

**“Estudio de Prefactibilidad para la Ampliación de una Planta Metalmecánica  
en Medellín”**

**Sonia León Chiquillo**

**Trabajo de Grado para obtener el título de Magister en  
Gerencia de Proyectos**

**Asesor:  
Elkin Arcesio Gómez Salazar  
Doctor en Ciencias Económicas y Administrativas**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
Escuela de Administración  
Maestría en Gerencia de Proyectos  
Colombia, Medellín  
2021**

Nota de Aceptación

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

---

Medellín, 01 de noviembre de 2021

## Tabla de contenido

RESUMEN .....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. SITUACIÓN EN ESTUDIO Y PROBLEMÁTICA.....	11
2.1. JUSTIFICACIÓN.....	12
2.2. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA QUE PERMITE ABORDAR EL PROBLEMA EN ESTUDIO .....	13
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	14
3.1. GENERAL.....	14
3.2. ESPECÍFICOS .....	14
4. MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL .....	15
5. METODOLOGÍA .....	19
5.1. VARIABLES .....	19
5.2. PARÁMETROS.....	21
5.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN / ENFOQUE .....	25
5.4. INSTRUMENTOS.....	26
5.4.1. FICHA TÉCNICA DE LA ENCUESTA .....	27
5.5. SUJETOS .....	30
5.6. HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS .....	31
6. ESTUDIO SECTORIAL Y ENTORNO.....	32
6.1. CONTEXTO MACRO .....	32
6.1.1. CONTEXTO POLÍTICO .....	32
6.1.2. CONTEXTO ECONÓMICO.....	32
6.1.3. CONTEXTO SOCIAL.....	34
6.1.4. CONTEXTO TECNOLÓGICO.....	35
6.1.5. CONTEXTO ECOLÓGICO .....	36
6.2. CONTEXTO MICRO .....	36
6.2.1. CONTEXTO POLÍTICO .....	36
6.2.2. CONTEXTO ECONÓMICO.....	37
6.2.3. CONTEXTO SOCIAL.....	41
6.2.4. CONTEXTO ECOLÓGICO .....	41
6.2.5. CONTEXTO ORGANIZACIONAL .....	42
7. ESTUDIO DE MERCADO .....	43

7.1.	DEFINICIÓN DEL PRODUCTO .....	43
7.2.	DEMANDA ESPERADA .....	44
7.3.	ANÁLISIS DE ENCUESTAS .....	53
7.4.	PRECIO .....	58
7.5.	OFERTA .....	60
7.6.	CANALES DE DISTRIBUCIÓN .....	62
8.	ESTUDIO TÉCNICO. ....	64
8.1.	TAMAÑO .....	64
8.2.	LOCALIZACIÓN .....	67
8.3.	COSTOS .....	67
8.4.	MAQUINARIA .....	70
8.5.	EQUIPOS .....	75
8.6.	MANO DE OBRA .....	76
9.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO .....	77
9.1.	ORGANIGRAMA ACTUAL .....	77
9.2.	ORGANIGRAMA CON EL NUEVO PROYECTO .....	79
9.3.	FUNCIONES DE CARGO .....	79
10.	ESTUDIO LEGAL .....	83
11.	ESTUDIO AMBIENTAL .....	85
12.	ESTUDIO FINANCIERO .....	88
12.1.	INGRESO POR VENTAS .....	89
12.2.	COSTOS DE OPERACIÓN .....	90
12.3.	DEPRECIACIÓN .....	91
12.4.	GASTOS FINANCIEROS .....	92
12.5.	IMPUESTOS .....	92
12.6.	ABONO A CAPITAL (AMORTIZACIÓN A CAPITAL) .....	93
12.7.	INGRESOS POR PRÉSTAMOS .....	93
12.8.	RECUPERACIÓN DE CAPITAL DE TRABAJO .....	93
12.9.	VALOR DE SALVAMENTO O DE DESECHO .....	93
12.10.	FLUJO DE CAJA DETERMINÍSTICO .....	94
13.	ESTUDIO RIESGOS .....	96
13.1.	IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS .....	96

<b>13.2. ANÁLISIS DE INDICADORES FINANCIEROS CON RIESGO.....</b>	<b>97</b>
<b>13.3. PARETO DEL VALOR PRESENTO NETO DEL RIESGO .....</b>	<b>99</b>
<b>13.4. ANÁLISIS DEL VALOR PRESENTE NETO CON RESPECTO A LA MATERIALIZACIÓN DE LOS EVENTOS.....</b>	<b>100</b>
<b>14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>104</b>
<b>15. REFERENCIAS.....</b>	<b>106</b>
<b>16. ANEXO.....</b>	<b>111</b>

### **LISTADO DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1.Ciclos de un proyecto por la Onudi.....	16
Ilustración 2. Herramientas metodológicas .....	31
Ilustración 3.Usos de acero.....	37
Ilustración 4.Comportamiento de PIB.....	38
Ilustración 5.Comportamiento de Licencias a nivel Nacional.....	39
Ilustración 6.Comportamiento de licencias a nivel Regional.....	40
Ilustración 7.Crecimiento del sector Manufacturero en Medellín.....	40
Ilustración 8.Empleo por sectores para Antioquía – Año 2020.....	41
Ilustración 9.Distribución de Licencias Aprobadas por sectores para Antioquía. ..	45
Ilustración 10.Licencias aprobadas en sectores enfocados a la investigación.....	46
Ilustración 11.Comportamiento de Demanda en industria.....	50
Ilustración 12.Comportamiento de Demanda en Oficina .....	50
Ilustración 13.Comportamiento de Demanda en Bodega.....	50
Ilustración 14.Comportamiento de Demanda en Comercio.....	50
Ilustración 15.Histórico de precios de la Compañía. ....	58
Ilustración 16.Encuesta a Constructores.....	59
Ilustración 17.Estudio de mercado competidores.....	59
Ilustración 18.Análisis de precios unitarios.....	60
Ilustración 19.Ubicación de maquinaria.....	64
Ilustración 20. Histórico anual de producción.....	65
Ilustración 21.Histórico de kilogramo/horas-Hombre.....	66
Ilustración 22.Histórico de Trabajadores.....	66
Ilustración 23.Ubicación de la nueva planta.....	67
Ilustración 24.Conformación de Áreas.....	77
Ilustración 25.Organigrama Actual.....	78
Ilustración 26.Organigrama con la ampliación de la planta.....	79
Ilustración 27.Estimación de Toneladas vendidas.....	89
Ilustración 28.Proyección del ingreso.....	90
Ilustración 29.Distribución de Costos.....	90
Ilustración 30.Proyección del costo.....	90

Ilustración 31.Comportamiento de la Depreciación.....	91
Ilustración 32.Proyección de gastos financieros.....	92
Ilustración 33.Comportamiento Abono a Capital.....	93
Ilustración 34.Valor presente neto con Riesgo.....	97
Ilustración 35.Tasa Interna de Retorno modificada.....	97
Ilustración 36.Relación Beneficio/costo con riesgo.....	98
Ilustración 37.Periodo de Recuperación con Riesgo.....	98
Ilustración 38.Correlación de Variables del VPN.....	99
Ilustración 39.Comportamiento del VPN de los eventos.....	100
Ilustración 40.Valor esperado de cada Evento.....	101
Ilustración 41.Distribución del costo para cada Riesgo.....	102

### **LISTADO DE TABLAS**

Tabla 1.Tenor indicado por experto.....	51
Tabla 2.Proyección de Demanda en Kilogramos.....	51
Tabla 3.Proyección de Demanda para en el proyecto.....	52
Tabla 4. Listado de Encuestados.....	57
Tabla 5.Listado de Constructoras en Medellín.....	63
Tabla 6.Tabla de Proyección de Demanda.....	66
Tabla 7.Resumen de Costos de Operación.....	68
Tabla 8.Costos de operación por Kilo.....	68
Tabla 9.Costo de inversión en maquinaria.....	74
Tabla 10.Costo de inversión en Equipos.....	75
Tabla 11.Estimación de recurso.....	76
Tabla 12.Estructura de financiación.....	88
Tabla 13.Costo de Inversión.....	88
Tabla 14.Estimación de tasas.....	89
Tabla 15.Tasa de Amortización.....	92
Tabla 16.Flujo de Caja determinístico.....	94
Tabla 17.Indicadores financieros - Flujo determinístico.....	95
Tabla 18.Estimación de los posibles Riesgos.....	96
Tabla 19.Flujo de caja Probabilístico.....	102
Tabla 20. Matriz de Impacto Ambiental.....	111

## RESUMEN

La estructura metálica se ha convertido en uno de los materiales más utilizados en el sector de la construcción. La agilidad en el proceso constructivo, ambientes más limpios durante su ejecución, generación de residuos con material cien por ciento reciclado, estructuras menos pesadas y diseños arquitectónicos especiales son las bondades propias de este sistema. En consecuencia, resulta interesante realizar una investigación sobre este material, teniendo en cuenta que su crecimiento en el sector de la construcción es positivo, por lo que puede ser una oportunidad de inversión para la compañía Industrial Conconcreto con esta investigación.

El presente trabajo, contiene un estudio de prefactibilidad para la ampliación de la planta metalmecánica, con base a la metodología ONUDI, en la cual se desarrolla por medio de ocho estudios. La investigación contiene los siguientes análisis: estudio sectorial y entorno, estudio de mercado, estudio técnico, estudio legal, administrativo, estudio ambiental, estudio financiero y de riesgos, los cuales proporcionan información suficiente para conocer la viabilidad del proyecto.

El tipo de investigación que se propone es un modelo de correlación mixta, ya que se cuenta con tendencias de mercado y crecimiento en el sector de la construcción, donde serán fundamentales para definir variables como: precio y demanda. Por otra parte, se considera mixta porque a partir de la elaboración de flujos de caja se determinan los indicadores financieros de forma cuantitativa, siendo relevantes para su análisis y tomar la decisión de llevar a cabo el proyecto. Para la recolección de información y construcción de la investigación se realiza por medio de la metodología PESTEL.

Con base en lo anterior, la investigación se desarrolla por varios medios. Se enfoca en una revisión documental que permite conocer las tendencias de mercado, crecimiento en sectores metalmecánicos de la región, visualizar empresas del sector, el cumplimiento de leyes y normas mínimas en el desarrollo del proyecto, y se cuenta con el acceso a la información de la compañía. Durante la investigación

se realizan encuestas a sujetos que contribuyan a la argumentación y construcción del estudio. De igual forma, se cuenta con la asesoría de un profesor para el direccionamiento y cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación.

Por último, el entregable de este trabajo se realizará por medio de un informe de prefactibilidad, el cual contará con el análisis de los ocho estudios, los cuales tienen como fin evaluar y estudiar la oportunidad de crecimiento para la compañía y la rentabilidad esperada por los inversionistas. Asimismo, se podrá concluir si es el momento de ejecutar el proyecto o no.

**Palabra Claves.** Estudio de prefactibilidad, planta metalmeccánica, Metodología ONUDI.



## **1. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años el sector de la construcción ha venido apostándole a la innovación a través de la implementación de sistemas que garanticen mayor eficiencia en las obras y en la incorporación de materiales sostenibles y amigables con el medio ambiente. Además, la implementación de metodologías como I+D+I (Investigación, desarrollo e innovación en la construcción), que permiten que el sector experimente importantes avances en los sistemas constructivos y así mismo proporcionen un desarrollo en las nuevas metodologías (Camacol, 2019). Por este motivo, se considera fundamental la promoción e implementación de la estructura metálica en la construcción, ya que es una buena alternativa para competir y enfrentar las necesidades del mercado actual.

De este modo, el sector de la construcción demanda un consumo de energía a nivel mundial más del 40 por ciento, siendo una cifra muy alta que debe incentivar a las constructoras a incursionar en soluciones que ayuden a combatir el cambio climático y minimizar el indicador. Actualmente, Colombia es el cuarto país de América Latina con más proyectos de construcción sostenible (Semana, 2021). Sin lugar a duda, si se incentiva más el consumo de estructura metálica en el país, esto podría generar un avance en la construcción de ciudades renovables, puesto que su principal material de consumo es el acero, del cual se puede reutilizado al cien por ciento.

De acuerdo con las proyecciones realizadas por la Cámara Colombiana de la Construcción - Camacol, para el 2021 se contempla un crecimiento de 6,9 % del producto interno bruto en el sector de la construcción (Camacol, 2020). Por este motivo, será una oportunidad de negocio para las plantas metalmecánicas y para la construcción en general, puesto que el crecimiento esperado es optimista. Sin embargo, con las condiciones actuales de la compañía, no se cuenta con la capacidad suficiente para atender la demanda de mercado.

Con este estudio de prefactibilidad, se pretende saber si es posible obtener la rentabilidad esperada por los socios, determinar la inversión para su implementación, y por último, tomar la decisión para llevar a cabo el proyecto. Al finalizar el trabajo investigativo, se debe realizar una socialización a la junta directiva de Industrial Concreto con las conclusiones y los resultados.

## **2. SITUACIÓN EN ESTUDIO Y PROBLEMÁTICA**

La industria del acero sigue siendo protagonista en el desarrollo mundial. Se espera que su demanda continúe creciendo en conjunto con la economía (World Steel Association, 2019). El uso de este material en el sector de la construcción cada día va en aumento, en tanto el mercado de capitales está cambiando de una orientación puramente financiera a una visión de sostenibilidad. Es decir, en la actualidad las ciudades buscan un aporte al medio ambiente y una disminución considerable en las emisiones de CO<sub>2</sub> (Metalmecánica Internacional, 2021).

Por esta razón, es importante conocer un poco más sobre este material y saber su procedencia, puesto que se ha convertido en la materia prima para la construcción y se considerada la columna vertebral para el desarrollo de proyectos de gran envergadura (Taborda, 2017, pág. 342).

Así mismo, el acero en estructuras metálicas cuenta con grandes ventajas en comparación al hormigón, siendo los materiales más utilizados en el sector de la construcción. Por ejemplo, el acero se caracteriza por ser fácilmente construible, pues es cien por ciento reciclable. Se trata de un material con propiedades que ayudan a que los diseños arquitectónicos sean más auténticos (UNESID, 2019).

Por otro lado, el hormigón es uno de los materiales de fácil acceso por su bajo costo, generando mayor uso en el sector de la construcción. Además, es altamente resistentes al fuego y es fuerte en los ambientes agresivos, considerándose como el principal rival de la estructura metálica (LÓPEZ, 2007).

Como nuestra investigación se basa propiamente en el acero, es importante conocer con detalle este sistema constructivo. Por ello se estudiarán los múltiples sectores que se relacionan entre sí, ventajas y desventajas propias del sistema. Además desde los ámbitos: político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal. Con el objetivo de analizar las variables que se involucran en el desarrollo del proyecto de manera positiva o negativamente.

## **2.1. JUSTIFICACIÓN**

La industria manufacturera en el 2019 fue protagonista en el departamento de Antioquia. Contribuyendo con el 19.1 % del Producto Interno Bruto del todo el país. Este indicador evidencia que las empresas del sector deben transformarse para atender las necesidades del mercado. Y por su parte, Industrial Concreto tiene entre sus objetivos estratégicos innovar de acuerdo con las necesidades del entorno. Por lo anterior, la compañía al evaluar su condición e identificar que la capacidad de la planta actual no será suficiente para atender este crecimiento, será la razón para estudiar el nuevo proyecto denominado la *“Ampliación de la planta metalmecánica en la ciudad de Medellín”*.

Realizar este proyecto para la compañía tendrá dos beneficios relevantes. El primero, revisar si al impulsar el proyecto hay un beneficio económico que incremente los ingresos, y por supuesto, la rentabilidad de los patrocinadores. El segundo beneficio es cualitativo, pues al incrementar su oferta, en efecto se espera un reconocimiento adicional en el sector de la construcción y generar un sello de confianza y calidad a los clientes.

## **2.2. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA QUE PERMITE ABORDAR EL PROBLEMA EN ESTUDIO**

Para el 2021 se estima una mejora en la reactivación económica, tanto para Colombia como para el departamento de Antioquia, particularmente en el sector de la construcción, de acuerdo con los pronósticos de Camacol (Camacol, 2020). Por ende, dadas las condiciones actuales de la planta de Industrial Concreto no es posible atender más proyectos, pero si se espera un crecimiento en el sector metalmeccánico, la ampliación es una oportunidad de crecimiento para la compañía. El objeto de la investigación del problema direcciona a la siguiente pregunta: ¿Es viable para los socios de la compañía de Industrial Concreto invertir en la ampliación de la planta metalmeccánica ubicada en Medellín?

### **3. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **3.1. GENERAL**

Realizar un estudio de prefactibilidad para la ampliación de una planta metalmecánica de la Compañía Industrial Concreto en la ciudad de Medellín, con base en la metodología ONUDI, para que los socios de la compañía tomen la decisión de inversión.

#### **3.2. ESPECÍFICOS**

- Hacer el estudio sectorial y de entorno para el suministro de estructura metálica en la ciudad de Medellín.
- Desarrollar un estudio de mercado para la comercialización y consumo de estructura metálica.
- Diseñar un estudio técnico con base a la demanda del mercado y la capacidad de inversión de los socios, para así, definir el tamaño de la nueva planta.
- Realizar un estudio administrativo por medio de una estructura organizacional con el nuevo proyecto.
- Hacer un estudio legal cumpliendo a cabalidad las normas y decretos que apliquen.
- Elaborar un estudio ambiental atendiendo los requerimientos exigidos por los entes gubernamentales para la nueva ampliación.
- Realizar la evaluación financiera por medio de un flujo de caja y calcular los indicadores financieros para analizar si el proyecto es rentable para el inversionista.
- Diseñar un flujo de caja involucrando los posibles riesgos que el proyecto pueda tener y analizar su viabilidad.

#### 4. MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL

El fundamento de esta investigación es hacer un estudio de prefactibilidad para la ampliación de una planta metalmecánica de la compañía Industrial Concreto en la ciudad de Medellín. Con este estudio se espera entregar información suficiente al socio para que tome la decisión de inversión. Por tal motivo, se centra en conocer y definir tres componentes que se articulan entre sí para el desarrollo de la investigación. En este caso definiciones como: estudio de prefactibilidad, planta metalmecánica y metodología ONUDI. A continuación, se realiza una breve explicación del marco conceptual.

**Estudio de prefactibilidad:** consiste en establecer las magnitudes, en términos, tanto físicos como monetarios, en las que se mueve la formulación y funcionamiento de un proyecto de inversión. Luego, esas magnitudes se conjugan en un estudio de viabilidad tecno-económico, que es el punto de partida para la evaluación global de un proyecto (Chain, 2008).

**Planta metalmecánica:** es un lugar que se encargada de la transformación de la materia prima para obtener un producto final, bajo un insumo básico que es acero. Esta transformación se realiza por medio de maquinaria industrial como: Torneros, Rectificadores, Fresadores, Matriceros, Fundidores, Operadores de Control Numérico (CNC), y personal calificado como: Soldadores, Forjadores, entre muchos otros perfiles especializados (IPM, 2020).

**Metodología ONUDI:** Es un manual que permite integrar todos los aspectos o estudios que intervienen para el desarrollo de un proyecto. Este planteamiento metodológico es orientado a realizar un análisis financiero y económico que permita esclarecer la viabilidad de un proyecto (ONUDI, 1994).

Las fases del ciclo del proyecto, definidos por la ONUDI son: preinversión, inversión y operación. Cada una de estas fases se dividen en etapas, como se observa en la siguiente ilustración (ONUDI, 1994).



*Ilustración 1. Ciclos de un proyecto por la Onudi.*

*(ONUDI, 1994)*

Así mismo, es fundamental otorgar importancia a la fase de preinversión ya que acá se define el éxito o fracaso de un proyecto industrial. Cabe anotar que el proyecto depende en última instancia de las conclusiones técnicas, económicas, financieras y de riesgos que se analizan en cada estudio (ONUDI, 1994).

Durante la etapa de prefactibilidad se realiza un estudio detallado de las alternativas disponibles, ya que resulta sumamente costoso hacerlo en la etapa de viabilidad. Estos estudios se determinan por los siguientes componentes, los cuales se explican con más detalle a continuación (ONUDI, 1994).

- Estudio Sectorial y de Entono
- Estudio de Mercado
- Estudio Técnico
- Estudio Administrativo/ Legal
- Estudio Ambiental
- Estudio Financiero/ Riesgos



**Estudio Sectorial y de Entono:** Su análisis se realiza por medio de la estructura conceptual PESTEL (Político, Económico, Sociocultural, Tecnológico, Ambiental y Legal) y proporciona principalmente una idea general sobre las condiciones macroambientales y la situación de una empresa. La estructura integrada de los factores y subfactores de PESTEL se modelaron mediante técnicas de AHP (Proceso de jerarquía analítica) y ANP (Proceso de red analítica) con el fin de realizar un análisis que involucre su entorno (Education, 2012).

**Estudio de Mercado:** Es uno de los estudios más críticos para el proyecto, ya que acá se determina el ingreso y costos de operación del proyecto. Los aspectos que se deben estudiar para esta investigación son cinco:

1. El consumidor y las demandas de mercado, actuales y proyectadas.
2. La competencia y las ofertas de mercado, actuales y proyectadas.
3. La comercialización del producto generado por el proyecto.
4. Los proveedores, así como la disponibilidad y el precio de los insumos, actuales y proyectados.
5. El mercado externo como contexto de competencia y oportunidades.

Son muchas las decisiones que se adoptarán respecto de la estrategia comercial y del modelo del proyecto, las cuales deben basarse en los resultados obtenidos en el análisis anteriormente mencionado. La decisión aquí tomada tendrá repercusión directa en la rentabilidad del proyecto por las consecuencias económicas que se manifiestan en sus ingresos y egresos (Chain, 2008).

**Estudio Técnico:** En este estudio define la función de producción que optimice los recursos disponibles del proyecto. De aquí podrá obtenerse la información de las necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales/ equipos, tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto (Chain, 2008).

**Estudio Administrativo:** Se encarga de los factores propios de la actividad ejecutiva de la administración del proyecto: organización, procedimientos administrativos y normativas legales asociadas. La estructura organizacional se realiza de acuerdo con los requerimientos de su operación, puesto que con esta

información se tendrá las necesidades del personal, tipo de perfil, asimismo la precisión de los costos en mano de obra (Chain, 2008).

**Estudio Legal:** Es el encargado de identificar el marco regulatorio para el proyecto dado por agentes externos e internos administrado por un contrato o normativa legal necesaria para su implementación. Para el caso de agentes externos se consideran, por ejemplo: organismos fiscalizados, normativas de gobierno (aranceles, DIAN, impuestos, aspectos tributarios), además del cumplimiento de norma sismo resistente en la construcción – NSR-10). Para el caso de agente internos se encuentran dados por medio de un contrato a trabajadores y proveedores (Chain, 2008).

**Estudio Ambiental:** Es necesario considerar las exigencias ambientales que generen algún impacto económico en el proyecto, es decir hay que velar por las normativas existentes, no medir su impacto. La ISO 14000 es la norma que rige la gestión ambiental, la cual consiste en una serie de procedimientos en el ámbito ambiental, con el propósito de lograr un equilibrio entre la rentabilidad de un proyecto y la reducción de su impacto al ambiente (Chain, 2008).

**Estudio Financiero:** Consiste en identificar y sistematizar toda la información de carácter monetario que puedan deducirse de los estudios previos, elaborar los cuadros analíticos y datos adicionales para la evaluación del proyecto y estudiar los antecedentes para determinar su rentabilidad (Chain, 2008).

**Análisis de sensibilidad:** Es un estudio del riesgo y la incertidumbre de la ocurrencia de los beneficios que se esperan del proyecto. En este análisis se determina los posibles riesgos que puede tomar el proyecto y cuantificar esos eventos en el flujo de caja y de materializarse, el proyecto siga siendo rentable. Así como se analiza la postergación de la puesta en marcha del proyecto, se debe evaluar el abandono antes de la finalización prevista. Con este tipo de análisis se pretende valorar el mayor número de variables que se contengan en la matriz de riesgo para el proyecto (Chain, 2008).

## **5. METODOLOGÍA**

La metodología que se empleará en la presente investigación será ONUDI<sup>1</sup>, ya que se ajusta a proyectos para la formulación y evaluación de proyectos de preinversión (Universidad de Medellín, 2015). Para esto, se realizan ocho estudios que permiten conocer todos los agentes externos e internos que aporten al desarrollo o impedimento del proyecto, tal como se define en el manual realizado por la ONUDI.

Luego de explicar los conceptos en el marco de referencia, se continúa explicando las Variables/ categorías, parámetros, tipo de investigación, sujetos y procedimiento para realizar la metodología de investigación, como se explica a continuación:

### **5.1. VARIABLES**

Las variables se definen de acuerdo con los objetivos específicos de la investigación. Para realizar la metodología se definieron las siguientes Categorías y/o Variables:

En la elaboración del estudio sectorial y entorno, se establecen tres categorías relevantes que puedan conocer el comportamiento de las plantas metalmecánicas en Medellín, tales como: tendencias de mercado, beneficios en la construcción sostenible e identificación de productos sustitutos.

Las tendencias de mercado se definen como variable cuantitativa, ya que, con los datos históricos y los indicadores de crecimiento entregados por el gobierno, se analiza si se cuenta con suficiente demanda de mercado, para que el proyecto se pueda desarrollar. Adicionalmente, se cuenta con la identificación de productos sustitutos, con el fin de conocer las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas constructivos con respecto a la estructura metálica, del cual es nuestro principal investigador.

El estudio de mercado es uno de los más relevantes durante la investigación, puesto que define el ingreso para el proyecto, el desarrollo de flujos de caja, para luego

---

<sup>1</sup> ONUDI: Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

determinar la inversión y el retorno de la misma. Esta variable se considera netamente cuantitativa ya que las proyecciones de demanda, el precio, el cliente objetivo y la competencia, será el punto de partida para evaluar si la nueva planta atiende la demanda esperada y es sea posible su desarrollo.

En el estudio técnico se definen las siguientes variables: tamaño, localización, capacidad y recurso, las cuales dependen del estudio de mercado realizado anteriormente. Adicionalmente, para el desarrollo de este estudio se deben conocer los rendimientos históricos de la planta actual durante los últimos cuatro años, información que será el punto de partida para definir rendimientos. Para el caso de la localización ya se encuentra definida por ser una ampliación de la planta actual.

Para el estudio legal y administrativo se cuenta con dos variables cualitativas. Allí se define el organigrama del recurso humano para llevar a cabo su operación, además de los contratos que se deber realiza a proveedores y personal contratado directamente por la compañía, de acuerdo con las leyes colombianas. La segunda variable hace referencia a las normas mínimas exigidas por el gobierno nacional con respecto a temas tributarios, permisos especiales, importaciones y aspectos legales.

Para el estudio ambiental se considera una variable cualitativa, donde se estudia los parámetros mínimos para cumplir los requisitos ambientales exigidos por la normatividad colombiana. El objetivo principal de este estudio es evaluar que permisos ambientales se debe gestionar ante el ministerio ambiental para llevar a cabo su ejecución.

En el estudio financiero se determina el flujo de caja como base al precio de venta y los kilos proyectados y como resultado se obtiene el ingreso del proyecto. Esta información es determinante para calcular los indicadores financieros. Se trata de una variable netamente cuantitativa, ya que se debe realizar un modelo matemático por medio del flujo de caja y los indicadores financieros.

Para el análisis de sensibilidad se considera mixto, es cualitativo porque se identifican los posibles riesgos que puede tener el proyecto, por medio de la metodología PESTEL. Sin embargo, se considera cuantitativo también, porque al visualizar los posibles eventos con su probabilidad de ocurrencia, se debe evaluar su costo para tenerlos en cuenta al momento de realizar el flujo de caja. Finalmente, con este análisis se puede obtener las variables o eventos definidos y cuantificados como afecta la viabilidad o rentabilidad del proyecto.

## **5.2. PARÁMETROS**

- *Estudio Sectorial y Entorno.*

A nivel mundial el consumo de la estructura metálica ha presentado un incremento. Para el 2018 se presentó un aumento del 4,5 % con respecto al 2017, y en el caso de edificaciones e infraestructura a nivel mundial se fabricaron 972 Toneladas de acero en el año 2018 y se espera que el consumo siga creciendo (World Steel Association, 2020). Por ser un material 100% renovable y reciclable, su consumo se ha promovido a empresas del sector para que aporten a ciudades sostenibles.

Para el sector de la construcción como bodegas, industrias y comercio es donde se propicia el consumo de la estructura metálica. Por sus características, este material se usa en proyectos donde se requiere grandes espacios que genere áreas de almacenamiento o zonas transitables como centros comerciales. Estas ventajas son propias del acero por contar con un peso propio de 37,6 % menos que el hormigón. De esta manera permite elementos más esbeltos y con longitudes considerables, generando amplias zonas (Alfer, 2008). Así mismo, se identifican beneficios en la cimentación, puesto que al tener un sistema más liviano hace menos compleja y con un menor costo está cimentación (Alfer, 2008).

- *El estudio de mercado*

Teniendo en cuenta las cifras entregadas por la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol), las licencias de construcción entregadas para el

departamento de Antioquia al finalizar al finalizar mayo del 2021 son de 1.338.665 m<sup>2</sup> para sectores como: industria, bodega y comercio correspondiente al 12% del total (DANE, mayo 2021). Por consiguiente, el principal objetivo de este estudio serán clientes con licencias de construcción adjudicadas que se encuentren en la etapa de diseño.

Pese a la difícil situación registrada en 2020 por causa de la pandemia, donde el PIB cayó al -26,1%. (DANE, 2021), se espera para el 2021 la reactivación de la economía el sector de la construcción, industria y transporte crezca aproximadamente el 10% (República, 2021).

- *Estudio técnico*

Actualmente la planta cuenta con un área instalada de 9900 metros cuadrados, su fabricación promedio anual es de 2640 Toneladas. Con el diagnóstico realizado será el punto de partida para estimar la capacidad de la nueva ampliación, que esto también depende del estudio de mercado y los recursos destinados por el inversionista.

- *Estudio administrativo/Legal*

Para el estudio administrativo se realizan dos tipos de contrato: laboral y de servicios. Para el primero, el cual corresponde al personal administrativo y operativo contratado directamente por la compañía se realizará bajo el Decreto Ley 3743 de 195 Código Sustantivo del Trabajo. La finalidad de este Código es lograr la justicia en las relaciones que surgen entre empleadores y trabajadores, dentro de un espíritu de coordinación económica y equilibrio social (MinJusticia, 1951).

Para el caso de proveedores externos, antes de su contratación deberán pasar por el SAGRILAFI de Industrial Concreto. Es un sistema de gestión del riesgo de lavado de activos y financiación del terrorismo desde el punto de vista legal es una norma de la autoridad reguladora. Actualmente la norma SAGRILAFI está contenida dentro del Capítulo IV del Título IV en la Parte I de

la Circular Básica Jurídica de la Superintendencia Financiera de Colombia (Anticorrupción, s.f.).

Para la compra de las máquinas se deben realizar importaciones de acuerdo con los requisitos exigidos por la legislación vigente en el país. Según el Decreto Ley 2685 de 1999, que rige actualmente en materia aduanera. (Banco de la República Colombia, 2021)

La ley 400 de 1997, por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes, es la máxima norma que rige el sector de la construcción de edificaciones (NSR-10-Título F- Estructuras metálicas) (AIS, 2010). Su propósito es estandarizar los procesos de diseño, construcción y verificación de los elementos estructurales y no estructurales de las mismas para preservar la vida y el patrimonio de las personas. En la ampliación de la planta, los elementos a fabricar se deben regir bajo las especificaciones de materiales, controles de calidad y dimensionamiento, de acuerdo con lo estipulado por la norma y el diseñador del proyecto.

- *Estudio Ambiental*

Gracias a las características naturales del acero, las estructuras metálicas permiten optimizar los recursos naturales y lograr un ambiente construido más racional y eficaz, contribuyendo así a una construcción sustentable (Gervásio).

Si se compara las emisiones de CO<sub>2</sub> en materiales para la construcción, es decir, el acero y su principal competencia el hormigón, de acuerdo con estudios realizados, se concluyó que las emisiones de CO<sub>2</sub> para el acero es de 86,13 Kg CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> y 224,37 Kg CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> para el Hormigón. Esta diferencia representa un 60% más de emisiones de CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> del hormigón. (Olivares, 2012).

En proyectos donde su objetivo sea adquirir una certificación LEED<sup>2</sup>, el uso de estas estructuras metálicas puede contribuir, ya que son materiales reciclables

---

<sup>2</sup> Es un certificado ambiental de acuerdo a los criterios definidos. Estos sistemas están basados en una serie de criterios cualitativos y cuantitativos, que son evaluados y clasificados con créditos y conducen a un resultado final que corresponde a la suma ponderada de los créditos obtenidos (Gervásio).

que generan pocos residuos durante su proceso constructivo, aportando a certificaciones ambientales. Con este proyecto se promueve el consumo de estructura metálicas para contribuir a la creación de ambientes y construcciones sostenibles.

- *Estudio Financiero y de Riesgos*

Luego de obtener el flujo de caja del proyecto y del inversionista los parámetros que se analizan en el estudio financiero se encuentran dados por indicadores como: valor presente neto, tasa interna de retorno, costo de oportunidad, periodo de retorno de la inversión y relación beneficio costo.

Para el análisis de sensibilidad se utilizará la metodología PESTEL (políticos, ecológicos, sociales, tecnológicos, económicos y legales) con el fin de identificar los riesgos que puedan afectar el desarrollo del proyecto. Es importante decir que las condiciones actuales de mercado en el precio del acero han puesto en riesgo proyectos de estructura metálica, afectando el consumo de las plantas metalmeccánicas. Actualmente, el incremento en la materia prima se encuentra con precios históricamente altos (La República, 2021) provocando que los constructores busquen materiales sustitos o se posterguen los proyectos. No obstante, estos riesgos serán tenidos en cuenta en el flujo de caja probabilístico del proyecto y de esta manera analizar los indicadores financieros.



### **5.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN / ENFOQUE**

El tipo de investigación será correlacional porque se cuenta con variables conocidas y que serán fundamentales para conocer las variables desconocidas dentro de la investigación. Por ejemplo, las tendencias de mercado, el crecimiento del PIB, las licencias aprobadas para iniciar nuevos proyectos y el uso de productos sustitutos en el sector de la construcción pueden determinar el comportamiento de la demanda de mercado y sus indicadores financieros.

Teniendo clara la demanda se evalúa la oferta y el precio. Con la capacidad de las plantas metalmecánicas que se encuentren en la región se define la oferta y con este estudio se determina la capacidad que se requiere en la ampliación de la planta que logre cubrir el crecimiento esperado de mercado.

Para el caso del precio, se deben conocer las condiciones de los competidores. Esta investigación se realiza solicitando cotizaciones de los competidores, con el fin de conocer los términos de referencia y el precio de mercado.

Con el objetivo de tener un punto de partida en la capacidad instalada de la ampliación de la planta, se realiza un diagnóstico de la actual planta de Industrial Concreto, con el fin de conocer rendimientos de una planta metalmecánica, y de esta manera proyectar estos rendimientos con el nuevo proyecto. De esta manera estimar recursos, costos y tamaño.

Adicionalmente, para el estudio Administrativo y legal se debe realizar una investigación cualitativa consultando las normas exigidas a cumplir en el país. Por su parte, el estudio ambiental debe cumplir con los parámetros mínimos dados por el Ministerio de Medio Ambiente.

El estudio financiero se hace con un enfoque netamente cuantitativo, a partir de variables determinadas anteriormente como demanda y precio, -las cuales permiten calcular los indicadores financieros. Adicionalmente, se realiza la matriz de riesgos del proyecto por medio de la metodología PESTEL con un enfoque cualitativo y se involucran en el flujo de caja.

#### **5.4. INSTRUMENTOS**

Los instrumentos de investigación se realizan por medio de tres componentes. El primer componente se da por medio de la revisión documental en artículos de revistas, datos históricos e información actual de la empresa, repositorios Institucionales de la Universidad EAFIT, periódicos, bases de datos proporcionadas por entidades como el DANE, Banco de la República y Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol), así como las normas exigidas por el gobierno colombiano. El segundo componente se realiza por medio de una investigación de campo, por medio de encuestas con preguntas cerradas buscando cual es la preferencia de los sistemas constructivos implementados en los proyectos. Estas entrevistas semiestructuradas están dirigidas a gerentes y directores de constructoras de la zona, con el fin de conocer la preferencia y lo que están dispuestos a pagar por el suministro de la estructura metálica.

El último instrumento se fundamenta en conocer la competencia. El medio de investigación a utilizar son las distintas cotizaciones solicitadas a empresas del mercado que se dediquen al suministro de la estructura metálica en la ciudad de Medellín, y conocer el precio y los términos de referencia de sus competidores.

#### **5.4.1. FICHA TÉCNICA DE LA ENCUESTA**

##### **Objetivo de la encuesta:**

Identificar qué preferencia tienen las empresas del sector de la construcción frente a los posibles sistemas constructivos presentes en el mercado y sean implementados en sus proyectos. Con esta encuesta se espera conocer el rango de precios dispuesto a pagar por el suministro de estructura metálica por esas compañías. Por último, identificar si los gerentes y directores de proyectos como líderes, cuentan con suficiente conocimiento para incentivar el consumo de la estructura metálica o, por el contrario, no se usa por desconocimiento.

##### **Tipo de muestreo:**

El tipo de muestreo se considera probabilístico por juicio o discrecional, ya que la selección de los encuestados debe ser gerente o director de obra en empresas del sector de la construcción, con experiencia laboral por más de 15 años. El rol de esta persona en la compañía debe ser parte crucial en la toma de decisiones y adjudicación de contratos para el desarrollo de proyectos.

##### **Tamaño de la muestra:**

Con la base de datos entregada por la Cámara Colombiana de la Construcción en la ciudad de Medellín y su área metropolitana se cuenta con 139 constructoras. Esta constituye la población a investigar.

El tamaño de la muestra para realizar la encuesta se calcula con las siguientes consideraciones:

- Población (N)= 139 constructoras, Como  $N < 10.000$  se considera una muestra finita (CAMACOL, 2020 )
- La investigación cuenta con nivel de confianza del 95% y una distribución normal. Se considera  $z = 1,96$ .

- Para el cálculo de la desviación estándar por ser una investigación que no se conoce la varianza poblacional se asume  $p=0,5$ , es decir la desviación estándar es:

$$s = \sqrt{p - (1 - p)} = \sqrt{0,5 - (1 - 0,5)} = 0,5$$

- Por tener recursos limitados y una investigación de trabajo de grado se considera un error estadístico del 10%.

- Cálculo de la muestra:

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}} = \frac{96,04}{1 + \frac{96,04}{139}}$$

$$n = 56,62 \sim \mathbf{57 \text{ encuestas}}$$

$$n_o = \left(\frac{zxs}{E}\right)^2 = \left(\frac{1,96 \times 0,5}{0,10}\right)^2 = 96,04$$

*E = error muestral*

*z = Valor de la distribución normal*

*s = Desviación estándar*

*n = Tamaño de la muestra*

*N = Tamaño de la población*

### **Universo:**

El perfil de la población a aplicar las encuestas es gerente o director de obra que trabaje en compañías del sector de la construcción y su rol se encuentre enmarcado en tomar las decisiones en la adjudicación de contratos para sus proyectos.

### **Diseño y realización:**

La encuesta se encuentra a cargo de Sonia Leon Chiquillo, estudiante de maestría en gerencia de proyectos de la universidad EAFIT. La metodología herramienta es un cuestionario virtual, cuyo objetivo es conocer las preferencias de los clientes en los diferentes sistemas constructivos que se comercializa actualmente y el precio al cual se encuentra dispuesto a pagar el constructor por el suministro de la estructura metálica en su proyecto.

**Técnicas de recolección de la información:**

Cuestionario electrónico con preguntas cerradas.

**Fecha de recolección de la información:**

Julio 2021 -agosto 2021

**Preguntas del cuestionario:**

1. ¿Qué criterios predominan al implementar un sistema constructivo en su proyecto?
2. ¿Qué sistema constructivo escogería para ejecutar su proyecto, sin prevalecer el precio?
3. ¿En qué tipo de construcciones NO implementaría la estructura metálica?
4. Actualmente, ¿Qué precio por kilo estaría dispuesto a pagar su compañía en el suministro e instalación de estructura metálica en la ciudad de Medellín y el área metropolitana?
5. ¿En qué casos la estructura metálica se considera excelente opción para su proyecto?
6. ¿Cuál es la principal razón para no ejecutar un proyecto en Estructura metálica?
7. ¿A qué empresa del sector contrataría en su proyecto para realizar el suministro de estructura metálica?
8. ¿Qué criterio prevalece al momento de adjudicar un contrato de fabricación en estructura metálica?
9. ¿Cuál es la razón principal para usar con más frecuencia un sistema como el Hormigón y NO metálico?
10. Si tuviera la oportunidad de escoger la mejor empresa en la ciudad Medellín para realizar su proyecto en estructura metálica, ¿Cuál de las siguientes empresas elegiría?

## 5.5. SUJETOS

- **Perfil Gerente y/o directores de Constructoras.**

El perfil para realizar la entrevista es un profesional con pregrado en Ingeniería Civil, Arquitectura o Ingeniería Mecánica, con postgrado en gerencia de proyecto o afines y debe contar con más de 15 años de experiencia como director de obra o gerente de constructora. Adicionalmente, debe ser un miembro directivo de empresas que se encuentren en el sector de la construcción, cuyo rol en la compañía resulta crucial en la toma de decisiones y adjudicación de contratos para el desarrollo de proyectos.

- **Sujetos de información.**

Para la revisión de la información se considera en bases de datos como: DANE, Banco de la República, Camacol, normativa exigida por el gobierno colombiano como: Cámara y Comercio, Ministerio de Trabajo, Ministerio de Transporte, DIAN, y páginas web de empresas del sector, datos históricos de la compañía Industrial Concreto.

- **Asesor.**

Profesional en Ingeniería Civil, Administración o Economía, con título de Magíster o Especialista en Gerencia de Proyecto, experiencia laboral con más de 15 años como consultor empresarial en temas de estructuración de proyectos, diagnóstico financiero, valoración de empresas, restructuración de deuda, identificación y análisis de riesgos en proyectos. Además, de contar con experiencia como asesor de tesis en más de 100 proyectos de prefactibilidad y factibilidad.

## 5.6. HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS

Para el desarrollo de la investigación se cuenta con tres herramientas metodológicas a utilizar, las cuales se explican en el siguiente cuadro:

	Herramienta Metodológica 1	Herramienta Metodológica 2	Herramienta Metodológica 3
	Revisión Documental	Entrevista Semiestructurada	Solicitud de Cotizaciones
<b>QUÉ?</b>	<p>Estudio del Sector y entorno.</p> <p>Crecimiento esperado en el sector de la construcción.</p> <p>Estudio de Demanda, Oferta, Precio y Comercialización.</p> <p>Investigación de competidores.</p> <p>Leyes para realizar contratos laborales.</p> <p>Leyes Tributarias y de importación exigidas por el Gobierno.</p> <p>Leyes y normativas mínimas dadas por el gobierno para cumplir los parámetros ambientales.</p>	<p>Realizar un análisis para Identificar preferencias o conocimiento de los sistemas constructivos implementados en el sector de la Construcción.</p>	<p>Se realiza un estudio de mercado por medio de los competidores, el objetivo es conocer el precio ofertado.</p>
<b>CÓMO?</b>	<p>Las tendencias de mercado se realizan con base de datos entregadas por entidades públicas.</p> <p>Páginas Web de empresas del sector.</p> <p>Páginas web de ministerio de trabajo, industria y comercio y medio ambiente, entes gubernamentales como: Dian y Cámara y comercio.</p>	<p>Se realiza una entrevista semiestructurada con duración máxima de 20 minutos para clientes que se encuentren en la etapa de Diseño y especificación de sus proyectos.</p>	<p>Se solicita cotizaciones por medio de un pliego de referencia.</p>
<b>PARA QUÉ?</b>	<p>El objetivo de esta revisión documental es realizar una investigación argumentativa para cada estudio a desarrollar.</p>	<p>Para identificar el dominio y conocimiento en el uso de la estructura metálica. Conocer cuanto esta dispuesto a pagar por el producto.</p>	<p>Para identificar sus condiciones comerciales, el precio del mercado y el valor agregado de estas empresas.</p>
<b>EN QUIÉNES?</b>	<p>Dane, Camacol, Banco de la República, revistas del sector, ministerios y entes Gubernamentales.</p>	<p>Gerentes de Constructoras Directores de obra</p>	<p>Industrias del Hierro S.A Gonvarri Ms Colombia S.A.S Doblamos S.A.S Industrias Seno S.A.S</p>

*Ilustración 2. Herramientas metodológicas*

## **6. ESTUDIO SECTORIAL Y ENTORNO**

En el estudio sectorial y de entorno se busca realizar un análisis, el cual permita indagar sobre el estado del proyecto. En este caso, se busca enmarcar el sector de la construcción. También, se espera investigar sobre los agentes externos, por medio de la estructura conceptual PESTEL, donde los ámbitos político, económico, Sociocultural, Tecnológico, Ambiental y Legal son parte fundamental del estudio. De esta manera, se espera tener una idea general sobre las condiciones actuales del mismo, y así poder visualizar los posibles riesgos.

### **6.1. CONTEXTO MACRO**

#### **6.1.1. CONTEXTO POLÍTICO**

La guerra comercial que se vivió entre Estados Unidos y China en el 2019 provocó una lucha para mantener su papel económico, el cual ha propagado una debilitación en el mercado del acero, afectando directamente a los países emergentes con un crecimiento global más lento (Asociación Latinoamericana del Acero, 2020). En el 2018 Donald Trump anunció la subida de aranceles para el acero y el aluminio, imponiendo impuestos a las importaciones de un 25% en el acero y un 10% en el aluminio. Ello con el argumento de que Estados Unidos por el proteccionismo chino se veía perjudicado en sus exportaciones al país. No obstante, China respondió de manera inmediata, con una subida de aranceles entre el 15% y el 25% a 128 productos estadounidenses (Garijo, 2019) lo que originó una guerra comercial afectando el mercado de metalmecánico.

#### **6.1.2. CONTEXTO ECONÓMICO**

A pesar de las diferentes crisis en la producción de acero, este material ha logrado incrementar su demanda. Por ejemplo, para el año 2018 la producción de acero a nivel mundial cerró con 1808 millones de toneladas generando un crecimiento de 4,5% con respecto al 2017 (World Steel Association, 2019).

Los países líderes en la producción de acero se encuentran en el continente asiático, siendo la región con mayor producción, representado en un 70,3%, seguido



por Estados Unidos con un 9,3%. Así mismo, para los países NAFTA (Argentina, Brasil y Venezuela) con un 6,6% y otros Países (África, América Central y sur, Oriente Medio, Australia y Nueva Zelanda) producen alrededor del 5,9%, países CIS (Canadá, México, EEUU) con un 5,6%, y por último se encuentra la Unión Europea con un 2,3% (World Steel Association, 2019). En el caso de las importaciones y exportaciones, China encabeza la lista de las exportaciones, seguido de Japón, Corea del Sur y Rusia. Para las importaciones, se encuentra como principal actor La Unión Europea, seguido de Estados Unidos y Alemania (World Steel Association, 2020).

Grandes países son promotores de la producción de acero a nivel mundial, sin embargo, en este momento el mercado del acero ha sido uno de los más afectados en términos de producción y oferta. Lo anterior debido a que la oferta bajo considerablemente y a su vez la producción se redujo a niveles históricos a causa de los confinamientos del segundo trimestre del año 2020. Además, todos los países se vieron obligados a reducir la producción durante el primer año de pandemia. Como caso típico, China pasó de ser exportador a ser importador, ya que su demanda interna superó la producción. Por otra parte, las exportaciones de acero de China el año pasado cayeron 67% mientras que sus importaciones crecieron 150% (La República, 2021).

Actualmente el mineral de hierro y chatarra son insumos que representan 64% del costo de su producción y se encuentran con precios históricamente altos con aumentos de 58% y 44%, respectivamente en el mercado internacional. Además, en el año 2020 se vivió una dinámica totalmente inesperada, pues se dio la reducción de la oferta mundial de acero que coincidió con un aumento inesperado en la demanda a raíz de las políticas públicas que incentivaron la construcción en todos los países (La República, 2021).

Según el Fondo Monetario Internacional (FMI), el consumo para el 2019 fue de 65,1 millones de toneladas, pero se estima una caída de 10,4%, cerrando el año 2020 con 54,4 millones de Toneladas. Asimismo, en abril del 2020 se alcanzó a tener un total de 18 altos hornos cerrados, como consecuencia de la pandemia, lo que originó

la caída en la producción de acero para América Latina (Asociación Latinoamericana del Acero, 2020).

Ahora bien, los principales protagonistas en la producción de acero para América Latina, se encuentra en Brasil con un 53.7%, seguido por México con un 30.3%. Estos dos países conforman el 84% del total de la producción de acero para América Latina. Por ende, es importante precisar que para el caso Colombia, la producción de acero en el año 2019 fue de 1333 millones de Toneladas, aportando el 2.2 % del total de producción de Latinoamérica (Asociación Latinoamericana del Acero, 2020).

De igual manera, las perspectivas de corto plazo se ven favorables para el fortalecimiento de la demanda de acero en la Latinoamérica. El Fondo Monetario Internacional señala que la economía global crecerá al 6%, los países desarrollados al 5,1%, las economías emergentes al 6,7% y América Latina el 4,6%. En la región se destaca Brasil, con una tasa de 3,7%, y México con un 5% (alacero, 2021).

### **6.1.3. CONTEXTO SOCIAL**

Simultáneamente, en el mundo más de 6 millones de personas trabajan para la industria del acero. Es decir, en el 2017 por cada 2 empleos en el sector del acero, se respaldaron 13 empleos más a lo largo de su cadena de suministro (Banco Intercontinental Español, 2018). Sin embargo, la pandemia ha generado un fuerte impacto en las dinámicas del comercio exterior y entre ellas el sector del acero (La República, 2021).

Actualmente, la industria metalmecánica representa cerca de 16% del PIB industrial en América Latina, generando empleo a 4.1 millones de personas en forma directa y 19.7 millones de forma indirecta (Metalmecánica Internacional, 2021).

#### **6.1.4. CONTEXTO TECNOLÓGICO**

Inicialmente, es importante conocer cómo surgió la industria metalmeccánica en Latinoamérica. Su comienzo se da en el año 1920, época en que los talleres de mantenimiento de los ferrocarriles británicos radicados en Argentina fueron el pilar para el desarrollo temprano de la capacidad tecnológica de distintos procesos relacionados con la transformación de metales, como son la fundición, forja, soldadura, etcétera. De esta manera, se dio el inicio de la industria metalmeccánica, y firmas de Argentina, Brasil y México entraron en el mundo del comando numérico, la robotización y diseño de nuevos productos con ayuda de la computadora, ocasionando que los países iniciarán de manera gradual sus talleres industriales, involucraron a miles de operarios y técnicos de distintas especialidades para que fueran generando un sector metalmeccánico altamente idiosincrático y poco comparable a la industria metalmeccánica de países desarrollados (KATZ, 1986).

Seguidamente, para los países latinoamericanos el desarrollo metalmeccánico dependía de potencias mundiales. No obstante, un evento cambió la historia local Latinoamericana por motivos bélicos, puesto que estos equipos importados de Europa y Norteamérica no llegaron a los puertos y el desarrollo metalmeccánico local tomó forma, a través de la fabricación similar, atendiendo las necesidades locales. Por consiguiente, este hecho logro una dedicación al mercado interno de cada país, incluso adaptar productos y procesos de acuerdo con su requerimiento local (KATZ, 1986).

Sin embargo, las precarias condiciones de producción de las plantas latinoamericanas de esos años y la falta de conocimiento del personal, así como las altas pérdidas por tiempos de paro y rechazo de productos, llevaron a muchas empresas a fortalecer sus departamentos de ingeniería para generar conocimiento técnico. Es así como, esta estrategia generó resultados satisfactorios, ya que creció la productividad industrial y hubo un avance en el conocimiento, tanto que muchas empresas pudieron alcanzar los estándares internacionales (Metalmeccánica Internacional, 2015). Por ende, la intensidad tecnológica en países latinoamericanos está aumentando, de tal manera que la inversión extranjera actualmente se

encuentra cerca del 60% del total de las entradas. Por ejemplo, México recibe el más alto porcentaje seguido de Brasil (Asociación Latinoamericana del Acero, 2020).

### **6.1.5. CONTEXTO ECOLÓGICO**

Al inicio de año 2030, el mundo debe reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub> en 12-14 gigatoneladas si quiere alcanzar el objetivo de mantener el aumento de la temperatura por debajo de los 2 grados centígrados. Por tal razón, las fuentes de energía renovables desempeñarán un papel clave para lograrlo (Alacero, 2021).

Por otra parte, el acero aporta a la gestión responsable de los recursos naturales, puesto que se producen muy pocos residuos durante su fabricación. Dicho de otra manera, en 2017 el 96,3% de las materias primas utilizadas para la siderurgia fueron convertidas en productos y coproductos como: hormigón, fertilizantes, plásticos, pinturas y cosméticos. Este material se caracteriza por ser 100% recuperable y reciclable, además durante su transformación genera menos consumo de energía reduciendo el impacto medioambiental. En esa misma línea, las ciudades inteligentes del mañana se construirán sobre acero por sus bondades, debido a que contribuyen a generar ciudades un poco más sostenibles (World Steel Association, 2020).

## **6.2. CONTEXTO MICRO**

### **6.2.1. CONTEXTO POLÍTICO**

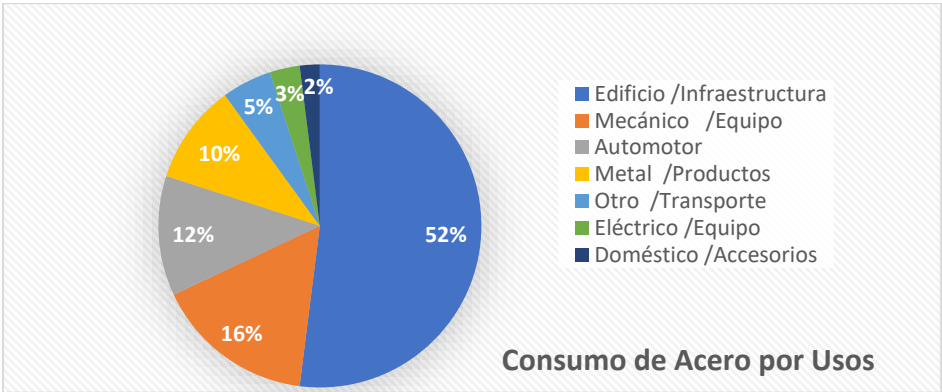
En este contexto, el sector metalmecánico es un producto relevante para el crecimiento y activación del país, ya que representa el 6,34% del PIB manufacturero colombiano. Sin embargo, Juan Manuel Lesmes, director de la Cámara Fedemetal de la ANDI indicó que en la actualidad, Colombia se enfrenta a una crisis global. Por consiguiente, la industria de la metalmecánica nacional que usa aceros planos se encuentra en problemas por la escasez de estas importaciones, ya que este tipo de insumo no se produce de manera local, pero sí forma parte de la base del desarrollo nacional. Por otra parte, en el país no hay siderúrgica que produzcan estos

perfiles, debido a que las cinco que existen fabrican aceros largos como la barra corrugada que se ve en las obras de construcción, material que ha podido atender la demanda con el producto local (Portafolio, 2021).

Ahora bien, Colombia cuenta con dependencia del 100% en su importación y hoy tiene una escasez y altos precios, ya que China no está exportando lo que se requiere. Esta situación coyuntural va a cambiar a medida que se reactiven las siderúrgicas en el mundo y se dejen de atender los mercados locales como sucede en el caso de México, Japón o Corea. Por lo anterior, es un tema que involucra significativo al gobierno colombiano, ya que con acuerdos y conversaciones entre países se busca darle prevalencia a las importaciones a Colombia y minimizar el impacto económico que hoy sufre el sector, y de esta manera minimizar esos precios tan altos que se cuentan en este momento.

**6.2.2. CONTEXTO ECONÓMICO**

Para el sector de la construcción, el acero es unos de los materiales de mayor uso, representando el 52 %, como se puede observar en la Ilustración 3, (World Steel Association, 2020, pág. 4). Así que, los sectores donde promueven su consumo se enfocan en la infraestructura, maquinaria, sector automotriz, productos de metal, transporte de barcos, Trenes, Aviones, accesorios electrodomésticos y equipos eléctricos.



*Ilustración 3. Usos de acero.*

Por esta razón, es importante resaltar que la economía colombiana registraría una fuerte recesión en 2020 (caída del PIB del 10,7%), según bases de datos del DANE. Sin embargo, para el 2021 se estima una mejora en la reactivación económica, su nuevo pronóstico en el PIB de la construcción es alcanzar el 9,0 % (ver Ilustración-4) (DANE, 2021). Por tal motivo, la reactivación de los sectores ocasionará un aumento repentino de la demanda de acero generando un consumo acelerado (La República, 2021).

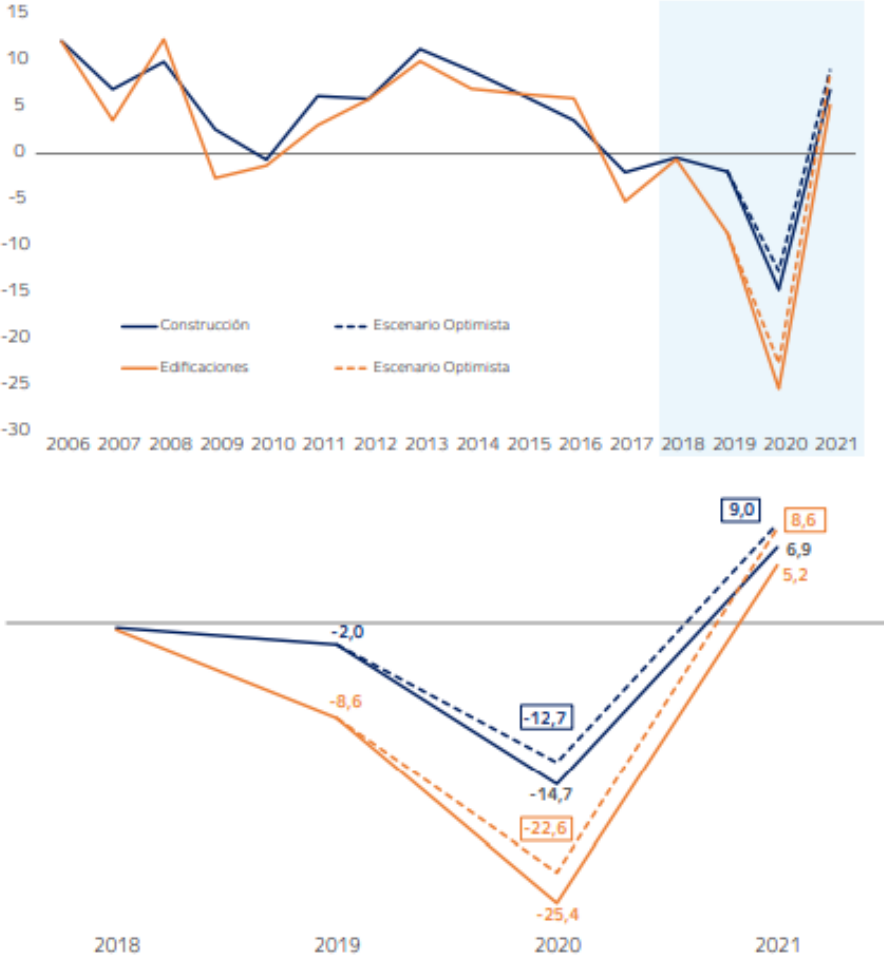
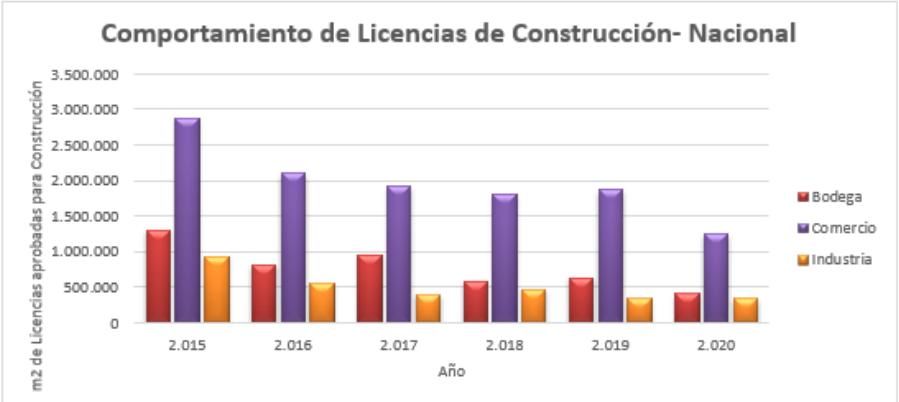


Ilustración 4. Comportamiento de PIB

En la siguiente ilustración se observa como a lo largo del tiempo la activación de la economía tiene comportamientos positivos y negativos en el sector de la construcción, de acuerdo con las cifras entregadas por CAMACOL (Cámara Colombiana de la Construcción), donde hasta el mes de marzo del 2021, se cuentan con licencias aprobadas por el gobierno para construir 1.984.623 m2 en sectores como industria, comercio y bodegas a nivel nacional (Camacol, 2021). Estos sectores son consumidores principales en el uso del acero.



*Ilustración 5. Comportamiento de Licencias a nivel Nacional.*

(Camacol, 2021)

Ahora bien, la estructura metálica es uno de los sistemas constructivos que permite generar amplios espacios, por esta razón los principales consumidores de este sistema se encuentra en sectores de comercio, bodega e industria, por las ventajas en sus propiedades, permite adaptarse a esta necesidad. Por esta razón, se consulta el comportamiento de este mercado para el departamento de Antioquia en el año 2020. De acuerdo con los datos entregados por Camacol, en los sectores del Comercio y Bodega en el departamento de Antioquia hubo una caída en la aprobación de licencias de construcción del 61% y 47%, respectivamente. Inversamente, para el sector de la industria presenta un incremento de 29% con respecto al año 2019. Es decir, en este momento el departamento de Antioquia cuenta con 252.999 m2 de licencias de construcción adjudicadas para construir (Camacol, 2021). Estos sectores serán referente para el estudio de mercado. En la Ilustración 6 se evidencia el comportamiento de estos sectores y se identifican

clientes potenciales de consumo para Medellín en este período de recuperación económica.

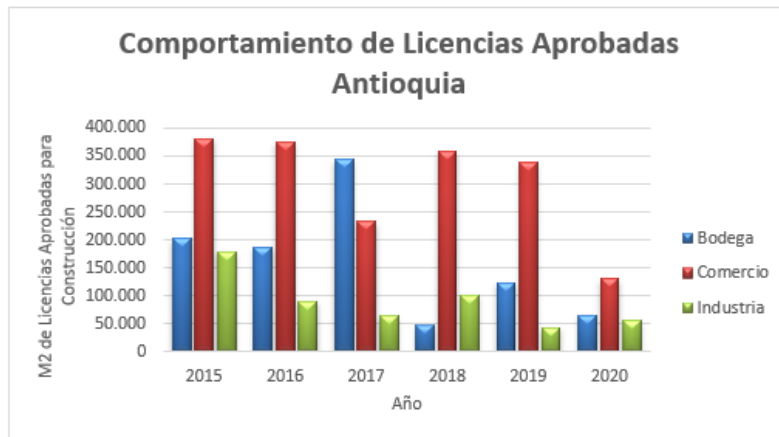


Ilustración 6. Comportamiento de licencias a nivel Regional.

(Camacol, 2021)

Además, resulta importante anotar que para el departamento de Antioquia en especial la Industria metalmeccánica ha sido uno de los sectores que contribuye al crecimiento productivo de la región. De acuerdo al Boletín emitido por el DANE, el sector metalúrgico obtuvo un crecimiento del 10% en el año 2019, siendo el segundo sector de la industria que más creció en el departamento de Antioquia para el 2019 (DANE, 2019).

CIIU3	Descripción	Producción		Ventas		Personal Ocupado	
		Variación	Cont.	Variación	Cont.	Variación	Cont.
<b>1501</b>	<b>Total Industria</b>	<b>1,5</b>		<b>1,4</b>		<b>-2,4</b>	
1700	Textiles	12,8	0,7	-1,7	-0,1	1,9	0,2
2100	Papel y sus productos	8,8	0,4	7,9	0,5	-5,9	-0,2
1590	Bebidas	6,0	0,4	7,6	0,5	-7,4	-0,1
1543	Alimentos preparados para animales	5,8	0,2	4,8	0,2	-2,9	0,0
1599	Otros productos alimenticios	3,9	0,2	3,7	0,2	-2,5	-0,1
2520	Productos de plástico	4,7	0,2	2,9	0,1	-0,3	0,0
2700	Hierro y fundición	10,0	0,2	9,9	0,2	-0,8	0,0
2420	Otros productos químicos	3,7	0,2	2,1	0,1	-4,8	-0,3
2690	Minerales no metálicos	3,1	0,2	0,7	0,0	-2,0	-0,1
1810	Confecciones	0,0	0,0	2,3	0,4	-2,5	-0,5
1551	Productos de panadería	-0,9	0,0	0,6	0,0	-3,3	-0,2
2410	Químicas básicas	-1,0	0,0	3,7	0,1	1,6	0,0
1511	Conservación de carne y derivados cárnicos	-3,6	-0,2	-3,8	-0,2	-5,0	-0,2
3690	Otras manufacturas	-3,3	-0,9	-2,4	-0,6	-3,4	-0,9

Ilustración 7. Crecimiento del sector Manufacturero en Medellín.

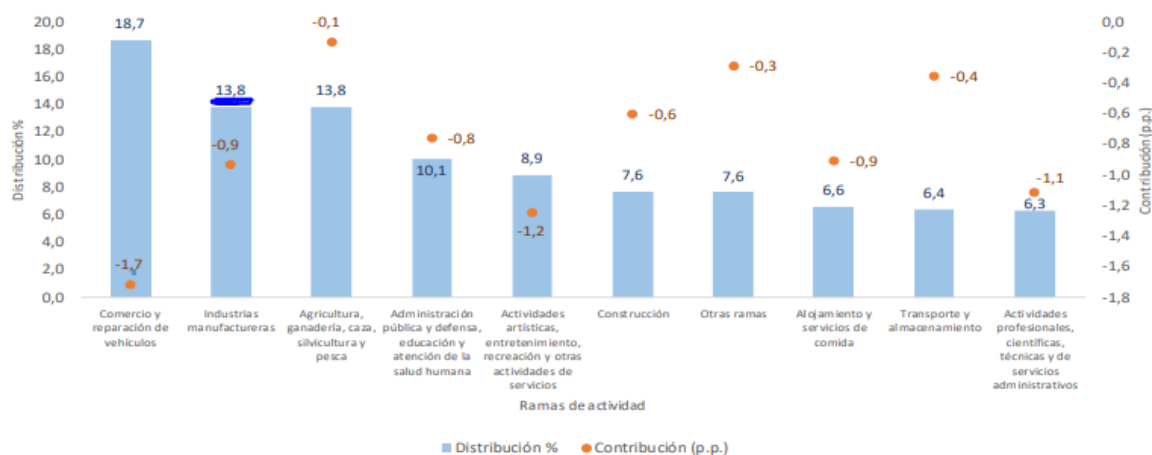
(DANE, 2019)



### 6.2.3. CONTEXTO SOCIAL

De acuerdo con los reportes realizados por el Comité Colombiano de Productores de Acero (ANDI), la industria metalmecánica genera 45.000 empleos directos e indirectos, aportando \$72.000 millones en impuestos, lo cual representa el 10,6% del producto interno bruto industrial. Sin lugar a duda este sector ofrece empleo a muchos colombianos y promueve el crecimiento del sector de la construcción (ANDI, 2019).

Para el caso de Antioquia, el sector manufacturero y en específico el ítem “*Hierro y Fundición*” del cual hace parte las plantas metalmecánicas, actualmente contribuye a la generación de empleos en un 13,8%. Sin embargo, en el 2020 se generó una caída de los 0,9 puntos porcentuales, cerrando así el año con un 12,9 %.



*Ilustración 8. Empleo por sectores para Antioquia – Año 2020.*

### 6.2.4. CONTEXTO ECOLÓGICO

El acero es un material cien por ciento renovable que aporta activamente a los objetivos de la construcción sostenible. Por lo tanto, la estructura metálica se caracteriza también por contribuir a esos mismos objetivos. Así mismo, procura minimizar el consumo de recursos naturales y maximizar su reutilización, emplear recursos renovables y reciclables, proteger el ambiente natural, crear un ambiente saludable y no tóxico, y entregar un ambiente construido de óptima calidad, son características propias de construcciones que aportan al medio ambiente y sin lugar

a duda el acero por sus bondades, serán materiales que contribuyen a mejorar y minimizar su impacto ambiental (Gervásio).

En Colombia, el Ministerio de Ambiente lideró la firma del Pacto Nacional de Economía Circular con los principales gremios empresariales y ministerios, que tiene como meta fortalecer este modelo de desarrollo ambiental. Esta economía Circular busca el máximo aprovechamiento de los recursos y materias primas en la producción de bienes de consumo. Los principales promotores de esta estrategia es el sector siderúrgico que ha logrado implementar de manera exitosa el modelo de economía circular, a tal punto que es considerado como el mayor reciclador del país (ANDI, 2019).

#### **6.2.5. CONTEXTO ORGANIZACIONAL**

Este estudio se realizará para la compañía Industrial Conconcreto, pertenece al grupo empresarial CONSTRUCTORA CONCONCRETO que produce y comercializa insumos para el sector de la construcción a través de las siguientes unidades de negocio: Agregados, Prefabricados, Estructuras y Durapanel. También, ofrece diversas soluciones al sector de la construcción con calidad garantizada y reducción en tiempo y costos (Conconcreto, Informe de Gestión 2020, 2020).

## **7. ESTUDIO DE MERCADO**

Es uno de los estudios más importante para el proyecto, ya que aquí se determina la demanda de mercado y se define el tamaño del proyecto, puesto que a partir de esta información se pueden cuantificar ingresos, costos e inversión. En este estudio se analizan las variables directamente relacionadas a su demanda como lo es: precio, consumidor, competencia y los canales de distribución para el suministro de estructura metálica. A continuación, se explica cada componente:

### **7.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO**

Una planta metalmecánica es un lugar que se encarga de la transformación de la materia prima para obtener un producto final, bajo un insumo básico que es acero. Logra la transformación de este material por medio de maquinaria y personal calificado para obtener elementos metálicos que cumplan unas especificaciones de diseño.

Por otro lado, la producción metalmecánica desempeña un rol estratégico no solamente por el aporte a la económica de un país, sino por los substanciales efectos de encadenamiento productivo, favoreciendo el aprovechamiento de economías de escala dinámicas (Asociación Latinoamericana del Acero, 2015). Para el caso de Colombia, el sector metalmecánico representa el 9,3% del PIB Industrial Colombiano, siendo el sector manufacturero más grande a nivel nacional.

En la actualidad, el país cuenta con cerca de 700 empresas dedicadas a la manufactura metalmecánica. Esto la consolida como una de las principales materias primas para el desarrollo del país (G&J Empresa de Acero, 2020). Se estima que con los nuevos proyectos que desean desarrollar como el Metro de Bogotá y la activación en el sector de la construcción, tendrá un impacto positivo para la reactivación en la transformación del acero en las plantas metalmecánicas colombianas y en la mano de obra calificada que demanda el sector (ANDI, 2020).

## 7.2. DEMANDA ESPERADA

Los clientes potenciales para el suministro de estructura metálica se encuentran en el sector de la construcción y proyectos especificados para: bodega, oficinas, comercio e industria, ~~son~~ principales consumidores en la estructura metálica.

Los proyectos de bodegas son estructuras que sirven para el almacenamiento y depósitos de tipo comercial. Otro sector potencial del consumo de la estructura metálica es el comercio. Este tipo de estructura se refiere a espacios físicos destinados a la compra, venta y reventa de mercancía como centros comerciales. Adicionalmente, se cuenta con el sector de la industria destinados actividades de fabricación, armado y depósito de productos industriales, tales como fábricas, plantas, talleres y por último contamos con el sector de oficinas y centro empresariales que aportan al consumo de este sistema. (DANE, mayo 2021)

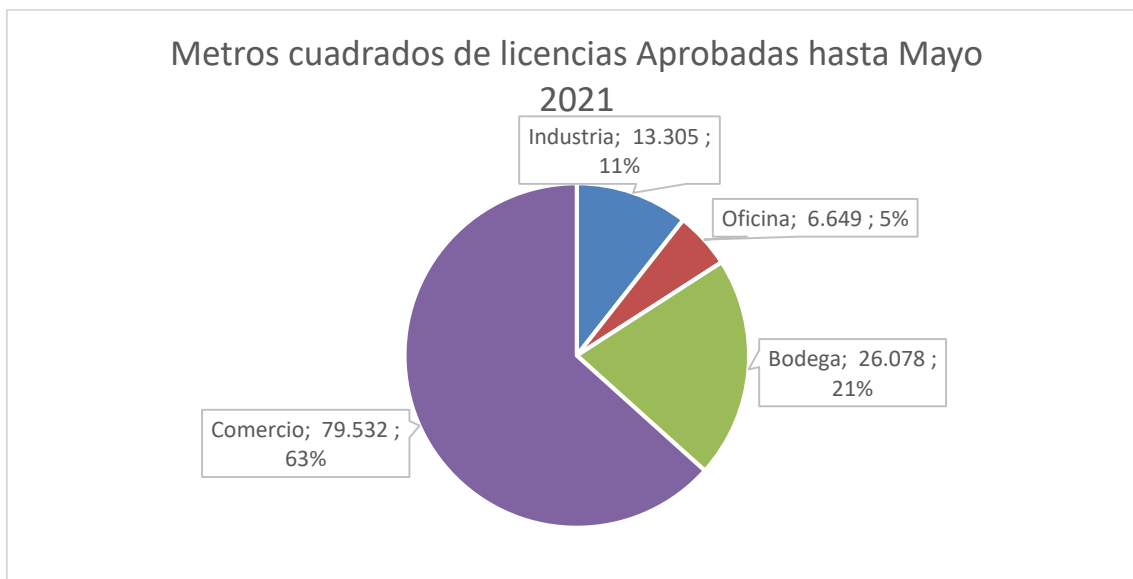
Con la base de datos entregada por el DANE, hasta lo recorrido del mes de mayo del 2021 para el departamento de Antioquia se cuenta con 1.338.665 m<sup>2</sup> de licencias aprobadas en todos los sectores, liderada por vivienda con un 84,81%, seguido por comercio del cual representa el 5,94%. Para el caso de bodegas e industria ocupan el quinto y sexto lugar, con una participación de 1,95% y 0,99% respectivamente. Por último, el sector de oficinas ocupa el noveno lugar con un aporte del 0,5% de los doce sectores clasificados por el DANE. Tal como se muestra en el siguiente gráfico de distribución.



*Ilustración 9. Distribución de Licencias Aprobadas por sectores para Antioquia.*

(DANE, 2021)

No obstante, nuestra investigación se enfoca en solo cuatro de los doce sectores determinados por el DANE (Comercio, Bodega, Industria y Oficinas). En el periodo de enero a mayo del 2021 se aprobaron 125.564 metros cuadrados de licencias para construir proyectos en el departamento de Antioquia. A continuación, se puede observar la distribución de los metros cuadrados aprobados y el cual servirá de punto de partida para realizar la proyección de demanda.



*Ilustración 10. Licencias aprobadas en sectores enfocados a la investigación.*

(DANE, 2021)

La proyección de demanda se realizó a partir de los históricos entregados por el DANE, según los metros cuadrados de licencias aprobadas en el periodo 2006 al 2021 para los sectores en estudio. En este sentido, se tiene en cuenta la información recolectada y se espera realizar la proyección de demanda para 10 años, es decir hasta el 2030. Estos pronósticos se hacen bajo series de tiempo a partir del modelo Browniano con reversión a la media, ya que los datos históricos se ajustan a una distribución normal y con un intervalo de confianza del 90%.

Sin embargo, es importante adentrar con más detalle en el modelo Browniano con reversión a la media en que se fundamenta. Su principal característica es presentar a la media en un intervalo de tiempo como un proceso estocástico independiente y no como una función determinística (PALACIO, 2008). Un proceso estocástico es un concepto matemático que sirve para usar magnitudes aleatorias que varían con el tiempo o para caracterizar una sucesión de variables aleatorias que evolucionan en función de otra variable, generalmente el tiempo. Cada una de las variables aleatorias del proceso tiene su propia función de distribución de probabilidad y pueden estar o no correlacionadas entre sí (Metropolitano, 2019).

Por otra parte, el modelo Browniano es un es un tipo de proceso de Márkov, también conocido como proceso de Wiener. Debe cumplir con dos propiedades, contar con la variable del tiempo y seguir una distribución normal estándar. Por tal razón, la investigación cumple con las características de un modelo Browniano, ya que se conoce los datos históricos de los metros cuadrados de licencias aprobadas durante 14 años para Antioquia. Esta información será el punto partida para realizar las proyecciones de demanda, sin existir una correlación entre sí durante los diez años siguientes. Es decir, con este modelo se espera obtener una predicción independiente a los datos históricos con comportamientos acordes a la realidad y un nivel de confianza mayor al 90%.

El modelo Browniano con reversión a la media se encuentra determinado por la siguiente ecuación<sup>3</sup>:

$$\partial S_t = \eta(\bar{S} - S_t)d_t + \sigma dW_t \quad (14)$$

$\eta$  = Velocidad o tasa de revesión

$\bar{S}$  = Nivel normal de  $S_t$ , es decir, el nivel al cual  $S_t$  tiende a revertir.

Las demás variables cumplen la función del modelo geométrico Browniano.

La solución analítica de la ecuación (14) es:

$$S_t = S_0 e^{-nt} + \bar{S}(1 - e^{-nt}) + e^{-nt} \int_0^t \sigma e^{nt} dW_t \quad (15)$$

$\bar{S}, \sigma, n$  son variables constantes.<sup>4</sup>

Si se considera la volatilidad de los datos se puede ajustarse generando una ecuación 14 y puede ser expresada así:

$$\partial S_t = \eta(\bar{S} - S_t)d_t + \sigma S_t dW_t \quad (16)$$

---

<sup>3</sup> DIXIT, Avinash K and PINDYCK, Robert S. Investment under uncertainty. New Jersey, Princeton University press, 1994. 74p.

<sup>4</sup> FOUQUE, Jean-Pierre; PAPANICOLAOU, George and SIRCAR, K. Ronnie. Mean-reverting stochastic volatility. International Journal of theoretical and applied finance, 2000, vol. 3, No 01, 101-142p.

Esta ecuación es conocida como el proceso geométrico de Ornstein-Uhlenbeck. Así como el movimiento geométrico Browniano, la ecuación (16) puede ser expresada en tiempo discreto así:

$$S_t = S_{t-1} + \eta(\bar{S} - S_{t-1}) + \sigma S_{t-1} \varepsilon_t \quad (17)$$

Para la estimación de los parámetros de la ecuación (17), se utiliza el criterio de máxima verosimilitud, del cual se genera el siguiente sistema de ecuaciones<sup>5</sup>:

$$A - E(1 - \eta\Delta t) - \eta\bar{S}\Delta t B = 0 \quad (18)$$

$$C - B(1 - \eta\Delta t) - \eta\bar{S}\Delta t D = 0 \quad (19)$$

A partir de las ecuaciones (18) y (19) se despejan los parámetros de interés, obteniendo:

$$\hat{\eta} = \frac{ED - B^2 - AD + BC}{(ED - B^2)\Delta t} \quad S = \frac{A - E(1 - \eta\Delta t)}{\eta\Delta t} \quad (20)$$

Los estimadores A, B, C, D, Y E se definen como:

$$A = \sum_{t=1}^N \frac{S_t S_{t-1}}{S_{t-1}^2}; \quad B = \sum_{t=1}^N \frac{S_{t-1}}{S_{t-1}^2}; \quad C = \sum_{t=1}^N \frac{S_t}{S_{t-1}^2}; \quad D = \sum_{t=1}^N \frac{1}{S_{t-1}^2}; \quad E = \sum_{t=1}^N \left[ \frac{S_{t-1}}{S_{t-1}} \right]^2 \quad (22)$$

$N$  = número de datos a estudiar.

El  $\sigma$  parámetro se obtiene en términos de los parámetros calculados en la ecuación (20) y (21) mediante la ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N\Delta t} \sum_{i=1}^N \left[ \frac{S_i - S_{i-1} - \hat{\eta}(\bar{S} - S_{i-1})\Delta t}{S_{i-1}} \right]^2}$$

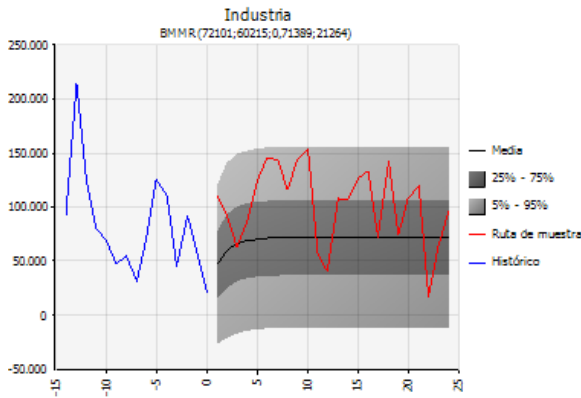
<sup>5</sup> PALACIO, Sebastián. Análisis, Descripción y Simulación de Modelos Estocásticos de Tasas de Interés: Un acercamiento desde las Ecuaciones Diferenciales Estocásticas. Medellín: Universidad Eafit, 2009.8-10p.



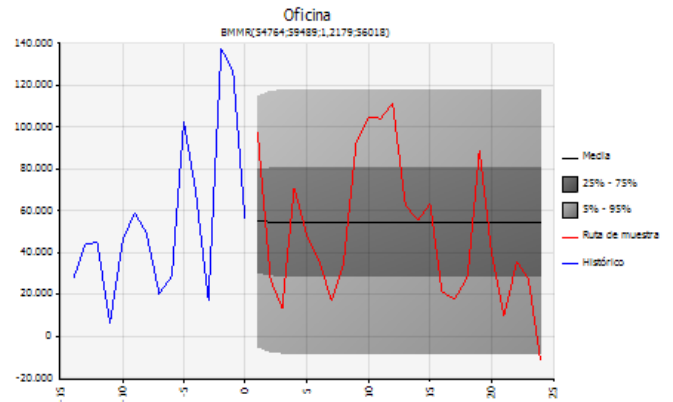
Luego de realizar una breve explicación del modelo, se realiza la proyección de demanda y con base al aplicativo Risk, y se obtiene la siguiente proyección:

		M2 de Licencias Aprobadas y Proyección					
		AÑO	Industria	Oficina	Bodega	Comercio	Total
H I S T Ó R I C O	2006	91787	27435	79996	239631	438849	
	2007	71889	44179	136317	492392	744777	
	2008	124797	45157	129695	147383	447032	
	2009	8097	6249	25065	163069	275353	
	2010	68288	46156	56963	13458	305987	
	2011	47264	59185	45267	211659	363375	
	2012	55629	49144	55523	274892	435188	
	2013	31645	20383	8172	196032	32978	
	2014	72425	28989	99077	28962	490111	
	2015	126046	102434	138431	233406	600317	
	2016	11076	69922	123629	44581	75012	
	2017	45742	17203	88335	17622	3275	
	2018	91783	137431	23333	178219	430766	
	2019	5795	127001	111353	286668	582972	
2020	21264	56018	20131	91222	188635		
P R O Y E C C I Ó N	2021	43577	55135	55513	204622	358848	
	2022	53962	54874	67488	218213	394537	
	2023	58796	54796	71541	219842	404975	
	2024	61045	54774	72912	220037	408769	
	2025	62092	54767	73377	220061	410297	
	2026	6258	54765	73534	220064	410942	
	2027	62807	54764	73587	220064	411222	
	2028	62912	54764	73605	220064	411345	
	2029	62961	54764	73611	220064	4114	
	2030	62984	54764	73613	220064	411425	

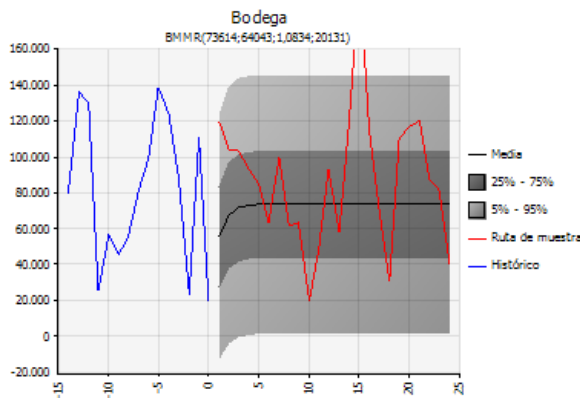
A continuación se muestra gráficamente el histórico de las licencias aprobadas en el departamento de Antioquía con su proyección, del cual se determina por medio del programa Risk. Como se puede observar en cada sector se cuenta su proyección hasta el 2030. Así mismo el color azul indica la modelación de los datos históricos y en color rojo los metros cuadrados de licencias que se esperan tener hasta el horizonte del proyecto.



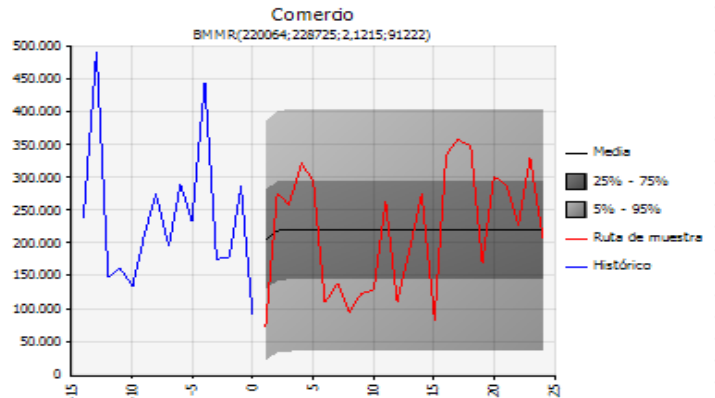
*Ilustración 11. Comportamiento de Demanda en industria*



*Ilustración 12. Comportamiento de Demanda en Oficina*



*Ilustración 13. Comportamiento de Demanda en Bodega.*



*Ilustración 14. Comportamiento de Demanda en Comercio.*

La proyección que se realiza es para los metros cuadrados de licencia aprobadas en los sectores de estudio para el departamento de Antioquia. Sin embargo por el tipo de investigación y el sector donde se encuentra el proyecto, estas licencias no serán un dato principal para la investigación. Como es una planta metalmeccánica, la cuantificación de los kilogramos se realiza bajo la asesoría de un experto en diseño para estructuras metálicas. Esta persona cuenta con más de 15 años de experiencia en el sector y con su conocimiento e históricos de diseño puede indicar el tenor de kilogramos por metro cuadrado construido para cada sector. Con base en la información del experto, se estima el tenor de kilogramos por metro cuadrado. Con esta información se realiza la conversión de metros cuadrados contruidos a

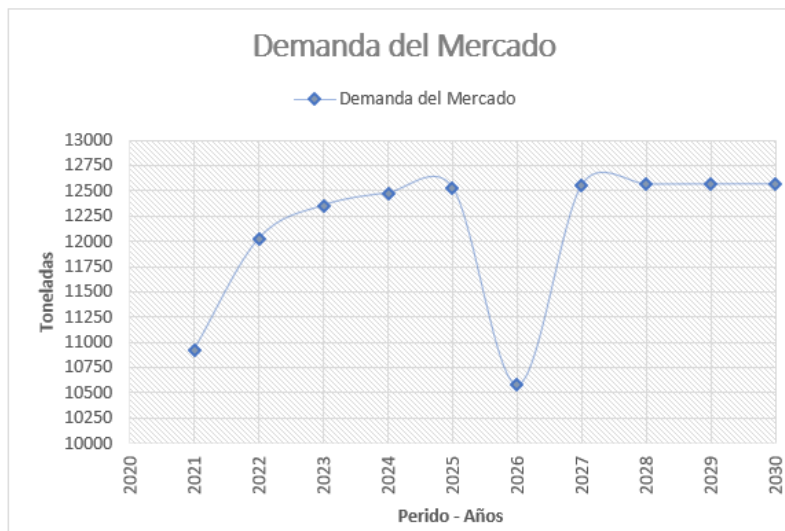
kilogramos a construir en el sector de la construcción para Medellín y su área metropolitana.

De acuerdo con el tenor dado por el experto como se muestra en la Tabla, se puede obtener la proyección de demanda en kilogramos hasta el 2030, tal como se muestra a continuación:

Sector	Tenor Kg/m <sup>2</sup>
Industria	35,0
Oficina	31,0
Bodega	28,0
Comercio	30,0

Tabla 1. Tenor indicado por experto.

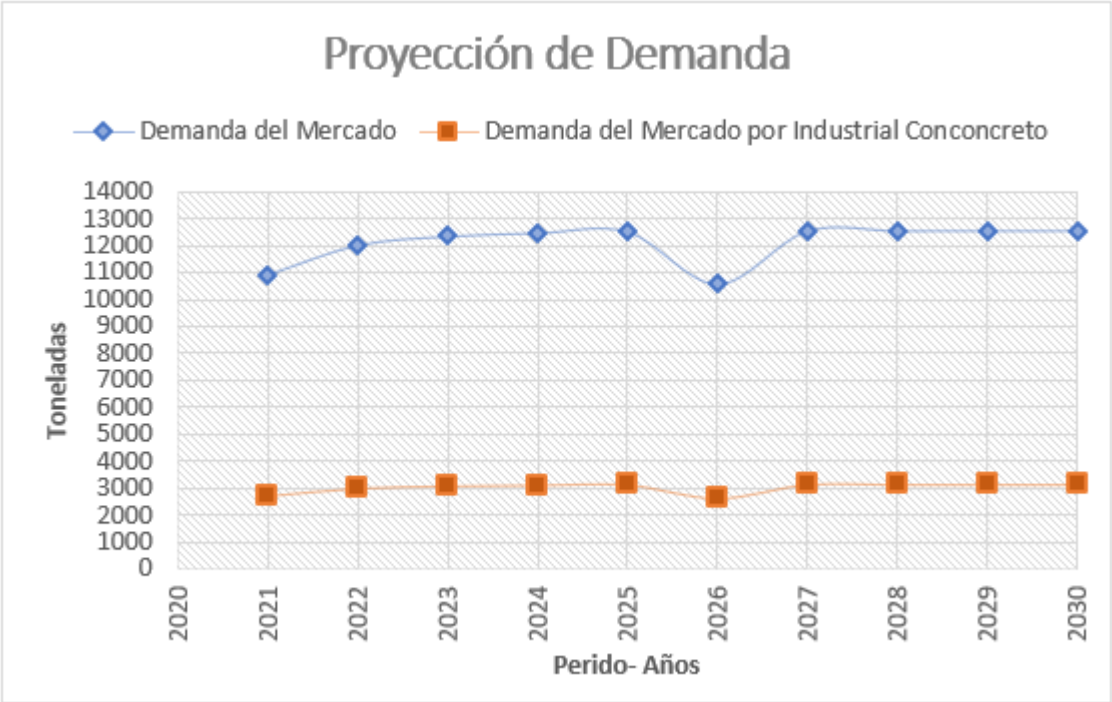
Luego de multiplicar los metros cuadrados por el tenor, se obtiene la demanda en kilogramos siendo nuestro principal interés para el proyecto.



Sector/Año	Demanda del Mercado									
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Industria	1525195	1888670	2057860	2136575	2173220	219030	2198245	2201920	2203635	2204440
Oficina	1709185	1701094	1698676	1697994	1697777	1697715	1697684	1697684	1697684	1697684
Bodega	1554364	1889664	2003148	2041536	2054556	2058952	2060436	2060940	2061108	2061164
Comercio	6138660	6546390	6595260	6601110	6601830	6601920	6601920	6601920	6601920	6601920
Kilogramos proyectados	10927404	12025818	12354944	12477215	12527383	10577617	12558285	12562464	12564347	12565208
Toneladas proyectadas	10927	12026	12355	12477	12527	10578	12558	12562	12564	12565

Tabla 2. Proyección de Demanda en Kilogramos

Con las condiciones actuales de los inversionistas se cuenta con una restricción en su inversión, se espera que la ampliación de la planta logre atender en promedio 3029 Toneladas en el año. Es decir, del total de la demanda de mercado Industrial Concreto solamente cubre el 25% demandado. En consecuencia, se tiene la siguiente proyección para el proyecto:



Sector/Año	Demanda del Mercado por Industrial Concreto									
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Toneladas Demanda</b>	10927	12026	12355	12477	12527	10578	12558	12562	12564	12565
<b>% para atender mercado</b>	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
<b>Toneladas en Nueva Planta</b>	2732	3006	3089	3119	3132	2644	3140	3141	3141	3141

*Tabla 3. Proyección de Demanda para en el proyecto*

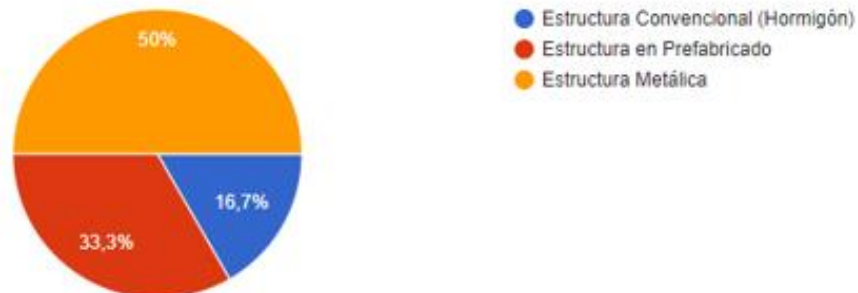
### 7.3. ANÁLISIS DE ENCUESTAS

El objetivo de la encuesta es identificar su prevalencia por los diferentes sistemas constructivos que se encuentran en el mercado. Adicionalmente, conocer está dispuesto a pagar el cliente por el suministro de la estructura metálica en su proyecto. Los resultados arrojados de la encuesta fueron los siguientes:

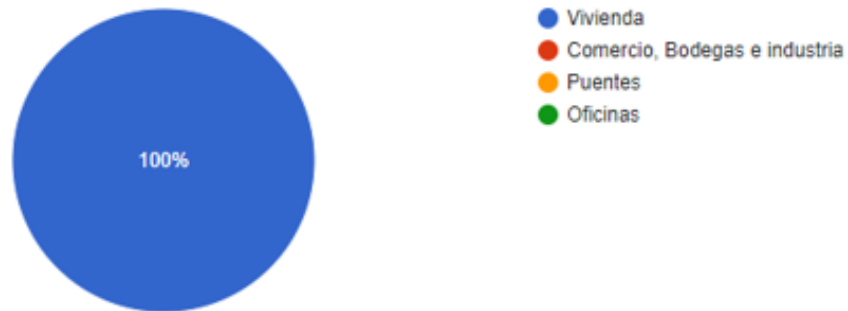
1. ¿Qué criterios predominan al implementar un sistema constructivo en su proyecto?



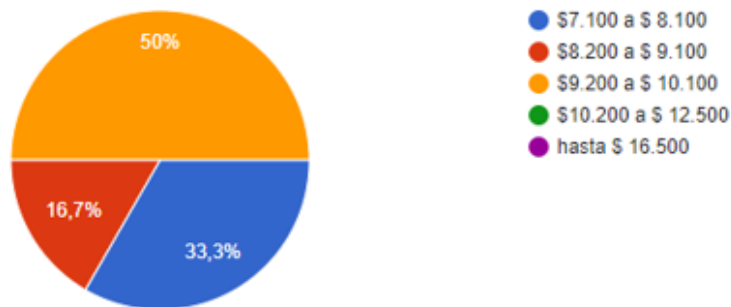
2. ¿Qué sistema constructivo escogería para ejecutar su proyecto, sin prevalecer el precio?



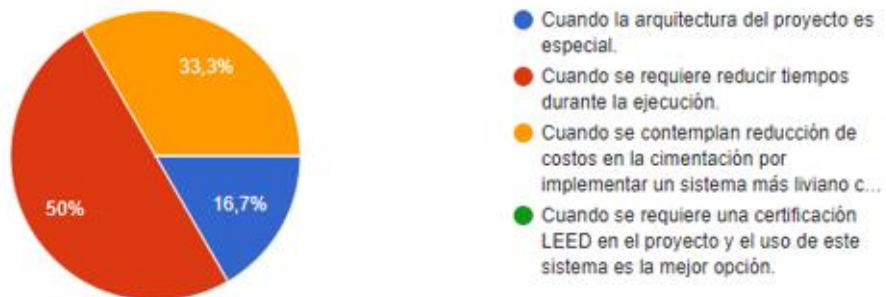
3. ¿En qué tipo de construcciones NO implementaría la estructura metálica?



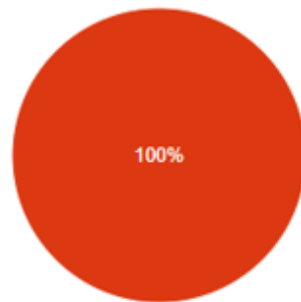
4. Actualmente, ¿Qué precio por kilo estaría dispuesto a pagar su compañía en el suministro e instalación de estructura metálica en la ciudad de Medellín y el área metropolitana?



5. ¿En qué casos la estructura metálica se considera excelente opción para su proyecto?



6. ¿Cuál es la principal razón para no ejecutar un proyecto en Estructura metálica?

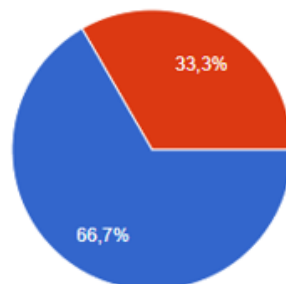


- Los tiempos no cumplen a lo requerido por el proyecto
- El precio de la estructura metálica es superior a otros sistemas.
- Dificultades para su ejecución.

7. ¿A qué empresa del sector contrataría en su proyecto para realizar el suministro de estructura metálica?

CEM, Cortamos y Doblamos, Formazero e Industrial Concreto
Industrial concreto
Industrial concreto
ICC
Sector Industrial
INHIERRO

8. ¿Qué criterio prevalece al momento de adjudicar un contrato de fabricación en estructura metálica?



- Calidad
- Precio
- Reconocimiento en el mercado
- Respaldo Financiero de la compañía.
- Ninguna de las anteriores

9. ¿Cuál es la razón principal para usar con mas frecuencia un sistema como el Hormigón NO metálico?



Con la encuesta realizada, se concluye que los constructores cuentan con una prevalencia en la estructura metálica. No obstante, por ser un sistema más costoso que los demás, provoca que el cliente busque alternativas ajustadas al presupuesto y tiempos de obra. Por lo que la comercialización es mucho más difícil.

Se puede analizar que el mercado de la estructura metálica se encuentra en el sector industrial, comercio, oficinas y bodega. En el sector de vivienda es el único sector donde no se promueve su consumo. Con la respuesta de los encuestados todos llegan a la misma conclusión.

Con las encuestas realizadas también se permite conocer el precio unitario por kilo promedio que el constructor está dispuesto a pagar. Este precio se tiene en cuenta al momento de realizar el flujo de caja probabilístico. Junto con el precio de mercado y el precio para cubrir los costos mínimos de operación, con estos tres parámetros se conforma la función triangular del flujo para la variable precio.

Adicionalmente se investigó que empresas del sector que se dedican a la construcción de este tipo de proyectos en la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana, y como conclusión, en este momento se cuenta con 139 constructoras y serán nuestro perfil para realizar las encuestas. A continuación se puede observar con más detalle cada uno.



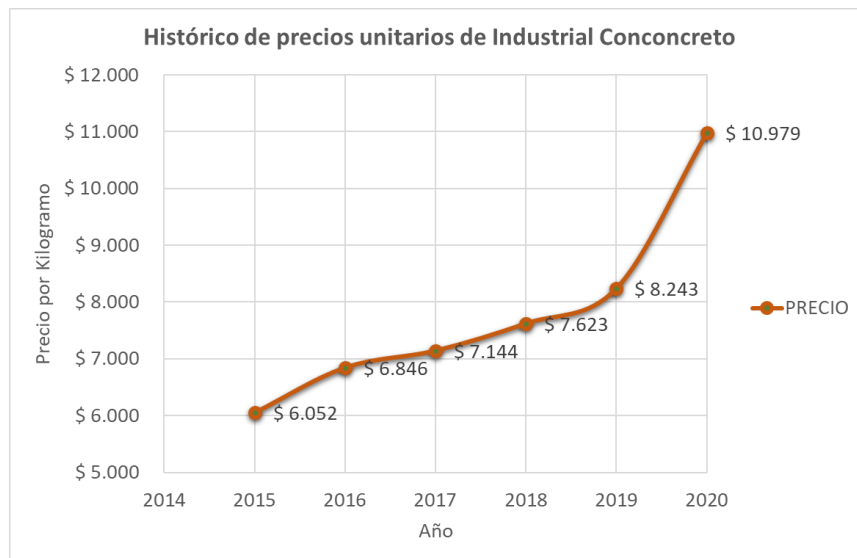
## Listado de encuestados

Personal Encuestado		
Item	11. Rol del encuestado	12. Actualmente ¿En qué empresa labora?
1	Director de Proyectos	Zinenco SAS
2	Director de Proyectos	Constructora Serving
3	Director de Proyectos	Arquitectura y concreto
4	Director de Proyectos	CONCONCRETO
5	Director de Proyectos	Arconsa
6	Director de Proyectos	JPD PROYECTOS SAS
7	Director de Proyectos	CONCONCRETO
8	Director de Proyectos	Intervenciones Civiles S.A.S
9	Director de Proyectos	Coninsa Ramón H
10	Director de Proyectos	Arquitectura y concreto
11	Director de Proyectos	Conintel S.A
12	Director de Proyectos	Constructora Capital Medellin S.A.S
13	Gerente de Proyectos	Constructora Colpatría S.A
14	Director de Proyectos	Construk S.A.S
15	Director de Proyectos	Covin S.A
16	Director de Proyectos	Entreverdes
17	Director de Proyectos	Estructuración y Desarrollo de Proyectos Inmobiliarios S.A.S
18	Director de Proyectos	HC Ingeniería S.A.S
19	Director de Proyectos	Incil S.A.S
20	Director de Proyectos	Inver Celeste S.A.S
21	Director de Proyectos	Vivendas y Proyectos S.A.
22	Director de Proyectos	Anteres Ingeniería S.A.S
23	Gerente de Proyectos	C&A Ingenieros S.A.S
24	Director de Proyectos	CMP- Ingeniería
25	Director de Proyectos	Costrucciones Avizaror S.A.S
26	Director de Proyectos	Conintel S.A
27	Director de Proyectos	Constructora Capital Medellin S.A.S
28	Director de Proyectos	Constructora Colpatría S.A
29	Gerente de Proyectos	Construk S.A.S
30	Director de Proyectos	Covin S.A
31	Director de Proyectos	Inversiones y Construcciones Prisma S.A.S
32	Director de Proyectos	Javier Londoño S.A.S
33	Director de Proyectos	KZS Modulares S.A.S
34	Director de Proyectos	Compañía al Constructor S.A.S
35	Gerente de Proyectos	Comfenalco Antioquia
36	Director de Proyectos	Compañía de Constructores Asociados S.A
37	Director de Proyectos	Con - Axion S.A.S
38	Director de Proyectos	Calculo y Construcciones
39	Director de Proyectos	Cantera Santa Rita S.A.S
40	Director de Proyectos	Casalum Casa del Aluminio S.A.S
41	Director de Proyectos	Constructora Concreto
42	Gerente de Proyectos	Constructora Contex
43	Director de Proyectos	Constructora Ecco S.A.S
44	Director de Proyectos	Constructora Gomez Asociados S.A.S Zinenco
45	Director de Proyectos	Constructora Guigo S.A.S
46	Director de Proyectos	Constructora Ksas
47	Gerente de Proyectos	Conintel S.A
48	Director de Proyectos	Obrasde
49	Director de Proyectos	OH Construcciones S.A.S
50	Director de Proyectos	Optima S.A.S Vivienda y Construcciones
51	Director de Proyectos	Patiño y CIA
52	Director de Proyectos	Pavimentos de Uraba, Mezclas y Agregados S.A.S
53	Director de Proyectos	PHI Constructora S.A.S
54	Gerente de Proyectos	Arconsa
55	Director de Proyectos	Arintia Group S.A.S Distrialles
56	Gerente de Proyectos	Arquitectura y Concreto
57	Gerente de Proyectos	Constructora Concreto

Tabla 4. Listado de Encuestados

## 7.4. PRECIO

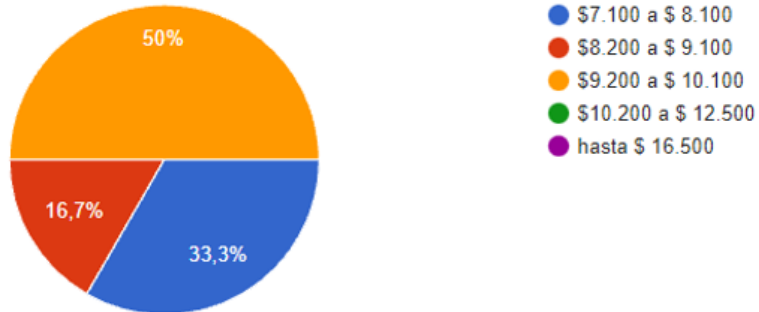
La definición del precio se realizó con base en tres criterios importantes. El primer análisis se realiza con el histórico de precios en el suministro de estructura metálica por kilogramo que se cuenta en la compañía de Industrial Concreto en los últimos seis años. Sin embargo, para el análisis se toma el último año, es decir el precio por Kilogramo histórico es de \$10. 979, tal como se observar en la ilustración.



*Ilustración 15. Histórico de precios de la Compañía.*

El segundo análisis de precio se determinó luego de realizar una encuesta a los Gerentes y/o directores de obra de las principales constructoras de Medellín y su Área Metropolitana. Con esta encuesta se pretendía preguntar el precio dispuesto a pagar en el suministro de la estructura metálica en los proyectos que se encuentren en la fase de planeación o pronto a iniciar, liderados por estas personas. Como conclusión de la encuesta se observa que el constructor está dispuesto a pagar entre \$9.200-\$10. 100, como se muestra en la ilustración.

4. Actualmente, ¿Qué precio por kilo estaría dispuesto a pagar su compañía en el suministro e instalación de estructura metálica en la ciudad de Medellín y el área metropolitana?



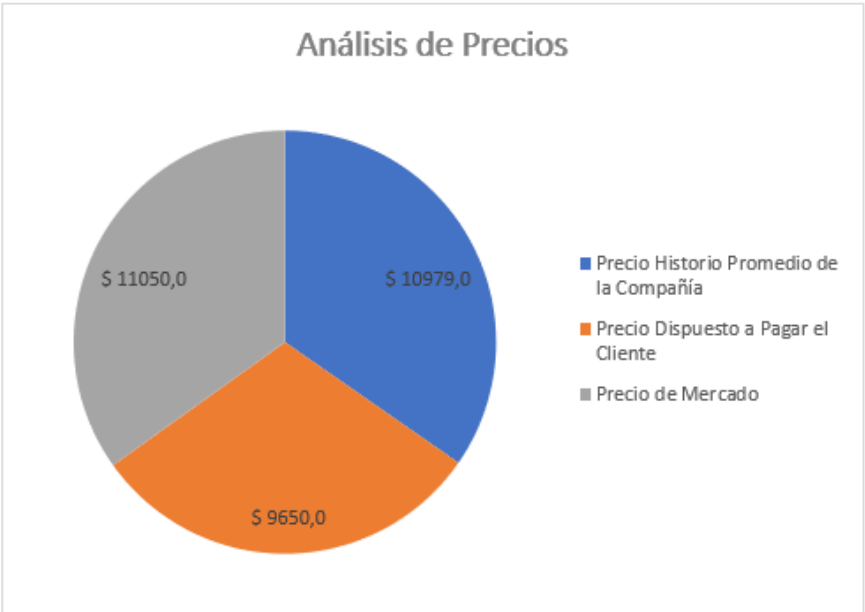
*Ilustración 16. Encuesta a Constructores.*

El tercer criterio que se utilizó en la investigación para analizar el precio, es por medio de un estudio de mercado con empresas del sector. Este análisis se realiza solicitando cotizaciones a la competencia con el fin de obtener un precio de mercado. El resultado de este ejercicio fue obtener un valor de Kilogramo promedio de mercado de \$ 11.050.



*Ilustración 17. Estudio de mercado competidores.*

Como conclusión del análisis se tiene el siguiente resultado para las tres condiciones estudiadas.



*Ilustración 18. Análisis de precios unitarios.*

Es importante señalar que el análisis del flujo de caja determinístico se realiza con el precio del mercado. Entre tanto, el análisis del flujo de caja probabilístico se realiza por medio de una función triangular involucrando las tres condiciones estudiadas anteriormente.

**7.5. OFERTA**

La oferta se encuentra dada por cuatro empresas líderes en el sector metalmeccánico en la ciudad del Medellín y Área Metropolitana. Sin embargo, la competencia directa en el suministro de estructura metálica para Industrial Concreto se relaciona con tres empresas, de las cuales se realiza una breve descripción de cada una.

Industrial Concreto es una empresa del grupo empresarial CONSTRUCTORA CONCRETO que produce y comercializa insumos para el sector de la construcción a través de sus cuatro unidades de negocio: Agregados, Prefabricados, Estructuras y Durapanel. Ofrece diversas soluciones al sector de la

construcción con calidad garantizada y reducción en tiempo y costos (Concreto, Informe de Gestión 2020, 2020). Esta es la compañía sobre la que se espera realizar la investigación.

Esta compañía cuenta con más de 30 años de experiencia y hace presencia en más de 70 proyectos de envergadura, tanto a nivel nacional como internacional, lo que le ha permitido consolidarse como una de las compañías metalmeccánicas más importantes del país. Actualmente la planta cuenta con una capacidad de 2640 Toneladas y su planta físicamente cuenta con un espacio de 9900 metros cuadrados (Concreto, Misión, 2012).

Otra compañía líder en el mercado de las plantas metalmeccánicas es Industrias del Hierro S.A, especializada en el diseño, fabricación y montaje de estructuras de acero. Desde hace 35 años han ofrecido servicios de ingeniería y edificación a clientes del sector público y privado para Colombia y América Latina. Su planta de producción cuenta con una capacidad de 6.000 toneladas anuales y cuenta con un espacio de 5.140 metros cuadrados (Industrias del Hierro S.A, 2017).

La tercera compañía líder en Medellín es Gonvarri Ms Colombia S.A.S. con presencia desde más de 50 años. Su objeto de negocio ha estado principalmente centrado en el diseño, cálculo, fabricación y montaje de estructuras metálicas para varios tipos de estructura (Gonvarri, 2019).

Por último, se tiene la empresa Doblamos S.A.S con más de 35 años de experiencia en la transformación y venta de acero. Brindan un servicio de consultoría, dibujo, ingeniería para el desarrollo (Doblamos, 2021).

## **7.6. CANALES DE DISTRIBUCIÓN**

Los canales de distribución se realizan por medio de empresas constructoras que se encuentren en Medellín y el Área Metropolitana. Así mismo, debe tenerse en cuenta que el proyecto a construir debe estar especificado en estructura metálica o que se encuentre en sectores como Industria, Comercio, Bodega u oficinas del cual necesariamente se requiere de este producto.

De la misma manera, durante la investigación se identifica las posibles empresas que dentro su actividad económica se encuentra la construcción de proyectos, siendo clientes potenciales para el suministro de nuestro producto. En la siguiente tabla se puede observar las constructoras que se encuentran en Medellín y su Área Metropolitana y del cual serán el medio de distribución para el suministro de estructura metálica.

Posición	Constructor	Sede Pricipal	Posición	Constructor	Sede Pricipal
1	Proyecto Constructor	Medellín	71	Constructora Planner S.A.S	Medellín
2	Proyectos & Estructuras S.A	Medellín	72	Constructora Precomprimidos S.A	Itagüí
3	Riva S.A	La ceja	73	Constructora Prohogar S.A.S	Medellín
4	Scala Ingenieros S.A	Sabaneta	74	Constructora Quartier S.A.S	Medellín
5	Sigma Contruccion S.A.S	Apartadó	75	Constructora Sumas & Restas S.A.S	Envigado
6	Soluciones Civiles S.A	Medellín	76	Constructora Suramerica S.A.S	Itagüí
7	Syma Consutores y Constructores S.A.S Beneficio e Interes colectivo "BIC"	Valparaiso	77	Constructora Tulipanes S.A.S	Envigado
8	Trazos Urbanos S.A.S	Medellín	78	Constructora Zuccaro S.A.S - Constructora Belarru S.A	Medellín
9	Vivendas y Proyectos S.A.	Medellín	79	Construgen S.A.S	Medellín
10	Anteres Ingenieria S.A.S	Medellín	80	Construk S.A.S	Medellín
11	C&A Ingenieros S.A.S	Medellín	81	Construtubos S.A.S	Medellín
12	CMP- Ingenieria	Medellín	82	Convel S.A.S	Medellín
13	Costrucciones Avizarar S.A.S	Medellín	83	Cooperativa de Trabajadores de Banacol - Cootraban	Apartadó
14	Gereinco S.A.S	Medellín	84	Corporacion de vivienda e Infraestructura Social Corpodevis	Apartadó
15	I Y D Ingenieria y Desarrollos S.A.S	Medellín	85	Covin S.A	Medellín
16	Ideas & Soluciones Civiles de Colombia S.A.S	Medellín	86	Creando Proyectos S.A.S	Medellín
17	Intervenciones Civiles S.A.S	Medellín	87	Curaduria Urbana Cuarta de Medellin	Medellín
18	R&U Ingenieros S.A.S	Medellín	88	Desarrolladora de Proyectos A2 S.A.S - Acierto Inmobiliario	Medellín
19	SOS Home & Office S.A.S	Medellín	89	Desarrolladores Inmobiliarios Projecta S.A.S	Medellín
20	Arquitectos e Ingenieros Asociados S.A - AIA	Medellín	90	Douglas Gilchrist B y Cia S.A.S	Medellín
21	Bienes & Bienes S.A	Medellín	91	Duplex Constructora S.A.S	Medellín
22	Castellus Me Colombia S.A.S - Terras de San Marino	Medellín	92	Entreverdes	Medellín
23	Colombiana de Ingenieria y Aguas S.A - CIAS S.A	Medellín	93	Estructuración y Desarrollo de Proyectos Inmobiliarios S.A.S	Medellín
24	Coninsa Ramón H	Medellín	94	Estructurar S.A.S	Medellín
25	Constructora Serving S.A.S	Rionegro	95	G4 Ingenieros Civiles S.A.S	Medellín
26	Ingeniería en Construcciones Civiles S.A.S - INGE SAS	Medellín	96	Gene Promotores S.A.S	Medellín
27	LH Constructora S.A.S	Medellín	97	Grupo Lorca	Rionegro
28	Solitec S.A.S	Medellín	98	Grupo San Remo	Medellín
29	Aceros & Concretos S.A.S	Medellín	99	HC Ingenieria S.A.S	Envigado
30	Aninvercon S.A.S	Itagüí	100	HH Grupo Empresarial S.A.S	Medellín
31	APIC de Colombia S.A.S	Envigado	101	IMAB Construciones	Medellín
32	Arconsa	Medellín	102	Incil S.A.S	Envigado
33	Arintia Group S.A.S DistriValles	Medellín	103	Ingearco y CIA S.A.S Grupo Ciudadela	Medellín
34	Arquitectura y Concreto	Medellín	104	Ingenieria Estructural S.A.S Interve S.A.S	Medellín
35	Augusto Gonzalez y CIA. LTDA.	Medellín	105	Ingenieria y Vivienda S.A.S	Medellín
36	Basa S.A.S	Medellín	106	Ingenieros Servicios Constructivos S.A Inserco	Medellín
37	Brazzo Constructores	Sabaneta	107	Ingeurbanismo S.A.S	Rionegro
38	Calculo y Construcciones	Medellín	108	Inmobiliaria Santa Paula S.A.S	Medellín
39	Cantera Santa Rita S.A.S	Medellín	109	Intercasa Promotora de Proyectos S.A.S	Medellín
40	Casalum Casa del Aluminio S.A.S	Apartadó	110	Interventoria Promocion y Construccion de Proyectos S.A.S - IPC	Envigado
41	Centro Sur S.A	Envigado	111	Interventoria, Diseños y Contratos S.A.S " INDECO S.A.S"	Envigado
42	Circulo Urbano	Medellín	112	Inver Celeste S.A.S	Medellín
43	CNV	Medellín	113	Inversiones Editec S.A.S	Bello
44	Coarte S.A.S	Medellín	114	Inversiones V&V S.A.S	Medellín
45	Compañía al Constructor S.A.S	Sabaneta	115	Inversiones y Construcciones Prisma S.A.S	Medellín
46	Comfenalco Antioquia	Medellín	116	Javier Londoño S.A.S	Medellín
47	Compañía de Constructores Asosiados S.A	Bogota	117	KZS Modulares S.A.S	Medellín
48	Con - Axion S.A.S	Medellín	118	L&D Logistica de Distribucion	Itagüí
49	Conaltura y Construccion y Vivienda S.A	Medellín	119	L.C. Arango Arango S.A.S	Medellín
50	Condugas S.A	Medellín	120	La Haus S.A.S	Medellín
51	Conhogar S.A.S	Medellín	121	Mensula S.A	Medellín
52	Conintel S.A	Medellín	122	Moras Ingenieros S.A.S	Medellín
53	Consorcio C&C - Caferedes LTDA. - Construintegrales LTDA	Medellín	123	Muros y Techos S.A	Medellín
54	Construbienes JG S.A.S	Sabaneta	124	Nivel	La ceja
55	Construccion, Arquitectura y Paisajismo Urbana Zomac S.A.S	Apartadó	125	Obras y Terrenos S.A.S	Medellín
56	Construcciones y Servicios S.A.S - Dinpro	Medellín	126	Obrasde	Medellín
57	Constructora Altos de la Abadia S.A.S	Medellín	127	OH Construcciones S.A.S	Medellín
58	Constructora Ascenso S.A.S	Medellín	128	Optima S.A.S Vivienda y Construcciones	Medellín
59	Constructora Borinquen S.A.S	Medellín	129	Organización Edyfica S.A	Medellín
60	Constructora Canalki S.A.S	Medellín	130	Orvel Construcciones	Medellín
61	Constructora Capital Medellin S.A.S	Medellín	131	P.V.C Acabados S.A.S	Medellín
62	Constructora Colpatría S.A	Cali	132	Patiño y CIA	Envigado
63	Constructora Conarte S.A.S	Medellín	133	Pavimentos de Uraba, Mezclas y Agregados S.A.S	Chigorodo
64	Constructora Conconcreto	Medellín	134	PHI Constructora S.A.S	Medellín
65	Constructora Context	Rionegro	135	Porticos Ingenieros Civiles S.A.S "En Reorganizacion"	Medellín
66	Constructora Ecco S.A.S	Medellín	136	Postequipos S.A	Medellín
67	Constructora Gomez Asociados S.A.S Zinerco	Envigado	137	Premium Group Inversiones y Construcciones S.A.S	Medellín
68	Constructora Guigo S.A.S	Medellín	138	Proar Constructora S.A.S	Medellín
69	Constructora Ksas	Medellín	139	Proin Promotora Inmobiliaria S.A.S	Medellín
70	Constructora Monserrate de Colombia S.A.S	Medellín			

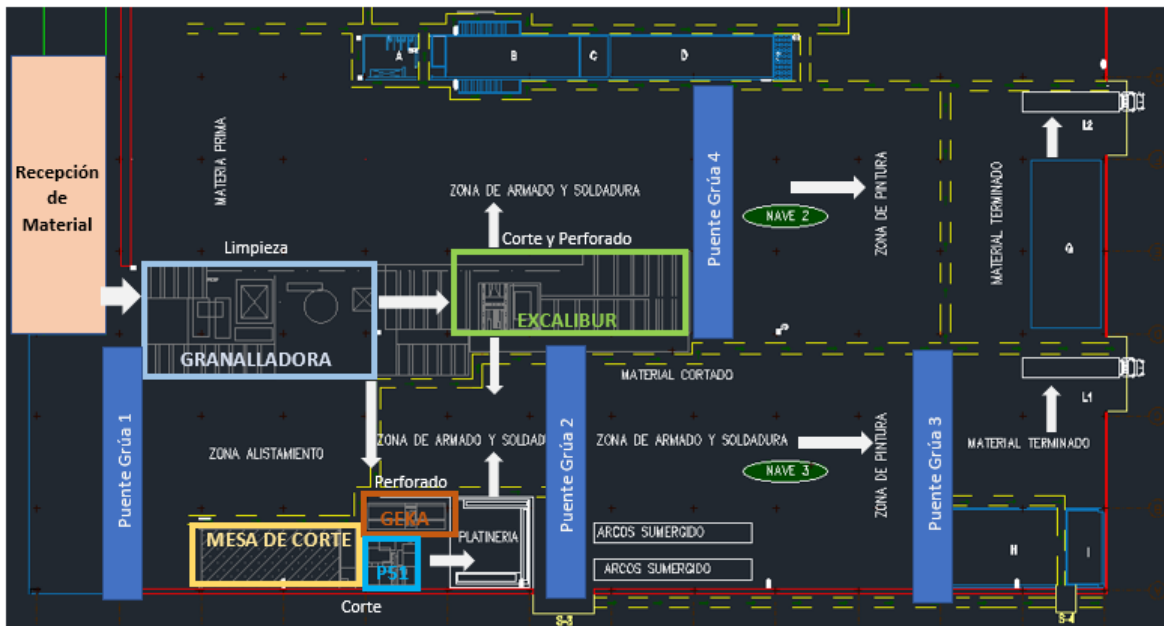
Tabla 5. Listado de Constructoras en Medellín

(CAMACOL, 2020)

## 8. ESTUDIO TÉCNICO.

En el estudio técnico se definen los recursos necesarios para ejecutar el proyecto. El resultado de este estudio es cuantificar el capital de trabajo, materiales, equipos, mano de obra, dimensionamiento de espacios y todos los agentes necesarios para la puesta en marcha de la ampliación de la planta. A continuación, se explican con más detalle.

En la siguiente ilustración se puede observar la ubicación de las máquinas y cómo se involucran en el proceso productivo para obtener el producto final.



*Ilustración 19. Ubicación de maquinaria.*

### 8.1. TAMAÑO

De acuerdo con el resultado generado en el estudio de mercado, se puede dimensionar la demanda que se encuentra en el sector de la construcción para el suministro de estructura metálica. Con estos resultados se puede concluir el tamaño de la ampliación de la planta.



La capacidad instalada de esta nueva planta se define a partir del diagnóstico que se realiza con las condiciones que opera actualmente la planta de Industrial Concreto. Con esta evaluación se permite conocer rendimientos reales durante de la operación y capacidad máxima de instalación durante los últimos cuatro años. De la misma manera, se espera tener un punto de partida con estos datos históricos para definir su capacidad de instalada.

En el momento la planta cuenta con una capacidad anual en promedio de 2322 Toneladas (ver ilustración 20) con el apoyo de 68 operativos en promedio trabajando en este espacio, análisis que también se realiza durante los últimos cuatro años (ver Ilustración 21). Adicionalmente, se cuenta con un rendimiento de Kilogramos / Horas-hombre promedio de 17,95 (ver Ilustración 22). A partir de estos históricos se espera medir el rendimiento y capacidad del nuevo proyecto.

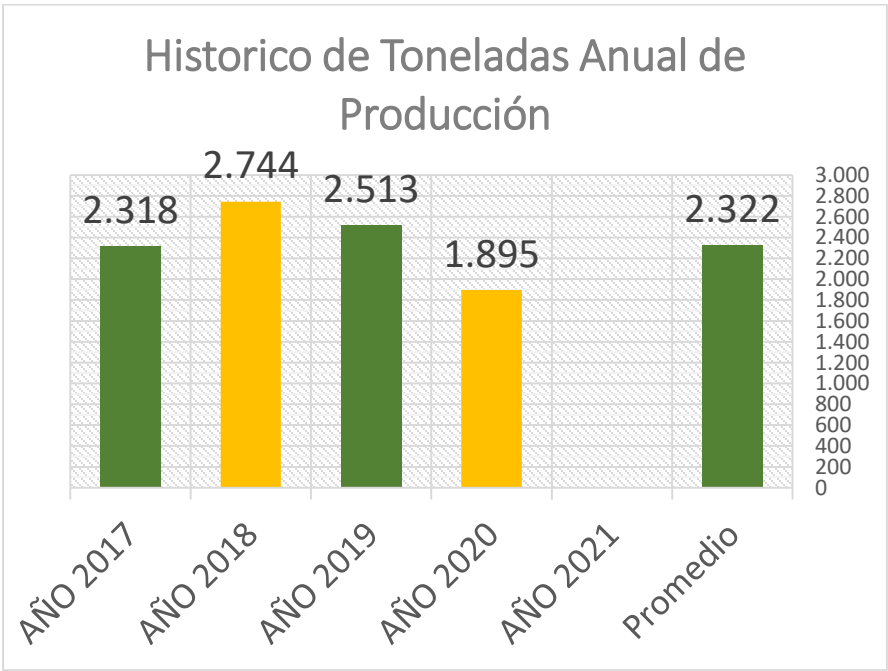
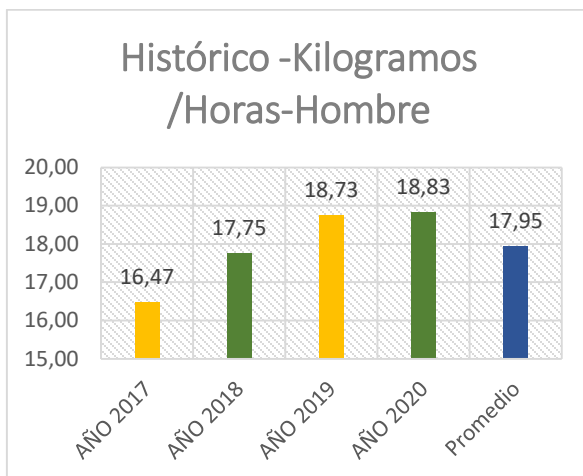
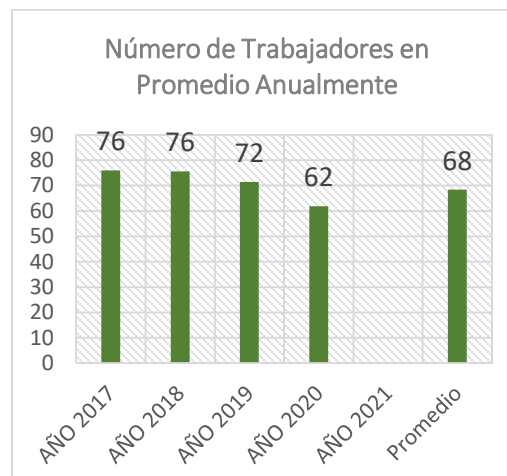


Ilustración 20. Histórico anual de producción.



*Ilustración 21. Histórico de kilogramo/horas-Hombre.*



*Ilustración 22. Histórico de Trabajadores.*

Con la investigación de mercado realizada para el suministro de estructura metálica en Medellín y el Área Metropolitana durante diez años, se concluye una demanda esperada 12114 Toneladas en promedio anualmente. Sin embargo, por la capacidad del inversionista y los objetivos estratégicos de la compañía solo se atenderá el 25% de su demanda total. Es decir, la capacidad instalada a la cual se considera el proyecto es para 3029 Toneladas anual, tal como se muestra en la tabla de proyección año a año:

Sector/Año	Demanda del Mercado por Industrial Concreto										Promedio
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
<b>Toneladas Demanda</b>	10927	12026	12355	12477	12527	10578	12558	12562	12564	12565	12114
<b>% para atender mercado</b>	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
<b>Toneladas en Nueva Planta</b>	2732	3006	3089	3119	3132	2644	3140	3141	3141	3141	<b>3029</b>

*Tabla 6. Tabla de Proyección de Demanda.*

## 8.2. LOCALIZACIÓN

La localización de este proyecto se encuentra definido. Actualmente la planta se encuentra en operación en el departamento de Antioquia, en el municipio de Girardota. Con respecto al terreno o espacio para llevar a cabo el proyecto, se considera por medio de un arrendador llamado PACTIA con la misma modalidad que opera la actual planta, esta compañía cuenta las instalaciones y espacios necesarios para ubicar el proyecto, el uso de las mismas se contempla pactar un arriendo por metro cuadrado. Es decir, se buscará la ampliación de la planta bajo la misma metodología.



*Ilustración 23. Ubicación de la nueva planta.*

## 8.3. COSTOS

Para la cuantificación de costos en la ampliación de la planta metalmecánica es necesario clasificarse en seis grandes grupos, tales como: materia prima, mantenimiento, arrendamiento, servicios públicos, gastos necesarios para su operación como: aseo, combustible, papelería, vigilancia y asesorías jurídicas y, por último, contamos con los costos asociados a usuarios SAP. Al cuantificar los costos presentes en el proyecto se estima tener en promedio anual la suma de \$26.205.849.547, como se muestra en la Tabla 7. Más adelante se explica con detalle cada costo.

		CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN MENSUAL	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN ANUAL	
		219,800	2,637,602	
Kilogramos a Producir				
Ítem	Descripción	Costo Mensual	Costo Anual	% de Incidencia
1	COSTO MATERIA PRIMA( Materia prima,M.O Fabricación e instalación, Transporte, Calidad e Ingeniería)	\$ 2,041,064,648	\$ 24,492,775,775	93.5%
2	COSTOS DE MANTENIMIENTO	\$ 16,358,495	\$ 196,301,942	0.7%
3	COSTO FIJO ARRENDAMIENTO	\$ 93,508,798	\$ 1,122,105,574	4.3%
4	COSTOS FIJO EPM	\$ 16,867,859	\$ 202,414,310	0.8%
5	COSTO VARIOS (Vigilancia, mensajería, Papelería, asesorías)	\$ 12,034,962	\$ 144,419,547	0.6%
6	COSTO USUARIOS SAP	\$ 3,986,033	\$ 47,832,399	0.2%
<b>TOTAL COSTO</b>		<b>\$ 2,183,820,796</b>	<b>\$ 26,205,849,547</b>	

Tabla 7. Resumen de Costos de Operación.

### 8.3.1. Costos por materia Prima

Los costos por materia prima corresponden a materiales, consumibles, equipos y mano de obra necesarios para fabricar e instalar un kilogramo de estructura metálica, el cual se descompone en los siguientes ítems:

2. Suministro, fabricación e Instalación					
CAP.	Descripción	\$/Kg	CANTIDAD	SUB TOTAL	INCIDENCIA
<b>1</b>	<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>\$ 6.086</b>	<b>1,05</b>	<b>\$ 6.390</b>	<b>66,6%</b>
	Acero	\$ 5.788	1,00	\$ 5.788	
	Soldadura	\$ 159	0,03	\$ 5	
	Tornillería y Pernos de anclaje	\$ 139	0,02	\$ 3	
<b>2</b>	<b>OTROS INSUMOS</b>	<b>\$ 250</b>	<b>1,00</b>	<b>\$ 250</b>	<b>2,6%</b>
	Consumibles para fabricación	\$ 250	1,00	\$ 250	
<b>3</b>	<b>MANO DE OBRA FABRICACION</b>	<b>\$ 875</b>	<b>1,00</b>	<b>\$ 875</b>	<b>9,1%</b>
	M.O Personal	\$ 875	1,00	\$ 875	
<b>5</b>	<b>RECUBRIMIENTOS</b>	<b>\$ 450</b>	<b>1,00</b>	<b>\$ 450</b>	<b>4,7%</b>
	Pintura	\$ 450	1,00	\$ 450	
<b>6</b>	<b>TRANSPORTE</b>	<b>\$ 150</b>	<b>1,00</b>	<b>\$ 150</b>	<b>1,6%</b>
<b>7</b>	<b>MONTAJE</b>	<b>\$ 1.300</b>	<b>1,00</b>	<b>\$ 1.300</b>	<b>13,6%</b>
	M.O Personal	\$ 1.300	1,00	\$ 1.300	
<b>8</b>	<b>CALIDAD</b>	<b>\$ 30</b>	<b>1,00</b>	<b>\$ 30</b>	<b>0,3%</b>
<b>9</b>	<b>INGENIERIA</b>	<b>\$ 145</b>	<b>1,00</b>	<b>\$ 145</b>	<b>1,5%</b>
	<b>COSTO</b>	<b>\$ 9.286</b>		<b>\$ 9.590</b>	<b>100%</b>
	<b>POLIZAS</b>	<b>\$ 46</b>	<b>1%</b>	<b>\$ 48</b>	
	<b>COSTO + PÓLIZAS</b>	<b>\$ 9.332</b>		<b>\$ 9.638</b>	

Tabla 8. Costos de operación por Kilo.

### **8.3.2. Costo por Mantenimiento**

En el segundo grupo se cuenta los costos por mantenimiento en maquinaria y equipos, lo cual hace alusión a cualquier daño inesperado en alguna máquina durante su operación y que se requiera reparar. Estos costos se estiman con datos históricos de la compañía durante el último año.

### **8.3.3. Costo por arrendamiento**

El costo por arrendamiento se encuentra asociado al pago mensual de arriendo por metro cuadro en las instalaciones. Estos costos se estiman bajo la misma modalidad de contrato de arrendamiento pactado en la actual planta y su costo ha sido estimado con el mismo precio que se cuenta negociado.

### **8.3.4. Costo fijo de EPM**

El cuarto costo hace referencia a los servicios públicos, es decir, al consumo de acueducto, alcantarillado, energía, aseo y gas para la nueva planta metalmecánica.

### **8.3.5. Costos varios**

En el quinto grupo se encuentra los gastos indirectos a la fabricación e instalación de estructura metálica, pero que son necesarios para su operación. En este capítulo se encuentra todos los gastos indirectos como: aseo, combustible, papelería, vigilancia y asesorías jurídicas.

### **8.3.6. Costo de usuarios**

Por último, se cuenta con el capítulo de usuarios SAP. Con este gasto se espera realizar las compras para su fabricación, control de las mismas, y garantizar la asignación de materiales a cada proyecto. Es un recurso importante en el control y seguimiento presupuestal de la compañía.

## 8.4. MAQUINARIA

En este capítulo se analiza las maquinas necesarias para el proceso de fabricación y la función que cumple dentro de su proceso. A continuación, se describe la función de cada una de ellas. El orden de explicación es el mismo que se lleva durante el proceso de transformación:

### 8.4.1. Granalladora:



El proceso de granallado es una técnica de tratamiento superficial por impacto con la que se puede conseguir un excelente grado de limpieza y eliminación de incrustaciones de fundiciones ferrosas y no ferrosas. De esta manera se garantiza un correcto acabado superficial en elementos metálicos. Así mismo, el granallado es un método que consiste básicamente en lanzar un abrasivo (la granalla) a alta velocidad contra la superficie que se quiere limpiar. La acción de lanzar la granalla se logra gracias a la fuerza centrífuga, mediante la rotación de una turbina que gira a una velocidad de eje continua. La granalla rebota en la superficie a tratar y vuelve de nuevo a la tolva para ser reutilizada. Las granalladoras están diseñadas de tal forma que la turbina arroja el abrasivo en un ángulo inclinado respecto a la superficie del suelo que se pretende limpiar (FICEP, 2015).

#### 8.4.2. Excalibur (Sierra taladro y corte):



La principal función de la máquina Excalibur es de manera mecánica ubicar las perforaciones y el corte a realizar en solo perfiles comerciales. Además de hacer la medición de los elementos metálicos, puede realizar el corte y perforado de los perfiles. Esta máquina no requiere ningún dispositivo de sujeción adicional ya que toda la sujeción necesaria para las piezas que lo requieran, se proporciona con el sistema de sujeción de material hidráulico dual que se desplaza con la torre de perforación. Así mismo, cuenta con una plataforma de alistamiento antes de iniciar su corte, del cual permite el posicionamiento automático de la pieza (FICEP, 2015).

#### 8.4.3. Mesa de Corte HPR 260:



La mesa de corte HPR 260 es un equipo que sirve para marcar, alinear, centrar, cortar, biselar materiales de metal y con alta precisión en el corte. Los perfiles asociados a esta máquina son láminas en diferentes espesores en intervalos de 2.5mm hasta 64mm. Generalmente, estos equipos cuentan con una velocidad de corte más rápida, permiten producir más piezas por hora, mayor calidad de corte y su tecnología hace posible perforar las láminas a una velocidad mayor que el del oxicorte (Codinter, 2021).

#### 8.4.4. GEKA:



La Geka es una cizalla punzonadora multifuncional, cuya principal función es punzonado de ángulo entre  $\varnothing$  36x8 mm de espesor y platinas. Adicionalmente, realiza el corte de platinas, barras y ángulos, garantizando una buena calidad y rapidez en su corte (GEKA, 2020).



#### 8.4.5. P51(Punzonado):



El punzonado es un taladrado donde su principal función es realizar agujeros con broca helicoidal, como alternativa al punzonado, hasta 40 mm de diámetro. La unidad se incorpora inmediatamente al ciclo de trabajo de la punzonadora y comprende: motor de rotación husillo, cambio sensitivo automático de la velocidad de aproximación de trabajo y de retorno rápido, regulación de la velocidad de avance de trabajo, dispositivo de punteado y equipo de lubri-refrigeración interna y externa de las brocas (FICEP, 2021).







#### 8.4.6. Puente Grúa:



Los puentes-grúa son máquinas de elevación, que permite el izaje y desplazamiento de elementos metálicos o cargas pesadas de forma más sencilla, movilizandolas piezas de forma vertical y horizontal, desplazando la carga a través de unos rieles paralelos que están ubicados en la parte alta del edificio a través de un puente metálico o viga simple o doble desplazable que va de un lateral a otro. El puente grúa a su vez, cuenta con *un polipasto* alojado sobre el riel, que no es otra cosa que

un dispositivo de izaje para la grúa y que se va a desplazar de un lado a otro junto al puente sobre el que se encuentra o sobre otro riel que le permiten ubicarse entre los dos rieles principales.





Con la funcionalidad de cada máquina, se continúa con la cuantificación del costo de inversión necesario para el proceso de fabricación, como se muestra en el siguiente gráfico:

LISTADO DE MAQUINARIA					
ÍTEM	EQUIPOS	CANT	PRECIO UNIT	TOTAL	PROTOTIPO
1	Granalladora	1	\$ 1.125.000.000	\$ 1.125.000.000	
2	Excalibur(Sierra Taladro y Corte)	1	\$ 1.800.000.000	\$ 1.800.000.000	
3	Mesa de Corte HPR 260	1	\$ 1.575.000.000	\$ 1.575.000.000	
4	GEKA	1	\$ 1.350.000.000	\$ 1.350.000.000	
5	P51 ( Punzonado)	1	\$ 105.900.980	\$ 105.900.980	
6	Puente Grúa	4	\$ 78.900.099	\$ 315.600.396	
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 6.271.501.376</b>	

*Tabla 9. Costo de inversión en maquinaria.*

## 8.5. EQUIPOS

En el grupo de equipos se consideran la herramienta y equipos menores necesarios para realizar el proceso de transformación. Por este motivo, se trata de inversiones que no superan los 20 millones de pesos de su valor unitario, pero que son fundamentales adquirirlos.

LISTADO DE EQUIPOS					
ÍTEM	EQUIPOS	CANT	PRECIO UNIT	TOTAL	PROTOTIPO
1	Taladro Magnetico	2	\$ 2.799.000	\$ 5.598.000	
2	Equipos de Soldadura	15	\$ 8.276.000	\$ 124.140.000	
9	Equipo Airless	2	\$ 12.550.000	\$ 25.100.000	
10	Equipo de Oxicorte	2	\$ 747.300	\$ 1.494.600	
11	Gato hidráulico	2	\$ 1.153.900	\$ 2.307.800	
12	Motor Tool	4	\$ 1.400.000	\$ 5.600.000	
13	Pulidora	12	\$ 988.900	\$ 11.866.800	
14	Rocadora	1	\$ 2.749.000	\$ 2.749.000	
15	Tronzadora	1	\$ 1.699.000	\$ 1.699.000	
17	Herramienta Menor	1	\$ 29.030.900	\$ 29.030.900	
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 209.586.100</b>	

*Tabla 10. Costo de inversión en Equipos.*

## 8.6. MANO DE OBRA

El personal previsto para la nueva ampliación de la planta metalmecánica se cuantifica a partir del rendimiento histórico que se cuenta en la planta actual, es decir con 17,85 Kilogramos/Hora- Hombre. Bajo esa premisa se obtiene el recurso mínimo para su operación, tal como se muestra en la siguiente ilustración:

### CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA

Personal Administrativo	Cant	Salario Mensual	Prestaciones	Total Mensual*	Total a Pagar Mensual	Total Anual
Auxiliar Administrativo	1	\$ 1.945.600	\$ 1.556.480	\$ 3.502.080	\$ 3.502.080	\$ 42.024.960
Auxiliar de Calidad	2	\$ 2.850.000	\$ 2.280.000	\$ 5.130.000	\$ 10.260.000	\$ 123.120.000
Jefe de planta	1	\$ 5.800.000	\$ 4.640.000	\$ 10.440.000	\$ 10.440.000	\$ 125.280.000
Ingeniero de costos	1	\$ 4.800.000	\$ 3.840.000	\$ 8.640.000	\$ 8.640.000	\$ 103.680.000
Coordinador de Proyectos	1	\$ 6.605.000	\$ 5.284.000	\$ 11.889.000	\$ 11.889.000	\$ 142.668.000
Supervisor de obra	3	\$ 3.889.000	\$ 3.111.200	\$ 7.000.200	\$ 21.000.600	\$ 252.007.200
Coordinador de Diseño	1	\$ 6.900.000	\$ 5.520.000	\$ 12.420.000	\$ 12.420.000	\$ 149.040.000
Ingeniero Calculista	1	\$ 6.500.000	\$ 5.200.000	\$ 11.700.000	\$ 11.700.000	\$ 140.400.000
Dibujante	3	\$ 2.400.900	\$ 1.920.720	\$ 4.321.620	\$ 12.964.860	\$ 155.578.320
	<b>14</b>			<b>SubTotal</b>	<b>\$ 102.816.540</b>	<b>\$ 1.233.798.480</b>
Personal operativo	Cant	Salario Mensual	Prestaciones	Total Mensual*	Total a Pagar Mensual	Total Anual
Lideres	8	\$ 2.156.000	\$ 1.724.800	\$ 3.880.800	\$ 31.046.400	\$ 372.556.800
Armador	17	\$ 2.150.000	\$ 1.720.000	\$ 3.870.000	\$ 65.790.000	\$ 789.480.000
Ayudante de Armado	17	\$ 1.305.600	\$ 1.044.480	\$ 2.350.080	\$ 39.951.360	\$ 479.416.320
Soldador	15	\$ 3.150.000	\$ 2.520.000	\$ 5.670.000	\$ 85.050.000	\$ 1.020.600.000
Pintor	6	\$ 2.100.000	\$ 1.680.000	\$ 3.780.000	\$ 22.680.000	\$ 272.161.600
Ayudante de Pintura	8	\$ 1.345.600	\$ 1.076.480	\$ 2.422.080	\$ 19.376.640	\$ 232.519.680
Operadores Puente Grúa	6	\$ 2.245.000	\$ 1.796.000	\$ 4.041.000	\$ 24.246.000	\$ 290.952.000
Operadores Máquinas	7	\$ 2.465.000	\$ 1.972.000	\$ 4.437.000	\$ 31.059.000	\$ 372.708.000
Mecánico	1	\$ 2.876.000	\$ 2.300.800	\$ 5.176.800	\$ 5.176.800	\$ 62.121.600
Almacenista	2	\$ 2.667.000	\$ 2.133.600	\$ 4.800.600	\$ 9.601.200	\$ 115.214.400
	<b>87</b>			<b>SubTotal</b>	<b>\$ 333.977.497</b>	<b>\$ 4.007.729.966</b>
				<b>Total</b>	<b>\$ 436.794.037</b>	<b>\$ 5.241.528.446</b>

Tabla 11. Estimación de recurso.

## 9. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

En el Estudio Administrativo se considera la estructura organizacional del nuevo proyecto y las funciones de los involucrados para ejecutar su operación. Los procedimientos de contratación se realizan de acuerdo con el Código Sustantivo del Trabajo para Colombia.

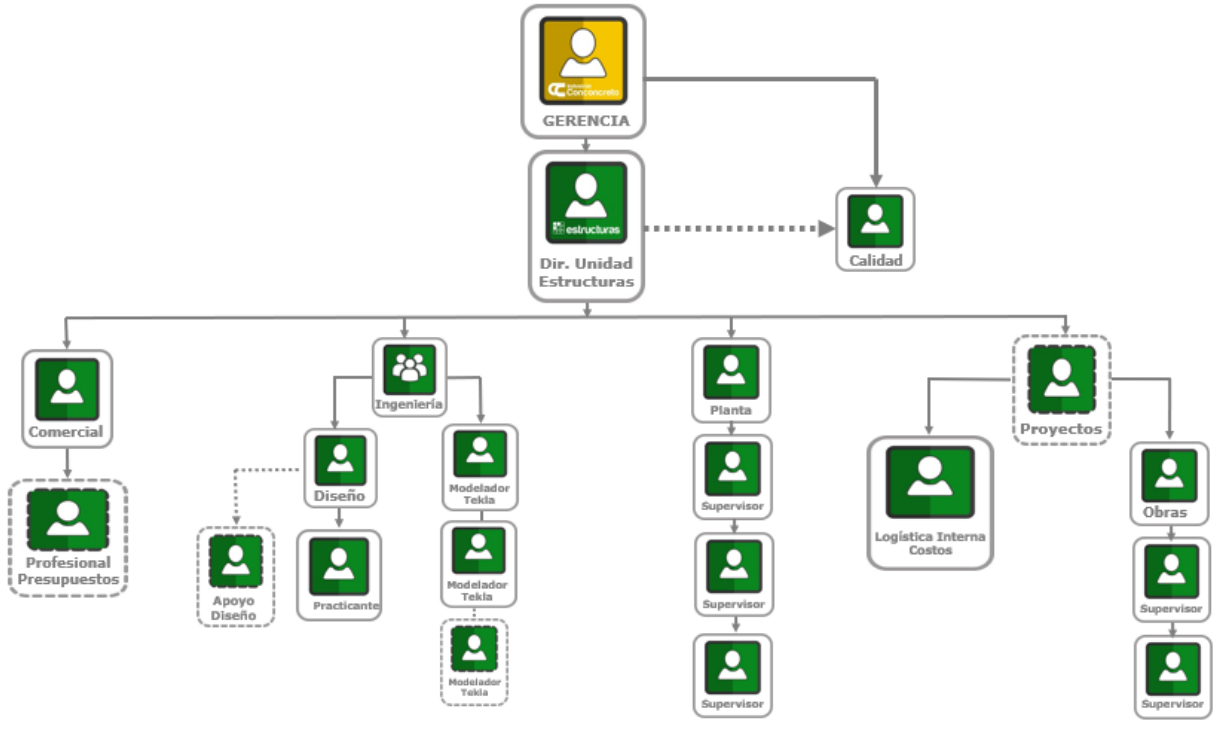
### 9.1. ORGANIGRAMA ACTUAL

La compañía cuenta con una gerencia y a su vez un director que lidera la unidad de estructuras metálicas, así mismo, de acuerdo con cada proceso, se conforman áreas fundamentales para su operación. Estas son: comercial, ingeniería, producción, logística interna, montaje, y por un último, un área fundamental para el engranaje de los procesos y el cliente llamado Proyectos, tal como se evidencia en la siguiente ilustración.



*Ilustración 24. Conformación de Áreas.*

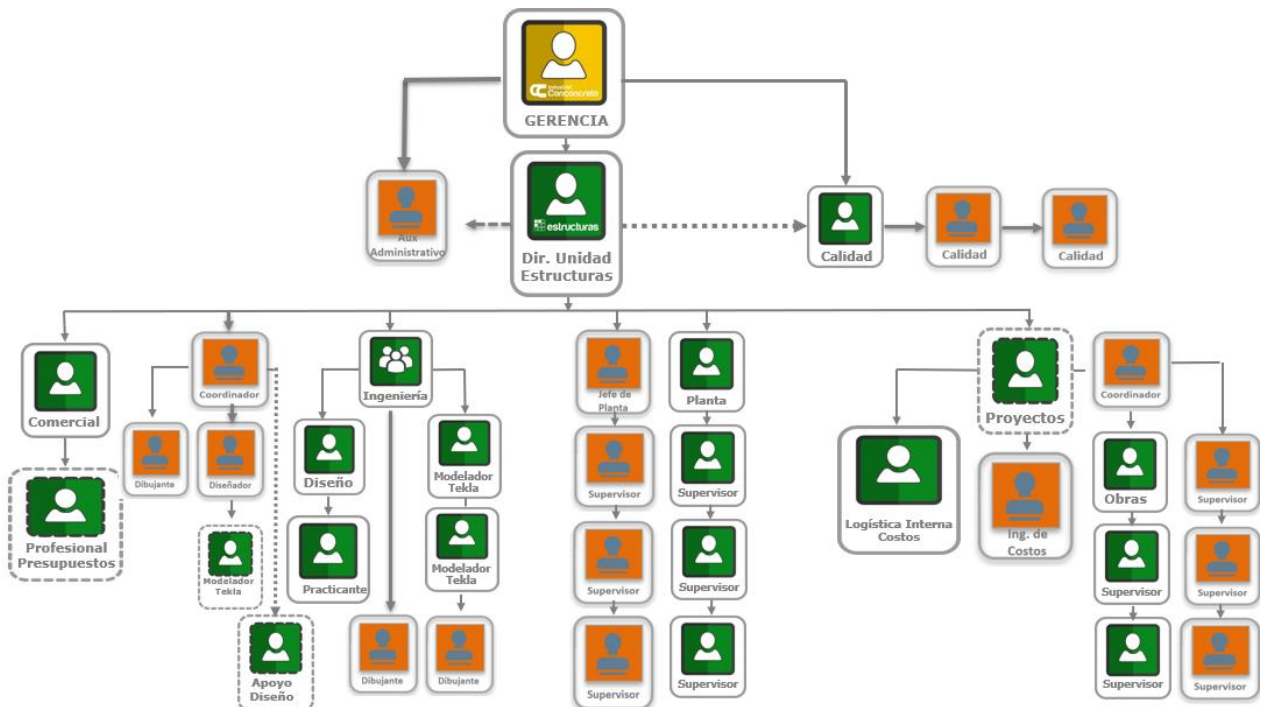
Cada área cuenta con un líder o coordinador, y de ellos depende personal suficiente para ejecutar las responsabilidades. Es así como se conforma el organigrama actual y como opera la empresa en este momento.



*Ilustración 25. Organigrama Actual.*

## 9.2. ORGANIGRAMA CON EL NUEVO PROYECTO

Al realizar la ampliación de la planta se considera la misma gerencia y el mismo director de proyectos. No obstante, se realiza una modificación del recurso operativo y administrativo, el cual se identifica en color rojo. Esto indica los nuevos cargos administrativos que se implementarán en el nuevo proyecto.



*Ilustración 26. Organigrama con la ampliación de la planta.*

## 9.3. FUNCIONES DE CARGO

**Gerencia:** Garantizar y velar por la rentabilidad de los inversionistas, además para que la compañía sea sostenible a corto y largo plazo, crear estrategias de crecimiento para el futuro de la compañía, planificar, organizar y controlar procesos internos de la empresa. Además, debe realizar seguimiento financiero a las unidades del negocio, realizar acompañamiento al departamento comercial en el cierre de proyectos importantes para la empresa, así como participar en ferias de la construcción con el fin de tener reconocimiento en el mercado.

**Director:** Es la columna vertebral de la unidad del negocio, ya que todas áreas que la conforman dependen directamente de él. El rol de esta persona es fundamental para direccionar, definir, aclarar, resolver procesos internos. Además, es el área encargada de garantizar la rentabilidad de la unidad del negocio de acuerdo con lo presupuestado. Adicionalmente, se encarga de realizar acompañamiento en el proceso de negociación y cierre del negocio.

**Calidad:** Es el departamento encargado de garantizar la calidad durante el proceso. Las personas que componen este departamento se encargan de revisar los certificados de calidad de toda la materia prima cumpla con los parámetros de norma. Además, garantizar que durante de transformación del acero se verifique y cumpla los requisitos de norma. Luego de terminar el proyecto, realizar la entrega de dossier de calidad cumpliendo los requisitos establecidos en la norma.

**Comercial:** es el área encargada de la consecución de oportunidades de negocio, proponer y generar optimizaciones de diseño, validar especificaciones técnicas, construir el apu, plantear el cronograma general (todas las actividades), negociación y cierre del proyecto. Igualmente, hacer seguimiento de temas administrativos al iniciar el proyecto (contrato, pólizas, pep), entrega formal y presentación del proyecto, y por último, realizar un seguimiento en facturación y cartera.

**Ingeniería:** Este departamento cuenta con varios integrantes. En su alcance se encuentra dar apoyo al proceso comercial cuando aplique (diseño, modelado), con base en la información inicial recibida completar el diseño estructural, sugerir conexiones, reemplazar perfiles y generar el modelo tekla (planos de diseño, para aprobación). Adicionalmente, realizar el listado de piezas que comprende el proyecto, así como proceder con el requerimiento inicial de materiales. También, debe realizar el anidamiento y planos de corte para entregar de manera formal a planta. Finalmente, debe dar apoyo durante el proceso de fabricación, generar planos de montaje, y por último, declarar el peso definitivo del proyecto.

**Planta:** Tiene como objetivo acompañar el proceso comercial durante la preparación de las propuestas, aportar con comentarios acerca de los proyectos a desarrollar, procurando la optimización en los procesos de producción. Direccionar



los recursos en la cadena productiva con base en las directrices dadas por ingeniería y garantizar los tiempos de producción de acuerdo con el cronograma. Reportar consumos al almacén de materias primas y consumibles, así como hacer los despachos en las fechas acordadas y con base a las prioridades de obra y por último alimentar la plataforma web a diario.

**Logística interna e Ingeniero de Costos:** Realizar seguimiento al proceso de compra y llegada de materia prima a planta. Controlar los envíos a obra de acuerdo con los requerimientos. Realizar seguimiento a los costos de cada obra. Validar los tiempos de producción de acuerdo con el cronograma. Verificar los reportes de consumos al almacén de materias primas y consumibles, validando que los mismos se carguen al proyecto correspondiente. Alimentar la plataforma web.

**Coordinador:** Conocer el alcance detallado del proyecto. Tiene como responsabilidades revisar la totalidad de la información del proyecto para la ejecución del montaje, generar el cronograma de montaje pieza a pieza y realizar seguimiento diario de avance. Llevar el cuadro comparativo para la adjudicación del montaje, dirigir el personal de supervisores y cuadrilla de pintores, diligenciar la bitácora de obra, asistir a las reuniones de obra y generar los cortes de obra de los contratistas. También, debe presentar las actas de avance para cobro y hacer la entrega de obra y cierre.

**Supervisor:** Conocer las prioridades y fases del proyecto, programar despachos de acuerdo con los requerimientos de obra, realizar la instalación de la estructura adecuadamente, reportar el avance de diario de montaje, cumplir con las programaciones planteadas por el coordinador y realizar la entrega final al cliente por medio del formato de acta final.

**Proyectos:** Conocer el alcance detallado del proyecto, realizar actividades de PMI y establecer el canal de comunicación con el cliente. Se trata de ser un integrador entre los procesos, que realizar seguimiento y acompañamiento a las diferentes fases del proceso, hace la administración contractual de los proyectos y velar porque los contratos estén vigentes, se elaboren los otro sí correspondientes. Igualmente, genera el control de cambios que se presenten en el proyecto, el control de contingencias y es la persona encargada del cobro hacia el cliente.

## **10. ESTUDIO LEGAL**

En este estudio se define el marco regulatorio para ejecutar el proyecto, según las normas dadas por el gobierno colombiano. Así mismo, se revisa el cumplimiento de las reglas y procedimientos determinados por Industrial Concreto. Es importante mencionar que se debe garantizar el cumplimiento de la legislación para el suministro, fabricación e instalación de estructura metálica, en este caso Norma Sismo Resistente del 2010.

### **10.1.1. Permisos / importación**

Para adquirir la maquinaria de la ampliación de la planta se considera hacer la importación desde la ciudad de Italia, ya que su casa matriz es FICEP. Sin embargo, se cuenta con un asesor comercial a nivel Suramérica como representante de la marca y quien puede gestionar su compra.

Se espera realizar su importación por medio de este asesor, quien se encargará de los permisos e impuestos necesarios para el ingreso y legalización en el país. Así mismo, Industrial Concreto realiza el traslado de las mismas desde el puerto a la ciudad de Medellín. Para la puesta en marcha de estas máquinas, se espera tener un asesor técnico de la marca para su correcta instalación.

### **10.1.2. Contrato de trabajo y proveedores**

Actualmente, se cuenta con un departamento de asesoría jurídica, del cual estará a cargo de la elaboración de los nuevos contratos laborales, tal como lo determina el Decreto Ley 3743 de 195 del Código Sustantivo del Trabajo para Colombia.

La contratación a proveedores está liderado por el departamento de compras de la compañía, cuyo proceso debe ser administrado de acuerdo con el sistema de gestión de riesgo de lavado de activo y financiación del terrorismo, es decir el SAGRILAF de Industrial Concreto.

### **10.1.3. Normativa de Fabricación e instalación**

La norma bajo la cual estará determinada el suministro, fabricación e instalación de estructura metálica se encuentra dada por NSR-10-Título F- Estructuras metálicas (AIS, 2010), cuyo fin es estandarizar los procesos de diseño, construcción y verificación de los elementos estructurales y no estructurales de las mismas para preservar la estabilidad y buen manejo de las estructuras durante su construcción. Las especificaciones de materiales, controles de calidad y dimensionamiento de las estructuras a realizar se encuentran estipuladas por esta norma y en conjunto del diseñador del proyecto.

## **11. ESTUDIO AMBIENTAL**

En el estudio ambiental se visualizan los posibles impactos que se genera con este nuevo proyecto en el entorno de los recursos naturales, además de velar por el cumplimiento de las normas ambientales. El objetivo de este estudio es lograr un equilibrio entre el desarrollo del proyecto y la reducción de su impacto ambiental, de tal manera no se ponga en riesgo la inversión de los promotores del proyecto. Para cada recurso natural se cuenta con un permiso, del cual se explica si con las condiciones actuales del proyecto dan lugar a su aplicación.

### **11.1.1. Licencia Ambiental**

Los proyectos requieren licencias ambientales cuando sus procesos signifiquen una alteración al medio ambiente, donde se afecten los factores bióticos y abióticos de un ecosistema generado por un agente externo, como responsable de la afectación de su hábitat debe presentar el estudio de impacto ambiental, incluyendo la evaluación económica de los impactos positivos y negativos generados por el proyecto, como se describe en el Decreto 2041 de 2014 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014). De acuerdo con las condiciones del proyecto, la licencia ambiental no es atribuible, puesto que se encuentra ubicado en un parque industrial y allí no se está alterando el ecosistema, por su localización cuenta con las adecuaciones necesarias para su operación. Aunque es importante resaltar que durante su proceso se generan residuos peligrosos que deben contar con una disposición final, tal como se lo determina la norma.

### **11.1.2. Permiso de vertimiento:**

El permiso de vertimiento se le otorga cuando requiera verter las aguas superficiales, marinas o al suelo asociado a un acuífero. Por la ubicación del proyecto actualmente cuenta con el uso del alcantarillado suministrado por las Empresas Públicas de Medellín. En consecuencia, el vertimiento por las aguas residuales generadas por los operarios de planta y administrativos, así como las aguas producto del proceso constructivo serán vaciadas a un alcantarillado público.

### **11.1.3. Concesión de Agua:**

Dada la localización actual de la nueva planta metalmecánica se cuenta con el acueducto público suministrado por Empresas Públicas de Medellín, para su operación y adecuaciones de las nuevas instalaciones no será necesario una concesión de agua como se estipula en la resolución 1541/78.

### **11.1.4. Permiso de Fauna y flora:**

En el proyecto no se contempla una nueva ubicación en la fauna silvestre para alejarla del área de influencia del proyecto. Por esta razón no se debe tramitar el permiso de fauna conforme al Decreto 1608/78. Para el caso de la flora no se considera intervenir una zona de bosque húmedo, como se estipula en el Decreto 1996/1791. En este momento donde se ubica el proyecto se cuenta con unas instalaciones provisionales, solo se deben terminar de adecuar. Sin embargo, no se interviene ninguna zona verde, por lo que el permiso de aprovechamiento forestal no se considera.

### **11.1.5. Permiso de Emisiones Atmosféricas**

En el caso del aire se debe tramitar el permiso de emisiones atmosféricas como lo estipula la Resolución 619/97. Para el presente proyecto se cuenta con la generación de residuos peligrosos ocasionados por envases de pinturas, estopas y aceites. Sin embargo, no se contempla incinerar en el lugar estos residuos. Este proceso será adjudicado a empresas del mercado encargadas de esta actividad. Por consiguiente, el permiso de emisiones atmosféricas no será considerado entre los permisos que deban realizarse durante el proyecto.

#### **11.1.6. Plan de manejo Ambiental por medio de una matriz de impacto.**

De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta el Decreto 2820 de 2010, al proyecto no se le debe solicitar ni otorgar ante la autoridad ambiental ningún permiso y/o concesión. Es importante considerar durante su estudio de prefactibilidad un plan de manejo ambiental, con el fin de realizar la evaluación de los impactos ambientales y sociales que se generen al implementar el proyecto. Con esta matriz se pretende prevenir, controlar, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos negativos que se causen con la nueva ampliación de la planta. En este documento se espera incluir planes de seguimiento, monitoreo, contingencia y abandono aplicables de acuerdo con la naturaleza del proyecto. Esta matriz se anexa al presente documento.

Es importante garantizar durante su ejecución una disposición final de los residuos peligrosos que se generen durante su proceso de transformación y contar con el certificado de disposición final. Adicionalmente, contar con empresas acreditadas del sector que se encarguen de realizar estos procesos adecuadamente.

## 12. ESTUDIO FINANCIERO

El estudio financiero consiste en identificar los ingresos y egresos del proyecto, por medio de la construcción de un flujo de caja en un periodo determinado. Su objetivo es obtener la evaluación financiera por medio de los indicadores y determinar su rentabilidad y viabilidad.

Para el proyecto en investigación se realiza el flujo de caja del inversionista. Se aclara que el flujo de caja del proyecto no se analiza, ya que por su naturaleza debe contar con un préstamo para ejecutarse. Es decir, el inversionista busca apalancamiento financiero, pues sin esta condición no se puede desarrollar. Por esta razón no se evalúa el flujo de caja del proyecto.

La inversión de este proyecto es la suma de \$13.408.325.586. El proyecto se considera una estructura de financiación 70/30, es decir los promotores del proyecto cuentan con el 30% de la inversión por un valor de \$4.050.325.586 y se debe contar con un apalancamiento del 70%, correspondiente al \$9.357.893.899.

<b>PAIVOS(Préstamo)</b>	<b>\$</b>	<b>9,357,893,899</b>	<b>70%</b>
<b>RECURSOS PROPIOS</b>	<b>\$</b>	<b>4,050,431,687</b>	<b>30%</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>	<b>\$</b>	<b>13,408,325,586</b>	<b>100%</b>

*Tabla 12. Estructura de financiación.*

La inversión está conformada por: maquinaria y equipo, recurso para la puesta en marcha, estudio de viabilidad, y por último; el capital de trabajo, tal como se muestra en la tabla 13. Para calcular el capital de trabajo, recurso muy importante para el proyecto, pues determina la liquidez del mismo, se considera tres meses de los costos de operación. Es decir, el total de la inversión que debe contar el inversionista es de \$13.408.325.586.

<b>INVERSIONES</b>		
M Y E	<b>\$</b>	<b>6,481,087,476</b>
PUESTA EN MARCHA	<b>\$</b>	<b>17,700,000</b>
CONSTRUCCIONES	<b>\$</b>	<b>-</b>
EST VIABILIDAD	<b>\$</b>	<b>12,000,000</b>
CAPITAL DE TRABAJO	<b>\$</b>	<b>6,897,538,110</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>	<b>\$</b>	<b>13,408,325,586</b>

*Tabla 13. Costo de Inversión.*



Las tasas de impuestos y créditos considerados en el análisis se determinan por los decretos del gobierno colombiano. En este caso el impuesto del 35%, las tasas de interés y comisiones se determinan de acuerdo con las tasas ofrecidas por los bancos. Con respecto a la tasa de oportunidad o de rentabilidad esperada por el inversionista se realiza una estimación con base a la rentabilidad histórica que se ha dado en la unidad del negocio en los últimos cuatro años. Según el análisis, se concluye que la tasa de inversión esperada para el sponsor del proyecto será del 25% y se cuentan con las siguientes tasas.

IMPUESTOS Y TASAS	
IMPUESTOS	35%
COMISIÓN	4%
TASA DE INTERES	13% EA
TD /Ke	25%
IMPUESTO G.O	10%

Tabla 14. Estimación de tasas.

Con las consideraciones mencionadas anteriormente se estima el flujo de caja constante, y no de inflación. Como se explica con detalle más adelante.

**12.1. INGRESO POR VENTAS**

Los ingresos por ventas del proyecto se generan por los kilogramos vendidos anualmente multiplicados por el precio de venta de mercado.

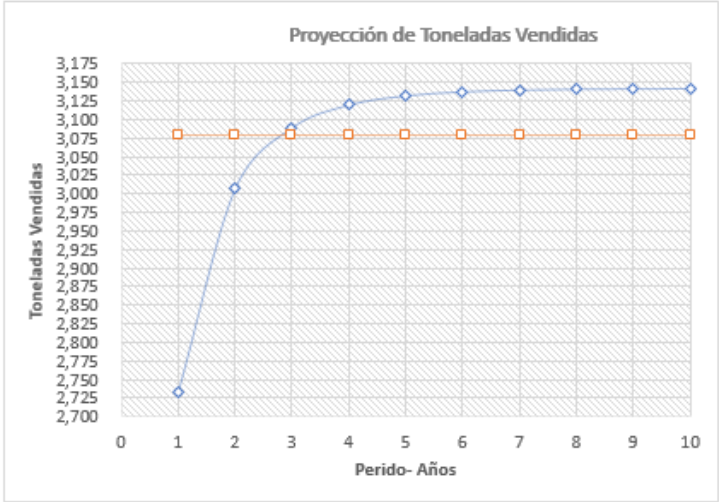


Ilustración 27. Estimación de Toneladas vendidas.

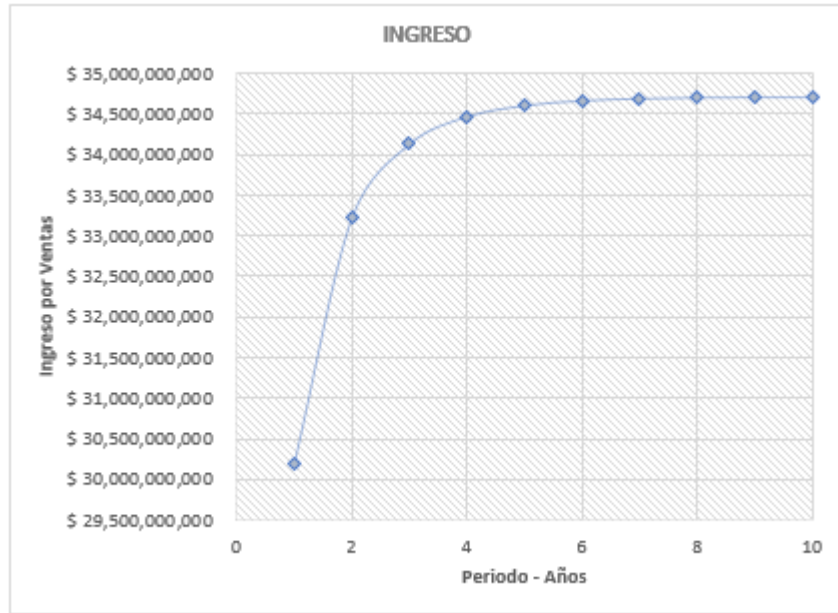


Ilustración 28. Proyección del ingreso.

## 12.2. COSTOS DE OPERACIÓN

Estos costos son atribuibles a los recursos necesarios para la operación y funcionamiento del proyecto.

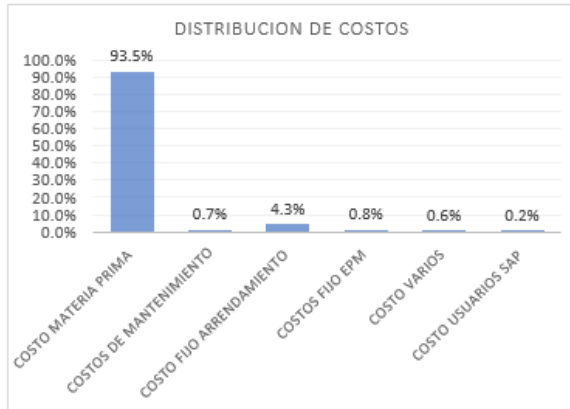


Ilustración 29. Distribución de Costos.

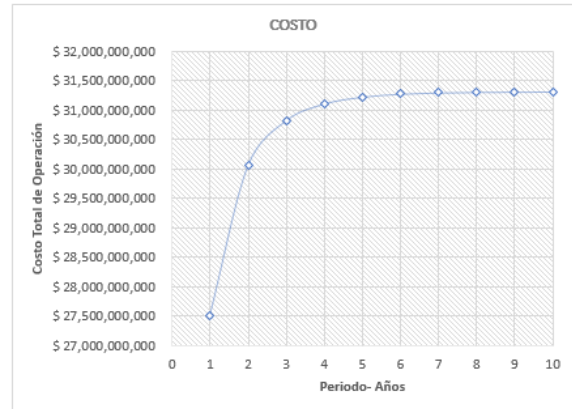
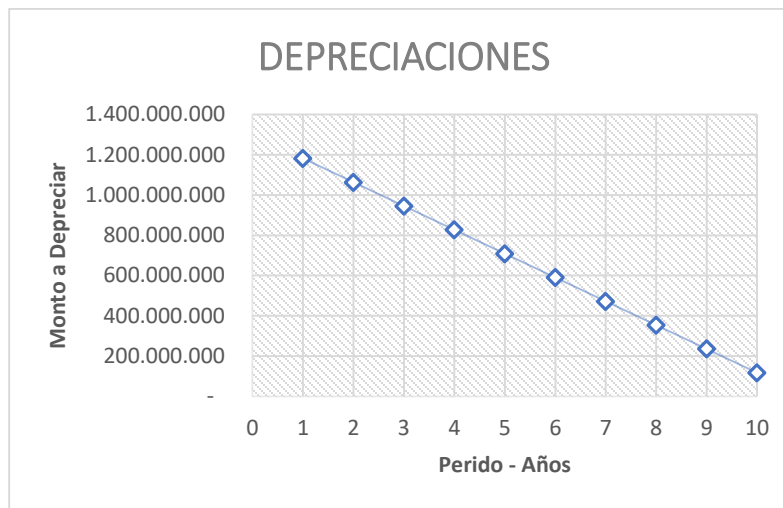


Ilustración 30. Proyección del costo.

### 12.3. DEPRECIACIÓN

La depreciación es una pérdida de valor de un bien que se recupera en el flujo de caja mediante ahorro de impuestos. Por ese motivo, en el flujo de caja antes de calcular las utilidades, constituye un costo que se resta a los ingresos, y posteriormente una vez calculadas las utilidades después de impuestos se suman a los ingresos del proyecto. En este caso se realiza depreciación a la inversión de maquinaria descrita en el estudio técnico. El periodo de depreciación de esta maquinaria contablemente es de 10 años, por lo que el flujo de caja se analiza para este periodo.



*Ilustración 31. Comportamiento de la Depreciación.*

## 12.4. GASTOS FINANCIEROS

En los gastos financieros se consideran los costos que se le atribuye al apalancamiento financiero del proyecto. En este caso se considera un préstamo del 70% de la inversión total. La tasa de interés que se estima para este préstamo es una tasa promedio ofrecida en el sector bancario colombiano del 12.5 % E.A. El cálculo de la cuota se realiza igual para cada año y durante la vida del proyecto, es decir 10 años.

TABLA DE AMORTIZACIÓN											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Saldo \$	3,350,988,210	8,830,869,583	8,245,736,128	7,587,460,991	6,846,901,461	6,013,771,990	5,076,501,336	4,022,071,849	2,835,838,877	1,501,326,359	-
Abono a capital \$		520,118,627	585,133,455	658,275,137	740,559,530	833,123,471	937,270,655	1,054,429,496	1,186,233,172	1,334,512,319	1,501,326,359
Intereses \$		1,168,873,526	1,103,858,638	1,030,717,016	948,432,624	855,862,683	751,721,439	634,562,667	502,758,381	354,473,035	187,685,795
Cuota \$		1,688,992,153	1,688,992,153	1,688,992,153	1,688,992,153	1,688,992,153	1,688,992,153	1,688,992,153	1,688,992,153	1,688,992,153	1,688,992,153

Tabla 15. Tasa de Amortización.

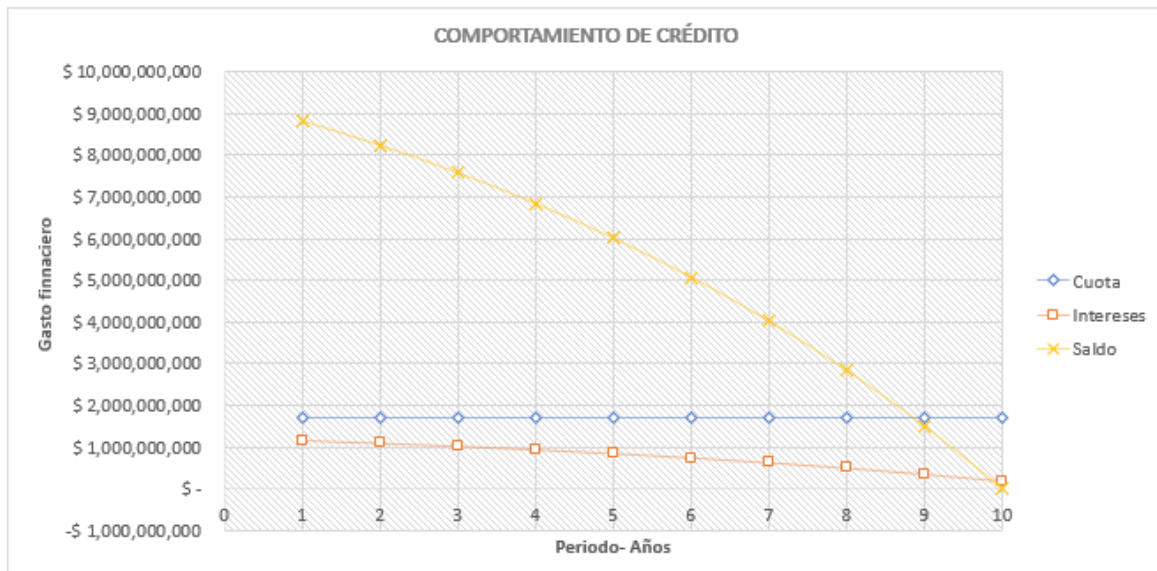


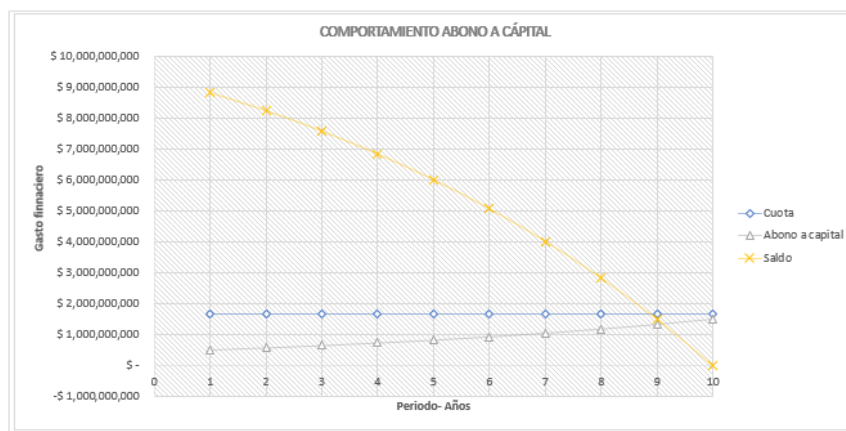
Ilustración 32. Proyección de gastos financieros.

## 12.5. IMPUESTOS

De acuerdo con lo estipulado por el gobierno colombiano, se considera una tasa de impuesto del 35% para el 2022 según lo dispuesto en la reforma tributaria del 2021.

## 12.6. ABONO A CAPITAL (AMORTIZACIÓN A CAPITAL)

Como el proyecto cuenta con apalancamiento financiero, de la cuota anual calculada se descompone de la siguiente manera: abono a capital y pago de intereses. Por lo tanto, el aporte a capital se realiza una vez se realice el pago de la cuota y cuenta con el siguiente comportamiento.



*Ilustración 33. Comportamiento Abono a Capital.*

## 12.7. INGRESOS POR PRÉSTAMOS

Es el ingreso asociado al apalancamiento que necesita el proyecto para llevarse a cabo. En este caso se cuenta con un apalancamiento del 70%, correspondiente a \$9.357.578.143.

## 12.8. RECUPERACIÓN DE CAPITAL DE TRABAJO

Desde el inicio del proyecto se consideró el capital de trabajo, como la liquidez del proyecto. De esta manera, si se presenta alguna contingencia, el proyecto puede seguir operando y no se detiene. Cabe aclarar que este capital de trabajo se recupera en el último año del horizonte del proyecto, es decir en año 10. Su inversión es de \$6.897.538.110 correspondiente a tres meses de los costos de operación.

## 12.9. VALOR DE SALVAMENTO O DE DESECHO

En este caso no se considera valor de salvamento, pues no se contempla la venta de maquinaria. Incluso, la depreciación se realiza durante el período de evaluación del proyecto a diez años.

## 12.10. FLUJO DE CAJA DETERMINÍSTICO

FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>= TOTAL INGRESOS: VENTAS</b>		<b>30,187,000,362</b>	<b>33,221,352,340</b>	<b>34,130,546,011</b>	<b>34,468,370,711</b>	<b>34,606,870,813</b>	<b>34,666,200,508</b>	<b>34,632,219,503</b>	<b>34,703,806,039</b>	<b>34,709,023,307</b>	<b>34,711,392,334</b>
- Costo materia prima		25,494,848,271	28,097,351,604	28,825,423,666	29,110,738,173	29,227,710,351	29,277,818,064	29,293,792,765	29,309,578,334	29,310,984,650	29,315,985,444
- costo de mantenimiento		235,566,545	235,566,545	235,566,545	235,566,545	235,566,545	235,566,545	235,566,545	235,566,545	235,566,545	235,566,545
- Costos fijos		1,589,452,293	1,589,452,293	1,589,452,293	1,589,452,293	1,589,452,293	1,589,452,293	1,589,452,293	1,589,452,293	1,589,452,293	1,589,452,293
- Costos Variables		173,306,556	173,306,556	173,306,556	173,306,556	173,306,556	173,306,556	173,306,556	173,306,556	173,306,556	173,306,556
- Costo suavios Sap		57,399,906	57,399,906	57,399,906	57,399,906	57,399,906	57,399,906	57,399,906	57,399,906	57,399,906	57,399,906
<b>= Costos y gastos totales</b>		<b>27,550,573,571</b>	<b>30,119,276,304</b>	<b>30,881,148,966</b>	<b>31,166,463,479</b>	<b>31,283,435,651</b>	<b>31,333,543,364</b>	<b>31,355,518,065</b>	<b>31,365,903,634</b>	<b>31,369,709,950</b>	<b>31,371,710,744</b>
<b>= UTILIDAD BRUTA EBITDA</b>		<b>2,636,427,391</b>	<b>3,102,075,436</b>	<b>3,249,397,045</b>	<b>3,301,907,232</b>	<b>3,323,435,161</b>	<b>3,332,657,144</b>	<b>3,336,701,437</b>	<b>3,338,502,405</b>	<b>3,339,313,357</b>	<b>3,339,681,589</b>
- Depreciaciones		1,181,597,723	1,063,437,351	945,278,178	827,116,406	708,958,634	590,798,861	472,639,089	354,479,317	236,319,545	118,053,772
<b>= UAI</b>		<b>1,454,829,668</b>	<b>2,044,637,486</b>	<b>2,304,118,866</b>	<b>2,474,790,826</b>	<b>2,614,476,528</b>	<b>2,741,858,282</b>	<b>2,864,062,348</b>	<b>2,984,023,088</b>	<b>3,102,993,812</b>	<b>3,221,527,817</b>
- Gastos financieros		1,188,873,526	1,103,858,638	1,030,717,016	948,432,824	855,862,683	751,724,499	634,562,667	502,758,981	354,479,835	187,665,795
<b>= UAI</b>		<b>285,956,142</b>	<b>940,778,788</b>	<b>1,273,401,850</b>	<b>1,526,358,002</b>	<b>1,758,613,845</b>	<b>1,990,136,784</b>	<b>2,229,499,681</b>	<b>2,481,264,107</b>	<b>2,748,513,978</b>	<b>3,033,862,022</b>
- Impuestos		100,084,650	329,272,576	445,630,648	534,224,611	615,514,846	696,547,874	780,324,888	868,442,437	961,973,832	1,061,843,608
<b>UTILIDAD NETA</b>		<b>185,871,492</b>	<b>611,506,212</b>	<b>827,771,203</b>	<b>992,133,391</b>	<b>1,143,098,999</b>	<b>1,293,588,909</b>	<b>1,449,174,793</b>	<b>1,612,821,669</b>	<b>1,786,534,086</b>	<b>1,972,006,414</b>
- Depreciación		1,181,597,723	1,063,437,351	945,278,178	827,116,406	708,958,634	590,798,861	472,639,089	354,479,317	236,319,545	118,053,772
- Ingresos X Préstamos		3,350,866,210									
- Abono a capital		520,116,627	585,133,455	658,275,157	740,553,530	833,123,471	937,270,655	1,054,423,486	1,188,233,772	1,334,512,319	1,501,326,353
- Inversión Activos		13,388,430,865									
- Inversión en capital de W											
- Variación capital de trabajo											
- Recuperación capital de trabajo											6,087,643,393
- Valor de Desecho											
<b>= F. DE C. NETO</b>	<b>(4,047,442,658)</b>	<b>847,350,588</b>	<b>1,089,810,707</b>	<b>1,114,714,244</b>	<b>1,078,690,408</b>	<b>1,018,928,162</b>	<b>947,117,116</b>	<b>867,384,336</b>	<b>781,067,814</b>	<b>688,341,311</b>	<b>7,416,483,221</b>
<b>FACTOR DESCUENTO</b>	<b>1.00</b>	<b>0.80</b>	<b>0.64</b>	<b>0.51</b>	<b>0.41</b>	<b>0.33</b>	<b>0.26</b>	<b>0.21</b>	<b>0.17</b>	<b>0.13</b>	<b>0.11</b>
<b>VALORES PRESENTES</b>	<b>(4,047,442,658)</b>	<b>677,880,471</b>	<b>697,478,853</b>	<b>570,733,693</b>	<b>441,831,591</b>	<b>333,882,380</b>	<b>248,281,069</b>	<b>181,903,632</b>	<b>131,041,434</b>	<b>92,387,607</b>	<b>802,781,273</b>
<b>SUMA ACUMULADA</b>	<b>(4,047,442,658)</b>	<b>(3,369,562,188)</b>	<b>(2,672,083,335)</b>	<b>(2,101,349,642)</b>	<b>(1,659,518,051)</b>	<b>(1,325,635,671)</b>	<b>(1,077,354,602)</b>	<b>(895,450,910)</b>	<b>(764,409,475)</b>	<b>(672,021,868)</b>	<b>130,759,405</b>

TD(Ke)	25%
VPN	270,388,920
TIR	27%
TVR	26%
CAUE	-\$ 75,728,518
RBC	1.0
PRI	4
PRID	10

Tabla 16. Flujo de Caja determinístico

De acuerdo con las condiciones previstas en el proyecto y luego de realizar el análisis financiero, el estudio demuestra que se obtuvieron resultados satisfactorios para la viabilidad del proyecto. De acuerdo con el cálculo de los indicadores financieros se obtiene un VPN positivo de \$270.388.920. Adicionalmente al realizar el flujo de caja se obtiene una TIRM de 26%, generando una rentabilidad de un punto porcentual adicional al esperado por los accionistas de la compañía, por lo que el desarrollar este proyecto resulta atractivo para ellos, sin incluir ningún riesgo al análisis.

Para el caso de la relación beneficio/costo su resultado es de uno, lo cual indica que el VPN de los ingresos es casi igual al VPN de los egresos. Es decir, que con los ingresos esperados se logra cubrir los costos de operación, por lo que el proyecto no requiere apalancamiento para cubrir costos de operación.

Al analizar el periodo de recuperación descontado de la inversión se espera su recuperación en el año 10. Es decir, antes de finalizar el horizonte proyectado, la compañía puede contar con las maquinas, bien sea para dejarlo como activo o para venderlo, ya que su inversión se recupera en el último año.

Finalmente, del flujo de caja constante y determinístico resulto los siguientes indicadores financieros:

TD(Ke)	25%
VPN	270,388,920
TIR	27%
TVR	26%
CAUE	\$ 75,728,518
RBC	1.0
PRI	4
PRID	10

*Tabla 17. Indicadores financieros - Flujo determinístico.*

Como conclusión del estudio financiero se puede afirmar que para el horizonte del proyecto y de llevarse a cabo las condiciones planteadas, la compañía obtendría un incremento en su rentabilidad relevante y sería una oportunidad de crecimiento y de reconocimiento en el mercado de la construcción, y en específico, en la estructura metálica para el departamento de Antioquia. Sin embargo, este análisis no es suficiente para tomar decisiones de inversión, ya que se debe considerar los riesgos o agentes externos que pueden afectar el proyecto, por lo que la conclusión en este estudio no será suficiente para determinar la viabilidad del negocio. Por esta razón se procede a realizar un análisis de riesgos con más detalle en el siguiente capítulo.

### 13. ESTUDIO RIESGOS

El análisis de sensibilidad o estudio del riesgo se fundamenta en visualizar los posibles eventos que puedan ejecutarse durante el desarrollo del proyecto y que afecte la inversión de los accionistas o ponga en riesgo la continuidad del mismo. Con este estudio se espera cuantificar los eventos relevantes con su probabilidad de ocurrencia y cómo puede afectar el flujo de caja del inversionista.

#### 13.1. IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS

Para el estudio de riesgo se realizó una matriz de impacto por medio de la metodología PESTEL y su probabilidad de ocurrencia. Se obtuvo como resultado los eventos con mayor grado de materialización. Por lo anterior, se identificaron y se cuantificaron los once riesgos que pueden poner en riesgo el proyecto. A continuación, se puede visualizar los eventos que con una alta probabilidad de materializarse.

Evento	Probabilidad por año
Incremento desmedido de la TRM.	10%
No se cuente con la liquidez Suficiente.	12%
El crédito de apalancamiento sea negado o por menor monto.	35%
Accidente de trabajo fatal de un empleado.	60%
Incremento desmedido en la materia prima.	25%
Demanda Laboral por un empleado.	8%
Incendio en bodega.	3%
Daño de maquinaria.	65%
Incremento desproporcional en arrendamiento.	10%
Incumplimiento en ventas proyectadas.	8%
La comunidad no este de acuerdo con la ampliación del centro logístico.	5%

Evento	Pj	Binomial	15%		Medio		15%		Xi	Pi*Xi	Binomial Triang
			Ocorre?	Impacto si ocurre Min (Mill \$)	Impacto si ocurre (Mill \$)	Impacto si ocurre Max (Mill \$)	Impacto Probable	Impacto medio (Mill \$)			
Incremento desmedido de la TRM.	10%	0	\$ 532	\$ 637	\$ 801	637	\$ 70	\$ -			
No se cuente con la liquidez Suficiente.	12%	0	\$ 65	\$ 76	\$ 88	76	\$ 9	\$ -			
El crédito de apalancamiento sea negado o por menor monto.	35%	0	\$ 213	\$ 250	\$ 288	250	\$ 88	\$ -			
Accidente de trabajo fatal de un empleado.	60%	1	\$ 26	\$ 30	\$ 35	30	\$ 18	\$ 30			
Incremento desmedido en la materia prima.	25%	0	\$ 595	\$ 700	\$ 805	700	\$ 175	\$ -			
Demanda Laboral por un empleado.	8%	0	\$ 510	\$ 600	\$ 690	600	\$ 48	\$ -			
Incendio en bodega.	3%	0	\$ 179	\$ 210	\$ 242	210	\$ 6	\$ -			
Daño de maquinaria.	65%	1	\$ 85	\$ 100	\$ 115	100	\$ 65	\$ 100			
Incremento desproporcional en arrendamiento.	10%	0	\$ 21	\$ 25	\$ 29	25	\$ 3	\$ -			
Incumplimiento en ventas proyectadas.	8%	0	\$ 136	\$ 160	\$ 184	160	\$ 13	\$ -			
La comunidad no este de acuerdo con la ampliación del centro logístico.	5%	0	\$ 153	\$ 180	\$ 207	180	\$ 9	\$ -			
<b>Totales</b>		<b>2</b>	<b>\$ 2,574</b>	<b>\$ 3,028</b>	<b>\$ 3,482</b>	<b>3028.2</b>	<b>\$ 503</b>	<b>\$ 130</b>			

Tabla 18. Estimación de los posibles Riesgos



### 13.2. ANÁLISIS DE INDICADORES FINANCIEROS CON RIESGO.

Luego de involucrar los posibles eventos en el flujo de caja probabilístico y observar cómo afecta estos eventos con su probabilidad de ocurrencia, se analizan los indicadores financieros y se concluye lo siguiente:

El proyecto al materializar los riesgos se evidencia una disminución en el VPN. El intervalo que puede tomar la variable es de \$-67.962.129.112. En promedio se puede contar con un VPN de \$-14.279.639.021 y máximo de \$33.919.350.921 de no ocurrir un evento. Con la materialización de los riesgos puede estar en peligro la inversión de los patrocinadores, tal como se muestra la ilustración 34.

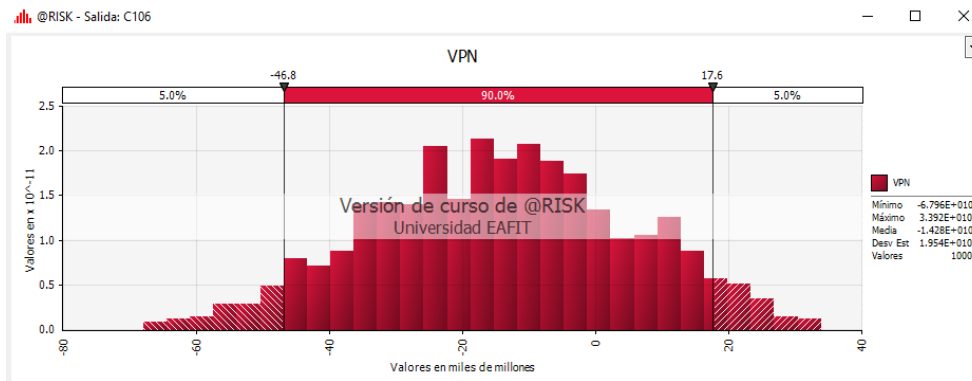


Ilustración 34. Valor presente neto con Riesgo.

Para el comportamiento de la tasa de retorno modificada se cuenta con un intervalo de confianza del 90%. Con ello se observa que los riesgos del proyecto son tan altos que el inversionista debe evaluar si los asume o rechaza el proyecto. Este indicador se encuentra en términos de media en el 7,03% y máximo el 39,18%, lo cual indica que con el valor promedio no se garantiza la rentabilidad esperada. Incluso, debe aportar dinero adicional para asumir los riesgos del proyecto.

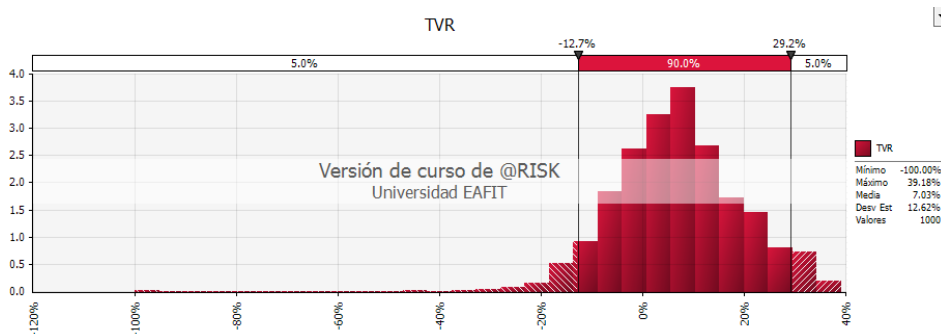
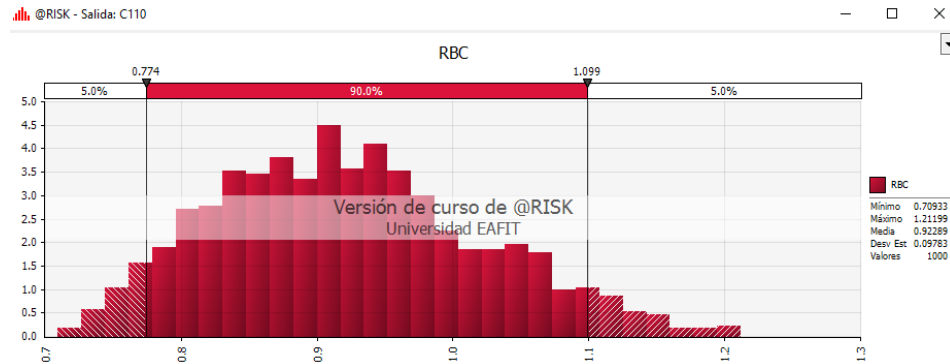


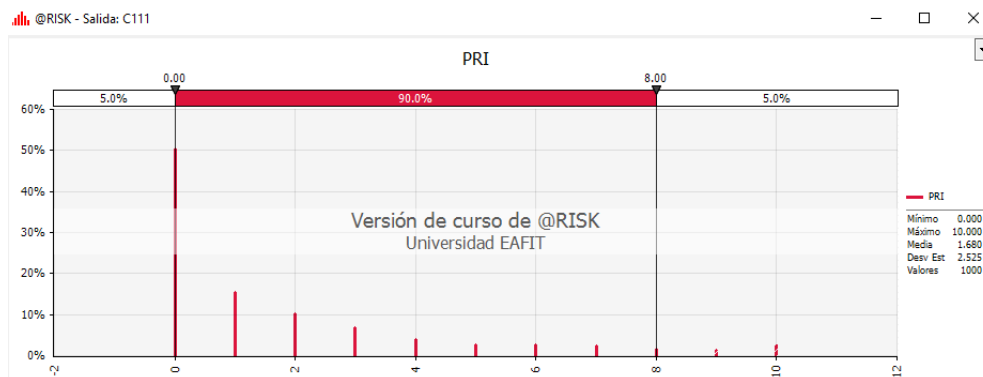
Ilustración 35. Tasa Interna de Retorno modificada.

La relación Beneficio/costo puede oscilar como mínimo en 0.70. En promedio se cuenta 0.92 y el máximo valor que se puede dar para el proyecto es de 1.2. Esta relación depende de garantizar los ingresos, de tal manera que se garanticen los costos.



*Ilustración 36. Relación Beneficio/costo con riesgo.*

Por último, el periodo de retorno de la inversión se puede obtener como máximo en el año 10 o en promedio en el año 2.



*Ilustración 37. Periodo de Recuperación con Riesgo.*

### 13.3. PARETO DEL VALOR PRESENTO NETO DEL RIESGO

Para el proyecto se realiza la correlación del valor presente neto con las posibles variables que puedan modificar este indicador. Y se puede observar que el 31 % de las variables son dependientes al VPN y se encuentran dadas por: Costo de materia Prima del cual representa el 47%. Otra de las variables que afectan al VPN son los cambios en la demanda del mercado para Industria, bodega y comercio reflejado en el 44%. Y por último, se cuenta con el precio de venta del mercado reflejado en el 5%. Estas variables afectan significativamente al VPN del proyecto, generando un porcentaje de explicación de 96% en Total.

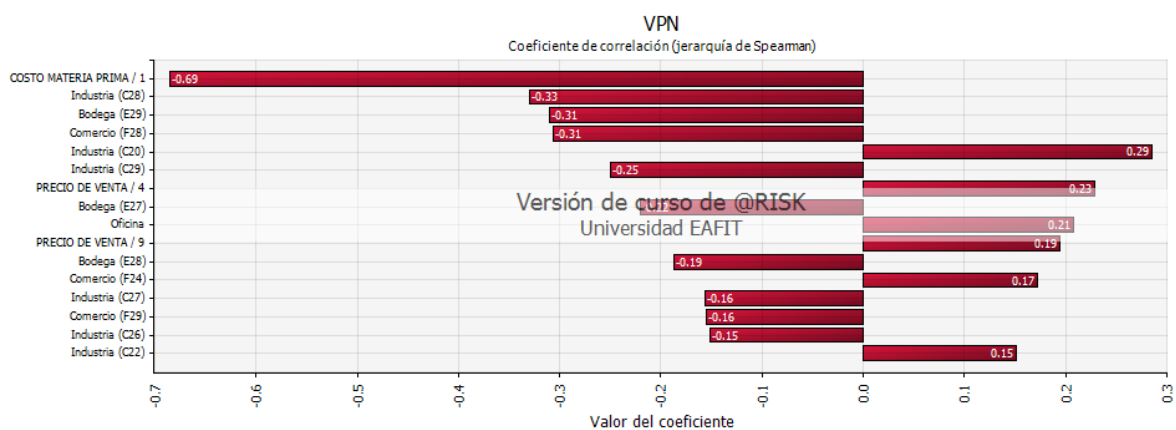


Ilustración 38. Correlación de Variables del VPN.

VARIABLES	Y	Y2	L	L2	R=Y+Y2	R2	VARIABLES
COSTO MATERIA PRIMA / 1	-0.685	0.000	-0.69		-0.685	47%	1
Industria (C28)	-0.329	0.000	-0.33		-0.329	11%	2
Bodega (E29)	-0.310	0.000	-0.31		-0.310	10%	3
Comercio (F28)	-0.306	0.000	-0.31		-0.306	3%	4
Industria (C20)	0.000	0.286		0.29	0.286	8%	5
Industria (C29)	-0.249	0.000	-0.25		-0.249	6%	6
PRECIO DE VENTA / 4	0.000	0.229		0.23	0.229	5%	7
Bodega (E27)	-0.221	0.000	-0.22		-0.221	5%	
Oficina	0.000	0.208		0.21	0.208	4%	
PRECIO DE VENTA / 9	0.000	0.195		0.19	0.195	4%	
Bodega (E28)	-0.187	0.000	-0.19		-0.187	3%	
Comercio (F24)	0.000	0.173		0.17	0.173	3%	
Industria (C27)	-0.157	0.000	-0.16		-0.157	2%	
Comercio (F29)	-0.155	0.000	-0.16		-0.155	2%	
Industria (C26)	-0.152	0.000	-0.15		-0.152	2%	
Industria (C22)	0.000	0.151		0.15	0.151	2%	

1	Vbles Aleatorias	16
2	Vbles Pareto	7
3	% Explicado	31%
4	% En el Total	96%

### 13.4. ANÁLISIS DEL VALOR PRESENTE NETO CON RESPECTO A LA MATERIALIZACIÓN DE LOS EVENTOS.

Desde el análisis de cuantificación de riesgos, se puede observar que financieramente el proyecto se ve afectado por algunos eventos. Al cuantificar estos riesgos con su probabilidad de ocurrencia, se concluye que el proyecto cuenta con una estimación en dinero aproximadamente de \$ 1.462.228.294. Este valor representa el 12% del VPN, es decir, se debe tener este costo presente en el momento de tomar la decisión de realizar el proyecto, puesto que se trata de gastos a considerar en el flujo de caja y de ninguna manera afectar la rentabilidad esperada por los patrocinadores. Asimismo, se cuenta con un valor mínimo y máximo del riesgo que oscila entre \$199.574.581 y \$3.027.000.000, respectivamente. Es importante que el inversionista tenga conocimiento del escenario para tomar decisiones, pues evidentemente los riesgos siempre están latentes. No obstante, con este estudio se pretende cuantificarlo de tal manera que el sponsor tenga alternativas para asumir el riesgo de inversión, o por el contrario, desistir del proyecto.

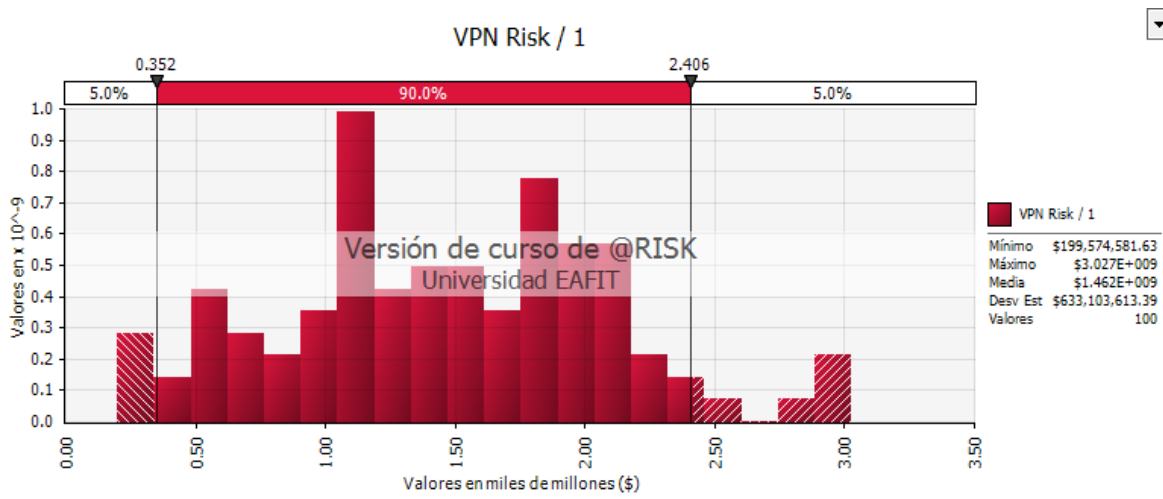


Ilustración 39. Comportamiento del VPN de los eventos.

A continuación, se presenta la cuantificación de los riesgos con el valor esperado que pueda asumir cada evento. En la ilustración 40, se observa de los once eventos cual predomina en costo y cuál de estos contiene una probabilidad de ocurrencia alta.

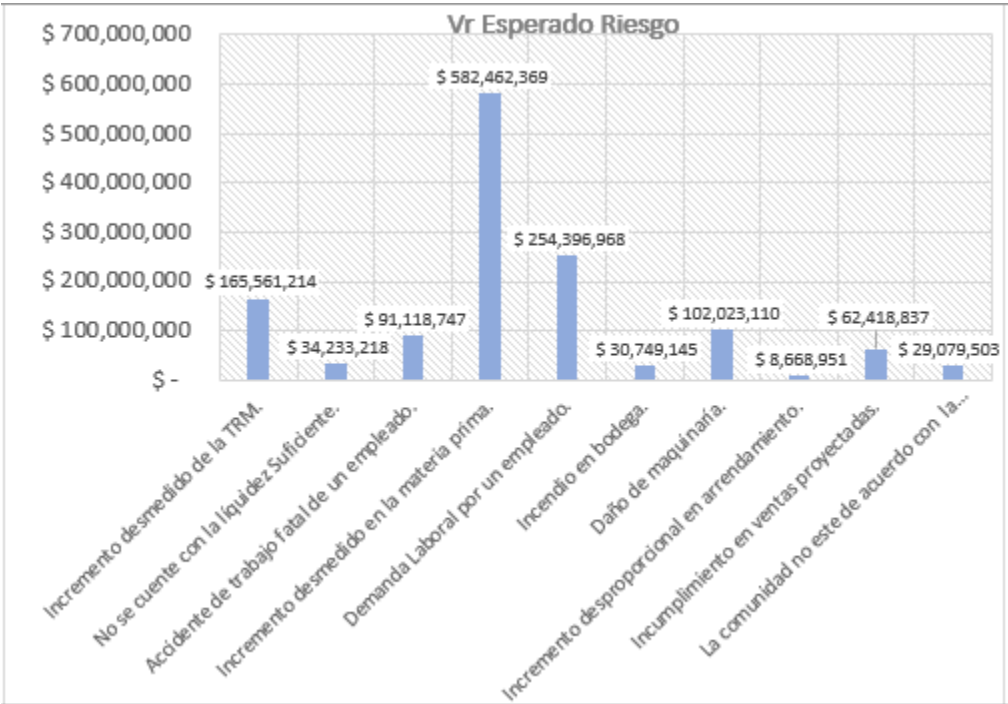


Ilustración 40. Valor esperado de cada Evento.

A nivel de eventos, se puede observar que el “incremento desmedido en la materia Prima” es el 40%, “Demanda laboral por un empleado” en un 17% y el “incremento de la TRM” es el 11%, son los riesgos de mayor impacto que tiene sobre el proyecto, del cual se representan en el 69%. Con respecto al costo de estos eventos se estiman en: \$582.462.369, \$254.396.768, y por último, \$165.561.214, respectivamente. Es decir, se debe contar con \$1.002.420.552 para cubrir el 69% del total del riesgo. En este sentido, si el inversionista desea cubrir el 100% del riesgo deberá contar con una inversión de \$1.462.228.294.

A continuación, se puede observar la distribución porcentual de cada uno de los riesgos que puedan ejecutarse durante el desarrollo del proyecto.



Ilustración 41. Distribución del costo para cada Riesgo.

Por último, se cuenta con el flujo de caja probabilístico del proyecto, allí se involucran los riesgos en el análisis financiero y se obtiene lo siguiente:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA</b>											
<b>TOTAL INGRESOS y VENTAS</b>		<b>14,819,336,299</b>	<b>27,197,264,621</b>	<b>40,633,396,642</b>	<b>49,321,199,231</b>	<b>25,068,608,878</b>	<b>39,921,476,025</b>	<b>43,476,439,438</b>	<b>25,389,740,114</b>	<b>51,244,176,860</b>	<b>23,491,897,365</b>
- Costo materias primas		29,424,236,558	29,424,236,558	29,424,236,558	29,424,236,558	29,424,236,558	29,424,236,558	29,424,236,558	29,424,236,558	29,424,236,558	29,424,236,558
- costo de mantenimiento		243,772,053	243,772,053	243,772,053	243,772,053	243,772,053	243,772,053	243,772,053	243,772,053	243,772,053	243,772,053
- Costos fijos		1,544,845,973	1,544,845,973	1,544,845,973	1,544,845,973	1,544,845,973	1,544,845,973	1,544,845,973	1,544,845,973	1,544,845,973	1,544,845,973
- Costos Variables		172,566,819	172,566,819	172,566,819	172,566,819	172,566,819	172,566,819	172,566,819	172,566,819	172,566,819	172,566,819
- Costo servicios Ssp		54,910,392	54,910,392	54,910,392	54,910,392	54,910,392	54,910,392	54,910,392	54,910,392	54,910,392	54,910,392
<b>Costos y gastos totales</b>		<b>31,440,232,395</b>	<b>31,440,232,395</b>	<b>31,440,232,395</b>	<b>31,440,232,395</b>	<b>31,440,232,395</b>	<b>31,440,232,395</b>	<b>31,440,232,395</b>	<b>31,440,232,395</b>	<b>31,440,232,395</b>	<b>31,440,232,395</b>
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>EBITDA</b>	<b>(16,620,896,096)</b>	<b>(4,242,967,768)</b>	<b>9,253,164,247</b>	<b>17,880,966,836</b>	<b>(6,371,623,517)</b>	<b>8,481,243,630</b>	<b>12,036,267,043</b>	<b>(6,050,492,281)</b>	<b>19,803,944,465</b>	<b>(7,948,335,030)</b>
- Depreciaciones		1,815,977,723	1,063,437,951	945,278,178	827,188,406	708,359,654	590,788,861	472,659,083	354,479,317	236,319,545	118,153,772
<b>UAI1</b>		<b>(17,802,433,819)</b>	<b>(5,306,405,718)</b>	<b>8,307,886,069</b>	<b>17,053,848,430</b>	<b>(7,080,262,151)</b>	<b>7,890,444,768</b>	<b>11,563,621,354</b>	<b>(6,404,371,558)</b>	<b>19,567,624,321</b>	<b>(8,066,494,803)</b>
- Gastos financieros		1,554,596,059	1,479,877,586	1,393,577,634	1,293,301,989	1,178,774,895	1,045,804,026	892,222,672	714,836,208	503,354,842	273,316,864
<b>UAI</b>		<b>(19,357,029,378)</b>	<b>(6,786,283,304)</b>	<b>6,914,308,435</b>	<b>15,759,341,241</b>	<b>(8,259,357,046)</b>	<b>6,844,640,743</b>	<b>10,671,405,282</b>	<b>(7,119,807,805)</b>	<b>19,057,670,079</b>	<b>(8,339,811,667)</b>
- Impuestos				2,420,007,352	5,915,381,534		2,395,624,280	3,734,391,849		6,670,184,528	
<b>UTILIDAD NETA</b>		<b>(19,357,029,378)</b>	<b>(6,786,283,304)</b>	<b>4,494,300,483</b>	<b>10,243,365,707</b>	<b>(8,259,357,046)</b>	<b>4,449,016,483</b>	<b>6,936,413,433</b>	<b>(7,119,807,805)</b>	<b>12,387,485,551</b>	<b>(8,339,811,667)</b>
+ Depreciación		1,815,977,723	1,063,437,951	945,278,178	827,188,406	708,359,654	590,788,861	472,659,083	354,479,317	236,319,545	118,153,772
+ Ingreso X Préstamos		9,629,466,535									
- Abono a capital			482,055,312	556,773,885	643,073,838	742,750,283	857,876,576	990,847,446	1,144,428,800	1,321,015,264	1,526,636,630
- Inversión Activa		14,370,845,575									
- Inversión en capital de W											
- Variación capital de trabajo											
- Recuperación capital de trabajo											1,780,058,039
- Valor de Durecho											
<b>F. D. C. NETO</b>	<b>(4,742,379,040)</b>	<b>(8,657,487,567)</b>	<b>(6,279,619,239)</b>	<b>4,796,504,823</b>	<b>10,328,333,830</b>	<b>(8,488,274,368)</b>	<b>4,048,367,898</b>	<b>6,264,623,723</b>	<b>(8,087,143,752)</b>	<b>11,097,108,466</b>	<b>(2,124,928,403)</b>
<b>FACTOR DESCUENTO</b>	<b>1.00</b>	<b>0.87</b>	<b>0.76</b>	<b>0.66</b>	<b>0.57</b>	<b>0.50</b>	<b>0.43</b>	<b>0.38</b>	<b>0.33</b>	<b>0.28</b>	<b>0.25</b>
<b>VALORES PRESENTES</b>	<b>(4,742,379,040)</b>	<b>(16,223,302,232)</b>	<b>(4,748,294,321)</b>	<b>3,153,719,780</b>	<b>5,305,256,389</b>	<b>(4,180,336,708)</b>	<b>1,750,480,557</b>	<b>2,355,104,099</b>	<b>(2,643,701,638)</b>	<b>3,154,430,819</b>	<b>(525,243,803)</b>
<b>SUMA ACUMULADA</b>	<b>(4,742,379,040)</b>	<b>(20,966,281,212)</b>	<b>(25,714,575,593)</b>	<b>(22,560,795,812)</b>	<b>(16,655,537,423)</b>	<b>(20,835,336,191)</b>	<b>(19,085,455,574)</b>	<b>(16,730,351,476)</b>	<b>(19,374,053,113)</b>	<b>(16,219,562,294)</b>	<b>(16,744,812,097)</b>

TD(Ka)	25%
VPN	(16,744,812,097)
TR	-10%
TNR	7%
CAUE	\$ 3,199,414,217
RBC	0.902
PRI	0
PRID	0

Tabla 19. Flujo de caja Probabilístico.

En conclusión, el proyecto se encuentra en riesgo de viabilidad, sobre todo en el momento de la identificación y cuantificación de los posibles eventos que se puedan materializar durante ejecución. Financieramente se observa que los riesgos afectan significativamente la rentabilidad del proyecto o viabilidad, ya que monto asignado para estos eventos es una inversión importante, que se deben considerarse en la inversión del proyecto por si se materializa alguno de ellos.

Es importante resaltar que la probabilidad de ocurrencia de estos eventos es alta, por las condiciones actuales en las que se encuentra el país. La escases de importación en Acero provoca un incremento significativo en los precios, generando un mercado inestable y afectando severamente el costo de operación. Estos materiales representan el 67% del costo total de fabricación, de modo que cualquier incremento afecta su costo por la relevancia tan alta.

El incremento desmedido en la TRM afecta directamente el proyecto, ya que la base de este negocio son materiales de acero laminado y por las condiciones del país, este debe ser importado, por lo que cualquier cambio que se refleje en el dólar, afecta el precio de su materia prima y el costo final de producción.

El riesgo para el desarrollo del proyecto es evidente, por lo que se recomienda al inversionista evaluar la situación política y económica del país, ya que los posibles eventos que se presentan son agentes externos al proyecto y al inversionista, pero que afecta su viabilidad. O por el contrario, si cuenta con recurso para asumir estos riesgos se puede ejecutar. Está decisión depende de la necesidad de inversión del sponsor y del nivel de riesgo que quiera asumir para su proyecto.

## **14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo con el estudio de mercado que se realizó en el departamento de Antioquia, y en especial en Medellín y su área metropolitana, se puede concluir que el sector de la construcción proyecta un crecimiento ambicioso en los proyectos que demanda el uso de la estructura metálica, particularmente en como: Bodega, Industria, comercio y oficinas. La investigación concluye, que la ampliación de la planta solamente atiende el 25 % de su demanda total, puesto que el inversionista no cuenta con los recursos económicos para toda la demanda de mercado. Por lo anterior, el incremento en el consumo de este sistema se puede observar próspero para el sector y en especial para las plantas metalmeccánicas ubicadas en la ciudad de Medellín, pues quedaría sin atender el 75% correspondiente a 9085 toneladas por año, porción que la competencia puede realizar.

Las grandes ventajas de este sistema constructivo en tiempo, disminución de personal en obra, proyectos más limpios, cimentaciones superficiales, el uso de materiales 100% renovables, condiciones que prevalecen al momento de escoger la estructura metálica. Sin embargo, con la encuesta realizada a los directores y gerentes de proyectos se evidencia que para implementar un sistema constructivo el precio es determinante en su definición. Esta situación supone un reto importante al área comercial, pues la estructura metálica por ser más costosa, hace más difícil su comercialización. Evidentemente, con el estudio de mercado realizado se concluye que se cuenta con suficientes proyectos para implementar el sistema, razones suficientes para superar este reto.

Con el análisis financiero, el proyecto es rentable en el flujo de caja siempre cuando se cumplan con: la proyección de ventas, se garantice el precio unitario por kilo y los costos previstos en su proceso de transformación no exceden a lo presupuestado. Con estas condiciones, el proyecto cumple con las expectativas de rentabilidad del inversionista del 25%, incluso se evidencia que el proyecto puede llegar a tomar una TVR del 26% y un VPN positivo de \$270.388.920 con una relación beneficio/ costo igual a uno.



No obstante, cuando se analiza el flujo de caja Probabilístico donde se incluyen los eventos con su probabilidad de ocurrencia, se concluye que el riesgo a tomar es muy alto y de materializar algún evento el inversionista puede perder la rentabilidad esperada del negocio, con el agravante de tener que sacar recursos propios para asumir estos eventos. En este momento se cuenta con un VPN negativo de \$ -14.279.639.021, y al cuantificar los eventos se estima tener un costo de ellos de \$ -1.462.228.294. Es decir, el VPN que tomaría el proyecto incluyendo riesgos es de \$-15.741.867.315.

Por lo anterior, se recomienda al inversionista esperar que la materia prima (acero laminado) se normalice en conjunto con el dólar, la estructura metálica depende exclusivamente del acero y en su costo de operación representa el 66%, por lo que cualquier cambio en el precio de la materia prima afecta al costo del proyecto. La probabilidad de ocurrencia de estos dos eventos es bastante alta, con la escasez de acero a nivel mundial que se cuenta en este momento y la volatilidad del dólar, es posible que el riesgo se haga realidad. De materializar estos dos eventos, el proyecto debe asumir \$748.023.583 representado el 51% del total del riesgo. Otra alternativa es buscar estrategias de negociación para que el incremento en la materia prima en los proyectos sea asumido por el cliente final, y no por el inversionista.

## 15. REFERENCIAS

- AIS. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente*. Bogotá.
- Alacero. (2021). *Acero y Energía Eólica*. Brasil: alacero.
- alacero. (16 de Abril de 2021). *Se fortalece el consumo de acero en América Latina*. Obtenido de <https://www.alacero.org/es/page/prensa/noticias/el-consumo-de-acero-de-america-latina-refleja-la-recuperacion-economica-de-la#:~:text=El%20consumo%20de%20acero%2C%20por,magnitud%20desde%20octubre%20de%202019>.
- Alfer, A. C. (Junio de 2008). Análisis Técnico- Económico entre proyectos de Cionstrucción de Estructura metálica y Hormigón Armado para Edificios". *Análisis Técnico- Económico entre proyectos de Cionstrucción de Estructura metálica y Hormigón Armado para Edificios"*. Quito.
- ANDI. (2019). El Acero, Columna vertebral para el desarrollo de la Construcción. *ANDI*, 10.
- ANDI. (2020). Oportunidades para la Industria Metalmeccánica y siderúrgica local . *ANDI*, 4.
- Anticorrupción, f. y. (s.f.). *Infolaft*. Obtenido de Infolaft: <https://www.infolaft.com/que-es-SAGRILAFT/>
- Argos. (2020). Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción. *Argos 360*, 5.
- Asociación Latinoamericana del Acero. (2015). Iportancia económica, inversiones y comercio internacional. *alacero*, 20.
- Asociación Latinoamericana del Acero. (2020). LATIN AMERICAN IN FIGURES 2020. *alacero*, 40.
- Banco de la Republica Colombia. (2021). *Informe de Política Monetaria*. Bogotá,DC. (Colombia).
- Banco Intercontinental Español. (23 de MARZO de 2018). *Producción y Consumo de Acero en el mundo*. Obtenido de <https://www.bankinter.com/blog/economia/produccion-consumo-acero-mundo-graficos>
- Camacol. (2019). La apuesta a la innovación en los sistemas constructivos. *La apuesta a la innovación en los sistemas constructivos*, 6.

- CAMACOL. (2020 ). *Cámara Colombiana de la Construcción*. Obtenido de [https://directoriocamacol.com/es/companies/search?button=&category\\_id=680&page=5&region\\_id=722&search\\_type=advanced\\_search&subcategory\\_id=988&text=&utf8=%E2%9C%93](https://directoriocamacol.com/es/companies/search?button=&category_id=680&page=5&region_id=722&search_type=advanced_search&subcategory_id=988&text=&utf8=%E2%9C%93)
- Camacol. (2020). Tendencias de la Construcción . *Tendencias de la Construcción* , 58.
- Camacol. (2021). *Colombia Construcción en Cifras*. Colombia.
- Chain, N. S. (2008). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Codinter. (2021). *Codinter*. Obtenido de <https://www.codinter.com/co/producto/equipo-corte-plasma-mecanizado-hypertherm-hpr-260-xd/>
- Concreto, I. (13 de 09 de 2012). *Mision*. Obtenido de Mision: <https://www.industrialconcreto.com/quienes-somos-estructuras/>
- Concreto, I. (2020). *Informe de Gestión 2020*. Girardota.
- DANE. (2019). *Encuesta Anual Manufacturera*. Bogotá.
- DANE. (2021). *Anexo\_ELIC\_302\_municipios\_mayo2021*. Bogotá: DANE.
- DANE. (2021). *Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC)*. Bogotá.
- DANE. (mayo 2021). *Boletín Técnico*. Bogotá: DANE .
- Doblamos. (16 de Enero de 2021). *Mision Empresarial* . Obtenido de Mision Empresarial : <https://doblamos.com/transformacion-y-soluciones-en-acero/>
- Education, C. C. (2012). Developing a Multi- Criteria Decision Making Model for PESTEL Analysis. *International Journal of Business and Management*, 8.
- FICEP. (2015). *FICEP*. Obtenido de <https://www.ficepgroup.com/es/maquinaria-de-construccion-de-acero/tratamiento-de-superficies/hd/>
- FICEP. (2021). Obtenido de <https://docplayer.es/9795914-P-51-punzonadora-cnc-para-placas-de-gran-espesor.html>
- G&J Empresa de Acero. (03 de Mayo de 2020). Industrial Metalmecánica en Colombia. Bogotá, Colombia.
- Garijo, M. (2019). Guerra Comercial entre Estados Unidos y China. *Business Insider*, 3.

- GEKA. (2020). Obtenido de <https://www.lomusa.com/productos/punzonado/cizallas-punzonadoras-multifuncion/>
- Gervásio, H. (s.f.). La sustentabilidad del acero y las estructuras Metálicas. *Tecnología*, 8.
- Gonvarri. (19 de 10 de 2019). *Quienes Somos*. Obtenido de Quienes Somos: <https://www.gonvarri.com/lineas-de-negocio/metal-structures/industria/>
- Industrias Del Hierro S.A. (10 de 19 de 2017). *Quienes Somos* . Obtenido de Quienes Somos: <https://inhierro.com.co/>
- IPM. (19 de 8 de 2020). *Definición de la Metalmeccánica*. Obtenido de Definición de la Metalmeccánica: <http://ipmsadecv.com/que-es-metalmeccanica/>
- KATZ, J. M. (1986). *Desarrollo y Crisis de la Capacidad Tecnológica Latinoamericana*. Buenos Aires: Corrientes 2554.5o.p.
- La República. (2021). Perspectivas para La Industria de Acero. *La República*, 4.
- LOPEZ, M. D. (14 de 01 de 2007). TECHNICAL AND FINANCIAL STUDY OF STRUCTURAL STEEL AND STRUCTURAL CONCRETE. *TECHNICAL AND FINANCIAL STUDY OF STRUCTURAL STEEL AND STRUCTURAL CONCRETE*. Colombia.
- Metalmeccánica Internacional. (2015). 20 Años de l aIndustria Metalmeccáica en América Latina. *Metalmeccánica Internacional*, 4.
- Metalmeccánica Internacional. (2021). Información Técnica y de Negocios para La Industria En América Latina. *Metalmeccánica Internacional*, 32.
- Metropolitano, I. T. (2019). *Introducción a los Procesos Estocásticos aplicados a Finanzas*. Medellín.
- Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Decreto 2041*. Bogotá.
- MinJusticia. (7 de Junio de 1951). *MinJusticia*. Obtenido de MinJusticia: <http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Codigo/30019323>
- Olivares, M. &. (2012). *Modelo de cuantificación de las emisiones de CO2 producidas en edificaciones derivadas de los recursos materiales consumidos en su Ejecución*. España.
- Omura, R. J. (2014). *Introducción a la investigación cualitativa*. Lima: Fondo Editorial de la UIGV.
- ONUDI. (1994). *Manual Para la Preparación de Estudios De Viabilidad Industrial*. Viena.

- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (1978). *Manual para la Preparación de Estudios de Viabilidad Industrial*. Nueva York: Vienna International Centre.
- PALACIO, S. (2008). *Estudio de procesos de Reversión a la Media*. Medellín: EAFIT.
- Portafolio. (06 de Diciembre de 2020). *La industria del acero alerta sobre escasez de Chatarra*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/la-industria-del-acero-alerta-sobre-escasez-de-chatarra-547287>
- Portafolio. (2021). Dependier de importar el acero afecta al país: Andi. *Portafolio*, 1.
- República Banco de la República. (s.f.). *Régimen de importación de bienes: Llegada y desaduanamiento de mercancías; modalidades de importación*. Betty Cecilia Castillo San Juan.
- República, L. (21 de Enero de 2021). Bbva Research proyecta que el pic Colombiano crecerá 4,8% en 2021 y 3,8% en 2022. *Bbva Research proyecta que el pic Colombiano crecerá 4,8% en 2021 y 3,8% en 2022*, pág. 2.
- Semana. (2021). Efidicaciones más verdes, la ambisiosa apuesta del sector de la construcción. *Semana*, 6.
- Taborda, R. &. (2017). El mercado Colombiano del acero Estructural en el contexto de la Globalización. *Revista Ciencias Estratégicas*, 22.
- Tiempo, E. (20 de Septiembre de 2019). Incentivos para la construcción sostenible en Colombia. *Incentivos para la construcción sostenible en Colombia*, pág. 2.
- UNESID. (2019). *UNESID*. Obtenido de UNESID: <https://unesid.org/unesid-revista-unesid.php>
- Universidad de Medellín. (2015). *METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE GESTION DEL CONOCIMEINTO EN LA EMPRESA*. México, D.F.
- Universidad Eafit. (12 de 03 de 2021). *Plan Académico*. Obtenido de Plan Académico: [https://www.google.com/search?q=academico&rlz=1C1CHBF\\_esCO943CO943&oq=academico+&aqs=chrome..69i57j0i433j0l8.3565j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=academico&rlz=1C1CHBF_esCO943CO943&oq=academico+&aqs=chrome..69i57j0i433j0l8.3565j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
- Worl Steel Association. (15 de Abril de 2021). *WorldSteel.org*. Obtenido de <https://www.worldsteel.org/media-centre/press-releases/2021/worldsteel-short-range-outlook-april-2021.html>

- World Steel Association. (2019). World Steel in Figures 2019 . *World Steel in Figures 2019* , 30.
- World Steel Association. (2020). World Steel in Figures 2020. *World Steel in Figures 2020*, 30.

