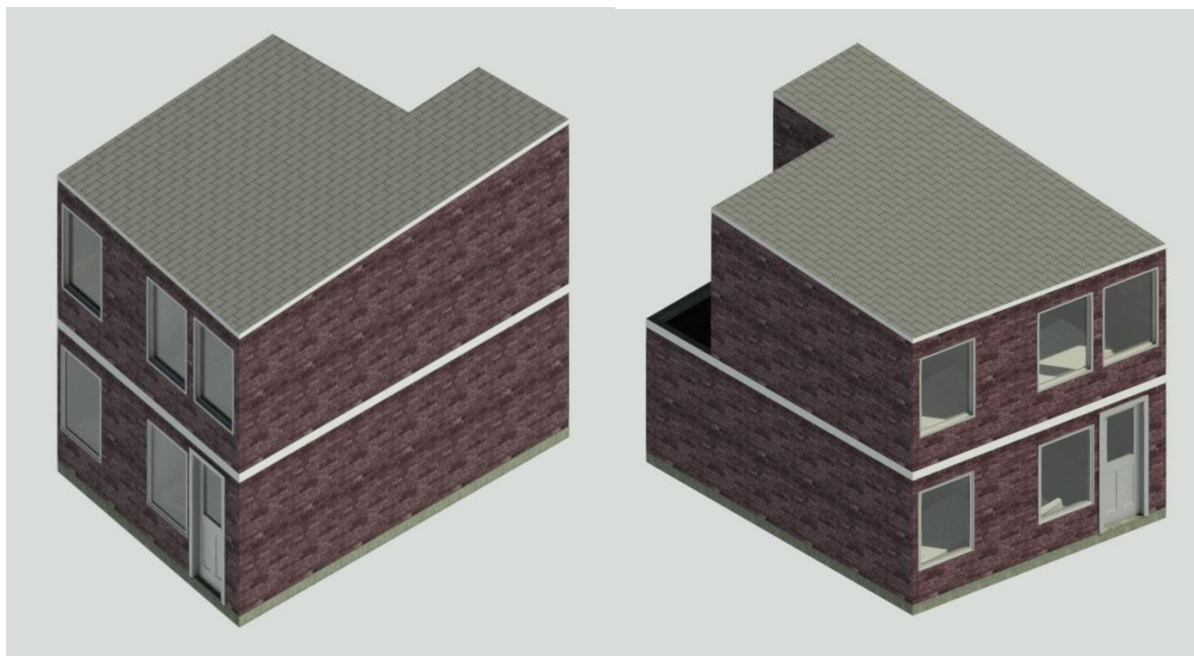
Nota: Render elaboración propia.

Figura 5.
Vivienda modelada con ladrillo de hormigón



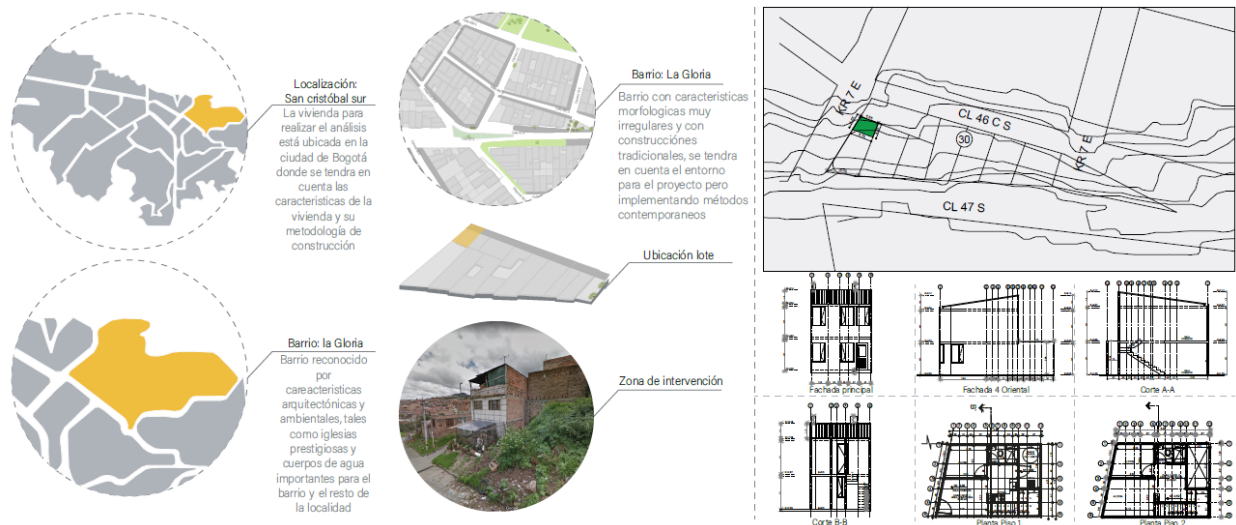
Nota: Render elaboración propia

Figura 6.
Vivienda modelada con ladrillo PET



Nota: Render elaboración propia

Figura 7.
Localización de vivienda



Nota: Imagen elaboración propia

CAPÍTULO VI. – OBJETIVO III

Análisis y discusión de resultados

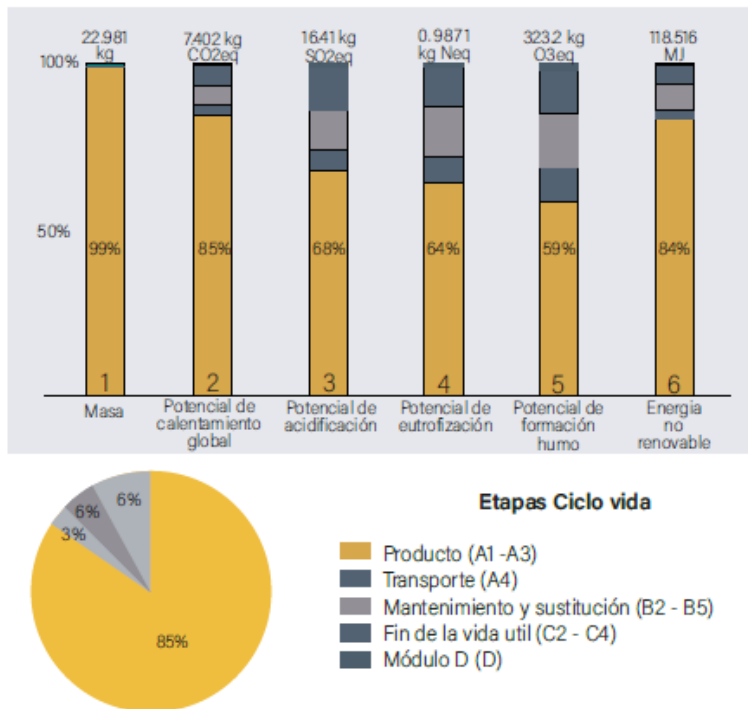
En la presente investigación encontramos que a partir del estudio realizado por TALLY, nos arroja cinco (5) ítems de gran preponderancia para el entendimiento de los resultados que daremos a continuación.

Figura 8.
Análisis y discusión de resultados TALLY

Producto	Construcción	Uso	Fin de vida útil	Módulo D
A1. Extracción A2. Transporte (a fabrica) A3. Fabricación	A4. Transporte (al sitio) A5. Instalación de construcción	B1. Uso B2. Mantenimiento B3. Reparar B4 Reemplazo B5. Restauración B6. Energía operativa B7. Agua operativa	C1. Demolición C2. Transporte (a eliminación) C3. Procesamiento de residuos C4. Eliminación	D. Beneficios y cargas más allá de los límites del sistema de: 1. Reutilización 2. Reciclaje 3. Recuperación de energía

Nota: Matriz de resultados TALLY. Elaboración propia

Figura 9.
Matriz del ciclo de vida del ladrillo de arcilla

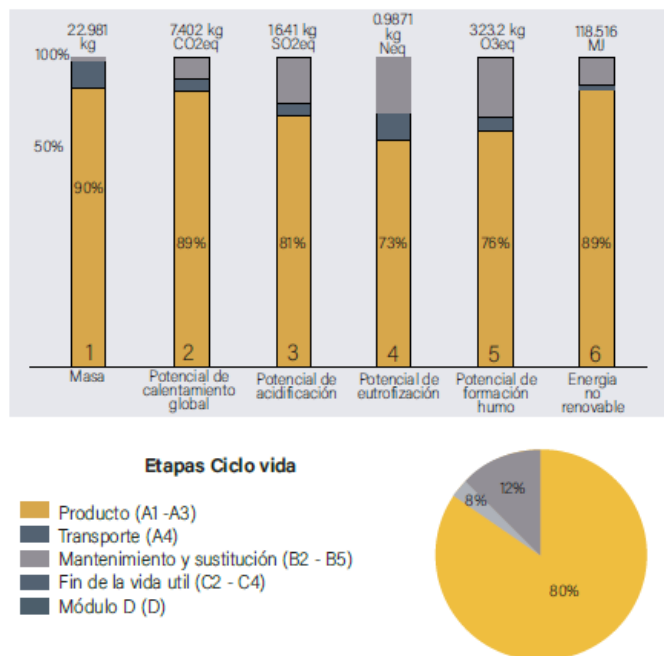


Nota: la presente cifra refleja el impacto ambiental en sus etapas del ciclo de vida. Elaboración propia.

1. Vemos que el 100% de la extracción del insumo de arcilla produce un 99% de contaminación según el resultado. 22.981 KG se utilizarán para la fabricación de este prototipo de vivienda social. Y el 1% de la extracción que es equivalente al transporte influye en la contaminación.
2. Influye en un 68% del potencial de acidificación con 16,41 (Kilogramos de dióxido de azufre). Es un fenómeno que produce cambios en los ecosistemas de manera global, modificación las características químicas y acidificado suelos y aguas superficiales y 6 arboles para eliminar el Dióxido producido.

3. Influye en un 64% en el potencial de eutrofización con 0.98%. Enriquecimiento de nutrientes en sistemas acuáticos, el cual promueve el aumento en la densidad del fitoplancton. Esto provoca cambios en la diversidad del cuerpo de agua generando una pérdida de la calidad de agua.
4. Influye en un 59% de potencial de formación de humo con 323,2 Kg de contaminación de ozono. El punto de humeo se da por el sobrecalentamiento de una sustancia o la que genera este fuego para su proceso y 107 arboles para eliminar la formación de humo.
5. Influye en un 84% de energía no renovable con 118.516 MJ (Megajulios) y la cantidad de energía, trabajo o calor que genera la producción de este ladrillo. (40 megajulios evaporan una roca).

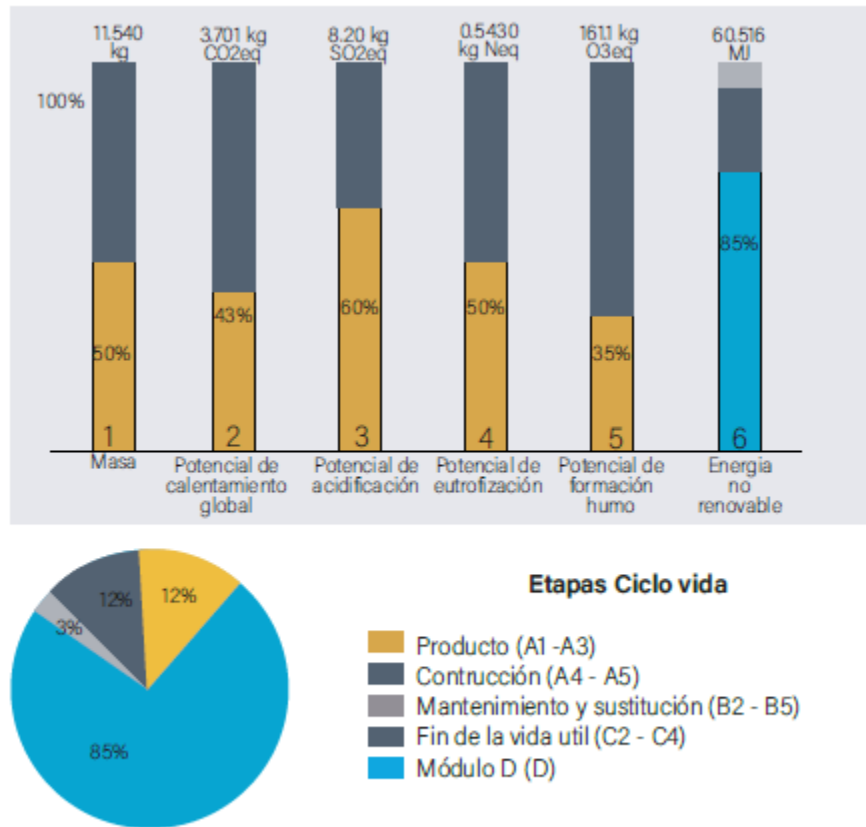
Figura 10.
Matriz del ciclo de vida del ladrillo de hormigón



Nota: la presente cifra refleja el impacto ambiental en sus etapas del ciclo de vida. Elaboración propia.

1. El 100% de la extracción del insumo produce un 90% de contaminación, 22,981% Kg se utilizan para la fabricación de esta vivienda de dos niveles, el 10% del 100% de la extracción que es equivalente al transporte influye en la contaminación.
2. Influye en un 73% en el potencial de eutrofización con 0.98% KG y de calidad ambiental en el agua.
3. Influye en un 76% de potencial de formación de humo con 323.2 kg de contaminación de ozono, el punto de humeo se da por el sobrecalentamiento.
4. Influye en un 89% de energía no renovable con 118.516 MJ (Megajulios) y la cantidad de energía, trabajo o calor que genera la producción de este ladrillo. (40 megajulios evaporan una roca).

Figura 11.
Matriz del ciclo de vida del ladrillo PET



Nota: la presente cifra refleja el impacto ambiental en sus etapas del ciclo de vida. Elaboración propia.

1. El 100% de la extracción de insumo produce un 50% de contaminación según resultado, 11.540 KG se utilizará para la fabricación de esta vivienda de dos niveles y el 10% del 100% de la extracción que es equivalente al transporte influye en la contaminación.
2. Influye en un 43% del potencial del calentamiento global con 3.701 kg de (dióxido de carbono).

3. Es uno de los gases que se suman al potencial del calentamiento global (Principio CO₂), de recordar que el dióxido de carbono solo es producido por actividades humanas y 1.233 arboles para eliminar el dióxido producido.
4. Influye en un 60% del potencial de acidificación con 8.20 (Kilogramos de dióxido de azufre).
5. Influye un 35% de potencial de formación de humo con 161.1 jg de contaminación de ozono, el punto de humeo se da por el sobrecalentamiento de una sustancia o la que genera este fuego para su proceso y 53 arboles para eliminar la formación de humo.
6. Influye en un 89% de energía no renovable con 60.516 MJ (Megajulios) y la cantidad de energía, trabajo o calor que genera la producción de este ladrillo. (40 megajulios evaporan una roca).
7. Influye en un 35% de potencial de formación de humo con 161.1 kg de contaminación de ozono, el punto de humeo se da por el sobrecalentamiento de una sustancia o la que genera este fuego para su proceso y 53 árboles para eliminar la formación de humo.

De acuerdo con lo anterior, encontramos que el ladrillo ecológico se considera una ventaja PET, dado que aísla hasta 5 veces más la temperatura a un ladrillo convencional, es allí donde los profesionales encuentran una viabilidad, pues también genera hasta un 80% menos de desperdicio en obra ahorrando costos en retiro de material y beneficios con el medio ambiente. Por otra parte, el ladrillo de arcilla es utilizado hace mucho tiempo, y la contaminación que genera junto con los desperdicios es superior.

Mientras que el ladrillo de hormigón es usado en procesos de categoría industrial y algunos proyectos residenciales, este ladrillo o bloque de hormigón nos genera dentro de la edificación una temperatura más baja a los convencionales y al ladrillo PET.

Planteamiento y propuesta

Para poder darle un horizonte viable a la presente investigación es importante evocar la pregunta problema y partiendo de allí dar la respuesta. ¿Cuál es la importancia del uso del material PET como sistema alternativo para la construcción de muros? La importancia del cuidado del medio ambiente bajo diversas praxis es de carácter necesario y no es menos, que desde la arquitectura se implementaran metodologías en pro del medio ambiente. La construcción nos define y entrega una importancia natural, la cual nos puede ayudar a mitigar ciertos efectos, no solo reduciendo el uso de materiales poco amigables con el medio ambiente.

Disminuyendo el nivel de contaminación y la oportunidad de reutilización de materiales PET, adicional a ello reduce los tiempos de construcción y ahorro de costos. Por otra parte, los residuos son menores a los materiales convencionales y los residuos que genera el PET los podemos reutilizar, volviendo a reutilizar el ladrillo.

Se propone implementar proyectos VIS donde el ladrillo sea ecológico, aislando temperatura, aumenta la posibilidad de utilizar en estructura a porticada o mampostería estructural, disminuyendo su peso en la estructura y de esta manera contrarrestando el asentamiento de las viviendas. Por otra parte, el costo es aún más llamativo, pues por ladrillo ecológico de 2Kg aproximadamente, su valor es \$500 a diferencia del ladrillo hormigón que tiene un costo de \$2.400 13 kg aproximada y finalmente del ladrillo común 4Kg \$900.

Adicional a ello, es importante implementar el uso de BIM en cualquier tipo de construcción, pues permitirá visualizar el crecimiento de posibles obras, costos y presupuestos. Se considera aconsejable en obras grandes y medianas.

En la propuesta que se presentara es importante tener en cuenta:

1. Caracterizar caso de estudio: Realizar una vivienda social ubicada en Bogotá
2. Modelado 3D: Modelar en Revit una vivienda 54 m² aproximadamente con ladrillo de arcilla hormigón y PET.
3. Identificar propiedades: Analizar materiales a los cuales se les realizara el estudio y sus conclusiones precisamente con sus especificaciones técnicas de cada uno.
4. Análisis de confort: Evaluar el confort ambiental asociado a temperaturas para el caso de estudio con cada uno de los materiales.
5. Análisis de Materiales: Evaluar los resultados arrojados por TALLY e identificar cual es la huella de carbono que genera cada uno de los materiales.
6. Conclusiones: Consolidar y analizar resultados de cada uno de los materiales.

Conclusiones y recomendaciones

El uso de material PET disminuye un 99% la contaminación, influyendo potencialmente en la acidificación, considerándose un fenómeno que produce cambios en el ecosistema de manera global modificando las características químicas, donde es necesario incluir 6 árboles para la eliminación del dióxido producido, por cada propiedad de 34m cuadrados construida. Influye en un 43% del potencial del calentamiento global con 3.701 KG de dióxido de carbono. Y a su vez los gases que se suman al potencial del calentamiento global.

El uso de material PET en las construcciones influye en un 35% de potencializar la formación de humo con 161.1 kg de contaminación de ozono, dado que el punto húmedo se da por el sobrecalentamiento de una sustancia o la que genera este fuego para su proceso, reiterando la importancia de la plantación de 53 árboles para eliminar la formación del humo.

La elaboración y uso de bloques en cemento, los cuales propician la reutilización del plástico polietileno-tereftalato (pet) como una ejemplar alternativa sostenible para la construcción amigable con el medio ambiente. En este trabajo, como su título lo indica, se lleva a cabo un análisis de la elaboración de muros en materiales de construcción tradicionales, comparado con la de los construidos con material PET y su procedencia; así como de sus componentes a nivel químico, realizando estudios de laboratorio y por medio de ensayos físico-mecánicos para determinar su resistencia. Finalmente, un análisis de costos para determinar la viabilidad económica al desarrollar la construcción de muros en material PET. A su vez, otorga una mejor garantía en inversión y minimiza los tiempos de ejecución y desperdicio en el proceso de construcción, ya que la fabricación de ladrillos y bloques genera una elevada cantidad de CO₂.

Lista de Referencia

- Barragán, A., Durán, N., Figueroa, K. & Robayo, M. (2017). Ecobloque estructural para vivienda de interés rural: Un aporte para las comunidades del Alto Magdalena-Colombia. *Internacional. Lámpsakos*, 1(17), 29-39. <https://doi.org/10.21501/21454086.2214>
- Barragán-Alturo, A., Duran-Siachoque, N. G., Figueroa-Gonzalez, K. A., & Rovayo-Novoa, M. X. (2017). Ecobloque Estructural para Vivienda de Interés Rural: Un Aporte Para las Comunidades en el Alto Magdalena – Colombia. *Lámpsakos*, 1(17), 29–39: <https://doi.org/10.21501/21454086.2214>
- Castillejos, C., Chiñas, B. & López, B. (2014). Construcción de casas-habitación con material PET. [Trabajo de grado, Universidad Autónoma de México]. <https://bit.ly/3irvD7o>
- DATAEDRO. (2017). Definición BIM [En línea] Recuperado de <http://www.dataedro.com/index.php/es/acercadelbim/20-definicion> Caballero y Florez 2016
- García Belaunde, D. (2017). El precedente Constitucional: extensión y límites. Lima: Pensamiento Constitucional.
- Iglesias, V. (2012). La tecnología como expresión de la relación de las sociedades con su entorno. *Revista Arcus*, 2(2). 6-18 <https://bit.ly/3ipWOLb>
- Larsen, B. (2004). Cost of environmental damage: A Socio-Economic and Environmental Health Risk Assessment. Colombia: Ministerio de Medio Ambiente. Recuperado: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/download/33900/62071>
- MADS. (2012). Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Informe_Congreso_MINAMBIENTE_2012.pdf

Marco Morales, R. O. D., & León Tellez, H. A. (2017). LADRILLOS CON ADICION DE PET.

Moncayo, D. C. C. (2018). Análisis de la Implementación de Ladrillos Fabricados a partir de

Plástico Reciclado como Material de Construcción. Handle. Recuperado:

<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/14462>

Pachón, Yosep. Plan de negocios para una empresa recicladora de plástico PET, en la Ciudad de

Bogotá D.C. Bogotá, 2007. 180 p. Trabajo de Investigación (Administrador de

Empresas). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias Económicas y

Administrativas.

Pesci, R (2007). Ambitectura. Hacia un tratado de arquitectura, ciudad y ambiente. La Plata,

Chile: CEPA. QUARONI, L (1980). Proyectar un Edificio: Ocho lecciones de

Arquitectura. Italia: Xarait.

Piñeros-Moreno, M. E. & Herrera-Muriel, R. D. (2018). *Proyecto de factibilidad económica*

para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en

la construcción de vivienda.[Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia]

Repositorio Institucional. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22382>

Rosales, M., Rincón, F. & Millán, L. (2016). Relación entre Arquitectura - Ambiente y los

principios de la Sustentabilidad. *Multiciencias*, 16(3), 250-266.

<https://produccioncientificaluz.org/index.php/multiciencias/article/view/22984/22958>

Sarmiento, D, Espitia, L . (2017). Caracterización de los Productos Forestales No Maderables del

bosque seco tropical asociado a las comunidades del Caribe colombiano. *Revista*

Brasileira de Biociências, 194