

**MODELO DE EVALUACIÓN DEL INCREMENTO DE CAPACIDAD DE  
ALMACENAJE EN LA EMPRESA PLÁSTICOS ESPECIALES S.A.**

**BEATRIZ EUGENIA DIAZ VALDERRUTEN  
JUAN FERNANDO HERRERA SILVA**

**Trabajo de grado para optar el título de Maestría en Ingeniería Industrial**

**Director  
MSc. Ing. Jairo Guerrero**

**MAESTRIA EN INGENIERIA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
UNIVERSIDAD ICESI  
CALI – VALLE**

## **AGRADECIMIENTOS**

Damos gracias primero que todo a Dios por habernos permitido terminar nuestros estudios y por habernos iluminado y guiado en esta otra etapa de nuestra vida en donde una vez más de su mano salimos victoriosos.

A nuestros profesores integrantes de este grupo del ICESI, quienes con sus conocimientos hicieron que nosotros tomáramos esas fuentes de sabiduría y las transformáramos en conocimiento personal y comunitario en cada uno de nuestros entornos.

Y por supuesto agradecimientos a nuestras familias quienes con su moral y entusiasmo lograron comprender lo importante que era para nuestro crecimiento el terminar nuestros estudios y nos dieron el apoyo necesario para lograrlo.

## **RESUMEN**

El presente trabajo plantea una evaluación financiera de un caso de estudio basado en la información de la empresa PLASTICEL S.A, empresa vallecaucana productora de material plástico.

Según proyecciones de la demanda a diez años, la bodega presentará un gran déficit en la capacidad almacenamiento de materias primas y producto terminado, obligando así a plantear soluciones ante esta eminente situación de riesgo operativo en la que se verá involucrada toda la cadena logística de la compañía.

Con el análisis de la situación actual y evaluación de las posibles alternativas de solución al problema de almacenamiento proyectado, se espera encontrar la opción más viable que nos permita ser más eficientes y competitivos a nivel local y nacional como empresa productora de plásticos.

# CONTENIDO

	Pág.
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>10</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>17</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	21
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
<b>5. ALCANCE .....</b>	<b>22</b>
<b>6. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>23</b>
5.1. Sistemas de almacenamiento. ....	24
5.1.1. Conceptos básicos de almacenes. ....	26
5.1.2. Mantenimiento de bodega propia o arrendada.....	28
5.1.3. Centros de distribución .....	29
5.2. Planificación y planificación de flujos de efectivo .....	30
5.3. Herramientas de evaluación financiera.....	35
5.3.1. Indicadores de medición. ....	37
5.3.2. Evaluación económica y comparación de alternativas.....	38
5.4. Simulación de Montecarlo.....	42
<b>6. METODOLOGÍA.....</b>	<b>47</b>
<b>7. DESARROLLO.....</b>	<b>48</b>
7.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA OPERACIÓN LOGÍSTICA DE PLASTICEL..	48
7.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA OPERACIÓN LOGÍSTICA DE PLASTICEL..	49
7.3. DETALLE DEL PROBLEMA DE ALMACENAMIENTO EN PLASTICEL .....	50
7.4. PROYECCIONES Y PRESUPUESTOS DE LA DEMANDA Y LOS INVENTARIOS.....	54
7.5. ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA ALMACENAMIENTO.....	60
7.5.1. Alquiler de bodega satélite.....	60
7.5.2. Operador Logístico.....	61

7.5.3. Construcción bodega nueva .....	62
7.6. EVALUACIÓN FINANCIERA DE ALTERNATIVAS .....	64
7.6.1. Evaluación económica determinística .....	64
7.6.2. Evaluación económica probabilística (simulación).....	71
<b>8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>91</b>
<b>9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>96</b>
<b>10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>99</b>
<b>11. ANEXOS .....</b>	<b>101</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Produccion anual producto terminado en kg. ....	18
Tabla 2. Produccion anual promedio.....	18
Tabla 3. <b>Clasificación de los criterios de evaluación de alternativas y sus modalidades.</b> ....	38
Tabla 4. Datos sobre los montos de inversión para cada reactor. ....	41
Tabla 5. Indicadores de decisión de costo equivalentes entre las opciones de reactor. ....	41
Tabla 6. Histórico del inventario conjunto de resina y de lámina en kilos entre los años 2007 y 2011, las celdas sombreadas de color amarillo y azul son máximo y segundo más alto por año respectivamente. ....	50
Tabla 7. Estimación de factor para el requerimiento máximo de la bodega de materia prima considerando el inventario de materia prima de diciembre, en donde en promedio el inventario máximo de la bodega es 17% mayor al del mes de Diciembre. ....	51
Tabla 8. Histórico de las ventas en kilos y los crecimientos porcentuales de la compañía por línea de negocio entre los años 2007 y 2012. ....	54
Tabla 9. Histórico de las ventas en kilos de la compañía por línea de negocio entre los años 2007 y 2012. Los estadísticos de promedio y desviación estándar únicamente consideran los datos desde el 2008 al 2012.....	55
Tabla 10. Proyección de la demanda en kilos de cada línea de negocio para los años 2013 al 2022.....	55
Tabla 11. Análisis del inventario final histórico de productos finales, lo cual muestra que históricamente se ha mantenido un inventario al final de cada año de un 6,3% sobrees las ventas anuales equivalente a 3 semanas ( 22,7 días ) de ventas, con poca variabilidad. ....	56
Tabla 12. Proyección de los inventarios en kilos de cada línea de negocio desde el año 2013 al 2022.....	56
Tabla 13. Proyección de la producción en kilos de cada línea de negocio desde el año 2013 al 2022.....	57
Tabla 14. Listado de materiales y porcentaje de desperdicio para la fabricación del producto. ....	57
Tabla 15. Análisis del inventario final histórico de materias primas, se puede ver como para resina se manejan casi 3 meses de inventario (84 días) y 4 ½ meses (132 días) meses de inventario para resinas y láminas respectivamente. ....	58
Tabla 16. Proyecciones en kilos entre los años 2013 y 2022 de las necesidades netas de materias primas, los inventarios proyectados y las compras necesarias en cada año para poder suplir con el programa de producción anual mostrado en la Tabla 13.....	59
Tabla 17. Tabla resumen de las inversiones necesarias en el acondicionamiento de la bodega propia. ....	62

Tabla 18. Costo presente equivalente de no hacer nada y afrontar la falta de espacio con venta perdida. ....	64
Tabla 19. Indicadores económicos de Colombia históricos para el 2011 y proyectados para los años del 2012 al 2018. ....	66
Tabla 20. Estimación de costos operativos para cada alternativa de acuerdo al incremento de precios proyectado. Los costos de mantenimiento y movimiento están dados por tonelada al mes y el arriendo por año. ....	67
Tabla 21. Proyección de los flujos de las inversiones y costos que implican cada una de las 3 alternativas.....	69
Tabla 22. Costo equivalente presente de cada una de las 3 alternativas y su respectivo ranking .....	70
Tabla 23. Indicadores financieros fundamentales para el análisis incremental. ....	71
Tabla 24. Variables de entrada del modelo y sus respectivas distribuciones.....	72
Tabla 25. Resultado de análisis de regresión Demanda explicada por precio para los datos anualizados y mensuales.....	80
Tabla 26. Resultado de las pruebas Anderson Darling y Kolgomorov Smirnov para los datos de ventas en kilos de flexibles mensuales entre los años 2007 y 2012. La distribución que más se aproxima es la normal.....	83
Tabla 27. Estadísticos para las simulaciones de los CEP de las 3 opciones.....	85
Tabla 28. Análisis de sensibilidad sobre el número de periodos a evaluar y el costo de capital (TMR) con valor de mercado del 25%.....	92
Tabla 29. Análisis de sensibilidad sobre el número de periodos a evaluar y el costo de capital (TMR) con valor de mercado del 0%.....	93
Tabla 30. Tabla de flujos de efectivo en millones de alquilar los primeros 5 años y los restantes 10 construir usar la bodega propia. ....	94
Tabla 31. Costo equivalente presente de todas las alternativas a 15 años.....	95
Tabla 32. Comparativo CEP evaluación determinística y CEP simulado. ....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

<b>Figura 1 Clasificación de las diferentes clases de bodega de cuerdo al tipo de producto que almacenan.....</b>	<b>25</b>
Figura 2. Diagramas de flujo de dinero.....	41
Figura 3. Resultado del análisis incremental .....	42
Figura 4. Representación del VAR, del cero a la izquierda (que representa el 5%) son las posibles perdida .....	45
Figura 5 Vista superior bodega de Plásticos Especiales SA.....	48
Figura 6 Requerimiento de área en bodegas para los próximos 10 años de Plásticos Especiales S.A.....	52
Figura 7. Evolución de la inflación colombiana entre los años 1999 hasta 2011 y proyección de la misma para del 2012 al 2018 .....	66
Figura 8. Diagrama de ingresos y egresos de las 3 alternativas entre los años 2012 y 2022. ....	69
Figura 9. Diferencia entre las dos alternativas para poder aplicar el análisis incremental .....	70
Figura 10. Histórico del de la variación anual del IPC entre los años 1955 y 2012 .....	73
Figura 11. Histograma de los datos de inflación entre los años 2002 al 2012 con 3 intervalos.74	
Figura 12. Curvas de distribución acumuladas para la distribución real, exponencial y la lognormal. ....	77
Figura 13. Distribución de probabilidad de la inflación para los años 2019 al 2022 .....	78
Figura 14. Curva de Demanda en la teoría microeconómica de oferta y demanda. ....	79
Figura 15. Relación Precio – Demanda para cada una de las líneas de negocio, la línea delgada representa la demanda en kilos mientras que la línea gruesa con marcadores de año representa los precios por kilo.....	80
Figura 16. Elasticidad precio – demanda entre 2007 y 2012 (Eje Abscisas precios y eje Ordenadas Demanda en kilos). a) Anualizada y b) mensual.....	81
Figura 17. Información histórica del comportamiento de las ventas de flexibles entre los años 2007 y 2012.....	82
Figura 18. Distribuciones de probabilidad para los crecimientos anuales de cada mes en las líneas de negocio de la empresa para los 50 últimos datos. ....	84
Figura 19. Comparativo costo equivalente de Construir, Alquilar y Subcontratar. (Vista 3d, frontal y superior) .....	86
Figura 20. Histograma del VPN del análisis incremental de la simulación de las opciones de Construir y arrendar.....	87
Figura 21. Histograma del TIR del análisis incremental de la simulación entre las opciones de Construir y arrendar.....	88
Figura 22. Histograma del VPN del análisis incremental de la simulación de Construir y subcontratar.....	88



Figura 23. Histograma del TIR del análisis incremental de la simulación de Construir y subcontratar.....	89
Figura 24. Histograma de la simulación del CEP de la alternativa de construir.....	89
Figura 25. Análisis de sensibilidad sobre la simulación del CEP de construir. ....	90
Figura 26. Diagrama de flujos de efectivo de la alternativa por fases. ....	94

## GLOSARIO

- **TIR** (La tasa interna de retorno) es la tasa que iguala el valor presente neto a cero al mismo tiempo que identifica la rentabilidad de los dineros invertidos en el proyecto.
- **VPN** El Valor Presente Neto es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El Valor Presente Neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: MAXIMIZAR la inversión.
- **ROI** El índice de retorno sobre la inversión por sus siglas en inglés es un indicador financiero que mide la rentabilidad de una inversión, es decir, la tasa de variación que sufre el monto de una inversión (o capital) al convertirse en utilidades (o beneficios).
- **CPE** (Costo Presente Equivalente): permite comparar alternativas de igual vida útil, este indicador hace referencia a situaciones en donde no intervienen ingresos sino que únicamente se está detallando los egresos.
- **MAPE** o Error porcentual absoluto medio, mide la exactitud de los valores ajustados de las series de tiempo. Expresa la exactitud como un porcentaje.
- **MAD** quiere decir Desviación absoluta media, mide la exactitud de los valores ajustados de las series de tiempo. Expresa exactitud en las mismas unidades que los datos, lo cual ayuda a conceptualizar la cantidad de error.
- **MSD** quiere decir Desviación cuadrada media. La MSD siempre se calcula utilizando el mismo denominador,  $n$ , independientemente del

modelo, de manera que usted puede comparar los valores de la DCM a través de los modelos. La DCM es más sensible que DAM para medir un error de pronóstico inusualmente grande.

## 1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento del mercado a causa de la globalización puso en evidencia la falta de preparación de las empresas colombianas para poder responder a los altos niveles de producción sin caer en costos excesivos de manejo de inventarios.

Para lograr economías de escala e incrementar la competitividad y su capacidad para responder en términos de cantidad y calidad la organización ha tenido que ser dinámica y asertiva en la toma de decisiones.

La empresa Plásticos Especiales S.A. fue fundada en 1973 en la ciudad de Cali, Colombia, está dedicada a la producción de empaques (bolsas plásticas, empaques de confites etc.) y recipientes plásticos rígidos de diferentes capacidades que cumplen con los estándares de calidad tanto para clientes nacionales como internacionales.

Los empaques están dirigidos a diferentes industrias tales como panificación, confitería, productos del hogar, aseo, cosméticos, etiquetas y textiles, entre otros tiene como política ofrecer a sus clientes una disponibilidad de materiales que permita reaccionar de una manera ágil a los requerimientos que el mercado le exige a los clientes.

Con el presente trabajo propondremos una metodología para encontrar la mejor alternativa de almacenaje en la compañía. En la metodología se utilizara herramientas de simulación como la simulación Montecarlo, la cual da la posibilidad de generar valores a las variables críticas obteniendo resultados esperados. Esta técnica se empleara utilizando un software especializado llamado Cristal Ball. Esta simulación permite definir los diferentes escenarios de las variables mas críticas de tal manera que se puedan establecer los rangos relativos en los que se pueden mover estas variables para la toma de decisiones.

Para determinar la distribución de los datos con que se alimenta el modelo se hizo uso de las herramientas estadísticas definidas por Crystal Ball llamadas Anderson-Darling y Kolmogorov-Smirnov, las cuales permiten definir que distribución se ajusta al comportamiento de los datos.

En el modelo se emplean indicadores financieros como el VPN y el CEP de los proyectos, al final se analizan los distintos resultados pasando desde el mismo método tradicional (determinístico) hasta el estocástico, seguido se analizan y comparan los resultados de los diferentes escenarios que permitan tomar la mejor decisión entre construir, subcontratar la operación o alquilar, llegando finalmente a las conclusiones y recomendaciones después del análisis de los resultados de la simulación.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

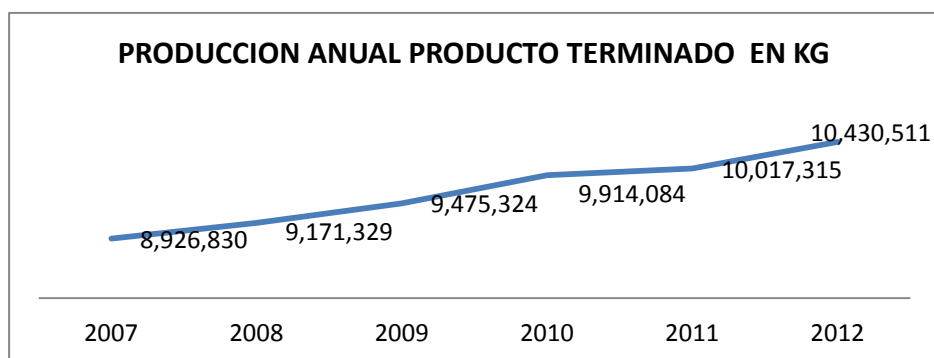
Con el ánimo de seguir su misión y alcanzar su visión Plásticos Especiales S.A ha tenido un mejoramiento continuo en sus procesos y capacidad de producción, haciendo hincapié en avanzar de manera sistémica en correlación con la tecnología, con el fin de mejorar la calidad de sus productos, elevar el nivel de satisfacción de sus clientes y lograr una mejor participación en el mercado de soluciones plásticas tanto a nivel nacional como internacional.

Por los motivos sustentados se hace imperante que el área de almacenamiento de materias primas y producto terminado cuente con el espacio necesario que permitan un manejo adecuado para cumplir con los más altos estándares de calidad que la cadena de suministro y abastecimiento pueda requerir, por lo cual se genera la necesidad de realizar un estudio de factibilidad que permita conocer la viabilidad de realizar un proyecto que reorganice la estructura y métodos del área de Almacenamiento de materias primas y producto terminado de la compañía. En la actualidad el almacén no dispone del área necesaria lo que genera saturación e ineficiencias en el manejo de los materiales de almacén.

Actualmente la compañía cuenta con un área de 5.077,7 m<sup>2</sup> y una capacidad en toneladas de 3.200 TN de materia prima entre resinas y láminas y con 384 TN de producto terminado.

De acuerdo a la demanda (Ventas) de la compañía de los últimos 6 años se establecen los siguientes datos. El crecimiento en producción ha sido del 17% aunque no es de manera lineal comparando las ventas entre los años 2007 y 2012, sin tener en cuenta el crecimiento esperado por la ampliación de la capacidad instalada.

**Tabla 1. Produccion anual producto terminado en kg.**



**Fuente. Histórico de ventas PLÁSTICOS ESPECIALES S.A**

De acuerdo a la proyección de las ventas esperadas y de acuerdo al factor de consumo de materiales establecido para el producto terminado se calcula la cantidad de materia prima que se necesita para cumplir con los requerimientos de producción, encontrando que para poder cumplir los requerimientos en el año 2012 se necesitarían 1.001 toneladas de materia prima mensual. De acuerdo a esto y para cumplir con la política de la compañía de mantener tres meses de inventario, política la cual es fundamentada en el Lead Time de las materias primas las cuales son importadas, se deberían tener 3.004 toneladas valor muy cercano a las 3.200 toneladas de la capacidad actual de la bodega.

**Tabla 2. Produccion anual promedio**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Variacion ultimos 6 años
Promedio produccion mensual	743.903	746.227	780.961	826.174	834.209	869.209	17%
Delta de crecimiento por año		0%	5%	6%	1%	4%	
Requerimiento mensual inv. Resinas para produccion	578.533	587.714	607.915	630.103	637.375	661.193	14%
Requerimiento resinas para la venta	115.707	117.543	121.583	126.021	127.475	132.239	14%
<b>Total Resinas</b>	<b>694.240</b>	<b>705.257</b>	<b>729.498</b>	<b>756.124</b>	<b>764.850</b>	<b>793.432</b>	
Requerimiento mensual inv. Laminas para produccion	163.370	176.564	181.695	196.071	197.401	208.016	27%
<b>Total mensual requerida para produccion</b>	<b>857.610</b>	<b>881.821</b>	<b>911.193</b>	<b>952.195</b>	<b>962.251</b>	<b>1001.448</b>	
Inv. Requerido por la empresa de acuerdo a la política de 3 meses de inv.	2572.830	2645.463	2733.579	2856.585	2886.753	3004.344	

**Fuente. Histórico de consumos PLÁSTICOS ESPECIALES S.A**

Si tenemos en cuenta el incremento en la capacidad instalada de producción y el crecimiento esperado en ventas, datos los cuales son suministrados por los

departamentos de producción, mercadeo y ventas, se hace necesario evaluar la capacidad de almacenaje y las condiciones futuras para seguir prestando un servicio al área de producción y a los clientes, motivo por el cual se realiza este trabajo en donde se analiza el crecimiento esperado de la compañía en ventas y se enfoca en solucionar el problema de almacenamiento a futuro.

Teniendo en cuenta la situación actual del área de Almacenamiento de materias primas y producto terminado de la compañía, se toma la decisión de aplicar modelos que traten de resolver el problema de capacidad de almacenamiento y ubicación de los mismos basándose en criterios cuantitativos solamente tratando de reducir los costos fijos, los costos de transporte entre la empresa productora y los clientes.

Es importante contemplar la evaluación financiera del proyecto dentro de la etapa de formulación del proceso en la toma de decisiones, considerando el monto de la inversión, costo de la operación, ingresos y en general el flujo de caja que permiten aplicar criterios que llevan a la viabilidad del proyecto, teniendo en cuenta las técnicas tradicionales de evaluación de proyectos de inversión en donde se es rechazado o aceptado dependiendo del resultado del VPN y CEP.

Con este proyecto se pretende establecer una opción que permita tomar la mejor decisión para el almacenamiento de la empresa de PLÁSTICOS ESPECIALES S.A.



### 3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad para mantenerse dentro del mercado cambiante de los empaques flexibles las compañías del sector han optado por aprovisionarse de equipos tecnológicos que les permitan alcanzar de manera efectiva los requerimientos planteados por los clientes, esto es determinante en la prestación de un buen servicio y en la manera en que se deben organizar sus procesos productivos.

Por estos motivos la compañía Plásticos Especiales S.A. ha entrado en una etapa de modernización de sus equipos iniciando con la compra de cuatro máquinas (dos extrusora de polietileno y dos máquinas impresora de 10 colores) que elevan su capacidad de producción instalada en un 60%, esto con el ánimo de seguir el objetivo de aumentar la participación de la compañía en el mercado de soluciones de empaques flexibles. Esta mejora tecnológica se hace ya que nuestro principal cliente que es Comestibles Aldor el cual representa el 40% de las ventas de la compañía Plásticos Especiales S.A. aumenta sus compras y requiere de flexibilidad y disponibilidad de material, es así como se crea la necesidad de desarrollar un estudio de factibilidad para determinar la nueva distribución física del área del almacenamiento de Materias primas y producto terminado de la compañía.

En la actualidad la compañía Plásticos Especiales S.A. cuenta con dos áreas de almacenamiento ubicadas dentro de las instalaciones que son esenciales en el desarrollo del objeto social de la compañía, pero estas instalaciones no podrán cubrir las necesidades de espacio proyectadas de acuerdo al crecimiento de la de la demanda esperada para suplir el mercado, es esta la razón por la cual se generan resultados en donde se analiza la mejor opción para solucionar el problema de almacenamiento en donde como alternativas se evalúa el construir, alquilar o subarrendar la operación teniendo en cuenta los costos reflejados en un análisis financiero utilizando CEP, VPN y TIR.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un modelo para la evaluación de alternativas para incrementar la capacidad de almacenaje de materia prima y producto terminado de la empresa Plásticos Especiales S.A.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir la capacidad actual de almacenaje de materias primas de la empresa Plásticos Especiales S.A.
- Analizar las alternativas que incrementen la capacidad de almacenaje y definir los criterios de selección.
- Desarrollar un modelo de evaluación de las alternativas del incremento de capacidad de almacenaje.

## 5. ALCANCE

Este proyecto se enfocara en realizar un modelo que permita definir la mejor alternativa para dar manejo al almacenamiento de materias primas y producto terminado, ofreciendo a sus clientes disponibilidad de materiales bajo el criterio de **Make To Stock MTS** en la empresa de Pasticos Especiales S.A, quien es una integrante del grupo empresarial Aldor y socio estratégico que satisface las necesidades de empaque de las otras empresas del grupo.

Este trabajo se enfocara únicamente en el mejoramiento de la capacidad de almacenamiento por tal motivo se planteara la metodología de trabajo a partir del uso de la técnica de la simulación Montecarlo apoyada en las herramientas de Crystal Ball y la evaluación financiera, buscando la mejor alternativa que nos permita reducir costos y la obtención de un mejor nivel de servicio.

## 6. MARCO TEÓRICO

Para llevar a cabo un proceso de subcontratación logística, primero que todo el servicio debe responder a la consecución de una mayor competitividad empresarial y no a una moda "pasajera". Para ello, por lo que se debe analizar la situación y para valorar las ventajas e inconvenientes y riesgos que tal decisión comporta.

Subcontratar implica evaluar la opción de operar uno mismo, ante lo cual la firma afronta un nivel de inversiones para externalizar el servicio, lo que permite utilizar otras áreas de negocio, el capital o la capacidad de financiación no invertido en terrenos, edificios o equipamientos, al tiempo que se transfiere el riesgo de gestión al suministrador del servicio [Nazario, F.Gómez A 2002].

La primera consideración a ser tomada en cuenta al realizar la planeación de los requerimientos de almacenamiento es la estimación o **proyección de la demanda** del producto terminado y de las materias primas, esta información junto con especificación del **sistema de almacenamiento** y abastecimiento permiten anticipar los requerimientos de espacio esperados de la planta de acuerdo a un panorama de ventas a futuro.

El primer paso debe de ser la estimación de la demanda y de los precios, ya que el control de la producción y los inventarios deben de partir de estos requerimientos, para proyectar el espacio y los costos incurridos.

Posteriormente a la estimación de requerimientos de capacidad en un intervalo de tiempo, también se debe evaluar las alternativas disponibles para poder afrontar la situación de una posible falta de espacio para almacenamiento, para lo cual debe de determinarse **los costos**, gastos e inversiones asociadas a cada uno de las opciones. Por consiguiente debe de definirse la forma en la que se van a costear los diferentes procesos que se llevan a cabo en la bodega de almacenamiento.

Cada una de las opciones implica una serie de gastos y movimientos de mercancía entre bodegas sean propios, alquiladas o subcontratadas, para poder evaluar estas alternativas deben verificarse disponibilidad de capacidad y de movimiento de mercancía en el tiempo para lo cual la formulación en hojas de cálculo para **presupuestar** estos montos resulta ser de gran utilidad. Ya que permite describir un plan de acción con cierto grado de asertividad.

La estimación de gastos y costos arrojado por el modelo junto con los montos de inversión permiten **evaluar financieramente** las alternativas de acción, mediante el uso de técnicas de valoración de costos equivalentes en el tiempo.

A continuación se desglosa cada una de los temas relevantes dentro del marco teórico para el presente documento.

### **5.1. Sistemas de almacenamiento.**

Desde la revolución industrial y el advenimiento de la globalización de los mercados y la masificación de las economías de escala los medios de producción se han vuelto cada vez más eficientes y económicos en la transformación de materias prima en productos terminados.

No obstante para poder hacer frente a una mayor productividad de la industria, los medios de almacenamiento también tuvieron que evolucionar, tanto en infraestructura y equipos como en políticas de manejo y gestión de información.

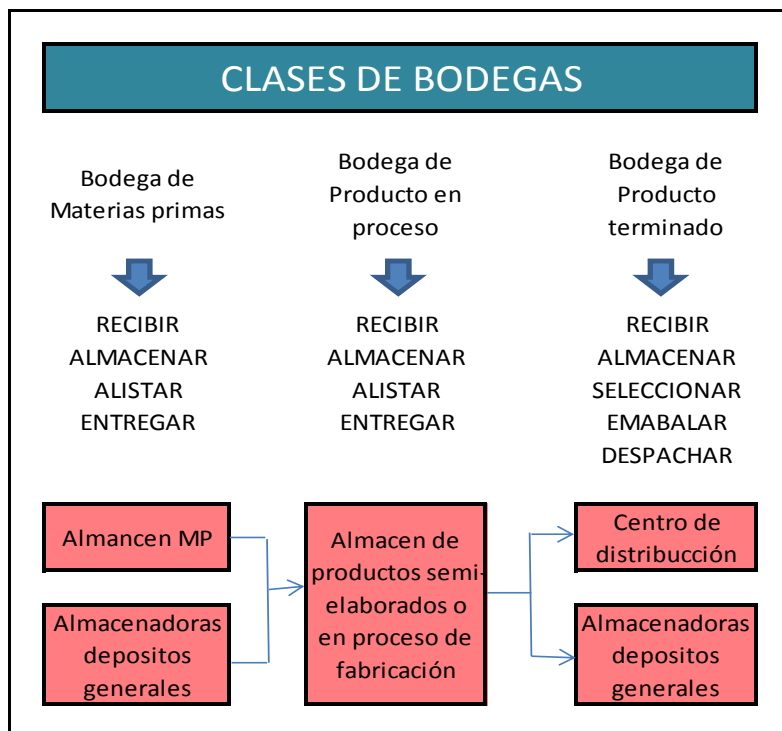
En muchos sectores el almacenamiento y manejo de materiales, sin incluir el costo de los inventarios, pueden llegar a ser el 25% de los costos logísticos totales (HIGH LOGISTIC, 2011) estos incluyen el costo de procesar ordenes de los clientes, , planificar inventarios, comprar, transportar y almacenar, este indicador nos muestra los recursos utilizados para la gestión logística comparados con las ventas de la empresa, Lo anterior da a entender que el manejo de materiales puede significar mucho dinero. Sin embargo desde 1999 la globalización a generado presiones para la reducción de estos costos a

niveles competitivos y es así como las grandes empresas manejan costos de alrededor del 10% y las pequeñas, costos de alrededor del 26%

Sin embargo se debe hacer claridad que la identificación de los costos logísticos en Colombia, no se presenta de manera masiva ya que solamente un valor cercano al 28% industria, encontramos indicadores como lo son el valor promedio de los inventarios, costo de cague y descargue y costo de transporte.

Independiente de la forma en que se maneje el servicio de almacenamiento, dentro de la administración de la bodega se deben de coordinar actividades como la descarga de productos recibidos, la ubicación en la zona de almacenamiento, su posterior traslado a la zona de preparación de pedidos y el alistamiento y preparación de pedidos verificación, embalaje y despacho. La Figura 1 corresponde a la clasificación de las bodegas de acuerdo al tipo de ítem que almacena, materia prima, producto en proceso o producto terminado.

**Figura 1 Clasificación de las diferentes clases de bodega de acuerdo al tipo de producto que almacenan**



Fuente: Notas de clase de profesor Felipe Bravo Bastidas

Independiente de cuál de las tres tipos de almacenes se habla, los principios de la bodega deben ser los siguientes:

1. Mantener el stock previsto de materiales y mercancía al costo mínimo.
2. Controlar perfectamente los inventarios, la facturación y los pedidos.
3. Lograr que el movimiento diario de productos a lo largo de las operaciones sea eficiente.
4. Prestar el mejor servicio al cliente interno y externo.

### **5.1.1. Conceptos básicos de almacenes.**

Almacén tiene como definición el lugar donde se guardan diferentes tipos de mercancía. Esta función controla físicamente y mantiene todos los artículos inventariados

#### **Función de los Almacenes:**

- Mantener las materias primas protegidas de incendios, robos y deterioros.
- Controlar el acceso a personas autorizadas
- Mantienen en constante información al departamento de compras, sobre las existencias reales de materia prima.
- Llevar controles sobre las materias primas (entradas y salidas).
- Vigila que no se agoten los materiales (máximos-mínimos).

#### **Actividades del almacén:**

- Recepción de mercancías.
- Identificación de mercancías.
- Clasificación de las mercancías.
- Despacho de mercancías para su almacenamiento

- Disponer de las mercancías
- Preparar las mercancías para su envío (picking)
- Preparar envíos

Despacho y realización de los envíos.

**Función de las Existencias:** Garantizar el abastecimiento e invalida los efectos de:

- Retraso en el abastecimiento de materiales
- Abastecimiento parcial
- Compra o producción por lotes buscando economías de escala.
- Atención a las necesidades.

La ubicación de los productos dentro del almacén afecta directamente al costo total de las actividades de manejo de mercancías dentro del mismo. En este aspecto es necesario lograr un equilibrio entre los costos de manejo y la utilización del espacio de almacén. Por ello, a la hora de hacer el diseño interno del almacén, existe una serie de factores a considerar en cuanto al espacio de almacenamiento y la recogida de productos para la preparación de pedidos.

Los dos principales enfoque en la distribución de los almacenes son:

### **Diseño enfocado al almacenamiento**

En los almacenes en los que se utiliza transferencias y movimientos son escasos, la actividad de almacenamiento marca el diseño de los mismos. De este modo, las zonas de almacenamiento serán amplias y profundas, los pasillos laterales pueden ser más estrechos. Esta disposición supone que el



tiempo extra necesario para mover la mercancía hacia y desde las áreas de almacenamiento se ve más que compensado por la utilización plena del espacio del almacén. A medida que las transferencias y movimientos aumentan, este diseño deja de ser satisfactorio, obligando a hacer modificaciones que mantengan los costos de manejo dentro de unos límites razonables. De este modo, los pasillos se deben ir ampliando, disminuyendo a su vez la altura de almacenamiento. Estas medidas contribuyen a reducir el tiempo de ubicación y recogida de las mercancías.

Diseño enfocado a la recogida y preparación del pedido dado que en el flujo de un producto dentro de un almacén, éste casi siempre llega en cantidades mayores que posteriormente en su salida, la recogida de mercancías para la preparación del pedido es un factor primordial a la hora de diseñar un almacén. Este diseño para satisfacer las necesidades de almacenamiento y las de la preparación de pedidos, puede llevar a tener costos más altos y a hacer una pobre utilización del espacio del almacén.

### **5.1.2. Mantenimiento de bodega propia o arrendada**

El hecho de mantener una bodega propia o alquilar una bodega para el manejo de materiales implica los siguientes costos asociados:

- **Costos de instalaciones:** Estos son los directamente relacionados al espacio físico (Seguros, impuestos, arriendo, gastos financieros o leasing).
- **Costo de operación:** Funcionamiento de equipo, energía, teléfono, acueducto.

- **Costo de mantenimiento:** Se refiere a los costos por preservar en funcionamiento tanto la infraestructura como los equipos (Reparaciones, reconstrucciones y etc.)
- **Costo de reposición:** Adquisición de nuevos equipos e instalaciones
- **Costo de obsolescencia:** Venta y renovación de equipo y edificios obsoletos
- **Costo de mano de obra:** Salarios, horas extras, prestaciones, bonificaciones personal directo e indirecto

**Ventajas:** Alto grado de utilización, mayor control, manejos especiales, disponibilidad de espacio para otras actividades.

**Desventajas:** Alta inversión de capital, mayores costos si la inversión es baja, dificultad de cambios estratégicos.

### **5.1.3. Centros de distribución**

Son infraestructuras físicas en conjunto con equipos que permiten almacenar productos, máquinas y materias primas, brindando la posibilidad de trasladar fácilmente su contenido bien sea a clientes internos o externo.

Se conforma por una o más bodegas que pueden contar con medios de preservación de productos (congeladores), en las cuales se puede organizar y disponer la.

Su ubicación se relaciona con cobertura deseada, las características de la población, los recursos naturales, disponibilidad de fuerza de trabajo,

impuestos, servicios de transporte, clientes, energía, rutas disponibles, entre otras.

**Ventajas:** Extensa variedad de selección de servicios, no hay inversión de capital, flexibilidad de localización, personal altamente entrenado y otros servicios de valor agregado

**Desventajas:** Posible pérdida de control y dificultades para manejos especiales, mayores costos de transporte de materiales.

## 5.2. Planificación y planificación de flujos de efectivo

La demanda es la única que se pronostica ya que los valores de los inventarios y los montos de producción dependen de está. Para realizar un presupuesto, algunos autores usan las denominadas **cedulas presupuestales** para simplificar el paso a paso en el cálculos (Burbano, J, 2005).

1. **VENTAS:** Calcula el monto de los ingresos netos por concepto de los servicios, y/o productos que se vendan o los aportes públicos o privados que se reciban. Para un producto  $i$  cuya demanda y precios son  $D_i$  y  $P_i$  respectivamente, el cálculo de su venta se da en la siguiente fórmula para  $N$  productos que tenga en el mercado.

$$ventas = \sum_{i=1}^N D_i * P_i \quad (1)$$

**Ecuación 1. Calculo de los ingresos por ventas (Burbano, J, 2005).**

2. **PRODUCCIÓN UNIDADES:** El cálculo de esta se realiza a en base a las políticas de aprovisionamiento, cantidad de inventario disponible y tamaño de las ventas.

Si la estimación de la producción tuviera que hacerse en un periodo corto (1 a 4 meses) la consideración de muchos aspectos en la reducción de costos haría que el cálculo del programa de producción fuera una tarea compleja, sin embargo para el presente trabajo el periodo de análisis es de un año y el horizonte de tiempo es superior a los 5 años por tal motivo el cálculo del tamaño de la producción solo debe de considerar la ecuación básica de balance de inventario, para cualquier periodo t y todo producto i.

*inventario final = inventario inicial + producción – ventas*

$$I_{t i} = I_{t-1 i} + X_{t i} - D_{t i} \quad (2)$$

**Ecuación 2. Ecuación de balance de inventario (todo lo que entra más lo que ya había debe ser igual a lo que sale)**

Donde  $I_{t i}$  es el inventario final del periodo t del producto i,  $I_{t-1 i}$  es el inventario final del periodo t-1 del producto i o también se podría enunciar como el inventario inicial del periodo t del producto i,  $X_{t i}$  y  $D_{t i}$  son la producción y la demanda de los productos i en los periodos t.

De esta ecuación se supone que se conoce los valores de la demanda (que ha debido pronosticarse de acuerdo con las metodologías explicadas en el 5.3), y el inventario inicial en el periodo cero ( $I_{0 i}$ ) que no es más que el inventario del producto en el momento antes de comenzar la proyección.

Entonces para el periodo 1 (t=1) se tienen como incógnitas la producción ( $X_{1 i}$ ) y el inventario final ( $I_{1 i}$ ), ya que los demás valores son conocidos.

De tal forma que para poder estimar el tamaño de la producción deberá de asumirse un valor para el inventario final y de esta forma se calcula el monto de producción específico para ese periodo de tiempo.

Para lo cual debe de revisarse cuál es la política de inventario de seguridad que se maneja en la compañía, esto sale de lo que la

gerencia de operaciones decida o de lo que los históricos muestren. Por ejemplo se ha visto que históricamente o por política de la compañía al final del mes debe de establecerse un 30% de las ventas del mes en inventario al terminar el mes se puede redefinir la ecuación anterior para calcular el inventario inicial en proporción a las ventas del mes t (las cuales son un dato conocido).

$$30\% * D_{t i} = I_{t-1 i} + X_{t i} - D_{t i} \quad (3)$$

**Ecuación 3. Inventario inicial en proporción a las ventas**

De esta forma la única incógnita que queda en la ecuación para hallar es la cantidad a producir en cada periodo.

$$X_{t i} = (1 + 30\%) * D_{t i} - I_{t-1 i} \quad (4)$$

**Ecuación 4. Cantidad de producción en cada periodo.**

3. **CONSUMO Y COSTO DE MATERIAS PRIMAS:** De acuerdo a la cedula anterior, se explosiona de acuerdo a el listado de materiales para establecer cuanta materia prima es necesaria para cumplir con la producción. Para poder cuantificar esta cedula es necesario tener la lista de materiales j necesarios para fabricar cada producto i, en el periodo t.

De esta forma para fabricar una unidad del producto i requiere K unidades del insumo j, lo que significa que fabricar  $X_{t i}$  unidades del producto i en el periodo t genera un requerimiento de  $K * X_{t i}$  unidades de la materia prima j.

Para saber por materia prima cuanto son los requerimientos necesarios en cada mes para cumplir con el programa de producción establecido se usa la siguiente formula.

$$Y_{t j} = \sum_{i=1}^N K_{j i} * X_{t i} \quad \forall t, j \quad (5)$$

**Ecuación 5. Calculo de requerimiento.**

Donde  $K_{ji}$  significa la cantidad del insumo  $j$  que requiere una unidad del producto  $i$  para ser fabricado y la cantidad necesaria de insumos  $j$  en el periodo  $t$  se representa con  $Y_{tj}$ .

4. **COMPRAS DE MATERIAS PRIMAS:** Tomando como referencia las necesidades de materia prima de la cedula anterior, junto con la disponibilidad de materia prima en la bodega se procede a consumir el insumo tanto de lo que ya estaba en bodega como también de lo que se compró.

Lo primero que debe determinarse es cuanta cantidad de materia prima debe de comprarse, para esto aparte de los requerimientos netos también debe de revisarse los inventarios de materia prima y establecer la política de aprovisionamiento de materia prima.

$$\begin{aligned} & \textit{inventario final (MP)} \\ & = \textit{inventario inicial (MP)} + \textit{compras} - \textit{necesidad} \\ I_{tj} & = I_{t-1j} + C_{tj} - Y_{tj} \end{aligned} \quad (6)$$

**Ecuación 6. Ecuación de balance de inventario para la materia prima.**

Al igual que en los cálculos de la cedula 2 el inventario final se re expresa en proporción al tamaño del requerimiento del periodo siguiente, de esta forma se puede estimar el valor del tamaño de la compra necesaria para poder fabricar el programa de producción establecido. Por otro lado de acuerdo a la metodología de consumo que se esté utilizando (FIFO, LIFO u otros) se puede consumir contablemente (y físicamente) el inventario de materia prima.

Los costos estimados estarían dados por los precios de los insumos de inventario y los precios de las materia primas al momento de la compra, sería la ecuación anterior multiplicada por los respectivos costos de cada insumo  $j$  en cada periodo  $t$ ,  $P_{tj}$  para encontrar los costos totales.

$$P_{tj} * I_{tj} = P_{t-1j} * I_{t-1j} + P_{tj} * C_{tj} - P_{tj} * Y_{tj} \quad (7)$$

**Ecuación 7. Cálculos de costos estimados.**

5. **MANO DE OBRA DIRECTA:** Para definir estos costos es necesario contar con la información de los tiempos estándar (expresados en horas hombre) por etapa para cada producto  $i$ , además de los costos de mano de obra es cada etapa  $c$  (ya que cada etapa requiere personal con diferentes destrezas y grados de capacitación que pueden tener costos distintos).

Dependiendo del grado de detalle que se le quiera dar al presupuesto de gastos que se está construyendo es posible definir con los datos de nómina cuanto deberían de ser las horas extras, las contrataciones necesarias y el tamaño de la producción subcontratada.

El cálculo de las horas necesarias por departamento se realiza de acuerdo a la ruta de proceso para cada producto  $i$  en donde se establece porque etapa  $c$  pasa. La ecuación siguiente permite calcular en cada periodo cuantas horas son necesarias en cada etapa.

$$\begin{aligned} \text{Horas necesarias (etapa)} &= \sum \text{producción} * \text{horas empleadas} \\ H_{tc} &= \sum_{i=1}^N w_{ci} * X_{ti} \quad \forall t, c \end{aligned} \quad (8)$$

**Ecuación 8. Horas necesarias por etapa.**

$$\begin{aligned} \text{Horas necesarias (producto)} &= \sum \text{producción} * \text{horas empleadas} \\ H_{ti} &= \sum_{c=1}^Q w_{ci} * X_{ti} \quad \forall t, i \end{aligned} \quad (9)$$

**Ecuación 9. Horas necesarias para producir.**

Donde  $w_{ci}$  representa las horas estándar necesarias para fabricar una unidad del producto  $i$  en la etapa  $c$ .

6. **COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN:** Estos costos son los que salen de aquellos gastos en que se incurren para poder desarrollar el proceso de producción (distintos a los costos de materia prima y de

mano de obra) y tienen que ver más con los costos de apoyo pero que no son directamente atribuibles al proceso, tales como el alquiler de la planta, que se pueden dividir en dos clases, los fijos (de fácil identificación) y los semi variables (de difícil identificación), la cuales muestran una relación no tan directa con el tamaño de la producción.

Para distribuir estos costos (CIF) entre los distintos productos, se puede usar las horas empleadas en la fabricación de cada producto y de esta forma se distribuye porcentualmente.

$$CIF_{ti} = CIF_{t\ total} * \frac{H_{ti}}{\sum_{i=1}^N H_{ti}} \quad (10)$$

**Ecuación 10. Participación de los costos indirectos de participación por producto.**

Posteriormente, para calcular el costo unitario se divide este valor por el total de unidades producidas en ese año.

$$CIF(\text{unitario})_{ti} = \frac{CIF_{ti}}{X_{ti}} \quad (11)$$

**Ecuación 11. Calculo de los costos unitarios indirectos de fabricación.**

7. **COSTOS ESTÁNDARES DE PRODUCTO:** Por último luego de haber terminado las cedulas anteriores se procede a calcular los costos unitarios de materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación, esto se convierte en el punto de partida en el cómputo del precio de venta.

### **5.3. Herramientas de evaluación financiera.**

Las inversiones o asignaciones de recursos en distintas áreas de la organización son la base del progreso y de los logros de ella, por tanto es necesario desarrollar conceptos, métodos y herramientas específicas para evaluarlas y decidir asertivamente sobre ellas (Varela, 1997).



Aunque las inversiones y decisiones que existen son muy variadas, es posible agruparlas en 4 categorías relacionadas con los alcances de la inversión.

- **Inversiones de remplazo:** Implican cambiar algo que ya estaba en marcha y que se deterioró, pero no implica mejora tecnológica, de capacidad, de factores económicos, de forma o de estrategia de operación.
- **Inversiones de expansión:** Aquellas orientadas a hacer crecer la capacidad productiva, a producir un nuevo producto o a entrar en un mercado no explorado.
- **Inversiones de modernización:** Encaminadas a una mejora tecnológica, una mayor tasa de producción, una mejor calidad, que posibiliten el uso de materia prima de menor costo o que reduzcan el consumo energético y de otros recursos.
- **Inversiones estratégicas:** Las que se destinan a dar fortaleza a la organización a largo plazo. Cualquiera que sea su objetivo presentan características muy específicas que son necesarias tomar en cuenta cuando se analizan, tanto en términos de los datos como de los criterios de decisión.

### 5.3.1. Indicadores de medición.

Dependiendo del tipo de alternativa que se quiere comparar se usan distintos indicadores financieros en razón al principio básico financiero del valor del dinero en el tiempo. (Burbano, J, 2005).

**VAN (Valor actualizado neto):** En inglés NPV, es un cálculo matemático que permite hallar en precios actuales de un número de flujos de caja futuros, originados por una inversión, descontándole a este valor la inversión inicial. El resultado de esta valoración estará dado en el momento cero la expresión que lo determina es la siguiente.

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad (13)$$

#### Ecuación 12. Valor Actual Neto

Donde  $V_t$  es el valor de cada flujo en cada momento del tiempo  $t$ , donde  $k$  es la tasa de descuento de la inversión dada por la esperanza mínima de rendimiento del inversionista y  $I_0$  es el valor de la inversión inicial y  $n$  es el tamaño del horizonte de evaluación. Cuando el valor de esta fórmula sea positivo se recomienda aceptar esta alternativa.

Para el presente trabajo, la decisión relevante será la de alternativas que producen un mismo servicio, esto se refiere a las situaciones en las cuales los beneficios (salida, ingreso, producción, almacenamiento, purificación, etc.) generados por las alternativas son exactamente iguales.

Al ser iguales los beneficios (salidas) la comparación se realiza en función de los egresos y de la inversión inicial, costos de operación, mantenimiento y valor de mercado. Generalmente las comparaciones se hacen en términos de costos equivalentes, presentes, anuales o futuros y con el criterio de minimización.

### 5.3.2. Evaluación económica y comparación de alternativas.

En el momento en que se toma una decisión de índole económica y financiera son muchos los criterios a considerar, algunos autores caracterizan estas decisiones de la siguiente forma.

Tabla 3. Clasificación de los criterios de evaluación de alternativas y sus modalidades.

CRITERIO	MODALIDADES
BENEFICIOS	Igual servicio
	Diferente servicio
DURACIÓN	Igual vida de servicio
	Diferente vida de servicio
INTERRELACIÓN	Excluyentes
	Independientes
	Complementarias

Fuente: Varela 1997

Bajo el criterio de beneficio las alternativas de igual servicio se refieren a aquellas cuyos beneficios (salida, producción, ingreso, conversión, etc.) generados por cada alternativa son los mismos, por ejemplo el vivir o alquilar una casa, el servicio en ambos casos es el mismo (la disponibilidad de un espacio en el cual vivir y/o almacenar bienes personales), lo que cambia en este caso es la forma en que se pacta la consecución de este servicio.

Cuando el servicio es diferente, se supone que los ingresos no son iguales entre todas las alternativas, por lo tanto estos si deben ser considerados en la evaluación que se realiza y la información se analiza con el VPN (Valor presente neto), VAN (Valor anual neto), VFN (Valor futuro neto) y tasa interna de rentabilidad (TIR).

Por otro lado cuando los beneficios (salidas) son iguales la comparación se realiza en función de los egresos y de la inversión inicial, costos de operación, mantenimiento y valor de mercado. Generalmente las comparaciones se hacen en términos de costos

equivalentes, presentes (CPE), anuales (CAE) o futuros (CFE) y con el criterio de minimización.

La vida del servicio hace referencia al periodo por el cual la alternativa está dada, cuando hablamos de igual vida de servicio estaremos hablando que la vida útil de todas las alternativas son iguales (ejemplo de esto es la compra de dos molinos con una vida útil de 10 años), cuando son diferentes los periodos son diferentes y por tanto hay que aplicar ciertos criterios especiales para comparar.

En el caso de la interrelación excluyente significa que la realización de un proyecto excluye el poder realizar otro, alternativas independientes son aquellas cuya realización no afecta en nada la realización de las demás, y cuando son complementarias significa que el hecho de realizar un conjunto de proyectos al tiempo implica que los beneficios serán mayores o menores (según sea el caso) que la suma de los resultados individuales de cada alternativa.

Por si solas el análisis tanto de valores y/o costos netos y equivalente no ofrece la certeza de haber escogido la mejor decisión, puesto que debe considerarse la reinversión de los recursos cesantes (lo que sobra luego de invertir en el proyecto) a la tasa mínima de retorno (TMR) propia del inversor (CDT, reinversión en la empresa, bonos u otros productos financieros).

Para saber si invertir en una alternativa y reinvertir el dinero a la tasa TRM es mejor opción que otras de las predichas se usa el criterio del análisis incremental.

En el caso de la evaluación de alternativas de diferente servicio (donde hay que tomar en cuenta los ingresos), primero se obtienen los indicadores VPN y TIR, luego de aquellas alternativas que pasen la prueba de factibilidad ( $VPN \geq 0$  y  $TIR \geq TMR$ ) se les aplica el análisis incremental.

Este análisis consiste en tomar aquellas alternativas que pasaron la prueba de factibilidad y las compara en forma de pareja, comenzando con los proyectos con VPN más grandes, luego de esto se selecciona la alternativa que se seleccionó entre estas y se compara con el 3º VPN más alto y la que se seleccione se compara con la siguiente más alta y así sucesivamente. La comparación se realiza restando de la opción con VPN más alto la opción con el VPN menor y a este resultado se le calcula los indicadores antes mencionados y si el VPN es mayor a cero se toma la opción de VPN más alto de lo contrario se toma la alternativa de menor VPN.

Para el caso de alternativas de igual servicio, el análisis es un poco distinto, ya que no aplica la prueba de factibilidad (si se analizan costos nunca serán factibles), así que el análisis incremental se aplica a todas las alternativas disponibles pero en vez de VPN se evalúa el CPE (que es lo mismo que el VPN sino que se expresa en valores positivos), sin embargo la comparación incremental esta vez se realiza partiendo de no desde el VPN sino tomando en cuenta la inversión inicial.

Para ilustrar este procedimiento de selección de alternativa, se extrae el siguiente ejemplo del capítulo 4 de Varela (alternativas de igual servicio).

Se tienen dos alternativas para invertir en un reactor, el primero uno tubular y el segundo de agitado, las tasas de conversión son idénticas así que el análisis se hará con respecto a las inversiones, los gastos y los valores estimados para un periodo de 6 años (vida promedio de ambos reactores). La tasa mínima de los inversionistas es del 18% EA y los datos respectivos a cada opción aparecen en la Tabla 4.

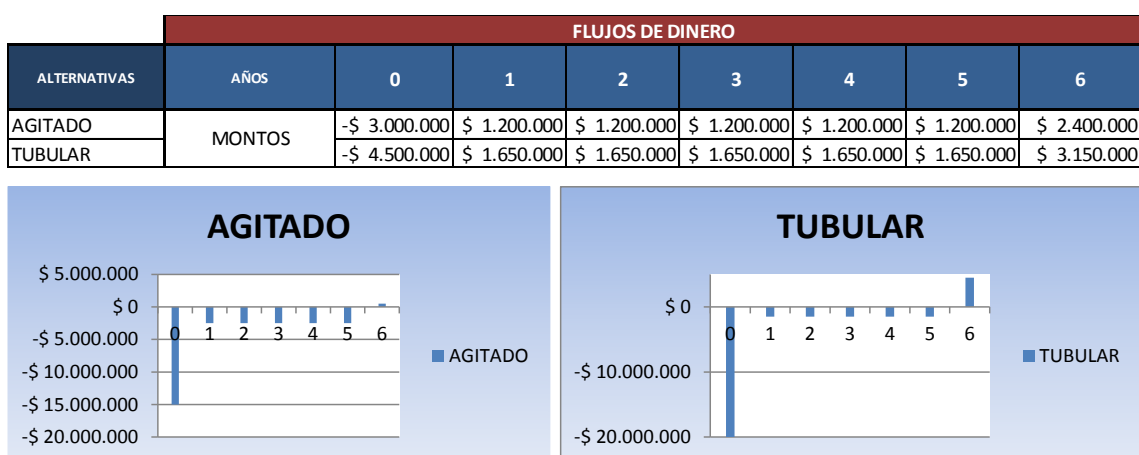
Tabla 4. Datos sobre los montos de inversión para cada reactor.

ALTERNATIVAS	INVERSIÓN INICIAL	INGRESOS NETOS	VALOR MERCADO AÑO 6
AGITADO	-\$ 15.000.000	-\$ 2.500.000	\$ 3.000.000
TUBULAR	-\$ 20.000.000	-\$ 1.500.000	\$ 6.000.000

Fuente. Capítulo 4 de Varela

Los diagramas de flujos de efectivo de ambas alternativas se muestran en Figura 2, que evidencia la mayor inversión en la alternativa de reactores tubulares.

Figura 2. Diagramas de flujo de dinero



Fuente. Capítulo 4 de Varela

A cada una de estas opciones se les calcula sus indicadores equivalentes, CPE, CAE y CFE (Tabla 5), como se puede observar la opción del reactor de agitado ofrece un menor CPE.

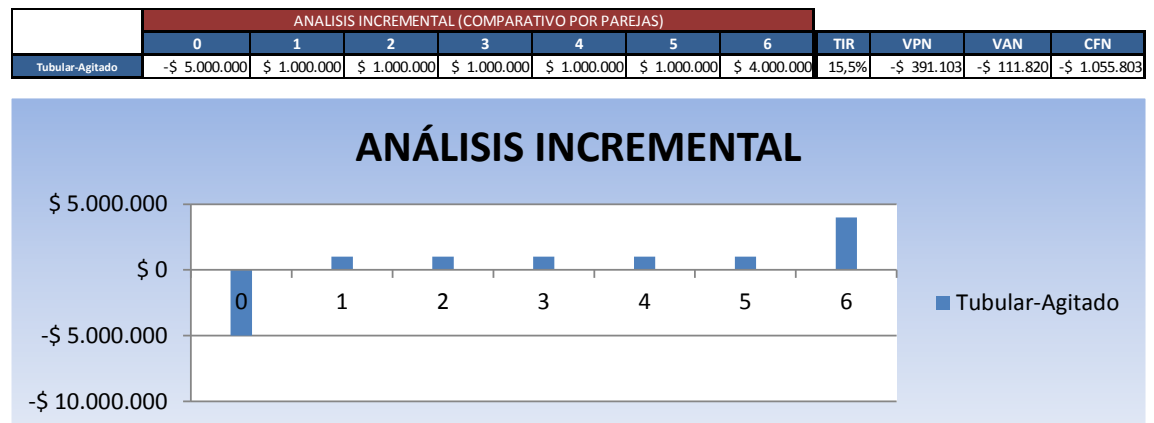
Tabla 5. Indicadores de decisión de costo equivalentes entre las opciones de reactor.

CRITERIOS DE DECISIÓN			
ALTERNATIVAS	CPE	CAE	CFE
AGITADO	\$ 22.632.712	\$ 6.470.922	\$ 61.098.231
TUBULAR	\$ 23.023.815	\$ 6.582.742	\$ 62.154.034

Fuente. Capítulo 4 de Varela

Como se puede ver la rentabilidad arrojada por el análisis incremental (Figura 3) la TIR es de 15,5% la cual es menor que la tasa mínima de retorno del 18%, por tal motivo no se justifica invertir \$ 5.000.000 adicionales para obtener esos ahorros de \$ 1.000.000 anuales y un incremento en el valor de mercado final de \$ 3.000.000, sino que es más inteligente hacer la inversión en el tanque agitador de 15.000.000 e invertir 5.000.000 en la inversión que garantiza la TMR del 18%.

**Figura 3. Resultado del análisis incremental**



Fuente. Capítulo 4 de Varela

#### 5.4. Simulación de Montecarlo

La evaluación de diferentes alternativas económicas en su forma tradicional busca proyectar una estimación de los flujos (entradas y salidas) de dinero al tomar una alternativa y estimar la conveniencia de esta según su contexto (duración, interrelaciones y tipo de servicio) y sus valores descontados. Para poder proyectar los flujos el analista debe de asumir comportamientos estáticos del sistema que intenta predecir, con una variabilidad nula para un mismo periodo de tiempo.

El aspecto anterior es una dolencia de la evaluación de alternativas clásica, ya que la persona que va a tomar la decisión en base al informe que los analistas desarrollen, debe confiar ciegamente en el criterio de

estos para proyectar el futuro e cifras y que sus suposiciones sean coherentes y correctas.

Sin embargo por más buenas que sean éstas, el resultado de la evaluación solo estará mostrando una posible situación de tantas que puedan darse dentro del intervalo de tiempo de la evaluación.

Para lidiar con esta situación se hace uso del concepto Escenario (el cual se puede entender como el conjunto de circunstancias que se consideran el entorno de una persona o suceso), el cual permite evaluar más de una posible situación y mostrar los resultados para las mismas, por lo general se presentan tres casos, pesimista, probable y optimista.

De esta forma se explora varios posibles resultados del proyecto y así la persona que toma la decisión tiene una idea más clara del riesgo que puede implicar está (caso pesimista) o de las oportunidades que puedan darse (caso optimista).

Los escenarios son el punto de partida para la evaluación de la simulación de Montecarlo. El uso extensivo de los computadores y el crecimiento en la velocidad de los mismos permite evaluar un escenario rápidamente (lo cual era muy complejo hace 30 años) para un proyecto en general, por lo tanto es posible crear cientos o miles de escenarios distintos y evaluarlos rápidamente y concluir ya no en términos puntuales de un solo resultado sino en términos de la tendencia de sus resultados promedio y del riesgo que se manifiesta como la proporción de los escenarios que presentan VPN negativo sobre la totalidad de escenarios evaluados.

La ventaja que permite este tipo de evaluación es la de darle un valor medible de riesgo que el proyecto puede tener. Por otro lado este tipo de análisis requiere una mayor cuidado en los valores que un escenario pueda tomar, ya que la idea es que los parámetros que el modelo toma aunque sean variables, estos deben de ser coherentes con la realidad,



por eso de la importancia de la pericia en la obtención los datos y las suposiciones que deban hacerse ya que requiere de información histórica que puede que no se tenga a la mano.

La simulación es una técnica numérica para reproducir fenómenos en mediante experimentos y relaciones matemáticas y lógicas, estas describen el comportamiento del sistema a través de distintos periodos de tiempo.

Se puede entender también como la representación de un sistema dinámico de manera que permita su tratamiento en el ordenador. La primera simulación fue realizada por John Von Neumann y Stanislaw Ulam (durante la segunda guerra mundial), la aplicaron para establecer la distancia recorrida por los neutrones antes de chocar con otras partículas. Sin embargo la aplicabilidad de este método trascendió las aplicaciones en la física avanzada a muchos campos del conocimiento humano.

Dentro del campo de la evaluación de proyectos, la simulación se usa básicamente es para lidiar con el riesgo, el cual en su sentido más general se define como la contingencia o proximidad de un daño (RAE, 2013) o la posibilidad de que una amenaza se convierta en un desastre, el riesgo es el punto intermedio entre la certeza absoluta (100% seguridad y conocimiento de la ocurrencia de un evento) y la incertidumbre (0% de seguridad).

Se puede entonces afirmar que aunque el riesgo no implica la ocurrencia de una situación, si denota la posibilidad que está se puede desarrollar. La diferencia del riesgo con respecto a la incertidumbre es que el riesgo se puede estimar, bien sea por información histórica o un conocimiento privilegiado de sucesos relacionados.

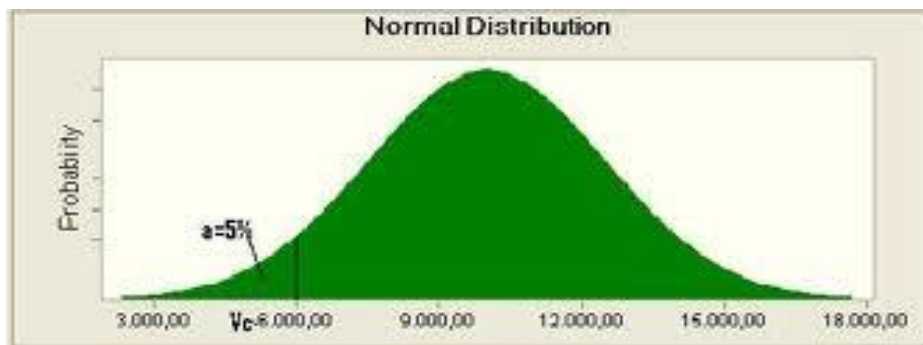
De acuerdo a la bibliografía los eventos pueden representarse mediante distribuciones de probabilidad, que cuentan con parámetros como por ejemplo la media y la desviación estándar en la distribución normal.

La primera forma de medir el riesgo sería una medida de dispersión como lo es la desviación estándar la cual intuitivamente brinda una idea de cómo los datos se aleja de la media.

En base al criterio anterior se tiene el coeficiente de dispersión que no es más que la razón entre la desviación, si esta razón es mayor que uno se puede afirmar que el fenómeno presenta una alta variabilidad.

Por último está el Valor en riesgo (VAR por sus siglas en ingles) el cual se especifica como la máxima pérdida esperada dada por un nivel de confianza (Manotas, 2009), otra definición importante es la del banco de la republica da al VAR, donde este es el  $\alpha$ -esimo percentil de la distribución de pérdidas y ganancias de un activo o proyecto.

Figura 4. Representación del VAR, del cero a la izquierda (que representa el 5%) son las posibles perdida



Fuente. Elaboración propia

Dentro de la simulación es posible caracterizar distintos tipos de modelos de simulación:

- **Modelo de simulación estático:** Describe un sistema en un momento específico.
- **Modelo de simulación dinámico:** Representa un sistema que evoluciona en el tiempo.
- **Modelo determinístico:** No contiene variables aleatorias, la respuesta siempre será la misma al igual que la salida.
- **Modelo estocástico:** Contiene al menos una variable que es aleatoria, que significa que las entradas no necesariamente serán iguales si se repite el experimento.
- **Modelos de simulación continua:** Estos modelos se desarrollan en un rango de tiempo predeterminados

- **Modelos de simulación discreta:** Representa fenómenos en donde las cantidades varían en cantidades moderadas en el tiempo, ilustrando cada una de las partes del sistema que se va a estudiar, mediante el estudio de un valor establecido.
- **Modelos de simulación lógica:** la base de estos modelos son las conjunciones lógicas IF-THEN, OR y AND; dependiendo de los valores de las entradas y de los cálculos internos el modelo recorre una ruta u otra dando como resultado para las salidas.

## 6. METODOLOGÍA

La metodología empleada para iniciar el trabajo de investigación se basa en el método descriptivo, que consiste en llevar a cabo un análisis ordenado, coherente y lógico del problema.

Inicialmente se estructura el caso de estudio real en la empresa Plásticos Especiales S.A, teniendo como base para los cálculos información histórica de los inventarios y consumos de materia prima desde el año 2005, para la aplicación y evaluación de las diferentes alternativas a analizar, utilizando un método de simulación empleando la técnica de Montecarlo y herramientas financieras como el CEP y análisis incremental VPN y TIR.

Seguidamente se realiza análisis y comparación de los diferentes resultados obtenidos de los diferentes métodos de evaluación que permiten establecer la viabilidad del proyecto y conocer las variables de mayor impacto en la toma de la decisión.

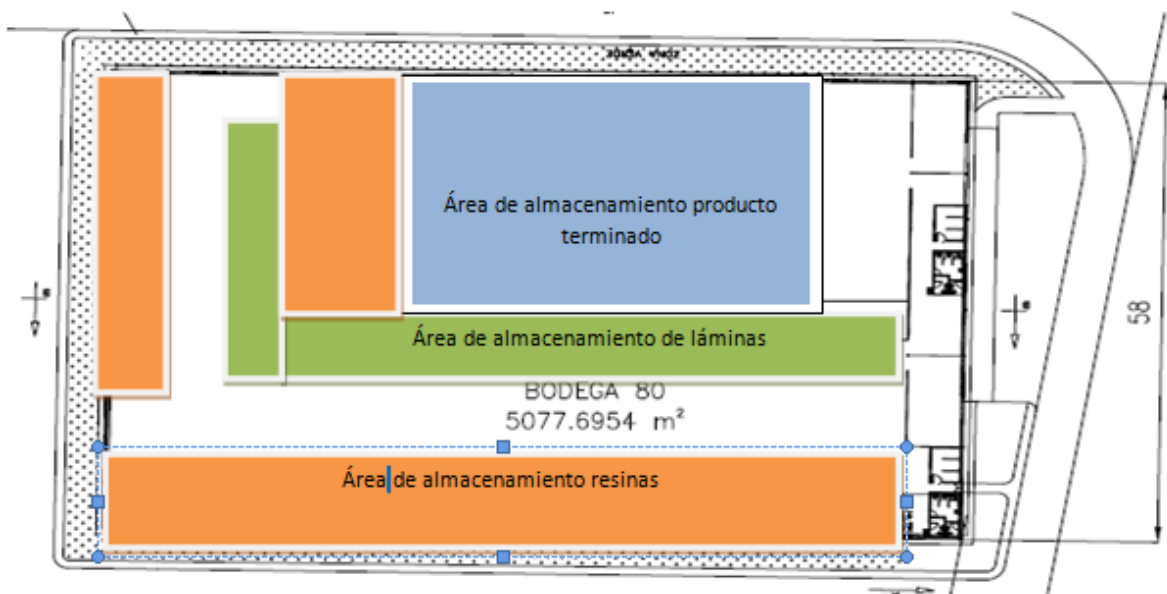
Finalmente se presentaran las conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis de los datos obtenidos mediante la aplicación del modelo.

## 7. DESARROLLO

### 7.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA OPERACIÓN LOGÍSTICA DE PLASTICEL

El primero de los objetivos específicos de este proyecto es definir la capacidad actual de la bodega de materia prima, en la Figura 5 se pueden ver las bodegas de producto terminado y materias primas en conjunto en donde se evidencia que la bodega en su conjunto cuenta con 5.077,69 M<sup>2</sup>, de los cuales el 70% que equivale a 3554 M<sup>2</sup> es área disponible de almacenamiento y el otro 30% que equivale a 1523 M<sup>2</sup> es área disponible para circulación, de las 3554 M<sup>2</sup> del área de almacenamiento el 70% es para almacenamiento de materias primas y el otro 30% es para producto terminado el cual tiene 1344 posiciones de estanterías de almacenamiento.

Figura 5 Vista superior bodega de Plásticos Especiales SA.



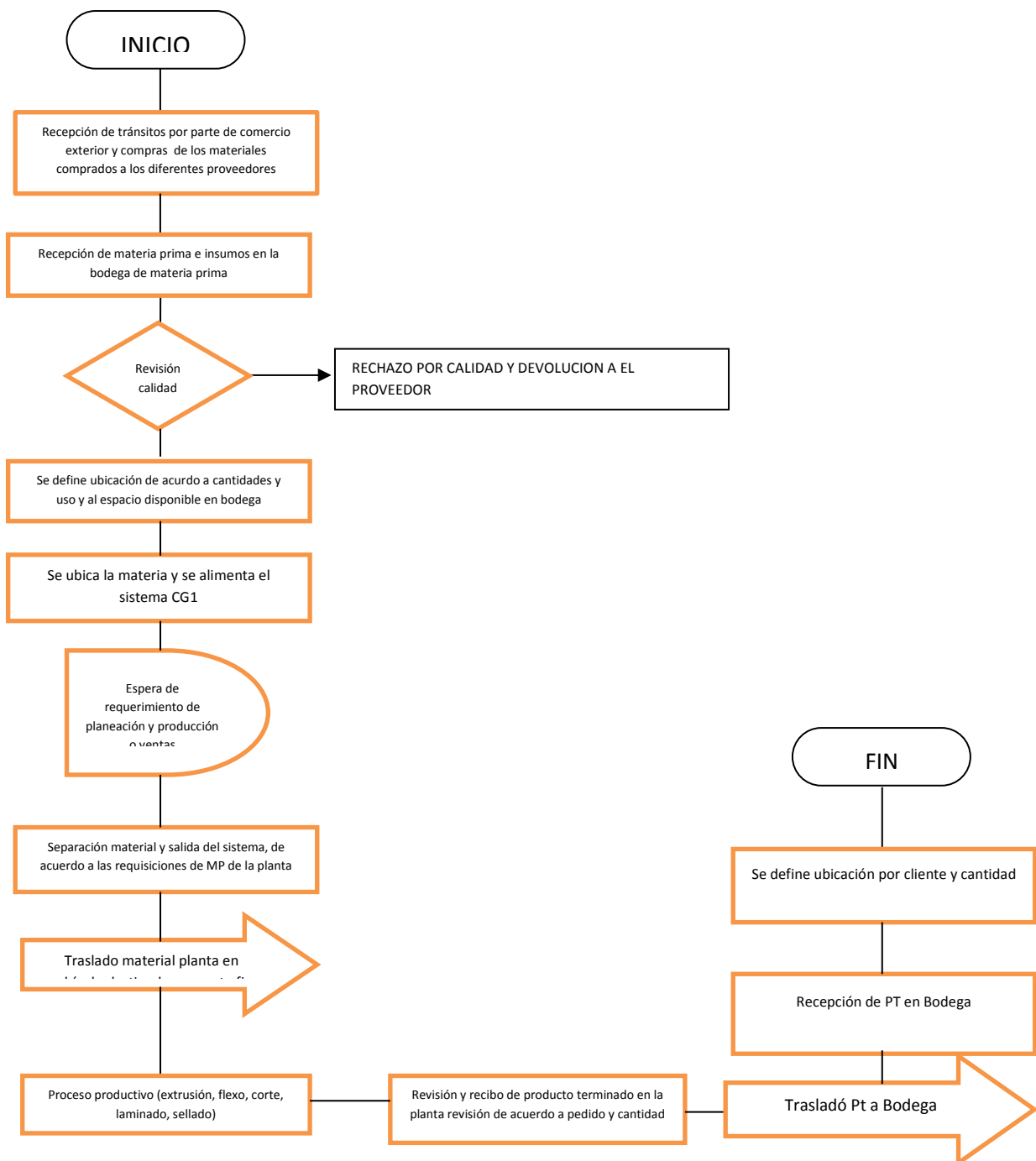
Fuente: Planos Plásticos Especiales S.A

Se evidencia como en el espacio para el almacenamiento de materia prima las láminas se almacenan por separado de las resinas de las láminas, para los cuales se necesita determinar que tanto crecerá el nivel de inventario requerido a futuro de lámina y resina.

## 7.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA OPERACIÓN LOGÍSTICA DE PLASTICEL

En el siguiente diagrama de flujo se estructura de manera gráfica las diferentes actividades que son de importancia en la cadena logística de PLASTICEL S.A.

### PROCESO DE RECEPCIÓN MATERIA PRIMA, TRASLADO A PLANTA Y RECEPCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO EN BODEGA



### 7.3. DETALLE DEL PROBLEMA DE ALMACENAMIENTO EN PLASTICEL

En Mayo del año 2008 por primera vez para la compañía el inventario de resinas y láminas alcanza un valor superan las 3000 (Tabla 6) toneladas de materia prima, que es equivalente a un área requerida de 2488 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Este valor se origina de unos cálculos que parten de los 3.074.641 kilos se dividen en 2.384.958 y 689.673 kilos de resina y de lámina respectivamente, los cuales son almacenados en estibas al dos, una estiba de resina aguanta 1.250 y tiene 1,2 metros por lado mientras que la estiba de lámina puede contener 750 kilos y tiene unas medidas de 1,15 por 0,8 metros al mismo tiempo se considera un 30% más kg de área adicional para consideraciones de manejo y de transporte de mercancía.

$$2.336 \text{ M}^2 = \left[ \left( \frac{2.384.958 \text{ Kg}}{1.250 \frac{\text{Kg}}{\text{Estiba}} * 2 \text{ Estibas}} \right) * (1,2\text{M})^2 + \left( \frac{689.673 \text{ Kg}}{750 \frac{\text{Kg}}{\text{Estiba}} * 2 \text{ Estibas}} \right) * (0,8 \text{ M} * 1,15 \text{ M}) \right] * (1 + 30\%) \quad (13)$$

Ecuación 13. Cálculos capacidad de espacio requerido.

Lo anterior implica que Plásticos Especiales S.A. únicamente con solo 2.100 m<sup>2</sup> para guardar el material, esto condujo a que la materia prima empezara a utilizar área de almacenaje de producto terminado, ocasionando problemas en la gestión del almacenamiento.

Tabla 6. Histórico del inventario conjunto de resina y de lámina en kilos entre los años 2007 y 2011, las celdas sombreadas de color amarillo y azul son máximo y segundo más alto por año respectivamente.

INVENTARIO DE RESINA Y DE LAMINA (EN KILOS) HISTORICO DESDE EL 2007 AL 2011													
AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total general
2007	2.372.349	2.594.276	2.581.673	2.376.361	2.158.897	2.052.497	1.999.498	2.221.123	2.145.599	2.283.516	2.235.035	2.598.926	27.619.750
2008	2.498.816	2.484.400	2.937.741	2.912.945	3.074.641	2.941.459	2.717.468	2.385.385	2.125.428	2.259.087	2.136.579	1.997.670	30.471.619
2009	2.184.886	2.019.754	2.367.852	2.280.342	2.628.356	2.669.315	2.646.197	2.621.184	2.637.595	2.587.121	2.287.641	2.412.686	29.342.928
2010	2.640.839	2.739.562	2.360.273	2.736.609	2.328.390	2.386.396	2.547.299	2.565.187	2.707.678	3.123.611	2.936.194	3.765.412	32.837.449
2011	3.605.556	3.747.375	3.809.002	3.582.256	4.102.243	3.693.272	3.676.102	3.062.177	3.387.184	3.032.942	2.577.544	3.367.033	41.642.685
<b>TOTAL</b>	<b>13.302.445</b>	<b>13.585.367</b>	<b>14.056.541</b>	<b>13.888.513</b>	<b>14.292.527</b>	<b>13.742.940</b>	<b>13.586.564</b>	<b>12.855.054</b>	<b>13.003.484</b>	<b>13.286.276</b>	<b>12.172.992</b>	<b>14.141.727</b>	<b>161.914.431</b>

Fuente. Plásticos Especiales S.A

Evidenciando así que la capacidad de la bodega de materia prima se estaba quedando corta frente a la espacio requerido, lo que ha ido validándose en los años posteriores, donde el inventario demandado supera la capacidad del almacén, provocando el uso de espacio no apto para almacenamiento, áreas de circulación y producción, además de que se empezaron hacer arrumes de manera insegura con niveles muy altos, práctica que se debe eliminar lo más pronto posible por temas de seguridad industrial y buenas prácticas de manufactura.

Como se ha venido explicando previamente la proyección del inventario de materia prima, únicamente depende de la proyección de las ventas y del flujo de producción que se empleé, sin embargo durante los cálculos que se expondrán posteriormente, los resultados de los inventarios de los años a pronosticar corresponden al dato del último mes del año (ya que la demanda se pronostica unificada para un año).

Este hecho implica que si únicamente consideramos el inventario del mes de diciembre de cada año se estará calculando el espacio requerido en este mes y no el máximo espacio requerido de la bodega en cualquier otro mes del año (aunque en la Tabla 5. se evidencia como los meses donde el inventario es pico son mayo, junio y diciembre ya que estos son los sombreados con amarillo), para calcular entonces el requerimiento máximo de la bodega en un año, se usa el promedio del 17,3% hallado en base a los datos históricos de los últimos 5 años ver la Tabla 6. El 22.4% de la desviación nos sirve para estimar el factor de requerimiento máximo de capacidad de almacenamiento.

Tabla 7. Estimación de factor para el requerimiento máximo de la bodega de materia prima considerando el inventario de materia prima de diciembre, en donde en promedio el inventario máximo de la bodega es 17% mayor al del mes de Diciembre.

AÑOS	DICIEMBRE	MAX (KG)	MAX (M <sup>2</sup> )	MAX/DIC-1
2007	2.598.926	2.598.926	1.526	0,0%
2008	1.997.670	3.074.641	1.797	53,9%
2009	2.412.686	2.669.315	1.571	10,6%
2010	3.765.412	3.765.412	2.212	0,0%
2011	3.367.033	4.102.243	2.403	21,8%
PROMEDIO				17,3%
DESVIACIÓN				22,4%

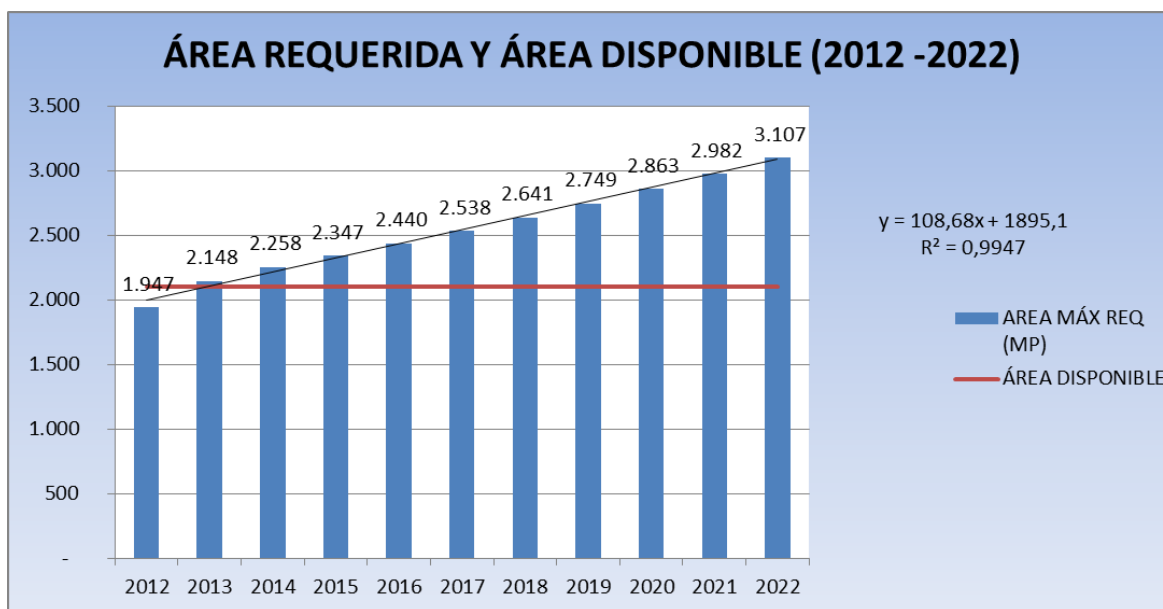
Fuente. Elaboración propia.



El presente trabajo utiliza como base para sus cálculos información histórica de los inventarios y consumos de materia prima en los procesos de Plástico Especiales S.A. Desde el año 2007. Lo cual nos arroja un dato histórico de inventarios de materia prima de 2,78 y 4,3 meses respectivamente para resinas y láminas. Valor que nos permite cumplir con las políticas de la compañía de ofrecerles a los clientes un nivel de inventario de tres meses para dar respuesta a sus necesidades.

Se tendrá en cuenta el pronóstico de crecimiento de la compañía, para el cálculo de la capacidad necesaria para el almacenamiento durante los diez años siguientes, teniendo en cuenta el crecimiento promedio histórico desde el 2007 al 2012 de las ventas de flexibles, rígidos y palillos (4,4%, 4,8% y -4,5% para cada uno), los cuales establecen la proyección de ventas y posteriormente la proyección de consumo de materia prima por explosión de materiales.

**Figura 6 Requerimiento de área en bodegas para los próximos 10 años de Plásticos Especiales S.A**



Fuente. Elaboración Propia

De acuerdo a las proyecciones anteriores se demuestra fácilmente como a partir de los años 2013 la demanda de espacio (Figura 6) comienza a sobrepasar la disponible de 2.100 m<sup>2</sup>, a tal punto que luego de 10 años se

requerirán más de 1000 m<sup>2</sup> al área actualmente disponible. De tal forma que se pone en evidencia la problemática de la falta de espacio para almacenamiento que la compañía experimenta actualmente.

Para afrontar esta situación el departamento de operaciones junto con la gerencia han estudiado 3 tipos de estrategias distintas para responder a esta adversidad.

Se evaluarán tres posibles alternativas, la primera construir una bodega, la segunda alquilar un terreno o finalmente subcontratar este servicio con un operador logístico (opciones mutuamente excluyentes entre sí). Cada alternativa soluciona el problema de almacenamiento, sin embargo debe evaluarse cuál es la alternativa más adecuada financieramente según los siguientes parámetros:

- Área necesaria para el almacenamiento
- Proyección de crecimiento para los próximos diez años
- Costo de Almacenar
- Costo de Mantener
- Costo de Movilizar
- Costos fijos y variables de operación
- Las proyecciones se realizarán con el IPC estimado anual

Teniendo en cuenta que solo se realizará el movimiento de la materia prima (resinas y lámina) utilizadas para la venta y para el consumo esto por facilidad de manejo y transporte. Para lo que se planea cualquiera de las siguientes opciones:

## 7.4. PROYECCIONES Y PRESUPUESTOS DE LA DEMANDA Y LOS INVENTARIOS.

El primer paso es estimar la demanda de los productos finales (Flexibles, Rígidos y Palillos), para lo cual se retoma la información histórica y se procede a definir cuál debería de ser la tasa de crecimiento para cada línea de negocio.

Tabla 8. Histórico de las ventas en kilos y los crecimientos porcentuales de la compañía por línea de negocio entre los años 2007 y 2012.

PRODUCTOS	HISTORICO						PROMEDIO	DESVIACIÓN
	-5	-4	-3	-2	-1	0		
	2007	2008	2009	2010	2011	2012		
FLEXIBLES	5.222.197	5.575.694	5.737.732	6.191.711	5.858.710	6.568.936		
RIGIDOS	2.857.308	2.423.141	2.498.718	2.539.626	2.487.107	2.896.128		
PALILLOS	847.309	1.172.477	1.238.860	1.182.733	1.116.499	965.433		
<b>TOTAL</b>	<b>8.926.814</b>	<b>9.171.312</b>	<b>9.475.310</b>	<b>9.914.070</b>	<b>9.462.315</b>	<b>10.430.497</b>		
FLEXIBLES	-	6,8%	2,9%	7,9%	-5,4%	12,1%	4,9%	6,6%
RIGIDOS	-	-15,2%	3,1%	1,6%	-2,1%	16,4%	0,8%	11,3%
PALILLOS	-	38,4%	5,7%	-4,5%	-5,6%	-13,5%	4,1%	20,4%
<b>TOTAL</b>	<b>0,0%</b>	<b>30,0%</b>	<b>11,7%</b>	<b>5,0%</b>	<b>-13,0%</b>	<b>15,0%</b>	<b>9,7%</b>	<b>15,7%</b>

Fuente. Elaboración Propia

En principio la gerencia de la compañía ha planteado en varias ocasiones un crecimiento estimado del 10%, tomando esto en cuenta y observando la Figura 6 se encuentra un crecimiento esperado del 9,7% muy cercano al planteado por la gerencia.

Sin embargo, antes de asumir que el crecimiento de las ventas de la compañía será de un 10% es importante advertir que en el año 2009 se realizó la venta de una máquina de conformación de palillos, lo que implicó una reducción en la producción y oferta de este producto dando como resultado una progresiva reducción de sus ventas a futuro, razón por la cual carece de sentido considerar el crecimiento de 4,1% que aparece en la tabla, por otro lado en ese mismo año se mejoró el proceso productivo de rígidos ocasionando un incremento de su venta el cual no se evidencia en la tabla con un crecimiento casi nulo del 0,8%.

Por tal motivo al cambiar la estructura productiva de la planta y su oferta en el mercado a partir del 2008, los datos de crecimiento anteriores no deberían ser considerados para darle una mayor coherencia con la demanda actual. La Tabla 9 no considera el crecimiento del año 2007 al 2008 y calcula un crecimiento esperado global del 4,7%.

Tabla 9. Histórico de las ventas en kilos de la compañía por línea de negocio entre los años 2007 y 2012. Los estadísticos de promedio y desviación estándar únicamente consideran los datos desde el 2008 al 2012

PRODUCTOS	HISTORICO						PROMEDIO	DESVIACIÓN
	-5	-4	-3	-2	-1	0		
	2007	2008	2009	2010	2011	2012		
FLEXIBLES	5.222.197	5.575.694	5.737.732	6.191.711	5.858.710	6.568.936		
RIGIDOS	2.857.308	2.423.141	2.498.718	2.539.626	2.487.107	2.896.128		
PALILLOS	847.309	1.172.477	1.238.860	1.182.733	1.116.499	965.433		
<b>TOTAL</b>	<b>8.926.814</b>	<b>9.171.312</b>	<b>9.475.310</b>	<b>9.914.070</b>	<b>9.462.315</b>	<b>10.430.497</b>		
FLEXIBLES	-	-	2,9%	7,9%	-5,4%	12,1%	4,4%	7,5%
RIGIDOS	-	-	3,1%	1,6%	-2,1%	16,4%	4,8%	8,1%
PALILLOS	-	-	5,7%	-4,5%	-5,6%	-13,5%	-4,5%	7,9%
<b>TOTAL</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>11,7%</b>	<b>5,0%</b>	<b>-13,0%</b>	<b>15,0%</b>	<b>4,7%</b>	<b>12,5%</b>

Fuente. Elaboración Propia

Si se desagrega este crecimiento se puede ver que los flexibles crecerán en promedio el 4,4%, los rígidos el 4,8% y los palillos decrecerán progresivamente a una tasa del 4,5%.

El resultado de la proyección de la demanda en kilos de cada línea de negocio aparece en la Tabla 10.

Tabla 10. Proyección de la demanda en kilos de cada línea de negocio para los años 2013 al 2022

TIPO	PRODUCTOS	PROYECTADO									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
VENTAS KILOS	FLEXIBLES	6.857.357	7.158.441	7.472.745	7.800.849	8.143.360	8.500.908	8.874.156	9.263.791	9.670.534	10.095.136
	RIGIDOS	3.034.663	3.179.824	3.331.930	3.491.311	3.658.316	3.833.310	4.016.674	4.208.810	4.410.136	4.621.093
	PALILLOS	921.991	880.503	840.882	803.044	766.909	732.399	699.443	667.969	637.912	609.207
	<b>TOTAL</b>	<b>10.814.010</b>	<b>11.218.768</b>	<b>11.645.557</b>	<b>12.095.204</b>	<b>12.568.584</b>	<b>13.066.617</b>	<b>13.590.273</b>	<b>14.140.571</b>	<b>14.718.583</b>	<b>15.325.437</b>

Fuente. Elaboración Propia.

El paso siguiente es determinar cuál debe de ser el programa de producción necesario para poder suplir la tanto las ventas estimadas como también el inventario final definido a cada uno de los casos. Para lo cual debe definirse cuál debería ser el inventario de seguridad necesario para operar, para esto se revisa los inventarios de seguridad históricos.

$$I_{ti} = I_{t-1i} + X_{ti} - D_{ti} \quad (14)$$

**Ecuación 14. Inventarios de seguridad.**

Revisando los históricos de datos de inventarios junto con los de demanda (Tabla 11) se encuentra que en promedio se guarda en inventario el 8,7%, 2,5% y 2,4% respectivamente de las ventas anuales de los flexibles, rígidos y palillos, lo que es equivalente a 32, 9 y 9 días de inventario respectivamente. Lo que implica un aprovisionamiento de bodegas de aproximadamente un mes de inventario de flexibles y una semana para rígidos y palillos.

**Tabla 11. Análisis del inventario final histórico de productos finales, lo cual muestra que históricamente se ha mantenido un inventario al final de cada año de un 6,3% sobre las ventas anuales equivalente a 3 semanas ( 22,7 días ) de ventas, con poca variabilidad.**

TIPO	PRODUCTOS	HISTORICO					
		-5	-4	-3	-2	-1	0
		2007	2008	2009	2010	2011	2012
VENTAS KILOS	FLEXIBLES	5.222.197	5.575.694	5.737.732	6.191.711	5.858.710	6.568.936
	RIGIDOS	2.857.308	2.423.141	2.498.718	2.539.626	2.487.107	2.896.128
	PALILLOS	847.309	1.172.477	1.238.860	1.182.733	1.116.499	965.433
	<b>TOTAL</b>	<b>8.926.814</b>	<b>9.171.312</b>	<b>9.475.310</b>	<b>9.914.070</b>	<b>9.462.315</b>	<b>10.430.497</b>
INVENTARIO KILOS	FLEXIBLES	414.240	388.553	484.827	526.211	618.169	662.271
	RIGIDOS	95.224	80.292	48.858	62.100	30.400	72.241
	PALILLOS	11.506	23.863	31.339	1.675	28.184	58.410
	<b>TOTAL</b>	<b>520.970</b>	<b>492.709</b>	<b>565.024</b>	<b>589.986</b>	<b>676.753</b>	<b>792.922</b>
INV / VENTA	FLEXIBLES	7,9%	7,0%	8,4%	8,5%	10,6%	10,1%
	RIGIDOS	3,3%	3,3%	2,0%	2,4%	1,2%	2,5%
	PALILLOS	1,4%	2,0%	2,5%	0,1%	2,5%	6,1%
	<b>TOTAL</b>	<b>5,8%</b>	<b>5,4%</b>	<b>6,0%</b>	<b>6,0%</b>	<b>7,2%</b>	<b>7,6%</b>

PROMEDIO	DESVIACIÓN
8,7%	1,3%
2,5%	0,8%
2,4%	2,0%
6,3%	0,9%

Fuente: Elaboración Propio.

Estos parámetros permiten calcular las proyecciones de inventario de productos terminados, las cuales se pueden ver en la Tabla 12.

**Tabla 12. Proyección de los inventarios en kilos de cada línea de negocio desde el año 2013 al 2022.**

TIPO	PRODUCTOS	PROYECTADO									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INVENTARIO KILOS	FLEXIBLES	599.819	626.156	653.648	682.348	712.307	743.582	776.231	810.313	845.891	883.031
	RIGIDOS	74.670	78.242	81.985	85.907	90.016	94.322	98.834	103.561	108.515	113.706
	PALILLOS	22.495	21.483	20.516	19.593	18.711	17.869	17.065	16.297	15.564	14.864
	<b>TOTAL</b>	<b>696.985</b>	<b>725.880</b>	<b>756.149</b>	<b>787.847</b>	<b>821.034</b>	<b>855.773</b>	<b>892.129</b>	<b>930.171</b>	<b>969.970</b>	<b>1.011.600</b>

Fuente. Elaboración Propia

Esta información es sumamente importante para calcular el programa de producción anual de acuerdo a las siguientes ecuaciones donde D es la demanda, I el inventario y X es la producción.

$$\begin{aligned}
 \text{FLEXIBLES: } 8,7 \% * D_{ti} &= I_{t-1i} + X_{ti} - D_{ti} \\
 \text{RÍGIDOS: } 2,5 \% * D_{ti} &= I_{t-1i} + X_{ti} - D_{ti} \\
 \text{PALILLOS: } 8,7 \% * D_{ti} &= I_{t-1i} + X_{ti} - D_{ti}
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

Ecuación 15. Ecuaciones específicas de balance de inventario para flexibles, rígidos y palillos.

Con la información de los inventarios y la demanda se puede estimar el programa de producción, el cual aparece en la Tabla 13, siempre considerando que la producción nunca puede ser negativa.

Tabla 13. Proyección de la producción en kilos de cada línea de negocio desde el año 2013 al 2022.

TIPO	PRODUCTOS	PROYECTADO									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
PRODUCCIÓN KILOS	FLEXIBLES	6.794.905	7.184.777	7.500.238	7.829.549	8.173.319	8.532.183	8.906.804	9.297.873	9.706.113	10.132.277
	RIGIDOS	3.037.092	3.183.396	3.335.672	3.495.233	3.662.425	3.837.616	4.021.186	4.213.537	4.415.090	4.626.284
	PALILLOS	886.076	879.491	839.915	802.121	766.027	731.557	698.639	667.202	637.179	608.507
	<b>TOTAL</b>	<b>10.718.073</b>	<b>11.247.664</b>	<b>11.675.826</b>	<b>12.126.903</b>	<b>12.601.772</b>	<b>13.101.356</b>	<b>13.626.629</b>	<b>14.178.612</b>	<b>14.758.382</b>	<b>15.367.068</b>

Fuente. Elaboración Propia.

Este es el requerimiento de producción de producto terminado sin embargo este no es el mismo requerimiento de materia prima esto debido a que existe un listado de materiales que se muestra en la Tabla 14, que indica cuanto materia prima se necesita para poder fabricar un kilos promedio de cada línea de negocio, en donde para fabricar un kilo de flexibles se necesita 0,68 kilos de resina y 0,32 de lámina.

Sin embargo si se considera el desperdicio promedio de la producción de flexible del 16% se tendría que considerar que debería tenerse  $0,68 / (100 - 16\%) = 0,81$  kilos de resina para suplir el desperdicio por cada kilo de flexible, de igual manera se calcula el consumo real de lámina.

Tabla 14. Listado de materiales y porcentaje de desperdicio para la fabricación del producto.

Kilos/kilos	LISTA DE MATERIALES		
	FLEXIBLES	RIGIDOS	PALILLOS
RESINAS	0,68	1	1
LAMINA	0,32	0	0

DESPERDICIO	16,00%	0,04%	0,04%
-------------	--------	-------	-------



Kilos/kilos	LISTA DE MATERIALES (Con desperdicio)		
	FLEXIBLES	RIGIDOS	PALILLOS
RESINAS	0,81	1,0004	1,0004
LAMINA	0,38	-	-

Fuente. Elaboración Propia.

Multiplicando esta tabla de listado de materiales por el programa de producción es posible explotar los requerimientos de materia prima (necesidad neta) que sería el símil de la demanda del cálculo del inventario de producto terminado.

Esta necesidad neta junto con los inventarios de materia primas determinan cuanto deben de ser las compras necesarias para suplir las necesidades de producción y mantener los inventarios de seguridad de materias primas según las cédulas 3 y 4 (para mayor información remitirse al capítulo 5.3) basándose en la fórmula de balance para el inventario de materia prima.

$$\text{inventario final (MP)} = \text{inventario inicial (MP)} + \text{compras} - \text{necesidad}$$

$$I_{tj} = I_{t-1j} + C_{tj} - Y_{tj} \quad (16)$$

#### Ecuación 16. Inventario final materia prima

Donde la necesidad sería equivalente a la demanda y las compras equivalentes a la producción en la ecuación de balance del inventario de producto terminado, para establecer cuanto es el inventario final de materia prima en proporción a las necesidades se retoman los registros históricos.

Tabla 15. Análisis del inventario final histórico de materias primas, se puede ver como para resina se manejan casi 3 meses de inventario (84 días) y 4 ½ meses (132 días) meses de inventario para resinas y láminas respectivamente.

TIPO	MATERIAS PRIMAS	HISTORICO					
		-5	-4	-3	-2	-1	0
		2007	2008	2009	2010	2011	2012
NECESIDAD KILOS	RESINAS	8.596.830	8.087.344	8.437.872	8.753.259	8.417.061	9.288.614
	LAMINA	2.299.491	2.114.289	2.222.478	2.374.512	2.266.921	2.519.253
	TOTAL	10.896.321	10.201.633	10.660.350	11.127.771	10.683.983	11.807.867
INVENTARIO KILOS	RESINAS	1.813.940	1.206.004	1.705.304	2.611.593	2.637.710	1.994.910
	LAMINA	784.986	791.666	707.382	1.153.819	729.323	833.435
	TOTAL	2.598.926	1.997.670	2.412.686	3.765.412	3.367.033	2.828.345
INV / NECES	RESINAS	21,1%	14,9%	20,2%	29,8%	31,3%	21,5%
	LAMINA	34,1%	37,4%	31,8%	48,6%	32,2%	33,1%
	TOTAL	23,9%	19,6%	22,6%	33,8%	31,5%	24,0%

PROMEDIO	DESVIACIÓN	DÍAS
23,1%	6,2%	84
36,2%	6,4%	132
25,9%	5,5%	95

Fuente. Elaboración Propia.

Para estimar entonces los inventarios finales se usaran los parámetros 23,1% y 36,2% para los inventarios finales de resinas y láminas respectivamente.

$$RESINA: 23,1\% * Y_{tj} = I_{t-1j} + C_{tj} - Y_{tj} \quad (17)$$

$$LÁMINA: 36,2\% * Y_{tj} = I_{t-1j} + C_{tj} - Y_{tj}$$

Ecuación 17. Ecuaciones específicas de balance de inventario para las resinas y las láminas.

Tomando en cuenta esos datos estimados se calcula que las compras necesarias para suplir la producción de acuerdo a las necesidades, los inventarios proyectados, esto lo podemos ver en la Tabla 16.

Tabla 16. Proyecciones en kilos entre los años 2013 y 2022 de las necesidades netas de materias primas, los inventarios proyectados y las compras necesarias en cada año para poder suplir con el programa de producción anual mostrado en la Tabla 13.

TIPO	MATERIAS PRIMAS	PROYECTADO									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
NECESIDAD KILOS	RESINAS	9.425.375	9.880.761	10.248.880	10.637.279	11.046.721	11.478.007	11.931.984	12.409.542	12.911.620	13.439.205
	LAMINA	2.588.535	2.737.058	2.857.233	2.982.685	3.113.645	3.250.356	3.393.068	3.542.047	3.697.567	3.859.915
	TOTAL	12.013.910	12.617.819	13.106.113	13.619.965	14.160.367	14.728.363	15.325.052	15.951.589	16.609.187	17.299.120
INV KILOS	RESINAS	2.181.546	2.286.947	2.372.150	2.462.047	2.556.814	2.656.637	2.761.712	2.872.245	2.988.453	3.110.565
	LAMINA	937.293	991.072	1.034.587	1.080.012	1.127.432	1.176.934	1.228.609	1.282.554	1.338.867	1.397.652
	TOTAL	3.118.839	3.278.019	3.406.737	3.542.059	3.684.246	3.833.571	3.990.321	4.154.799	4.327.320	4.508.217
COMPRAS KILOS	RESINAS	9.612.011	9.986.162	10.334.082	10.727.176	11.141.488	11.577.830	12.037.058	12.520.075	13.027.828	13.561.317
	LAMINA	2.692.393	2.790.837	2.900.748	3.028.111	3.161.065	3.299.857	3.444.744	3.595.991	3.753.880	3.918.700
	TOTAL	12.304.404	12.776.999	13.234.831	13.755.287	14.302.553	14.877.688	15.481.802	16.116.066	16.781.708	17.480.017

Fuente. Elaboración Propia.

Estos datos de la proyección de consumo, inventario de las materias primas serán el punto de partida para poder evaluar cada una de las 3 alternativas de forma financiera para los próximos 10 años.



## 7.5. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA ALMACENAMIENTO

Al revisar el problema encontramos tres tipos de alternativas que nos ayudaría a encontrar una solución a la problemática presentada, estas diferentes alternativas son las siguientes.

### 7.5.1. Alquiler de bodega satélite

Se busca una bodega dentro de la misma área de influencia que maneja Plásticos Especiales, en la zona de Acopi, con un área aproximada a 4000 m<sup>2</sup>, esto con el objetivo de realizar los movimientos necesarios de materia prima utilizando un recurso con el cual cuenta la compañía, un Camión Dina de 8 Toneladas para realizar los traslados necesarios.

De acuerdo a las cotizaciones se consigue un valor aproximado a \$10.000 el metro cuadrado de bodega y los valores de cargue y descargue se estiman en \$4.200 por tonelada movilizada. Se debe tener para la correcta operación de la bodega 1 auxiliar y un montacarguista y como recurso adicional se considera que en la bodega debe haber un montacargas dedicado a la operación y conexión a la red para el sistema de información. **Ver Anexo B. Cotizaciones de Bodegas de Almacenamiento y operadores logísticos.**

#### **Ventajas**

- Se libera espacio en la bodega existente, que puede cubrir la capacidad de crecimiento demandada por las demás líneas
- Permite direccionar la, materia prima de acuerdo a las necesidades de la planta y de los clientes.

#### **Desventajas**

- La bodega solamente opera en turno de día, lo cual obliga a tener una excelente programación para los consumos de planta y venta,

ya que de no ser así se puede presentar escases en planta con los costos que esto genera.

- El tiempo de respuesta a cualquier necesidad se puede incrementar 3 horas.

#### **7.5.2. Operador Logístico**

Se realiza cotización con operadores logísticos reconocidos como lo son Sánchez Polo, Alma viva y Al popular, empresas con experiencia en el manejo de inventarios de terceros, que se encuentran relativamente cerca de las instalaciones de Plásticos Especiales S.A. de acuerdo a los datos recogidos de operación, estos nos arroja un costo promedio de movimiento de \$42.000 tonelada, teniendo en cuenta el almacenaje y movilización de la carga para las operaciones de entrada y salida del material. **Ver Anexo B. Cotizaciones de Bodegas de Almacenamiento y operadores logísticos.**

#### **Ventajas**

- Se libera espacio en la bodega existente, que puede cubrir la capacidad de crecimiento demandada por las demás líneas.
- Permite direccionar la, materia prima de acuerdo a las necesidades de la planta y de los clientes.

#### **Desventajas**

- La bodega solamente en horarios de 8 a 12 y 1 a 5, adicionalmente las operaciones se realizan según el turno asignado por el operador lo cual limitaría cualquier urgencia que surja en la planta.
- El cobro mensual se realiza sobre el mayor volumen registrado en el mes lo cual genera muchas veces un valor inflado de acuerdo a la utilización real.

### 7.5.3. Construcción bodega nueva

Se considera la posibilidad de construir una bodega en los predios actuales de la compañía, con un área aproximada de 4500M<sup>2</sup>, que incluyen áreas de preparación, alistamiento de materiales, oficinas y muelles. A continuación se encontrara un presupuesto de los costos en que se incurrirían para la construcción, teniendo en cuenta que la empresa cuenta con el terreno para realizar su expansión, lo cual representa una ventaja ya que no realizar desembolso para la compra del terreno. Tiempo proyectado para la construcción de la bodega 18 meses.

La inversión necesaria para acondicionar esta bodega se muestra en la Tabla 17, ver anexo A.

Tabla 17. Tabla resumen de las inversiones necesarias en el acondicionamiento de la bodega propia.

<b>Total Excavación y compactación</b>		<b>\$ 237.888.000,00</b>
<b>Total Cimentación, pisos y mampostería</b>		<b>\$ 1.301.197.722,00</b>
<b>Total Estructura metálica y techo</b>		<b>\$ 871.380.762,00</b>
	<b>Total Materiales instalación eléctrica</b>	\$ 97.898.773,00
	<b>Total mano de obra eléctrica</b>	\$ 100.000.000,00
<b>Total instalación eléctrica</b>		<b>\$ 197.898.773,00</b>
	<b>Total Materiales instalación redes</b>	\$ 15.900.143,00
	<b>Total mano de obra redes</b>	\$ 2.520.000,00
<b>Total instalación redes</b>		<b>\$ 18.420.143,00</b>
	<b>Total Materiales obras civiles internas</b>	\$ 349.524.600,00
	<b>Total mano de obra civiles internas</b>	\$ 0,00
<b>Total obras civiles interna</b>		<b>\$ 349.524.600,00</b>
<b>Total puertas y ventanas</b>		<b>\$ 23.690.000,00</b>
<b>Total costo estimado del lote</b>		<b>\$ 1.000.000.000,00</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>\$ 4.000.000.000,00</b>

Fuente. Elaboración Propia.

Los costos de almacenamiento estimado teniendo en cuenta los descargues y cargues es de \$3.578 por tonelada. **Ver Anexo A. Cotización construcción nueva bodega.**

### **Ventajas**

- Se Cuenta con espacio adicional para la capacidad de crecimiento demandado
- Permite reaccionar rápidamente a cualquier necesidad interna o externa
- Se puede tener un estricto control de los inventario

### **Desventajas**

- El proceso de construcción y trasteo generaran traumatismos en los movimientos que generan la necesidad de más recursos de personal y montacargas.
- El Proyecto genera un desembolso de efectivo estimado en \$3.000.000 el cual cubrirá un periodo de 8 meses que durará la obra.

## 7.6. EVALUACIÓN FINANCIERA DE ALTERNATIVAS

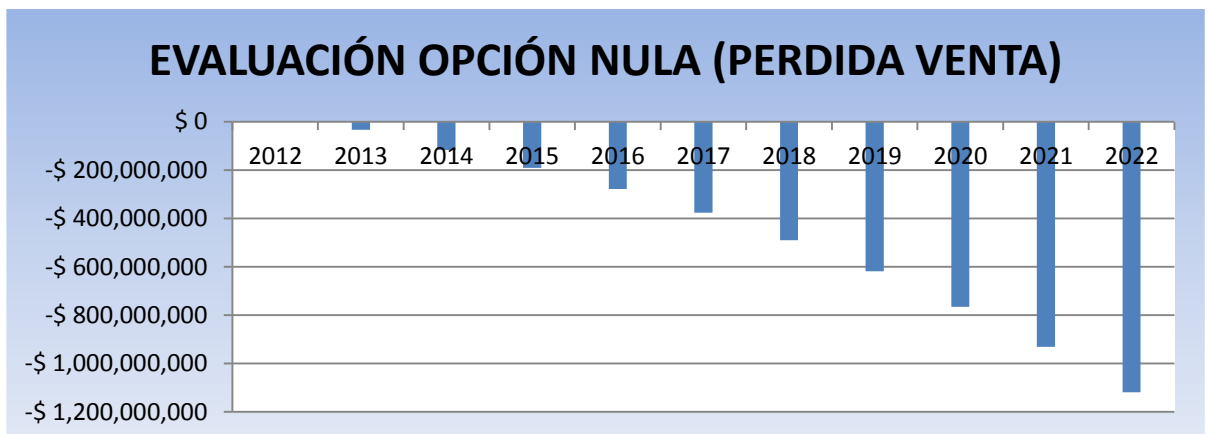
### 7.6.1. Evaluación económica determinística

Como se había visto en la Figura 6, se proyecta que a 2022 va a haber un faltante de espacio para poder almacenar las materias primas que posteriormente se van a convertir en productos terminados para la venta.

Si la compañía no optara por ninguna opción para almacenar los inventarios, lo que sucedería en primer lugar es que le haría falta espacio para poder suplir la demanda en su totalidad, de tal forma que una primera aproximación para determinar el costo de no contar con más espacio es determinar a cuanto equivales las ventas perdidas debidas a la falta de espacio.

Para convertir el área en metros<sup>2</sup> que falta a kilos de insumo, se usa los factores de participación que se estima que estos tienen en la bodega 2/3 de resina y 1/3 de lámina. Posteriormente con el mix de ventas (Aproximadamente 65% flexibles, 35 % rígidos y 5% palillos) y el consumo de materiales se define como se distribuyen las materias primas faltantes en productos terminados y de esta forma se estiman las ventas perdidas por falta de espacio.

Tabla 18. Costo presente equivalente de no hacer nada y afrontar la falta de espacio con venta perdida.



Fuente. Elaboración Propia.

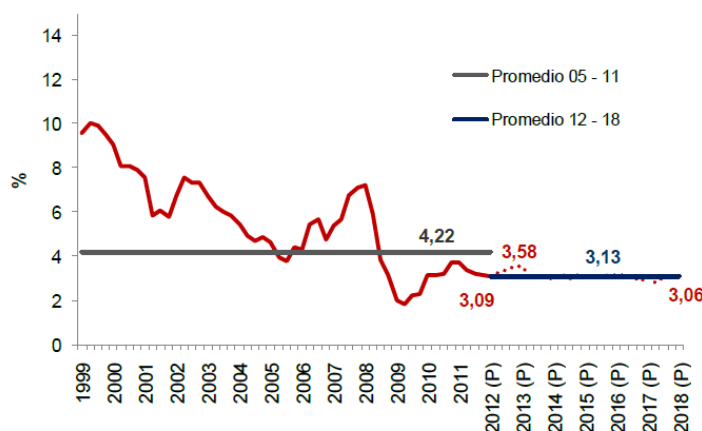
Esta estimación indica que \$ 3.232.427.405 es el CPE de no hacer nada (claro esta que esta estimación debe ser vista con cuidado puesto que estima únicamente las ventas perdidas, por espacio sin embargo en la realidad un incumplimiento a un cliente puede representar el cese de un acuerdo comercial con el mismo lo que implica que este costo pueda llegar a ser mucho más alto y difícil de estimar).

Tomando como referencia los montos proyectados de inventario y los costos es posible calcular los flujos de capital estimados a 10 años y de esta forma deducir cual es la mejor alternativa mediante una evaluación determinística.

Según la ley 820 de 2003, el máximo incremento que pueden experimentar los contratos de arrendamiento, estipulados luego del 10 de julio del 2003 es la inflación del año inmediatamente anterior, por otro lado esta ley establece que el valor del canon no puede ser mayor al 1% del valor de mercado del inmueble. De esta forma sabemos que el incremento del 2013 será a lo sumo de 2,44% que es la inflación que experimento el país al 2012.

Tomando como referencia un informe del grupo de investigaciones económicas y estratégicas de Bancolombia en conjunto con el DANE y Banrepublica publicado en noviembre de 2012 en el que se muestran las proyecciones de índices de precios de los años 2013 al 2018, que quedan consignados en la Figura 7.

**Figura 7. Evolución de la inflación colombiana entre los años 1999 hasta 2011 y proyección de la misma para del 2012 al 2018**



Fuente: Grupo Bancolombia, DANE, Banco de la república Y DANE. (<http://investigaciones.bancolombia.com/InvEconomicas/sid/27883/2012110218431826.pdf>).

Como se puede ver la proyección que se tiene para la inflación no ha de superar el crecimiento del 4%, la cual es mucho más baja que la inflación que se vivió en la década anterior. Los resultados de esta proyección que realiza este grupo de investigaciones económicas se especifica mejor en la Tabla 19, de la cual el dato que más nos interesa es el del IPC.

**Tabla 19. Indicadores económicos de Colombia históricos para el 2011 y proyectados para los años del 2012 al 2018.**

<b>Economía Colombia</b>	<b>2,011</b>	<b>2012 py</b>	<b>2013 py</b>	<b>2014 py</b>	<b>2015 py</b>	<b>2016 py</b>	<b>2017 py</b>	<b>2018py</b>
PIB (variación Anual)	5.9%	4.5%	4.50%	4.73%	4.58%	4.44%	4.66%	4.70%
Déficit GNC (%PIB)	-2.80%	-2.30%	-2.00%	-2.00%	-1.90%	-1.80%	-1.70%	-1.50%
Déficit cuenta corriente (%PIB)	-3.01%	-3.11%	-2.90%	-2.85%	-2.70%	-2.75%	-2.82%	-2.50%
Tasa de desempleo (trece ciudades)	10.40%	10.2%	9.28%	9.16%	9.02%	8.75%	8.74%	8.62%
Inflación (IPC variación anual)	3.73%	3.09%	3.58%	3.01%	3.06%	3.14%	3.10%	3.06%
Precios al productor (IPP variación anual)	5.51%	0.64%	3.56%	2.71%	3.51%	3.72%	3.80%	3.50%

<b>Tasas de Interés Locales</b>	<b>2,011</b>	<b>2012 py</b>	<b>2013 py</b>	<b>2014 py</b>	<b>2015 py</b>	<b>2016 py</b>	<b>2017 py</b>	<b>2018py</b>
Tasa de referencia Banrep (fin de año)	4.75%	4.75%	4.75%	4.50%	4.50%	4.50%	4.25%	4.50%
DTF (promedio anual)	4.35%	5.09%	4.85%	4.61%	4.42%	4.74%	4.33%	4.46%

Fuente: Grupo Bancolombia, DANE, Banco de la república.

(<http://investigaciones.bancolombia.com/InvEconomicas/sid/27883/2012110218431826.pdf>).

De los datos de esta tabla el dato que no debemos considerar es el del 2012, el cual reporta un crecimiento de 3,09% (el cual fue estimado a mediados del año 2011), más sin embargo al terminar el año este valor se calculó en 2,44%. Estas estimaciones de crecimiento de precios están realizada hasta el año 2018 en donde el último dato es 3,06%, por lo tanto para el presente trabajo se asume que este valor se repetirá en los años siguiente de la evaluación hasta el 2022.

El paso siguiente es calcular el Costo equivalente presente de cada una de las 3 alternativas, para lo cual se necesita establecer un periodo de tiempo de evaluación, el cual ya se estableció por 10 años y tener una tasa de descuento que refleje la expectativa del mercado, revisando las inversiones en el mercado disponible, se decidió utilizar la tasa de CDT del banco de la mujer la cual para el mes de marzo de 2013 ofrecía un interés del 5,9% EA.

Los costos base del 2012 que aparecen de verde son datos conocidos, junto con las tasas esperadas de crecimientos sirven para proyectar los costos de operación de cada alternativa como se muestra en la Tabla 20, como solamente se mencionan los costos operativos no se muestra la inversión inicial necesaria de 4.000.000.000 de pesos en la alternativa de construir.

Tabla 20. Estimación de costos operativos para cada alternativa de acuerdo al incremento de precios proyectado. Los costos de mantenimiento y movimiento están dados por tonelada al mes y el arriendo por año.

			COSTOS OPERATIVOS				
			CONSTRUIR	ARRENDAR			SUBCONTRATAR
CRITERIO	AÑO	% PRECIOS	MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	MOVIMIENTO	ARRIENDO ANUAL	MANTENIMIENTO
ACTUAL	2012	2,44%	\$ 3.578	\$ 3.578	\$ 25.151	\$ 95.620.500	\$ 42.000
PROYECTADO	2013	3,58%	\$ 3.665	\$ 3.665	\$ 25.765	\$ 97.953.640	\$ 43.025
	2014	3,01%	\$ 3.797	\$ 3.797	\$ 26.687	\$ 101.460.381	\$ 44.565
	2015	3,06%	\$ 3.911	\$ 3.911	\$ 27.490	\$ 104.514.338	\$ 45.906
	2016	3,14%	\$ 4.030	\$ 4.030	\$ 28.332	\$ 107.712.477	\$ 47.311
	2017	3,10%	\$ 4.157	\$ 4.157	\$ 29.221	\$ 111.094.648	\$ 48.797
	2018	3,06%	\$ 4.286	\$ 4.286	\$ 30.127	\$ 114.538.583	\$ 50.310
	2019	3,06%	\$ 4.417	\$ 4.417	\$ 31.049	\$ 118.043.463	\$ 51.849
	2020	3,06%	\$ 4.552	\$ 4.552	\$ 31.999	\$ 121.655.593	\$ 53.436
	2021	3,06%	\$ 4.691	\$ 4.691	\$ 32.978	\$ 125.378.254	\$ 55.071
	2022	3,06%	\$ 4.835	\$ 4.835	\$ 33.987	\$ 129.214.829	\$ 56.756

Fuente. Elaboración Propia



Los costos de mantenimiento afectan directamente la cantidad de inventario promedio tenida por mes, en el caso del costo por movimiento este se aplica a la cantidad que realmente se despachó para el consumo (Cedula 3), por último el costo de arriendo está dado por metro cuadrado, como son 4.500 m<sup>2</sup>, por 21.249 \$/m<sup>2</sup>-Año, esto equivale a \$ 95.620.500.

El primer flujo que se explica es el del movimiento el cual sale de multiplicar, el costo del año por el consumo en toneladas de las dos materias primas en este caso para el año 2013 equivale a la multiplicación del precio de este año para arrendar (25.765 \$/Ton) por el consumo de ambas materias primas para este año que aparece en la Tabla 16, expresado en toneladas (12.013.910 Kg \* [1/1.000 Ton/Kg]) y multiplicado por dos debido a que la materia prima se moviliza una vez a la bodega alquilada y luego debe de moverse devuelta (2 veces) el resultado de esta operación es \$ 619.069.223 = 25.765 \$/Ton \* 12.014 Ton \* 2.

El cálculo del costo de mantenimiento se realiza sobre el inventario promedio el cual se calcula en base a los inventarios proyectados del mes de diciembre.

Al realizar la proyección únicamente se conocen los inventarios efectivos al finalizar cada año por lo que el cálculo del inventario promedio el cual se obtiene del promedio del inventario al comienzo al año y final del año (el de comienzo del año n será el del final del año n-1), sin embargo como los costos están expresados en meses debemos expresarlos en términos anuales multiplicándolos por 12.

Calculando este valor para el año 2014 sería calcular el inventario promedio de ese año el cual se encuentra en la Tabla 16, el resultado de esta operación es 3.198 Ton = (3.278 Ton + 3.119 Ton)/2, luego para poder calcular el costo real multiplico esté por el valor anual de mantenimiento 145.714.837 \$/Año = 3.198 Ton \* 3.797 \$/Ton-mes \* 12 [mes/Año].

A continuación se presentaran las proyecciones de flujo de dinero de cada una de las 3 alternativas entre los años 2013 y 2022 tomando en cuenta que en el último año la bodega tiene un valor de salvamento del 25% esto de acuerdo con una recomendación dada por alguien del departamento financiero ya que esto es aproximadamente el valor del terreno que puede venderse rápidamente en caso de cualquier situación.

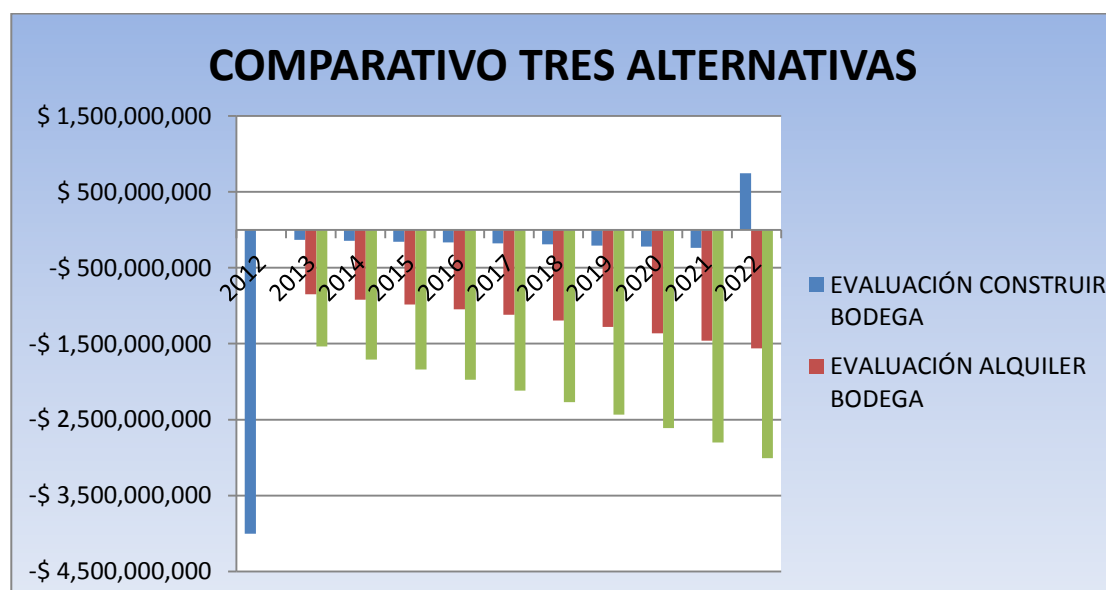
Tabla 21. Proyección de los flujos de las inversiones y costos que implican cada una de las 3 alternativas

TIPO	INVERSIONES Y COSTOS OPERATIVOS	ACTUAL	PROYECTADO (en Millones de pesos)									
		0 2012	1 2013	2 2014	3 2015	4 2016	5 2017	6 2018	7 2019	8 2020	9 2021	10 2022
EVALUACIÓN CONSTRUIR BODEGA	INVERSIÓN	-\$ 4.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1.000
	COSTO MANTENER	\$ 0	-\$ 131	-\$ 146	-\$ 157	-\$ 168	-\$ 180	-\$ 193	-\$ 207	-\$ 222	-\$ 239	-\$ 256
	<b>TOTAL</b>	-\$ 4.000	-\$ 131	-\$ 146	-\$ 157	-\$ 168	-\$ 180	-\$ 193	-\$ 207	-\$ 222	-\$ 239	\$ 744
EVALUACIÓN ALQUILER BODEGA	COSTO MANTENER	\$ 0	-\$ 131	-\$ 146	-\$ 157	-\$ 168	-\$ 180	-\$ 193	-\$ 207	-\$ 222	-\$ 239	-\$ 256
	COSTO MOVILIZAR	\$ 0	-\$ 619	-\$ 673	-\$ 721	-\$ 772	-\$ 828	-\$ 887	-\$ 952	-\$ 1.021	-\$ 1.095	-\$ 1.176
	ALQUILER	\$ 0	-\$ 98	-\$ 101	-\$ 105	-\$ 108	-\$ 111	-\$ 115	-\$ 118	-\$ 122	-\$ 125	-\$ 129
	<b>TOTAL</b>	\$ 0	-\$ 848	-\$ 921	-\$ 982	-\$ 1.048	-\$ 1.119	-\$ 1.195	-\$ 1.277	-\$ 1.365	-\$ 1.460	-\$ 1.561
EVALUACIÓN SUBCONTRATAR	COSTO MANTENER	\$ 0	-\$ 1.535	-\$ 1.710	-\$ 1.841	-\$ 1.973	-\$ 2.116	-\$ 2.269	-\$ 2.434	-\$ 2.611	-\$ 2.803	-\$ 3.009
	<b>TOTAL</b>	\$ 0	-\$ 1.535	-\$ 1.710	-\$ 1.841	-\$ 1.973	-\$ 2.116	-\$ 2.269	-\$ 2.434	-\$ 2.611	-\$ 2.803	-\$ 3.009

Fuente. Elaboración Propia.

Para tener una perspectiva más visual del comportamiento financiero de todas las alternativas. La Figura 8, muestra en la misma escala los flujos de dinero en el tiempo de tal forma que el lector tenga una perspectiva más amplia de la evaluación. En el último año se considera un valor de mercado sobre el valor pagado de la bodega.

Figura 8. Diagrama de ingresos y egresos de las 3 alternativas entre los años 2012 y 2022.



Fuente. Elaboración Propia.

Con estos datos se procede a calcular los CEP para cada alternativa según la metodología de Varela para evaluar alternativas que ofrecen igual servicio la cual se expone en este mismo documento en el capítulo 5.3.2, el resultado aparece en la Tabla 22.

Tabla 22. Costo equivalente presente de cada una de las 3 alternativas y su respectivo ranking

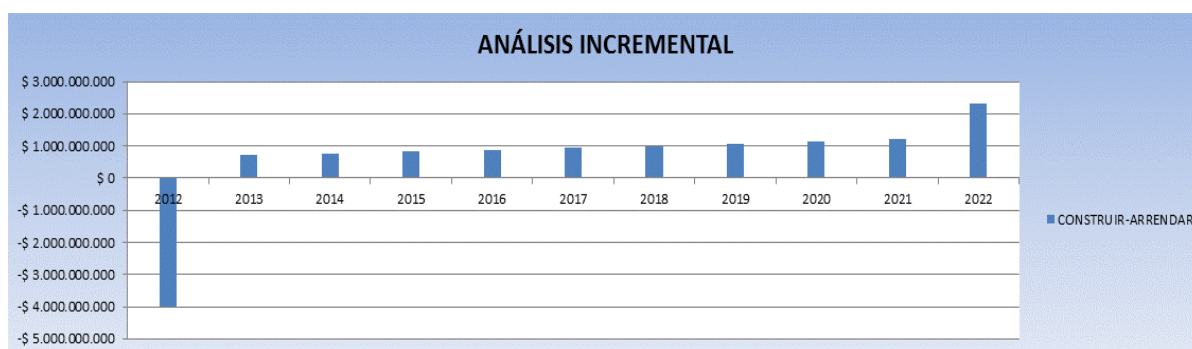
	CPE	RANKING
CONSTRUIR	\$ 4.794.273.438	1
ARRENDAR	\$ 8.437.975.392	2
SUBCONTRATAR	\$ 15.940.320.886	3

Fuente. Elaboración Propia.

Según este análisis la opción que muestra un menor costo descontado es la opción de construir con un costo equivalente de \$ 4.794.273.438 y en segundo lugar la opción de arrendar, el paso siguiente es realizar el análisis incremental para determinar cuál es la mejor opción entre estas dos.

Figura 9. Diferencia entre las dos alternativas para poder aplicar el análisis incremental

COMPARACIÓN DE LAS 2 MEJORES ALTERNATIVAS	ANÁLISIS INCREMENTAL (COMPARATIVO POR PAREJAS) EN MILLONES DE PESOS										
	ACTUAL	PROYECTADO									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CONSTRUIR-ARRENDAR	-\$ 4.000	\$ 717	\$ 775	\$ 825	\$ 879	\$ 939	\$ 1.002	\$ 1.070	\$ 1.143	\$ 1.221	\$ 2.305



Fuente. Elaboración Propia.

Por si solo este diagrama no nos dice realmente cual de ambas alternativas es mejor, para eso debemos sacar los respectivos análisis financieros TIR y VPN. Estos se calculan en la Tabla 23, en donde se pueden ver dos cosas, la primera que la TIR es mayor que el 5,9% EA (Nuestra tasa de referencia), lo cual justifica invertir 4.000 millones de

pesos en el periodo cero para ahorrarse un dinero en los años posteriores al construir y no arrendar, por otro lado el VPN es mayor que cero lo que reafirma el planteamiento anterior.

Tabla 23. Indicadores financieros fundamentales para el análisis incremental.

ANÁLISIS INCREMENTAL CONSTRUIR-ARRENDAR	
TIR	19,5%
VPN	\$ 3.643.701.954
VAN	\$ 492.719.532
CFN	\$ 6.464.016.355

Fuente. Elaboración Propia.

Los planteamientos anteriores recomiendan al tomador de la decisión a optar por construir la bodega, sin embargo el análisis anterior le planteo al lector que la opción que esperaría tener mejor rendimiento si todos los supuestos se dieran sería la de alquilar, más sin embargo al interesado no se le informa que nivel de riesgo puede conllevar su decisión dado el caso de que las cosas no salgan como se esperan.

### 7.6.2. Evaluación económica probabilística (simulación)

Cuando se habla de simulación de Montecarlo lo primero que debe de hacer es definir los parámetros de entrada los cuales son las variables aleatorias que van a incidir en el resultado final del modelo que no es más que las salidas de los CEP de cada alternativa.

Las variables de entrada son los crecimientos de las ventas para cada línea de producto, por otro lado está el crecimiento de los costos generales de proceso la cual está dada por la inflación de la economía, finalmente la última variable de entrada es el valor de mercado que pueda tener el bien para el caso de la alternativa de construir, lo anterior se resume en la.

Tabla 24. Variables de entrada del modelo y sus respectivas distribuciones.

NOMBRE DE LA VARIABLE	DISTRIBUCIÓN
VALOR MERCADO	TRIANGULAR
% CRECIMIENTO COSTO MANTENIMIENTO ALQUILAR Y COMPRAR (ANTES DEL 2018)	UNIFORME
% CRECIMIENTO COSTO TRANSPORTE ALQUILAR (ANTES DEL 2018)	UNIFORME
% CRECIMIENTO COSTO ALQUILAR (ANTES DEL 2018)	UNIFORME
% CRECIMIENTO COSTO MANTENIMIENTO SUBCONTRATADO (ANTES DEL 2018)	UNIFORME
% CRECIMIENTO COSTO MANTENIMIENTO ALQUILAR Y COMPRAR (DESPUES DEL 2018)	LOG NORMAL
% CRECIMIENTO COSTO TRANSPORTE ALQUILAR (DESPUES DEL 2018)	LOG NORMAL
% CRECIMIENTO COSTO ALQUILAR (DESPUES DEL 2018)	LOG NORMAL
% CRECIMIENTO COSTO MANTENIMIENTO SUBCONTRATADO (DESPUES DEL 2018)	LOG NORMAL
% CRECIMIENTO VENTAS FLEXIBLES	NORMAL
% CRECIMIENTO VENTAS RIGIDOS	LOG NORMAL
% CRECIMIENTO VENTAS PALILLOS	NORMAL

Fuente. Elaboración Propia.

La variable base para el crecimiento de los precios, se puede simular en base a los históricos, sin embargo al realizar la proyección de estos datos se encontró una publicación con la proyección para los próximos 5 años (Tabla 19) desarrollada por una entidad muy seria con analistas económicos muy especializados, esta proyección será el punto inicial para simular los datos ya que de una u otra forma la inflación va a tender a esas predicciones, esto solo hasta el 2018, luego del cual estimaremos el crecimiento mediante una distribución en base a los históricos.

De acuerdo a lo anterior, desde los años 2013 a 2018 el estadístico de tendencia de la distribución a escoger debe de ser el valor mismo del pronóstico, el cual se va a mover con una tolerancia de 1,5 por encima o debajo. Mientras que para los años posteriores se utiliza una función de distribución estadística basada en la historia.

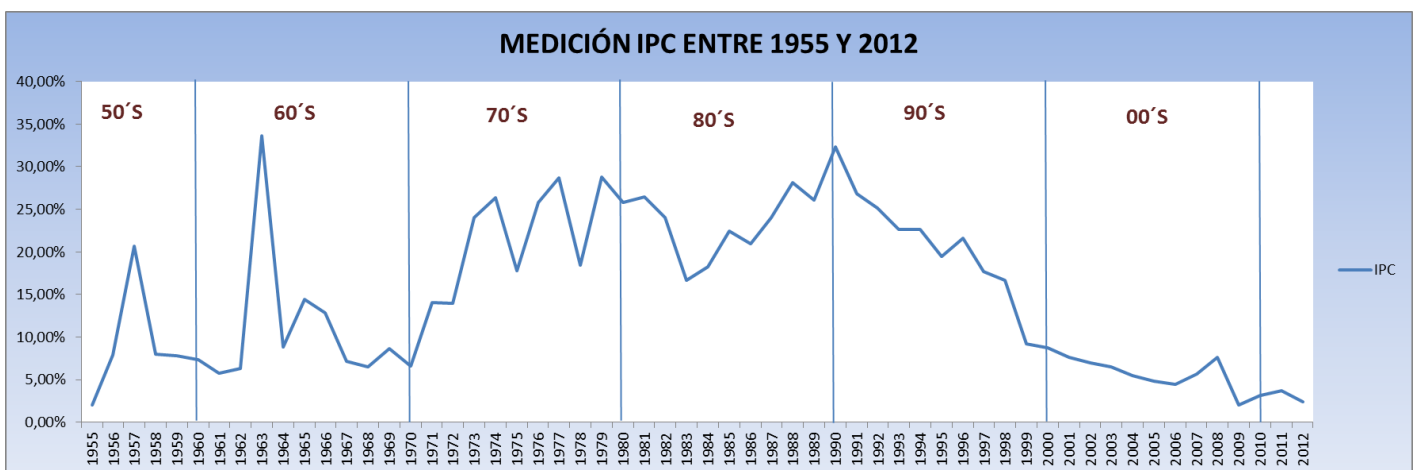
Los primeros registros de la medición de la inflación fueron realizados en 1954, sin embargo las dificultades tecnológicas y la carencia de sistemas de información eficientes en aquellas épocas reducen la fiabilidad que aquellos resultados obtenidos, en los 70's el incremento progresivo del petróleo y las condiciones transicionales de la región a dictaduras

militares incrementaron gasto publico manifestándose directamente en el incremento directo del IPC.

El problema de una economía inflacionaria era un síntoma en muchos de los países vecinos con la diferencia que en el caso particular de Colombia el éxito del narcotráfico inyectó capital extra a la economía lo que impulso aún más la trayectoria alcista hasta que a comienzos de los 90's con el cambio de gobierno el narcotráfico se convirtió en objeto de persecución, reduciendo de esa forma el suministro de capitales artificiales a la economía nacional.

Para 1999 la recesión económica a causa del mantenimiento de una banda cambiaria artificial, el sobre crecimiento del dólar y la crisis hipotecaria del UPAC, llevo al gobierno de turno en concederle al banco de la republica una mayor independencia política que le permitiría años después tener un control más fuerte del incremento de precios.

Figura 10. Histórico del de la variación anual del IPC entre los años 1955 y 2012



Fuente: Elaboración propia con datos provenientes del DANE.

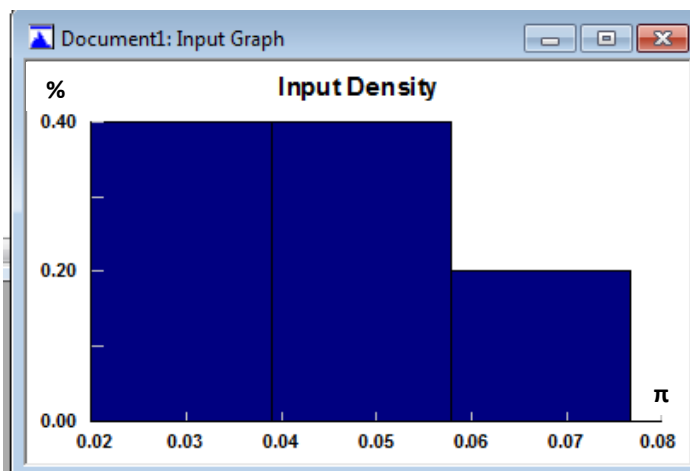
Los fenómenos económicos anteriormente descritos pueden observarse claramente en la Figura 10, en donde cada década parece mostrar sus particularidades. Lo primero que podemos notar que en ninguno de los años reportados la inflación alcanza a ser negativa, el mínimo valor

encontrado es de 2% en el 2009 y el máximo es de 33,6% e 1963, el promedio de todos los años es de 15,15% y su desviación es del 9,16%.

Si utilizara esta información para modelar la variable estadística del incremento en precios estaría cometiendo para los años advenideros se estaría cometiendo un gran error ya que el observando la figura anterior se puede ver como gradualmente la inflación ha experimentado un decaimiento sustancial en las ultimas 2 décadas por tal motivo trabajar con un promedio de todos estos datos daría una apreciación equivocada. Para paliar tal situación se decidió por usar únicamente los datos de la última década para estimar la posible distribución.

Los cuales presentan el histograma de la Figura 11 que representa distribución de sus valores

Figura 11. Histograma de los datos de inflación entre los años 2002 al 2012 con 3 intervalos.



Fuente: Elaborado por los autores en Stat fit con la información del DANE.

Para encontrar la distribución de probabilidad se usa stat fit un programa especializado el cual arroja los siguientes resultados:

```

goodness of fit
data points          10
estimates           maximum likelihood estimates
accuracy of fit     3.e-004
level of significance 5.e-002

summary

distribution          Kolmogorov      Anderson
                     Smirnov          Darling

Exponential          0.469          2.34
Lognormal            0.321          1.08
Normal               0.491          2.82
Uniform              0.815          16.1

detail

Exponential
  minimum =          0. [fixed]
  beta    =          0.11505
  Kolmogorov-Smirnov
    data points      10
    ks stat          0.469
    alpha            5.e-002
    ks stat(10,5.e-002) 0.409
    p-value          1.55e-002
    result           REJECT
  Anderson-Darling
    data points      10
    ad stat          2.34
    alpha            5.e-002
    ad stat(5.e-002) 2.49
    p-value          6.04e-002
    result           DO NOT REJECT

Lognormal
  minimum =          0. [fixed]
  mu      =          -2.92642
  sigma   =          0.957186
  Kolmogorov-Smirnov
    data points      10
    ks stat          0.321
    alpha            5.e-002
    ks stat(10,5.e-002) 0.409
    p-value          0.205
    result           DO NOT REJECT
  Anderson-Darling

```

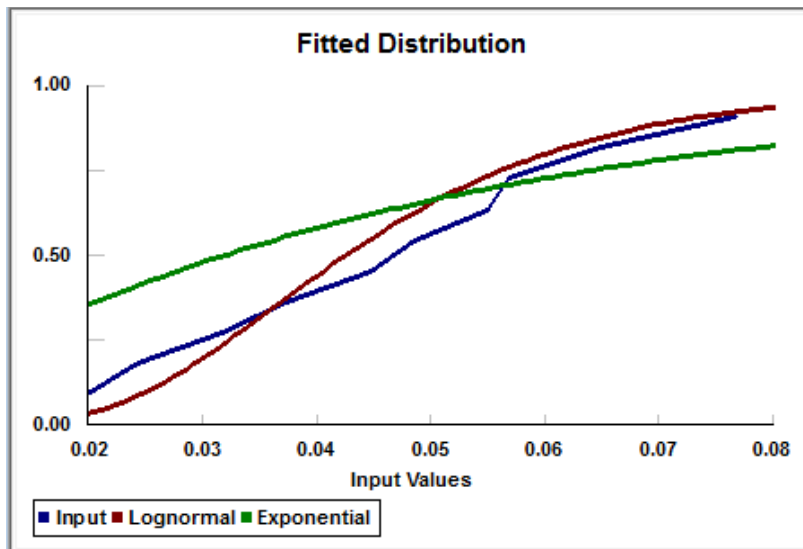


data points		10
ad stat		1.08
alpha		5.e-002
ad stat(5.e-002)		2.49
p-value		0.318
result		DO NOT REJECT
<b>Normal</b>		
mean	=	0.11505
sigma	=	0.21775
<b>Kolmogorov-Smirnov</b>		
data points		10
ks stat		0.491
alpha		5.e-002
ks stat(10,5.e-002)		0.409
p-value		9.53e-003
result		REJECT
<b>Anderson-Darling</b>		
data points		10
ad stat		2.82
alpha		5.e-002
ad stat(5.e-002)		2.49
p-value		3.39e-002
result		REJECT
<b>Uniform</b>		
minimum	=	0. [fixed]
maximum	=	0.767
<b>Kolmogorov-Smirnov</b>		
data points		10
ks stat		0.815
alpha		5.e-002
ks stat(10,5.e-002)		0.409
p-value		9.56e-008
result		REJECT
<b>Anderson-Darling</b>		
data points		9
ad stat		16.1
alpha		5.e-002
ad stat(5.e-002)		2.49
p-value		0.
result		REJECT

El resultado anterior del Stat fit rechaza que la distribución de probabilidad sea uniforme o normal, por otro lado para la distribución exponencial fue rechazada por la prueba Kolmogorov – Smirnov y aceptada por la prueba Anderson – Darling, mientras tanto la función lognormal fue aceptada por ambas pruebas.

La muestra el ajuste de las curvas de densidad real (Input) y de las distribuciones a comparar (exponencial y lognormal), se evidencia como la distribución lognormal presenta un mayor ajuste.

Figura 12. Curvas de distribución acumuladas para la distribución real, exponencial y la lognormal.



Fuente: Elaborado por los autores en Stat fit con la información del DANE.

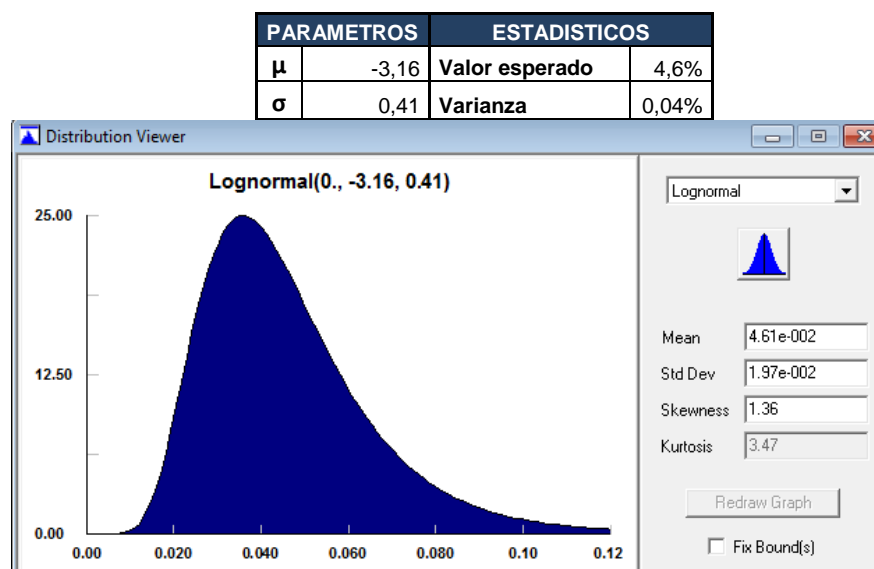
De acuerdo al Stat fit la función que mejor simula el comportamiento de la inflación colombiana de los últimos entre los años 2002 y 2012. La característica básica de una distribución lognormal básica es que nunca presenta valores negativos (lo cual es consecuente con la inflación colombiana). El aplicativo indica que la distribución lognormal es más adecuada para imitar este comportamiento, y posteriormente en otra prueba establece los coeficientes para esta función.

distribution	rank	acceptance
Lognormal[0., -3.16, 0.41]	100	do not reject

Los parámetros básicos de esta distribución son  $\mu$  y  $\sigma$  que representan la media y la varianza respectivamente del logaritmo variable. La función de probabilidad acumulada es  $f(x; \mu; \sigma) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}$ , donde x es una variable aleatoria entre 0 y 1, mientras que el valor esperado es  $E(x) = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$  y su varianza se mide por  $var(x) = (e^{\sigma^2} - 1) * e^{2\mu + \sigma^2}$ . Como los valores de referencia arrojados por el stat fit

fueron  $\mu = -3,16$  y  $\sigma = 0,41$ . La función de distribución respectiva aparece en la Figura 13.

Figura 13. Distribución de probabilidad de la inflación para los años 2019 al 2022

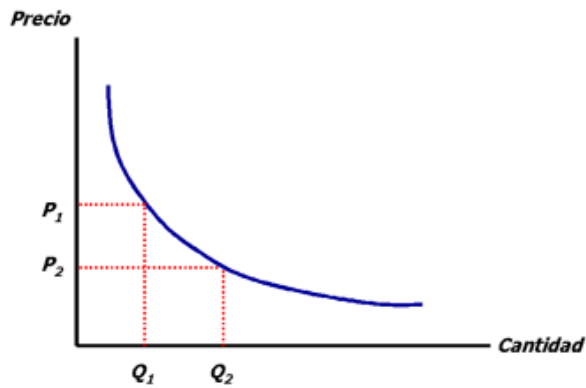


Fuente: Elaborado por los autores en Stat fit con la información del DANE.

Luego de determinar la distribución de probabilidad de la inflación procedemos a determinar las distribuciones de probabilidad de los crecimientos de ventas para cada línea de negocio.

Bajo la teoría de la microeconomía clásica, en la curva de demanda existe una relación inversamente proporcional (pendiente negativa) donde a medida que el precio de un bien se incrementa las cantidades demandadas decaen, esta relación es conocida como la *curva de demanda*.

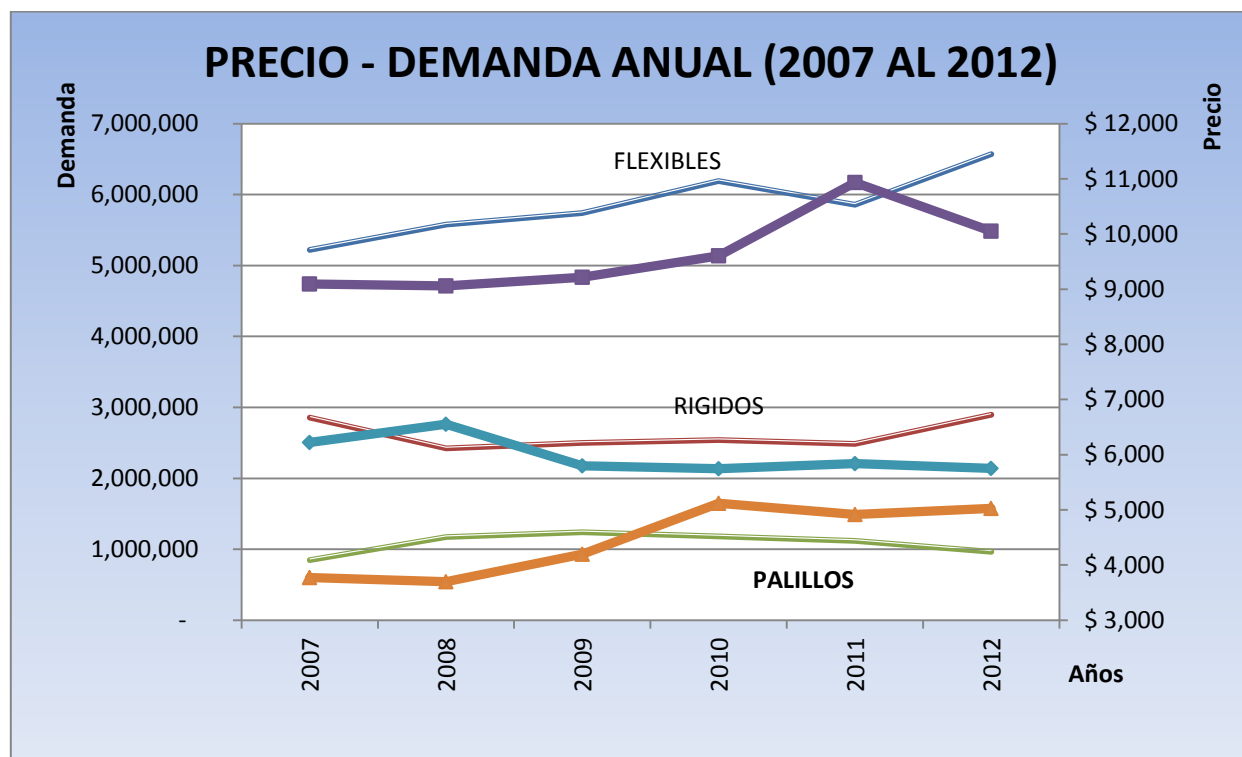
Figura 14. Curva de Demanda en la teoría microeconómica de oferta y demanda.



Para validar este concepto en el comportamiento de las ventas por cada línea de negocio se tomó las ventas en unidades y se comparó con los respectivos crecimientos de precios finales de cada año.

El resultado de esto se puede ver en la Figura 15, aquí se aprecia que en la línea de flexibles tanto la demanda como los precios crecieron a través del tiempo, lo que reafirma la importancia estratégica de esta línea para la compañía, por otro lado en el mercado de rígidos los precios han descendido mientras que la demanda permanece relativamente estable, sin embargo en la línea de palillos a pesar que los precios han crecido notablemente la reducción de la demanda no obedece tanto a este incremento sino por el contrario a la reducción de la oferta a causa del traslado de una máquina.

Figura 15. Relación Precio – Demanda para cada una de las líneas de negocio, la línea delgada representa la demanda en kilos mientras que la línea gruesa con marcadores de año representa los precios por kilo.



Fuente: Elaboración Propia.

La imagen anterior indicó que pareciera haber una relación de crecimiento positivo entre la demanda y precio de la línea flexibles (ya que ambos crecen a través del tiempo), mientras que en los rígidos los precios muestran una relación con la demanda negativa. Por último los palillos que presentan una demanda en descenso con un precio en ascenso si pareciera guardar la relación de la *curva de demanda*.

Tabla 25. Resultado de análisis de regresión Demanda explicada por precio para los datos anualizados y mensuales.

	DATOS ANUALES			DATOS MENSUALES		
	Intercepto	Pendiente	R <sup>2</sup>	Intercepto	Pendiente	R <sup>2</sup>
FLEXIBLES	2.798.182	316,9	23,908%	483.053	0,6	0,003%
RIGIDOS	3.266.316	- 108,5	3,051%	340.146	- 19,9	6,789%
PALILLOS	942.361	32,5	1,961%	72.824	4,1	0,789%

Fuente: Elaboración Propia

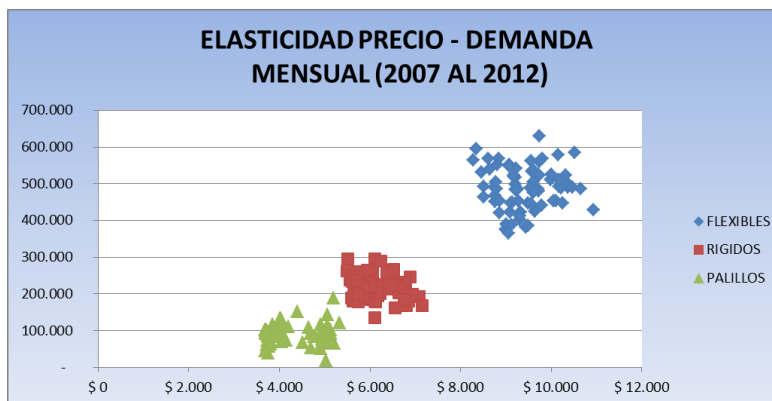
Sin embargo si tomamos un criterio cuantitativo como lo son los coeficientes de regresión (Tabla 25), encontramos que las relaciones precio – demanda son positivas para las líneas flexibles y palillos y negativa para los rígidos, sin embargo este resultado es totalmente desvirtuado al observar los errores R2, ya que ninguno muestra un resultado superior al 65% lo que significa que no hay una relación fuerte entre estos dos.

Figura 16. Elasticidad precio – demanda entre 2007 y 2012 (Eje Abscisas precios y eje Ordenadas Demanda en kilos). a) Anualizada y b) mensual.

a)



b)

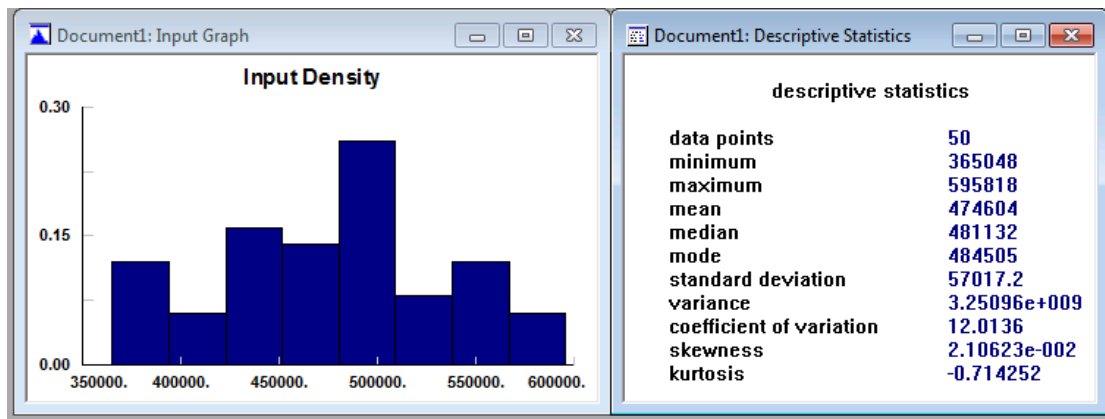


Fuente: Elaboración Propia

El análisis anterior fue de tipo general sobre el comportamiento de la demanda sobre todas las líneas, sin embargo para el presente trabajo el paso a seguir es detallar por cada línea el comportamiento del crecimiento de los kilos consumidos por año.

El histograma del comportamiento mensual de la venta en kilos durante los años 2007 a 2012 con 50 datos de entrada presenta una tendencia cercana a los 480.000 kilos mensuales.

Figura 17. Información histórica del comportamiento de las ventas de flexibles entre los años 2007 y 2012

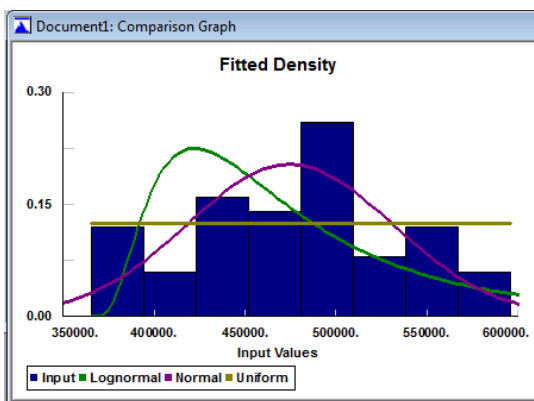


Fuente: Elaboración Propia.

El programa Stat fit aplicando los test estadísticos Anderson Darling y Kolgomorov Smirnov para las 4 distribuciones estadísticas a probar (normal, uniforme, lognormal y exponencial), cuyo resultado se puede ver en la Tabla 26, los resultados de estas pruebas es rechazar la distribución Exponencial, y no rechazar las distribuciones Lognormal, normal y uniforme; sin embargo de las distribuciones escogidas la que más se aproxima es la normal, la cual presenta los menores coeficientes KS y AD de todas las distribuciones, de tal forma que la distribución más adecuada es la normal con un promedio de 474.604 y una desviación estándar de 56.444.

**Tabla 26. Resultado de las pruebas Anderson Darling y Kolmogorov Smirnov para los datos de ventas en kilos de flexibles mensuales entre los años 2007 y 2012. La distribución que más se aproxima es la normal.**

PRUEBAS	RESULTADOS	distribution			
		Exponential	Lognormal	Normal	Uniform
Kolmogorov Smirnov	ks stat (50,5.e-002)	0,188	0,188	<b>0,188</b>	0,188
	ks stat	0,26	0,149	<b>6,39E-02</b>	0,131
	DECISIÓN	REJECT	DO NOT REJECT	<b>DO NOT REJECT</b>	DO NOT REJECT
Anderson Darling	ad stat (49,5.e-002)	2,49	2,49	<b>2,49</b>	2,49
	ad stat	5,35	2,02	<b>0,265</b>	1,74
	DECISIÓN	REJECT	DO NOT REJECT	<b>DO NOT REJECT</b>	DO NOT REJECT
PARÁMETROS	MÁXIMO				595.818
	MINIMO	365.048	365.048		365.048
	PROMEDIO			<b>474.604</b>	
	DESVIACIÓN			<b>56.444</b>	
	$\mu$		11,44		
	$\sigma$		0,70		
	$\beta$	109.556			



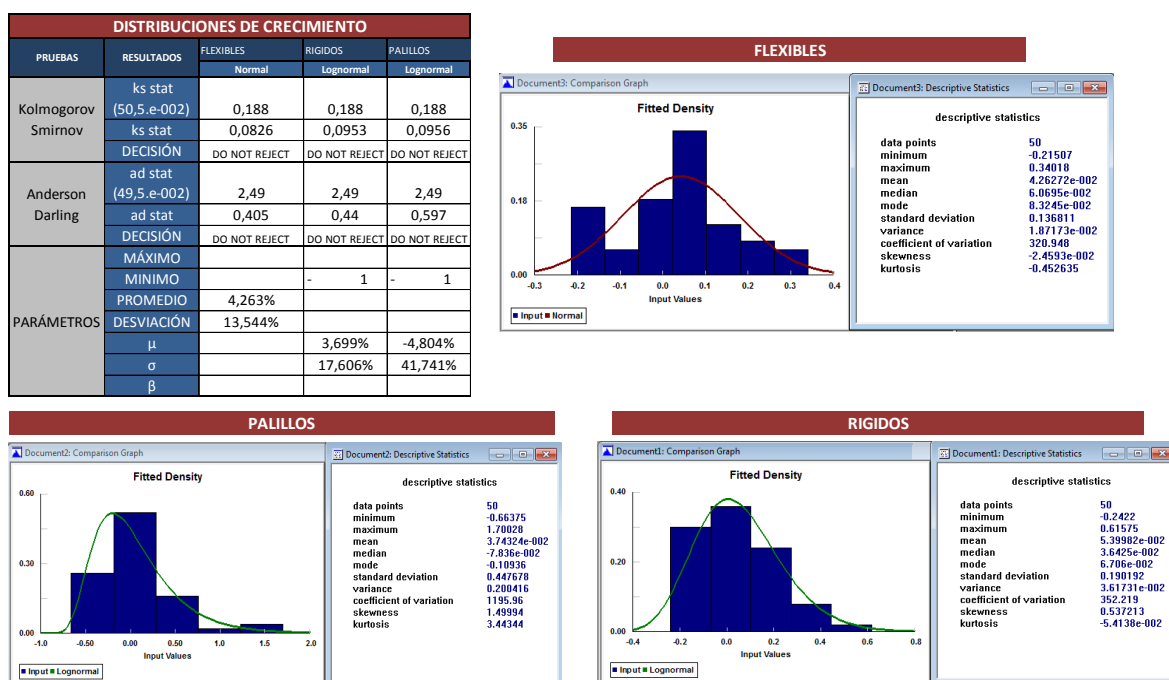
Fuente: Elaboración Propia.

Este comportamiento estadístico representado en los histogramas y distribuciones que se acaban de explicar queda descontextualizado si no se trabaja bajo el esquema de cambio en el tiempo, por tal motivo se procede a hallar los cambios anuales de las ventas mes a mes de un año con respecto al anterior, y aplicando los criterios que se acabaron de explicar anteriormente, el programa Stat fit recomienda usar las distribuciones que aparecen en Figura 18.

Se evidencia como los flexibles se pueden simular usando una distribución normal (promedio 4,2% y desviación estándar 13,54%), mientras que los rígidos ( $\mu = 3,7\%$  y  $\sigma = 17,6\%$ ) y palillos ( $\mu = -4,8\%$  y  $\sigma = 41,7\%$ ) plantean un comportamiento más similar a una distribución lognormal con un mínimo de menos 1.



Figura 18. Distribuciones de probabilidad para los crecimientos anuales de cada mes en las líneas de negocio de la empresa para los 50 últimos datos.



Fuente: Elaboración Propia.

Por último debido a que no se tiene información histórica de referencia el valor de mercado será simulado mediante una distribución triangular asumiendo que su valor se moverá entre los escenarios pesimista (5%) y optimista (80%) donde tendera a un valor normal (20%), la definición de estos valores está dada según una recomendación de un contador de la empresa consultado.

Estas distribuciones necesario para iniciar la simulación y determinar los costos equivalentes presentes medios y el nivel de riesgo.

A diferencia del análisis determinísticos la simulación plantea la posibilidad de plasmar muchos escenarios al mismo tiempo, en el caso del presente trabajo el software que hemos escogido para desarrollar los cálculos es *Crystal ball*, el cual fue parametrizado para que realizara 5.000 corridas.

Las salidas del programa son los **costos equivalentes presentes** (CEP) para cada alternativa, ya que la evaluación es sobre egresos y no sobre ingresos, por lo que para este análisis carece de sentido hablar de **valor en riesgo** (VAR) y de **tasa interna de retorno** (TIR).

La idea base de este razonamiento es que al generar múltiples escenarios es posible estudiar estadísticamente la población generada para cada decisión específica, al haber ejecutado 5.000 corridas se tienen por lo tanto 5.000 posibles CEP para la acción de construir, alquilar o subcontratar de los que se pueden sacar histogramas, promedios, desviaciones y cualquier estadístico.

Los resultados estadísticos para esas corridas aparecen en la Tabla 27, donde claramente se aprecia que el mayor CEP promedio lo tiene Subcontratar con \$ 15.780.024.380 mientras que el menor es el de construir con un valor medio de \$ 4.577.099.841. Por otro lado el coeficiente de variabilidad de construir es cercano al 10% mientras que para alquilar o subcontratar es casi del 20%, lo cual implica que construir es una inversión menos riesgosa.

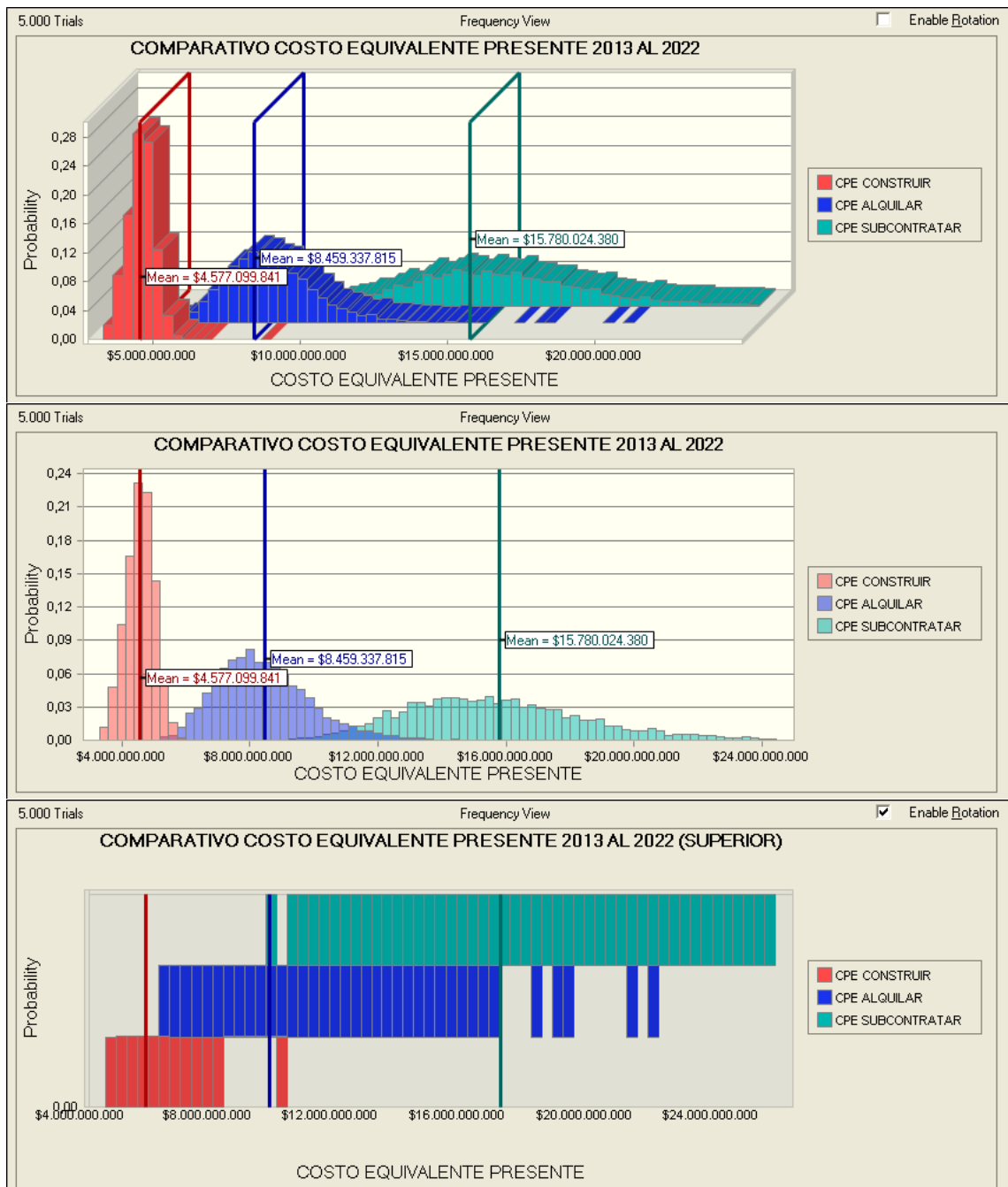
**Tabla 27. Estadísticos para las simulaciones de los CEP de las 3 opciones.**

Overlay: COMPARATIVO COSTO EQUIVALENTE PRESENTE 2013 AL 2022 (SUPERIOR)			
Statistic	CPE CONSTRUIR	CPE ALQUILAR	CPE SUBCONTRATAR
Trials	5.000	5.000	5.000
Mean	\$ 4.577.099.841	\$ 8.459.337.815	\$ 15.780.024.380
Median	\$ 4.595.561.316	\$ 8.270.550.492	\$ 15.451.535.449
Mode	'---	'---	'---
Standard Deviation	\$ 446.611.772	\$ 1.559.794.439	\$ 3.090.638.968
Variance	\$ 199.462.074.756.666.000	\$ 2.432.958.693.431.460.000	\$ 9.552.049.230.502.010.000
Skewness	0,0973	2,28	1,74
Kurtosis	4,54	32,29	21,05
Coeff. of Variability	0,0976	0,1844	0,1959
Minimum	\$ 3.168.916.570	\$ 5.020.273.992	\$ 8.386.601.411
Maximum	\$ 8.840.835.705	\$ 38.450.157.250	\$ 68.373.409.210
Mean Std. Error	\$ 6.316.044	\$ 22.058.825	\$ 43.708.235

Fuente: Elaboración Propia.

Para tener un mejor criterio de cuál de las 3 opciones es la más adecuada, una buena estrategia es mostrar los 3 histogramas en un mismo grafico donde en el eje de las abscisas se muestre el CEP. La Figura 19 es sumamente clara en indicar que la opción de construir es la que presenta el menor CEP promedio además de la menor variabilidad en comparación con las demás alternativas ya que la desviación estándar del CPE de subcontratar es más de 6,9 veces la desviación de construir mientras que la desviación de alquilar es 3,5 veces la de construir.

Figura 19. Comparativo costo equivalente de Construir, Alquilar y Subcontratar. (Vista 3d, frontal y superior)



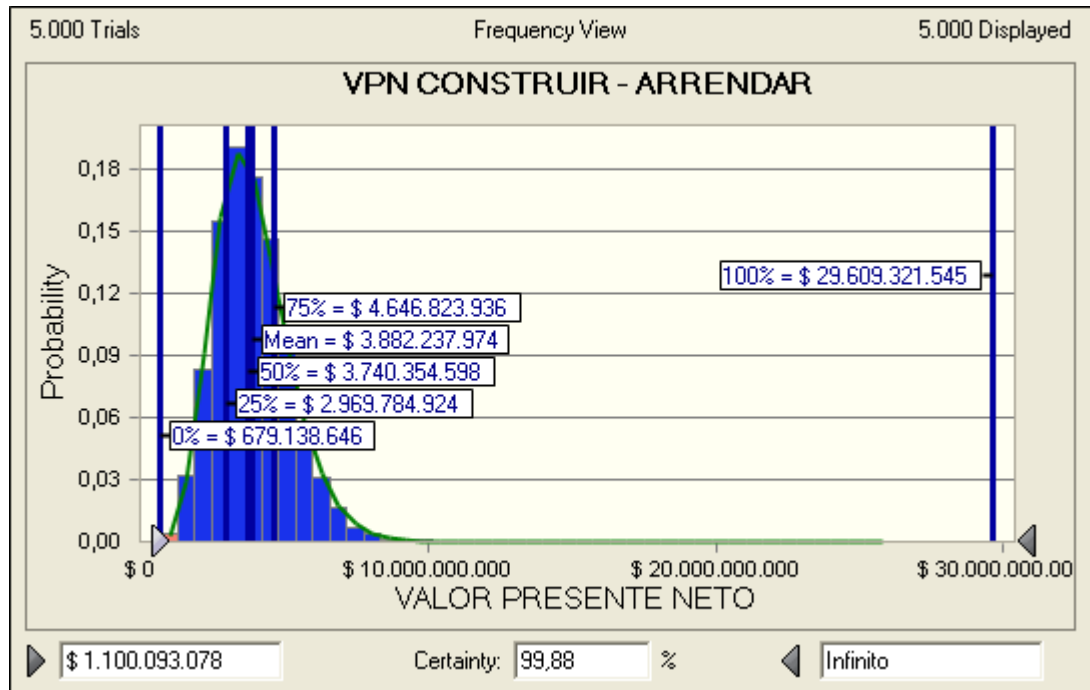
Fuente: Elaboración Propia.

En congruencia a lo anterior se puede excluir la opción de subcontratar debido a que su CEP es muy alto, por consiguiente el análisis deberá de centrarse en revisar las opciones de construir o alquilar.

Más allá de la comparación de los CEP para determinar cuál de las dos elecciones es la más adecuada, está el análisis incremental sobre la

diferencia de flujos entre construir y arrendar, donde el criterio será el VPN y TIR.

Figura 20. Histograma del VPN del análisis incremental de la simulación de las opciones de Construir y arrendar.

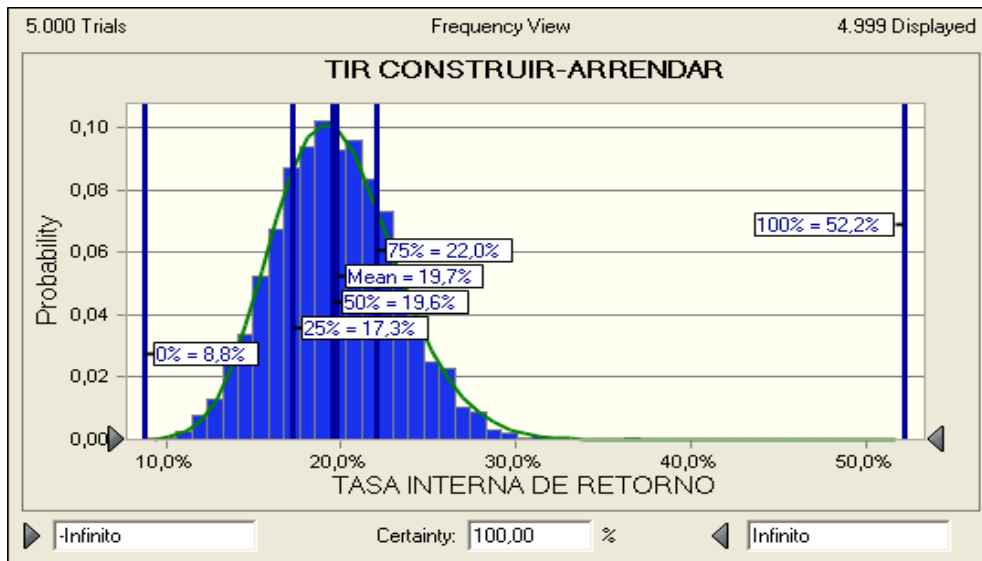


Fuente: Elaboración Propia.

Tanto para los gráficos del VPN y el TIR, el programa determinó que la distribución que mejor se ajusta a ambos resultados es la función gamma, observando la Tasa TIR, su valor medio es del 19,7% (Figura 20) mientras que la más pequeña es de 8,8% por tal motivo seleccionar la opción de construir frente a la opción de alquilar siempre representará una inversión más rentable que el costo de capital de 5,9%.

En congruencia a lo anterior se observa que el valor mínimo del VPN es de \$ 679.138.646 (Figura 21), por lo tanto nunca llega a ser cero lo que implica que el valor en riesgo es cero.

Figura 21. Histograma del TIR del análisis incremental de la simulación entre las opciones de Construir y arrendar.

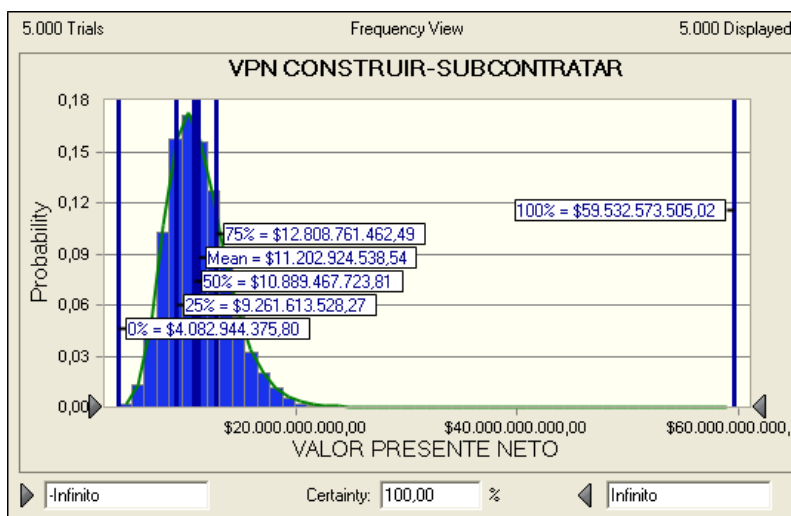


Fuente: Elaboración Propia.

La afirmación significa que arrendar y operar una bodega resultara siempre más costoso si se evalúa la opción a 10 años con una tasa de descuento del 5,9%.

De manera similar se encuentra que construir siempre será mejor opción frente a subcontratar si se evalúa a 10 años con 5,9% de tasa de descuento, donde la tasa TIR promedio es de 41% (Figura 23) mientras que su valor mínimo es de 23% por otro lado el VPN promedio es de \$ 11.202.924.538 (Figura 22), mientras que su mínimo valor es de \$ 4.082.944.375.

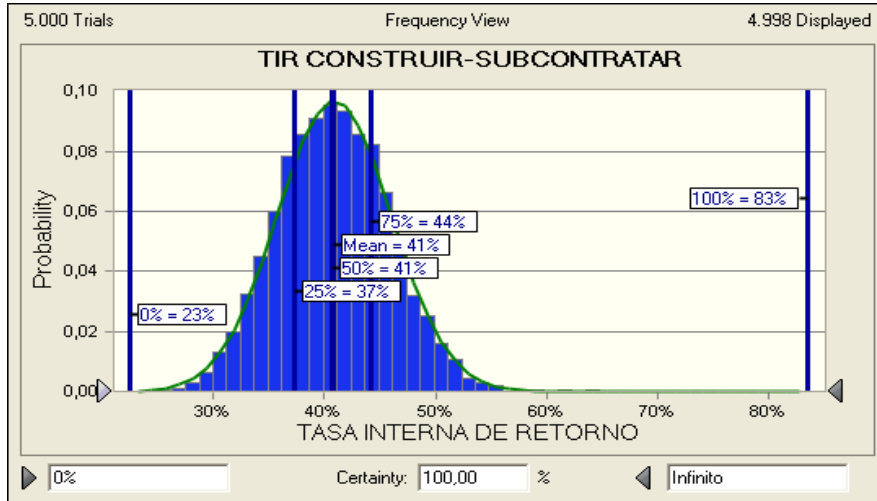
Figura 22. Histograma del VPN del análisis incremental de la simulación de Construir y subcontratar.



Fuente: Elaboración Propia.

Luego de estos dos análisis el paso a seguir es centrar la atención en el comportamiento de la opción de construir a la cual los análisis apuntan es la mejor decisión bajo el esquema evaluado.

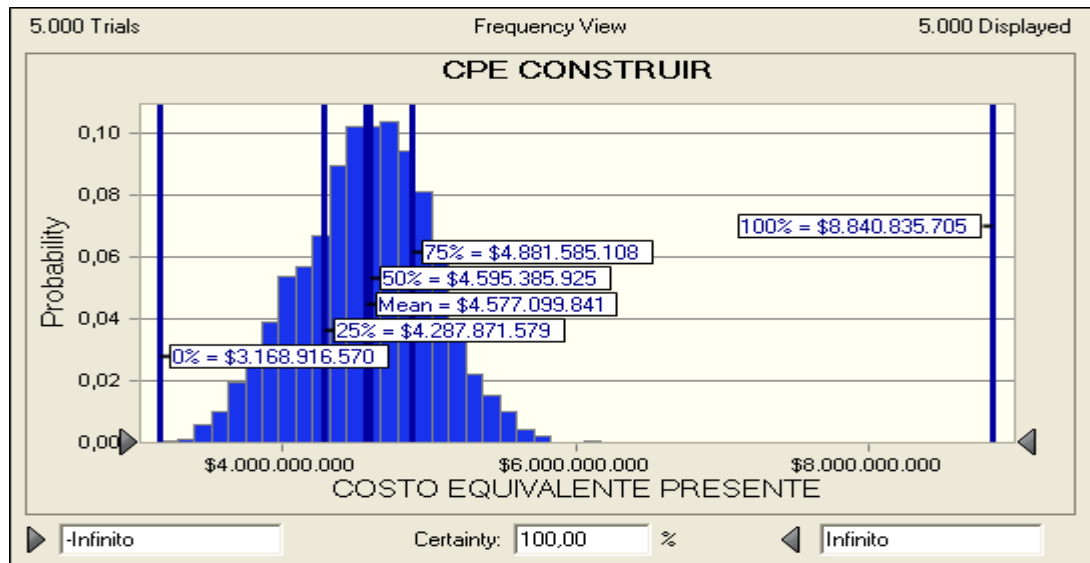
Figura 23. Histograma del TIR del análisis incremental de la simulación de Construir y subcontratar.



Fuente: Elaboración Propia.

Los dos razonamientos anteriores conducen a la conclusión que construir la bodega es la mejor decisión del abanico de alternativas que además de tener el menor CEP promedio, no presenta riesgo alguno con respecto a las otras 2 opciones, de hecho el CEP más alto de esta alternativa (Figura 24) fue de \$ 8.840.835.705 (dentro de las 500 corridas) y su menor costo fue de \$ 3.168.916.570.

Figura 24. Histograma de la simulación del CEP de la alternativa de construir.

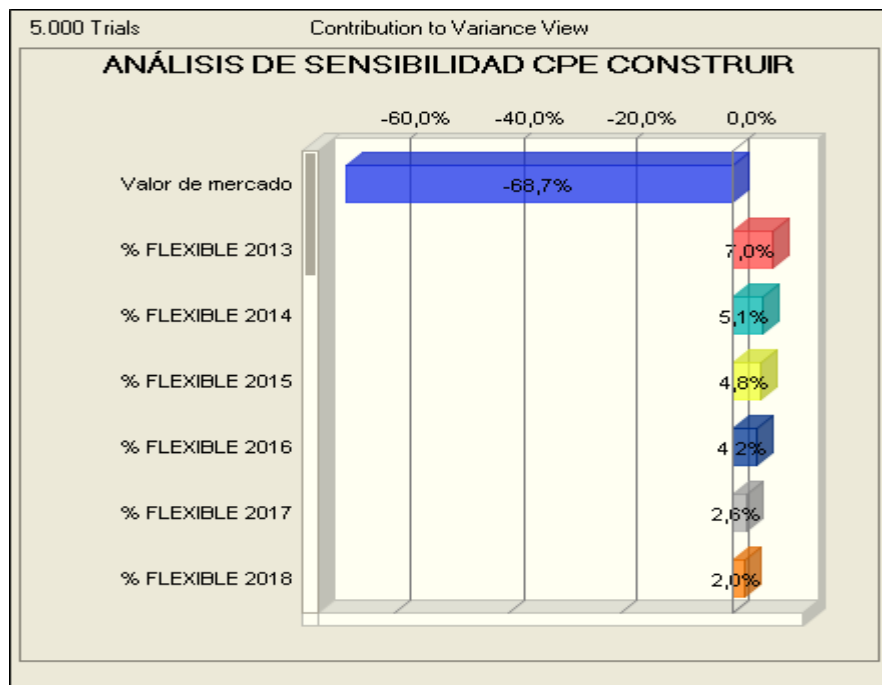


Fuente: Elaboración Propia.

Para saber cuál de las variables de entrada resulta ser más relevante en el resultado de la simulación para el CEP de construir, el programa Crystal ball ofrece una útil herramienta para efectuar análisis de sensibilidad.

Al aplicar este análisis al CEP de construir (Figura 25) se demuestra que sin duda alguna que el valor de mercado es totalmente determinante en el costo equivalente de construir con una importancia de -68,7% ya que a mayor valor de mercado menor costo equivalente, por otro lado el crecimiento de ventas en kilos de los flexibles afectan también el costo en especial el incremento del 2013 con 7%.

Figura 25. Análisis de sensibilidad sobre la simulación del CEP de construir.



Fuente: Elaboración Propia.

## 8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al realizar la evaluación de alternativa mediante la metodología determinística, fue posible llevar a cabo un análisis de sensibilidad que se mostrara a continuación, el cual usando la metodología de la simulación hubiese sido muy complejo de realizar, debido a que tendría que realizarse muchas simulaciones para cada combinación, mientras que en Excel este análisis de sensibilidad sin simulación se puede hacer rápidamente.

El presente trabajo fue medido bajo un periodo de evaluación de 10 años y con una tasa mínima de retorno del 5,9% (dada por la tasa CDT de varios bancos consultados). Sin embargo la gerencia hubiese podido afirmar que 10 años es poco o mucho tiempo para poder evaluar esta bodega o decir que su expectativa de rentabilidad es mayor o menor que el 5,9%, por otro lado el valor de mercado es un aspecto de difícil evaluación ya que históricamente no hay mucha información al respecto lo que hace difícil determinar que tanto pueda costar la bodega a futuro.

La Tabla 28, recoge los resultados del análisis de sensibilidad en donde las columnas representan el número de periodos a evaluar, mientras que las filas muestran diferentes TMR de evaluación para cada opción, la conclusión de esta tabla es sencilla, a mayor Tasa TMR, el modelo se inclina a decidir por la opción que menos inversión inicial requiere así tenga un costo mayor (los flujos futuros son menos representativos con TMR altas), mientras que a mayor periodo de evaluación los costos fijos de la inversión se amortizan en el tiempo y el modelo tiende a escoger la alternativa con mayor inversión pero menor costo operativo, lo cual se aprecia claramente en la tabla.

Si la tasa de 5,9%, si se hubiese evaluado a 2, 3 o 4 años el resultado hubiese sido arrendar, a partir de 5 año, construir se convierte en una mejor opción, también se observa que la opción de subcontratar aparezca en algún caso lo que indica lo costoso que puede llegar a ser esta alternativa.



Tabla 28. Análisis de sensibilidad sobre el número de periodos a evaluar y el costo de capital (TMR) con valor de mercado del 25%

Análisis de sensibilidad con un valor de mercado del 25 %.														
TMR	PERIODO DE EVALUACIÓN													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3,0%	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
3,5%	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
4,0%	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
4,5%	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
5,0%	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
5,5%	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
6,0%	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
6,5%	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
7,0%	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
7,5%	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
8,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
8,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
9,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
9,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
10,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
10,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
11,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
11,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
12,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
12,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
13,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
13,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
14,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
14,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
15,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
15,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
16,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
16,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
17,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS

Fuente: Resultados simulación Montecarlo.

Si la gerencia argumenta que no desea evaluar la inversión con ningún valor de mercado o salvamento, ya que al final del periodo de evaluación no se planea vender la bodega ni lo que en ella está. Bajo tal esquema se presenta la Tabla 29, en la cual se considera que no hay valor de mercado o salvamento alguno para la construcción de la bodega (cuando se termine el periodo de evaluación, la construcción no tiene ningún valor comercial), en esta se encuentra que con la tasa de 5,9% mínimo a partir de 6 años de evaluación se optaría construir frente a alquilar.

Tabla 29. Análisis de sensibilidad sobre el número de periodos a evaluar y el costo de capital (TMR) con valor de mercado del 0%

Análisis de sensibilidad con un valor de mercado del 0 %.														
TMR	PERIODO DE EVALUACIÓN													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
3,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
4,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
4,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
5,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
5,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
6,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
6,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
7,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
7,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
8,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
8,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
9,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
9,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
10,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
10,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
11,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
11,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
12,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
12,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
13,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
13,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
14,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
14,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
15,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
15,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
16,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
16,5%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS
17,0%	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	ARRE	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS	CONS

Fuente: Resultados simulación Montecarlo.

Por otro lado durante el desarrollo del trabajo el hecho de que el requerimiento de espacio de bodega no fuera tan grande durante los primeros 5 años, pudiese optarse por la opción de alquilar durante los primeros 5 años y luego de esto en el quinto año iniciar la construcción de la bodega (cuya construcción se estima dura 8 meses) para que a partir del sexto año se dejase de utilizar la bodega alquilada para empezar a usufructuar la propia, y realizando el análisis esta vez no a 10 años sino a 15.

Los flujos de dineros provenientes de esta decisión se evidencian en la , en esta hasta el año 5 están los costos de arrendar, y en el año 5 se invierte para construir la planta lego de la cual se deja de percibir los costos por arriendo.

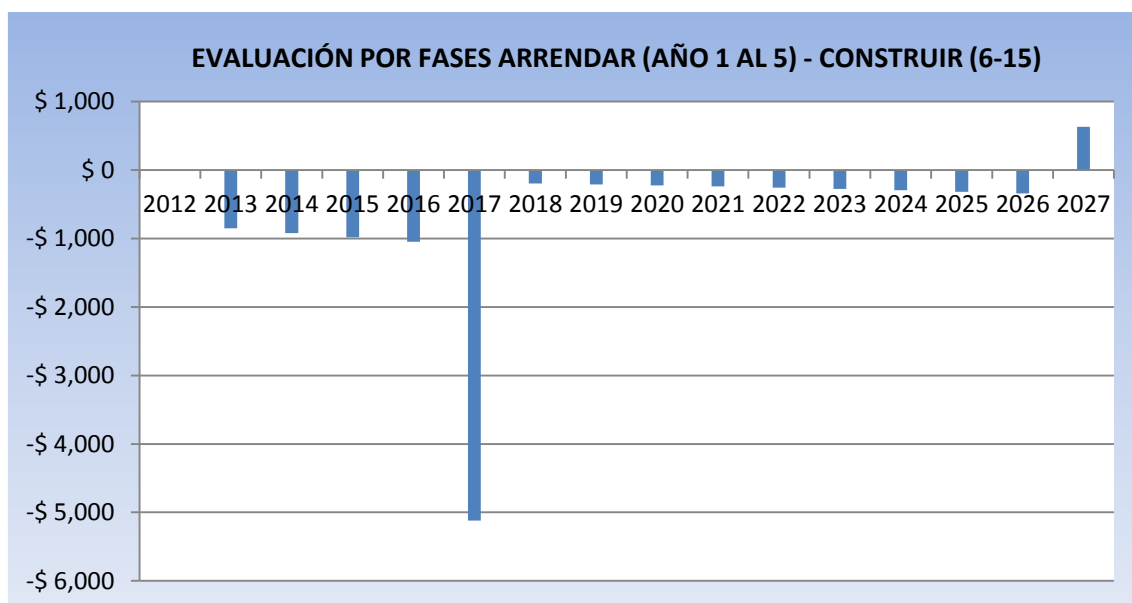
Tabla 30. Tabla de flujos de efectivo en millones de alquilar los primeros 5 años y los restantes 10 construir usar la bodega propia.

EVALUACIÓN POR FASES ARRENDAR (AÑO 1 AL 5) - CONSTRUIR (6-15) EN MILLONES DE PESOS						
PERIODO	AÑO	INVERSIÓN	COSTO MANTENER	COSTO MOVILIZAR	ALQUILER	TOTAL
0	2012	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
1	2013	\$ 0	-\$ 131	-\$ 619	-\$ 98	-\$ 848
2	2014	\$ 0	-\$ 146	-\$ 673	-\$ 101	-\$ 921
3	2015	\$ 0	-\$ 157	-\$ 721	-\$ 105	-\$ 982
4	2016	\$ 0	-\$ 168	-\$ 772	-\$ 108	-\$ 1,048
5	2017	-\$ 4.000	-\$ 180	-\$ 828	-\$ 111	-\$ 5.119
6	2018	\$ 0	-\$ 193			-\$ 193
7	2019	\$ 0	-\$ 207			-\$ 207
8	2020	\$ 0	-\$ 222			-\$ 222
9	2021	\$ 0	-\$ 239			-\$ 239
10	2022	\$ 0	-\$ 256			-\$ 256
11	2023	\$ 0	-\$ 275			-\$ 275
12	2024	\$ 0	-\$ 296			-\$ 296
13	2025	\$ 0	-\$ 318			-\$ 318
14	2026	\$ 0	-\$ 341			-\$ 341
15	2027	\$ 1.000	-\$ 367			\$ 633

Fuente: Resultados simulación Montecarlo.

El diagrama de flujos de efectivo de la alternativa se ve en la Figura 26.

Figura 26. Diagrama de flujos de efectivo de la alternativa por fases.



Fuente: Elaboración Propia.

El CEP de esta alternativa se evalúa con las demás alternativas y también la opción nula esta vez no a 10 sino a 15 años (Tabla 31), en este cuadro se hace más evidente que la opción de construir es la más adecuada inclusive frente a la alternativa por fases por que presenta un CEP menor.

Tabla 31. Costo equivalente presente de todas las alternativas a 15 años.

ALTERNATIVAS	CPE
OPCIÓN NULA	\$ 7.621.913.516
FASES ARRENTA -CONSTRUIR	\$ 8.158.716.786
CONSTRUIR	\$ 5.688.763.729
ARRENDAR	\$ 12.986.195.304
SUBCONTRATAR	\$ 24.791.248.757

Fuente: Elaboración Propia.

El comparativo entre las dos evaluaciones, determinística y estocástica, se aprecia en la Tabla 32, se puede ver como los resultados del CEP fijo para la evaluación determinística casi que coincide con el CEP promedio encontrado por medio de Crystal ball.

Tabla 32. Comparativo CEP evaluación determinística y CEP simulado.

	CONSTRUIR	ARRENDAR	SUBCONTRATAR
CEP (DETERMINISTICO)	\$ 4.794.273.438	\$ 8.437.975.392	\$ 15.940.320.886
CEP (SIMULADO) MEDIO	\$ 4.577.099.841	\$ 8.459.337.815	\$ 15.780.024.380
DIF CEP <sub>D</sub> - CEP <sub>S</sub>	\$ 217.173.597	\$ -21.362.423	\$ 160.296.506
% DIF CEP <sub>D</sub> - CEP <sub>S</sub>	4,53%	-0,25%	1,01%
CEP (SIMULADO) DESV	\$ 446.611.772	\$ 1.559.794.439	\$ 3.090.638.968

Fuente: Elaboración Propia.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La primera y más clara conclusión de la realización del presente trabajo es la recomendación a la empresa de invertir en la construcción de la bodega para poder proveer el espacio suficiente que se requerirá a futuro en la bodega de materia prima y producto terminado.

Los dos modelos, determinísticos y estocástico conducen a la misma decisión de construir la bodega en la planta, ya que el costo equivalente presente es el menor, por otro lado el hecho que la bodega nueva quede cerca al proceso productivo implica una mejor respuesta a los imprevistos que se puedan presentar ante un riesgo de desabastecimiento comparado si el almacenaje se realizara la materia prima se almacenara en bodegas ubicadas fuera de la planta como se plantea en las opciones de arrendar y subcontratar.

Esta es una decisión de carácter eminentemente estratégico dentro de la compañía, que debe meditarse cuidadosamente tomando en cuenta su repercusión a futuro.

Los resultados encontrados tanto en la simulación como en la evaluación tradicional de alternativas que ofrecen un mismo servicio dan como resultado la misma recomendación, **construir**, sin embargo el resultado de la simulación es un poco más diciente al indicar el nivel de riesgo asociado a las posibles situaciones que puedan darse a futuro, si la demanda crece o descienda.

Por otro lado se exploró la opción de arrendar una bodega por unos años y luego construir en lo que se denominó alternativa por fases, esto con el fin de esperar a que los costos por perdidas de venta fueran mayores y ahí optar por construir, sin embargo el resultado indico que a largo plazo resulta más barato iniciar la construcción de una vez que pasado 5 años (Tabla 31).

Para poder realizar el presente trabajo fue necesario contar con mucha información importante de la empresa. El realizar un presupuesto requiere

información de muchas áreas distintas (contabilidad, producción, logística, ventas).

Este trabajo no se muestra por motivos de confidencialidad, durante el desarrollo de los cálculos y proyecciones siempre se dio un proceso de validación contable con los resultados de P&G y Balances generales de la empresa en años anteriores con el fin de validar que los resultados de las proyecciones fuesen coherentes con la realidad.

A pesar que en el caso específico de este trabajo las dos metodologías de evaluación (determinística y estocástica) dieron como resultado la misma conclusión, durante la consulta bibliográfica necesaria se encontraron muchos ejemplos en donde este resultado no ocurría sino que por el contrario ambas conclusiones llegaban a resultados opuestos como el caso del trabajo de Benítez y Garzón.

Sin embargo al aplicar el análisis incremental que consiste en una comparación por parejas de alternativas, que mide que tan rentable es preferir una opción con respecto a otra, si se pueden usar los criterios financieros de CEP y VPN, los cuales son cuantificables, durante la simulación también se midió este análisis incremental y particularmente se encontró que el VAR arrojado fue nulo al comparar las alternativas Construir – Alquilar y Construir - Subcontratar, lo que indica claramente que en el peor de los casos arrojado por la simulación (5000 corridas) la rentabilidad de preferir construir frente a alquilar o subcontratar nunca llega a ser menor que la tasa de costo de capital, ya que en el VPN incremental nunca alcanza a ser cero \$ 679.138.646 (Figura 21).

Otro aspecto interesante de este trabajo al analizar los datos históricos de ventas, es el hecho que para la demanda del producto no pareciera ser afectada fuertemente por los cambios en los precios al cliente, estadísticamente no se estuvo cerca de aceptar que el cambio de precio podía alterar la demanda del producto Tabla 25, lo cual puede tener su causa en que para los clientes de la empresa la motivación principal no es el precio del producto (pueden estar más interesados en la calidad) o dos que el mercado

esté tan acostumbrado a los continuos cambios de precios que las compras programadas que estos realizan no estén muy influenciados por las variaciones en precio.

Este trabajo retomo datos consolidados sobre proyecciones de ventas hechas por años y no por meses, se realizaron sobre líneas y no sobre productos específicos, inclusive en la denominación de materias primas únicamente se trabajó con resinas y láminas. El hecho de trabajar con datos consolidados ayudo a dar conclusiones de forma rápida y eficaz para el tipo de evaluación realizada, sin embargo estas conclusiones generalizan sobre todos los periodos de tiempo o sobre todos los productos de una línea.

Únicamente entrando en el detalle de cada producto en específico, materia prima y cada periodo de tiempo, sería posible dar recomendaciones específicas para gestionar efectivamente el producto (por individual), si otro departamento como compras, producción o logística quisieran planear sus operaciones basándose en las proyecciones indicadas.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Morillo, M y Coromoto, M (2010), *Diseño de sistemas de costeo: Fundamentos Teóricos*.
- Krajewsky, L y RITZMAN, L. (2000), *ADMINISTRACIÓN DE LAS OPERACIONES*, Prentice Hall.
- Manotas, D y Toro, H (2009) Análisis de decisiones de inversión utilizando el criterio valor presente neto en riesgo (VPN en riesgo), Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística, Universidad del Valle
- Croston, J. D., “Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands”, *Operational Research Quarterly*, 23 (3), 289–303, 1972. (Citado por Silver et al., 1998, pág. 127–129.)
- Burbano Ruiz, Jorge E. Presupuestos. Enfoque de gestión, planeación y control de recursos. Tercera edición. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana S.A. 2005.
- Varela, R (1997), *Evaluación Económica de Proyectos de Inversión*, Grupo editorial Iberoamérica.
- Cuas, J (2005), *FUNDAMENTOS DE LA TECNICA DE PROGRAMACIÓN LINEAL*, Universidad católica de Chile.
- Bartholdi, J y Hackman, S (2002), *WAREHOUS & DISTRIBUTION SCIENCE*.



- Ballou, R (2004), Logística: administración de cadena de suministro, editorial Pearson education.
- Hillier, F y Liberman, G (2002), Introducción a la Investigación de Operaciones, McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U
- TAHA, Hamdy A., *Investigación de operaciones*, México, Pearson, 2006, (7ª ed.)
- HILLIER, Frederick S., *Investigación de operaciones*, México, McGraw-Hill Interamericana, 2010, (9ª ed.)
- GUTIERREZ CARMONA, Jairo, Modelos financieros con Excel, Bogotá,. Ecoe ediciones, 2007.
- VARELA VILLEGAS, Rodrigo, Evaluación económica proyectos de inversión, Bogotá McGraw-Hill, c2010 (7ª ed.)
- Grupo investigaciones económicas y estratégicas, Proyecciones macroeconómicas y de mercado 2013 – 2018., Grupo Bancolombia, noviembre de 2012.
- Benitez, K y Garzón L, Modelo de evaluación multicriterio para la decisión de localización de planta en zona franca incorporando riesgo e incertidumbre, Tesis para optar por el título de Magister en ingeniería industrial, Universidad ICESI Colombia 2012.

## 11. ANEXOS

### Anexo A. Cotización construcción nueva bodega.

<b>PRESUPUESTO BODEGA 90</b>						
<b>Excavación y compactación</b>						
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>U.M</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor Total</b>	
1	Excavación, cargo y retiro de sobrantes (topografía) área 5300 M x ,9M	M3	4770	\$ 10.800,00	51.516.000	
2	Conformación y compactación de la subrasante	M2	5300	\$ 960,00	5.088.000	
3	Relleno con roca muerta compactada 96% a razón de (área 5300M X ,6)	M3	3180	\$ 25.200,00	80.136.000	
4	Base granular al 100% a razón de (área 5300 M x ,15)	M3	795	\$ 74.400,00	59.148.000	
5	Adicionales, excavación área maquinaria segunda demolición de anden	Und	1	\$ 42.000.000,00	42.000.000	
<b>Total Excavación y compactación</b>					<b>237.888.000</b>	
<b>Cimentación, pisos y mampostería</b>						
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>U.M</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor Total</b>	
1	Preliminares Campamento, provisional energía agua y sanitario	Und	1	\$ 6.480.000,00	6.480.000	
2	Cimentación, zapatas, caisson, viga de amarres, pedestales	Und	1	\$ 92.308.048,80	92.308.049	
3	Mampostería, muro en ladrillo a 2,60, dovelas, vigas, calado.	Und	1	\$ 211.403.868,00	211.403.868	
4	Piso y enchapes, 5220 m2, muro de contención en concreto reforzado	Und	1	\$ 268.234.578,00	268.234.578	
5	desagües aguas lluvias y aguas negras	Und	1	\$ 25.860.000,00	25.860.000	
6	Puertas enrollables o correderas muelles	Und	6	\$ 2.640.000,00	15.840.000	
7	adicionales, aju 19%	Und	1	\$ 99.220.238,40	99.220.238	
8	Muelle	Und	1	\$ 109.595.200,00	109.595.200	
9	Estanterías	Und			472.255.789	
<b>Total Cimentación, pisos y mampostería</b>					<b>1.301.197.722</b>	
<b>Estructura metálica y techo</b>						
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>U.M</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor Total</b>	
1	Estructura bodega	Und	1	\$ 670.306.350,00	670.306.350	
2	Teja para cubierta bodega	Und	1	\$ 146.964.132,00	146.964.132	
3	Remates y solapas - suministro e instalación 296 M	Und	1	\$ 5.470.080,00	5.470.080	
4	Teja para cerramiento de bodega sobre muro compartido y fachada 490M2	Und	1	\$ 13.171.200,00	13.171.200	
5	Canales	Und	1	\$ 23.625.000,00	23.625.000	
6	Desmante y reinstalación mampara longitudinal y acondicionamiento de canal eje compartido	Und	1	\$ 11.844.000,00	11.844.000	
<b>Total Estructura metálica y techo</b>					<b>871.380.762</b>	

<b>Instalación eléctrica</b>					
<b>Materiales eléctricos</b>					
Ítem	Descripción	U.M	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
1	Diseño de instalación eléctricas baja tensión	Und	1	\$ 840.000,00	\$ 840.000,00
2	Instalación eléctrica a todo costo	Und	1	\$ 97.058.773	97.058.773
<b>Total Materiales instalación eléctrica</b>					<b>97.898.773</b>
<b>Mano de obra eléctrica</b>					
Ítem	Descripción	U.M	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
1	Mano de obra sistema eléctrico	Und	1	\$ 0,00	100.000.000
<b>Total mano de obra eléctrica</b>					<b>100.000.000</b>
<b>Total instalación eléctrica</b>					<b>197.898.773</b>
<b>Instalación de redes</b>					
<b>Materiales para redes y mano de obra – CABLEADO</b>					
Ítem	Descripción	U.M	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
1	Materiales	Und	1	\$ 11.400.862,80	11.400.863
2	Ups 5 Kva - marca APC o EATON	Und	1	\$ 4.499.280,00	4.499.280
<b>Total Materiales instalación redes</b>					<b>15.900.143</b>
<b>Mano de obra redes</b>					
Ítem	Descripción	U.M	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
1	Mano de obra sistema redes	Und	1	\$ 2.520.000,00	2.520.000
<b>Total mano de obra redes</b>					<b>2.520.000</b>
<b>Total instalación redes</b>					<b>18.420.143</b>
<b>Obras civiles internas bodega - Oficinas y vestier</b>					
<b>Mezanine</b>					
Ítem	Descripción	U.M	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
1	Estructura metálica - mezanine oficinas, 20987 kg a 2750 pesos mano obra	Unds	1	\$ 68.960.100,00	68.960.100
2	Escalera archivo ----- todo costo -----	Unds	1	\$ 4.560.000,00	4.560.000
3	Estructura metálica vestier, 3248 kg a 2750 pesos mano obra	Unds	1	\$ 10.718.400,00	10.718.400
4	Obra civil- oficinas y cafetería - vestier----- todo costo-----	Unds	1	\$ 106.560.000,00	106.560.000
5	Estructura metálica - racks soporte de tubería 12000 kg a 2750 pesos mano obra	Unds	1	\$ 39.600.000,00	39.600.000
6	materiales para estructuras metálicas - hierro 36235 kg, valor kg 2050	Unds	1	\$ 89.138.100,00	89.138.100
7	pintura para estructuras metálicas 254 galones de anticorrosivo y 254 esmalte	Unds	1	\$ 18.288.000,00	18.288.000
8	alquiler de andamios	Unds	1	\$ 6.000.000,00	6.000.000
8	pisos - cristalizado área	m2	190	\$ 30.000,00	5.700.000
<b>Total Materiales obras civiles internas</b>					<b>349.524.600</b>
<b>Mano obras civiles internas</b>					
Ítem	Descripción	U.M	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
1	Mano de obra para civiles internas	Und	1		0
<b>Total mano de obra civiles internas</b>					<b>0</b>
<b>Total obras civiles interna</b>					<b>349.524.600</b>
<b>puertas y ventanas a todo costo</b>					
Ítem	Descripción	U.M	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
1	Puerta # 1 - 90cm x 220cm	Und	4	320.000	1.280.000
2	Puerta # 9 4M alto x 3 M de ancho con riel para corredera, con puerta peatonal	Und	2	3.700.000	7.400.000
3	Puerta # 10 4M alto x 3 M de ancho con riel para corredera	Und	3	2.900.000	8.700.000
4	puerta # 2 de 70 x 220 cm aluminio	Und	3	690000	2.070.000
5	puerta # 4 de 90 x 220 cm aluminio	Und	2	950.000	1.900.000
6	Ventana # 2 de 150 x 100 cm aluminio	Und	6	340.000	2.040.000
7	Ventana # 1 de 80 x 30 cm aluminio	Und	3	65.000	195.000
8	Ventana # 3 de 150 x 30 cm aluminio	Und	1	105.000	105.000
<b>Total puertas y ventanas</b>					<b>23.690.000</b>
<b>COSTO DEL TERRENO</b>					
Ítem	Descripción	U.M	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
1	COSTO TERRENO	Und	1	\$ 1.000.000.000,00	1.000.000.000
<b>Total TERRENO</b>					<b>1.000.000.000</b>

## Anexo B. Cotizaciones de bodegas de almacenamiento y operadores logísticos.



Buenas tardes Señor Juan Fernando:

Atendiendo su amable solicitud nos permitimos informar tarifa para Almacenamiento de 1.300 Toneladas de Polietileno en sacos de 25 kilos.

- Tarifa Almacenamiento: \$10.000 por tonelada mes y/o fracción de mes anticipado. Tarifa mínima: \$450.000

### LA TARIFA DE ALMACENAMIENTO INCLUYE:

- Seguro de incendio, rayo y sustracción.
- Para el proceso de manejo de la carga Alma viva cuenta con equipos mecanizados con capacidad hasta 2.5 Toneladas, unidades de carga de mayor peso no está incluida en la presente oferta y serán acordadas en su costo con el Cliente.
- Seguro de mercancía:  
Tarifa terremoto: 0.20% mínima \$20.000  
Tarifa Amit: 0.60% mínima \$20.000  
Nota: Si se aplica los dos (2) seguros solo se facturará una mínima:  
La tarifa establecida para el seguro de terremoto será del 0,02% mínimo \$20.000 y para el seguro de AMIT del 0.06%, mínimo \$20.000, sobre el valor de las mercancías almacenadas mes anticipado o fracción. Esta cobertura tiene un deducible del 10% del valor de la pérdida y puede ser revocada por la Compañía de seguros de Alma viva con un previo aviso de 60 días.
- Cargue - coterros: \$4.200/tonelada

- Descargue - coterros: \$4.200/tonelada.

Calculo sacando 800 toneladas de materia prima

Alquiler 800 T x 10.000= 8.000000

Movimiento 800 x 8400= 6.720.000

Total= 14.720.000 mensual

PARQUE INDUSTRIAL ARROYOHONDO S A

parqueindustrial@telecom.com.co [mailto:parqueindustrial@telecom.com.co]

**Enviado el:** Miércoles, 22 de Diciembre de 2010 12:06 p.m.

**Para:** 'Andrés Sánchez'

**Asunto:** RE: Solicitud cotización bodega

*Buenos días*

*Con mucho gusto le podemos ofrecer una bodega en conjunto cerrado*

- **Carrera 34 N 10-300 Arroyohondo**
- **Bodega No. 1 de 1.100 MT2**
- **Vigilancia privada 24 horas más CCTV**
- **VALOR MENSUAL INCLUIDA ADMINISTRACION \$7.700.000**

*Estamos entre SERVIENTREGA Y SAFE BRO*

.

*Con mucho gusto y sin ningún compromiso la podemos ver y negociar según el tiempo que la vayan a tomar.*

*Pendiente de su respuesta,*

*Cordialmente,*

Bodega 9 bloque 9 bodega 250 metros cuadrados

Valor canon de arrendamiento mensual                    10 .000.000

Mas 10% IVA

Valor servicios de administración mensual            582.064

Más 16% IVA

Contrato mínimo 3 meses.

Alquiler 12.275.194 + movimiento.

*PARQUE INDUSTRIAL ARROYOHONDO S.A.*

No cuentan con montacargas el tiempo de respuesta se vería incrementado

Costo mensual 7.700.000+ movimiento (6.720.000)= 14.420.000

SEÑORES

PLASTICOS ESPECIALES S.A

JUAN FERNANDO HERRERA

JEFE DE LOGISTICA

De acuerdo a su solicitud le presentamos nuestra cotización para el transporte Urbano de su mercancía y el almacenamiento en nuestras bodegas del Cortijo

PRODUCTO: BULTOS DE RESINA (25 KILOS)

CANTIDAD: 4900 TONELADAS

CARGUE Y DESCARGUE: Incluidos en la tarifa

VALOR MANEJO POR TONELADA \$42.000

La tarifa incluye los siguientes rubros:

- Valor del cargue en Planta
- Costo del trayecto Urbano Comestibles Aldor- TSP Cortijo / Contendor
- Valor del descargue en LDSP
- Almacenamiento por 30 días.

*Cordialmente,*

**MARIO FERNANDO BENAVIDES.**

*Gerente de Operaciones*

*CL.321-5395260 6959585 Ext. 114*

*[mbenavides@sanchezpolo.com](mailto:mbenavides@sanchezpolo.com)*

*Acopi parque industrial el cortijo*

*Bodega 8 Carrera 35 # 16 -80*

*Cali*

Acepto los valores, contenido y condiciones de esta oferta:

**FIRMA ACEPTACIÓN DE OFERTA**

Fecha :

Nombre :

Cargo :





Operador Logístico Integral.

**8. PARTICULARIDADES DEL REQUERIMIENTO:**

MERCANCÍA A ALMACENAR: Calzado en cajas.

SERVICIO	TARIFA
Almacenamiento	\$11.000 por tonelada. Facturado Mes o Fracción de mes sobre mayor saldo mayor del periodo.
Minima	\$250.000
Servicio de montacargas.	\$5.500 por tonelada..
Servicio cargue y descargue	\$170.000 Tractomula \$120.000 Dobletroque \$80.000 Sencillo \$45.000 Turbo
Horas Extras	H.E.D. \$8.500 H.E.N. \$11.700 H.E.F. \$16.600 Alpopular labora en el horario de 7:30 a.m. – 12 m. y de 1 p.m. – 5:00 p.m. lunes a viernes y de 7:45 a.m. – 12 m. los sábados. Se considera tiempo extra por fuera de este horario. En Todos los casos será solicitado y autorizado por el cliente. En caso de laborar un domingo se factura al cliente mínimo 4 personas
Transporte Funcionarios	\$74.300 / Recorrido \$12.800 / Alimentación Aplica para labores en tiempo extra, siempre y cuando se finalice después de las 8:00 p.m. En todos los casos será solicitado y autorizado por el cliente.
Forma de Pago	30 días - Fecha factura.

## 10. LAS TARIFAS INCLUYEN

- La mercancía almacenada está amparada con nuestra Póliza Multirisgo que cubre los siguientes amparos:
  - Todo riesgo daño material incluyendo:
    - Incendio y rayo
    - Explosión
    - Extensión de amparos (huracán, tifón, tornado, ciclón, granizo, vientos fuertes, caída de aeronaves, choque de vehículos terrestres, humo).
    - Daños por agua y anegación
  - Sustracción (Hurto Calificado)
  - HMAACC-AMIT-TERRORISMO (Asonada motín o actos mal intencionados).

## 11. LAS TARIFAS NO INCLUYEN

- Adecuaciones y/o modificaciones a la estructura física de las bodegas no especificadas en la presente oferta.
- Material de empaque (Sticker, Película Stretch, etc.)
- Manejos de sistemas de información diferentes a los previamente establecidos por **Plásticel S.A.** y **Alpopular S.A.**
- IVA
- Cuatro por mil 4X1000 (Impuesto gravamen financiero Decreto 663)
- Elementos o servicios no especificados dentro del alcance y modelo de la presente oferta

## Notas y Observaciones

- Las tarifas mínimas y fijas serán incrementadas a partir del primero (1º) de Enero de cada año de manera automática como mínimo en el IPC reportado por el DANE para el año inmediatamente anterior.
- Facturación: El servicio prestado se facturará dentro de los 5 primeros días hábiles de cada mes.
- Plazo de pago: 30 días

## 12. REQUISITOS DE VINCULACIÓN

Con el fin de formalizar su vinculación como cliente de ALPOPULAR S.A. y de acuerdo a las exigencias de la SUPERINTENDENCIA FINANCIERA, agradecemos enviar los siguientes documentos.

- Carátula del cliente
- Fotocopia del RUT
- Certificado de constitución y Gerencia vigente, no mayor a 2 meses
- Declaración de Renta último año
- Estados Financieros último año
- Fotocopia Cédula Representante Legal
- Ficha técnica de Almacenamiento

Con el firme propósito de tener una comunicación permanente lo cual es de gran importancia para nosotros, el equipo humano relacionado a continuación estará atento a recibir sus inquietudes:

- **Alexandro Rengifo O. Subgerente Tel.-6906600 Cel. 315-5050515.**
- **David Bolaños Director de Logística Tel.-6906600 Cel. 315- 4096258.**

Cordialmente,



Norberto Ordoñez Salazar  
Gerente Sucursal Cali

cc. Folder cliente  
Consecutivo