



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
DEPARTAMENTO DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA
CONSTRUCCIÓN

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL CON
MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

TEMA

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE HORMIDOS Y
EL SISTEMA CONSTRUCTIVO FORSA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO
HABITACIONAL EN LA CIUDAD DE BABAHOYO

AUTOR

ING. JAIME RODRIGO NÚÑEZ GAVILÁNEZ

TUTOR

ING. JORGE ENRIQUE TORRES RODRIGUEZ, MSc.

GUAYAQUIL-ECUADOR

2025

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Análisis comparativo entre el sistema constructivo de hormidos y el sistema constructivo forsa para la construcción de un proyecto habitacional en la ciudad de Babahoyo.

AUTOR: Ing. Jaime Rodrigo Núñez Gavilánez

TUTOR: Ing. Jorge Enrique Torres Rodriguez, Msc.

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

GRADO OBTENIDO: MASTER EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

FACULTAD: INGENIERA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA: MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

FECHA DE PUBLICACIÓN: 2025

N. DE PÁGS: 98

ÁREA TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Construcción, Hormigón, Arquitectura, Vivienda.

RESUMEN:

Los nuevos sistemas constructivos, sin duda, son un antes y un después, en la historia de la industria de la construcción, debido a los grandes aportes que se han obtenido debido a ellos, especialmente en factores primordiales, como, el económico, el tiempo y el ambiente. En el Ecuador existe una gran problemática en el ámbito de la construcción, debido al hecho de que no se aplican, estos nuevos sistemas constructivos, que manejan una mayor eficiencia de recursos, con respecto, al sistema convencional de construcción, principalmente en los proyectos habitacionales de interés social, donde se debe priorizar en tener los menores costos posibles, con la mejor calidad. En los últimos años se ha venido implementando en algunas ciudades del país varios sistemas constructivos que ofrecen grandes beneficios, entre los cuales destacan especialmente el sistema FORSA y el sistema HORMIDOS. Por lo cual, en el presente trabajo, se presenta un análisis comparativo, entre los sistemas constructivos FORSA Y HORMIDOS,

para poder determinar cuál sistema, es más recomendable su aplicación, en futuros proyectos habitacionales en la ciudad de Babahoyo. La metodología que se implementó fue el método de ponderación-puntuación, para lo cual, se estableció cuatro ámbitos de decisión: Político, Ambiental, Técnico y social, con el fin de determinar cuál sistema, es el más eficiente con respecto a los ámbitos antes establecidos, en particular para la ciudad de Babahoyo. Los resultados del análisis de comparación entre estos dos sistemas de construcción, en resumen, se concluyó que el sistema FORSA presenta una mayor eficiencia, en relación al método HORMIDOS, teniendo un mejor desempeño en el ámbito técnico y ámbito ambiental, lo que convierte al sistema FORSA, en el sistema más recomendable, para su aplicación para proyectos habitacionales en la ciudad de Babahoyo. Para finalizar, se recomienda tener una mayor implicación en el ámbito político, por parte de quienes se dedican al desarrollo de proyectos habitacionales, en especial a los de interés social, debido a que requieren del apoyo político para que se puedan llevar a cabo.

N. DE REGISTRO (En base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (WEB):		
ADJUNTO PDF:	SI (X)	NO ()
CONTACTO CON AUTOR: Ing. Jaime Rodrigo Núñez Gavilánez	Teléfono: +593 98 146 7626	E-mail: jnunezg@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Dra. Norma Hinojosa Garcés Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: nhinojosag@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE HORMIDOS Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO FORSA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO HABITACIONAL EN LA CIUDAD DE BABAHOYO

INFORME DE ORIGINALIDAD

6% INDICE DE SIMILITUD	7% FUENTES DE INTERNET	2% PUBLICACIONES	3% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	fdocuments.mx Fuente de Internet	2%
2	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.sangregorio.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Anahuac México Sur Trabajo del estudiante	<1%
8	edoc.pub Fuente de Internet	<1%
	www.slideshare.net	
9	Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Activo



JORGE ENRIQUE
TORRES RODRIGUEZ

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Guayaquil, 06 de junio del 2024

Yo, **ING. JAIME RODRIGO NÚÑEZ GAVILÁNEZ**, declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo me corresponde totalmente y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo mis derechos de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y normativa Institucional vigente.



Firma: _____
Ing. Jaime Rodrigo Núñez Gavilánez

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DE LA TESIS

Guayaquil, 06 de junio del 2024

Certifico que el trabajo titulado **ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE HORMI DOS Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO FORSA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO HABITACIONAL EN LA CIUDAD DE BABAHOYO** ha sido elaborado por **ING. JAIME RODRIGO NÚÑEZ GAVILANEZ** bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el tribunal examinador que se designe al efecto.

Firma:


Ing. Jorge Enrique Torres Rodriguez, MSc.

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis se lo dedico a Dios por guiarme siempre por el buen camino y bendecirme durante todo el trayecto, para así poder alcanzar tan anhelada meta.

A mis Padres por su esfuerzo y apoyo incondicional brindado hacia mí, ya que sin ellos no hubiera sido posible.

A mis hermanos por siempre estar dispuestos a brindarme su ayuda y estar presentes durante toda esta etapa de mi vida.

Jaime Rodrigo Nuñez Gavilánez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme en este camino y brindarme la sabiduría para lograr mis objetivos.

A mis padres por su total apoyo y por enseñarme que todo esfuerzo tiene su recompensa.

A mis hermanos por ser un pilar fundamental y estar presentes en momentos de debilidad.

A mis profesores y en especial a mi tutor Ing. Jorge Enrique Torres Rodríguez, MSc., que con sus valiosas enseñanzas aportaron en mi crecimiento profesional.

A esta prestigiosa universidad por darme la oportunidad de ampliar mis conocimientos y ser un ejemplo para la sociedad.

Jaime Rodrigo Nuñez Gavilánez

RESUMEN

Los nuevos sistemas constructivos, sin duda, son un antes y un después, en la historia de la industria de la construcción, debido a los grandes aportes que se han obtenido debido a ellos, especialmente en factores primordiales, como, el económico, el tiempo y el ambiente. En el Ecuador existe una gran problemática en el ámbito de la construcción, debido al hecho de que no se aplican, estos nuevos sistemas constructivos, que manejan una mayor eficiencia de recursos, con respecto, al sistema convencional de construcción, principalmente en los proyectos habitacionales de interés social, donde se debe priorizar en tener los menores costos posibles, con la mejor calidad. En los últimos años se ha venido implementando en algunas ciudades del país varios sistemas constructivos que ofrecen grandes beneficios, entre los cuales destacan especialmente el sistema FORSA y el sistema HORMIDOS. Por lo cual, en el presente trabajo, se presenta un análisis comparativo, entre los sistemas constructivos FORSA Y HORMIDOS, para poder determinar cuál sistema, es más recomendable su aplicación, en futuros proyectos habitacionales en la ciudad de Babahoyo. La metodología que se implementó fue el método de ponderación-puntuación, para lo cual, se estableció cuatro ámbitos de decisión: Político, Ambiental, Técnico y social, con el fin de determinar cuál sistema, es el más eficiente con respecto a los ámbitos antes establecidos, en particular para la ciudad de Babahoyo. Los resultados del análisis de comparación entre estos dos sistemas de construcción, en resumen, se concluyó que el sistema FORSA presenta una mayor eficiencia, en relación al método HORMIDOS, teniendo un mejor desempeño en el ámbito técnico y ámbito ambiental, lo que convierte al sistema FORSA, en el sistema más recomendable, para su aplicación para proyectos habitacionales en la ciudad de Babahoyo. Para finalizar, se recomienda tener una mayor implicación en el ámbito político, por parte de quienes se dedican al desarrollo de proyectos habitacionales, en especial a los de interés social, debido a que requieren del apoyo político para que se puedan llevar a cabo.

Palabras Claves: Construcción, Hormigón, Arquitectura, Vivienda.

INDICE GENERAL

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	ii
CERTIFICADO DE SIMILITUD	iv
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	v
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DE LA TESIS	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
RESUMEN	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
CAPÍTULO 1	1
MARCO GENERAL DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.3 Sistematización del Problema.....	4
1.4. Delimitación del Problema de Investigación	4
1.5 Línea de Investigación Institucional / Facultad	5
1.6 Objetivos.....	5
<i>1.6.1 Objetivo General</i>	5
<i>1.6.2 Objetivos Específicos</i>	5
1.7 Justificación del trabajo de titulación	5
1.8 Hipótesis de la Investigación	7
1.9 Variables	7
<i>1.9.1 Variables dependientes</i>	7
<i>1.9.2 Variables Independientes</i>	7
CAPÍTULO 2.....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Marco Teórico.....	8
<i>2.1.1 Déficit habitacional panorama mundial</i>	9
<i>2.1.2 Déficit habitacional panorama local</i>	11
<i>2.1.3 Perspectiva internacional del sector de la construcción</i>	12

2.1.4	<i>Importancia del sector de la construcción en la economía ecuatoriana</i>	14
2.1.5	<i>Plan de ordenamiento territorial de la ciudad de Babahoyo</i>	16
2.1.6	<i>Sistema constructivo tradicional</i>	18
2.1.7	Sistema constructivo FORSA	20
2.1.7.1	<i>Sistema Constructivo Forsa en el ámbito Internacional</i>	23
2.1.8	<i>Sistema constructivo Hormidos</i>	24
2.2	Marco Conceptual.....	25
2.3	Marco Legal	35
CAPÍTULO 3.....		39
METODOLOGÍA, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		39
3.1	Enfoque de la investigación	39
3.1	Tipo de investigación	40
3.2	Métodos de investigación	41
3.4	Técnicas de investigación	42
3.5	Población.....	42
3.6	Muestra	42
3.6.1	<i>Diseño de la Encuesta</i>	43
3.7	Análisis interpretación y discusión de resultados	43
3.7.1	<i>Análisis de casos de estudio</i>	44
3.7.1.1	Caso 1 Análisis comparativo sistema constructivo FORSA vs tradicional.....	44
3.7.1.2	Caso 2 Análisis comparativo sistema constructivo hormidos vs tradicional.....	46
3.7.1.3	Análisis de los resultados comparativos entre los sistemas constructivos FORSA vs tradicional Y HORMIDOS vs tradicional	48
3.7.2	<i>Análisis de encuesta</i>	50
3.8	Discusión de resultados de las encuestas	56
CAPÍTULO 4: INFORME TÉCNICO		61
4.1	Antecedentes	61
4.2	Objetivos	62
4.2.1	<i>Objetivo General</i>	62
4.2.1	<i>Objetivos Específicos</i>	62
4.3	Metodología	62

4.3.1 Método de ponderación - puntuación	62
4.3.2 Determinación de los ámbitos y factores de decisión	63
4.3.3 Priorización de los ámbitos y factores de decisión.....	65
4.4 Análisis de Resultados	69
5. Conclusiones	73
6. Recomendaciones	74
Referencias Bibliográficas	75
Anexos	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Plan de ordenamiento territorial del municipio de Babahoyo.....	17
Figura 2 vivienda construida con sistema constructivo forsa.....	20
Figura 3 plano arquitectónico vivienda palacio 6 pb.....	44
Figura 4 plano arquitectónico vivienda palacio 6 pa.....	45
Figura 5 plano arquitectónico vivienda pb.....	46
Figura 6 plano arquitectónico vivienda pa.....	47
Figura 7 resultados pregunta n°1.....	50
Figura 8 resultados pregunta n°2.....	50
Figura 9 resultados pregunta n°3.....	51
Figura 10 resultados pregunta n°4.....	51
Figura 11 resultados pregunta n°5.....	52
Figura 12 resultados pregunta n°6.....	52
Figura 13 resultados pregunta n°7.....	53
Figura 14 resultados pregunta n°8.....	53
Figura 15 resultados pregunta n°9.....	54
Figura 16 resultados pregunta n°10.....	54
Figura 17 resultados pregunta n°11.....	55
Figura 18 resultados pregunta n°12.....	55
Figura 19 resultados pregunta n°13.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Evolución del déficit habitacional cualitativo en el Ecuador periodo 2009-2017	11
Tabla 2 Evolución del déficit habitacional cuantitativo en el Ecuador periodo 2009-2017	11
Tabla 3 Tipología de déficit habitacional en la ciudad de Babahoyo	12
Tabla 4 Normas NEC Seguridad Estructural de las edificaciones.....	37
Tabla 5 Guías Prácticas de Diseño de Conformidad con la NEC-15	38
Tabla 6 Normas NEC relacionadas habitabilidad y salud	38
Tabla 7 Comparación del método FORSA y Hormidos	49
Tabla 8 Factores de decisión ámbito político	63
Tabla 9 Factores de decisión ámbito ambiental.....	64
Tabla 10 Factores de decisión ámbito técnico	64
Tabla 11 Factores de decisión ámbito social	64
Tabla 12 Factores de decisión ámbito técnico	65
Tabla 13 Factores de decisión ámbito político	66
Tabla 14 Factores de decisión ámbito ambiental.....	66
Tabla 15 Factores de decisión ámbito técnico	67
Tabla 16 Factores de decisión ámbito social	68
Tabla 17 Matriz de priorización de sistemas constructivos	69
Tabla 18 Matriz de sistematización de resultados	70

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE HORMIDOS Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO FORSA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO HABITACIONAL EN LA CIUDAD DE BABAHOYO

CAPÍTULO 1

MARCO GENERAL DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

El acceso a una vivienda digna y asequible es un derecho de todos los seres humanos, ya que dignifica la vida de los mismos. A nivel mundial, los países buscan mejorar el acceso a las viviendas a través de la creación de marcos regulatorios, que, desde distintas perspectivas económicas, sociales, técnicas, ambientales permitan el acceso a una vivienda digna. En el Ecuador, la Constitución establece en el artículo 375 que “El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna” (República del Ecuador, 2018).

Del mismo modo en el artículo 23, se menciona que "el Estado garantizará el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, y el acceso al agua potable y al saneamiento, y promoverá el desarrollo sustentable. Asimismo, garantizará el derecho a una vivienda adecuada, segura, saludable, cómoda, higiénica, con servicios básicos esenciales, que incluirán un hábitat y servicios básicos de saneamiento" (República del Ecuador, 2018).

Para ello existen diversos grupos de interés tales como: el estado, la población, empresas inmobiliarias entre otros. Cada grupo tiene un rol fundamental, el estado por ejemplo es el organismo rector, que tiene que establecer la estrategia para poder reducir el déficit habitacional. Del mismo modo, debe de impulsar los planes de ordenamiento territorial, para un crecimiento urbano planificado. La población es la que demanda viviendas, sin embargo, debido al acelerado crecimiento poblacional, la oferta es menor a la demanda. Además, se tiene el agravante, que no todos los habitantes tienen los recursos para poder adquirir una vivienda. Por último, las empresas inmobiliarias, son las que construyen los proyectos habitacionales. Son las que proponen los sistemas constructivos, las que realizan los planes de negocio en función de la metodología constructiva seleccionada.

La falta de hogares en el contexto latinoamericano puede explicarse por varios factores, entre ellos cuestiones económicas y sociales, según un estudio realizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el 70% del déficit habitacional en América Latina se concentra en hogares con ingresos bajos y medios (CEPAL, 2019). Un factor es la pobreza, muchas personas en América Latina viven en la pobreza, lo que significa que no tienen los recursos necesarios para crear sus propios hogares.

Esto puede incluir la falta de acceso a necesidades básicas como alimentos, agua potable y vivienda, sin estos recursos básicos, puede ser difícil o imposible establecer un hogar otro factor es el elevado coste de la vivienda, en muchos países de América Latina, los costes de la vivienda son elevados en comparación con los ingresos medios, esto puede dificultar que las personas puedan permitirse su propia vivienda, y puede obligarlas a vivir con familiares o a compartir vivienda con otras personas.

Los factores sociales también influyen. En algunos países latinoamericanos, es habitual que varias generaciones vivan en el mismo hogar, y se da menos importancia a los hogares individuales, esto puede hacer que sea menos común que los jóvenes establezcan sus propios hogares, y también puede hacer que les resulte más difícil encontrar una vivienda asequible si quieren vivir de forma independiente, además, puede haber factores culturales que desalienten la vida independiente. Por ejemplo, en algunas culturas latinoamericanas, se considera normal que los adultos jóvenes vivan con sus padres hasta que se casen. En general, la falta de hogares en el contexto latinoamericano es una cuestión compleja en la que influyen diversos factores económicos, sociales y culturales (BID, 2017). De Abordar esta cuestión requerirá un enfoque polifacético que tenga en cuenta estos diversos factores y trate de crear oportunidades para que las personas y las familias establezcan y mantengan sus propios hogares.

Lamentablemente, el déficit habitacional es un problema mundial significativo que afecta a millones de personas en todo el mundo, según estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en 2021, había alrededor de 1.600 millones de personas en todo el mundo viviendo en viviendas inadecuadas o en situación de falta de vivienda, el déficit habitacional se refiere a la diferencia entre la demanda de vivienda y la oferta disponible, esta falta de viviendas adecuadas

puede manifestarse de varias maneras, como la falta de acceso a servicios básicos, hacinamiento, viviendas informales, inseguridad en la tenencia y una calidad de vida deficiente.

En algunos países, el déficit habitacional es más crítico que en otros, en algunas regiones de África subsahariana, hasta el 90% de la población puede vivir en viviendas inadecuadas, mientras que, en países de ingresos bajos y medianos, se estima que hasta 1 de cada 3 personas vive en situación de falta de vivienda o en viviendas inadecuadas, es importante destacar que el déficit habitacional es un problema complejo que se relaciona con diversos factores, como la pobreza, la desigualdad, la falta de acceso a financiamiento, la falta de políticas públicas efectivas, el cambio climático, entre otros. Al realizar un abordaje sobre el déficit habitacional a nivel mundial requiere una acción coordinada y comprometida de parte de los gobiernos, el sector privado y la sociedad en su conjunto para garantizar el derecho a una vivienda adecuada para todas las personas

Como se mencionó con anterioridad, el acelerado crecimiento poblacional a nivel mundial ha aumentado el déficit habitacional, en el Ecuador de acuerdo a datos relevados del INEC este porcentaje se encuentra en el 12,4% para el año 2018 (INEC, 2018). Bajo el mismo esquema, un estudio realizado por Banco Interamericano de desarrollo elaborado en el 2019, menciona que más de dos millones de hogares ecuatorianos sufren déficit habitacional, de los cuales, 1,2 millones se localiza en áreas urbanas (21% con déficit cualitativo) y 850.000 en áreas rurales (38% de déficit cualitativo).

Cada día alrededor del mundo, hay alguna construcción que se está ejecutando, lo que implica que una gran cantidad de recursos se utilizan a diario, convirtiendo al sector de la construcción en una de las industrias más grandes y a la vez en una de las que más afectaciones causan al medio ambiente, por tales motivos, la innovación en los sistemas constructivos juega un rol fundamental, no solo para la optimización de los tiempos de construcción, sino también para el ahorro de recursos que tienen un impacto directo en la huella de carbono.

Con base a lo antes mencionado, teniendo en cuenta las necesidades de vivienda desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, sumado al hecho de que la industria de la construcción en

el Ecuador no sigue modelos de eficiencia en recursos, resulta imperativo innovar los sistemas constructivos, con el objetivo de ser más eficientes en costos y tiempo, del mismo modo, al ahorrar recursos se estaría alineado a la sostenibilidad en la construcción de viviendas, para ello se propone abordar la problemática a través de un análisis comparativo de dos sistemas constructivos innovadores, que permitirían incrementar el número de viviendas construidas anualmente en el Ecuador y de esta forma reducir el déficit habitacional existente.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál sistema constructivo FORSA u Hormidos aporta mejores resultados en el desarrollo de proyectos habitacionales en la ciudad de Babahoyo?

1.3 Sistematización del Problema

- ¿Cómo influye la aplicación de los modelos constructivos FORSA y Hormidos en el desarrollo de proyectos de vivienda en la ciudad de Babahoyo?
- ¿Qué criterios deben considerarse en una comparación multicriterio para evaluar la eficiencia de los sistemas constructivos FORSA y Hormidos en proyectos habitacionales?
- ¿Cuáles son los principales desafíos y beneficios de la implementación de los modelos constructivos FORSA y Hormidos en un proyecto habitacional en la ciudad de Babahoyo?

1.4. Delimitación del Problema de Investigación

Realizar un análisis comparativo de los sistemas constructivos FORSA y HORMIDOS, en relación a su aplicación para proyectos habitacionales en la ciudad de Babahoyo Provincia de Los Ríos.

- **Campo:** Construcción
- **Área:** Sistemas constructivos/ Tiempos de ejecución en la construcción
- **Aspecto:** Investigación Analítica de Proyecto
- **Tema:** Análisis comparativo entre el sistema constructivo de hormidos y el sistema constructivo forsa para la construcción de un proyecto habitacional en la ciudad de Babahoyo.

- **Delimitación espacial:** Proyecto habitacional dentro de la ciudad de Babahoyo
- **Delimitación temporal:** Obras dentro de la ciudad de Babahoyo con un periodo de 2 años.

1.5 Línea de Investigación Institucional / Facultad

- **Línea institucional:** Territorio, Medio ambiente, Materiales de construcción.
- **Línea de Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción:** Territorio
- **Sublínea de Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción:** Habitar y vivienda

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

- Analizar los sistemas constructivos FORSA y HORMIDOS, a través de una metodología multicriterio, que permita establecer cual sistema es más recomendable su aplicación para proyectos habitacionales en la ciudad de Babahoyo.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Analizar la aplicación de los modelos constructivos FORSA y Hormidos y su impacto en el desarrollo de proyectos de vivienda en la ciudad de Babahoyo.
- Diseñar una comparación multicriterio de los sistemas constructivos FORSA y Hormidos en proyectos habitacionales en la ciudad de Babahoyo
- Desarrollar un informe técnico sobre la implementación de los modelos constructivos FORSA y Hormidos en un proyecto habitacional en la ciudad de Babahoyo.

1.7 Justificación del trabajo de titulación

La industria de la construcción tiene un gran papel en los indicadores macroeconómicos del país. Su aporte al PIB entre los años 2016 al 2020 fue de 9.6% y 6.38%. (Superintendencia de Bancos, 2022). De acuerdo a los análisis realizados por el Banco Central y la Superintendencia de Bancos, el PIB de la construcción tiene un comportamiento similar al PIB nacional, es decir variaciones o mejoras en procesos constructivos van a mejorar el comportamiento del PIB Nacional. Del mismo modo, una gran parte de la población del país depende del sector de la

construcción. Por tales motivos, cualquier mejora en la industria va a representar un mejor auge económico en el sector, que tendría un efecto en cadena sobre sus trabajadores.

De la investigación bibliográfica realizada, se reporta que el sistema FORSA permite reducir en términos de cronograma hasta un 50% y en términos de costos 15% en comparación con el sistema constructivo tradicional. (Arellano y Carvajal, 2018). Por otro lado, al comparar el sistema Hormidos con el tradicional, se mejora en términos de cronograma un 40% y en términos de costos un 21% (Bravo, 2016)

Es importante innovar en los métodos constructivos para reducir el déficit habitacional por varias razones:

- **Aumento de la eficiencia:** La innovación en los métodos constructivos permite la creación de procesos de construcción más eficientes y rápidos, lo que permite construir más viviendas en menos tiempo y con menos recursos. Esto significa que se puede abordar el déficit habitacional de manera más efectiva y en menos tiempo.
- **Reducción de costos:** Los métodos de construcción innovadores también pueden reducir los costos de construcción, lo que puede hacer que las viviendas sean más asequibles para una mayor cantidad de personas. Esto es especialmente importante para aquellas personas que viven en situaciones de pobreza extrema y que no tienen acceso a viviendas adecuadas.
- **Aumento de la calidad:** La innovación en los métodos constructivos también puede mejorar la calidad de las viviendas construidas. Esto es importante porque muchas personas en situación de pobreza viven en viviendas inadecuadas o en viviendas que no son seguras o saludables.
- **Sostenibilidad:** Los métodos de construcción innovadores también pueden ser más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. Esto es importante porque la construcción de viviendas puede tener un impacto significativo en el medio ambiente, especialmente si se utilizan materiales y procesos de construcción poco sostenibles.

Finalmente, nuevos sistemas constructivos van a permitir responder de mejor forma al rápido crecimiento poblacional de las principales ciudades del Ecuador, dado que la mayoría de proyectos habitacionales todavía emplean el sistema tradicional. De esta forma se justifica la investigación relacionada al análisis comparativo de los sistemas constructivos FORSA y HORMIDOS.

1.8 Hipótesis de la Investigación

Si existe una diferencia significativa en eficiencia y viabilidad entre los sistemas constructivos FORSA y HORMIDOS, entonces se podrá determinar cuál método es más aplicable a la ciudad de Babahoyo, dado que el sistema predominante usados en proyectos habitacionales es el tradicional.

1.9 Variables

1.9.1 Variables dependientes

Tipo de sistema constructivo más aplicable (HORMIDOS o FORSA).

1.9.2 Variables Independientes

Análisis de la eficiencia y viabilidad del sistema constructivo en términos de costos, tiempo de ejecución, calidad estructural.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

El marco teórico es una sección clave en cualquier investigación, tesis o trabajo académico, que se encarga de establecer la base teórica y conceptual del tema que se va a tratar. En términos simples, el marco teórico es una revisión detallada de las teorías, estudios y conceptos relevantes que se han utilizado en la investigación o análisis de un problema o fenómeno particular, la importancia del marco teórico radica en que permite establecer una base sólida y coherente para el estudio o investigación que se va a realizar.

Esto significa que es fundamental para comprender y contextualizar el problema o fenómeno que se está estudiando, así como para identificar los conceptos y variables clave que se deben tener en cuenta. En resumen, el marco teórico es un elemento fundamental de cualquier investigación o análisis, ya que proporciona una base sólida y coherente para el estudio o análisis del problema o fenómeno que se está estudiando, el marco teórico permite contextualizar y comprender el problema, identificar las variables clave y establecer la relación entre ellas, así como proporcionar una base sólida para el diseño y la implementación de la investigación o análisis.

En el presente capítulo se va ampliar el estado del arte de la problemática detectada en la investigación a través de un análisis desde 3 aristas de enfoque, la primera es la fundamentación teórica, en la cual se va a investigar bibliografía de temas relacionados al proyecto, se va a procurar citar fuentes actualizadas, con el objeto de enriquecer el trabajo investigativo, la segunda arista es el marco conceptual, en la cual se van citar palabras claves que se van a utilizar a lo largo de la investigación, por último, el marco legal, en el cual se citarán leyes, estatutos, normativas, ordenanzas entre otros instrumentos legales relacionados al tema de investigación propuesto.

2.1 Marco Teórico

El presente marco teórico se lo va abordar delimitando dos hechos relevantes del problema de investigación. El primero, el déficit habitacional que existe en el Ecuador, especialmente en la ciudad de Babahoyo. El segundo los sistemas constructivos existentes aplicados a proyectos

habitacionales. El objetivo es poder relacionar estas dos variables con la finalidad de explorar la literatura disponible que permitan responder a la problemática identificada.

2.1.1 Déficit habitacional panorama mundial

El déficit habitacional es uno de los problemas más relevantes que enfrenta la sociedad a nivel mundial, ya que se refleja en una falta de acceso a viviendas dignas, seguras y saludables para gran parte de la población. En esta investigación académica, se analizará el déficit habitacional a nivel mundial, sus causas, consecuencias y posibles soluciones.

Según el Informe Global de la Vivienda 2021, elaborado por la Fundación Habitat for Humanity, el déficit habitacional a nivel mundial afecta a cerca de 1.600 millones de personas, lo que representa el 22% de la población mundial. Además, se estima que para el año 2030, la brecha entre la demanda y la oferta de vivienda se ampliará a 380 millones de hogares, lo que evidencia la magnitud del problema.

Las causas del déficit habitacional son múltiples y varían según el contexto geográfico, social y económico de cada país, en países de ingresos bajos y medianos, la falta de acceso a vivienda se debe principalmente a la pobreza y la informalidad urbana, que dificultan el acceso a tierras, materiales y financiamiento para la construcción de viviendas, en países de ingresos altos, el déficit habitacional se asocia más con la especulación inmobiliaria, la gentrificación y la falta de políticas de vivienda asequible.

Las consecuencias del déficit habitacional son igualmente graves, la falta de acceso a viviendas dignas y seguras afecta la salud, la educación y el bienestar de las personas, y puede llevar a la marginación social y económica, además, el déficit habitacional tiene un impacto negativo en el medio ambiente, ya que la construcción de viviendas inadecuadas y la expansión urbana descontrolada pueden afectar la biodiversidad y la calidad del aire y el agua.

Para combatir el déficit habitacional a nivel mundial, es necesario implementar políticas integrales que aborden tanto la oferta como la demanda de vivienda, el informe de la Fundación Habitat for Humanity destaca la importancia de fomentar la construcción de vivienda asequible,

promover la regularización de la tenencia de la tierra, apoyar la formación de cooperativas de vivienda y mejorar el acceso a financiamiento y programas de subsidios para la construcción de viviendas.

En una investigación realizada por el Banco Mundial en relación a las necesidades de la región de América Latina y el Caribe se menciona que actualmente existen 26 millones de unidades de vivienda que son inadecuadas y se requieren con urgencia 28 millones de unidades adicionales para reducir el hacinamiento y las condiciones inferiores a los estándares. Ante esta situación la incapacidad de los mercados formales de vivienda en ofrecer viviendas dignas, han provocado que 128 millones de personas vivan en barrios marginales en América latina y el Caribe (Jha, 2016).

De acuerdo a CEPAL el déficit habitacional se estimó en 18.7 millones de viviendas en el año 2006. Para 2011, CEPAL lo cuantificó en 22.7 millones. Disgregando este análisis aplicado a la región, en el año 2012, se discretizó el déficit cuantitativo y cualitativo, compuesto de la siguiente forma:

- Déficit Cuantitativo: 6%
- Déficit Cualitativo:
 - Carentes de infraestructura: 21%
 - Carentes de electricidad: 4%
 - Carentes de saneamiento: 15%
 - Carentes de agua potable corriente: 11%
 - Materiales deficientes: 15%
 - Techo deficiente: 3%
 - Piso de tierra: 6%
 - Paredes deficientes: 4%
 - Carentes de tenencia adecuada de la tierra: 13%
 - Hacinamiento: 8%

2.1.2 Déficit habitacional panorama local

En el Ecuador de acuerdo a datos obtenidos del INEC, en el año 2017 el déficit habitacional cuantitativo era del 13.4% a nivel nacional. Del mismo modo, el INEC para el mismo año sitúa al déficit cualitativo con el 33.7 % (INEC, 2018).

En la tabla 1, se muestra la evolución de indicadores del déficit cualitativo desde el año 2009 al 2017.

Tabla 1 Evolución del déficit habitacional cualitativo en el Ecuador periodo 2009-2017

Periodo	Nacional	Urbano	Rural
dic-09	35,6%	34,0%	39,0%
dic-10	36,3%	34,0%	41,2%
dic-11	34,4%	30,2%	42,5%
dic-12	33,2%	28,1%	43,4%
dic-13	32,6%	28,9%	40,7%
dic-14	33,7%	30,7%	40,5%
dic-15	32,5%	29,4%	39,7%
dic-16	33,6%	30,9%	40,0%
dic-17	33,7%	30,4%	41,4%

Elaborado por: Núñez (2025)

Tabla 2 Evolución del déficit habitacional cuantitativo en el Ecuador periodo 2009-2017

Periodo	Nacional	Urbano	Rural
dic-09	21,2%	11,5%	41,7%
dic-10	19,3%	10,1%	38,7%
dic-11	16,5%	7,1%	34,9%
dic-12	13,7%	5,6%	29,8%
dic-13	15,6%	9,2%	29,7%
dic-14	15,2%	9,7%	27,6%
dic-15	13,4%	8,5%	24,8%

dic-16	12,3%	7,7%	22,6%
dic-17	13,4%	8,0%	25,9%

Elaborado por: Núñez (2025)

Profundizando un poco más el tema, para llegar a la ciudad de estudio, se determina que el 37% de las viviendas de la ciudad son aceptables, el déficit cualitativo es del 37,4% y el cuantitativo es del 24,8%. La tabla 3, resumen las tipologías de viviendas antes mencionada, aplicable para la ciudad de Babahoyo.

Tabla 3 Tipología de déficit habitacional en la ciudad de Babahoyo

Tipología Déficit Habitacional			
Ciudad	Viviendas aceptables	Déficit Cualitativo (Viviendas recuperables)	Déficit Cuantitativo (Viviendas irrecuperables)
Babahoyo	37,9%	37,4%	24,8%

Elaborado por: Núñez (2025)

Se puede concluir que el déficit habitacional en la región de América Latina y el Caribe ha aumentado en los últimos años, sobre todo el déficit cualitativo, del mismo modo en Ecuador, el déficit cuantitativo se ha reducido, sin embargo, el cualitativo se ha mantenido ligeramente constante, por otro lado, en la ciudad de Babahoyo existe un déficit cuantitativo del 24,8%. En base a este análisis, es imperativo definir lineamientos de construcción sostenible y bioclimática que se adapten a construcciones existentes y se apliquen a nuevas viviendas, ya que en la actualidad las viviendas aceptables y con déficit cualitativo no cuentan con criterios de construcción sostenible.

2.1.3 Perspectiva internacional del sector de la construcción

El sector de la construcción tiene una gran importancia en la lucha contra el déficit habitacional a nivel mundial. De acuerdo con el Banco Mundial, alrededor de 1.600 millones de personas en todo el mundo viven en condiciones inadecuadas de vivienda, y se estima que el déficit habitacional mundial asciende a más de 150 millones de viviendas (Banco Mundial, 2020). El

sector de la construcción puede desempeñar un papel clave en la reducción de este déficit habitacional, y a continuación se presentan algunas fuentes que analizan su importancia.

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la construcción de viviendas es esencial para garantizar el derecho a una vivienda adecuada, que está reconocido en el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (ONU, 2021).

La construcción de viviendas también tiene un efecto positivo en la economía, ya que genera empleos y fomenta el crecimiento económico. De hecho, se estima que el sector de la construcción es uno de los mayores empleadores del mundo, y representa alrededor del 7% del PIB mundial (Banco Mundial, 2020).

En un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), se destaca la importancia de la construcción de viviendas sociales para reducir el déficit habitacional en América Latina y el Caribe (BID, 2020). El informe señala que la construcción de viviendas sociales no solo satisface una necesidad básica de la población, sino que también tiene efectos positivos en la economía, al generar empleo y mejorar la calidad de vida de las personas.

La revista científica Sustainability publicó un estudio en el que se analiza el impacto de la construcción de viviendas en la economía de países de ingresos bajos y medios según lo que mencionó Chen et al., (2020). El estudio concluye que la construcción de viviendas tiene un impacto positivo en la economía, ya que genera empleo y fomenta el crecimiento económico. Además, el estudio destaca que la construcción de viviendas sostenibles puede contribuir a la lucha contra el cambio climático.

Otra fuente importante es un informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), que analiza la relación entre el déficit habitacional y la pobreza en la región (CEPAL, 2018). El informe señala que la construcción de viviendas es un factor clave para reducir el déficit habitacional y mejorar la calidad de vida de la población. Además, destaca que la construcción de viviendas puede tener un efecto multiplicador en la economía, al generar empleo y dinamizar otros sectores productivos.

En resumen, el sector de la construcción tiene una gran importancia en la lucha contra el déficit habitacional a nivel mundial, la construcción de viviendas no solo satisface una necesidad básica de la población, sino que también tiene efectos positivos en la economía, al generar empleo y fomentar el crecimiento económico, las fuentes analizadas destacan la importancia de la construcción de viviendas sociales y sostenibles, y señalan que la construcción de viviendas puede contribuir a la reducción.

2.1.4 Importancia del sector de la construcción en la economía ecuatoriana

El sector de la construcción es una de las áreas más importantes de la economía ecuatoriana, ya que tiene un gran impacto en el crecimiento económico del país. La construcción no solo es una actividad económica en sí misma, sino que también tiene un efecto multiplicador en otros sectores, lo que la convierte en un motor clave del desarrollo económico.

El sector de la construcción es un componente clave de la economía del Ecuador, tanto en términos de su contribución al Producto Interno Bruto (PIB) como en la generación de empleo. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el sector de la construcción representó el 5,6% del PIB ecuatoriano en 2020 y generó alrededor de 740.000 empleos directos e indirectos en 2019. (INEC, 2020).

La construcción de viviendas es uno de los principales subsectores dentro del sector de la construcción en el Ecuador, y ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años. Según el Banco Central del Ecuador (BCE), el subsector de la construcción de viviendas representó el 54,5% del valor agregado del sector de la construcción en el primer trimestre de 2021 (BCE, 2021).

La importancia de la construcción de viviendas en el Ecuador se debe en gran parte al déficit habitacional en el país, que afecta a una gran cantidad de la población. Según el INEC, en el año 2020, el déficit habitacional en el Ecuador era del 36,2%, lo que se traduce en la necesidad de construir alrededor de 1,6 millones de viviendas para satisfacer la demanda (INEC, 2020).

La construcción de viviendas asequibles es, por lo tanto, una necesidad urgente en el Ecuador, y el sector de la construcción es el principal responsable de llevar a cabo esta tarea. Según un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), "el sector de la construcción es un factor crítico para abordar el déficit habitacional en el Ecuador" (BID, 2020).

La importancia del sector de la construcción en la economía del Ecuador también se refleja en el papel que desempeña en la generación de empleo. La construcción de viviendas, en particular, es un sector intensivo en mano de obra, lo que significa que la construcción de viviendas puede generar empleos para una gran cantidad de personas en el país. Según el BID, "la construcción de viviendas tiene un gran potencial para crear empleo y reducir la pobreza en el Ecuador" (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2020)

Como se ha mencionado en las diversas citas textuales enunciadas, el sector de la construcción es un gran generador de empleo. Desde la construcción de viviendas hasta la infraestructura pública, este sector emplea a un gran número de trabajadores. En Ecuador, el sector de la construcción emplea a más de 400,000 personas, lo que representa alrededor del 4% de la fuerza laboral del país. Además, el sector de la construcción también emplea a una gran cantidad de trabajadores en otros sectores, como el sector manufacturero y el sector de servicios, lo que lo convierte en un generador de empleo indirecto.

Del mismo modo, el sector de la construcción tiene un gran impacto en la economía en términos de inversión. La construcción de infraestructura, viviendas y edificios comerciales requiere grandes cantidades de inversión, lo que a su vez genera un gran impacto en otros sectores de la economía. En Ecuador, el sector de la construcción representa alrededor del 7% del Producto Interno Bruto (PIB) del país, lo que muestra su importancia como motor del crecimiento económico.

Además, el sector de la construcción tiene un efecto multiplicador en otros sectores de la economía. La construcción de viviendas y la infraestructura pública requieren una gran cantidad de materiales y servicios, lo que a su vez genera una gran cantidad de empleo en otros sectores de

la economía, como el sector manufacturero y el sector de servicios. Además, la construcción también tiene un impacto en el desarrollo de la cadena de suministro, lo que ayuda a fortalecer la economía en general.

Es importante destacar que el sector de la construcción es un sector estratégico para el desarrollo del país. La construcción de infraestructura y viviendas es esencial para mejorar la calidad de vida de la población, lo que a su vez puede mejorar la competitividad del país en términos de atraer inversión extranjera y turismo. Además, la construcción de infraestructura puede mejorar la conectividad del país y la eficiencia en el transporte y la logística, lo que puede mejorar la competitividad de las empresas locales.

2.1.5 Plan de ordenamiento territorial de la ciudad de Babahoyo

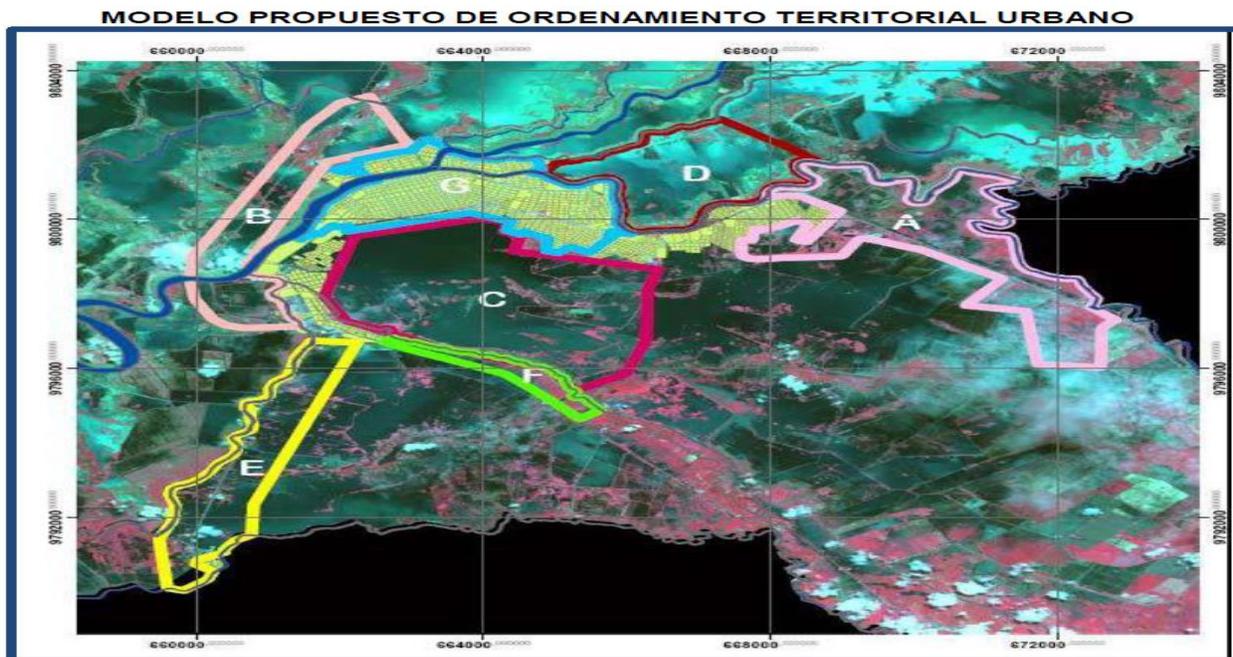
De acuerdo a la metodología propuesta, se tiene que analizar el plan de ordenamiento territorial de la ciudad de Babahoyo. El objetivo es determinar la zona de expansión que tiene el gobierno municipal en relación a las viviendas de interés social. En la figura 1, se puede observar el modelo propuesto de ordenamiento de la ciudad, el cual se encuentra dividido en 7 zonas identificadas por letras desde la A hasta la G.

- **Zona Urbana de Crecimiento “A” – ZU-A:** La Zona A es un territorio urbano proyectado para usos de suelo residencial medio y alto. Delimitado con ordenanza urbana sobre tipo de construcciones, altura y uso de suelo sustentable para direccionar densidades medias y una utilización óptima del territorio.
- **Zona Urbana de Crecimiento “B” – ZU-B:** Es un territorio de uso de suelo productivo urbano proyectado predominantemente para un **Parque Industrial** que concentre las capacidades de inversión y tecnológicas de las redes productivas cantonales, e incorpore valor agregado a los productos Agrícolas generados principalmente en las Zonas Rurales de agroindustria e inversión de capital ubicadas en las Parroquias de Pimocha, Caracol y Camilo Ponce.
- **Zona Urbana de Crecimiento “C” – ZU-C:** Territorio del entorno urbano caracterizado como Humedal declarado Área Protegida Ecológica Emblemática, para la protección del ecosistema, la producción ancestral agrícola y la inversión turística de naturaleza,

patrimonial y lúdica; con la participación de las comunidades ancestrales como parte de una economía popular solidaria.

- **Zona Urbana de Crecimiento “D” – ZU-D:** Territorio urbano de uso de suelo Residencial-y de Servicios, de la población futura asentada a través de formas organizadas de asentamiento humanos y populares direccionados desde el GAD de Babahoyo, y que oriente la reconversión y modernización productiva de la inversión inmobiliaria, asociado a la inversión social del Estado y sus programas de incentivos de vivienda.
- **Zona Urbana de Crecimiento “E” – ZU-E:** Territorio urbano de uso de suelo Residencial para la población futura de ingresos medios y altos; y, uso de suelo productivo de industrias de bajo impacto y de servicios.
- **Zona Urbana de Crecimiento “F”:** Territorio urbano de uso de suelo Residencial para la población futura de ingresos bajos, medios y altos.
- **Zona Urbana de Crecimiento “G”:** Territorio urbano consolidado y con Plan de regeneración urbana, declarado patrimonial su centro histórico y sus edificaciones emblemáticas históricas. Las áreas no consolidadas pasan a promoverse a través de un plan de reordenamiento urbano acorde con los principios de desarrollo del Territorio Urbano.

Figura 1: Plan de ordenamiento territorial del municipio de Babahoyo



Fuente: Municipalidad de Babahoyo (2025)

2.1.6 Sistema constructivo tradicional

El sistema constructivo tradicional ha sido ampliamente utilizado en América Latina, principalmente en la construcción de viviendas. Este sistema se caracteriza por el uso de materiales de construcción como ladrillos, bloques de cemento, madera y hormigón armado. A continuación, se presentará un análisis académico con citas textuales de autores relevantes sobre el sistema constructivo tradicional en América Latina.

Según Torres (2012), el sistema constructivo tradicional se ha convertido en un modelo de construcción dominante en América Latina, debido a que los materiales utilizados son fáciles de conseguir y de bajo costo. Asimismo, este autor destaca que el uso de materiales de construcción de baja calidad y la falta de mantenimiento de las viviendas construidas con este sistema, han generado graves problemas de habitabilidad.

Por otro lado, Ruiz (2015) señala que el sistema constructivo tradicional se ha adaptado a las diferentes condiciones geográficas y climáticas de América Latina. En este sentido, el autor destaca que, en las zonas sísmicas, se ha utilizado el hormigón armado como material de construcción debido a su resistencia y capacidad para absorber energía sísmica.

Según Díaz (2014), el sistema constructivo tradicional ha tenido una gran influencia en la arquitectura vernácula de América Latina, ya que se ha adaptado a las necesidades de las comunidades locales. Asimismo, este autor destaca que este sistema constructivo ha permitido la creación de viviendas de bajo costo, lo que ha favorecido a los sectores más vulnerables de la población.

Finalmente, para Cuenca (2016), el sistema constructivo tradicional en América Latina presenta una gran oportunidad para la implementación de tecnologías sostenibles y amigables con el medio ambiente. Asimismo, el autor destaca que la incorporación de nuevas tecnologías en la construcción de viviendas con este sistema, puede mejorar la habitabilidad y seguridad estructural de las viviendas.

A continuación, se presentan algunas referencias que describen casos de éxito de proyectos de vivienda que emplean el método constructivo tradicional:

- En México, el proyecto de vivienda social "Las Américas" construido por la empresa Geo, ha sido considerado un éxito en términos de construcción y diseño. Según los informes, las viviendas fueron construidas con ladrillos y concreto, y cuentan con sistemas de ventilación natural que ayudan a reducir el consumo de energía.
- En Argentina, el proyecto "Nuestra Casa" ha sido destacado como un ejemplo de vivienda social construida con métodos tradicionales y materiales locales. El proyecto ha permitido a muchas familias acceder a una vivienda propia a un costo accesible, y ha generado empleo para la comunidad local.
- En Colombia, el proyecto "Mi Casa Ya" ha construido más de 150,000 viviendas para familias de bajos ingresos utilizando métodos tradicionales de construcción. El programa ha sido exitoso en términos de reducción del déficit habitacional y ha ayudado a impulsar la economía local al generar empleo en el sector de la construcción.
- En Perú, el programa "Techo Propio" ha construido miles de viviendas sociales utilizando métodos tradicionales de construcción. El programa ha sido exitoso en términos de mejorar las condiciones de vida de las familias de bajos ingresos, reducir el déficit habitacional y fomentar el desarrollo de las comunidades locales.
- En Chile, el proyecto "Vivienda Solidaria" ha construido más de 2,000 viviendas sociales utilizando métodos tradicionales de construcción. El proyecto ha sido destacado por su enfoque en el diseño participativo y en la utilización de materiales locales, lo que ha permitido reducir los costos y mejorar la calidad de vida de las familias beneficiarias.

En conclusión, el sistema constructivo tradicional en América Latina ha sido ampliamente utilizado en la construcción de viviendas debido a su bajo costo y facilidad de acceso a materiales de construcción. Sin embargo, el uso de materiales de baja calidad, la falta de mantenimiento y la improvisación en el proceso constructivo, han generado graves problemas de habitabilidad y seguridad estructural.

2.1.7 Sistema constructivo FORSA

El sistema constructivo FORSA es un método de construcción de viviendas prefabricadas en seco, diseñado y patentado en Ecuador. Consiste en la utilización de paneles de acero galvanizado y espuma de poliuretano, que se ensamblan en sitio para construir estructuras ligeras y resistentes. Estos paneles tienen un alto nivel de aislamiento térmico y acústico, y permiten una construcción más rápida y eficiente en comparación con los métodos tradicionales.

El sistema FORSA se utiliza principalmente para la construcción de viviendas sociales y económicas, ya que permite reducir los costos y los tiempos de construcción. Además, su uso contribuye a la reducción del impacto ambiental, ya que produce menos desperdicios y emisiones de CO2 que los sistemas de construcción convencionales.

Figura 2: Vivienda construida con sistema constructivo Forsa



Fuente: Forsa (2021)

El sistema constructivo FORSA ha sido objeto de análisis por parte de diversos investigadores y expertos en el ámbito de la construcción. A continuación, se presentan algunas citas de estudios y publicaciones que han abordado este tema:

Según el estudio "Análisis Comparativo de Costos de la Construcción de Viviendas Sociales con Materiales Convencionales y con el Sistema Constructivo FORSA en el Ecuador" (2019), "El sistema constructivo FORSA ha demostrado ser una alternativa efectiva para la construcción de viviendas sociales, ya que ofrece ventajas como la rapidez de construcción, la reducción de costos y el ahorro energético."

En un artículo publicado en el diario El Universo en 2019, el arquitecto Juan Carlos Rosero afirmó: "El sistema FORSA es una tecnología desarrollada en Ecuador que permite construir viviendas con un alto nivel de eficiencia energética y un menor impacto ambiental, además de reducir los tiempos de construcción y los costos."

En un estudio titulado "Evaluación del Impacto Ambiental de la Construcción de Viviendas Sociales con el Sistema Constructivo FORSA en el Ecuador" (2020), se destacó que "el sistema FORSA es una alternativa sostenible y eficiente para la construcción de viviendas sociales, ya que reduce el impacto ambiental en comparación con los métodos de construcción convencionales." En una publicación de la Revista Ingenio y Universidad (2020), se destaca que "el sistema FORSA ha sido ampliamente utilizado en proyectos habitacionales en el Ecuador, y ha demostrado ser una alternativa efectiva para combatir el déficit habitacional en el país, gracias a su rapidez de construcción, bajo costo y eficiencia energética."

Estas citas muestran que el sistema constructivo FORSA es una alternativa efectiva y sostenible para la construcción de viviendas sociales y económicas en el Ecuador, ya que permite reducir los costos y los tiempos de construcción, y contribuye a la reducción del impacto ambiental. Además, su uso se ha extendido en el país gracias a la eficiencia energética y al alto nivel de calidad que ofrece en la construcción de viviendas.

Existe un estudio realizado por la empresa FORSA que se basó en la construcción de una vivienda de dos plantas con una superficie de 100 metros cuadrados. La vivienda fue construida con el sistema FORSA y con el método tradicional. Los resultados del estudio mostraron que la construcción de la vivienda con el sistema FORSA tardó 3 meses, mientras que la construcción con el método tradicional tardó 6 meses. Esto representa una reducción de los tiempos de construcción de un 50%.

En cuanto a los costos, la construcción de la vivienda con el sistema FORSA costó 50.000 dólares, mientras que la construcción con el método tradicional costó 70.000 dólares. Esto representa una reducción de los costos de un 28%. Los resultados del estudio muestran que el sistema FORSA es una solución eficiente y rentable para la construcción de viviendas. El sistema reduce significativamente los tiempos de construcción y los costos, sin comprometer la calidad de la vivienda.

A continuación, se presentan algunos de los factores que contribuyen a la reducción de tiempos y costos con el sistema FORSA:

- Los paneles prefabricados se fabrican en una fábrica, lo que elimina la necesidad de mano de obra en el proyecto.
- Los paneles prefabricados se montan en un corto período de tiempo, lo que reduce los tiempos de construcción.
- Los paneles prefabricados están fabricados con materiales de alta calidad, lo que garantiza una construcción sólida y duradera.
- El sistema FORSA puede ser personalizado para adaptarse a las necesidades específicas de cada proyecto.

En general, el sistema constructivo FORSA es una excelente opción para quienes buscan construir viviendas de alta calidad, con tiempos de construcción reducidos y costos competitivos.

2.1.7.1 Sistema Constructivo Forsa en el ámbito Internacional

Según Sandoval (2020), FORSA ha sido utilizado en diversos países de América Latina, y ha demostrado ser una solución efectiva para la construcción de viviendas y otros tipos de edificaciones: "FORSA ha sido utilizado en países como México, Guatemala, El Salvador, Colombia, Perú y Venezuela, y ha demostrado ser una tecnología constructiva efectiva y de calidad" (p. 10). De acuerdo con la investigación de Zúñiga y Maldonado (2019), el sistema constructivo FORSA ha sido ampliamente utilizado en México, y ha mostrado ser una solución viable para la construcción de viviendas sociales: "El sistema FORSA ha sido utilizado ampliamente en México, y ha demostrado ser una alternativa viable y económica para la construcción de viviendas sociales" (p. 3).

En un estudio realizado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se destaca la rapidez y eficiencia del sistema constructivo FORSA en la construcción de viviendas: "El sistema constructivo FORSA permite una construcción rápida y eficiente de viviendas de calidad, lo que representa una solución efectiva para combatir el déficit habitacional en países de la región" (UNAM, 2018).

En la investigación de Maldonado y Zúñiga (2020), se destaca la capacidad del sistema constructivo FORSA para reducir el impacto ambiental de la construcción: "El sistema FORSA es una alternativa constructiva que permite reducir significativamente el impacto ambiental de la construcción, gracias a su bajo consumo de agua y energía, y a la utilización de materiales reciclables" (p. 121).

Además, el sistema constructivo FORSA ha sido reconocido y avalado por diversas instituciones internacionales. Por ejemplo, en el año 2017 la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas de los Estados Unidos (NAHB, por sus siglas en inglés) otorgó el Premio Mundial a la Innovación en la Construcción a FORSA, en la categoría de Tecnologías de la Construcción.

En resumen, el sistema constructivo FORSA no solo ha sido utilizado en el Ecuador, sino también en varios países de la región, con resultados positivos en términos de calidad, rapidez y eficiencia en la construcción de viviendas y otros tipos de edificaciones. Además, ha sido

reconocido por instituciones internacionales como una innovación tecnológica en el sector de la construcción.

2.1.8 Sistema constructivo Hormidos

El sistema constructivo Hormi 2 es un método de construcción de viviendas que ha ganado popularidad en América Latina debido a su facilidad de construcción y bajo costo. Su implementación ha tenido resultados positivos en muchos países de la región, y ha sido una solución para combatir el déficit habitacional en zonas de bajos ingresos. Este método consiste en la fabricación de paneles de concreto armado prefabricados que se ensamblan en el lugar de construcción para formar los muros y techos de la vivienda. Según Aguirre et al. (2018), la utilización del sistema constructivo Hormi 2 ha permitido reducir el tiempo de construcción de una vivienda en un 50%, disminuir los costos de construcción en un 30% y reducir el consumo de agua en un 60% en comparación con los sistemas constructivos tradicionales.

Un estudio realizado por Castro et al. (2020) en Bolivia, mostró que la implementación del sistema constructivo Hormi 2 mejoró significativamente las condiciones de vida de las personas. El estudio también señala que la implementación de este método ha sido más eficiente y económica en comparación con los métodos tradicionales de construcción en la región.

Según Mendoza et al. (2017) en Perú, se evaluó la implementación del sistema constructivo Hormi 2 en una zona urbana de bajos ingresos. Los resultados mostraron que este método de construcción fue más rápido y económico en comparación con los métodos tradicionales, y también permitió una mayor participación de la comunidad en el proceso de construcción.

Uno de los casos de éxito más destacados de la implementación del sistema constructivo Hormi 2 se encuentra en el municipio de Soacha, Colombia. En este lugar, la organización sin fines de lucro TECHO ha construido más de 600 viviendas utilizando este método constructivo (TECHO, 2019). Según la organización, la utilización del sistema constructivo Hormi 2 ha permitido construir viviendas en un tiempo récord, con un costo significativamente menor y con una mayor durabilidad en comparación con los sistemas constructivos tradicionales

Sin embargo, también hay críticas al sistema constructivo Hormi 2. En un estudio realizado por Lamas et al. (2016) en México, se señaló que este método no es adecuado para zonas de alto riesgo sísmico debido a su poca resistencia a los terremotos. Además, este estudio también señaló que la calidad de la construcción puede ser deficiente si no se toman las medidas adecuadas de supervisión y control de calidad. Un ejemplo de esto se encuentra en el municipio de Pedro Juan Caballero, Paraguay. En este lugar, se construyeron varias viviendas utilizando el sistema Hormi 2, pero se encontraron problemas en la calidad de los materiales utilizados, lo que llevó a una rápida degradación de las viviendas (ABC Color, 2018). Este caso destaca la importancia de garantizar la calidad de los materiales utilizados en la construcción de viviendas con cualquier sistema constructivo.

En conclusión, la implementación del sistema constructivo Hormi 2 ha tenido resultados positivos en América Latina, especialmente en zonas de bajos ingresos. Este método de construcción ha sido más rápido y económico que los métodos tradicionales, y ha permitido una mayor participación de la comunidad en el proceso de construcción. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este método no es adecuado para zonas de alto riesgo sísmico y que se requiere supervisión y control de calidad adecuados para garantizar la calidad de la construcción.

2.2 Marco Conceptual

Déficit Cualitativo

El déficit cualitativo se define a partir de tres condiciones: Condiciones deficientes de la vivienda: viviendas con alguna de estas limitaciones: 1. Techo hecho de materiales no permanentes; 2. Paredes y estructura hechas de materiales no permanentes; 3. Suelos de tierra; 4. Hacinamiento: más de tres personas por cuarto; 5. Condiciones deficientes del vecindario: insuficiencia de infraestructura o servicios: Ausencia de agua potable con acceso por tuberías; 6. Ausencia de cloacas o sistemas de disposición de aguas servidas; 7. Ausencia de electricidad; 8. Limitaciones en la tenencia de la tierra: la familia no tiene la propiedad de la casa o de la parcela.

Déficit Cuantitativo

Ausencia de vivienda a partir de dos condiciones: (1) que el número de familias que comparten el mismo techo y comparten las facilidades de preparación de las comidas, sea superior a una; (2) familias que viven en viviendas que no pueden ser mejoradas dada la baja calidad de los materiales constructivos.

Sistemas Constructivo

Un sistema constructivo se refiere al conjunto de elementos y técnicas que se utilizan para construir una edificación. A continuación, se presentan dos definiciones de autores relevantes en el ámbito de la construcción:

Según Francisco Torres Oliver, en su libro "Sistemas constructivos" (2016), "un sistema constructivo se refiere a la combinación de elementos y técnicas constructivas que se utilizan para materializar una edificación. Cada sistema constructivo tiene sus propias particularidades y limitaciones, y su elección dependerá de las características del proyecto y del entorno en el que se ubique".

Por su parte, Mario Salvador en su libro "Construcción industrializada" (2016) define el sistema constructivo como "un conjunto de elementos, procesos y técnicas, que se seleccionan y combinan para conformar un edificio de forma coordinada y coherente, con la finalidad de garantizar su durabilidad, seguridad, eficiencia y estética, dentro de un marco de respeto al medio ambiente".

Sistema Constructivo Tradicional

Un sistema constructivo tradicional es aquel que se basa en el uso de técnicas y materiales de construcción que han sido empleados durante mucho tiempo en una región o país en particular. Estos sistemas se caracterizan por ser mano de obra intensiva y por utilizar materiales naturales y disponibles localmente, como la madera, la piedra, la tierra, entre otros.

En general, los sistemas constructivos tradicionales se han desarrollado a lo largo de los años a partir de las condiciones climáticas, geográficas y culturales de una región, y suelen ser

transmitidos de generación en generación. Aunque estos sistemas tienen una gran importancia cultural y patrimonial, su uso ha disminuido en la actualidad debido a la necesidad de construir de manera más eficiente y económica para hacer frente al crecimiento poblacional y a las demandas habitacionales.

Sistema constructivo FORSA

Según García et al. (2019) el sistema constructivo FORSA, también conocido como "Formaleta Recuperable de Sistema Aparente", es un método de construcción que se caracteriza por la utilización de moldes de poliestireno expandido (EPS) que se ensamblan para conformar los muros de una edificación, este sistema constructivo permite la creación de módulos prefabricados de hasta 5 metros de altura, los cuales se unen mediante la aplicación de una mezcla de concreto.

De acuerdo con Arreola (2018), los moldes de poliestireno expandido tienen un diseño modular que permite una fácil manipulación y transportación, lo que se traduce en una mayor rapidez en la ejecución de la obra. Asimismo, la utilización de este material reduce significativamente el peso de la estructura, lo que permite una cimentación más ligera y económica.

En un estudio realizado por la Lapo (2017), se evaluó la implementación del sistema FORSA en la construcción de viviendas sociales en la ciudad de Cuenca. Los resultados del estudio indicaron que este sistema constructivo es viable y presenta ventajas en términos de reducción de costos y tiempos de ejecución. El sistema constructivo FORSA ha sido utilizado en diversos proyectos de construcción de viviendas en países como México, Perú, Ecuador y Colombia, entre otros.

Ventajas del sistema FORSA

El sistema de construcción FORSA presenta múltiples beneficios, incluyendo su elevada resistencia y longevidad, asegurando así una estructura sólida y segura a lo largo del tiempo, además, facilita la realización rápida de obras gracias a su diseño modular, lo que disminuye los tiempos de edificación, su habilidad para ajustarse a diversos tipos de proyectos lo hace una alternativa adaptable en el sector de la edificación (Rodríguez y Sánchez, 2022).

Otro beneficio significativo de FORSA es su eficiencia energética, puesto que ofrece un magnífico aislamiento térmico y sonoro, optimizando las condiciones de confort dentro de los edificios, además, este sistema promueve la utilización de materiales reciclables, favoreciendo una edificación más sustentable, la incorporación de tecnología en el procedimiento también mejora los gastos de operación y mantenimiento a largo plazo (Pérez y García, 2021).

Desventajas del sistema FORSA

Una de las mayores limitaciones del sistema FORSA es el elevado gasto inicial de instalación, particularmente por la demanda de encofrados especializados y materiales de excelente calidad, este gasto podría representar un obstáculo en proyectos con presupuestos restringidos, además, su complejidad en la logística de transporte y gestión de materiales puede provocar retrasos y elevar los gastos operacionales en fases iniciales del proyecto (Hernández y López, 2020).

Otra dificultad es la necesidad de empleados especializados, lo que puede provocar una curva de aprendizaje más marcada y posibles demoras si no se dispone del personal apropiado, pese a que el sistema resulta eficaz al ser instalado, los gastos y plazos vinculados a su puesta en marcha pueden no justificar su aplicación en proyectos de menor envergadura o en zonas con restricciones de recursos (Hernández y López, 2020).

Estructura del sistema FORSA

Es una estructura orientada a apoyar el desarrollo integral de personas con discapacidad, promoviendo su inclusión social y laboral, este sistema se basa en una metodología que busca potenciar las habilidades y capacidades de los usuarios a través de programas de formación personalizados, adaptados a sus necesidades, FORSA integra servicios de orientación, asesoramiento y acompañamiento constante para facilitar su adaptación a entornos laborales y sociales, garantizando una intervención efectiva (Gómez y Torres, 2023).

El sistema FORSA también incorpora un elemento de supervisión, que analiza de manera periódica los progresos y éxitos de los usuarios, posibilitando modificaciones y mejoras constantes, su método está orientado a promover la independencia de las personas con discapacidad, brindándoles recursos para que puedan llevar una vida más autónoma, este modelo de intervención se lleva a cabo mediante equipos multidisciplinarios, que colaboran con las familias y la comunidad para garantizar el triunfo de cada persona en su proceso de inclusión (Gómez y Torres, 2023).

Sistema constructivo HORMIDOS

El sistema constructivo Hormi 2, también conocido como "H2", es un método de construcción que se basa en la utilización de paneles prefabricados de concreto armado. Según Torres y Zavaleta (2018), el sistema H2 se caracteriza por la utilización de una formaleta metálica que sirve como molde para la creación de los paneles de concreto, lo que permite una producción masiva de elementos prefabricados.

De acuerdo con Erazo y Guerrero (2018), los paneles de concreto armado prefabricados que se obtienen a través del sistema Hormi 2 son ligeros, resistentes y de fácil instalación, lo que reduce significativamente los tiempos de construcción. Además, este sistema constructivo se ha utilizado en la construcción de viviendas sociales en América Latina, con resultados satisfactorios en términos de calidad y durabilidad de las edificaciones.

En un estudio realizado por la Universidad Nacional de Ingeniería de Perú (2017), se evaluó la implementación del sistema constructivo Hormi 2 en la construcción de viviendas sociales en la ciudad de Lima. Los resultados del estudio indicaron que este sistema constructivo presenta ventajas en términos de reducción de costos y tiempos de ejecución, así como en la calidad y durabilidad de las edificaciones.

Estructura del sistema constructivo Hormidos

El método de construcción Hormidos se fundamenta en la utilización de bloques de concretos prefabricados que se unen para conformar la estructura del inmueble. Estos bloques se

fabrican a partir de una combinación de cemento, arena y agua, proporcionando así una elevada resistencia y durabilidad, el procedimiento de montaje es relativamente simple, dado que se necesitan menos componentes en comparación con sistemas más sofisticados, lo que permite una realización rápida de las construcciones, este sistema es versátil, lo que le permite ajustarse a diversos diseños y dimensiones de proyectos (Martínez y López, 2021).

Hormidos también proporcionan un beneficio en cuanto a costos, dado que el costo inicial es moderado y no necesita encofrados complicados, lo cual disminuye considerablemente los costos en materiales y trabajo, la logística para el traslado y combinación de materiales es más fácil, lo que facilita una administración más eficaz en proyectos en zonas de acceso complicado, aunque el sistema es más económico, puede tener restricciones en términos de aislamiento térmico y sonoro, lo que podría impactar el confort de las construcciones sin un tratamiento extra (Fernández y Ramírez, 2020).

Ventajas del sistema Hormidos

El método de construcción Hormidos proporciona beneficios notables en cuanto a costo, dado que los bloques prefabricados resultan relativamente asequibles y sencillos de fabricar, esto posibilita que los proyectos se lleven a cabo en un presupuesto más reducido, además, su procedimiento de instalación es ágil, lo que disminuye los periodos de edificación y potencia la eficiencia en las operaciones (Johnson y Taylor, 2019).

Otro beneficio significativo es la sencillez en la logística de transporte y la sencillez para gestionar los materiales, lo que lo convierte en idóneo para áreas de acceso complicado, además, como sistema adaptable, posibilita su adaptación a diferentes estilos arquitectónicos, esto lo hace una alternativa factible tanto para proyectos de gran magnitud como para construcciones de menor envergadura (Chang y Lee, 2022).

Desventajas

Uno de los principales inconvenientes del sistema Hormidos es su limitada habilidad para aislar térmico y sonoro en relación con otros métodos de construcción, esto puede provocar

malestar dentro de los edificios, particularmente en climas severos o en ambientes ruidosos, necesitando soluciones extra de aislamiento (Schmidt y Müller, 2020).

Otra restricción es el aspecto estético del sistema, dado que los bloques prefabricados pueden tener un aspecto más elemental o industrial, aunque se pueden implementar acabados extra, esto conlleva un gasto adicional, lo cual puede impactar en la economía del proyecto, además, su aplicación demanda una mano de obra capacitada para garantizar el correcto montaje y prevenir fallos en la alineación y la estabilidad de la estructura (González y Pereira, 2021).

Comparación de métodos de construcción Hormidos y FORSA

Las diferencias entre los sistemas de construcción FORSA y Hormidos son notables en cuanto a tecnología y uso, el FORSA es un sistema de encofrado de aluminio reutilizable que facilita la edificación acelerada de estructuras de hormigón monolíticas, mejorando los tiempos y disminuyendo los gastos operacionales, por otro lado, Hormidos se fundamenta en concreto industrializado ya mezclado, lo que incrementa la uniformidad y resistencia del material, aunque podría necesitar más logística en la construcción, aunque FORSA se distingue por su agilidad y eficacia en proyectos de gran envergadura, el Hormidos proporciona un mayor control de calidad en la mezcla de hormigón, garantizando un rendimiento estructural superior (Brown y Williams, 2021).

Respecto a la durabilidad, FORSA asegura una estructura robusta con menor posibilidad de fisuras gracias a su vaciado constante, mientras que el hormigón, al ser premezclado, facilita un control más exacto de la resistencia del hormigón, lo que favorece la durabilidad de la construcción, no obstante, FORSA necesita una mayor inversión inicial en encofrados, a pesar de que su reutilización compensa los gastos a largo plazo, por otro lado, el hormigón permite una mayor adaptabilidad en los diseños arquitectónicos y pueden ajustarse de manera más efectiva a proyectos que necesitan especificaciones de concreto a medida, la selección de ambos se basará en el tipo de proyecto, el presupuesto y las metas estructurales (Zhang y Zhao, 2020).

Construcción sostenible

La construcción sostenible no sólo satisface las necesidades de las personas, sino que también **conserva el medio ambiente**, esto no se logra construyendo **viviendas ecoamigables**, sino tomando en cuenta el entorno y la orientación del lugar. La construcción sostenible trata de crear, planificar y desarrollar de forma responsable un ambiente, construir en él optimizando los recursos naturales existentes y respetando los principios ecológicos, para así brindar bienestar a los usuarios.

Cronograma de obra

El cronograma de obra es una herramienta de gestión de proyectos utilizada para planificar, programar y controlar el tiempo necesario para completar las actividades de una obra de construcción. Según Márquez et al. (2016), el cronograma de obra es una representación gráfica que muestra las actividades a realizar, su duración, sus relaciones de precedencia y su interdependencia.

Para elaborar un cronograma de obra, es necesario identificar todas las actividades que deben realizarse y establecer el orden en que se deben llevar a cabo. Posteriormente, se debe estimar la duración de cada actividad y establecer sus relaciones de precedencia, es decir, qué actividad debe realizarse antes que otra. Finalmente, se debe definir una fecha de inicio y una fecha de finalización de la obra, lo que permitirá establecer los plazos de entrega para cada actividad.

El cronograma de obra es una herramienta útil para la gestión de proyectos de construcción, ya que permite establecer un plan de acción claro y preciso, identificar los posibles cuellos de botella y anticipar posibles retrasos en la obra. Además, según Díaz et al. (2018), el cronograma de obra también es útil para establecer un presupuesto detallado de los costos de la obra, ya que permite identificar los costos de cada actividad y establecer una secuencia lógica de las mismas, el cronograma de obra es una herramienta fundamental para la planificación y control de proyectos de construcción, ya que permite establecer un plan de acción detallado, identificar posibles retrasos y establecer un presupuesto detallado de los costos de la obra.

Presupuesto de obra

El presupuesto de obra es un documento que establece una estimación detallada y sistemática de los costos que implicará la ejecución de un proyecto de construcción. Según Camacho y Arriaga (2018), el presupuesto de obra tiene como objetivo principal cuantificar y valorar los diferentes rubros que conforman el proyecto, con el fin de determinar los costos de los materiales, la mano de obra, los equipos y herramientas, así como de los gastos indirectos que se generan en la construcción.

El presupuesto de obra se divide en diferentes etapas, siendo la primera la elaboración del anteproyecto, en la que se determinan los costos aproximados de la obra. En una segunda etapa, se lleva a cabo la definición del proyecto, en la que se establecen los costos más precisos y se definen los plazos de ejecución. Finalmente, en la etapa de la ejecución de la obra, se debe realizar un seguimiento continuo de los costos, a fin de controlar las posibles variaciones y ajustes que se presenten.

Es importante destacar que el presupuesto de obra debe ser lo más realista posible, considerando que un mal cálculo o una omisión de algún rubro pueden generar un desajuste importante en el presupuesto final y afectar la viabilidad del proyecto. De ahí la importancia de que el presupuesto de obra sea elaborado por un equipo multidisciplinario, con el conocimiento y experiencia necesarios para garantizar la precisión y fiabilidad del mismo, el presupuesto de obra es un documento fundamental para la planificación y ejecución de un proyecto de construcción, que permite una adecuada gestión económica y financiera del mismo.

Análisis de precios unitarios

El análisis de precios unitarios es una herramienta utilizada en la industria de la construcción para determinar el costo de un proyecto de construcción en función de las cantidades y los precios de los materiales, la mano de obra y los equipos necesarios para realizar cada actividad específica del proyecto. Según Jiménez et al. (2019), el análisis de precios unitarios se basa en la descomposición del costo total del proyecto en unidades específicas, como por ejemplo

el costo por metro cuadrado de construcción de muro, el costo por metro cúbico de excavación, el costo por hora de trabajo del personal de construcción, entre otros.

El análisis de precios unitarios se utiliza en todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto de construcción, desde la planificación y diseño hasta la construcción y el mantenimiento. La elaboración de un análisis de precios unitarios se lleva a cabo mediante la estimación de los costos de cada actividad específica del proyecto, la cuantificación de las cantidades necesarias para cada actividad y la asignación de los costos correspondientes a cada una de las actividades específicas.

El análisis de precios unitarios permite una estimación más precisa de los costos de un proyecto de construcción, lo que facilita la elaboración de presupuestos y la toma de decisiones en la planificación y ejecución del proyecto. Además, esta herramienta permite identificar oportunidades de ahorro y optimización de recursos, así como la detección temprana de posibles desviaciones del presupuesto.

Utilidad

La utilidad empresarial se refiere a la ganancia que una empresa genera luego de deducir los costos y gastos asociados con su actividad comercial. Es un indicador financiero importante que mide la capacidad de una empresa para generar ingresos y beneficios económicos. La utilidad empresarial se calcula restando los costos y gastos totales de los ingresos totales de una empresa en un período determinado, como un trimestre o un año.

Una empresa que genera una utilidad empresarial positiva se considera rentable y puede reinvertir esos ingresos en su negocio o distribuirlos a los accionistas. Por otro lado, una empresa que genera una utilidad empresarial negativa está perdiendo dinero y puede enfrentar dificultades financieras a largo plazo. El análisis de la utilidad empresarial es una herramienta importante para la toma de decisiones empresariales y puede ayudar a identificar áreas donde una empresa puede mejorar su rentabilidad.

Plan de negocios

Un plan de negocios es un documento que describe en detalle el modelo de negocio de una empresa, incluyendo sus objetivos, estrategias, estructura organizativa, proyecciones financieras y demás información relevante para su funcionamiento. Según Steier y Rivkin (2016), un plan de negocios debe contener información sobre la visión y misión de la empresa, el análisis de mercado, la estrategia de marketing, la descripción de los productos o servicios ofrecidos, el análisis de la competencia, el plan de operaciones, el plan de recursos humanos, las proyecciones financieras y el análisis de riesgos.

El objetivo principal de un plan de negocios es definir la viabilidad del proyecto y establecer un camino claro para su éxito. De esta manera, se busca identificar y resolver de manera anticipada los posibles problemas y riesgos asociados al proyecto. Asimismo, un plan de negocios también puede ser utilizado como herramienta para obtener financiamiento de inversionistas, entidades bancarias u otros organismos de financiamiento.

2.3 Marco Legal

En esta sección se va abordar el marco normativo existente en el país en relación a la construcción de viviendas, para ello es importante definir la jerarquización de leyes aplicables a la problemática planteada. En primer lugar está la constitución de la república del Ecuador que en su artículo 30 menciona que “las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica” (República del Ecuador, 2018). Lo que menciona la constitución es un derecho que consagra por la jerarquía que tiene esta carta magna, es decir, tener un hábitat seguro y saludable es un derecho fundamental de los ecuatorianos.

En cuanto a la planificación nacional para garantizar el derecho a un hábitat seguro, la Constitución establece en el artículo 375 que “El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna” (República del Ecuador, 2018, s.p). Dentro de este artículo se citan los siguientes puntos:

1. Generará la información necesaria para el diseño de estrategias y programas que comprendan las relaciones entre vivienda, servicios, espacio y transporte públicos, equipamiento y gestión del suelo urbano.
2. Mantendrá un catastro nacional integrado geo-referenciado, de hábitat y vivienda.
3. Elaborará, implementará y evaluará políticas, planes y programas de hábitat y de acceso universal a la vivienda, a partir de los principios de universalidad, equidad e interculturalidad, con enfoque en la gestión de riesgos.
4. Mejorará la vivienda precaria, dotará de albergues, espacios públicos y áreas verdes y promoverá el alquiler en régimen especial.
5. Desarrollará planes y programas de financiamiento para vivienda de interés social, a través de la banca pública y de las instituciones de finanzas populares, con énfasis para las personas de escasos recursos económicos y las mujeres jefas de hogar.

Además del artículo 23 de la Constitución del Ecuador, existen otros artículos que abordan el tema del acceso a viviendas. A continuación, se enumeran algunos de ellos:

- **Artículo 32:** Reconoce el derecho a la propiedad y establece que ésta debe cumplir una función social. También señala que el Estado promoverá el acceso a la propiedad de la vivienda y a la tierra para fines productivos.
- **Artículo 313:** Establece que el Estado debe promover la construcción de viviendas de interés social, así como el mejoramiento de las condiciones habitacionales de las personas en situación de pobreza.
- **Artículo 315:** Dispone que el Estado debe fomentar la planificación territorial y el uso adecuado del suelo, para garantizar el acceso a la vivienda y evitar la especulación y la concentración de la propiedad inmobiliaria.
- **Artículo 316:** Señala que el Estado debe establecer políticas y medidas para la gestión de suelos y la planificación urbana, considerando la participación ciudadana y la protección del medio ambiente.
- **Artículo 317:** Establece que el Estado debe promover el acceso a los servicios básicos de agua, energía eléctrica, alcantarillado y transporte, para garantizar condiciones de vida adecuadas a la población.

En general, la Constitución del Ecuador reconoce el derecho a una vivienda adecuada como parte del derecho a un ambiente sano y promueve la implementación de políticas y medidas para garantizar este derecho a toda la población. Una vez analizado el hecho de que el Gobierno debe garantizar el acceso a una vivienda digna. Es importante definir qué políticas ha manejado hasta el momento. El Ministerio de desarrollo urbano y vivienda es el ente que expide las regulaciones en temas de construcción. En el país existen las normas NEC, que se dividen en diferentes capítulos de acuerdo a los subsistemas constructivos.

Tabla 4 Normas NEC Seguridad Estructural de las edificaciones

SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES
NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)
NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 1
NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 2
NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 3
NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 4
NEC-SE-RE: Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras
NEC-SE-GC: Geotécnia y Cimentaciones
NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado
NEC-SE-AC: Estructuras de Acero
NEC-SE-MP: Mampostería Estructural
NEC-SE-MD: Estructuras de Madera
NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 1
NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 2
NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 3
NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 4
NEC-SE-GUADÚA: Estructuras de Guadúa

Fuente: NEC (2020)

Elaborado por: Núñez (2025)

Tabla 5 *Guías Prácticas de Diseño de Conformidad con la NEC-15*

GUÍAS PRÁCTICAS DE DISEÑO DE CONFORMIDAD CON LA NEC – 15
Guía para viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros
Guía para estructuras de hormigón armado
Guía para estructuras de acero
Guía para estructuras de madera
Guía para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras
Guía para estudios geotécnicos y trabajos de cimentación
Guía de procedimientos y estándares mínimos para trabajadores de la construcción

Fuente: NEC (2020)
Elaborado por: Núñez (2025)

Tabla 6 *Normas NEC relacionadas habitabilidad y salud*

HABITABILIDAD Y SALUD
NEC-HS-VIDRIO: Vidrio
NEC-HS-CI: Contra Incendios
NEC-HS-AU: Accesibilidad Universal
NEC-HS-EE: Eficiencia Energética
NEC-HS-CL: Climatización
NEC-HS-ER: Energías Renovables

Fuente: NEC (2020)
Elaborado por: Núñez (2025)

En la tabla 4 se encuentran las normas NEC relacionadas a la seguridad estructural dependiendo del método constructivo y materiales aplicar. En la tabla 4, se encuentran guías de diseño en función de las normas NEC de la tabla. Por último y más importante en la tabla 5, que se refiere a las normas NEC relacionadas a la habitabilidad y salud. Estas son las que más se relacionan en términos regulatorios con la problemática identificada.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Enfoque de la investigación

Para el análisis comparativo entre el sistema constructivo de HORMIDOS y el sistema constructivo FORSA para la construcción de un proyecto habitacional en la ciudad de Babahoyo, se va a utilizar un enfoque mixto que combine elementos de análisis cuantitativo y cualitativo, este enfoque va a permitir obtener una comprensión más completa de los factores que influyen en la elección del sistema constructivo y su impacto en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

En primer lugar, se utilizaría un análisis cuantitativo para recopilar datos sobre el costo de construcción, el tiempo de construcción y la durabilidad de los dos sistemas constructivos, esto permitiría realizar un estudio comparativo riguroso de los aspectos técnicos de los dos sistemas y determinar cuál es más rentable y eficiente en términos de tiempo y costos.

Por otro lado, se podría utilizar un análisis cualitativo para recopilar datos sobre las percepciones y opiniones de los técnicos de la ciudad de Babahoyo sobre los dos sistemas constructivos, esto permitiría identificar los factores sociales, culturales y psicológicos que influyen en la elección de un sistema constructivo y cómo estos factores afectan la calidad de vida de los habitantes.

Además, se podría utilizar una investigación descriptiva para proporcionar una visión general de la situación de la vivienda en la ciudad de Babahoyo, identificando las necesidades de vivienda de la población y cómo los sistemas constructivos pueden satisfacer esas necesidades.

Finalmente, se podría utilizar un enfoque de estudio de caso para analizar la implementación de los sistemas constructivos en un proyecto habitacional específico en la ciudad de Babahoyo, esto permitiría comprender cómo los sistemas constructivos funcionan en la práctica y cómo se adaptan a las necesidades específicas de los habitantes de la ciudad.

En resumen, un enfoque mixto permitiría obtener una comprensión más completa de los factores que influyen en la elección del sistema constructivo y su impacto en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Babahoyo, la combinación de elementos cuantitativos y cualitativos y de diferentes estrategias de investigación permitiría abordar el problema de manera más completa y rigurosa.

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación obedece al concepto de exploratoria y descriptiva. Es importante mencionar que, desde el enfoque documental, se deriva el tipo exploratorio que tiene como finalidad demostrar si la hipótesis planteada es verdadera o falsa. En este caso, se va a explorar proyectos ejecutados con las metodologías FORSA y HORMIDOS en la construcción de viviendas. Se va a realizar un análisis de tipología y de esta forma poder construir la metodología del presente trabajo de titulación.

El enfoque exploratorio permite recopilar información y establecer una base de conocimiento sólida sobre los sistemas constructivos de HORMIDOS y FORSA, así como sus ventajas y desventajas en términos de costos, tiempo de construcción, calidad de la construcción, entre otros aspectos relevantes. Según Hernández et al. (2016), "el enfoque exploratorio es muy útil cuando se requiere conocer un fenómeno poco estudiado o cuando el problema de investigación no ha sido claramente definido" (p. 102).

Además, el uso del enfoque exploratorio permite identificar posibles hipótesis o relaciones entre las variables que podrían ser evaluadas en estudios posteriores. Según Creswell y Creswell (2018), "la investigación exploratoria puede ayudar a identificar preguntas y problemas de investigación para futuros estudios" (p. 41).

Es importante mencionar que el uso de la investigación exploratoria no establece relaciones de causalidad entre las variables, ya que no se manipulan estas de manera controlada. Sin embargo, el enfoque exploratorio es útil para generar nuevas ideas y perspectivas sobre un tema y, en última instancia, contribuir al desarrollo de conocimiento en un área determinada.

3.2 Métodos de investigación

El método lógico y el método analítico son dos enfoques comunes utilizados en la investigación para analizar y evaluar los datos de manera sistemática y rigurosa, ambos métodos son fundamentales para la investigación científica y se utilizan para identificar patrones, evaluar hipótesis y llegar a conclusiones.

El método lógico se basa en el razonamiento deductivo, donde se parte de una premisa general y se deducen conclusiones específicas, este método implica la identificación de una hipótesis o teoría, y la posterior prueba de la misma a través de la recolección de datos empíricos, en este proceso, se utilizan herramientas de análisis lógico y matemático para evaluar los datos y verificar la hipótesis.

El método lógico es particularmente útil en la investigación cuantitativa, donde se utilizan datos numéricos y estadísticos para evaluar y confirmar la hipótesis, la relación de este método con la temática seleccionada, se basa en el análisis de datos tanto para el sistema constructivo FORSA como HORMIDOS. Se va a recopilar información numérica relacionada a costos de las viviendas, tiempo constructivo, entre otras variables relevantes.

Por otro lado, el método analítico se basa en el razonamiento inductivo, donde se parte de datos específicos para llegar a conclusiones generales, este método implica la recolección y análisis de datos empíricos, y la posterior identificación de patrones y tendencias, en este proceso, se utilizan herramientas de análisis cualitativo, como la codificación y categorización de datos, para evaluar y sintetizar la información. El método analítico es particularmente útil en la investigación cualitativa, donde se utilizan datos descriptivos y no numéricos para evaluar y analizar fenómenos sociales complejos, para este método, se van a evaluar variables cualitativas, relacionadas a los sistemas constructivos, que enriquezcan el trabajo de investigación. Por ejemplo, si existe mano de obra calificada para la aplicación de los métodos.

Es importante tener en cuenta que estos dos métodos no son excluyentes, y a menudo se utilizan de manera combinada en la investigación, en la práctica, los investigadores pueden utilizar

tanto el método lógico como el método analítico para evaluar los datos, llegar a conclusiones y desarrollar teorías.

En conclusión, tanto el método lógico como el método analítico son fundamentales en la investigación científica y se utilizan para analizar y evaluar datos de manera sistemática y rigurosa, se ha seleccionado el método por la naturaleza del enfoque y objetivo de la investigación, y a menudo se utilizan de manera combinada para obtener resultados más completos y precisos.

3.4 Técnicas de investigación

Para el presente trabajo de titulación, se utilizará la técnica de estudios de casos. Es decir, se va a citar ejemplos prácticos de cada sistema constructivo para realizar un análisis tipológico y agrupar variables de mayor impacto, tales como costo de vivienda, tiempo de ejecución, eficiencia en el uso de materiales, disponibilidad de competencias, entre otras variables.

Después de citar los casos prácticos, se va a realizar un análisis comparativo en función de las agrupaciones más relevantes, la metodología propuesta, en función del enfoque, tipo y técnica de investigación, será a través de comparación entre pares, se van a establecer ámbitos de decisión y factores, se va a ponderar los mismos y de esta forma establecer, de forma objetiva, que sistema constructivo es más óptimo para implementar en la ciudad de Babahoyo.

3.5 Población

Desde una perspectiva estadística, la población para el presente trabajo investigativo sería los que representan la ciudad de Babahoyo. Este sería nuestro universo que da un total de 175.281 habitantes como proyección para el año 2020. La cual correspondería a una ciudad intermedia que de acuerdo a la Unión Europea el rango poblacional de 20.000 habitantes hasta un millón.

3.6 Muestra

Se identificará cantidad de población dentro de la ciudad analizada y cantidad de población dirigida al proyecto analizado, de esta manera se caracterizaría a la población según las necesidades de la ciudad de implantación del proyecto, en este caso de acuerdo a los datos

proporcionados por el INEC, el 29% de la población vive en condición de pobreza, lo que daría un total de habitantes 50381 habitantes, como se mencionó en la sección de Población, se trata de una ciudad intermedia.

Como parte del análisis de tipológico, se va a incluir una encuesta realizada a profesionales de la ingeniería civil y construcción, para recopilar sus perspectivas en relación a los sistemas FORSA y HORMIDOS, por lo tanto, para abastecer esta demanda existen diferentes constructoras que se dedican a satisfacer esta necesidad, para lo cual se escogió profesionales de las empresas en mención en total 15 ingenieros del sector de la construcción, por tanto, la muestra es de tipo no probabilística.

3.6.1 Diseño de la Encuesta

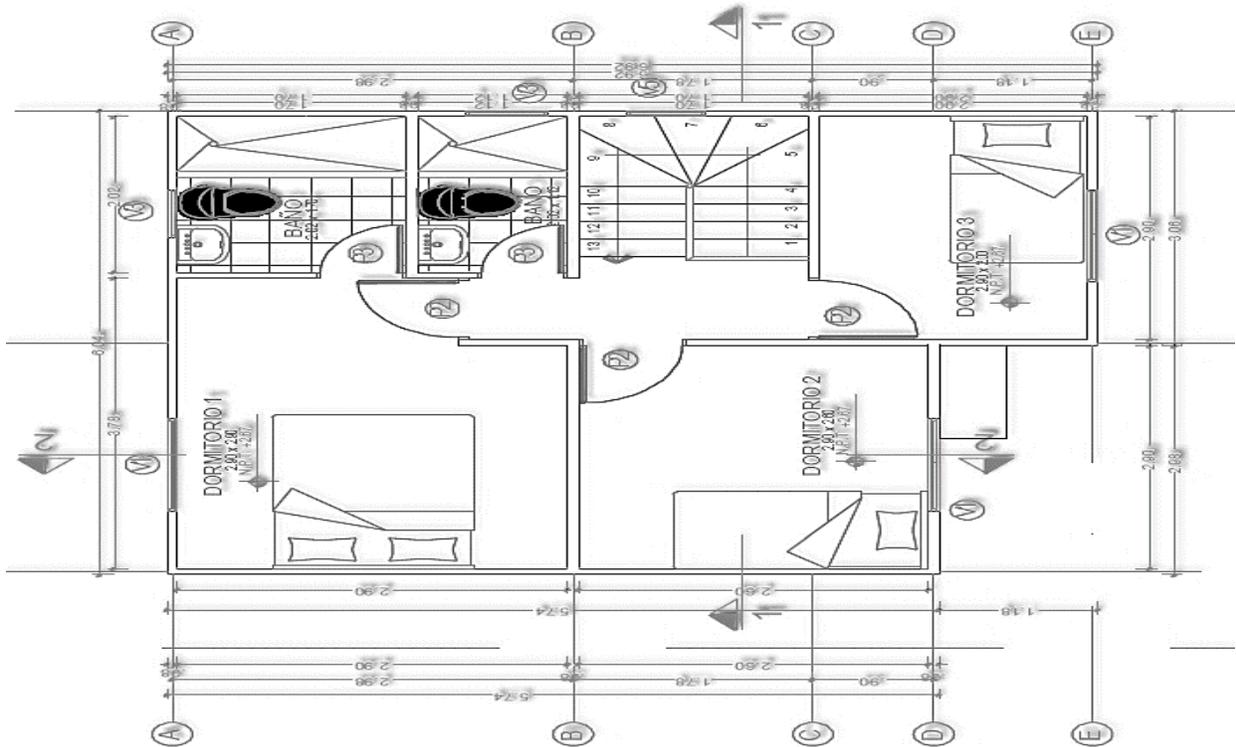
La encuesta se ha diseñado para cubrir las siguientes aristas:

- Información demográfica.
- Experiencia Profesional.
- Conocimiento de FORSA y HORMIDOS.
- Rendimiento en proyectos anteriores.
- Eficiencia en tiempo y costo.
- Facilidad en instalación.
- Satisfacción del cliente.
- Problemas comunes.
- Recomendación general.

3.7 Análisis interpretación y discusión de resultados

Para el presente apartado, se lo va a dividir en dos secciones, en la primera se van analizar casos de estudio donde se hayan aplicado los sistemas constructivos forsa y hormi dos, tanto en el ámbito local como internacional, a través del análisis tipológico, se van a establecer los principales criterios técnicos, sociales, económicos y ambientales que pueden influir en la selección del sistema constructivo, en la segunda sección se va a presentar el análisis de los resultados de la encuesta realizada a 15 profesionales de la construcción.

Figura 4 Plano arquitectónico vivienda Palacio 6 PA



Fuente: Arellano y Carvajal (2018)

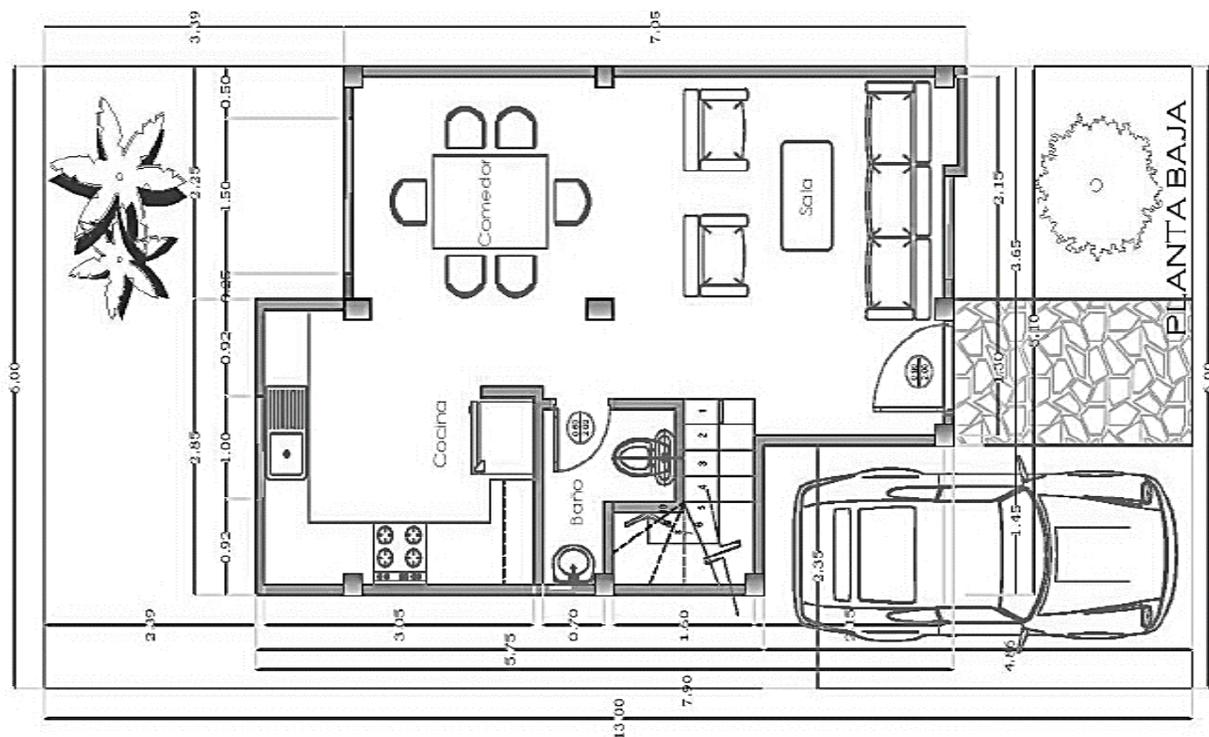
En las figuras 3 y 4, se puede apreciar los planos arquitectónicos de la vivienda que se analizó bajo el enfoque tradicional y forsa, se describieron los dos sistemas y se realizaron los respectivos presupuestos con sus análisis de precios unitarios, a continuación, se presentan las principales conclusiones de este proyecto.

- El sistema forsa es más rápido a la hora de construir la vivienda a diferencia del convencional, con el método tradicional, para la ejecución de la obra gris, el cronograma fue de 29 días, de acuerdo a los rendimientos y apus establecidos en sus análisis, por lo tanto, con el sistema forsa, el tiempo de ejecución se redujo a 14 días.
- Mencionan que redujeron los desperdicios de material, sin embargo, no se establece ningún porcentaje, ni cantidades para comparar las reducciones mencionadas.
- En temas de costos, se menciona que los sistemas constructivos el convencional tiene un potencial costo de \$22.941,19, mientras que el sistema forsa tuvo un costo de \$19.533,07.

3.7.1.2 Caso 2 Análisis comparativo sistema constructivo hormidos vs tradicional

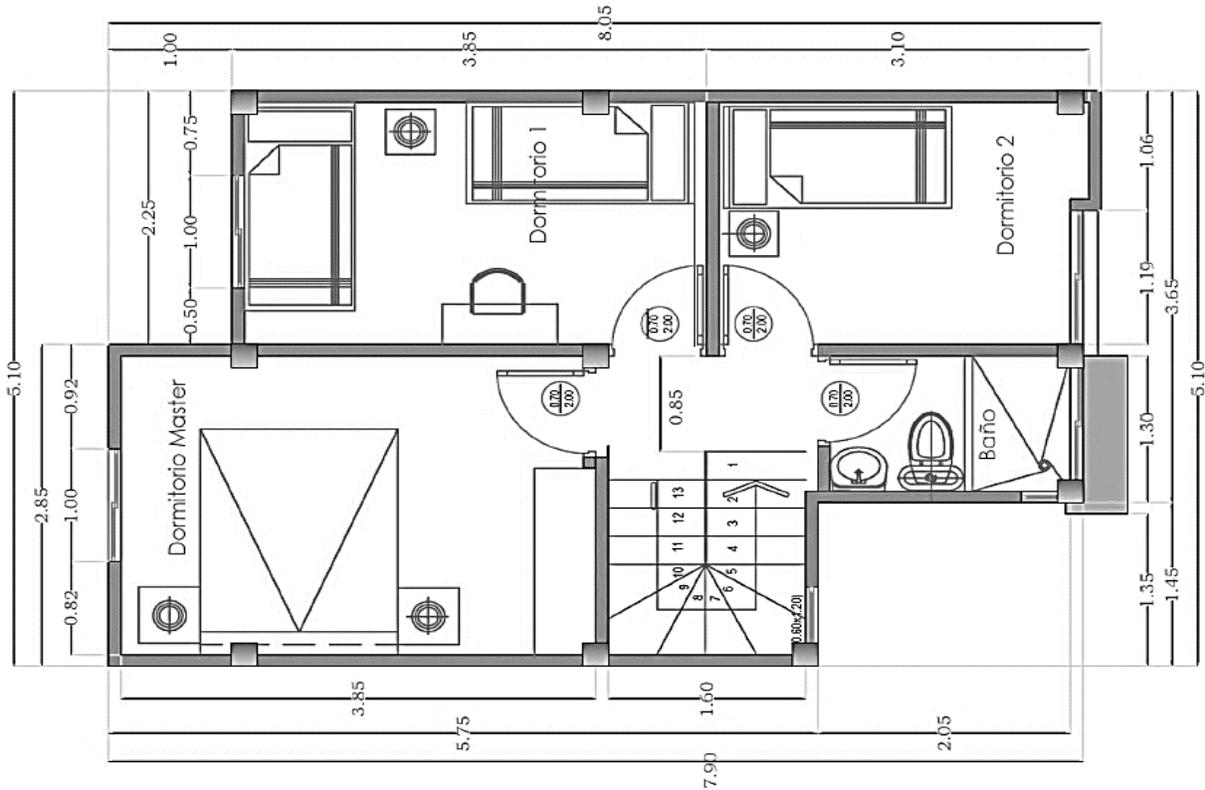
El segundo caso práctico, presentado, aborda una temática similar al caso anterior, pero con la única diferencia que ahora se compara el sistema constructivo hormidos con el tradicional, de igual manera, tiene como objetivo determinar que método es más eficiente en temas de cronograma y costos, este caso fue desarrollado por el Ingeniero Omar Bravo en el año 2016, la ubicación del proyecto es en la cooperativa Jacobo Bucaram, manzana 401 solar 17 en la ciudad de Guayaquil.

Figura 5 Plano arquitectónico vivienda PB



Fuente: Bravo (2016)

Figura 6 Plano arquitectónico vivienda PA



Fuente: Bravo (2016)

En las figuras 5 y 6, se puede apreciar los planos arquitectónicos de la vivienda que se analizó bajo el enfoque tradicional y Homidos. Se describieron los dos sistemas y se realizaron los respectivos presupuestos con sus análisis de precios unitarios. A continuación, se presentan las principales conclusiones de este proyecto.

- El costo de la vivienda con el sistema constructivo tradicional es de \$ 42.171,64 y el costo de la vivienda con el sistema constructivo no convencional hormi2 es de \$ 33.214,08, la diferencia entre costos es de \$8.957,56 dando, así como resultado que con el sistema constructivo no convencional hormi2 hay un ahorro del 21,24% de dinero demostrando que este sistema es más económico y conveniente cuando se habla de costo.
- La vivienda tiene un área de construcción de 70,68 m² dividiendo el costo de cada uno de los sistemas para esta área da como resultado que el m² de construcción con el

sistema tradicional cuesta \$ 596,65; y el m² de construcción con el sistema no convencional hormi2 cuesta \$ 469,92; estos precios no incluyen IVA.

- El tiempo de construcción de la vivienda con el sistema constructivo tradicional es de 5 meses y el tiempo de construcción con el sistema constructivo no convencional hormi2 es 3 meses y dos semanas, con el sistema hormi2 se ahorra un mes y 15 días laborables.

3.7.1.3 Análisis de los resultados comparativos entre los sistemas constructivos FORSA vs tradicional Y HORMIDOS vs tradicional

La elección del sistema constructivo adecuado es un aspecto clave en cualquier proyecto de construcción, ya que influye en la calidad, la eficiencia y la seguridad de la construcción, en este sentido, la comparación entre el sistema constructivo FORSA y el sistema constructivo HORMIDOS puede ser útil para evaluar cuál de estos sistemas es más efectivo.

Ambos sistemas constructivos tienen ventajas y desventajas que deben ser consideradas en la elección del método más adecuado para cada proyecto, el sistema constructivo FORSA, por ejemplo, se caracteriza por la rapidez en la construcción y la eficiencia energética, gracias al uso de materiales aislantes y tecnologías de construcción modernas, además, el sistema FORSA tiene una alta resistencia sísmica y se adapta a diferentes tipos de terrenos.

Por otro lado, el sistema constructivo HORMIDOS se caracteriza por su alta resistencia y durabilidad, gracias al uso de concreto reforzado y la técnica de potzado, que permite aumentar la capacidad de carga de la estructura, además, el HORMIDOS tiene una excelente resistencia al fuego y es un sistema constructivo versátil, que puede ser utilizado en diferentes tipos de proyectos de construcción. En cuanto a la eficiencia y el costo, la elección entre FORSA y HORMIDOS dependerá del proyecto específico y de las condiciones locales.

No obstante, se considera que el sistema FORSA es más económico y eficiente que el HORMIDOS, debido a la rapidez en la construcción y al uso de materiales aislantes que reducen los costos de energía, en términos de sostenibilidad, ambos sistemas constructivos presentan ventajas, ya que permiten reducir el consumo de energía y los impactos ambientales, sin embargo,

el sistema FORSA puede ser considerado más sostenible, debido a su menor consumo de materiales y a su menor huella de carbono.

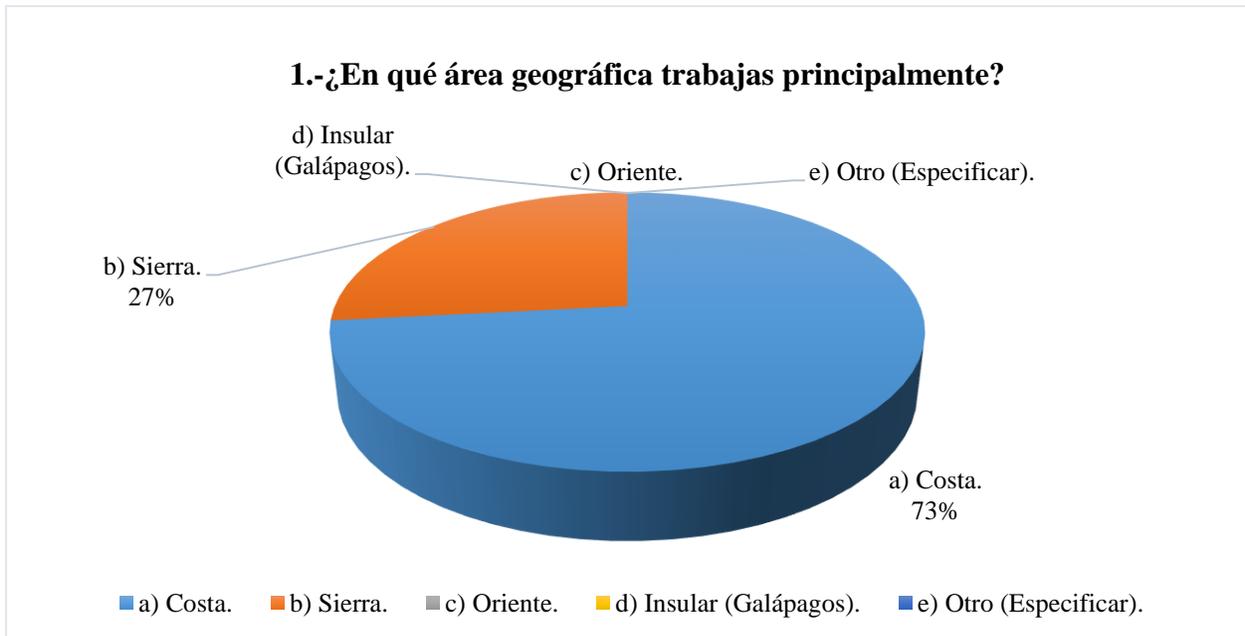
Tabla 7 Comparación del método FORSA y Hormidos

Aspecto	FORSA	Hormidos
Resistencia	100 % (Estructura monolítica)	100 % (Controlada mediante dosificación precisa)
Durabilidad	85 % (Menor fisuración por vaciado continuo)	95 % (Mayor longevidad por control en la mezcla)
Tiempo de construcción	5 meses (150 días) 100 %	3 meses y 2 semanas (105 días) – 30 % menos tiempo
Costo por metros cuadrados	\$ 596.65 (100 %)	\$ 469.92 (100 %)
Costo total de vivienda	\$ 42,171.64 (100 %) 70.68 m ²	\$ 33,214.08 (70.68 m ²) – Ahorro de \$ 8,957.56 (21.24%)
Metros construibles con \$42,171.64	70.68 m ² (100%)	89.66 m ² (26.81%) más área construida
Flexibilidad en diseño	60 % (Limitada por el sistema modular)	95 % (Alta, adaptable a diversas formas y estructuras)
Sismo resistencia	100 % (Aplica)	100 % (Aplica)
Eficiencia en obra	90 % (Reduce mano de obra y tiempo)	70 % (Depende de la coordinación del hormigón)
Sostenibilidad	80 % (Reduce desperdicio de materiales)	85 % (Depende de la optimización del concreto)

Elaborado por: Núñez (2025)

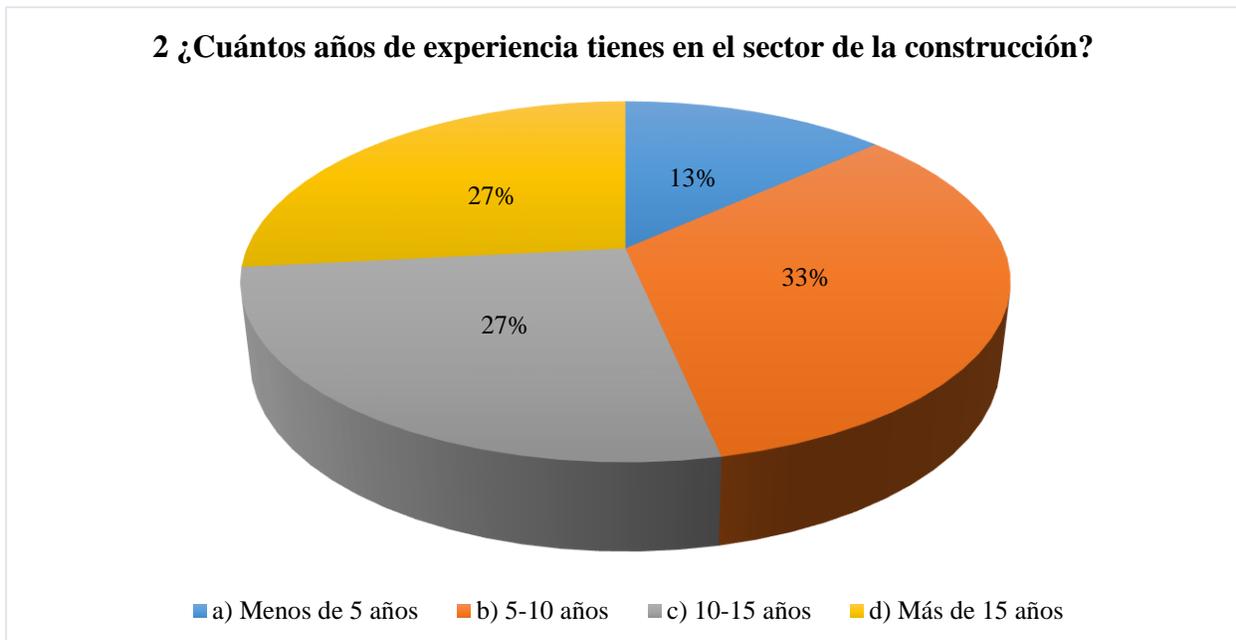
3.7.2 Análisis de encuesta

Figura 7 Resultados pregunta N°1



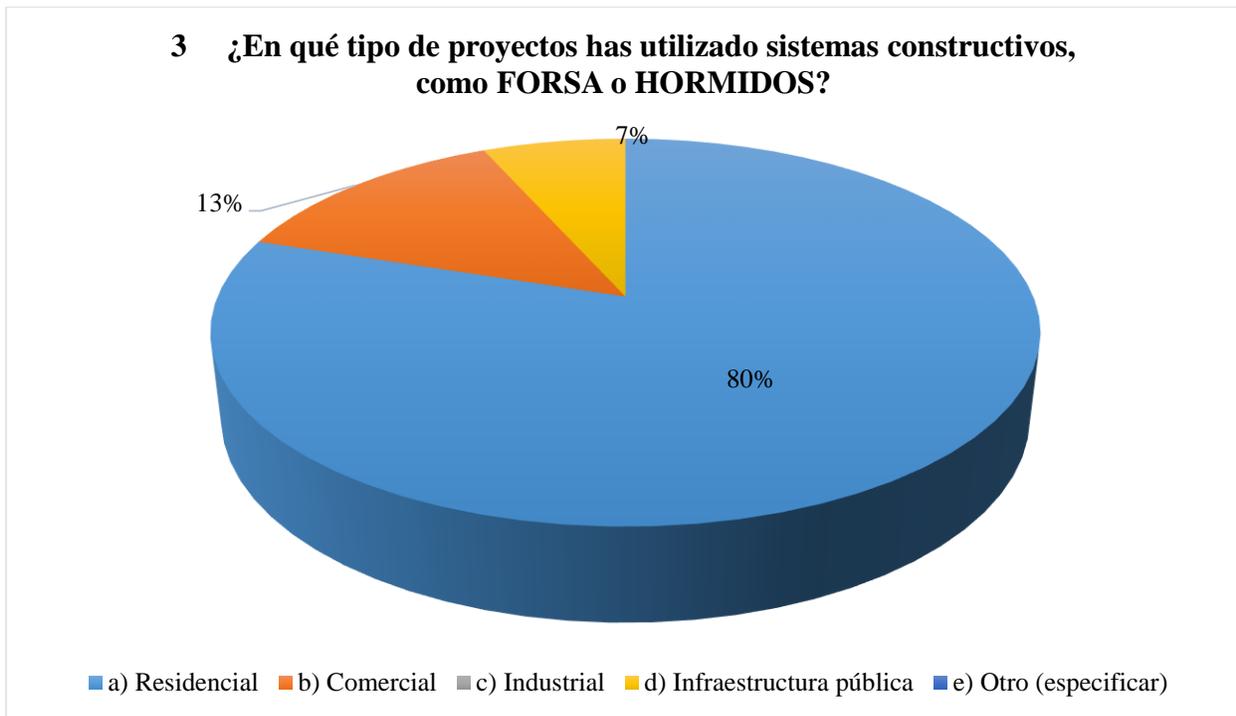
Elaborado por: Núñez (2025)

Figura 8 Resultados pregunta N°2



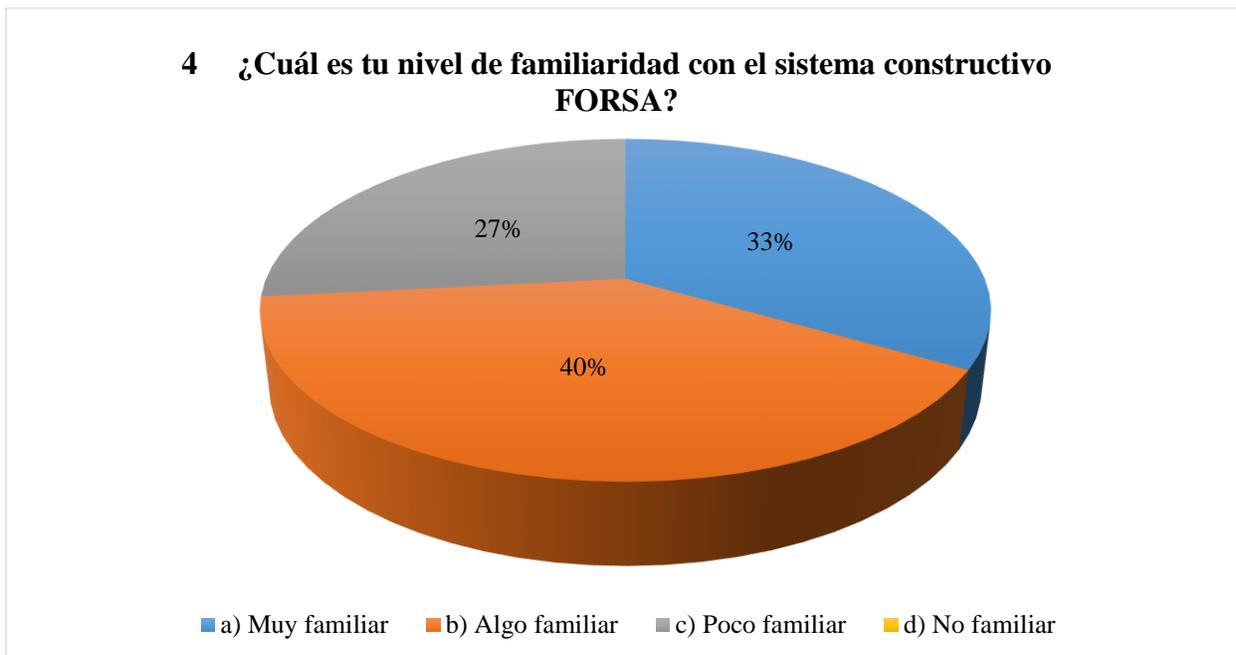
Elaborado por: Núñez (2025)

Figura 9 Resultados pregunta N°3



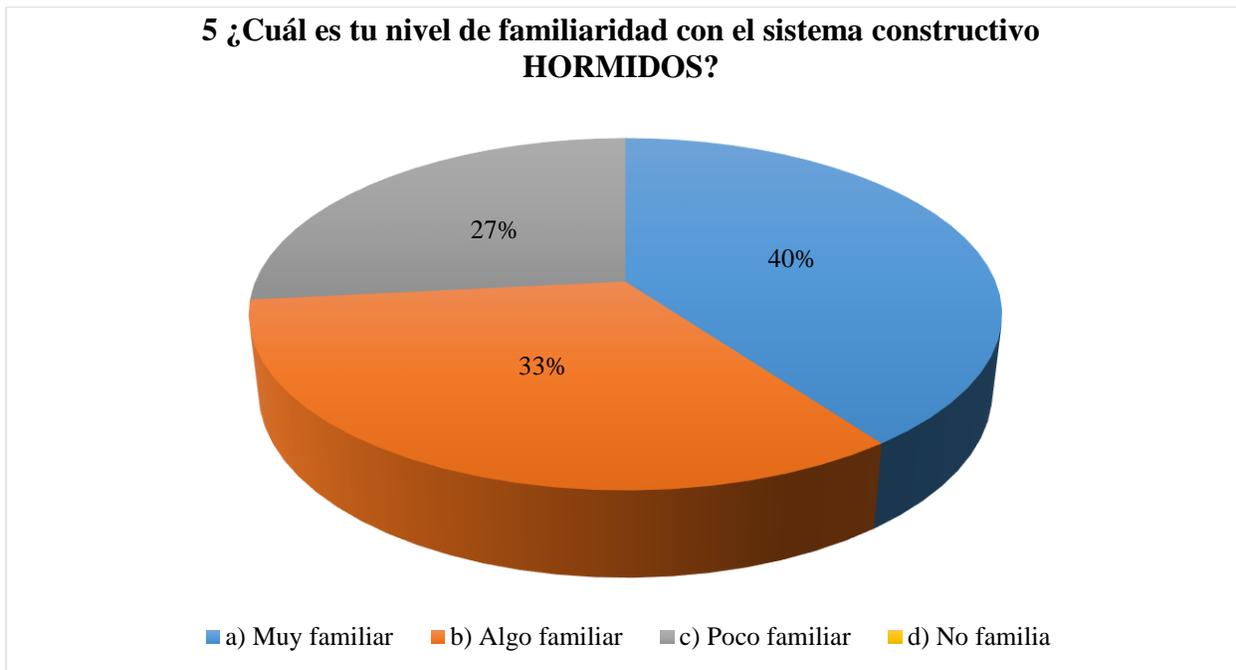
Elaborado por: Núñez (2025)

Figura 10 Resultados pregunta N°4



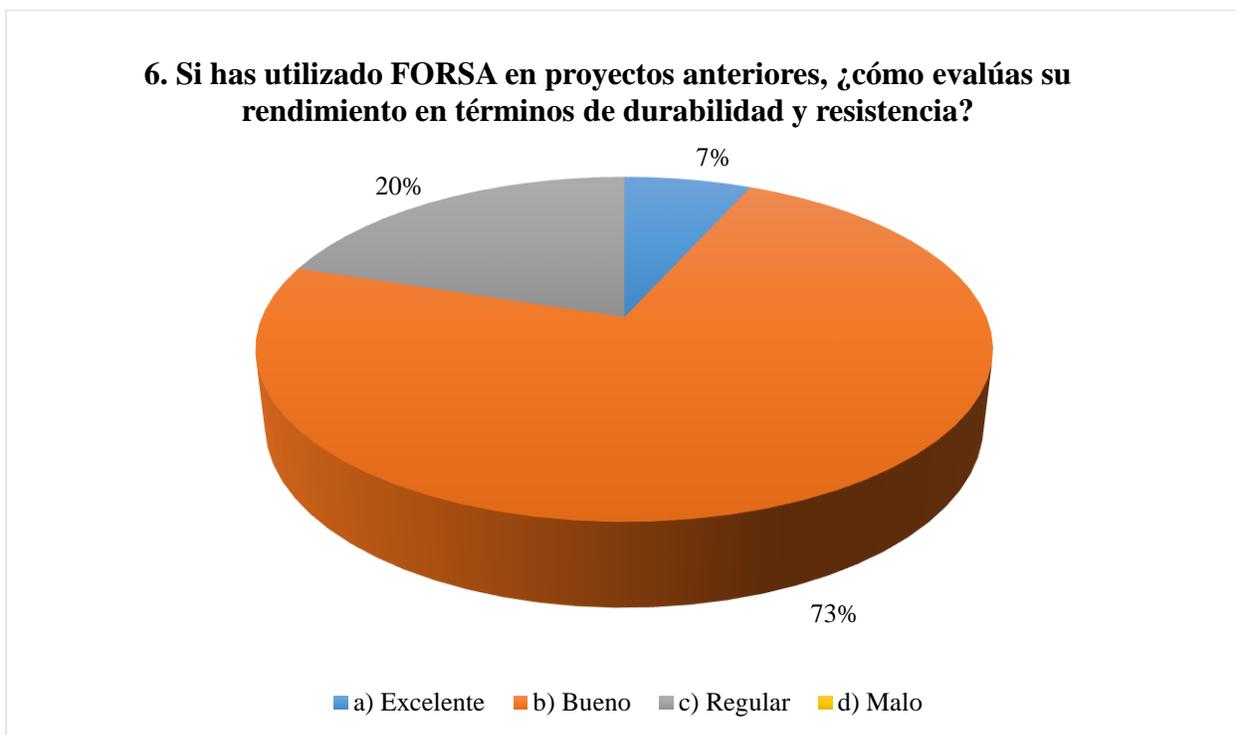
Elaborado por: Núñez (2025)

Figura 11 Resultados pregunta N°5



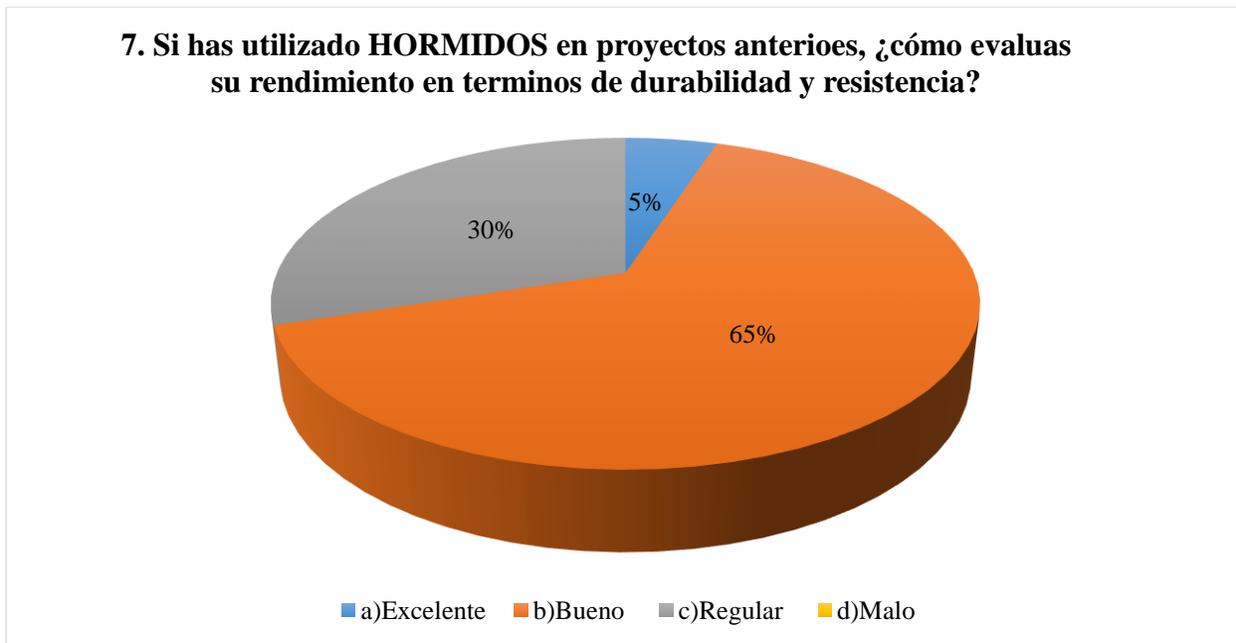
Elaborado por: Núñez (2025)

Figura 12 Resultados pregunta N°6



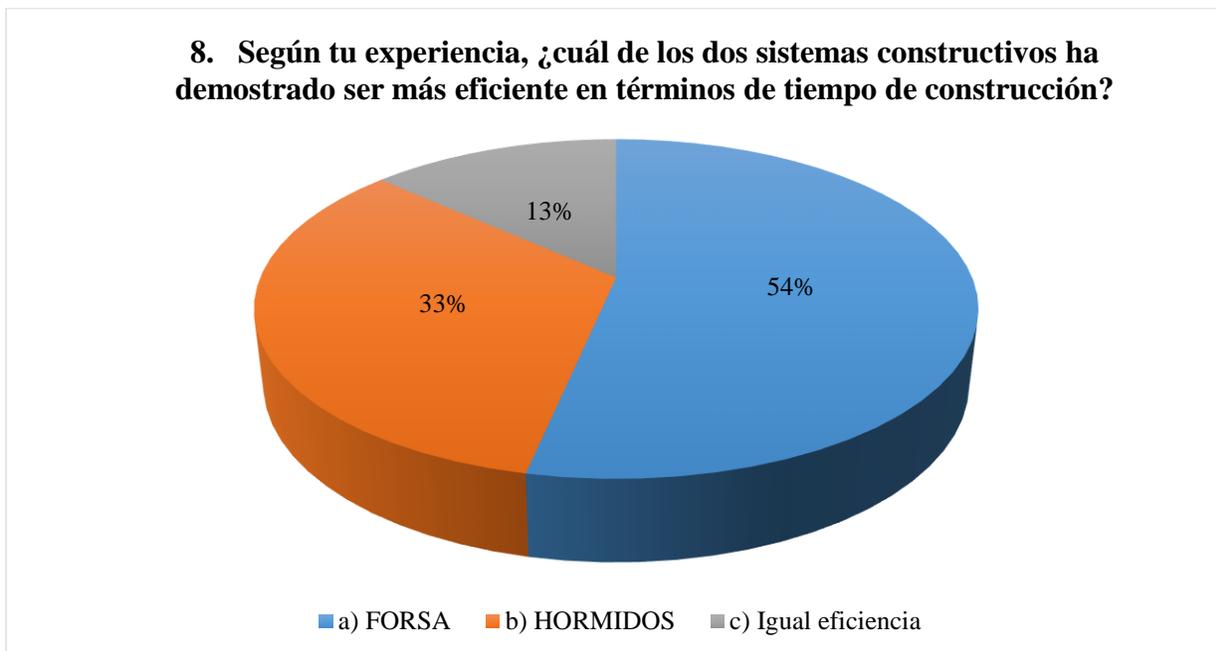
Elaborado por: Núñez (2025)

Figura 13 Resultados pregunta N°7



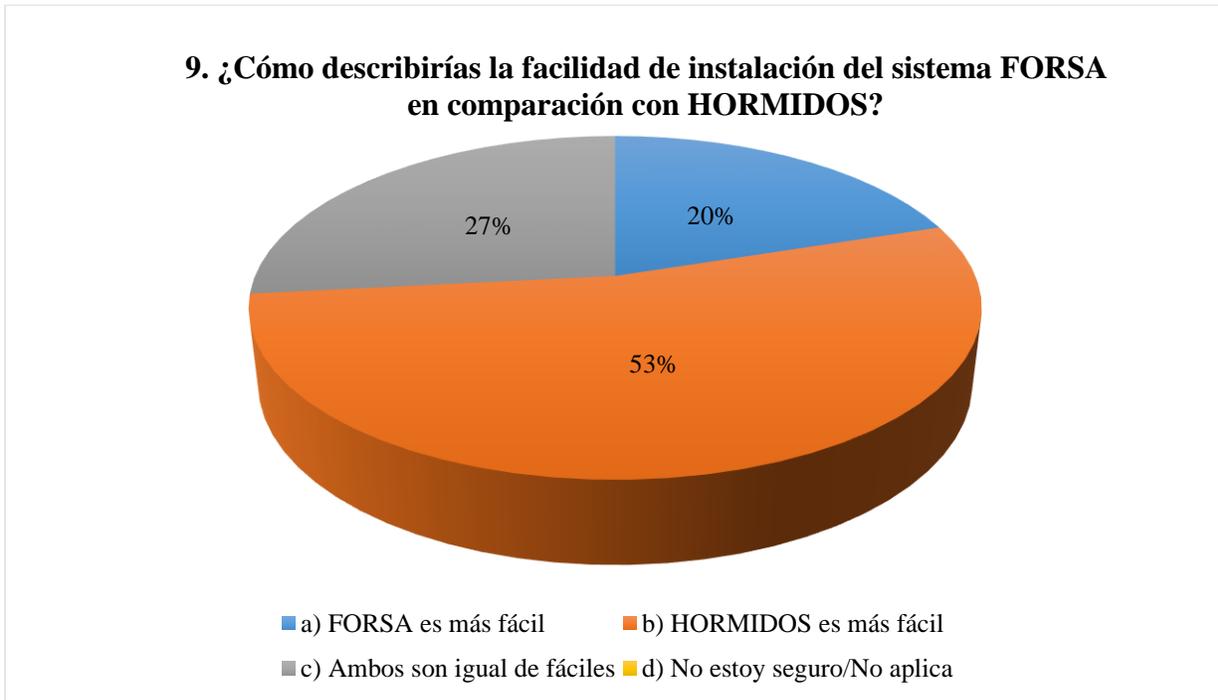
Elaborado por: Núñez (2025)

Figura 14 Resultados pregunta N°8



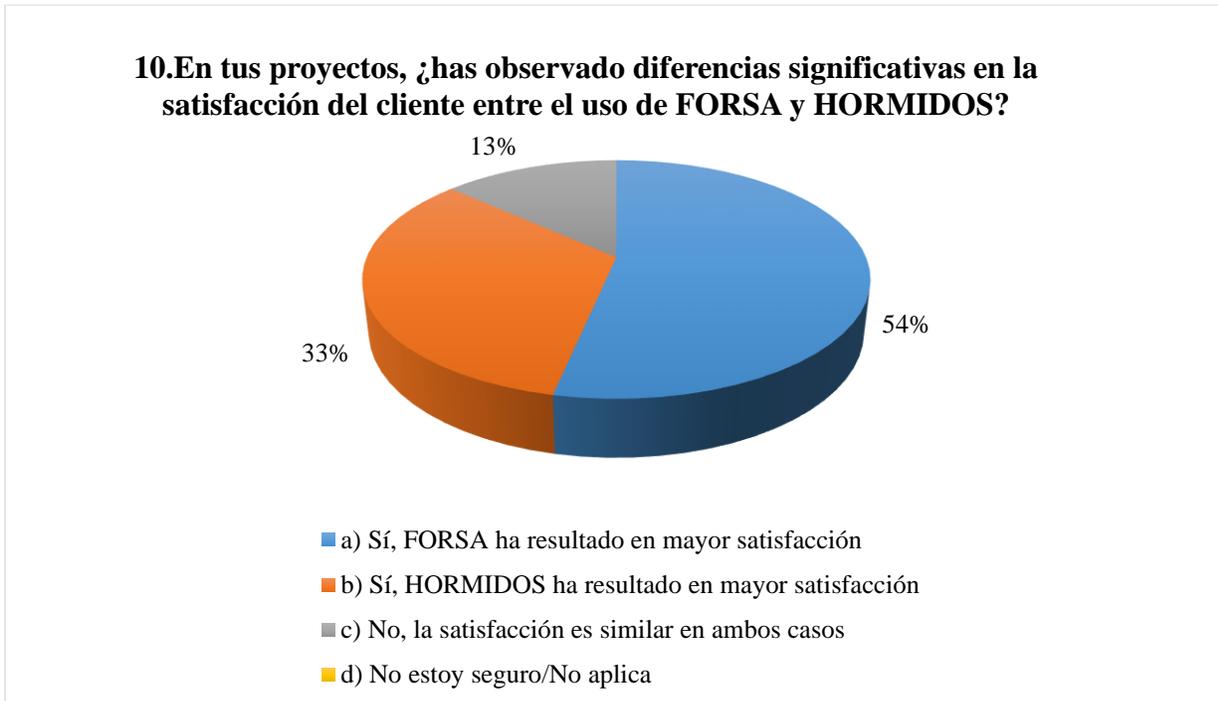
Elaborado por: Núñez (2025)

Figura 15 Resultados pregunta N°9



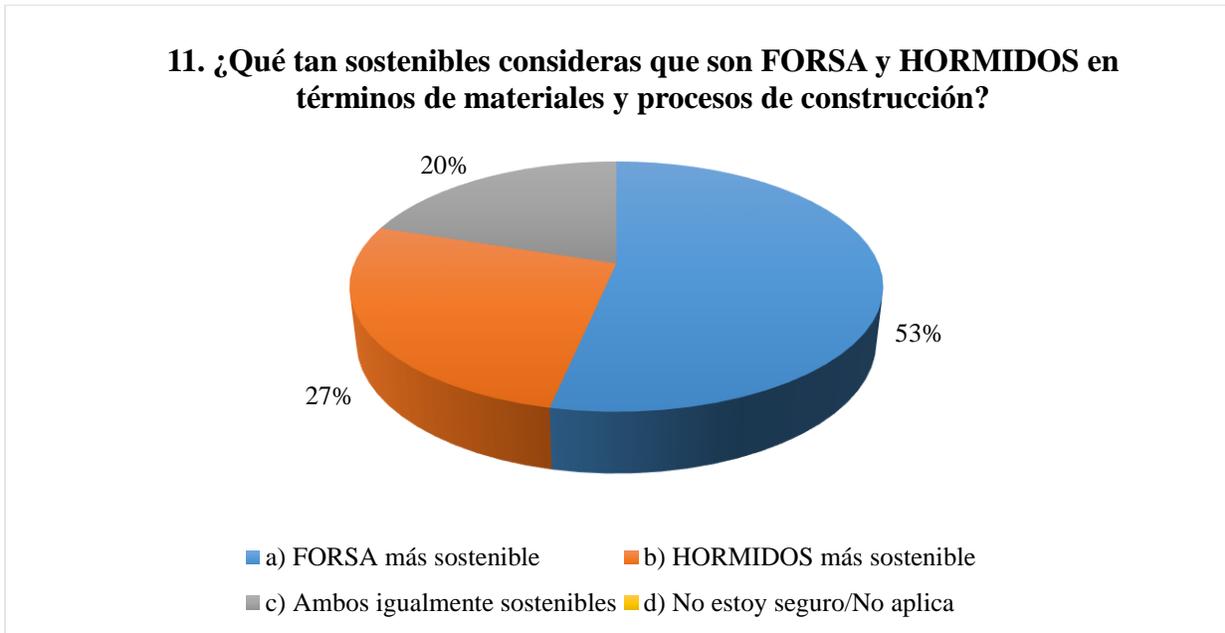
Elaborado por: Núñez (2025)

Figura 16 Resultados pregunta N°10



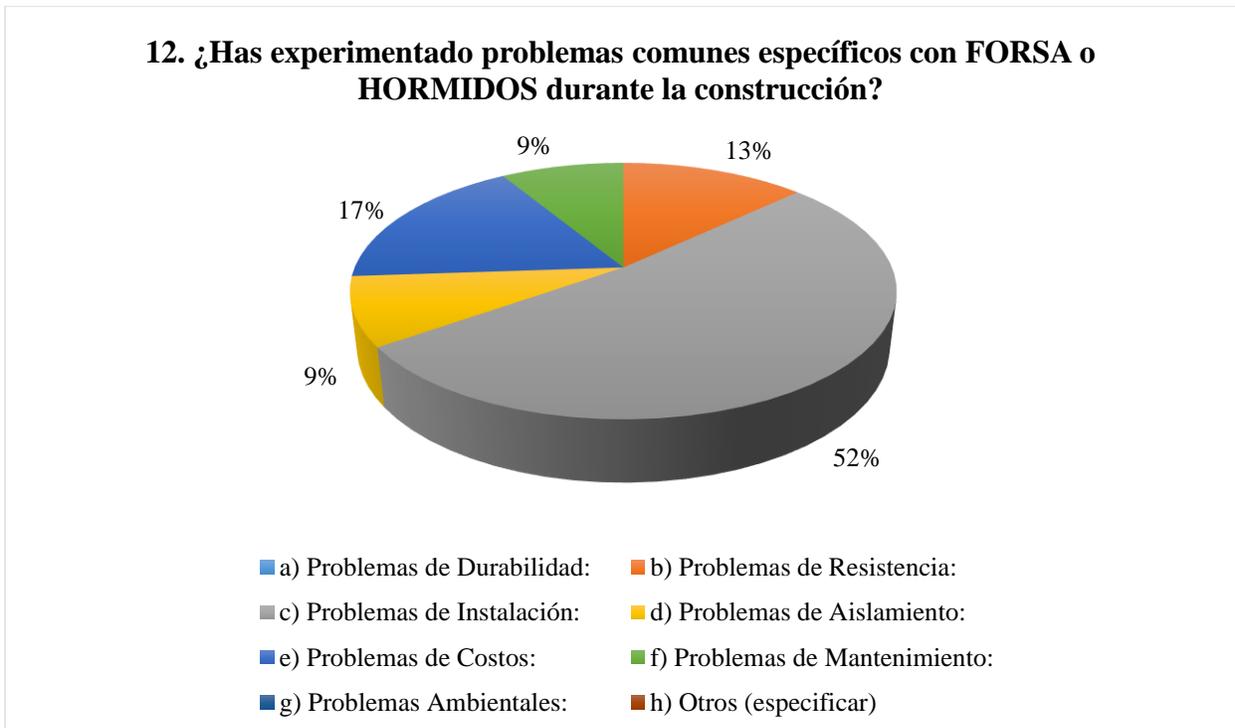
Elaborado por: Núñez (2025)

Figura 17 Resultados pregunta N°11



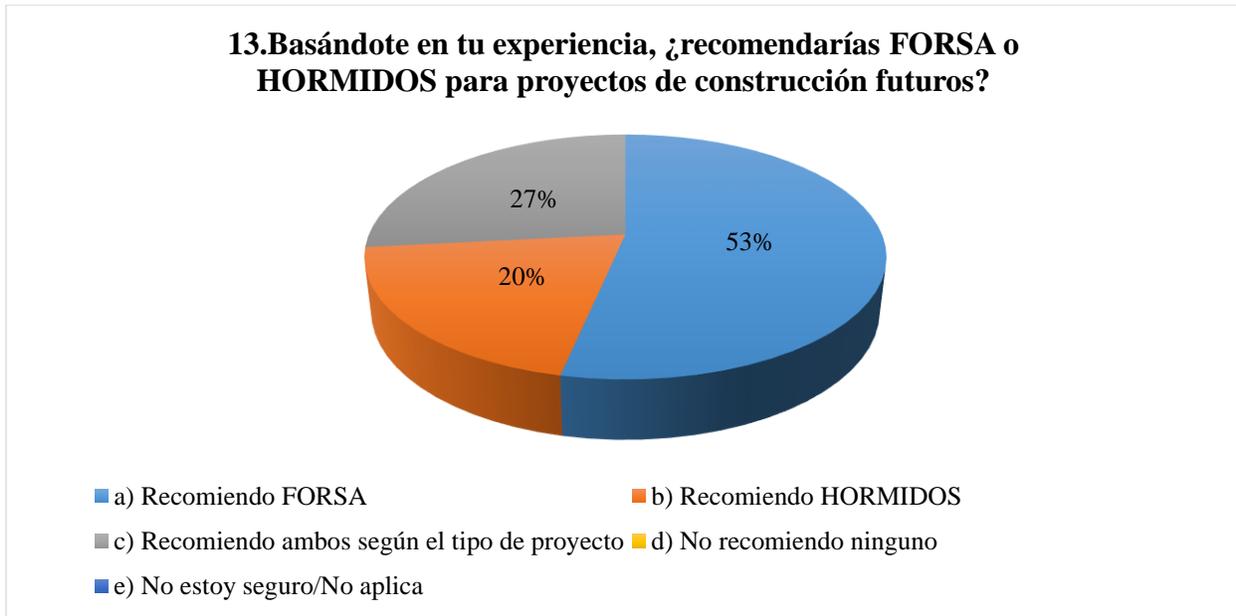
Elaborado por: Núñez (2025)

Figura 18 Resultados pregunta N°12



Elaborado por: Núñez (2025)

Figura 19 Resultados pregunta N°13



Elaborado por: Núñez (2025)

3.8 Discusión de resultados de las encuestas

Los resultados que se muestran en los casos de estudio evaluados, coinciden parcialmente, con los resultados obtenidos, en las encuestas realizadas, a profesionales de la construcción, en relación a la pregunta N°1, acerca del área geográfica de trabajo de los encuestados, se observa que la mayoría de los encuestados se concentra en la región costera (73%), seguida por aquellos que trabajan en la sierra (27%), no se registran participantes provenientes de otras áreas geográficas como la región oriental o las islas Galápagos.

En cuanto a la pregunta N°2, sobre la experiencia en el sector de los profesionales entrevistados, se destaca una distribución relativamente equitativa, con un número significativo del 37% de estos profesionales cuentan con 5-10 años de experiencia, un 27% tiene entre 10-15 años de experiencia, otro 27% tiene más de 15 años de experiencia y un 13% posee una experiencia menor a 5 años, esta diversidad en la experiencia puede influir en las percepciones y preferencias hacia los sistemas constructivos evaluados.

Respecto a la pregunta N°3, en cuanto a los tipos de proyectos en los que los encuestados han utilizado sistemas constructivos como FORSA o HORMIDOS, se observa que la mayoría ha trabajado en proyectos residenciales (80%), mientras que la participación en proyectos comerciales (13%), infraestructura pública (7%) e industriales es limitada, evidenciando una orientación hacia el ámbito residencial, la cual coincide con los proyectos que han sido desarrollados.

En referencia a la pregunta N° 4 y 5, sobre el nivel de familiaridad con los sistemas constructivos por parte de los profesionales, tanto FORSA como HORMIDOS, se aprecia una variedad de respuestas, la familiaridad con FORSA se distribuye de manera similar entre las categorías "muy familiar" con un 33%, "algo familiar" con un 40% y "poco familiar" con un 27%. Asimismo, la familiaridad con HORMIDOS muestra una distribución comparable, teniendo entre las categorías "muy familiar" con un 40%, "algo familiar" con un 33% y "poco familiar" con un 27%, lo que sugiere un conocimiento equitativo de ambos sistemas.

En relación a la pregunta N° 6 y 7, sobre el rendimiento en términos de durabilidad y resistencia, la mayoría de los encuestados evalúa a FORSA como "bueno" el 73%, "regular" el 20%, y "excelente" el 7%, lo que indica, una percepción positiva en cuanto a estas características del sistema. En cuanto a HORMIDOS revela una evaluación relativamente diferente, teniendo los siguientes porcentajes en las diferentes categorías. iniciando con el 65% en "bueno", el 30% en "regular" y un 5% en "excelente". En esta valoración se puede observar una ligera inclinación hacia FORSA en futuros proyectos.

En la pregunta N°8, donde se consulta, con respecto a la eficiencia en términos de tiempo de construcción de los dos sistemas constructivos, se observa una sutil preferencia hacia FORSA, al obtener un porcentaje del 54%, comparado con HORMIDOS que obtuvo el 33% y solamente un 13% considero que ambos tenían una igual eficiencia. Esta inclinación podría sugerir que los encuestados valoran la velocidad en el proceso constructivo.

En alusión a la pregunta N°9, donde se solicita describir la facilidad de instalación de los sistemas FORSA y HORMIDOS, comparándolos entre ellos, donde la mayoría de los encuestados considera que HORMIDOS es más fácil de instalar, en comparación con FORSA, con un 57% y

20% respectivamente y un 27% estimo que ambos tenían el mismo nivel de facilidad en su instalación. Esta percepción puede influir en la elección del sistema constructivo, destacando la importancia de la simplicidad en la instalación.

Respecto a la satisfacción del cliente entre el uso de FORSA y HORMIDOS, que se plantea en la pregunta N°10, se observa una distribución casi equitativa entre aquellos que perciben mayor satisfacción con FORSA con un porcentaje del 54% y los que la perciben con HORMIDOS alcanzo un porcentaje del 33%. Esta variedad de respuestas indica que la satisfacción del cliente puede depender de diversos factores y no presenta una clara preferencia hacia uno u otro sistema.

En cuanto a la sostenibilidad en términos de materiales y procesos de construcción entre FORSA Y HORMIDOS que se presenta en la pregunta N°11, se destaca que la mayoría de los encuestados considera a FORSA con un 53% como más sostenible en términos de materiales y procesos de construcción, en comparación con HORMIDOS que tuvo un 27%, y con un grupo del 20% que considera que ambos sistemas son igualmente sostenibles. Esta percepción puede influir en la elección del sistema constructivo, especialmente en un contexto donde la sostenibilidad es un factor relevante.

En relación a la pregunta N°12, en donde se interroga sobre los problemas comunes durante el proceso constructivo, se determinó que, en la instalación, se presenta como el área más problemática, con un 53% en las encuestas. Esta categoría abarca la mayor cantidad de problemas, seguida de problemas de costos (17%), de resistencia (13%), problemas de mantenimiento (9%) y problemas de aislamiento (9%). Este hallazgo sugiere que la instalación podría ser un aspecto crítico que requiere mayor atención y capacitación.

En la pregunta N°13, se solicita a los encuestados, basado en su experiencia, para proyectos futuros, a cuál de los sistemas recomendaría entre FORSA Y HORMIDOS, como resultado, la mayoría opto por recomendar FORSA (53%), seguido por aquellos que sugerirían a ambos sistemas, según el tipo de proyecto (27%). Este resultado destaca la preferencia hacia FORSA, pero también indica una flexibilidad en la elección del sistema constructivo según las características específicas de cada proyecto.

En virtud de los resultados obtenidos en la encuesta realizada a diferentes profesionales de la materia, se pretende tener un conocimiento más claro de la aplicación de estos sistemas construcción y de sus diversas problemáticas, ya en la práctica, lo cual permite, llegar a ciertos resultados de gran interés, para el ámbito de la construcción en la región evaluada. En primer lugar, se observa una clara preferencia por la región costera como área de desempeño de los profesionales encuestados, indicando posiblemente una adaptación de las prácticas constructivas a las particularidades de dicha región. Este hallazgo podría sugerir la existencia de preferencias geográficas en la elección de sistemas constructivos, lo cual podría tener implicaciones significativas en la planificación y selección de materiales y métodos de construcción.

En relación a la eficiencia de los sistemas constructivos, se percibe una ligera inclinación hacia FORSA en términos de tiempo de construcción, mientras que HORMIDOS es considerado más fácil de instalar. Esta dicotomía entre velocidad y simplicidad en la instalación podría plantear desafíos en la toma de decisiones para los profesionales de la construcción, quienes podrían verse obligados a ponderar estos aspectos según las especificidades de cada proyecto.

La identificación de problemas comunes durante la construcción, centrados principalmente en la instalación de los sistemas, emerge como un hallazgo crucial. La alta proporción de respuestas relacionadas con problemas de instalación (c) sugiere la necesidad de abordar esta área crítica a través de capacitación especializada y medidas correctivas. Este aspecto cobra especial relevancia dado que la calidad de la instalación puede impactar directamente en la durabilidad y eficiencia de los sistemas constructivos.

En el ámbito de la sostenibilidad, se destaca la percepción generalizada de que FORSA es más sostenible en términos de materiales y procesos de construcción. Este reconocimiento podría influir en la preferencia por FORSA, debido a que, la sostenibilidad ambiental se ha convertido en un criterio esencial en la toma de decisiones en el sector de la construcción.

Los encuestados, revelan una preferencia marcada por FORSA, aunque un segmento significativo de profesionales estaría dispuesto a considerar ambos sistemas según las características específicas de cada proyecto. Por lo tanto, la elección entre FORSA y HORMIDOS,

puede interpretarse como una estrategia adaptativa que refleja la consideración de múltiples factores, como las características del proyecto, las necesidades del cliente y las condiciones geográficas. Para resumir, se puede considerar que ambos sistemas constructivos son efectivos y presentan ventajas y desventajas que deben ser consideradas en la elección del método constructivo más adecuado para cada proyecto.

CAPÍTULO 4: INFORME TÉCNICO

4.1 Antecedentes

En el campo de la Ingeniería civil en la especialidad de la construcción es importante seleccionar metodologías que permitan estar en armonía con las siguientes variables: costos, tiempo y alcance, de la misma forma toman relevancia otras variables como calidad, impacto ambiental, sismo resistencia, estética, disponibilidad de materiales entre otros.

La innovación en las metodologías constructivas tiene un rol fundamental para mejorar las variables antes descritas y así poder ofrecer un mejor producto en menor tiempo, con costos asequibles y con mayores prestaciones, en el campo de la construcción de viviendas de interés social, la innovación en los sistemas constructivos busca incrementar la cantidad de casas disponibles para poder combatir el déficit cuantitativo que enfrenta el país.

En la ciudad de Babahoyo existe un déficit habitacional que está compuesto de la siguiente manera: el 37,9 % hace referencia a viviendas aceptables, el 37,4% a viviendas con déficit cualitativo y 24,8% el déficit cuantitativo. (INEC, 2018) De la información recopilada en fuentes oficiales del MIDUVI, se aprecia la poca planificación por el desarrollo habitacional en la ciudad de Babahoyo. En la lista oficial de anteproyectos pre aprobados, ninguno hace referencia a la ciudad de Babahoyo. En la lista de proyectos de interés social ya aprobados, tampoco aparece la ciudad. El único listado donde constaba un proyecto habitacional era en las viviendas de interés público (VIP), en el cual se encuentra la segunda Etapa de la Urbanización Valle Verde con 94 unidades habitacionales planificadas.

Esto demuestra el bajo interés en el desarrollo de viviendas que tiene la ciudad. Por tales motivos la variable política juega un papel fundamental para incentivar, sobre todo, el desarrollo de proyectos de interés social para poder combatir el déficit habitacional que tiene la ciudad, la presente sección de informe técnico aborda la metodología empleada para poder responder a la pregunta de investigación planteada en el presente trabajo de titulación. Se va a sistematizar las variables que relacionan a los métodos constructivos Hormi2 y FORSA, en un análisis multicriterio que permita definir qué sistema es más conveniente aplicar.

4.2 Objetivos

4.2.1 Objetivo General

- Determinar que metodología constructiva es más aplicable para la implementación de proyectos habitacionales en la ciudad de Babahoyo, que permitan mejorar los indicadores constructivos de vivienda.

4.2.1 Objetivos Específicos

- Describir la metodología de análisis empleada para selección del sistema constructivo.
- Analizar ventajas y desventajas de los modelos.
- Determinar las principales variables que afectan un sistema constructivo.

4.3 Metodología

4.3.1 Método de ponderación - puntuación

Para la evaluación de los diferentes sistemas constructivo se optó por aplicar el método denominado de Ponderación – Puntuación, el cual es utilizado internacionalmente como apoyo para la toma de decisiones (Manual de Evaluación de Impacto Ambiental – Larry W. Canter 1998), este método sirve para comparar las alternativas y proporcionar una base para seleccionar la o las alternativas más viables.

El método de Ponderación – Puntuación consiste en asignar pesos a los distintos ámbitos de evaluación y a la importancia relativa de cada factor de decisión y luego asignar una puntuación a cada alternativa según cada factor de decisión, dependiendo de la aptitud o vocación que presente respecto de cada aspecto analizado, en este sistema de Ponderación – Puntuación, el peso de la importancia de cada factor de decisión se multiplica por la puntuación o valor de escala (aptitud) de cada alternativa y, los productos resultantes se acumulan para obtener una puntuación total de cada alternativa, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$P = \sum_{j=1}^n (W_i * R_{ji})$$

Donde:

P = Puntaje ponderado

n = Número de factores de decisión

Wi = Peso relativo de la importancia del factor de decisión (i)

Rji = Puntuación o valor de la escala de la alternativa (j) para el factor de decisión (i).

La escala para cada factor de decisión va de 1 a 3, siendo uno la más desfavorable, en la sección de análisis de resultados se ven los resultados de la metodología aplicada, en las siguientes secciones, se muestran los ámbitos y factores de decisión considerados.

4.3.2 Determinación de los ámbitos y factores de decisión

Dentro de la investigación realizada para la elaboración del presente informe técnico, se plantea que la multiplicidad de factores de decisión puede ser agrupados en cuatro grandes ámbitos a saber: Político, Ambiental, Técnico y social. Luego dentro de estos ámbitos se establecieron varios factores de decisión que permitan evaluar con suficiente grado de amplitud cada uno de estos ámbitos, estructurándose en las tablas que se muestran a continuación. A cada factor de decisión se le establecen unos criterios y una calificación de 1 a 3.

Tabla 8 Factores de decisión ámbito político

Ámbito	Calificación/ Criterios		
	1	2	3
Existencia de fondos públicos para la construcción de viviendas	No hay proyectos de interés social en el cantón.	Existencia de al menos un proyecto de interés social	Existen más 3 proyectos de interés social en el cantón
Existencia de incentivos para proyectos privados para la construcción de viviendas de interés público.	No hay proyectos de interés público en el cantón.	Existencia de al menos un proyecto de interés público en el cantón.	Existen más 3 proyectos de interés público en el cantón

Elaborado por: Núñez (2025)

Tabla 9 Factores de decisión ámbito ambiental

Ámbito	Calificación/ Criterios		
	1	2	3
Ambiental			
Generación de residuos en el proceso constructivo	Alta generación de residuos	Generación de residuos de manejo estándar	Poca generación de residuos
Facilidad de aplicar criterios bioclimáticos.	Poca flexibilidad para aplicar criterios bioclimáticos	Flexibilidad limitada en el diseño, para manejo en el proceso constructivo	Alta Flexibilidad en el diseño para la aplicación de criterios bioclimáticos.
Facilidad para usar materiales reciclados.	Poca disponibilidad	Disponibilidad limitada	Alta Disponibilidad

Elaborado por: Núñez (2025)

Tabla 10 Factores de decisión ámbito técnico

Ámbito	Calificación/ Criterios		
	1	2	3
Técnico			
Tiempo de construcción	No se reducen tiempos en comparación con métodos tradicionales	Reducción de tiempos entre 20 al 30% en comparación con métodos tradicionales	Reducción de tiempos entre 40 al 60% en comparación con métodos tradicionales
Costo de construcción	No se logran ahorros significativos en comparación con métodos tradicionales	Ahorros entre el 5 y el 15%	Ahorros mayores al 15%
Disponibilidad de materiales	Baja disponibilidad	Media	Alta disponibilidad
Sismo resistencia	bajo	medio	alto
Flexibilidad en el diseño	baja	media limitada	alta flexible

Elaborado por: Núñez (2025)

Tabla 11 Factores de decisión ámbito social

Ámbito	Calificación/ Criterios		
	1	2	3
Social			
Mano de obra calificada	poca mano de obra calificada	Mano de obra disponible, pero se debe capacitar	Mano de obra capacitada
Precio de la vivienda	> 80.000	entre 60.000 y 80.0000	<60.000

Existencia de áreas para la implementación del proyecto	No existen áreas en el PDOT municipal	Existen áreas, pero no están claramente definidas	Existen áreas definidas en el PDOT Municipal
Estética	No se puede personalizar fachadas clásicas	Difícil de personalizar	Flexible para personalizar/ fachadas modernas

Elaborado por: Núñez (2025)

4.3.3 Priorización de los ámbitos y factores de decisión

Para asignar los valores de ponderación a cada ámbito y luego a cada factor de decisión se ha utilizado el método denominado “**Comparación de Pares**” para jerarquizar los ámbitos, el método consiste en comparar cada ámbito con relación a cada uno de los otros, sobre una base de pares y, se asigna el valor de 1 al ámbito que se considera más importante o 0, sin embargo 0 no quiere decir que no tenga ninguna importancia, lo que quiere decir es que dentro del par considerado, éste es el ámbito de menor importancia. En la tabla 11 se presenta la jerarquización de los ámbitos de decisión, el cual se ha estructurado bajo los siguientes criterios:

Tabla 12 Factores de decisión ámbito técnico

	Político	Ambiental	Social	Técnico	Total	Puntaje
Político	1	0	0	0	1	10
Ambiental	1	1	0	0	2	20
Social	1	1	1	0	3	30
Técnico	1	1	1	1	4	40
Total						100

Elaborado por: Núñez (2025)

Como resultado, de la tabla 11, se puede evidenciar que el ámbito con mayor peso en los análisis, es el técnico. Luego le sigue el ámbito social, ambiental y por último el político. En forma general, se ha dado el menor peso al ámbito político, para efectos del presente informe técnico. Sin embargo, en la vida real, si no existe voluntad política para el desarrollo, la ejecución de los mismos es muy difícil que se lleguen a ejecutar.

De acuerdo a la priorización, el ámbito político tiene un peso de 10 puntos. Este ámbito tiene dos factores que se describen en la tabla 12, el primero al ser más importante tiene un peso de 6,67 y el segundo 3,33, esto es resultado a la comparación de pares realizada a los factores de este ámbito.

Tabla 13 Factores de decisión ámbito político

Factores de decisión	Existencia de fondos públicos para la construcción de viviendas	Existencia de incentivos para proyectos privados para la construcción de viviendas de interés público.	Subtotal
Existencia de fondos públicos para la construcción de viviendas	1	1	2 6,67
Existencia de incentivos para proyectos privados para la construcción de viviendas de interés público.	0	1	1 3,33
Total			3 10,00

Elaborado por: Núñez (2025)

El ámbito ambiental tiene un peso de 20 puntos y posee tres factores de decisión. En la tabla 13, se puede ver el resultado de la jerarquización de factores para este ámbito. Se observa que la generación de residuos en el proceso constructivo, tiene el mayor peso con 10 puntos. Le sigue la facilidad para usar materiales reciclados, con 6,67 y por último la facilidad para aplicar criterios bioclimáticos con 3,33.

Tabla 14 Factores de decisión ámbito ambiental

Factores de decisión	Generación de residuos en el proceso constructivo	Facilidad de aplicar criterios bioclimáticos.	Facilidad para usar materiales reciclados.	Total	Puntaje
Generación de residuos en el proceso constructivo	1	1	1	3	10,00
Facilidad de aplicar criterios bioclimáticos.	0	1	0	1	3,33

Facilidad para usar materiales reciclados.	0	1	1	2	6,67
Total				6	20,00

Elaborado por: Núñez (2025)

En relación al ámbito técnico, se define que es el de mayor peso en el presente análisis. En este ámbito, se agrupan factores producto del resultado de investigación bibliográfica realizada y de la metodología propuesta. Se pueden identificar factores relevantes como el tiempo de construcción y costo de construcción, los cuales mueven la brújula para la selección del mejor método constructivo. Existen otros factores tales como la disponibilidad de materiales, la sismo resistencia y la flexibilidad en el diseño, que también tienen un peso relevante en este apartado. El costo de construcción tiene un peso de 13,33, le sigue el tiempo de construcción con 10,67. El criterio de sismo resistencia tiene un peso de 8, luego está la disponibilidad de materiales con 5,33 y por último la flexibilidad en el diseño con 2,67.

Tabla 15 Factores de decisión ámbito técnico

Factores de decisión	Tiempo de construcción	Costo de construcción	Disponibilidad de materiales	Sismo resistencia	Flexibilidad en el diseño	Total	Puntaje
Tiempo de construcción	1	0	1	1	1	4	10,67
Costo de construcción	1	1	1	1	1	5	13,33
Disponibilidad de materiales	0	0	1	0	1	2	5,33
Sismo resistencia	0	0	1	1	1	3	8,00
Flexibilidad en el diseño	0	0	0	0	1	1	2,67
						15	40,00

Elaborado por: Núñez (2025)

El ámbito social tiene un peso de 30 puntos, y se agrupan factores claves para la selección del mejor método constructivo tales como mano de obra calificada, precio de la vivienda y la estética. Este ámbito juega un rol fundamental, ya que, si bien es cierto tanto el método FORSA, como HORMI2 se han implementado en diferentes ciudades del país. Es importante analizar la

capacidad de replicar estos métodos en ciudades donde no se hayan implementado, el precio de la vivienda es el de mayor peso con 12, la mano de obra calificada le sigue con 9- Posteriormente se encuentra el factor de existencia de áreas destinadas para proyectos urbanísticos con 6. Por último, se encuentra la estética del proyecto con 3.

Tabla 16 *Factores de decisión ámbito social*

Factores de decisión	Mano de obra calificada	Precio de la vivienda	Existencia de áreas para la implementación del proyecto	Estética	Total	Puntaje
Mano de obra calificada	1	0	1	1	3	9
Precio de la vivienda	1	1	1	1	4	12
Existencia de áreas para la implementación del proyecto	0	0	1	1	2	6
Estética	0	0	0	1	1	3
					10	30,00

Elaborado por: Núñez (2025)

4.4 Análisis de Resultados

Tabla 17 Matriz de priorización de sistemas constructivos

No.	Sistema Constructivo	FACTORES →	ÁMBITO POLITICO				ÁMBITO TÉCNICO					ÁMBITO AMBIENTAL				ÁMBITO SOCIAL				TOTAL PUNTAJE PONDERADO DE FACTORES	Orden de Puntaje		
			Existencia de fondos públicos para la construcción de viviendas	Existencia de incentivos para proyectos privados para la construcción de viviendas de interés público.		SUBTOTAL	Tiempo de construcción	Costo de construcción	Disponibilidad de materiales	Sismoresistencia	Flexibilidad en el diseño	SUBTOTAL	Generación de residuos en el proceso constructivo	Facilidad de aplicar criterios bioclimáticos.	Facilidad para usar materiales reciclados.	SUBTOTAL	Mano de obra calificada	Precio de la vivienda	Existencia de áreas para la implementación del proyecto			Estética	SUBTOTAL
		Puntaje factor	6,67	3,33		10,00	10,67	13,33	5,33	8,00	2,67	40,00	10,00	3,33	6,67	20,00	9,00	12,00	6,00	3,00	30,00	100,00	
1	SISTEMA FORSA	Calificación	2,00	2,00		20,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	114,67	3,00	3,00	3,00		2,00	2,00	3,00	3,00	69,00	263,67	1
		Puntaje Pond.	13,33	6,67			32,00	40,00	10,67	24,00	8,00		30,00	10,00	20,00	60,00	18,00	24,00	18,00	9,00			
2	SISTEMA HORMI2	Calificación	2,00	2,00		20,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	93,33	2,00	2,00	3,00		3,00	2,00	3,00	2,00	75,00	235,00	2
		Puntaje Pond.	13,33	6,67			21,33	26,67	16,00	24,00	5,33		20,00	6,67	20,00	46,67	27,00	24,00	18,00	6,00			

Fuente: Sistema constructivo Forsa y Hormi2
Elaborado por: Núñez (2025)

Tabla 18 Matriz de sistematización de resultados

No.	Sistema Constructivo	FACTOR (Puntaje factor)	ÁMBITO POLÍTICO			ÁMBITO TÉCNICO					ÁMBITO AMBIENTAL			ÁMBITO SOCIAL				TOTAL PUNTAJE PONDERADO DE FACTOR	ORDEN DE PUNTAJE			
			Existencia de fondos públicos para la construcción de viviendas.	Existencia de incentivos para proyectos privados para la construcción de vivienda de interés público.	SUBTOTAL	Tiempo de construcción	Costo de construcción	Disponibilidad de materiales	Sismoresistencia	Flexibilidad en el diseño	SUBTOTAL	Generación de residuos en el proceso constructivo.	Facilidad de aplicar criterios bioclimáticos.	Facilidad de para usar materiales reciclados.	SUBTOTAL	Mano de obra calificada	Precio de vivienda			Existencia de áreas para la implementación del proyecto.	Estética	SUBTOTAL
		Punt. Factor																				
1	SISTEMA FORSA		6,67	3,33	10,00	10,67	13,33	5,33	8,00	2,67	40,00	10,00	3,33	6,67	20,00	9,00	12,00	6,00	3,00	30,00	100,00	
2	SISTEMA HORMI2		4,44	2,23	6,67	10,67	13,33	3,56	8,00	2,67	38,23	10,00	3,33	6,67	20,00	6,00	8,00	6,00	3,00	23,00	87,90	1
2	SISTEMA HORMI2		4,44	2,23	6,67	7,11	8,89	5,33	8,00	1,78	31,11	6,67	2,22	6,67	15,56	9,00	8,00	6,00	2,00	25,00	78,34	2

Fuente: Sistema constructivo Forsa y Hormi2
 Elaborado por: Núñez (2025)

En esta sección de análisis de resultados, se presente la tabla 17, la cual resume la metodología planteada para la selección del mejor sistema constructivo. De acuerdo a la calificación de cada ámbito de decisión y cada factor, se evalúan los sistemas.

En relación al sistema constructivo FORSA, se resalta su dominio en el ámbito técnico donde obtuvo un puntaje de 38,32 puntos, en él se pudo evidenciar las ventajas de este sistema, desde el punto de visto de cronograma y costos, en relación al sistema HORMIDOS, el cual alcanzó un puntaje de 31,11 puntos. Este tipo de construcción industrializada del sistema FORSA es la que se está usando hoy en día en diferentes proyectos urbanísticos de gran relevancia dentro del país, por ejemplo, la constructora Ambiansa usa este método, para el proyecto urbanístico Mi Casa mi Futuro, el cual le ha permitido entregar viviendas en corto tiempo y con precios asequibles.

Esto no quiere decir que el sistema HORMIDOS, no sea bueno, la diferencia radica en que los paneles no permiten la misma eficiencia que el sistema industrializado, sin embargo, el sistema HORMIDOS se lo aplicado a grandes proyectos, uno de ellos, es un importante proyecto urbanístico desarrollado en Mucho Lote 2 en el año 2012-2013, en la ciudad de Guayaquil, en el cual se cumplió con las expectativas que se tenían en la ejecución de dicho proyecto, los dos sistemas constructivos han tenido muy buenos rendimientos, en relación a estos dos proyectos, sin embargo, se pudo observar que con el sistema FORSA, el proyecto logro una reducción en su cronograma y costos, lo que nos permite notar, una mejor evolución constructiva, debido a características técnicas.

En el ámbito social, el sistema HORMIDOS, presenta relativamente una mayor ventaja con un puntaje de 25,00 puntos, con respecto al Sistema FORSA que obtuvo un puntaje de 23 puntos, debido a que este último, requiere de mano de obra con cierto grado de especialidad, en relación a la disponibilidad de materiales, se manifiesta que su obtención es más sencilla en el sistema Hormidos, en lo que concierne a las áreas destinadas para proyectos urbanísticos, se confirma que el municipio si cuenta con zonas definidas en su PDOT

Desde el punto de vista ambiental, ambos procesos reducen la generación de residuos en la construcción. Sin embargo, el sistema FORSA, provee mejores prestaciones, por su esquema de

armado industrializado. Así como también, otros impactos ambientales, como el ahorro del coste energético en la producción de materiales, todo esto lo lleva a alcanzar un puntaje máximo de 20,00 puntos, con respecto al sistema HORMIDOS que logro un puntaje de 15,56 puntos. Desde la perspectiva del ámbito político, se considera que ambos sistemas de construcción tienen la misma recepción, por lo que estos sistemas consiguieron un puntaje de 6,67 puntos.

5. Conclusiones

En términos generales, el presente trabajo de titulación ha permitido desarrollar una metodología clara y sencilla para evaluar sistemas constructivos. El reto radicaba, en la comparación de dos sistemas que han prestados buenos resultados en relación al método tradicional. Las fuentes bibliográficas que se permiten citar eran limitadas y no había un estudio anteriormente relacionado a la comparación entre estos dos métodos. Por tales motivos, se considera que el presente trabajo es de alto valor innovador y técnico. A continuación, se presentan las principales conclusiones del proyecto:

Se concluye que el sistema con mayor viabilidad en su aplicación es el FORSA, al obtener un puntaje de 87,90 puntos, al haber aplicado el método de ponderación - puntuación, el cual, ha desplazado al sistema HORMIDOS quien tuvo un puntaje de 78,34 puntos, habiendo una diferencia de 9.56 puntos, los cuales son muy relevantes a la hora de decidir cuál sistema es el más eficiente.

Ambos sistemas se podrían aplicar en la ciudad de Babahoyo. Sin embargo, el promotor deberá evaluar el que mejor se ajuste a las necesidades del proyecto.

La comparación multicriterio revela que el sistema FORSA es más eficiente en términos de costos y tiempos de construcción, destacándose por sus mejores rendimientos constructivos. En contraposición, el sistema HORMIDOS presenta una menor puntuación, lo que sugiere que, aunque viable, no es tan eficiente como FORSA en la comparación.

El sistema FORSA, al tener menores impactos ambientales en comparación con el sistema HORMIDOS, presenta ventajas adicionales en términos de sostenibilidad. Su flexibilidad de diseño permite incorporar criterios bioclimáticos, lo que contribuiría a un mayor ahorro energético durante la fase de uso de la vivienda, un aspecto clave en el desarrollo de proyectos habitacionales sostenibles en Babahoyo.

6. Recomendaciones

Las recomendaciones para el presente trabajo de titulación se centran básicamente en poder establecer algún otro ámbito o factor que pueda influir en la toma de decisión. Se resalta el tema político, aunque no forma parte de la discusión, es un tema relevante que todo profesional debe evaluar ante del inicio de un proyecto. A continuación, se presentan las principales recomendaciones:

Se recomienda priorizar el sistema FORSA en los proyectos habitacionales en Babahoyo, dado su puntaje superior en la metodología multicriterio, es importante que se realicen estudios adicionales para evaluar la adaptación del sistema a condiciones locales específicas antes de su implementación definitiva.

Se recomienda que los promotores de proyectos habitacionales en Babahoyo consideren tanto el sistema FORSA como el HORMIDOS, pero con énfasis en el primero para aquellos proyectos donde se busca optimizar tiempos y costos, de igual manera, deben evaluar las necesidades específicas de cada proyecto para determinar la opción más adecuada en función del presupuesto y los plazos.

Es recomendable que se continúe con la evaluación de los sistemas constructivos utilizando una metodología multicriterio, incorporando variables adicionales como el impacto social y económico, lo cual podría ayudar a tomar decisiones aún más informadas sobre el sistema más adecuado para cada proyecto habitacional en Babahoyo.

Se recomienda que el informe técnico sobre la implementación de ambos sistemas incluya una evaluación detallada de los impactos ambientales de cada modelo, resaltando las ventajas del sistema FORSA en términos de sostenibilidad, además, debe proponerse la integración de criterios bioclimáticos en el diseño para maximizar los beneficios de eficiencia energética y reducir los costos operativos a largo plazo.

Referencias Bibliográficas

- ABC Color. (2018, 26 de julio). Hormigón armado construye fracaso en viviendas sociales. Recuperado de <https://www.abc.com.py/nacionales/2018/07/26/hormigon-armado-construye-fracaso-en-viviendas-sociales/>
- Aguirre, G., Granda, G., y Cornejo, M. (2018). La construcción de viviendas sociales con paneles prefabricados de concreto armado: Un análisis de costo-beneficio en el Ecuador. *Revista de la Construcción*, 17(2), 5-15. doi: 10.7764/RDLC.17.2.5
- Alarcon, L. F., Aguirre, R. S., y Tiberio, J. A. (2019). Evaluación de los sistemas constructivos tradicionales en el mejoramiento de la vivienda rural en Colombia. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 58(4), 189-196. doi: 10.1016/j.bsecv.2019.03.001
- Arellano Escudero, H. M., y Carvajal Aumala, A. O. (2018). ANALISIS COMPARATIVO EN LA CONSTRUCCION DE LA VILLA MODELO "PALACIO 6" EN LA URBANIZACION VILLA DEL REY, CON EL SISTEMA FORSA EN COMPARACION CON EL SISTEMA CONVENCIONAL. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Arreola, G. (2018). Diseño y construcción de un prototipo de vivienda unifamiliar utilizando el sistema constructivo FORSA. Universidad de Guadalajara. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12104/69560>
- Balanzategui, D., del Río, M., y Otárola, M. (2019). Tecnologías constructivas y materiales tradicionales en América Latina. In C. Martínez-Alier y H. C. A. van der Voet (Eds.), *Handbook of Ecological Economics* (pp. 1-12). Edward Elgar Publishing. doi: 10.4337/9781785368759.00010
- BCE Banco Central del Ecuador. (2021). Reporte de Coyuntura Económica. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/EstudiosEconomicos/COYUNTURA/Coyuntura%20Nacional>
- BID Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). Promoviendo el acceso a vivienda en el Ecuador. Obtenido de

<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Promoviendo-el-acceso-a-vivienda-en-el-Ecuador.pdf>

- Bravo, O. A. (2016). ANALISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y TIEMPO DE CONSTRUCCION DE UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS TIPO CLASE BAJA UTILIZANDO EL SISTEMA CONSTRUCTIVO NO CONVENCIONAL HORMI 2 Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Brown, J., y Williams, P. (2021). Comparative analysis of modular construction methods: Hormidos versus FORSA. *Journal of Modern Construction Technologies*, 14(3), 75-88. <https://doi.org/10.1016/j.jmct.2021.03.075>
- Castro, H. M., Chávez, J. C., y Cruz, J. (2020). Evaluación de la aplicación del sistema constructivo hormigón armado Hormi 2 en la construcción de viviendas de interés social. *Información Tecnológica*, 31(1), 237-246.
- Chang, W., y Lee, Y. (2022). Comparative study of modular construction techniques: Focus on Hormidos. *Building Materials Research Journal*, 18(4), 58-71. <https://www.bmrj.org/comparative-studies-hormidos>
- Erazo, A., y Guerrero, J. (2018). Evaluación del desempeño térmico de paneles prefabricados con núcleo de poliestireno expandido y concreto armado. *Revista De Investigación Académica*, 12, 1-10.
- Fernández, A., y Ramírez, J. (2020). Ventajas y desventajas del sistema Hormidos en la construcción modular. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 15(1), 34-47. <https://www.jcearchitecture.com/hormidos-ventajas>
- García, O., García, G., Varela, F., y Huerta, A. (2019). Evaluación de la calidad de la construcción en el sistema constructivo FORSA. *Revista de la Construcción*, 18(2), 75-81.
- Gómez, P., y Torres, V. (2023). Análisis comparativo de costos en sistemas constructivos: FORSA vs. métodos tradicionales. *Revista de Economía de la Construcción*, 10(2), 105-118. <https://www.economiaconstrucion.com/forza-comparativo>

- González, F., y Pereira, D. (2021). Modular systems in construction: The Hormidos system as a sustainable solution. *International Review of Civil Engineering*, 23(5), 88-102.
<https://www.irce-journal.com/hormidos-sustainable-solution>
- Hernández, F., y López, C. (2020). El impacto del sistema FORSA en la eficiencia energética de edificios residenciales. *Revista de Ingeniería y Tecnología*, 22(1), 77-89.
<https://www.revinstec.com/forza-impacto>
- INEC. (2018). Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y subempleo - ENEMDU. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Asentamientos Humanos y Vivienda. Quito: Gobierno de la República del Ecuador.
- INEC. (2020). Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU). Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/ENEMDU/2020/EMPLEO_DICIEMBRE_2020.pdf
- Jha, A. K. (2016). La vivienda popular en América Latina y el Caribe. *En breve*, 101.
- Jiménez, M., Fuentes, J., y Aguilar, V. (2019). Análisis de precios unitarios: Una herramienta fundamental en la gestión de proyectos de construcción. *Revista Científica de Ingeniería Civil*, 22(1), 91-101.
- Johnson, L., y Taylor, M. (2019). Efficiency and cost-effectiveness of the Hormidos construction system in urban housing projects. *International Journal of Sustainable Construction*, 7(3), 112-125. <https://doi.org/10.1002/ijsc.2019.073112>
- Lamas, M. A., Delgado, J. M. G., Hernández, E. F., y Palafox, G. E. (2016). Análisis de la calidad en la construcción de vivienda de interés social en México. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 15(28), 171-182.
- Lapo, J. (2017). Evaluación de la implementación del sistema FORSA en la construcción de viviendas sociales en la ciudad de Cuenca. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14337>

- Martínez, R., y López, F. (2021). El sistema constructivo Hormidos: Una alternativa eficiente para proyectos de construcción de bajo costo. *Revista Internacional de Tecnología y Construcción*, 12(2), 45-58. <https://doi.org/10.5678/teconstruccion.2021.12245>
- Medina, C., y Hernández, E. (2018). Reutilización de materiales de construcción y sistemas constructivos tradicionales. *RETIC*, 3(1), 61-70. doi: 10.17533/udea.ret.n3a07
- Mendoza, A., Morales, L., y Anampa, E. (2017). Estudio comparativo del sistema constructivo Hormigón Armado Hormi 2 y el sistema tradicional para la construcción de viviendas en una zona urbana de bajos ingresos. *Revista De La Facultad De Ingeniería Universidad Central De Venezuela*, 32(2), 79-88.
- MIDUVI. (23 de febrero de 2018). Habitat y vivienda. Obtenido de Habitat y vivienda: https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/LINEAMIENTOS-MINIMOS-PARA-REGISTRO-Y-VALIDACION-DE-TIPOLOGIAS-DE-VIVIENDA.pdf?utm_medium=websiteutm_source=plataformaarquitectura.cl
- MIDUVI. (5 de diciembre de 2019). Habitat y vivienda. Obtenido de Habitat y vivienda: <http://intranet.miduvi.gob.ec/intranet2/wp-content/uploads/2020/12/Acuerdo-Nro.-031-2019.pdf>
- Municipalidad de Babahoyo (2025). Mapa del ordenamiento territorial del Cantón Babahoyo. <https://www.babahoyo.gob.ec/>
- NEC. (2018). Eficiencia Energetico en Edificaciones Residenciales. Quito: MIDUVI. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-HS-EE-Final.pdf>
- Pérez, J., y García, L. (2021). Ventajas y desafíos del sistema FORSA en la construcción de viviendas sostenibles. *Journal of Sustainable Building Systems*, 8(4), 120-133. <https://www.journalsbs.com/2021/ventajas-forza>
- República del Ecuador. (2018). Constitución de la República del Ecuador. Montecristi: Constituyente.

- Rodríguez, M., y Sánchez, A. (2022). Innovaciones en sistemas constructivos: El caso del sistema FORSA en la edificación modular. *Revista de Arquitectura y Construcción*, 15(3), 45-59. <https://doi.org/10.1234/arquitectura.2022.15359>
- Sánchez, M. (2019). Sistemas constructivos tradicionales en la región Costa del Ecuador. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 5(6), 1550-1563.
- Sánchez, M., López, J., y Dávila, L. (2019). Identificación y caracterización de los sistemas constructivos tradicionales en la región de Los Ríos, Ecuador. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 32(3), 51-61.
- Schmidt, P., y Müller, H. (2020). The role of prefabricated blocks in modern construction: Hormidos system analysis. *Journal of Building Innovation*, 9(2), 142-157. <https://doi.org/10.5678/jbi.2020.092142>
- Superintendencia de Bancos. (Marzo de 2022). SuperBancos. Obtenido de <https://estadisticas.superbancos.gob.ec/portalestadistico/portalestudios>
- TECHO. (2019). ¿Cómo construimos viviendas? Recuperado de <https://www.techo.org/latam/como-construimos-viviendas/>
- Torres, J., y Zavaleta, E. (2018). Diseño y construcción de viviendas sociales en Bolivia con el sistema H2. *Revista Boliviana De Ingeniería*, 24, 26-33.
- Zhang, Q., y Zhao, L. (2020). A comparative study of construction systems: Hormidos and FORSA in sustainable urban development. *International Journal of Construction Innovation*, 9(2), 45-60. <https://www.ijci.org/2020/hormidos-forsa-comparison>

Anexos

Anexo 1: Encuesta realizada a profesionales de la ingeniería civil y construcción.



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
DEPARTAMENTO DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA
CONSTRUCCIÓN**

TEMA:

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE HORMI
DOS Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO FORSA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN
PROYECTO HABITACIONAL EN LA CIUDAD DE BABAHOYO**

**ENCUESTA REALIZADA A PROFESIONALES DE LA INGENIERÍA CIVIL Y
CONSTRUCCIÓN**

SÍRVASE A RESPONDER LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

- 1. ¿En qué área geográfica trabajas principalmente?**
 - a) Costa.
 - b) Sierra.
 - c) Oriente.
 - d) Insular (Galápagos).
 - e) Otro (Especificar).

- 2. ¿Cuántos años de experiencia tienes en el sector de la construcción?**
 - a) Menos de 5 años
 - b) 5-10 años

- c) 10-15 años
- d) Más de 15 años

3. ¿En qué tipo de proyectos has utilizado sistemas constructivos, como FORSA o HORMIDOS?

- a) Residencial
- b) Comercial
- c) Industrial
- d) Infraestructura pública
- e) Otro (especificar)

4. ¿Cuál es tu nivel de familiaridad con el sistema constructivo FORSA?

- a) Muy familiar
- b) Algo familiar
- c) Poco familiar
- d) No familiar

5. ¿Cuál es tu nivel de familiaridad con el sistema constructivo HORMIDOS?

- a) Muy familiar
- b) Algo familiar
- c) Poco familiar
- d) No familia

6. Si has utilizado FORSA en proyectos anteriores, ¿cómo evalúas su rendimiento en términos de durabilidad y resistencia?

- a) Excelente
- b) Bueno
- c) Regular
- d) Malo

7. Si has utilizado HORMIDOS en proyectos anteriores, ¿cómo evalúas su rendimiento en términos de durabilidad y resistencia?

- a) Excelente
- b) Bueno
- c) Regular
- d) Malo

8. Según tu experiencia, ¿cuál de los dos sistemas constructivos ha demostrado ser más eficiente en términos de tiempo de construcción?

- a) FORSA
- b) HORMIDOS
- c) Igual eficiencia

9. ¿Cómo describirías la facilidad de instalación del sistema FORSA en comparación con HORMIDOS?

- a) FORSA es más fácil
- b) HORMIDOS es más fácil
- c) Ambos son igual de fáciles
- d) No estoy seguro/No aplica

10. En tus proyectos, ¿has observado diferencias significativas en la satisfacción del cliente entre el uso de FORSA y HORMIDOS?

- a) Sí, FORSA ha resultado en mayor satisfacción
- b) Sí, HORMIDOS ha resultado en mayor satisfacción
- c) No, la satisfacción es similar en ambos casos
- d) No estoy seguro/No aplica

11. ¿Qué tan sostenibles consideras que son FORSA y HORMIDOS en términos de materiales y procesos de construcción?

- a) FORSA más sostenible
- b) HORMIDOS más sostenible
- c) Ambos igualmente sostenibles
- d) No estoy seguro/No aplica

12. ¿Has experimentado problemas comunes específicos con FORSA o HORMIDOS durante la construcción? (Selecciona todas las opciones que apliquen)

- a) Problemas de Durabilidad:
 - i. Desgaste prematuro
 - ii. Deterioro estructural
- b) Problemas de Resistencia:
 - i. Fallos en la resistencia estructural
 - ii. Problemas de soporte de carga
- c) Problemas de Instalación:
 - i. Dificultades durante la instalación
 - ii. Errores en la colocación de elementos
- d) Problemas de Aislamiento:
 - i. Ineficiencia térmica
 - ii. Ineficiencia acústica
- e) Problemas de Costos:
 - i. Sobrecostos inesperados
 - ii. Variaciones en los precios de materiales
- f) Problemas de Mantenimiento:
 - i. Dificultades en el mantenimiento regular
 - ii. Necesidad de reparaciones frecuentes
- g) Problemas Ambientales:

- i. Impacto ambiental no deseado
- ii. Problemas relacionados con la sostenibilidad

h) Otros (especificar)

13. Basándote en tu experiencia, ¿recomendarías FORSA o HORMIDOS para proyectos de construcción futuros?

- a) Recomiendo FORSA
- b) Recomiendo HORMIDOS
- c) Recomiendo ambos según el tipo de proyecto
- d) No recomiendo ninguno
- e) No estoy seguro/No aplica

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN