



Desarrollo de una propuesta para una unidad de negocio, que integre la producción y comercialización de bloques ICF (Insulated Concreted Forms) para la construcción de vivienda rural dispersa, a base de EPS (poliestireno expandido) reciclado.

Autores:

Hugo Andrés Cuartas Jimenez-100341995

Marlon Gabriel Rincon Moreno-100336914

Director del Trabajo de Grado

Jairo Enrique Parra Herrera

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano

Maestría en Gerencia de Proyectos

Bogotá D.C., Colombia

2024

Tabla de Contenido

Planteamiento del Problema	5
Objetivos	7
General	7
Específicos	7
Hipótesis	7
Pregunta de la Investigación	8
Justificación	8
Marco Teórico	9
A. La Construcción en Colombia	9
B. ICF (Insulated Concreted Forms).....	12
Propiedades Mecánicas	14
Ventajas de los Bloques ICF	14
Proceso de Fabricación.....	15
C. Aplicaciones del Poliestireno Expandido en la Construcción	20
D. Normatividad.....	21
E. Viabilidad.....	23
Metodología	25
Línea de Investigación	25
Justificación Metodológica.....	26
Método y su Relación con el Enfoque.....	26
Cronograma.....	29
Capítulo 1. Viabilidad Técnica.....	30
1.1. Planta de Producción, Equipos y Herramientas.....	30
1.2. Insumos y Materia Prima	31
1.3. Disponibilidad de Obtención de EPS Reciclado	33
1.4. Ubicación Planta de Producción	34
1.5. Proceso de Producción	39
1.6. Personal Requerido	44
1.7. Mobiliario y Requerimientos Administrativos	47
1.8. Conclusión Viabilidad Técnica	49

Capítulo 2. Viabilidad Financiera	49
2.1. Estimación de Costos Planta de Producción	49
2.1.2. Proyección de Ventas	50
2.1.3. Consolidación de Flujo de Inversión del Proyecto	52
2.2. Evaluación Financiera	53
2.2.1. Método de Flujo de Caja.....	53
2.2.2. Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno	54
2.2.3. Análisis de Resultados.....	55
2.3. Conclusiones de Viabilidad Financiera	55
Capítulo 3. Análisis de Mercado.....	56
3.1. Estado Actual del Mercado	56
3.2. Identificación de Posibles Competidores	57
3.3. Socios Comerciales	58
3.3. Mercadeo	58
3.5. Conclusiones Análisis de Mercado.....	59
4. Discusión de Resultados	59
5. Conclusiones.....	62
6. Recomendaciones	63
Bibliografía.....	64

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1	13
Ilustración 2	13
Ilustración 3	16
Ilustración 4	17
Ilustración 5	27
Ilustración 6.....	29
Ilustración 7	33
Ilustración 8	34
Ilustración 9	44

Tabla de Tablas

Tabla 1.....	14
Tabla 2.....	24
Tabla 3.....	30
Tabla 4.....	31
Tabla 5.....	32
Tabla 6.....	32
Tabla 7.....	37
Tabla 8.....	38
Tabla 9.....	42
Tabla 10.....	45
Tabla 11.....	46
Tabla 12.....	46
Tabla 13.....	47
Tabla 14.....	47
Tabla 15.....	49
Tabla 16.....	50
Tabla 17.....	51
Tabla 18.....	51
Tabla 19.....	52
Tabla 20.....	53
Tabla 21.....	53
Tabla 22.....	57
Tabla 23.....	58

Anexos

1. Anexo 1- Cronograma
2. Anexo 2- Cotizaciones equipos
3. Anexo 3-Cotizaciones insumos y materias primas
4. Anexo 4- Análisis de precios unitarios
5. Anexo 5- Análisis financiero

Planteamiento del Problema

El crecimiento poblacional colombiano registrado durante el periodo del 2020 al 2022 por el DANE, evidenció una tendencia al alza promedio del 1.1% anual, dato que es equivalente a 570,000 personas por año aproximadamente (Datos Mundiales, 2022); dicho incremento poblacional hace visible la necesidad de generar un mayor número de proyectos de urbanización y vivienda a nivel urbano y rural en el país, que sea de fácil acceso a los diferentes sectores económicos. Entendiendo esta necesidad se plantea la idea de desarrollar una propuesta para una unidad de negocio, que integre la producción y comercialización de bloques ICF (Insulated Concreted Forms) Para la construcción de vivienda rural dispersa, a base de EPS (Poliestireno Expandido) reciclado.

Dicho crecimiento poblacional y necesidad de proyectos de urbanización obedece a varios factores sociales presentados durante el lapso analizado, factores como la movilización de los agricultores a las ciudades por el incremento de la inseguridad por grupos al margen de la ley, la aparición de la pandemia mundial COVID-19 y la ampliación de subsidios de vivienda ofertados por el estado, los cuales permitieron una mayor participación de las personas para la adquisición de vivienda. (DANE, 2023).

Teniendo en cuenta lo anterior y partiendo de que la construcción en Colombia es un pilar fundamental dentro de la economía nacional, que cuenta con una participación del 5,1% del PIB nacional y a su vez con un 55,3% del PIB en la construcción de edificaciones habitacionales para el año 2022, según cifras de (CAMACOL, 2022), es de resaltar que en la actualidad un alto

número de las construcciones se desarrollen con técnicas tradicionales, cuyos suministros provienen en su mayoría de la extracción de recursos naturales, datos que son soportados mediante el censo nacional realizado por el Departamento Administrativo de Estadística, en donde el 76.7% de las viviendas en Colombia están construidas con materiales tradicionales como ladrillo, cemento y hormigón, (DANE, 2018), generando de manera transversal una necesidad de implementación de posibles soluciones con la utilización de sistemas prefabricados los cuales tardan un menor tiempo de ejecución y aún más importante la utilización de estos sistemas a base de plásticos de un solo uso (EPS) en la fabricación de construcciones modulares.

Conociendo esta oportunidad de implementación de nuevas tecnologías y procesos de construcción más eficientes en el país, asociados a factores como la reducción en los tiempos de ejecución, tal como se evidencia en el estudio realizado en el 2019 por la Universidad Técnica Federico Santa María, en Chile (San Martín González, 2019), las propiedades mecánicas de los materiales tradicionales que no permiten un aislamiento termoacústico adecuado, generando mayores gastos en consumos energéticos por inclusión de sistemas de calefacción o aire acondicionado (Dileep & Morshed, 2020) o su aporte ambiental en la reducción de la extracción, fabricación, reutilización (EPS) y transporte de materias primas (Espinosa Duran, Camargo Sierra, Delgado España, & Camelo Barragán, 2022), es que surge la necesidad de elaborar un estudio de viabilidad técnica y financiera para una unidad de negocio que produzca y comercialice bloques de ICF a base de EPS reciclado, los cuales puedan ser utilizados en construcciones de vivienda rural dispersa en Colombia, permitiendo determinar de manera clara si se cuenta con los aspectos técnicos, financieros y los elementos requeridos para un análisis de mercado que permitan desarrollar una unidad de negocio en diferentes regiones del país.

Objetivos

General

Elaborar un estudio de viabilidad técnica y financiera para una unidad de negocio que produzca y comercialice bloques de ICF a base de EPS reciclado, los cuales puedan ser utilizados en construcciones de vivienda rural dispersa.

Específicos

1. Definir los aspectos técnicos que permitan desarrollar una unidad de negocio para la producción y comercialización de bloques ICF a base de EPS reciclado.
2. Desarrollar un análisis financiero para una unidad de negocio que produzca y comercialice bloques ICF a base de EPS reciclado.
3. Proponer los elementos requeridos para un análisis de mercado para una unidad de negocio que produzca y comercialice bloques ICF a base de EPS reciclado.

Hipótesis

- El proceso de fabricación de los bloques de ICF a base de EPS reciclado puede ser implementado de manera efectiva con las tecnologías y herramientas actuales del mercado tanto nacional como internacional.
- Los bloques de ICF a base de EPS reciclado cumplen con los estándares y normativas técnicas de resistencia, aislamiento acústico y térmico vigentes.
- El análisis financiero presentado para una unidad de negocio que produce bloques de ICF a base de EPS reciclado evidencia datos positivos en un lapso de tiempo razonable.
- Existe una alta demanda del mercado para la comercialización de bloques de ICF a base de EPS reciclado ofreciendo un valor agregado de mercado a los diferentes clientes.

Pregunta de la Investigación

¿Es viable técnica, financiera y de mercado una unidad de negocio que produzca y comercialice bloques ICF hechos a base de EPS reciclado para la construcción de vivienda rural dispersa?

Justificación

Entendiendo la necesidad colombiana evaluada durante el periodo del 2020 al 2022 con una tendencia de crecimiento poblacional y la necesidad de aumentar los proyectos de urbanización de fácil acceso a los diferentes sectores económicos, consecuencia de los procesos migratorios de las zonas rurales a los cascos urbanos y entendiendo los aportes que puede generar esta Unidad de negocio, mediante la utilización de bloques de ICF a base de EPS reciclado, tecnología que se ha venido implementando en países de Latinoamérica y el mundo como Argentina, México, Chile, Brasil y España, para construcción de edificaciones con diferentes características y el aporte que puede generar al cuidado del medio ambiente basado en la reutilización de los EPS, los cuales son responsable actualmente del 15% de las emisiones de gases de efecto invernadero en Colombia (García Ochoa, Quito Rodríguez, & Perdomo Moreno, 2020) y que son considerados como materiales altamente contaminantes que tardan alrededor de 500 años en biodegradarse (Delgado Rodríguez, 2018), que de igual manera contaminan los suelos, las fuentes hídricas cercanas y la salud humana según el estudio realizado por la revista ambiental Centro de Educación Ambiental- UNED (Rivas Gutiérrez, Gracia Cortés, & Gómez Bañuelos, 2023) en donde se afirma que el poliestireno expandido contiene en su composición una dioxina tóxica y puede provocar problemas reproductivos, afectar el sistema inmunitario,

interferir con el sistema hormonal y causar cáncer, es por esto que es conveniente analizar los beneficios que podrían generar una unidad de negocio, siendo estos:

- Reducción de consumo energético para la producción de materias primas.
- Reducción de costos en el transporte logístico de la materia prima a diferentes regiones del país, teniendo en cuenta el peso considerablemente menor al convencional.
- Reutilización de materia prima EPS para la creación de los bloques se ICF, disminuyendo los residuos en rellenos sanitarios.
- Utilización en regiones geográficas con características climatológicas variables, (zonas con temperatura superiores a 28°C).
- Reducción de costos de operación.
- Reducción en los costos de construcción para la población.

Marco Teórico

A. La Construcción en Colombia

Con la llegada del urbanismo y desarrollo arquitectónico en Colombia durante el periodo de la conquista y su proceso evolutivo a lo largo de los años, era de esperar que estas corrientes y técnicas de desarrollo arquitectónico se vieran adoptadas a nivel nacional teniendo en cuenta aspectos propios y evolucionando acorde a las necesidades, tendencias, creencias, regiones geográficas y culturas en las que se desarrolla el país (Saldarriaga Roa, 2019).

Es de esta forma que con el paso de los años este sector (construcción) se volvió un pilar fundamental en la economía, y un instrumento en el desarrollo político del país, afectando la

población colombiana que ejecutan dicha actividad consideradas de alto riesgo; actividad que en la actualidad aporta el 9,8% del PIB según estudios realizados por el DANE (DANE, 2024) con más de 18.000 proyectos de construcción en ejecución, según los estudios realizados por la asociación gremial CAMACOL (Camacol, 2023).

Basado en el contexto histórico y a más de 200 años de experiencia en construcción de edificaciones en el país, es que se pueden evidenciar a la fecha dos técnicas principales aplicadas al sector, siendo la primera de ellas, la construcción a base de materiales tradicionales, la cual es de las más utilizadas en la actualidad, teniendo en cuenta beneficios de durabilidad y resistencia estructural; se caracteriza por la utilización de materiales como estructuras metálicas, estructuras de hormigón armado, madera, ladrillos, piedras, barro entre muchos otros, materiales que principalmente son extraídos de recursos naturales los cuales pueden ser producidos de manera nacional o importados (Sánchez Gama, 2007).

Para poder ejecutar proyectos basados en esta técnica, Nelson Fabián Loaiza y Juan David Bautista ingenieros civiles colombianos de la Universidad Distrital de Bogotá, plantean una metodología que recopila estudios realizados a nivel nacional e internacional; estos estudios permiten dividir en etapas la ejecución de la construcción tradicional, siendo estas (Loaiza Elizalde & Bautista Gordillo, 2017) los estudios geotécnicos y adecuación de la zona, diseños arquitectónicos, diseños estructurales y puesta final.

La segunda técnica utilizada desde los años 70, es la construcción prefabricada, técnica cuya finalidad es la reducción de costos y tiempos a la hora de ejecutar una obra, esto debido a que es requerida una definición exacta en sus etapas de planeación, lo que conlleva a un mayor control de sus componentes. De igual manera esta técnica se caracteriza por generar menos residuos y un menor impacto ambiental que las construcciones tradicionales. (Fernández-Ordóñez & Fernández Gómez, 2009).

A pesar de que es una forma de construcción rápida, su proceso de ejecución es semejante al de una construcción tradicional, utilizando materiales como madera, paneles de yeso, paneles de concreto reforzado, lozas de cimentación a base de concretos entre otros, esto obedeciendo a un proceso planeado y organizado, para cada uno de los módulos bajo los parámetros técnicos establecidos por la normatividad vigente, acorde al análisis estructural y a las características propias de la obra a construir (Soto Ardila, 2022), permitiendo de esta manera ofrecer beneficios como:

- Reducción de costos en mano de obra, maquinaria, mecanizado de materias primas y fabricación de paneles.
- Disminución de riesgo por trabajo en altura durante periodos prolongados.
- Disminución de los tiempos de construcción por facilidad de ensamble y traslado de materias primas.
- Reducción de costos por disminución de espesores en las secciones.
- Reducción de un 50% y 40 % en uso de concretos y aceros de refuerzo.

De igual manera y como todo proceso, algunas de las desventajas analizadas se son expresadas en las “Guías Comparativas para Seleccionar Método de Construcción Tradicional vs. Prefabricado” (Olmo Valle, 2020) siendo estas:

- Daños en el transporte de las piezas por manipulación o traslado inapropiado.
- Disposición de maquinaria pesada para el montaje de la estructura.
- Mayor flexibilidad de diseños, requiriendo adoptar materiales más resistentes acorde a los cambios postulados.

B. ICF (Insulated Concreted Forms)

Entendiendo la necesidad de implementar nuevas tecnologías y procesos en el país para el sector de la construcción, es que nace la idea de edificaciones a base de ICF (Insulated Concreted Forms) a lo largo del mundo, estructuras caracterizadas por una alta eficiencia energética, reducción de ruido, resistencia sísmica y bajos costos de producción. Su proceso de elaboración consiste en la unión de las diferentes secciones prefabricadas tanto internas como externas las cuales son llenadas y reforzadas con hormigón y varillas de acero para brindar la resistencia mecánica requerida en los diseños preliminares. (Rajagopalan, Bilec, & Landis, 2010).

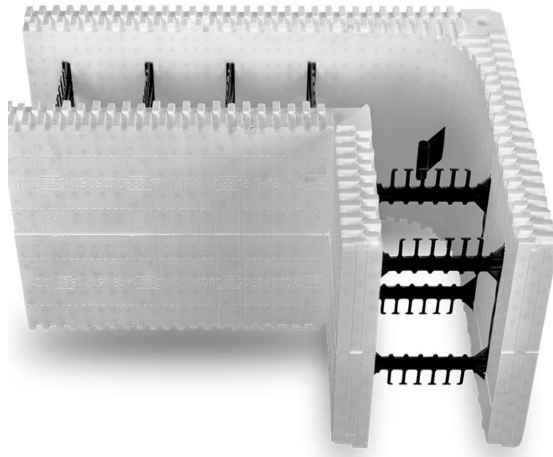
Es importante mencionar que los bloques de ICF son un material plástico espumado, derivado del poliestireno que se caracteriza por:

- Su durabilidad y versatilidad.
- Ofrecer propiedades de aislamiento térmico al tener una estructura interna que consiste en 98% de aire y que no varían a lo largo de su vida útil. (Ekrami, Garat, & Fung, 2015)

- Resistencia a la humedad.
- Es utilizado en sectores de la economía como el envasado de líquidos, conservación de alimentos, la construcción entre otro muchos más.

Ilustración 1

Esquema General Bloques de ICF.



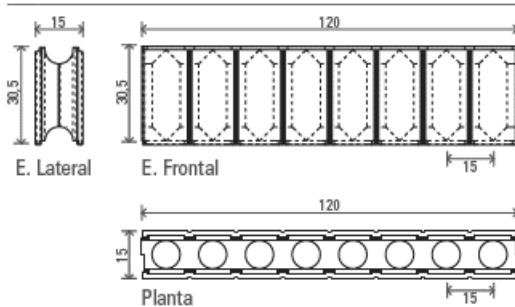
Fuente: Empresa COTUX.

En la actualidad estos bloques se encuentran divididos en dos categorías, las cuales varían de acuerdo con la distancia entre paredes externas tal como se evidencia en la ilustración 2 categoría ICF 15 y la categoría ICF 20.

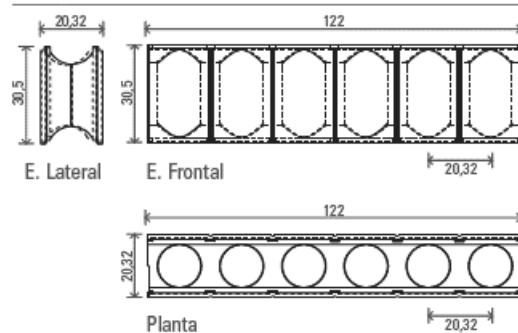
Ilustración 2

Bloques de ICF 15 y 20.

ICF 15



ICF 20



Fuente: Ficha Técnica Bloques ICF Empresa SYNTHÉON.

Propiedades Mecánicas

Algunas de sus Propiedades mecánicas más relevantes se evidencian a continuación en la tabla 1, en donde se puede apreciar características como dimensiones, resistencia térmica, acústica y pesos entre otras (Lewis, 2001).

Tabla 1
Propiedades Mecánicas ICF.

Propiedad	Unidad de Medida	ICF 15	ICF 20
Resistencia Térmica	m ² • °K/W	2,63	2,7
Trasmisión térmica	W/(m ² • °K)	0,38	0,37
Aislación acústica	dB (A)	45	45
Resistencia al fuego	Clasificación	F 15 a F 180	F 15 a F 60
Espesor / Altura/ Largo	cm	15/30,5/120	20,32/30,5/122
Densidad	Kg/m ³	23	23
Diámetro Perforación Vertical	cm	9	14
Cantidad Perforaciones Verticales por Bloque	Unidades	8	6
Diámetro Equivalente Perforación Horizontal	cm	9	12
Cantidad Perforaciones Horizontales por Bloque	Unidades	1	1
Peso Teórico Bloque	Kg	0,83	0,97
Peso Teórico Bloque c/ Hormigón	Kg	49	84

Fuente: Ficha Técnica Bloque ICF-SYNTHÉON.

Ventajas de los Bloques ICF

Algunas de las ventajas más relevantes de los bloques de ICF son:

- Facilidad y rapidez en la construcción.
- Mayor limpieza en la zona de obra (menos desperdicios).
- 30 -70% de ahorro en mano de obra y costos de materiales.
- Reducción del 75% en la infiltración de aire exterior.

- Mayor resistencia al fuego.
- Menor desarrollo del humo.
- Mejor aislamiento acústico.
- Los muros de hormigón aislados no permiten la aparición de moho u hongos.
- Permite la integración de tecnologías amigables como paneles solares u otras tecnologías de una manera que potencializa las bondades de este sistema (Emamjome Kashan, Fung, & Eisapour, 2023).
- 40-60% de ahorro de energía, el aislamiento de poliestireno expandido más la masa térmica del concreto mantienen constante la temperatura dentro del hogar comparado con estructuras tradicionales (Emamjome Kashan, Fung, & Eisapour, 2023).

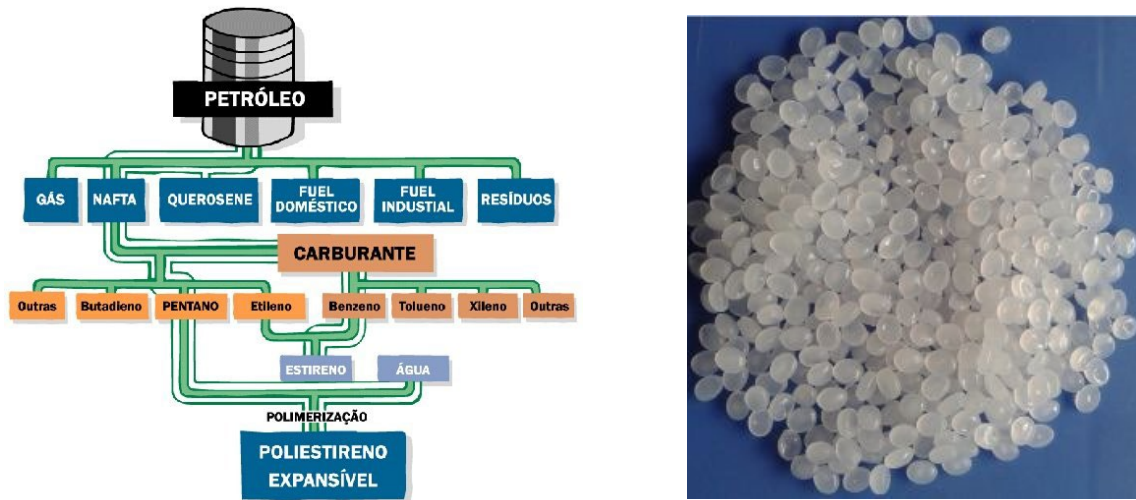
Proceso de Fabricación

Entendiendo algunas de las bondades que ofrece el ICF, es importante mencionar el proceso de fabricación de estos bloques, el cual se encuentra definido de la siguiente forma (Nuria, 2012).

1. **Obtención de la materia prima:** El EPS se obtiene de la transformación del poliestireno expandible, esta materia prima, es un polímero del estireno (plástico celular y rígido) que contiene un agente expansor, el cual es obtenido a partir del procesado de la extracción del gas natural y del petróleo, mayoritariamente como subproductos, el etileno y diversos compuestos aromáticos, de los cuales se obtiene el estireno.

Este estireno monómero junto con el agente expansor (pentano) sufre un proceso de polimerización en un compresor con agua dando lugar al poliestireno expandible tal como se evidencia en la ilustración 3.

Ilustración 3
Obtención del Poliestireno Expandible.



Fuente: Compartir Materiales Blog y Connecting Buyers Whith Chinese Suppliers.

2. **Etapla de Reexpansión:** una vez obtenido el poliestireno expandible, se calienta este en una maquina denominada preexpansora, con vapor de agua a temperaturas situadas entre aproximadamente 80 – 100 °C, proceso que permite disminuir la densidad aparente del material de unos 630 kg/m³ a densidades entre los 10 a 30 kg/m³.

Al disminuir la densidad del material se obtiene las perlas de plástico celular con pequeñas celdas cerradas que contienen aire en su interior tal como se observa en la Ilustración 4.

Ilustración 4
Perlas de Plástico Celular



Fuente: Districorp.

3. **Etapas de Reposo y Estabilización:** Cuando las partículas recién expandidas se enfrían, se crea un vacío en su interior que es compensado con la penetración de aire por difusión. Para ello, el material se deja reposar en silos ventilados durante un mínimo de 12 horas.
4. **Etapas de Transformación y Modelación:** La perla expandida entra en un bloque modelado en el que se ve sometida a un proceso de soldadura, que se consigue mediante su sometimiento a una aportación de vapor de agua o calor durante un periodo que varía según el tipo de densidad aparente de la pieza a obtener.

Contribución al Impacto ambiental colombiano

Desde sus aparición en los años 50 en donde se acuñó el termino por primera de vez como EPS y gracias a los avances realizados por científicos como Hermann Staudinger (INDUSTRIES, 2017), la producción y transformación de estos polímeros a nivel mundial no se ha detenido, tanto así que el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) calculo que para el 2050 se tendrá un aproximado de 12.000 millones de toneladas de basura en el medio ambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo, 2021).

Colombia un país que no es indiferente a las políticas para el desarrollo sostenible, se encuentra implementando por medio del Ministerio de Ambiente, una política que consiste la reutilización del 100% de los plásticos de un solo uso para el año 2030; en la actualidad a nivel nacional se producen más de 163 mil toneladas al año de materiales plásticos, Colombia por medio de sus programas de reciclaje en ciudades principales como Bogotá y Medellín, transforman 13 mil toneladas al mes de residuos plásticos, (Ministerio de Ambiente y Desarrollo, 2021), permitiendo de esta manera contribuir a la conservación del medio ambiente y a la búsqueda mediante la investigación de nuevas tecnologías que permitan reutilizar o disminuir el uso de estos agentes contaminantes.

Analizando el caso en específicos de los bloques de ICF cuya materia prima es el EPS, se tiene como referente 21 empresas ubicadas en las zonas metropolitanas de Bogotá y Medellín, las cuales procesan al año más de 200 toneladas de icopor, permitiendo que otro número de empresas a nivel nacional, utilicen este material(la cual tiene una cantidad limitada de ciclos de reciclaje) para el desarrollo de nuevos proyectos económicos de carácter sostenible, que disminuyen el impacto ambiental y contribuyen a las políticas de sostenibilidad impartidas por el gobierno nacional (Soto, 2021).

Es de esta manera que al implementar la fabricación de bloques de ICF a base de EPS en el territorio nacional, se podría contribuir de manera directa con el incremento de las toneladas recicladas al año de este material. Esto partiendo del hecho que algunas de sus características de apoyo al medio ambiente son (Nuria, 2012):

- El EPS es 100% reciclable y existen numerosas aplicaciones para los materiales recuperados.
- El EPS no daña la capa de ozono al no utilizar en sus procesos de fabricación gases de la familia de los CFCs, HCFCs.
- Los productos de EPS encierran un alto potencial calorífico (1 Kg de EPS equivale a 1,3 litros de combustible líquido), lo que le convierte en un material idóneo para la recuperación energética.
- Por ser insoluble en agua, el EPS no emite sustancias hidrosolubles que puedan contaminar las aguas subterráneas.

Proceso de Reciclaje del EPS a Moldes de ICF

Entendiendo la importancia de la responsabilidad ambiental en que Actualmente se encuentra la sociedad, la cual busca disminuir el consumo de materiales plásticos y de implementar procesos industrializados para ayudar al medio ambiente, se tiene como base 04 pasos para la reutilización de los EPS en la actualidad (Arriola Lara & Velasquez Martell, 2013) siendo estos:

1. Recolección de los residuos (EPS) sobrantes.
2. Compactación de la materia prima, mediante compactadora especializada de EPS, con la cual se busca reducir el volumen y densidad del poliestireno.
3. Granulación del material compactado mediante granulador de EPS, con el cual se obtienen las Perlas de poliestireno expandido.
4. Modelación de bloques de ICF a partir de moldes dispuestos a temperatura y vapores de agua para dar la forma deseada.

C. Aplicaciones del Poliestireno Expandido en la Construcción

A nivel mundial existen un gran número de aplicaciones del Poliestireno expandido (EPS) en la construcción como lo son, la construcción de carreteras libres de asentamiento, drenaje de campos de deportes, relleno para reforzar pasos elevados y elevación de rampas de entrada y salida (Nuria, 2012). A pesar de esto en Colombia no es un material tan común aplicado en la construcción, se utiliza la para algunas actividades como la estabilización de taludes, aligerante de losas de concreto, tratamiento de juntas y como paneles en cielo rasos, esto gracias a sus características de resistencia, aislamiento y fácil manipulación.

Ahora bien, en el caso particular de los bloques ICF a base de EPS, si bien la tecnología de los bloques ICF se ha expandido por varios países en donde es frecuente ver construcciones con estos materiales (Galindo Cabello M. , 2010), en Colombia no existe una empresa dedicada a la producción y comercialización de este tipo de bloques para la construcción de edificaciones de uno o dos pisos, lo que representa una gran oportunidad, teniendo en cuenta el alto déficit de vivienda con el que cuenta el país, que para el año 2021 se encontraba en el 31% (DANE, 2021).

Algunas tecnologías, en relación con la construcción prefabricada con EPS, que ingresaron al mercado colombiano alrededor del 2010 y que a la fecha se encuentran en vigencia en el mercado nacional son:

- Paneles de poliestireno y mallas electrosoldadas para construir paredes divisorias sin capacidad portante como muros estructurales.

- El Durapanel, el cual se comercializa en la actualidad, es una solución ágil y versátil para la construcción de muros de cerramiento en proyectos de edificaciones, generalmente aporricadas.
- Fachadas prefabricadas de paneles de EPS con acabados en resinas impermeabilizantes.
- Cubiertas tipo sandwich con alma de paneles de EPS.

D. Normatividad

La Norma técnica colombiana vigente aplicable a la construcción, es el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR -10, la cual clasifica por medio de títulos los parámetros de diseños y construcción de edificaciones sismo resistentes en Colombia; igualmente las Normas Técnicas Colombiana NTC, especifica las cualidades y calidades de los materiales utilizados en este importante sector de la economía. De acuerdo con las condiciones técnicas de la tecnología y la metodología de construcción con bloques de ICF, esta se podría incluir dentro de los parámetros del TÍTULO D — MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL y en el TÍTULO E — EDIFICACIONES DE UNO Y DOS PISOS (NSR, 2010) .

Teniendo en cuenta que en Colombia no se han adelantado estudios que permitan incluir esta tecnología de manera particular en la mencionada norma, y que el presente trabajo no pretende desarrollar estudios estructurales que permitan evidenciar y validar las propiedades estructurales de los muros en bloque ICF como sistema estructural para edificaciones de más de uno o dos pisos, el desarrollo de la iniciativa se clasifica como mampostería estructural según lo

dispuesto en el Título D de la NSR-10, y que en países como México, Estados Unidos y Chile se han adelantado estudios y pruebas técnicas que permiten evidenciarlo (Guerrero V. , 2021).

El alcance se enmarca principalmente dentro del Título E de la norma NSR-10 (NSR, 2010), limitando la construcción de viviendas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, dado a que los parámetros allí descritos permiten la implementación de sistemas de mampostería de perforación vertical reforzada, como sistema estructural; y para el caso de edificaciones combinadas con sistema estructural aporcado, se usará de acuerdo a lo estipulado en el título C y D como elemento divisorio dadas sus propiedades termo acústicas (Rodríguez Martínez & Ramírez Cuello , 2023)

Adicionalmente se debe tener en consideración la normativa vigente para la producción, manejo y disposición de productos a base de EPS. En Colombia, la normativa ambiental para el aprovechamiento de EPS (poliestireno expandido) o icopor se encuentra regida principalmente por el Decreto 1076 de 2015, que establece el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. A continuación, se detallan algunas regulaciones relacionadas con el manejo de EPS en el país (Ministerio de Ambiente y desarrollo, 2015):

1. Responsabilidad Extendida del Productor (REP): A través de la Resolución 1407 de 2018 (Ministerio de Ambiente y desarrollo, 2018), se establecen las obligaciones para los productores, importadores y comercializadores de productos de empaques de poliestireno expandido. Estas obligaciones incluyen la implementación de sistemas de recolección, transporte y disposición final de los residuos de EPS generados.

2. Prohibición de uso: De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, está prohibido el uso de envases, empaques o embalajes de EPS en productos de alimentación y en bebidas. Esto aplica tanto para la fabricación, importación, venta y distribución de estos productos.
3. Disposición adecuada: La normativa establece que los residuos de EPS deben ser separados en la fuente de generación, recolectados y transportados de forma adecuada. Además, se deben destinar a plantas de tratamiento autorizadas o a procesos de aprovechamiento o reciclaje.
4. Responsabilidad compartida: El Decreto 1076 también establece la responsabilidad compartida entre el productor y el consumidor en la gestión de los residuos de EPS. Esto implica que los productores deben garantizar la recolección y disposición final adecuada, mientras que los consumidores deben realizar la separación y disposición en los lugares designados para ello.

E. Viabilidad

El estudio de viabilidad es la capacidad de determinar la posibilidad o no de desarrollar un proyecto, negocio o idea, basado en una parametrización de criterios, los cuales son acorde a los objetivos esperados (Quiroa, 2024); para la determinación de la viabilidad de un proyecto o una idea de negocio se pueden enmarcar en los siguientes tipos:

- Viabilidad operativa, se relaciona con el recurso humano necesario para ejecutar un proyecto o idea de negocio.
- Viabilidad técnica, se relaciona con la infraestructura, herramientas, maquinaria, capacitación etc, requerida para el desarrollo del proyecto o idea de negocio.

- Viabilidad económica, entiéndase como el análisis a detalle de costos, ganancias, proyecciones y formas de financiación requeridas para la operación del proyecto o idea de negocio.
- Viabilidad de mercado, es el análisis del sector de operación, clientes y potenciales competidores, que pueden potenciar o afectar el proyecto o idea de negocio.
- Viabilidad legal, asociada a la normatividad legal vigente que afecta la operación directa del proyecto.

Para cada uno de estos tipos existirán una serie de parámetros los cuales son acorde a la idea del proyecto o negocio a implementar y dan los lineamientos de profundización. En la actualidad no existe una regla general que permita determinar la ejecución o no de un proyecto, sin embargo, se han generado diferentes metodologías o guías, que permiten guiar este proceso, siendo el caso la presentada por Javier Mauricio Castañeda Martínez y Andrés Fernando Macías Prieto, mediante documento “GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD” de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en donde mediante un caso de estudio expresan algunas de las variables más relevantes a tener en cuenta, siendo algunas de estas:

Tabla 2
Factibilidades

Factibilidad de mercado	Factibilidad organizacional
<ul style="list-style-type: none"> • Investigación de mercados • Participación en el mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de misión, visión, objetivos organizacionales y valores corporativos. • Determinación de estructura organizacional. • Planta de personal, cargos y funciones. • Sistemas de contratación.
Factibilidad Técnica	Factibilidad Económica
<ul style="list-style-type: none"> • Insumos requeridos. • Maquinaria y equipo requerido. • Capacidad de trabajo de maquinaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión fija. • Inversión definida. • Capital de trabajo.

-
- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Determinación y definición del proceso de fabricación.• Diagrama de flujo del proceso. | <ul style="list-style-type: none">• Inversión total.• Calendario de inversiones.• Análisis de costos y gastos.• Punto de equilibrio.• Balance general.• Flujo de caja.• Tasa interna de retorno.• Análisis de costos y gastos. |
|---|---|
-

Fuente: Guía metodológica para la elaboración de un estudio de factibilidad.

De igual manera existe literatura que permite analizar de una manera más detallada cada una de las variables que afectan e intervienen en el proceso de planeación y análisis para la determinación de la factibilidad de un proyecto o idea de negocio, siendo una de estas la guía de fundamentos de la dirección de proyectos PMBOK, libro que subdivide en sus capítulos como se debe abordar un proyecto.

Metodología

Para el desarrollo de la idea de negocio propuesto en el presente documento, se utilizará la metodología modelo cascada (Waterfall) la cual permite el desarrollo del proyecto mediante la división en distintas fases secuenciales y que acorde a los resultados obtenidos en estas etapas se podrá o no avanzar en el desarrollo del mismo.

Línea de Investigación

La línea de investigación aplicada para este caso es sub-línea 4: Emprendimiento y Nuevos Negocios-Emprendimiento y Diseño de Nuevos Negocios.

Justificación Metodológica

El enfoque que se postula es de carácter mixto, lo anterior partiendo de la división que se proponen dentro del desarrollo de la Propuesta Para una Unidad de negocio, siendo cuantitativo los valores obtenidos para el desarrollo de la viabilidad financiera (valores de la inversión, métodos de financiación, retorno de capital y número de unidades para punto de equilibrio) y cualitativos los resultados obtenidos en el análisis de la viabilidad técnica (herramientas, infraestructura, análisis de cumplimiento de normativa vigente y personal capacitado) y de análisis del mercado (formas de recolección de plásticos reciclados para la elaboración de las materias primas EPS de los bloque de ICF, principales competidores y aliados estratégicos).

Método y su Relación con el Enfoque

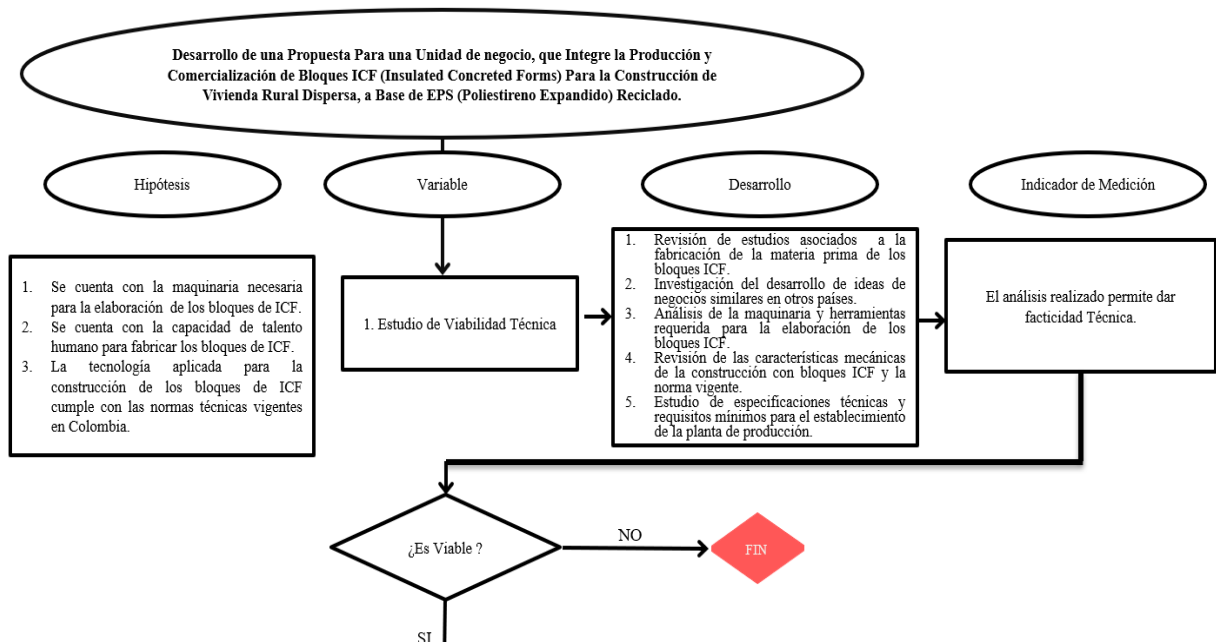
Al tener un enfoque mixto, su método de desarrollo se plantea mediante un diseño exploratorio, en donde para cada componente se analizan las variables propias y se determina el cumplimiento o no de estas, dando paso a la viabilidad total de la idea negocio; dicha viabilidad y sus componentes asociados y alineados a los objetivos del proyecto se pueden tipificar en conceptos financieros, técnicos y de mercado, que para el caso de enfoque mixto se tiene:

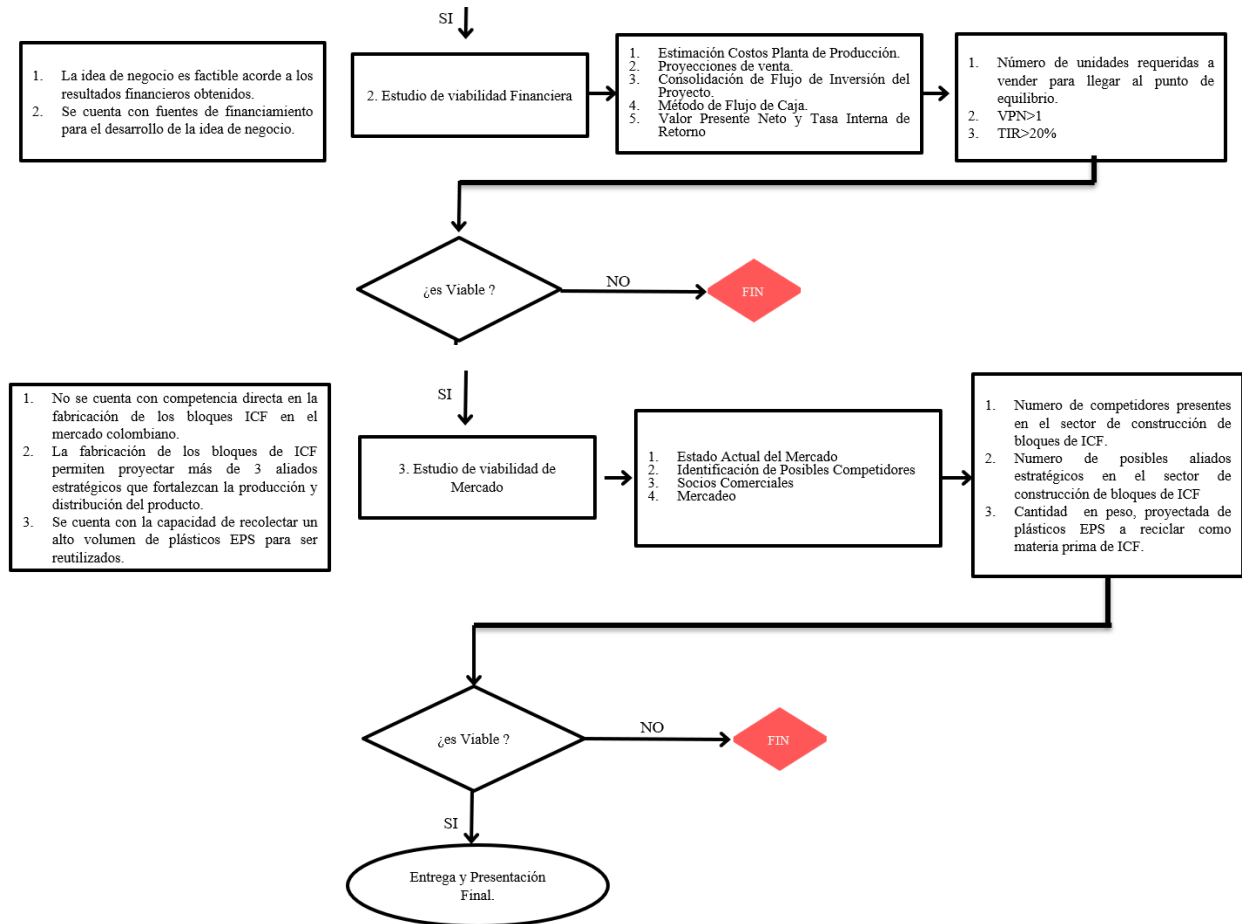
- **Viabilidad Financiera:** para la estimación financiera de la propuesta se usarán los métodos de flujo de caja, Valor Presente Neto (VPN) y Tasa Interna de Retorno de la Inversión (TIR). Estos métodos de evaluación financiera nos permitirán definir tanto las inversiones iniciales requeridas como la rentabilidad del proyecto en los años de vida de este.

- Viabilidad Técnica: Se tendrá en cuenta la disponibilidad de los atributos de calidad requerido para el desarrollo y puesta en funcionamiento de la fabricación de los bloques de ICF siendo estos:
 - ✓ Análisis y obtención de herramientas y maquinarias requeridas.
 - ✓ Determinación de espacios requeridos para la elaboración de las materias primas y bloques de ICF.
 - ✓ Análisis de personal capacitado
 - ✓ Análisis y determinación de normativas aplicables.
- Análisis de Mercado: Al igual que la factibilidad técnica se utilizará un método mixto tomando como base información de cifras oficiales del sector de la construcción y análisis de estudios similares que permitan estimar el nicho de mercado objetivo.

Lo anterior es explicado de manera grafica en la Ilustración 5.

Ilustración 5
Flujograma Metodología





Fuente: Elaboración Propia.

Partiendo de la metodología propuesta anteriormente y de los diferentes elementos objeto de análisis para la propuesta de una unidad de negocio, es posible evidenciar de manera detallada mediante las EDT del proyecto, cada una de las variables que se tendrán en cuenta para el desarrollo del proyecto, siendo estas:

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Capítulo 1. Viabilidad Técnica <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Planta de Producción, Equipos y Herramientas 1.2. Insumos y Materia Prima 1.3. Disponibilidad de Obtención de EPS Reciclado 1.4. Ubicación Planta de Producción 1.5. Proceso de Producción 1.6. Personal Requerido | <ol style="list-style-type: none"> 2. Capítulo 2. Viabilidad Financiera <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Estimación de Costos Planta de Producción. <ol style="list-style-type: none"> 2.1.2. Proyección de Ventas 2.1.3. Consolidación de Flujo de Inversión del Proyecto 2.2. Evaluación Financiera <ol style="list-style-type: none"> 2.2.1. Método de Flujo de Caja |
|---|---|

- 1.7. Mobiliario y Requerimientos Administrativos
- 1.8. Conclusión Viabilidad Técnica
- 3. Capítulo 3. Análisis de Mercado
 - 3.2. Estado Actual del Mercado
 - 3.3. Identificación de Posibles Competidores
 - 3.4. Socios Comerciales
 - 3.5. Mercadeo
 - 3.6. Conclusiones Análisis de Mercado
- 2.2.2. Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno
- 2.2.3. Análisis de Resultados
- 2.3. Conclusiones de Viabilidad Financiera
- 4. Conclusiones

Cronograma

Ilustración 6
Cronograma del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia.
Nota: Se anexa cronograma del proyecto.

Capítulo 1. Viabilidad Técnica

Para la obtención de la viabilidad técnica del proyecto, es necesario definir una serie de parámetros y componentes, los cuales permitan determinar la necesidad de utilización de mercados locales o internacionales y que posterior definirán aspectos financieros, algunos de esto elementos para tener en cuenta son:

1.1. Planta de Producción, Equipos y Herramientas

Teniendo en cuenta la unidad de negocio propuesta, la maquinaria requerida es la mencionada en la Tabla 3, sin embargo, para mayor detalle ver anexo especificaciones de equipos requeridos.

Tabla 3
Maquinaria Requerida

Equipos	Especificación	Modelo	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor Total USD
Pre Expansor EPS compacto	Máquina de expansión de perlas de EPS, incluye caldera de vapor, compresor aire y tolva.	LWL-500	1	\$ 11.000,00	\$ 11.000,00
Extrusor de ICF	EPS ICF línea de producción de bloques para la construcción de espuma de poliestireno	ML-1750	2	\$ 30.000,00	\$ 60.000,00
Juego de Moldes para Bloques ICF	EPS ICF Mold/Insulated Concrete Forming Foam Blocks Mold	ML-1400M	2	\$ 4.000,00	\$ 8.000,00
Recicladora de EPS	sistema de reciclaje EPS consiste en trituradora, desplumador y mezclador.	FS300, SPFL-30, SPH60	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
Monta Carga	Montacarga eléctrico 3 ton	PD30/CPD35 G1/G2	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
Monta carga Estibador	Montacarga estibador Hidráulico	1 Ton	1	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
Maquina Zunchadora	Zunchadora neumática manual	Metálica Neumática 19 25 O 32mm	2	\$ 500,00	\$ 1.000,00
Tolva de almacenamiento	Silo de poliestireno, material de almacenamiento de material EPS	2500x2500x5000mm	2	\$ 1.500,00	\$ 3.000,00
TOTAL, EQUIPOS USD					\$ 106.500,00

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Valor Cambio dólar a sept de 2024 (\$4.148,50), para un total de costo de equipos de \$441.815.250, lo anterior teniendo en cuenta la tasa de cambio proyectada por el Banco de la republica

A partir de la maquinaria requerida, la estimación obtenida para las herramientas necesarias en la operación de la planta y artículos menores de almacenamiento y bodegaje son:

Tabla 4
Herramientas Requeridas.

<i>Equipos</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor Unitario COP</i>	<i>Valor Total COP</i>
Carreta plástica 100lts chasis de madera	4	\$ 230.000,00	\$ 920.000,00
Pala redonda cabo en madera	6	\$ 80.000,00	\$ 480.000,00
Rastrillo plástico cabo en madera	6	\$ 42.000,00	\$ 252.000,00
Cepillos de cerdas plásticas	20	\$ 20.000,00	\$ 400.000,00
Manguera en PVC con pistola	2	\$ 180.000,00	\$ 360.000,00
Varios	1	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00
Mobiliario y Requerimientos producción	1	\$ 15.000.000,00	\$ 15.000.000,00
Tanque de almacenamiento de agua de 10.000 lts	2	\$ 11.000.000,00	\$ 22.000.000,00
TOTAL, EQUIPOS			\$ 40.912.000,00

Fuente: Elaboración Propia.

1.2. Insumos y Materia Prima

Los insumos requeridos para la producción de bloques ICF a base de EPS reciclado, como se especifica en el proceso productivo debe considerar las dos variables que componen, siendo estos la fabricación de las perlas de poliestireno expandido y el procesamiento de EPS reciclado.

Tomando como referencia la literatura presente y en especial el estudio de sistemas de un sistema de bloques de poliestireno de la Universidad de Chile; para la construcción de Bloques de ICF (Galindo Cabello M. A., 2010), se requieren los siguientes recursos para una producción de 500 m² de muro, con dos máquinas extrusoras:

Tabla 5
Insumos y Materias Primas

<i>Recursos</i>	<i>Consumo Anual</i>	<i>Necesidad Básica</i>
Gas Natural	2.642.640 m3	420 m3/h
Agua	36.998 m3	6m3/h
Electricidad	818.048 kw	150kv
Materia Prima	1.238 Ton	150 Ton/día (turno)

Fuente: Galindo Cabello, Manuel. Universidad de Chile.

Teniendo en cuenta que el mencionado estudio solo considera el uso de perlas de EPS nuevas y que la proporción estimada de uso de material reciclado es de un 40%, se ajusta la cantidad de materia prima e insumos requeridos, obteniendo como resultado:

Tabla 6
Costos Insumos y Materias Primas

<i>Equipos</i>	<i>unidad</i>	<i>Cantidad/día</i>	<i>Valor Unitario</i>	<i>Valor Total</i>
Polímero grado F auto extingible	Ton	0,6	\$ 7.700.000,00	\$ 4.620.000,00
EPS reciclado	Ton	0,1	\$ 12.000.000,00	\$ 1.200.000,00
Agua tratada	m3	6	\$ 5.930,00	\$ 35.580,00
Energía Eléctrica	Kv	150	\$ 966,00	\$ 1.159.200,00
Gas Natural	m3	420	\$ 2.230,00	\$ 936.600,00
Insumos menores (Detergentes industriales, lubricantes, etc.)	Glb	1	\$ 260.000,00	\$ 260.000,00
Total, Insumos/ Día				\$ 8.211.380,00

Fuente: *Elaboración propia*

Cabe aclarar que la estimación del costo de EPS reciclado corresponde a los gastos de transporte y logística requerida para la obtención del material y de ser necesario un pago por la adquisición de este. Así mismo para el cálculo de una tonelada de EPS reciclado se toma como base la densidad de los porones para casetones de losa, siendo estos, 10kg/m3, por tanto, para una tonelada se requieren 100 m3 de porón y se considera el porcentaje de incremento de tamaño de las perlas de poliestireno para equilibrar la proporción con el material reciclado.

1.3. Disponibilidad de Obtención de EPS Reciclado

Entendiendo la necesidad de utilización de una economía circular para la unidad de negocio y partiendo de que cada metro cuadrado de losa aligerada con porones de EPS, requiere en promedio 0,5 metros cuadrados de poliestireno expandido, siendo esta una alta cantidad de material para una sola construcción, el cual genera grandes volúmenes de desperdicios que no son reutilizados por su gran tamaño y dificultad en el manejo y transporte, tal como se observa en la ilustración 7, es que se incluye dentro del proceso el pago y negociación para la adquisición y transporte de estos residuos hasta la planta procesadora.

Ilustración 7
Desperdicios de EPS en construcciones



Fuente: Captura Propia.

Si bien este material es de difícil manejo (residuo y disposición final), y el presente proyecto busca una solución parcial a dicha problemática, en muchas ocasiones se debe pagar por su obtención, razón por la cual es importante desde la estrategia de mercado, hacer alianzas estratégicas con constructoras para garantizar el suministro y mantener los costos de su obtención controlados.

1.4. Ubicación Planta de Producción

1.4.1. Análisis de la Implantación del Centro de Producción

De acuerdo con la evaluación realizada, la propuesta de implantación se determina para el Área Metropolitana de la Ciudad de Medellín, esto teniendo en cuenta que esta región es una zona industrial, comercial y de servicios altamente competitiva, lo anterior analizado bajo su infraestructura de transporte, su ubicación estratégica y el desarrollo de los puertos en la zona de Urabá que hacen de la región un gran polo de desarrollo dentro de América latina.

Ilustración 8
Implantación Centro de Producción



Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Localizacion-de-la-ciudad-de-Medellin_fig1_359427886

La mayoría del comercio exterior de Colombia se realiza mediante puertos marítimos, concesionados por la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), y en este segmento, las inversiones realizadas en los últimos años se han visto reflejadas en el crecimiento de la capacidad portuaria en un 55%, lo que permitió pasar de movilizar 286 millones de toneladas en 2010 a 444 en 2018, aproximadamente. Así lo determina el Plan Nacional de Desarrollo (PND) ‘Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad’, que fue sancionado recientemente por el presidente de la República, donde el Gobierno Nacional se trazó como meta la consecución de nueva infraestructura portuaria en el Urabá Antioqueño, lo que potencializará las exportaciones de

productos que se fabrican en el interior del país, acortando sustancialmente sus tiempos de salida al mar (Ministerio de Transporte , 2019); dicha situación permitirá un fácil acceso a los puertos de Urabá, disminuyendo el costo por fletes de transporte terrestre, además, Antioquia es una región de gran desarrollo del sector de la construcción que facilita el acceso a la materia prima reciclada, producto de esta actividad, y el crecimiento poblacional se orienta al desarrollo de zonas rurales interconectadas por una amplia infraestructura vial con el área metropolitana de Medellín; permitiendo acceder de manera potencial a un mayor número de clientes que requieren construcciones de viviendas rurales dispersas.

1.4.2. Definición de Espacios, Características de la Locación, Características de Redes para uso de Equipos Mecánico e Identificación de Espacios para Almacenaje de Materias Primas y Producto Final

Según la definición de los equipos requeridos y la capacidad de producción de la planta, se definen los siguientes criterios:

1.4.2.1. Áreas Administrativas

Se requiere un área administrativa para 10 empleados con sus respectivos puestos de trabajo, zona de impresión, archivo y cafetín. De acuerdo a los estándares de construcción lo más aconsejable es que cada empleado cuente con 14 metros cuadrados de oficina, incluyendo la parte proporcional de las zonas comunes. Esto significa que, para el trabajo individual, cada empleado debería contar con entre 3 y 4 metros cuadrados (Casique , 2022); teniendo en cuenta lo anterior se requiere un total de 35 m² para trabajo individual y se consideran otros 35 m² para las áreas comunes para un total de 70m².

1.4.2.2. Área de Mantenimiento.

El área de mantenimiento deberá contar con un puesto de trabajo individual del profesional a cargo y un área de almacenamiento de insumos y repuestos para el mantenimiento de los equipos, se consideran 40m².

1.4.2.3. Almacén de materia prima y herramientas

Para el almacenamiento de materia prima se debe considerar el volumen de empaque de las perlas de poliestireno, la cuales vienen en sacos de papel de 25mkg (60x40x25 cms), apilables hasta media altura o en Flecon Bag de hasta 1.200 kg (150x150x200cms). De acuerdo con las necesidades de producción mensual se requieren 1.5 toneladas y teniendo en cuenta los tiempos de importación se debe tener stock para 3 meses, por tanto, se requiere de un espacio para almacenar 4.5 toneladas lo que implica un área mínima de 9 m² más un área de maniobra del montacarga, estimando un total de 80m² para la zona de almacenamiento de materia prima.

1.4.2.4. Zona de almacenamiento material reciclado

Para la producción estimada de un mes se requieren 100m³ de poliestireno recolado, por su bajo peso y alto volumen se puede apilar hasta la altura operativa del montacarga (5 metros), considerando un stock de 2 meses de producción; se estima un área de almacenamiento de material reciclado de 40m².

1.4.2.5. Área de Lavado y secado material reciclado

Para esta zona se debe disponer de un espacio exterior en el área de recibo del material reciclado que tenga fácil acceso a conexión de agua limpia y que permita el lavado y secado del material reciclado una vez recibido, para esto se debe considerar la capacidad máxima de transporte de los camiones usados para la recolección del EPS; se estima una capacidad de 36 m3 para lo que se requiere un área de descarga, lavado y secado de 60 m2.

1.4.2.6. Área de producción

De acuerdo con los equipos fijos y a la información suministrada por el fabricante en relación con las dimensiones de cada uno de ellos, se tiene el cálculo de área de trabajo requerida la cual se estima como una zona de maniobra igual dos veces el área ocupada por el equipo, con el fin de garantizar las condiciones de seguridad en el trabajo.

Tabla 7
Áreas Requeridas por Equipos

<i>Equipos</i>	<i>Dimensiones L x W x H (m)</i>	<i>Área bruta equipo (m2)</i>	<i>Área de trabajo requerida (m2)</i>
Pre Expansor EPS compacto	2.0x2.0x3.8	4	8
Extrusor de ICF	4.70x2.24x3.68	10,528	21,056
Recicladora de EPS	1.84x6.80x1.90	12,512	25,024
Tolva de almacenamiento	2.5x2.5x5	6,25	12,5
Total, Equipos Fijos			66,58

Fuente: Elaboración propia

Además, se deben contar con las circulaciones internas de 130 m2 , conservando el mismo criterio de seguridad.

1.4.2.7. Almacenamiento producto terminado

De acuerdo a la estimación de la producción mensual de 3.500 m² al mes de bloques ICF de 15 cm de espesor, esto es equivalente a un volumen de 525 m³ al mes, utilizando factores de disponibilidad de almacenamiento del 100% se requiere almacenar alrededor de 525 m³ de producto terminado con una altura máxima de cinco metros, esto es 210 m² de área de almacenamiento bruto, considerando separaciones entre lotes y zonas de circulación seguras el área de almacenamiento requerida se pondera igual al área bruta, esto es 210 m².

Tabla 8
Total, área requerida de planta de producción.

<i>Nombre</i>	<i>Área requerida en m²</i>
Oficinas Administrativas	70
Área de Mantenimiento.	40
Almacén de materia prima y herramientas	80
Zona de almacenamiento material reciclado	40
Área de Lavado y secado material reciclado	60
Área de producción	197
Almacenamiento producto terminado	210
Total Área Planta de Producción	697

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta el mercado inmobiliario actual de bodegas de tipo industrial en Medellín y su Área Metropolitana, el cual oscila entre los \$15.000.000 y los \$18.000.000 para áreas entre 650 y 800 m³, Para el caso del presente proyecto se tomará como dato de referencia un costo promedio de \$16.000.000 de pesos de alquiler, dicha información es suministrada mediante fuentes especializados en este tipo de propiedades como la citada a continuación.

(Bodegas y Construcciones , 2024)

1.5. Proceso de Producción

Para el proceso de producción de bloques de ICF a base de EPS reciclado debemos considerar los dos componentes que lo conforman, esto es la fase de producción de perlas de poliestireno expandido y la fase de procesamiento de EPS reciclado. El proceso de transformación del Poliestireno Expandido se fundamenta en tres etapas, siendo estas:

- **1 etapa: Pre-expansión.**

La materia prima ingresa como plástico de poliestireno (perlas de poliestireno), estas se expanden dentro de una cámara de vapor, que a su vez se calientan en máquinas pre- expansoras, con vapor de agua a temperaturas situadas entre los 120 y 200°C, haciendo que las perlas de poliestireno reaccionen con el pentano, inflando estas hasta alcanzar 40 veces su tamaño original.

En el proceso de pre-expansión, las perlas compactas de la materia prima se convierten en perlas ligeras de plástico celular con pequeñas celdillas cerradas que contienen aire en su interior.

- **2 etapa: Reposo intermedio y estabilización.**

Al enfriarse las partículas recién expandidas se embolsan en silos de tela, creando un vacío interior el cual se compensa con la penetración de aire por difusión. De este modo las perlas alcanzan una mayor estabilidad mecánica y mejoran su capacidad de expansión. Este proceso se desarrolla durante el reposo intermedio del material pre-expandido en silos ventilados. Al mismo tiempo se secan las perlas.

- **3 etapa: Expansión y moldeo final.**

En esta etapa las perlas pre expandidas y estabilizadas se transportan a una máquina de formación de bloques (moldes), cuantas más perlas se colocan en la maquina por metro cubico más denso será el producto, donde nuevamente se les inyecta vapor de agua y las perlas se soldan entre sí, proceso que tiene una duración de 20 min aproximadamente dependiendo de la densidad; es importante el pesado después de este proceso para asegurar que cumpla las especificaciones técnicas requeridas.Lo anterior teniendo en cuenta la información suministrada en el estudio de título “Propuesta para el re-uso de poliestireno expandido en la Industria de la construcción”. (García Rivera, León Romero, & Sierra Quintero, 2019)

1.5.1. Procesamiento del EPS reciclado.

De la correcta selección del material reciclado depende el éxito del uso en el proceso productivo, por eso se incluyen parámetros de selección que prioricen los casetones para losa tipo porón protegidos con plástico que se encuentren en buen estado, esto para reducir el proceso de lavado y secado de la materia prima. Tenido en cuenta esta consideración el procesamiento del material reciclado se plante en dos etapas:

- **1 etapa: recepción y limpieza:**

Consiste en la recepción, retiro de recubrimiento plástico y lacado superficial manual con detergentes no abrasivos y con cepillos de cerda suaves, esto para retirar cualquier tipo de contaminación superficial y dejar el bloque de EPS listo en zona de secado para el triturado.

- **2 etapa: Triturado, tamizaje y almacenamiento:**

Cuando el material esté seco, se procede a procesarlo en la maquina trituradora y tamizadora, el cual deja el material en tamaños similares a las perlas de poliestireno expandido vírgenes y almacenadas en los silos respectivos.

1.5.2. Extrusión de Bloques ICF

Una vez se tienen los insumos almacenados en los respectivos silos de tamaños similares, se inicia el proceso de extrusión de los bloques ICF para lo que se dispone de dos máquinas de extrusión, una para bloques rectos de 15 cms de ancho y otra para bloques en T y L de 15cms de ancho, cada una con los respectivos juegos de moldes; en caso de requerirse producción moldes de otras denominaciones, se deberá programar la producción con el uso de moldes requeridos.

- **1 etapa Mezcla de Materia Pirma:**

Según la densidad requerida, se mezcla material reciclado con el EPS nuevo para alimentar las maquinas extrusoras.

- **2 Etapa Extrusión:**

Una vez dispuesta la mezcla de perlas EPS que alimentan las maquinas extrusoras usando vapor a alta temperatura y por medio de moldes en aluminio comprimen las perlas dando forma e los Bloques ICF.

- **3 etapa Control de Calidad:**

Con los bloques ya extruidos de hace la verificación de calidad según las especificaciones del cliente y del manual de calidad del proceso productico para validad la idoneidad del lote producido.

- **4 etapa Almacenamiento:**

Se almacenan los bloques según el lote en producción, correspondiente a cada unidad de edificación que fabrica en la planta, con su respectiva identificación de control.

1.5.3. *Estimación de la Capacidad de Producción*

Teniendo en cuenta la maquinaria a utilizar y apuntado a una productividad de trabajo entre un 80% a un 85% de eficiencia/ hora, se considera la capacidad productiva:

1. Con la maquinaria mencionada para un turno de 8 horas de producción se estima obtener 500 metros cuadrados por día.
2. Se consideran como días hábiles solo 20 días del mes.
3. Se considera la producción para 12 meses del año, descontando los días feriados.
4. Para la unidad de negocio propuesta se estima un metraje de vivienda rural dispersa de 250 metros cuadrados.
5. Teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas se estima:

Tabla 9
Estimaciones Capacidad Productiva.

Casas Unidad de negocio m2	Casas/Días	Casas/Mes	Casas/Año
250	0,7	14	168
Total, metros cuadrados /turno	175 metros cuadrados	3,500 metros cuadrados	42,000 metros cuadrados

Fuente: Elaboración propia.

1.5.4. Requisitos de Calidad y Controles de Calidad de la Unidad de Negocio

Los requisitos de calidad y controles de calidad propuestos para la unidad de negocio son:

1.5.4.1. Requisitos de Calidad

Los requisitos de calidad a tener en cuenta son:

1. Verificación de la composición de las materias primas EPS, verificando que en su mayoría estén libres de agentes contaminantes que no puedan ser removidos durante el proceso de lavado, asegurando que la densidad de las perlas obtenidas sea la adecuada para la etapa de extrusión de bloques.
2. Para el proceso de fabricación se tendrán en cuenta los siguientes factores los cuales deberán ser verificados por la sección producción:
 - Control de proporciones y velocidades de mezcla de la materia prima a utilizar, esto con la finalidad de generar la homogeneidad correspondiente y de esta manera poder obtener la compresión deseada y el aislamiento térmico correcto del material.
3. Aseguramiento de Calidad mediante muestreo aleatorio para determinación de estado de lotes de producción.
4. Se verificación y cumplimiento a la normatividad y Certificaciones vigentes.

1.5.4.2. Controles de calidad

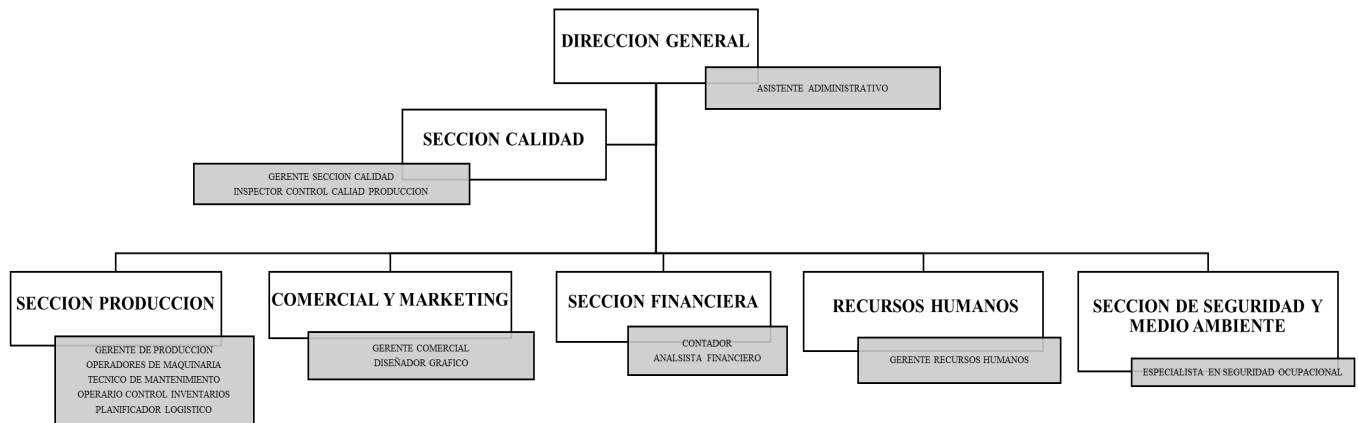
Los controles de calidad que se tendrán a lo largo del proceso de fabricación y obtención del componente final son:

1. Inspección del EPS reciclados de tal manera que se evidencie que el material es apto para utilización.
2. Monitoreo en tiempo real de variables de producción como temperatura de moldeo, velocidad de mezcla, aplicación de moldes entre otros.
3. Cumplimiento del programa de mantenimiento de todas las herramientas y maquinarias requeridas para el proceso de fabricación.
4. Pruebas aleatorias de producto final, determinando controles visuales y técnicos del material.
5. Monitoreo y control de documentación de fabricación y materias primas.
6. Capacitación permanente del personal operario.

1.6. Personal Requerido

Teniendo en cuenta el objetivo de la idea de negocio presentada y de acuerdo con los diferentes requerimientos planteados para cada una de las etapas de desarrollo se tiene como organigrama establecido:

Ilustración 9
Organigrama Idea de Negocio



Fuente: Elaboración Propia.

Partiendo del organigrama presentado se tiene que los perfiles y algunas de las funciones a ejercer del personal requerido para el desarrollo de la idea de negocio son:

Tabla 10
Perfiles y Funciones

Cargo	Perfil Profesional	Funciones Principales
Dirección General		
Director General	Experto en gestión estratégica y liderazgo. Experiencia en dirección de empresas.	Definir la visión y estrategia general, tomar decisiones clave, supervisar todas las áreas de la empresa.
Asistente Administrativo	Habilidades organizativas y administrativas.	Apoyar en tareas administrativas y gestionar documentación.
Sección Calidad		
Gerente de Calidad	Experto en control de calidad y normativas.	Asegurar el cumplimiento de estándares de calidad, supervisar el equipo de calidad.
Inspector Control Calidad producción	Formación en ingeniería o calidad. Experiencia en inspección.	Realizar pruebas y controles de calidad, registrar y reportar resultados.
Sección Producción		
Gerente de Producción	Ingeniero industrial o con experiencia en producción. Conocimientos en gestión de operaciones.	Supervisar la producción, gestionar equipos, asegurar la calidad del producto, optimizar procesos.
Operadores de Maquinaria	Formación técnica en manejo de maquinaria.	Operar máquinas para la producción de bloques, mantener la maquinaria en buen estado.
Técnico de Mantenimiento	Formación técnica en mantenimiento industrial.	Realizar mantenimiento preventivo y correctivo en maquinaria y equipos.
Operario Control de Inventarios	Experiencia en gestión de inventarios.	Controlar el inventario de materias primas y productos terminados, gestionar pedidos.
Planificador de Logística	Experiencia en planificación logística.	Planificar rutas de transporte, gestionar la logística de distribución.
Comercial y Marketing		
Gerente Comercial	Experiencia en estrategia de mercadeo y ventas.	Desarrollar estrategias de marketing y ventas, supervisar equipos de mercadeo y ventas.
Diseñador Gráfico	Formación en diseño gráfico.	Crear material visual para campañas publicitarias y contenido digital.
Sección Financiera		
Contador	Formación en contabilidad y auditoría.	Gestionar la contabilidad, preparar informes financieros, cumplir con regulaciones fiscales.

Analista Financiero	Experiencia en análisis financiero.	Realizar análisis financieros, elaborar proyecciones y presupuestos.
Recursos Humanos		
Gerente de Recursos Humanos	Experto en gestión de recursos humanos.	Supervisar la contratación, capacitación, y gestión de personal.
Sección de Seguridad y Medio Ambiente		
Especialista en Seguridad Ocupacional	Experiencia en seguridad laboral.	Implementar y supervisar políticas de seguridad en el trabajo.

Fuente: Elaboración Propia.

Teniendo en cuenta la normatividad legal vigente en Colombia bajo el Código Sustantivo del trabajo las modalidades seleccionadas acorde a la idea de negocio, los costos de personal requerido se evidencian en las tablas 11, 12 y 13 siendo estas:

Tabla 11
Modalidades de Contratación

Modalidad de Contratación		
Contrato a Término Indefinido		Contrato a Término Fijo o Contrato por Obra
Director General	Contador	Técnico de Mantenimiento
Gerente de Calidad	Analista Financiero	Asistente Administrativo
Inspector Control Calidad	Gerente de Recursos Humanos	Diseñador Gráfico
Auditor Financiero	Planificador de Logística	
Gerente de Producción	Especialista en Seguridad Ocupacional	
Operadores de Maquinaria	Gerente Comercial	
Operario Control de Inventarios		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12
Estimación Costo Personal Operativo

<i>Cargo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tipo Contrato/ Dedicación</i>	<i>Salario</i>	<i>Factor Prestacional</i>	<i>Costo Total</i>
Operario de Maquinaria	4	100%	\$ 1.800.000,00	1,6	\$ 11.520.000,00
Técnico de Mantenimiento	1	100%	\$ 2.500.000,00	1,6	\$ 4.000.000,00
Operario Control de Inventarios	1	100%	\$ 1.800.000,00	1,6	\$ 2.880.000,00
Planificador de Logística	1	100%	\$ 2.500.000,00	1,6	\$ 4.000.000,00
Total Costo Personal Operativo (mes)					\$ 22.400.000,00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13

Estimación Costo Personal Administrativo

<i>Cargo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tipo Contrato/ Dedicación</i>	<i>Salario</i>	<i>Factor Prestacional</i>	<i>Costo Total</i>
Director General/Gerente de Recursos Humanos	1	100%	\$ 8.000.000,00	1,6	\$ 12.800.000,00
Gerente de Producción/Calidad	1	100%	\$ 5.000.000,00	1,6	\$ 8.000.000,00
Gerente Comercial	1	100%	\$ 5.000.000,00	1,6	\$ 8.000.000,00
Inspector Control Calidad	1	100%	\$ 2.500.000,00	1,6	\$ 4.000.000,00
Contador	1	50%	\$ 5.000.000,00	0	\$ 2.500.000,00
Analista Financiero	1	100%	\$ 2.500.000,00	1,6	\$ 4.000.000,00
Especialista en Seguridad Ocupacional	1	100%	\$ 3.600.000,00	1,6	\$ 5.760.000,00
Asistente Administrativo	1	100%	\$ 2.500.000,00	1,6	\$ 4.000.000,00
Diseñador Gráfico	1	50%	\$ 5.000.000,00	0	\$ 2.500.000,00
Total Personal Administrativo (mes)					\$ 51.560.000,00

Fuente: Elaboración Propia.

1.7. Mobiliario y Requerimientos Administrativos

Partiendo de la capacidad instalada analizada para el funcionamiento de la idea de negocio, los requerimientos de mobiliario y administrativos se expresan en la tabla 14, siendo estos:

Tabla 14

Mobiliario y Requerimientos Administrativos.

Elemento	Cantidad	Descripción	Costo Estimado por Unidad COP	Costo Total Estimado COP
Espacios Individuales Administrativos				
Escritorios	10	Escritorios de oficina (1.20m x 0.60m) con compartimentos.	\$ 700.000,00	\$ 7.000.000,00
Sillas de Oficina	10	Sillas ergonómicas ajustables.	\$ 200.000,00	\$ 2.000.000,00
Archiveros y Módulos de Almacenamiento	5	Archiveros verticales u horizontales para documentos.	\$ 550.000,00	\$ 2.750.000,00
Software Operación	1	Sistema operativo	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00
Total, Espacios Individuales Administrativos				\$ 16.750.000,00
Espacios de Soporte				
Muebles para Equipos de Oficina	5	Muebles para impresoras, fotocopadoras y otros equipos.	\$ 800.000,00	\$ 4.000.000,00

Tableros de Anuncios y Pizarras	2	Tableros de corcho o pizarras blancas para planificación.	\$	250.000,00	\$	500.000,00
Mesas de Reuniones	1	Mesas de reuniones para 6-8 personas.	\$	5.850.000,00	\$	5.850.000,00
Sillas de Reunión o Sillas de Visitas	8	Sillas cómodas para visitantes y reuniones informales.	\$	200.000,00	\$	1.600.000,00
Sistema de Sonido y Video Sala de Reuniones	1	sistema de sonido y proyección	\$	3.500.000,00	\$	3.500.000,00
Total, Espacios de Soporte					\$	15.450.000,00
Áreas de Descanso						
Muebles de Descanso	2	Sofás o sillas cómodas para áreas de descanso.	\$	1.200.000,00	\$	2.400.000,00
Mesas de Café	1	Mesas bajas en áreas de descanso para colocar bebidas.	\$	450.000,00	\$	450.000,00
Electrodomésticos Cafetería	1	Cafetera, hornos microondas entre otros.	\$	3.500.000,00	\$	3.500.000,00
Total, Áreas de Descanso					\$	6.350.000,00
Áreas de Recepción y Atención al Cliente						
Mostrador de Recepción	1	Mostrador de recepción con espacio para computadoras y material de oficina.	\$	3.750.000,00	\$	3.750.000,00
Sillas para Recepción	3	Sillas cómodas y de aspecto profesional para la sala de espera.	\$	350.000,00	\$	1.050.000,00
Total, Áreas de Recepción y Atención al Cliente					\$	4.800.000,00
Otros Requerimientos						
Suministros	1	Papelería, lápices, marcadores entre otros.	\$	2.000.000,00	\$	2.000.000,00
Accesorios de Oficina	1	Organizadores de escritorio, portapapeles, y otros accesorios.	\$	1.000.000,00	\$	1.000.000,00
computadores	10	Computadores para oficina y labores administrativas, características generales de funcionamiento y sistema de operación.	\$	2.700.000,00	\$	27.000.000,00
Total, Otros Requerimientos					\$	30.000.000,00
Total, Requerimientos Administrativos					\$	73.350.000,00

Fuente: Elaboración Propia.

1.8. Conclusión Viabilidad Técnica

Después de analizar y verificar las condiciones técnicas de la idea de negocio propuesta, en cuanto a la caracterización de procesos, disponibilidad de recursos materiales, humanos y maquinaria requerida; se concluye, que existen las condiciones técnicas de viabilidad para llevar a cabo su implementación. También fue posible cuantificar y valorar dichos recursos para adelantar la verificación de la viabilidad financiera del proyecto.

Capítulo 2. Viabilidad Financiera

2.1. Estimación de Costos Planta de Producción

De los resultados obtenidos en la viabilidad técnica asociados a la capacidad productiva, el personal requerido y tomando como unidad de medida el m2 de mampostería estructural en bloque ICF, se obtienen los costos directos e indirecto del proceso de producción siendo estos:

Tabla 15
Costos Directos De Producción (Mes)

<i>Concepto</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor Unitario</i>	<i>Valor Total</i>
Materia Prima e Insumos				
Polímero grado F auto extingüible	Ton	0,6	\$ 7.700.000,00	\$ 4.620.000,00
EPS reciclado	Ton	0,1	\$ 12.000.000,00	\$ 1.200.000,00
Agua tratada	m3	6	\$ 5.930,00	\$ 35.580,00
Energía Eléctrica	Kv	150	\$ 966,00	\$ 144.900,00
Gas Natural	m3	420	\$ 2.230,00	\$ 936.600,00
Insumos menores (Detergentes industriales, lubricantes, etc.)	Gal	1	\$ 260.000,00	\$ 260.000,00
Mano de Obra				
Costos Operarios (tuno 8 Hrs)	mes	1	\$ 22.400.000,00	\$ 22.400.000,00
Total, Costos de Producción (mes)				\$ 29.597.080,00
Total, Costos de Producción (año)				\$ 355.164.960,00

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16
Costos Indirectos (Mes)

<i>Concepto</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor Unitario</i>	<i>Valor Total</i>
Personal Administrativo	mes	1	\$ 51.560.000,00	\$ 51.560.000,00
Gastos de funcionamiento de oficina	mes	1	\$ 4.500.000,00	\$ 4.500.000,00
Alquiler de Planta	mes	1	\$ 16.000.000,00	\$ 16.000.000,00
Total, Costos Indirectos (mes)				\$ 72.060.000,00
Total, Costos Indirectos (año)				\$ 864.720.000,00

Fuente: Elaboración Propia.

2.1.2. Proyección de Ventas

De acuerdo con la estimación de los costos directos e indirectos, se requiere calcular el valor bruto de producción por unidad de producto, esto es, el costo de producción de un metro cuadrado (m²) de Bloque ICF, lo anterior con la finalidad de determinar el margen de utilidad esperado por unidad de producto y así obtener el valor comercial base y verificar que tan competitivo es este valor en el mercado. Para eso se plantea calcular el total de los costos y el volumen del total de la capacidad de producción de la planta, como se muestra continuación teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los Bloques ICF son un producto nuevo en Colombia y se debe hacer un plan de promoción y mercadeo amplio que permita la incursión en un mercado muy tradicionalista, por eso se debe considerar es su primer año un 60% de su capacidad de producción total e incrementos anuales de un 10% en la producción.
- De acuerdo con el estudio de capacidad de producción se pueden fabricar un total de 168 casa al año de hasta 250 m², esto es alrededor de 42.000 m² de bloques ICF.

- Las estimaciones iniciales de producción se realizaron en una sola línea de producción, en caso de incrementarse la demanda, se podría duplicar con la adquisición de una segunda línea.
- De acuerdo con indicadores del DANE y de agremiaciones como CAMACOL, se espera un incremento en ventas del 5% en cada anualidad para el sector de la construcción en Colombia.

Estimación Volumen de Producción

A partir de lo anterior en las tablas 17 y 18 se presentan las estimaciones por volumen de producción para un margen de 10 años, siendo estos respectivamente:

Tabla 17

Volúmenes de venta x año

	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
<i>Volumen de Ventas m2</i>	25200	27720	30492	33541,2	36895,3	40584,9	44643,3	49107,7	54018,4	59420,3

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18

Valor neto producto unidad de producto

Descripción	Unidad	Total
Total, Costo de Producción	año	\$ 355.164.960,00
Total, Costo Administrativo	año	\$ 864.720.000,00
Total, Costos	año	\$ 1.219.884.960,00
Capacidad Total de producción anual Estimada	m2	42.000,00
Volumen producción estimada 1er año	m2	25.200,00
Costo bruto unidad de producto		\$ 48.408,13
Costo Total con margen de utilidad	m2	\$ 58.089,76

Fuente: Elaboración Propia.

Para verificar el costo de oportunidad del producto en el mercado, es necesario realizar el análisis de costo unitario comparativo con el proceso constructivo equivalente actualmente en el mercado; se debe considerar que los bloques ICF representan como tal un sistema de encofrado

aligerado para la construcción de edificaciones con mampostería estructural como sistema de soporte, y que su equivalente en el mercado sería la mampostería estructural en bloque de concreto hueco de 15cms de espesor.

Para adelantar el análisis planteado, se comparan el costo del metro cuadrado de muro estructural encofrado en bloque ICF y en bloque de concreto con el fin de verificar su costo unitario final, sin considerar las propiedades mecánicas adicionales que proporciona el bloque ICF. Como resultado se obtiene que el costo unitario de muro estructural en bloque de concreto es de \$190.303 y el muro estructural en bloque ICF es de \$160.853 lo representa una reducción del 15.4% del costo directo con la utilización de bloques ICF (Ver anexo Análisis de Precios Unitarios). La reducción más representativa se obtiene, como era de esperarse, en la mano de obra y la reducción del tiempo de ejecución reflejada en los rendimientos de obra.

2.1.3. Consolidación de Flujo de Inversión del Proyecto

A partir de los datos y requerimientos para la unidad de negocio se tiene como total de inversiones requerido:

Tabla 19
Inversión Requerida

Descripción	Valor
Equipos	\$ 445.815.250,00
Herramientas y mobiliario de Producción	\$ 40.912.000,00
Mobiliario y Equipos de oficina	\$ 73.350.000,00
Total, gastos de funcionamiento (primer año)	\$ 1.219.884.960,00
Total, Inversión	\$ 1.779.962.210,00

Fuente: Elaboración Propia.

La inversión requerida para la idea de negocio se plantea con un año cero, donde se requiere adquirir los equipos y mobiliario de la planta y en el año 1 se plantea la inversión de los gastos totales de operación, tal como se observa en la tabla 20.

Inversión en Equipamiento / Maquinaria	560.077											
Inversión en capital de trabajo (KT)		1.219.885										
FLUJO DE CAJA NETO	-560.077	-437.460	876.194	980.141	1.095.323	1.222.907	1.364.176	1.520.547	1.693.576	1.884.982	2.096.656	
FLUJO DE CAJA NETO ACUMULADO	-560.077	-997.537	-121.343	858.798	1.954.121	3.177.028	4.541.205	6.061.751	7.755.327	9.640.309	11.736.965	

Tasa de descuento	20%											
Valor terminal	10.384.324											
Flujo de Caja Con Valor Terminal	-560.077	-437.460	876.194	980.141	1.095.323	1.222.907	1.364.176	1.520.547	1.693.576	1.884.982	12.480.979	
Valor Presente Neto sin Valor Terminal	3.249.766											
Valor Presente Neto con Valor Terminal	4.926.892											
TIR sin Valor Terminal	73%											
TIR con Valor Terminal	75%											
Capital total Requerido	-997.537											
Recursos comprometidos primeros 2 años	-997.537											

Fuente: Elaboración Propia.

El flujo de caja neto es negativo en los dos primeros años debido a las inversiones, con un saldo de -560.077.250 COP en el año 0 y -437.459.525 COP en el año 1. Sin embargo, a partir del año 2, se torna positivo, con un flujo de 876.194.145 COP, que crece consistentemente hasta alcanzar 2.096.655.522 COP en el año 10.

El flujo de caja neto acumulado se vuelve positivo en el año 4, alcanzando 1.954.121.306 COP, y continúa creciendo hasta 11.736.964.584 COP en el año 10; este flujo de caja muestra que el proyecto es financieramente viable y altamente rentable. Aunque las inversiones iniciales son significativas, el flujo de caja positivo y la utilidad neta después de impuestos, junto con una TIR alta, indican un proyecto con un fuerte retorno sobre la inversión a lo largo del tiempo

2.2.2. Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno

El proyecto presenta una TIR del 73% sin valor terminal y 75% con valor terminal, superando la tasa de descuento del 20%, lo que lo hace atractivo desde el punto de vista financiero;

el VPN sin valor terminal es de 3.249.766.135 COP y con valor terminal alcanza 4.926.892.402 COP, indicando un valor significativo para los inversionistas.

2.2.3. Análisis de Resultados

La idea de negocio con una TIR (Tasa Interna de Retorno) del 75%, un EBITDA (Beneficio Antes de Intereses, Impuestos, Depreciación y Amortización) del 76% y un VPN (Valor Presente Neto) de \$4.926.892 permite indicar una alta rentabilidad, siendo para cada caso:

- TIR del 75%, indica que el proyecto generará un retorno sobre la inversión del 75% anualmente, lo que es muy alto y sugiere un proyecto muy rentable.
- EBITDA del 76%, en promedio anual, muestra que el proyecto tiene un margen de beneficio muy amplio antes de considerar gastos financieros y no operativos, lo que indica una salud financiera sólida.
- VPN de \$4.926.892 representa el valor actual de los flujos de caja futuros del proyecto, descontados a una tasa de descuento adecuada, lo que indica que el proyecto generará un valor significativo en el futuro.

2.3. Conclusiones de Viabilidad Financiera

Teniendo en cuenta los valores financieros obtenidos durante el desarrollo del capítulo 2. Viabilidad Financiera, es posible determinar que la unidad de negocio propuesta cuenta con viabilidad positiva para el desarrollo del proyecto, esto basado en los valores de TIR del 75%, del EBITDA del 76% y del VPN de \$4.926.892 obtenidos después de analizar todos los factores y consideraciones técnicas, administrativas y funcionales requeridas.

Capítulo 3. Análisis de Mercado

3.1. Estado Actual del Mercado

El mercado colombiano para la construcción de viviendas rurales dispersas está experimentando un crecimiento significativo, esto teniendo en cuenta las crecientes tendencias como lo son el crecimiento rural, la utilización de viviendas para turismo, construcciones sostenible e innovación en materiales eco amigables; de esta misma manera es posible observar las necesidades actuales del mercado las cuales están enmarcadas en 03 aspectos relevantes, siendo estos:

1. Accesibilidad
2. Calidad
3. Sostenibilidad ambiental.

Partiendo de estos elementos, la población objetivo y los segmentos de mercado potenciales del proyecto se encuentra tipificado en:

- **Vivienda de Interés Social (VIS) en Zonas Rurales:** Esto teniendo en cuenta los diferentes programas, subsidios y beneficios financieros a nivel nacional otorgados a quienes adquieran este tipo de viviendas, buscando reducir el déficit habitacional de la población más vulnerable; este sector de mercado es de alto impacto teniendo en cuenta que se cuenta con una base de financiamiento público y más cuando estos proyectos usan tecnologías sostenibles y eficientes como los bloques ICF.
- **Viviendas para Clase Media-Alta o Vivienda turística o de descanso:** Este mercado en Colombia ha mostrado una tendencia creciente, buscando mejorar su

calidad de vida a través de inversiones en viviendas más modernas y sostenibles, siendo sensible a factores como la eficiencia energética, la estética y durabilidad de las construcciones; las oportunidades ofrecidas por este sector se ven reflejadas en elementos como construcciones a base de conciencia ambiental y la personalización y diseño para la exclusividad.

3.2. Identificación de Posibles Competidores

Los posibles competidores para la idea de negocio propuesta se encuentran enmarcado de la siguiente manera:

Tabla 22
Competidores Idea de Negocio

Competidores Directos	Competidores indirectos
<ul style="list-style-type: none"> • Empresas de construcción tradicional (ladrillo, concreto, etc.). • Fabricantes de bloques de concreto. • Empresas de construcción modular. • Empresas recicladoras de porones de EPS 	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas de construcción sostenible (paneles solares, energía eólica, etc.). • Proveedores de materiales reciclados. • Empresas de diseño y construcción de viviendas prefabricadas.
Competidores Emergentes	
<ul style="list-style-type: none"> • Empresas de impresión 3D de viviendas. • Startups de construcción sostenible. 	

Fuente: Elaboración Propia.

3.3. Socios Comerciales

Para determinar posibles socios comerciales en la idea de negocio desarrollada, se identifican una serie de gestores clave que puedan agregar valor en las diversas etapas del negocio, siendo estos:

Tabla 23
Socios Comerciales

Proveedores de EPS Reciclado	Instituciones Financieras y Fondos de Inversión Verde
Reciclados Industriales S.A.S., EcoPolymer y otras que ya operan en el reciclaje de plásticos en Colombia, constructoras que requieran disposición final del EPS utilizado para formaletas en losas.	Bancos como Bancolombia y Banco de Bogotá, que tienen líneas de crédito enfocadas en proyectos verdes, y fondos de inversión como Fondo de Energías Renovables y Sostenibilidad (FENOGE).
Empresas Constructoras y Desarrolladores Inmobiliarios	Gobierno y Programas de Vivienda Social
Constructora Coninsa, Arquitectura y Concrerto, y empresas constructoras que trabajan en proyectos de vivienda de interés social o en desarrollos rurales, oficinas de arquitectos y desarrolladores de proyecto de vivienda particulares.	El Fondo Nacional del Ahorro (FNA) y otros programas gubernamentales que financian y promueven la construcción de viviendas rurales sostenibles; el banco agrario, entidades municipales y Gobernaciones.
Universidades y Centros de Investigación	Distribuidores, Comercializadores de Materias Primas
Universidades como la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de los Andes, que cuentan con departamentos de ingeniería y arquitectura especializados en sostenibilidad.	Homecenter, Construrama, y Corona, empresas con una amplia red de distribución de materiales en todo el país.

Fuente: Elaboración Propia.

3.3. Mercadeo

Conociendo y entendiendo la diversificación comercial actual para los diferentes productos en el país, los posibles mecanismos de publicidad que aplican a la idea de negocio, se encuentran en mercados en las siguientes formas:

- Publicidad en línea.

- Ferias y eventos de construcción.
- Redes sociales.

Partiendo de estos medios de publicidad establecidos, los canales de distribución y venta propuestos para la unidad de negocio son:

- Ventas directas.
- Alianzas estratégicas con constructores y diseñadores.
- Tiendas en línea.

3.5. Conclusiones Análisis de Mercado

Teniendo en cuenta los factores analizados en el capítulo anterior y entendiendo que en Colombia existen una gran variedad de competidores tradicionales, es viable la aplicación de estrategias que permitan incursionar en dicho mercado, convirtiendo al ICF en una tecnología clave para enfrentar el desafío habitacional en las zonas rurales del país.

4. Discusión de Resultados

4.1 Viabilidad Técnica.

Después de analizar cada una de las variables, los resultados del análisis de viabilidad técnica muestran que el proyecto de fabricación de bloques ICF a base de EPS reciclado es factible desde un punto de vista técnico. Los equipos y procesos necesarios para producir los bloques están disponibles en el mercado, y la tecnología existente permite la producción eficiente de bloques de

alta calidad que cumplen con los estándares de aislamiento térmico y acústico, además de otras ventajas que lo hacen más eficiente y atractivo en el mercado.

El uso de EPS reciclado como material principal es una innovación clave que no solo cumple con los requisitos técnicos de resistencia, sino que también contribuye a la sostenibilidad del proyecto, un punto cada vez más relevante en el sector de la construcción. En comparación con otros métodos tradicionales de construcción, como el ladrillo o concreto, el uso de bloques ICF reduce los tiempos de construcción y ofrece beneficios significativos en términos de ahorro energético.

Si bien el sistema constructivo con bloques ICF ya existe hace varias décadas en otros países del mundo, en Colombia se hace necesario implementar campañas de penetración y sensibilización de las propiedades mecánicas del producto, tanto a constructores como al público en general.

4.2. Viabilidad Financiera

En términos financieros, el proyecto muestra una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 75% con valor terminal, y un Valor Presente Neto (VPN) de \$4.926.892.000 (COP). Estos indicadores sugieren que el proyecto no solo es viable, sino que también muy rentable. Los flujos de caja positivos desde el segundo año, y la recuperación de la inversión a partir del cuarto año, refuerzan la viabilidad financiera a largo plazo.

Aunque las inversiones iniciales son considerables debido a los costos de maquinaria y capital de trabajo, la rentabilidad proyectada es significativamente alta, lo que convierte al proyecto en una oportunidad atractiva para los inversionistas. La alta demanda proyectada de

viviendas sostenibles y la capacidad de los bloques ICF para reducir costos de operación en construcciones rurales son factores que fortalecen la viabilidad económica del proyecto.

4.3. Sostenibilidad y Beneficios Ambientales

Un aspecto clave discutido es el impacto ambiental positivo del proyecto. La utilización de EPS reciclado como principal insumo reduce de manera significativa la cantidad de residuos de poliestireno que de otra manera terminarían en rellenos sanitarios, y que son conocidos por su lenta biodegradabilidad. El hecho de que el EPS pueda tardar hasta 500 años en degradarse, y que su disposición inadecuada contribuya a la contaminación del suelo y del agua, hace que este proyecto sea altamente relevante desde una perspectiva ambiental.

Adicionalmente, los bloques ICF proporcionan un aislamiento térmico superior, lo que se traduce en menores costos energéticos para los habitantes de las viviendas construidas con este material, promoviendo el ahorro energético en climas extremos. Esto refuerza la contribución del proyecto a la sostenibilidad y su alineación con las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

4.4. Desafíos del Mercado

Si bien el análisis de mercado muestra un alto potencial en el segmento de vivienda rural dispersa y clase media, existen algunas barreras que podrían limitar la expansión inicial del proyecto. Uno de los principales desafíos es la competencia con materiales de construcción tradicionales, que

todavía dominan el mercado colombiano. Los bloques ICF aún no son ampliamente conocidos, lo que podría dificultar la adopción en las primeras etapas del proyecto.

Para enfrentar estos desafíos, es necesario desarrollar estrategias de diferenciación basadas en la innovación, la sostenibilidad, y los beneficios a largo plazo que ofrecen los bloques ICF en términos de ahorro energético y menor impacto ambiental. Además, la formación de alianzas estratégicas con empresas constructoras y arquitectos puede ser crucial para la introducción y adopción de esta tecnología en el mercado local.

5. Conclusiones

1. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la definición de los aspectos para determinar la viabilidad técnica de la unidad de negocio propuesta, es posible concluir que, con los recursos actualmente disponibles tanto físicos como humanos en el mercado nacional e internacional, es factible llevar a cabo la construcción de bloques ICF en el Área Metropolitana de Medellín. Esta afirmación se fundamenta en la disponibilidad de adquisición de herramientas, maquinaria, insumos, materias primas, zonas de operación y personal técnico y administrativo requerido.
2. A partir de los datos financieros obtenidos, que están directamente relacionados con los costos necesarios para la adquisición de herramientas, maquinaria, insumos, materias primas, zonas de operación y la contratación de personal técnico y administrativo, podemos concluir que la ejecución de la idea de negocio es financieramente viable. Esta afirmación se respalda en los valores de

la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Presente Neto (VPN) y el comportamiento del flujo de caja donde se aprecia el tiempo que se tardara en recuperar la inversión inicial y la reinversión en capital de trabajo, que son del 75%, \$4.926.892.000 (COP) y dos años respectivamente.

3. De acuerdo con la información recopilada para el análisis de mercado, podemos concluir que la comercialización de bloques ICF presenta un alto potencial en el segmento de vivienda social en las zonas rurales dispersas de Colombia. La ejecución de esta idea de negocio es viable, considerando las tendencias hacia la implementación de proyectos sustentables y eficientes, que favorecen un desplazamiento de las construcciones tradicionales hacia una economía verde, determinando que la idea de negocio propone una solución eficiente a problemáticas de la construcción tradicional, impactando positivamente este nicho de mercado.

6. Recomendaciones

- Teniendo en cuenta el potencial que proporciona las propiedades mecánicas de los bloques de ICF es recomendable implementar programas de investigación y pruebas que permitan optimizar la mezcla en proporción del EPS reciclado con el EPS nuevo, permitiendo de esta manera aumentar las cantidades de material recuperado y su vez disminuir los costos de producción.
- De acuerdo con las necesidades identificadas en el análisis de mercado es recomendable implementar y ofrecer el servicio de acompañamiento técnico, el cual consiste en proveer

apoyo técnico estructural durante la fase de planeación, permitiendo de esta manera disminuir el riesgo de falla estructural en los proyectos implementados.

- Se recomienda buscar la materialización de alianzas financieras tanto con inversionistas nacionales como internacionales, que permitan fortalecer y potencializar el alcance de la unidad de negocio de tal manera que se amplie la cobertura del proyecto y se disminuya el valor de inversión inicial requerido.

Bibliografía

- A.T, D. M. (2018). *Energy and Enviromental Perfomance of EPS Insulation Building Retrofitting*. Energy and Buildings.
- Anape. (04 de Abril de 2011). *Asociación Nacional de Poliestireno Expandido*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/50466-EI-EPS-en-la-ingenieria-civil.html>
- Andrea, S. M. (2019). *Construccion de Vivienda Social Mediante Sistema de Paneles Tipo ICF Tipo Bloque Como Alternstiva Sustentebale Comparada con Albañileria*. Valparaiso, Chile: Universidad Tecnica Federico Santa Maria.
- Andrea, S. M. (2019). *CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SOCIAL MEDIANTE SISTEMAS DE PANELES ICF TIPO BLOQUE COMO ALTERNATIVA SUSTENTABLE COMPARADA CON ALBAÑILERIA*. Chile: Universidad Tecnica Federico Santa Maria.
- Anonimo. (2010). *Construccion Tradicional Parte 1*.
- Arango, S. (1989). *Historia de la Arquitectura en Colombia* . Bogotá D.C.: Centro Editorial y Facultad de Artes.
- ARDILA, C. C. (2022). *SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia -Facultad de Artes, Maestría en Construcción.
- Ardila, C. C. (2022). *SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO (OFF SITE), ANÁLISIS TÉCNICO PARA DESARROLLAR SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA*. En C. C. Ardila. Bogotá D.C., Bogotá D.C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia Facultad de Artes, Maestría en Construcción .

- Arriola Lara, E., & Velasquez Martell, F. (2013). *EVALUACION TECNICA DE ALTERNATIVAS DE RECICLAJE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)*. Agosto, San Salvador EL SALVADOR: ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS. Obtenido de <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/5033/1/Evaluaci%C3%B3n%20t%C3%A9cnica%20de%20alternativas%20de%20reciclaje%20de%20poliestireno%20expandido%20%28EPS%29.pdf>
- ASANA. (14 de Mayo de 2023). *ASANA-Las 12 metodologías más populares para la gestión de proyectos*. Obtenido de ASANA-Las 12 metodologías más populares para la gestión de proyectos: <https://asana.com/es/resources/project-management-methodologies>
- Bodegas y Construcciones . (15 de 09 de 2024). *Bodegas y Construcciones* . Obtenido de <https://bodegasyconstrucciones.co/inmuebles?filter%5BidProductType%5D=&filter%5BidProductCategory%5D=&filter%5BidCity%5D=&filter%5BminMaxPrice%5D=&features%5B1%5D%5Bmin%5D=500&features%5B1%5D%5Bmax%5D=700&filter%5BcodProd%5D=&paginate=12&order=Ordenar+por>
- Bosque, U. d. (2 de Septiembre de 2023). *Universidad del Bosque*. Obtenido de Universidad del Bosque: <http://masd.unbosque.edu.co/sites/default/files/7.%20Art%C3%ADculo5-dise%C3%B1oelbosque.pdf>
- CAMACOL. (20 de Diciembre de 2022). *CAMACOL*. Obtenido de https://camacol.co/sites/default/files/descargables/Informe%20Econ%C3%B3mico%2011_5_0.pdf
- Camacol. (15 de Diciembre de 2022). *CAMACOL construyendo +*. Obtenido de <https://camacol.co/actualidad/noticias/proyeccionesvivienda2023>
- CAMACOL. (20 de Diciembre de 2022). *Proyección sectorial: PIB edificador 2023*. Bogotá D.C. Obtenido de https://camacol.co/sites/default/files/descargables/Informe%20Econ%C3%B3mico%2011_5_0.pdf
- Camacol. (15 de Diciembre de 2023). *CAMACOL Construyendo* . Obtenido de <https://camacol.co/actualidad/noticias/proyeccionesvivienda2023>
- Casique , M. F. (Mayo de 2022). *Sillaoficina 365*. Obtenido de <https://sillaoficina365.es/blog/espacio-oficina-por-persona#:~:text=Seg%C3%ADn%20los%20expertos%2C%20lo%20m%C3%A1s,metros%20cuadrados%20ser%C3%ADa%20lo%20ideal>
- Concretos, 3. (2023). *360 Concretos*. Obtenido de 360 Concretos: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion/>
- COTUX, I. (2023). *Industias COTUX*. Obtenido de http://www.cotux.cl/index-3_icf_descripcion_general.html

- DANE. (2018). *CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA - CNPV 2018*. Obtenido de http://systema59.dane.gov.co/redcol/CNPV2018/VIVIENDAS_Cuadros%20CNPV_2018.htm
- DANE. (2018). *DANE* . Obtenido de http://systema59.dane.gov.co/redcol/CNPV2018/VIVIENDAS_Cuadros%20CNPV_2018.htm
- DANE. (2021). *Deficit Habitacional en Colombia*. Bogotá D.C.: DANE. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/Boletin-tec-deficit-hab-2021.pdf>
- DANE. (2022). *Deficit Habitacional en Colombia*. Bogotá D.C.: DANE.
- DANE. (7 de Septiembre de 2023). *Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción IEAC*. Bogotá D.C., Colombia.
- DANE. (1 de Marzo de 2023). *Proyecciones de poblacion*. Bogota D.C. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/proyecciones-de-poblacion/presentacion-Proypoblacion-IndDemograficos-ActPostCOVID.pdf>
- DANE. (7 de Junio de 2024). *Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción IEAC*. Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/IEAC/bol-IEAC-Itrim2024.pdf>
- DANE, P. d. (1 de MARZO de 2023). *Proyeccion de Poblacion DANE*. Obtenido de DANE: <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/proyecciones-de-poblacion/presentacion-Proypoblacion-IndDemograficos-ActPostCOVID.pdf>
- DANE, P. d. (1 de Marzo de 2023). *Proyecciones de poblacion DANE*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/proyecciones-de-poblacion/presentacion-Proypoblacion-IndDemograficos-ActPostCOVID.pdf>
- Datos Mundiales. (19 de Diciembre de 2022). *Datos Mundiales*. Obtenido de <https://www.datosmundial.com/america/colombia/crecimiento-poblacional.php>
- Delgado Rodríguez, A. (10 de Julio de 2018). *Clima de Cambios*. Obtenido de <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/el-tecnopor-la-amenaza-invisible/>
- Dileep , K., & Morshed , A. (2020). *Comparative analysis of building insulation material properties and performance*. Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110038>
- Ecospai. (2019). *Ecospai Building a Greener Tomorrow*. Obtenido de Ecospai Building a Greener Tomorrow: <https://ecospai.com/aislamiento/perlas-eps/>
- Ekrami, N., Garat, A., & Fung, A. (Agosto de 2015). Thermal Analysis of Insulated Concrete Form (ICF) Walls. *Energy Procedia*, 75, 2150-2156. doi: 10.1016/j.egypro.2015.07.353

- Elizalde, N. F., & Gordillo, J. D. (2017). *CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES Y LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL*. Bogotá D.C.: Boletín Semillas Ambientales.
- Emamjome Kashan, M., Fung, A., & Eisapour, A. (08 de 05 de 2023). Insulated concrete form foundation wall as solar thermal energy storage for Cold-Climat building heating system. *Energy Conversion and Management: X*, 19. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2023.100391>
- Espinosa Duran, A., Camargo Sierra, J., Delgado España, L., & Camelo Barragán, L. (2022). *La Contaminacion y el Impacto Ambiental Causado Por la Construcción de Viviendas en Bogotá*. Bogotá D.C: Universidad EAN. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10882/12076>
- Fernández-Ordóñez, D., & Fernández Gómez, J. (Abril-Junio de 2009). Industrialización para la construcción de viviendas. Viviendas asequibles realizadas con prefabricados de hormigón. *Informes de la Construcción*, 61(514), 71-79. doi:10.3989/ic.09.003
- Galindo Cabello , M. A. (2010). *ESTUDIO DE UN SISTEMA DE BLOQUES HUECOS DE POLIESTIRENO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS*. SANTIAGO DE CHILE: UNIVERSIDAD DE CHILE. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103710>
- Galindo Cabello, M. (2010). *ESTUDIO DE UN SISTEMA DE BLOQUES HUECOS DE POLIESTIRENO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS*. SANTIAGO DE CHILE, CHILE: UNIVERSIDAD DE CHILE. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103710>
- García Ochoa, J., Quito Rodríguez, J., & Perdomo Moreno, J. (01 de 2020). *Análisis de la huella de carbono en la construcción y su impacto sobre el ambiente*. Villavicencio, Meta: Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12494/16031>
- García Rivera, I. d., León Romero, D. L., & Sierra Quintero, G. (2019). *PROPUESTA PARA EL RE-USO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN*. Bogota D.C: UNIVERSIDAD ECCI. Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2592/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gomez, G. (20 de Septiembre de 2020). *Homify* . Obtenido de https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/5827394/sistemas-constructivos-de-casas-tipos-y-caracteristicas
- Guerrero, D. (01 de Abril de 2023). *Bloomberg Linea*. Obtenido de <https://www.bloomberglinea.com/2023/04/01/por-que-la-construccion-es-clave-para-que-el-pib-de-colombia-sea-bueno-en-2023/#:~:text=Bogot%C3%A1%20%E2%80%94%20El%20sector%20de%20la,seg%C3%BAn%20cifras%20de%20la%20Camacol>

- Guerrero, V. (2021). *Factibilidad económica de la implementación del sistema constructivo con bloques ICF (Insulated Concrete Forms) en Costa Rica para viviendas unifamiliares, comparado con el método de bloques de concreto prefabricado*. Costa Rica, Costa Rica: Universidad Latina de Costa Rica. Obtenido de https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/1537/1/TFG_Ulatina_Vicente_Guerrero_20160110668.pdf
- INDUSTRIES, K. (10 de Agosto de 2017). *KNAUF INDUSTRIES*. Obtenido de https://knauf-industries.es/historia-del-poliestireno-asi-fabrica-eps-knauf-industries/#Historia_del_poliestireno_Cual_es_su_origen
- Lewis, D. (2001). *USE OF INSULATING CONCRETE FORMS IN RESIDENTIAL HOUSING CONSTRUCTION*. FLORIDA: UNIVERSITY OF FLORIDA. Obtenido de <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA387849.pdf>
- Loaiza Elizalde, N., & Bautista Gordillo, J. (16 de 12 de 2017). CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES Y LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL. *Boletín Semillas Ambientales*, 11(2), 26-40. Obtenido de <https://geox.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/12848>
- Luis, D. (2022). *La Contaminacion y el Impacto Ambiental Causado Por la Construcccion de Viviendas en Bogotá*. Bogotá D.C: Universidad EAN.
- Martinez, J. S. (2023). *POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) EN OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL*. Villavicencio-Meta: Universidad Santo Tomas-Facultad de Ingenieria Civil .
- Martinez, N. (2012). *Construccion con Paneles Estructurales de Poliestireno Expandido*. Cartagena : ARQ&IDE.
- Ministerio de Ambiente y desarrollo. (2015). *Decreto 1076*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Ambiente y desarrollo. (2018). *Resolucion 1407*. Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-1407-de-2018.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo. (16 de Junio de 2021). *Colombia aspira a que en 2030 el 100 % de los plásticos de un solo uso del mercado sean reutilizables o compostables*. Cundinamarca, Bogotá. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/colombia-aspira-a-que-en-2030-el-100-de-los-plasticos-de-un-solo-uso-del-mercado-sean-reutilizables-o-compostables/>
- Ministerio de Transporte . (0 de 06 de 2019). *Puerto Antioquia y Puerto Pisisi, dos proyectos contemplados en el Plan Nacional de Desarrollo para el Urabá Antioqueño*. Obtenido de <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/7471/puerto-antioquia-y-puerto-pisisi-dos-proyectos-contemplados-en-el-plan-nacional-de-desarrollo-para-el-uraba-antioqueno/>
- Mundiales, D. (19 de Diciembre de 2022). *Datos Mundiales*. Obtenido de <https://www.datosmundial.com/america/colombia/crecimiento-poblacional.php>

- NSR. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Obtenido de https://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10_Titulo_D.pdf
- Nuria, M. (2012). *Construcción con Paneles de Poliestireno Expandido*. Cartagena, Magdalena, Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena. Obtenido de <https://repositorio.upct.es/server/api/core/bitstreams/a165ec8c-7ff9-4e5d-8598-577c843fbf70/content>
- Olmo Valle, I. (26 de 10 de 2020). Guías Comparativas para Seleccionar Método de Construcción Tradicional vs. Prefabricado. (C. González Miranda, Ed.) *Polytechnic University of Puerto Rico*, 7. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12475/894>
- Quiroa, M. (20 de Marzo de 2024). *Economipedia*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/estudio-de-factibilidad.html>
- Rajagopalan, N., Bilec, M., & Landis, A. (2010). RESIDENTIAL LIFE CYCLE ASSESSMENT MODELING: COMPARATIVE CASE STUDY OF INSULATING CONCRETE FORMS AND TRADITIONAL BUILDING MATERIALS. *meridian allenpress*, 95-116. Obtenido de http://meridian.allenpress.com/jgb/article-pdf/5/3/95/1770963/jgb_5_3_95.pdf
- Resistente., C. A. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Rivas Gutiérrez, J., Gracia Cortés, M., & Gómez Bañuelos, J. (22 de 05 de 2023). Los plásticos y el daño a la salud de los seres vivos y a los ecosistemas. *Biocenosis*, 93-103. doi:10.22458/rb.v34i1.4828
- Rodríguez Martínez, J., & Ramírez Cuello, J. (2023). POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) EN OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/50145/2023juanrodriguez1.pdf?sequence=2>
- Rodríguez, A. D.-B.-U. (10 de Julio de 2017). *Clima de Cambios*. Obtenido de Clima de Cambios: <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/el-tecnopor-la-amenaza-invisible/>
- Rojas, T. (08 de Agosto de 2023). *Poliestireno expandido (EPS): usos, ventajas y aplicaciones*. Obtenido de Tecnologías del Plástico: <https://www.plastico.com/es/noticias/poliestireno-expandido-eps-usos-ventajas-y-aplicaciones>
- Ruíz, C. d. (2017). *Metodología para determinar la factibilidad de un proyecto*. Ecuador: Revista Publicando.
- Saldarriaga Roa, A. (31 de 07 de 2019). Historiografía de la arquitectura en Colombia 1920-2017. *La Tadeo De Arte*, 5, 42-63. doi:10.21789/24223158.1596

- San Martin Gonzalez, C. (2019). *Construccion de Vivienda Social Mediante Sistema de Paneles Tipo ICF Tipo Bloque Como Alternstiva Sustentebale Comparada con Albañileria*. Valparaiso, Chile: Universidad Tecnica Federico Santa Maria. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/server/api/core/bitstreams/38c9e00c-2454-417c-9c66-73f11d0e3e23/content>
- Sánchez Gama, C. (2007). *La arquitectura de tierra en Colombia procesos y culturas* (Vol. 20). Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/apun/v20n2/v20n2a06.pdf>
- SEMANA. (16 de Abril de 2023). *Empresarios colombianos le apuestan a reemplazar el icopor en el mundo- SEMANA*. Obtenido de <https://www.semana.com/economia/empresas/articulo/empresarios-colombianos-le-apuestan-a-reemplazar-el-icopor-en-el-mundo/202337/>
- SoStenible, M. d. (2015). *Decreto 1076*. Bogotá D.C.
- Sostenible, M. d. (2018). *Resolucion 1407*. Bogotá D.C.
- Sostenible, M. d. (16 de Junio de 2021). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/colombia-aspira-a-que-en-2030-el-100-de-los-plasticos-de-un-solo-uso-del-mercado-sean-reutilizables-o-compostables/>
- Soto Ardila, C. (2022). *SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO (OFF SITE), ANÁLISIS TÉCNICO PARA DESARROLLAR SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN COLOMBIA*. Bogotá D.C., Bogotá D.C., Colombia: Facultad de Artes, Maestría en Construcción. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82159>
- Soto, S. A. (17 de Marzo de 2021). *La Republica*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/especiales/la-revolucion-del-plastico/al-menos-21-empresas-del-pais-reciclan-mas-de-200-toneladas-de-icopor-anualmente-3233869>
- Stsepanets, A. (17 de Enero de 2023). *GANTTPRO-Modelo de cascada (Waterfall): qué es y cuándo conviene usarlo*. Obtenido de GANTTPRO-Modelo de cascada (Waterfall): qué es y cuándo conviene usarlo: <https://blog.ganttpro.com/es/metodologia-de-cascada/>
- Valle, O. (2013). *Guías Comparativas para Seleccionar Método de Construcción* . Civil Engineering;