



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia  
Vigilada Mineducación



TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BLOQUES PLÁSTICOS RECICLADOS EN  
DIFERENTES PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO

CRISTIAN DAVID GOMEZ PACHON

ID: 551292

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Gerencia de Obras.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS  
BOGOTÁ D.C  
NOVIEMBRE 2019

## TABLA DE CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN

1	GENERALIDADES	12
1.1	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	12
1.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	12
1.3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
1.3.1	Antecedentes del problema. ....	12
1.3.2	Pregunta de Investigación. ....	14
1.3.3	Variables del problema.....	14
1.4	JUSTIFICACIÓN .....	16
1.5	OBJETIVOS.....	18
1.5.1	Objetivo General.....	18
1.5.2	Objetivos Específicos .....	18
2	MARCO DE REFERENCIA.....	19
2.1	MARCO CONCEPTUAL.....	19
2.1.1	Bloque de Cemento .....	19
2.1.2	Desarrollo sostenible .....	19
2.1.3	Economía Circular.....	20
2.1.4	Industria del plástico .....	20
2.1.5	Proyecto .....	21
2.2	MARCO TEÓRICO .....	21
2.2.1	Problemática de los residuos sólidos de plástico .....	21
2.2.2	Bloques PET .....	24
2.2.3	Bloques de plástico de construcción tipo LEGO. ....	28
2.2.4	Modelo BIM(Building Information Modeling) .....	36
2.3	MARCO JURÍDICO.....	39
2.4	MARCO GEOGRÁFICO .....	41

2.5	MARCO DEMOGRÁFICO.....	42
2.6	ESTADO DEL ARTE.....	43
3	METODOLOGÍA.....	45
3.1	FASES DEL TRABAJO DE GRADO.....	45
3.2	INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	46
3.2.1	Utilización de documentos.....	46
3.2.2	Entrevistas.....	47
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
3.4	ALCANCES Y DELIMITACIONES.....	48
3.4.1	Alcances.....	48
3.4.2	Limitaciones.....	49
3.5	CRONOGRAMA.....	49
3.6	PRESUPUESTO.....	50
4	PRODUCTOS A ENTREGAR.....	51
4.1	DISEÑOS PRELIMINARES.....	51
4.2	RESULTADOS BIM.....	52
4.2.1	MODELOS AUTOCAD.....	52
4.2.2	INFORMACION GEOMETRICA (REVIT).....	67
4.3	COMPARATIVO DE COSTOS Y TIEMPO.....	73
4.3.1	Casa de 68m <sup>2</sup> .....	74
4.3.2	Oficina de 72m <sup>2</sup> .....	83
4.3.3	Bodega de 1,102m <sup>2</sup> .....	93
4.4	ANÁLISIS DE UTILIDADES.....	102
4.4.1	Casa 68m <sup>2</sup> .....	102
5	DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS ESPERADOS.....	109
5.1	APORTE DE LA ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS.....	109
5.2	¿CÓMO SE CONCLUYE LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN?.....	109
5.2.1	Estrategias de comunicación y divulgación.....	110

6	NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO .....	111
7	CONCLUSIONES .....	112
7.1	OBJETIVOS.....	112
7.1.1	Objetivo General.....	112
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	114

## LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 1. Caracterización de los polímeros termoplásticos más comunes</i>	26
<i>Tabla 2. Dimensiones de Bloque plástico</i>	29
<i>Tabla 3. Características técnicas</i>	30
<i>Tabla 4. Normas de Construcción en Colombia</i>	40
<i>Tabla 5. Normas Técnicas de elaboración de bloques en Colombia</i>	41
<b>Tabla 6. Cronograma de Actividades del proyecto</b>	<b>49</b>
<i>Tabla 7. Presupuesto del proyecto de Investigación</i>	50
<i>Tabla 8. Comparativo de costos x ítem</i>	78
<i>Tabla 9. Comparativo de Costos por Ítem Casa 68m<sup>2</sup></i>	80
<i>Tabla 10. Comparativa de costos x cantidad de casas</i>	83
<i>Tabla 11. Comparativo de costos por ítem</i>	88
<i>Tabla 12. Comparativo de costos por capítulos oficina</i>	89
<i>Tabla 13. Comparativo de costos construcción varias oficinas</i>	93
<i>Tabla 14. Comparativo de costos Bodega</i>	98
<i>Tabla 15. Comparativo de costos bodega</i>	99
<i>Tabla 16. Comparativa de costos de construcción de varias bodegas</i>	101
<i>Tabla 17. Análisis de variables contables</i>	103
<i>Tabla 18. Precios de venta</i>	103
<i>Tabla 19. Estudio de mercado</i>	104
<i>Tabla 20. Casos de Inversión</i>	104
<i>Tabla 21. Gastos de Inversión</i>	104
<i>Tabla 22. Gastos de personal</i>	105
<i>Tabla 23. flujo de Inversiones</i>	105
<i>Tabla 24. Flujo de operaciones</i>	105
<i>Tabla 25. Costos de Construcción</i>	106
<i>Tabla 26. Gastos Generales</i>	106
<i>Tabla 27. Gastos de personal</i>	106
<i>Tabla 28. Amortizaciones</i>	107
<i>Tabla 29. Tasas Representativas</i>	107
<i>Tabla 30. VPN Y TIR</i>	107
<i>Tabla 31. Stakeholder</i>	110

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Retrasos en las Actividades</i>	15
<i>Ilustración 2. Dimensiones técnicas ladrillo tipo Lego</i>	29
<i>Ilustración 3. Ventajas de uso de material Fuente: Bloqueplast</i>	31
<i>Ilustración 4. Ubicación de la planta de producción</i>	42
<i>Ilustración 5. Plano de planta arquitectónico Fuente: Elaboración propia</i>	52
<i>Ilustración 6. Detalle de Cimentación Casa plástico reciclado Fuente: Elaboración propia</i>	53
<i>Ilustración 7. Plano Planta red hidráulica Fuente: Elaboración propia</i>	53
<i>Ilustración 8. Plano red Sanitaria Fuente: Elaboración propia</i>	54
<i>Ilustración 9. Detalle de Fachadas Fuente: Elaboración propia</i>	54
<i>Ilustración 10. Planta Arquitectónica Fuente: Elaboración propia</i>	55
<i>Ilustración 11. Plano Arquitectónico Fuente: Elaboración propia</i>	55
<i>Ilustración 12. Despiece de Zapatas Fuente: Elaboración propia</i>	56
<i>Ilustración 13. Plano red hidráulica Fuente: Elaboración propia</i>	56
<i>Ilustración 14. Plano Red Sanitaria Fuente: Elaboración propia</i>	57
<i>Ilustración 15. Detalles de Fachada Fuente: Elaboración propia</i>	57
<i>Ilustración 16. Planta Arquitectónica Fuente: Elaboración propia</i>	58
<i>Ilustración 17. Planta Arquitectónica Fuente: Elaboración propia</i>	58
<i>Ilustración 18. Cimentación Fuente: Elaboración propia</i>	59
<i>Ilustración 19. Planta red Sanitaria Fuente: Elaboración propia</i>	59
<i>Ilustración 20. Planta red Hidráulica Fuente: Elaboración propia</i>	60
<i>Ilustración 21. Detalle de Fachadas Fuente: Elaboración propia</i>	60
<i>Ilustración 22. Detalle y despiece de Zapatas Fuente: Elaboración propia</i>	61
<i>Ilustración 23. Planta red Sanitaria Fuente: Elaboración propia</i>	61
<i>Ilustración 24. Planta red Sanitaria Fuente: Elaboración propia</i>	62
<i>Ilustración 25. Detalles de fachada Fuente: Elaboración propia</i>	62
<i>Ilustración 26. Planta Arquitectónica Fuente: Elaboración propia</i>	63
<i>Ilustración 27. Plano arquitectónico Fuente: Elaboración propia</i>	63
<i>Ilustración 28. Planta red sanitaria Fuente: Elaboración propia</i>	64
<i>Ilustración 29. Planta red Sanitaria Fuente: Elaboración propia</i>	64
<i>Ilustración 30. Detalles de Fachada Fuente: Elaboración propia</i>	65
<i>Ilustración 31. Detalle de zapatas Fuente: Elaboración propia</i>	65
<i>Ilustración 32. Despiece de Zapatas Fuente: elaboración propia</i>	66
<i>Ilustración 33. Planta Red Hidráulica Fuente: Elaboración propia</i>	66
<i>Ilustración 34. Planta red Sanitaria Fuente: Elaboración propia</i>	66
<i>Ilustración 35. Detalle de Fachada Fuente: Elaboración propia</i>	67
<i>Ilustración 36. Revit de fachada casa con material tradicional Fuente: Elaboración propia</i>	67
<i>Ilustración 37. Revit fachada casa con ladrillo plástico Fuente: Elaboración propia</i>	68
<i>Ilustración 38. Revit parte trasera casa con ladrillo plástico Fuente: Elaboración propia</i>	68
<i>Ilustración 39. Revit interior casa con ladrillo plástico Fuente: Elaboración propia</i>	68
<i>Ilustración 40. Revit fachada casa con material tradicional Fuente: Elaboración propia</i>	69
<i>Ilustración 41. Revit interior casa con material tradicional Fuente: Elaboración propia</i>	69
<i>Ilustración 42. Revit fachada oficina con material tradicional Fuente: Elaboración propia</i>	70
<i>Ilustración 43. Revi Fachada Oficina con material plástico Fuente: Elaboración propia</i>	70

Ilustración 44.Revit de interior oficina con material plástico Fuente: Elaboración propia _____	70
Ilustración 45.Revit oficina con material tradicional Fuente: Elaboración propia _____	71
Ilustración 46.Revit de interior Oficina con material tradicional Fuente: Elaboración propia _____	71
Ilustración 47.Revit Bodega Fuente: Elaboración propia _____	72
Ilustración 48.Revit Fachada de Bodega con material plástico Fuente: Elaboración propia _____	72
Ilustración 49.Revit Interior bodega con material plástico Fuente: Elaboración propia _____	72
Ilustración 50.Revit Fachada Bodega material tradicional Fuente: Elaboración propia _____	73
Ilustración 51.Revit Interior Bodega en material tradicional Fuente: Elaboración propia _____	73
Ilustración 52. Costos y tiempo implementados en la elaboración de una casa con ladrillo de plástico reciclado de 68m2 Fuente: Elaboración propia _____	74
Ilustración 53. Gráfica de informe de flujo en casa de ladrillo plástico reciclado Fuente: Elaboración propia _	74
Ilustración 54.Costos y tiempo implementados en la construcción de una casa de 68m <sup>2</sup> Fuente :Propia ____	75
Ilustración 55.Gráfica de informe de flujo de caja en la casa de ladrillo tradicional Fuente: Propia _____	76
Ilustración 56.Ensamble de ladrillos plásticos _____	77
Ilustración 57. Gráfica comparativa de costos casa 68m <sup>2</sup> Fuente: Elaboración propia _____	79
Ilustración 58. Bloque Universal Fuente: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=FNWk2PSIk6g&amp;t=170s">https://www.youtube.com/watch?v=FNWk2PSIk6g&amp;t=170s</a> _____	81
Ilustración 59. Casa fabricada con bloque plástico Fuente: <a href="https://construcali.com/catalogos.php?content=esteproducto&amp;fotoid=576">https://construcali.com/catalogos.php?content=esteproducto&amp;fotoid=576</a> _____	82
Ilustración 60.Costos y tiempo elaboración oficina con plástico reciclado Fuente: Elaboración propia ____	83
Ilustración 61.Costos y tiempo oficina con material tradicional Fuente: Elaboración propia _____	84
Ilustración 62.Gráfica de flujo de caja oficina con bloque plástico Fuente: Elaboración propia _____	85
Ilustración 63.Informe de flujo caja oficina con material tradicional Fuente: Elaboración propia _____	85
Ilustración 64.Brickarp Mediano con perforación Fuente: <a href="http://bloquesdeplastico.blogspot.com/2017/05/tipos-de-bloque_27.html">http://bloquesdeplastico.blogspot.com/2017/05/tipos-de-bloque_27.html</a> _____	86
Ilustración 65.Gráfica de comparativo de costos oficina Fuente: Elaboración propia _____	90
Ilustración 66.Revit bodega en ladrillo plástico reciclado Fuente: Elaboración propia _____	91
Ilustración 67.Construcción con ladrillos de plástico reciclado Fuente: <a href="http://bloqueplas.com/index.php/medios/galeria#">http://bloqueplas.com/index.php/medios/galeria#</a> _____	91
Ilustración 68.Ladrillo plástico reciclado Fuente: (Bloqueplas, s.f.) _____	92
Ilustración 69.Ensamblaje de ladrillo PET Fuente: <a href="http://bloqueplas.com/index.php/medios/galeria#bwg1/2">http://bloqueplas.com/index.php/medios/galeria#bwg1/2</a> _____	93
Ilustración 70.Análisis de tiempo y costos en elaboración de una bodega con bloques plásticos Fuente: Propia _____	94
Ilustración 71.Flujo de caja bodega con bloques plásticos Fuente: Elaboración propia _____	95
Ilustración 72.Costos y tiempo en la elaboración de bodega con material tradicional Fuente: Elaboración propia _____	95
Ilustración 73.Flujo de caja bodega con material tradicional Fuente: Elaboración propia _____	96
Ilustración 74.Revit Bodega con bloques plásticos Fuente: Elaboración propia _____	97
Ilustración 75.Gráfica comparativa de costos de construcción bodega Fuente: propia _____	100
Ilustración 76.Revit Bodega material tradicional Fuente: Elaboración propia _____	101
Ilustración 77. Fórmula para calcular la VPN _____	108
Ilustración 78.Fórmula para calcular la TIR _____	108



La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución 2.5 Colombia (CC BY 2.5)**  
Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/co/>

**Usted es libre de:**

- Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
- hacer obras derivadas
- hacer un uso comercial de esta obra



**Bajo las condiciones siguientes:**



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).

## INTRODUCCIÓN

En beneficio a la salud del ser humano y la naturaleza, surge la necesidad de buscar una solución a la problemática ambiental ocasionada por los desechos generados en el proceso de manufactura de materiales convencionales como el concreto y los bloques de arcilla que son utilizados en cualquier tipo de construcción.

Actualmente, el cemento es el segundo material más utilizado después del agua. A diferencia de esta última, el daño ambiental que esta causa, no se compensa con la producción y el beneficio que produce, ya que, de acuerdo al estudio realizado por el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible, la producción de una tonelada de cemento, ocasiona que las plantas emitan entre 0.82 y una tonelada de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el cual es liberado a la atmosfera. Sumado a esto, los 1450°C de temperatura requeridos durante largos periodos para producir cemento, representan un gran consumo energético que genera daños ambientales irreversibles.

De igual manera, es de gran importancia mencionar y destacar el mal uso de los residuos sólidos como el plástico, el cual es un material que vincula gran cantidad de materiales sintéticos cuya aplicación industrial exige una producción desmesurada que ha generado una constante contaminación en las reservas ambientales. De acuerdo con las Naciones Unidas, ocho millones de toneladas de residuos plásticos llegan a los océanos cada año y según ECOPLASTICOS en Colombia, se generan más de 12 millones de toneladas de

residuos sólidos al año y solo es reciclado el 17%, lo cual no da un buen panorama para las proyecciones ambientales de los próximos años en nuestro país.

En Colombia, se ha venido implementando la técnica constructiva del uso de materiales hechos en tereftalato de polietileno más conocido por sus siglas en inglés PET en los procesos de edificaciones, espacios locativos temporales, bodegas de almacenamiento, obras de urbanismo entre otros. Las primeras ideas que surgieron en Colombia, se lograron materializar inicialmente por Oscar Méndez y Fernando Llanos quienes representan a las empresas Conceptos Plásticos y Bloqueplas respectivamente, los cuales patentaron la idea de la creación del bloque plástico tipo LEGO en donde se ha puesto en evidencia los beneficios que trae construir con este material, debido a que estos bloques plásticos son livianos (Aprox. 3kg c/u), teniendo en cuenta el bajo peso de su materia prima cuyo tiempo de descomposición es aproximadamente 500 años, lo cual permite brindar mayor garantía y durabilidad.

Dado lo anterior, se toma como referencia investigativa en la ciudad de Villavicencio para analizar cada una de las variables que determinan la factibilidad de incursionar este material a nivel local teniendo en cuenta un comparativo de costos, tiempo, calidad, beneficio y accesibilidad en todos los procesos de producción, transporte y entrega final con relación a los materiales convencionales usados en la actualidad, tomando como base la oferta y la demanda que se presenta en la comercialización de este producto demostrando los costos bajos y la garantía que ofrece con respecto a calidad y utilidad en los proyectos de

construcción, con fines de llegar a los más altos beneficios para los productores como para los consumidores.

## **1 GENERALIDADES**

### **1.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Gestión y Tecnología para la sustentabilidad de las comunidades y materiales

### **1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para el correcto análisis económico de la implementación de bloques plásticos reciclados, se lleva a cabo una investigación proyectiva-analítica en la cual se determina un factor agravante para el medio ambiente que se debe analizar con precisión y encontrar una solución que beneficie el sector económico de la construcción mediante la propuesta de implementar bloques PET en sus proyectos, lo que les permite ahorrar costos y tiempo.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1 Antecedentes del problema.**

Debido al impacto ambiental que se genera en consecuencia de los procesos constructivos y la fabricación de materiales convencionales que se usan en la construcción en sus diferentes aplicaciones, viviendas, locales comerciales, espacios locativos temporales, bodegas y otro tipo de edificaciones; la producción y elaboración de productos con estos materiales, están agotando todos aquellos recursos no renovables por causa del uso desmesurado de la materia prima, el consumo excesivo de recursos fósiles y la alta emisión de gases contaminantes. Otro factor importante de los causantes de contaminación

ambiental es la disposición final de residuos, ya que se realiza de forma inadecuada evadiendo las normativas ambientales que exigen los lugares autorizados.

En Colombia, se han implementado soluciones tradicionales y aparentemente funcionales, pero con altos costos, debido al transporte de materiales, a la mano de obra especializada que requiere.

Es necesario destacar que, en Colombia, se generan aproximadamente doce millones de toneladas de basura de los cuales solo se recicla el 17% y según estudios, si se continúa con esta dinámica, en el año 2030, se tendrá una gran emergencia sanitaria en la mayoría de las ciudades del país<sup>1</sup>.

En la ciudad de Villavicencio, se recolectan aproximadamente 8 toneladas mensuales de residuos, entre ellos 1.5 toneladas son plástico de las cuales, solo 600 son comercializadas<sup>2</sup>.

Por tal motivo, se ha tomado la medida de iniciar un cambio y empezar a disminuir estas cifras de residuos sólidos en Villavicencio, usando el material plástico con fines de mejorar las condiciones de vida y así mismo sensibilizar a las empresas de construcción sobre el beneficio económico y ambiental.

---

<sup>1</sup> DINERO, Colombia genera 12 millones de toneladas de basura y solo recicla el 17%. 2017. Bogotá D.C. Disponible en: <https://www.dinero.com/edicion-impresa/pais/articulo/cuanta-basura-genera-colombia-y-cuanta-recicla/249270>

<sup>2</sup> BIOAGRÍCOLA, Manejo de Residuos Sólidos en Villavicencio, C. Sánchez. Entrevistador, 2019.

### **1.3.2 Pregunta de Investigación.**

¿El bloque de plástico puede ser un material de construcción más económico y no convencionales con beneficio al medio ambiente y a los proyectos de construcción en Villavicencio?

### **1.3.3 Variables del problema**

De acuerdo con el proceso de identificación de riesgos a realizar, junto con el desarrollo del proyecto mismo, se establecen diferentes variables fundamentales a tener en cuenta para obtener un proceso óptimo dentro del transcurso del proyecto. El fin que tiene cada uno de estos, se derivan de las posibles respuestas que pueden adoptar dentro del proyecto para así evitar posibles problemas con relación a lo estipulado en el cronograma de actividades.

Cada una de estas variables, tiene a su vez un significado indispensable que constituye su importancia dentro del proyecto, las cuales son:

- Tiempo: Su desarrollo planificado permite controlar el inicio y el fin del proyecto, por lo tanto, es quien guía el proceso alrededor de su realización óptima.
- Recursos: Durante la realización de un proyecto, los recursos humanos son eje fundamental para llevar a cabo el análisis económico de la implementación de los bloques plásticos reciclados.

- Costo: Se deriva de acuerdo a la estimación monetaria que se implementa dentro del proyecto, en la cual se tiene en cuenta la recolección de datos e identificación de riesgos bajo la línea de investigación con respecto a materiales sostenibles.
- Planeación: Una correcta planeación, permite controlar y guiar la correcta ejecución de actividades y uso de recursos de manera eficaz.
- Calidad: Dentro del proceso de recolección de datos de manera cualitativa, junto al seguimiento de las normativas que amparan el proyecto, se tendrá en cuenta las cualidades que tiene cada una de estas para la implementación de los mismos e identificar oportunamente los riesgos dentro de las construcciones con materiales sostenibles.

*Ilustración 1. Retrasos en las Actividades*



*Fuente:*

*Elaboración propia*

Lo anterior, se puede analizar respecto a la etapa del proyecto y su elaboración junto con el seguimiento; estas variables se deben ir evaluando mediante indicadores debido a que de esto depende el buen desarrollo del proyecto de acuerdo a los tiempos estipulados en el cronograma.

Por otra parte, cabe mencionar que este proyecto de investigación que se refiere a la inmersión en el comercio de los bloques hechos a partir de plástico reciclado, de manera que contribuya al medio ambiente y pueda satisfacer las necesidades habitacionales y locativas de la población; es necesario analizar algunas de las variables que nos identifiquen la factibilidad económica que tiene este tipo de material y así mismo la variedad de usos en los que se podría aplicar. Por lo tanto, unas de las variables importantes son la oferta y la demanda de bloques en el país, con el fin de hacer el comparativo y lograr ver si los tiempos de producción logran mantener un equilibrio económico.

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

A pesar de que el ser humano y las grandes industrias, son los responsables de producir una gran cantidad de residuos, parece que a veces es difícil recolectar los residuos en forma de reciclaje, así lo único que se logra es perjudicar toda la población en general, por lo tanto, se debe implementar los materiales no convencionales en el mercado, a tal fin que se vuelvan de uso común para todas las construcciones, ya que es de resaltar que estos materiales hechos de plástico reciclado tienen propiedades físicas y mecánicas que los hacen más

livianos, por ello, son más manejables y de esto resulta los menores tiempos de ejecución, por lo tanto, se puede satisfacer una necesidad de manera inmediata como por ejemplo los espacios locativos temporales o las inmediaciones en los acontecimientos donde se necesita tener un sitio de acopio mientras se reubican las personas.

Es importante resaltar, porque esta iniciativa se hace tan factible dentro de la parte técnica y es que los ladrillos son cinco veces más aislantes térmicos que los convencionales de tierra, y además más livianos, teniendo en cuenta que un bloque de PET pesa 1.400 gramos, mientras que un bloque convencional pesa un kilo más.

Es por ello, que estudiar la viabilidad económica de los bloques PET en Villavicencio, muestra un buen panorama de las tecnologías constructivas y a su vez satisface las necesidades del cliente como de las pequeñas y medianas empresas que podrían participar en la iniciativa ecológica en beneficio del medio ambiente.

¿El bloque de plástico puede ser un material de construcción más económico y no convencional con beneficio al medio ambiente y a los proyectos de construcción en Villavicencio?

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General.**

Realizar una comparativa de costos y tiempos mediante la evaluación hecha en los procesos de implementación de bloque reciclado y bloque convencional junto con el desarrollo de modelos BIM y análisis presupuestales.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar los costos y tiempo de implementación de los bloques plásticos reciclados.
- Desarrollar el modelo BIM en los diferentes proyectos de construcción: Vivienda, local y una bodega, incluyendo el bloque plástico
- Comparar los costos y tiempos en los proyectos evaluados con la implementación de bloques en plásticos reciclados.
- Análisis del retorno de la inversión al implementarlo en proyectos de construcción con bloque plástico para el uso de la vivienda

## 2 MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1.1 Bloque de Cemento

El bloque de cemento es un material prefabricado que se utiliza principalmente para construir muros. Al igual que los ladrillos comunes, los bloques funcionan en conjunto al apilarse y al unirse con mortero formado generalmente por cemento, arena y agua. Para llevar a cabo esta unión, los bloques presentan un interior hueco que permite el paso de las barras de acero y el relleno de mortero.<sup>3</sup>

#### 2.1.2 Desarrollo sostenible

Aquel desarrollo que es capaz de satisfacer las carencias actuales sin comprometer los recursos naturales. Cuando se habla de desarrollo sostenible, es toda actividad humana, que tiene un equilibrio entre el crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y el bienestar social, de las comunidades intervenidas.<sup>4</sup>

Por otra parte, es tal la importancia del desarrollo humano, para la ONU, que diseñó los 17 objetivos de desarrollo sostenible, destacando: Energía asequible y no contaminante,

---

<sup>3</sup> Franco, J. T. Arquitectura con bloques de cemento: ¿cómo construir con este material modular y de bajo costo?. 2018. Bogotá D.C. [En Línea] Disponible en ArchDaily Colombia: <https://www.archdaily.co/co/889483/arquitectura-con-bloques-de-cemento-como-construir-con-este-material-modular-y-de-bajo-costo>

<sup>4</sup> UNDP. ¿Qué son los objetivos del desarrollo sostenible? Bogotá D.C. [En Línea]. Disponible en <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Ciudades y comunidades sostenibles, Producción y consumos responsables, Acción por el clima, Vida submarina y Vida de Ecosistemas terrestres.<sup>5</sup>

### **2.1.3 Economía Circular**

La economía circular consiste en utilizar los residuos sólidos, desechados por la industria o los hogares, con el propósito de darles otra vida y reintegrarlos al mercado, para que puedan ser usados nuevamente. Este nuevo modelo económico, intercede porque los materiales, sean biodegradables y que la fabricación de los productos sea lo menos perjudicial para el medio ambiente, y así evitar que contaminen los ecosistemas. El objetivo final es que, cuando haya que desecharlos porque no se puedan reutilizar, se reciclen de una manera respetuosa con el medio ambiente.<sup>6</sup>

### **2.1.4 Industria del plástico**

Las materias primas plásticas son transformadas por la Industria Petroquímica mediante el procesamiento industrial de derivados mayormente de petróleo, gas natural, y sal (cloruro de sodio) y agrupan al PEAD, PEBD, PVC, PP, PS, PET, ABS, SAN, resinas poliéster y poliamidas, entre otras.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> UNDP. Op. Cit.

<sup>6</sup> BBVA. ¿Qué es economía circular? 2018. Disponible en <https://www.bbva.com/es/que-es-la-economia-circular/>

<sup>7</sup> ECOPLAS. *Industria del plástico*. 2019. Disponible en <https://ecoplas.org.ar/industria-del-plastico/>

### 2.1.5 Proyecto

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, prestar un servicio o mejorar un proceso. La naturaleza temporal de los proyectos involucra, que tiene un principio y un final definido. En lo que respecta al final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto. Sin embargo, un proyecto se puede terminar, bajo algunas de las siguientes premisas:

- Cuando se termina porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos
- Ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto
- O si el cliente (cliente, patrocinador o líder) desea terminar el proyecto.<sup>8</sup>

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Problemática de los residuos sólidos de plástico

Los plásticos reutilizados, se originan de recursos renovables o de origen fósil, asimismo, en el mercado se encuentran diversos materiales con una mezcla de origen petroquímico (sintéticos) y otros renovables (no reutilizados), además este tipo de componentes surge de la problemática del plástico a nivel mundial y de su impacto negativo sobre los mares, océanos ríos y demás fuentes hídricas, como si fuera poco, estos vienen perjudicando la atmosfera terrestre y a su vez, la capa de ozono, porque este tipo de

---

<sup>8</sup> PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos-(Guía del PMBOK®)—Quinta edición. Newtown Square, Pensilvania, Estados Unidos . 2013.

elementos sintéticos o creados por el hombre no se desagradan igual que un producto de origen orgánico, y por lo tanto pueden en descomponerse hasta 1.000 años.

Por lo tanto, la fabricación de ladrillos a base de derivados de la industria petroquímica (productos de plástico) se convierte en una alternativa comercial, amigable con el medio.<sup>9</sup>

Resulta conveniente mencionar, sobre la gran cantidad de residuos sólidos que son creados diariamente en el mundo. Entre tanto, Colombia genera alrededor de 3,6 millones de toneladas por día, de ese volumen solamente se recicla o reutiliza un 17%. De este porcentaje, 9.967.844 toneladas de basura fueron arrojadas en 2.015 a sitios de disposición final, de esta cantidad; unas 214.933 toneladas no se colocaron adecuadamente en 857 municipios de 1,122, además, 46 de ellos todavía envían sus residuos sólidos a basureros a cielo abierto, 157 no suministran información sobre la disposición final de sus residuos, 67 sitios de disposición final tienen una vida útil inferior a tres años y 43 tienen capacidad entre tres y diez años.<sup>10</sup>

No obstante, el plástico a pesar de ser nocivo para el planeta, tiene las siguientes propiedades:

---

<sup>9</sup> Laura Quispe, J. L., Malpartida Santos, R., Rudas Caja, C. I., y Yataco Salazar, J. S. Utilización de botellas PET para la obtención de finos hilos.2018. Obtenido de Universidad Privada del Norte: [https://www.academia.edu/34674795/Utilizaci%C3%B3n\\_de\\_botellas\\_PET\\_para\\_la\\_obtenci%C3%B3n\\_de\\_finos\\_hilos](https://www.academia.edu/34674795/Utilizaci%C3%B3n_de_botellas_PET_para_la_obtenci%C3%B3n_de_finos_hilos)

<sup>10</sup>DINERO. Op. Cit.

Plasticidad o capacidad a deformarse, facilidad para recibir color, baja densidad, aislante térmico y eléctrico, resistencia a golpes, corrosión y oxidación. Los anteriores beneficios, pueden ser aprovechados por la industria de la construcción, con respecto a la fabricación de ladrillos o bloques para casas, viviendas, apartamentos, oficinas y demás proyectos urbanísticos o de arquitectura, donde se requieran de bloques. En este mismo orden y dirección, la utilización de los residuos sólidos, resultantes de la industria petroquímica, en el sector de la construcción se ha desarrollado para sustituir los actuales materiales, empleados para fabricar bloques y ladrillos. Lo anterior, se desarrolla dentro de la nueva tendencia del desarrollo sostenible, que según palabras de Teram <sup>11</sup> “consiste en la adaptación del entorno de los seres humanos a un factor limitante: la capacidad del entorno de asumir la presión humana de manera que sus recursos naturales no se degraden irreversiblemente”.

A raíz, de la situación planteada, del presente proyecto “Caso de estudio para la implementación de proyectos de construcción de vivienda y comercio utilizando bloques plásticos”. El uso de un material tan común, como lo son los residuos sólidos de plástico, a modo de reemplazar los bloques de concreto y ladrillos, en parte por su eficiencia, economía, facilidad de desarrollar y algo muy importante, el ser sostenible, y cumpliendo con lo que

---

<sup>11</sup> Sierra Jimenez, J. A. Usos y aplicaciones del **plástico** PEAD reciclado en la fabricación de elementos estructurales para construcción de vivienda en Colombia. 2016. Disponible en Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/432>. P.10.

indica la economía circular, definida de la siguiente forma: “Cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos (agua, energía,...) se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos”.<sup>12</sup>

Por consiguiente y basado en los planteamientos anteriores, este proyecto busca retirar del medio ambiente, los residuos sólidos (plásticos) y convertirlos en bloques y ladrillos, a un precio más asequible a personas de bajos recursos. Además, es un gran paso para el cambio a sistemas constructivos sostenibles, a pesar del uso de concreto para cimentación, vigas y muros portantes.

## **2.2.2 Bloques PET**

Los bloques PET, son componentes realizados a base de plástico reciclado para la construcción de muros exteriores e interiores. El bloque PET fabricado en Colombia, es de tipo lego y es una versión más ecológica, pues su materia prima principal son los residuos plásticos.

### **2.2.2.1 2.2.2.1. Proceso de Reciclado de material PET**

Durante el proceso de reciclado, se tiene en cuenta los polímeros empleados para la fabricación de este tipo de productos. Los ladrillos de plástico contienen poliolefinas, que

---

<sup>12</sup> FOUNDATION ELLEN MACARTHUR. Economía Circular. Obtenido de Apoyar al cambio hacia una economía eficiente en el uso de los recursos. 2019. Disponible en <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>

son termoplásticos cuya rigidez es elevada y de igual manera, poseen una excelente resistencia química

## 2.2.2.2 Caracterización de los polímeros termoplásticos más comunes de la industria.

Tabla 1. Caracterización de los polímeros termoplásticos más comunes

Nombre	Generalidades	Propiedades	Aplicaciones
 <b>PET</b> Polietileno Tereftalato(PET)	Es claro, lavable y no absorbe la humedad. La inmensa mayoría de este plástico termina en las botellas de bebida, formadas por inyección soplado. Un volumen pequeño se usa para la fabricación de guardabarros de bicicletas.	Claridad, fuerza/dureza, resistencia a la grasa y al calor.	Botellas plásticas para bebidas, envases muy transparentes, delgados, verdes o cristal, recipientes de aderezo, medicinas, agroquímicos, etc.
 <b>PE-HD</b> Polietileno de alta densidad (PE-HD)	Este polímero tiene mejores propiedades mecánicas que el PE-BD, ya que posee mayor densidad. Presenta fácil procesamiento y buena resistencia al impacto y a la abrasión. No resiste a fuertes agentes oxidantes como ácido nítrico, ácido sulfúrico.	Es resistente a las bajas temperaturas, tiene alta resistencia a la tensión, compresión y tracción. Es impermeable e inerte (al contenido), baja reactividad. No tóxico.	Envases para: detergentes, aceites automotor, shampoo, lácteos; Bolsas para supermercados; Envases para pintura, helados, aceites; Tuberías para gas, telefonía, agua potable, minería, láminas de drenaje y uso sanitario.
 <b>PVC</b> Cloruro de polivinilo (PVC)	Además de sus buenas propiedades físicas, el PVC tiene una transparencia excelente, alta resistencia química, resistencia a la humedad, y buenas propiedades eléctricas. Las aplicaciones rígidas, se concentran en tuberías, alfombras, ventanas, botellas y el empaque rígido de líquidos.	Versatilidad, facilidad de mezclar, fuerza y dureza, la resistencia a grasa y aceites, la resistencia a los químicos, claridad, bajo costo.	Empaque de comida, botellas de champú, envases transparentes, semidelgados. Se usa en aislamiento de cables, capas, bolsas de sangre, tubería médica y muchas más aplicaciones.
 <b>PE-LD</b> Polietileno de Baja Densidad (LDPE)	Es utilizado en películas flexibles y relativamente transparentes. Tiene un bajo punto de fusión. Típicamente el LHPE es usado en la manufactura de películas flexibles, tales como bolsas plásticas y publicitarias, también es usado en la manufactura de tapas flexibles, y además en alambres y cables por sus buenas propiedades de aislamiento eléctrico.	Fácil de procesar, resistente a la humedad, flexible, fácil de sellar y bajo costo.	Bolsas para pan, para alimentos congelados y para dulces, entre otros tipos de bolsas y tapas, también se usa para tubería y otros.
 <b>PP</b> Polipropileno (PP)	Es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino. Utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes. Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra álcalis y ácidos.	Tiene menos densidad que el PE-BD. Su temperatura de reblandecimiento es más alta, y es más resistente a altas y a bajas temperaturas.	Moldeo por inyección: juguetes, parachoques de automóviles, etc. Moldeo por soplado: recipientes huecos (botellas) Producción de fibras, tanto tejidas (tapetes) como no tejidas. Extrusión: de perfiles, láminas y tubos.
 <b>PS</b> Poliestireno (PS)	El PS es un plástico muy versátil que puede ser rígido o formado. Generalmente es claro, duro y quebradizo. Es muy poco resistente al vapor de agua, oxígeno y tiene relativamente bajo punto de fusión. Hay dos versiones el expansible o espumado (unice)l y el de cristal.	Versatilidad, fácil procesamiento, claridad, aislamiento y bajo costo.	Protección en: empaquetamientos, contenedores, tapas, botellas, bandejas y vasos. Cajas de videocasetes, de compact disc, vasos rígidos, contenedores de comidas rápidas.
 <b>OTHER</b> Otras resinas como ABS, PC, etc	El uso de este código indica que el empaque en cuestión está hecho de una resina diferente a las seis listadas o de más de una de dichas resinas y que es usado en una combinación de varias capas.	Depende de la resina o combinación de resinas.	Botellas de agua reutilizables, algunas botellas de jugos y salsa de tomate.

Fuente: Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito

### 2.2.2.3 *Propiedades y características del PET*

El PET, pertenece al grupo de los materiales sintéticos denominados poliésteres y cuya materia prima plástica, es derivada del petróleo. Este material, cuenta con las siguientes características, que lo han hecho ser un material práctico y bueno para la construcción<sup>13</sup>:

- Procesable por soplado, inyección, extracción.
- Apto para producir frascos, botellas, películas, láminas, planchas y piezas.
- Transparencia y brillo con efecto lupa.
- Excelentes propiedades mecánicas.
- Barrera de los gases.
- Esterilizable por gamma y óxido de etileno.
- Costo/performance.
- Liviano.

### 2.2.2.4 *Desventajas del PET*

Entre las desventajas que se encuentran en el material PET, es el secado y que no permite la exposición a temperaturas superiores a los 70°, teniendo en cuenta esto, se encuentra que el PET cristalizado si supera temperaturas que superan los 230°.

---

<sup>13</sup> Leonardo, Características del PET (Poli Etiléno Tereftalato), Silla Valencia, 2012, Disponible en: <https://www.leonardogr.com/es/blog/caracter-sticas-del-pet-poli-etil-no-tereftalato>

### **2.2.3 Bloques de plástico de construcción tipo LEGO.**

El sistema constructivo que utiliza la empresa Bloqueplas por Ecoplasso se compone de un bloque compacto fundido en una sola pieza y que unido a otros elementos como vigas y columnas, conforma el sistema que utiliza como materia prima para su fabricación, residuos sólidos plásticos; este se compone de elementos estructurales y no estructurales para la construcción de proyectos arquitectónicos, mediante la generación de un sistema constructivo integrado con elementos livianos, modulares y resistentes, que permiten instalaciones rápidas, seguras y de bajo costo.<sup>14</sup>

Dentro de las características que más sobresalen de este producto son las siguientes:

#### **2.2.3.1. Sistema constructivo Modular**

El sistema constructivo opera con sistemas de anclaje y ensamble de los bloques sostenido por vigas y columnas del mismo material amarradas con perfil metálico y tornillos. Es un sistema de fácil instalación, ya que no requiere de ningún pegamento, lo cual significa una ganancia comparativa y un valor agregado sobre los demás productos que actualmente se utilizan en el sector de la construcción.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> Bloqueplas. Op.Cit.

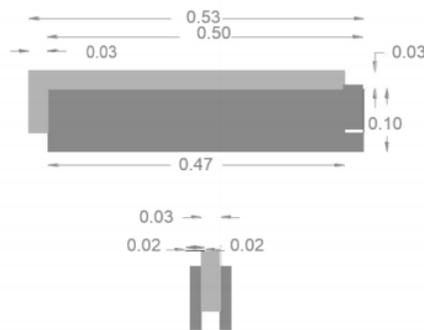
<sup>15</sup>

### 2.2.3.2. Tubería

Los bloques tienen en el centro de las superficies cuatro orificios verticales internos equidistantes y pasantes que al adosar los bloques configuran ductos por los cuales se pueden incrustar redes eléctricas o hidráulicas.

#### 2.2.3.1 2.2.3.3. Dimensiones Técnicas

Ilustración 2. Dimensiones técnicas ladrillo tipo Lego



Fuente: MONCAYO, ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LADRILLOS FABRICADOS A PARTIR DE PLÁSTICO RECICLADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN. Universidad Santo Tomas. 2018

Tabla 2.  
Dimensiones de Bloque plástico

Bloque	Longitudes		Ancho	Peso
	Real	Útil		
<b>Completo</b>	0,53	0,5	0,07	2,513
<b>Medio</b>	0,28	0,5	0,07	1,678
<b>Bloque Ducto</b>	0,53	0,5	0,07	2,569
<b>Bloque Toma</b>	0,53	0,5	0,07	2,513

Fuente: MONCAYO, ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LADRILLOS FABRICADOS A PARTIR DE PLÁSTICO RECICLADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN. Universidad Santo Tomas. 2018

#### 2.2.3.4. Características técnicas del ladrillo plástico

Tabla 3.  
Características técnicas

<b>Durabilidad</b>	<b>Elevada</b>
<b>Resistencia a tracción</b>	1892,3 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a Compresión</b>	2039,5kg/cm <sup>2</sup>
<b>Temperatura máx. de trabajo</b>	50-75°C
<b>Temperatura mín. de trabajo</b>	-20°C
<b>Módulo Elástico</b>	1300 Mpa
<b>Densidad</b>	0,98 g/cm <sup>-3</sup>
<b>Flamabilidad</b>	Ninguna
<b>Resistencia a agentes químicos</b>	Excelente
<b>Reciclaje</b>	Si

Fuente: MONCAYO, ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LADRILLOS FABRICADOS A PARTIR DE PLÁSTICO RECICLADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN. Universidad Santo Tomas. 2018

#### 2.2.3.2 Ahorros ocasionados por el uso de ladrillo plástico y el sistema constructivo modular

- No se requieren de aditivos húmedos, lo que hace más económica y rápida la ejecución de obras.
- Su bajo peso molecular reduce los costos de transporte y desplazamiento dentro de las obras.
- Su característica termoacústica reduce los gastos de energía de calefacción y aire acondicionado.
- Al generarse disminución en tiempo de ejecución, se hacen más efectivos los giros de dinero.
- Se eliminan los trabajos de resanes, que son indispensables en el uso de material convencional.

### 2.2.3.3 Ventajas del bloque plástico

	Bloqueplás	Madera	Concreto	Metal
<b>No requiere mantenimiento</b> Ahorro de tiempo y recursos económicos		X	X	X
<b>Durable, resistente a la intemperie</b> Incluso en condiciones meteorológicas extremas		X		X
<b>Resistente a la humedad</b> Impermeable, no absorbe, resistente al agua marina		X	X	X
<b>Inmune a insectos, roedores y microorganismos</b> No requiere inmunización, no es atacado por animales		X		
<b>Anticorrosivo</b> No requiere pintura				X
<b>A prueba de putrefacción</b> No presenta lixiviación		X		X
<b>No propaga la llama</b> Debido a inhibidores es completamente ignífugo		X		
<b>Aislante térmico, acústico y eléctrico</b> Bajo coeficiente de conductividad térmica				X
<b>Resistente a impactos, tracción y flexión</b> Ejecelentes propiedades mecánicas y resistencia al impacto		X		X
<b>Inastillable</b> No se astilla y no se parte con facilidad		X	X	
<b>Facilidad de acabados</b> Recibe paneles, pintura y enchapes		X	X	X
<b>Facilidad de maquinado</b> Cortar, taladrar, clavar, perforar con puntillas o tornillos			X	X
<b>Facil y rápida instalación</b> No requiere mano de obra especializada			X	X
<b>Facil limpieza</b> Bajo mantenimiento		X	X	X
<b>Ecológico</b> 95% Materiales reciclados		X	X	X

Ilustración 3. Ventajas de uso de material Fuente: Bloqueplast

**Producción:** Estos bloques son de tipo Brickarp se obtienen a través del proceso denominado extrusión, que se lleva a cabo fundiendo la materia prima, al aplicarle calor e inyectarla en un molde.

#### 2.2.3.4 *Empresas Dedicadas a la construcción con bloques plásticos*

**Conceptos Plásticos:** esta empresa es fundadora de la idea de la creación de casas hechas con bloques plásticos con fines de mejorar las condiciones de vida de las comunidades vulnerables.

**BloquePlas:** esta empresa al igual que conceptos plásticos hace parte de la idea de crear bloques plásticos en Colombia.

**Ficidet:** La Fundación para la Investigación Científica y el desarrollo Tecnológico, es una institución que apoya la investigación y el acceso a productos tecnológicos en diferentes áreas. Uno de sus proyectos es el sistema brickarp.<sup>16</sup>

**Homecell:** Es un sistema constructivo patentado con bloques que poseen geometrías positivas y negativas que se encajan y acoplan tanto horizontal como verticalmente.<sup>17</sup>

#### 2.2.3.5 *Proyectos con bloques de plástico reciclado en Colombia*

Los proyectos realizados con sistema constructivo Bloqueplas, son los siguientes:

---

<sup>16</sup> FICIDET.¿Quiénes Somos?.Santiago de Cali. 2020. Disponible en <https://ficidet.org/nosotros>

<sup>17</sup> (HOMECELL,¿Qué es Homecell?.Cali. 2020.Disponible en <http://www.ecohomecell.com/index.html#msg-box5-w>

- **Guapi, Cauca:** El Consejo Noruego para Refugiados-NRC con la financiación del Fondo para la Respuesta en Emergencias-ERF de las Naciones Unidas-OCHA, realiza el proyecto de construcción de un albergue temporal con el fin de acoger a cerca de 220 personas en las fases iniciales de cualquier emergencia como consecuencia del conflicto armado o desastres. Son 1.000 m2 de construcción, distribuidos en tres módulos, cada uno con 16 soluciones unifamiliares para refugio temporal y que además cuentan cada uno con cocina y comedor comunitarios y un completo juego de baterías sanitarias.<sup>18</sup>
- **Dagua - El Queremal / Valle del Cauca:** Casa 40 m2, construida en 5 días por personal local con destino vivienda de retiro y habitada por Harold Marmolejo, ubicada en un sector turístico del Valle del Cauca. Los materiales fueron transportados vía terrestre desde Bogotá y su propietario le ha dado todo tipo de acabados para su comodidad y la ha dispuesto en permanente exhibición para los interesados en soluciones de vivienda ecológicas.<sup>19</sup>
- **Tenjo / Cundinamarca:** Casa de 40m2 fabricada por Conceptos Plásticos con fines de exhibición y ventas y que ha recibido numerosas visitas de interesados procedentes de diferentes ciudades de Colombia, al igual que de países como Chile y Argentina.<sup>20</sup>

---

<sup>18</sup> Bloqueplas. (s.f.). PRESENTACIÓN SISTEMA BLOQUEPLAS. Obtenido de CASAS ECOLÓGICAS HABITACIONALES PERMANENTES: [https://construcali.com/portafolios/Presentacion\\_General.pdf](https://construcali.com/portafolios/Presentacion_General.pdf)

<sup>19</sup> Bloqueplas, Op.Cit.

<sup>20</sup> BloquePlast, Op.Cit.

- **Buenaventura / Valle del Cauca:** 40 m2 fabricado por la Fundación FICIDET para el Club de Leones de Buenaventura, en un terreno adscrito al cementerio principal administrado por esta entidad. La construcción fue entregada llave en mano totalmente terminada con ventanas y puertas en aluminio y con piso flotante, adecuada para funcionar como oficina y ha estado en exhibición desde el año 2011.
- **Vijes 1 / Valle del Cauca:** Construcción de 36 m2, primer modelo de sistema fabricado a maquila por su creador Fernando Llanos Gónima que fue utilizada como su lugar de habitación y el de su familia durante dos años, tiempo durante el cual además sirvió de exposición para un gran número de interesados en el sistema constructivo.<sup>21</sup>
- **Vijes 2/ Valle del Cauca:** Casa modelo de 36 m2 fabricada por Ecoplásticos para la Fundación Museo Virtual Lili, modelo presentado para la condecoración del mejor proyecto de investigación otorgada por el Ministerio de Ambiente y Vivienda en 2010. Esta casa modelo fue visitada por diversas entidades gubernamentales, empresariales y educativas nacionales, y recibió también visitas internacionales de diferentes países con la coordinación de la Cooperativa Coopserp y la Fundación Ficidadet.
- **Exposición Plaza de San Francisco Santiago de Cali/ Valle del Cauca:** Casa modelo de 42 m2 que fue exhibida por la Fundación Ficidadet durante un mes en la Plazoleta de

---

<sup>21</sup> (Bloqueplas, s.f.)

San Francisco frente a la Gobernación del Valle del Cauca, recibiendo un promedio de 100 visitas diarias de los sectores académico, empresarial y gubernamental.<sup>22</sup>

- **Exposición CAMACOL:** Módulo de 36m<sup>2</sup> exhibido en las instalaciones de la antigua FES – Cali en el marco del evento Biocasa organizado por CAMACOL valle, durante 3 días en los que se exhibió el modelo y se dictaron conferencias relacionadas con el Sistema Constructivo proyecto, en las cuales participó como expositor Fernando Llanos Gónima creador del sistema Bloqueplás.<sup>23</sup>
- **Exposición Universidad Javeriana:** Construcción de 36m<sup>2</sup>, exhibida durante una semana a la comunidad universitaria, utilizada como apoyo a conferencias realizadas para los estudiantes de la facultad de Arquitectura de la Universidad.
- **Exposición Ficidad / Santiago de Cali:** Exposición privada de la Fundación Ficidad con variados prototipos utilizados para realización de diferentes pruebas de laboratorio que aportaron a la investigación, el desarrollo y la consolidación del sistema constructivo Bloqueplás que además fueron utilizados como modelos para exhibición a invitados nacionales e internacionales.
- **Zipaquirá / Cundinamarca:** Módulo de 18 m<sup>2</sup> fabricado con destino a ser utilizado como vitrina de ventas de proyectos.

---

<sup>22</sup> Bloqueplas, Op.Cit.

<sup>23</sup> (Bloqueplas, s.f.)

- **Corferias - Andina pack / Bogotá D.C:** Módulos de exhibición del proyecto social de Esenttia, presentando el sistema Bloqueplás como ejemplo del cierre del ciclo del plástico. .<sup>24</sup>

#### 2.2.4 Modelo BIM(Building Information Modeling)

En Colombia, el modelo BIM está transformando la planificación y la forma de inspeccionar las obras y es gracias a algunas Universidades, quienes vienen aplicando esta tecnología en las primeras fases de construcción de proyectos, por medio del mejoramiento del cálculo de cantidades, simulación de procesos constructivos y la programación de obra. Esta tecnología BIM sirve para el modelamiento de edificaciones, de forma análoga, ya que desarrolla la modelación de puentes de concreto reforzado 2012). En la industria nacional de la construcción, su implementación es escasa y aún hoy en día, se necesita una masificación de este nuevo sistema.<sup>25</sup>

Sobre la base de las consideraciones anteriores, el propósito del modelo BIM radica en la posibilidad de integrar la mayor parte de los elementos de construcción un proyecto, en donde se necesita calcular el presupuesto. Posterior a este paso, el BIM describirá la información almacenada de los elementos de construcción (vigas, columnas, placas, muros,

---

<sup>24</sup> Bloqueplas,Op.Cit.

<sup>25</sup> PORRAS DIAZ, H., SANCHEZ RIVERA, O. G., GALVIS GUERRA, J. A., JAIMEZ PLATA, N. A., Y CASTAÑEDA PARRA, K. M. Tecnologías "Building Information Modeling" en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado.2015. Entramado, 11 N° 1, 230-249. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116>

y demás). Del mismo modo, este programa es modificable y se adapta, dependiendo de la información proporcionada por los encargados del proyecto. Igualmente, los datos recopilados se actualizan fácilmente, en categorías: ejes X, Y y Z de los elementos, material de construcción, ubicación espacial en el proyecto, propiedades químicas y mecánicas del material, costo unitario, área, volumen, especificaciones técnicas de construcción, texturas, fase del proyecto a la que pertenece el elemento, detalles en general, entre otros.<sup>26</sup>

En este mismo orden y dirección, el modelo BIM es más que un conjunto de gráficas en 2D y 3D independientes, es la construcción digital de todos y cada uno de los elementos (vigas, columnas, placas, materiales, muros, y demás) y dispositivos que conforman una estructura y que están estrechamente relacionados con la información recolectada de datos, dimensiones, configuraciones, fabricantes, conexiones entre otros, lo que da lugar a una presentación lo más real posible, de lo que se quiere construir o edificar. Además, BIM es una metodología de trabajo colaborativa para la elaboración y gerencia de un proyecto de construcción, que tiene por objeto reunir toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus participantes.<sup>27</sup>

---

<sup>26</sup> Porras Díaz, H., Sanchez Rivera, O. G., Galvis Guerra, J. A., Jaimez Plata, N. A., & Castañeda Parra, K. M. (2015). Tecnologías "Building Information Modeling" en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. *Entramado*, 11 N° 1, 230-249. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116>

<sup>27</sup> AVILÉS JIMENEZ, O. BIM, el futuro del trabajo profesional. Obtenido de Journal Boliviano de Ciencias. 2017. Disponible en <https://es.scribd.com/document/396833800/BIM-El-Futuro-Del-Trabajo-Profesional>

A continuación, algunas particularidades del IBM:

- Contiene información geométrica (3D),
- Tiempos (4D)
- Costes (5D)
- Ambiental (6D)
- Mantenimiento (7D).<sup>28</sup>

En síntesis, un modelo BIM, comprende la ejecución de un proyecto y se desarrolla a lo largo del ciclo de vida de la estructura a construir, facilitando su monitoreo, y por ende reduce los costes de operación.<sup>29</sup>

#### **2.2.4.1 Aspecto Ecológico y medio Ambiental**

En línea con los principios de esa entidad ese proyecto contempla 100% de cumplimiento del protocolo ambiental vigente.

La elaboración e instalación de los bloques para la construcción de viviendas a partir del sistema Bloqueplas, crea impacto ambiental positivo y no genera contaminación dado que la materia prima para la fabricación de los bloques se obtiene de residuos empresariales, comerciales y domiciliarios.

---

<sup>28</sup> AVILÉS JIMENEZ, O. BIM. Op.Cit

<sup>29</sup> AVILÉS JIMENEZ, O. BIM. Op.Cit.

#### 2.2.4.2 Ventajas de implementar ladrillo plástico

Entre las ventajas técnicas de estos ladrillos se puede mencionar que tienen una capacidad de aislamiento térmico cinco veces superior a los convencionales de tierra, y además son más ligeros. “Un ladrillo de PET pesa 1,4 kg, mientras que el de tierra pesa aproximadamente un kilo más”, dice Gaggino.<sup>30</sup>

Por otra parte, la investigadora agrega que los cimientos de una vivienda construida con estos ladrillos son menores, ya que la vivienda en general es más liviana, y, además, al tener mayor aislamiento térmico, se pueden construir muros de menor espesor. “En vez de hacer paredes de 30 cm se pueden hacer de 15”, asegura.<sup>31</sup>

Además, los estudios realizados indican que los ladrillos de PET y cemento tienen buena resistencia al fuego, ya que los resultados del Ensayo de Propagación de la Llama lo clasifican como material Clase RE 2: material combustible de muy baja propagación de llama.<sup>32</sup>

### 2.3 MARCO JURÍDICO

En este apartado, se exponen las normas que rigen la construcción en Colombia.

---

<sup>30</sup> GAGGINO, R. Aprovechan residuos plásticos para hacer ladrillos. Argentina. 2015. Disponible en <https://www.residuosprofesional.com/residuos-plasticos-fabricar-ladrillos/>

<sup>31</sup> GAGGINO, R. Op. Cit.

<sup>32</sup> GAGGINO, R. Op. Cit.

Tabla 4.

Normas de Construcción en Colombia

<b>Norma</b>	<b>Función</b>
<b>Ley 388 de 1997</b>	Modifica la Ley 9 de 1989 y es aquella mediante la cual se armoniza las normas urbanísticas, medioambientales y en general el desarrollo urbano en Colombia.
<b>Decreto 1077 de 2015</b>	En este, se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, ciudad y Territorio. Adicional, se menciona aspectos atinentes a solicitudes de licencias y sanciones.
<b>Resolución 0549</b>	El objeto principal es establecer los porcentajes mínimos y medidas de ahorro en agua y energía a alcanzar en las nuevas edificaciones y adoptar la guía de construcción sostenible para el ahorro del agua y energía en edificaciones.
<b>Decreto 1285 de 2015</b>	Establece los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, encaminados al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad social y ambiental.

Fuente: PROCOLOMBIA. Manual Legal de Construcción en Colombia.2018. Disponible en

<https://www.inviertaencolombia.com.co/publicaciones/manual-legal-de-construccion-en-colombia-2018.html>

Tabla 5.  
Normas Técnicas de elaboración de bloques en Colombia

Norma	Función
<b>Ley 388 de 1997</b>	Modifica la Ley 9 de 1989 y es aquella mediante la cual se armoniza las normas urbanísticas, medioambientales y en general el desarrollo urbano en Colombia.
<b>Decreto 1077 de 2015</b>	En este, se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, ciudad y Territorio. Adicional, se menciona aspectos atinentes a solicitudes de licencias y sanciones.
<b>Resolución 0549</b>	El objeto principal es establecer los porcentajes mínimos y medidas de ahorro en agua y energía a alcanzar en las nuevas edificaciones y adoptar la guía de construcción sostenible para el ahorro del agua y energía en edificaciones.
<b>Decreto 1285 de 2015</b>	Establece los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, encaminados al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad social y ambiental.

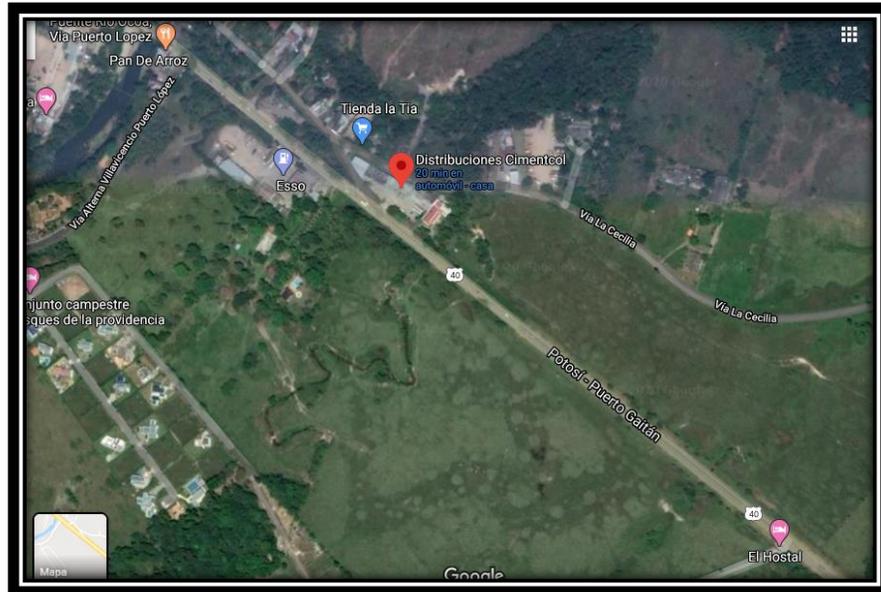
Fuente: Elaboración propia a partir de ICONTEC

## 2.4 MARCO GEOGRÁFICO

El proyecto se realiza en la ciudad de Villavicencio, específicamente en la Vía al Municipio de Puerto López, exactamente en el kilómetro seis, pasando la entrada de la Universidad Antonio Nariño, esto es porque este tipo de actividades industriales, se deben desarrollar a las afueras de las ciudades y de los lugares residenciales o que puedan tener una afectación sobre las comunidades aledañas. Además, es con pase en el POT Municipal.

Para tener una mejor apreciación de la planta de producción, se mostrará un gráfico de google Maps.

*Ilustración 4. Ubicación de la planta de producción*



*Fuente: Google Maps*

## 2.5 MARCO DEMOGRÁFICO

La ciudad de Villavicencio, cuenta con 527.673 habitantes, según el último censo realizado en 2018<sup>33</sup>. De este número, 256.303 son hombres y 271.370 corresponden a mujeres. Por otra parte, 356.606 personas en la ciudad, se encuentran en el grupo de edad,

---

<sup>33</sup> TIEMPO. Villavo superó a otras 4 capitales en población en los últimos 13 años. 2019.[En Línea]. Disponible en Tiempo ed online: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/villavicencio-supero-numero-de-poblacion-en-los-ultimos-13-anos-424876>

que va desde los 18 años hasta los 80 o más, lo que corresponde a la población objetivo, o la que está en capacidad de adquirir vivienda.<sup>34</sup>

## 2.6 ESTADO DEL ARTE

En Colombia para los próximos años, se necesitan construir 3,2 millones de viviendas en la siguiente década, según la Cámara Colombiana de Constructores- Camacol. Esto corresponde al crecimiento que tendrá la demografía del país, pues la población aumentará 7,4 millones de personas y un 82% de ellas, habitarán en zonas urbanas.<sup>35</sup>

Con base en la información anterior, en los últimos 30 años la producción y demanda de productos de plástico, ha crecido de forma proporcional al crecimiento de la población mundial, y tiene mucho sentido, si se tiene en cuenta que, en el planeta, habitan más de 7.000 millones de habitantes. Esto incrementa el volumen de residuos plásticos que se encuentran en los rellenos sanitarios y que pueden tardar de cien a mil años en degradarse. Entonces, el reciclaje y la reutilización son excelentes alternativas para evitar que cada vez más residuos sólidos (plástico), terminen en rellenos sanitarios, o acabando en los océanos,

---

<sup>34</sup>DANE. Proyecciones de población. 2019. Disponible en DANE: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

<sup>35</sup> GONZALEZ, J. B. En Colombia se deben construir 3,2 millones de viviendas en la siguiente década, Camacol. 2019. Disponible en República Dario ed Online: <https://www.larepublica.co/economia/colombia-se-deben-construir-32-millones-de-vivienda-en-la-siguiente-decada-camacol-2902162>

mares, ríos u otro tipo de fuentes hídricas, también sobre los ecosistemas, y es a lo que se quiere impedir.<sup>36</sup>

De igual manera, lo que se considera basura (plástico desechado), se puede convertir en un insumo indispensable, en la elaboración de bloques o ladrillos, elaborados con plástico, y así contribuir a la sociedad, y a reducir el número de personas no tienen vivienda propia y que asciende al 37%, mientras tanto, tan solo un 45% cuenta con vivienda propia.<sup>37</sup>

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede concluir que el enfoque futurista es el uso de plástico para la industria, es por ello que algunas empresas en Colombia han proyectado el uso de materiales plásticos (bloques PET) para la construcción y han expuesto los beneficios en costo - tiempo que estos ofrecen en los proyectos de vivienda. Estudios afirman que la descomposición de un bloque plástico puede durar aproximadamente 500 años, y su elaboración es hecha a base de material reciclable, el cual se encuentra por grandes cantidades debido a que es proporcional al aumento de habitantes, lo que permite un beneficio para los acreedores de las viviendas y para las constructoras.

---

<sup>36</sup> GARCIDUEÑAS, P. Conoce los ladrillos hechos de plástico reciclado.2016. Disponible en Expok comunicación de sostenibilidad y rse: <https://www.expoknews.com/conoce-los-ladrillos-hechos-de-plastico-reciclado/>

<sup>37</sup> CALI CREATIVA. Homecell: ladrillos reciclados y ecológicos tipo LEGO.2018. Disponible en Cali Creativa: <http://calicreativa.com/homecell-ladrillos-ecologicos-lego/>

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

En el presente proyecto de investigación, se llevó a cabo el estudio preliminar, la recolección de datos, el análisis de los mismos y toda la temática que enmarcó el proyecto en general; por lo cual, este proyecto de investigación permitió realizar un estudio comercial para la utilización de bloques hechos de plástico reciclado en Colombia, requiriendo de una metodología basada en un análisis cuantitativo y cualitativo. Lerma, H., en el libro Metodología de la investigación aclara que “El diseño metodológico debe completarse en el proyecto, con el fin de detallar cómo se llevará a cabo la investigación, describiendo al detalle: la forma de recolectar la información con sus respectivos instrumentos (formatos, formularios, entrevistas, entre otros)”<sup>38</sup> por lo que fue conveniente establecerlos antes de la formulación del proyecto con el fin fomentar y crear anticipadamente las herramientas que ayudaron a cumplir los objetivos inicialmente propuestos; por lo tanto en la obtención de esta viabilidad económica y ambiental se utilizaron inicialmente los conocimientos previos de la problemática ambiental que se está viviendo actualmente para finalmente realizar un análisis general en donde se logró demostrar que un bloque hecho en plástico además de solucionar una necesidad y contribuir al medio ambiente genera una utilidad en los productores del mismo.

---

<sup>38</sup> LERMA, H. Metodología de la Investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto. Bogotá D.C. 2009. Ecoe Ediciones.

De acuerdo con esto el trabajo de grado tuvo las siguientes fases:

1. Identificación del problema y planteamiento de la idea de investigación.
2. Visitas técnicas a las empresas que producen el plástico y en las visitas se generará una entrevista de información general del tema a desarrollar.
3. Reconocimiento técnico detallado de un bloque hecho de plástico.
4. Análisis y comparación de la información existente con la recolectada.
5. Sistematización de la información.
6. Resultados.
7. Informe final

### **3.2 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS**

Para la obtención de la información necesaria para realizar esta investigación se utilizaron las siguientes herramientas de recolección de información.

#### **3.2.1 Utilización de documentos**

La documentación requerida está estrechamente relacionada con el proyecto de elaboración de bloques PET en donde especifica todas las características físicas y mecánicas de los mismos. Se utilizó información digital e información física entregada por las empresas a las que se les realizó la visita.

### 3.2.2 Entrevistas

Se realizaron varias entrevistas al personal técnico de las empresas que elaboran estos bloques en Colombia.

### 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objetivo son las constructoras de la ciudad de Villavicencio, debido a que por sus proyectos de infraestructura requieran de la compra de materiales, en esta oportunidad ladrillos y bloques de residuos sólidos de plástico.

Dentro de las constructoras en la ciudad, se encuentra las diez principales: Grupo Kabbir S.A.S, Jotarco Arquitectura y Construcción, Grupo Constructor JyL S.A.S, Aeb Ingenieria Civil, Mae Construcciones, Sant construcciones y remodelaciones, Construcciones Pinzón&pinzón, Arquitecto Proyectos Sostenibles, Arquitectura & diseño dti y Drc Construcciones<sup>39</sup>, todas ellas son dedicadas a la construcción de proyectos urbanísticos, diseños arquitectónicos y realización de obras, para clientes naturales, del sector público o privado.

---

<sup>39</sup> Empresas Habitissimo. Empresas de Construcción Villavicencio.Villavicencio-Meta. 2019. Disponible en Empresas Habitissimo: <https://empresas.habitissimo.com.co/construccion/meta/villavicencio>

### **3.4 ALCANCES Y DELIMITACIONES**

El presente trabajo, plantea una alternativa sostenible, para reemplazar los bloques de concreto y ladrillos de arcilla, por bloques hechos a base de residuos sólidos de plástico, como materia prima para las constructoras de la ciudad de Villavicencio. La investigación abarca los tiempos y costos de construir proyectos con plásticos reciclados con metodología BIM, y el análisis económico con respecto a la implementación de una nueva alternativa ecológica para sustituir los bloques de cemento.

#### **3.4.1 Alcances**

De acuerdo a lo anterior, en la idea principal del proyecto de grado planteado, se tiene como finalidad lo siguiente:

- Indagar en las empresas recicladoras y procesadoras acerca de todas las características y aspectos técnicos del material en materia prima y estado final.
- Mostrar los beneficios económicos que trae construir con bloques plásticos reciclados.
- Diseñar una construcción bajo la metodología BIM con el fin de realizar un modelo comparativo de costos vs tiempo con respecto al ladrillo convencional y el ladrillo de plástico reciclado.



### 3.6 PRESUPUESTO

Tabla  
Presupuesto del proyecto de Investigación

7.

	CANTIDAD		COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>1. BIENES</b>				
<b>Materiales de escritorio</b>				
Lapiceros	12	UNIDAD	1,2	14,4
Borradores	6	UNIDAD	500	3
Agenda	1	UNIDAD	25	25
<b>Equipo</b>				
Computador Portátil	1	UNIDAD	1,100,000	1,100,000
<b>2. SERVICIOS</b>				
Fotocopias de material bibliográfico	10	SEMANAL	100	1
Impresiones	20	SEMANAL	300	6
Transporte	2	SEMANAL	50	100
Alimentación	15	SEMANAL	7	105
<b>3. PERSONAL NECESARIO</b>				
Ingeniero Civil o profesional en obras	4	HORA	30	120
Especialista en normas	4	HORA	25	100
<b>TOTAL DE PRESUPUESTO SEMANAL</b>				<b>1,574,400</b>
<b>EL PROYECTO TIENE UNA DURACIÓN DE 12 SEMANAS</b>				<b>5,534,400</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>7,108,800</b>

Fuente: Elaboración propia

## 4 PRODUCTOS A ENTREGAR

### 4.1 DISEÑOS PRELIMINARES

Entre los entregables se tuvieron en cuenta: la revisión de la literatura, como una de las técnicas para la recolección de la información, al igual que las entrevistas, entre ambos se espera tener una mejor perspectiva de como los bloques de residuos sólidos de plásticos, pueden ser una alternativa sostenible para darle vida nuevamente a la gran cantidad de productos plásticos desechados por la industria del plástico y que muchas veces van a terminar en fuentes hídricas y diversos ecosistemas.

Dentro de la revisión de la literatura, se enumeran los capítulos: 8; Gestión de los Costos del proyecto; Gestión de la Calidad del Proyecto; Gestión de los Riesgos del Proyecto, todos de la Guía PMBOK quinta edición, y los cuales permiten estructurar el proyecto en base a este estándar para la dirección de proyectos y de esta manera, consolidar los resultados esperados.

Otro entregable, como parte de la revisión de la literatura es la presentación de los resultados BIM (Building Information Modeling), toda vez que es útil para, comprender la ejecución de un proyecto y su desarrollo a lo largo del ciclo de vida, facilitando su monitoreo, y por ende reduce los costes de operación.

Se realiza un análisis de costos y tiempos al implementar el material plástico como materia prima de bloques PET en diferentes proyectos aplicando la metodología BIM.

Los anteriores entregables, sirven como punto de partida para la realización del estudio de pre y factibilidad del proyecto, con miras a analizar su rentabilidad y retorno de la inversión.

## 4.2 RESULTADOS BIM

### 4.2.1 MODELOS AUTOCAD

Como punto de partida, se realizan los diseños preliminares de los respectivos proyectos, para este caso se realizan diseños preliminares de una casa de 68.10 m<sup>2</sup>, oficina de 72 m<sup>2</sup> y bodega de 1.102 m<sup>2</sup>. Se hacen los diseños tanto para construcciones convencionales, como construcciones con el sistema de bloque plástico (brickarp).

#### 4.2.1.1 Casa 68m<sup>2</sup>

Proyecto de vivienda en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 68.10 m<sup>2</sup>, el cual consta de 2 habitaciones, sala comedor, cocina, 1 baño y patio de ropas.

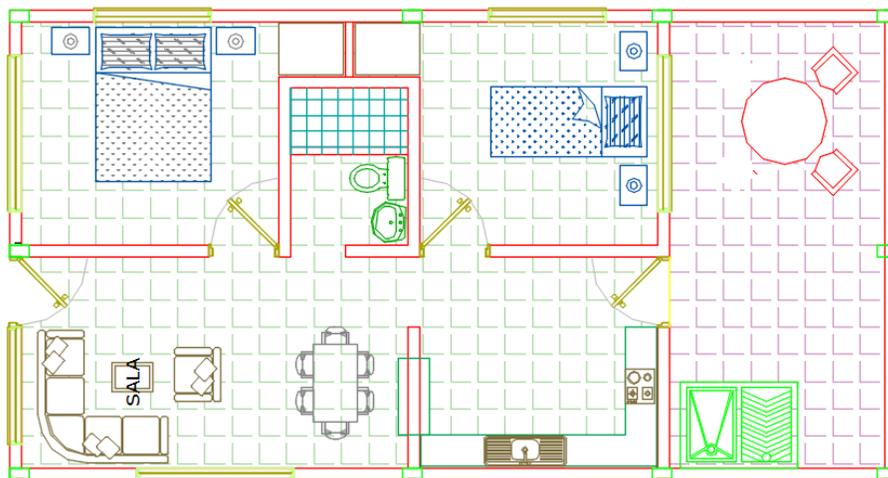


Ilustración 5. Plano de planta arquitectónico Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.1.1 . DISEÑOS CASA PLASTICO RECICLADO.

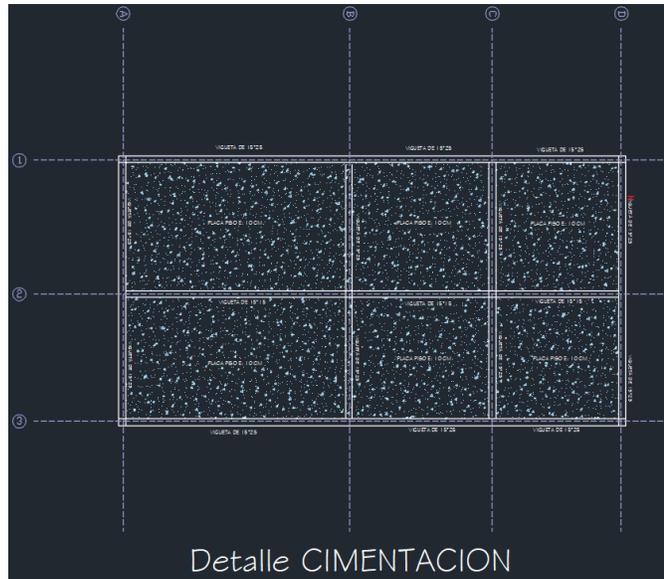


Ilustración 6. Detalle de Cimentación Casa plástico reciclado Fuente: Elaboración propia

Cimentación de placa contra piso sin zapatas, debido a que el sistema de bloque plástico reciclado su carga muerta es menor y no necesita de grandes cimentaciones.

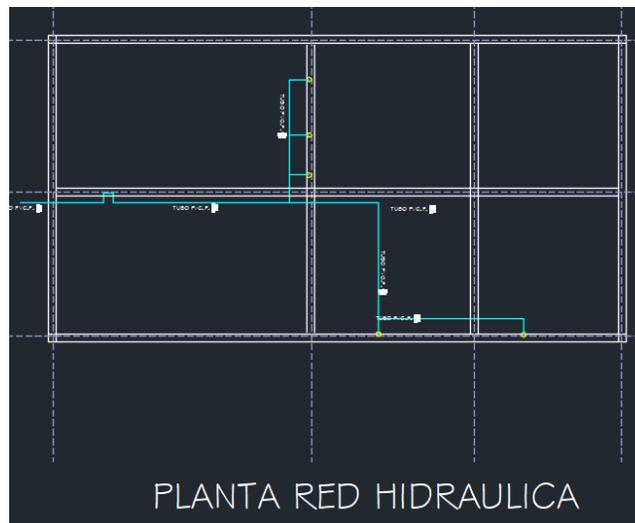


Ilustración 7. Plano Planta red hidráulica Fuente: Elaboración propia

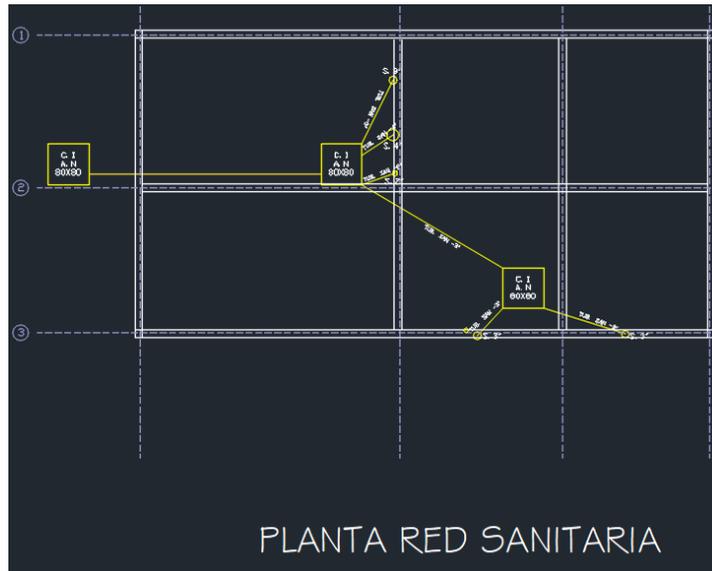


Ilustración 8. Plano red Sanitaria Fuente: Elaboración propia

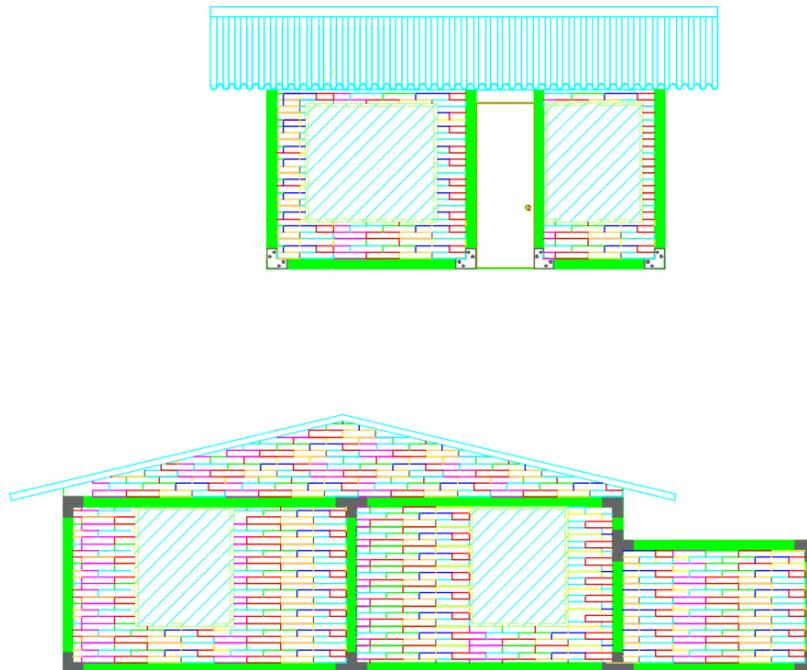


Ilustración 9. Detalle de Fachadas Fuente: Elaboración propia

Sistema constructivo de bloque plástico reciclado brickarp, es un sistema modular de vigas, columnas y bloque en plástico reciclado de fácil instalación, no requiere de morteros de pega en sus juntas, basta con ensamblar uno con otro.

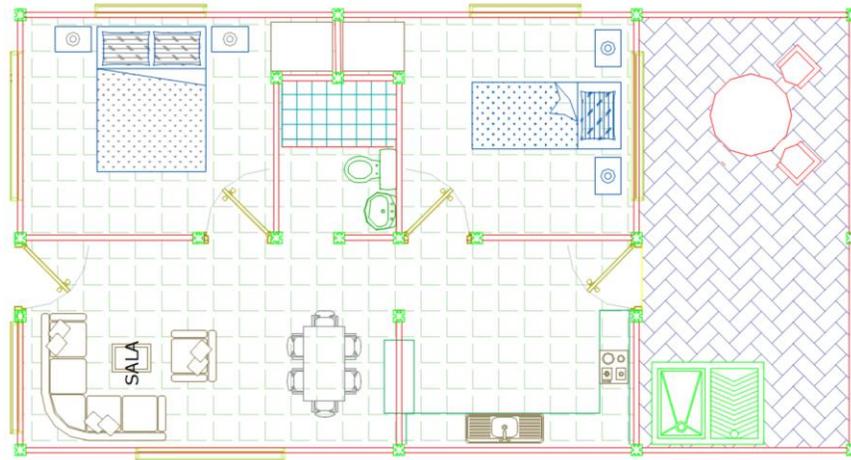


Ilustración 10. Planta Arquitectónica Fuente: Elaboración propia

Al ser el bloque plástico de solo 7 cm de espesor, genera una mayor amplitud en el hogar, comparándolo con los muros convencionales de 12 a 14 cm de espesor.

#### 4.2.1.1.2 DISEÑOS CASA CONSTRUCCION TRADICIONAL

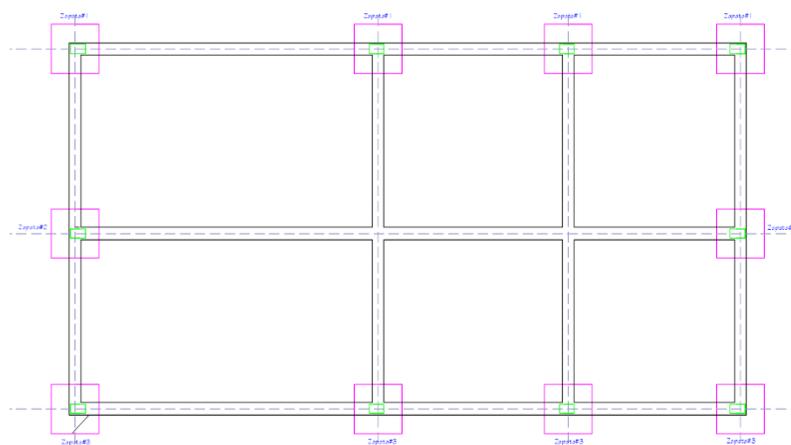


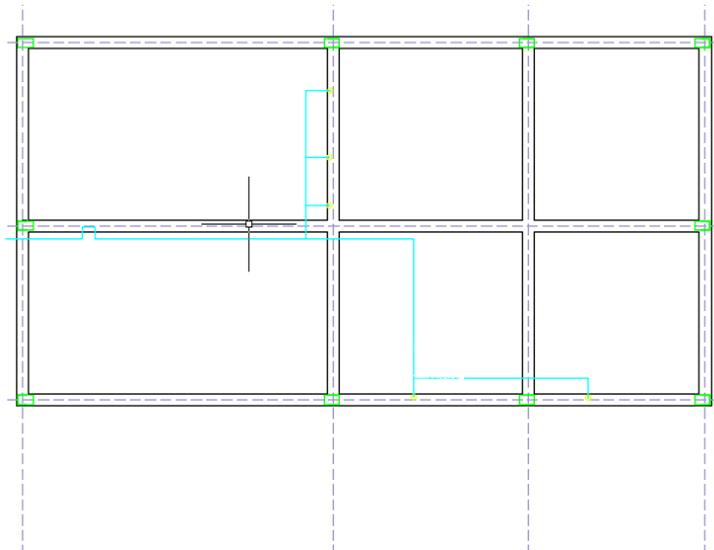
Ilustración 11. Plano Arquitectónico Fuente: Elaboración propia

# Detalle y Despiece Zapatas

CUADRO DE ZAPATAS						
Zapata	AxB	H	Refuerzo	Unidades	Ref. Superior	Ref. Inferior
Zapata#01	0,8x0,8	0,40	4 # 510 c./0,20	04		
Zapata#02	0,8x0,8	0,40	4 # 510 c./0,20	02		
Zapata#03	0,8x0,8	0,40	4 # 510 c./0,20	04		

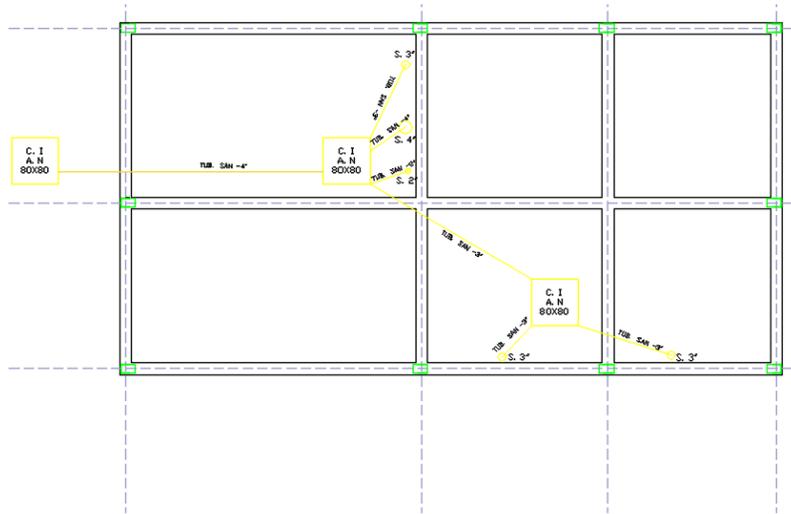
Ilustración 12. Despiece de Zapatas Fuente: Elaboración propia

Cimentación de construcción tradicional, zapatas, pedestales, vigas y columnas.



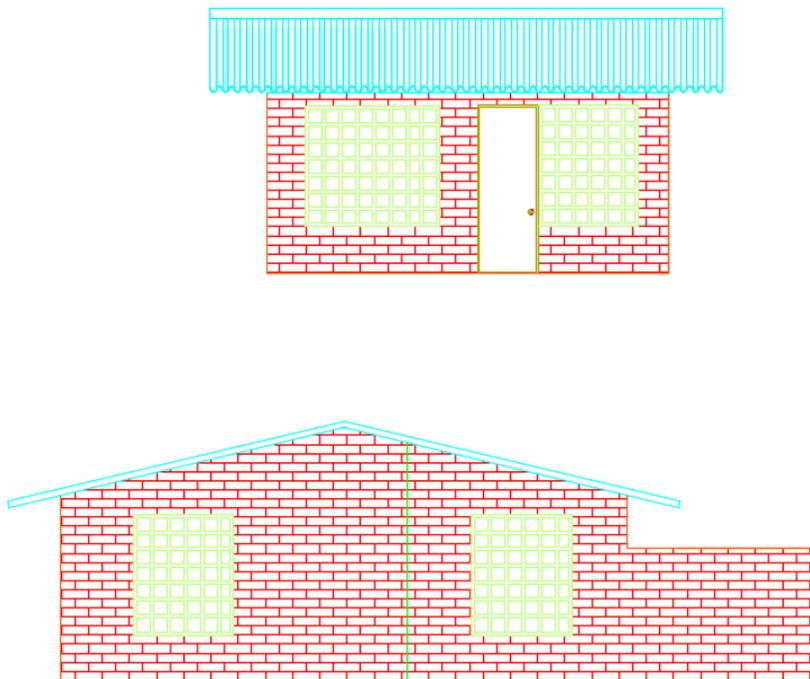
## PLANTA RED HIDRAULICA

Ilustración 13. Plano red hidráulica Fuente: Elaboración propia



## PLANTA RED SANITARIA

*Ilustración 14. Plano Red Sanitaria Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 15. Detalles de Fachada Fuente: Elaboración propia*

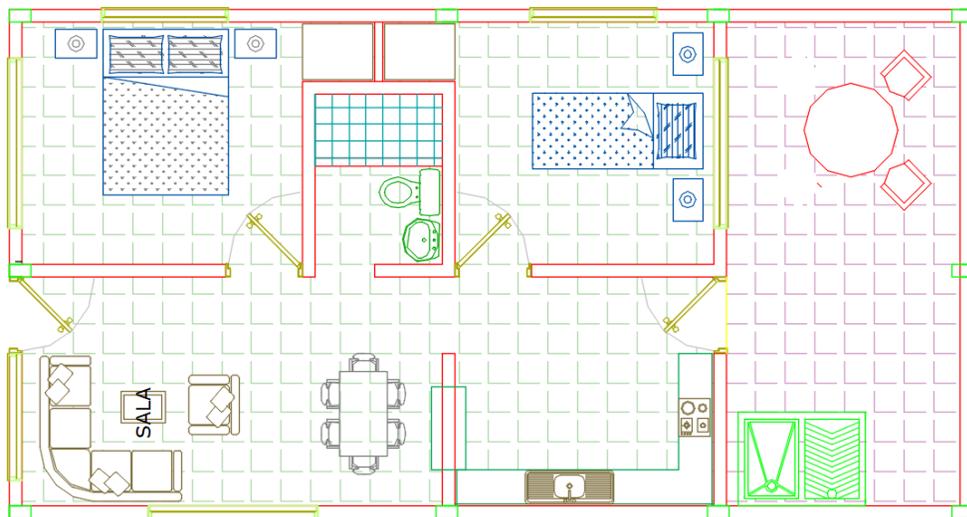


Ilustración 16. Planta Arquitectónica Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.2 OFICINA 72 m<sup>2</sup>

Proyecto de oficina en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 72 al interior de una bodega de 1.102 m<sup>2</sup>. Consta de 3 áreas de trabajo, recepción, baño, cocina, sala de espera.

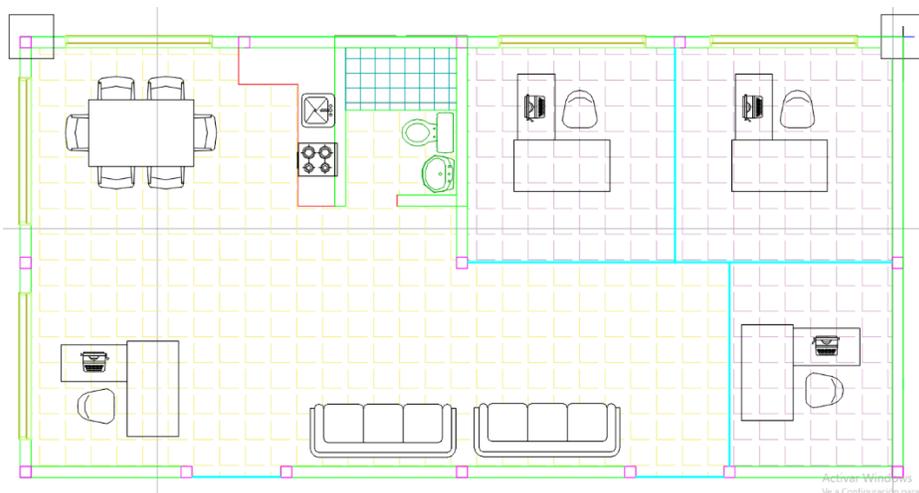


Ilustración 17. Planta Arquitectónica Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2.1 DISEÑOS OFICINA CON BLOQUE PLASTICO RECICLADO

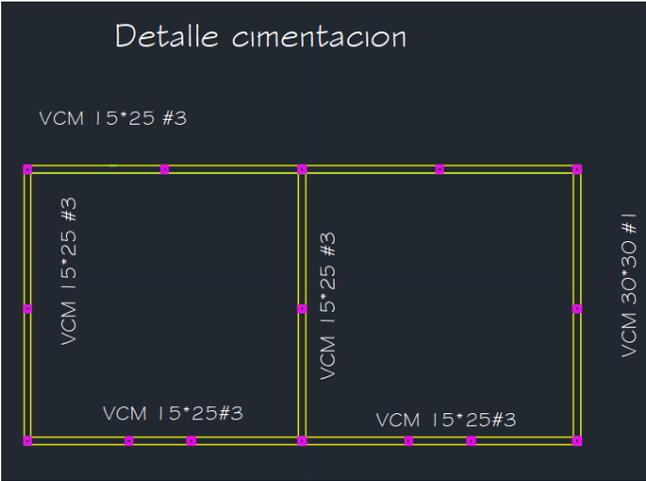


Ilustración 18. Cimentación Fuente: Elaboración propia

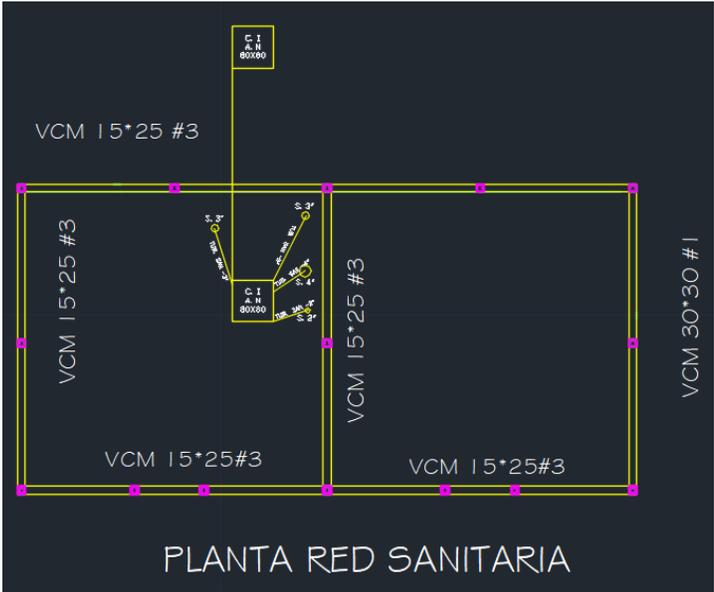


Ilustración 19. Planta red Sanitaria Fuente: Elaboración propia

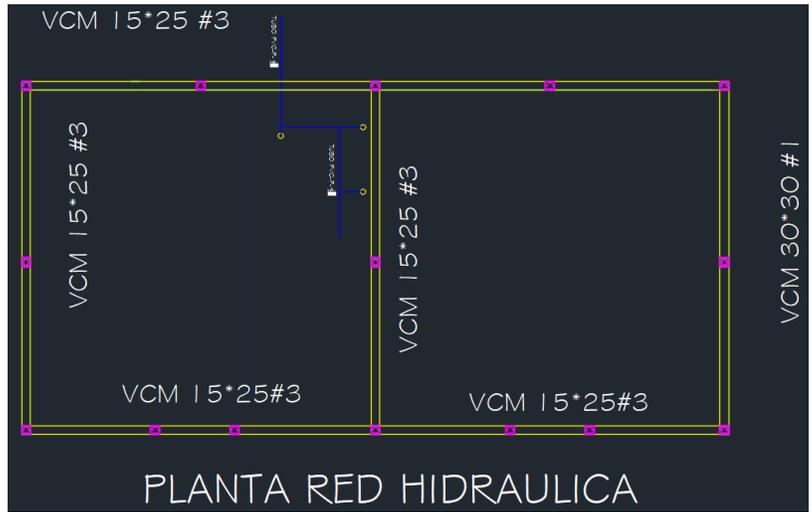


Ilustración 20. Planta red Hidráulica Fuente: Elaboración propia

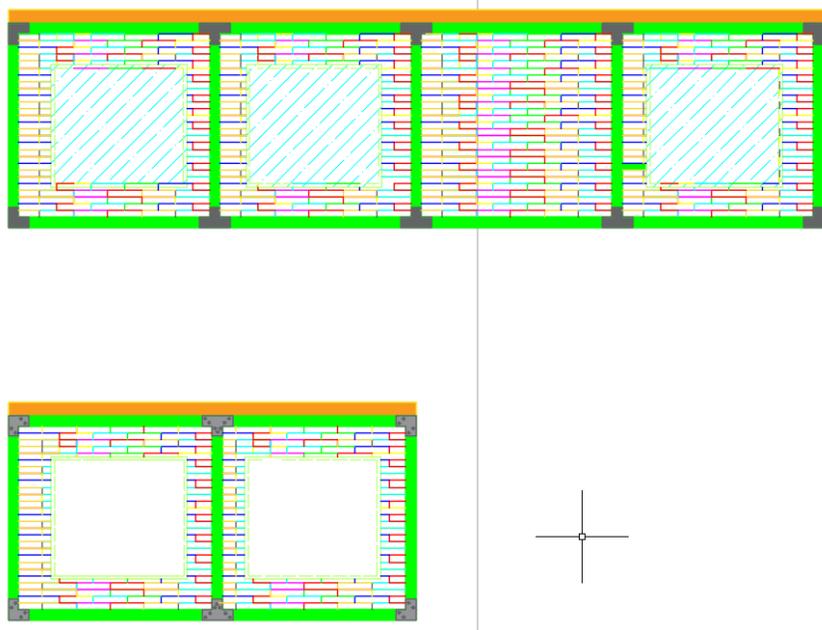


Ilustración 21. Detalle de Fachadas Fuente: Elaboración propia



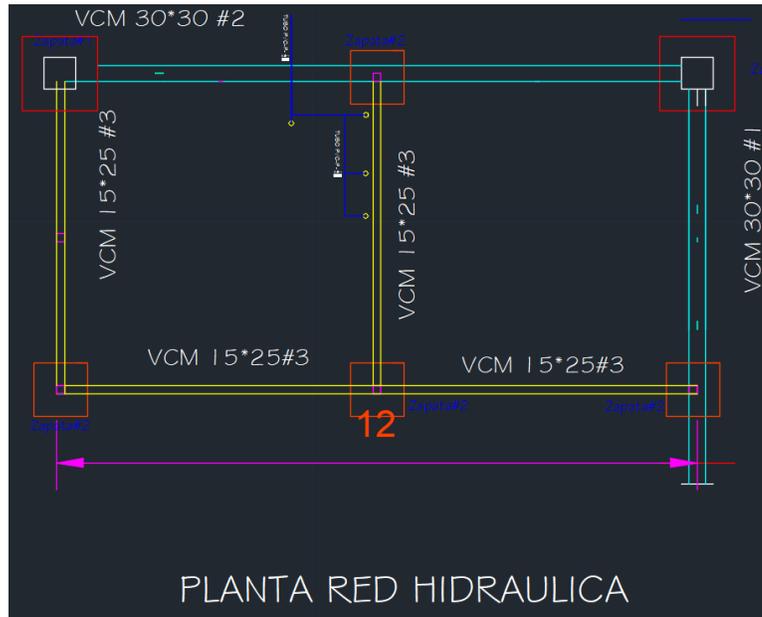


Ilustración 24. Planta red Sanitaria Fuente: Elaboración propia

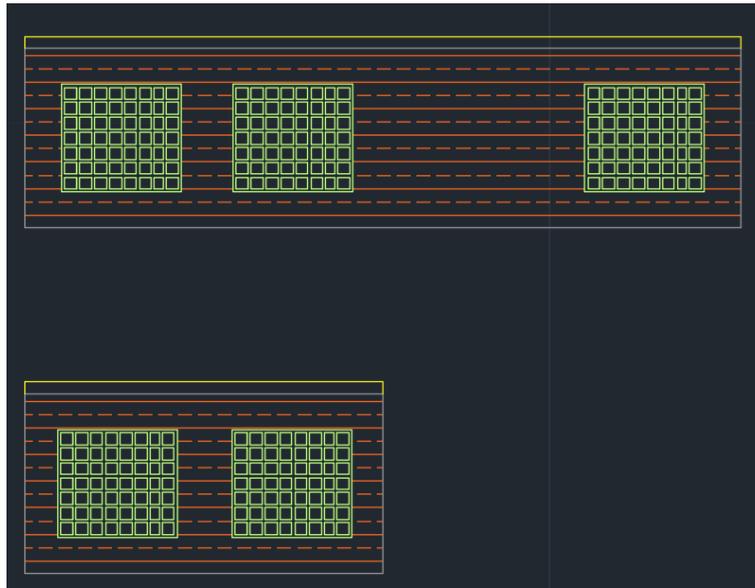


Ilustración 25. Detalles de fachada Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.3 BODEGA 1.102 m<sup>2</sup>

Proyecto de bodega en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 1.102 m<sup>2</sup> con oficina incluida (diseño oficina anterior).

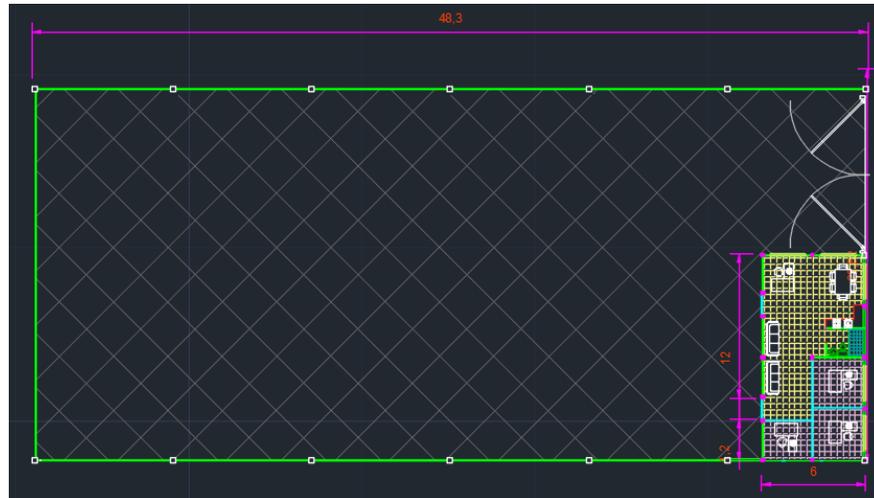


Ilustración 26. Planta Arquitectónica Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.3.1 DISEÑO BODEGA CONSTRUCCION BLOQUE PLASTICO

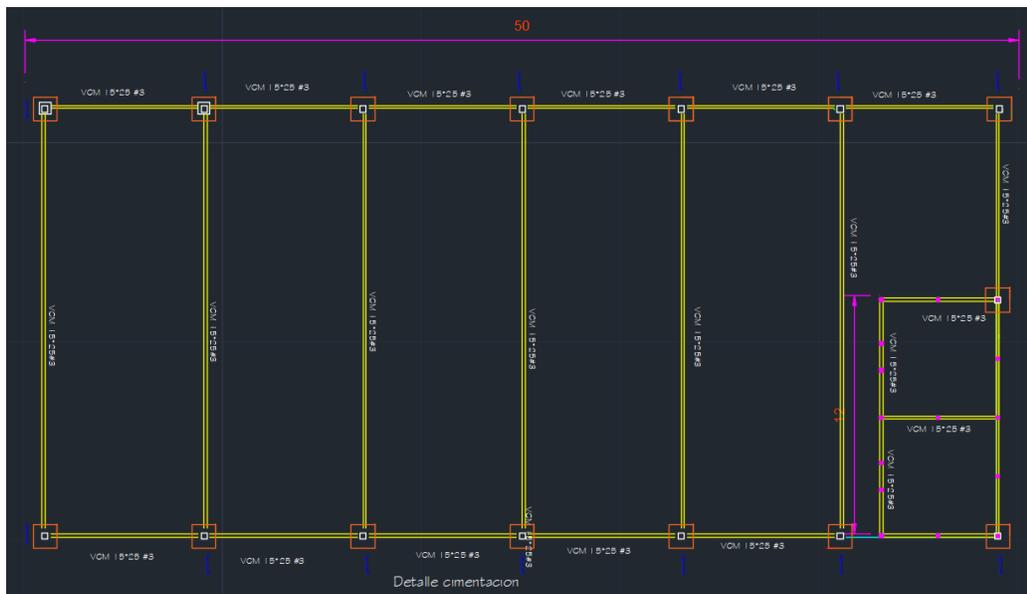


Ilustración 27. Plano arquitectónico Fuente: Elaboración propia

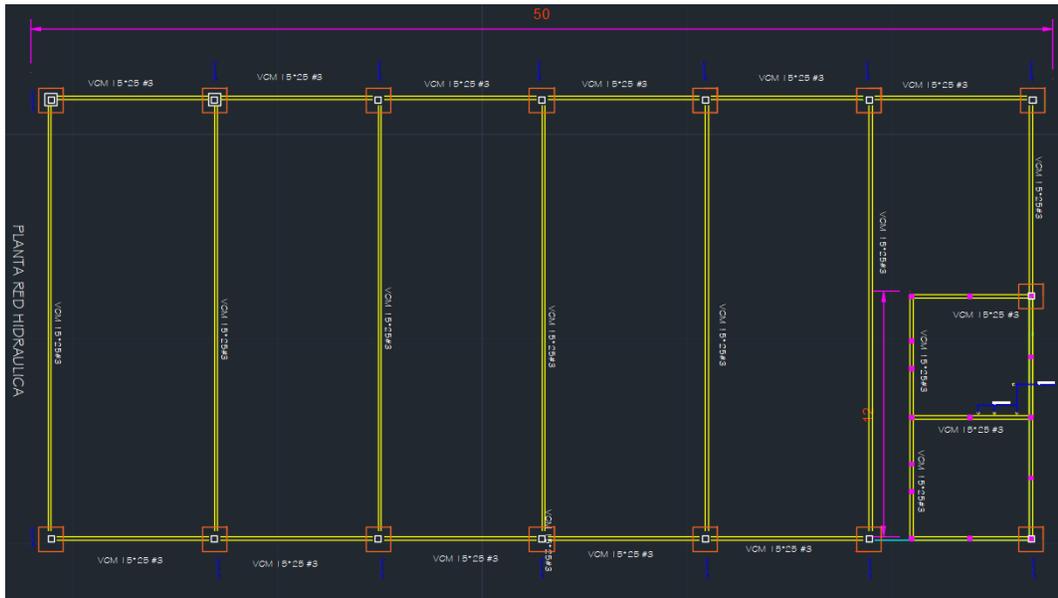


Ilustración 28. Planta red sanitaria Fuente: Elaboración propia



Ilustración 29. Planta red Sanitaria Fuente: Elaboración propia

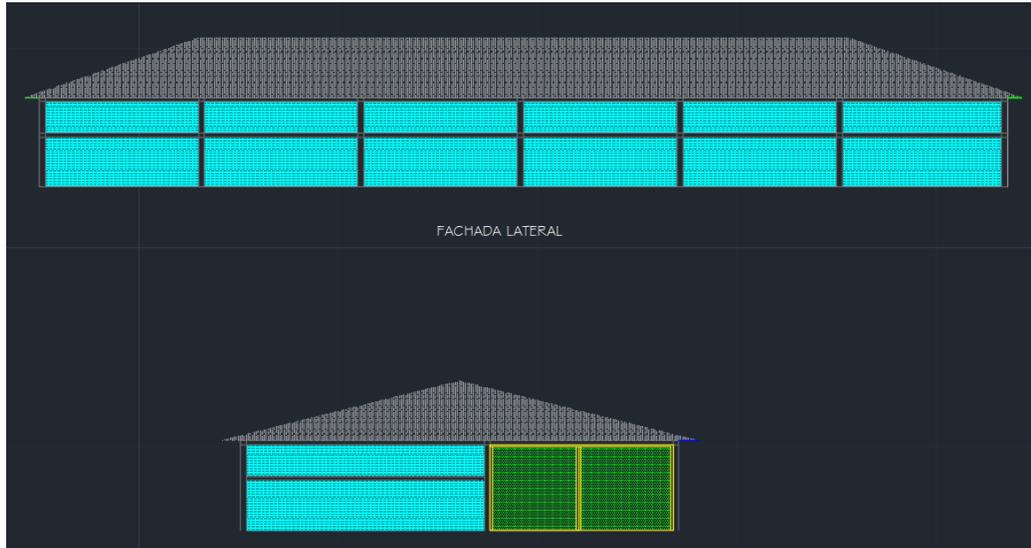


Ilustración 30. Detalles de Fachada Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.3.2 DISEÑO BODEGA CONSTRUCCION TRADICIONAL

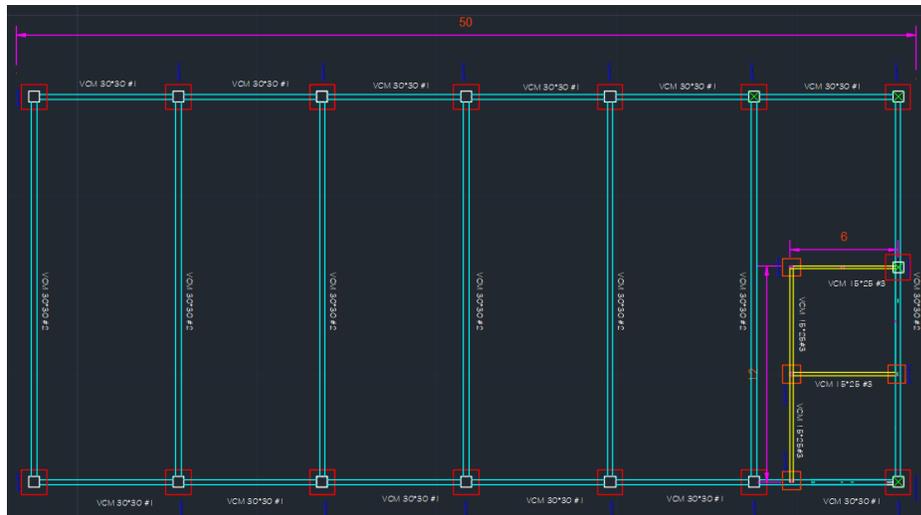


Ilustración 31. Detalle de zapatas Fuente: Elaboración propia

# Detalle y Despiece Zapatas

CUADRO DE ZAPATAS						
Zapata	AxB	H	Refuerzo	Unidades	Ref. Superior	Ref. Inferior
Zapata#01	1.4x1.4	0.40	4 # 510 c./0.15	15		
Zapata#02	1.0x1.0	0.40	4 # 510 c./0.20	04		

Ilustración 32. Despiece de Zapatas Fuente: elaboración propia

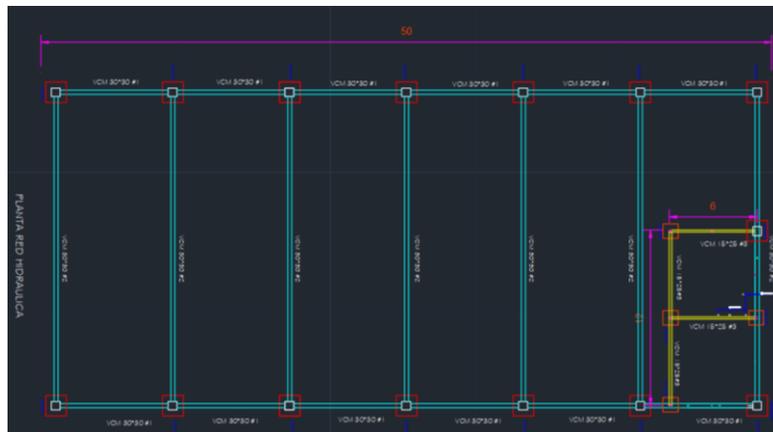


Ilustración 33. Planta Red Hidráulica Fuente: Elaboración propia

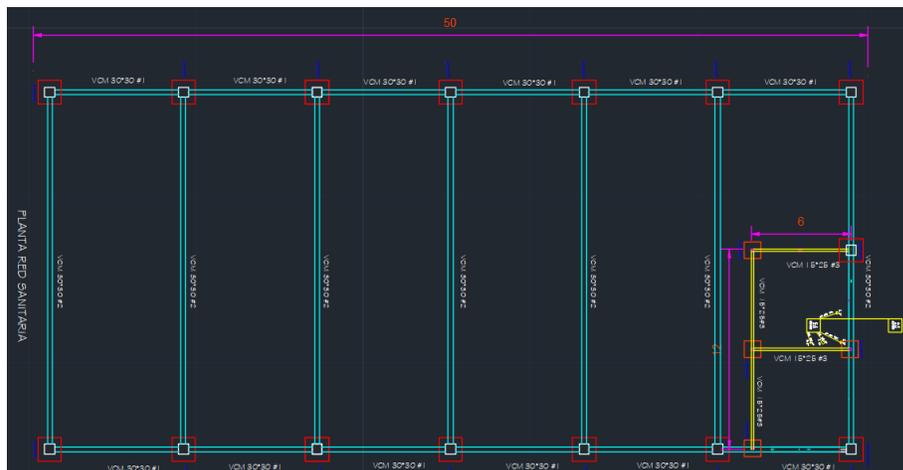
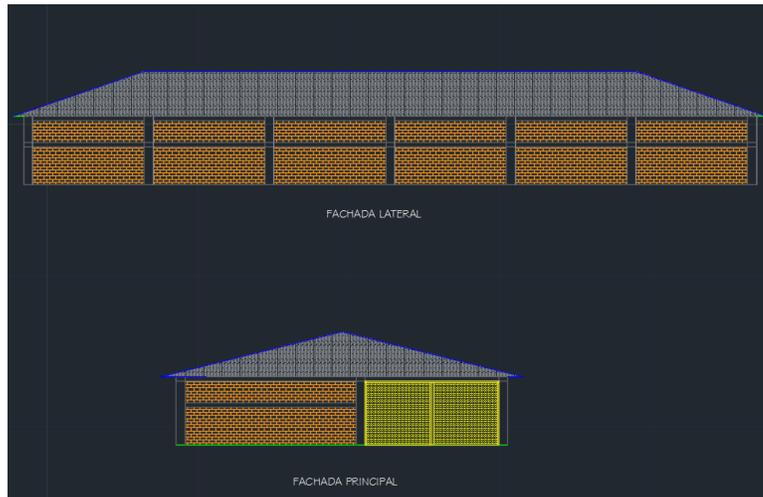


Ilustración 34. Planta red Sanitaria Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 35. Detalle de Fachada Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.2 INFORMACION GEOMETRICA (REVIT)

Como segundo paso, se realizan los diseños de los respectivos proyectos modelados en 3D (REVIT), se desarrollan diseños de una casa de 68.10 m<sup>2</sup>, oficina de 72 m<sup>2</sup> y bodega de 1.102 m<sup>2</sup>. Para este caso se hacen los diseños tanto para construcciones convencionales, como construcciones con el sistema de bloque plástico (brickarp).

##### 4.2.2.1 CASA DE 68.10 M<sup>2</sup>



*Ilustración 36. Revit de fachada casa con material tradicional Fuente: Elaboración propia*

Proyecto de vivienda en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 68.10 m<sup>2</sup>, el cual consta de 2 habitaciones, sala comedora, cocina, 1 baño y patio de ropas.

#### 4.2.2.1.1 DISEÑO CASA CONSTRUCCION BLOQUE PLASTICO



*Ilustración 37. Revit fachada casa con ladrillo plástico Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 38. Revit parte trasera casa con ladrillo plástico Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 39. Revit interior casa con ladrillo plástico Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.2.1.2 DISEÑO CASA CONSTRUCCION TRADICIONAL



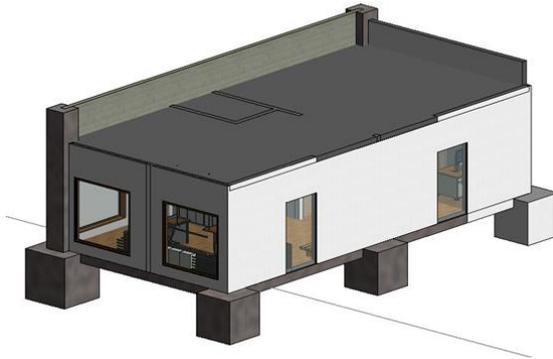
*Ilustración 40. Revit fachada casa con material tradicional Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 41. Revit interior casa con material tradicional Fuente: Elaboración propia*

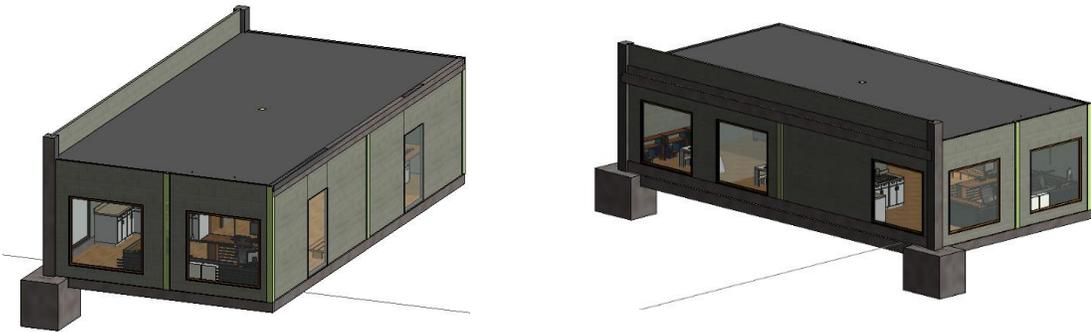
#### 4.2.2.2 OFICINA 72 m<sup>2</sup>

Proyecto de oficina en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 72 al interior de una bodega de 1.102 m<sup>2</sup>. Consta de 3 áreas de trabajo, recepción, baño, cocina, sala de espera.

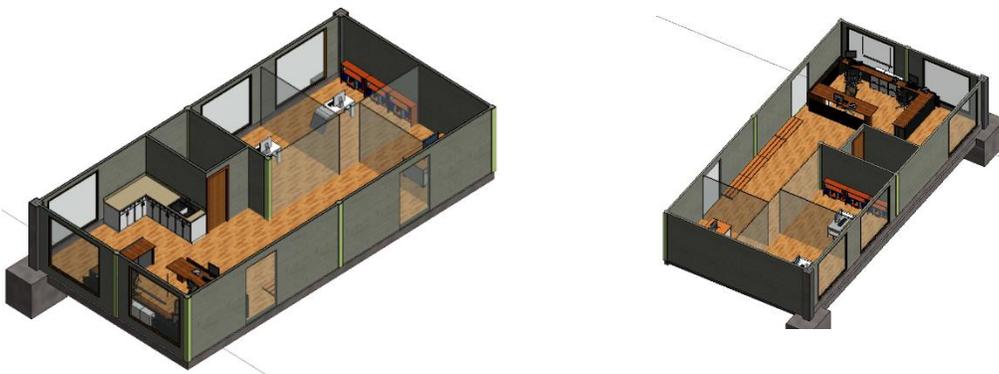


*Ilustración 42.Revit fachada oficina con material tradicional Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.2.2.1 DISEÑO OFICINA CONSTRUCCION BLOQUE PLASTICO RECICLADO



*Ilustración 43.Revit Fachada Oficina con material plástico Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 44.Revit de interior oficina con material plástico Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.2.2 DISEÑO OFICINA CONSTRUCCION TRADICIONAL

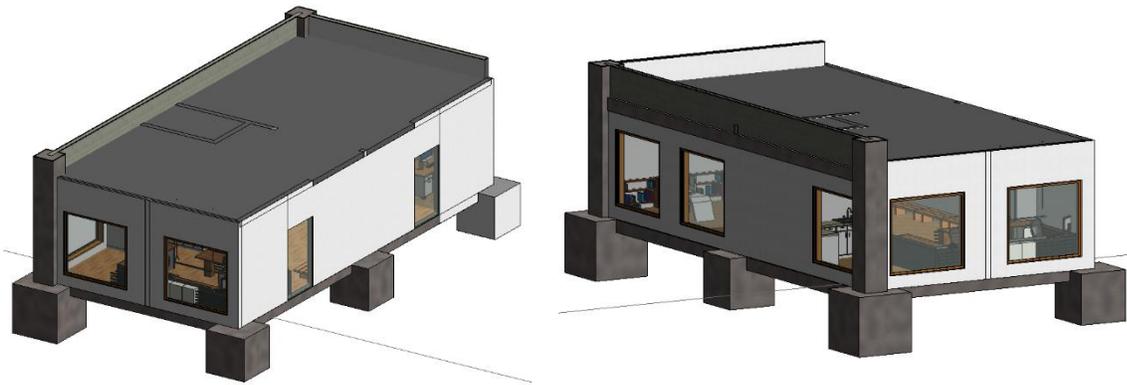


Ilustración 45. Revit oficina con material tradicional Fuente: Elaboración propia

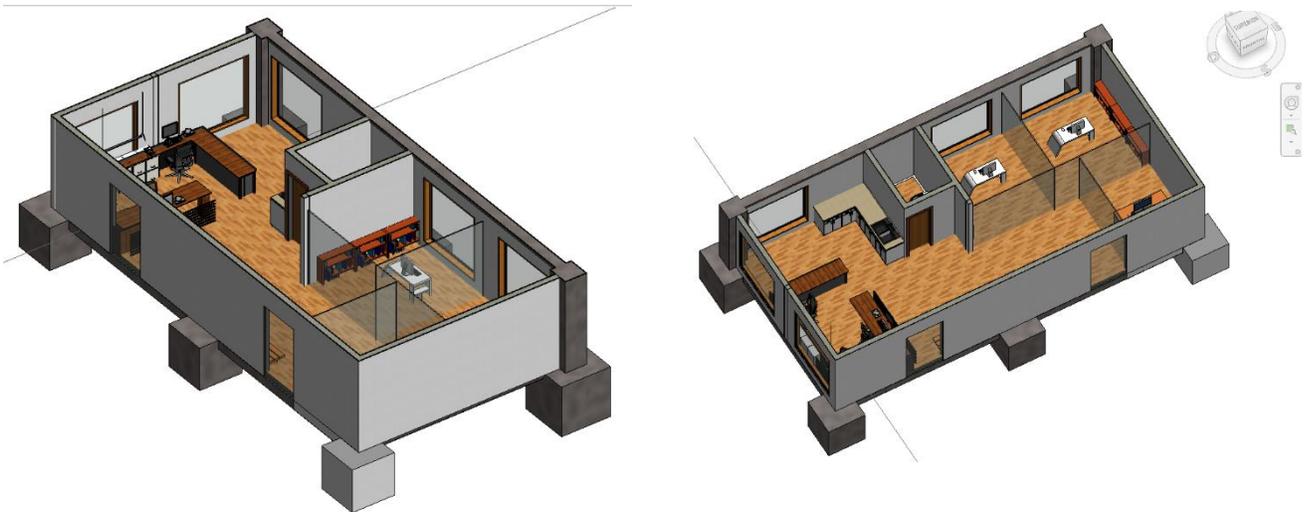


Ilustración 46. Revit de interior Oficina con material tradicional Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.3 BODEGA CON OFICINA DE 1.102 M2

Proyecto de bodega en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 1.102 m<sup>2</sup> con oficina incluida (diseño oficina anterior).

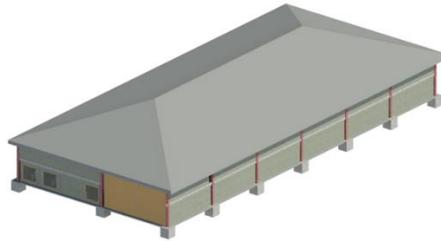


Ilustración 47.Revit Bodega Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.3.1 DISEÑO BODEGA CONSTRUCCION BLOQUE PLASTICO RECICLADO



Ilustración 48.Revit Fachada de Bodega con material plástico Fuente: Elaboración propia

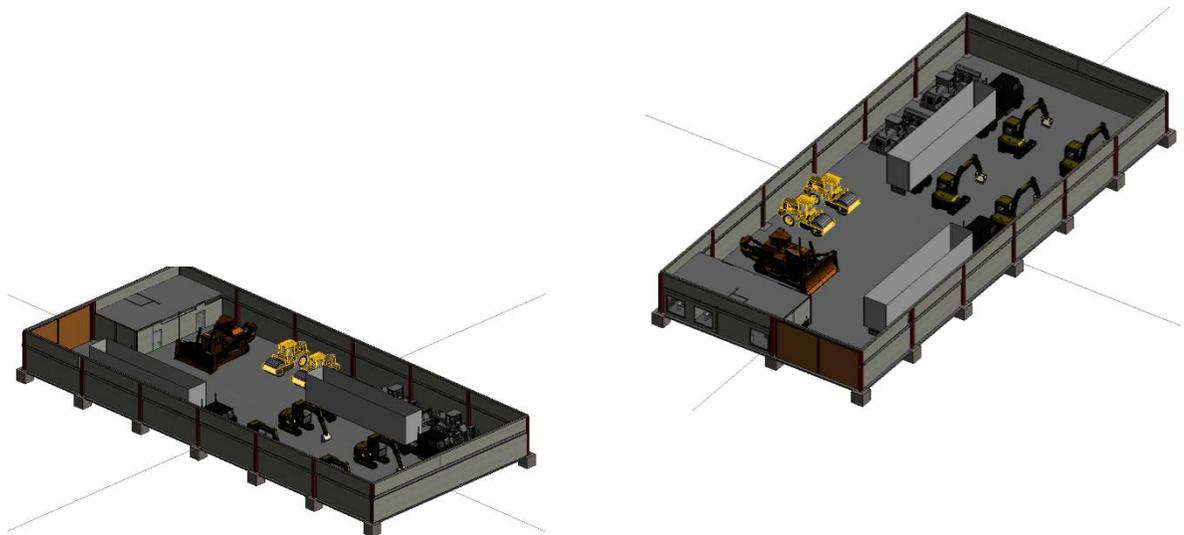


Ilustración 49.Revit Interior bodega con material plástico Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.3.2 DISEÑO BODEGA CONSTRUCCION TRADICIONAL



Ilustración 50.Revit Fachada Bodega material tradicional Fuente: Elaboración propia

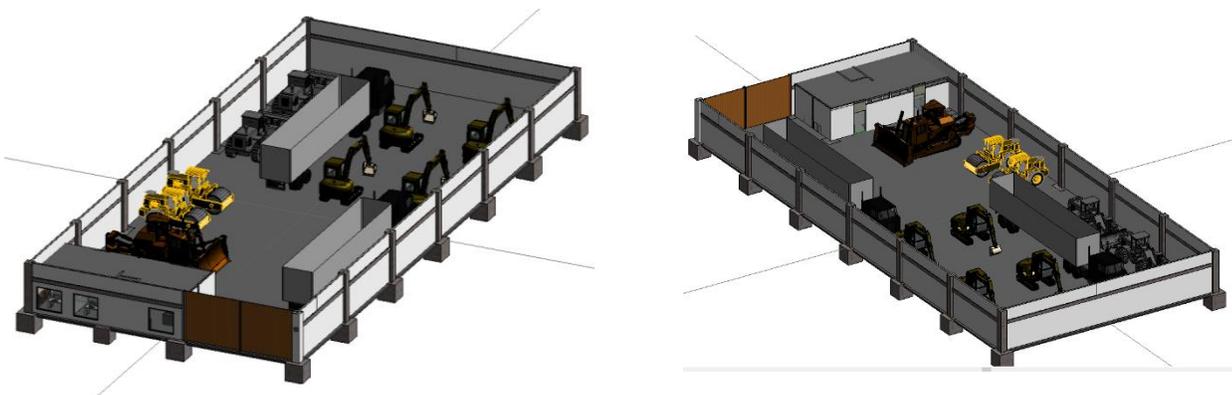


Ilustración 51.Revit Interior Bodega en material tradicional Fuente: Elaboración propia

### 4.3 COMPARATIVO DE COSTOS Y TIEMPO

A continuación, se exponen los diferentes costos implementados en la construcción de una casa de 68m<sup>2</sup>, una bodega y una oficina con material tradicional y material de plástico.

### 4.3.1 Casa de 68m<sup>2</sup>

Proyecto de vivienda en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 68.10 m<sup>2</sup>, el cual consta de 2 habitaciones, sala comedora, cocina, 1 baño y patio de ropas.

#### 4.3.1.1 Casa construida con ladrillo plástico reciclado

Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Costo
	<b>CASA PLASTICO</b>	42 días?	vie 28/02/20	lun 27/04/20		\$70.839.965
	▸ COSTOS DIRECTOS	1 día?	jue 9/04/20	jue 9/04/20		\$0
	▸ PRELIMINARES	3 días	mié 8/04/20	vie 10/04/20		\$1.549.999
	▸ LOCALIZACION Y REPLANTEO	1 día	jue 9/04/20	jue 9/04/20		\$185.981
	▸ CIMENTACION	4 días	jue 9/04/20	mar 14/04/20		\$5.345.646
	▸ ESTRUCTURAS EN PLASTICO	6 días	jue 9/04/20	jue 16/04/20		\$17.481.440
	▸ REDES DE SUMINISTRO	10 días	mar 14/04/20	lun 27/04/20		\$251.327
	▸ REDES DE EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES	5 días	vie 10/04/20	jue 16/04/20		\$380.239
	▸ INSTALACIONES ELECTRICAS	2 días	vie 17/04/20	lun 20/04/20		\$1.875.594
	▸ MAMPOSTERÍA	2 días	mié 15/04/20	jue 16/04/20		\$6.317.156
	▸ BASES, PISOS Y ENCHAPES	7 días	mié 15/04/20	jue 23/04/20		\$6.209.209
	▸ CUBIERTAS Y CIELO RASOS	6 días	jue 16/04/20	jue 23/04/20		\$6.097.168
	▸ CARPINTERÍA METÁLICA	1 día	lun 20/04/20	lun 20/04/20		\$1.295.800
	▸ CARPINTERÍA DE MADERA	1 día	lun 20/04/20	lun 20/04/20		\$1.267.986
	▸ APARATOS Y EQUIPOS SANITARIOS	1 día	lun 20/04/20	lun 20/04/20		\$582.420
	▸ METODOLOGIA BIM	30 días	vie 28/02/20	jue 9/04/20		\$22.000.000

Ilustración 52. Costos y tiempo implementados en la elaboración de una casa con ladrillo de plástico reciclado de 68m<sup>2</sup> Fuente: Elaboración propia

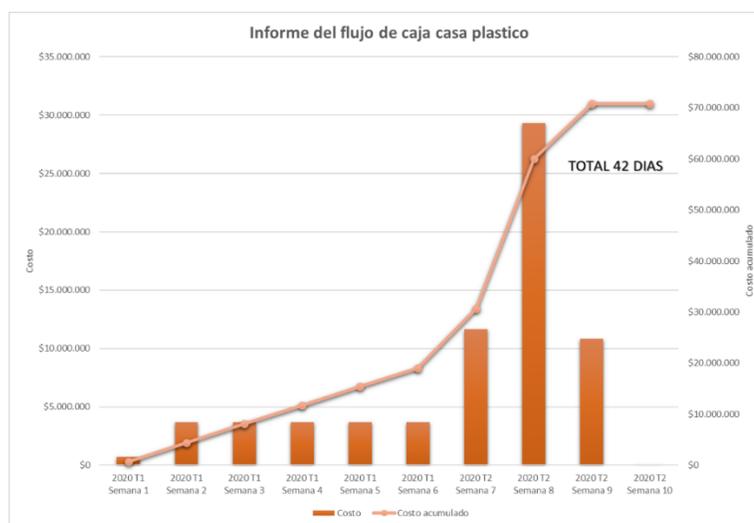


Ilustración 53. Gráfica de informe de flujo en casa de ladrillo plástico reciclado Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.2 Casa construida con ladrillo tradicional

Un proyecto de casa de plástico reciclado en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 68.10 m<sup>2</sup> y las siguientes especificaciones.

- Sistema constructivo: plástico reciclado (brickarp)
- Duración construcción: 12 días.
- Duración proyecto: 42 días.
- Costo proyecto: \$83.591.158

Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Costo
	CASA TRADICIONAL DE 68.10 m <sup>2</sup>	64 días?	vie 21/02/20	mié 20/05/20		\$125.532.166
	COSTOS DIRECTOS	64 días	vie 21/02/20	mié 20/05/20		\$106.383.191
	PRELIMINARES	1 día	vie 3/04/20	vie 3/04/20		\$1.549.999
	LOCALIZACION Y REPLANTEO	1 día	jue 2/04/20	jue 2/04/20		\$185.981
	CIMENTACION	9 días	lun 6/04/20	jue 16/04/20		\$7.607.960
	ESTRUCTURAS EN CONCRETO	8 días	jue 9/04/20	lun 20/04/20		\$39.132.721
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	9 días	vie 17/04/20	mié 29/04/20		\$251.327
	REDES DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	4 días	vie 10/04/20	mié 15/04/20		\$380.239
	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	2 días	mar 28/04/20	mié 29/04/20		\$1.875.594
	MAMPOSTERÍA	4 días	mié 22/04/20	lun 27/04/20		\$7.343.226
	PAÑETES, REVOQUES Y REPELLOS	4 días	mié 29/04/20	lun 4/05/20		\$5.647.121
	BASES, PISOS Y ENCHAPES	7 días	mar 5/05/20	mié 13/05/20		\$6.209.209
	PINTURA	2 días	jue 14/05/20	vie 15/05/20		\$4.206.440
	CUBIERTAS Y CIELO RASOS	10 días	vie 24/04/20	jue 7/05/20		\$6.847.168
	CARPINTERÍA METÁLICA	1 día	lun 18/05/20	lun 18/05/20		\$1.295.800
	CARPINTERÍA DE MADERA	1 día	mar 19/05/20	mar 19/05/20		\$1.267.986
	APARATOS Y EQUIPOS SANITARIOS	1 día	mié 20/05/20	mié 20/05/20		\$582.420
	METODOLOGIA BIM	30 días	vie 21/02/20	jue 2/04/20		\$22.000.000
	COSTOS INDIRECTOS	1 día?	jue 2/04/20	jue 2/04/20		\$19.148.975

Ilustración 54. Costos y tiempo implementados en la construcción de una casa de 68m<sup>2</sup> Fuente :Propia

Un proyecto de casa de construcción tradicional en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 68.10 m<sup>2</sup> y las siguientes especificaciones:

- Sistema constructivo: tradicional
- Duración construcción: 34 días.
- Duración proyecto: 64 días.
- Costo proyecto: \$125.532.166

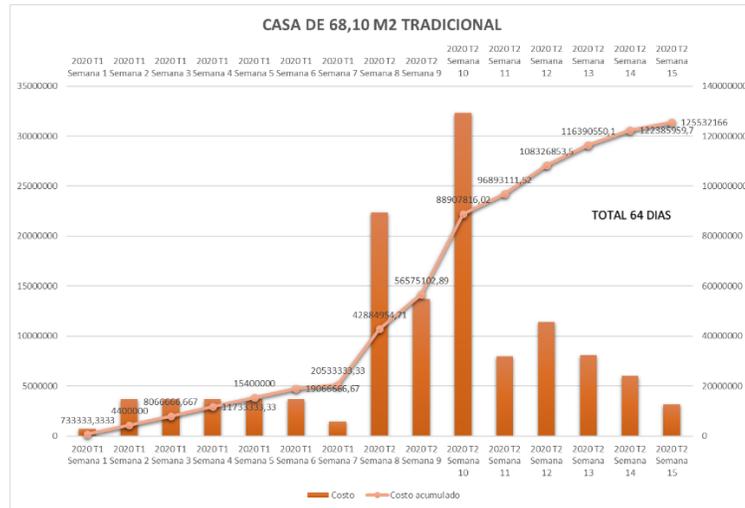


Ilustración 55. Gráfica de informe de flujo de caja en la casa de ladrillo tradicional Fuente: Propia

#### 4.3.1.3 Conclusiones del análisis de tiempos en casa de 68m<sup>2</sup>

Analizando las gráficas de flujo anteriores, se puede evidenciar que existe una notable disminución de tiempo al realizar el proyecto con sistema constructivo de plástico reciclado. Dándonos un tiempo a favor de **22 días calendario**.

Este Ahorro de tiempo es significativo, gracias al peso aligerado del material plástico, ya que no se necesita grandes cimentaciones y su sistema de anclaje y ensamble de los bloques, son sostenidos por columnas y vigas del mismo material, así mismo, es amarrado con perfiles metálicos y tornillos.



*Ilustración 56. Ensamble de ladrillos plásticos*

En conclusión, se puede observar que este proyecto de vivienda es más favorable realizarlo con el sistema constructivo de plástico **reciclado (brickarp)**, debido a que con este sistema se obtiene un ahorro tanto en tiempo como en costos.

Comparándolo con la construcción tradicional, los tiempos en obra se reducen exponencialmente, ya que con este sistema se pueden realizar tareas de estructura y mampostería simultáneamente reduciendo así los tiempos muertos en la obra.

#### **4.3.1.4 Comparativa de Costos casa tradicional vs casa plástico**

Teniendo como base este diseño de vivienda, se realiza un análisis comparativo constructivo de una casa con materiales tradicionales vs una casa con materiales de bloque plástico reciclado (sistema brickarp).

Tabla 8.  
Comparativo de costos x item

COMPARATIVO CASA 68M <sup>2</sup> ITEM					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	V/R TOTAL CASA TRADICIONAL	V/R TOTAL CASA PLASTICO	DIFERENCIA
I	<b>PRELIMINARES</b>				
II	<b>LOCALIZACION Y REPLANTEO</b>		\$ -	\$ -	\$ -
III	<b>CIMENTACION</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	5 Excavacion manual para zapatas	M3	\$ 251,320.32	\$ -	\$ 251,320.32
	Concreto solao de limpieza zapatas	M3	\$ 103,208.00	\$ -	\$ 103,208.00
	6 Concreto ciclópeo 2500 psi - Zapatas	M3	\$ 1,062,412.80	\$ -	\$ 1,062,412.80
	concreto pedestales 3500 psi	M3	\$ 182,306.56	\$ -	\$ 182,306.56
	Concreto 3500 psi vigas de cimentacion	M3	\$ 1,768,175.77	\$ 1,105,109.86	\$ 663,065.91
IV	<b>ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	Elementos estructurales en concreto				
	7 3500 psi (COLUMNAS) VS COLUMNAS PLASTICO 15*15	M3	\$ 721,036.69	\$ 1,663,200.00	-\$ 942,163.31
	Elementos estructurales en concreto				
	3500 psi (vigas aereas ) VS VIGAS EN PLASTICO 15*15	M3	\$ 2,396,684.29	\$ 3,255,840.00	-\$ 859,155.71
	platinas de 1/8 para elementos estructurales	UND	\$ -	\$ 6,800,000.00	-\$ 6,800,000.00
	8 Acero para elementos estructurales	kg	\$ 36,015,000.00	\$ 5,762,400.00	\$ 30,252,600.00
V	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	<b>REDES DE SUMINISTRO</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	<b>REDES DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES</b>		\$ -	\$ -	\$ -
VI	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>		\$ -	\$ -	\$ -
VII	<b>MAMPOSTERÍA</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	15 Muro en Bloque N° 4 E=0.12 M VS BLOQUE PLASTICO BRICKARP	m2	\$ 6,810,226.36	\$ 5,784,155.46	\$ 1,026,070.90
	Dinteles y mesones en concreto 2.500 PSI	ML	\$ 533,000.00	\$ 533,000.00	\$ -
VIII	<b>PAÑETES, REVOQUES Y REPELLOS</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	17 Filos y Dilataciones muro	ML	\$ 461,965.28	\$ -	\$ 461,965.28
	18 Pañete Liso Muros 1:4, E=1.5 CM	M2	\$ 5,185,155.40	\$ -	\$ 5,185,155.40
IX	<b>BASES, PISOS Y ENCHAPES</b>		\$ -	\$ -	\$ -
X	<b>PINTURA</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	21 pintura vinilo muros tipo 1	M2	\$ 4,206,440.00	\$ -	\$ 4,206,440.00
XI	<b>CUBIERTAS Y CIELO RASOS</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	23 entramado cubierta metalica VS entramado plastico	M2	\$ 2,625,000.00	\$ 1,875,000.00	\$ 750,000.00
XII	<b>CARPINTERÍA METÁLICA</b>		\$ -	\$ -	\$ -
XIII	<b>CARPINTERÍA DE MADERA</b>		\$ -	\$ -	\$ -
XIV	<b>APARATOS Y EQUIPOS SANITARIOS</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	<b>METODOLOGIA BIM</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	<b>VALOR COSTOS DIRECTOS</b>		<b>\$ 106,383,191.00</b>	<b>\$ 70,839,964.85</b>	<b>\$ 35,543,226.15</b>
					\$ -
	<b>ADMINISTRACION</b>	10.00%	\$ 10,638,319.00	\$ 7,083,996	\$ 3,554,323.00
	<b>IMPREVISTOS</b>	3.00%	\$ 3,191,496.00	\$ 2,125,199	\$ 1,066,297.00
	<b>UTILIDAD</b>	5.00%	\$ 5,319,160.00	\$ 3,541,998	\$ 1,777,162.00
	<b>VALOR TOTAL</b>		<b>\$ 125,532,166.00</b>	<b>\$ 83,591,157.85</b>	<b>\$ 41,941,008.15</b>

Fuente: Elaboración propia

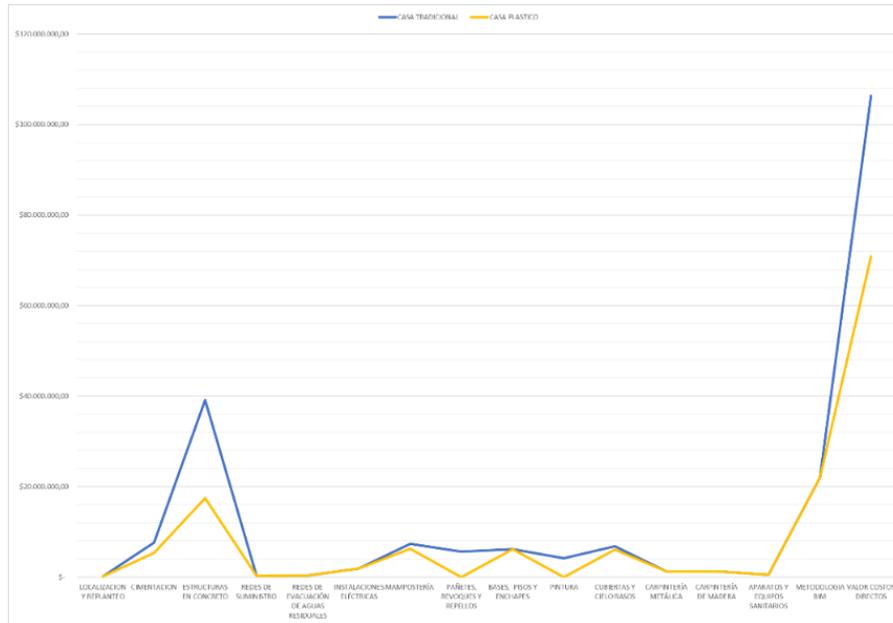


Ilustración 57. Gráfica comparativa de costos casa 68m<sup>2</sup> Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.  
Comparativo de Costos por Item Casa 68m2

COMPARATIVO CASA DE 68,10 M2 ITEM					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	V/R TOTAL CASA TRADICIONAL	V/R TOTAL CASA PLASTICO	DIFERENCIA
I	<b>PRELIMINARES</b>				
II	<b>LOCALIZACION Y REPLANTEO</b>		\$ -	\$ -	\$ -
III	<b>CIMENTACION</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	5 Excavacion manual para zapatas	M3	\$ 251.320,32	\$ -	\$ 251.320,32
	Concreto solao de limpieza zapatas	M3	\$ 103.208,00	\$ -	\$ 103.208,00
	6 Concreto ciclópeo 2500 psi - Zapatas	M3	\$ 1.062.412,80	\$ -	\$ 1.062.412,80
	concreto pedestales 3500 psi	M3	\$ 182.306,56	\$ -	\$ 182.306,56
	Concreto 3500 psi vigas de cimentacion	M3	\$ 1.768.175,77	\$ 1.105.109,86	\$ 663.065,91
IV	<b>ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	Elementos estructurales en concreto 3500 psi (COLUMNAS)	M3	\$ 721.036,69	\$ 1.663.200,00	<b>-\$ 942.163,31</b>
	VS COLUMNAS PLASTICO 15*15				
	Elementos estructurales en concreto 3500 psi (vigas aereas )	M3	\$ 2.396.684,29	\$ 3.255.840,00	<b>-\$ 859.155,71</b>
	VS VIGAS EN PLASTICO 15*15				
	platinas de 1/8 para elementos estructurales	UND	\$ -	\$ 6.800.000,00	<b>-\$ 6.800.000,00</b>
	8 Acero para elementos estructurales	kg	\$ 36.015.000,00	\$ 5.762.400,00	\$ 30.252.600,00
V	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	<b>REDES DE SUMINISTRO</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	<b>REDES DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES</b>		\$ -	\$ -	\$ -
VI	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>		\$ -	\$ -	\$ -
VII	<b>MAMPOSTERÍA</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	15 Muro en Bloque Nº 4 E=0.12 M VS BLOQUE PLASTICO BRICKARP	m2	\$ 6.810.226,36	\$ 5.784.155,46	\$ 1.026.070,90
	Dinteles y mesones en concreto 2.500 PSI	ML	\$ 533.000,00	\$ 533.000,00	\$ -
VIII	<b>PAÑETES, REVOQUES Y REPELLOS</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	17 Filos y Dilataciones muro	ML	\$ 461.965,28	\$ -	\$ 461.965,28
	18 Pañete Liso Muros 1:4, E=1.5 CM	M2	\$ 5.185.155,40	\$ -	\$ 5.185.155,40
IX	<b>BASES, PISOS Y ENCHAPES</b>		\$ -	\$ -	\$ -
X	<b>PINTURA</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	21 pintura vinilo muros tipo 1	M2	\$ 4.206.440,00	\$ -	\$ 4.206.440,00
XI	<b>CUBIERTAS Y CIELO RASOS</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	23 entramado cubierta metalica VS entramado plastico	M2	\$ 2.625.000,00	\$ 1.875.000,00	\$ 750.000,00
XII	<b>CARPINTERÍA METÁLICA</b>		\$ -	\$ -	\$ -
XIII	<b>CARPINTERÍA DE MADERA</b>		\$ -	\$ -	\$ -
XIV	<b>APARATOS Y EQUIPOS SANITARIOS</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	<b>METODOLOGIA BIM</b>		\$ -	\$ -	\$ -
	<b>VALOR COSTOS DIRECTOS</b>		<b>\$ 106.383.191,00</b>	<b>\$ 70.839.964,85</b>	<b>\$ 35.543.226,15</b>
					\$ -
	<b>ADMINISTRACION</b>	10,00%	\$ 10.638.319,00	\$ 7.083.996	\$ 3.554.323,00
	<b>IMPREVISTOS</b>	3,00%	\$ 3.191.496,00	\$ 2.125.199	\$ 1.066.297,00
	<b>UTILIDAD</b>	5,00%	\$ 5.319.160,00	\$ 3.541.998	\$ 1.777.162,00
	<b>VALOR TOTAL</b>		<b>\$ 125.532.166,00</b>	<b>\$ 83.591.157,85</b>	<b>\$ 41.941.008,15</b>

Fuente: Propia

Se observa, que al realizar el comparativo de costos del prototipo de vivienda, en sus dos procesos constructivos, y que al realizar la vivienda con el sistema constructivo de bloques plásticos reciclados (brickarp), se obtiene un **ahorro monetario del 33%**, lo cual genera un resultado monetario favorable de **\$41.941.008 pesos MCTE.**

Analizando detalladamente, se observa que el mayor ahorro, se realiza en el capítulo de **estructuras en concreto**, dando como resultado un valor favorable de **\$21.650.282 pesos MCTE.**, debido a que la estructura de las casas con plástico reciclado no necesita columnas y vigas en concreto, ya que sus columnas son en plástico reciclado, generando un ahorro en los aceros para elementos estructurales.



*Ilustración 58. Bloque Universal Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=FNWk2PSIk6g&t=170s>*

Otro punto favorable de este sistema constructivo con plástico reciclado, se puede observar en el capítulo de **pañetes y pintura**, debido a que estos bloques plásticos reciclados se les pueden dar diferentes tonalidades en fábrica, dando un excelente acabado y no es necesario la realización de pañetes y pinturas. (Esto ya queda a decisión del cliente)



*Ilustración 59. Casa fabricada con bloque plástico*

*Fuente: <https://construcali.com/catalogos.php?content=esteproducto&fotoid=576>*

Finalmente, se observa otra gran diferencia en el capítulo de **cimentación**, pues al realizar esta vivienda con bloque plástico reciclado, su carga muerta es menor de tan solo **180 kg/m<sup>2</sup>** según estudios realizados por bloqueplas, lo que permite tener una carga muerta menor, es decir que no es necesario de zapatas de cimentación, basta con un sistema de placa de contra piso en su cimentación.

Tabla 10.

Comparativa de costos x cantidad de casas

cant casas	valor unidad casa	valor unidad casa	diferencia x casa	
1	\$ 125.532.166	\$ 83.591.158	\$ 41.941.008	valor casa plastico
2	\$ 251.064.332	\$ 167.182.316	\$ 83.882.016	\$ 83.591.157,85
3	\$ 376.596.498	\$ 250.773.474	\$ 125.823.024	
4	\$ 502.128.664	\$ 334.364.631	\$ 167.764.033	
5	\$ 627.660.830	\$ 417.955.789	\$ 209.705.041	
6	\$ 753.192.996	\$ 501.546.947	\$ 251.646.049	
7	\$ 878.725.162	\$ 585.138.105	\$ 293.587.057	
8	\$ 2.008.514.656	\$ 668.729.263	\$ 1.339.785.393	
9	\$ 4.519.157.976	\$ 752.320.421	\$ 3.766.837.555	
10	\$ 5.021.286.640	\$ 835.911.579	\$ 4.185.375.061	

nota: por cada 2 casas construidas, obtendriamos un ahorro de \$83,882,016, lo que nos indica que podriamos construir 3 casas en bloque plastico vs 2 casas tradicionales.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2 Oficina de 72m<sup>2</sup>

Un proyecto de oficina en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 72 al interior de una bodega de 1.102 m<sup>2</sup>. Consta de 3 áreas de trabajo, recepción, baño, cocina, sala de espera.

##### 4.3.2.1 Casa construida con ladrillo plástico reciclado

Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Costo
	OFICINA PLASTICO	44 dias?	mié 4/03/20	lun 4/05/20		\$92.026.184
	COSTOS DIRECTOS	44 dias	mié 4/03/20	lun 4/05/20		\$77.988.201
	PRELIMINARES	4 dias	lun 13/04/20	jue 16/04/20		\$1.597.152
	LOCALIZACION Y REPLANTEO	1 dia	mar 14/04/20	mar 14/04/20		\$196.632
	CIMENTACION	4 dias	mar 14/04/20	vie 17/04/20		\$5.269.892
	ESTRUCTURAS EN CONCRETO	5 dias	mié 15/04/20	21/04/20		\$23.134.000
	REDES DE SUMINISTRO	4 dias	lun 20/04/20	jue 23/04/20		\$119.570
	REDES DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	3 dias	mar 14/04/20	jue 16/04/20		\$294.792
	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	2 dias	mié 22/04/20	jue 23/04/20		\$2.391.746
	MAMPOSTERÍA	2 dias	lun 20/04/20	mar 21/04/20		\$4.839.701
	BASES, PISOS Y ENCHAPES	6 dias	mié 22/04/20	mié 29/04/20		\$5.889.597
	CUBIERTAS Y CIELO RASOS	10 dias	mar 21/04/20	lun 4/05/20		\$11.541.336
	CARPINTERÍA DE MADERA	1 dia	mié 29/04/20	mié 29/04/20		\$422.662
	APARATOS Y EQUIPOS SANITARIOS	1 dia	mié 29/04/20	mié 29/04/20		\$291.210
	METODOLOGIA BIM	30 dias	mié 4/03/20	mar 14/04/20		\$22.000.000
	COSTOS INDIRECTOS	1 dia?	mar 14/04/20	mar 14/04/20		\$14.037.893

Ilustración 60. Costos y tiempo elaboración oficina con plástico reciclado Fuente: Elaboración propia

Proyecto de oficina de plástico reciclado en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 72 m<sup>2</sup> y las siguientes especificaciones.

- Sistema constructivo: plástico reciclado (brickarp)
- Duración construcción: 14 días.
- Duración proyecto: 44 días.
- Costo proyecto: \$92.026.184

#### 4.3.2.2 Casa construida con ladrillo plástico reciclado

Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Costo
	OFICINA TRADICIONAL DE 72M2	60 días	vie 21/02/20	jue 14/05/20		\$126.887.459
	COSTOS DIRECTOS	60 días	vie 21/02/20	jue 14/05/20		\$107.531.745
	PRELIMINARES	4 días	mié 1/04/20	lun 6/04/20		\$1.597.152
	LOCALIZACION Y REPLANTEO	1 día	jue 2/04/20	jue 2/04/20		\$196.632
	CIMENTACION	11 días	jue 2/04/20	jue 16/04/20		\$8.233.900
	ESTRUCTURAS EN CONCRETO	14 días	mar 7/04/20	vie 24/04/20		\$40.565.639
	REDES DE SUMINISTRO	22 días	mié 15/04/20	jue 14/05/20		\$119.570
	REDES DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	5 días	jue 9/04/20	mié 15/04/20		\$294.792
	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	2 días	mar 28/04/20	mié 29/04/20		\$2.391.746
	MAMPOSTERÍA	4 días	mié 22/04/20	lun 27/04/20		\$5.698.232
	PAÑETES, REVOQUES Y REPELLOS	8 días	mié 29/04/20	vie 8/05/20		\$4.769.675
	BASES, PISOS Y ENCHAPES	6 días	mar 5/05/20	mar 12/05/20		\$5.889.597
	PINTURA	2 días	mar 12/05/20	mié 13/05/20		\$3.519.600
	CUBIERTAS Y CIELO RASOS	17 días	jue 16/04/20	vie 8/05/20		\$11.541.337
	CARPINTERÍA DE MADERA	1 día	jue 14/05/20	jue 14/05/20		\$422.662
	APARATOS Y EQUIPOS SANITARIOS	1 día	jue 14/05/20	jue 14/05/20		\$291.210
	METODOLOGIA BIM	30 días	vie 21/02/20	jue 2/04/20		\$22.000.000
	COSTOS INDIRECTOS	1 día	jue 2/04/20	jue 2/04/20		\$19.355.714

Ilustración 61. Costos y tiempo oficina con material tradicional Fuente: Elaboración propia

Proyecto de oficina de construcción tradicional en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 72 m<sup>2</sup> y las siguientes especificaciones:

- Sistema constructivo: tradicional
- Duración construcción: 30 días.
- Duración proyecto: 60 días.
- Costo proyecto: \$126.887.459

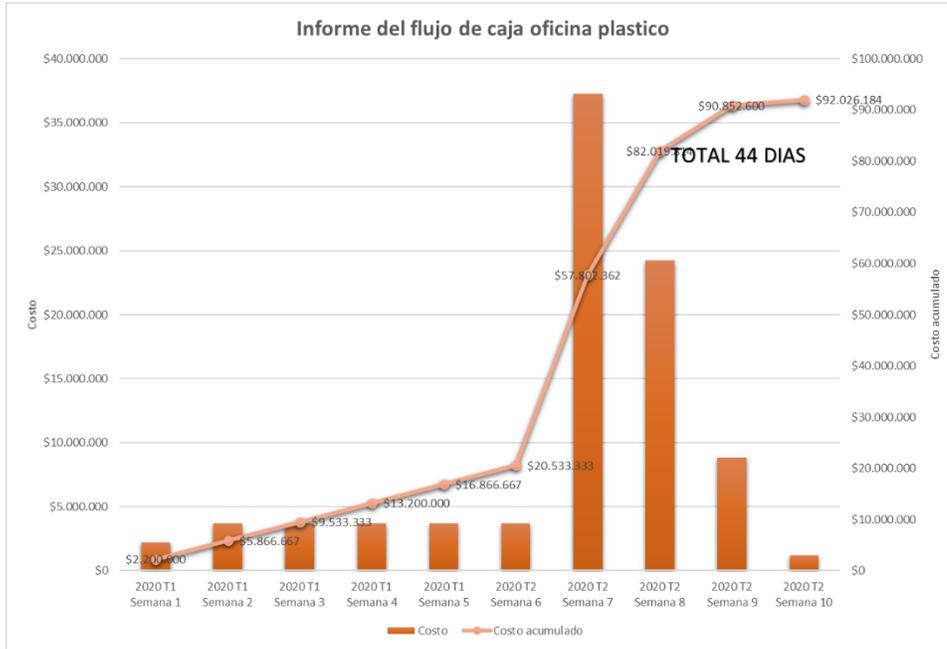


Ilustración 62. Gráfica de flujo de caja oficina con bloque plástico Fuente: Elaboración propia

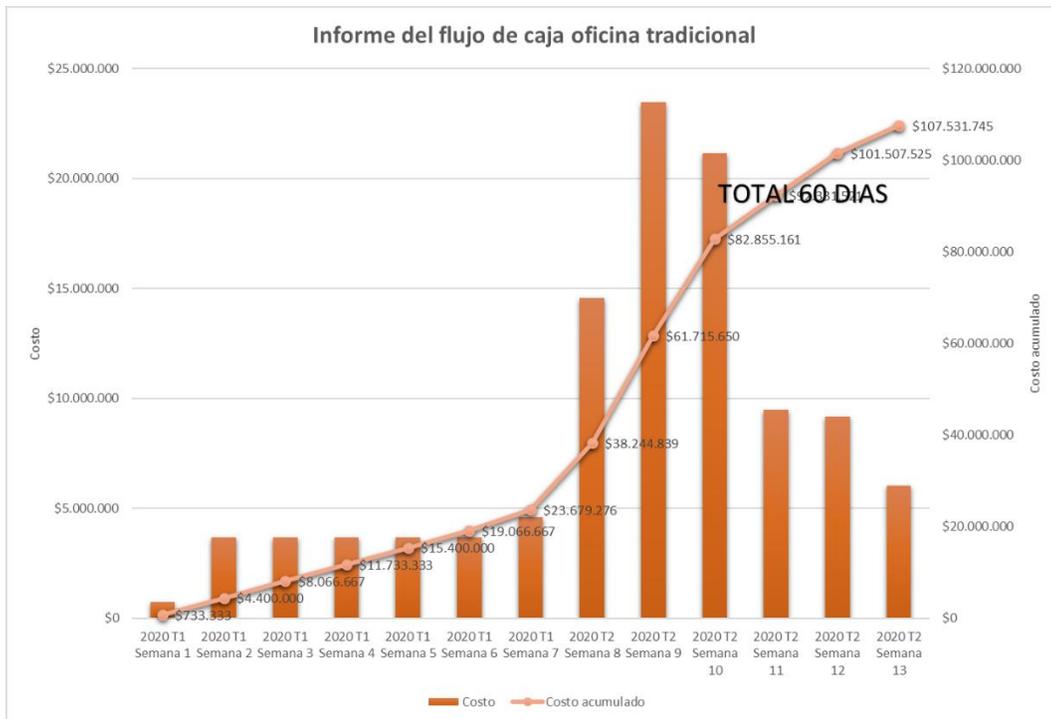


Ilustración 63. Informe de flujo caja oficina con material tradicional Fuente: Elaboración propia

Se observa que existe una notable disminución de tiempo al realizar el proyecto con sistema constructivo de plástico reciclado, evidenciando un tiempo a favor de **16 días calendario**. Menor a la reducción de la vivienda, esto es debido a su diseño de cubierta.

Este Ahorro de tiempo significativo, se puede evidenciar notablemente en el capítulo de **mampostería**, donde se reduce el tiempo en un **50%** ya que gracias a su diseño de bloque brickarp, es de fácil instalación, no es necesario de mano de obra calificada y no se necesita de morteros de pega. Disminuyendo así su tiempo a la mitad.



Ilustración 64. Brickarp Mediano con perforación Fuente:  
[http://bloquesdeplastico.blogspot.com/2017/05/tipos-de-bloque\\_27.html](http://bloquesdeplastico.blogspot.com/2017/05/tipos-de-bloque_27.html)

En conclusión, se determina que este proyecto de oficina es más favorable realizarlo con el sistema constructivo de plástico **reciclado (brickarp)**, pues con este sistema, se obtiene un ahorro tanto en tiempo como en costos.

Comparándolo con la construcción tradicional, los tiempos en obra se reducen exponencialmente, ya que su sistema modular de bloque, columnas y vigas, se pueden elaborar al mismo tiempo, reduciéndonos tiempos y costos de mano de obra.

#### 4.3.2.3 *Comparativo de Costos*

Teniendo como base este diseño de una oficina, se realiza un análisis comparativo constructivo de una oficina con materiales tradicionales vs una oficina con materiales de bloque plástico reciclado (sistema brickarp).





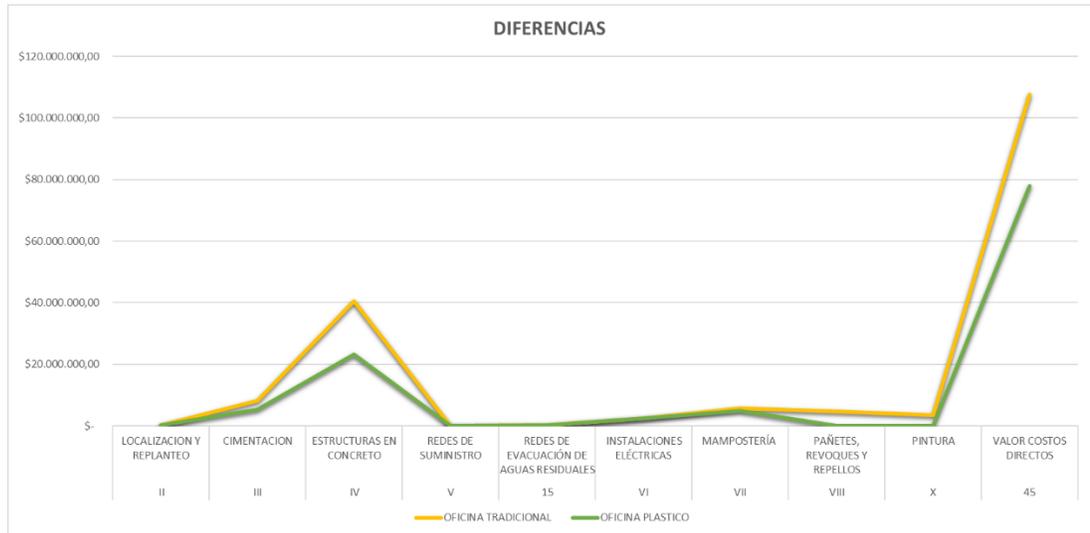


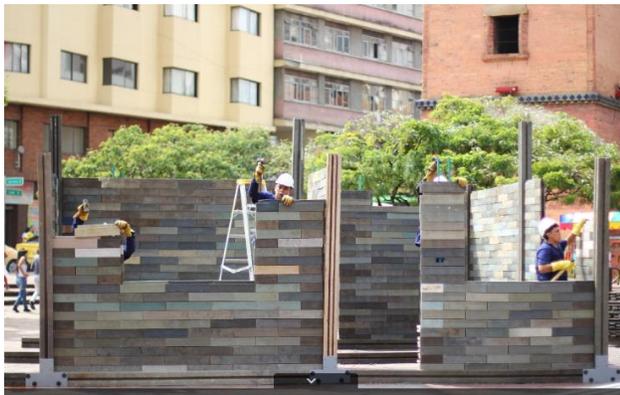
Ilustración 65. Gráfica de comparativo de costos oficina Fuente: Elaboración propia

Al realizar el comparativo de costos del prototipo de oficina, en sus dos procesos constructivos, se observa que al realizar la oficina con el sistema constructivo de bloques plásticos reciclados (brickarp), se obtiene un **ahorro monetario del 27%**, el cual Genera un resultado monetario favorable de **\$34.861.275 pesos MCTE**. Este resultado es menor comparándolo con la vivienda de 68.10 m<sup>2</sup>., debido a que su cubierta es en placa de entrepiso, el metraje de los muros es menor.



*Ilustración 66.Revit bodega en ladrillo plástico reciclado Fuente: Elaboración propia*

Adicionando a lo anterior, se observa la tendencia de ahorro en el capítulo **estructuras en concreto**, pues como se analizó anteriormente en la vivienda, debido a su sistema constructivo disminuye potencialmente la cantidad de acero estructural.



*Ilustración 67.Construcción con ladrillos de plástico reciclado Fuente: <http://bloqueplas.com/index.php/medios/galeria#>*

Analizando el capítulo de **mampostería**, se puede observar un leve ahorro de **\$858.531 pesos mcte.**

A pesar de que el bloque plástico reciclado es más costoso comparándolo con el bloque de arcilla #4, arroja cifras positivas a pesar de esto, debido a que gracias a su diseño tipo lego, no necesita de mortero de pega para la elaboración de muros.



*Ilustración 68. Ladrillo plástico reciclado Fuente: (Bloqueplas, s.f.)*

Se observa que, de igual manera a la vivienda, es opcional el uso de **pañete y pintura**, para este caso no se tuvieron en cuenta, ya que da un excelente terminado. Igualmente, se puede observar en el ítem **platinas de 1/8 para elementos estructurales**, se tiene una cifra en rojo, el cual, es un valor adicional que tienen las construcciones con bloque plástico reciclado, ya que es necesario para ensamblar los elementos estructurales.



Ilustración 69. Ensamblaje de ladrillo PET Fuente: <http://bloqueplas.com/index.php/medios/galeria#bwq1/2>

En el capítulo de **cimentación**, se observa un ahorro de **\$2.964.008** debido a la ligereza de las construcciones con bloque plástico reciclado, lo cual permite concluir que su cimentación cambia y es más económica.

Tabla 13.

Comparativo de costos construcción varias oficinas

cant oficinas	valor unidad oficina	valor unidad oficina	diferencia x oficina
1	\$ 126.887.459	\$ 92.026.184	\$ 34.861.275
2	\$ 253.774.918	\$ 184.052.368	\$ 69.722.550
3	\$ 380.662.377	\$ 276.078.553	\$ 104.583.825
4	\$ 507.549.837	\$ 368.104.737	\$ 139.445.100
5	\$ 634.437.296	\$ 460.130.921	\$ 174.306.375
6	\$ 761.324.755	\$ 552.157.105	\$ 209.167.650
7	\$ 888.212.214	\$ 644.183.289	\$ 244.028.925
8	\$ 2.030.199.346	\$ 736.209.474	\$ 1.293.989.873
9	\$ 4.567.948.529	\$ 828.235.658	\$ 3.739.712.871
10	\$ 5.075.498.365	\$ 920.261.842	\$ 4.155.236.523

nota: por cada 3 oficinas construidas, obtendríamos un ahorro de \$104,583,825, lo que nos indica que podríamos construir 4 oficinas en bloque plástico vs 3 oficinas tradicionales.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.3 Bodega de 1,102m<sup>2</sup>

Proyecto de bodega en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 1.102 m<sup>2</sup> con oficina incluida (diseño oficina anterior).

#### 4.3.3.1 Bodega con ladrillo plástico reciclado

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Costo
<b>BODEGA PLASTICO</b>	69 días?	mar 25/02/20	vie 29/05/20		\$488.080.246
<b>COSTOS DIRECTOS</b>	69 días	mar 25/02/20	vie 29/05/20		\$413.627.327
▸ PRELIMINARES	8 días	jue 2/04/20	lun 13/04/20		\$5.937.802
▸ LOCALIZACION Y REPLANTEO	2 días	jue 9/04/20	vie 10/04/20		\$3.009.562
▸ CIMENTACION	20 días	mar 7/04/20	lun 4/05/20		\$80.650.588
▸ ESTRUCTURAS EN CONCRETO	30 días	vie 10/04/20	jue 21/05/20		\$163.251.353
▸ REDES DE SUMINISTRO	14 días	jue 9/04/20	mar 28/04/20		\$119.570
▸ REDES DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	14 días	jue 9/04/20	mar 28/04/20		\$294.792
▸ INSTALACIONES ELÉCTRICAS	19 días	lun 27/04/20	jue 21/05/20		\$11.925.542
▸ MAMPOSTERÍA PLASTICO	7 días	mar 12/05/20	mié 20/05/20		\$34.434.649
▸ BASES, PISOS Y ENCHAPES	6 días	vie 22/05/20	vie 29/05/20		\$5.889.597
▸ CUBIERTAS Y CIELO RASOS	15 días	jue 7/05/20	mié 27/05/20		\$80.400.000
▸ CARPINTERÍA METÁLICA	3 días	mar 26/05/20	jue 28/05/20		\$5.000.000
▸ CARPINTERÍA DE MADERA	1 día	jue 21/05/20	jue 21/05/20		\$422.662
▸ APARATOS Y EQUIPOS SANITARIOS	1 día	jue 21/05/20	jue 21/05/20		\$291.210
▸ METODOLOGÍA BIM	30 días	mar 25/02/20	lun 6/04/20		\$22.000.000
▸ COSTOS INDIRECTOS	1 día?	jue 9/04/20	jue 9/04/20		\$74.452.919

Ilustración 70. Análisis de tiempo y costos en elaboración de una bodega con bloques plásticos Fuente: Propia

Proyecto de bodega de plástico reciclado en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 1.102 m<sup>2</sup> y las siguientes especificaciones.

- Sistema constructivo: plástico reciclado (brickarp)
- Duración construcción: 39 días.
- Duración proyecto: 69 días.
- Costo proyecto: \$488.080.246

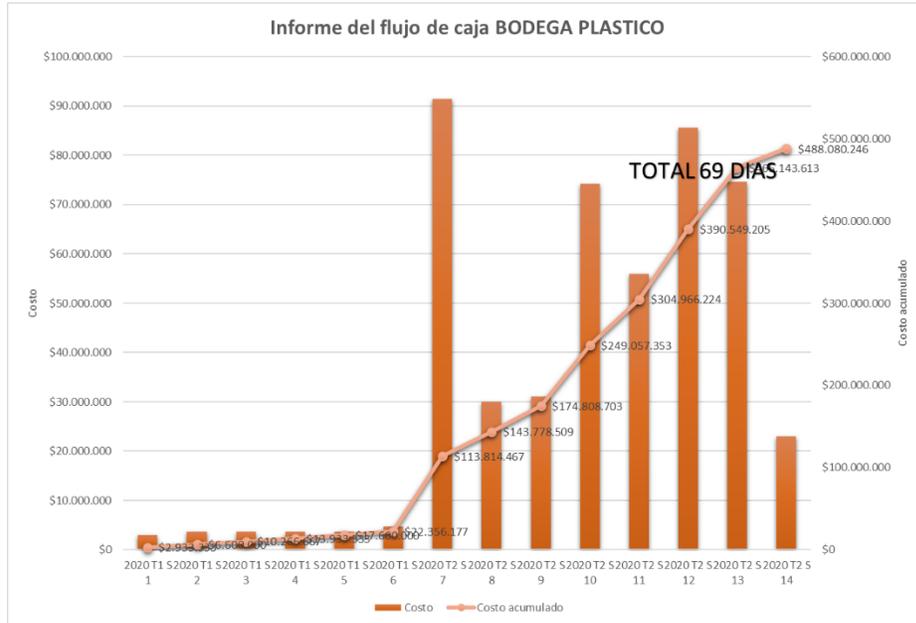


Ilustración 71. Flujo de caja bodega con bloques plásticos Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.3.2 Bodega con material tradicional

de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Costo
	<b>PROYECTO BODEGA TRADICIONAL</b>	94 días?	mar 18/02/20	vie 26/06/20		\$614.272.859
	<b>COSTOS DIRECTOS</b>	94 días	mar 18/02/20	vie 26/06/20		\$520.570.219
	PRELIMINARES	8 días	jue 26/03/20	lun 6/04/20		\$5.937.802
	LOCALIZACION Y REPLANTEO	2 días	jue 2/04/20	vie 3/04/20		\$3.009.562
	CIMENTACION	22 días	mar 31/03/20	mié 29/04/20		\$92.140.566
	ESTRUCTURAS EN CONCRETO	60 días	lun 6/04/20	vie 26/06/20		\$247.672.933
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	46 días	mié 22/04/20	mié 24/06/20		\$119.570
	REDES DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	15 días	vie 3/04/20	jue 23/04/20		\$294.792
	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	19 días	mié 22/04/20	lun 18/05/20		\$11.925.542
	MAMPOSTERÍA	15 días	vie 8/05/20	jue 28/05/20		\$40.543.128
	PAÑETES, REVOQUES Y REPELLOS	10 días	vie 29/05/20	jue 11/06/20		\$2.911.055
	BASES, PISOS Y ENCHAPES	8 días	jue 11/06/20	lun 22/06/20		\$5.889.597
	PINTURA	2 días	vie 19/06/20	lun 22/06/20		\$2.011.800
	CUBIERTAS Y CIELO RASOS	15 días	vie 15/05/20	jue 4/06/20		\$80.400.000
	CARPINTERÍA METÁLICA	3 días	mié 3/06/20	vie 5/06/20		\$5.000.000
	CARPINTERÍA DE MADERA	1 día	mar 23/06/20	mar 23/06/20		\$422.662
	APARATOS Y EQUIPOS SANITARIOS	1 día	mar 23/06/20	mar 23/06/20		\$291.210
	METODOLOGIA BIM	30 días	mar 18/02/20	lun 30/03/20		\$22.000.000
	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	1 día?	jue 2/04/20	jue 2/04/20		\$93.702.640

Ilustración 72. Costos y tiempo en la elaboración de bodega con material tradicional Fuente: Elaboración propia

Proyecto de bodega de construcción tradicional en la ciudad de Villavicencio, Meta con un área de 1.102 m<sup>2</sup> y las siguientes especificaciones:

- Sistema constructivo: tradicional
- Duración construcción: 64 días.
- Duración proyecto: 94 días.
- Costo proyecto: \$614.272.859

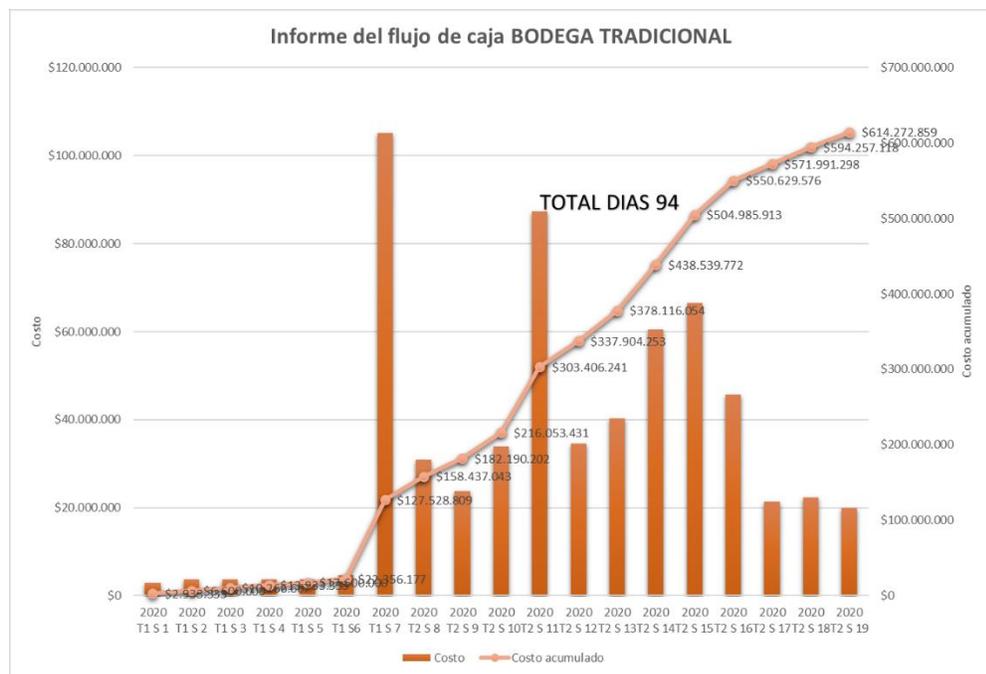
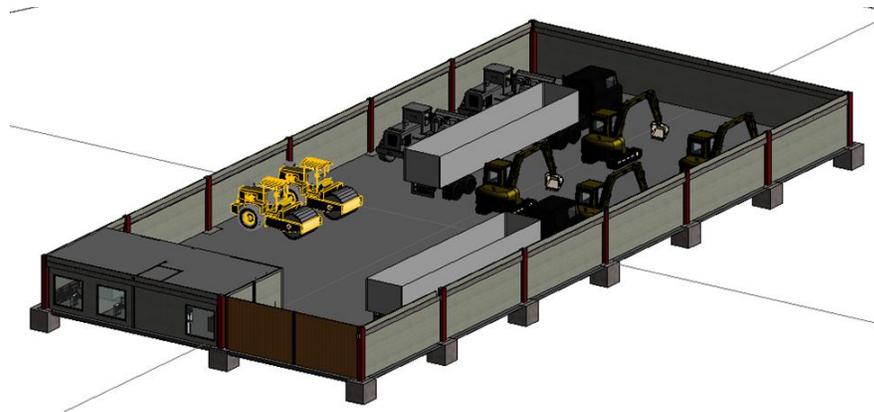


Ilustración 73. Flujo de caja bodega con material tradicional Fuente: Elaboración propia

Se observa que existe una notable disminución de tiempo al realizar el proyecto con sistema constructivo de plástico reciclado, lo que permite obtener un tiempo a favor de **25 días calendario**. Mayor a la reducción en tiempo de la vivienda. Esto es debido a la magnitud de la construcción.

Este Ahorro de tiempo significativo, se puede evidenciar notablemente en el capítulo de **estructura**, que se reduce el tiempo en un **50%**, gracias a que la dimensión de sus columnas es menor y la combinación con vigas en plástico reciclado hacen que sea más ágil su proceso constructivo, sin mencionar la rápida instalación del bloque plástico, ya que también se obtiene el mismo porcentaje de ahorro de tiempo.



*Ilustración 74.Revit Bodega con bloques plásticos Fuente: Elaboración propia*

En conclusión, podemos observar que este proyecto de bodega es más favorable realizarlo con el sistema constructivo de plástico **reciclado (brickarp)**. Con este sistema, se obtiene un ahorro tanto en tiempo como en costos.

### 4.3.3.3 Comparativo de costos

Tabla 14.

Comparativo de costos Bodega

COMPARACION BODEGA DE 1,102 M2 (CON OFICINA)					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	V/R TOTAL TRADICIONAL	V/R TOTAL PLASTICO	DIFERENCIA
I	PRELIMINARES		\$ 5.937.802,31	\$ 5.937.802,31	\$ -
II	LOCALIZACION REPLANTEO	Y	\$ 3.009.562,00	\$ 3.009.562,00	\$ -
III	CIMENTACION		\$ 92.140.566,44	\$ 80.650.588,32	\$ 11.489.978,12
IV	ESTRUCTURAS CONCRETO	EN	\$ 247.672.933,04	\$ 163.251.352,58	\$ 84.421.580,46
V	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS		\$ -		
	REDES DE SUMINISTRO		\$ 119.570,18	\$ 119.570,18	\$ -
	REDES DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES		\$ 294.792,20	\$ 294.792,20	\$ -
VI	INSTALACIONES ELÉCTRICAS		\$ 11.925.541,77	\$ 11.925.541,77	\$ -
VII	MAMPOSTERÍA		\$ 40.543.127,52	\$ 34.434.648,72	\$ 6.108.478,80
VIII	PAÑETES, REVOQUES Y REPELLOS		\$ 2.911.054,53	\$ -	\$ 2.911.054,53
IX	BASES, PISOS Y ENCHAPES	Y	\$ 5.889.596,89	\$ 5.889.596,89	\$ -
X	PINTURA		\$ 2.011.800,00	\$ -	\$ 2.011.800,00
XI	CUBIERTAS Y CIELO RASOS		\$ 80.400.000,00	\$ 80.400.000,00	\$ -
XII	CARPINTERÍA METÁLICA		\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00	\$ -
XIII	CARPINTERÍA MADERA	DE	\$ 422.662,12	\$ 422.662,12	\$ -
XIV	APARATOS Y EQUIPOS SANITARIOS		\$ 291.210,00	\$ 291.210,00	\$ -
	METODOLOGIA BIM		\$ 22.000.000,00	\$ 22.000.000,00	\$ -
	VALOR COSTOS DIRECTOS		\$ 520.570.219,00	\$ 413.627.327,09	\$ 106.942.891,92
	ADMINISTRACION	10,00%	\$ 52.057.022,00	\$ 41.362.732,71	\$ 10.694.289,19
	IMPREVISTOS	3,00%	\$ 15.617.107,00	\$ 12.408.819,81	\$ 3.208.286,76
	UTILIDAD	5,00%	\$ 26.028.511,00	\$ 20.681.366,35	\$ 5.347.144,60
	VALOR TOTAL		\$ 614.272.859,00	\$ 488.080.245,96	\$ 126.192.612,46
				AHORRO %	21%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. Comparativo de costos bodega

COMPARACION BODEGA DE 1,102 M2 (CON OFICINA)					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	V/R TOTAL TRADICIONAL	V/R TOTAL PLASTICO	DIFERENCIA
I	PRELIMINARES		\$ 5.937.802,31	\$ 5.937.802,31	\$ -
II	LOCALIZACION REPLANTEO	Y	\$ 3.009.562,00	\$ 3.009.562,00	\$ -
III	CIMENTACION		\$ 92.140.566,44	\$ 80.650.588,32	\$ 11.489.978,12
IV	ESTRUCTURAS CONCRETO	EN	\$ 247.672.933,04	\$ 163.251.352,58	\$ 84.421.580,46
V	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS		\$ -		
	REDES DE SUMINISTRO		\$ 119.570,18	\$ 119.570,18	\$ -
	REDES DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES		\$ 294.792,20	\$ 294.792,20	\$ -
VI	INSTALACIONES ELÉCTRICAS		\$ 11.925.541,77	\$ 11.925.541,77	\$ -
VII	MAMPOSTERÍA		\$ 40.543.127,52	\$ 34.434.648,72	\$ 6.108.478,80
VIII	PAÑETES, REVOQUES Y REPELLOS	Y	\$ 2.911.054,53	\$ -	\$ 2.911.054,53
IX	BASES, PISOS Y ENCHAPES		\$ 5.889.596,89	\$ 5.889.596,89	\$ -
X	PINTURA		\$ 2.011.800,00	\$ -	\$ 2.011.800,00
XI	CUBIERTAS Y CIELO RASOS		\$ 80.400.000,00	\$ 80.400.000,00	\$ -
XII	CARPINTERÍA METÁLICA		\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00	\$ -
XIII	CARPINTERÍA DE MADERA		\$ 422.662,12	\$ 422.662,12	\$ -
XIV	APARATOS Y EQUIPOS SANITARIOS		\$ 291.210,00	\$ 291.210,00	\$ -
	METODOLOGIA BIM		\$ 22.000.000,00	\$ 22.000.000,00	\$ -
	VALOR COSTOS DIRECTOS		\$ 520.570.219,00	\$ 413.627.327,09	\$ 106.942.891,92
	ADMINISTRACION	10,00%	\$ 52.057.022,00	\$ 41.362.732,71	\$ 10.694.289,19
	IMPREVISTOS	3,00%	\$ 15.617.107,00	\$ 12.408.819,81	\$ 3.208.286,76
	UTILIDAD	5,00%	\$ 26.028.511,00	\$ 20.681.366,35	\$ 5.347.144,60
	VALOR TOTAL		\$ 614.272.859,00	\$ 488.080.245,96	\$ 126.192.612,46
				AHORRO %	21%

Fuente: Elaboración propia

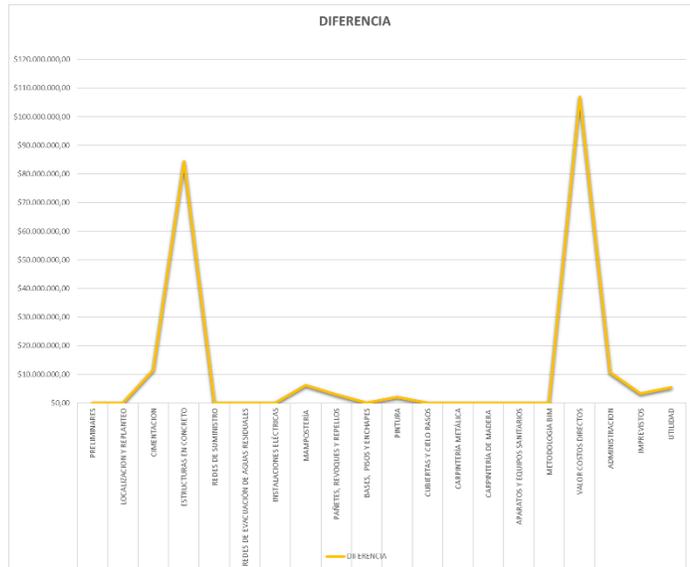


Ilustración 75. Gráfica comparativa de costos de construcción bodega Fuente: propia

Se observa que al realizar el comparativo de costos del prototipo de la bodega con oficina, en sus dos procesos constructivos, observamos al igual que los otros dos prototipos de vivienda y oficina al realizarlo con el sistema constructivo de bloques plásticos reciclados (brickarp), se genera un **ahorro monetario del 21%**. Logrando un resultado monetario favorable de **\$126.192.612 pesos MCTE**.

Este porcentaje es mucho menor, ya que por su magnitud si es necesario columnas en concreto, al igual que la cubierta es metálica.

En este caso, se puede observar que la diferencia en pañetes y pintura disminuyó notablemente, debido a que la mampostería en la bodega principal es a la vista en los dos casos, el único revoque de pañete y pintura es para la oficina.

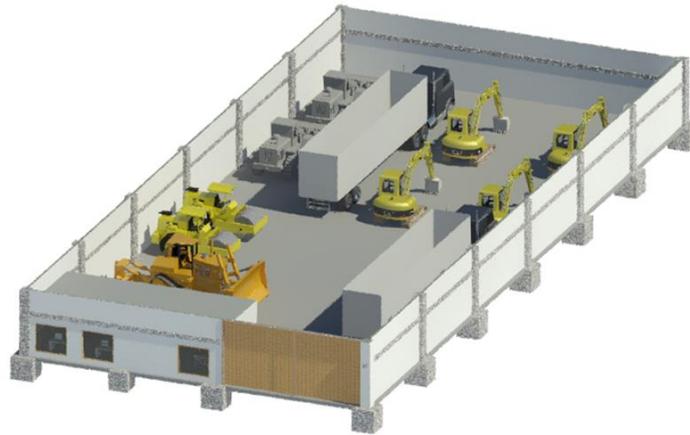


Ilustración 76.Revit Bodega material tradicional Fuente: Elaboración propia

De igual manera se puede evidenciar que en el capítulo de **cimentación** obtenemos una diferencia a favor de **\$11.489.978 pesos mcte.** Ya que sus zapatas pasan a ser de una dimensión más pequeña en el caso de bloque plástico.

Tabla 16.Comparativa de costos de construcción de varias bodegas

cant bodega	valor unidad bodega	valor unidad bodega	diferencia por bodega
1 \$	614.272.859 \$	488.080.246 \$	126.192.613
2 \$	1.228.545.718 \$	976.160.492 \$	252.385.226
3 \$	1.842.818.577 \$	1.464.240.738 \$	378.577.839
4 \$	2.457.091.436 \$	1.952.320.984 \$	504.770.452 \$ <b>valor bodega plastico</b>
5 \$	3.071.364.295 \$	2.440.401.230 \$	630.963.065
6 \$	3.685.637.154 \$	2.928.481.476 \$	757.155.678
7 \$	4.299.910.013 \$	3.416.561.722 \$	883.348.291
8 \$	4.914.182.872 \$	3.904.641.968 \$	1.009.540.904
9 \$	5.528.455.731 \$	4.392.722.214 \$	1.135.733.517
10 \$	6.142.728.590 \$	4.880.802.460 \$	1.261.926.130

nota: por cada 4 bodegas construidas, obtendríamos un ahorro de \$504,770,452, lo que nos indica que podríamos construir 5 bodegas en bloque plástico vs 4 bodegas tradicionales.

Fuente: propia

## 4.4 ANALISIS DE UTILIDADES

### 4.4.1 Casa 68m<sup>2</sup>

Teniendo como base el diseño de vivienda de una casa con un área de 68.10 m<sup>2</sup>, el cual consta de 2 habitaciones, sala comedor, cocina, 1 baño y patio de ropas; se realiza un análisis financiero de un proyecto de 50 casas con materiales de bloque plástico reciclado.

Este proyecto consta de una urbanización de 50 unidades de vivienda con un valor de venta unitario de \$83.591.157 pesos mcte. La duración de su construcción es de tan solo 12 días calendario, lo que nos da un aproximado de tiempos de construcción de las 50 viviendas de 330 días calendario. Teniendo en cuenta sus fases preliminares de licencias, diseños y programaciones este proyecto, está determinado para una variación de tiempo de 18 meses proyecto terminado. Se proyecta que las ventas de estas casas empiezan a partir del sexto mes de transcurrido el proyecto, obteniendo un tiempo muerto de los primeros 6 meses para programaciones, diseños, licencias etc.

En base a lo anterior, se inicia el análisis con los siguientes datos de entrada:

Se toma como inversiones iniciales los estudios y diseños preliminares al inicio de la construcción, estudios y topografía. Horizonte es el tiempo de nuestro proyecto.



Se crea una simulación de estudio de mercado de mes a mes, como en sus datos preliminares las ventas de estas viviendas empiezan a partir del 6 mes. Se tiene en cuenta un IPC (índice promedio del consumidor) del 5%.

Tabla 19.  
Estudio de mercado

ESTUDIO MERCADOS MES A MES	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Comportamiento de la Venta	10%	15%	7%	10%	8%	8%	6%	11%	10%	8%	8% total casas
Venta de casas	5	8	4	5	4	4	3	6	5	4	4
IPC	5%	5%									
Crec real ventas											

Fuente: Elaboración propia

Seguido de esto se genera una tabla de costos de manejo como inversión, siendo esta misma el presupuesto ya construido, con el valor de cada capítulo para las 50 viviendas construidas.

Tabla 20.  
Casos de Inversión

Descripción por 50 viviendas	Valor Total 50 viviendas	Valor /m2	IVA	Valor unitario sin IVA	Rotación de Inventario en días	Periodo de Pedido	Tipo de Costo	Ajuste Contable	Periodos Ajuste	Periodo Inicial de Ajuste	Depreciación o Amortización Mensual
PRELIMINARES	\$ 77.499.950,00	\$ 22.760,63	19,0%	\$ 19.126,58	0		4 Fijo	Amortización	12	6	\$ 6.458.329
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	\$ 9.299.050,00	\$ 2.731,00	19,0%	\$ 2.294,96	0		5 Fijo	Amortización	12	6	\$ 774.921
CIMENTACION	\$ 267.282.300,00	\$ 78.497,00	19,0%	\$ 65.963,87	0		5 Fijo	Amortización	12	7	\$ 22.723.525
ESTRUCTURAL EN PLASTICO	\$ 874.072.000,00	\$ 256.702,50	19,0%	\$ 215.716,38	0		6 Fijo	Amortización	12	7	\$ 72.839.333
REDES DE SUMINISTRO	\$ 12.566.350,00	\$ 3.690,56	19,0%	\$ 3.101,31	0		7 Fijo	Amortización	12	8	\$ 1.047.196
REDES DE EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES	\$ 19.011.950,00	\$ 5.583,54	19,0%	\$ 4.692,05	0		7 Fijo	Amortización	12	8	\$ 1.584.329
INSTALACIONES ELECTRICAS	\$ 93.779.700,00	\$ 27.541,76	19,0%	\$ 23.144,34	0		8 Fijo	Amortización	12	9	\$ 7.814.975
MAMPOSTERIA	\$ 315.857.800,00	\$ 92.762,94	19,0%	\$ 77.952,05	0		9 Fijo	Amortización	12	9	\$ 26.321.483
BASIS.PISOS Y YENCHAPES	\$ 310.460.450,00	\$ 91.177,81	19,0%	\$ 76.620,01	0		10 Fijo	Amortización	12	10	\$ 25.871.704
CUBIERTAS Y CIELO RASO	\$ 304.858.400,00	\$ 89.532,57	19,0%	\$ 75.237,45	0		10 Fijo	Amortización	12	10	\$ 25.404.867
CARPINTERIA METALICA	\$ 64.790.000,00	\$ 19.027,90	19,0%	\$ 15.989,83	0		11 Fijo	Amortización	12	10	\$ 5.399.167
CARPINTERIA MADERA	\$ 63.399.300,00	\$ 18.619,47	19,0%	\$ 15.646,61	0		11 Fijo	Amortización	12	10	\$ 5.283.275
APARATOS SANITARIOS Y EQUIPOS SANITARIOS	\$ 29.121.000,00	\$ 8.552,42	19,0%	\$ 7.186,91	0		11 Fijo	Amortización	12	11	\$ 2.426.750

Fuente: Elaboración propia

Seguido de esto se genera una tabla de costos de manejo como inversión, siendo esta misma el presupuesto ya construido, con el valor de cada capítulo para las 50 viviendas construidas.

Tabla 21.  
Gastos de Inversión

Gastos									
Producto	Cantidad	Gasto	Precio	Periodo de Pedido	Periodicidad	Incremento en Precio	Aplicación del Incremento en		Periodo Final del Gasto
							Precio	IVA	
Publicidad	1	Servicios	\$ 800.000,00	1	1	0%	25	19%	12
Servicios Publicos	1	Servicios	\$ 100.000,00	0	1	0%	25	19%	11
Utiles y Papeleria	1	Diversos	\$ 300.000,00	0	1	0%	25	19%	11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22.  
Gastos de personal

Gastos de Personal								
Cargo	Salario Básico	Cantidad	Periodo Inicial	Periodicidad	Días de Trabajo Mensual	% Incremento en Salario Básico	Aplicación del Incremento en Salario Básico	
Gerente de Proyecto BIM	\$	4.500.000,00	1	1	1	10	3%	12
Coordinador de Obra BIM	\$	3.500.000,00	1	1	1	10	3%	12
Director de obra	\$	4.000.000,00	1	6	1	20	3%	12
Residente de obra	\$	2.000.000,00	1	6	1	30	3%	12

Fuente: Elaboración propia

Se crean dos tablas de gastos una de gastos generales como publicidad, servicios públicos y papelería, y otro de gastos de personal administrativo.

Tabla 23.  
flujo de Inversiones

<u>Flujo de Inversiones</u>							
Diseño estructural	\$	2.000.000					
Diseños arquitectónicos			\$	2.975.000			
Diseño BIM	\$	2.380.000					
Estudio de suelos	\$	1.785.000					
levantamiento topografico	\$	1.428.000					
<b>Total Flujo de Inversion</b>	<b>\$</b>	<b>7.593.000</b>	<b>\$</b>	<b>2.975.000</b>	<b>\$</b>	<b>-</b>	<b>\$ -</b>

Fuente: Elaboración propia

Realizamos nuestra tabla de flujo de caja, para este caso el flujo de las inversiones iniciales, podemos observar costos de diseños, estudios.

Tabla 24.  
Flujo de operaciones

<u>Flujo de Operaciones</u>									
Ventas									
Cantidades		4	3	6	5	4	4	-	-
Precios Unitarios	\$	83.591.157	\$ 83.591.157	\$ 83.591.157	\$ 83.591.157	\$ 83.591.157	\$ 83.591.157	\$ 83.591.157	\$ 83.591.157
Total de Ingresos	€	334.364.628	€ 229.875.682	€ 500.751.368	€ 417.955.785	€ 334.364.628	€ 334.364.628	€ -	€ -

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos nuestra tabla de flujos operacionales, donde se especifican nuestros ingresos por venta de casas, tomando que empezamos a vender a partir del 6 mes.

Tabla 25.  
Costos de Construcción

<b>Costos de Construcción</b>										
PRELIMINARES	\$	77.499.950								
LOCALIZACION Y REPLANTEO			\$	9.299.050						
CIMENTACION					\$	267.282.300				
ESTRUCTURAL EN PLASTICO							\$	874.072.000		
REDES DE SUMINISTRO								\$	12.566.350	
REDES DE EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES								\$	19.011.950	
INSTALACIONES ELECTRICAS									\$	93.779.700
MAMPOSTERIA										\$ 315.857.800
BASES, PISOS Y ENCHAPES									\$	310.460.450
CUBIERTAS Y CIELO RASO							\$	304.858.400		
CARPINTERIA METALICA										\$ 64.790.000
APARATOS SANITARIOS Y EQUIPOS SANITARIOS										\$ 29.121.000
<b>Total Costos</b>	\$	-	\$	77.499.950	\$	9.299.050	\$	267.282.300	\$	-
							\$	874.072.000	\$	336.436.700
									\$	404.240.150
										\$ 409.768.800

Fuente: Elaboración Propia

Se realiza la tabla de costos de construcción por cada mes, capítulo a capítulo, simulando los costos mensuales de construcción. Observando que el mayor costo se obtiene en el 5to mes, donde se realizan todos los sistemas estructurales de las viviendas.

Tabla 26.  
Gastos Generales

<b>Gastos</b>																				
Publicidad			\$	800.000,00	\$	800.000,00	\$	800.000,00	\$	800.000,00	\$	800.000,00	\$	800.000,00	\$	800.000,00	\$	800.000,00	\$	800.000,00
Servicios Públicos	\$	100.000,00	\$	100.000,00	\$	100.000,00	\$	100.000,00	\$	100.000,00	\$	100.000,00	\$	100.000,00	\$	100.000,00	\$	100.000,00	\$	100.000,00
Utililes y Papeleria	\$	300.000,00	\$	300.000,00	\$	300.000,00	\$	300.000,00	\$	300.000,00	\$	300.000,00	\$	300.000,00	\$	300.000,00	\$	300.000,00	\$	300.000,00
<b>Total Gastos Generales</b>	\$	400.000	\$	400.000	\$	400.000	\$	1.200.000	\$	1.200.000	\$	1.200.000	\$	1.200.000	\$	1.200.000	\$	1.200.000	\$	1.200.000

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos la tabla de gastos, donde se tienen las mensualidades de publicidad, servicios públicos y papelería durante todo el proyecto.

Tabla 27.  
Gastos de personal

<b>Gastos de Personal</b>																				
Gerente de Proyecto BIM	\$	4.500.000	\$	4.500.000	\$	4.500.000	\$	4.500.000	\$	4.500.000	\$	4.500.000	\$	4.500.000	\$	4.500.000	\$	4.500.000	\$	4.500.000
Coordinador de Obra BIM	\$	3.500.000	\$	3.500.000	\$	3.500.000	\$	3.500.000	\$	3.500.000	\$	3.500.000	\$	3.500.000	\$	3.500.000	\$	3.500.000	\$	3.500.000
Director de obra	\$	4.000.000	\$	4.000.000	\$	4.000.000	\$	4.000.000	\$	4.000.000	\$	4.000.000	\$	4.000.000	\$	4.000.000	\$	4.000.000	\$	4.000.000
Residente de obra	\$	2.000.000	\$	2.000.000	\$	2.000.000	\$	2.000.000	\$	2.000.000	\$	2.000.000	\$	2.000.000	\$	2.000.000	\$	2.000.000	\$	2.000.000
<b>Total Gasto de Personal</b>	\$	4.500.000	\$	8.000.000	\$	14.000.000	\$	14.000.000	\$	14.000.000	\$	14.000.000	\$	14.000.000	\$	14.000.000	\$	14.000.000	\$	14.000.000

Fuente: Elaboración propia



Forma de cálculo:

$$VPN = -S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{St}{(1+i)^t}$$

VPN= Valor presente neto  
S<sub>0</sub> = Inversión Inicial  
S<sub>t</sub> = Flujo de efectivo neto del periodo t  
n = Número de periodos de vida del proyecto  
i = Tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA)

Ilustración 77. Fórmula para calcular la VPN

Arrojando un número positivo de **\$206.780.371**, lo que genera una utilidad favorable contando que es un proyecto de tan solo 18 meses.

También se puede obtener el porcentaje de retorno de inversión con la fórmula de **TIR**.

$$TIR = \left[ -I + \left[ \frac{FC}{(1+X)^n} \right] \dots \right] = 0$$

Ilustración 78. Fórmula para calcular la TIR

Se obtiene como resultado una tasa interna de rentabilidad de esta inversión de un **5.19%**. Lo cual es bastante favorable para el proyecto.

Igualmente, se concluye que al realizar este proyecto es bastante favorable teniendo como punto de partida que es un proyecto de tan solo 18 meses. Este proyecto genera una utilidad neta favorable y un retorno de inversión positivo. Esto indica que el proyecto es rentable y es óptimo para ejecutarse.

## 5 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS ESPERADOS

Entre los resultados esperados, se espera conocer los costos, tiempo, utilidad, modelo mediante el método BIM aplicado en proyectos de construcción.

### 5.1 APORTE DE LA ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

El presente trabajo de investigación se desarrolló bajo las temáticas aprendidas durante las asignaturas como gestión económica y financiera y gestión de proyectos y organizaciones vistas en el transcurso de la especialización en gerencia de obras, ya que realizó un análisis de la viabilidad económica de la implementación de bloques plásticos reciclados en los proyectos de construcción en la ciudad de Villavicencio logrando un comparativo entre los ladrillos convencionales y los anteriormente mencionados.

### 5.2 ¿CÓMO SE CONCLUYE LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN?

¿El bloque de plástico puede ser un material de construcción más económico y no convencionales con beneficio al medio ambiente y a los proyectos de construcción en Villavicencio?

Después de los análisis realizados y comparativos encontrados, se concluyó que el uso de materiales reciclables en la elaboración de bloques plásticos es de gran beneficio para las constructoras y el medio ambiente, teniendo en cuenta el costo-beneficio con respecto a inversión y duración de los bloques plásticos en relación al convencional.

### 5.2.1 Estrategias de comunicación y divulgación

La comunicación y divulgación de este proyecto es de gran importancia para comunicar a los posibles interesados en que la ciudad de Villavicencio, implemente el material plástico reciclable para la elaboración de bloques plásticos como una oportunidad económica y de beneficio ambiental al reducir la contaminación ambiental y así mismo, de desechos plásticos en los rellenos sanitarios de la ciudad.

Tabla 31.  
Stakeholder

Stakeholder(Interesados)	
Internos	Externos
Alcaldía Municipal	Comunidad en general
Secretaría Medio Ambiente	Constructoras de la región

*Fuente: Elaboración propia*

Con las siguientes estrategias se pretende dar a conocer esta información:

- Proyecto de grado/tesis
- Publicación del artículo

## 6 NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO

Dentro de la presente investigación, se pudo comprender que existen diferentes investigaciones con fines de implementar el bloque plástico como alternativa ecológica para la construcción, pero es bajo el interés por parte de las entidades gubernamentales en una proyección ecológica en la arquitectura colombiana. Es por ello, que esta investigación sirve de fuente para investigadores que piensan en un mejor futuro para las constructoras en sus proyectos de investigación teniendo como base el estudio de costos y tiempos efectuados.

## 7 CONCLUSIONES

¿El bloque de plástico puede ser un material de construcción más económico y no convencional con beneficio al medio ambiente y a los proyectos de construcción en Villavicencio?

### 7.1 OBJETIVOS

#### 7.1.1 Objetivo General.

Analizar los costos y tiempos de implementar el bloque en plástico reciclado en diferentes proyectos de construcción de la ciudad de Villavicencio.

- ✓ Teniendo en cuenta los análisis de costos, se determinó que la implementación del bloque plástico resulta más económica que la convencional, pues en cada uno de los proyectos de construcción planteados, se reduce en gran manera la inversión por parte de las constructoras.
- ✓ Así mismo, al analizar los tiempos de construcción, se logró determinar que el bloque plástico reduce el tiempo de construcción debido a que no necesita materiales adicionales para el pegamento de los ladrillos.
- ✓ Al comparar los costos y tiempos en los diferentes proyectos de construcción con respecto a varias unidades en un proyecto, se puede encontrar bastante reducción con respecto al material convencional, pues no se genera necesidad de

implementar un acabado (pintura) en fachadas, pues el bloque plástico permite un tono rústico y moderno que se adecua al nuevo enfoque de las construcciones.

- ✓ Se concluye tras el análisis de retorno de la inversión mediante un estado de resultados y comparaciones presupuestales que arrojan un ahorro evidente en tiempo y costos cuando se implementa la construcción con bloques reciclados.
- ✓ Se concluye de igual manera, tras el análisis de costos y tiempos, que el material tradicional comprende gastos y tiempo en procesos de refinamiento y pegue de ladrillos que el material plástico evita, lo que genera un retorno de inversión lento.
- ✓ Se concluye tras la realización del modelo Revit para cada una de las construcciones de proyectos dada (Casa, Oficina, Bodega) en los dos materiales comparados, que, en las construcciones hechas con bloque plástico, se reducen los gastos en acabados y pintura.
- ✓ Se concluye al realizar el modelo Autocad para cada una de las construcciones de los proyectos estudiados, que no se necesitan detalles de fachada en los proyectos de plástico reciclado.
- ✓ Se concluye al realizar los planos, que los sistemas de redes tanto eléctricas como hidráulicas, son más fáciles en su instalación pese a que el único inconveniente que se presenta, es el miedo de adaptación de los usuarios.

## 8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avilés Jimenez, O. (2017). *BIM, el futuro del trabajo profesional*. Obtenido de Journal Boliviano de Ciencias: <https://es.scribd.com/document/396833800/BIM-El-Futuro-Del-Trabajo-Profesional>
- BBVA. (15 de 10 de 2018). *¿Qué es economía circular?* Obtenido de <https://www.bbva.com/es/que-es-la-economia-circular/>
- Bioagrícola. (2019). Manejo de Residuos Sólidos en Villavicencio. (C. Gomez, Entrevistador)
- Bloqueplas. (s.f.). *PRESENTACIÓN SISTEMA BLOQUEPLAS*. Obtenido de CASAS ECOLÓGICAS HABITACIONALES PERMANENTES: [https://construcali.com/portafolios/Presentacion\\_General.pdf](https://construcali.com/portafolios/Presentacion_General.pdf)
- Cali Creativa. (2018). *Homecell: ladrillos reciclados y ecológicos tipo LEGO*. Obtenido de Cali Creativa: <http://calicreativa.com/homecell-ladrillos-ecologicos-lego/>
- DANE. (2019). *Proyecciones de población*. Obtenido de DANE: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Dinero, R. (31 de 8 de 2017). Colombia genera 12 millones de toneladas de basura y solo recicla el 17%. *Dinero*. Obtenido de Colombia genera 12 millones de toneladas de basura y solo recicla el 17%: <https://www.dinero.com/edicion-impresa/pais/articulo/cuanta-basura-genera-colombia-y-cuanta-recicla/249270>
- Ecoplas. (2019). *Industria del plástico*. Obtenido de <https://ecoplas.org.ar/industria-del-plastico/>
- El Espectador. (2018). *¿Cuántos kilos de plástico se consumen en Colombia?* Obtenido de El Espectador ed online: <https://www.elespectador.com/noticias/actualidad/cuantos-kilos-de-plastico-se-consumen-en-colombia-articulo-823132>
- Empresas Habitissimo. (2019). *Empresas de Construcción Villavicencio*. Obtenido de Empresas Habitissimo: <https://empresas.habitissimo.com.co/construccion/meta/villavicencio>
- FICIDET. (2020). *¿Quiénes somos?* Obtenido de <https://ficidadet.org/nosotros>

- Foundation Ellen Macarthur. (2019). *Economía Circular*. Obtenido de Apoyar al cambio hacia una economía eficiente en el uso de los recursos:  
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>
- Franco, J. T. (27 de 02 de 2018). *Arquitectura con bloques de cemento: ¿cómo construir con este material modular y de bajo costo?* Obtenido de ArchDaily Colombia:  
<https://www.archdaily.co/co/889483/arquitectura-con-bloques-de-cemento-como-construir-con-este-material-modular-y-de-bajo-costo>
- Gaggino, R. (05 de 2015). *Aprovechan residuos plásticos para hacer ladrillos*. Obtenido de Investigadores argentinos han sustituido la arena habitualmente utilizada para fabricar ladrillos por PET triturado, obteniendo un producto más liviano y con mayor capacidad de aislamiento térmico.: <https://www.residuosprofesional.com/residuos-plasticos-fabricar-ladrillos/>
- Garcidueñas, P. (22 de 02 de 2016). *Conoce los ladrillos hechos de plástico reciclado*. Obtenido de Expok comunicación de sostenibilidad y rse:  
<https://www.expoknews.com/conoce-los-ladrillos-hechos-de-plastico-reciclado/>
- Gonzalez, J. B. (28 de 8 de 2019). *En Colombia se deben construir 3,2 millones de viviendas en la siguiente década, Camacol*. Obtenido de República Dario ed Online:  
<https://www.larepublica.co/economia/colombia-se-deben-construir-32-millones-de-vivienda-en-la-siguiente-decada-camacol-2902162>
- HOMECELL. (2020). *TECNOLOGÍA Y DESAROLLO SOSTENIBLE*. Obtenido de <http://www.ecohomecell.com/>
- ICONTEC. (1997). *Norma Técnica NTC 4076*. Obtenido de INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA.:  
<https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4017/Anexo%207%20NTC-4076.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Laura Quispe, J. L., Malpartida Santos, R., Rudas Caja, C. I., & Yataco Salazar, J. S. (08 de 07 de 2018). *Utilización de botellas PET para la obtención de finos hilos*. Obtenido de Universidad Privada del Norte:  
[https://www.academia.edu/34674795/Utilizaci%C3%B3n\\_de\\_botellas\\_PET\\_para\\_la\\_obtenci%C3%B3n\\_de\\_finos\\_hilos](https://www.academia.edu/34674795/Utilizaci%C3%B3n_de_botellas_PET_para_la_obtenci%C3%B3n_de_finos_hilos)
- Leonardo. (2012). *Características del PET (Poli Etiléno Tereftalato)*. Obtenido de <https://es.easeus.com/file-recovery/a-file-error-has-occurred.html>

- Lerma, H. D. (2009). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. Bogotá D.C: Ecoe Ediciones.
- MONCAYO, D. C. (2018). *ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LADRILLOS FABRICADOS A PARTIR DE PLÁSTICO RECICLADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN* . Bogotá: Universidad Santo Tomás-FACULTAD INGENIERÍA CIVIL.
- Porras Diaz, H., Sanchez Rivera, O. G., Galvis Guerra, J. A., Jaimez Plata, N. A., & Castañeda Parra, K. M. (2015). Tecnologías "Building Information Modeling" en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. *Entramado*, 11 N° 1, 230-249. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116>
- PROCOLOMBIA. (2018). *Manual Legal de Construcción en Colombia*. Obtenido de <https://www.inviertaencolombia.com.co/publicaciones/manual-legal-de-construccion-en-colombia-2018.html>
- Project Management Institute. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos-(Guía del PMBOK®)— Quinta edición*. Newtown Square, Pensilvania, Estados Unidos: Project Management Institute.
- Sierra Jimenez, J. A. (21 de 07 de 2016). *Usos y aplicaciones del plástico PEAD reciclado en la fabricación de elementos estructurales para construcción de vivienda en Colombia*. Obtenido de Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/432>
- TCC. (2019). *Ladrillos contruidos a partir de botellas PET*. Obtenido de TCC: <https://www.tcc.com.co/ladrillos-ecologicos-contruidos-a-partir-de-botellas-pet/>
- tiempo, E. (2019). *Villavo superó a otras 4 capitales en población en los últimos 13 años*. Obtenido de Tiempo ed online: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/villavicencio-supero-numero-de-poblacion-en-los-ultimos-13-anos-424876>
- UNDP. (2019). *¿Qué son los objetivos del desarrollo sostenible?* Obtenido de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Vallegres, Tejas y ladrillos S.A. (2016). *Norma técnica Colombiana 4205-1*. Obtenido de Unidades de mampostería de arcilla cocida: <https://www.vallegres.com/norma-tecnica-colombiana-ntc-4205-1/>

