



# Universidad **Mariana**

Estudio de factibilidad técnico-económico para la construcción de una vivienda tipo en la ciudad de Pasto, utilizando bloques de concreto vibrocompactado

Juan Sebastián Cabrera Lugo  
Jhon Alejandro López Caicedo  
Juan Carlos Portilla Morales  
Fabián Andrés Vitery López

Universidad Mariana  
Faculta de Ingeniería  
Programa de Ingeniería Civil  
San Juan de Pasto

2024

Estudio de factibilidad técnico-económico para la construcción de una vivienda tipo en la ciudad de Pasto, utilizando bloques de concreto vibrocompactado

Juan Sebastián Cabrera Lugo  
Jhon Alejandro López Caicedo  
Juan Carlos Portilla Morales  
Fabian Andrés Vitery López

Informe de investigación para optar al título de: Ingeniero Civil

Ing. Esteban Darío Gualguan Galíndez  
Ingeniero Civil - Esp. En Ingeniería de la Construcción  
Asesor

Universidad Mariana  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Ingeniería Civil  
San Juan de Pasto  
2024

## Contenido

|  |    |
|--|----|
| Introducción .....   | 8  |
| 1 Resumen.....   | 10 |
| 1.1. Abstract .....  | 10 |
| 1.1.1. Formulación del Problema .....  | 11 |
| 1.2. Justificación.....  | 11 |
| 1.3. Objetivos .....   | 12 |
| 1.3.1. Objetivo General .....  | 12 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos .....   | 12 |
| 1.4. Antecedentes .....  | 13 |
| 1.5. Metodología .....   | 15 |
| 1.5.1. Estudio de mercado que permita identificar las preferencias de los habitantes de la ciudad de Pasto para proponer una vivienda tipo de diseño .....                               | 15 |
| 1.5.2. Realizar los estudios técnicos y económicos de la vivienda tipo utilizando bloques de concreto vibrocompactado, cumpliendo con la normativa vigente para la ciudad de Pasto ..... | 17 |
| 1.5.3. Evaluar los parámetros económicos de la vivienda tipo para determinar su factibilidad constructiva.....   | 19 |
| 2 Resultados y Análisis.....   | 21 |
| 2.1. Diseño de la investigación.....   | 21 |
| 2.1.1. Demanda y oferta .....  | 21 |
| 2.1.2. Población.....  | 22 |
| 2.1.3. Muestra.....  | 22 |
| 2.1.4. Cuestionario de encuesta.....   | 22 |
| 2.1.5. Encuesta final .....  | 24 |
| 2.1.6. Análisis de datos.....  | 25 |
| 2.2. Estudios técnicos y económicos de la vivienda tipo utilizando bloques de concreto vibrocompactado bajo la normativa vigente .....   | 33 |
| 2.2.1. Diseño arquitectónico.....  | 33 |
| 2.2.2. Escogencia lote.....  | 34 |
| 2.2.3. Edificabilidad .....  | 35 |
| 2.2.4. Entrega de diseño final.....  | 37 |

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 2.2.5. Estudio suelos.....   | 38                                   |
| 2.2.6. Ubicación .....   | 38                                   |
| 2.2.7. Caracterización de zona sísmica .....                           | 38                                   |
| 2.2.8. Sondeos... .....  | 39                                   |
| 2.2.9. Perfil estratigráfico .....                                     | 43                                   |
| 2.2.10. Capacidad portante .....                                       | 43                                   |
| 2.2.11. Diseño estructural.....  | 45                                   |
| 2.2.12. Características de los Materiales .....                        | 46                                   |
| 2.2.13. Bloque de concreto vibrocompactado .....                       | 46                                   |
| 2.2.14. Estructura .....   | 48                                   |
| 2.2.15. Diseño hidrosanitario .....                                    | 48                                   |
| 2.2.16. Diseño eléctrico.....  | 50                                   |
| 2.2.17. Presupuesto valorativo detallado.....                          | 53                                   |
| 2.2.18. Programación del proyecto.....                                 | 53                                   |
| 2.2.19. Análisis de datos.....   | 54                                   |
| 2.3. Evaluación de los parámetros económicos de la vivienda tipo ..... | 55                                   |
| 2.3.1. Flujo de fondos .....   | 55                                   |
| 2.3.2. Cálculo indicadores financieros .....                           | 58                                   |
| 2.3.3. Análisis de datos.....  | 59                                   |
| 3 Conclusiones .....   | 61                                   |
| 4 Recomendaciones .....  | 62                                   |
| Referencias bibliografía .....   | 63                                   |
| Anexos.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

## Índice de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Características vivienda.....                            | 33 |
| Tabla 2 Índice de construcción.....                              | 35 |
| Tabla 3 Caracterización de zona sísmica.....                     | 39 |
| Tabla 4 Apiques numero 1.....                                    | 40 |
| Tabla 5 Apique numero 2.....                                     | 41 |
| Tabla 6 Apique numero 3.....                                     | 42 |
| Tabla 7 Propiedades suelo.....                                   | 43 |
| Tabla 8 Factores suelo.....                                      | 44 |
| Tabla 9 Resultados.....  | 44 |
| Tabla 10 Clasificación por tipo de uso.....                      | 45 |
| Tabla 11 Materiales.....   | 46 |
| Tabla 12 Dimensiones.....  | 46 |
| Tabla 13 Características bloque de concreto vibrocompactado..... | 47 |
| Tabla 14 Elementos estructurales.....                            | 48 |
| Tabla 15 Diámetro de red hidráulica.....                         | 49 |
| Tabla 16 Pérdidas.....   | 49 |
| Tabla 17 Caudal Máximo.....                                      | 49 |
| Tabla 18 Diámetro bajantes.....                                  | 50 |
| Tabla 19 Iluminación y tomas.....                                | 50 |
| Tabla 20 Carga instalada.....                                    | 51 |
| Tabla 21 Resumen elementos eléctricos.....                       | 51 |
| Tabla 22 Costos por actividad.....                               | 53 |
| Tabla 23 Diseños y presupuesto.....                              | 54 |
| Tabla 24 VPN (Valor presente neto).....                          | 59 |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Encuesta final .....                            | 24 |
| Figura 2 Respuestas pregunta No. 1 .....                 | 25 |
| Figura 3 Respuestas pregunta No. 2 .....                 | 26 |
| Figura 4 Respuesta pregunta No. 3 .....                  | 27 |
| Figura 5 Respuesta pregunta No. 4 .....                  | 27 |
| Figura 6 Respuesta pregunta No. 5 .....                  | 29 |
| Figura 7 Respuesta pregunta No. 6 .....                  | 29 |
| Figura 8 Respuesta pregunta No. 7 .....                  | 30 |
| Figura 9 Respuesta pregunta No. 8 .....                  | 31 |
| Figura 10 Respuesta pregunta No. 9 .....                 | 31 |
| Figura 11 Respuesta pregunta No. 10 .....                | 32 |
| Figura 12 Plantas 1 y 2 piso diseño arquitectónico ..... | 37 |
| Figura 13 Ubicación sondeos en lote .....                | 38 |
| Figura 14 Foto lugar de extracción de muestras .....     | 39 |
| Figura 15 Perfil estratigráfico .....                    | 43 |
| Figura 16 Bloque de concreto vibrocompactado .....       | 47 |
| Figura 17 Diagrama de Grant .....                        | 54 |
| Figura 18 Flujo de fondos .....                          | 55 |
| Figura 19 Curva S .....                                  | 57 |
| Figura 20 Flujo del inversionista .....                  | 58 |

Artículo 71: los conceptos, afirmaciones y opiniones emitidos en el Trabajo de Grado son responsabilidad única y exclusiva del (los) Educando (s)

Reglamento de Investigaciones y Publicaciones, 2007

Universidad Mariana

## **Introducción**

Desde una perspectiva innovadora y rentable, las entidades encargadas de la construcción de viviendas, vienen manejando propuestas atractivas basadas en la utilización de materiales sostenibles y ecológicos, los cuales deben cumplir con los lineamientos legales y al mismo tiempo demuestran óptimos resultados en cuanto a calidad, economía y eficiencia constructiva; según Valderrama (2010), en Colombia la trascendencia que ejerce la optimización de recursos en la construcción de edificios sucede bajo el concepto de una adecuada previsión de costos versus calidad. Otra importante propuesta es la de López y Guerrero (2020), quienes motivados por mostrar alternativas adecuadas para contrarrestar el daño medio ambiental que sufre el planeta, exponen una idea innovadora relacionada con el diseño de viviendas, indispensable para demostrar la significativa reducción en los costos de inversión en términos de calidad, confortabilidad y sostenibilidad, a los interesados en defender el modelo tradicional.

Esta investigación se enfoca en el uso de bloques de concreto vibrocompactado, considerado como una alternativa no convencional diseñada con materiales seguros, resistentes, económicos y prácticos para optimizar el diseño de viviendas unifamiliares tipo. Este método ha demostrado ser eficiente y moderno en otras regiones del país, lo que ha despertado el interés de los constructores en Nariño por explorar diversas opciones y tecnologías para maximizar la eficiencia energética, mejorar la sostenibilidad y minimizar la inversión.

La idea de utilizar bloques de concreto se consolida como una forma efectiva de optimizar la construcción residencial siendo reiterativo en el cuidado del medio ambiente, en ella se exige la evaluación de ciertos parámetros técnicos y económicos indispensables para la implementación de una vivienda tipo en el municipio de Pasto (Guillermo, 2020).

Este proyecto de investigación inicia con la aplicación de un estudio de mercado, el cual refleja qué características evidencian los gustos y preferencia de la población residente en la ciudad de Pasto al momento de plantearse la idea de adquirir vivienda propia; con la información obtenida sobre preferencias y tendencias actuales, se propone un proyecto ejecutivo de vivienda que cumpla con las características técnicas y legales, donde la prioridad es el uso de bloques de concreto

vibrocompactado definidos como eco-amigables. Contando con esa propuesta de vivienda se realiza un estudio económico que requiere la elaboración detallada de un presupuesto valorativo y la programación del proyecto; su factibilidad y viabilidad parte desde la evaluación de unos indicadores financieros, donde las variables a evaluar son costo y tiempo del proyecto.

## **1 Resumen**

La propuesta se enfoca en evaluar los parámetros técnicos y económicos de una vivienda modelo construida a través de la implementación de bloques de concreto vibrocompactado en viviendas tipo en Pasto. Este modelo de vivienda, basado en un estudio de mercado cualitativo para determinar las preferencias de los habitantes de la ciudad, resalta las tendencias actuales en vivienda, enfatizando su contribución al cuidado medioambiental, cumplimiento de las normativas legales regionales y calidad del producto final. A pesar de la falta de información previa sobre proyectos similares en el departamento de Nariño, se busca presentar un modelo exitoso trabajado en otras regiones del país, con el propósito de ofrecer una alternativa de calidad-precio adecuada al contexto particular de los ciudadanos pastusos.

Los objetivos de la investigación incluyen un estudio de mercado cualitativo que involucra a una población específica y el conocimiento de las expectativas de vivienda. Asimismo, se contempla un estudio técnico conforme a la normativa urbana de Pasto, que genera una propuesta de valor acorde a las preferencias de los ciudadanos, abarcando diseños arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios y eléctricos, componentes principales de un proyecto de construcción. A partir de estos diseños, se desarrolla una evaluación de la viabilidad económica para determinar la viabilidad financiera de la propuesta, utilizando indicadores financieros como la TIR (Tasa Interna de Retorno), VPN (Valor Presente Neto) y B/C (Beneficio/Costo), presentando una alternativa de vivienda que responde a las necesidades de las personas y que sea económicamente rentable.

Palabras clave: factibilidad, vivienda tipo, presupuesto valorativo, indicadores financieros, bloques de concreto vibrocompactado.

### **1.1. Abstract**

The proposal focuses on evaluating the technical and economic parameters of a model home built using vibrocompacted concrete blocks in typical housing in Pasto. This housing model, based on a qualitative market study to determine the preferences of city residents, highlights current housing

trends, emphasizing its contribution to environmental care, compliance with regional legal regulations, and the quality of the final product. Despite the lack of previous information on similar projects in the Nariño department, the aim is to present a successful model implemented in other regions of the country, with the purpose of offering a suitable quality-price alternative to the specific context of Pasto residents.

The research objectives include a qualitative market study involving a specific population and understanding housing expectations. Additionally, a technical study is considered in accordance with Pasto's urban regulations, generating a value proposition in line with citizens' preferences, covering architectural, structural, hydrosanitary, and electrical designs, fundamental components of a construction project. Based on these designs, an economic feasibility assessment is conducted to determine the financial viability of the proposal, using financial indicators such as IRR (Internal Rate of Return), NPV (Net Present Value), and B/C (Benefit/Cost), thus presenting a housing alternative that meets people's needs and is economically viable.

Keywords: feasibility, typical housing, budget valuation, financial indicators, vibrocompacted concrete blocks

### ***1.1.1. Formulación del Problema***

¿La propuesta de vivienda tipo utilizando ladrillo vibrocompactado cumplirá con todos los parámetros técnicos y económicos necesarios para garantizar su factibilidad de construcción?

## **1.2. Justificación**

El propósito es destacar y fomentar la utilización de bloques de concreto vibrocompactado en la construcción de viviendas en Pasto. Esto se presenta como alternativa posible para obtener una residencia cómoda y adaptada a las necesidades particulares de las familias Pastusas, al tiempo que se considera la economía en la construcción. Para lograrlo, es esencial disponer de los estudios técnicos y económicos adecuados que respalden su viabilidad.

La intención es ofrecer una solución definitiva frente el desequilibrio entre la oferta y la demanda de vivienda que ha dejado a la comunidad con pocas opciones para satisfacer una necesidad que debería ser prioritaria o al menos no tan retrasada, se ahí que sea crucial persuadir a la población a través de propuestas innovadoras, llamativas, modernas y que promuevan el cuidado de la naturaleza, sin embargo y a pesar de vivir en tiempos modernos, la comunidad sigue siendo tradicionalista y renuente a considerar esa clase de ideas en lo que respecta a modelos de vivienda.

Una propuesta relacionada con lo dicho anteriormente, a la cual se ha realizado estudios técnicos y económicos a fin de determinar que es una idea técnica y funcional, tiene que ver con el uso de bloques de concreto vibrocompactado para la construcción de viviendas. La idea asegura una estructura con características óptimas a un costo que no supera el de los modelos promocionados por algunas constructoras que se adhieren a criterios tradicionales.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo General***

Desarrollar un estudio de mercado que permita identificar una vivienda tipo, para realizar los estudios técnicos y económicos de una vivienda tipo en la ciudad de Pasto, contemplando bloques de concreto vibrocompactado, determinando la factibilidad constructiva.

#### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

- Desarrollar un estudio de mercado que permita identificar las preferencias de los habitantes de la ciudad de Pasto, para proponer una vivienda tipo de diseño.
- Realizar los estudios técnicos y económicos de la vivienda tipo utilizando bloques de concreto vibro compactado, cumpliendo con la normativa vigente para la ciudad de Pasto.
- Evaluar los parámetros económicos de la vivienda tipo, para determinar su factibilidad constructiva.

#### **1.4. Antecedentes**

En el siguiente apartado se citan algunos trabajos internacionales, nacionales y regionales relacionados con la temática prevista en la tesis de investigación:

##### **Estudio técnico y financiero en construcción de vivienda de interés caso estudio proyecto (construcción de viviendas nuevas sector rural) municipio de – Cerinza Boyacá**

El objetivo fue determinar la viabilidad del uso de mampostería suelo cemento versus mampostería confinada para la construcción de viviendas de interés social en ese sector rural, para lo cual se desarrolló un análisis técnico en cuanto a la construcción de viviendas nuevas; asimismo, se cumplió con la evaluación financiera del proyecto, que incluyó la elaboración de estados financieros proyectados, el análisis de la rentabilidad y la determinación de la tasa interna de retorno (TIR). Como conclusión se determinó la viabilidad del proyecto, técnica y financieramente; se identificó la necesidad de implementar medidas para reducir costos, referente al uso de materiales y optimización de procesos, incluso la búsqueda de financiamiento a través de programas gubernamentales y/o entidades privadas. El proyecto tiene potencial para generar impacto social positivo y mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector rural (Ramos, 2021).

##### **Estudio de factibilidad y planificación para la construcción de la urbanización ubicada en la vía entre Santa Rosa y Villanueva (Bolívar)**

Baldión, et.al. (2021) realizaron un análisis de la situación actual del mercado inmobiliario en la zona, asumiendo unos requisitos legales y normativos, donde se evaluaron los recursos necesarios para la construcción y se hizo el estudio de las necesidades y preferencias de compradores potenciales, esto a fin de dejar plasmado el diseño de las viviendas. Se llegó a la conclusión que la construcción de la urbanización era posible y rentable, debido a la demanda de viviendas unifamiliares en la zona y a la disponibilidad de los recursos necesarios.

## **Estudio de factibilidad para la ejecución de un proyecto de vivienda tipo” Sirs Club House” para mayores de 50 años en Ibagué**

El proyecto de vivienda comenzó con una investigación de mercados para definir el tipo de cliente que para este caso eran personas cercanas a la tercera edad, conocer la oferta y la demanda existente. Luego se realizó un análisis técnico para determinar la viabilidad de la construcción, considerando la normativa y las regulaciones, así como también se hizo un estudio financiero para evaluar su rentabilidad. Las conclusiones del estudio mostraron que el proyecto era viable y factible; se identificó una demanda insatisfecha de vivienda para este grupo de personas y se encontró que tal proyecto posee un alto potencial para satisfacer tal demanda, dada su ubicación y el cumplimiento de la norma y las regulaciones. Rentable y financieramente también es factible, pues ofrece una tasa de retorno atractiva para los inversores (Prieto y Quiroga, 2020).

## **Estudio de factibilidad para la construcción de vivienda utilizando contenedores en la ciudad de Bogotá**

Con el propósito de determinar su viabilidad económica, a partir del cumplimiento de la normativa y regulaciones aplicables a la construcción de viviendas mediante el uso de contenedores, Vargas (2017) realizó una evaluación técnica, tomando en cuenta factores como: ubicación, topografía, accesibilidad, seguridad estructural, requisitos de servicios públicos y sostenibilidad ambiental. Por otro lado, se realizó una evaluación de la demanda de esta clase de vivienda, encuestando a posibles compradores para conocer sus preferencias y necesidades habitacionales. Con el estudio se demostró que esta es una opción atractiva y viable, siempre y cuando se cumpla con las regulaciones y normativas aplicables, por ser una opción más económica y sostenible en comparación con los métodos de construcción tradicionales.

## **Comportamiento físico - mecánico en unidades de albañilería de concreto vibrado autoensamblado en los centros poblados de la ciudad del Cusco, 2018**

Con el propósito de determinar el comportamiento físico- mecánico de pilas y muretes a base de bloques de concreto vibrocompactado, a partir del cumplimiento de la normativa y regulaciones

aplicables a la construcción de viviendas, Rios Ronald y velasque Jayson realizaron un nuevo sistema constructivo, el cual ofrece un ahorro en el uso de materiales en la mano de obra capacitada, mejora los tiempos de ejecución y finalmente entrega un ahorro en el presupuesto general tanto en edificaciones y muros no portantes, al final este estudio arrojó resultados óptimos en la investigación, razón por la que se busca dar a conocer este nuevo tipo de material y su uso en las edificaciones brindando una vivienda segura y en un menor tiempo de lo acostumbrado. (Ronald & Jayson, 2022)

## **1.5. Metodología**

Dentro de las actividades a ejecutar en esta parte, se especifican los pasos a llevar a cabo para el desarrollo de la investigación y cumplir con ello los objetivos específicos.

### ***1.5.1. Estudio de mercado que permita identificar las preferencias de los habitantes de la ciudad de Pasto para proponer una vivienda tipo de diseño***

**1.5.1.1. Estudio de la demanda y oferta.** Para obtener información pertinente acerca de los clientes potenciales interesados en una vivienda propia, se van a evaluar dos variables importantes: el estudio de la demanda y el estudio de la oferta en Pasto. Este es un análisis detallado que evalúa la necesidad de los interesados dentro del área de influencia y el tipo de propiedad. Para llevar a cabo esta actividad, se obtiene de la fuente directa, es decir, personas e información reportada por algunas instituciones, a partir de técnicas de investigación. Para ello es necesario recopilar información primaria y secundaria de diferentes entidades y medios (datos que ofrece CAMACOL, DANE entre otros).

Cabe anotar que el estudio de mercado, evalúa la demanda de la vivienda por cualidades, que consiste en adquirir información para determinar la distribución de vivienda o conformación de la misma, por ejemplo: el número de habitaciones o de baños que posee; estrato socioeconómico, ubicación de vivienda, presupuesto de adquisición de vivienda, entre otros.

Revisión de fuentes de información, es el caso de los informes gubernamentales proporcionados por entidades como el DANE y la alcaldía del municipio de Pasto, a fin de obtener información útil relacionada con las tendencias de mercado y la caracterización de potenciales compradores. Una vez se cuenta con los datos, se procede a su análisis para focalizar el lote de implantación de la vivienda.

**1.5.1.2. Población.** La población de estudio se toma conforme a la proyección al año 2018 del censo DANE (2018), donde el número total de habitantes en la ciudad de Pasto es de 392,589.

**1.5.1.3. Selección de la muestra.** Con los datos obtenidos de bases de datos secundarias como lo es el DANE y la alcaldía municipal de Pasto relacionada con la población total del municipio, se determina la muestra para el presente estudio de mercado usando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N - Z_a^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra buscado

N: tamaño de la población

e: error de estimación máximo

P: probabilidad que ocurra el evento estudiado

q: (1-p) probabilidad que el evento no ocurra)

**Encuestas.** La herramienta utilizada para obtener información primaria corresponde a la encuesta, la cual será formulada y acondicionada en torno al tema de la propuesta sobre el diseño de vivienda. Esta encuesta tiene la intención de reconocer las preferencias de la comunidad en la ciudad y será aplicada en los sectores de mayor desarrollo urbano, para conocer qué opinión y percepción le genera al público el uso de materiales innovadores para la construcción de viviendas que se destacan por beneficiar al medio ambiente.

**1.5.1.4. Elaboración del cuestionario de encuesta.** Para empezar, se elaborará un cuestionario piloto con diferentes tipos de preguntas que permitan realizar un sondeo claro y sencillo. Si la

encuesta inicial no cumple con los requerimientos que se necesita para la creación de la propuesta de diseño, la encuesta se modificará hasta conformar un modelo que proporcione la información necesaria y suficiente que satisfaga el desarrollo del primer objetivo. Su estructura se dará a partir de una serie de preguntas cerradas relacionadas con el tema central de estudio de la presente investigación, acerca de las preferencias de vivienda en cuanto a tamaño, comodidades y diseño, sin olvidar la utilización de bloques de concreto vibrocompactado.

**1.5.1.5. Recolección de datos.** Para recopilar información se va a utilizar una metodología mediante la realización de encuestas, teniendo en cuenta el grupo de personas al que se va a aplicar. El cuestionario de encuesta se distribuirá de manera presencial y la recopilación de datos ha de llevarse a cabo durante un periodo de dos semanas.

**1.5.1.6. Análisis de datos.** Después de finalizar la recolección de datos, se procede a sintetizar la información relevante con el fin de seleccionar el diseño a presentar y establecer las dimensiones arquitectónicas que hacen alusión al espacio mínimo y a la funcionalidad necesaria para asegurar una habitabilidad adecuada de la vivienda, garantizando así el bienestar y la calidad de vida de sus ocupantes. Este análisis es crucial para elaborar la propuesta, la cual estará sujeta al cumplimiento de las normativas y regulaciones de construcción y seguridad.

### ***1.5.2. Realizar los estudios técnicos y económicos de la vivienda tipo utilizando bloques de concreto vibrocompactado, cumpliendo con la normativa vigente para la ciudad de Pasto***

Luego de conocer la percepción de los habitantes de la ciudad se procede a proponer un diseño arquitectónico que cumpla con los parámetros legales, que ofrezca la correcta optimización de los espacios, que satisfaga los requerimientos de quien pretenda adquirir la vivienda.

Primeramente, el estudio técnico legal consiste en hacer un análisis integral que busca evaluar todos los aspectos reglamentarios y técnicos aplicados en la ciudad de Pasto y que se encuentran relacionados con el desarrollo del proyecto constructivo, con la idea de generar confianza a la hora de optar por elegir el modelo que se va a plantear. Para esto es preciso recopilar información

proveniente de entidades como: Planeación Municipal y del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Pasto.

Gracias a la información antes suministrada, es pertinente efectuar la zonificación y la escogencia de posibles lotes para el desarrollo del proyecto de construcción de vivienda unifamiliar; con ello, se determina la zona de preferencia de la población y se procede a la escogencia aleatoria de tres posibles lotes aptos para la ejecución del proyecto de vivienda que cumple con cada una de las exigencias.

Posteriormente se considera el perfil vial, documento que muestra la planificación vial del lote dentro del municipio de Pasto hasta la vigencia del POT de la ciudad; este perfil muestra la ubicación y extensión de las calles, avenidas, caminos y senderos, así como la ubicación de los lotes aledaños y las áreas comunes existentes. La idea de utilizarlo es para asegurar una circulación fluida y segura dentro de la ciudad y para garantizar que los lotes y áreas comunes sean accesibles, también permite a los diseñadores y arquitectos planificar el trazado y diseño de viviendas en relación con las vías de acceso y circulación.

Respecto a la licencia de construcción y urbanismo que expide la Curaduría Urbana de la ciudad de Pasto, este es un permiso indispensable para poder realizar una construcción de forma legal y se autoriza para adelantar obras de urbanización y parcelación de predios de construcción y ocupación del espacio público, en cumplimiento de las normas urbanísticas y de edificación adoptadas en el POT. En ella se concreta de manera correcta los usos, edificabilidad, volumetría, accesibilidad y otros aspectos técnicos aprobados para la edificación.

Entre las normas urbanísticas más relevantes se destacan: la regulación de la zonificación, la densidad de construcción, la altura máxima de edificabilidad, el uso del suelo, el índice de construcción e índice de ocupación. Tales normas se solicitan para planificar y controlar el crecimiento de la ciudad, asegurando que los nuevos proyectos de construcción cumplan con los requisitos necesarios en cuanto a diseño, tamaño, altura, uso de materiales y respeto por los espacios públicos.

Al finalizar la propuesta arquitectónica, se elaborará un estudio de suelos, el cual permite identificar la capacidad portante del terreno y determinar la cantidad de carga que éste puede soportar, con el fin de dar estabilidad adecuada a la vivienda.

Se procede a la elaboración de los diseños estructurales, utilizando como referencia el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente del 2010 (NSR-10), específicamente el título E. Esto se realiza con el objetivo de asegurar la seguridad y estabilidad de la vivienda. Dicho reglamento establece criterios, requisitos y especificaciones técnicas que deben cumplir las estructuras para resistir diversas cargas, como el peso propio, las cargas de uso y los sismos, entre otras.

Además de los diseños estructurales, los proyectos de vivienda también incluyen el diseño hidrosanitario, el cual debe cumplir con la normativa correspondiente, en este caso el Código Colombiano de Fontanería: Norma Técnica Colombiana (NTC 1500). Su propósito es asegurar la correcta disposición y tratamiento de las aguas residuales y potables, con el fin de proteger la salud pública. Por último, está el diseño eléctrico, el cual debe cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), garantizando así la eficiencia energética.

Una vez completado el proyecto ejecutivo de la vivienda, se realizará un estudio económico que incluirá la elaboración de un presupuesto valorativo detallado y la programación del proyecto. Esto permitirá evaluar la viabilidad financiera del proyecto mediante la estimación de los costos de construcción y la determinación de los recursos financieros necesarios.

### ***1.5.3. Evaluar los parámetros económicos de la vivienda tipo para determinar su factibilidad constructiva***

El análisis financiero se basa en el flujo de fondos mes a mes proyectado en el cual mediante un valor aproximado de venta de vivienda, se puede obtener un flujo de dinero de inversionista, insumos indispensables para el cálculo de la tasa interna de retorno, el valor presente neto y la relación beneficio-costos.

El flujo de fondos se calcula a partir de la programación de actividades en el tiempo y los egresos del proyecto. Para el cálculo del flujo de fondos y el análisis financiero, se utiliza el software Microsoft Project, que facilita la obtención de información financiera detallada mes a mes, incluyendo ingresos, costes directos e indirectos, inversiones y flujos de caja del proyecto en todas sus fases.

Para establecer el precio de venta, es esencial obtener información sobre el flujo de caja de otros proyectos inmobiliarios. Esto puede obtenerse de la web o mediante la asistencia a ferias inmobiliarias para conocer el valor por metro cuadrado de viviendas nuevas en Pasto, facilitando así la recopilación y análisis de datos necesarios para la planificación del proyecto.

Finalmente, para evaluar la rentabilidad del proyecto, se calculan los indicadores financieros, como la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN), que permiten conocer el rendimiento del proyecto en relación con la inversión realizada y el costo de oportunidad del dinero invertido

## 2 Resultados y Análisis

### 2.1. Diseño de la investigación

**Desarrollo del estudio de mercado para identificar las preferencias de los habitantes de la ciudad y proponer el modelo de vivienda tipo.**

#### 2.1.1. *Demanda y oferta*

**Demanda.** Según los datos preliminares del censo que realizó el DANE en el año 2018; se estima que la población en el área urbana aumenta en un 0.6%, esto al mismo tiempo produce un incremento en la demanda de vivienda.

Cabe resaltar que según la información brindada se estima que el 54% de viviendas en la zona urbana se encuentran habitadas por los propietarios, mientras que el 46% son arrendadas, anti cresadas o familiares, lo que indica también la necesidad de vivienda propia que requiere la ciudad de Pasto. Estimando que Pasto requiere aproximadamente 170.000 viviendas para cubrir este déficit.

Al menos el 72% del total de viviendas arrendadas son habitadas por hogares pobres considerando que sus ingresos son menores a un salario mínimo legal vigente, por ello esta fracción de personas no podrían acceder a planes de compra de una vivienda; finalmente el 28% de las viviendas son hogares con capacidad de acceder a esta compra, porque sus niveles de ingresos están por encima de los niveles de pobreza.

**Oferta.** Según estudios realizados por la Alcaldía de Pasto, a travez de planeación municipal y CAMACOL, la informacion mas actual determina que en el año 2021 aumento un 26% la venta de viviendas en comparación con el año anterior y para 2022 preven mas de 1500 unidades habitacionales, de igual forma tienen como meta tener para el año 2026 la construcción de 1.5 millones de nuevos hogares que cubran la demanda estimada.

Usando datos del 2016 ofrecidos por CAMACOL para el departamento de Nariño, se conoce que la construcción de nuevas viviendas en el campo de no VIS existe una tendencia creciente desde el año 2005 hasta 2015, lo que indicaría que para los años siguientes seguiría manteniendo la misma tendencia.

### ***2.1.2. Población***

El número de habitantes en la ciudad de Pasto de acuerdo a la proyección para el año 2020, a partir del censo DANE 2018, fue de 392.589 individuos (DANE, 2018).

Para desarrollar el estudio se tomó como población base al total de personas incluidas en el rango de edad comprendido entre 20 y 59 años, que se ofrece en la tabla de población según el ciclo de vida y que abarca tanto a las personas que muestran mayor interés en la compra de vivienda como la información de bases de datos secundarias; por ende, el número probable de personas que estarían interesadas es de 230.794.

### ***2.1.3. Muestra***

A partir de la fórmula se determinó que el tamaño de la muestra es de 68 participantes, quienes fueron seleccionados de forma aleatoria y estratificada en zonas urbanas y suburbanas, para garantizar la representatividad de las preferencias geográficas y demográficas en la ciudad de Pasto. Se encuestó a personas de los 4 primeros estratos (0,1,2,3) desde los 19 hasta los 49 años de edad se seleccionó un barrio de cada estrato y se realizaron las encuestas de manera equitativa dividiendo el total de encuestas en los 4 lugares seleccionados. Luego se buscó a personas que vivan o arrienden en cada barrio para que respondan la encuesta.

### ***2.1.4. Cuestionario de encuesta***

La encuesta se fue modificando para conformar un modelo que satisfaga el desarrollo del primer objetivo. Cabe señalar que fue posible modificar su contenido y el número de preguntas incluidas

en un comienzo, hasta lograr conseguir un modelo de cuestionario representativo que proporcione la información necesaria y suficiente.

Para evaluar el nivel de conocimiento que los participantes tienen acerca de los bloques de concreto vibro compactado como material sostenible y novedoso en la construcción, se definen las preguntas 1 y 2. Teniendo en cuenta los beneficios medioambientales y las consideraciones prácticas y estéticas al momento de elegir una vivienda, quedan definidos los interrogantes 3, 4 y 5. Para conocer el nivel de receptividad por parte de la comunidad en cuanto a nuevas tecnologías y el uso de estrategias viables capaces de brindar beneficios que superen el modelo tradicional, se plantean las preguntas 6, 7 y 8. Desde la perspectiva de la sostenibilidad y el mejoramiento de la imagen de la ciudad, se realiza la pregunta 9. En cuanto a la disposición de los componentes principales para el diseño de una vivienda, de acuerdo con el estilo de vida personal y las consideraciones prácticas y culturales de cada familia, se precisaron las preguntas 10, 11 y 12.

Cabe resaltar que para el tratamiento de los datos arrojados en las encuestas se especifican sus fines académicos y de investigación. Los modelos de encuesta se irán perfeccionando desde un modelo de encuesta A hasta el modelo D.

La elección de preguntas cerradas en la encuesta tuvo que ver con la forma en que facilitan la categorización de las respuestas, así como el análisis y la identificación de patrones; estas ofrecen opciones específicas relacionadas con las características de las viviendas y el uso de bloques de concreto vibrocompactado, proporcionando la información detallada sobre preferencias y percepciones clave. Esto no solo agilizó el proceso de recopilación de datos, sino que también permitió comprender con precisión las preferencias dominantes en el mercado.

Para obtener las preguntas definitivas a investigar se realizaron varias pruebas con prototipos de encuestas que se pueden evidenciar en el anexo A, con cada fallo se pulió cada pregunta hasta alcanzar una encuesta definitiva, a partir del perfeccionamiento de los modelos de encuesta expuestos, el último modelo fue elegido en definitiva luego de analizar la relevancia de las preguntas respecto a los objetivos propuestos. El modelo de cuestionario representativo que puede

verse en el anexo B, proporciona la información necesaria y suficiente, a fin de conocer las cualidades que van a definir la propuesta de vivienda final.

### 2.1.5. Encuesta final

#### Figura 1

#### Encuesta final

Marque con una X la respuesta que sea acorde o más se aproxime a lo que usted piensa:

1. ¿Está familiarizado con el concepto de bloques de concreto vibrocompactado para construcción? (Estos son bloques de construcción fabricados a partir de materiales inertes, principalmente generados en obras de construcción.)

A). Si      B). No

2. ¿Cree usted que utilizar materiales como los bloques de concreto vibrocompactado, es beneficioso para el medio ambiente?

A). Si      B). No

3. ¿Cree que la comunidad en la ciudad de Pasto estaría dispuesta a adoptar los bloques de concreto vibrocompactado como una alternativa a los materiales de construcción tradicionales?

A). Si      B). No

4. ¿Consideraría usted vivir en una casa construida con bloques de concreto vibrocompactado en Pasto?

A). Si      B). No

Si su respuesta es NO marque entre las opciones que se muestran en el paréntesis (A: Desconoce del material B: Prefiero otro material C: Otro)

5. ¿Cuál consideras es el rango de tamaño ideal para tu vivienda urbana (casa) en términos de metros cuadrados según tu presupuesto?

A). menos 100 m<sup>2</sup>      B). 100 a 150m<sup>2</sup>      C). 150 a 200 m<sup>2</sup>

6. ¿Cuántos dormitorios consideras ideales para tu vivienda urbana(casa)?

A). 2      B). 3      C). 4 o mas

7. ¿Prefieres una vivienda urbana unifamiliar de 1 o 2 pisos?

A): 1      B). 2

8. ¿Cuántas unidades sanitarias considera usted son las ideales para una vivienda urbana(casa)?

A). 2      B). 3      C). 4

9. ¿Prefieres una cocina abierta o independiente?

A). Abierta      B). Independiente

10. ¿Prefieres un garaje adjunto o independiente?

A). Adjunto      B). independiente

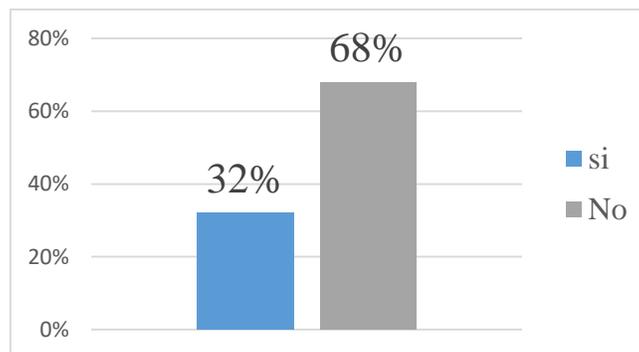
### 2.1.6. Análisis de datos

La recopilación y el análisis de la información que resume las preferencias más comunes de los habitantes de la ciudad de Pasto según sus necesidades, características y forma de adquirir una vivienda en la que van a usarse bloques de concreto vibro compactado para su construcción, se expone a continuación. Dentro del análisis de datos estadístico descriptivo, según la información que arrojó la encuesta, se encontró:

Pregunta No. 1 ¿Está familiarizado con el concepto de bloques de concreto vibro compactado para construcción?

#### Figura 2

*Respuestas pregunta No. 1*

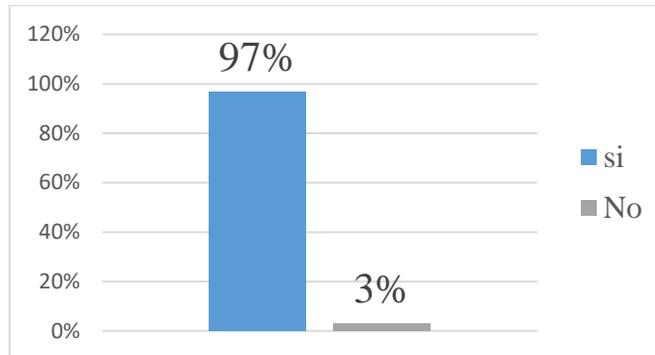


Del total de personas participantes en la encuesta (las cuales fueron 68), el 68% afirma no tener conocimiento alguno acerca del concepto de bloques de concreto vibrocompactado que se utilizan para construir viviendas; la parte restante, es decir el 32% admite conocerlo. Esta situación de desconocimiento puede estar relacionado con el nivel de innovación del uso de esta clase de elementos para el levantamiento de viviendas tipo, donde un mayor porcentaje de la población desconoce su uso, características y beneficios, ya que están generalmente familiarizados con el ladrillo convencional.

Pregunta No. 2 ¿Cree usted que utilizar materiales como los bloques de concreto vibrocompactado, es beneficioso para el medio ambiente?

### Figura 3

*Respuestas pregunta No. 2*



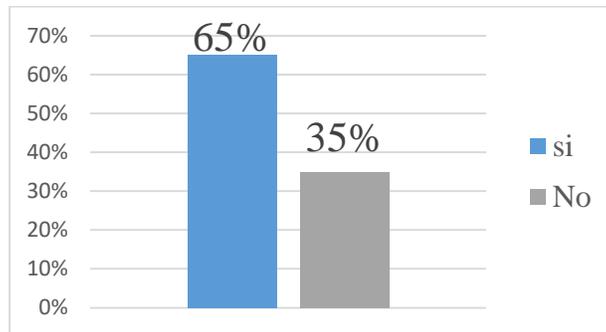
De manera significativa, gran parte de la población encuestada (97%) manifiesta que el uso de este tipo de materiales reciclados resulta ser beneficioso para el cuidado medio ambiental; mientras que un mínimo porcentaje (3%) señala que no proporcionan algún beneficio.

Al primar un desconocimiento referente a este tema en el campo de la construcción, luego de la primera pregunta se explico a los encuestados el concepto y sus ventajas del uso innovador de materiales reciclados, la población no está familiarizada con el manejo de bloques de concreto vibrocompactado a partir de RCD, desconociendo así cuales son sus beneficios estéticos, económicos y medio ambientales. Dado el auge y la trascendencia en torno al cuidado del planeta Tierra, el papel de los miembros del sector constructivo es crucial para comenzar a promocionar esta clase de propuestas.

Pregunta No. 3 ¿Cree que la comunidad en la ciudad de Pasto estaría dispuesta a adoptar los bloques de concreto vibrocompactado como una alternativa a los materiales de construcción tradicionales?

#### Figura 4

Respuesta pregunta No. 3

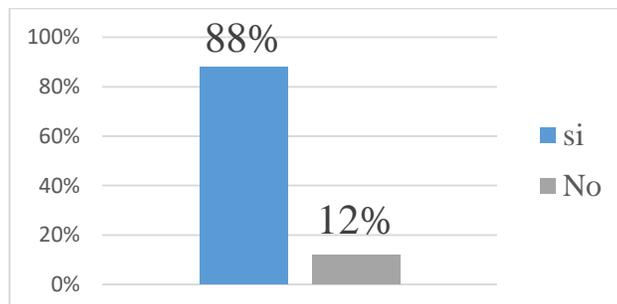


Del total de encuestados, 44 personas (esto es el 65%) si están dispuestas a la adopción de tecnologías innovadoras cuya capacidad de contribuir al cuidado del medio ambiente sea efectiva y que a su vez sea influyente en la disminución de los costos para el levantamiento de viviendas a través del uso de bloques de concreto vibrocompactado que se destaquen por su diseño moderno, confortable y accesible a cada familia. Por su parte, la parte restante de los encuestados (esto es el 35%) no manifiestan su interés por tener acceso a esta clase de propuestas innovadoras, ya sea por la falta de conocimiento relacionado con el tema o por mantener la idea de adquirir viviendas convencionales donde se utilizan ladrillo tradicional.

Pregunta No. 4 ¿Consideraría vivir en una casa construida con bloques de concreto vibrocompactado en Pasto?

#### Figura 5

Respuesta pregunta No. 4



Un 88% del personal encuestado (60 personas) reporta que estaría entre sus posibilidades el vivir en este tipo de viviendas; para la porción restante, esto es el 12%, no es una opción a tener en cuenta.

En el caso específico donde los encuestados respondieron de forma negativa a la cuarta pregunta, las causas puntuales expuestas son: desconocimiento del material (5 personas) y preferencia por otro material (3 personas), lo que representa un equivalente porcentual aproximado del 8% y del 4% respectivamente, esto con base en el total de la población evaluada.

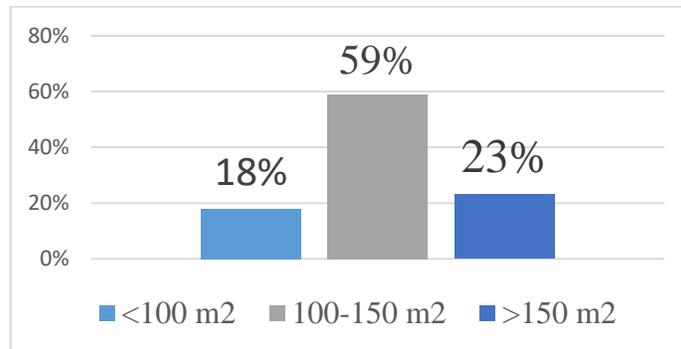
Desconocimiento del material (5 personas, aproximadamente el 8%). Estas personas pueden no estar familiarizadas con el material utilizado en este tipo de viviendas. Puede ser que nunca hayan oído hablar de él o que no comprendan sus características, beneficios y durabilidad. En algunos casos, la falta de información adecuada sobre el material de construcción puede generar desconfianza y preocupación en las personas.

Preferencia por otro material (3 personas, aproximadamente el 4%). Algunas personas pueden tener una preferencia arraigada por otros materiales de construcción, como la madera, el concreto o el ladrillo, debido a factores estéticos, tradición cultural o experiencias previas. Pueden tener la percepción de que estos materiales son más confiables o estéticamente atractivos en comparación con el material desconocido.

Pregunta No. 5 ¿Cuál consideras es el rango de tamaño ideal para tu vivienda urbana (casa) en términos de metros cuadrados según tu presupuesto?

## Figura 6

Respuesta pregunta No. 5

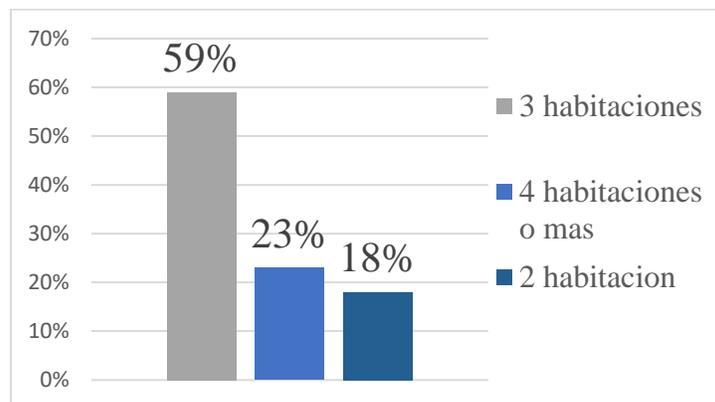


El 59% del personal evaluado (40 participantes) sostiene que de acuerdo con el presupuesto que maneja, lo ideal sería tener acceso a una vivienda que tenga un área entre 100 y 150 metros cuadrados. En segundo lugar, está el 23% de los encuestados manifiestan idealizar viviendas con áreas entre 150 y 200 metros cuadrados, esto bajo el mismo criterio de presupuesto. Por último, solo el 18% de los encuestados quisiera tener una casa de habitación cuya área sea inferior a 100 metros cuadrados.

Pregunta No. 6 ¿Cuántos dormitorios consideras ideales para tu vivienda urbana (casa)?

## Figura 7

Respuesta pregunta No. 6

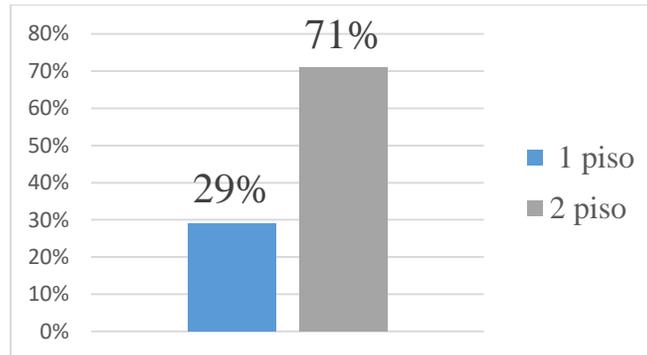


Disponer de tres habitaciones o dormitorios en una casa, es un número adecuado para el 57% de la población sometida a encuesta; mientras que el 30% señala que se conforman con tener una casa de dos habitaciones. El valor porcentual restante (13%) preferiría tener un lugar de residencia con cuatro o más dormitorios; muy probablemente, esta consideración depende del tamaño o número de integrantes de cada familia y/o su poder adquisitivo.

Pregunta No. 7 ¿Prefieres una vivienda urbana unifamiliar de 1 o 2 pisos?

### Figura 8

*Respuesta pregunta No. 7*

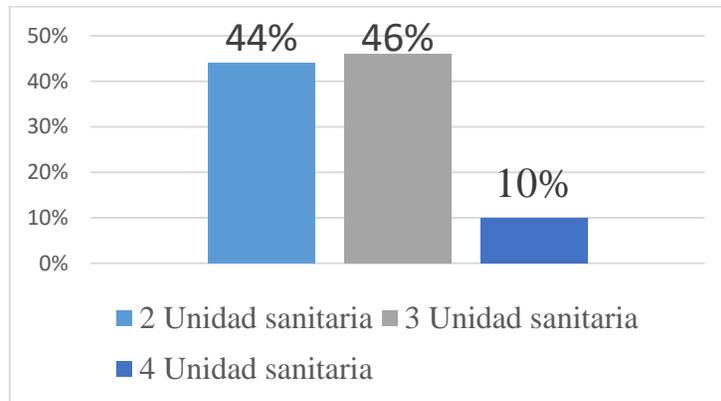


De manera representativa, un mayor valor porcentual de la población objeto de estudio, es decir el 71%, se inclina por gustar de viviendas diseñadas con dos pisos; por su parte, el otro 29% se siente atraído por casas de un solo piso.

Pregunta No. 8 ¿Cuántas unidades sanitarias considera usted son las ideales para una vivienda urbana (casa)?

### Figura 9

Respuesta pregunta No. 8

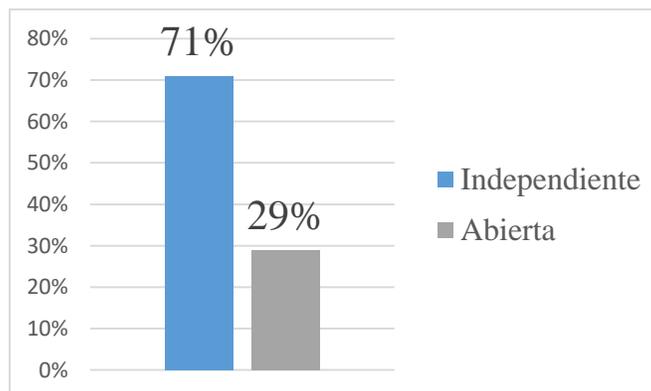


El 46% de los encuestados (31 personas) expresa que un total de 3 sanitarios en la casa sería lo más apropiado; por otro lado, al 44% (30 personas) le gustaría contar solo con 2 unidades sanitarias. Finalmente, al 10% sobrante le llama la atención tener 4 de estas unidades en su vivienda.

Pregunta No. 9 ¿Prefieres una cocina abierta o independiente?

### Figura 10

Respuesta pregunta No. 9

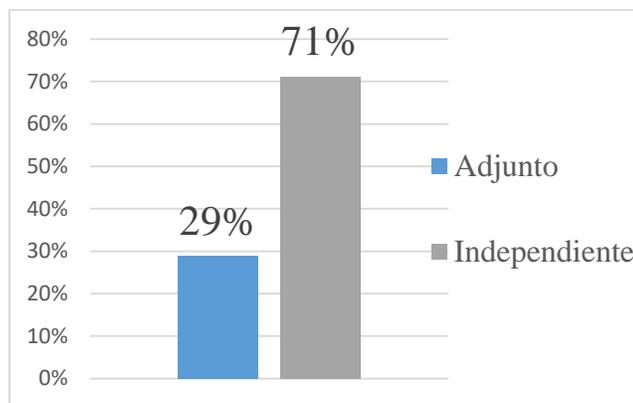


A un total de 42 encuestados, esto es al 62%, les gustaría tener una vivienda diseñada con cocina independiente; en tanto que para la parte restante (38%), la idea se enfoca en que la cocina debe ser abierta.

Pregunta No. 10 ¿Prefieres un garaje adjunto o independiente?

### Figura 11

*Respuesta pregunta No. 10*



En la fase final del proceso evaluativo, el 16% de la población objeto de estudio menciona que le gustaría contar con una vivienda donde el garaje sea diseñado de manera independiente. A la otra fracción (84%) le llama más la atención tener un lugar de habitación con el garaje adjunto.

Para definir la posibilidad de saber cuáles pueden ser los clientes potenciales interesados en la propuesta de vivienda a partir de la variable: estudio de la demanda, es preciso destacar cual es la población de la ciudad de Pasto, que es de aproximadamente 392.589 habitantes en el área urbana, esto según los datos preliminares del censo que realizó el DANE en el año 2018; si se estima que la población en el área urbana aumenta en un 0.6%, esto al mismo tiempo produce un incremento en la demanda de vivienda.

Cabe resaltar que, según la información brindada por el DANE, el 54% de las viviendas ubicadas en la zona urbana se encuentran habitadas por sus propietarios, mientras que el porcentaje restante

(46%) se encuentran arrendadas, anticresadas o en manos de familiares; esto es un indicativo de la necesidad de vivienda propia que tiene la comunidad pastusa. Haciendo un estimado aproximado del número que se requiere para cubrir el déficit, en la ciudad de Pasto se necesitaría construir 170.000 viviendas.

Al menos el 72% del total de viviendas arrendadas son habitadas por hogares con escasos recursos, considerando que sus ingresos son menores a un salario mínimo legal vigente, por ello esta fracción de personas tendría gran dificultad para acceder a planes de compra de una vivienda. En cambio, el 28% de las viviendas son habitadas por hogares que tienen esta capacidad de compra, porque sus niveles de ingresos están por encima de dicho salario mínimo; es por esto que se desarrolló una encuesta enfocada en aquellas personas interesadas en acceder a una vivienda propia de acuerdo con su nivel económico.

## **2.2. Estudios técnicos y económicos de la vivienda tipo utilizando bloques de concreto vibrocompactado bajo la normativa vigente**

### **2.2.1. Diseño arquitectónico**

#### **Información de necesidades**

Según el estudio de mercado realizado acerca de las preferencias de vivienda unifamiliar en la ciudad de Pasto, las características que atraen en mayor medida a la comunidad se resumen en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Características vivienda*

| <b>Tipo</b>                          | <b>Tamaño</b>            |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Rango de tamaño ideal de la vivienda | 100 a 150 m <sup>2</sup> |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Número ideal de dormitorios<br>o habitaciones | 3                     |
| Niveles en la vivienda                        | 2 pisos               |
| Unidades sanitarias                           | 3 unidades sanitarias |
| Tipo de cocina                                | Independiente         |
| Tipo de garaje                                | Adjunto               |

### **Análisis del sitio**

**Características Legales.** El diseño se propone para el municipio de Pasto por lo que se somete al POT vigente (acuerdo 004 abril de 2015) y normas volumétricas actuales, así como a las normas de diseño y construcción que rijan en el municipio.

Variables como la altura que se estableció en 2,7 m entre cada piso, altura mínima que establece el POT(Plan de ordenamiento territorial), los vacíos en función de cumplir con las normas volumétricas para el diseño están en 18 m<sup>2</sup>, se establecieron para cumplir lo que dicta el reglamento municipal y afectaron tanto algunos diseños preliminares que se pueden observar en el anexo C, de la misma manera se diseñó teniendo en consideración las distancia mínimas para habitaciones de 2,7 m y baños 1,2 m.

#### **2.2.2. Escogencia lote**

Con base al estudio de mercado, la vivienda debería tener un área de aproximadamente de 100 a 150 m<sup>2</sup> para construcción. Una vez establecido la distribución y espacios en el diseño arquitectónico se establecieron las medidas mínimas que debe tener el lote en el que se construya la vivienda. Para las medidas de construcción del área de vivienda se sigue las normas volumétricas que dictan que el máximo de área a usar debe ser del 75% del área del lote según el POT. Se hizo la selección de un lote ubicado en la ciudad de Pasto, carrera 24<sup>a</sup>, barrio Obrero para ejemplificar mejor todo el proceso y asemejarlo a la realidad, el cual tiene 13 m de profundidad por 6 de ancho, equivalente a un área de 78 m<sup>2</sup>.

### 2.2.3. Edificabilidad

Según el Artículo 252, en el acuerdo 004 se establece que si al predio se puede acceder de manera individual, entonces es de Tipo 1. Para la aplicabilidad de este tipo de viviendas se investigo tanto la norma urbanística como el perfil vial. Ambos documentos se pueden evidencia en el Anexo C.

**Norma urbanística.** Este documento permitió conocer las especificaciones aplicables al lote escogido con base a la norma vigente del municipio.

**Perfil vial.** Este documento permitió conocer de mejor manera el espacio público con el que se relaciona el lote.

Como se estableció previamente, la vivienda tendrá 2 pisos y se construirá en zona urbana del municipio de Pasto; por lo tanto, el indicador de ocupación es de 0,75 según se indica en la norma urbanística y el índice observado en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Índice de construcción*

|                | Actuación   | Tipo         | Índice de    | Índice de | Altura   | Cargas       | Condiciones  |
|----------------|-------------|--------------|--------------|-----------|----------|--------------|--------------|
| Edificabilidad | urbanística | edificatorio | construcción | ocupación | máxima   | urbanísticas |              |
|                |             |              |              |           |          |              | cumplimiento |
|                |             |              |              |           |          | Cargas tipo  | normas       |
| 2              | Edificación | Adosado      | Resultado    | 0,75      | 10 pisos | 2            | volumétricas |
|                |             |              |              |           |          |              | cumplimiento |
|                |             |              |              |           |          | Cargas tipo  | normas       |
| 2              | Edificación | Adosado      | Resultado    | 0,75      | 10 pisos | 2            | volumétricas |

La siguiente ecuacion indica el área máxima de construcción por cada piso, factor que afectó la manera en que se diseñó y planteó la vivienda.

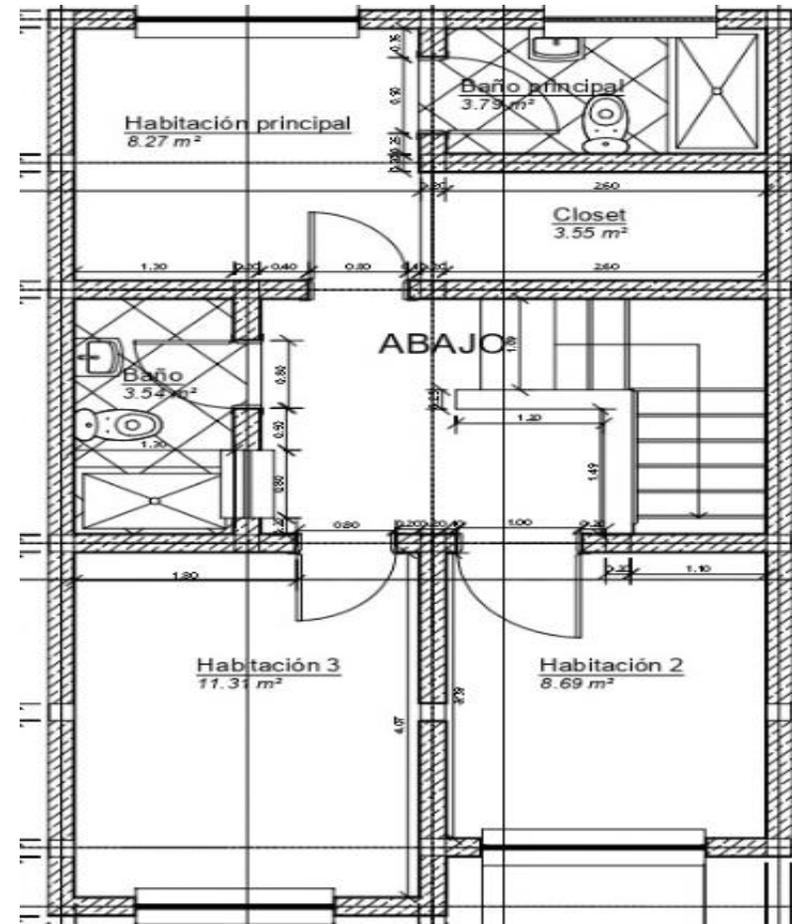
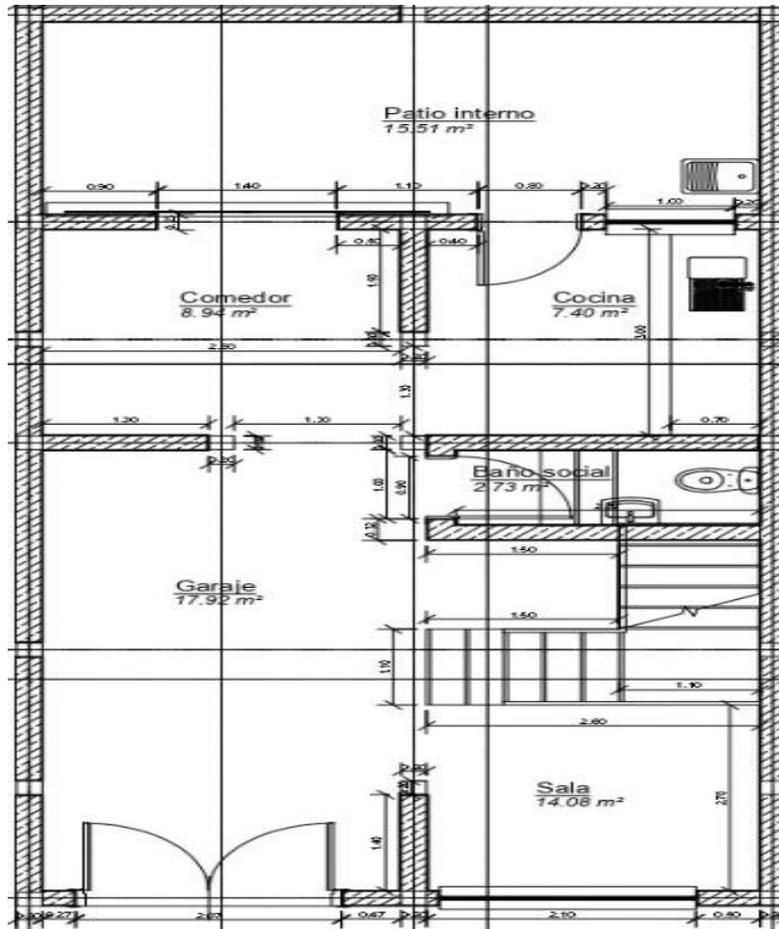
$$\text{Área construcción máxima por planta} = 0,75 * 78 = 58.5 \text{ m}^2$$

El diseño definitivo requirió modificaciones significativas en los espacios interiores, fachadas, escaleras y alineaciones con los ejes. Estas alteraciones fueron cruciales para asegurar la coherencia del diseño, garantizar la funcionalidad óptima de los espacios y mejorar la presentación global del proyecto arquitectónico. Toda la metodología del diseño final se puede ver en el anexo C

## 2.2.4. Entrega de diseño final

Figura 12

Plantas 1 y 2 piso diseño arquitectónico



### 2.2.5. Estudio suelos

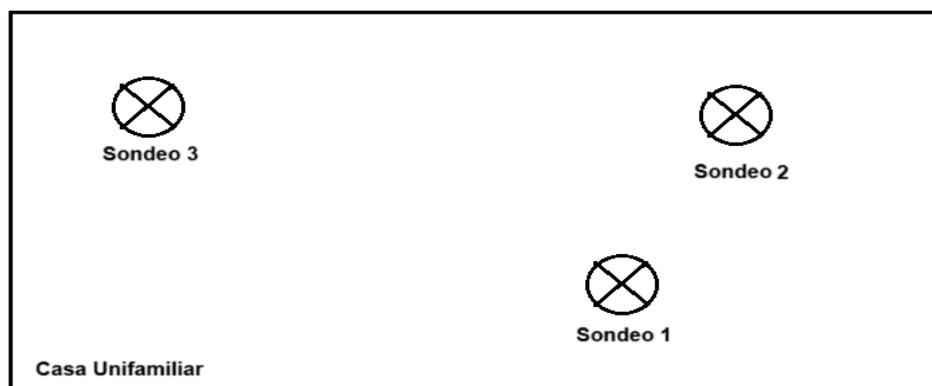
Este análisis proporcionó información crucial para la construcción, ayudando a determinar la capacidad portante del suelo y para planificar adecuadamente la cimentación en función de sus propiedades siguiendo las recomendaciones geotécnicas. El resumen de todos los laboratorios se encuentra en expuesto en el anexo D.

### 2.2.6. Ubicación

El lote donde se realizaron los apiques para obtener la muestra cuenta con la siguiente ubicación: carrera 24 con calle 8 Barrio Obrero, Pasto (Nariño), cuya localización en coordenadas es: 1°09'44.89" N, 77° 17' 07.73" O. En la Figura 13 se muestra de manera representativa dónde se realizó cada apique.

**Figura 13**

*Ubicación sondeos en lote*



### 2.2.7. Caracterización de zona sísmica

La Tabla 3 sintetiza las características de zona sísmica establecidas para la ciudad de Pasto.

**Tabla 3**

*Caracterización de zona sísmica*

|                                   |        |             |
|-----------------------------------|--------|-------------|
| <b>Amenaza sísmica</b>            |        | <b>Alta</b> |
| <b>Aceleración máxima en roca</b> |        | 0,25        |
| <b>Tipo de suelo</b>              |        |             |
| <b>Norma</b>                      | NSR-10 | A.2.4.3.2   |
| <b>Perfil suelo</b>               | Tipo   | C           |

**2.2.8. Sondeos**

Se realizaron tres sondeos, de 6 metros de profundidad cada uno, utilizando el método de extracción de muestras inalteradas.

**Figura 14**

*Foto lugar de extracción de muestras*



**Tabla 4**

*Apiques numero 1*

| <b>Proyecto</b>                         | <b>Casa unifamiliar en la ciudad de Pasto</b>     |         |                  |              | <b>Fecha</b>     | <b>Septiembre 2023</b> |                  |              |               |
|---|---|---------|------------------|--------------|------------------|------------------------|------------------|--------------|---------------|
| <b>Muestra No.</b>                      | 1,2,3   |         | <b>Estrato</b>   | 1-3          | <b>Apique No</b> | 1                      |                  |              |               |
| <b>Descripción</b>                      | Limo de baja plasticidad algo arenoso (ML) y (SM) |         |                  |              |                  |                        |                  |              |               |
| <b>Limite líquido y Limite plástico</b> |   |         | <b>Gradación</b> |              | <b>Gradación</b> |                        | <b>Gradación</b> |              |               |
| <b>Profundidad (m)</b>                  | 0 – 2.2   | 2.2 – 3 | 3 – 5.5          | <b>Tamiz</b> | <b>% Pasa</b>    | <b>Tamiz</b>           | <b>% Pasa</b>    | <b>Tamiz</b> | <b>% Pasa</b> |
| <b>LL</b>                               | 39  | 36      | 36               | 2”           |                  | 2”                     |                  | 2”           |               |
| <b>LP</b>                               | 29  | 33      | 32               | ½”           |                  | ½”                     |                  | ½”           |               |
| <b>% de humedad</b>                     | 36  | 39      | 42               | 1”           |                  | 1”                     |                  | 1”           |               |
| <b>Resultados</b>                       |   |         |                  | ½”           |                  | ½”                     |                  | ½”           |               |
| <b>Humedad</b>                          | 36  | 39      | 42               | 3/8”         |                  | 3/8”                   |                  | 3/8”         |               |
| <b>Limite Liquido</b>                   | 39  | 36      | 36               | N° 4         | 100              | N° 4                   | 86,7             | N° 4         | 67,3          |
| <b>Limite Plástico</b>                  | 29  | 33      | 32               | N° 10        | 21               | N° 10                  | 17,7             | N° 10        | 14,95         |
| <b>Índice de Plasticidad</b>            | 10  | 3       | 4                | N° 40        | 9,27             | N° 40                  | 19,9             | N° 40        | 14,945        |
| <b>Clasificación (S.U.C.S)</b>          | ML  |         | N° 200           | 69,73        | N° 200           | 49,09                  | N° 200           | 37,33        |               |

**Tabla 5***Apique numero 2***Tabla resumen contenido de humedad**

|                                |  |         |                |                  |               |                  |               |                  |               |
|--------------------------------|--|---------|----------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
| <b>Proyecto</b>                | Casa Unifamiliar en la ciudad de pasto   |         |                |                  | <b>Fecha</b>  | Septiembre 2023  |               |                  |               |
| <b>Muestra No.</b>             | 4,5,6  |         | <b>Estrato</b> | 1-3              |               | <b>Apique No</b> | 2             |                  |               |
| <b>Descripción</b>             | Primera capa de material orgánico, limo de baja plasticidad algo arenoso (ML) y (SM) |         |                |                  |               |                  |               |                  |               |
|                                | <b>Limite líquido y Limite plástico</b>  |         |                | <b>Gradación</b> |               | <b>Gradación</b> |               | <b>Gradación</b> |               |
| <b>Profundidad (m)</b>         | 0 – 2.2  | 2 – 2.5 | 2.5- 5.5       | <b>Tamiz</b>     | <b>% Pasa</b> | <b>Tamiz</b>     | <b>% Pasa</b> | <b>Tamiz</b>     | <b>% Pasa</b> |
| <b>LL</b>                      | Descapote  | 36      | 36             | 2”               |               | 2”               |               | 2”               |               |
| <b>LP</b>                      | Descapote  | 33      | 33             | ½”               |               | ½”               |               | ½”               |               |
| <b>% de humedad</b>            | Descapote  | 36,2    | 36,2           | 1”               |               | 1”               |               | 1”               |               |
|                                | <b>Resultados</b>  |         |                | ½”               |               | ½”               |               | ½”               |               |
| <b>Humedad</b>                 | Materia orgánica   | 36,2    | 36,2           | 3/8”             |               | 3/8”             |               | 3/8”             |               |
| <b>Límite líquido</b>          | Materia orgánica   | 36      | 36             | N° 4             | -             | N° 4             | 100           | N° 4             | 100           |
| <b>Límite plástico</b>         | Materia orgánica   | 33      | 33             | N° 10            | -             | N° 10            | 16,6          | N° 10            | 16,6          |
| <b>Índice de plasticidad</b>   | Materia orgánica   | 3       | 3              | N° 40            | -             | N° 40            | 18            | N° 40            | 18            |
| <b>Clasificación (S.U.C.S)</b> | ML   |         |                | N° 200           | -             | N° 200           | 65,4          | N° 200           | 65,4          |

**Tabla 6***Apique numero 3***Tabla resumen contenido de humedad**

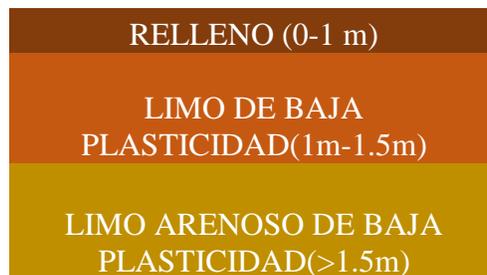
| <b>Proyecto</b>                         | Casa Unifamiliar en la ciudad de pasto            |                |     | <b>Fecha</b>     | Septiembre 2023 |                  |             |              |             |
|---|---|----------------|-----|------------------|-----------------|------------------|-------------|--------------|-------------|
| <b>Muestra No.</b>                      | 1,2,3   | <b>Estrato</b> | 1-3 | <b>Apique No</b> | 3               |                  |             |              |             |
| <b>Descripción</b>                      | limo de baja plasticidad algo arenoso (ML) y (SM) |                |     |                  |                 |                  |             |              |             |
| <b>Limite líquido y Limite plástico</b> | <b>Gradación</b>                                  |                |     | <b>Gradación</b> |                 | <b>Gradación</b> |             |              |             |
| <b>Profundidad (m)</b>                  | 0 – 3   | 3 – 6          | -   | <b>Tamiz</b>     | <b>%</b>        | <b>Tamiz</b>     | <b>%</b>    | <b>Tamiz</b> | <b>%</b>    |
|   |   |                |     |                  | <b>Pasa</b>     |                  | <b>Pasa</b> |              | <b>Pasa</b> |
| <b>LL</b>                               | 41  | 44             | -   | 2”               |                 | 2”               |             | 2”           |             |
| <b>LP</b>                               | 35  | 33             | -   | ½”               |                 | ½”               |             | ½”           |             |
| <b>% de humedad</b>                     | 43,7  | 17,7           | -   | 1”               |                 | 1”               |             | 1”           |             |
| <b>Resultados</b>                       |   |                |     | ½”               |                 | ½”               |             | ½”           |             |
| <b>Humedad</b>                          | 43,7  | 17,7           | -   | 3/8”             |                 | 3/8”             |             | 3/8”         |             |
| <b>Límite líquido</b>                   | 41  | 44             | -   | N° 4             | 96,9            | N° 4             | 99,3        | N° 4         | -           |
| <b>Límite plástico</b>                  | 35  | 33             | -   | N° 10            | 18,7            | N° 10            | 17,4        | N° 10        | -           |
| <b>Índice de plasticidad</b>            | 6   | 11             | -   | N° 40            | 21,1            | N° 40            | 17,04       | N° 40        | -           |
| <b>Clasificación (S.U.C.S)</b>          | ML  |                |     | N° 200           | 57,07           | N° 200           | 64,86       | N° 200       | -           |

### 2.2.9. Perfil estratigráfico

En la zona se realizaron 3 sondeos los cuales se llegaron a 6 m. Estos sondeos se realizaron por medio de excavación para muestras inalteradas en apiques, con recuperación de muestras para la clasificación de las mismas, tal como lo muestra a Figura 15.

**Figura 15**

*Perfil estratigráfico*



### 2.2.10. Capacidad portante

Con la capacidad portante se determinó la carga máxima del suelo, la cual permite calcular las dimensiones de la cimentación a usar.

Para obtener la capacidad portante del suelo se utilizó la ecuación general de capacidad de carga de Meyerhof (1963), usando los siguientes datos obtenidos de los laboratorios realizados a las muestras de suelo:

**Tabla 7**

*Propiedades suelo*

| <b>Datos</b>           |      |          |       |
|------------------------|------|----------|-------|
| <b>q (kpa)</b>         | 45.5 | y(kn/m3) | 19,55 |
| <b>Flotación (kpa)</b> | -26  | Df(m)    | 4     |
| <b>L (m)</b>           | 11,2 | B(m)     | 1     |

**Tabla 8***Factores suelo*

| <b>Factores</b> |      |              |      |                    |   |                    |   |
|-----------------|------|--------------|------|--------------------|---|--------------------|---|
| <b>Carga</b>    |      | <b>Forma</b> |      | <b>Profundidad</b> |   | <b>Inclinación</b> |   |
| <b>Nc</b>       | 5,14 | <b>Fcs</b>   | 1,07 | <b>Fcd</b>         | 1 | <b>Fci</b>         | 1 |
| <b>Nq</b>       | 1    | <b>Fqs</b>   | 1    | <b>Fqd</b>         | 1 | <b>Fqi</b>         | 1 |
| <b>Ny</b>       | 0    | <b>Fys</b>   | 0,86 | <b>Fyd</b>         | 1 | <b>Fyi</b>         | 1 |

Formula general de capacidad de carga de meyerhof:

$$q_u = C' N_c F_{cs} F_{cd} F_{cc} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qc} + \frac{1}{2} \gamma B N_y F_{ys} F_{yd} F_{yc}$$

Resultados generales:

**Tabla 9***Resultados*

|                     |         |
|---------------------|---------|
| qu(kpa)             | 196,67  |
| <b>QU(KN)</b>       | 3146,69 |
| <b>Qadm (Tn/m2)</b> | 9,33    |
| <b>fs</b>           | 3       |

A continuación se muestra el resultado obtenido:

$$Qadm = 9,33 \text{ tn/m}^2$$

En el anexo D se consignaron las recomendaciones de diseño de zapatas y recomendaciones constructivas.

### **2.2.11. Diseño estructural**

Tomando como referencia el diseño arquitectónico de la vivienda y la capacidad portante del suelo se procede a realizar el diseño estructural de la vivienda con la utilización del título E, de la Norma sismoresistente colombiana 2010. Es de mencionar que este título refiere a los elementos muros como elementos estructurales, por lo cual la distribución de muros es esencial para definir los muros de carga. Por otra parte en este título limita el diseño de vivienda a máximo 2 pisos y su cimentación debe ser cimentación tipo corrida.

#### **Uso de la estructura y coeficiente de importancia**

**Tabla 10**

*Clasificación por tipo de uso*

| <b>Uso de estructura</b>         | <b>Residencial</b> |
|----------------------------------|--------------------|
| <b>Grupo</b>                     | I                  |
| <b>Coficiente de importancia</b> | 1                  |

**Sistema estructural.** Se usó un sistema en mampostería confinada, con el propósito de dar mayor relevancia a los ladrillos de concreto vibrocompactado y así tengan participación en la estructura de la vivienda. En el anexo E se puede corroborar con mayor detalle las especificaciones de cada elemento estructural en función del título E de la norma NSR-10, que es la que instruye las características para este tipo de sistema estructural.

### 2.2.12. Características de los Materiales

Según lo establecido en el apartado E.4.2 del título E de la NSR-10, en la construcción se ha de emplear materiales que sean funcionales para la vivienda y que cumplan con la normativa vigente, por esa razón se seleccionaron los siguiente materiales.

**Tabla 11**

*Materiales*

| <b>Materiales</b> |          |
|-------------------|----------|
| <b>Concreto</b>   | 3000 psi |
| <b>Acero</b>      | 420 Mpa  |
| <b>Estribos</b>   | 420 Mpa  |

### 2.2.13. Bloque de concreto vibrocompactado

Para la construcción, se usó bloques de concreto vibrocompactado con un peso medio y una resistencia óptima a la compresión. Este tipo de bloque producido y comercializado por EMAS Pasto ofrece como ventajas: ser un producto innovador, amigable con el medio ambiente y que debido a sus acabados puede dejarse a simple vista.

**Tabla 12**

*Dimensiones*

|                  | <b>Nominal (mm)</b> | <b>Estandar (mm)</b> | <b>Real (mm)</b> |
|------------------|---------------------|----------------------|------------------|
| <b>Ancho (B)</b> | 200                 | 190                  | 190+/-2.00       |
| <b>Altura(H)</b> | 200                 | 190                  | 194+/-2.00       |

|                    |     |     |            |
|--------------------|-----|-----|------------|
| <b>Longitud(L)</b> | 400 | 390 | 390+/-2.00 |
|--------------------|-----|-----|------------|

**Tabla 13**

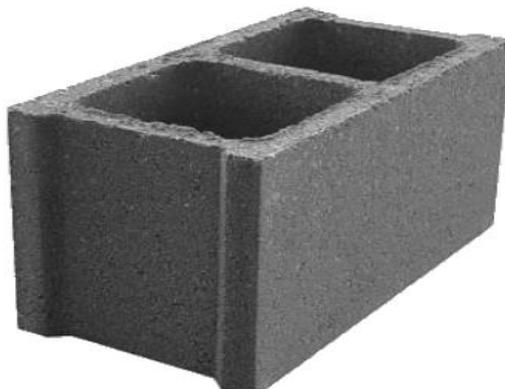
*Características bloque de concreto vibrocompactado*

| <b>Características</b>  | <b>descripción</b>    |
|-------------------------|-----------------------|
| <b>color</b>            | gris                  |
| <b>textura</b>          | rugosidad             |
| <b>peso seco</b>        | 12,8-13,3 kg          |
| <b>MR mínimo</b>        | 6 mpa                 |
| <b>absorción máxima</b> | 18%                   |
| <b>rendimiento</b>      | 12 und/m <sup>2</sup> |

Este producto se elabora apartir de residuos proveniente de la construcción o lo que se denomina RCD en la Figura 16 se puede observar una imagen del bloque listo para usar y en el anexo E su ficha técnica y demás especificaciones.

**Figura 16**

Bloque de concreto vibrocompactado



### 2.2.14. Estructura

En el anexo E se encuentra de manera mas detallada el proceso de diseño de los diferentes elementos estructurales.

**Tabla 14**

*Elementos estructurales*

| <b>Elementos</b>         | <b>Descripción</b>                             | <b>Medidas</b> |
|--------------------------|--|----------------|
| <b>Cimentación</b>       | Diafragma de cimentación                       | 30x30 cm       |
| <b>Columnetas</b>        | Separación máxima de 420 cm                    | 20x20 cm       |
| <b>Vigas</b>             | Separación máxima de 500 cm                    | 20x12 cm       |
| <b>Vigas de refuerzo</b> | vigas que soporten las zonas de mayor carga    | 25x30 cm       |
| <b>Muros</b>             | Muros de bloques de concreto vibrocompactado   | 20 cm          |
| <b>Losa aligerada</b>    | Losa aligerada que reduzca el peso a los muros | 30 cm          |
| <b>Cubierta</b>          | Teja de fibrocemento                           | 61 m2          |

### 2.2.15. Diseño hidrosanitario

Se realizaron los cálculos de caudal, pérdidas y las dimensiones de las tuberías, diámetro de las bajantes del techo en EXCEL2016. Revisar el anexo F.

**Tabla 15***Diámetro de red hidráulica*

| <b>Tramo</b>                 | <b>Du-G</b> | <b>G-F</b>  | <b>F-E2</b>  | <b>LV2-I</b> | <b>I-H</b>  | <b>H-E2</b> | <b>E2-E1</b> |
|------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| <b>Diámetro nominal (in)</b> | 1/2"        | 1/2"        | 1/2"         | 1/2"         | 1/2"        | 1/2"        | 3/4"         |
| <b>Tramo</b>                 | <b>D-C</b>  | <b>C-E1</b> | <b>LV1-B</b> | <b>E1-B</b>  | <b>B-WC</b> | <b>WC-M</b> |              |
| <b>Diámetro nominal (in)</b> | 3/4"        | 3/4"        | 1/2"         | 3/4"         | 1"          | 1"          |              |

**Tabla 16***Pérdidas*

| <b>Tramo</b> | <b>hf (m)</b> | <b>hl (m)</b> |
|--------------|---------------|---------------|
|              | 2,5197        | 4,3819        |

**Tabla 17***Caudal Máximo*

| <b>Tramo</b>                | <b>Du-G</b>    | <b>G-S1</b>  | <b>S1-F</b> | <b>F-BAN 4</b> | <b>LV2-S2</b> | <b>S2-1</b>  | <b>I-H</b>      | <b>H-BAN3</b> |
|-----------------------------|----------------|--------------|-------------|----------------|---------------|--------------|-----------------|---------------|
| <b>Q Max probable (L/s)</b> | 0,1873         | 0,3516       | 0,4431      | 0,4857         | 0,1163        | 0,2475       | 0,3986          | 0,4857        |
| <b>Tramo</b>                | <b>C-BAN-3</b> | <b>S3-S4</b> | <b>S4-D</b> | <b>D-BAN 2</b> | <b>WC-S5</b>  | <b>S5-LV</b> | <b>LV-BAN 1</b> |               |
| <b>Q Max probable (L/s)</b> | 0,56634        | 0,1873       | 0,3016      | 0,3986         | 0,2475        | 0,3516       | 0,3986          |               |

**Tabla 18***Diámetro bajantes*

|   |                        |           |
|---|------------------------|-----------|
| <b>Intensidad de la lluvia en Pasto</b> | mm/hora/m <sup>2</sup> | 112       |
| <b>Área de cubierta</b>                 | m <sup>2</sup>         | 61,263719 |
| <b>Bajante</b>                          |                        |           |
| <b>D</b>                                | in                     | 2,4002045 |
| <b>D comercial</b>                      | in                     | 3         |

**2.2.16. Diseño eléctrico**

El diseño eléctrico cuenta con cuadro de cargas, red de telecomunicaciones y red de tomas e iluminación, el cálculo de las cargas y elementos se puede evidenciar en el anexo G.

A continuación se muestra el número de circuitos en los cuales se dividió toda la red eléctrica de manera que exista una distribución en función del consumo (ver Tabla 19).

**Tabla 19***Iluminación y tomas*

| <b>Tablero</b> | <b>Circuitos</b> | <b>Iluminacion (20W)</b> | <b>Tomas</b> |
|----------------|------------------|--------------------------|--------------|
| <b>T-8</b>     |                  |                          |              |
|                | 1                | 10                       |              |
|                | 2                |                          | 5            |
|                | 3                |                          | 5            |
|                | 4                |                          | 5            |
|                | 5                |                          | 3            |

|              |      |    |
|--------------|------|----|
|              | 6    | 8  |
|              | 7, 8 |    |
| <b>Total</b> |      | 18 |
|              |      | 18 |

La Tabla 20 muestra el total de carga en watts y amperios que se distribuye en toda la casa.

**Tabla 20**

*Carga instalada*

| <b>Carga instalada</b> |          |
|------------------------|----------|
| <b>W</b>               | <b>A</b> |
| <b>200</b>             | 1,67     |
| <b>900</b>             | 7,50     |
| <b>900</b>             | 7,50     |
| <b>900</b>             | 7,50     |
| <b>540</b>             | 4,50     |
| <b>160</b>             | 1,33     |
| <b>Total</b>           |          |
| <b>3600</b>            | 30       |

Se muestra el diámetro de ducto PVC conduit usado, la protección de breaker acompañado de la descripción de cada circuito (ver Tabla 21).

**Tabla 21**

*Resumen elementos eléctricos*

**Cuadro de distribucion de circuitos**

| Tablero    | Circuitos    | Iluminacion<br>(20 W) | Tomas | Carga instalada |      | Selecion<br>Ducto<br>PVC | Conductor<br>cobre<br>aislado | Proteccion<br>breaker | Descripcion           |
|------------|--------------|-----------------------|-------|-----------------|------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|            |              |                       |       | W               | A    |                          |                               |                       |                       |
| <b>T-8</b> | 1            | 10                    |       | 200             | 1,67 | Ø=1/2''                  | 2X10+2T                       | 1X15                  | Iluminacion Piso 1    |
|            | 2            |                       | 5     | 900             | 7,50 | Ø=1/2''                  | 2X12+2T                       | 1X20                  | Cocina- Patio ropas   |
|            | 3            |                       | 5     | 900             | 7,50 | Ø=1/2''                  | 2X12+2T                       | 1X20                  | Comedor- Parqueadero  |
|            | 4            |                       | 5     | 900             | 7,50 | Ø=1/2''                  | 2X12+2T                       | 1X20                  | 2 Habitaciones + Baño |
|            | 5            |                       | 3     | 540             | 4,50 | Ø=1/2''                  | 2X12+2T                       | 1X20                  | Habitacion + Baño     |
|            | 6            | 8                     |       | 160             | 1,33 | Ø=1/2''                  | 2X10+2T                       | 1X15                  | Iluminacion Piso 2    |
|            | 7, 8         |                       |       |                 |      |                          |                               |                       | Reserva               |
|            | <b>Total</b> |                       | 18    | 18              | 3600 | 30                       |                               |                       |                       |

El voltaje según el reglamento de instalaciones eléctricas colombiano establece que para conocer el voltaje que puede existir una vivienda depende de los m<sup>2</sup> de la misma así como de un valor de 32 VA/m<sup>2</sup> que lo dicta la norma NTC 2050 por esta razón se comprueba que al multiplicar los 118 m<sup>2</sup> de la vivienda por el valor de la norma dando un total de 3776VA este valor es mayor al 3600 watts que obtenemos de nuestro diseño.

### **2.2.17. Presupuesto valorativo detallado**

Al finalizar los diseños del prototipo de vivienda conforme a las preferencias de los habitantes de la ciudad de Pasto y cumpliendo con la normatividad vigente, se procede a realizar el presupuesto valorativo detallado acorde a la zona urbana donde se implantará el proyecto. Por otro lado, se procede a realizar la programación del presupuesto utilizando Microsoft Excel 2016, en el cual se estiman los valores y costos totales de cada actividad propuesta por ítem, para tener una mejor claridad en el manejo de los datos.

Seguidamente se presentan los resultados más destacados dentro del presupuesto, donde se puede evidenciar el ítem, descripción de cada actividad, el valor total de cada ítem con su costo. Para más detalle ver el Anexo H.

**Tabla 22**

*Costos por actividad*

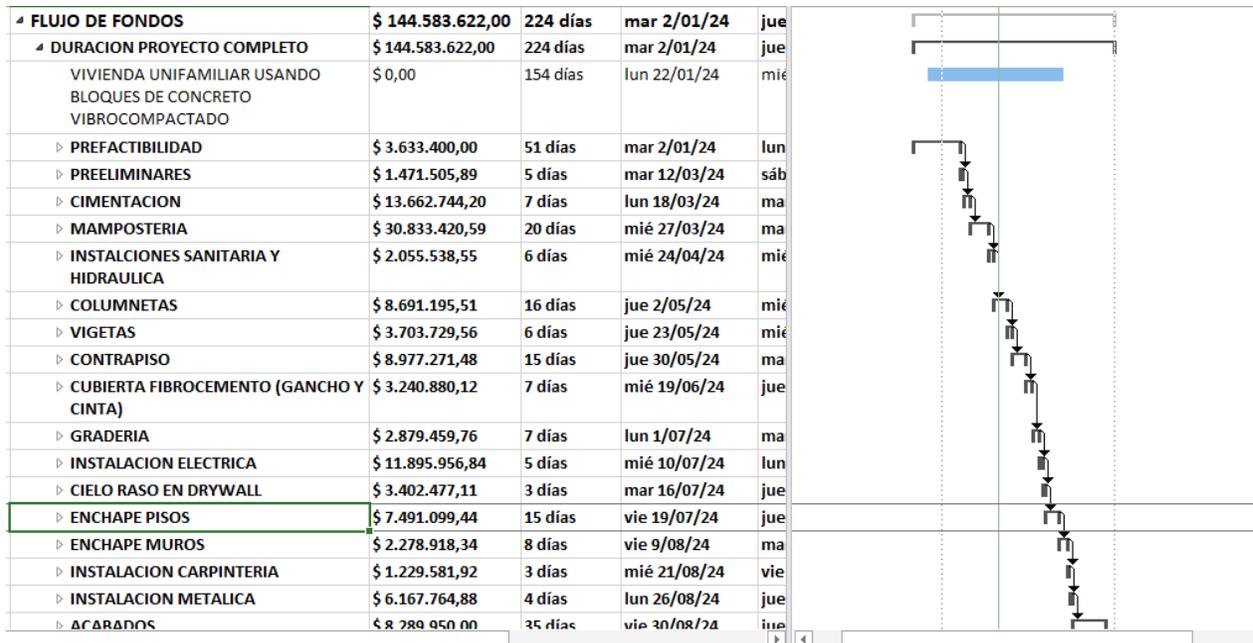
| <b>Resumen</b>           |                   |
|--------------------------|-------------------|
| <b>Costos directos</b>   | \$ 119.449.340,78 |
| <b>Costos indirectos</b> | \$ 25.134.281,00  |
| <b>Total</b>             | \$ 144.583.622,00 |

### **2.2.18. Programación del proyecto**

El cronograma del proyecto construcción de vivienda tipo, usando bloques de concreto vibrocompactado en la ciudad de Pasto, se contempla con una duración de 44 semanas teniendo como fecha de inicio el 21 de enero del año 2024 y fecha de finaliza el 30 de noviembre del año 2024. De esta manera el presupuesto y la programación en Project deben coincidir, dando veracidad al procedimiento realizado. Para más información ver el Anexo F y en la siguiente figura.

**Figura 17**

*Diagrama de Grant*



**2.2.19. Análisis de datos**

Tras la conclusión de todos los estudios técnicos de la vivienda, se resume y clasifica la información en los anexos como se muestra en la Tabla 23.

**Tabla 23**

*Diseños y presupuesto*

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Diseño arquitectónico</b> | perfil vial, norma urbanística, plantas, cortes, ubicación      |
| <b>Estudio de suelos</b>     | clasificación del suelo y capacidad portante                    |
| <b>Diseño estructural</b>    | Diseño viguetas, columnetas, zapatas, y propiedades de material |
| <b>Diseño hidrosanitario</b> | Red hidráulica, red sanitaria, isometrías                       |
| <b>Diseño eléctrico</b>      | Diagrama unifilar, circuitos, iluminación y tomas               |

|   |  |
|---|--|
| <b>Presupuesto valorativo detallado</b> | Contiene insumos, precios unitarios, costos directos e indirectos                      |
| <b>Cronograma</b>                       | Diagrama de grant en Microsoft Project donde se evidencia la programación del proyecto |

Debido a la ausencia de problemas se revela un escenario muy positivo, lo que sugiere que la planificación y ejecución fueron efectivas; este resultado favorable puede traducirse en beneficios como una mayor confianza en la seguridad estructural, la viabilidad del proyecto y la eficiencia en el uso de recursos. Es importante destacar este logro en el análisis, resaltando cómo la ausencia de problemas contribuye a la solidez y el éxito general del proyecto de vivienda.

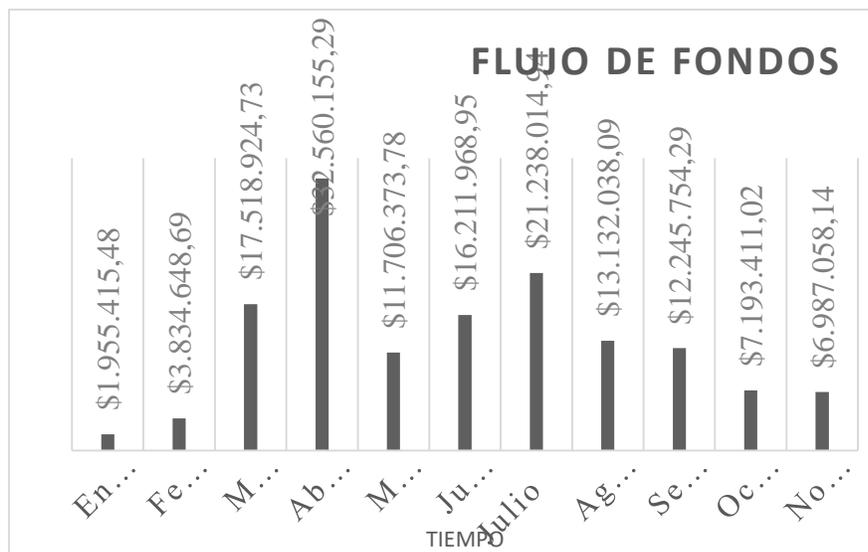
### 2.3. Evaluación de los parámetros económicos de la vivienda tipo

#### 2.3.1. Flujo de fondos

El flujo de fondos permite analizar la viabilidad del proyecto, para lo cual se analizan los ingresos y egresos contemplados en él durante toda su ejecución.

**Figura 18**

*Flujo de fondos*



El cálculo de los egresos se determinó de acuerdo con el comportamiento esperado en un transcurso total de 11 meses considerando 3 meses de planeación y documentación los 8 restantes de construcción, son los resultados que se esperaba obtener y por ende sirven como base para la evaluación financiera del proyecto.

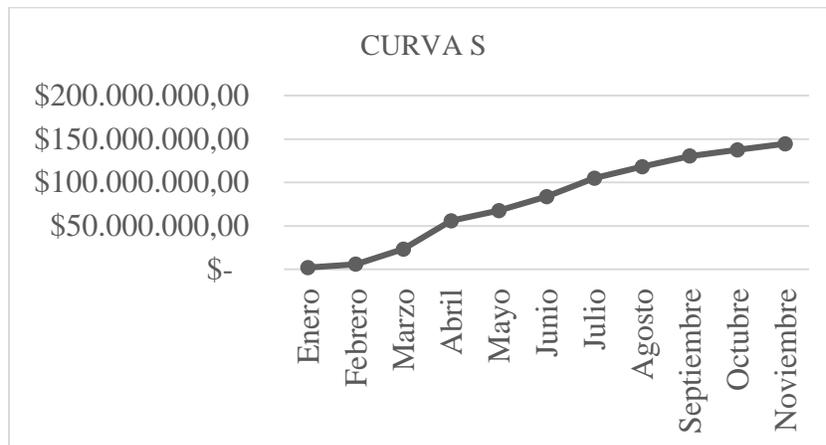
En cuanto el cálculo de los costos se estructuró a partir del valor de cada actividad en el presupuesto, permitiendo obtener un flujo mes a mes de los costos en que se incurrirá para la ejecución del proyecto en todas sus fases, como se puede evidenciar en el Anexo I.

**Flujo de caja en ejecución.** En primer lugar, se busca establecer un flujo de fondos del proyecto, de acuerdo con el comportamiento de los costos en la ejecución del mismo, con respecto a los valores que se necesitan mensualmente; de igual manera, se observa el pico más bajo que fue en el mes de enero del año 2024 con un valor de \$ 1.955.415,48 y el pico más alto en el mes de abril del mismo año con un valor de \$ 32.560.155,29 presentados en la construcción del proyecto. Las fluctuaciones exhibidas en el flujo de fondo dependen de la variación en los montos asignados en las diferentes actividades a realizar dentro de un periodo de tiempo como se pudo evidenciar en la Figura 18.

**Curva S costos acumulados.** En la Figura 19 se logra evidenciar la curva S del valor acumulado, lo cual permite identificar cómo se desarrolló el proyecto a lo largo de la planificación y ejecución y cómo se van sumando los costos totales a lo largo del mismo hasta llegar al valor total presupuestado de \$ 144.583.763,40. Esta descripción visual es de gran importancia para evaluar la evolución que se tiene de los costos en relación con el flujo efectivo, indicando principalmente el crecimiento constante que tiene la curva S, ya que es una línea ascendente a lo largo del tiempo.

**Figura 19**

*Curva S*



**Flujo del inversionista.** Cabe resaltar que el papel principal que posee el inversionista al momento de estructurar el proyecto se puede detallar en la siguiente figura, donde se presentan las variaciones de dinero realizadas por los inversionistas con el objetivo de cubrir los egresos del proyecto, convirtiéndose así en un instrumento de financiación; es a través de los recursos financieros aportados por este grupo que se logra el objetivo de generar ganancias.

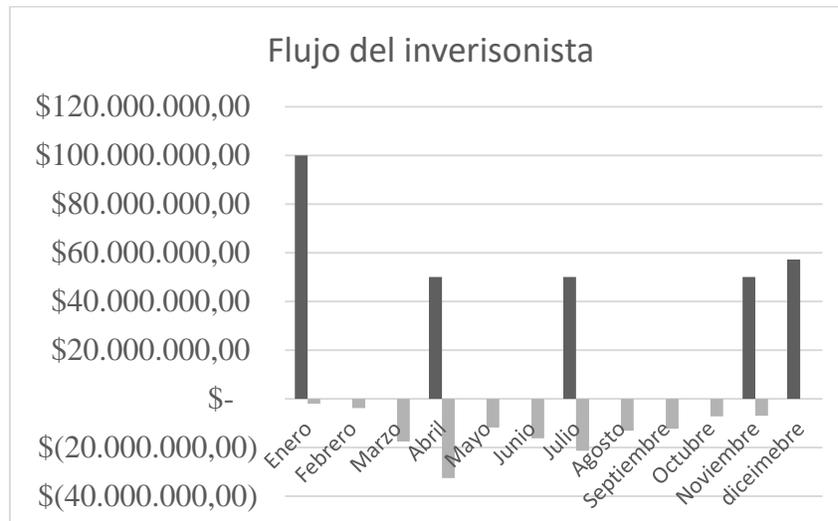
Dado el lugar seleccionado para la realización del proyecto clasificado como estrato 2 la vivienda contara con especificaciones y propiedades similares a las características de la zona tanto en los acabados como en los espacios interiores de manera que no se aumenten los costos en construcción y sea completamente habitable en el momento de su entrega.

Tomando como referencia la tesis de grado titulada “Estructuración de un desarrollo inmobiliario de vivienda en la ciudad de Pasto” de la Universidad Mariana, se toma el valor de 2.603.448 por m<sup>2</sup> para determinar la utilidad del proyecto que cuenta con un total de 118,2 m<sup>2</sup> constructivos.

El costo de venta se resume para que todos los elementos estén correctamente calculados y que el presupuesto sea claro y eficiente, en este apartado se obtuvo un valor de \$ 307.727.553,6.

**Figura 20**

*Flujo del inversionista*



### **2.3.2. Cálculo indicadores financieros**

Con base en el análisis del flujo de fondos y costos del proyecto se debe asumir que en el desarrollo del proyecto se procedió con la evaluación financiera, comenzando con el cálculo del Valor Presente Neto (VPN), durante 12 meses. La suma presente es la equivalente al flujo de dinero que se espera recibir en el futuro. Para dar mayor claridad al respecto, a continuación se presentan las fórmulas para el cálculo del VPN.

**VPN.** El valor presente neto (VPN) es una métrica financiera que evalúa la rentabilidad de una inversión al descontar los flujos de efectivo futuros a su valor presente; se utiliza para determinar si un proyecto o inversión ha de producir beneficios netos después de reflexionar en el costo del capital. Para este proyecto el VPN equivale a \$ 83.427.479,36

**Tabla 24***VPN (Valor presente neto)*

| <b>Periodos</b> |                    |
|-----------------|--------------------|
| <b>0</b>        | -\$ 148.650.918,52 |
| <b>1</b>        | 10.736.532,7       |
| <b>2</b>        | \$ 152.300.935,3   |
| <b>VPN</b>      | \$ 83.427.479,36   |

**TIR.** Para el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) se debe encontrar la tasa de interés, esta permite que el flujo calculado en el valor presente sea igual a cero; de ahí que, a medida que avanza el proyecto la tasa de interés produce los beneficios de la inversión del mismo. Para este proyecto se tiene una tasa del 27%, generando un valor de \$ 83.427.479,36.

**B/C.** El análisis costo/beneficio es una técnica utilizada para evaluar la rentabilidad y viabilidad económica de un proyecto o decisión. Este análisis compara los costos totales de un proyecto con sus beneficios totales, expresados en términos financieros. Con base en dicha relación se determinó si los beneficios justifican los costos asociados con la implementación del proyecto, que para este proyecto se obtuvo un valor de 1,12%.

### **2.3.3. Análisis de datos**

En los indicadores financieros se asume un VPN de \$ 83.427.479,36 como ganancia adquirida y que depende del valor de los ingresos menos el valor de los egresos del proyecto, esto representa que existe un beneficio aun después de cubrir los gastos y contemplando una tasa de descuento por el tiempo. Al final se obtuvo una tasa interna de retorno (TIR) del 27% efectiva anual que comparada con el porcentaje promedio de la tasa interna de oportunidad por parte del inversor (TIO) que por mes se calcula en 1.07% y en los 12 meses del proyecto seria de 12.9% anual siendo notoriamente mayor el valor obtenido en la tasa interna de retorno(TIR), lo cual indica la viabilidad

del proyecto de acuerdo con el nivel de rentabilidad, esto quiere decir que la estructuración del proyecto inmobiliario de vivienda en la ciudad de Pasto es factible, porque garantiza la generación de ganancias según lo refleja dicha tasa, lo cual se confirma valorando la relación costo/beneficio y que este caso fue superior al 1% dándonos un margen del 0,12% a través de todo el proyecto.

### 3 Conclusiones

La mayoría de los habitantes de la ciudad de Pasto desconoce el uso de bloques de concreto vibrocompactado en la construcción de viviendas y los beneficios que proporciona, porque sus preferencias se inclinan más al modelo tradicional debido a factores estéticos, tradición cultural o experiencias previas; sin embargo, predomina un grupo de personas interesadas en la idea innovadora de adquirir vivienda tipo unifamiliar que cumpla con sus expectativas, que exija una menor inversión y que contribuya al cuidado del planeta. De manera general y considerando el número de integrantes de cada familia y su poder adquisitivo, los encuestados afirman lo ideal sería tener acceso a una vivienda propia que tenga entre 100 y 150 m<sup>2</sup>, 3 habitaciones, 2 pisos, 3 unidades sanitarias, cocina independiente y garaje adjunto.

El diseño arquitectónico de las viviendas tipo cumple con características como: optimización de espacios, economía de la construcción y sobre todo con los requerimientos y especificaciones técnicas estructurales que se rigen de acuerdo a la normativa colombiana. Los estudios técnicos revelan la ausencia de problemas identificados, dando a conocer que la planificación y la ejecución fueron efectivas, garantizando una mayor confianza en la seguridad estructural y la eficiencia en el uso de recursos.

Tras determinar que los beneficios netos del proyecto justifican los costos asociados a su implementación se concluye que es viable la construcción de viviendas con bloques de concreto vibrocompactado, debido a que una relación costo/beneficio del 1,12% garantiza la generación de beneficios totales expresados en términos financieros y una TIR del 27% efectiva anual muestra la factibilidad del mismo en términos de rentabilidad, lo cual es un aspecto esencial para incrementar la demanda y mejorar la competitividad de esta clase de proyectos a través de ideas innovadoras.

## **4 Recomendaciones**

Desde la labor que llevan a cabo los profesionales encargados de las obras de construcción se recomienda dar continuidad al presente trabajo investigativo, para determinar qué tan rentable sería usar bloques de concreto vibrocompactado en grandes proyectos de construcción de vivienda.

Los estudiantes de ingeniería civil, contando con el respaldo de la entidad universitaria y la colaboración de la comunidad en general, deben estar en la capacidad de interesarse por plantear propuestas atractivas e innovadoras que beneficien no solo a los miembros de la comunidad, sino que también los profile como futuros profesionales aptos para demostrar sus capacidades y responsabilidad con el cuidado medio ambiental.

Siendo evidente que la desinformación puede generar desconfianza y preocupación entre la población que quiere acceder a vivienda propia frente al uso de bloques de concreto vibrocompactado, lo ideal sería capacitar a la población acerca de sus beneficios funcionales y económicos frente al uso del ladrillo convencional que se maneja en el modelo tradicional.

## Referencias bibliografía

- Acevedo, H., Vásquez, A. y Ramírez, D. (2012). *Sostenibilidad: actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia*. *Gestión y Ambiente*, 15(1), 105-117.
- Alejandro, V. F. (2020b, October 30). *Gestión de cronograma para obras fast track en edificaciones: una revisión de la literatura científica de los últimos 10 años*. <https://hdl.handle.net/11537/24787>
- Ardila, I., & Ardila, I. (2023). *Programa de obra: guía a pie de obra*. Procedimiento Constructivo Ardila. <https://procedimientoconstructivoardila.com/programa-de-obra-guia-a-pie-de-obra/>
- Arias, A. S. (2023). *Tasa interna de retorno (TIR)*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>
- Armero, J.A. y Ordoñez, V.K. (2013). *Aproximaciones a las situaciones del mercado de vivienda en el área urbana del municipio Pasto*. <https://sired.udenar.edu.co/4959/1/85957.pdf>
- Arteaga Flórez, A. L., & Mayag Chud, I. L. (2022). *La industria de la construcción de vivienda: características administrativas, financieras y tributarias*. Editorial UNIMAR. Recuperado a partir de <https://libros.umariana.edu.co/index.php/editorialunimar/catalog/book/161>
- Baldión A., L. P.; Borda B., D. G.; Gaona M., J. V. y Moreno L., A. C. (2021). *Estudio de factibilidad y planificación para la construcción de la urbanización ubicada en la vía entre Santa Rosa y Villanueva (Bolívar)*. <https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11068>
- Barrios, L. X. (2022). *Valor Presente Neto: Qué es y cómo calcularlo*. Arkangeles. <https://www.arkangeles.com/blog/valor-presente-neto>

- Bello, E. (2021, December 9). *Qué es el análisis de coste-beneficio de una empresa y cómo hacerlo*. Thinking for Innovation. <https://www.iebschool.com/blog/analisis-coste-beneficio-finanzas/>
- Colegio Nacional de Curadores Urbanos. (2022, 15 junio). *ABC del Curador Urbano*. Colegio Nacional de Curadores Urbanos. Colegio Nacional de Curadores Urbanos <https://curadoresurbanos.org/abc-del-curador-urbano/>
- Cubillán, L. G. (2008). *El proceso creativo en el diseño arquitectónico*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2534209>
- De Jesús, P. M. D. (2019, January 1). *Introducción del suministro de energía eléctrica a la localidad de Nuevo Edén del municipio de Villa Corzo*. <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/handle/123456789/1365>
- Diaz, K. (2010). *Secretaría de planeación municipal de Pasto*. Universidad de Nariño. [http://derechopublico.udenar.edu.co/A\\_Diaz\\_SecretariaPlaneacionMpal\\_Pasto\\_2010.pdf](http://derechopublico.udenar.edu.co/A_Diaz_SecretariaPlaneacionMpal_Pasto_2010.pdf)
- Dspace. (s.f.). *Repositorio institucional*. Universidad Cooperativa de Colombia. [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/28592/1/2020\\_presupuesto\\_obra\\_vivienda.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/28592/1/2020_presupuesto_obra_vivienda.pdf)
- Editorial La República S.A.S. (n.d.). *Salario mínimo: Últimas noticias económicas de Salario mínimo*. Diario La República. <https://www.larepublica.co/salario-minimo>
- El Tiempo, R. E. L. (2010, 27 marzo). *Lista nueva norma sismorresistente*. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-3899202>
- Entes de Control. Minvivienda. (s.f.). <https://www.minvivienda.gov.co/ministerio/64tudiodio64oligestion-y-control/sistema-de-control-interno/entes-de-control>

Fedesarrollo (2022, 1 junio). *Encuesta de Opinión del Consumidor*. Resultados junio de 2022. <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/4300>

Flórez Parra, L. Y., & Ruedas Castilla, L. G. (2022). *Impacto de la gestión del presupuesto de obra en la rentabilidad de la empresa Jucamal S.A.S*. Revista, Volumen (Número), 1-21.

Guamán Poma de Ayala (1980). *Nueva Cronica y Buen Gobierno*. Caracas, Biblioteca Ayacucho, No. 76. <https://www.comunidadfeliz.mx/post/conoce-las-caracteristicas-de-la-vivienda-multifamiliar>

Guillermo, J. G. J. (2020b). *Elaboración del presupuesto de obra del proyecto de viviendas de interés social “Mirador de la Fontana”*. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/16016>

Ing. Bseirini, E. (2007). *Elaboración del plan maestro para proyectos de viviendas multifamiliares típicas desde el punto de vista de la empresa promotora*. Universidad Católica Andrés Bello. <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ9492.pdf>

Leyton, R. U. (2020). *Relación Beneficio Costo (B/C): ejemplo en excel*. Gestipolis. <https://www.gestipolis.com/calculo-de-la-relacion-beneficio-coste/>

López, J. C. y Guerrero C. A. (2020). *Elaboración de bloques ecológicos implementando sistemas de producción alternativos, para la construcción de viviendas sostenibles y sustentables*. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/29584/2020juancarloslopezlagoscarlosguerreroruares.pdf?sequence=1>

Méndez, D. (2021). *Elaboración Del Presupuesto De Obra Del Proyecto De Vivienda De Interés Social “Mirador De La Fontana*. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/39817/MENDEZROJASDANIELRICARDO2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Metodología de la investigación. (s.f.). Google Books.  
[https://books.google.co.ve/books?id=xdALJ4BXo\\_AC](https://books.google.co.ve/books?id=xdALJ4BXo_AC)

Moya-Espinosa, P., & Moscoso-Durán, F. F. (2017). *Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva en el modelo empresarial del sector hotelero colombiano*. Revista De Investigación, Desarrollo E Innovación, 8(1), 11–22. <https://doi.org/10.19053/20278306.v8.n1.2017.7367>

Muñoz, H. (2004). *El presupuesto en un protocolo de investigación*. Revista Salud Pública y Nutrición. Número especial. Recuperado de: <http://www.respyn.uanl.mx/especiales/ee-8-2004/05.pdf>

Ochoa M., P. P. y Rodas O, J. M. (2011). *Estudio de factibilidad financiera para la construcción y comercialización de casas, ubicadas en el sector de Challuabamba en la ciudad de Cuenca*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1294>

Open AI. (2023). *ChatGPT (versión del 15 de julio) [Modelo de lenguaje de gran tamaño]*. <https://chat.openai.com/chat>

Pacheco-Rivas, I. (2021, June 9). *¿Qué es, cómo se hace y para qué sirve un Estudio de Suelo?* - AboutHaus. AboutHaus. <https://about-haus.com/estudio-de-suelo/#:~:text=Un%20Estudio%20de%20Suelo%2C%20tambi%C3%A9n,de%20un%20proyecto%20de%20construcci%C3%B3n.>

Pérez, A. F. (2020). *Los nuevos materiales en la arquitectura*. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/raula/article/download/5693/6405/22362>

Prieto, B. y Quiroga, J. (2020). *Estudio de factibilidad para la ejecución de un proyecto de vivienda tipo “Sirs club house” para mayores de 50 años en la ciudad de Ibagué. (Trabajo de grado)*. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/13190>

Ramos H., M. J. (2021). *Estudio técnico y financiero en construcción de vivienda de interés caso estudio proyecto (construcción de viviendas nuevas sector rural) municipio de Cerinza - Boyacá*. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/c3abd396-0760-4ccd-91d3-cc4ae2923235/content>

Vanessa, O. R. J. (2014, February 10). *Estudio de la Seguridad Sísmica y Diseño del Reforzamiento Estructural de una vivienda de tres pisos*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7152>

Valderrama, F. (2010). *Mediciones y presupuestos*. Editorial Reverté. 64% de compradores de vivienda está entre los 25 y 40 años de edad. (2021, 9 noviembre). RTVC. <https://www.canalinstitucional.tv/millennials-compradores-vivienda-colombia>

Vargas C., O. J. (2017). *Estudio de factibilidad para la construcción de vivienda utilizando contenedores en la ciudad de Bogotá*. [https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3809/Factibilidad\\_vivienda\\_multifamiliar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3809/Factibilidad_vivienda_multifamiliar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ronal, C. R., & Jayson, M. V. (2022). *Comportamiento físico - mecánico en unidades de albañilería de concreto vibrado autoensamblado en los centros poblados de la ciudad del Cusco, 2018*. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6331>

## Anexos

Anexo A Estudio de mercado.pdf

Anexo B Encuesta final.pdf

Anexo C Diseño arquitectónico.pdf

Anexo D Estudio de suelos.pdf

Anexo E Diseño estructural.pdf

Anexo F Diseño hidrosanitario.pdf

Anexo G Diseño eléctrico.pdf

Anexo H Presupuesto valorativo detallado.exe

Anexo I Flujo de fondos

Anexo J Cronograma.mpp