

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA LÍNEA DE NEGOCIO PARA LA  
FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN NACIONAL DE MÁQUINAS DE  
CORTE DE PELÍCULA FLEXIBLE

ALBERTO ELÍAS CANO

MARIA FERNANDA JARAMILLO VARGAS

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN (MBA)

MEDELLÍN, COLOMBIA

AGOSTO DE 2013

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA LÍNEA DE NEGOCIO PARA LA  
FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN NACIONAL DE MÁQUINAS DE  
CORTE DE PELÍCULA FLEXIBLE

ALBERTO ELÍAS CANO

MARIA FERNANDA JARAMILLO VARGAS

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Magíster en Administración (MBA)

Asesor temático:

Elkin Arcesio Gómez Salazar, Mg. en Administración y Project Management

Asesora metodológica:

Mónica Henao Cálad, Ph. D.

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN (MBA)

MEDELLÍN, COLOMBIA

AGOSTO DE 2013

## Agradecimientos

A nuestras familias por su apoyo y paciencia, porque gracias a ellas pudimos culminar satisfactoriamente nuestro estudio de posgrado.

Y también un agradecimiento especial a nuestros profesores de la maestría, nuestros asesores Elkin Gómez y Mónica Henao, y a nuestros compañeros Carlos Andrés Jaramillo, Juan Guillermo Ortega y Jorge Mario Ríos, por su aporte a este trabajo.

## Resumen

El estudio fue realizado para determinar la factibilidad de la creación de una línea de negocio para la fabricación y comercialización nacional de máquinas de corte de película flexible, incluyendo los estudios del sector, mercado, técnico (también llamado de ingeniería), legal, económico, de riesgos y ambiental; teniendo en cuenta dos opciones básicas de fabricación consideradas por los inversionistas como son la maquila (con terceros) y el taller propio.

Para el estudio se utilizaron fuentes primarias como los contactos de producción y operaciones de algunas empresas del sector plástico, que serían potenciales clientes para la comercialización de las máquinas cortadoras de película flexible, además del conocimiento del sector que poseen los autores y el diseño de la máquina por parte del ingeniero desarrollador. En cuanto a las fuentes secundarias se indagó en informes del Banco de la República, Acoplásticos, páginas web de la competencia y otras.

La conclusión obtenida del estudio es que el proyecto es factible si se ejecuta realizando la fabricación bajo el modelo de maquila (terceros), de acuerdo con los indicadores financieros resultado del análisis del flujo de caja, además de las consideraciones de menores riesgos en cuanto a la operación y eventual cierre en algún momento del proyecto, si así lo definieran los inversionistas.

Es de anotar que el estudio de factibilidad se encuentra enmarcado dentro de la metodología de proyectos definido por la ONUDI –Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo–, para su formulación y desarrollo; y hace uso del software @Risk para la simulación de los flujos de caja y el análisis de riesgos.

## Abstract

This study was conducted to determine the feasibility to create a business for manufacturing and marketing cutting machine of flexible film, including different studies like the sector, market, technician (also called engineering), legal, economic, risks, and environmental; it was developed considering two basic options for manufacturing such as the outsourcing and own production.

This is used as the primary sources are some plastic companies that would be potential customers for the marketing of the cutting machines of flexible film, as well as industry knowledge possessed by the authors and the engineer who designed the machine. In terms of secondary sources were used reports of the Republic Bank of Colombia, Acoplásticos, competitor's web pages and others.

The conclusion of this study is that the project is feasible if the production runs made under the outsourcing model, because the financial performance indicators of the cash flow analysis are better for this option, as well as less risk considerations regarding the operation and eventual closure project at some point, if investors define it.

It should be noted that the feasibility study is framed within the defined project methodology UNIDO –United Nations Development– for formulation and development, and makes use of @ Risk software for simulating flows cash and risk analysis.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
1. MARCO CONCEPTUAL .....	5
1.1 Estudio de factibilidad.....	5
1.1.1 <i>Análisis del entorno</i> .....	7
1.1.2 <i>Estudio de mercado</i> .....	8
1.1.3 <i>Estudio técnico</i> .....	9
1.1.4 <i>Estudio organizacional</i> .....	10
1.1.5 <i>Estudio legal</i> .....	10
1.1.6 <i>Evaluación ambiental</i> .....	10
1.1.7 <i>Evaluación financiera de proyectos</i> .....	11
1.1.8 <i>Análisis de riesgos</i> .....	14
2. ANÁLISIS SECTORIAL.....	17
2.1 Subsector maquinaria y equipo .....	22
3. ESTUDIO DE MERCADO .....	32
3.1 Descripción del producto .....	32
3.1.1 <i>Nombre comercial</i> .....	32
3.1.2 <i>Descripción</i> .....	33
3.1.3 <i>Partes de la máquina</i> .....	33
3.1.4 <i>Usos</i> .....	34
3.2 Identificación del mercado .....	36
3.3 Tamaño del mercado .....	43
3.4 Naturaleza competitiva del mercado objetivo.....	47
3.5 Descripción del mercado.....	49
3.5.1 <i>Encuesta de aplicación para las empresas manufactureras de productos plásticos</i> .	49

3.6	Esquema de comercialización .....	55
3.6.1	<i>Precio</i> .....	55
3.6.2	Costos.....	55
3.6.3	<i>Pagos</i> .....	56
3.6.4	<i>Formas de venta, comercialización y distribución</i> .....	57
3.6.5	<i>Presupuesto de inversión en promoción</i> .....	59
3.7	Análisis del cliente .....	59
3.7.1	<i>Identificación de los clientes actuales o potenciales</i> .....	59
3.8	Análisis de la oferta.....	60
3.8.1	<i>Análisis de la competencia</i> .....	60
3.8.2	<i>Proyección de la oferta propia</i> .....	62
4	ESTUDIO TÉCNICO .....	62
4.1	Tamaño del proyecto.....	62
4.2	Diseño de la máquina .....	63
4.2.1	<i>Alternativas de diseño</i> .....	63
4.2.2	<i>Materiales y otros</i> .....	72
4.2.3	<i>Estimación de ruta crítica de producción</i> .....	78
4.3	Maquinaria y equipo.....	83
4.4	Edificios e instalaciones .....	84
5	ESTUDIO ORGANIZACIONAL .....	84
5.1	Estructura organizacional.....	84
5.1.1	<i>Descripción del cargo</i> .....	85
6	ESTUDIO LEGAL .....	86
6.1	Tipo de sociedad.....	86
6.2	Manejo de contratos .....	90
7	EVALUACIÓN FINANCIERA .....	92

7.1	Fabricación por maquila.....	92
7.2	Fabricación con taller propio.....	99
8	IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS .....	109
9	ESTUDIO AMBIENTAL.....	111
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	111
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
12.	ANEXOS .....	1148
	Planos iniciales de la máquina .....	118
	Plano de piso de la máquina.....	118
	Plano de rodillo ranurado para corte .....	119
	Plano de refuerzos de la máquina.....	119
	Plano de placas soporte del desbobinador.....	120
	Plano de maquinado perforaciones de las placas .....	121
	Plano de soportes.....	121

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Crecimiento económico según demanda .....	22
Figura 2. Empresas con proyectos de inversión productiva, marzo 1999 - septiembre 2011.....	23
Figura 3. Industria manufacturera: objetivo de los proyectos de inversión .....	24
Figura 4. utilización de la capacidad instalada .....	24
Figura 5. Variación empleo, producción y ventas 2008-2011 .....	26
Figura 6. Variación anual año corrido producción de maquinaria.....	27
Figura 7. Exportaciones e importaciones (miles US\$ FOB).....	29
Figura 8. Variación año corrido ventas en el subsector. ....	30
Figura 9. Variación año corrido ventas en el subsector. ....	31
Figura 10. Ubicación producción industrial del sector .....	32
Figura 11. Distribución porcentual y variación de la población ocupada según ramas de actividad. Total nacional trimestre octubre-diciembre de 2012.....	38
Figura 12. Exportaciones importaciones (miles US\$ FOB) .....	42
Figura 13. Cadena productiva y cadena de valor agregado en Colombia sector plástico. Fuente: presentación presidente Acoplásticos, encadenamiento productivo petróleo, petroquímicos, plástico. Cartagena, febrero 3 de 2012.....	42
Figura 14. Participación (%) en las importaciones de máquinas, partes y moldes, para plástico 2009-2011 .....	46
Figura 15. Foto freno magnético y sistema de refrigeración .....	633
Figura 16. Foto freno neumático.....	63
Figura 17. Foto freno de motor .....	6565
Figura 18. Foto vejigas .....	70
Figura 19. Foto ejes.....	70
Figura 20. Mapero de las actividades con sus relaciones de dependencia .....	80
Figura 21. Estructura organizacional inicial. ....	84
Figura 22. Gráfico distribución del VPN - Opción 1.....	94

Figura 23. Análisis de variables del VPN.....	95
Figura 24. Gráfico distribución de la TIR opción 1 .....	96
Figura 25. Análisis de variables de la TIR.....	97
Figura 26. Gráfico distribución del PRI.....	98
Figura 27. Análisis de variables del PRI.....	99
Figura 28. Gráfico distribución del VPN – opción 2 .....	101
Figura 29. Análisis de variables del VPN.....	102
Figura 30. Gráfico distribución de la TIR .....	103
Figura 31. Análisis de variables de la TIR .....	104
Figura 32. Gráfico distribución del PRI.....	104
Figura 33. Análisis de variables del PRI.....	105
Figura 34. Comparativo VPN.....	106
Figura 35. Comparativo TIR .....	107
Figura 36. Comparativo PRI .....	108

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones técnicas de la máquina. ....	36
Tabla 2. Ranking 30 empresas del sector plástico. ....	44
Tabla 3. Importaciones de máquinas, partes y moldes, para plástico 2009-2011.....	45
Tabla 4. Costos del proyecto.....	56
Tabla 5. Clientes potenciales para visitar. ....	59
Tabla 6. Presupuesto para actividades de promoción. ....	59
Tabla 7. Análisis de la competencia. ....	60
Tabla 8. Información básica de los competidores.....	611
Tabla 9. Proyección oferta propia.....	622
Tabla 10. Explosión de materiales requeridos para la máquina.....	72

Tabla 11. Estimación del tiempo en días para las diferentes actividades. ....	78
Tabla 12. Identificación de la ruta crítica. ....	81
Tabla 13. Descripción del cargo gerente técnico y comercial. ....	85
Tabla 14. Flujo de caja neto: opción 1 - maquila.....	92
Tabla 16. Indicadores: opción 1 - maquila.....	94
Tabla 16. Flujo de caja neto: opción 2 - taller .....	100
Tabla 17. Indicadores: opción 2 - taller .....	101
Tabla 18. Identificación de riesgos .....	109
Tabla 17. Frecuencia e impactos de los riesgos .....	110

## INTRODUCCIÓN

La idea de diseñar y fabricar una máquina cortadora de película flexible surge como resultado del trabajo de un grupo de ingenieros en una empresa dedicada a la fabricación de empaques flexibles para diferentes tipos de productos, en el cual se utiliza maquinaria y equipo especializado para la realización de su actividad productiva.

En la industria manufacturera del plástico se utilizan máquinas como las cortadoras de película flexible, las cuales son el objeto de este estudio de factibilidad, para su fabricación y comercialización a nivel nacional, a través de una empresa por sociedad de naturaleza privada.

Como consideraciones del mercado objetivo del presente estudio se tiene que “la industria del plástico en Colombia demuestra que con trabajo, apuestas permanentes en innovación y adquisición de nuevas tecnologías, está llamada a ser una de las líderes por rendimiento y crecimiento” (*Confidencial Colombia*, 2012), pero se evidencia que uno de sus problemas es la limitada capacidad de inversión en maquinaria que tienen las pequeñas y medianas empresas – PYMES – de este sector, además de otras limitaciones enunciadas a continuación que fueron identificadas por los autores del estudio, las cuales en principio eran hipótesis de la situación que fueron confirmadas durante las conversaciones sostenidas con personas de las empresas manufactureras del sector plástico, y que se amplían en el estudio de mercado:

- Limitados recursos económicos para efectuar la inversión
- Desconocimiento en compras y negociaciones internacionales
- Desconocimiento de los procesos y costos relacionados con las importaciones

- Altos precios de la maquinaria importada
- Alto precios de los repuestos
- Limitado acceso a los repuestos
- En el momento de presentarse fallas en la máquina los técnicos de soporte capacitados y autorizados para la revisión y puesta en marcha de la misma deben venir del extranjero, lo que genera demoras y extra costos

Lo anterior se encuentra también sustentado sobre la base de que en Colombia existen pocas empresas (entre ellas Maquinplast) conocidas a nivel nacional que fabriquen maquinaria para procesos de conversión de polietileno, debido a que estas máquinas son complejas y las empresas del sector plástico pueden considerar más viable, por confiabilidad, la importación de las mismas. Los países de origen de estas máquinas principalmente son: España, Italia, Alemania, China y Brasil. Cabe resaltar que la industria China ha incursionado en la producción y comercialización de esta maquinaria con una amplia oferta y precios favorables, lo que ha hecho que en los últimos dos años haya aumentado la entrada al país de muchas de ellas.

Hoy en día se evidencia un aumento en el nivel de exigencia de los empaques de polietileno, en cuanto a su calidad y dinamismo en la generación de nuevos diseños. Esto ha obligado a las empresas a mejorar su maquinaria para cumplir con las especificaciones técnicas requeridas, y aumentar la demanda de máquinas de alta tecnología que entreguen una alta calidad de impresión, uniformidad de corte, tamaños de corte y número de tintes por impresión.

Asimismo, las empresas han dado un salto desde el empaque tipo bolsa individual (bolseo), las

cuales eran desarrolladas a partir de procesos manuales, a máquinas enfardadoras, las cuales, a partir de rollos de lámina y mediante procesos automáticos, forman, sellan y permiten fabricar el empaque a mayor velocidad.

Es de anotar que las máquinas importadas pueden representar un mayor costo de operación para las empresas usuarias, debido a que se tienen altos precios para la importación de repuestos, y un alto costo en el soporte y mantenimiento debido a la falta de conocimiento técnico de la mano de obra local, obligando a las empresas a cubrir costos adicionales para la visita de técnicos procedentes de los países de origen de la máquina, los cuales trabajan directamente con las compañías fabricantes de las máquinas importadas.

Dada la importancia de este tipo de máquinas para el proceso productivo y de transformación del polietileno, surgió la necesidad de evaluar la factibilidad para el diseño, fabricación y comercialización de máquinas cortadoras de película flexible –polietileno inicialmente– a nivel nacional y en el mediano plazo a nivel internacional.

El estudio de factibilidad hace parte de la primera fase del proyecto general para la creación y puesta en marcha de la empresa que fabrique y comercialice máquinas cortadoras flexibles, en el que se estima toda la preparación con estudios, toma de decisiones y fabricación del prototipo de la máquina, lo que se calcula tome dos años, resaltando la vital importancia que representa, porque a partir de allí se consolidan los aspectos claves para el desarrollo del negocio y las especificaciones de la máquina para satisfacer las necesidades del mercado objetivo; por otro lado se consideran dos años adicionales para la ejecución del proyecto, es decir, el funcionamiento de la empresa, y un año en la liquidación. En cuanto a la etapa de preparación, el proyecto ya se encuentra adelantado en un año por la conclusión del presente estudio de

factibilidad y el piloto de la máquina funcionando actualmente en una empresa del sector plástico.

El objetivo general del presente estudio es analizar la factibilidad de la fabricación y comercialización nacional de una máquina cortadora de película flexible.

Los objetivos específicos considerados para la realización del estudio de factibilidad son:

- Analizar el sector de la fabricación de máquinas especializadas en el sector plástico con énfasis en las cortadoras de película flexible.
- Identificar clientes potenciales para las máquinas y sus necesidades.
- Realizar el estudio de ingeniería del proyecto incluyendo las opciones de maquila y producción propia.
- Realizar el estudio legal y ambiental.
- Identificar los factores de riesgo a los que se encuentra expuesto el proyecto y que podrían generar variaciones en los resultados esperados.
- Evaluar la factibilidad financiera de las opciones de maquila y producción propia.

El alcance del estudio es la obtención de un análisis de factibilidad que incluya las opciones de maquila y producción propia, con bosquejos aproximados de la máquina cortadora de película flexible y los respectivos estudios generales del sector, del mercado, técnicos o de ingeniería, legal, ambiental, riesgos y evaluación financiera; que sirvan de base para tomar la decisión de la creación de un negocio dedicado a su fabricación y comercialización.

Dentro del alcance del presente estudio no se encuentra incluido:

- En el estudio de mercado: los artes para las piezas publicitarias.
- En el estudio de ingeniería: diseños específicos de distribución de planta, especificaciones técnicas de las partes electrónicas.
- En el legal: los contratos, actas de constitución de la sociedad y otros documentos legales.
- En el ambiental: plan de manejo de residuos y otros planes que sean necesarios.

La pregunta problematizadora y que es eje del presente estudio es la siguiente: ¿Es factible la creación de una línea de negocio para la fabricación y comercialización de máquinas cortadoras de película flexible con la elección del tipo de fabricación por maquila o con taller propio?

## 1. MARCO CONCEPTUAL

### 1.1 Estudio de factibilidad

Un proyecto, según la guía del PMBOK®, es definido como “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (Sapag y Sapag, 2000), para efectos del presente trabajo se considerará el proyecto como la fabricación y comercialización de máquinas cortadoras de película flexible, y el estudio de factibilidad como elemento integrador del proyecto que hace parte de la etapa de preinversión. Es así como un proyecto de inversión según Baca (2001) es “la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema

tendente a resolver, entre muchas, una necesidad humana” que en el caso específico de los proyectos de inversión son definidos por el mismo Baca como “un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, podrá producir un bien o un servicio”. En estos dos sentidos el proyecto se convierte en un medio para llegar a una solución de una problemática específica que requiere de un desarrollo de producto o servicio que pueda suplir la necesidad observada.

Según el manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial de la ONUDI (1978) la etapa de preinversión es donde se deben “proporcionar todos los datos necesarios para adoptar la decisión de efectuar una inversión”; en este sentido es importante reconocer que las dos etapas siguientes en el ciclo de vida del proyecto son la inversión, donde se ejecuta físicamente el proyecto bajo los parámetros seleccionados, y la operación, que es poner en marcha el proyecto para obtener los beneficios esperados; siendo estas etapas las que le dan vida al proyecto.

El estudio de factibilidad, como ya se mencionó, busca generar una decisión definitiva sobre la realización de un proyecto, donde se profundiza en el análisis de la mejor alternativa requiriendo el levantamiento de información primaria para los diversos estudios que componen el análisis. De acuerdo con la metodología de la ONUDI, mencionada por los docentes Juan Camilo Villegas y Elkin Gómez en el desarrollo de las asignaturas de Preparación de Proyectos y Gestión del Riesgo, del programa de Maestría en Administración de EAFIT (2013); los estudios que componen la formulación y la evaluación de un proyecto son: análisis del entorno, estudio de mercado, estudio técnico, estudio organizacional, estudio legal y estudio financiero; los cuales se desarrollan a continuación a partir de las descripciones realizadas en el libro *Evaluación financiera de proyectos* (Gómez & Díez, 2011) y el Manual para la preparación de estudios de

viabilidad industrial de la ONUDI (1978).

Este estudio es fundamental para el desarrollo del proyecto, para que así los interesados en conformar una sociedad comercial puedan tomar la decisión y crear la empresa para fabricar y comercializar las máquinas cortadoras de película flexible.

### *1.1.1 Análisis del entorno*

Consiste en el análisis del macroentorno que rodea el proyecto, Zaur en su libro *El entorno económico: elementos teóricos y metodológicos para su análisis*, dice que el “ambiente que rodea una cosa [...] El entorno se refiere a la totalidad de factores o circunstancias naturales, infraestructurales, socioculturales, económicas, políticas y tecnológicas, que en tanto rodea, condiciona el comportamiento y la situación de los sujetos que están siendo objeto de referencia” (2004), y cada uno de esos aspectos son analizados en el horizonte de desarrollo del proyecto y podrían afectarlo. Para el presente estudio se hace especial énfasis en la situación del sector y del subsector donde se ubica el proyecto, que puede realizarse con el uso del análisis del modelo de las cinco fuerzas propuesto por Michael Porter (1996), donde se detalla el poder de negociación de los compradores o clientes, poder de negociación de los proveedores, amenaza de nuevos competidores, amenaza de productos sustitutos y rivalidad entre competidores; o con un análisis descriptivo del sector y el subsector donde se ubicaría el proyecto.

El análisis incluye entre otros datos básicos sobre la economía nacional en el sector y subsector específico del proyecto, como el PIB –Producto Interno Bruto–, balanza comercial (importaciones y exportaciones), tipos de interés, tipos de cambio, inflación, competitividad, entre otros, que permiten tener un conocimiento del contexto macro con la identificación de variables importantes que pueden o no afectar la decisión de llevar a cabo el proyecto.

Es de gran importancia la realización de este análisis, porque como lo menciona Baca (2001), “la realidad económica, política, social y cultural de la entidad donde se piense invertir , marcará los criterios que seguirán para realizar la evaluación adecuada”, para así ser consecuente con la toma de la decisión final y entender el macroentorno con sus variables y verificar su incidencia en el desarrollo del proyecto.

### *1.1.2 Estudio de mercado*

El análisis en este aspecto incluye el estudio de demanda, precios, oferta, canales de comercialización, publicidad, entre otros; a partir de los cuales se realizan las estimaciones de las cifras que indican la aceptabilidad del producto en un nicho específico y determinan las formas adecuadas en cuanto a canales para su venta y ayuda a la identificación de riesgos del proyecto. Además de suministrar los datos de las proyecciones de ventas y de los ingresos para el horizonte del proyecto.

Para la realización del estudio de mercado se puede hacer uso de la metodología de paneles de expertos, o el uso de herramientas de prospectiva, con el fin de definir claramente la demanda, conocer la oferta actual y potencial, establecer el qué, el cómo y a quién se le puede vender, reconocer las necesidades de los usuarios o clientes, conocer la competencia y diseñar las estrategias básicas de comercialización.

El estudio de mercado básicamente como menciona Baca (2001) consta de “la determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización [...] y contestar la primera pregunta importante del estudio ¿existe un mercado viable para el producto que se pretende elaborar?”.

Así es como se da un paso fundamental para tomar la decisión de continuar o no con el estudio,

en tanto se determina si existe un mercado potencial para la venta del producto o servicio que se pretende comercializar, así mismo, como indica Sapag Chain (2000), es fundamental dentro del estudio de mercado un profundo análisis del consumidor - cliente para conocer sus hábitos, motivaciones de compra, nivel de ingresos y composición del gasto, y para el caso específico del proyecto en estudio reconocer sus necesidades productivas para tratar de atenderlas con la oferta de una máquina que pueda aportar un mejor nivel tecnológico que optimice sus procesos actuales.

### *1.1.3 Estudio técnico*

El estudio técnico se basa en la definición de la localización y tamaño óptima, la ingeniería relacionada con el proyecto y los balances (costo) de los recursos humanos, técnicos y financieros. Permite identificar alternativas técnicas que ayudarán a lograr los objetivos del proyecto y cumplir con las normas técnicas (ambientales, sectoriales, de seguridad etc.). Además, propone diseños de proyectos de “tecnologías apropiadas”, compatibles con la disponibilidad de recursos e insumos en el área donde se realiza el proyecto.

Se definen las especificaciones técnicas de los insumos necesarios para ejecutar el proyecto: el tipo y cantidad de materias primas, insumos o materiales; el nivel de calificación de la mano de obra; la maquinaria y los equipos requeridos; la programación de inversiones iniciales y los calendarios de mantenimiento.

Se define el cronograma, la programación de inversiones y sus costos de operación estimados.

Baca (2001) resume que en el estudio técnico “se pretenden resolver las preguntas referentes a dónde, cuánto, cuándo, cómo y con qué producir lo que se desea, por lo que el aspecto técnico - operativo de un proyecto comprende todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la

operatividad del propio proyecto”, para el caso específico de este estudio es necesario revisar a fondo las dos alternativas planteadas que son la producción en taller propio o la maquila (tercerización) de la producción de las máquinas.

#### *1.1.4 Estudio organizacional*

Se refiere al establecimiento de los cargos y perfiles para la ejecución del proyecto, con los niveles de jerarquía necesarios. Así mismo, se consideran las actividades administrativas que estarían a cargo de terceros (*outsourcing*).

#### *1.1.5 Estudio legal*

Busca determinar la factibilidad de un proyecto en el marco de las normas que lo rigen en cuanto a localización, utilización de productos, subproductos y patentes. También toma en cuenta la legislación laboral y su impacto a nivel de sistemas de contratación, prestaciones sociales y demás obligaciones laborales y de la constitución de la sociedad comercial para la empresa que se pretende crear; todo esto para cuantificar los costos de orden tributario, laboral y legal; este estudio se torna importante por las posibles repercusiones que puedan tener las obligaciones de orden legal en los resultados económicos del proyecto.

#### *1.1.6 Evaluación ambiental*

Como lo mencionan Ramírez y Domínguez (2009):

Hoy en día existe una creciente preocupación por los impactos ambientales que puedan generar los diferentes proyectos de desarrollo ejecutados a todos los niveles de la actividad económica de la sociedad. Las repercusiones ambientales de tales

proyectos pueden presentarse tanto en el ámbito nacional como internacional. Las políticas o proyectos, dependiendo del sector en que se ubiquen, pueden generar una gran variedad de impactos ambientales, donde la importancia y la ponderación de tales efectos dependen en gran parte de la magnitud y del grado de irreversibilidad del daño ambiental causado por estos.

Por ello es importante identificar las normatividades que se deben cumplir a nivel ambiental, además de los impactos que puedan causarse al ambiente y los planes de mitigación de ellos. En general, la evaluación ambiental debe identificar el impacto del entorno sobre el proyecto y determinar los requisitos legales en cuanto a permisos, concesiones y licencias requeridas para el desarrollo del objeto social del proyecto.

#### *1.1.7 Evaluación financiera de proyectos*

Según Baca (2001) “los objetivos de esta etapa son ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionaron las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos y datos adicionales para la evaluación del proyecto y evaluar los antecedentes para determinar su rentabilidad. Consiste en identificar y ordenar todos los ítems de inversiones, costos e ingresos que puedan deducirse de los demás estudios previos”.

Se realiza entonces el flujo de caja del proyecto y con ello los indicadores desde el punto de vista determinísticos como el VPN – Valor Presente Neto–, la TIR –Tasa Interna de Retorno–, el PRI –Periodo de Recuperación de la Inversión–, entre otros, para determinar la viabilidad financiera del proyecto, entendiendo como indican Ramírez y Domínguez (2009) que “en la evaluación de proyectos de inversión para decidir si es conveniente o no acometerlo no debemos solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino que se requiere también de criterios

de evaluación, para seleccionar las oportunidades de inversión más rentables y por tanto más convenientes”.

El estudio económico entonces pretende determinar el monto de los recursos económicos necesarios para el proyecto, el costo de operación para la ejecución del mismo, así como los indicadores que sirven de base para la toma de la decisión final.

A nivel financiero se deben definir conceptos como flujo de caja del proyecto, VPN, TIR y PRI; porque en conjunto son las herramientas que permiten la toma de decisiones, a partir de sus resultados, que pueden demostrar la factibilidad financiera en cuanto al valor presente de la inversión realizada, la tasa a la cual rinde el capital invertido y el periodo de recuperación de la inversión realizada.

El flujo de caja neto del proyecto es el flujo que indica la capacidad del proyecto para generar ingresos que cubran la inversión realizada por los inversionistas y otras fuentes de financiación, que finalmente resulta en los ingresos netos de toda la inversión. En dicho flujo se registran los ingresos gravables que se concentran en los ingresos por venta o prestación de servicios. También se contemplan los ingresos financieros procedentes de la inversión de excedentes temporales de efectivo. De este ingreso se restan los costos deducibles, que son los de operación, mantenimiento, administración, mercadeo, ventas, impuestos indirectos y depreciación. El resultado de este cálculo es la ganancia neta gravable, que sirve de base para el cálculo de los impuestos atribuibles a la realización del proyecto.

A las ganancias netas gravables se restan los impuestos directos, se suma la ganancia extraordinaria por la venta de activos, ajustada por el pago de impuestos sobre la misma, además se restan los costos no deducibles y se suman los ingresos no

gravables, incluyendo la venta de activos por su valor en libros y subsidios, principalmente. El resultado se puede denominar la ganancia neta. A esta ganancia neta hay que hacerle un ajuste por la depreciación, pues no representa un desembolso de efectivo del proyecto. Asimismo, hay que restarle los costos de inversión (activos fijos y nominales, gastos preoperativos y capital de trabajo) y sumarle los valores de salvamento de activos que no serán vendidos al final del proyecto. El resultado final es el flujo de fondos del proyecto (sin financiamiento). Por supuesto, las operaciones que se han discutido se realizan para cada periodo de flujo, manteniendo la ubicación temporal de cada rubro (Mokate, 2004).

La TIO –Tasa Interna de Oportunidad–, se “expresa porcentualmente para un determinado periodo de tiempo y se usa para calcular la rentabilidad de un proyecto de inversión; refleja las diferentes alternativas disponibles para un inversionista, la rentabilidad generalmente se estima calculando los ingresos netos y descontándolos al día de hoy” (Toro, 2009).

El VPN “mide en valores monetarios los recursos que aporta el proyecto por sobre la rentabilidad exigida a la inversión y después de recuperada toda ella” (Sapag, 2007). La lectura de los resultados obtenidos del VPN se entienden de la siguiente forma:

- Si el  $VPN=0$  quiere decir que el proyecto genera los suficientes flujos de efectivo necesarios para cubrir la operación, la financiación, los rendimientos esperados por los inversionistas y devolver la inversión inicial realizada. En este caso para el inversionista aceptar o no el proyecto, dependiendo del costo de oportunidad que le represente frente a otras oportunidades.
- Si el  $VPN > 0$  significa que el proyecto produce un rendimiento superior al mínimo

requerido por los inversionistas. Con este resultado el inversionista aceptará el proyecto.

- Si el  $VPN < 0$  muestra la pérdida de dinero que representa el proyecto para los inversionistas, ya que con los flujos generados no alcanza a cumplir con las obligaciones de operación, financiación y rendimientos esperados por el inversionista. En este caso el proyecto debe ser rechazado.

La TIR “mide la rentabilidad de un proyecto como un porcentaje y corresponde a la tasa que hace el valor actual neto igual a cero” (Sapag, 2007), también puede ser definida como “la tasa de descuento con la cual el VPN de los flujos de caja proyectados y sustraída la inversión es igual a cero. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial” (Rosillo, 2008). En el uso de la TIR es necesario tener en cuenta que su cálculo se realiza para el proyecto y se supone la reinversión de los fondos a la misma tasa.

El periodo de recuperación de la inversión se denota como PRI, y “es el tercer criterio más usado para evaluar un proyecto y tiene por objeto medir en cuánto tiempo se recupera la inversión, incluyendo el costo de capital involucrado” (Sapag, 2007). Este periodo es contrastado con las expectativas del inversionista y con el tiempo de vida del proyecto.

### *1.1.8 Análisis de riesgos*

Se destaca la importancia de este estudio por la identificación de los riesgos que pueden afectar el desarrollo del proyecto, la mitigación de estos, que pueden ser desde lo cualitativo y cuantitativo, y el impacto que pueden causar en términos económicos, que se reflejan finalmente en los indicadores financieros del proyecto. Para este aspecto se debe hacer un análisis

probabilístico de los indicadores.

De acuerdo con Gómez & Diez (2011) la administración de riesgos se convierte en un proceso que controla y monitorea los riesgos relacionados con un proyecto que comprende las actividades de planificación, identificación de riesgos, análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos, con el fin de generar una base sobre la cual monitorear dichos riesgos. Existen un gran número de variables que pueden significar un riesgo como la pérdida de personal clave, inexperiencia, cambios en el proyecto o prioridades, supuestos que no son válidos, condiciones ambientales, oposición de los interesados, fallas en los servicios que se requieren y otros. En lo relacionado con este tema es necesario tener en cuenta conceptos como:

- Probabilidad de ocurrencia: es la probabilidad de que un suceso ocurra o no y es medida en términos de porcentaje.
- Incertidumbre: es la falta de información sobre la probabilidad de ocurrencia de un evento.
- Imprevistos: son los eventos que pueden ocurrir sin que se haya anticipado su ocurrencia y tienen un alto grado de peligrosidad porque no se encuentran dentro de la planeación previa.
- Impactos del riesgo: es la magnitud de las consecuencias que afectarán el proyecto en alguna medida. Se clasifican en bajo impacto - baja probabilidad, si los riesgos son bajos y se podrían ignorar; bajo impacto - alta probabilidad, si suceden estos eventos es posible que puedan enfrentarse y continuar con el proyecto reduciendo la probabilidad de ocurrencia; alto impacto - baja probabilidad, donde los riesgos son de gran importancia y se debe entonces hacer lo posible para reducir el impacto si ocurren con los planes de

contingencia; y alto impacto - alta probabilidad, son los riesgos de importancia crítica donde se convierten en prioridad alta y se requiere de alta atención.

- Valor esperado: es una de las formas aceptadas para la estimación de los costos y beneficios esperados a partir de la ocurrencia de un evento inesperado, siendo un método para tomar decisiones y se analiza en términos de la consecución de los objetivos del proyecto.

Es así como “Paladise Decision Tools Suite” es un conjunto de programas diseñados para el análisis de riesgos y la toma de decisiones con elementos que requieren ser manejados en un contexto de incertidumbre y que se ejecutan en Microsoft Excel. Entre los programas que incluye se encuentra el @Risk que permite el análisis de riesgo con un modelo probabilístico que considera que las variables que lo componen tienen una difícil estimación y por ello pueden representar un aumento en el nivel de riesgo para la toma de decisiones en determinado proyecto, por lo que considera como resultados probabilidades de que sean esos valores obtenidos. Para la construcción de un modelo probabilístico se requiere definir el problema de interés, determinar las variables de entrada y sus datos determinísticos, identificar las variables aleatorias y modelar su comportamiento, identificar las variables de salida, formular el modelo para la presentación del problema, iniciar la simulación, generar los reportes con los resultados, analizar los resultados y tomar las decisiones (Gómez, Mora & Uribe, 2011).

La base del trabajo con el software @Risk se fundamenta en el uso de distribuciones de probabilidad, un listado donde “se relacionan todos los resultados posibles, junto con la probabilidad de todos los resultados posibles que suman 1” (Webster,2000), y que tiene diferentes clases; para el desarrollo de este proyecto de factibilidad se utilizaron:

- Distribución triangular: se define por tres parámetros de mínimo, máximo y valor más probable, variando la posición del valor más probable con relación a los extremos, la distribución puede ser simétrica o no.
- Distribución PERT: se define por tres parámetros máximo, medio y mínimo.

Es importante definir el software como sus bases de funcionamiento porque a partir de los resultados obtenidos se definen las probabilidades que indiquen que el proyecto es factible y con esto tomar la decisión si es o no interesante para los inversionistas.

## 2. ANÁLISIS SECTORIAL

Para contextualizar el análisis sectorial se enuncian los cinco actores involucrados en el proyecto general:

1. La empresa: es un emprendimiento a realizarse, con la creación de una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de máquinas cortadoras de película flexible.
2. La competencia: a nivel de oferta de producto nacional es baja, principalmente representada por la empresa Maquinplast, y de producto internacional es alta, con maquinaria procedente de países como España, China, Brasil y otros.
3. Los complementarios: son las instituciones u organizaciones en general que representan para la empresa un complemento en cuanto a su actividad productiva, para la generación y fortalecimiento de las alianzas estratégicas con asociaciones propias del gremio como lo representa Acoplásticos, el mismo gobierno puede favorecer o afectar el desarrollo del negocio, los distribuidores y otros.

4. Los proveedores: son todos aquellos que ofrecen diferentes tipos de materiales y servicios, entre los que se incluyen por ejemplo, los tornillos, variadores, mangueras, cuchillas y otros, que serán discriminados en el estudio técnico. En este punto se resaltan también como proveedores los talleres para las maquilas, que serían los prestadores del servicio de ensamble de la máquina.
5. Los clientes: los clientes potenciales definidos para la venta de la máquina cortadora de película flexible son las empresas del sector plástico con foco especial en las PYMES.

El proyecto se ubica en el sector secundario de la economía, identificado con el código CIU 2829, correspondiente a la fabricación de otros tipos de maquinaria y equipo de uso especial, según lo especificado en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas del DANE, revisión 4 adaptada para Colombia, donde se especifica dentro de esta actividad: “La fabricación de máquinas y equipos para elaboración de caucho o de plásticos y para la fabricación de productos de esos materiales: extrusoras y moldeadoras, máquinas para la fabricación o el recauchutado de llantas y otras máquinas para la elaboración de determinados productos de caucho o de plásticos” (DANE, 2009).

A partir de los informes anuales del Banco de la República de Colombia al Congreso de la República, se tiene el siguiente análisis macroeconómico relacionado con el sector industrial en general, donde:

En el 2007 el crecimiento del PIB fue liderado, en gran medida, por la producción industrial. En el 2008 la desaceleración en el crecimiento se produjo por varios factores, entre los cuales se encuentran: la crisis financiera internacional, especialmente hacia finales de año, el cual tuvo un efecto negativo sobre la confianza

de consumidores y empresarios y sobre el ingreso nacional por las caídas de los precios de los bienes básicos exportados junto con un debilitamiento de las remesas; el debilitamiento de la demanda agregada asociado con el aumento de las tasas de interés y con una drástica caída de las exportaciones de vehículos a Venezuela; el aumento de la inflación más allá de lo proyectado, lo cual castigó el poder adquisitivo de los hogares, afectando el consumo, y los costos de producción, golpeando negativamente la oferta agregada; la reducción de la inversión y del gasto público a nivel local, fenómeno que también restó dinamismo a la demanda interna, y en el segundo semestre, especialmente, se presentaron diversos paros y huelgas, difíciles de prever, que también disminuyeron el crecimiento, aunque de manera transitoria. Los sectores de la actividad industrial que más se vieron afectados durante 2008 fueron principalmente el de vehículos, refinación de petróleo y confecciones.

En 2009 la industria manufacturera presentó un descenso de 6,3%, siendo la rama de actividad económica con la mayor contribución negativa al crecimiento. Este sector resultó ser el más afectado por el deterioro de la demanda externa, dado que su dinámica está estrechamente vinculada con la del comercio mundial. La fuerte caída de las ventas a Venezuela también contribuyó al mal comportamiento industrial en la segunda mitad de año, principalmente en subsectores como hilados, prendas de vestir, cuero, maquinaria y equipo. Pese a lo anterior, el nivel total del PIB manufacturero tendió a recuperarse a partir del tercer trimestre, aunque de una manera muy moderada.

Durante buena parte de 2010, pero principalmente en el segundo semestre, los industriales y empresarios comenzaron a recomponer y a actualizar su aparato productivo, coincidiendo con la recuperación en el uso de la capacidad instalada, la

cual se situó en niveles cercanos al promedio de largo plazo (77%). Estas decisiones se reflejaron en una fuerte aceleración en la importación de bienes de capital, pero también en un repunte en su producción nacional. En el caso de la producción industrial se observó un comportamiento mixto en el año: mientras que en el primer semestre se registraron guarismos de crecimiento altos, favorecidos en parte por una base de comparación baja tras su fuerte caída en 2009, a partir de la mitad de año la producción creció a tasas menores. En términos generales, el sector siguió evidenciando la dificultad de consolidar un proceso de sustitución del mercado venezolano luego del colapso del comercio binacional. Lo anterior se hizo notorio al observar que el repunte de la producción estuvo jalonado básicamente por el dinamismo de las ventas al mercado interno (que crecieron 5%, frente a 1% de contracción de las ventas externas). En el sector de empaques flexibles comenzaron a incursionar en el mercado nacional empresas extranjeras con precios muy competitivos. En el 2010 finalizó el estímulo tributario del gobierno a la importación de maquinaria para favorecer la industria.

Por su parte, la expansión de la producción industrial (3,9% en el año) en el 2011 estuvo impulsada por las importantes inversiones en maquinaria y equipo, lo que les permitió a los industriales renovar su capacidad instalada y, por tanto, tener ganancias en productividad sin generar presiones importantes sobre su utilización. Las importaciones de material de empaque principalmente de Ecuador y Perú frenaron el crecimiento de la industria nacional ya que dichas empresas ofrecieron productos de alta calidad a muy buenos precios favorecidos por las políticas de estímulo a la industria en los países de origen.

En el año 2012, respecto al sector manufacturero, en el primer trimestre se apreció un comportamiento bastante modesto, en línea con lo ocurrido en la industria en el ámbito internacional. El PIB industrial creció 0,6% anualmente, la cifra más baja desde 2009. Buena parte de su desaceleración se debió a los fuertes retrocesos de los subsectores de refinación de petróleo y de químicos, que representan cerca del 25% del total del sector, y que estuvieron asociados con factores de oferta. En el caso de los productos de la refinación del petróleo, su caída anual (8,6%) obedeció a cierres programados en las refinerías más importantes, en las cuales se adelantaron labores de mantenimiento y adecuación. Por su parte, la industria química, que tuvo una contracción de 1,5%, acusa problemas de suministro de materias primas, en especial de gas propano.

De todas maneras, si se excluyen los subsectores de refinación de petróleo y de químicos, el agregado industrial restante también presenta una desaceleración de 4,3% en el cuarto trimestre de 2011 a 3,1% en el primero de 2012.

Estimaciones del Banco de la República muestran que cerca de la cuarta parte de la desaceleración del PIB industrial total en el primer trimestre podría obedecer a los factores de oferta mencionados, mientras que las otras tres cuartas partes se atribuyen principalmente a menores ventas al exterior, las cuales no son compensadas por la expansión de las internas (Banco de la República de Colombia, 2013).

El análisis macroeconómico anterior muestra la evolución del sector industrial, las variables económicas que le han afectado, positiva o negativamente, y que han resultado en indicadores que no son totalmente satisfactorios para la industria pero que muestran su sostenimiento a pesar de las crisis presentadas a nivel internacional y que pudiesen haber demostrado mayores repercusiones para la economía nacional. De este modo se tiene una desaceleración que le ha

costado al sector un menor monto de inversiones, que puede ser la causa para un menor desempeño al esperado en las proyecciones iniciales.

## 2.1 Subsector maquinaria y equipo

Para el sector de maquinaria y equipo en Colombia se presentan las estadísticas relacionadas a continuación, incluyendo el crecimiento económico del mismo según la demanda en los años 2010 y parte del 2011 (ANDI, 2011a).

Figura 1. Crecimiento económico según demanda

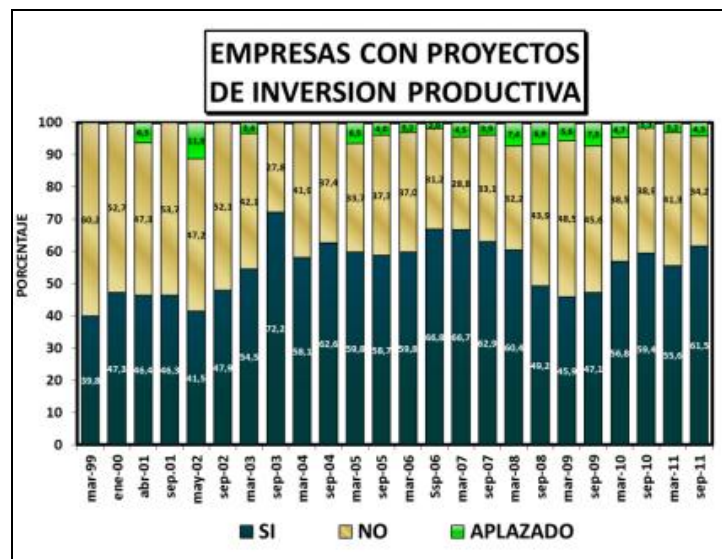
<b>CRECIMIENTO ECONOMICO SEGÚN DEMANDA</b>					
	2010	2011			
		I	II	III	ENE-SEPT
<b>PIB TOTAL</b>	4,3	4,7	5,1	7,7	5,8
<b>Importaciones totales</b>	13,4	22,8	24,9	18,8	22,1
<b>Consumo final</b>	5,0	5,1	5,7	6,4	5,7
<b>Hogares</b>	5,0	6,3	6,6	7,3	6,7
<i>Bienes no durables</i>	2,2	2,7	5,7	4,7	4,4
<i>Bienes semidurables</i>	16,4	20,5	16,2	19,1	18,6
<i>Servicios</i>	3,3	4,4	4,1	5,7	4,8
<i>Bienes durables</i>	28,9	32,1	27,3	20,2	26,3
<b>Gobierno</b>	4,6	0,4	2,2	3,2	1,9
<b>Formación bruta de capital</b>	11,1	16,4	20,9	18,7	18,7
<i>Form. bruta de capital fijo</i>	8,3	11,2	14,7	20,1	15,4
<i>Agropecuario</i>	1,2	2,4	4,1	3,6	3,4
<i>Maquinaria y equipo</i>	18,3	23,1	25,5	17,4	21,9
<i>Equipo de transporte</i>	25,6	57,4	52,3	32,0	45,9
<i>Construcción y edificaciones</i>	-3,7	0,1	5,5	15,2	6,7
<i>Obras civiles</i>	9,7	-2,6	1,9	20,9	5,9
<i>Servicios</i>	4,4	6,4	18,9	3,7	9,5
<b>Demanda interna final</b>	6,4	7,7	9,3	9,4	8,8
<b>Exportaciones totales</b>	2,1	10,5	8,1	10,5	9,7

Fuente: DANE.

El reporte indicaba la existencia de una tendencia de inversión por parte de los industriales del país. “Mientras en septiembre de 2009, el 47,1% de los empresarios tenía pensado adelantar

algún proyecto de inversión en el 2010. Para septiembre de 2010 este porcentaje aumentó a 59,4% y en septiembre de 2011 el 61,5% de los empresarios encuestados están adelantando o tienen previsto desarrollar proyectos de inversión productiva en el 2012” (ANDI, 2011a) factor adicional que favorece la idea de invertir en la fabricación de equipos especializados.

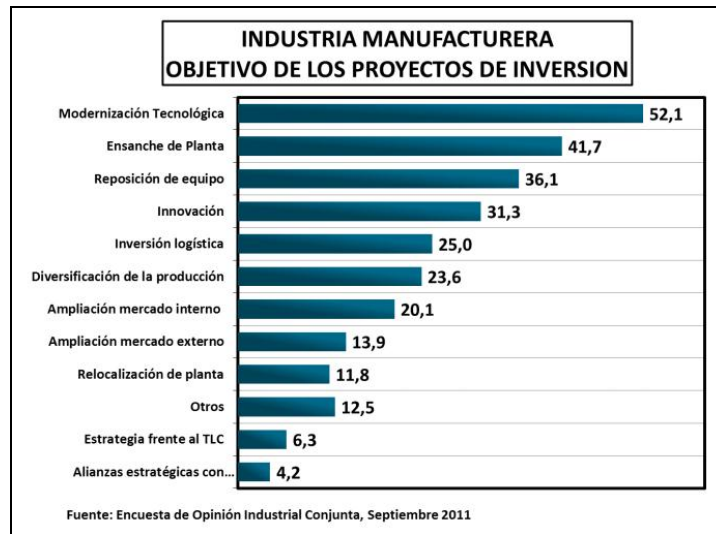
Figura 2. Empresas con proyectos de inversión productiva, marzo 1999-septiembre 2011



Fuente: DANE.

Otro factor interesante del estudio sobre el mercado y que impulsa al proyecto en análisis es que “los nuevos proyectos están orientados especialmente a modernización tecnológica (52%), ensanche de planta (42%), reposición de equipo (36%) e innovación (31%)” (ANDI, 2011a).

Figura 3. Industria manufacturera: objetivo de los proyectos de inversión



Fuente: ANDI, 2011b.

En la Figura 3 se reconfirma la intención de los industriales de invertir en reposición de equipos con un 36,1% de participación en el total de proyectos de inversión. Adicionalmente, la intención de modernización es significativa, así como las intenciones de ensanche de plantas en general.

Figura 4. Utilización de la capacidad instalada



Fuente: ANDI, 2011b.

En la Figura 4 se observa un índice de utilización de capacidad instalada del 77% para finales del 2011, y con tendencia al ascenso, lo que permite suponer que la necesidad de reponer y adquirir equipos será un incentivo para los fabricantes de maquinaria y equipo en Colombia, además de ser atractivo para los fabricantes de los mismos en el exterior. De allí la importancia de ejecutar este proyecto a la brevedad, para dar el primer paso antes de que la competencia llegue con fuerza al país a aprovechar el momento.

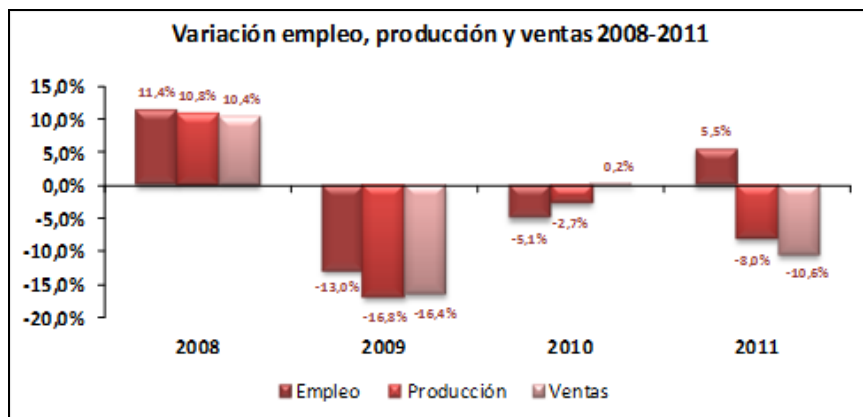
Cabe resaltar que la permanente revaluación del peso colombiano hace que la maquinaria importada llegue al país a unos precios muy atractivos, lo que hace riesgosa la construcción de maquinaria localmente sin hacer un debido estudio del costo de fabricación. La tendencia del dólar para los próximos años no es clara y los estimados dicen que seguirá la revaluación, poniendo en riesgo alto la ejecución del proyecto.

El subsector de maquinaria de uso especial, según la Encuesta Anual Manufacturera publicada en la página web de coalición para la promoción de la industria colombiana (“Encuesta Anual Manufacturera”, 2013), se “muestra que la producción bruta de los 307 establecimientos del sector incluidos en la encuesta alcanzó una cifra de \$1 billón, es decir, que la rama produjo 9,3% más que en el 2009”. Asimismo, el valor agregado del sector fue de \$0,4 billones, 5,3% por encima de lo generado en el año anterior. De esta forma, la rama contribuyó con el 0,6% de la producción bruta de la industria y con el 0,7% del valor agregado total, igual que en el año 2009.

En la misma página de coalición para la promoción de la industria colombiana, “en cuanto al número de personas ocupadas en la producción de maquinaria de uso especial para el año 2010, el mismo fue de 11.215 (1,7% del total industrial) generando un incremento de 12,1% en el

empleo de la rama. El consumo intermedio, por su parte, alcanzó un valor de \$516,3 miles de millones (el 0,6% del total de la industria), lo que significó un crecimiento de éste en 12,9% con respecto a 2009. Es importante mencionar que la inversión neta del sector de maquinaria de uso especial fue de \$14,1 miles de millones luego de haberse presentado un aumento de 33,5% en comparación con el año anterior; de esta forma, correspondió al 0,6% de la inversión industrial total.”

Figura 5. Variación empleo, producción y ventas 2008-2011

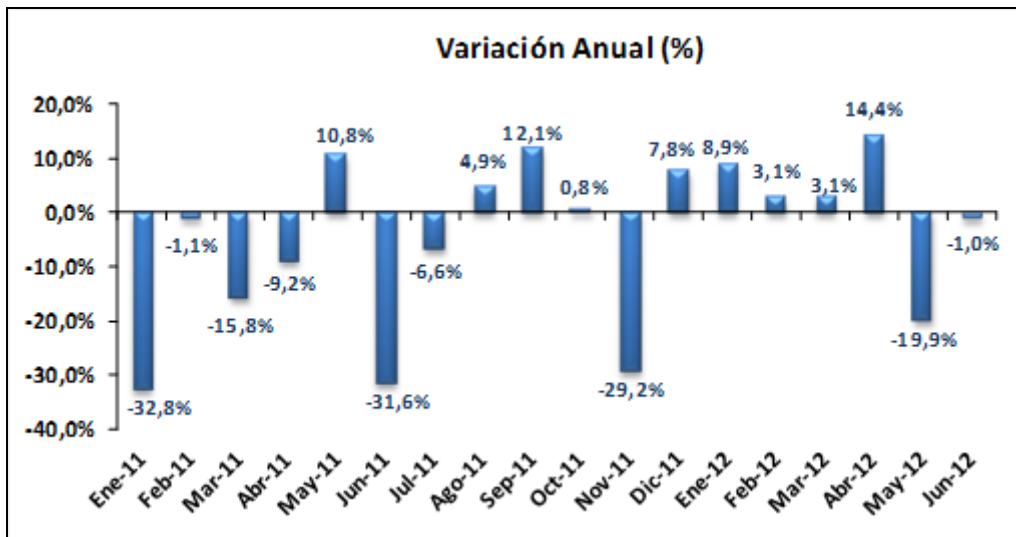


Fuente: “Encuesta Anual Manufacturera”, 2013.

Al analizar los resultados mostrados en la Figura 4, el empleo, la producción y las ventas crecieron 11,4%, 10,8% y 10,4% respectivamente en el 2008, no obstante, desde el 2009 comenzaron a presentar preocupantes decrecimientos continuos (en este año se registraron los mayores niveles de disminución -13%, -16,8% y -16,4%), comportamiento que se mantuvo hasta el 2011. Sin embargo, destaca el leve incremento de las ventas (0,2%) en el 2010 y el aumento del empleo (5,5%) en el 2011 (“Encuesta Anual Manufacturera”, 2013).

Así mismo se destaca que de acuerdo con los resultados de la Muestra Mensual Manufacturera (MMM) del DANE, la producción de maquinaria de uso especial presentó disminuciones significativas en la mayor parte del año 2011, aunque en los primeros cuatro meses de 2012 se evidenció un mejor comportamiento y la producción creció a tasas positivas, que decrecieron nuevamente en los meses posteriores; en este sentido, abril de 2012 fue el período de mayor crecimiento en la producción (14,4%), mientras que enero de 2011 registró el mayor descenso en la misma(-32,8%) (“Encuesta Anual Manufacturera”, 2013).

Figura 6. Variación anual año corrido producción de maquinaria



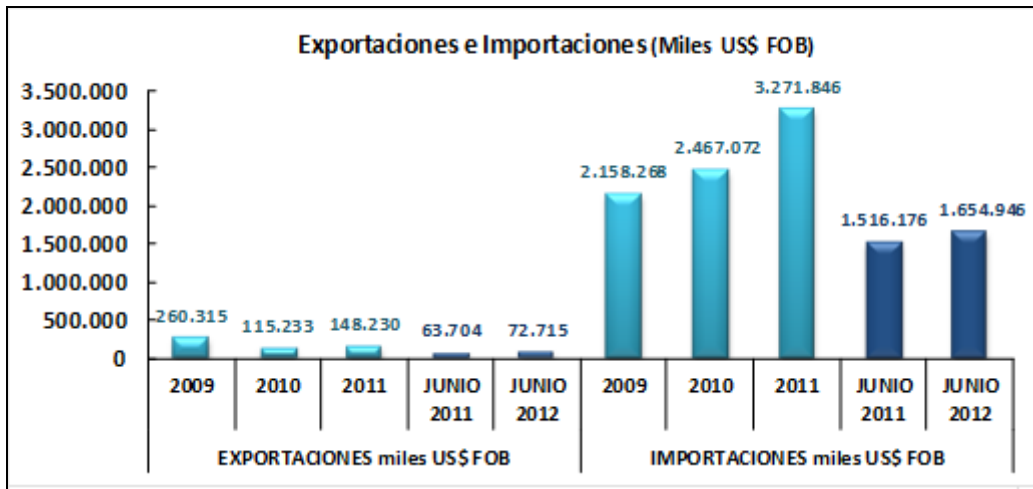
Fuente: “Encuesta Anual Manufacturera”, 2013.

En la variación año corrido también se evidencia el desfavorable comportamiento del sector en el 2011, ya que se presentaron disminuciones continuas de la producción, con una contracción final en ese año del 8%. Por su parte, aunque en el primer semestre de 2012 registró algunos

incrementos de la producción, hubo un pronunciado decrecimiento que se presentó en el mes de mayo (-19,9%), y que llevó al sector a contraerse 0,9% durante este periodo (“Encuesta Anual Manufacturera”, 2013).

En cuanto al tema de las importaciones y exportaciones, se tiene que entre 2010 y 2011 las exportaciones de maquinaria de uso especial crecieron 28,6%, luego de haber disminuido considerablemente 55,7% entre 2009 y 2010. De igual forma, durante el primer semestre de 2012 las ventas al exterior aumentaron 14,1%. Las importaciones, por su parte, mostraron una tendencia creciente en el periodo analizado, así en el 2010 crecieron 14,3%, en el 2011 aumentaron casi una tercera parte (32,6%) y en lo corrido del año 2012 hasta el mes de junio registraron un incremento de 9,2%. Finalmente, el sector terminó el primer semestre de 2012 con déficit en la balanza comercial debido al alto valor de las importaciones, que fue considerablemente mayor al de las exportaciones (las ventas al exterior representaron tan sólo 72.715 miles de dólares, mientras que las compras desde el exterior fueron de 1.654.946 miles de dólares) (“Encuesta Anual Manufacturera”, 2013).

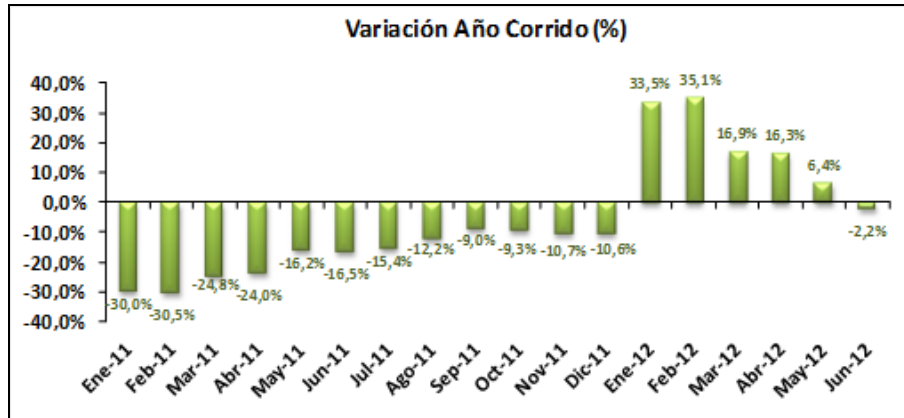
Figura 7. Exportaciones e importaciones (miles US\$ FOB)



Fuente: “Encuesta Anual Manufacturera”, 2013.

Las ventas reflejaron el adverso comportamiento de la producción en el 2011 y registraron decrecimientos a lo largo del año, aunque con una tendencia a la recuperación, que llevó a cerrar el periodo con una reducción de 10,6%. Sin embargo, aunque las ventas comenzaron el 2012 con altas tasas de crecimiento acumulado, finalmente se desaceleraron y se disminuyeron 2,2% durante el primer semestre de 2012.

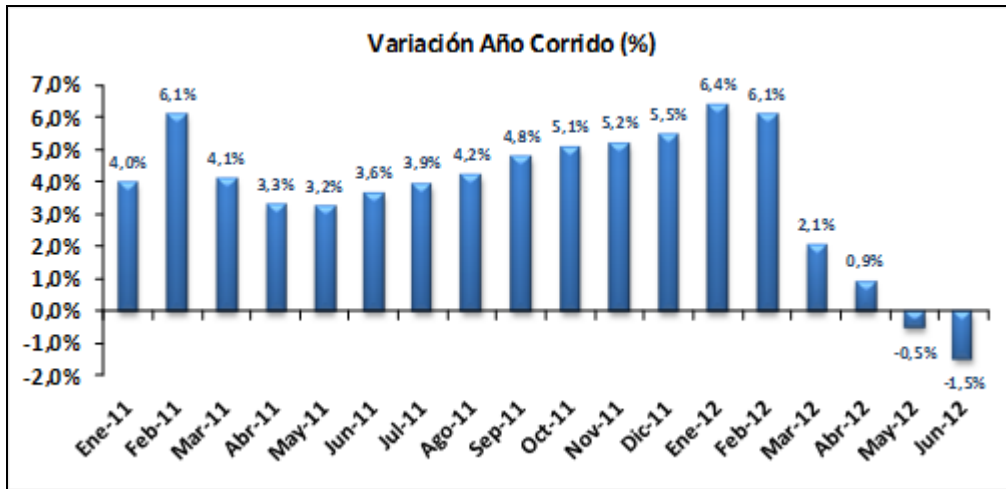
Figura 8. Variación año corrido ventas en el subsector



Fuente: MMM- DANE.

El crecimiento acumulado del empleo mostró una tendencia creciente en la mayor parte de 2011 a pesar del desfavorable comportamiento de la producción, de esta forma cerró el año con un incremento de 5,5%. No obstante, en la primera mitad del 2012 el crecimiento acumulado se desaceleró y el número de personas ocupadas en el sector finalmente se contrajo 1,5% (“Encuesta Anual Manufacturera”, 2013).

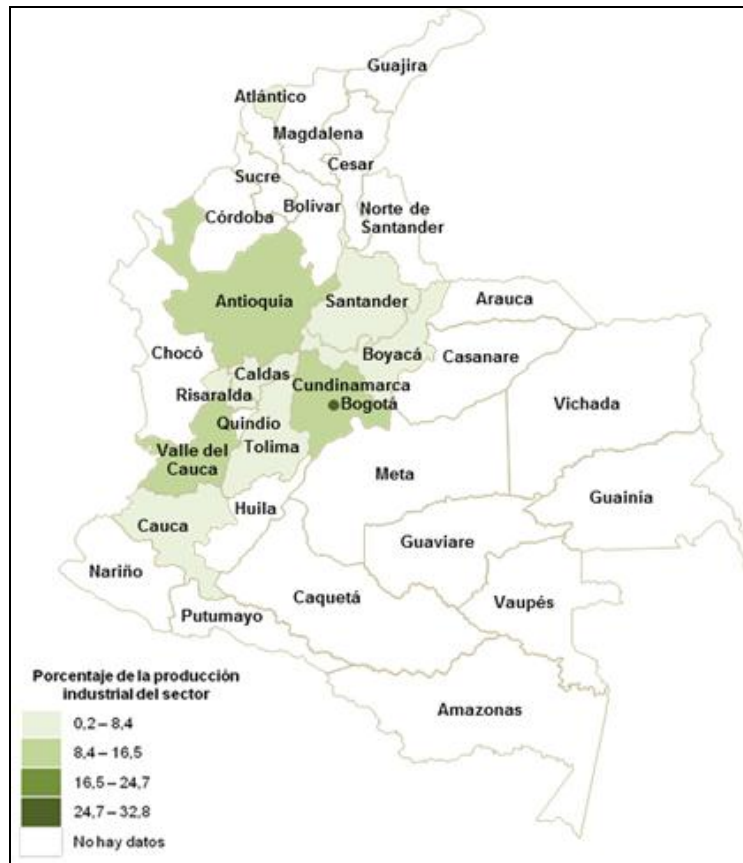
Figura 9. Variación año corrido ventas en el subsector



Fuente: “Encuesta Anual Manufacturera”, 2013.

Por su parte, lo relacionado con las zonas geográficas que concentran la producción de maquinaria de uso especial en el país se encuentran en su orden, primero Bogotá, seguido por los departamentos de Antioquia, Atlántico, Cundinamarca y Valle del Cauca; además de unas pequeñas presencias en Boyacá, Cauca, Tolima, Risaralda, Caldas y Santander, tal como se muestra en el mapa de la Figura 10.

Figura 10. Ubicación producción industrial del sector



Fuente: “Encuesta Anual Manufacturera”, 2013.

### 3. ESTUDIO DE MERCADO

#### 3.1 Descripción del producto

##### 3.1.1 Nombre comercial

Máquina cortadora o refiladora de película flexible.

### 3.1.2 Descripción

La cortadora es una máquina mecánica que tiene como fin embobinar un rollo de mayor tamaño en rollos de menor medida con una tensión constante.

### 3.1.3 Partes de la máquina

- Desbobinador: es un dispositivo que permite sujetar el rollo madre que se quiere convertir en rollos más pequeños. Su diseño depende del peso, el ancho y el diámetro de los mencionados rollos. En el mercado por lo general se trabajan anchos de rollo de 120 cm, pesos máximos de 400 kg y diámetros de rollo de 80 cm.
- Sistema de tracción: es el que permite jalar la película del rollo madre del desbobinador hacia el embobinador o embobinadores. Se compone de dos rodillos, uno metálico cromado y otro de caucho con una dureza definida. Se hacen girar a partir de un motor central, el cual determina la velocidad a la que pasa la lámina del desbobinador al embobinador.
- Embobinadores (uno o varios): son los dispositivos en los que se recibe la lámina que se corta del rollo madre, puede ser uno o varios dependiendo de la necesidad.
- Sistemas de succión de tira: se fabrica a partir de ventiladores que permiten recoger el sobrante del material (lámina) luego de terminar de cortar los rollos finales.
- Rodillos de ajustes de tensión: permiten regular durante todo el recorrido la tensión de la lámina.

- Dispositivos de corte: aquí se montan las cuchillas que se van a utilizar para dar la medida a los rollos finales. Se pueden montar desde una hasta quince cuchillas para lograr rollos de un mínimo de 4 cm de ancho.
- Sistemas de control de tensión: es un programa de control que permite mediante el uso de variadores electrónicos controlar durante todo el proceso la tensión de la lámina entre el desbobinador, el jalador y el embobinador, para garantizar una tensión constante no importando el aumento o disminución de la velocidad. Permite variar la tensión dependiendo del tipo de material, mediante sistemas de regulación PID, que es un término de control que se utiliza para los variadores de velocidad.
- Sistemas de control de borde: permite garantizar la apariencia final del producto, controla la alineación de los bordes para que el embobinado quede uniforme.
- Sistema eléctrico: el tablero de control donde están ubicados todos los elementos de potencia y de control de la máquina.
- Panel de control: es la pantalla en la que el operario programa la máquina en las variables de tensión, velocidad de máquina y metros.
- Motores de corriente alterna: son los motores que le dan tracción (movimiento) a la máquina.
- Cuerpo/carcaza: es el esqueleto metálico en el que van ubicados todos los componentes físicos y electrónicos de la máquina.

#### *3.1.4 Usos*

La máquina se emplea para:

- Reducir diámetro de rollos
- Mejorar embobinado de rollos por el control de borde
- Mejorar tensión de rollos
- Reducir el ancho de rollos: convertir rollos madre en rollos de menor ancho y diámetro con condiciones especiales de tensión y embobinado

Se pueden cortar diferentes materiales, como los enunciados a continuación, ajustando las condiciones de tensión y velocidad:

- Poliéster
- Nylon
- Polietileno de baja densidad
- Polietileno de alta densidad
- Polipropileno biorientado
- Polipropileno mono orientado
- Estructuras laminadas
- Aluminio
- Papeles en gramajes entre 30 gr y 90 gr por m<sup>2</sup>

La máquina objeto de este estudio puede ser utilizada en las industrias del plástico y el papel.

Tabla 1. Especificaciones técnicas de la máquina

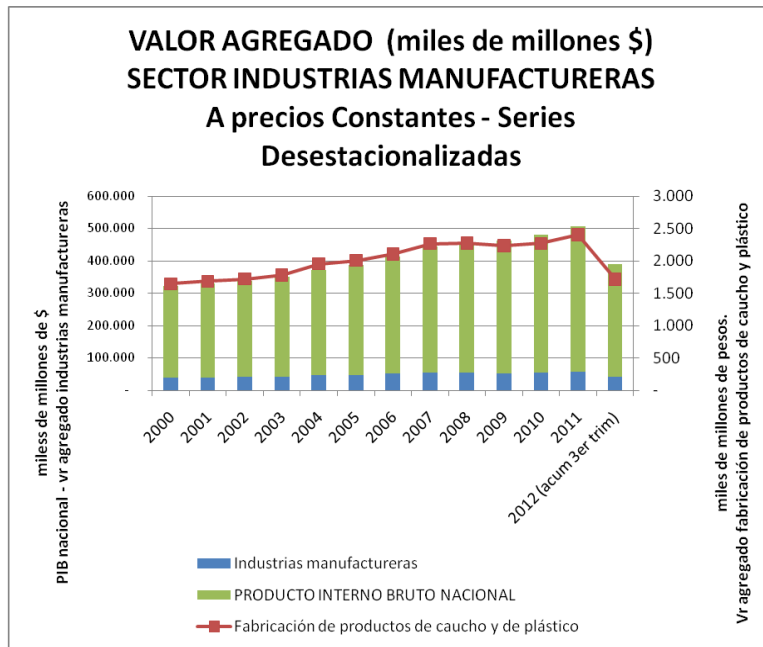
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MÁQUINA</b>		
<b>Característica</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Peso total	Kg	2500
Voltaje	Volt	220
Amperaje	Amp	90
Ancho	m	2
Largo	m	2
Alto	m	1,6
Velocidad máxima	m/min	500
Peso max desbobinador	Kg	500
Peso max bobinador	Kg	100
Diámetro Max Rollo desbobinador	Cm	80
Diámetro Max Rollo bobinador	Cm	45
Ancho Max de rollo	Cm	120
Ancho min de corte	Cm	4
Número de cuchillas	Un	6
Tensión	Kg	2 a 20

Fuente: tabla elaborada por los autores.

### 3.2 Identificación del mercado

El sector objetivo del proyecto para la fabricación y comercialización de la máquina cortadora de película flexible es el de la manufactura de productos plásticos.

Figura 10. Valor agregado (miles de millones de pesos) sector industrias manufactureras a precios constantes - series desestacionalizadas



Fuente: DANE.<sup>1</sup>

En el tercer trimestre de 2012 la participación del sector que cobija el negocio de fabricación de bolsas plásticas, que es fabricación de productos de caucho y de plástico, tenía los siguientes componentes:

El porcentaje del PIB total de Colombia, al que corresponde el macrosector manufacturero, es del 12,3%, y la participación del subsector de fabricación de productos de caucho y plástico sobre el macrosector manufacturero es del 4%, lo que representa una participación en el PIB total de Colombia del subsector del 5%. Esta información ilustra que el sector objetivo inicial del proyecto tiene una participación reducida en comparación con el PIB total del país.

<sup>1</sup> La publicación incluye los resultados obtenidos de las cuentas anuales 2009 definitivos y 2010 provisionales, con lo cual se ajustan los valores trimestrales. Nota metodológica: por la metodología de índices encadenados el valor correspondiente al total del valor agregado y el PIB no corresponde a la sumatoria de sus componentes.

Figura 11. Distribución porcentual y variación de la población ocupada según ramas de actividad. Total nacional trimestre octubre-diciembre de 2012



Fuente: DANE.

La participación porcentual del empleo del sector industria y manufactura es el 12,9%, situándose en el cuarto lugar entre ocho sectores. Sin embargo, su participación disminuyó un 3,6% con respecto al 2011, lo cual agrega un factor de alerta para el proyecto en estudio.

Entre los datos analizados es necesario tener en cuenta información de la variación de la población ocupada, que entre 2011 y 2012 presentó un valor negativo de -0,3% en total. De esta caída en la población ocupada, el sector manufacturero afectó negativamente en un -0,5% de ese total. Esto muestra que la industria está decreciendo y en valores relativamente altos con respecto a otros sectores; se debe hacer un estudio detallado de los pronósticos a los siguientes cinco años, para determinar si esa tendencia continuará, lo cual servirá de base importante en la toma de decisión de la viabilidad del proyecto.

Dentro del sector es necesario mencionar una asociación llamada Acoplásticos, la cual es una entidad gremial fundada en 1961 que reúne y representa a las empresas de las cadenas productivas químicas, que incluye las industrias del plástico, caucho, pinturas y tintas (recubrimientos), fibras, petroquímica y sus relacionadas, las cuales ascienden a seiscientas empresas agrupadas de los diferentes sectores mencionados y, según el DANE, genera cuarenta mil empleos directos. Trabaja bajo el concepto de cadenas productivas y tiene como objetivo promover el desarrollo sostenible de los sectores productivos representados, coadyuvar con la gestión empresarial de sus afiliados en la concertación entre ellos y ser sus voceros ante el gobierno y las entidades nacionales y extranjeras.

Según Acoplásticos entre las características del sector plástico se encuentran:

- Dos mil establecimientos registrados.
- Participación de PYME mayor al promedio de la industria manufacturera.
- Crecida presencia de actividad productiva y comercial informal.
- Fuerte dependencia externa de materias primas, insumos, bienes de capital y tecnologías.
- Sector industrial muy dinámico desde los años setenta, con crecimiento promedio anual de 7%.
- Producción orientada prioritariamente al mercado interno.
- Limitadas exportaciones directas e indirectas.

- Deficiente infraestructura para la transferencia, innovación y desarrollo tecnológico.
- Bajo consumo per cápita de plástico: 19 kg/año.
- Imagen del plástico no consolidada.
- Falta de personal especializado con formación superior y capacidad de emprender desarrollos productivos competitivos.

La mayoría de las publicaciones encontradas sobre el sector plástico datan del año 2012, con información de proyecciones para éste y resultados del año 2011, donde se resalta que “la industria colombiana de plásticos mueve 4.000 millones de dólares” y cuyo crecimiento proyectado para el 2012 era de 5% en comparación con el crecimiento del 2011 que fue del 7,8% (“Industria colombiana de plástico mueve 4.000 mil millones de dólares”, 2012). Así mismo, se destaca que “el sector de plásticos procesa anualmente 980.000 toneladas de resinas, de las cuales la mitad son de producción nacional, por lo que el presidente de Acoplásticos precisó que la dinámica de la industria en el corto plazo se podría modificar y volver al nivel de crecimiento de los últimos veinticinco años”, información que podría hacer suponer que el sector se encuentra en una dinámica de crecimiento importante que favorecería la inversión en nueva maquinaria.

A pesar de las expectativas que tenía el sector para el año 2012, se destaca que en los siete primeros meses del año, según el DANE, la producción de la industria cayó 5,5% y las ventas el 4,5%, lo cual explica el presidente de Acoplásticos a partir del aumento de las importaciones provenientes principalmente desde China, Ecuador y Perú, en presuntas condiciones desiguales de competencia, originadas por el dólar barato que facilita la compra de productos en el exterior

y castiga las exportaciones, lo que podría significar unos impactos negativos del 10% aproximadamente (“Producción de plásticos crecería 5% en 2012”, 2012).

A nivel informativo, Proexport en sus estudios destaca que “los envases y preformas plásticas en polipropileno, polietileno, PET y PVC tienen una alta demanda en todo el mundo; de la misma manera los empaques hechos a la medida como cajas plegadizas y las etiquetas termoencogibles y autoadhesivas son un mercado muy importante”, y que a partir del análisis de tendencias del mercado sería interesante validar la competitividad y accesibilidad del producto en países como Chile, Estados Unidos, Guatemala y Perú (“Oportunidades de negocio en sector envases y empaques”, 2012). Lo que se confirma a partir de la publicación del *Diario Gestión*, de Perú, titulada “Crece demanda de maquinaria y activos para la industria plástica de Perú” que explica el crecimiento de la demanda de los productos plásticos entre los años 2011 y 2012.

Las exportaciones de productos de plástico de Colombia, según datos del DANE, mostraron una tendencia al alza durante el periodo analizado; así, en el año 2011 se incrementaron un 14,6% luego de haber crecido 3,2% en el 2010. No obstante, en lo corrido del 2012, hasta junio, se contrajeron un 1,7% (“Encuesta Anual Manufacturera”, 2013).

Las importaciones, por su parte, también presentaron una tendencia creciente; así, en el 2010, aumentaron 21,1%; en el 2011 se incrementaron en 29,8% y en lo corrido del año 2012 hasta el mes de junio registraron un crecimiento de 16,2%. El sector finalmente cerró con un déficit de balanza comercial de US\$ 152.395 debido al alto valor de las importaciones (las ventas al exterior representaron US\$ 275.304, mientras que las compras desde el exterior ascendieron a US\$ 427.699).

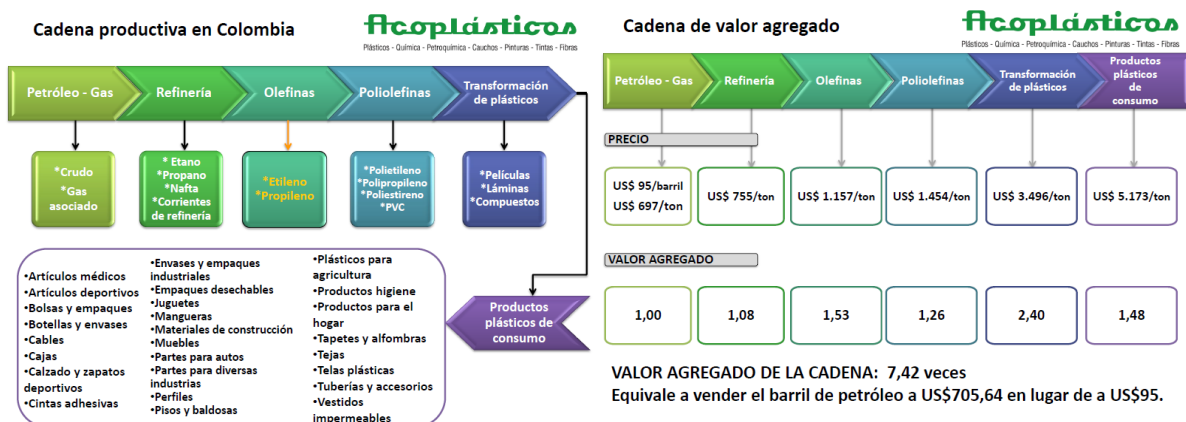
Figura 12. Exportaciones e importaciones (miles US\$ FOB)



Fuente: “Encuesta Anual Manufacturera”, 2013.

La cadena productiva del sector en Colombia, como se muestra en la Figura 13, está constituida por seis eslabones que comprenden la producción del petróleo, la refinación del mismo, la obtención de las oleofinas, así como de las poliolefinas, la transformación en plástico y por último la fabricación de productos plásticos de consumo.

Figura 13. Cadena productiva y cadena de valor agregado en Colombia sector plástico



Fuente: presentación presidente Acoplásticos, encadenamiento productivo petróleo, petroquímicos, plástico. Cartagena, febrero 3 de 2012.

En cuanto a lo relacionado con la cadena de valor, se tiene que el mayor valor agregado se genera en la transformación del plástico, seguido por la obtención de los productos plásticos de consumo.

### 3.3 Tamaño del mercado

Según la publicación de la revista *La nota económica* el número de empresas pertenecientes al sector del plástico y del caucho exclusivamente, ubicadas en Colombia para el año 2010, sumaban en total 304. Comenta además la revista que:

El sector se vio beneficiado por el crecimiento económico del país, aun cuando los resultados habrían sido mejores si no se hubiera presentado una fuerte competencia de productos importados a causa de la revaluación del peso. Si bien el aumento del precio internacional de algunas materias primas fue otro factor que impactó los estados financieros de las empresas, el férreo control de costos le permitió al sector aumentar la rentabilidad del negocio en forma considerable (“La nota digital, ranking empresas del sector plástico 2009/2010”, 2011).

Vemos entonces que las expectativas de rentabilidad para el sector son positivas, lo que permite dar un concepto favorable sobre la inversión que se pretende realizar objeto del presente estudio.

Según la revista, el ranking de las primeras treinta empresas del sector es el siguiente para el 2010, ordenadas por sus volúmenes de ventas (“La nota digital, ranking empresas del sector plástico 2009/2010”, 2011):

Tabla 2. Ranking treinta empresas del sector plástico

<b>RANKING</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>VENTAS</b>	<b>CIUDAD</b>
1	ENKA	511562,16	MEDELLÍN
2	AJOVER	342259,69	BOGOTÁ
3	PAVCO	210494,53	BOGOTÁ
4	FLEXO SPRING	188187,62	BOGOTÁ
5	3M COLOMBIA	178818,64	BOGOTÁ
6	MULTIDIMENSIONALES	155439,22	BOGOTÁ
7	PLASTILENE	142254,47	SOACHA
8	PROQUINAL	123969,70	BOGOTÁ
9	PVC GERFOR	122714,36	BOGOTÁ
10	RIMAX	117190,89	YUMBO
11	C.I. GEÓN POLÍMEROS	116721,86	BOGOTÁ
12	LAMITECH	107801,22	CARTAGENA
13	TEXCOMERCIAL	103259,04	ITAGÜÍ
14	COMPAÑÍA DE EMPAQUES	97089,20	ITAGÜÍ
15	MINIPAK	83981,05	BOGOTÁ
16	FLOWTITE ANDERCOL	81393,94	MEDELLÍN
17	FILMITEX	80317,65	BOGOTÁ
18	PLÁSTICOS ESPECIALES	78437,20	YUMBO
19	INDUSTRIAS ESTRA	77901,88	MEDELLÍN
20	LITOPLAS	76041,84	BARRANQUILLA
21	PELEX	71832,22	BOGOTÁ
22	PROENFAR	71390,60	BOGOTÁ
23	ALICO	69666,29	MEDELLÍN
24	ECSI	65322,48	BOGOTÁ
25	PLASTIQUIMICA	64561,21	SABANETA
26	TUBOTEC	61892,03	BOGOTÁ
27	AMCOR PET PACKAGING	58875,42	ITAGÜÍ
28	IBERPLAST	57963,67	BOGOTÁ
29	RIDUCO	54425,37	MANIZALES
30	ETERNA	54344,60	BOGOTÁ

Fuente: “La nota digital, ranking empresas del sector plástico 2009/2010”, 2011.

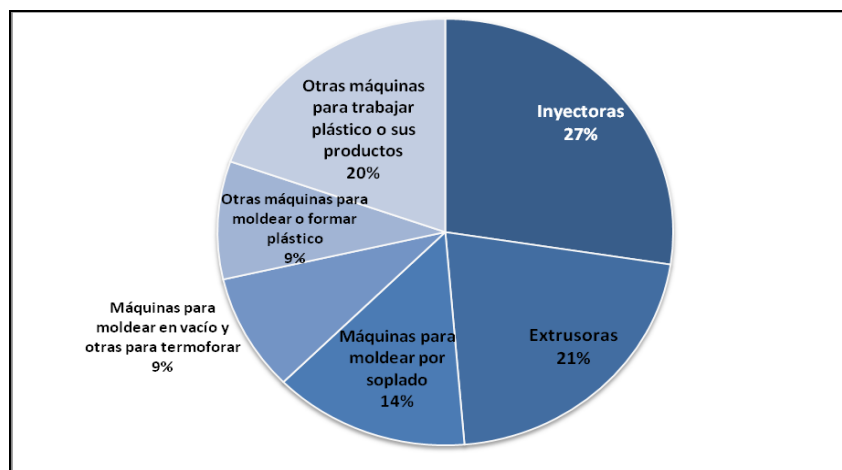
A pesar de que la información del ranking data del año 2010, sirve como base para el reconocimiento de las principales empresas del sector, y especialmente de su ubicación y relevancia en el mismo.

Tabla 3. Importaciones de máquinas, partes y moldes para plástico 2009-2011

DESCRIPCIÓN	2009	2010	2011
Calandrias y laminadoras	1.023	78	1.349
Inyectoras	16.588	20.791	23.333
Extrusoras	15.221	14.838	16.934
Máquinas para moldear por soplado	12.500	11.128	7.186
Máquinas para moldear en vacío y otras para termoformar	6.175	7.177	6.240
Presas hidráulicas para moldear por compresión	174	57	527
Otras máquinas para moldear o formar plástico	7.380	2.546	9.857
Otras máquinas para trabajar plástico o sus productos	9.824	15.225	18.388
Subtotal equipos	68.886	71.839	83.814
Partes de máquinas y aparatos para trabajar plástico o sus productos	11.874	15.027	15.212
Moldes de plástico	18.361	19.796	28.853

Fuente: Acoplásticos (con base en archivos magnéticos de la DIAN).

Figura 14. Participación (%) en las importaciones de máquinas, partes y moldes para plástico 2009-2011



Fuente: Acoplásticos.

Según Acoplásticos, la maquinaria importada por el sector manufacturero del plástico se compone principalmente de inyectoras (27%), extrusoras (21%) y máquinas para moldear por soplado (14%); las demás se encuentran en participaciones menores. Debido a la falta de fabricación local de la mayoría de la maquinaria, ésta debe ser importada de otros países, que para el caso del periodo 2009-2011 fueron: Alemania (26%), China (22%), Italia (18%) y Canadá (10%).

En el proceso de identificar la demanda, se tiene:

- Universo empresas del sector manufactura de plásticos: 304 empresas.
- Las importaciones de otras máquinas para trabajar plástico o sus productos han aumentado desde 2009 a 2011, con cambios porcentuales del 55% y 21% respectivamente. A pesar de que en esta información se incluye gran variedad de

máquinas, se infiere que la demanda para efectos de este proyecto es amplia en términos de unidades anuales con posibilidades de crecimiento, y que dada la capacidad instalada y la proyección actual de oferta mencionada adelante, se confirma la viabilidad del proyecto, y se constituye en una demanda satisfecha no saturada.

- Según el conocimiento del mercado que tiene el equipo del proyecto, en el 2012 se importaron cuatro impresoras flexográficas que requieren en promedio ocho máquinas cortadoras de buena capacidad.
- Están surgiendo empresas pequeñas que han comprado impresoras de segunda o han repotenciado sus máquinas, en Medellín se conocen tres empresas de esta clase, que generan la necesidad de otras tres cortadoras.

Por lo tanto, en Medellín, según los datos anteriores, se tiene una demanda actual de nueve máquinas, y con el crecimiento de la industria se proyecta un aumento en la demanda que cada dos años podría subir a una más.

### 3.4 Naturaleza competitiva del mercado objetivo

La naturaleza será descrita a partir del modelo de las cinco fuerzas de Michael Porter (1979):

- Poder de negociación de los clientes: los clientes tienen un alto poder dada la cantidad de información disponible y las facilidades de búsqueda de proveedores, comparando así sus fortalezas y debilidades para tomar la decisión de compra. Como el principal mercado objetivo son las PYMES, la sensibilidad al precio es alta en tanto puedan las máquinas ofrecidas cumplir con los requerimientos técnicos para el trabajo requerido. La frecuencia

de compra está dada en términos de, primero, el tiempo de renovación o nueva inversión tecnológica, el cual puede ser de diez años, y segundo, en términos de las condiciones del mercado que favorezcan el crecimiento del sector.

- Poder de negociación de los proveedores: inicialmente en términos de pagos se entiende que los proveedores tienen un alto poder en tanto exigen que el pago de los materiales y los equipos requeridos para la fabricación de la máquina sean efectuados de contado, lo que afecta el flujo de efectivo del proyecto. Así mismo, con los volúmenes que se desea fabricar y comercializar en los primeros años, se entiende que son pequeñas cantidades que pueden no ser suficientes para lograr descuentos, condiciones que para este caso efectivamente no constituyen economías de escala por trabajar en un esquema bajo pedido.
- Amenaza de nuevos entrantes: la principal barrera de entrada al mercado está enmarcada en un tema de falta de credibilidad en el producto nacional, que no cuenta con el respaldo de una marca con tecnología reconocida. Así mismo, en este punto cabe resaltar que hay un gran beneficio definido por el bajo costo que permite la oferta de un precio atractivo para el mercado. En los nuevos entrantes como competencia podrían considerarse las máquinas importadas de otros países que están firmando tratados de libre comercio, quienes inicialmente no considerarían el país como objetivo comercial a menos que sea favorecido por sus propios gobiernos con este tipo de acuerdos, ya que el beneficio de cero arancel se encuentra activo para este tipo de maquinaria.

- Amenaza de productos sustitutos: la máquina como tal no presenta sustitutos evidentes dado que su diseño obedece a una función definida que podría ser suplida sólo por una máquina que pueda realizar la misma actividad.
- Rivalidad entre los competidores: la oferta de la máquina importada, más la nacional, representa un gran reto en términos de competencia, puesto que ya esas empresas cuentan con un recorrido importante dentro del sector, y sus marcas han logrado posicionarse en el mercado. En el caso de los proveedores se resalta que pueden ser una amenaza para el proyecto si estos descontinúan las partes y repuestos actuales que se están utilizando, incrementan considerablemente sus costos o restringen la venta de los mismos, por lo que se tendría que buscar partes sustitutas que cumplan la misma función y no alteren el ejercicio de la máquina.

### 3.5 Descripción del mercado

Para describir el mercado objetivo se realizó una encuesta presentada a continuación:

#### *3.5.1 Encuesta de aplicación para las empresas manufactureras de productos plásticos*

Objetivo: establecer la viabilidad en el mercado de la fabricación y comercialización en el país de una máquina cortadora de película flexible.

#### Información empresarial

Fecha de realización \_\_\_\_\_ Empresa: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

Página web \_\_\_\_\_

Nombre y cargo del encuestado \_\_\_\_\_

1. Cuáles son los principales productos que transforma su empresa:

a) \_\_\_\_\_ b) \_\_\_\_\_ c) \_\_\_\_\_

2. Su empresa está constituida hace:

Menos de un año \_\_\_ 1-3 años \_\_\_ 3-5 años \_\_\_ 5-10 años \_\_\_ 10-15 años \_\_\_

Más de 15 años \_\_\_

3. ¿A qué mercado están dirigidos los productos que produce su empresa?

Local \_\_\_ Regional \_\_\_ Nacional \_\_\_ Internacional \_\_\_

4. ¿Cuáles de las siguientes prioridades competitivas tiene en cuenta su empresa? (enumere de mayor a menor)

\_\_\_ Costos \_\_\_ Servicio \_\_\_ Calidad \_\_\_ Innovación \_\_\_ Entregas \_\_\_ Responsabilidad

\_\_\_ Flexibilidad

5. ¿La forma en que su organización adquiere nueva tecnología es? (señale con una o varias X)

\_\_\_ Incorporar nuevas maquinarias, herramientas o equipos

\_\_\_ Contratando personal con experiencia y habilidad

\_\_\_ Desarrollando o adaptando tecnología a la organización

\_\_\_ Desarrollando tecnología en cooperación con clientes, proveedores de maquinaria y equipos

\_\_\_ Otras. Cuáles \_\_\_\_\_

6. ¿La empresa tiene un plan de renovación de maquinaria? Sí \_\_\_ No \_\_\_

¿Cada cuánto realizan la renovación? 1-3 años \_\_\_ 3-5 años \_\_\_ Más de 5 años \_\_\_

7. ¿La empresa dentro del Plan de Inversiones tiene pensado la compra de maquinaria con tecnología de punta?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

8. ¿Quiénes se encargan de aprobar la compra de la maquinaria? (coloque una x)

\_\_\_ Área específica para la promoción de la innovación

\_\_\_ Área de producción – jefe de producción

\_\_\_ Área de compras

\_\_\_ Área de mantenimiento

\_\_\_ Directivos (gerente, socios, otros)

9. ¿Cuál es la forma como adquiere la maquinaria nueva?

\_\_ Compra de contado

\_\_ Compras a crédito

\_\_ Leasing

\_\_ Otra.Cuál \_\_\_\_\_

10. ¿Entre las máquinas que utiliza en su proceso productivo se encuentra la cortadora de película flexible?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cuántas? \_\_\_\_\_

11. ¿Cuál es el origen de esas máquinas?

Nacional \_\_\_\_\_ Extranjero \_\_\_\_\_

12. ¿Cuáles países son los principales proveedores? \_\_\_\_\_

13. ¿Cuáles son las marcas de esas máquinas? \_\_\_\_\_

14. ¿Es fácil realizar mantenimiento a estas máquinas?

Sí \_\_\_ No\_\_\_

15. ¿Si la propuesta tecnológica y económica es viable compraría una máquina fabricada en Colombia?

Sí \_\_\_ No\_\_\_

16 ¿Qué incertidumbre le genera la compra de una máquina nacional?

Calidad\_\_\_ Respaldo\_\_\_ Garantía\_\_\_ Soporte\_\_\_ Otro \_\_\_ ¿Cuál?\_\_\_\_\_

16. ¿Qué factores lo motivarían a comprar una máquina fabricada en Colombia?

Precio\_\_\_ Soporte técnico \_\_\_ Productividad\_\_\_ Tecnología\_\_\_

Otro \_\_\_ ¿Cuál?\_\_\_\_\_

17. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una cortadora con un buen nivel de tecnología?

\_\_\_\_\_

18. ¿Qué características técnicas le interesan en una cortadora?

Velocidad \_\_\_ Capacidad (kg) \_\_\_ Diámetro de rollos\_\_\_ Tamaño \_\_\_

Control de borde \_\_\_ Control tensión\_\_\_ Tamaño \_\_\_ Otro \_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

19. ¿Cuál es el rendimiento en m/min obtenido del corte de las máquinas con las que cuenta

actualmente?

< 100 \_\_\_ 10 200 \_\_\_ >200 \_\_\_\_\_

20. ¿Qué tipo de materiales corta?

Polietileno \_\_\_ BOPP\_\_\_ Aluminio\_\_\_ Papel\_\_\_ Estructuras  
laminadas\_\_\_\_\_

Otro\_\_\_ ¿Cuál?\_\_\_\_\_

21. ¿Cuál es la conexión eléctrica?

220\_\_\_ 440\_\_\_

22. ¿Cuál es el peso de rollo madre (kg)?

<100 \_\_\_ 10 200 \_\_\_ 20 300 \_\_\_ >300 \_\_\_\_\_

23. ¿Cuál es el diámetro del rollo madre (cm)?

<300 \_\_\_ 30 600 \_\_\_ 60 700 \_\_\_ >800 \_\_\_\_\_

24. ¿Cuál es el ancho rollo madre (cm)?

Máx. 80\_\_\_\_\_ Máx. 100\_\_\_\_\_ Máx. 120\_\_\_\_\_

25. ¿Cuál es el ancho mínimo de corte (cm)?

Min. 15\_\_\_\_\_ Min. 10\_\_\_\_\_ Min. 4\_\_\_\_\_

26. ¿Cuál es el número de cortes?

Dos\_\_\_\_\_ Tres\_\_\_\_\_ Cuatro\_\_\_\_\_ Más\_\_\_\_\_ ¿Cuántos?\_\_\_\_\_

27. ¿Cuál sería el método de pago ideal?

Contado\_\_\_ Anticipo 50%\_\_\_ Otro\_\_\_ ¿Cuál?\_\_\_\_\_

28. ¿Cuál será el tiempo de entrega deseado (meses)?

2\_\_\_\_\_ 4\_\_\_\_\_ Más de 4\_\_\_\_\_ Otro\_\_\_ ¿Cuál?\_\_\_\_\_

Las encuestas fueron realizadas en tres empresas representativas del sector de acuerdo con el concepto y la información que tienen los autores:

Alico: es una de las empresas de Antioquia más grande a nivel del plástico, se caracteriza por desarrollar productos especiales de acuerdo con las necesidades de sus clientes. En los últimos años ha adquirido tecnología de punta para sus procesos de extrusión, impresión y corte. Vende ocho mil millones de pesos anuales.

Codiplx: es una empresa pequeña que inicialmente incursionó en el mercado del reciclaje ofreciendo productos para usos industriales como bolsas negras, las cuales utilizan principalmente para material reciclado, luego adquirieron extrusoras, impresoras, refiladoras y selladoras para atender el mercado de material original. No tiene ventas registradas en revistas del sector.

Cajiplas: es una empresa mediana, tiene procesos de extrusión, impresión, refilado y sellado,

actualmente su fuerte es la fabricación de bolsas impresas. Dieciséis mil millones de pesos anuales.

Los resultados obtenidos fueron:

Las empresas encuestadas tienen gran trayectoria con quince o más años de constitución y participación en el mercado, que en su mayoría están orientadas a la atención del mercado nacional y una de ellas al internacional. Entre las prioridades competitivas identificadas en su orden se encuentran la calidad, la innovación, el servicio, los costos, las entregas, la responsabilidad y la flexibilidad.

En cuanto a la forma en la cual adquieren nueva tecnología, en su mayoría lo hacen a partir de la incorporación de nuevas máquinas y equipos dentro de los procesos productivos, y se tiene que una de estas empresas desarrolla tecnología en cooperación con clientes y proveedores de maquinaria y equipo.

Al consultar sobre los planes de renovación tecnológica las empresas consultadas lo tienen definido a más de cinco años, e incluyen dentro del plan de sus inversiones la compra de maquinaria de tecnología de punta que ayude al mejoramiento de sus procesos.

A pesar de que durante la realización de la encuesta dejaron claro que la necesidad inicial de compra de la máquina nacía del área de ingeniería o producción, la compra de la misma depende de la aprobación de los directivos, quienes son los que deciden la oportunidad de la compra y los parámetros para la misma, incluyendo la forma de adquisición (prefieren realizarlo por medio de *leasing*).

En promedio, en sus procesos productivos, cuentan con dos máquinas cortadoras de película flexible que proceden del extranjero (China, España o Brasil), de marcas como Megasteel y TDE

y de proveedores como Comexi; a dichas máquinas pueden realizarles un mantenimiento fácil.

Las empresas afirman que si las propuestas tecnológicas y económicas son viables, comprarían una máquina fabricada en Colombia, pero que la compra les generaría incertidumbre a nivel de calidad y respaldo, pero los motivaría el precio y el soporte técnico que esta les podría otorgar; estarían dispuestos a pagar entre \$180.000.00y \$200.000.00 por cada máquina.

Las características que debe tener cada máquina para estas empresas son: una buena capacidad en kg, control de borde y control de tensión con un rendimiento m/min mayor a 200, con capacidad de corte de polietileno, coextrusiones y estructuras laminadas, con conexión eléctrica a 220 o 440, con una capacidad de peso de rollo madre entre 30 y 100 kg, un diámetro de rollo madre entre 30 cm y 60 cm adaptable a menores como 10 cm, un ancho entre 80 cm y 10 cm, un ancho mínimo de corte de 1 cm y un número de cortes entre 8 y 10 cm.

### 3.6 Esquema de comercialización

#### 3.6.1 *Precio*

El precio al que se va a ofertar la máquina en el mercado durante los primeros cinco años es de \$155.000.000, este precio se establece a partir de la competitividad que pueda alcanzar en el mercado y cuyo margen estará identificado a partir de la estructura de costos que se defina por la producción por máquina o en taller propio. El precio se afectará por la inflación anualmente.

#### 3.6.2 *Costos*

Se encuentran definidos los siguientes costos para el proyecto si se decide a realizar la fabricación por maquila y teniendo en cuenta, en la evaluación financiera, sus variaciones año a año de acuerdo con la experiencia de los autores.

Tabla 4. Costos del proyecto

PARTE	VALOR
Mecánica	\$ 58.183.012
Eléctrica	\$ 15.696.284
Control	\$ 18.202.851
Hidráulica	\$ 2.801.900
Neumática	\$ 2.218.695
CONCEPTO	VALOR
Maquila	\$ 14.380.000
Maquinado	\$ 11.430.000
Ensamble	\$ 2.950.000

Fuente: tabla elaborada por los autores con base en las cifras del estudio técnico.

### 3.6.3 Pagos

Se establece la siguiente forma de pago para el cliente, que sería la ideal:

40% Anticipo

30% Contra entrega y puesta en marcha de la máquina

30% Crédito a sesenta (60) días

De todas formas se entiende que en algunas negociaciones no será posible imponer esta condición, por lo que para efectos de la evaluación financiera se tomará como base un pago contra entrega de la máquina.

#### 3.6.4 Formas de venta, comercialización y distribución

Como estrategias de comercialización para la máquina se tienen:

- Visita técnica-comercial a clientes potenciales: incluye la identificación de los clientes potenciales, la solicitud vía telefónica de la cita y la visita personal para la oferta del producto. De esta estrategia ya se cuenta con un listado inicial de clientes con los cuales se desea concretar agenda, relacionados a continuación:

Tabla 5. Clientes potenciales para visitar

NOMBRE DE LA EMPRESA	CLASIFICACIÓN**	CIUDAD
Codiplast	Pequeña	Medellín
Plásticos Correa	Pequeña	Medellín
Microplast	Grande	Medellín
Cajiplast	Grande	Medellín
Procoformas	Mediana	Medellín
Alico	Grande	Medellín
Plastilenio	Grande	Bogotá
Litoplast	Grande	Costa Atlántica
Flexoesprin	Grande	Medellín
Topasa	Grande	Medellín

Fuente: clasificación otorgada por autores según conocimiento del mercado.

- Establecer contacto con distribuidores de maquinaria, que cuenten con conocimiento en el sector, para negociar la posibilidad de establecer una alianza: Imocom, Cabarria y Cía., Corflex, SERVIFLEX, PLASTINES.
- Realizar alianzas con personal técnico que realice mantenimiento en empresas del sector plástico, para que recomienden la máquina a cambio de una comisión al cierre del negocio.
- Ofrecer como valor agregado a la máquina la asesoría técnica en procesos de corte, manejo de la máquina y seguimiento a los programas de la máquina vía internet.
- Participación con stand en la feria Andina-Pack que se realiza cada dos años en Corferias, Bogotá.
- Oferta de la máquina vía página web.
- Oferta de soporte anual sin costo para chequear rampas PyD, evaluación de la parte de control, las terminales sulfatadas, el diagnóstico de vida útil, rodamientos y ajustes mecánicos.

También como estrategia de promoción se tiene contemplado realizar la primera máquina con un precio de venta inferior al establecido con una empresa cliente, la cual en contraprestación por el descuento otorgado permitiría la realización de demostraciones en su planta, que servirían para que otros clientes conozcan la máquina y reciban información de primera mano sobre la misma, según los registros de productividad.

### 3.6.5 Presupuesto de inversión en promoción

Tabla6. Presupuesto para actividades de promoción

CONCEPTO	CANTIDAD	FRECUENCIA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Visita técnica	5	Mensual	50.000	250.000
Material publicitario	1.000 tarjetas 500 brochure	Anual	N.A.	2.000.000
Página web	1	Por los 5 años	1.000.000	1.000.000
Reunión alianzas distribuidores	3	Anual	100.000	300.000
Reunión alianzas con técnicos mantenimiento	1	Semestral	300.000	300.000
Participación feria Andina-Pack	1	Bienal	15.000.000	15.000.000
Visita soporte anual	Depende número máquinas	Anual	400.000	Depende número máquinas

Fuente: tabla elaborada por los autores según estimaciones y cotizaciones realizadas.

## 3.7 Análisis del cliente

### 3.7.1 Identificación de los clientes actuales o potenciales

Mercado: empresas manufactureras de productos plásticos.

Nicho: pequeñas y medianas empresas.

Ubicación: Medellín, Bogotá, Cali, Armenia, Bucaramanga, Costa Atlántica (Barranquilla y Cartagena) y Neiva, principalmente.

Características: las pequeñas empresas atienden el mercado local con soluciones a nivel de empaques manufacturados para los pasabocas, los supermercados y las bebidas de corta vida.

En cuanto a las medianas empresas se dedican a la producción de empaques especializados como los tricapa (tetra pack), metalizados, y otros productos para alimentos y químicos que tienen requerimientos especiales.

Entre las características especiales de compra, según los conocimientos previos que se tienen del mercado (cabe aclarar que aún no se ha realizado un estudio de mercado), se deduce que el precio que el cliente está dispuesto a pagar es de \$2.000.000; la cantidad y la frecuencia de la compra están determinadas por la necesidad de expandir su capacidad operativa o renovación tecnológica. Actualmente la compra de máquinas en el exterior, para luego importarlas a Colombia, permite inferir que su pago es de contado y su forma de distribución está limitada a las condiciones que le ofrece su operador logístico.

### 3.8 Análisis de la oferta

#### 3.8.1 Análisis de la competencia

Tabla7. Análisis de la competencia

Competidor	Ubicación	Precio	Repuestos	Soporte		Calidad
				Tiempo	Costo	
Maquinplast	Colombia	Bajo	Fácil acceso	Rápido	Medio	Buena
Robusta	Brasil	Medio	Difícil acceso, costosos	Deficiente	Alto	Buena
Sicosa	España	Alto	Difícil acceso y costosos	Medio	Alto	Excelente
Comexi	España	Alto	Difícil acceso y costosos	Medio	Alto	Excelente

Fuente: tabla elaborada por los autores partir del conocimiento de las marcas relacionadas.

Tabla 8. Información básica de los principales competidores

	<p>MaquinPlast S.A.</p> <p>Maquinaria para plásticos</p> <p>PBX : (57) (6) 3228378 / 3224647</p> <p>Carrera 15 N.º 25-46 Zona Industrial Balalaika</p> <p>Dosquebradas – Risaralda, Colombia</p> <p>Observación: poco nivel de tecnología, altamente manuales</p>
<p>ROBUSTA</p> <p>LOGO NO DISPONIBLE</p>	<p>Información no disponible en página web propia</p>
	<p>SICOSA</p> <p>P.I. Riells SudOest - 17404 Riells i Viabrea - Girona España (+34) 93 847 21 42</p> <p>Observación: alta tecnología reflejada en la calidad de las máquinas que produce, es incompatible con la tecnología local</p>
	<p>COMEXI GROUP</p> <p>Pol. Ind. de Girona</p> <p>E-17457 Riudellots de la Selva</p> <p>Tel: (+34) 97.247.77.44</p> <p>Fax: (+34) 97.247.73.84</p> <p>Observación: alta tecnología reflejada en la excelente calidad de las máquinas que produce, es incompatible con la tecnología local.</p>

Fuente: tabla elaborada por los autores con base en información de páginas web y conocimiento de las marcas.

### 3.8.2 Proyección de la oferta propia

Por tratarse de un producto que requiere una venta especializada, por su componente técnico y la necesidad de construcción de lazos de confianza con el cliente, y la capacidad actual de producción vía maquila, se tiene la siguiente proyección de oferta para los primeros cinco años, teniendo como base tres escenarios definidos por los autores como pesimista, normal y optimista:

Tabla 1. Proyección oferta propia

Año	1	2	3	4	5
Pesimista	1	1	1	2	2
Normal	2	2	2	3	3
Optimista	3	3	3	4	4

Fuente: tabla elaborada por los autores con base en información del estudio técnico.

La primera máquina tendrá un precio diferencial pues esta será la forma de promover su introducción al mercado.

## 4 ESTUDIO TÉCNICO

### 4.1 Tamaño del proyecto

Localización: Medellín

Micro localización: de acuerdo con la naturaleza de la producción bajo el esquema de maquila, sólo se requerirá inicialmente de un espacio como establecimiento físico para el recibo de correspondencia, que por efectos de costos se ubicará en el barrio Buenos Aires. Y en cuanto a la línea telefónica se contratará el servicio de secretaría virtual.

Para efectos de la evaluación de factibilidad de tener taller propio para la fabricación de la máquina se considera que se tomaría en arriendo una bodega de 30 m<sup>2</sup> en una unidad industrial, sea en Belén o Itagüí con base en el análisis de costos realizado para esta variable, y se preferiría la ubicación en Belén por su facilidad de conexión con el centro de la ciudad.

## 4.2 Diseño de la máquina

### 4.2.1 Alternativas de diseño

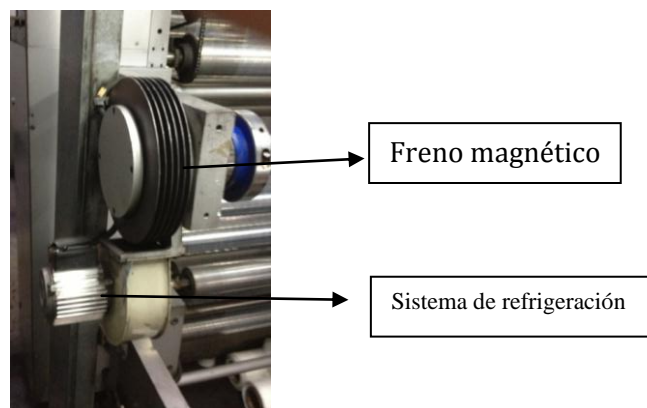
Para el diseño de la máquina se tuvieron en cuenta las siguientes alternativas:

#### 4.2.1.1. Sistema de frenado

Se consideraron las opciones de freno magnético, freno neumático y freno de motor.

- Freno magnético: es un freno de disco accionado por un polvo magnético que es excitado por un voltaje. Es un sistema fácil de montar y se puede controlar de manera precisa. Es el más costoso de los que estamos evaluando, se recalienta a altas velocidades y es necesaria su refrigeración; el mantenimiento es alto ya que el polvo es demasiado caro y es complicada su calibración. Para tensiones muy bajas no regula muy bien, lo que ocasiona estiramiento del material, algunos componentes se deben importar.

Figura 15. Foto Freno magnético y sistema de refrigeración



Fuente: foto tomada por Alberto Cano.

- Freno neumático: freno de pastas las cuales son accionadas por aire. Es un sistema fácil de montar y su control es relativamente sencillo, no es muy costoso. Para trabajo pesado hay que hacer mantenimiento constante y los repuestos tienen un valor alto. A grandes velocidades se recalienta el sistema y a bajas tensiones el sistema no es preciso; algunos componentes se deben importar. No es recomendable para esta máquina porque el aire se comprime y no se obtiene la precisión que se requiere.

Figura 16. Foto freno neumático

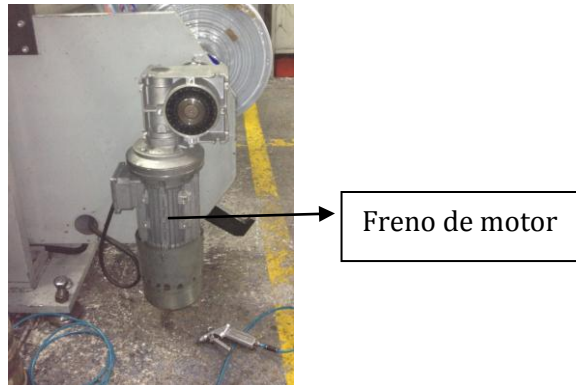


Fuente: foto tomada por Alberto Cano.

- Freno de motor: la acción de frenado se hace mediante un motoreductor controlado por un variador de velocidad. Es un sistema muy fácil de montar; se puede controlar de manera muy precisa, trabaja muy bien a altas velocidades y bajas tensiones, no requiere mantenimiento y es ideal para trabajo pesado. Su programación es complicada ya que para encontrar el punto requiere varios ensayos de calibración buscando encontrar las constantes ideales. Todos sus componentes se consiguen a nivel nacional.

-

Figura 17. Foto freno de motor



Fuente: foto tomada por Alberto Cano.

Tomando en cuentas ventajas y desventajas de cada sistema se escogió el freno de motor el cual se compone de:

- Motor: eléctrico de corriente alterna.
- Variador: regula las revoluciones del motor.
- PLC: realiza las funciones de control del sistema de frenado.
- Celdas de carga: miden la tensión en el material.
- Amplificador: traduce la tensión de kg a voltaje.
- Sensor de diámetro: mide el diámetro del rollo que se está desbobinando.
- Encoder: da la posición en la que se encuentra el motor.

- Tarjeta de encoder: traduce la posición del motor de pulsos a voltaje para enviar al variador.

#### 4.2.1.2 Sistema de control de tensión

El sistema mantiene la tensión a un valor fijado por el operador durante todo el tiempo que se desembobina el rollo. Del sistema de control de borde o raya (alineador) existen dos tipos de alineadores: análogos y digitales, pero con diversos tipos de actuadores: neumático, hidráulico y de tornillo. El alineador tiene como función garantizar que el borde permanezca uniforme durante todo el embobinado de los rollos, garantizando un corte parejo uniforme y una apariencia deseable del rollo que se vaya a entregar refilado.

- Alineador análogo: es un sistema que permite sostener el borde o la raya del material dentro de una banda definida en la programación; cualquier variación hacia los extremos se corregirá con un incremento de velocidad que es proporcional a lo cerca que esté de los extremos de la banda el material (se hace un control proporcional). Corrige rápidamente la irregularidad de embobinado que pueda presentar el rollo madre, sus movimientos de control son muy rápidos y muy suaves; a altas velocidades su velocidad de respuesta es mucho mejor. Su programación es complicada y requiere hacer test de calibración para ajustar las variables de regulación. Sus componentes son costosos.
- Alineador digital: es un sistema de control de borde binario donde el sistema se mantiene en constante movimiento entre 1 y 0; siendo 1 el sensor que detecta el material y 0 el que no lo detecta. Es un sistema económico, fácil de montar y no requiere calibración. No es preciso ya que trabaja como un control ON-OFF. No es recomendado para altas velocidades.

Analizando los atributos se escogió el control análogo, el cual consta de

- Motor
- Variador: regula las revoluciones y el sentido de giro del motor.
- Tornillo: convierte el movimiento circular del motor en un movimiento lineal en ambos sentidos del soporte del rollo que se va a desbobinar.
- Sensor análogo: realiza una lectura de la posición del borde o la raya respecto a la banda de control definida en la programación del PLC.
- PLC: realiza las funciones de control y regulación PID del alineador.

En cuanto a los actuadores se tienen neumáticos, hidráulicos y de tornillo.

- Actuator neumático: es un cilindro neumático recomendado para alineadores digitales y para sistemas de control de borde que manejen bobinas muy pequeñas (también livianas), para su instalación se requiere compresor (infraestructura).
- Actuator hidráulico: es un cilindro hidráulico recomendado para alineadores digitales; útil en aplicaciones de trabajo pesado (rollos de gran peso y tamaño). Es el sistema más costoso.
- Actuator de tornillo: es un tornillo acoplado a un motoreductor empleado tanto en alineadores digitales y análogos. Es un sistema fácil de montar y no es muy costoso.

De acuerdo a los atributos se escogió el actuator de tornillo.

#### 4.2.1.3 Sistema de tensión

El control de tensión se realiza por medio de celdas de carga. Es un control muy preciso a bajas y altas tensiones, al igual que a bajas y altas velocidades; no ocupa mucho espacio en la máquina y algunos de sus componentes son importados. Se analizan el control de tensión por balancín y el control de tensión por torque.

- Control de tensión por balancín: consta de dos cilindros neumáticos, un balancín mecánico y un potenciómetro; es muy preciso a altas y bajas tensiones al igual que a altas y bajas velocidades pero requiere mucho espacio para su instalación, es recomendado para procesos robustos (rollos de gran tamaño y peso). El control es simple.
- Control de tensión por torque: es un control preciso a grandes velocidades, no es adecuado para procesos muy robustos, su control se basa en mantener constante el amperaje del motor buscando conservar el torque constante a lo largo de todo el tiempo en que se refila el rollo madre. No requiere mucho espacio de instalación y su costo es bajo.

El control de tensión se hará con celdas de carga, el cual está compuesto por:

- PLC: realiza las funciones de control del sistema.
- Celda de carga: mide la tensión de la película.
- Amplificador: convierte la tensión kg a voltaje.
- Variador: regula las revoluciones del motor.
- Encoder: da la posición en la que se encuentra el motor.

- Tarjeta de encoder: traduce la posición del motor de pulsos a voltaje para enviar al variador.
- Motor

Al PLC del sistema llegan varias entradas, como son el valor de tensión deseado por el operario (set point), la lectura de las celdas de carga y las lecturas de posición del encoder del motor. El PLC analiza las entradas y de acuerdo a la programación del regulador PID envía una señal al variador que determina la velocidad a la que debe girar el motor para garantizar la tensión en el valor del set point.

#### 4.2.1.4 Sistema de sujeción de rollos

Para el sistema de sujeción se evaluaron los ejes neumáticos y los ejes mecánicos con bujes:

- Ejes neumáticos: es un eje que porta unas vejigas neumáticas que se expanden cuando se les inyecta aire, al expandirse generan una presión tal que agarran el rollo y no lo dejan mover mientras se está realizando el proceso. Este aditamento facilita los cambios rápidos del rollo aumentando la productividad de la máquina y garantizan una sujeción segura del rollo durante el proceso. Son elementos importados y costosos.

Figura 18. Foto vejigas



Vejigas que salen cuando se inyecta aire al eje fijando el rollo para evitar que se mueva el corte

Fuente: foto tomada por Alberto Cano.

- Ejes mecánicos con bujes: los cambios de rollos son muy lentos, los bujes se pueden soltar.

Figura 19. Foto ejes



Fuente: foto tomada por Alberto Cano.

Por las razones anteriores se escogieron los ejes neumáticos.

#### 4.2.1.5 Comunicación de la máquina

En la máquina se empleó comunicación Modbus, que es una comunicación serial que consiste en el envío secuencial de un bit a la vez, en este caso el PLC, como maestro que da la orden a cada dispositivo con un tiempo prudencial en microsegundos, con el fin de darle tiempo al PLC de comunicarse con los dispositivos. El maestro da órdenes y recibe información de los esclavos, los esclavos reciben órdenes y esperan a que el maestro les pida información.

#### 4.2.1.6 Control de la máquina

- Supresión de vibración de ciclo corto: si se produce vibración cuando la duración del ciclo de vibración es corta, y la duración del ciclo es prácticamente idéntica al valor configurado del tiempo diferencia (D), la operación diferencia es demasiado intensa. Acorte el tiempo diferencial (D) para suprimir la vibración.

Si la vibración continúa, incluso si el tiempo diferencial (D) está configurado como 0,00 (control D deshabilitado), reduzca la ganancia proporcional (P) o incremente la constante de tiempo de retardo primario PID.

- Supresión de vibración de ciclo largo: si se produce vibración con un ciclo más largo que el valor de configuración del tiempo integral (I), alargue el tiempo de integral (I) para suprimir la vibración.

Para estabilizar rápidamente el control, incluso si se produce sobresaturación, reduzca el tiempo de integral (I) y alargue el tiempo de diferencial (D).

#### 4.2.1.7 Bobinador y desbobinador

Se utiliza un control PI, ya que con la constante derivativa el proceso presenta mucha fluctuación, lo que puede generar un estiramiento del material. Observamos que al final de la gráfica el comportamiento de la salida del control siempre está estable tendiendo al set point.

#### 4.2.1.8 Alineadora

Se utiliza un control PID, ya que se requiere una velocidad máxima de respuesta lo que se logra con la constante derivativa. Al observar la gráfica vemos que la salida del control oscila y rápidamente vuelve a estabilizarse; esta operación se puede repetir varias veces y el sistema logra mediante el control PID garantizar la estabilidad de embobinado de los rollos.

#### 4.2.2 Materiales y otros

A continuación se identifican los recursos en cuanto a materiales para la fabricación de la máquina, estos recursos fueron clasificados según la parte que componen, la cantidad requerida, los proveedores identificados y el valor unitario.

Tabla 2. Explosión de materiales requeridos para la máquina

ITEM	LINEA	DESCRIPCIÓN	UN	PROVEEDOR	PROVEEDOR 2	VALOR UNITARIO	TOTAL
1	Mecánica	Eje neumático embobinador	2	DOUBLE COMPANY LLC	E	3.416.324	6.832.647
2	Mecánica	Eje neumático desbobinador	1	DOUBLE COMPANY LLC	E	3.405.736	3.405.736
3	Mecánica	Freno magnético	1	DOUBLE COMPANY LLC	E	4.357.693	4.357.693
4	Mecánica	Chuck (porta eje)	4	DOUBLE COMPANY LLC	E	1.639.341	6.557.365
5	Mecánica	Placas laterales	2	COMPANÍA GENERAL ACEROS SA	DE	5.000.608	10.001.216
6	Mecánica	Placa desbobinador	2	COMPANÍA GENERAL ACEROS SA	DE	241.878	483.756
7	Mecánica	Placa piso	1	COMPANÍA GENERAL ACEROS SA	DE	4.357.301	4.357.301
8	Mecánica	Placa soporte	4	COMPANÍA GENERAL	DE	498.404	1.993.616

				ACEROS SA			
9	Mecánica	Refuerzo pie amigo	3	COMPAÑÍA GENERAL DE ACEROS SA		116.616	349.848
10	Mecánica	Viga lateral cilíndrica (ensamble placas laterales)	2	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	FERROINDUSTRIAL SA	190.680	381.360
11	Mecánica	Viga lateral cilíndrica (ensamble desbobinador)	1	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	FERROINDUSTRIAL SA	172.520	172.520
12	Mecánica	Viga lateral cilíndrica (soporte rodamientos axiales)	2	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	FERROINDUSTRIAL SA	172.520	345.040
13	Mecánica	Pin candado interior	4	ALMACÉN RODAMIENTOS SA		676	2.704
14	Mecánica	Eje calibrado	4	ALMACÉN RODAMIENTOS SA		47.250	189.000
15	Mecánica	Flanche soporte embobinador	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	110.462	220.923
16	Mecánica	Flanche shock	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CIA S C A	82.846	165.692
17	Mecánica	Caja soporte flecha embobinador	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	206.750	413.500
18	Mecánica	Tornillo sin fin	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	112.000	112.000
19	Mecánica	Tuerca sin fin	1	COLOMBIANA DE FIBRAS SAS	CARBOPLAST	326.000	326.000
20	Mecánica	Portacuchillas	6	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CIA S C A	7.312	43.872
21	Mecánica	Rodillos locos metálicos	4	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	327.890	1.311.560
22	Mecánica	Rodillos locos de caucho	4	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	817.890	3.271.560
23	Mecánica	Eje jalador metálico	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CIA S C A	2.749.000	2.749.000
24	Mecánica	Pisador jalador caucho	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	852.940	852.940
25	Mecánica	Eje pisador caucho embobinador	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	777.550	1.555.100
26	Mecánica	Eje alineador de caucho	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	785.050	785.050
27	Mecánica	Brazo pisador desbobinador superior	4	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	25.000	100.000
28	Mecánica	Eje portacuchillas	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	228.060	228.060
29	Mecánica	Eje porta brazo pisador	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	215.000	430.000
30	Mecánica	Rodillo ranurado	1	COMPAÑÍA GENERAL DE ACEROS SA		4.005.000	4.005.000
31	Mecánica	Flanche motor alineador	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	36.000	36.000

32	Mecánica	Flanche motor desbobinador	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	42.350	42.350
33	Mecánica	Flanche motor embobinador	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	59.000	118.000
34	Mecánica	Soporte sensor de diámetro desbobinador	1	COLOMBIANA DE FIBRAS SAS	CARBOPLAST	501.000	501.000
35	Mecánica	Brazo soporte rollos	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	60.054	120.108
36	Mecánica	Eje soporte rollos	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	210.000	210.000
37	Mecánica	Bujes porte eje soporte rollos	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	23.000	46.000
38	Mecánica	Eje cuadrado soporte sensor alineador	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	120.000	120.000
39	Mecánica	Tablero de control	1	MATERIALES ELÉCTRICOS LTDA MATELEC LTDA	CARBOPLAST	1.683.000	1.683.000
40	Mecánica	Platos de nivelación	6	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	8.500	51.000
41	Mecánica	Platina soporte eje alineador	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	42.000	84.000
42	Mecánica	Flanche eje rodillo ranurado	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	42.350	84.700
43	Mecánica	Flanche eje rodillo jalador	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	46.000	92.000
44	Mecánica	Soporte cilindro neumático pisador embobinador	4	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	28.000	112.000
45	Mecánica	Soporte cilindro neumático pisador jalador	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	35.000	70.000
46	Mecánica	Soporte cilindro neumático portacuchilla	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	31.000	31.000
47	Mecánica	Flanche eje portacuchilla	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	38.000	76.000
48	Mecánica	Brazo portacuchilla	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	31.000	31.000
49	Mecánica	Acople dentado	3	EMMI SAS	POLEAS Y BANDAS	73.000	219.000
50	Mecánica	Flanche polea	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	45.000	45.000
51	Mecánica	Eje polea	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	35.000	35.000
52	Mecánica	Polea dentada	2	CADENAS Y COMPLEMENTOS LTDA	POLEAS Y BANDAS	65.000	130.000
53	Mecánica	Polea dentada rodillo ranurado	1	CADENAS Y COMPLEMENTOS LTDA	POLEAS Y BANDAS	60.200	60.200
54	Mecánica	Polea dentada rodillo jalador	1	CADENAS Y COMPLEMENTOS LTDA	POLEAS Y BANDAS	58.500	58.500
55	Mecánica	Venturi	2	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	85.000	170.000
56	Mecánica	Buje tornillo sin fin	1	FERROINDUSTRIAL SA	FERROCORTES G M Y CÍA S C A	25.000	25.000

57	Eléctrica	Motoreductor Siemens 3 Hp 5:1 (freno)	1	ELÉCTRICAS DE MEDELLÍN COMERCIAL SA	INDUELECTRO LIMITADA	1.100.000	1.100.000
58	Eléctrica	Motor Siemens 5 Hp 1100 rpm (bobinador)	2	ELÉCTRICAS DE MEDELLÍN COMERCIAL SA	INDUELECTRO LIMITADA	1.250.000	2.500.000
59	Eléctrica	Motoreductor Siemens 5 Hp 4.75:1 (jalador)	1	ELÉCTRICAS DE MEDELLÍN COMERCIAL SA	INDUELECTRO LIMITADA	1.250.000	1.250.000
60	Eléctrica	Motoreductor Siemens 1 Hp 7:1 (alineador)	1	ELÉCTRICAS DE MEDELLÍN COMERCIAL SA	INDUELECTRO LIMITADA	780.000	780.000
61	Eléctrica	Variador Yaskawa A 1000 5 Hp (bobinador jalador)	3	VARIADORES SA		1.682.000	5.046.000
62	Eléctrica	Variador Yaskawa A 1000 3 Hp (freno)	1	VARIADORES SA		1.597.000	1.597.000
63	Eléctrica	Variador Yaskawa V 1000 1 Hp (alineador)	1	VARIADORES SA		710.000	710.000
64	Control	Sensor ultrasonido	1	COLOMBIANA DE CONTROLES SAS	SUCONEL SA	1.450.000	1.450.000
65	Control	Sensor análogo fotoeléctrico	1	DOUBLE COMPANY LLC		2.200.000	2.200.000
66	Control	Celda de carga 50 kg	2	DOUBLE COMPANY LLC		1.203.720	2.407.441
67	Control	Amplificador celda de carga	1	DOUBLE COMPANY LLC		879.021	879.021
68	Eléctrica	Potenciómetro 5 Kohm	2	COLOMBIANA DE CONTROLES SAS	SUCONEL SA	30.000	60.000
69	Eléctrica	Sensor inductivo	2	COLOMBIANA DE CONTROLES SAS	SUCONEL SA	130.000	260.000
70	Control	PLC HMI 7 Pulg color	1	COLOMBIANA DE CONTROLES SAS	SUCONEL SA	2.800.000	2.800.000
71	Control	Tarjeta de entradas y salidas análogas	1	ZAPATA MONTOYA WILLY		3.500.000	3.500.000
72	Control	Fuente 24 Volt 3 Amp	1	SUCONEL SA	COLOMBIANA DE CONTROLES SAS	170.000	170.000
73	Control	Fuente 24 Volt 1 Amp	1	SUCONEL SA	COLOMBIANA DE CONTROLES SAS	150.000	150.000
74	Control	Fuente 12 Volt 1 Amp	1	SUCONEL SA	COLOMBIANA DE CONTROLES SAS	136.200	136.200
75	Control	Control alineador	1	ZAPATA MONTOYA WILLY		780.000	780.000
76	Eléctrica	Breaker 100 A (principal)	1	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	135.000	135.000
77	Eléctrica	Breaker 20 A (jalador bobinador)	3	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	8.610	25.830
78	Eléctrica	Breaker 2 A (alineador)	1	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	22.000	22.000
79	Eléctrica	Breaker 10 A (freno)	1	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	18.300	18.300

80	Eléctrica	Breaker 1 A (fuente 24 Volt 1 A)	1	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	15.400	15.400
81	Eléctrica	Breaker 2 A (fuente 24 Volt 3 A)	1	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	22.000	22.000
82	Eléctrica	Breaker 6 A (turbina)	1	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	25.000	25.000
83	Eléctrica	Contactador 60 A (principal)	1	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	305.404	305.404
84	Eléctrica	Contactador 2 A (alineador)	1	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	85.500	85.500
85	Eléctrica	Contactador 10 A (freno)	1	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	85.500	85.500
86	Control	Tarjeta encoder 1024 pulso	4	VARIADORES SA		200.000	800.000
87	Eléctrica	PULSADOR TIPO JOG	10	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	28.985	289.850
88	Eléctrica	SELECTOR 2 POSICIONES	4	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	32.000	128.000
89	Eléctrica	PULSADOR TIPO HONGO	2	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	47.950	95.900
90	Hidráulica	Sistema hidráulico Cargue de rodillos	1	COHA S A S		2.801.900	2.801.900
91	Control	Relay 24 Volt	6	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	18.500	111.000
92	Control	Relay 12 Volt	2	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	18.500	37.000
93	Neumática	Electrovalvula 24 Volt	3	FESTO LTDA	SUMINISTROS NEUMÁTICOS Y CÍA LTDA	106.908	320.724
94	Neumática	Cilindro pisador bobinador	4	FESTO LTDA	SUMINISTROS NEUMÁTICOS Y CÍA LTDA	240.886	963.544
95	Neumática	Cilindro pisador jalador	2	FESTO LTDA	SUMINISTROS NEUMÁTICOS Y CÍA LTDA	259.656	519.311
96	Neumática	Reguladores de presión	3	FESTO LTDA	SUMINISTROS NEUMÁTICOS Y CÍA LTDA	36.590	109.770
97	Neumática	Manómetros de presión	3	FESTO LTDA	SUMINISTROS NEUMÁTICOS Y CÍA LTDA	9.900	29.700
98	Neumática	Manguera 8 mm	60	FESTO LTDA	SUMINISTROS NEUMÁTICOS Y CÍA LTDA	2.000	120.000
99	Neumática	Racor 1/8 x 8 mm	12	FESTO LTDA	SUMINISTROS NEUMÁTICOS Y CÍA LTDA	3.600	43.200
100	Neumática	Unión 1/8 x 8 mm	18	FESTO LTDA	SUMINISTROS NEUMÁTICOS Y CÍA LTDA	3.100	55.800
101	Neumática	Tee 1/8 x 8 mm	6	FESTO LTDA	SUMINISTROS NEUMÁTICOS Y CÍA LTDA	9.441	56.646
102	Control	Canastilla	6	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	3.700	22.200

103	Control	Cable #12	300	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	969	290.700
104	Control	Cable encauchetado 3x18	30	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	1.267	38.010
105	Eléctrica	Cable 7 hilos	12	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	6.600	79.200
106	Eléctrica	Cable 4 hilos	12	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	2.700	32.400
107	Eléctrica	Conectores	60	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	1.500	90.000
108	Eléctrica	Terminal pin	200	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	85	17.000
109	Mecánica	Servicio de pintura	1	APRODEC SAS		1.245.000	1.245.000
110	Mecánica	Rodamiento 6005	34	ALMACÉN RODAMIENTOS SA	GIREMOS LTDA	5.994	203.796
111	Mecánica	Rodamiento 6007	10	ALMACÉN RODAMIENTOS SA	GIREMOS LTDA	9.124	91.240
112	Mecánica	Rodamiento 6208	2	ALMACÉN RODAMIENTOS SA	GIREMOS LTDA	14.985	29.970
113	Mecánica	Rodamiento 6209	4	ALMACÉN RODAMIENTOS SA	GIREMOS LTDA	20.779	83.116
114	Mecánica	Rodamiento 6205	2	ALMACÉN RODAMIENTOS SA	GIREMOS LTDA	6.460	12.920
115	Mecánica	Chumacera 2F206	2	ALMACÉN RODAMIENTOS SA	GIREMOS LTDA	29.237	58.474
116	Mecánica	Correa dentada	2	MANGUERAS Y CORREAS DE ANTIOQUIA SAS	CADENAS Y COMPLEMENTOS LTDA	49.600	99.200
117	Mecánica	Tornillo bristol 10 x 40	125	FERROCONTROLES SAS	TORNIFER LTDA	240	30.000
118	Mecánica	Tornillo bristol 12 x 40	12	FERROCONTROLES SAS	TORNIFER LTDA	350	4.200
119	Mecánica	Tornillo bristol 8 x 40	32	FERROCONTROLES SAS	TORNIFER LTDA	290	9.280
120	Mecánica	Tornillo bristol 12 x 60	16	FERROCONTROLES SAS	TORNIFER LTDA	450	7.200
121	Mecánica	Tornillo bristol 10 x 60	10	FERROCONTROLES SAS	TORNIFER LTDA	720	7.200
122	Mecánica	Tornillo hexagona 1" x 4"	6	FERRETERÍA ÚNICA SAS	TORNIFER LTDA	3.920	23.520
123	Mecánica	Tuerca 1"	6	FERRETERÍA ÚNICA SAS	TORNIFER LTDA	980	5.880
124	Mecánica	Tornillo hexagona 1" x 3"	8	FERRETERÍA ÚNICA SAS	TORNIFER LTDA	2.800	22.400
125	Mecánica	Prisioneros 8 x 20	30	FERROCONTROLES SAS	TORNIFER LTDA	125	3.750
126	Mecánica	Ventilador	1	VIBRACOL LTDA	INDUSTRIAS GÓMEZ Y CÍA LTDA	1.935.000	1.935.000
127	Control	Ventilador 6 inch 220 V	2	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	34.939	69.878
128	Eléctrica	Luz de alarma	1	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	26.000	26.000
129	Control	Encoder	3	VARIADORES SA		787.134	2.361.402
130	Mecánica	Soldadura 6011 1/8	10	CADENAS Y COMPLEMENTOS LTDA	FERRETERÍA FERROVALVULAS SA	7.217	72.170

131	Eléctrica	Selector principal 100 Amp	1	EQUIELECT S A S	INDUELECTRO LIMITADA	95.000	95.000
132	Ensamble	Ensamble máquina	1	TALLER GAVI		2.150.000	2.150.000
133	Ensamble	Ensamble tablero	1	ZAPATA MONTOYA WILLY		800.000	800.000
134	Calidad	PRUEBAS	1	TÉCNICOS ESPECIALIZADO		800.000	800.000
135	Maquinado	HORAS DE MAQUINADO	381	TALLERES VARIOS		30.000	11.430.000

Fuente: tabla elaborada por los autores.

Entre los proveedores se encuentran también los talleres donde se realizarán los procesos de maquila de la máquina de acuerdo con las instrucciones dadas principalmente a nivel de planos; estos talleres deben contar con conocimientos electromecánicos, equipos como fresadoras y tornos, y con las normas de seguridad industrial para el ejercicio de la actividad. Así mismo, se debe tener en cuenta que se requieren técnicos electrónicos para las actividades de alambrados y otras.

#### 4.2.3 Estimación de ruta crítica de producción

A continuación se listan las actividades requeridas para la construcción de la máquina, en esta etapa no se incluye el análisis y el resto de actividades del ciclo de vida del proyecto. Para cada actividad se calcula su duración estimada utilizando PERT-CPM, con el respectivo cálculo de la desviación y la varianza.

Tabla 3. Estimación del tiempo en días para las diferentes actividades

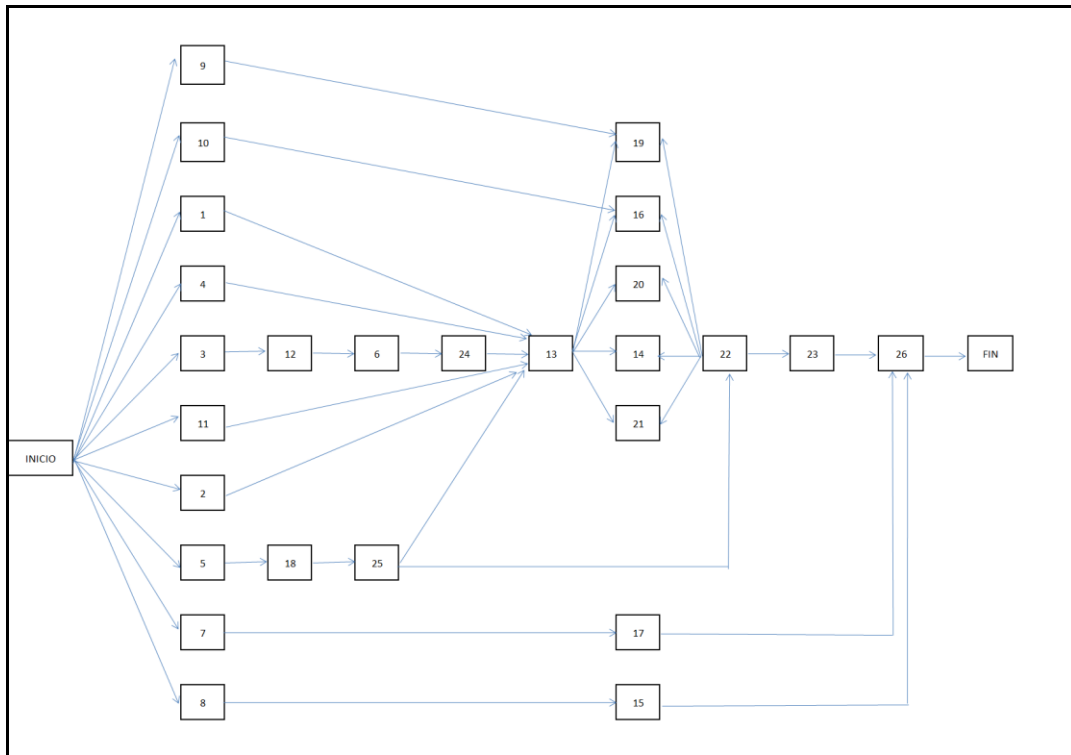
	Actividad	Duración optimista	Duración más probable	Duración pesimista	Duración estimada (días)	DE	Varianza
1	Maquinado de ejes	15	20	30	20,83	2,5	6,2

2	Corte de placas	15	20	20	19,16	0,8	0,6
3	Maquinado porta embobinadores	15	20	20	19,16	0,8	0,6
4	Maquinado soporte cuchillas	10	15	20	15,00	1,6	2,7
5	Ensamblaje del tablero de control	20	25	30	25,00	1,6	2,7
6	Ensamblaje del cuerpo de la máquina	3	8	15	8,33	2,0	4,0
7	Compra de flechas	90	100	120	101,66	5,0	25,0
8	Compra de freno magnético	90	100	120	101,66	5,0	25,0
9	Compra celda de carga	90	100	120	101,66	5,0	25,0
10	Compra motores y sistema eléctrico	10	15	30	16,66	3,3	11,1
11	Maquinado de bujes	15	20	30	20,83	2,5	6,2
12	Soldadura de láminas y placas	1	2	5	2,33	0,6	0,4
13	Montaje ejes embobinadores	2	3	5	3,16	0,5	0,2
14	Montaje de rodillos al cuerpo de la máquina	2	3	5	3,16	0,5	0,2
15	Ensamble del desbobinador	1	2	3	2,00	0,3	0,1
16	Montaje de los motores en la máquina	0,5	1	2	1,08	0,2	0,1
17	Montaje de los ejes embobinadores	0,5	1	2	1,08	0,2	0,1
18	Ubicación de los elementos de potencia en el tablero de control	2	3	5	3,16	0,5	0,2
19	Instalación celda de carga	0,5	1	2	1,08	0,2	0,1
20	Instalación del FIFE (control de orden)	0,5	1	2	1,08	0,2	0,1
21	Instalación del panel de control	1	2	3	2,00	0,3	0,1
22	Instalación alambrado de potencia	5	8	10	7,83	0,8	0,6
23	Instalación alambrado de control	5	8	10	7,83	0,8	0,6
24	Pintura de la máquina	2	3	4	3,00	0,3	0,1
25	Montaje del tablero de control a la máquina	0,5	1	2	1,08	0,2	0,1
26	Pruebas y ajustes generales	10	20	30	20,00	3,3	11,1

Fuente: tabla elaborada por los autores.

A continuación se realiza el diagrama de red y por medio del método de ruta crítica se encuentran todas las posibles rutas para la construcción de la máquina.

Figura 20. Mapeo de las actividades con sus relaciones de dependencia



Fuente: figura elaborada por los autores.

Luego se realizó el análisis de duración total para cada una de las posibles rutas (Tabla 13).

Tabla 12. Identificación de la ruta crítica

Rutas posibles							Tiempos de las rutas							Duración total		
1	13	21	22	23	26		21	3,2	2	7,8	7,8	20				61,7
1	13	20	22	23	26		21	3,2	1,1	7,8	7,8	20				60,8
1	13	19	22	23	26		21	3,2	1,1	7,8	7,8	20				60,8
1	13	16	22	23	26		21	3,2	1,1	7,8	7,8	20				60,8
1	13	14	22	23	26		21	3,2	3,2	7,8	7,8	20				62,8
1	13	25	22	23	26		21	3,2	1,1	7,8	7,8	20				60,8
2	13	21	22	23	26		19	3,2	2	7,8	7,8	20				60,0
2	13	20	22	23	26		19	3,2	1,1	7,8	7,8	20				59,1
2	13	19	22	23	26		19	3,2	1,1	7,8	7,8	20				59,1
2	13	16	22	23	26		19	3,2	1,1	7,8	7,8	20				59,1
2	13	14	22	23	26		19	3,2	3,2	7,8	7,8	20				61,2
2	13	25	22	23	26		19	3,2	1,1	7,8	7,8	20				59,1
3	12	6	24	13	21	22 23 26	19	2,3	8,3	3	3,2	2	7,8	7,8	20	73,7
3	12	6	24	13	20	22 23 26	19	2,3	8,3	3	3,2	1,1	7,8	7,8	20	72,8
3	12	6	24	13	19	22 23 26	19	2,3	8,3	3	3,2	1,1	7,8	7,8	20	72,8
3	12	6	24	13	16	22 23 26	19	2,3	8,3	3	3,2	1,1	7,8	7,8	20	72,8
3	12	6	24	13	14	22 23 26	19	2,3	8,3	3	3,2	3,2	7,8	7,8	20	74,8
3	12	6	24	13	25	22 23 26	19	2,3	8,3	3	3,2	1,1	7,8	7,8	20	72,8
4	13	21	22	23	26		15	3,2	2	7,8	7,8	20				55,8
4	13	20	22	23	26		15	3,2	1,1	7,8	7,8	20				54,9
4	13	19	22	23	26		15	3,2	1,1	7,8	7,8	20				54,9
4	13	16	22	23	26		15	3,2	1,1	7,8	7,8	20				54,9
4	13	14	22	23	26		15	3,2	3,2	7,8	7,8	20				57,0
4	13	25	22	23	26		15	3,2	1,1	7,8	7,8	20				54,9
5	18	25	22	23	26		25	3,2	1,1	7,8	7,8	20				64,9
7	17	26					102	1,1	20							122,8
8	15	26					102	2	20							123,7
10	16	22	23	26			17	1,1	7,8	7,8	20					53,4
11	13	21	22	23	26		21	3,2	2	7,8	7,8	20				61,7
11	13	20	22	23	26		21	3,2	1,1	7,8	7,8	20				60,8
11	13	19	22	23	26		21	3,2	1,1	7,8	7,8	20				60,8
11	13	16	22	23	26		21	3,2	1,1	7,8	7,8	20				60,8
11	13	14	22	23	26		21	3,2	3,2	7,8	7,8	20				62,8
11	13	25	22	23	26		21	3,2	1,1	7,8	7,8	20				60,8

Fuente: tabla elaborada por los autores.

De acuerdo al análisis anterior la ruta crítica está compuesta por las siguientes actividades:

- Actividad 8: compra de freno magnético.

Duración estimada: 102 días.

Desviación: 5.

Varianza: 25.

- Actividad 15: ensamble del desbobinador.

Duración estimada: 2 días.

Desviación: 0,33333333.

Varianza: 0,11111111.

- Actividad 26: pruebas y ajustes generales.

Duración estimada: 20 días.

Desviación: 3,33333333.

Varianza: 11,11111111.

Sea T el tiempo total requerido para construir la maquina. El valor esperado de T es la suma de los tiempos esperados de las actividades críticas.

$$\begin{aligned}\mu_T &= t_8 + t_{15} + t_{26} \\ &= 102+2+20 = 124 \text{ días}\end{aligned}$$

La varianza del tiempo para la construcción de la máquina es la suma de las varianzas de las actividades de la ruta crítica.

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= \sigma^2_8 + \sigma^2_{15} + \sigma^2_{26} \\ &= 25 + 0.11 + 11.11 \\ &= 36.22\end{aligned}$$

La desviación estándar para el tiempo de construcción de la máquina es:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{36.22} = 6,018305409$$

Supongamos que la máquina debe ser construida en no más de 130 días, ¿cuál es la probabilidad de que se cumpla con este vencimiento de 130 días? Para esto se emplea una distribución de probabilidad normal. Así, estandarizando, se obtiene:

$$Z = (130 - 124) / 6,018305409 = 0,996958378$$

Con  $Z = 0,996958378$  y la tabla de la distribución normal, se encuentra que la probabilidad de que la construcción de la máquina se cumpla en 130 días o menos es: 0,8389 (83,89%).

¿Si la máquina debe ser construida exactamente en 125 días, ¿cuál es la probabilidad de que se cumpla con este vencimiento?

Se emplea una distribución de probabilidad normal. Así, estandarizando, se obtiene:

$$Z = (125 - 124) / 6,018305409 = 0,16615973$$

Con  $Z = 0,16615973$  y la tabla de la distribución normal, se encuentra que la probabilidad de que la construcción de la máquina se cumpla en 125 días o menos es: 0,5636 (56,36%).

#### 4.3 Maquinaria y equipo

Para efectos de las visitas técnicas que se realizarán, se debe contar con un oxiloscopio, que es un equipo para evaluar el tiempo de respuesta PyD, y los voltajes de las entradas y salidas análogas, el cual tiene un costo de \$3.000.000.

#### 4.4 Edificios e instalaciones

No se contará con instalaciones físicas propias para la producción, para así controlar unos costos fijos bajos, y sólo se contrataría el servicio de secretaría virtual que a su vez permita disponer de sala de juntas para atender reuniones especiales con clientes y proveedores.

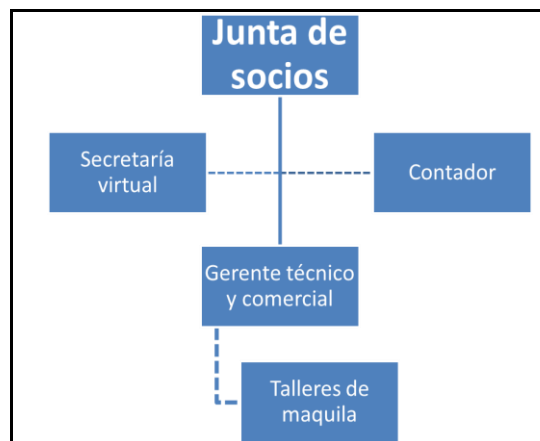
Si se evalúa bajo la opción de taller propio, se considera que en la bodega donde se ubicaría el taller, de 30 m<sup>2</sup>, se dispondría un espacio como oficina y con ello se constituirían las instalaciones necesarias para el desarrollo de la actividad.

### 5 ESTUDIO ORGANIZACIONAL

#### 5.1 Estructura organizacional

Obedece a una estructura funcional, que se concibe liviana para la obtención de unos bajos costos fijos iniciales, pero que sería revisada posteriormente según la evolución del negocio.

Figura 21. Estructura organizacional inicial



Fuente: figura elaborada por los autores.

### 5.1.1 Descripción del cargo

Tabla 13. Descripción del cargo gerente técnico y comercial

1. Nombre del cargo	
Gerente técnico y comercial	
2. Formación académica	
Ingeniero Electrónico	
2. Posición del cargo en el organigrama	
a) Subordinación	Inicialmente este cargo no tiene personal subordinado.
b) Supervisión	El cargo tiene supervisión de la junta de socios a partir de la revisión de informes y reuniones, se determinará su frecuencia.
c) Comunicaciones colaterales	Debe estar relacionado con las diferentes áreas que se encuentran en outsourcing, inicialmente, las cuales son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaría virtual</li> <li>• Contador</li> <li>• Talleres para maquila del producto</li> </ul>
3. Conocimientos requeridos	
Programación de variadores Procesos de maquinados Procesos productivos del sector plástico Programación PLC Conocimiento de búsqueda y negociación con proveedores nacionales	
4. Contenido del cargo	
Coordinar los procesos de compra de los materiales	
Coordinar los procesos de maquinados	
Asesoría técnica en el proceso de venta: pre - durante - pos	

Fuente: tabla elaborada por los autores.

Tipo de contrato: fijo, inferior a un año.

Salario mensual: \$2.000.000 + prestaciones legales + \$200.000 auxilio de rodamiento.

Prestaciones legales: el factor prestacional actual en Colombia es del 62% (Nómina, 2012):

Aportes parafiscales: Sena 2%, ICBF 3%, Cajas de Compensación Familiar 4%.

Cargas prestacionales: cesantías 8,33%, prima de servicios 8,33%, vacaciones 4,17%, intereses sobre las cesantías 1% mensual.

Seguridad social: salud por parte de la empresa 8,5% y del empleado 4%; pensión por parte de la empresa 12% y por parte del empleado 4%.

## 6 ESTUDIO LEGAL

### 6.1 Tipo de sociedad

Se evaluaron durante el estudio legal cinco tipos de sociedades, explicadas a continuación:

Persona natural régimen simplificado no aplicaría ya que los ingresos son superiores a \$104.196.000.000.

Persona natural régimen común: que aplicaría en términos de ingresos superiores a \$104.196.000.000 pero tiene el problema de que la persona tiene responsabilidad solidaria, lo que significa que responde con su propio patrimonio.

Las sociedades limitadas y anónimas también tienen responsabilidad solidaria con sus socios, por tal motivo es mejor organizarse jurídicamente como Sociedad por Acciones Simplificada, teniendo en cuenta la naturaleza del negocio, que tiene volúmenes de venta equivalentes a dos máquinas en promedio, y dado el sistema de fabricación que se elige, sea por maquila o taller propio; además debe guardar, según su naturaleza jurídica, la factibilidad financiera así como la flexibilidad en su administración, por lo que se mencionan ventajas de este tipo de sociedad como:

- Facilidad para su constitución y posteriores modificaciones, en términos de trámites y costos; con el uso de documento privado que se registre ante la Cámara de Comercio correspondiente.
- No se requiere establecer una fecha determinada de duración de la sociedad, lo que evita reforma estatutaria cada vez que se aproxime esta fecha.
- El objeto puede ser amplio, evitando las interpretaciones jurídicas que afecten a otro tipo de sociedades.
- No es obligatorio constituir junta directiva, o en caso de que se quiera constituir, posee una mayor flexibilidad en donde se destaca la agilidad en la toma de decisiones por parte de la asamblea de accionistas. Pueden contar con estatutos más flexibles que se adapten a sus condiciones y requerimientos.
- No es obligatorio contar con revisoría fiscal en el comienzo de la operación. Se convierte en obligatorio contar con revisoría fiscal, el momento en que la empresa al 31 de diciembre del año inmediatamente anterior, las utilidades sean o excedan el equivalente de cinco mil salarios mínimos; o que los ingresos brutos durante el año inmediatamente anterior no sean o excedan al equivalente a tres mil salarios mínimos.
- La empresa debe ser administrada directamente por sus accionistas, por lo que la sociedad SAS es la más ajustada ya que le permite a los accionistas elegir directamente el representante legal (no se requiere de representante legal suplente), programar sus reuniones, tomar las decisiones y tener el manejo integral de la sociedad. No se rigen por las mayorías cualificadas en el Código de Comercio, sino la mitad más uno.
- En cuanto al número de accionistas inicialmente serán tres y no representa ningún limitante dado que la sociedad SAS no tiene un número mínimo o máximo de accionistas.

- Asimismo, en caso de futuras pérdidas que reduzcan el patrimonio de la sociedad, se cuenta con un periodo de dieciocho meses para subsanarla, a diferencia de la Sociedad Anónima donde sólo se tienen seis meses para hacerlo, y la responsabilidad es limitada al monto con el cual el socio hizo su aporte a la sociedad.
- Con la reciente Reforma Tributaria queda cuestionada la exención de responsabilidad que se había establecido en materia de obligaciones tributarias para los accionistas de las Sociedades por Acciones Simplificadas, sigue existiendo la separación de la sociedad como persona jurídica independiente a los socios, ventaja que también tienen otras formas societarias como la Limitada y la Anónima, siempre que no se utilice la sociedad para defraudar o perjudicar a terceros.
- Las acciones pueden ser de distintas clases y series (ordinarias, con dividendo preferencial, sin derecho a voto, entre otros). Todas reunidas en el mismo estatuto, esto da la facilidad para negociar sin tantos límites y condiciones las acciones que posee la sociedad.

A continuación se relacionan los trámites que se deben tener en cuenta para la creación de la empresa:

1. Revisar que el nombre seleccionado de la sociedad se encuentre disponible y diligenciar ante la entidad respectiva (la SIC) el nombre de la sociedad. Puede consultarse en el link:  
<http://serviciospub.sic.gov.co/Sic/ConsultaExterna/ConsultaSignos.php>
2. Crear la sociedad mediante documento público o privado.
3. Realizar el Registro Único Tributario (RUT) ante la DIAN para que sea asignado el NIT.

4. Registrar ante la Cámara de Comercio de Medellín la sociedad respectiva. Previamente se debe haber seleccionado el nombre de la sociedad y haber diligenciado ante la entidad respectiva la verificación del nombre de la sociedad.

En cuanto a la marca para el producto (máquina cortadora de película flexible) es necesario hacer la consulta ante la SIC para verificar que no exista una marca registrada que se asemeje a la que se seleccionó para el proyecto. Una vez confirmada la disponibilidad de la marca se realiza el registro respectivo ante la SIC.

Según la ley 1258 de 2008, los elementos principales a tener en cuenta para la creación de la sociedad son los siguientes:

Serán tres socios, los cuales serán responsables sólo por sus aportes, los cuales suman en total nueve millones de pesos que se registrarán como capital suscrito y pagado, dividido en tres acciones comunes, una a favor de cada uno de los socios. El domicilio se establece en la ciudad de Medellín y se define que el término de duración de la misma será indefinido. Es importante tener en cuenta que la sociedad no podrá registrarse para hacer ningún trámite ante la bolsa de valores.

Deben cumplirse todos los demás requerimientos que se establecen en la ley 1258 mencionada arriba.

Se designa como representante legal de la nueva empresa a Alberto Elías Cano. Será necesario contador general para cumplir con lo exigido por la ley.

Entre las obligaciones tributarias de la sociedad se encuentran:

- IVA – Impuesto sobre el Valor Agregado y declaración virtual.
- ICA – Impuesto de Industria y Comercio.
- Impuesto a las ventas y declaración virtual.
- Retención en la fuente y declaración virtual.
- Retención CREE.
- Se debe llevar contabilidad.
- Debe reportar información exógena.

De acuerdo con la página de Internet *Crear empresa*, el valor de la creación tiene un costo aproximado de \$ 196.000.

La ley 1429 de 2010 será revisada para identificar los beneficios que pueden obtener las pequeñas empresas en cuanto a pago de impuestos.

## 6.2 Manejo de contratos

Con clientes: contrato de compraventa de la máquina por las características de la venta con anticipo, contado y crédito en la misma, de tal forma que ambas partes sientan seguridad en el proceso y tengan el soporte de la transacción pertinente. En el caso del anticipo se ofrecerá a los clientes una póliza de manejo de anticipos como garantía del compromiso realizado, así mismo como una póliza de buen funcionamiento de la máquina. Si se tienen negociaciones que no obedecen a esta forma de pago, sino contra entrega, sólo se emite la factura comercial como venta de la máquina.

Con proveedores de materiales: a nivel nacional e internacional inicialmente las cotizaciones y órdenes de compra, más los recibos de pago (y en el caso de las importaciones, los documentos soporte de las mismas), serán los soportes de la transacción, porque en el mediano plazo se desea tener posibilidades de crédito dependiendo del volumen y la confianza generada, por lo que se realizará todo el trámite incluyendo la firma de los pagarés correspondientes; y si por el monto económico hubiese lugar se procedería con la firma de contratos de suministro.

Con talleres: la relación se encuentra definida por una solicitud del servicio entregada a los talleres, junto con los planos o instrucciones adicionales de forma escrita. El pago sería de contado contra entrega inicialmente, porque dependiendo de la evolución de las ventas de la empresa se negociarían condiciones que favorezcan ambas partes

Con técnicos: se realizará un contrato por servicios por cada una de las máquinas en las que se requiera su labor de ensamble y alambrado. Con pago una vez sea finalizado el trabajo solicitado.

Con contador: se realizará un contrato por servicios anuales con pagos semestrales.

Con gerente técnico y comercial: contrato fijo a término fijo inferior a un año renovable por el tiempo previamente negociado. Pago de prestaciones legales de ley; el salario inicialmente es fijo y para el segundo año se establecerá una comisión como parte variable por su gestión.

Con operador logístico: en caso de requerirse, de acuerdo con la negociación, se realizará la solicitud escrita con una orden de servicio solicitando además la cobertura del seguro para toda la operación, se recibirá la factura y se realizará el pago de contado una vez sea entregada la máquina.

## 7 EVALUACIÓN FINANCIERA

### 7.1 Fabricación por maquila

Tabla 14. Flujo de caja neto: opción 1 – maquila

FLUJO DE CAJA NETO: OPCIÓN 1 - MAQUILA						
AÑO	0	1	2	3	4	5
<b>VENTAS</b>		\$ 319.300.000	\$ 328.879.000	\$ 338.745.370	\$ 523.361.597	\$ 539.062.445
Unidades		2	2	2	3	3
Precio		\$ 159.650.000	\$ 164.439.500	\$ 169.372.685	\$ 174.453.866	\$ 179.687.482
<b>COSTO</b>		\$ 156.331.707	\$ 290.973.618	\$ 308.432.035	\$ 467.682.350	\$ 495.743.291
Partes	\$ 97.102.742	\$ 102.928.907	\$ 218.209.282	\$ 231.301.839	\$ 367.769.924	\$ 389.836.119
Maquila	\$ 14.380.000	\$ 15.242.800	\$ 32.314.736	\$ 34.253.620	\$ 54.463.256	\$ 57.731.051
Ingeniería		\$ 38.160.000	\$ 40.449.600	\$ 42.876.576	\$ 45.449.171	\$ 48.176.121
Gastos		\$ 15.900.000	\$ 16.854.000	\$ 17.865.240	\$ 18.937.154	\$ 20.073.384
Depreciaciones		\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000
<b>TOTAL COSTOS Y GASTOS</b>		\$ 173.631.707	\$ 309.227.618	\$ 327.697.275	\$ 488.019.505	\$ 517.216.675
<b>UTILIDAD OPERACIONAL</b>		\$ 145.668.293	\$ 19.651.382	\$ 11.048.095	\$ 35.342.092	\$ 21.845.770
Impuestos		\$ 11.281.232	\$ 6.484.956	\$ 3.645.871	\$ 11.662.890	\$ 7.209.104
<b>UTILIDAD NETA</b>		\$ 134.387.061	\$ 13.166.426	\$ 7.402.224	\$ 23.679.202	\$ 14.636.666
Depreciaciones		\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000
Valor Maquinaria Equipos	\$ 7.000.000					
<b>Flujo de Caja Neto</b>	\$ (118.482.742)	\$ 135.787.061	\$ 14.566.426	\$ 8.802.224	\$ 25.079.202	\$ 16.036.666

Fuente: tabla elaborada por los autores.

Los datos de entrada para la construcción del flujo del proyecto estuvieron determinados por los estudios realizados, y que se resumen en los siguientes puntos:

- Precio: de \$155.000.000 para el año 1, y a partir del año 2 se ve afectado por la inflación proyectada para cada año.
- Maquila: compuesta por el maquinado, que es la fabricación de las partes y el ensamble de la máquina, costos que son obtenidos por el promedio por las cotizaciones realizadas con diferentes talleres de la ciudad.

- Ventas: el número de unidades proyectadas se realizó a partir de las consideraciones de los autores según su conocimiento del mercado y del estudio realizado, por lo cual se encuentran calculadas con una distribución Pert. Las máquinas no se venden en grandes volúmenes y se considera el dato de una máquina para el año 1 para iniciar la penetración en el mercado y el proceso de construcción de confianza con los clientes potenciales. Así mismo, se entiende que la industria aún se encuentra deprimida y por ello las proyecciones de crecimiento de ventas no son amplias, y también se tiene en cuenta que el tamaño del mercado es limitado y este tipo de maquinarias tiene un tiempo de vida en años que es amplio.
- Incremento de los costos: según la experiencia de los autores sobre la industria se tiene que los incrementos de la mano de obra y los materiales se ha movido en los rangos sobre los que se encuentran calculados, por lo que se utiliza la distribución triangular.
- Salario del ingeniero: es un salario que se encuentra apto para el mercado laboral y se calcula sobre la base de \$36.000.000 anuales incluyendo todas las prestaciones.
- Equipos: sólo se consideran el computador y el medidor.
- Otros gastos: son \$15.000.000, entre los que se incluyen los gastos de representación, publicidad y otros.
- Tasa de oportunidad para los inversionistas: 10% dadas las condiciones actuales del mercado donde según las consultas realizadas los inversionistas esperan entre un 8 y 11% de retorno sobre su inversión.

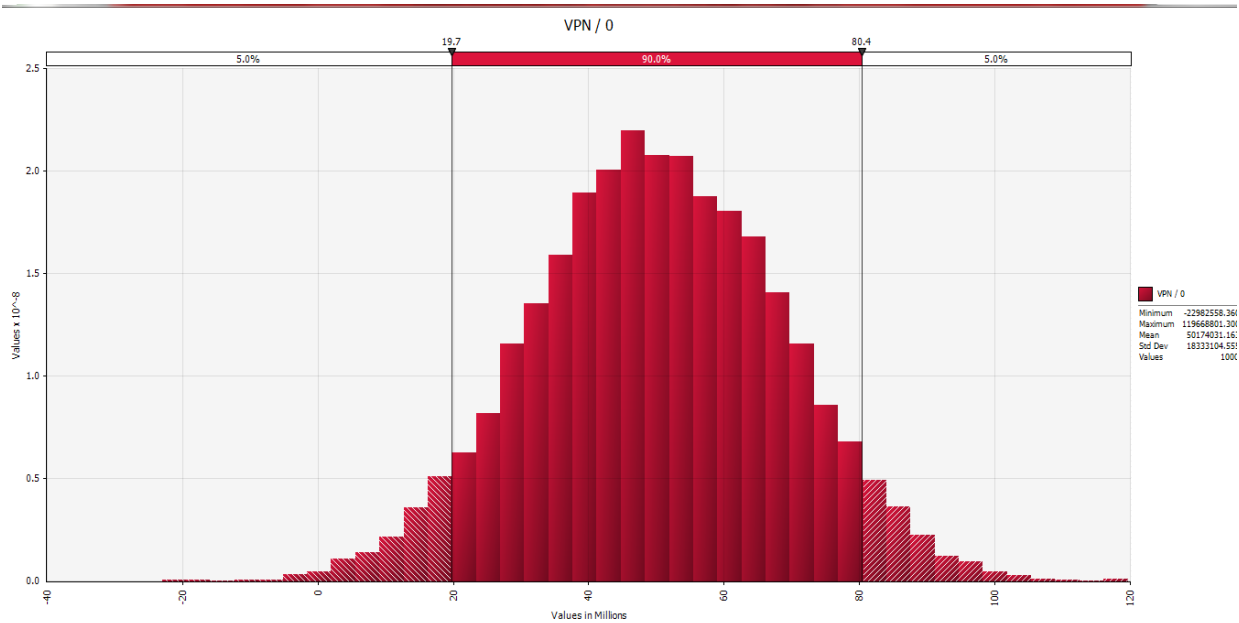
Tabla 15. Indicadores: opción 1 – maquila

INDICADORES: Opción 1	
VPN	\$ 50.698.591
TIR	38,86%
PRI	0,66

Fuente: tabla elaborada por los autores.

Como resultados del flujo de caja neto para la opción de maquila se obtuvo que:

Figura 22. Gráfico distribución del VPN – opción 1

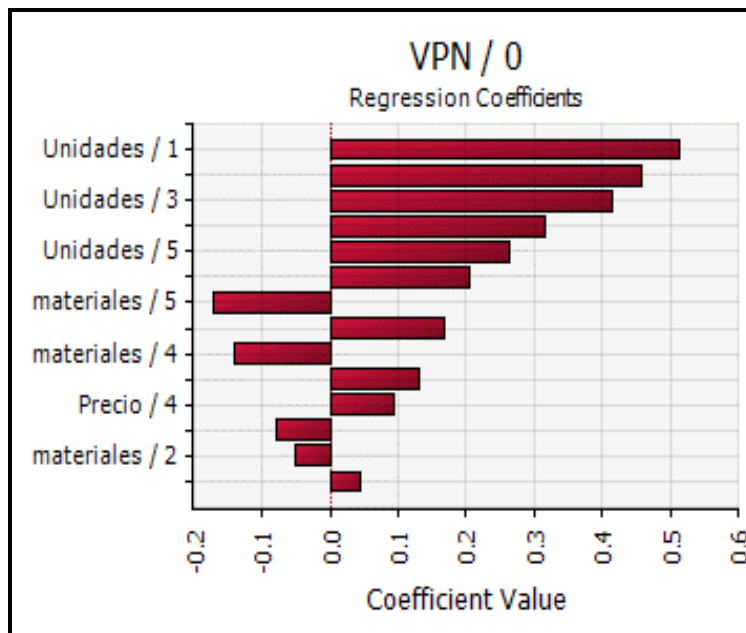


Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

El VPN del proyecto es de \$50.698.591, que es el resultado medio de las diferentes distribuciones aplicadas dentro del flujo de caja, el cual tiene un 90% de probabilidad de que el VPN del proyecto bajo esta opción se encuentre entre \$20.000.000 y \$80.000.000 que es positivo en este

rango, lo que es bueno financieramente, además, apoyado desde el hecho de que la probabilidad de que el VPN sea igual o menor que cero es tan solo del 0,3%.

Figura 23. Análisis de variables del VPN

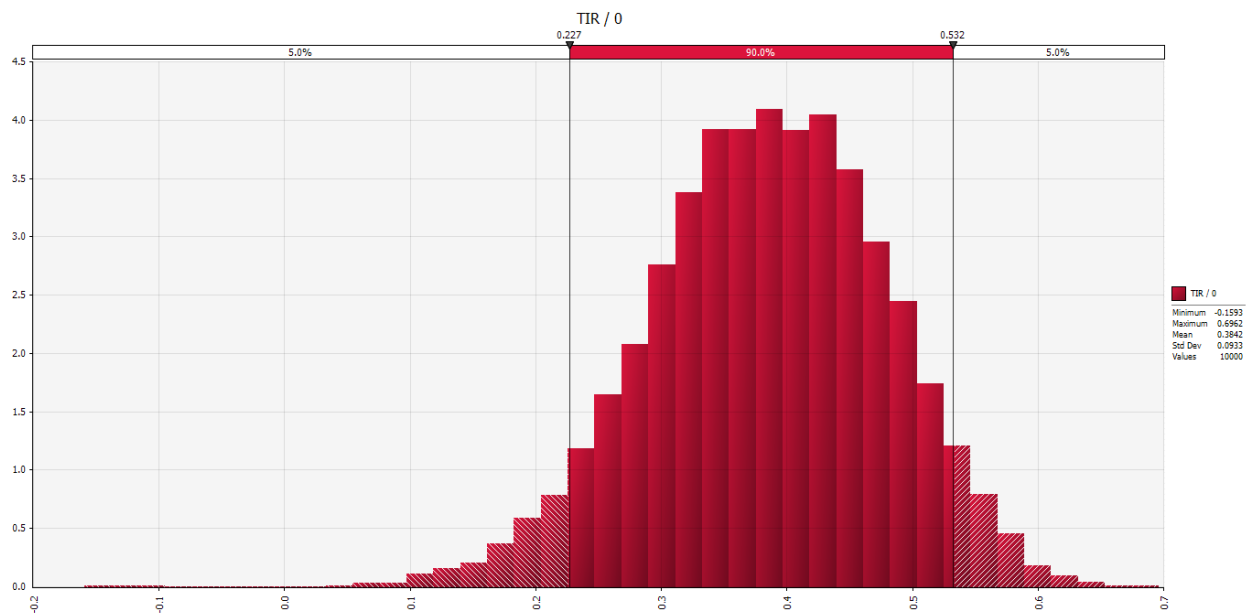


Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

El análisis de la influencia de las variables en los resultados del VPN demuestra que el 26,8% del resultado del VPN depende de las unidades vendidas en el año 1, siendo entonces el 81,5% de los cambios en el VPN explicados por las unidades de máquinas vendidas desde el año 1 al año 5; que en términos de riesgos pueden ser gestionables con unas estrategias de penetración y permanencia en el mercado altamente agresivas que aseguren el mínimo de unidades consideradas en el proyecto, pero que no se desconoce que significan riesgo para los

inversionistas porque dependerán ampliamente de las condiciones del mercado para que se de la compra.

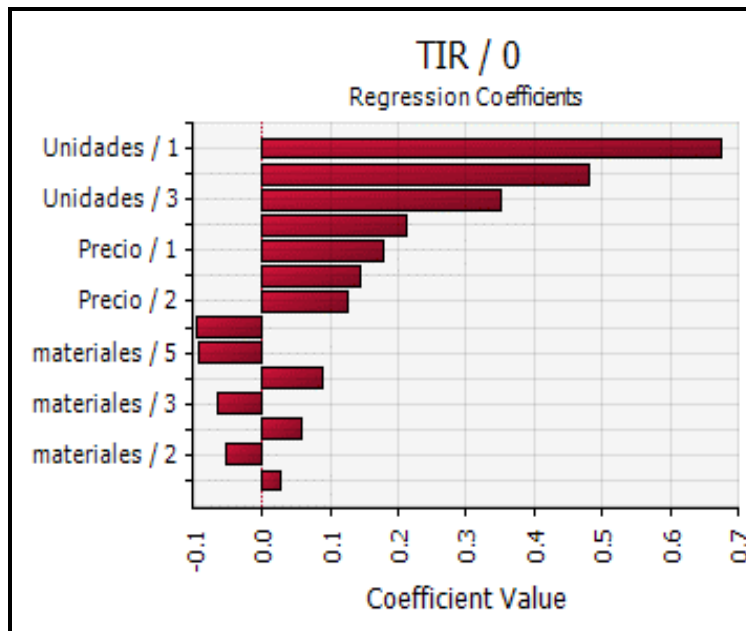
Figura 24. Gráfico distribución de la TIR – opción 1



Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

La TIR obtenida presenta un valor medio de 38,86%, la cual con una probabilidad del 90% se ubicaría entre 22,7% y 53,3%, que supera notablemente la TIO esperada por el inversionista y se destaca también que existe un 98% de probabilidad de que la supere, y que tan sólo exista un 0,037% de que la TIR sea negativa para el proyecto bajo esta opción.

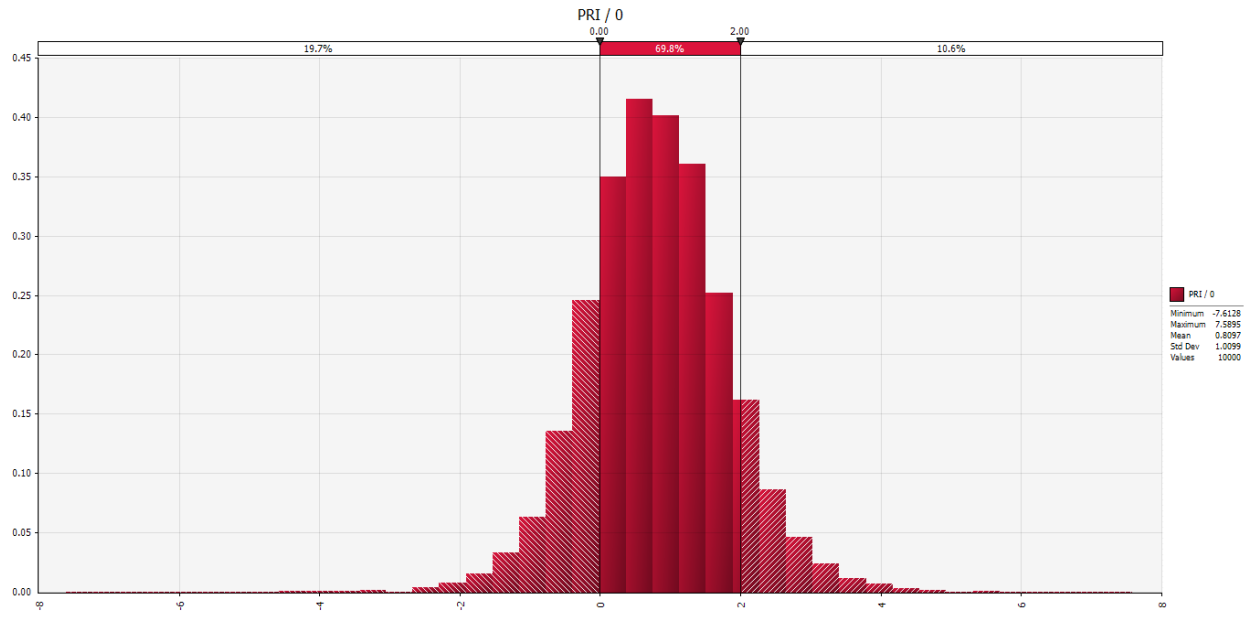
Figura 25. Análisis de variables de la TIR



Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

El 47,5% del resultado de la TIR en la opción 1 es explicado por la variable de la cantidad de unidades vendidas en el año 1, teniendo que el 82,6% del resultado es explicado por la variación de la cantidad de unidades vendidas en los años 1, 2 y 3.

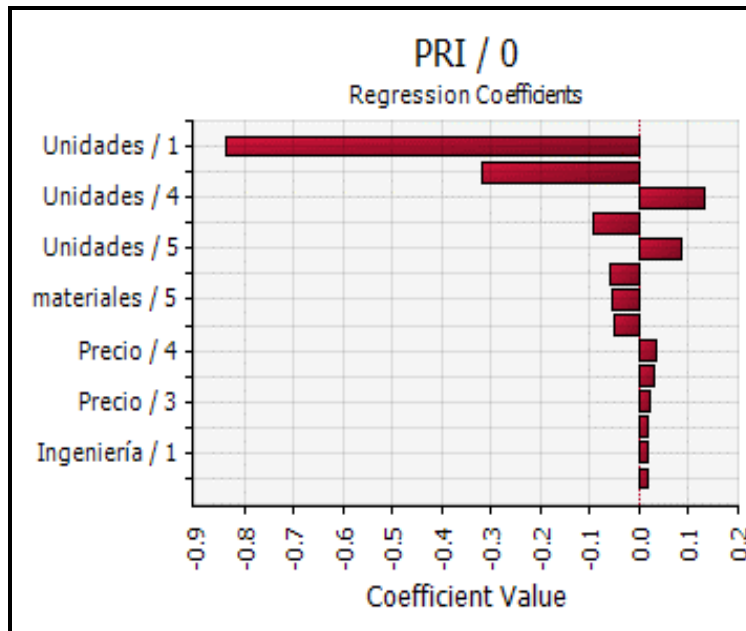
Figura 26. Gráfico distribución del PRI



Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

El periodo de recuperación de la inversión obtenida, según los datos de la opción 1, es inferior a 1 año, por lo que puede representar un gran atractivo para el inversionista por el retorno de su inversión. Además, se analizó la probabilidad de que la inversión se recuperara en los dos primeros años, que es del 69,8% y del 10,6%.

Figura 27. Análisis de variables del PRI



Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

El 76,2% de los cambios en el resultado del PRI dependen de las unidades vendidas en el año 1, y el 86,7% dependen de las unidades vendidas en el año 1 y 2; lo que representa en general para los tres indicadores: VPN, TIR y PRI, que las unidades vendidas durante el tiempo de vida del proyecto son de vital importancia para que logre sus objetivos financieros trazados en el flujo de caja neto para la opción 1.

## 7.2 Fabricación con taller propio

Tabla 16. Flujo de caja neto: opción 2 – taller

FLUJO DE CAJA NETO: OPCIÓN 2 - TALLER						
AÑO	0	1	2	3	4	5
<b>VENTAS</b>		\$ 319.300.000	\$ 328.879.000	\$ 338.745.370	\$ 523.361.597	\$ 539.062.445
Unidades		2	2	2	3	3
Precio		\$ 159.650.000	\$ 164.439.500	\$ 169.372.685	\$ 174.453.866	\$ 179.687.482
<b>COSTO</b>		\$ 167.376.907	\$ 286.524.162	\$ 303.715.612	\$ 448.820.944	\$ 475.750.201
materiales	\$ 97.102.742	\$ 102.928.907	\$ 218.209.282	\$ 231.301.839	\$ 367.769.924	\$ 389.836.119
Arriendo		\$ 12.720.000	\$ 13.483.200	\$ 14.292.192	\$ 15.149.724	\$ 16.058.707
Servicios		\$ 6.360.000	\$ 6.741.600	\$ 7.146.096	\$ 7.574.862	\$ 8.029.353
MO		\$ 7.208.000	\$ 7.640.480	\$ 8.098.909	\$ 12.877.265	\$ 13.649.901
Ingeniería		\$ 38.160.000	\$ 40.449.600	\$ 42.876.576	\$ 45.449.171	\$ 48.176.121
Gastos		\$ 15.900.000	\$ 16.854.000	\$ 17.865.240	\$ 18.937.154	\$ 20.073.384
Depreciaciones		\$ 17.400.000	\$ 17.400.000	\$ 17.400.000	\$ 17.400.000	\$ 17.400.000
<b>TOTAL COSTOS Y GASTOS</b>		\$ 200.676.907	\$ 320.778.162	\$ 338.980.852	\$ 485.158.099	\$ 513.223.585
<b>UTILIDAD OPERACIONAL</b>		\$ 118.623.093	\$ 8.100.838	\$ (235.482)	\$ 38.203.498	\$ 25.838.860
Impuestos		\$ 7.101.716	\$ 2.673.277	\$ -	\$ 12.607.154	\$ 8.526.824
<b>UTILIDAD NETA</b>		\$ 111.521.377	\$ 5.427.562	\$ (235.482)	\$ 25.596.344	\$ 17.312.036
Depreciaciones		\$ 17.400.000	\$ 17.400.000	\$ 17.400.000	\$ 17.400.000	\$ 17.400.000
Valor Maquinaria Equipos	\$ 87.000.000					
<b>Flujo de Caja</b>	\$ (184.102.742)	\$ 128.921.377	\$ 22.827.562	\$ 17.164.518	\$ 42.996.344	\$ 34.712.036

Fuente: tabla elaborada por los autores.

Para el análisis de la opción 2 se consideró información adicional a la que se tenía para la opción 1, por lo que se amplía a continuación:

- Arriendo: bodega de 30m<sup>2</sup> en unidad industrial con un costo de arrendamiento al año de \$12.720.000.
- Servicios: incluye la energía, agua, Internet, telefonía y demás para la bodega, los cuales ascenderían a \$6.360.000 anuales.

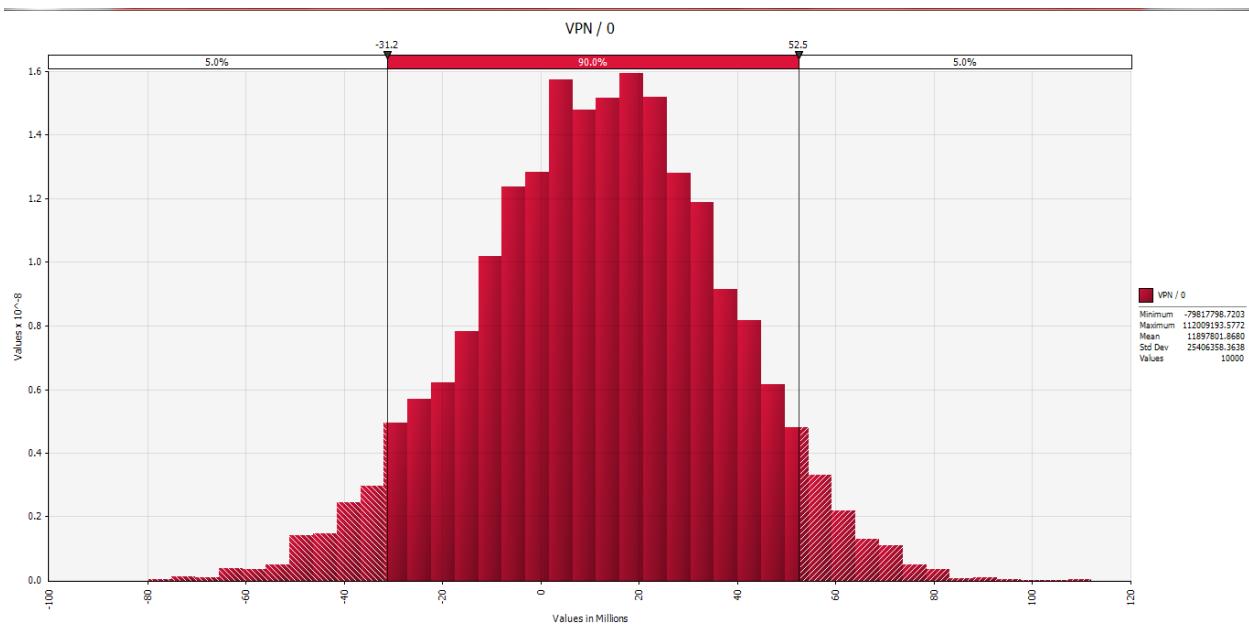
- Maquinaria y equipos: se incluyen los equipos necesarios para la fabricación de la maquinaria, entre los cuales están el torno, la fresadora y el equipo de soldadura; además del computador y el equipo de medición.

Tabla 17. Indicadores: opción 2 – taller

INDICADORES	
VPN	\$ 15.780.744,95
TIR	14,50%
PRI	4,33

Fuente: tabla elaborada por los autores.

Figura 28. Gráfico de distribución del VPN -opción 2

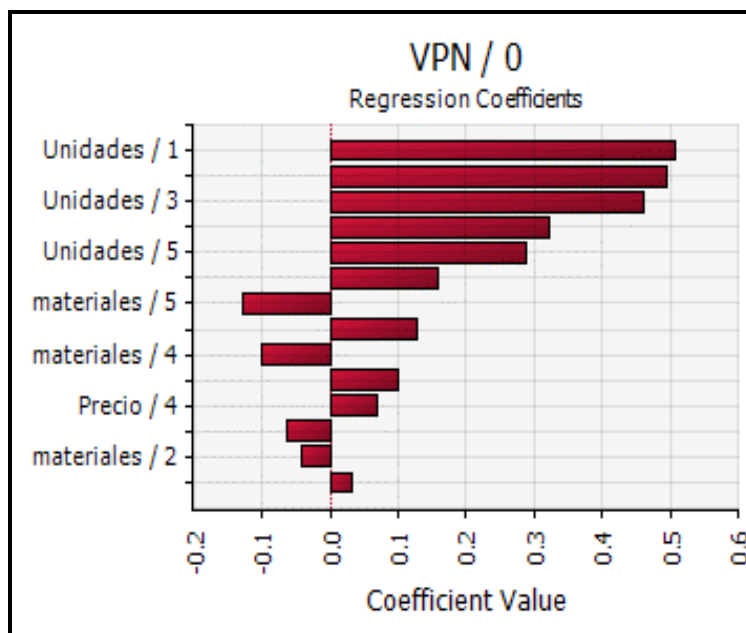


Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

El VPN obtenido con el flujo de caja realizado para la opción de taller propio es de \$15.780.744, con una media de \$11.987.801, que es positivo como resultado del proyecto, pero que al

analizarse la probabilidad de los valores máximos y mínimos alcanzados por el VPN con una probabilidad del 90% se encuentra que estarían entre -\$31.200.000 y \$52.500.000, que significa un riesgo para el inversionista ya que su VPN podría ser negativo con una probabilidad contemplada del 31,1%.

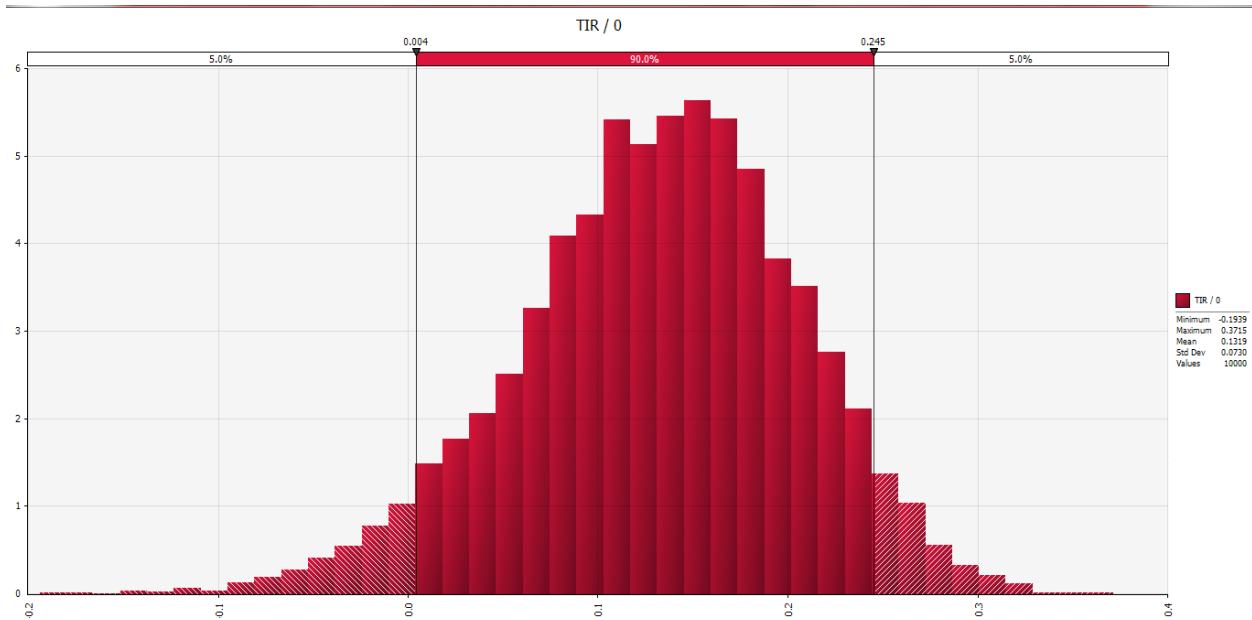
Figura 29. Análisis de variables del VPN



Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

El 85,4% de los cambios en el resultado del VPN dependen de la cantidad de unidades vendidas desde el año 1 hasta el año 5.

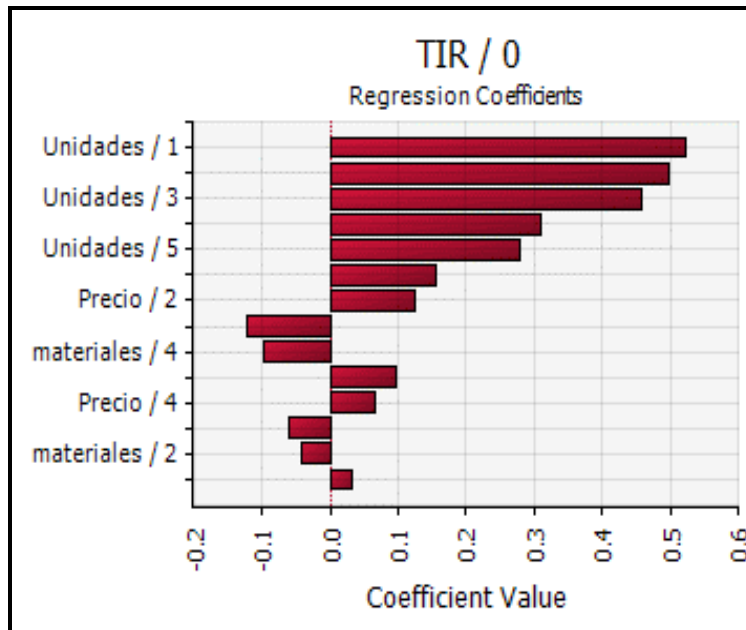
Figura 30. Gráfica de distribución de la TIR – opción 2



Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

La TIR se encuentra con una probabilidad del 90% entre 0,4% y 24,5%, y si se evalúa la probabilidad de que la TIR sea inferior a la TIO esperada se obtiene que es del 70%, lo que significa que tan sólo existe un 30% de probabilidad de que la TIR sea mayor que la TIO y con ello sea atractivo para el inversionista, representando un riesgo para el mismo.

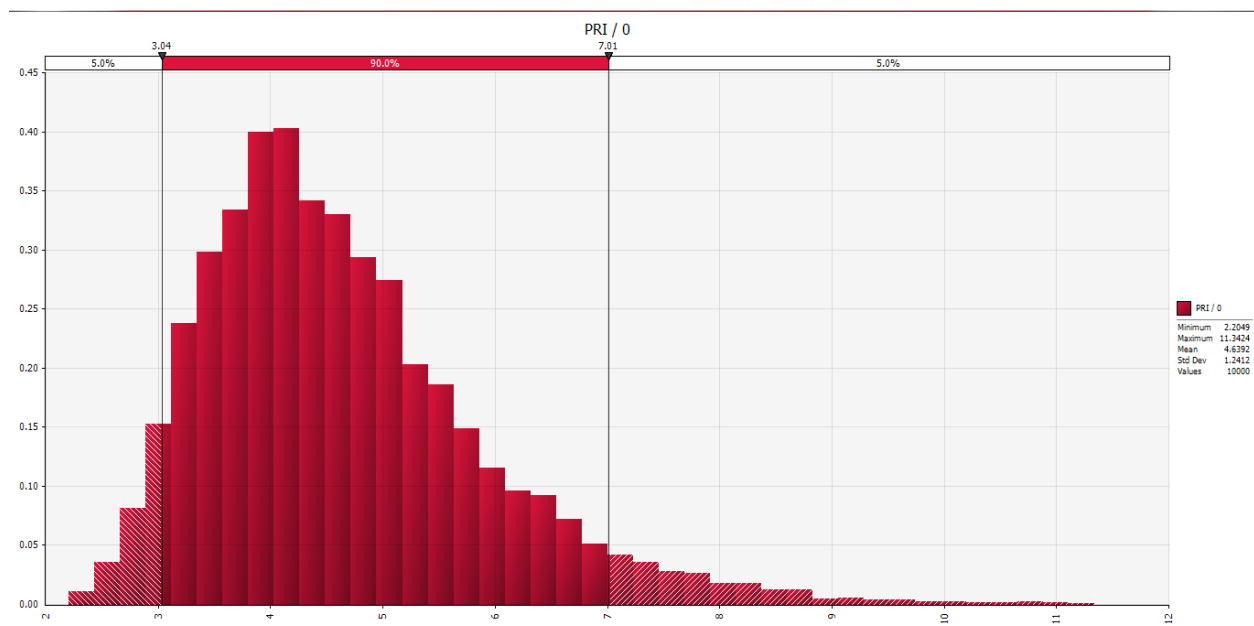
Figura 31. Análisis de variables de la TIR



Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

El 85,9% de los cambios en el resultado de la TIR dependen de las variaciones en la cantidad de unidades vendidas desde el año 1 hasta el año 5.

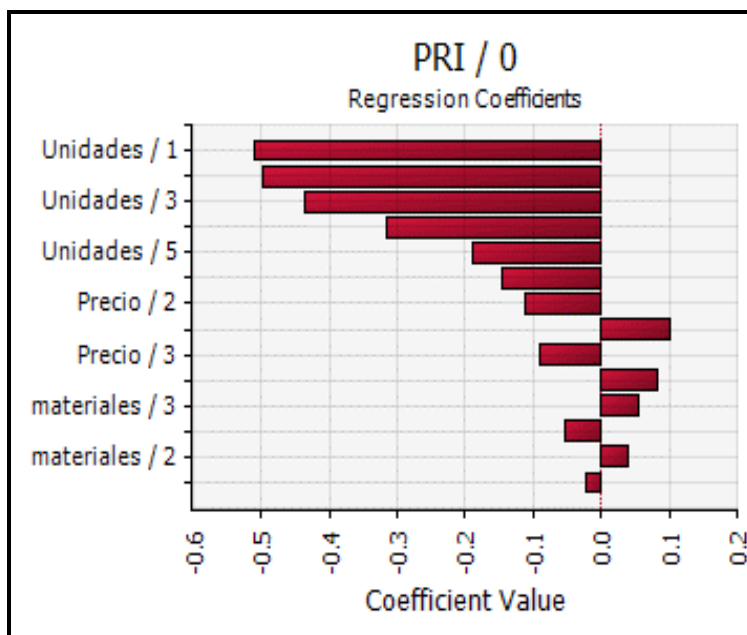
Figura 32. Gráfica de distribución del PRI – opción 2



Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

En cuanto al PRI, se tiene que se recuperaría la inversión en el quinto año, no hay probabilidad de recuperar la inversión en el segundo año y tan sólo existe un 4,49% de probabilidad de recuperarla en el tercer año.

Figura 33. Análisis de variables del PRI



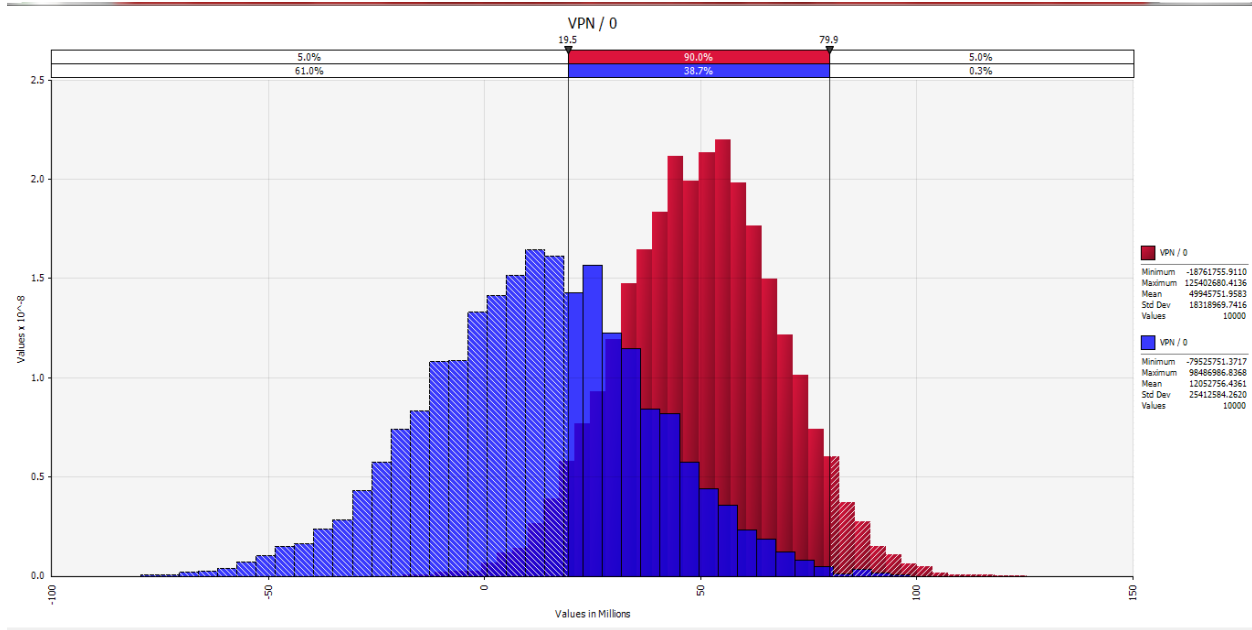
Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

El 84,2% de los cambios en el resultado del PRI dependen de las variaciones en la cantidad de unidades vendidas del año 1 al año 4.

Al igual que en la opción de maquila, la opción del taller tiene sus indicadores financieros altamente relacionados con la cantidad de unidades vendidas en cada uno de los cinco años de evaluación del proyecto.

Comparativo de las dos opciones: maquila y taller

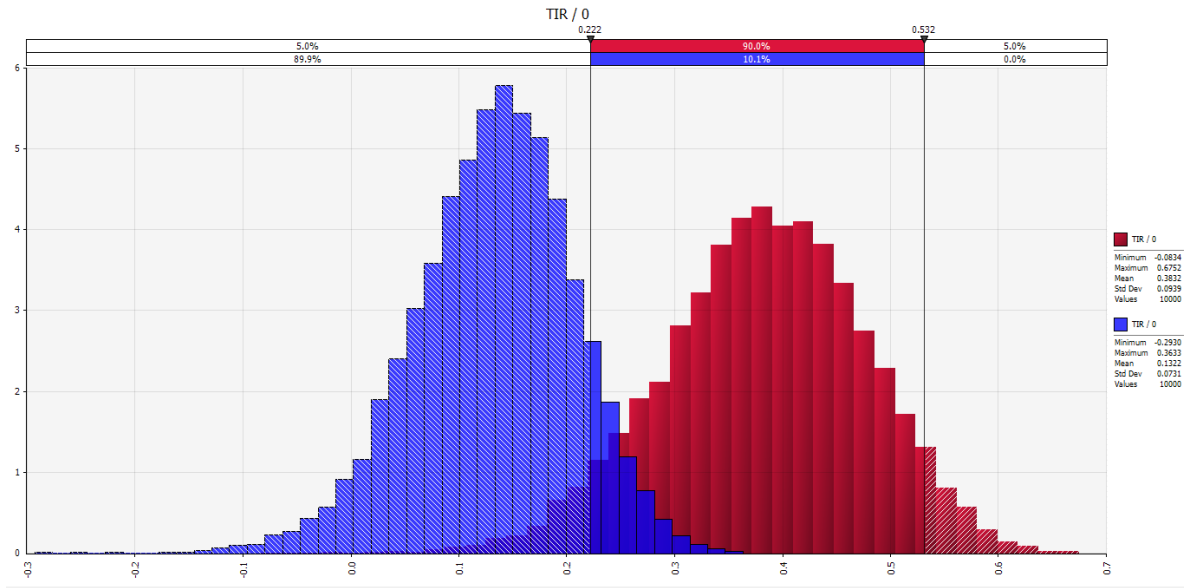
Figura 34. Comparativo VPN



Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

Comparativamente, entre ambas opciones, la opción 1: maquila es la más atractiva para el inversionista dado que obtiene un mayor VPN, como se observa en la figura 30.

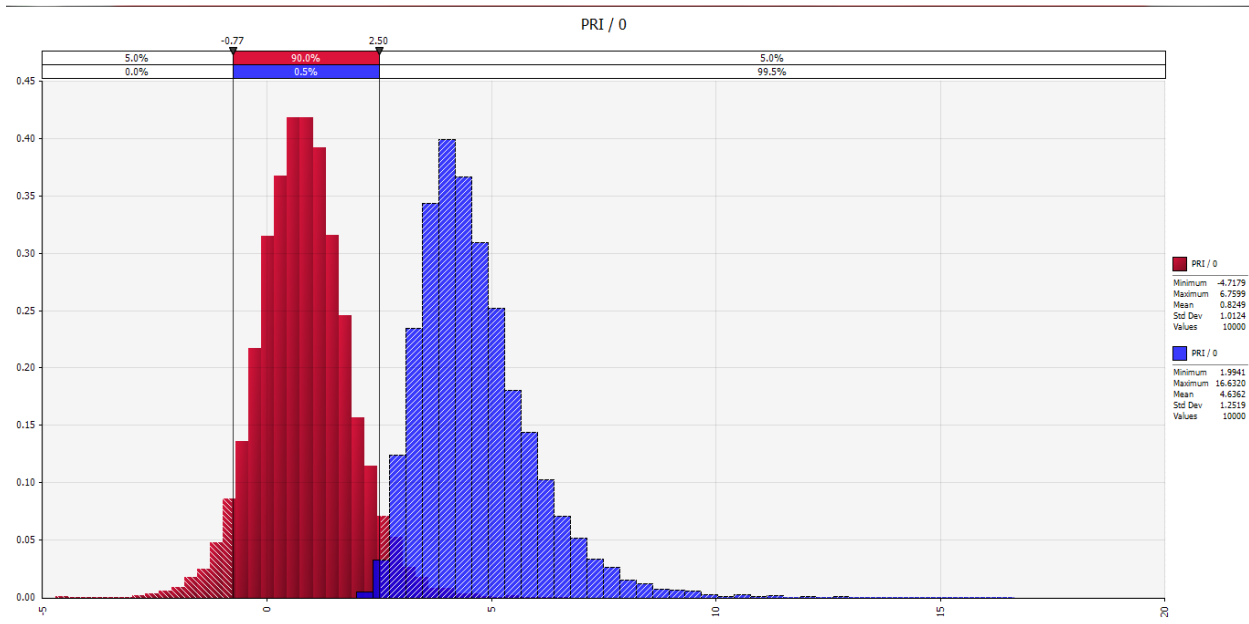
Figura 35. Comparativo TIR



Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

Igualmente, se obtiene una TIR más alta en la opción 1 que en la 2, dado que pasa de una media de 38% a 13%.

Figura 36. Comparativo PRI



Fuente: figura obtenida con el software @Risk.

Y el periodo de recuperación de la inversión es evidentemente mejor, porque pasa de estar en el primer o segundo año para recuperarse en el transcurso del quinto año.

## 8 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS

Tabla 18. Identificación de riesgos

Categoría del Riesgo	Evento	Probabilidad por año	¿Ocurre?	Impacto si ocurre (\$k)	Impacto medio (\$k)	Impacto real (muestral) (\$k)
Político	Expropiaciones por parte del Estado	0,30%	0	\$ 20.000.000	\$ 60.000	0
Político	Reforma arancelaria (disminución arancelaria para máquinas importadas o aumento para las partes)	4,00%	0	\$ 40.000.000	\$ 1.600.000	0
Político	Reforma tributaria (aumento impuestos)	0,50%	0	\$ 5.000.000	\$ 25.000	0
Natural	Desastres naturales en las vías	0,20%	0	\$ 100.000.000	\$ 200.000	0
Natural	En una inundación se moje la máquina	0,20%	0	\$ 16.000.000	\$ 32.000	0
Natural	Rayo que quemé el sistema	0,10%	0	\$ 16.000.000	\$ 16.000	0
Cultural	El mercado nacional no crean en la calidad de la máquina hecha en Colombia y prefiera la extranjera	2,00%	0	\$ 100.000.000	\$ 2.000.000	0
Cultural	Dificultad para consecución del Personal calificado para la venta y operación de la máquina	0,10%	0	\$ 10.000.000	\$ 10.000	0
Económico	Caída de la TRM que promueva la compra de máquinas extranjeras	0,50%	0	\$ 100.000.000	\$ 500.000	0
Económico	Alto aumento de la inflación	0,20%	0	\$ 6.000.000	\$ 12.000	0
Económico	Quiebra de empresas cliente potencial por crisis en el sector industrial	0,80%	0	\$ 100.000.000	\$ 800.000	0
Social	Maquila con talleres que no cumplan reglamentación	0,50%	0	\$ 11.000.000	\$ 55.000	0
Social	Robo de la máquina mientras se encuentra en fabricación	0,10%	0	\$ 100.000.000	\$ 100.000	0
Tecnológico	Errores en fabricación de piezas o programación	2,00%	0	\$ 60.000.000	\$ 1.200.000	0
Tecnológico	La competencia reaccione con una máquina con mayores especificaciones	0,20%	0	\$ 100.000.000	\$ 200.000	0
Tecnológico	Copia de la máquina por los talleres que maquinan las piezas	0,10%	0	\$ 100.000.000	\$ 100.000	0
	<b>Totales</b>		<b>0</b>	<b>\$ 884.000.000</b>	<b>\$ 6.910.000</b>	<b>0</b>

Fuente: tabla elaborada por los autores.

Los riesgos identificados se encuentran clasificados de acuerdo a su naturaleza en político, económico, social, cultural y tecnológico, y a cada uno de ellos se les asignó un porcentaje de probabilidad de ocurrencia por año, el cual multiplica el costo que tendría si sucede y con ello se obtiene el impacto real en el proyecto. Estos riesgos fueron identificados en relación con la opción 1: maquila que es la recomendada para la ejecución del presente proyecto.

Tabla 19. Frecuencia e impactos de los riesgos

Evento	FRECUENCIA DE EVENTOS						IMPACTO EN PESOS					
	1	2	3	4	5	TOTAL	1	2	3	4	5	TOTAL
Expropiaciones por parte del Estado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reforma arancelaria (disminución arancelaria para máquinas importadas o aumento para las partes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reforma tributaria (aumento impuestos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desastres naturales en las vías	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
En una inundación se moje la máquina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rayo que queme el sistema	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
El mercado nacional no crean en la calidad de la máquina hecha en Colombia y prefiera la extranjera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dificultad para consecución del Personal calificado para la venta y operación de la máquina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caída de la TRM que promueva la compra de máquinas extranjeras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alto aumento de la inflación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quiebra de empresas cliente potencial por crisis en el sector industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maquila con talleres que no cumplan reglamentación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Robo de la máquina mientras se encuentra en fabricación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Errores en fabricación de piezas o programación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La competencia reaccione con una máquina con mayores especificaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Copia de la máquina por los talleres que maquinan las piezas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totales</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: tabla elaborada por los autores y simulación en @Risk.

En el software @Risk se corre el modelo estadístico de presentación de los eventos según la frecuencia y su impacto real a partir de la Tabla 16, y de la cual se obtienen los siguientes resultados:

Costo de oportunidad	0,1
VPN Risk	0
VAR	32183506,73
VPN PROYECTO	56000000,00
VPN REAL	23816493,27
RATIO SHARP	0,57 debe ser por lo menos el 10%
	0,43 Porcentaje del vpn que esta seguro

De acuerdo con los resultados obtenidos se tiene un 45% de probabilidad de que no ocurra ninguno de los riesgos y por ello se evite una pérdida de dinero a causa de su ocurrencia, el total de dinero que se tiene en promedio por el total de los cinco años de evaluación del proyecto es de \$32.183.507 lo que disminuiría el VPN del proyecto (opción 1: maquila).

Si se presentan los riesgos estimados para el proyecto, según las probabilidades obtenidas, el proyecto continúa siendo atractivo para el inversionista, dado que el VPN continúa siendo positivo mayor a cero y la TIR sigue siendo mayor a la TIO esperada.

## 9 ESTUDIO AMBIENTAL

Dada la elección de la opción de maquila, el proyecto no tiene impactos ambientales directos, en tanto el proceso de fabricación es realizado por terceros y serán ellos quienes estarán a cargo del manejo integral de los residuos sólidos, que para el caso de la máquina serían recortes de láminas que se pueden utilizar en otros procesos productivos. Por lo tanto, el proyecto no requiere de licencia ambiental ni de un plan de manejo ambiental o mitigación de impactos ambientales.

## 10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo con los estudios realizados se concluye que es factible la creación de una línea de negocio para la fabricación y comercialización nacional de una máquina cortadora de película flexible bajo la opción de maquila de acuerdo con los indicadores obtenidos como un VPN de \$50.698.591, TIR de 38,86% y un periodo de recuperación en el primer año.
- A pesar de que la opción de tener un taller propio para la producción de la máquina es factible en términos económicos, significa para los accionistas un mayor riesgo y complejidad por la operación y las inversiones requeridas, mientras que con la opción de maquila se pueden evitar y en el momento de tomarse la decisión de no continuar con el negocio puede liquidarse con mayor facilidad.
- A partir del análisis del sector de la fabricación de máquinas especializadas en el sector plástico, con énfasis en las cortadoras de película flexible, se tiene que el sector en lo

macro se encuentra afectado por una desaceleración de la economía a nivel mundial, pero que a pesar de ello se evidencia la intención de la industria en la realización de proyectos de inversión que incluyen la compra de maquinaria, ampliación de plantas y otros, que indican la oportunidad para el desarrollo de una oferta local que además pueda aportar a mejores indicadores en la balanza comercial.

- Los clientes potenciales identificados para las máquinas son las PYMES dedicadas a la manufactura del plástico, que requieren según las fuentes consultadas (primarias y secundarias) de un mejoramiento en sus procesos productivos, que incluyan entre otros una oferta por parte de los proveedores muy ajustada a su realidad económica. Además, se resalta como estrategia de comercialización el soporte técnico para que sea apreciado por el cliente como el valor agregado que se le da a la máquina y el diferencial frente a las máquinas importadas.
- En el estudio de mercado se destaca que existe aún una demanda nacional que no se encuentra saturada por lo que se hace factible la comercialización de las máquinas diseñadas.
- En el estudio de ingeniería del proyecto se evaluaron las opciones de maquila y producción propia, en el cual se determinaron las localizaciones claves, los materiales requeridos, el tipo de proveedores necesarios, tanto de materiales como de servicios, y en general lo relacionado con el proceso productivo de la máquina.
- En lo relacionado con el estudio legal y ambiental, se concluye que el tipo de sociedad recomendada para la creación de la empresa es una Sociedad Anónima Simplificada, y se

listan los requisitos que debe cumplir la nueva organización. En cuanto al tema ambiental no es necesaria la obtención de licencias y permisos especiales porque los impactos al ambiente son mínimos, y el suministro de agua y alcantarillado estarían cubiertos con la red de servicios públicos.

- Al identificar los factores de riesgo a los que se encuentra expuesto el proyecto, y que podrían generar variaciones en los resultados esperados, se realizó una matriz de riesgos de diferentes clases donde fueron cuantificados sus impactos y con ello se simuló a partir de probabilidades estadísticas el resultado en los indicadores financieros del proyecto, a partir de lo cual se concluye que es mejor opción la producción por maquila debido a que se arriesga menos y se obtienen mayores rendimientos.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDI (2011a). Disponible en:

[http://www.andi.com.co/Archivos/file/CEE/ANDI\\_Balance2011\\_perspectivas2012.pdf](http://www.andi.com.co/Archivos/file/CEE/ANDI_Balance2011_perspectivas2012.pdf).

Consulta: 9, febrero, 2013.

ANDI (2011b). Encuesta de opinión industrial conjunta. Bogotá.

Baca, G. (2001). *Evaluación de proyectos*. México: Mc Graw Hill.

Banco de la República de Colombia (2013) Informe de la economía colombiana.

“Coalición Industrial, maquinaria de uso especial” (2013). Sitio web: *Coalición para la promoción de la industria colombiana*. Disponible en: <http://coalicionindustrial.com.co/maquinaria-de-uso-especial-2920.aspx>. Consulta: febrero 9 de 2013.

*Confidencial Colombia* (2012). Disponible en:

<http://confidencialcolombia.com/es/1/304/1525/Sector-de-pl%C3%A1sticos-vende->

[US\\$4000-millones-anuales-Plastico-Industria-Acoplasticos-TLC.htm](http://confidencialcolombia.com/es/1/304/1525/Sector-de-pl%C3%A1sticos-vende-US$4000-millones-anuales-Plastico-Industria-Acoplasticos-TLC.htm). Consulta: febrero

9 de 2013.

“Crear empresa, preliquidador creación de empresa” (s. f.). Sitio web: *Portal Nacional de*

*Creación de Empresas*. Disponible en:

<http://www.crearempresa.com.co/Consultas/Preliquidador.aspx>. Consulta: febrero 16 de

2013.

“DANE, Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas.

Revisión 4 adaptada para Colombia” (2010). Sitio web: *Cámara de Comercio de Bogotá*.

- Disponible en: [http://www.ccb.org.co/documentos/11510\\_ciidane4.pdf](http://www.ccb.org.co/documentos/11510_ciidane4.pdf). Consulta: febrero 16 de 2013.
- DANE. *Departamento Nacional de Estadísticas* (s. f.). Disponible en: [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co). Consulta: febrero 9 de 2013.
- “Encuesta Anual Manufacturera” (2013). Sitio web: *Coalición para la promoción de la industria colombiana*. Disponible en: <http://coaliccionindustrial.com.co/p>. Consulta: febrero 9 de 2013.
- “Industria colombiana de plástico mueve 4.000 mil millones de dólares” (2012). Sitio web: *El Empaque + Conversión*. Disponible en: [http://www.elempaque.com/ee/secciones/EE/ES/MAIN/N/NOTICIAS3/doc\\_89645\\_HTML.html?idDocumento=89645](http://www.elempaque.com/ee/secciones/EE/ES/MAIN/N/NOTICIAS3/doc_89645_HTML.html?idDocumento=89645). Consulta: febrero 9 de 2013.
- Gómez, E. A. & J. M. Diez (2011). *Evaluación financiera de proyectos*. Medellín: Universidad EAFIT.
- Gómez, E. A.; A. M. Mora & R. Uribe (2011). *Análisis de riesgo en proyectos con @Risk®*. Medellín: Universidad EAFIT.
- “La nota digital, ranking empresas del sector plástico 2009/2010” (2011). Sitio web: *La nota económica. co*. Disponible en: <http://www.lanotadigital.com/vademecum/small/caucho-y-plastico/plasticos-y-caucho-produccion-y-comercializacion>. Consulta: 23, febrero, 2013.
- Mokate, K. M. (2004). *Evaluación financiera de proyectos de inversión*. Bogotá: Alfaomega Colombiana.

Naciones Unidas (1978). “Manual de preparación de estudios de viabilidad industrial”. S. I. ONUDI.

“Producción de plásticos crecería 5% en 2012” (2012). Sitio web: *Portafolio*. Disponible en: <http://www.portafolio.co/negocios/produccion-plasticos-creceria-5-2012>. Consulta: 16, febrero, 2013.

Porter, M. (1979). “How competitive forces shape strategy”. *Harvard Business Review*. S. d.

————— (1996). “*What is strategy?*”. Estados Unidos: Harvard Business Review.

“Oportunidades de negocio en sector envases y empaques” (2012). Sitio web: *Proexport Colombia*. Disponible en: <http://www.colombiatrader.com.co/oportunidades/sectores/manufacturas/envases-y-empaques>. Consulta: febrero 16 de 2013.

Ramírez, V. y R. Domínguez (2009). “Etapas del análisis de factibilidad. Compendio bibliográfico”. *Contribuciones a la Economía*. Disponible en: <http://www.eumed.net/ce/2009a/>. Consulta: enero 26 de 2013.

Rosillo, J. (2008). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*. Bogotá: Cengage Learning.

Sapag, N. y R. Sapag (2000). *Preparación y evaluación de proyectos*. Chile: Mc Graw Hill.

Sapag, N. (2007). *Proyectos de inversión y formulación y evaluación*. México: Pearson.

Ley 1429 del 2010. Sitio web: *Senado de la República de Colombia*. Disponible en:  
[http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2010/ley\\_1429\\_2010.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2010/ley_1429_2010.html).

Consulta: marzo 2 de 2013.

Nómina (2012). Sitio web: *Gerencie.com*. Disponible en:  
<http://www.gerencie.com/nomina.html>. Consulta: marzo 2 de 2013.

Toro, F. (2009). *Proyectos planeación y control Project-Excel*. Bogotá: Alfaomega.

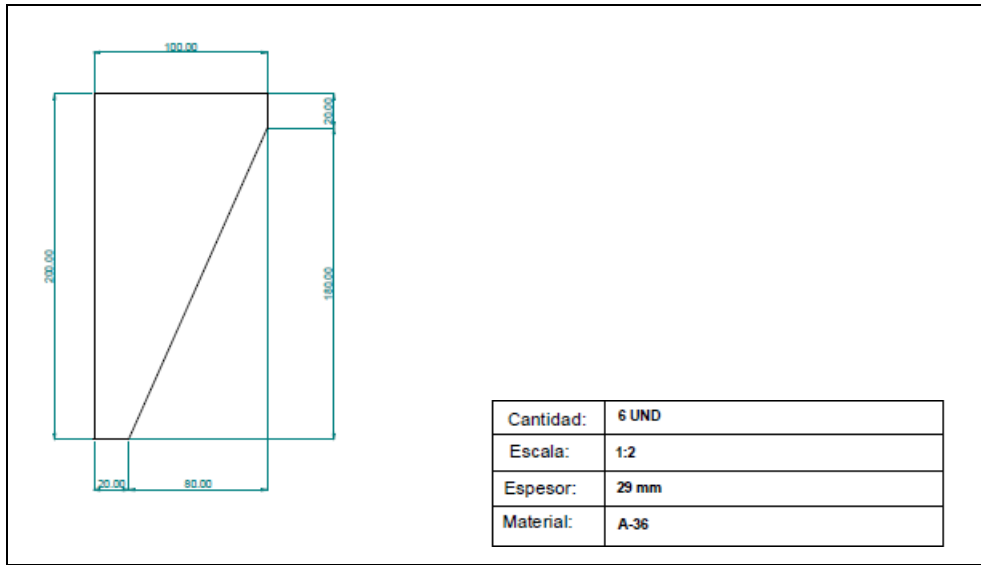
“4.000 millones mueve la industria de plásticos en Colombia” (2012). Sitio web: *Unipymes*.  
Disponible en: <http://www.unipymes.com/us4-000-millones-mueve-la-industria-de-plasticos-en-colombia/>. Consulta: 16, febrero, 2013.

Webster, A. L. (2000). *Estadística aplicada a los negocios y a la economía*. Bogotá: McGraw-Hill.

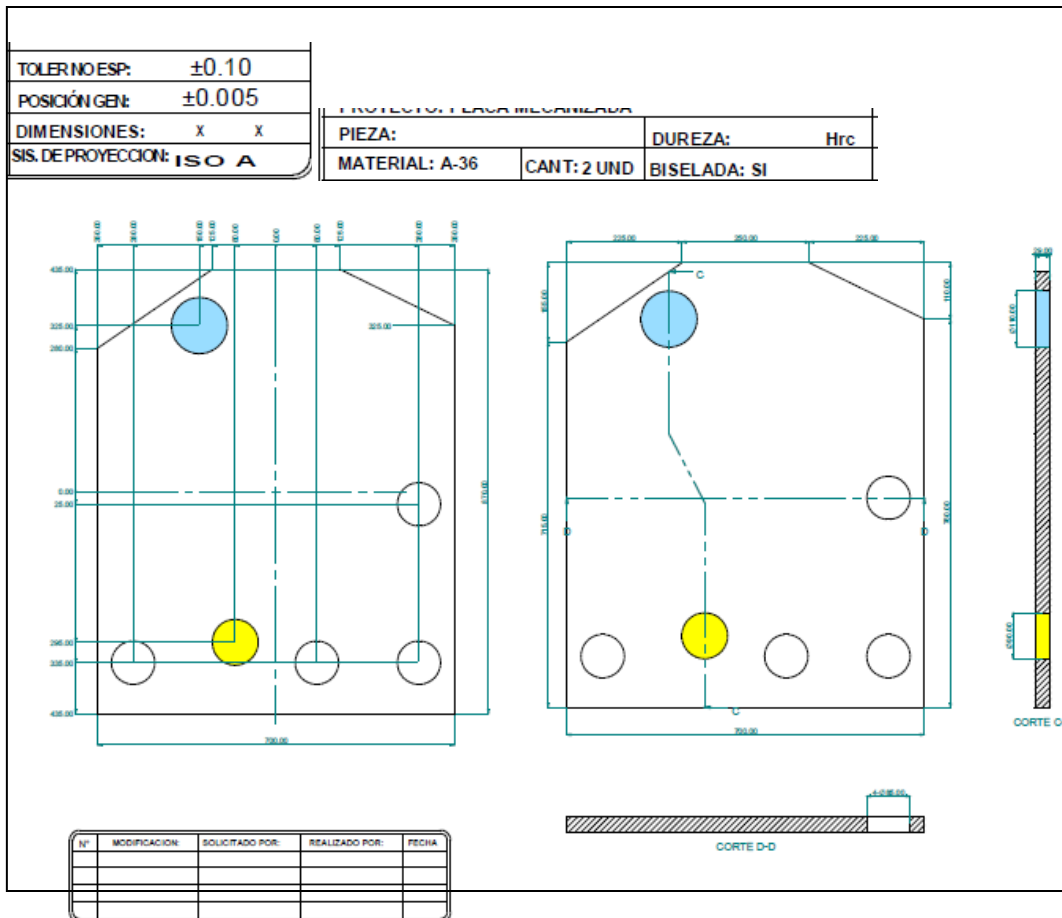
Zaur R., A. L. (2004). *El entorno económico: elementos teóricos y metodológicos para su análisis*. Bucaramanga: Editorial UNAB.



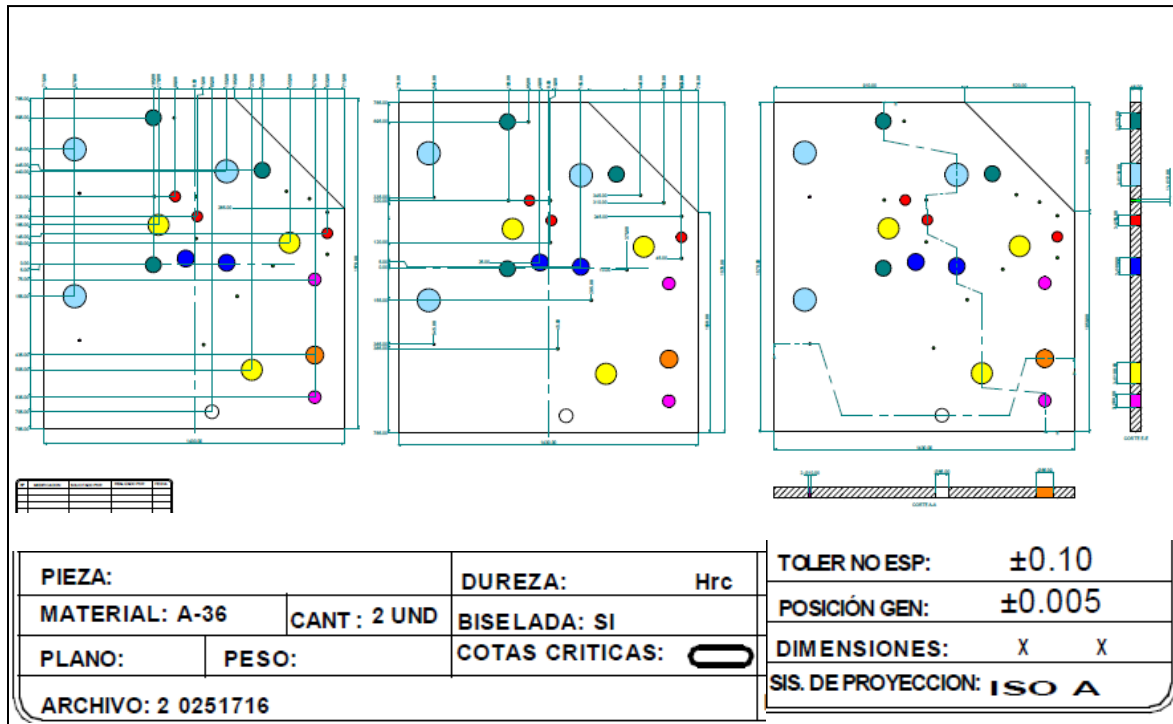




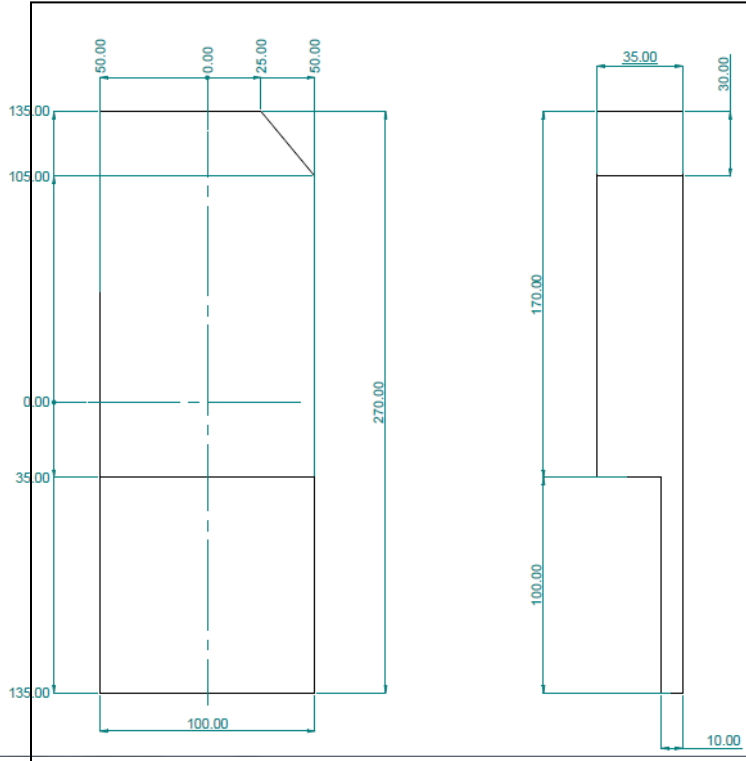
Plano de placas soporte del desbobinador




Plano de maquinado perforaciones de las placas



Plano de soportes



PIEZA:		DUREZA:	Hrc	TOLERNOESP:	±0.10
MATERIAL: A-36	CANT: 2 UND	BISELADA: SI		POSICIÓN GEN:	±0.005
PLANO:	PESO:	COTAS CRITICAS:		DIMENSIONES:	X X
SIC DE PROYECCION:					