

***Metodología para realizar Cobertura Financiera en Empresas  
que presenten altos niveles de Inventario con Demanda  
Aleatoria:  
Recomendaciones estratégicas para Colombia***

JUAN CARLOS GRASS GALVIS



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL – ECONOMIA INDUSTRIAL  
DICIEMBRE DE 2006  
BOGOTÁ – COLOMBIA

***Metodología para realizar Cobertura Financiera en Empresas  
que presenten altos niveles de Inventario con Demanda  
Aleatoria:  
Recomendaciones estratégicas para Colombia***

JUAN CARLOS GRASS GALVIS

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON OPCIÓN EN  
ECONOMÍA INDUSTRIAL

ASESOR

JULIO VILLAREAL

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL – ECONOMIA INDUSTRIAL  
DICIEMBRE DE 2006  
BOGOTÁ – COLOMBIA

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá D. C. Diciembre de 2006

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1.MARCO CONCEPTUAL	3
1.1 CONTEXTO GENERAL Y SITUACIÓN ACTUAL	3
1.1.1 Funciones de los inventarios	4
1.1.2 Inventarios sujetos a demanda incierta	5
1.2 MARCO TEORICO	6
1.2.1 Gestión del riesgo corporativo en Colombia	6
1.2.1 Clases de riesgos	8
1.2.2 Exposición al riesgo	11
1.2.3 Bonos	12
1.2.4 Forward Rate Agreement FRA	13
1.2.5 Futuros financieros	17
1.2.6 Opciones	20
1.2.6.1 Una aproximación a la programación dinámica para la valoración de opciones	23
1.2.7 Swaps	27
1.2.7.1 Calsificación de los Swaps	28
1.2.7.2 Tipo de Rentabilidad y Riesgo que presentan los Swaps	30
1.3 APLICACIONES DE COBERTURA ACTUALES DE LOS INSTRUMENTOS FINANCIEROS	31
1.3.1 Aplicaciones de los bonos	31
1.3.2 Aplicaciones de los Forwards	33
1.3.3 Aplicaciones de los swaps	35
1.3.4 Aplicaciones de las opciones	37

1.4 IDENTIFICACION DE COSTOS Y VALORACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	40
1.4.1 Valoración de bonos	40
1.4.2 Valoración de bonos cupón	40
1.4.3 Valoración de los forwards	42
1.4.4 Valoración de opciones	43
1. 5 RESUMEN DE LA METODOLOGÍA	44
1.5.1 Metodología General para Cobertura Financiera	46
1.6 COSTOS RELEVANTES DEL MODELO	47
1.7 RESUMEN DEL MODELO	47
1.8 VENTAJAS DEL MODELO FINANCIERO	47
1.9 ESTABLECIMIENTO DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES RELEVANTES	48
1.9.1 Cobertura de Riesgo Financiero	48
1.9.2 Modelo de inventario (Demanda incierta)	48
1.9.2.1 Posible correlación del inventario con el valor de la firma	48
2. JUSTIFICACIÓN	51
3. OBJETIVOS	52
4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	53
5. RESULTADOS ESPERADOS	62
6. CASO DE ESTUDIO	63
6.1 MODELO PROPUESTO	84
6.1.1 Estrategias de Cobertura Financiera	85
6.1.1.1 Estrategia 1. Swap	86
6.1.1.2 Estrategia 2. BONO- CERO CUPON	92
6.1.1.3 Estrategia 3. Bono – Cupón	97
6.1.1.4 Estrategia 4. FORWARD	102
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
BIBLIOGRAFÍA	112

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Perfil de Riesgo	12
Figura 2. Bono Cero Strip	14
Figura 3. Equivalencia de la tasa Forward	14
Figura 4. estructura de los bonos cupón	17
Figura 5. Ganancia o pérdida que se obtiene de una larga posición en un Forward	18
Figura 6. Esquema Forward	19
Figura 7. Posición Larga Forward / Futuro	19
Figura 8. Posición Corta Forward / Futuro	19
Figura 9. Posición larga en call	21
Figura 10. Posición Corta en Call	21
Figura 11. Posición larga en Put.	22
Figura 12. Posición Corta en Put.	22
Figura 13. Forward.	33
Figura 14. Forward.	34
Figura 15. Swap.	35
Figura 16. Tasas Fijas y Variables.	37
Figura 17. Perfiles de Riesgo.	49
Figura 18. Perfiles de Riesgo Inventario Vs Valor de la Firma.	50
Figura 19. Procedimiento para la cobertura financiera	55
Figura 20. Perfil de riesgo	57
Figura 21. Estrategias de cobertura	58
Figura 22. Estrategias para Swap	59
Figura 23. Estrategias para bonos: Cero_Cupon	59
Figura 24. Perfil del Bono y el Riesgo Default.	60
Figura 25. Estrategia para forward	60
Figura 26. Cola de Rechazo para la prueba del coeficiente de correlación.	70

Figura 27. Flujo de Caja.	71
Figura 28. Perfil de Riesgo.	71
Figura 29. Flujo de Caja Operacional.	80
Figura 30. SWAP	87
Figura 31. Bono-cero cupón	92
Figura 32. Bono Cero- Cupón Perfil A y B.	93
Figura 33. Bono –Cupón	98
Figura 34. Perfil del Bono Cupón A y B.	102
Figura 35. Forward.	103
Figura 36. Forward Inventario.	103
Figura 37. Forward Sintético del Inventario.	104

## LISTA DE GRAFICAS

	<b>Pág.</b>
Gráfica 1. Inversiones totales en inventarios en la economía estadounidense 1995	4
Gráfica 2. Opción call. (Materia prima).	38
Gráfica 3. Short call opción	39
Gráfica 4. Inventario (Comportamiento)	75
Gráfica 5. Forecast: $F(Y) =$ Flujo de caja	82
Gráfica 6. Perfil de riesgo	83



## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla1. Tasas Spot y Discount Factors	35
Tabla 2. Cash Flow – Call Option	38
Tabla3. Cash Flow - Short Call	39
Tabla 4. Valoración de los bonos cero-us-strips	40
Tabla 5. Valores Bonos Cero US Strips	41
Tabla 6. Valores Bono Cupón.	42
Tabla 7. Flujos Financieros	64
Tabla 8. Flujo de Caja Operativo Detallado	65
Tabla 9.	66
Tabla 10. Regresión Lineal SPSS	67
Tabla 11. Regresión Lineal Coeficientes	67
Tabla 12. Matriz de Correlaciones Parciales	69
Tabla 13. Serie de datos Flujo de Caja e Inventario	72
Tabla 14. Inventario desestacionalizado	74
Tabla 15. Datos Prueba Bondad y Ajuste	76
Tabla 16. Prueba Bondad y Ajuste Crystal Ball	78
Tabla 17. Datos Inventario	79
Tabla 18. Precio del Carbón	88
Tabla 19. Cash Flow Swap	88
Tabla 20. Cash Flow	90
Tabla 21.	91
Tabla 22. Colocaciones de Títulos TES “B” por subasta	93
Tabla 23. Cash Flow Bono Cupón	95
Tabla 24. Colocar título	96
Tabla 25. Colocaciones de títulos TES “B” en pesos por subasta	98
Tabla 26. Cash Flow Bono Cupón	100

Tabla 27.	103
Tabla 28. TES por subasta	104
Tabla 29. Cash Flow Forward	106

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Modelo de cobertura financiera.	48
Cuadro 2. Crystal Ball Report	81
Cuadro 3. Valoración de los Bonos Cero Cupón	94
Cuadro 4. Valoración de los Bonos Cupón	99
Cuadro 5. Valoración Forward	105

***Este trabajo se lo dedico a mis Padres***

***José Hilario Grass y Myriam Galvis de Grass***

***Gracias por su apoyo***

## INTRODUCCION

El core principal de este trabajo de investigación es de proporcionar un enfoque distinto a los diferentes modelos de cobertura financiera mediante una aproximación general conceptual para el manejo de riesgos específicamente a nivel operativo dentro de una compañía.

Los modelos de cobertura financiera normalmente son utilizados por grandes empresas las cuales por su estructura y capacidad de negociación tienen la oportunidad de utilizar los diferentes derivados para hacer cobertura y protegerse respecto a un posible downside risk que se puede presentar en un mercado respecto al valor de la firma. Estos instrumentos financieros son muy poco o nada utilizados por las PYMES a sabiendas que sea una compañía grande o pequeña siempre estará expuesta a los riesgos sistemáticos en el mercado.

Siendo coherentes con lo anteriormente dicho, además del riesgo financiero (normalmente off-balance) se presenta constantemente dentro de las compañías riesgos operativos los cuales están relacionados muy estrechamente con el quehacer de la empresa. Estos riesgos operativos son en primer lugar estimados e identificados por los expertos y luego de un posterior análisis (cualitativo y cuantitativo) son eliminados y en la mayoría de los casos minimizados buscando de esta manera una eficiencia óptima en la operación de la empresa.

Dentro de estos parámetros conceptuales el inventario o específicamente la administración de la producción y de las operaciones buscan siempre modelar estos riesgos y diseñar estrategias para hacer eficiente su gestión siempre y cuando dichas estrategias maximicen el valor de la compañía. La minimización de estos riesgos operativos están más al alcance de las PYME y las MIPYMES, razón por la cual estos conceptos claves (riesgo operativo y no operativo) se puede relacionar y aprender a utilizar.

El punto clave de la investigación es la utilización de un modelo financiero de cobertura tal que este minimice el riesgo operativo causado por la administración de los inventarios. Si dicho modelo teórico es suficientemente robusto es muy posible combinar las estrategias de cobertura de riesgo operativo con las estrategias de cobertura financiera para establecer una gestión gerencial eficiente en una compañía. Además uno de los fines a los cuales se quiere llegar es que las empresas que prestan el servicio de cobertura operativa a las PYMES y MIPYMES puedan incluir dentro de su portafolio de servicios esquemas estratégicos que permitan a estas la minimización de los inventarios.<sup>1</sup> Otro objetivo propuesto es servir de puente de indagación para así desarrollar un modelo general, de tal manera que se incentive la investigación y la generación de conocimiento en el entorno académico.

Por último recordemos que siendo seres (empresas y personas) menos riesgosos somos más eficientes y de esta manera se pueden destinar estos recursos para creación de diferentes proyectos que mejoren nuestros estándares y niveles de vida.

---

<sup>1</sup> . NAHAMÍAS, S. Survey of Current Business 75. Mexio: Continental 1.995. p. 201..

## **1. MARCO CONCEPTUAL**

Los principales aspectos sobre los cuales se conceptualizó, están en relación con la inversión en inventarios, y se exponen seguidamente.

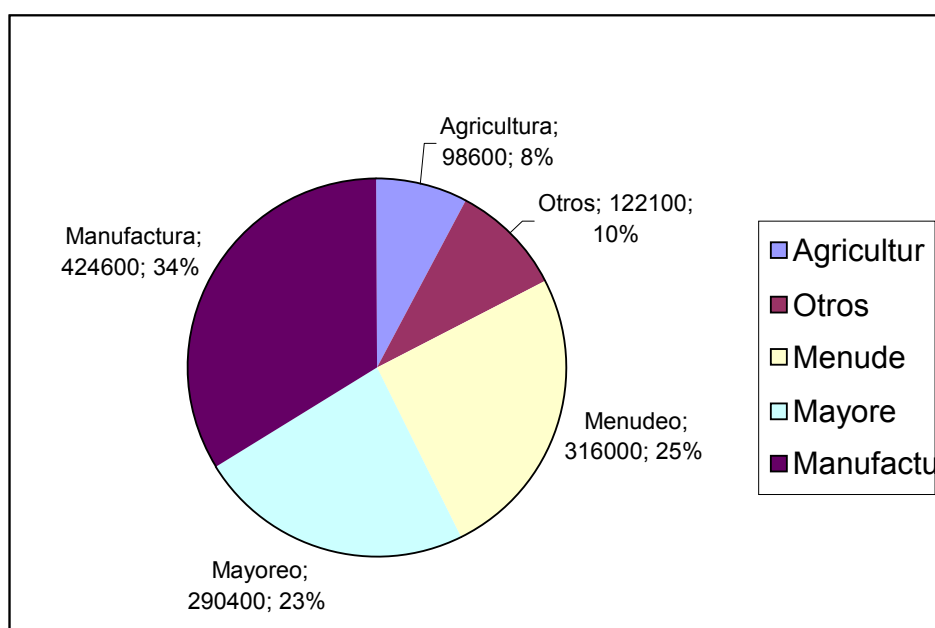
### **1.1 CONTEXTO GENERAL Y SITUACIÓN ACTUAL**

En Estados Unidos, la inversión actual en inventarios es enorme. En el primer trimestre de 1.995 se estimaba en 1.25 billones de dólares. La figura 1, muestra la inversión en inventarios agrupada por sectores de la economía. Los modelos de inventario pueden aplicarse en todos los sectores de la economía que ilustra la figura, pero se aplican más a los sectores de manufactura, ventas al mayoreo y ventas al menudeo. La inversión del billón de dólares en inventario representa del 20 al 25% del producto nacional bruto anual total. Es claro que hay un potencial enorme para mejorar la eficiencia de la economía si se controlan los inventarios de manera inteligente. Las empresas que poseen métodos científicos de control de inventarios tienen ventaja competitiva apreciable en el mercado<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> NAHAMÍAS, S. Survey of Current Business 75.1.995. p. 201.

**Gráfica 1. Inversiones totales en inventarios en la economía estadounidense 1995.**



**FUENTE: NAHMIAS.**

**1.1.1 Funciones de los inventarios.** Para comprender este aspecto, es necesario, responder a las siguientes preguntas:

- ¿Por qué se necesitan los inventarios?
- ¿Qué funciones cumplen?
- ¿Cuáles son los beneficios de tener inventarios, y aumentar tales beneficios a medida que aumentan los niveles de inventarios?



- ¿En qué momento empiezan los beneficios a costar mas que su valor positivo?

Algunos inventarios son inevitables. Todo o cuando menos una parte del inventario de manufactura en proceso es inevitable. Al momento de llevar a cabo el recuento del inventario, parte de el estará en las máquinas otra parte estará en la fase de traslado de una máquina a otra, o en tránsito del almacén de materias primas a la línea de producción o de esta al almacén de artículos terminados. Si se va a tener producción es inevitable tener inventarios en proceso. Sin embargo, frecuentemente se puede minimizar este inventario mediante una mejor programación de la producción, o bien mediante una organización más eficiente de la línea de producción, o bien mediante una organización más eficiente de la línea de producción. Como una alternativa, se podría pensar en subcontratar parte del trabajo, de tal manera que la carga de llevar dicho inventario en proceso fuera para el subcontratista. En ocasiones conviene acumular inventario en proceso para evitar problemas relacionados con la programación y planeación de la producción. Si se trata de una política bien pensada, está bien; sin embargo frecuentemente resulta ser un camino fácil para obviar una tarea difícil.

El resto del inventario que se tenga en accesorios, materias primas, artículos en proceso y artículos terminados simplemente se mantiene por una razón básica. Principalmente se tiene inventarios porque permite realizar las funciones de compras, producción y ventas a distintos niveles”<sup>3</sup>.

**1.1.2 Inventarios sujetos a demanda incierta.** El manejo de la incertidumbre desempeña un papel importante en el éxito de cualquier empresa. ¿Cuáles son las fuentes de incertidumbre que afectan a un negocio? En una lista parcial se deben mencionar la incertidumbre en las preferencias del consumidor y las tendencias en el mercado, en la disponibilidad y el costo de la mano de obra y los recursos, en los tiempos de suministro por parte de los proveedores, en el

---

<sup>3</sup> JOHNSON, Robert W. Administración financiera. Administración de inventarios. P. 177

clima y sus ramificaciones en el ámbito de la logística de las operaciones, la incertidumbre en las variables financieras como precios de las acciones y tasas de interés, y en la demanda de productos y servicios.

Al comenzar a declararse la recesión económica de principios de los años noventa, algunas empresas que dependían del gasto directo del consumidor, como los de ventas al menudeo, padecieron graves pérdidas. Tanto Sears como Mancy's de gran éxito en el mercado estadounidense del menudeo, anunciaron mala operación en 1.991; de hecho, Mancy's estaba en camino de la bancarrota. Sin embargo, varios minoristas gozaron de éxitos resonantes durante esos tiempos de dificultad económica. En el giro de las modas, tanto The Gap, con sede en San Francisco, y The Limited, en Columbus, Ohio, se desempeñaron muy bien. Las tiendas Wal-Mart continuaron su ascenso, sobrepasando a Sears como el mayor detallista en Estados Unidos. La incertidumbre en la demanda, en especial en la industria del vestido, es un factor importante. La administración inteligente de inventarios, de cara a la incertidumbre, desempeñó ciertamente un papel clave en el éxito de las firmas mencionadas<sup>4</sup>.

## **1.2 MARCO TEORICO**

A continuación se citan partes de un artículo que sirvió de marco teórico para esta tesis, del cual se sustrajeron ciertas opiniones dadas por expertos relacionadas con el manejo del riesgo corporativo dentro de las empresas.

**1.2.1 Gestión del riesgo corporativo en Colombia.** El artículo se escribió con base en la mesa redonda realizada en la Escuela colombiana de Ingeniería en Bogotá, con expertos en el tema de riesgos.

Los ponentes fueron:

---

<sup>4</sup>Ibid p. 38-39.

- **Enrique Aranguren Linzamón:** Coordinador nacional de gestión de riesgo del ICONTEC y representante de gestión de riesgo ante ISO. Ingeniero Industrial de la Universidad América y especialista comercial de la Universidad de la Sabana.
- **Diego Alonso Gómez Osorio:** Director de estudios financieros Asobancaria. Economista de la Universidad Nacional de Colombia con maestría en Economía de la Universidad Nacional y maestría en finanzas de la Universidad Carlos III de España.
- **Óscar Bravo Mendoza:** Coordinador de Planeación y riesgos de ECOPETROL. Ingeniero de Petróleos, con MBA de la Universidad de Illinois y es profesor de la Universidad de los Andes.
- **Álvaro Moreno (moderador):** Decano de Economía de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

“Este tema de la gestión del riesgo corporativo en Colombia es, sin duda, algo muy importante para el país, razón por la cual quiero agradecerles de nuevo su participación. Así mismo, deseo expresarles a todos los asistentes que la Escuela es su casa, que las puertas están abiertas y que atenderemos todas sus inquietudes, con miras a solucionar los problemas de nuestro entorno”<sup>5</sup>.

Vamos a entrar en materia. El tema de gestión integral de riesgo corporativo es una tendencia que se ha regulado a escala internacional, dado que hay una serie de sectores, como el financiero, por ejemplo, que se han visto afectados por el riesgo de mercado, el riesgo de créditos, *EL RIESGO OPERATIVO* o el riesgo de liquidez. En Basilea se presentaron lineamientos sobre cómo cuantificar y administrar estos riesgos, pero a su vez las compañías empezaron a detectar que el tema de riesgo no es sólo

---

<sup>5</sup> SANTOS GRANADOS, Germán. En: Revista Escuela Colombiana de Ingeniería Bogotá. Julio-Septiembre de 2005. p.55.

financiero, sino que también compete al sector empresarial, sin importar la actividad económica<sup>6</sup>.

El año pasado, el organismo nacional de Australia propuso crear una norma para gestión de riesgo de nivel internacional, así como hay una norma ISO 9001 para calidad....Nosotros en el ICONTEC hacemos normas técnicas, que son normas de requisitos o guías técnicas colombianas; son documentos en los que se dan consejos sobre qué es lo que se debe hacer o cómo se deben hacer las cosas. Y todo esto se realiza mediante las diferentes partes que estén relacionadas con un negocio en particular.

En el caso de gestión de riesgo, nosotros tenemos gente de finanzas, de aseguradoras, a gente del gobierno, a instituciones de educación, a ministerios; por ejemplo, Bavaria, ECOPETROL, Ficucolombia, Central de Seguros, son algunas de las empresas que participan en este momento en el comité de Gestión de Riesgo<sup>7</sup>.

Ahora, la pregunta del millón es: ¿por qué gestionar el riesgo en las empresas?

Fundamentalmente, por cinco puntos:

- Brinda respaldo a los accionistas sobre su inversión y a los clientes, y ese aspecto es fundamental. Una de las mayores preocupaciones del consejo de dirección es básicamente cómo garantizar el recurso de los accionistas, cómo optimizar esos recursos. Reduce la sensibilidad de las ganancias y el valor de mercado de la empresa. Si hay unos flujos de caja proyectados, ¿Por qué no se pueden cumplir esos flujos? Es la mejor pregunta, qué puede fallar, y lo que puede fallar, qué impacto va a tener en la entidad, porque finalmente ese flujo de caja golpeará la sostenibilidad futura de la compañía.
- Apoya el crecimiento de la economía bajando los costos de capital y reduciendo la incertidumbre de actividades comerciales.
- Ayuda a la empresa a lograr objetivos de la organización al cumplir esos puntos clave y, sobre todo, a maximizar el valor para el accionista.
- Promueve la seguridad financiera y laboral. Sobre esto hay un aspecto interesante, porque una de las preocupaciones principales de las organizaciones es cómo garantizarles a esas personas que trabajan para ellas puntos fundamentales como el bienestar y la seguridad laboral. La

---

<sup>6</sup> MORENO Álvaro. En: Revista Colombiana de Ingeniería. Bogotá: Julio – septiembre de 2005. p.55.

<sup>7</sup> ARANGUREN, Enrique. En, Revista Colombiana de Ingeniería. Bogotá. Julio – septiembre de 2005. p.55.

gestión de riesgos tiene que apuntar indiscutiblemente en dicha dirección, y ese es uno de los argumentos válidos para empezar a venderla en la organización<sup>8</sup>.

Según este mismo experto, existen varias clases de riesgo.

**1.2.1 Clases de riesgos.** Existen varios tipos de riesgos, pero los principales son los siguientes:

- *Riesgo de mercado.* Cualquier precio que se mueva hacia abajo, que golpee el costo de ventas o las ventas proyectadas, es un riesgo de mercado, saliéndonos del enfoque financiero.
- *Riesgo crédito.* Toda compañía que posea una cartera, es decir, unas cuentas por cobrar, corre el riesgo de que no le paguen.
- *Riesgo operacional.* Toda empresa que realice transacciones, que haga negociaciones, que tenga diferentes operaciones donde están incluidas las personas, donde están incluidos los sistemas, corren este riesgo. En este orden de ideas, lo que deben hacer las organizaciones es gestionar en este marco, integrar estos riesgos, convertirlos en una política de empresa y mirar cuáles son los puntos más válidos para empezar a desarrollar ese esquema de gestión<sup>9</sup>.

Para Oscar Bravo, en la empresa colombiana de Petróleos ECOPETROL:

La gestión de riesgos consiste en buscar que la empresa cumpla su misión sin contratiempos, que no es otra que garantizar el suministro adecuado de combustibles y de crudo para el país, así como también generar abundantes para la economía colombiana.

Así las cosas, la empresa sin gestión de riesgo tendría una dispersión de los flujos de caja mucho más amplia, que en últimas es lo que más interesa<sup>10</sup>.

Y en relación a la **estrategia** dijo: “Una gestión integral de riesgos sin estrategia no es nada, porque esta última es el marco de referencia de la primera. Si no hay estrategia, no hay gestión integral de riesgos, porque así la empresa no sabe para dónde va, pues no tiene objetivos ni metas.....”<sup>11</sup>.

Con respecto al **mapa de riesgos** expresó:

---

<sup>8</sup> GOMEZ, Diego. En: Revista Colombiana de Ingeniería. Bogotá. Julio – septiembre de 2005. p.61.

<sup>9</sup> Ibid.p.61.

<sup>10</sup> BRAVO, Oscar. En: Revista Colombiana de Ingeniería. Bogotá: julio – septiembre de 2005.p. 66

<sup>11</sup> Ibid. p. 66.

Algo que encontramos cuando hicimos nuestro mapa de riesgos fue que, para sorpresa nuestra, en todos los riesgos se estaba haciendo algo; sin embargo, la gran pregunta es la siguiente: ¿se está haciendo lo óptimo? En esto hay que considerar la relación beneficio – costo, porque a veces uno gasta más de lo que debe en gestión de riesgos, pero igual debe ser una decisión informada<sup>12</sup>

Algunas preguntas de importancia que respondió con relación a la evaluación del riesgo fueron las siguientes:

**¿A qué metodología de evaluación de riesgo le da mayor importancia cuando se trata del precio del petróleo?**

*El precio del petróleo se comporta como un movimiento browniano, con saltos difusos y reversión a la media, y eso está escrito en una ecuación matemática. Hay varios modelos que trabajan el tema, pero en ECOPETROL decidimos no usar el más sofisticado, porque no lo entiende nadie; utilizamos un con manejo, autocorrelacionado, que tiene un comportamiento excelente a largo plazo.*

**¿Han tenido enfoques matemáticos para cuantificar riesgos financieros y optimizar flujos de caja?**

Para el caso del sector financiero, se usan meramente modelos matemáticos; para el caso de la estimación de riesgo de mercado, hay metodologías desarrolladas por empresas de consultoría privada, que las han patentado como metodologías matemáticas de reconocido valor. Este es un proceso en el que la academia se viene integrando cada día más, ofreciendo modelos matemáticos y metodología más sofisticadas.

En lo referente al riesgo de crédito ocurre exactamente igual. En este caso se utiliza otro tipo de enfoques, pero son modelos matemáticos y estadísticos los que soportan el cálculo del valor en riesgo, utilizando obviamente algunos supuestos sobre el comportamiento de las variables objeto de análisis.

Para el caso de riesgo del mercado se pueden utilizar metodologías econométricas de variantes condicionadas; para el caso del cálculo de las volatilidades de los precios, depende del enfoque conceptual que se tenga; sobre cada una de las variables que se van a estimar, se utiliza un enfoque matemático diferente, pero esto se sustenta sólo en este tipo de variables. Obviamente, el juicio de quien está diseñando los modelos y de quien los

---

<sup>12</sup> Ibid. p.66.

está utilizando es muy importante, ya que de él depende la escogencia de la herramienta más adecuada.”<sup>13</sup>

Este marco de referencia reviste gran importancia, ya que permite visualizar el panorama investigativo en el cuál diferentes entes en Colombia han invertido tiempo y dedicación en la investigación de alternativas de solución para la gestión del riesgo corporativo. Realizando una analogía previa con respecto al anterior artículo, dentro de la gestión del riesgo corporativo se encuentra el riesgo operacional , es además evidente que su relación con el riesgo de mercado se considera 1 a 1, por lo menos conceptualmente hablando dado que el riesgo del mercado el cual es modelado en el sistema financiero como se dijo anteriormente es el que afecta los flujos de la compañía (ventas y las respectivas proyecciones), por consiguiente este argumento teórico sirve de soporte en el proceso de respuesta de esta investigación: *¿Será Posible realizar Cobertura utilizando los diferentes Instrumentos Financieros encontrados en el mercado frente al riesgo de inventario?* Cómo podemos ver y analizar si es posible, ya que nuestro inventario se considera dentro del mundo financiero como un activo y para este caso en particular cumple con las características de un activo financiero riesgo, al parecer la única diferencia sustancial es que nuestro inventario es un activo palpable y visible a diferencia de los activos intangibles (contratos) los cuales normalmente se transan en el mercado de valores. Pero será posible convertir un activo tangible en intangible, la respuesta es afirmativa, ya que el inventario yo lo puedo convertir en un conjunto de contratos financieros siempre y cuando cumplan con las características de esenciales de los activos financieros que se transen en un mercado de valores.

**1.2.2 Exposición al riesgo.** “Para llevar a cabo un manejo eficiente del riesgo es necesario entender la relación que existe entre el riesgo y el valor de la firma.

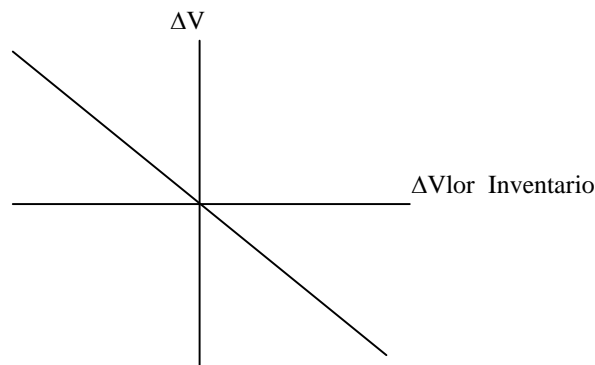
---

<sup>13</sup> Ibid.p. 66.

La exposición al riesgo se puede definir como: la relación en el cambio del valor de la firma como consecuencia del cambio en el precio de un activo”<sup>14</sup>.

Para el caso particular la exposición al riesgo se correlaciona positivamente con los cambios en el valor del Inventario Promedio de la Firma. Por consiguiente la exposición al riesgo estaría asociada con los cambios en el valor del Inventario (Activo), y por consiguiente en el precio de dicho artículo. La siguiente figura nos muestra este evento en particular. Figura 2.

**Figura 1. PERFIL DE RIESGO**



**FUENTE: GRASS J.**

Ahora bien este Delta que se cita o convoca para el valor del inventario se relacionaría con la posibilidad de que por un lado no tenga faltantes o sobrantes, que en cuyo caso aumentaría el valor de la firma, o por otro lado que tenga faltantes o sobrantes que para efectos netos reduciría dicho valor. Se puede decir entonces que la exposición a la cual está sujeta la firma es frente al riesgo de inventario.

---

<sup>14</sup> PEDRAZA, Elías..Manejo del Riesgo Financiero para el Sector Ganadero en Colombia. Bogotá, 2005, 136p, Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Industrial, Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería Industrial, Economía Industrial.



**1.2.3 Bonos.** Se les reconoce con el nombre de Bonos a los contratos que presentan las siguientes características particulares las cuales se muestran a continuación:

- **BONO CERO STRIP:** Se define un Bono Cero Strip como el contrato que retorna a su propietario un único pago de valor (Face Value) igual a 100 ó 1000 al final de su madurez (time to maturity). Se observa en la figura 3.

**Figura 2. Bono Cero Strip.**



**FUENTE: Notas de Clase Gerencia Financiera del Riesgo. Universidad de los Andes.**

Donde el valor del Bono Cero se define como el valor presente del Face Value descontado a la tasa apropiada (yield) durante un determinado periodo de tiempo (time to maturity)<sup>15</sup>

- **FORWARD SOBRE BONOS:** “Los futuros sobre bonos, como la mayoría de los futuros sobre mercancías tangibles, están basados en la entrega de un activo material - un determinado bono - en alguna fecha futura”<sup>16</sup>.

En términos generales se define la tasa Forward como la tasa de rendimiento marginal por mantener invertido el dinero un período adicional. Invertimos por  $t$  períodos en lugar de  $t-1$  períodos. Como la tasa Forward es el rendimiento

<sup>15</sup> Nota de Clase # 3 de “Gerencia Financiera del Riesgo”, Profesor Julio Villareal, Universidad de los Andes.

<sup>16</sup> GALITZ, Laurence. Ingeniería Financiera: una guía de los nuevos productos financieros. Irwin: Ediciones Folio S.A, 1994.p. 181 – 182

marginal de invertir por un período adicional de seis meses, la relación entre la tasa Spot y la tasa Forward de un periodo, nos revela importante información sobre la forma de la curva Spot es dicho periodo ( estructura de la tasas de interés).

La figura 4, muestra que la tasa Forward es equivalente a:

**Figura 3. Equivalencia de la tasa Forward.**

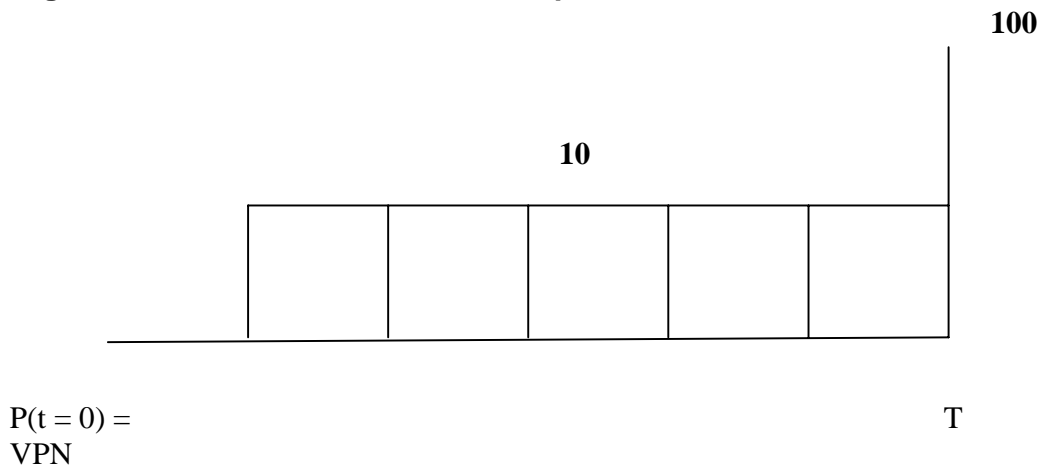
$$1. \quad F(t) = n \left[ \left[ \left( 1 + \frac{y(t)}{n} \right) \right]^* \left( \frac{\left( 1 + \frac{y(t)}{n} \right)^{(n * t - 1)}}{\left( 1 + \frac{y(t-1/n)}{n} \right)} \right) - 1 \right]$$

**FUENTE: Notas de Clase Gerencia Financiera del Riesgo. Universidad de los Andes.**

- **BONOS CUPÓN:**

Se definen como el derecho a recibir una serie de pagos futuros iguales más el retorno del capital principal: Normal mente el retorno del capital principal es de 100 o 1000 ó un múltiplo similar. La figura 5. permite ver su estructura.

**Figura 4. Estructura de los bonos cupón.**



Donde el valor del Bono es simplemente el Valor Presente Neto de sus Flujos de Caja Descontados a la Tasa Apropiada ( $P(t=0)$ ), el valor del cupón del bono es de 10 y tiene un principal que se paga en el año 6 por un valor de 100<sup>17</sup>.

**1.2.4 Forward Rate Agreement FRA.** Es un acuerdo de tipo de interés a plazo, pero en esencia es un préstamo diferido a plazo, concedido a un tipo fijo de interés, pero sin el compromiso real de préstamo. Al eliminar del Forward Rate Agreement FRA los flujos de capital, el instrumento desaparece del balance y se eliminan los onerosos requisitos de capital que hacen tan poco atractivos los préstamos diferidos a plazo.

- **Agentes:**

A una de las partes del Forward Rate Agreement FRA se la define como el comprador del FRA, la otra parte es el vendedor. El vendedor de un FRA acuerda hipotéticamente prestar una suma específica de dinero al comprador. Por lo tanto, los términos “comprador “ y “vendedor” no tienen nada que ver con la parte que ofrece el servicio, se refieren a la parte que es el prestatario hipotético y el prestamista hipotético. Los bancos pueden ser compradores y vendedores, como también lo pueden ser los clientes.

- **¿Qué se negocia?**

El hipotético préstamo, que es de un tamaño específico y en una divisa determinada, se hará efectivo en una fecha determinada en el futuro y tendrá también una duración específica. Lo más importante de todo es que el

---

<sup>17</sup> Nota de Clase # 3 de “Gerencia Financiera del Riesgo”, Profesor Julio Villareal, Universidad de los Andes.

hipotético préstamo tendrá un tipo de interés fijo y este tipo de interés se conviene cuando se establece el convenio Forward Rate Agreement FRA.

- **Terminología:**

Casi todos los Forward Rate Agreement FRAs que se contratan se formalizan en una documentación estándar del mercado confeccionada en 1.985 por British Bankers' Association, las denominadas "condiciones FRABBA". Además de establecer las pertinentes estipulaciones legales, la documentación define un número de términos importantes:

- Importe del contrato: la suma del principal que hipotéticamente se presta o se pide prestada.
- Divisa del contrato: la divisa en que se denomina la cantidad estipulada en el contrato.
- Fecha del acuerdo: fecha en que se concreta el acuerdo Forward Rate Agreement FRA.
- Fecha de liquidación: la fecha en que comienza el hipotético préstamo o depósito.
- Fecha de fijación: fecha en que se determina el tipo de interés de referencia.
- Fecha de vencimiento: la fecha en que vence el hipotético depósito o préstamo.
- Periodo del contrato: el tipo de interés fijo acordado en el Forward Rate Agreement FRA.
- Tipo de interés de referencia: el tipo de interés basado en el mercado que se utiliza en la fecha de fijación para determinar la suma de liquidación.

- Suma de liquidación: la cantidad pagada por una parte a la otra en la fecha de liquidación, basándose en la diferencia entre los tipos de interés del contrato y de referencia.”<sup>18</sup>

La ganancia o pérdida que se obtiene de una posición larga en un forward está dada en la figura 6, por la siguiente expresión matemática:

**Figura 5. Ganancia o pérdida que se obtiene de una larga posición en un forward.**

$$S_T - K$$

Donde  $K =$  Precio de Ejercicio  
 $S_T =$  Precio del Bien en el tiempo T

La fórmula anterior quiere decir que la posición larga en el contrato está obligada a comprar un bien que cuesta  $S_T$  por un valor de  $K$ . Por lo tanto las ganancias o pérdidas que obtiene la posición corta están dadas por:

$$K - S_T$$

---

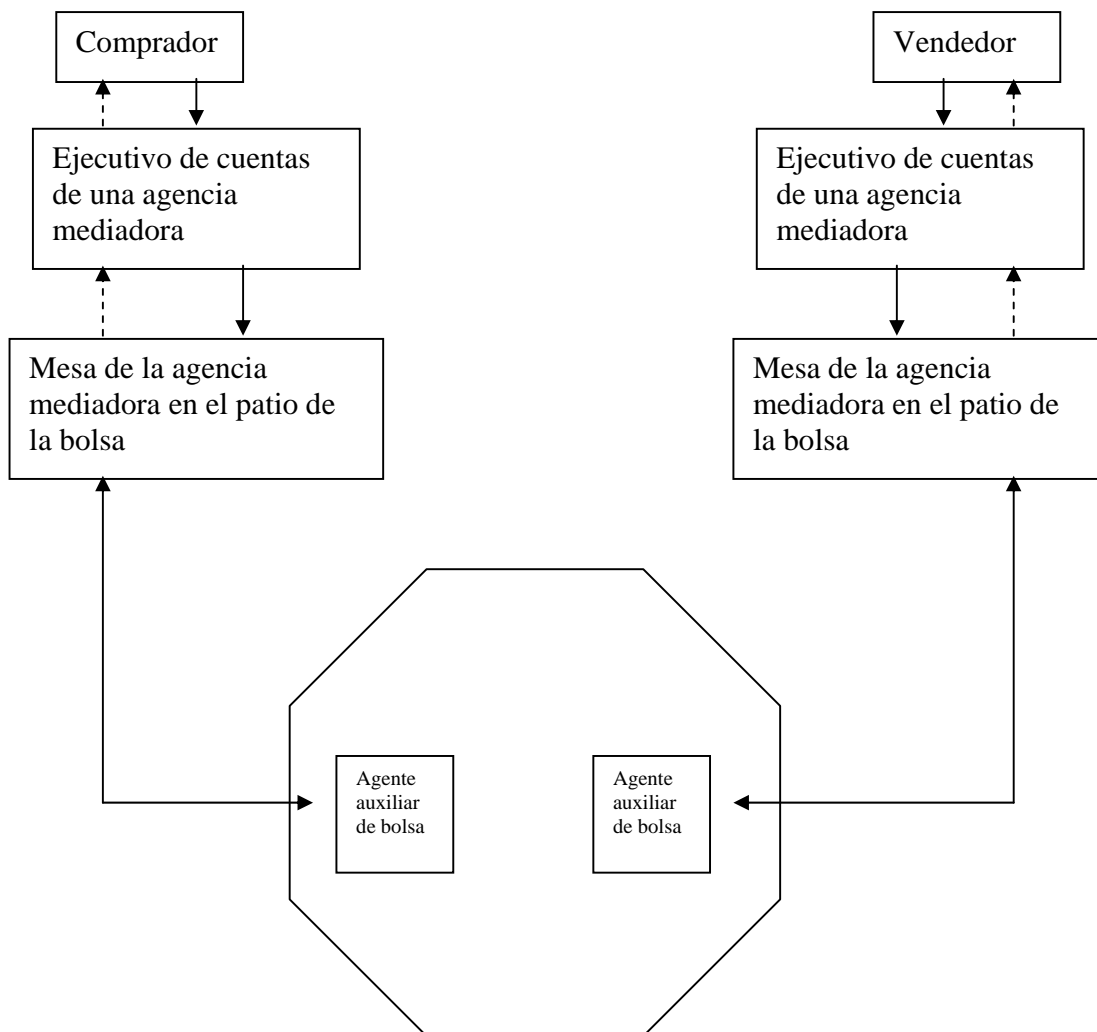
<sup>18</sup> GALITZ. Op.Cit. p. 61 – 67

**1.2.5 Futuros financieros.** Es un contrato jurídicamente vinculante para recibir o entregar una cantidad determinada de un bien de calidad determinada a un precio determinado en una fecha o fechas futuras especificadas.

● **Agentes:**

- Comprador: llama por teléfono para que el ejecutivo de cuenta realice por el la transacción.
- Ejecutivo de cuentas: Transmite la orden a la mesa de la agencia mediadora y transmite la confirmación al comprador.
- Mesa de la agencia: Media entre el ejecutivo

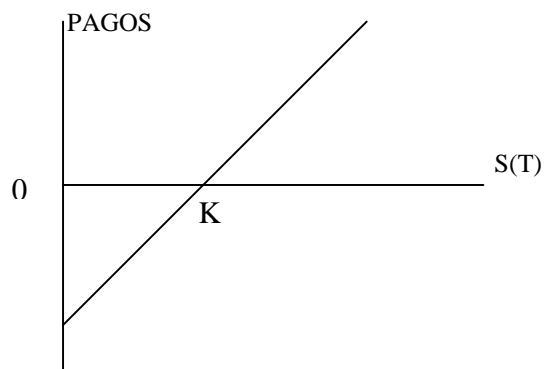
**Figura 6. Esquema Forward.**



**FUENTE: Galitz.**

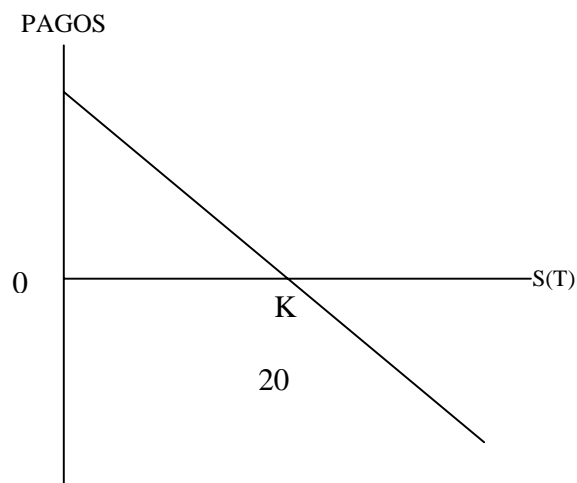
Lo cual quiere decir que la parte que está corta en el contrato tiene que vender a un precio  $K$  el bien que cuesta  $S_T$ . La estructura de pago de cada una de las posiciones se ilustra en las siguientes figuras 8 y 9.

**Figura 7. Posición Larga Forward / Futuro.**



**FUENTE: Galitz.**

**Figura 8. Posición Corta Forward / Futuro.**



**FUENTE: PEDRAZA, Elías. OP. Cit. p. 34.**

**1.2.6 Opciones.** Las opciones son contratos que le dan la posibilidad a quien las posee de obtener ciertos beneficios por cambios favorables en el precio y protegerse de cambios adversos. Existen varios tipos de opciones, pero las principales son: Las Opciones Call y las Opciones Put. Quien está largo en la opción call tiene derecho a comprar determinado bien a un precio específico en una fecha específica o durante un período determinado de tiempo (depende del contrato). Las opciones put le dan el derecho a quien está largo de vender un bien a un precio específico en un periodo o una fecha específica (Hull, 2002, pág. 5).

Los pagos que se obtienen a través de una call (posición larga) se puede definir como:

$$\max(S_t - K, 0)$$

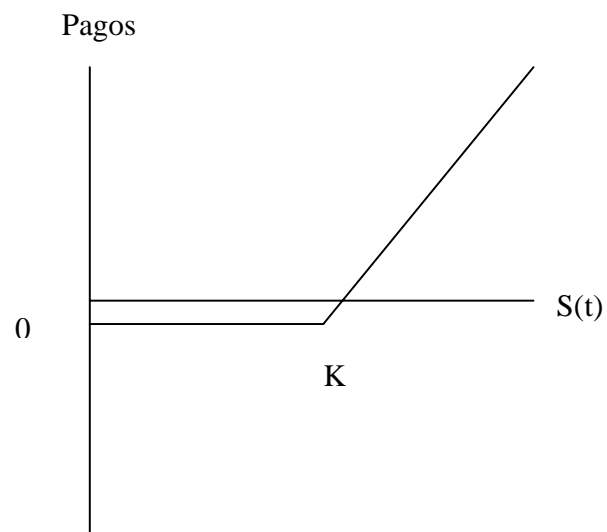
Donde: K = Precio de Ejercicio

S<sub>t</sub> = Precio del bien en el tiempo T

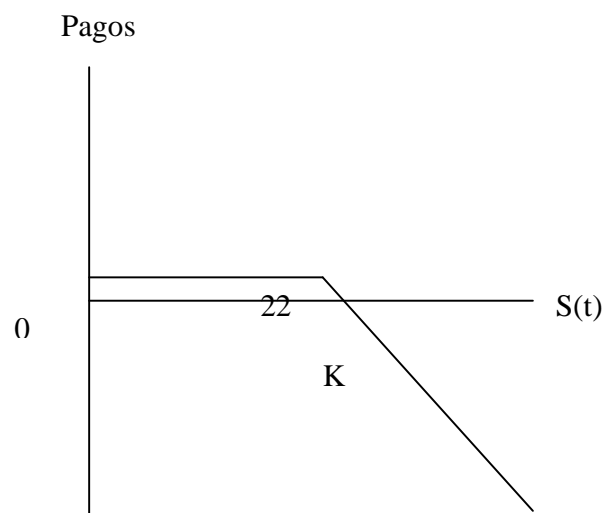


Las estructuras de pagos de los participantes en un contrato de opciones call se ilustran a continuación en las figuras 10 y 11.

**Figura 9. Posición larga en call.**



**Figura 10. Posición Corta en Call**

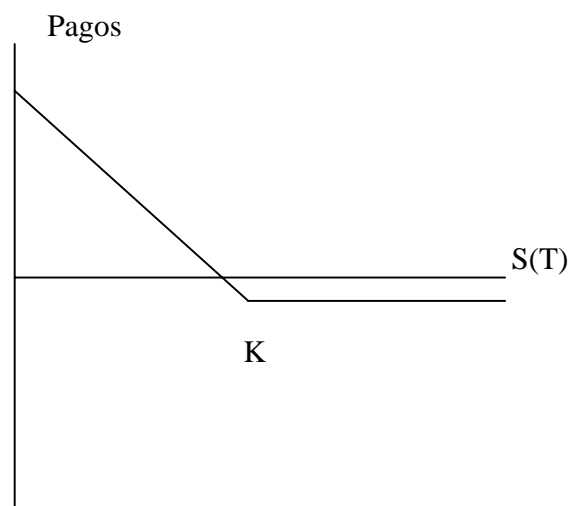


La ganancia que se obtienen a través de una opción put (posición larga) se define como:

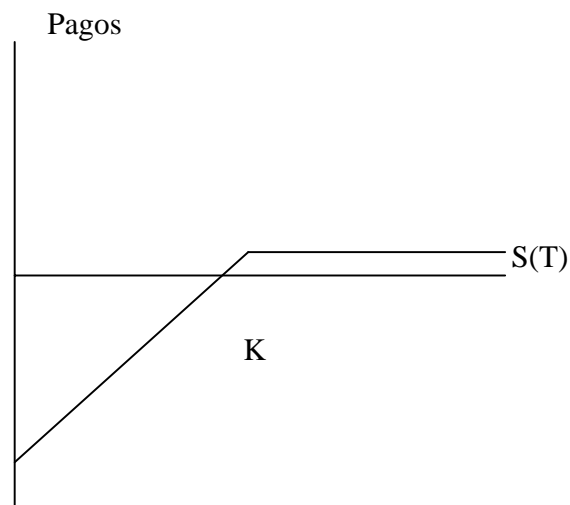
$$\max(K - S, 0)$$

Las estructuras de pagos de los participantes en un contrato de opciones put se ilustran a continuación en las figuras 12 y 13.

**Figura 11. Posición larga en Put.**



**Figura 12. Posición Corta en Put.**



Los márgenes no solo son necesarios para la participación en un mercado de futuros, en los mercados de opciones también son necesarios. El riesgo que afecta a quienes trabajan con futuros, también afecta a quienes trabajan con opciones. Por la estructura y función de las opciones, quienes deben mantener ciertos márgenes son los inversionistas que deciden escribir opciones (estar corto en opciones), no los inversionistas que las compran (estar largo). El margen sirve como garantía de cumplimiento de una opción y debe ser exigido por la cámara de compensación.

Por otro lado las opciones, a diferencia de los futuros y los forwards, tienen un precio el cual debe ser calculado. Este precio se debe pagar por tener la ventaja de neutralizar los efectos negativos que los movimientos adversos de los precios puedan causar y aprovechar los movimientos favorables de los precios. Para la valoración del precio de una opción existen varios modelos. El modelo de Black – Scholes, el modelo de árboles binomiales y la valoración a través de simulación de Montecarlo.”<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> PEDRAZA. Op. Cit. p. 35-37.

**1.2.6.1 Una aproximación a la programación dinámica para la valoración de opciones.** Demostración de valoración de una opción teniendo en cuenta que los retornos de un activo subyacente siguen un movimiento browniano simple. Con una función de Distribución de Probabilidad Normal Estándar.

**Resumen:**

La valoración de las opciones del tipo Bermuda donde el tenedor periódicamente decide si ejerce o no y entonces mantiene la opción viva o no (por los pagos del instrumento). Se desarrolla un procedimiento de programación dinámica para valorar opciones base.

Estudiando en particular el Movimiento Browniano geométrico y derivando algunas propiedades teóricas de IO contratos en este trabajo.

**El movimiento browniano geométrico dentro de las opciones del tipo IO (bermuda).**

Se tiene que:

Sea el precio de un activo subyacente  $\{S\}$  sea un proceso de Markov que demuestra la propiedad fundamental del no arbitraje.

Sea  $t_0 = 0$  sea la opción base (IO) fecha de inicio y  $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6 \dots t_n$  ( $t_n = T$ ) un sin número de horarios de decisión en el contrato. Un diseño base es caracterizado por el vector superior  $\pi = (\pi_1, \dots, \pi_{n-1})$  que son para ser pagados por los tenedores al tiempo  $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6 \dots t_{n-1}$ , para mantener vigente el contrato IO. El precio de IO es la cara de pagos  $V_0$  requeridos en  $t_0$  para incorporar el contrato.

El precio de ejercicio del IO en cualquier decisión de tiempo  $t_m$ , para todo  $m=1, \dots, n$ , es explícito en el contrato y dado por:

$$V^e(S) = \left\{ \begin{array}{l} (s - K)^+, \text{ como base de una opción call} \\ (K - s)^+, \text{ como base de una opción put} \end{array} \right\}$$

Donde  $s = S_{t_m}$  es el precio del activo subyacente en  $t_m$  y  $(X)^+$  denota la función  $\max\{0, X\}$ . Por el principio de Risk-neutral-Probabilities, el valor del tenedor de la opción en  $t_m$  es:

$$V_m^h(S) = E[\rho(m)v_{m+1}(S_{m+1}) | S_m = s]$$

Para  $m = 0, \dots, n-1$

Donde:

$$V_m(S) = \left\{ \begin{array}{l} V_0^h(S) \dots \text{for } m = 0, \max(V^e(S), V_m^h(S) - \pi) \\ \text{for } m = n \dots \text{and } \dots \text{for } m = 1 \dots n-1, V^e(s) \end{array} \right.$$

Con respecto al Movimiento Browniano se tiene que en este caso, el precio del activo subyacente satisface que:

$$\begin{aligned} dSt / St &= (r - \delta)dt + \sigma dWt, \\ \text{for } \dots 0 \leq t \leq T, \end{aligned}$$

Donde  $r$  es una tasa de riesgo menor, y  $\delta$  es un porcentaje constante del dividendo,  $\sigma$  es la volatilidad del retorno del activo subyacente y  $W$  es un estándar del Movimiento Browniano.

La solución para esta ecuación denota que:

$$St'' = St' \exp(\mu \Delta t + \sigma \sqrt{\Delta t} Z)$$

for...  $0 \leq t' \leq t'' \leq T$

Donde  $\mu = (r - \delta - (\sigma^2)/2)$ ,  $\Delta t = t'' - t'$ , y  $Z$  es una variable aleatoria independiente generada de una distribución normal, el pasado de  $\{S\}$  sobre el tiempo  $t'$ .

Se puede demostrar con cálculos matemáticos (interpolación numérica) que el precio de una opción bermuda es igual a:

Proposición 1:

El valor neto del tenedor de la IO Call en  $t_m$ ,  $V_m^h(s) - \pi_m$ , como una función  $s > 0$ , es continua, diferenciable y convexa, y monótona con un porcentaje positivo menor que 1. La función valor es nulo en la región existente  $(0, X_m)$ , e igual a valor de ejercicio en la región ejercicio  $(Y_m, \alpha)$  donde  $X_m$  y  $Y_m$  son dos umbrales que dependen de los parámetros de IO.

Proposición 2:

Para  $k = 1, \dots, n-1$ , se asume que  $\pi_m \geq C(K, \sigma, K, \Delta t, r, \delta)$ , para todo  $m \geq k$ . Entonces se tiene que:

$$V_k(s) = V^e(s), \text{ para todo } S > 0.$$

Recordar que el valor del tenedor de una Call IO es una función monótona de  $S > 0$  con un porcentaje menor que 1 (Ver proposición 1). Como consecuencia,

para  $\pi_{n-1} \geq C(K, \sigma, K, \Delta t, r, \delta)$ , el valor neto del tenedor al  $t_{n-1}, V_{n-1}^h(S) - \pi_{n-1}$ , es siempre menor que el valor de ejercicio,  $V^e(S)$ .

Al un paso adelante  $k + 1$ , asumimos que  $\pi_m \geq C(K, \sigma, K, \Delta t, r, \delta)$  y  $V_k(s) = V^e(S)$ , para todo  $S > 0$  y  $m \geq k + 1$ .

Entonces se tiene que:

$$\begin{aligned} V_m^h(S) &= E[e^{-r\Delta t} V_{k+1}(S_{tk+1}) | S_{tk} = S] \\ &= E[e^{-r\Delta t} V^e(S_{tk+1}) | S_{tk} = S] \\ &= C(K, \sigma, K, \Delta t, r, \delta). \end{aligned}$$

Aquí se vuelve a ver que  $V_k^h(S)$  es monótona con un porcentaje positivo menor a 1. Lo que implica que :

$$V_k(s) = V^e(S) \text{ para todo } S > 0.$$

Colorario:

Considere una base de vector  $\pi = (\pi_1, \dots, \pi_{n-1})$  para ser pagado en  $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, \dots, t_{n-1}$ . Si  $\pi_m \geq C(K, \sigma, K, \Delta t, r, \delta)$ , para todo  $m \in [1, n-1]$ , entonces

$$V_0(S) = C(K, \sigma, K, \Delta t, r, \delta), \text{ para todo } S > 0.$$

Luego por la proposición 2 tenemos el valor para la opción IO en el tiempo  $t_0$ .

$$V_0(S) = E[e^{-r\Delta t} V^e(S_{t1}) | S_0 = S] = C(K, \sigma, K, \Delta t, r, \delta).$$

De esta forma queda demostrado<sup>20</sup>.

**1.2.7 Swaps.** Este otro tipo de contratos se define a continuación.

Las permutas o SWAPS son una de las más descollantes historias de éxito de la década de 1980 y un claro ejemplo de las ventajas que ha reportado la innovación financiera. De ser prácticamente desconocido en 1980, el mercado de permutas se ha desarrollado hasta sobrepasar los 2 billones de dólares de contratación anual a finales de la década. Para comprender como se desarrollo un mercado de SWAPS necesitamos comenzar con una definición básica de los SWAPS de tipo de interés y de divisas<sup>21</sup>.

**1.2.7.1 Calsificación de los Swaps.** Estos se clasifican en:

- **Swaps de tipos de interés (swap de vainilla):** contrato por el cual una parte de la transacción se compromete a pagar a la otra parte un tipo de interés fijado por adelantado sobre un nominal también fijado por adelantado, y la segunda parte se compromete a pagar a la primera un tipo de interés variable sobre el mismo nominal. El único intercambio que se realiza son los pagos de interés del capital, al tiempo que los pagos correspondientes a los capitales no participan en la transacción.
- **Swaps de divisas:** es una variante del swap de tipo de interés, en que el nominal sobre el que se paga el tipo de interés fijo y el nominal sobre el que se paga el tipo de interés variable son de dos monedas distintas. La forma tradicional del swap de tipo de cambio, generalmente denota una combinación de una compra (venta) en el mercado al contado “spot” y una venta (compra) compensatoria para la misma parte en el mercado a plazo “forward”, pero este puede a veces referirse a transacciones compensatorias a diferentes vencimientos o combinaciones de ambos.

---

<sup>20</sup> HATEM, Ben – Ameuer, LE BRETON, Michel, y FRANCOIS, Pascal. PAPER, A Dinamic Programming approach to price installements options. ....Brownian Geometric Motion demonstration for pricing bermuda options. Research on e- finance, GERAD and HEC, 3000.

<sup>21</sup> LOPEZ, Carlos. Clasificación de SWAPS.[En línea] 16, del mes de Julio de 2006. Disponible en: [www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com)



- **Swaps sobre materias primas:** Tras la aparición de estos swaps, ha sido posible separar el riesgo de precio de mercado del riesgo de crédito, y convertir a un productor de materias primas en una simple fabrica que procesa materiales sin tomar riesgo de precio.
- **Swaps de índices bursátiles:** el mercado de los swaps sobre índices bursátiles permite intercambiar el rendimiento del mercado de dinero por el rendimiento de un mercado bursátil<sup>22</sup>.

Un SWAP de tipo de interés es:

- Un acuerdo entre dos partes para cambiar una corriente de flujos monetarios expresados en la misma moneda pero calculados sobre diferentes bases.

El tipo más normal de SWAP de tipo de interés es aquél en que una corriente de flujos monetarios la componen cupones a tipo de interés fijo sobre una suma de principal hipotético, mientras que el otro flujo son cupones de interés flotante. Por ejemplo, una parte puede acordar el pago de unos cupones anuales fijos del 10% sobre un principal hipotético de 1 millón de libras, a cambio de recibir el tipo de interés Libor vigente para la libra sobre ese mismo principal. El pagador de interés fijo se beneficiará si el LIBOR es superior a 10% durante un período dado, pero perdería si el LIBOR fuese inferior a 10%. Un SWAP de tipo de interés es, por lo tanto, similar a un FRA, pero opera sobre períodos múltiples.

Un SWAP de divisas es:

---

<sup>22</sup>Ibid.

- Un acuerdo entre dos partes para cambiar una corriente de flujos monetarios expresados en diferentes divisas calculado sobre bases similares o diferentes.

La característica distinta de un SWAP de divisas es que las dos corrientes de flujos monetarios están expresadas en diferentes divisas. Por ejemplo, un parte podría acordar pagar un cupón trimestral con un interés fijo del 9% anual sobre un principal hipotético de 10 millones de DM y recibir unos cupones trimestrales de interés flotante determinado por el LIBOR de dólares a tres meses sobre un principal hipotético de 6,25 millones de dólares. En la práctica, los dos cupones pueden ser de interés fijo, de interés flotante o uno puede ser fijo y el otro flotante.

#### **1.2.7.2 Tipo de Rentabilidad y Riesgo que presentan los Swaps.**

Básicamente se han identificado cinco riesgos:

- Riesgo diferencial: Si se cubre un swap con un bono, y se presenta un cambio en el diferencial del swap con respecto al bono se puede ocasionar una pérdida o una utilidad en la rentabilidad del swap.
- Riesgo de base: Cuando se cubre un swap con un contrato a futuro y existe una diferencia entre la tasa de referencia y la tasa implícita en el contrato a futuro, originando una pérdida o una utilidad.
- Riesgo de crédito: Probabilidad de que la contraparte no cumpla con sus obligaciones.
- Riesgo de reinversión: Es derivado del riesgo de crédito, cuando hay cambios en las fechas de pago, es necesario reinvertir en cada fecha de rotación.
- Riesgo de tipo de cambio o cambiario: Si se produce una fluctuación positiva de la(s) moneda(s) que se va(n) a liquidar cuando se realice la transacción (compra o venta), es decir, si al final de la operación comercial tienen que pagar más de su propia moneda (o cualquier otra) para adquirir la misma

cantidad de la divisa que se acordó en el contrato. Lo que afecta el costo final de las transacciones<sup>23</sup>.

### **1.3 APLICACIONES DE COBERTURA ACTUALES DE LOS INSTRUMENTOS FINANCIEROS**

Una vez definidos y clasificados los instrumentos financieros como los bonos, los forward y los swaps, se examina a continuación la aplicación de cada uno de ellos.

**1.3.1 Aplicación de los Bonos.** A continuación se muestran algunas de las aplicaciones en las cuales se utilizan este tipo de instrumentos financieros.

Ejemplo: Cuando se tiene un portafolio financiero conformado por Bonos estos están sujetos por defecto a un riesgo tipo tasa de interés. Si estamos en un escenario donde las tasas de interés que no son planas y se desplazan de manera paralela en el tiempo es posible hacer una cobertura de riesgo por medio de un modelo lineal con el objetivo de minimizar este riesgo tasa de interés. Para tal cobertura de riesgo se cita el concepto de Duration (es la medida de sensibilidad del precio de un Bono frente a cambios en la tasa de

---

<sup>23</sup>. Ibid.

interés – efectos inflacionarios). De tal forma que se tiene el siguiente portafolio de inversión (bonos):

$$\Delta V = \sum_j X_j \Delta P_j$$

Este es la variación del valor de un portafolio

conformado por Bonos, el cuál está en función de la variación de los precios de los respectivos Bonos.

Se puede también reescribir esta fórmula para determinar la variación del valor de un portafolio de Bonos así:

$$\Delta V = -\sum_j X_j P_j * D_j * \Delta Y_j$$

Donde  $D_j$ , es el Duration de los Bonos  $j$ , y  $Y_j$  es el valor de la tasa para cada periodo  $j$ .

Por consiguiente si se quiere obtener una cobertura tal que la variación en el portafolio sea cero o que por el contrario el delta de la inversión  $\Delta V \cong 0$  se tendría que:

$$\Delta V = -\sum_j X_j P_j * D_j * \Delta Y_j = \Delta V \cong 0;$$

Al suponer que se tiene un portafolio conformado por 2 bonos cuyos precios son respectivamente  $P(1) = 90,05$  y  $P(2) = 94,3$ , y que sus durations respectivos son  $D(1)= 2,03$  y  $D(2)= 1,97$ ; si las tasas sufren un cambio porcentual incremental de 80 puntos base. ¿Cuál debería ser la posición de bonos que permita cubrirse frente al riesgo tipo tasa de interés?

$$\frac{X1}{X2} = \left( -\frac{(D2 * P2)}{(D3 * P3)} \right) = \text{conocido} - \text{como} - \text{hedge} - \text{ratio}.$$

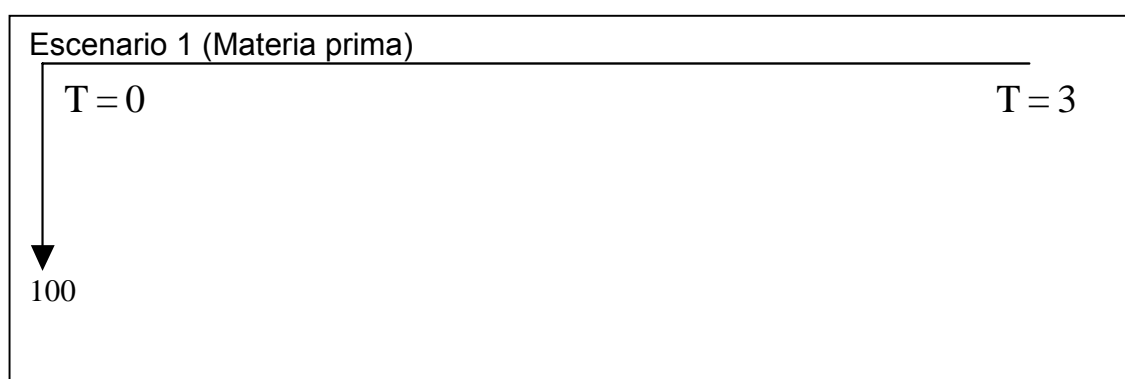
Por consiguiente la relación de ratio de cobertura simplemente me muestra una relación entre el bono 1 y el bono 2, dicha combinación me permitirá una cobertura tal que dado la información anteriormente dada, el valor del portafolio no cambie durante el time to maturity de los bonos. Por cada posición en el bono 1 cuántas posiciones se debe tener en el bono dos. (además hay que analizar si las posiciones iniciales son cortas o largas). Este hedge the ratio es muy útil para cualquier tipo de contrato cuyas características principales es que su objeto de negociación se un activo financiero Bono. El signo negativo proviene de la primera derivada del precio de un Bono respecto a su tasa spot, llamada Duration para Bonos.

Este tipo de analogías se puede emplear con informaciones relevantes tales como el convexity para los bonos.

**1.3.2 Aplicaciones del Forward.** Es importante recordar que para que exista cobertura se debe tener en cuenta que en principio los mercados son eficientes, no hay impuestos ni costos de transacción y que los inversionistas pueden prestar y pedir prestado a la tasa libre de riesgo.

Al suponer que se tiene valorada una materia prima hoy por un valor de 100, y que se quiere negociar un futuro sobre esa materia prima en tres meses, a una tasa libre de riesgo de 4 % nominal trimestral. ¿Cuál debe ser el precio del derivado y como opera la cobertura de dicho derivado? La figura 14 permite apreciar este aspecto.

**Figura 13. Forward**



**FUENTE: Forward.**

Por consiguiente en los flujos de caja simplemente serían teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo:

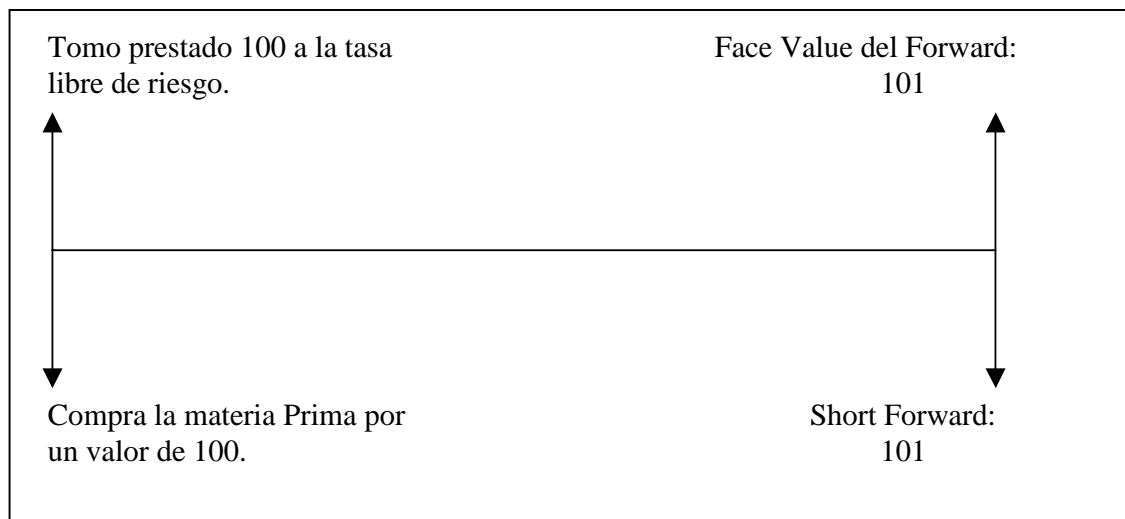


Este contrato puede ser replicado con un forward sintético de la siguiente manera:

- Primero se va short en el Forward con precio de 101.
- Luego toma prestado a la tasa libre de riesgo un valor de 100 por un periodo de 3 meses.
- Y por último compra la materia prima.

Finalmente luego de replicar (hacer una cobertura sencilla para el forward con un sintético sobre la materia prima) se tiene en la figura 15, que:

**Figura 14. Forward Sintético.**



Por consiguiente el Valor presente neto de la cobertura (Replicando con el forward sintético) es cero<sup>24</sup>.

**1.3.3 Aplicaciones de los swaps.** Suponiendo que hay 2 partes interesados en entrar en un SWAP e intercambiar lo siguientes flujos de caja. El inversionista A le van a pagar a una tasa variable cierta cantidad de dinero (libor) pero está preocupado por la inestabilidad de dichas tasas y desea convertirlas a una tasa fija. Por otro lado el inversionista B emitió un bono a tasa fija pero está interesado en explorar el otro mercado que como el de las libras esterlinas cuyo rendimiento es mayor al lugar donde emitió dichos Bonos. Un Banco SWAP identifica las necesidades de sus clientes y los pone en contacto para que entren en un SWAP, en donde intercambiaran los flujos de caja fijos por otros flujos de caja variables.

<sup>24</sup> Adaptación de un ejercicio de contratos forwards tomado de las Notas de Clase # 4 de “Gerencia Financiera del Riesgo”, Profesor Julio Villareal, Universidad de los Andes

La figura 16, muestra esta situación.

**Figura 15. SWAP.**



Según la tabla 1, cuál es el valor del lado fijo y del lado variable de este SWAP:

**Tabla 1.** Tasas Spot y Discount Factors

Plazo	Factor de descuento	spot (y) (LIBOR)	Forward (f)
1/2	.970873	0.06	0.06
1	.940312	0.0625	0.065
1 1/2	.909170	0.0645	0.0685

**FUENTE:** Notas de Clase, Gerencia Financiera del Riesgo. Universidad de los Andes.

La tasa SWAP – RATE es simplemente la tasa que hace que el bono cupón se negocie par.

$$\text{Tasa par – yield} = \text{Swap – rate} = n * 100 * \left( \frac{1 - d(t)}{\sum_i d(t)} \right) = \text{par – yield}$$

Par – Yield = 6,4410%

Luego el lado fijo es igual a:



$100 \cdot 0,06441 / 2 = 3,2505$ , los cuales serían los cupones fijos, si sabemos que el contrato en mención tiene un time to maturity de 18 meses.

Y el lado variable sería de:

Seis meses =  $100 \cdot 0,06 / 2 = 3$

1 año =  $100 \cdot 0,0625 / 2 = 3,25$

1 año y medio =  $100 \cdot 0,0685 / 2 = 3,425$

Teniendo en cuenta que en las fechas de corte un floater vale 100.

Gráficamente los flujos se verían como lo muestra la figura 17.

**Figura 16. Tasas Fijas y Variables.**

	3,25	3,25	3,25
3,00	3,25	3,425	

**FUENTE:** Ibid.

El valor presente neto de un SWAP dado que se la cantidad de dinero que se intercambia es igual sería:

Reset Date:  $V(\text{fijo}) - V(\text{variable}) = 0^{25}$ .

**1.3.4 Aplicación de las opciones.** Al suponer un ejemplo hipotético donde se tienen dos compradores, uno que está largo y otro que está corto sobre un activo (materia prima). Y asumiendo para este primer caso una opción de tipo

<sup>25</sup> Adaptación de un ejercicio de contratos SWAPS tomado de las Notas de Clase # 5 de “Gerencia Financiera del Riesgo”, Profesor Julio Villareal, Universidad de los Andes

“CALL”, con time to maturity de 3 meses y un Strike Price de 100. Entonces para el caso particular del inversionista que está largo en la Opción Call, él está en el derecho de ejercer o no dicha opción durante ese determinado periodo de tiempo. Además se asume que la opción tiene un costo de 0,5 por cada tonelada de materia prima que se negocia y que el valor del total del contrato es de \$1'000.000. Entonces una forma para hacer cobertura es el siguiente, si se sabe que el precio de la materia prima es muy volátil y si alguien es productor entonces no es conveniente para la compañía que el precio suba considerablemente, pero muy posiblemente suceda, por consiguiente como inversionista que productor sea largo en una Opción Call con el fin de obtener ganancias en el contrato sintético de tal manera que amortigüe las pérdidas en el subyacente, de tal forma que el valor presente de las posiciones de ese productor si estas están perfectamente correlacionadas sería de Cero. El pay off del contrato “Opción Call” sería el que muestra la figura 18.

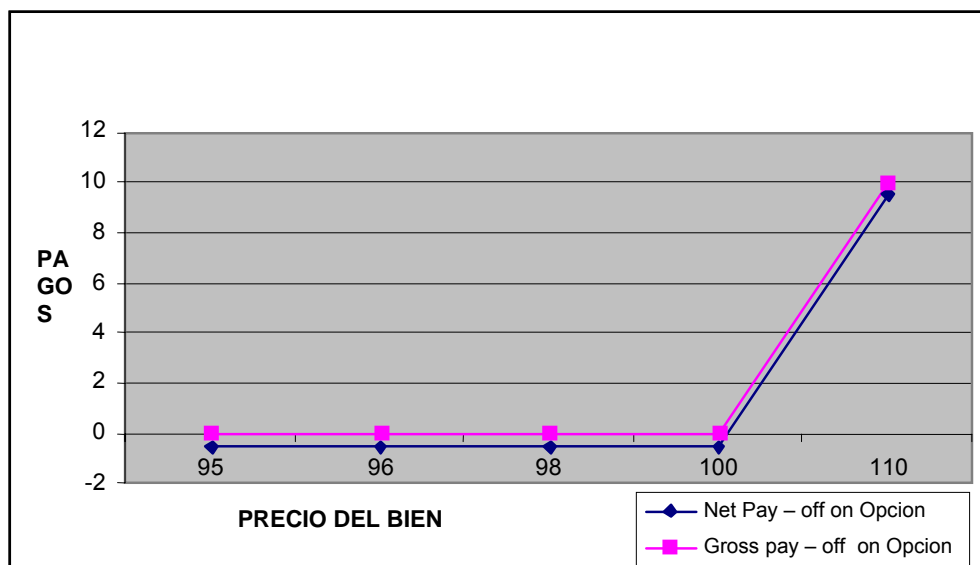
**Tabla 2. Cash Flow – Option Call.**

Price of the Goods (\$/ton)	Gross pay – off on Opcion	Net Pay – off on Opcion
95	0.00	- 0.5
96	0.00	- 0.5
98	0.00	- 0.5
100	0.00	- 0.5
110	10.00	10 - 0.5 = 9.5

Costo de la opción Call sería de: 0,5 \$/ton

La gráfica 1 indica que sería de esta manera:

**Gráfica 2. Opción call. (Materia prima).**



Por el otro lado del contrato está la persona que se encuentra corto en la “Opción Call”, cuyos pagos serían como muestra la tabla 2.

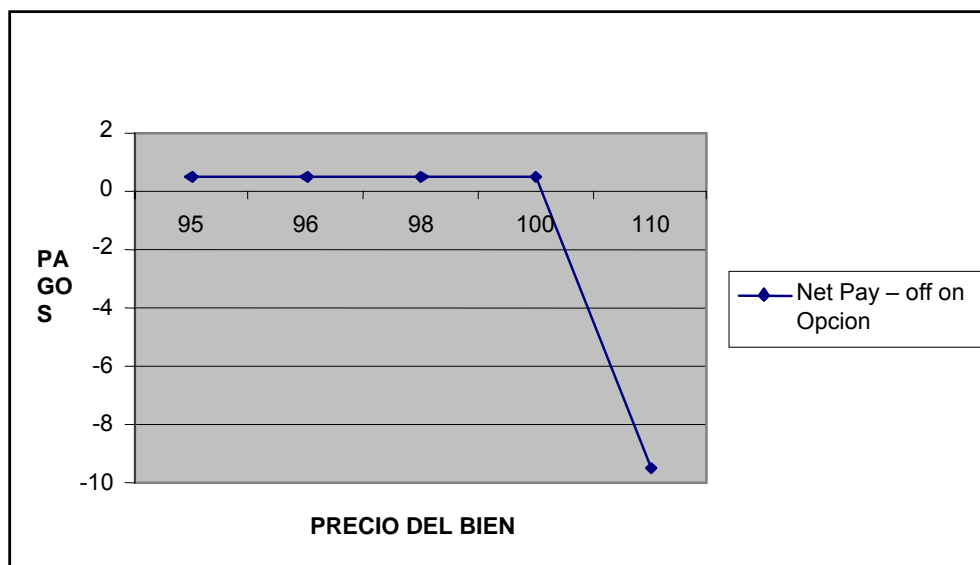
**Tabla 3. Cash Flow – Option Put**

Price of the Goods (\$/ton)	Gross pay – off on Opcion	Net Pay – off on Opcion
95	0.00	0.5
96	0.00	0.5
98	0.00	0.5
100	0.00	0.5
110	-10.00	-9.5

**FUENTE:** Ibid.

En ese caso la gráfica 2, indica que sería así:

**Gráfica 3. Short call opción.**



Y la cobertura para este caso se evidencia en la ganancia que él obtiene en el subyacente al incrementarse la materia prima y su correspondiente compensación con el pay – off en el contrato Call (short).

#### 1.4 IDENTIFICACION DE COSTOS Y VALORACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

A continuación se especifica la valoración de cada uno de los instrumentos antes mencionados.

**1.4.1 Valoración de bonos.** Entre estos se encuentran: los bonos cero us-strips y los bonos cupón

- **Bonos cero us-strips:**

Este es un bono cero cupón que se valora según los precios del mercado, específicamente los precios de los bonos de tesoro de USA.

De acuerdo con la metodología propuesta el precio de los bonos según la fecha de publicación estos se valoran (las decenas) en treinta y dozavos de unidades de centésima, por consiguiente se tiene en la tabla 3 que:

**Tabla 4. Valoración de los bonos cero us-strips.**

	PLAZO	PRECIO US-STRIP	ENTERO	DECIMAL	PRECIO AJUSTADO
Ago-05	0,5	98.9	98	0,28125	98,28125
Feb-06	1	96.9	96	0,28125	96,28125
Ago-06	1,5	94.13	94	0,40625	94,40625
Feb-07	2	92.14	92	0,4375	92,4375
Ago-07	2,5	90.20	90	0,625	90,625
Feb-08	3	88.24	88	0,75	88,75

**FUENTE: Ibid.**

Suponiendo ahora que un inversionista entra en un contrato de bonos y se va largo en la compra de 3 bonos a diferentes periodos, a 6, 12 y 18 meses. ¿Cuáles son los precios de dichos bonos? La tabla 4, muestra cuáles serían estos precios.

**Tabla 5. Valores Bonos Cero – US – Strips.**

	PLAZO	DISCOUNT FACTOR	SPOT(Y) SEMESTRAL	VALOR DEL BONO
Ago-05	0	1	0	100
Feb-06	0,5	0,9628125	0,038623823	96,28125
Ago-06	1	0,9440625	0,122014595	94,40625
Feb-07	1,5	0,924375	0,266063318	92,4375

**FUENTE: Ibid.**

Donde el precio del bono se valora de la siguiente manera:

$$p(t) = \frac{100}{\left(1 + \frac{y(t)}{n}\right)^{(n * t)}}$$

**1.4.2 Valoración de bonos cupón.** A diferencia del bono cero este tiene dentro de su estructura de pagos definido un cupón que es pactado como pagos constantes en el tiempo. La siguiente fórmula muestra como el respectivo bono cupón puede ser valorado.

$$p(t) = d(1) * C(1) + .....d(t) * (C(t) + FV)$$

Suponiendo que un inversionista está largo en un contrato con cupón en tres diferentes bonos, uno a 6, 12 y 18 meses, además los respectivos cupones son 5%, 7% y 9% sobre un principal de 100. ¿Cuál sería el precio de los respectivos bonos?.

Las tablas 5, muestra cuál sería este precio.

**Tabla 6. Valores Bono Cupón.**

Bono a 6 meses                      Cupón                                      5%  
 Face Value                                      100

	PLAZO	DISCOUNT FACTOR	CUPON	VALOR DEL BONO
Feb-06	0,5	0,9628125	5	101,0953125

Bono a 12 meses                      Cupón                                      5%  
 Face Value                                      100

	PLAZO	DISCOUNT FACTOR	CUPON	VALOR DEL BONO
Feb-06	0,5	0,9628125	5	4,8140625
Ago-06	1	0,9440625	5	99,1265625
			P(t)	103,940625

Bono a 18 meses	Cupón	5%		
	Face Value	100		
	PLAZO	DISCOUNT FACTOR	CUPON	VALOR DEL BONO
Feb-06	0,5	0,9628125	5	4,8140625
Ago-06	1	0,9440625	5	4,7203125
Feb-07	1,5	0,924375	5	97,059375
			P(t)	106,59375

**FUENTE: Taller, Gerencia Financiera del Riesgo. Grass J.**

**1.4.3 Valoración de los forwards.** Retomando el ejemplo donde se aplicaba un contrato forward sobre materia prima. Para este caso en particular vamos a valorar este forward de forma continua por consiguiente tenemos disponible la siguiente información:

Time to maturity = 3 meses.

Valor de la materia prima ( $S_0$ ) = 100.

Interés = 4 % Nominal, trimestral. =  $0,04/4 = 0,01$  trimestre vencido.

Precio del Forward =  $100 * \exp. (0,01*3) = 103,0454534$ .

Si por otro lado se quisiera valorar dicho forward de manera discreta se tendría que:

Precio del Forward =  $100 * (1 + 0,01)^3 = 103,0301$ .

Vemos que aproximadamente los métodos de valoración son similares tanto para la forma continua como para valoración discreta del instrumento.

**1.4.4 Valoración de opciones.** Para valorar una opción (opción Premium), o determinar su costo existen varias maneras de valorar. Una de ellas es por replica (modelo Binomial), por la fórmula de Black & Scholes o por Risk neutral Probabilities. Para este caso vamos a utilizar la fórmula de Black & Scholes.

$S_t$  = Precio de la acción o activo que se transa en el mercado.

$K$  = Precio de ejercicio de la opción (Strike Price).

$T$  = Plazo, tiempo (time to maturity)

B = Precio de T – Bond “cero” que paga \$ K USD y tiene plazo igual a T; por lo tanto

$$B = Ke^{-r(T-t)}.$$

Volatilidad anual del retorno de la acción o del activo (desviación estándar)

r = tasa libre de riesgo (capitalización continua).

$\phi(d)$  Probabilidad Acumulada o función acumulada N (0,1).

Para este caso en particular r es constante durante el time to maturity de la acción o el activo. Los Bonos y las acciones se transan continuamente, el short selling es posible y no hay dividendos en el periodo de la opción y no hay impuestos ni costos de transacción.

$$\text{Call (option - premium)} = So\phi(d1) - Ke^{-rt}\phi(d2)$$

$$\text{Put (option - Premium)} = Ke^{-rt}\phi(-d2) - So\phi(-d1)$$

$$Y \quad d1 = \frac{\ln\left(\frac{So}{K}\right) + (r + \sigma^2 / T) * T}{\sigma\sqrt{T}}; \quad d2 = d1 - \sigma\sqrt{T}.$$

Se supone que el activo sigue una distribución logó – normal , o normal N(0,1).

Supóngase que se va a valorar una opción call sobre un activo cuyo valor de mercado es de 100. Este activo se distribuye normalmente (rendimiento de sus retornos). La volatilidad del activo es de 30% (anual), se estima un Strike Price de 110 (K), ¿Cuál sería el precio de dicha opción call?. (Asuma una risk free del 12% E.A y un time to maturity de 1 año).

$$D1 = 0,165632733985584$$



$$\phi(d1) = 0,565777007.$$

$$D2 = -0,134367266$$

$$\phi(d2) = 0,446556082$$

$$\text{Call} = 100*(0,56577) - (100*100\exp(-0,1*1))*(0,4465)$$

Call = 12,13 (Option Premium), precio de la opción.

## 1. 5 RESUMEN DE LA METODOLOGIA

Aspectos Relevantes;

- Se tiene un activo incierto, que sigue un movimiento browniano geométrico simple.
- Dicho activo es representativo en los estados financiero de la compañía.
- El inventario promedio resultante luego de aplicar un modelo para administración de inventarios es significativo (grandes).
- Aparentemente la correlación entre el activo (inventario promedio) y los precios de las acciones respecto al mercado es alta (posiblemente tiende a 1)
- Es posible hacer cierta cobertura frente al riesgo operativo de inventario por medio de los instrumentos obtenidos en el mercado<sup>26</sup>.

**1.5.1 Metodología General para Cobertura Financiera.** Se debe tener en cuenta que el riesgo financiero se asocia con el valor esperado de una posición financiera (activo/pasivo) y su grado de dispersión.

En general se puede hacer cobertura de la siguiente manera:

Estrategias On Balance:

---

<sup>26</sup> Suponga que usted puede obtener y valorar cualquier tipo de instrumento financiero en el mercado de valores.

- Mejoramiento en procesos de producción (estrategias de producción)
- Mejoramiento en procesos financieros (estrategias financieras)

Estrategias OFF Balance:

- Instrumentos Derivados (Forwards, Bonos, Futuros, Opciones, Swaps, Opciones Exóticas).

“Además citando la teoría moderna de las finanzas, en un mundo sin impuestos, costos de transacción, y dada una estructura fija de inversión, el valor de una firma es independiente a la estructura financiera de la misma (fuentes de financiación)”<sup>27</sup>.

Por consiguiente es posible mejorar la eficiencia operativa de la compañía mediante financiación siempre y cuando dicha eficiencia operativa contribuya con el incremento del flujo de caja de la misma. En otras palabras se puede financiar instrumentos derivados que permitan crear valor<sup>28</sup> (Valor presente neto es cero) por medio de una cobertura que implique al menos mantener el valor de la firma.

Es necesario tener en cuenta que la cobertura financiera se aplica si y solo si “ LAS DECISIONES FINANCIERAS, INCLUIDAS LAS DE COBERTURA DE LOS RIESGOS FINANCIEROS, AFECTAN EL VALOR DE UNA CORPORACION ES POR SU IMPACTO (AHORRO) EN: 1. IMPUESTOS, 2. COSTOS DE TRANSACCIÓN , 3. DECISIONES DE INVERSION”<sup>29</sup>

---

<sup>27</sup> MODIGLIANI & MILLER. Teoría moderna de las finanzas. The Journal of Financial and Quantity Analysis. Vol 13, Marzo de 1978. 5p.

<sup>28</sup> Es necesario aclarar que el valor presente neto de los instrumentos (derivados) es cero, y su forma de generar valor está en su manera de contribuir para realizar cobertura financiera.

<sup>29</sup> MODIGLIANI & MILLER. Colorario utilizado en la toma de decisiones para cobertura de riesgo financiero.

Matemáticamente se puede mostrar que aunque los instrumentos de cobertura tienen un  $VPN = 0$ , dichos instrumentos pueden generar valor dentro de la compañía cumpliendo claro con la justificación teórica para hacer cobertura financiera. Si se sabe que la cobertura ayuda a mantener fijos los flujos de caja de la compañía luego de que esta está expuesta a los diversos riesgos sistemáticos del mercado podemos decir que:

$$Valor\_Activo_i = \sum_{j=1}^n \frac{FlujodeCaja_{i,j}}{(1+WACC)^n}$$

Cuando  $n \rightarrow \infty$

Donde WACC; es el costo promedio ponderado de capital (Weight average cost of capital)<sup>30</sup>

Aquí la cobertura se hace sobre el Flujo de Caja Operativo vía: impuestos, costos de transacción y agencia e incentivos de inversión.

## 1.6 COSTOS RELEVANTES DEL MODELO

Costo de sobre aprovisionamiento =  $C_o$ .

Costo de sub aprovisionamiento =  $C_u$ .

Costo de mantener inventario =  $C_h = C_o$

Costo de venta pérdida =  $C_s = C_u$

Costos Totales Incrementales Anuales = TIC

## 1.7 RESUMEN DEL MODELO

---

<sup>30</sup> CRUZ, VILLARREAL, Julio. Finanzas Corporativas. Bogotá. Editorial Thomson.

Para demandas inciertas los modelos de inventario propuestos tales como el modelo de un solo periodo como para el modelo de cantidad de orden – punto de reabastecimiento al establecer sus respectivos sistemas de seguridad y de eficiencia con el objetivo de minimizar el costo promedio de inventario se observa o se puede deducir que éste siempre se va a presentar por más eficiente que sea el modelo . Por consiguiente, por más eficiente que una compañía diseñe su y ejecute su modelo de inventario es probable que se vea reflejado un costo asociado al inventario promedio final resultante, quiere decir que este inventario promedio resultante no se elimina en su totalidad.

Además se puede concluir que el costo promedio de ese inventario está en función de los costos por faltante o sobrante (ventas perdidas o mantenimiento).

### **1.8 VENTAJAS DEL MODELO FINANCIERO**

Estas son las ventajas del modelo de cobertura financiera.

#### **Cuadro 1. Modelo de cobertura financiera.**

- Es indispensable y utilizado para proteger a la compañía frente a los diferentes riesgos que se presenten en el mercado.
- Es aplicable a la realidad.
- Los activos que se transan en el mercado normalmente son inciertos e impredecibles.
- Los derivados utilizados son aplicables a los activos que se comporten como un modelo estocástico simple, y en teoría siguen una función de distribución normal o log-normal.

### **1.9 ESTABLECIMIENTO DE CORRELACIONES ENTRE VARIABLES RELEVANTES**

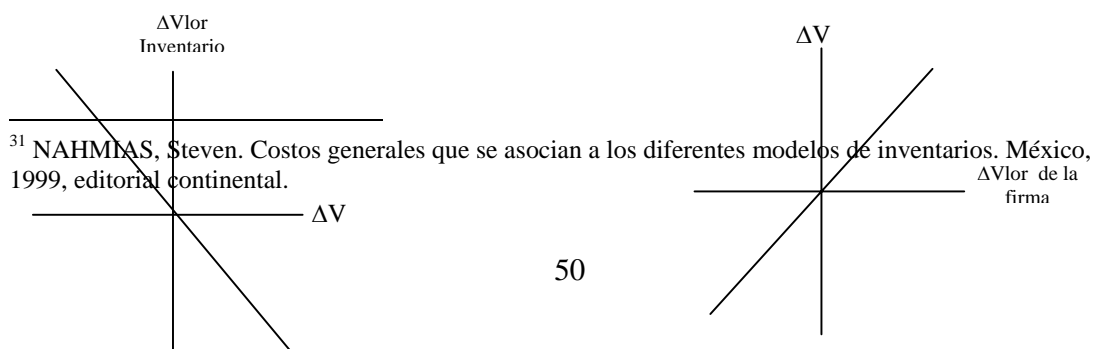
**1.9.1 Cobertura de Riesgo Financiero.**  $\Delta V =$  Es el cambio del valor de la firma; dicho cambio se presenta por diferentes factores que afectan a la compañía (movimientos en las tasas de interés, movimientos en la tasa de cambio, movimiento en el precio de los commodities). Dicho cambio puede ser positivo o negativo dependiendo de la naturaleza de la posición del subyacente.

Derivados: Son utilizados para hacer cobertura financiera y hacer cero ese delta  $\Delta V$  e inmunizar la compañía respecto a estos riesgos sistemáticos que el mercado presenta.

**1.9.2 Modelo de inventario (Demanda aleatoria).**  $\overline{\Delta I} =$  Es el cambio del valor inventario promedio resultante final; dicho cambio es el resultado luego de minimizar dicho costo por medio de diferentes modelos eficientes. Este cambio del valor del inventario promedio resultante final podría estar en función del costo asociado por faltantes o el costo asociado por sobrantes<sup>31</sup>.

**1.9.2.1 Posible correlación del inventario con el valor de la firma.** En la jerga financiera el inventario (valor) es considerado como un activo y además respecto a este valor se puede relacionar de manera directa dicho valor con el valor de la firma, ya que esta es la sumatoria de todos mis activos, puedo decir que puedo utilizar el modelo de cobertura financiera para el valor del inventario promedio, donde el riesgo sería representado como lo muestra la figura 18.

**Figura 17. Perfiles de Riesgo.**



<sup>31</sup> NAHMIAS, Steven. Costos generales que se asocian a los diferentes modelos de inventarios. México, 1999, editorial continental.



Por consiguiente si se aplican los derivados para hacer el  $\Delta V = 0$ , se puede entonces emplear de una forma similar dichos derivados para hacer el  $\Delta \overline{I} = 0$ .

Para poder hacer dichos supuestos se necesita establecer una correlación entre el valor del inventario promedio final y el flujo de caja operativo de una compañía por medio de una regresión lineal simple que garantice que es robusta dicha correlación para poder utilizar los respectivos instrumentos financieros de cobertura.

De esa forma, el modelo lineal sería de la siguiente forma general:

Función Lineal = Flujo de Caja =  $B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_5X_5 + B_6X_6$

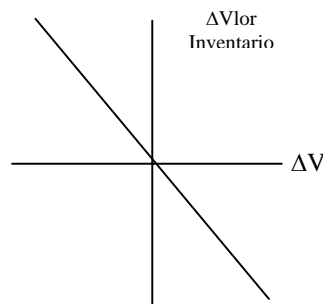
Donde el Flujo de Caja es el flujo de caja operativo al cual se aplican los diferentes instrumentos y estrategias de cobertura financiera.

$B_0$ , es el intercepto de la función en el eje Y (Flujo de caja).  $B_1$  es el coeficiente que acompaña a  $X_1$  (EBIT).  $B_2$  es el coeficiente que acompaña a  $X_2$  (DEPRECIACIÓN).  $B_3$  es el coeficiente que acompaña a  $X_3$  (CUENTAS X COBRAR).  $B_4$  es el coeficiente que acompaña a  $X_4$  (INVENTARIOS).  $B_5$  es el coeficiente que acompaña a  $X_5$  (CUENTAS X PAGAR).  $B_6$  es el coeficiente que acompaña a  $X_6$  (VARIACION CAPEX).

Se espera que el inventario sea significativo al modelo propuesto. Además que se correlacione negativamente con el Flujo de Caja para que así de esta manera se pueda definir un perfil de riesgo frente a diferentes variaciones y escenarios.

Dado que esto es cierto el supuesto teórico y definición de riesgo es cierto, como lo muestra la figura 19.

**Figura 18. Perfil de Riesgo Inventario vs Valor de la Firma.**



**FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría.**

## 2. JUSTIFICACION

Esta Investigación ayudará en gran parte a estimular el Mercado de Valores dentro de las Empresas cuyo sistema tradicional de cobertura es el modelo de Cálculo Estocástico que se propone en producción. Se busca reducir los costos de inventarios y de manera consecuente aumentar la eficiencia operativa en las Compañías.

Además, este tema de Investigación da pie para otros estudios donde se manejen problemas con un complejo estructural similar en el cual se desarrollen otras metodologías.

Este trabajo sirve como Herramienta de Desarrollo a países como Colombia (Economías Emergentes) en economías Globales, haciendo hincapié en sistemas de negociación como los tratados de libre comercio entre los países.

### **3. OBJETIVOS**

#### **GENERAL**

Diseñar una Propuesta Metodológica innovadora para la Cobertura de Riesgo Operativo en Empresas que presenten dentro de sus inventarios una demanda de comportamiento Estocástico con una distribución Logo-Normal o Normal.

#### **ESPECIFICOS**

- Analizar la viabilidad de aplicar el supuesto de Cobertura Financiera respecto al riesgo operativo que esta presenta..
- Diseñar una metodología inicial para poder hacer dicha Cobertura Financiera para los inventarios de una Compañía.



- Calcular los costos de dichos inventarios utilizando la metodología de cobertura propuesta..
- Calcular el Flujo de Caja Ajustado de la Compañía y analizar se es posible financiar dichos instrumentos.
- Identificar dichos instrumentos en el mercado para una posible valoración.
- Diseñar la Metodología final y posibles Estrategias de Cobertura para el riesgo de Inventario.

#### **4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION**

En este trabajo de investigación se diseñó una metodología especial la cual parte de valores de mercado de una compañía con características especiales en sus estados financieros. Para la cobertura financiera del riesgo operativo se requiere aplicar el siguiente diseño metodológico para la elaboración de estrategias para la cobertura de dicho riesgo.

- *Análisis General de la Cobertura de Riesgos:*

Para este caso particular se van a identificar los supuestos teóricos del modelo de cobertura financiera, posteriormente se muestran varios ejemplos de aplicaciones actuales y valoración de posibles costos (instrumentos). Todo esto para comprender y resumir la metodología para la Cobertura de Riesgo Financiero.

- *Establecer posibles correlaciones:*

Luego de la comparación de los modelos (Financiero y de Inventarios) se pueden empezar a establecer varias correlaciones con variables relevantes de tal manera que sirvan como herramienta teórica - análoga de un modelo a otro.

Para este caso en particular se hace necesario la aplicación de diferentes herramientas estadísticas y de simulación.

- *Diseñar estrategias y metodologías para la cobertura de riesgo operativo:*

Luego del análisis de datos obtenidos en el paso anteriormente expuesto y teniendo en cuenta un marco conceptual como referencia es posible establecer y diseñar estrategias y metodologías para la cobertura de riesgo operativo.

- *Identificar instrumentos financieros:*

Luego de establecer la metodología se propone un caso de estudio y se selecciona un mercado de capitales en el cual se pueda obtener toda la información posible para la valoración y selección de instrumentos financieros que sirvan como herramienta de cobertura frente al riesgo operativo (down-side risk operating).

- *Analizar el mercado de valores Colombiano:*

En esta etapa de la investigación luego de tener identificados los principales instrumentos se indagó la aplicación de la cobertura operativa financiera en el mercado Colombiano. De esta forma se diseñaron estrategias adaptables a este tipo de mercado.

A continuación se detalla la metodología propuesta:

- 1) Se selecciona una empresa cuyos activos sean altamente significativos (Activo Corriente)

$$\sum_j \alpha_j X_j = \text{Activo}(j)$$

Donde  $\alpha$  es el peso de cada activo  $j$  en el total de Activo ( $j$ ).

- 2) De los estados financieros de la compañía seleccionada se extrae:

- EBIT(t)
- DEP(t)
- VARIACION KW(t)
- VARIACION CAPEX(t)

- 3) Teniendo en cuenta que el valor de la compañía está presente en el valor de sus activos y su valoración y cálculo se obtiene a través de:

$$\text{Valor}_{\text{Activo}_i} = \sum_{j=1}^n \frac{\text{FlujodeCaja}_{i,j}}{(1 + \text{WACC})^n}$$

$n \rightarrow \infty$

WACC = Costos promedio ponderado de capital.

La cobertura financiera se hace sobre el flujo de caja operativo, cuyo cálculo se obtiene de la siguiente como lo indica la figura 20.

**Figura 19. Procedimiento para la cobertura financiera.**

EBIT	
(+)	DEP
(=)EBITDA	
(-)	VARIACION CAPITAL DE TRABAJO
(-)	VARIACION CAPEX
(=)	FLUJO DE CAJA OPERATIVO

**FUENTE: FINANZAS CORPORATIVAS.**

- 4) Es posible encontrar correlación entre un Activo(i) y el Flujo de Caja Operativo (i,j) si se plantea el siguiente modelo lineal:

$$FLUJODECAJA(t) = B_0 + B_1EBIT(t) + B_2DEP(t) + B_3VARKW(t) + B_4VARCAPEX(t)$$

- 5) El Activo(i) es el Inventario y pertenece al conjunto del Activo(i).

$$\forall Inventario(i) \in Activo(i)$$

- 6) Se reescribe el Flujo de Caja Operativo de la Siguiete Manera:

$$FLUJODECAJA(t) = \hat{B}_0 + \hat{B}_1 EBIT(t) + \hat{B}_2 DEP(t) + \hat{B}_3 CXC(t) + B_4 INV(t) + B_5 CXP(t) + \hat{B}_6 VARCAPEX(t)$$

Donde:

- EBIT: Earning Before Interest and Taxes.

- DEP: Depreciación.
- CxC: Cuentas por Cobrar.
- INV: Inventario.
- CxP: Cuentas por Pagar.
- VARCAPEX: Variation Capital Expenditure.

7) Se analiza que tipo de correlación hay entre el Flujo de Caja Operativo y el Inventario.

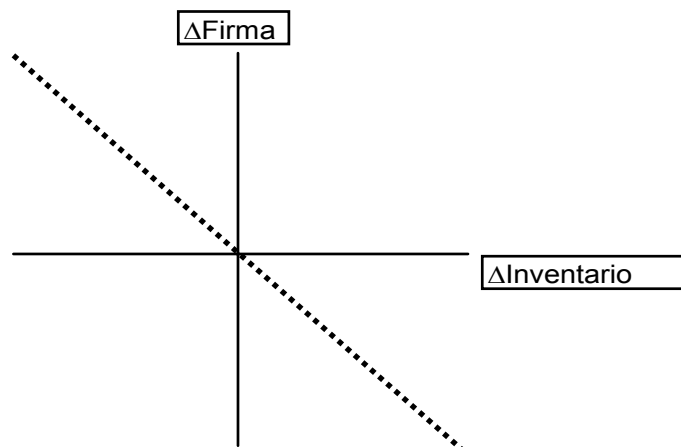
Elasticidad (Flujo de Caja - Inventario)

$d(\text{Flujo de Caja})/d(\text{Inventario}) * \text{Inventario Promedio}/\text{Flujo de Caja Promedio} = \text{Elasticidad (Flujo de Caja - Inventario)}$

Elasticidad =  $B_i * (\text{Inv Promedio}/\text{Flujo Promedio})$

8) Se determina el Perfil de Riesgo como se muestra en la figura 21.

**Figura 20. Perfil de riesgo.**



**FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría.**

Ahora conocido el flujo de caja se puede decir que hay correlación con el inventario y que ésta es negativa. Además se puede tener un perfil de riesgo y determinar los niveles de inventario para diseñar estrategias de cobertura.

$$FLUJODECAJA(t) = \hat{B}_0 + \hat{B}_4 INV(t)$$

Luego un cambio (Delta) del Flujo de Caja(t), teniendo en cuenta esta función se debe a un cambio (Delta) en el Inventario(t).

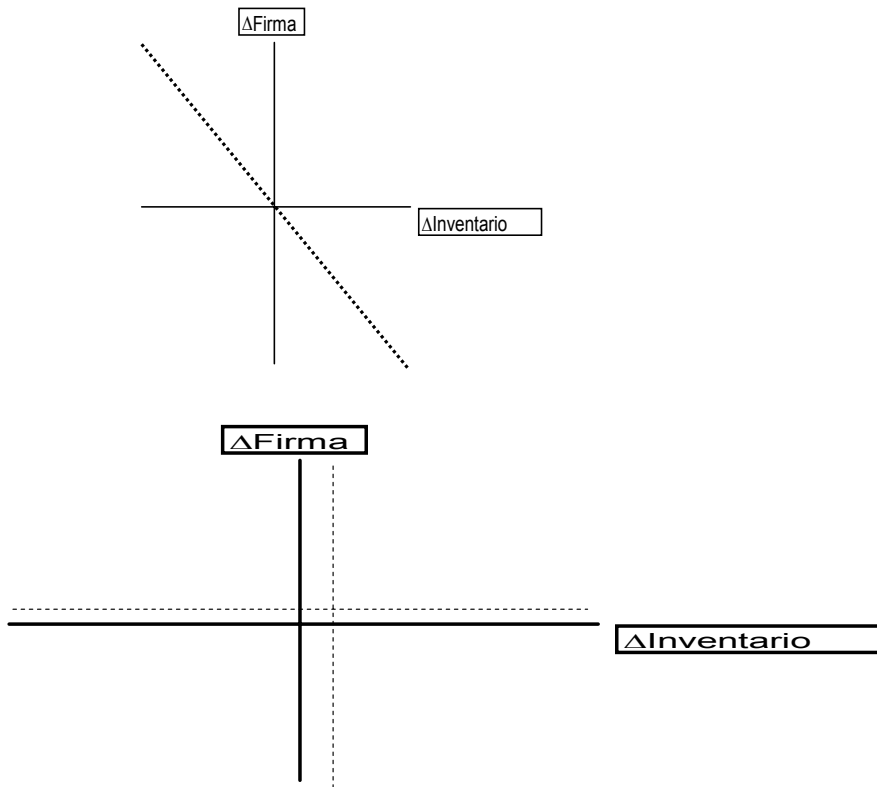
$$\Delta(FLUJODECAJA(t)) = \hat{B}_0 + \hat{B}_4 \Delta(INV(t))$$

Si aplicamos cobertura es para que el Delta del valor de la Firma sea cero por consiguiente:

$$\begin{aligned} \Delta(FLUJODECAJA(t)) &\cong 0 \\ \Delta(INV) &= -\hat{B}_0 / (-\hat{B}_4) \end{aligned}$$

- 9) Calculadas las variaciones tanto en el Flujo de Caja y en el Inventario se diseñan estrategias de Cobertura como lo muestra la figura 22.

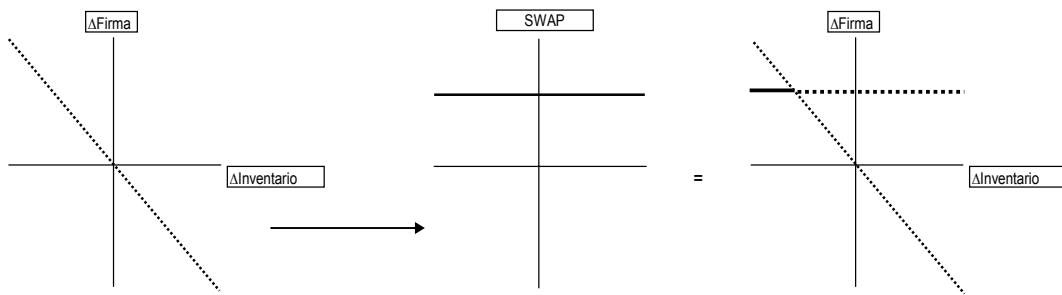
**Figura 21. Estrategias de cobertura.**



**FUENTE: Lego Approach.**

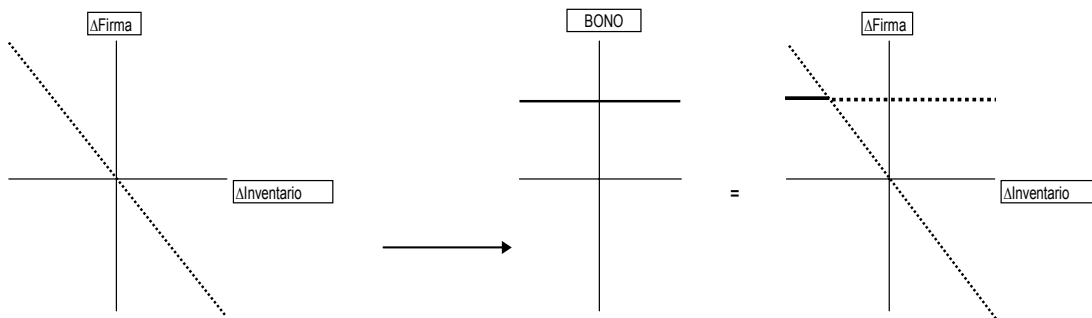
10) Estrategias Propuestas: SWAP, Bonos (Cero – Cupón), Bonos – Cupón, Forward sobre el Activo. En las figuras 23, 24, 25 y 26 se muestran estas estrategias.

**Figura 22. Estrategias para Swap.**



FUENTE: Ibid.

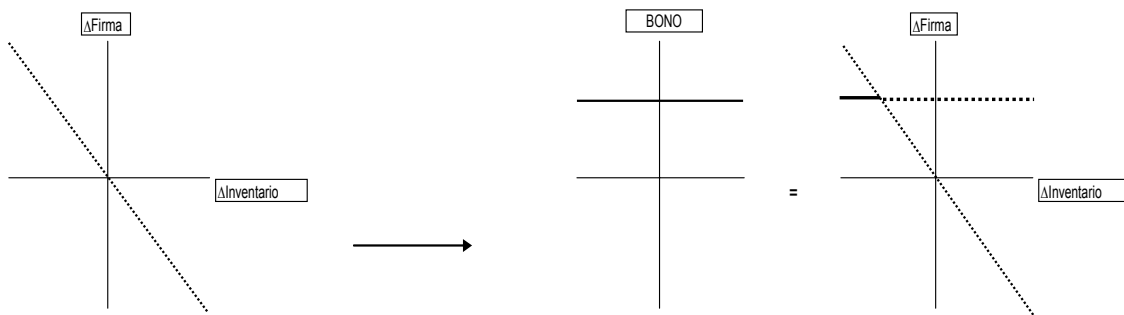
Figura 23. Estrategias para bonos: Cero\_Cupon.



FUENTE: Ibid.

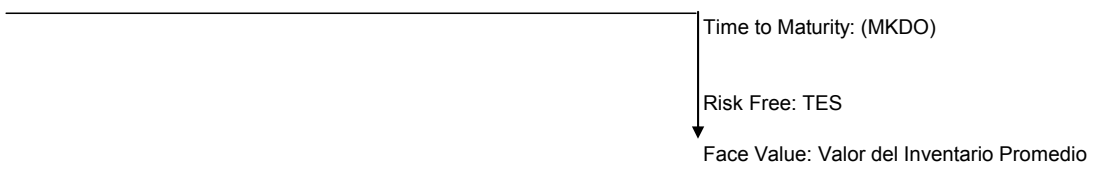
Figura 24. Perfil del Bono y el Riesgo Default.





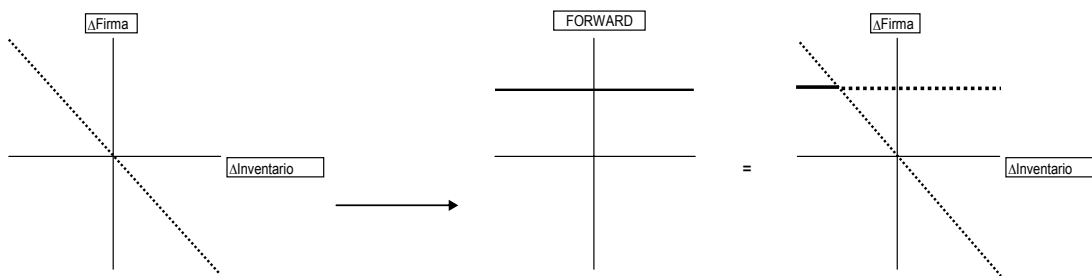
### Perfil del Bono

PERFIL A

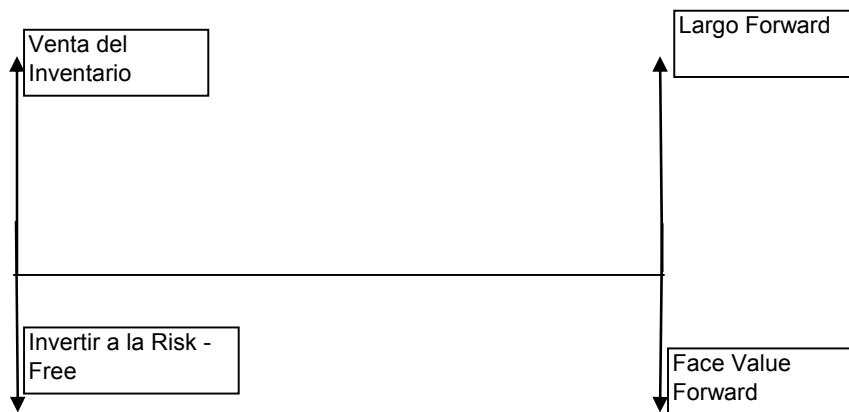


**FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría.**

**Figura 25. Estrategia para forward.**



Perfil del Contrato:



- 11) De las estrategias que se proponen en la metodología se seleccionó la mejor teniendo en cuenta como criterio en primer lugar que el instrumento se encontrara en el mercado, segundo como criterio se tuvo en cuenta el costo y por último el de menor riesgo.

## **5. RESULTADOS ESPERADOS**

En primer lugar se quiere hacer una analogía conceptual. En la Gerencia Financiera del Riesgo aplicada por los grandes inversionistas utilizan la cobertura como sistema de protección frente a cambios respecto a la moneda, tasas de interés, strips, etc. La idea principal es utilizar dichos conceptos y aproximarlos para el manejo de inventarios.

Segundo se espera desarrollar una metodología sencilla que sirva a cualquier tipo de Compañía que presente esta clase de problemas en la reducción de los diferentes costos dado por la manipulación y administración de los inventarios.

Finalmente, se espera que dichos instrumentos utilizados para la cobertura sean asequibles a las compañías Colombianas o Latinoamericanas.

## 6. CASO DE ESTUDIO

Para este caso en particular se seleccionó una Compañía que cumpliera con las siguientes características para la aplicación del modelo de cobertura operativa:

- Con altos niveles de inventario.
- Con mercado existente para el inventario.
- Con inventario homogéneo (No sea diversificado).
- Que la compañía le sea fácil acceder al mercado bursátil Colombiano.

La Compañía que se seleccionó para objeto de estudio es una empresa Termogeneradora de energía, cuyo objeto principal es la generación y comercialización de energía eléctrica. Este tipo de compañía se caracteriza por tener altísimos niveles en sus inventarios (Materia Prima Carbón) para garantizar el servicio de energía eléctrica en el país.<sup>32</sup>

De los Estados Financieros<sup>33</sup>, se extraen como referencia la siguiente información. EBIT (Earning Before Interest and Taxes), Depreciación, Variación de Capital de W el cual se compone de Cuentas por Cobrar, Inventarios y Cuentas por Pagar. Y la Variación en el CAPEX (Capital Expenditure). Con esta información se obtiene el Flujo de Caja Operativo a través del método indirecto cuya ecuación es la siguiente:

$$\text{FLUJO DE CAJA} = \text{EBIT} + \text{DEP} + \text{VARIACION KW} + \text{VARIACION CAPEX}$$

$$\text{Donde VARIACION KW} = \text{NECESIDADES KW (t+1)} - \text{NECESIDADES KW (t)}$$

$$\text{NECESIDADES KW} = \text{CXCOBRAR} + \text{INVENTARIOS} - \text{CXPAGAR.}$$

---

<sup>32</sup> Se reserva el nombre de la empresa Termogeneradora de Energía Eléctrica.

<sup>33</sup> Estados Financieros de la Empresa Termogeneradora. El cual se detalla en los anexos de este documento.

Los datos correspondientes a ese flujo de caja que corresponden a una serie de datos trimestrales que parte desde el año 1995 hasta el año 2006 serían:

**Tabla 7. Flujos Financieros.**

Periodo (k)	EBIT(K)	DEPRECIACION(K)	VARIACION KW (K)	VARIACION CAPEX (K)	FLUJO DE CAJA(K)
1	1,632.79	588.44	4,779.51	10,304.10	-12,862.38
2	3,776.91	616.94	-7,254.02	221.11	11,426.76
3	1,968.12	624.15	6,326.96	774.98	-4,509.67
4	2,388.95	364.95	841.26	871.62	1,041.02
5	805.90	363.32	-2,986.48	866.36	3,289.34
6	1,317.93	356.47	1,717.52	596.35	-639.47
7	2,063.10	341.66	1,458.99	1,232.66	-286.89
8	1,575.25	322.07	412.83	3,642.13	-2,157.64
9	1,485.02	313.24	1,983.13	1,206.15	-1,391.02
10	2,197.65	298.82	-370.84	635.22	2,232.09
11	3,195.94	281.74	-1,035.19	1,309.82	3,203.05
12	3,451.20	256.51	1,145.84	5,046.25	-2,484.38
13	1,997.87	244.85	-2,917.58	986.09	4,174.21
14	1,997.87	232.71	4,436.24	3,734.01	-5,939.67
15	3,324.19	209.86	2,178.87	117.95	1,237.23
16	1,262.69	187.52	-5,047.93	6,868.57	-370.43
17	1,736.79	168.89	-6,603.52	742.23	7,766.97
18	4,537.08	147.65	10,432.14	151.33	-5,898.74
19	6,595.75	129.74	703.24	1,059.55	4,962.70
20	7,818.07	115.28	-4,218.55	-6,408.85	18,560.75
21	2,497.36	101.95	-196.83	2,091.75	704.39
22	5,122.77	89.62	4,423.80	1,503.71	-715.12
23	7,336.90	75.95	5,074.66	-515.28	2,853.47
24	8,082.60	63.13	-6,533.30	717.33	13,961.70
25	3,089.03	52.86	-6,442.05	1,875.01	7,708.93
26	5,433.25	43.50	3,763.66	12,857.98	-11,144.89
27	7,744.00	35.54	5,120.55	-994.34	3,653.33
28	10,182.34	31.18	1,797.89	-2,077.24	10,492.87
29	2,666.06	28.36	-1,396.30	1,462.21	2,628.51
30	4,625.87	25.69	-1,959.92	-1,795.61	8,407.09
31	7,370.55	22.49	1,248.88	-306.07	6,450.23
32	9,608.91	19.46	8,152.89	6,382.15	-4,906.67
33	3,756.26	3,985.16	234.82	-275.24	7,781.84
34	6,359.47	3,177.38	3,522.72	688.60	5,325.53
35	10,589.72	3,183.76	2,742.05	-1,361.77	12,393.20
36	13,989.20	2,265.33	-31,781.02	3,937.82	44,097.73
37	5,011.22	2,325.58	34,767.42	-279.82	-27,150.80
38	8,735.97	2,364.78	5,752.50	-3,135.54	8,483.79
39	-13.93	0.00	-22,533.10	20,411.56	2,107.61
40	22,745.78	0.00	6,151.10	2,208.85	14,385.83
41	-2.70	0.00	17,758.59	-44.03	-17,717.26
42	11,137.49	0.00	-14,903.83	2,561.97	23,479.35
43	11,114.61	2,042.51	-273.58	-87.10	13,517.80
44	22,451.37	1,961.37	3,597.69	1,298.88	19,516.17
45	4,515.75	1,891.12	-31,268.07	-5,415.00	43,089.94

Como ya se dijo anteriormente se puede descomponer esta función lineal (Flujo de Caja Operativo) de la siguiente manera, como lo muestra la tabla 8.

**Tabla 8. Flujo de Caja Operativo Detallado.**

Periodo (k)	EBIT(K)	DEPRECIACION(K)	CUENTASXCOBRAR(K)	INVENTARIOS(K)	CUENTASXPAGAR(K)
1	1,632.79	588.44	7,560.42	4,185.39	6,966.30
2	3,776.91	616.94	8,840.32	3,690.10	15,004.93
3	1,968.12	624.15	7,210.85	3,260.25	6,618.65
4	2,388.95	364.95	8,177.19	4,961.77	8,445.25
5	805.90	363.32	8,769.24	6,814.61	13,876.62
6	1,317.93	356.47	12,160.74	5,808.13	14,544.12
7	2,063.10	341.66	13,218.57	5,938.11	14,272.94
8	1,575.25	322.07	12,715.45	5,488.60	12,907.48
9	1,485.02	313.24	14,015.04	7,571.22	14,306.56
10	2,197.65	298.82	14,503.79	6,807.02	14,401.95
11	3,195.94	281.74	13,382.28	7,576.66	15,085.27
12	3,451.20	256.51	13,742.34	7,828.64	14,551.47
13	1,997.87	244.85	14,330.94	9,545.23	19,774.24
14	1,997.87	232.71	15,364.41	10,441.02	17,267.26
15	3,324.19	209.86	17,625.49	11,098.68	18,007.13
16	1,262.69	187.52	15,292.48	7,451.94	17,075.31
17	1,736.79	168.89	19,446.57	8,022.35	28,403.33
18	4,537.08	147.65	19,926.02	13,774.80	24,203.09
19	6,595.75	129.74	21,395.09	10,941.15	22,135.27
20	7,818.07	115.28	18,924.83	10,241.63	23,184.04
21	2,497.36	101.95	26,795.00	10,097.25	31,106.66
22	5,122.77	89.62	28,756.77	11,061.27	29,608.65
23	7,336.90	75.95	28,239.60	13,197.92	26,153.47
24	8,082.60	63.13	25,208.49	12,722.96	29,180.70
25	3,089.03	52.86	22,754.57	15,056.89	35,502.76
26	5,433.25	43.50	23,656.15	14,651.92	32,235.71
27	7,744.00	35.54	26,602.76	14,893.84	30,303.69
28	10,182.34	31.18	30,879.47	12,050.37	29,939.04
29	2,666.06	28.36	25,010.33	10,036.20	23,452.03
30	4,625.87	25.69	21,132.95	16,304.27	27,802.64
31	7,370.55	22.49	24,881.73	13,114.23	27,112.50
32	9,608.91	19.46	24,956.29	11,923.81	17,843.75
33	3,756.26	3,985.16	34,961.28	15,414.67	31,104.78
34	6,359.47	3,177.38	33,641.08	18,102.98	28,950.17
35	10,589.72	3,183.76	36,238.01	17,004.46	27,706.53
36	13,989.20	2,265.33	19,293.88	1,313.43	26,852.39
37	5,011.22	2,325.58	43,296.50	19,232.37	34,006.53
38	8,735.97	2,364.78	42,021.79	18,678.16	26,425.11
39	-13.93	0.00	11,453.40	15,345.87	15,057.53
40	22,745.78	0.00	369.79	19,437.67	1,914.62
41	-2.70	0.00	12,517.28	23,450.56	316.41
42	11,137.49	0.00	2,797.16	21,398.43	3,447.99
43	11,114.61	2,042.51	22,551.36	19,432.78	21,510.12
44	22,451.37	1,961.37	4,497.10	25,765.62	6,191.01
45	4,515.75	1,891.12	17,561.12	0.00	24,757.48

VARIACION CAPEX (K)	FLUJO DE CAJA(K)
10,304.10	-12,862.38
221.11	11,426.76
774.98	-4,509.67
871.62	1,041.02
866.36	3,289.34
596.35	-639.47
1,232.66	-286.89
3,642.13	-2,157.64
1,206.15	-1,391.02
635.22	2,232.09
1,309.82	3,203.05
5,046.25	-2,484.38
986.09	4,174.21
3,734.01	-5,939.67
117.95	1,237.23
6,868.57	-370.43
742.23	7,766.97
151.33	-5,898.74
1,059.55	4,962.70
-6,408.85	18,560.75
2,091.75	704.39
1,503.71	-715.12
-515.28	2,853.47
717.33	13,961.70
1,875.01	7,708.93
12,857.98	-11,144.89
-994.34	3,653.33
-2,077.24	10,492.87
1,462.21	2,628.51
-1,795.61	8,407.09
-306.07	6,450.23
6,382.15	-4,906.67
-275.24	7,781.84
688.60	5,325.53
-1,361.77	12,393.20
3,937.82	44,097.73
-279.82	-27,150.80
-3,135.54	8,483.79
20,411.56	2,107.61
2,208.85	14,385.83
-44.03	-17,717.26
2,561.97	23,479.35
-87.10	13,517.80
1,298.88	19,516.17
-5,415.00	43,089.94

**FUENTE: Termogeneradora.**

Por consiguiente la hipótesis es que este modelo lineal (Flujo de Caja) se compone por:

Función Lineal = Flujo de Caja =  $B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_5X_5 + B_6X_6$

Para esto se corre el modelo donde la variable dependiente Flujo de Caja está en función de las demás variables independientes tales como EBIT, Depreciación, CuentasxCobrar, Inventarios, CuentasxPagar y Variación CAPEX. Los resultados fueron los que muestran las tablas 11 y 12.

**Tabla 10. Regresión Lineal.**

**Model Summary<sup>a</sup>**

Model	Change Statistics					Durbin-Watson
	R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.637 <sup>a</sup>	11.095	6	38	.000	2.057

a. Predictors: (Constant), VARIACIONCAPEX, INVENTARIOS, CUENTASXPAGAR, DEPRECIACION, EBIT, CUENTASXCOBRAR

b. Dependent Variable: FLUJODECAJA

**FUENTE: SPSS. Versión académica.**

**Tabla 11. Regresión Lineal. Coeficientes.**

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	% Confidence Interval for		Correlations			Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
1	(Constant)	327.088	969.225		.838	.407	-4708.188	11362.365						
	EBIT	1.363	.310	.543	4.396	.000	.735	1.991	.504	.581	.430	.627	1.594	
	DEPRECIACION	4.240	1.492	.344	2.842	.007	1.220	7.260	.270	.419	.278	.653	1.531	
	CUENTASXCOBRAR	-1.128	.299	-.884	-3.770	.001	-1.733	-.522	-.107	-.522	-.369	.174	5.745	
	INVENTARIOS	-.575	.275	-.269	-2.090	.043	-1.132	-.018	-.124	-.321	-.204	.576	1.736	
	CUENTASXPAGAR	1.014	.277	.738	3.656	.001	.452	1.575	.095	.510	.357	.234	4.265	
	VARIACIONCAPEX	-.668	.305	-.232	-2.194	.034	-1.285	-.052	-.310	-.335	-.215	.859	1.164	

a. Dependent Variable: FLUJODECAJA

**FUENTE: SPSS. Versión académica.**

Por consiguiente el modelo lineal sería de la siguiente manera:

$$\text{Función Lineal} = \text{Flujo de Caja} = 3327.088 + 1.363\text{EBIT} + 4.24\text{DEPRECIACION} - 1.128\text{CUENTASXCOBRAR} - 0.575\text{INVENTARIOS} + 1.014\text{CUENTASXPAGAR} - 0.668\text{VARCAPEX}$$

Con un nivel de confianza del 95%, se evaluó este modelo lineal del cuál se puede afirmar de manera general que:



Ho:  $B_1=B_2=B_3=B_4=B_5=B_6=0$ .

Ha:  $B_1=B_2=B_3=B_4=B_5=B_6 \neq 0$ .

Para poder corroborar la hipótesis Ho, nuestro estadístico P-Value de la prueba F tiene que ser mayor al 1%, de lo contrario se toma como válida la hipótesis alterna.

P- Value = 1,5156E-76.

Como se puede observar la probabilidad es muy pequeña y menor < 1% y por consiguiente la hipótesis nula es rechazada y la nueva hipótesis a considerar en el modelo es la hipótesis alterna.

De manera que: Ha:  $B_1=B_2=B_3=B_4=B_5=B_6 \neq 0$ .

Además el análisis de varianzas muestra que la correlación entre las variables es positiva y estadísticamente significativa.

A nivel individual la variable de inventario representada por B6X6 dentro de los niveles de confianza establecidos a un estadístico t, se observa que el cero no cae dentro de estos niveles de confianza, por lo tanto la variable de inventario es realmente significativa dentro del modelo lineal, y de esta manera el inventario que proviene de una demanda estocástica la cual sigue una distribución normal se encuentra altamente correlacionado con el flujo de caja, de manera que es posible aplicar los instrumentos de cobertura financiera (off – balance) realizar cobertura operativa (on – balance).

Por otro lado se puede también realizar un análisis de sensibilidad (Elasticidad) entre el Flujo de Caja y el Inventario de la siguiente manera:

$$\text{Flujo de Caja} = 3327,088 + 1,363(\text{EBIT}) + 4,24(\text{DEP}) - 1,128(\text{CUENTASXCOBRAR}) - 0,575(\text{INVENTARIO}) + 1,04(\text{CUENTASXPAGAR}) - 0,668(\text{CAPEX})$$

Elasticidad (Flujo de Caja - Inventario)

$$\delta(\text{Flujo de Caja})/\delta(\text{Inventario}) * \text{Inventario Promedio}/\text{Flujo de Caja Promedio} = \text{Elasticidad (Flujo de Caja - Inventario)}$$

$$\text{Elasticidad} = B_i * (\text{Inv Promedio}/\text{Flujo Promedio})$$

$$\text{Elasticidad} = -1.421783223$$

En este caso se puede afirmar que alrededor de la media de las variables un incremento del 1% en el Inventario conducirá a una disminución del 1,421% en el Flujo de Caja. Llegando a concluir que la variable dependiente (flujo de caja) es sensible a cambios en la variable independiente (Inventario).

Además a esto se le puede sumar un análisis de correlaciones parciales de nuestra función lineal. Los Resultados son los que señala la tabla 13.

**Tabla 12. Matriz de Correlaciones Parciales.**

	EBIT(K)	DEPRECIACION(K)	CUENTASXCOBRAR(K)	INVENTARIOS(K)	CUENTASXPAGAR(K)	VARIACION CAPEX (K)	FLUJO DE CAJA(K)
EBIT(K)	1						
DEPRECIACION(K)	0.26608248	1					
CUENTASXCOBRAR(K)	0.0125649	0.461802441	1				
INVENTARIOS(K)	0.49024837	0.208308014	0.273339521	1			
CUENTASXPAGAR(K)	-0.03774127	0.259176909	0.841057826	0.058292107	1		
VARIACION CAPEX (K)	-0.17731864	-0.234035657	-0.272872401	-0.025116402	-0.201953248	1	
FLUJO DE CAJA(K)	0.50431416	0.26970867	-0.107427912	-0.124296934	0.094874657	-0.309523421	1

**FUENTE: SPSS. Versión académica.**

Por consiguiente se puede probar la hipótesis de que el inventario se correlaciona negativamente con el flujo de caja mediante el siguiente planteamiento:

$$H_0: \rho \leq 0$$

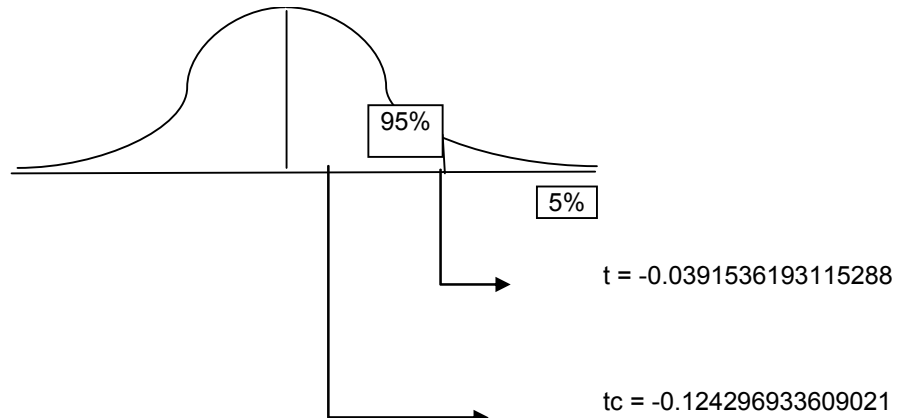
$$H_a: \rho > 0$$

Con un intervalo de confianza del 95% ( $\alpha = 0,05$ )

$$t_c = -0.124296933609021$$

De acuerdo con lo anterior, se acepta la hipótesis nula si el  $t_c$  (estadístico) cae dentro del intervalo de confianza y se rechaza si este cae a la cola derecha de la función, y se asume que estos datos siguen una distribución (aproximadamente normal) como lo muestra la figura 27.

**Figura 26. Cola de Rechazo para la prueba del coeficiente de correlación.**



**FUENTE: Datos, Excel.**

De esta forma se puede afirmar que el Flujo de Caja y el inventario para este caso en particular se correlacionan de una manera negativa.<sup>34</sup>

Ahora se puede modelar el Flujo de Caja a ciertos niveles de confianza y de esta manera aplicar estrategias de Cobertura Financiera OFF Balance dentro del

<sup>34</sup> PINDYCK, Robert S., y RUBINFELD Daniel L. Correlaciones parciales. Econometría Modelos y Pronósticos. México. Ed. Mc Graw Hill, 2001. p.103.

Balance y disminuir nuestro Downside Risk (Inventario) a niveles de tolerancia aceptable.

Observando la figura 28 se puede afirmar que:

**Figura 27. FLUJO DE CAJA**

Función

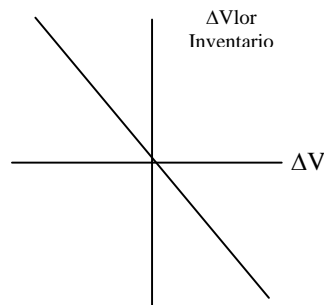
Flujo de Caja Operacional =	3327.0
Donde	$\bar{Y}$
$\bar{Y}$	B1

De donde se deduce

$$F(Y) = 3327.088 - X \cdot \dots$$

La elasticidad anteriormente calculada indica que un aumento en el inventario al que se le puede llamar Delta puede afectar negativamente el Flujo de Caja Operativo al que se le puede llamar Delta de la Firma. La figura 29 ilustra de una manera más detallada el perfil de riesgo.

**Figura 28. Perfil de Riesgo.**



La tabla 14 muestra los datos de **simulación**.

**Tabla 13. Serie de Datos Flujo de Caja e Inventario.**

(K)	FLUJO DE CAJA (K)	INVENTARIO (K)
1	-11,488	25,766
2	-10,157	23,451
3	-8,977	21,398
4	-7,850	19,438
5	-7,847	19,433
6	-7,732	19,232
7	-7,413	18,678
8	-7,082	18,103
9	-6,450	17,004
10	-6,048	16,304
11	-5,536	15,415
12	-5,497	15,346
13	-5,331	15,057
14	-5,237	14,894
15	-5,098	14,652
16	-4,593	13,775
17	-4,262	13,198
18	-4,214	13,114
19	-3,989	12,723
20	-3,602	12,050
21	-3,529	11,924
22	-3,055	11,099
23	-3,033	11,061
24	-2,964	10,941
25	-2,676	10,441
26	-2,562	10,242
27	-2,479	10,097
28	-2,444	10,036
29	-2,161	9,545
30	-1,286	8,022
31	-1,174	7,829
32	-1,029	7,577
33	-1,026	7,571
34	-958	7,452
35	-591	6,815
36	-587	6,807
37	-87	5,938
38	-13	5,808
39	171	5,489
40	474	4,962
41	920	4,185
42	1,205	3,690
43	1,452	3,260
44	2,572	1,313
45	3,327	0

**FUENTE: Termogeneradora.**

En esta tabla se puede apreciar que la variable dependiente es el Flujo de Caja Operativo y la variable independiente es el inventario.

En este caso en particular se realizó una prueba de Bondad y Ajuste “Sminornov – Kolmogorov”<sup>35</sup>, datos continuos, para probar si la variable aleatoria seguía una distribución normal y los resultados se exponen a continuación en la tabla 15.

---

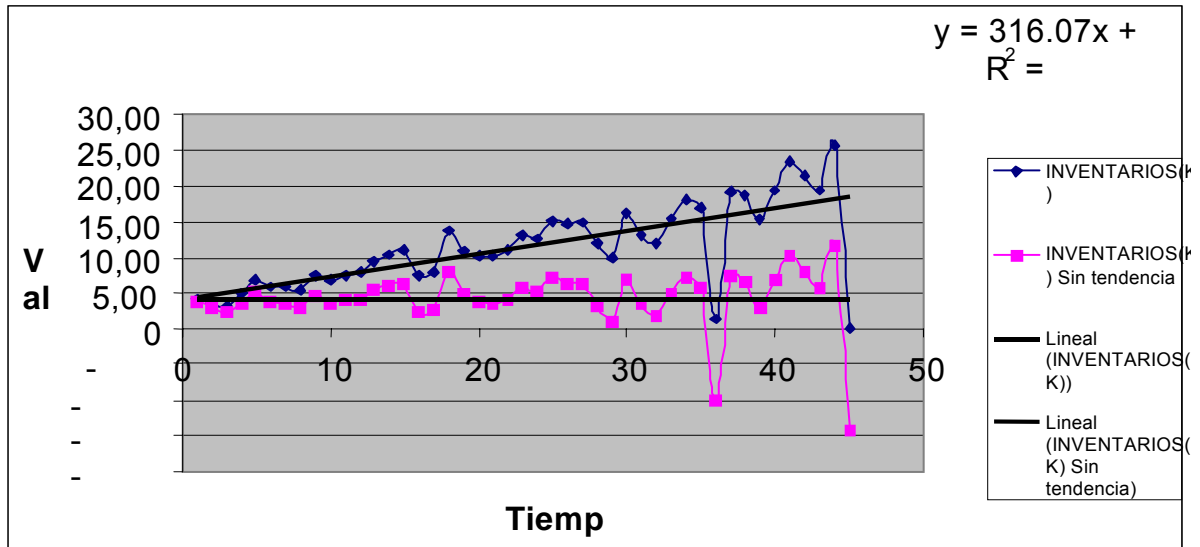
<sup>35</sup> CANAVOS George. Pruebas de Bondad y Ajuste. Probabilidad y Estadística de México : México: McGraw-Hill, 2001. p.

**Tabla 14 Inventario Desestacionalizado.**

Periodo (k)	INVENTARIOS(K)	INVENTARIOS(K) Sin tendencia
1	4,185	3,869
2	3,690	3,058
3	3,260	2,312
4	4,962	3,697
5	6,815	5,234
6	5,808	3,912
7	5,938	3,726
8	5,489	2,960
9	7,571	4,727
10	6,807	3,646
11	7,577	4,100
12	7,829	4,036
13	9,545	5,436
14	10,441	6,016
15	11,099	6,358
16	7,452	2,395
17	8,022	2,649
18	13,775	8,086
19	10,941	4,936
20	10,242	3,920
21	10,097	3,460
22	11,061	4,108
23	13,198	5,928
24	12,723	5,137
25	15,057	7,155
26	14,652	6,434
27	14,894	6,360
28	12,050	3,200
29	10,036	870
30	16,304	6,822
31	13,114	3,316
32	11,924	1,810
33	15,415	4,984
34	18,103	7,357
35	17,004	5,942
36	1,313	-10,065
37	19,232	7,538
38	18,678	6,668
39	15,346	3,019
40	19,438	6,795
41	23,451	10,492
42	21,398	8,123
43	19,433	5,842
44	25,766	11,859
45	0	-14,223

**FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría.**

**Gráfica 4. Inventario (Comportamiento)**



**Nota:** Los datos para los k periodos son datos de mercado del valor del inventario se asume que estos datos siguen una función continua y además que siguen una distribución normal.

Es necesario tener en cuenta que los datos se encuentran ajustados por inflación y corrección monetaria, por esta razón se hace necesario encontrar esa pendiente para que los que la prueba aplicada sea válida y de esta manera poder hacer una prueba de bondad y ajuste válida.

La tendencia para este caso es de cero dado que dentro de los datos de los estados financieros son datos de mercado y además las correcciones monetarias (inflación, etc) estaban discriminadas en una ajuste, por lo cual estos datos *son* confiables para realizar la prueba de bondad y ajuste. Los datos se muestran en la tabla 16.



**Tabla 15. Prueba de Bondad y Ajuste.**

Xi	Fo(X) = NORMAL	
	Z	Fo(X)
-14,223.1500	-4.3865	0.0000
-10,065.0900	-3.4024	0.0003
870.1700	-0.8144	0.2077
1,809.5700	-0.5921	0.2769
2,312.0400	-0.4731	0.3181
2,394.8200	-0.4535	0.3251
2,649.1600	-0.3933	0.3470
2,960.0400	-0.3198	0.3746
3,019.1400	-0.3058	0.3799
3,057.9600	-0.2966	0.3834
3,200.4100	-0.2629	0.3963
3,316.0600	-0.2355	0.4069
3,459.7800	-0.2015	0.4202
3,646.3200	-0.1573	0.4375
3,697.4900	-0.1452	0.4423
3,725.6200	-0.1386	0.4449
3,869.3200	-0.1046	0.4584
3,911.7100	-0.0945	0.4623
3,920.2300	-0.0925	0.4631
4,035.8000	-0.0652	0.4740
4,099.8900	-0.0500	0.4801
4,107.7300	-0.0481	0.4808
4,726.5900	0.0983	0.5392
4,935.8200	0.1478	0.5588
4,984.3600	0.1593	0.5633
5,137.2800	0.1955	0.5775
5,234.2600	0.2185	0.5865
5,436.3200	0.2663	0.6050
5,841.7700	0.3622	0.6414
5,928.3100	0.3827	0.6490
5,942.0100	0.3860	0.6502
6,016.0400	0.4035	0.6567
6,357.6300	0.4843	0.6859
6,359.9500	0.4849	0.6861
6,434.1000	0.5024	0.6923
6,667.5000	0.5577	0.7115
6,794.8700	0.5878	0.7217
6,822.1700	0.5943	0.7238
7,155.1400	0.6731	0.7496
7,356.6000	0.7208	0.7645
7,537.7800	0.7636	0.7775
8,085.5400	0.8933	0.8141
8,123.4900	0.9023	0.8165
10,491.6900	1.4627	0.9282
11,858.5400	1.7862	0.9630

$\mu$	<b>4311</b>
$\sigma$	<b>4225.32146</b>

**S-KOLMOGOROV**

Datos	Valores ordenados Xi	Sn(X)	Fo(X)	Sn(X) - Fo(X)	Dn =  Sn(X) - Fo(X)
1	-14,223.15	0.0222	0.0000	0.0222	0.0222
2	-10,065.09	0.0444	0.0003	0.0441	0.0441
3	870.17	0.0667	0.2077	-0.1410	0.1410
4	1,809.57	0.0889	0.2769	-0.1880	0.1880
5	2,312.04	0.1111	0.3181	-0.2069	0.2069
6	2,394.82	0.1333	0.3251	-0.1917	0.1917
7	2,649.16	0.1556	0.3470	-0.1915	0.1915
8	2,960.04	0.1778	0.3746	-0.1968	0.1968
9	3,019.14	0.2000	0.3799	-0.1799	0.1799
10	3,057.96	0.2222	0.3834	-0.1612	0.1612
11	3,200.41	0.2444	0.3963	-0.1519	0.1519
12	3,316.06	0.2667	0.4069	-0.1402	0.1402
13	3,459.78	0.2889	0.4202	-0.1313	0.1313
14	3,646.32	0.3111	0.4375	-0.1264	0.1264
15	3,697.49	0.3333	0.4423	-0.1089	0.1089
16	3,725.62	0.3556	0.4449	-0.0893	0.0893
17	3,869.32	0.3778	0.4584	-0.0806	0.0806
18	3,911.71	0.4000	0.4623	-0.0623	0.0623
19	3,920.23	0.4222	0.4631	-0.0409	0.0409
20	4,035.80	0.4444	0.4740	-0.0296	0.0296
21	4,099.89	0.4667	0.4801	-0.0134	0.0134
22	4,107.73	0.4889	0.4808	0.0081	0.0081
23	4,726.59	0.5111	0.5392	-0.0280	0.0280
24	4,935.82	0.5333	0.5588	-0.0254	0.0254
25	4,984.36	0.5556	0.5633	-0.0077	0.0077
26	5,137.28	0.5778	0.5775	0.0003	0.0003
27	5,234.26	0.6000	0.5865	0.0135	0.0135
28	5,436.32	0.6222	0.6050	0.0172	0.0172
29	5,841.77	0.6444	0.6414	0.0030	0.0030
30	5,928.31	0.6667	0.6490	0.0176	0.0176
31	5,942.01	0.6889	0.6502	0.0386	0.0386
32	6,016.04	0.7111	0.6567	0.0544	0.0544
33	6,357.63	0.7333	0.6859	0.0474	0.0474
34	6,359.95	0.7556	0.6861	0.0694	0.0694
35	6,434.10	0.7778	0.6923	0.0855	0.0855
36	6,667.50	0.8000	0.7115	0.0885	0.0885
37	6,794.87	0.8222	0.7217	0.1006	0.1006
38	6,822.17	0.8444	0.7238	0.1206	0.1206
39	7,155.14	0.8667	0.7496	0.1171	0.1171
40	7,356.60	0.8889	0.7645	0.1244	0.1244
41	7,537.78	0.9111	0.7775	0.1337	0.1337
42	8,085.54	0.9333	0.8141	0.1192	0.1192
43	8,123.49	0.9556	0.8165	0.1390	0.1390
44	10,491.69	0.9778	0.9282	0.0495	0.0495
45	11,858.54	1.0000	0.9630	0.0370	0.0370
<b>Total muestras</b>	<b>45</b>			<b>Dn(MAX) =</b>	<b>0.206948554</b>

Donde el P- Value se calcula de la siguiente manera:

<b>D45, 0.99 = 1,63/raíz(n)</b>	0.24298605
<b>D45, 0.99 =</b>	

La prueba de bondad y ajuste quiere probar la hipótesis nula de que la Fo(X) se distribuye como una distribución normal frente a una hipótesis alternativa de que no sea así:

Ho: Fo(X) ~ Normal  
 Ha: Fo(X) no Normal

Comparo Dn(MAX) con La tabla de Kolmogorov - Smirnov, con un alpha de 0,01 el estadístico de comparación es D45,0.99 = 0.24298605.

Para este caso en particular nuestro  $D_n(\text{MAX}) = 0,20694855$  es menor al  $D(45,0.99) = 0,24298605$ . Por lo cual se deduce que es válido aceptar la hipótesis nula que  $F_0(X)$  se.

Utilizando un paquete estadístico llamado “Crystal Ball”, se encontraron los siguientes resultados para la prueba de bondad y ajuste, como se muestran en la tabla 17.

**Tabla 16. Prueba de Bondad y Ajuste Crystal Ball.**

<b>Data Series:</b>	1
<b>Kolmogorov-Smirnov:</b>	0.065917597
<b>Distribution:</b>	23989.74046
<b>Best fit:</b>	Weibull
Normal	0.081550843
Lognormal	0.106878793
Uniform	0.189991
Exponential	0.237530974
Weibull	0.065917597
Logistic	0.084060981

**FUENTE: Reporte “Batch Fit” Crystal Ball.**

Es claro que el supuesto es válido en el cual  $n_1$  variable independiente y aleatoria sigue una distribución normal. Claro que es válido que siga o se ajuste cualquier función de probabilidad durante el tiempo. El anterior cálculo es válido para estimar los posibles valores de nuestro Flujo de Caja Operativo. La tabla 18, da cuenta de esto.

**Tabla. 17. Datos Inventario.**

Periodo (k)	INVENTARIOS (K)
1	4185
2	3690
3	3250
4	4962
5	6815
6	5808
7	5938
8	5489
9	7571.22
10	6807.02
11	7577
12	7828.64
13	9545.23
14	10441.02
15	11098.68
16	7451.94
17	8022.35
18	13774.8
19	10941.15
20	10241.63
21	10097.25
22	11061.27
23	13197.92
24	12722.96
25	15056.89
26	14651.92
27	14893.84
28	12050.37
29	10036.2
30	16304.27
31	13114.23
32	11923.81
33	15414.67
34	18102.98
35	17004.46
36	1313.43
37	19232.37
38	18678.16
39	15345.87
40	19437.67
41	23450.56
42	21398.43
43	19432.78
44	25765.62
45	0

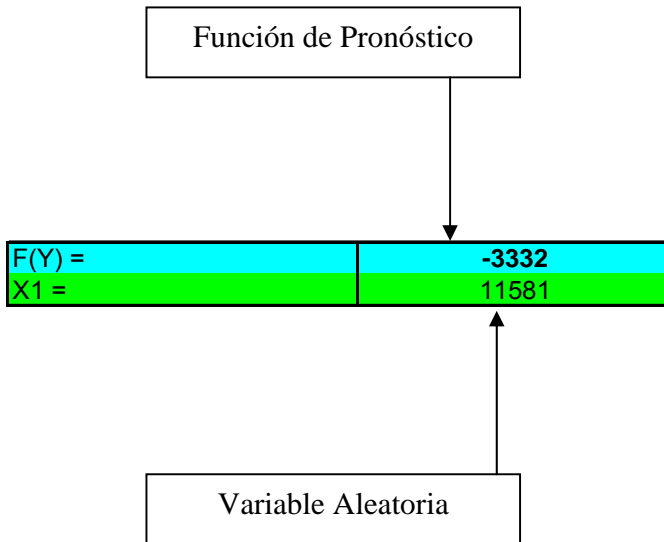
**FUENTE: Termogeneradora.**

**Figura 29. Flujo de Caja Operacional.**

Función Lineal

Flujo de Caja Operacional = $B_0 - B_1X_1$	Por consiguiente tenemos que
Donde $B_0 =$ 3327.088	
y $B_1 =$ -0.575	

$F(Y) = 3327.088 - 0.575X_1$   
 $X_1 = \text{INVENTARIO (\$)}$



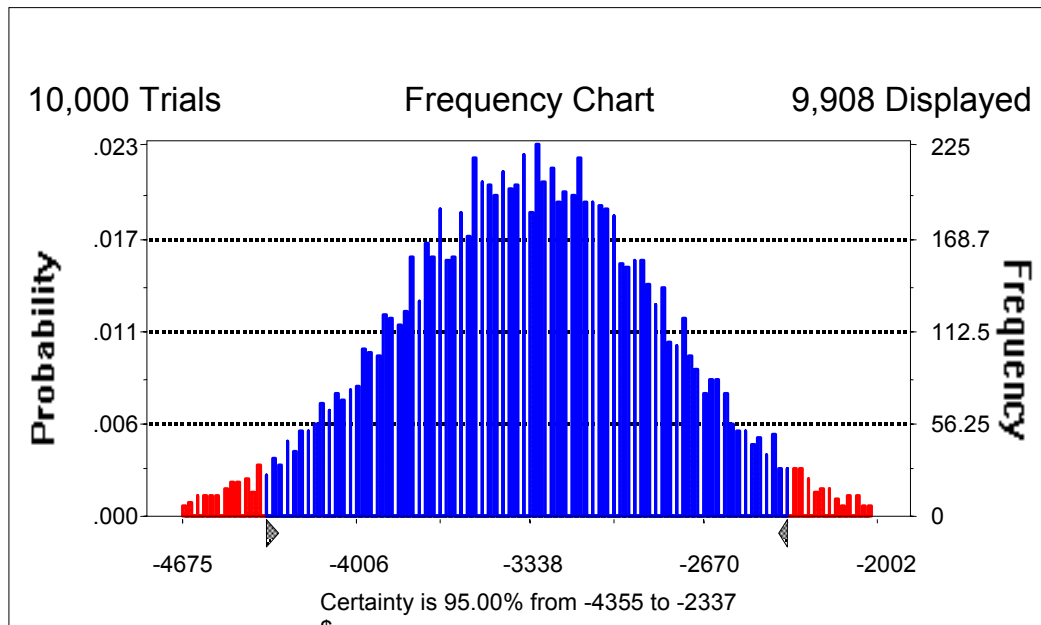
**FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría.**

## Cuadro 2. Crystal Ball Report.

Simulation started on 8/9/06 at 14:37:51	
Simulation stopped on 8/9/06 at 14:39:44	
<b>Forecast: F(Y) = FLUJO DE CAJA</b>	<b>Cell: F14</b>
Summary:	
Certainty Level is 95.00%	
Certainty Range is from -4354 to -2337 \$	
Display Range is from -4675 to -2002 \$	
Entire Range is from -5672 to -1131 \$	
After 10,000 Trials, the Std. Error of the Mean is 5	
Statistics:	<u>Value</u>
Trials	10000
Mean	-3333
Median	-3328
Mode	---
Standard Deviation	512
Variance	261785
Skewness	-0.05
Kurtosis	3.09
Coeff. of Variability	-0.15
Range Minimum	-5672
Range Maximum	-1131
Range Width	4540
Mean Std. Error	5.12

**FUENTE:** Crystal Ball Report.

**Gráfica 5 Forecast: F(Y) = Flujo de caja.**

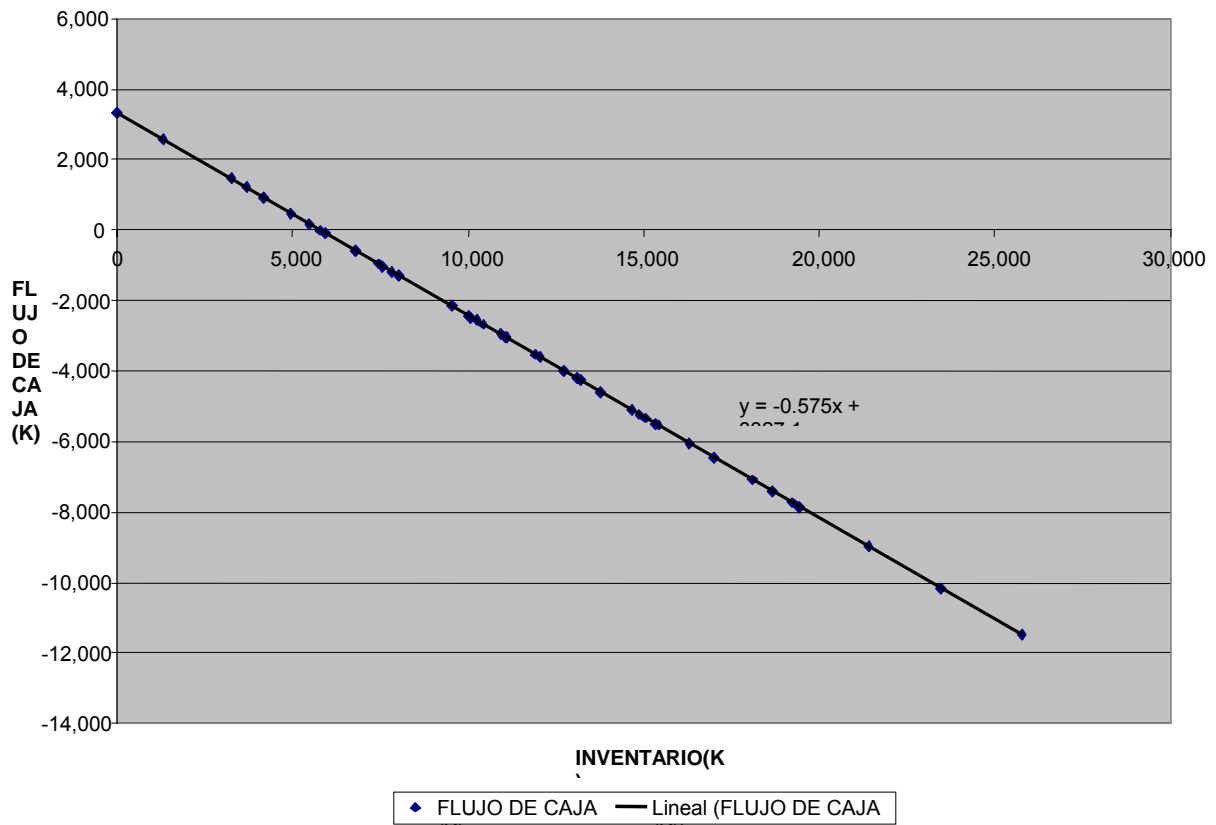


**FUENTE:**Forecast: Crystal Ball Report. (10.000 interactions). Monte Carlo Model.

Como Pse puede observar en cuanto no tiende a infinito una función de probabilidad por el teorema de límite central tiende a comportarse normal o logo – normal (valores positivos).

Luego de tener establecidos los límites para el Flujo de Caja Operativo se puede especificar aún más el perfil de riesgo. La gráfica 5, muestra el comportamiento del Flujo de Caja Operativo frente a diferentes niveles de inventario.

**Gráfica 6. Perfil de riesgo.**



**FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría.**

Estos resultados obtenidos para la valoración del Flujo de Caja Operativo para ciertos niveles de inventario en donde la pendiente se puede definir como el riesgo de forma análoga y que este inventario puede entenderse como un riesgo para la firma si aumenta de manera proporcional.

Ahora el siguiente paso obtener los niveles del valor del inventario a partir de los niveles up y down obtenidos en la simulación del Flujo de Caja Operativo. Es necesario aclarar que estos niveles de inventario asumen las volatilidades implícitas del Flujo de Caja de la muestra.



## 6.1 MODELO PROPUESTO

Realizando un análisis de los resultados obtenidos se tienen las siguientes conclusiones:

- 1) El Flujo de Caja Operativo responde satisfactoriamente al modelo lineal teórico.
- 2) Existe Correlación entre el Inventario y el Flujo de Caja Operativo
- 3) La correlación entre el Inventario y el Flujo de Caja Operativo es negativa, por lo tanto se puede concluir que la firma durante un horizonte de planeación se expone a una pérdida de valor en la medida que el valor del inventario aumente con el transcurrir del tiempo.

Además surge la siguiente pregunta: ¿Cómo puede esta firma cubrirse frente al riesgo de inventario? ¿Qué estrategia debe seguir?

A partir del modelo lineal obtenido y corregido por especificación (Teoría) podemos decir lo siguiente:

$$\text{FlujodeCajaOperativo} = B_0 - B_1(\text{INVENTARIO})$$

$$\Delta \text{FIRMA} \approx \Delta \text{INVENTARIO}$$

Cuando se aplican los instrumentos de Cobertura Financiera se quiere que:

$$\Delta \text{FIRMA} \cong 0$$

Por tanto es posible determinar unos niveles de inventarios para los cuales es posible aplicar cobertura financiera, que para este caso en particular sería “cobertura operativa financiera”.

De acuerdo con lo anterior, derivando el Flujo de Caja Operativo respecto al Inventario (Cambios Porcentuales) se tiene que:

$$\text{FlujodeCajaOp} \cong 0 \equiv B_0 - B_1(\text{Inventario})$$

Luego el inventario sería:

$$\text{Inventario} \cong -B_0 / (-B_1)$$

De esta manera es posible plantear una metodología que permita hacer que el delta del valor de la firma sea cero respecto a variaciones en los niveles de inventario que presente una firma durante un periodo de tiempo.

Es claro además que se desea negociar el inventario en el mercado de valores (commodities) y analizar que tipo de instrumento financiero es el más indicado como estrategia de cobertura operativa.

Además es evidente que lo que se quiere es procurar vender el inventario y que se obtenga un flujo de caja equivalente al inventario negociado.

**6.1.1 Estrategias de Cobertura Financiera.** Teniendo en cuenta el modelo propuesto se tiene la siguiente información que se presenta en la tabla 19.

**Tabla. 18. Precio del Carbón.**

STRIKE PRICE (Spot del Carbón \$/Tonelada) <sup>36</sup>	\$ 133,875
---	------------

<sup>36</sup> CASA EDITORIAL DE EL TIEMPO. Precio del Carbón mes de Agosto. En: Revista Portafolio Bogotá. Septiembre 5 de 2006. Portada.

Dólar	\$ 2,380
Coal Price/Ton	\$ 56.25
Flujo de Caja máximo	\$ -3,395,348,302
Flujo de Caja mínimo	\$ -3,268,284,507
Promedio	\$ -3,331,816,405
Desviación	\$ 3,241,423,349

Inventario Máximo	\$ 11,691,193,569
Inventario Mínimo	\$ 11,470,213,056
Promedio	\$ 11,580,703,312
Desviación	\$ 148,982,002

Inventario Ton Máximo	87,329
Inventario Ton Mínimo	85,679
Promedio	86,504
Desviación	1,113

Inv \$/Ton Máximo	\$ 135,581
Inv \$/Ton Mínimo	\$ 132,136
Promedio	\$ 133,859
Desviación	\$ 1,706

**FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría.**

Para este tipo de Perfil de Riesgo se plantearon las siguientes estrategias de cobertura financiera:

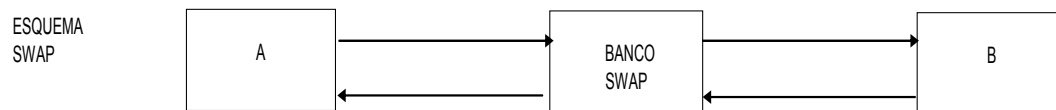
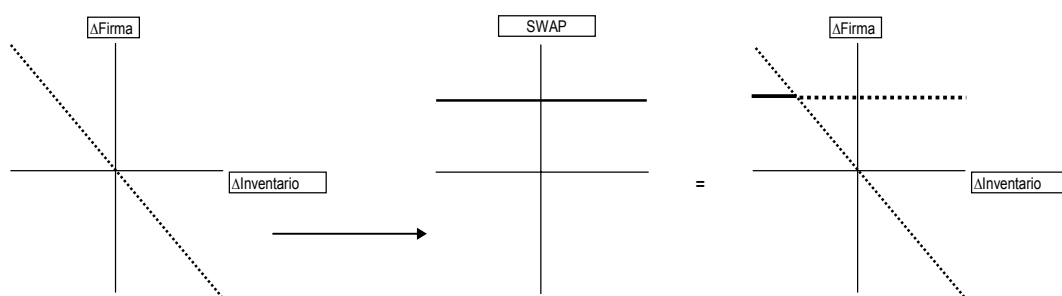
- Contrato SWAP, en cual se intercambia el principal (Commodity – Carbón) y se recibe a cambio un flujo de dinero equivalente.
- Un T-Bond, en el cual se emite un bono cero cupón sobre el inventario, teniendo en cuenta como referencia los TES para la valoración de la tasa libre de riesgo y el time to maturity del respectivo TES.
- Un Bono cupón sobre el inventario, teniendo en cuenta como referencia los TES para la valoración de la tasa libre de riesgo y del cupón respectivo, además del time to maturity del respectivo TES.

- Un contrato forward sobre el inventario, teniendo como referencia para el cálculo de la tasa libre de riesgo los TES emitidos por el Gobierno.

### 6.1.1.1 Estrategia 1 SWAP.

La figura 31 muestra esta estrategia.

**Figura 30. SWAP.**



De acuerdo con la anterior figura se tiene:

Perfil de A: Es la compañía que quiere realizar cobertura operativa en sus inventarios y ofrece a la contraparte unos contratos por valor del inventario de tipo "Out The Money"  $St < K$

Banco Swap: Recibe la oferta de los contratos "OTM" y busca un cliente específico que se interese por un contrato de tipo "OTM"

Perfil de B: Es la contraparte la cual está interesada en los contratos "OTM" del derivado para luego negociarlos en el mercado "ITM"

Es necesario señalar que para esta investigación interesa el Perfil A.

- **Perfil A**

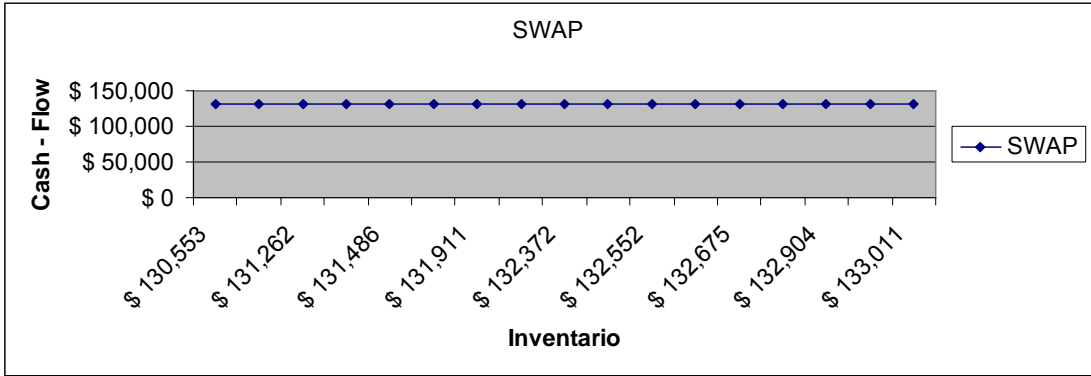
El Strike Price es hoy de \$133,875 (\$/Ton) de Carbón. Para poder vender el activo se ofrecerá un contrato de tipo SWAP por valor de \$132,136

Valor del Contrato \$ 132,136  
 Valor de la Prima \$ 1,739

**Tabla 19. Cash – Flow Swap.**

Alternativas	Inventario (\$/Ton)	Strike Price	Valor de la Prima	Gross Margin	Utilidad o Pérdida	Uso de la Opción
1	\$ 130,553	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 0	\$ 0	No
2	\$ 130,974	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 0	\$ 0	No
3	\$ 131,262	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 0	\$ 0	No
4	\$ 131,367	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 0	\$ 0	No
5	\$ 131,486	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 0	\$ 0	No
6	\$ 131,741	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 0	\$ 0	No
7	\$ 131,911	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 0	\$ 0	No
8	\$ 132,020	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 0	\$ 0	No
9	\$ 132,372	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 236	\$ -1,503	SI
10	\$ 132,441	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 305	\$ -1,434	SI
11	\$ 132,552	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 416	\$ -1,323	SI
12	\$ 132,565	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 429	\$ -1,310	SI
13	\$ 132,675	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 539	\$ -1,200	SI
14	\$ 132,862	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 726	\$ -1,013	SI
15	\$ 132,904	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 768	\$ -971	SI
16	\$ 132,975	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 839	\$ -900	SI
17	\$ 133,011	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 875	\$ -864	SI
18	\$ 133,016	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 880	\$ -859	SI
19	\$ 133,055	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 919	\$ -820	SI
20	\$ 133,169	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 1,033	\$ -706	SI
21	\$ 133,320	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 1,184	\$ -555	SI
22	\$ 133,320	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 1,184	\$ -555	SI
23	\$ 133,545	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 1,409	\$ -330	SI
24	\$ 133,696	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 1,560	\$ -179	SI
25	\$ 133,713	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 1,577	\$ -162	SI
26	\$ 133,740	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 1,604	\$ -135	SI
27	\$ 133,921	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 1,785	\$ 46	SI
28	\$ 133,934	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 1,798	\$ 59	SI
29	\$ 134,014	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 1,878	\$ 139	SI
30	\$ 134,115	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 1,979	\$ 240	SI
31	\$ 134,396	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 2,260	\$ 521	SI
32	\$ 134,487	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 2,351	\$ 612	SI
33	\$ 134,517	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 2,381	\$ 642	SI
34	\$ 134,679	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 2,543	\$ 804	SI
35	\$ 134,778	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 2,642	\$ 903	SI
36	\$ 134,805	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 2,669	\$ 930	SI
37	\$ 134,916	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 2,780	\$ 1,041	SI
38	\$ 135,150	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 3,014	\$ 1,275	SI
39	\$ 135,205	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 3,069	\$ 1,330	SI
40	\$ 135,656	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 3,520	\$ 1,781	SI
41	\$ 135,731	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 3,595	\$ 1,856	SI
42	\$ 136,043	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 3,907	\$ 2,168	SI
43	\$ 136,070	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 3,934	\$ 2,195	SI
44	\$ 136,437	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 4,301	\$ 2,562	SI
45	\$ 137,129	\$ 132,136	\$ 1,739	\$ 4,993	\$ 3,254	SI

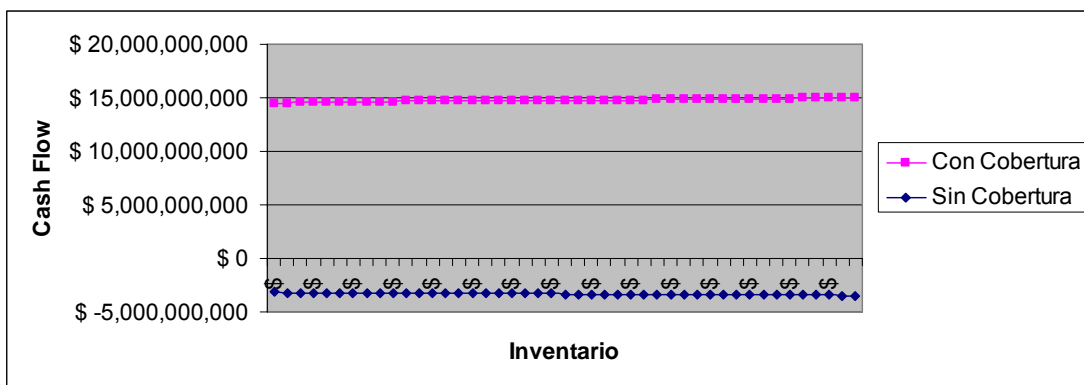
Valor Mínimo	\$ -1,503
--------------	-----------



**Tabla 20. Cash – Flow.**

Alternativas	Inventario (\$/Ton)	Costo de la Cobertura (\$/ton)	Promedio Toneladas (ton)	Costo de la Cobertura (\$)
1	\$ 130,553	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
2	\$ 130,974	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
3	\$ 131,262	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
4	\$ 131,367	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
5	\$ 131,486	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
6	\$ 131,741	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
7	\$ 131,911	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
8	\$ 132,020	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
9	\$ 132,372	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
10	\$ 132,441	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
11	\$ 132,552	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
12	\$ 132,565	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
13	\$ 132,675	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
14	\$ 132,862	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
15	\$ 132,904	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
16	\$ 132,975	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
17	\$ 133,011	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
18	\$ 133,016	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
19	\$ 133,055	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
20	\$ 133,169	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
21	\$ 133,320	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
22	\$ 133,320	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
23	\$ 133,545	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
24	\$ 133,696	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
25	\$ 133,713	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
26	\$ 133,740	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
27	\$ 133,921	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
28	\$ 133,934	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
29	\$ 134,014	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
30	\$ 134,115	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
31	\$ 134,396	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
32	\$ 134,487	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
33	\$ 134,517	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
34	\$ 134,679	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
35	\$ 134,778	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
36	\$ 134,805	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
37	\$ 134,916	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
38	\$ 135,150	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
39	\$ 135,205	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
40	\$ 135,656	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
41	\$ 135,731	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
42	\$ 136,043	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
43	\$ 136,070	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
44	\$ 136,437	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672
45	\$ 137,129	\$ -1,503	\$ 86,504	\$ -130,008,672

Utilidad Neta-Cobertura (\$) (Inventario)	Inventario Inicial del la función	Flujo de Caja (Sin Cobertura)	Delta Flujo de Caja (Y=Bo-B1X) - Con Cobertura
\$ 11,163,371,334	\$ 11,293,380,005	\$ -3,166,605,503	\$ 14,490,459,334
\$ 11,199,750,106	\$ 11,329,758,778	\$ -3,187,523,297	\$ 14,526,838,106
\$ 11,224,655,821	\$ 11,354,664,493	\$ -3,201,844,083	\$ 14,551,743,821
\$ 11,233,752,528	\$ 11,363,761,199	\$ -3,207,074,690	\$ 14,560,840,528
\$ 11,244,045,127	\$ 11,374,053,799	\$ -3,212,992,934	\$ 14,571,133,127
\$ 11,266,096,000	\$ 11,396,104,671	\$ -3,225,672,186	\$ 14,593,184,000
\$ 11,280,812,464	\$ 11,410,821,136	\$ -3,234,134,153	\$ 14,607,900,464
\$ 11,290,238,008	\$ 11,420,246,679	\$ -3,239,553,841	\$ 14,617,326,008
\$ 11,320,685,969	\$ 11,450,694,641	\$ -3,257,061,418	\$ 14,647,773,969
\$ 11,326,607,217	\$ 11,456,615,889	\$ -3,260,466,136	\$ 14,653,695,217
\$ 11,336,283,247	\$ 11,466,291,919	\$ -3,266,029,853	\$ 14,663,371,247
\$ 11,337,385,187	\$ 11,467,393,858	\$ -3,266,663,469	\$ 14,664,473,187
\$ 11,346,908,375	\$ 11,476,917,046	\$ -3,272,139,302	\$ 14,673,996,375
\$ 11,363,046,220	\$ 11,493,054,892	\$ -3,281,418,563	\$ 14,690,134,220
\$ 11,366,689,936	\$ 11,496,698,608	\$ -3,283,513,699	\$ 14,693,777,936
\$ 11,372,825,767	\$ 11,502,834,439	\$ -3,287,041,802	\$ 14,699,913,767
\$ 11,375,972,201	\$ 11,505,980,872	\$ -3,288,851,002	\$ 14,703,060,201
\$ 11,376,380,563	\$ 11,506,389,234	\$ -3,289,085,810	\$ 14,703,468,563
\$ 11,379,779,999	\$ 11,509,788,671	\$ -3,291,040,486	\$ 14,706,867,999
\$ 11,389,621,958	\$ 11,519,630,630	\$ -3,296,699,612	\$ 14,716,709,958
\$ 11,402,683,500	\$ 11,532,692,171	\$ -3,304,209,998	\$ 14,729,771,500
\$ 11,402,719,068	\$ 11,532,727,739	\$ -3,304,230,450	\$ 14,729,807,068
\$ 11,422,182,697	\$ 11,552,191,369	\$ -3,315,422,037	\$ 14,749,270,697
\$ 11,435,183,002	\$ 11,565,191,673	\$ -3,322,897,212	\$ 14,762,271,002
\$ 11,436,668,137	\$ 11,566,676,809	\$ -3,323,751,165	\$ 14,763,756,137
\$ 11,439,011,940	\$ 11,569,020,611	\$ -3,325,098,852	\$ 14,766,099,940
\$ 11,454,657,201	\$ 11,584,665,873	\$ -3,334,094,877	\$ 14,781,745,201
\$ 11,455,764,509	\$ 11,585,773,181	\$ -3,334,731,579	\$ 14,782,852,509
\$ 11,462,723,775	\$ 11,592,732,447	\$ -3,338,733,157	\$ 14,789,811,775
\$ 11,471,412,791	\$ 11,601,421,462	\$ -3,343,729,341	\$ 14,798,500,791
\$ 11,495,759,818	\$ 11,625,768,490	\$ -3,357,728,882	\$ 14,822,847,818
\$ 11,503,610,635	\$ 11,633,619,307	\$ -3,362,243,101	\$ 14,830,698,635
\$ 11,506,252,908	\$ 11,636,261,579	\$ -3,363,762,408	\$ 14,833,340,908
\$ 11,520,244,588	\$ 11,650,253,260	\$ -3,371,807,625	\$ 14,847,332,588
\$ 11,528,820,021	\$ 11,658,828,693	\$ -3,376,738,498	\$ 14,855,908,021
\$ 11,531,127,081	\$ 11,661,135,753	\$ -3,378,065,058	\$ 14,858,215,081
\$ 11,540,703,454	\$ 11,670,712,125	\$ -3,383,571,472	\$ 14,867,791,454
\$ 11,560,950,085	\$ 11,690,958,756	\$ -3,395,213,285	\$ 14,888,038,085
\$ 11,565,743,723	\$ 11,695,752,395	\$ -3,397,969,627	\$ 14,892,831,723
\$ 11,604,797,485	\$ 11,734,806,156	\$ -3,420,425,540	\$ 14,931,885,485
\$ 11,611,217,860	\$ 11,741,226,532	\$ -3,424,117,256	\$ 14,938,305,860
\$ 11,638,223,435	\$ 11,768,232,106	\$ -3,439,645,461	\$ 14,965,311,435
\$ 11,640,552,138	\$ 11,770,560,809	\$ -3,440,984,465	\$ 14,967,640,138
\$ 11,672,324,507	\$ 11,802,333,179	\$ -3,459,253,578	\$ 14,999,412,507
\$ 11,732,212,444	\$ 11,862,221,116	\$ -3,493,689,142	\$ 15,059,300,444



Flujo de Caja Sin Cobertura (Inventario Promedio)	-\$ 3,331,816,404.66
Flujo de Caja Con Cobertura (Inventario Promedio)	\$ 14,754,431,441

FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría.

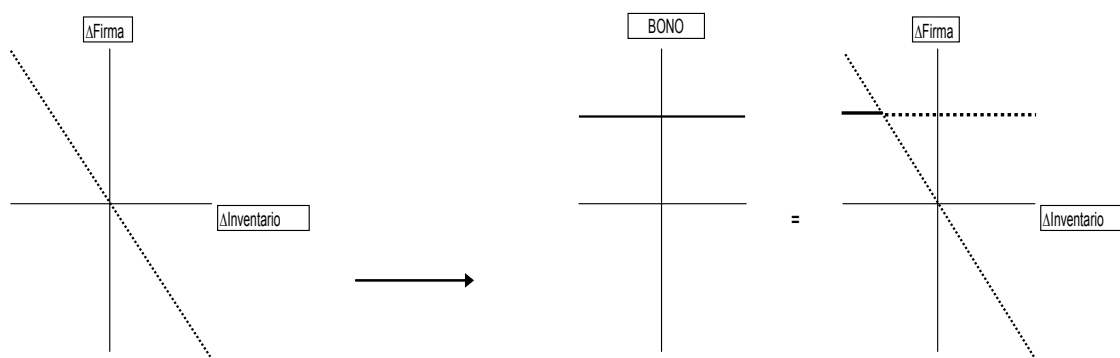


Esta estrategia de cobertura es poco costosa y los beneficios para la compañía son enormes ya que inmuniza el valor de la firma respecto a cambios en el inventario, teniendo en cuenta que el perfil de riesgo definido para la compañía es respecto al aumento del inventario.

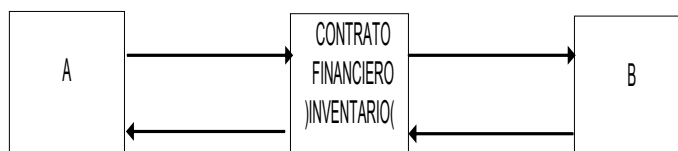
Para este caso, el SWAP intercambia el inventario (toneladas – carbón) por un flujo de dinero equivalente a esas toneladas de carbón. De esa forma el Beneficio es mayor que el costo y como política de cobertura el SWAP se convierte en un atractivo instrumento de cobertura operativa.

**6.1.1.2 Estrategia 2. BONO- CERO CUPON.** La figura 32 ilustra esta estrategia.

**Figura 31. Bono-cero cupon.**



ESQUEMA  
BONO CERO CUPON



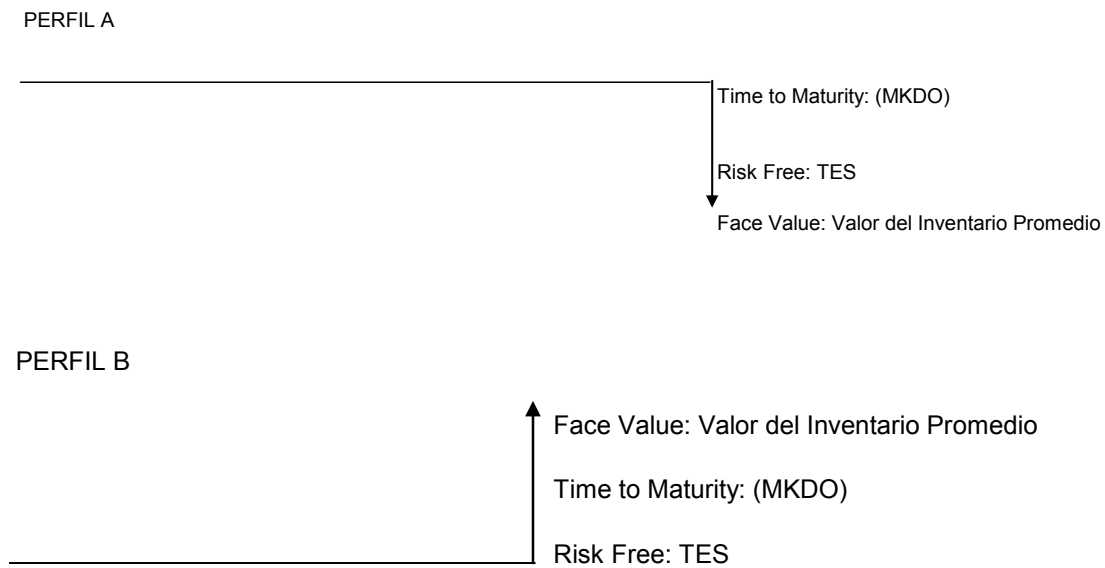
De acuerdo con la anterior figura se tiene:

**Perfil de A:** Es la compañía que quiere realizar cobertura operativa en sus inventarios y ofrece a la contraparte un contrato financiero por valor nominal equivalente al valor del inventario sobre la tasa libre de riesgo (Bono-Cero Cupón).

**Perfil de B:** Es la contraparte la cual está interesada en el contrato financiero, por consiguiente paga por el papel comercial y espera recibir la cantidad de dinero equivalente más la tasa libre de riesgo del periodo al momento del vencimiento del contrato (Bono-Cero Cupón).

La figura 33 permite ver el perfil de A y el perfil de B.

**Figura 32. Bono cero – cupón Perfil A y B.**



**FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría.**

**Tabla 22. Colocaciones de títulos TES “B” en pesos por subasta.**

COLOCACIONES DE TITULOS TES "B" EN PESOS POR SUBASTA

Fecha de Cumplimiento	Fecha de emisión	Fecha de Vencimiento	Plazo Original	Valor nominal aprobado	Valor costo aprobado	Precio	Tasa de corte	Tasa cupón
17-Nov-05	17-Nov-05	23-Feb-06	98 días	91,404,700,000.00	89,999,809,761.00	98.463	5.940	
24-Nov-05	17-Nov-05	23-Feb-06	98 días	91,239,900,000.00	89,999,949,759.00	98.641	5.640	
01-Dic-05	17-Nov-05	23-Feb-06	98 días	91,075,500,000.00	89,999,898,345.00	98.819	5.300	
09-Dic-05	17-Nov-05	23-Feb-06	98 días	91,100,400,000.00	89,999,907,168.00	98.792	6.010	
15-Dic-05	15-Dic-05	23-Mar-06	98 días	91,421,500,000.00	89,999,895,675.00	98.445	6.010	
22-Dic-05	15-Dic-05	23-Mar-06	98 días	91,338,000,000.00	89,999,898,300.00	98.535	6.100	
29-Dic-05	15-Dic-05	23-Mar-06	98 días	45,568,500,000.00	44,912,769,285.00	98.561	6.500	
05-Ene-06	15-Dic-05	23-Mar-06	98 días	91,156,600,000.00	89,999,822,746.00	98.731	6.240	

FUENTE: Banco de la República.

**Cuadro 3. Valoración de los Bonos.**

Se seleccionó el bono cuya tasa spot es menor y tiene las siguientes características:	
VPN =	98.819
Fecha Actual=	01-Dic-05
Fecha de Vencimiento=	23-Feb-06
Time to maturity =	85 días
Plazo Original =	91 días
Risk Free=	5.3% Anual
Risk Free (diaria) =	0.0143% Diaria
<b>Perfil A</b>	
Recibe por la emisión del Bono=	\$ 11,440,350,965
Paga por el vencimiento del contrato=	\$ 11,580,703,312
<b>Perfil B</b>	
Paga en dinero por el Bono=	\$ 11,440,350,965
Recibe por el vencimiento del contrato=	\$ 11,580,703,312
Flujo de Caja Sin Cobertura (Inventario Promedio)	-\$ 3,331,816,404.66
Flujo de Caja Con Cobertura (Inventario Promedio)	\$ 14,744,087,765

FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría. Datos Precios de los Bonos, Banco de la República.

**Tabla 23.CASH FLOW BONO CUPÓN.**

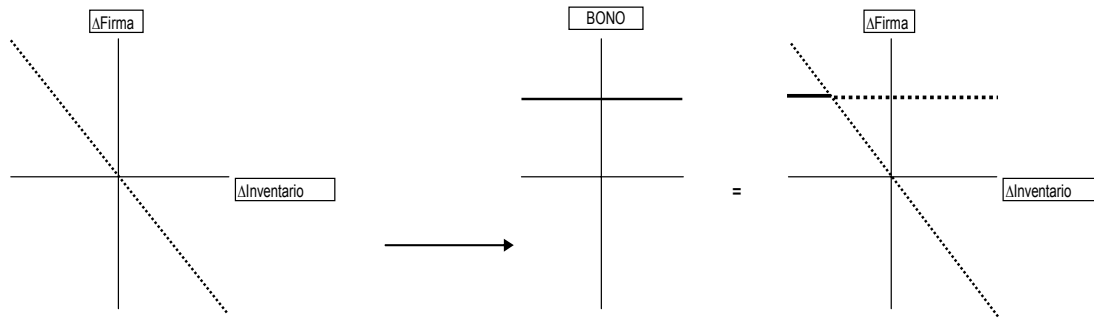
Alternativas	Inventario (\$/Ton)	Costo de la Cobertura (\$/ton)	Promedio Toneladas (ton)	Costo de la Cobertura (\$)
1	\$ 130,553	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
2	\$ 130,974	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
3	\$ 131,262	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
4	\$ 131,367	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
5	\$ 131,486	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
6	\$ 131,741	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
7	\$ 131,911	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
8	\$ 132,020	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
9	\$ 132,372	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
10	\$ 132,441	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
11	\$ 132,552	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
12	\$ 132,565	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
13	\$ 132,675	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
14	\$ 132,862	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
15	\$ 132,904	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
16	\$ 132,975	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
17	\$ 133,011	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
18	\$ 133,016	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
19	\$ 133,055	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
20	\$ 133,169	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
21	\$ 133,320	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
22	\$ 133,320	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
23	\$ 133,545	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
24	\$ 133,696	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
25	\$ 133,713	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
26	\$ 133,740	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
27	\$ 133,921	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
28	\$ 133,934	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
29	\$ 134,014	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
30	\$ 134,115	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
31	\$ 134,396	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
32	\$ 134,487	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
33	\$ 134,517	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
34	\$ 134,679	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
35	\$ 134,778	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
36	\$ 134,805	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
37	\$ 134,916	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
38	\$ 135,150	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
39	\$ 135,205	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
40	\$ 135,656	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
41	\$ 135,731	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
42	\$ 136,043	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
43	\$ 136,070	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
44	\$ 136,437	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347
45	\$ 137,129	\$ -1,622	86,504	\$ -140,352,347

Utilidad Neta-Cobertura (\$) (Inventario)	Inventario Inicial del la función	Flujo de Caja (Sin Cobertura)	Delta Flujo de Caja (Y=Bo-B1X) - Con Cobertura
\$ 11,153,027,658	\$ 11,293,380,005	\$ -3,166,605,503	\$ 14,480,115,658
\$ 11,189,406,430	\$ 11,329,758,778	\$ -3,187,523,297	\$ 14,516,494,430
\$ 11,214,312,145	\$ 11,354,664,493	\$ -3,201,844,083	\$ 14,541,400,145
\$ 11,223,408,852	\$ 11,363,761,199	\$ -3,207,074,690	\$ 14,550,496,852
\$ 11,233,701,451	\$ 11,374,053,799	\$ -3,212,992,934	\$ 14,560,789,451
\$ 11,255,752,324	\$ 11,396,104,671	\$ -3,225,672,186	\$ 14,582,840,324
\$ 11,270,468,788	\$ 11,410,821,136	\$ -3,234,134,153	\$ 14,597,556,788
\$ 11,279,894,332	\$ 11,420,246,679	\$ -3,239,553,841	\$ 14,606,982,332
\$ 11,310,342,293	\$ 11,450,694,641	\$ -3,257,061,418	\$ 14,637,430,293
\$ 11,316,263,541	\$ 11,456,615,889	\$ -3,260,466,136	\$ 14,643,351,541
\$ 11,325,939,571	\$ 11,466,291,919	\$ -3,266,029,853	\$ 14,653,027,571
\$ 11,327,041,511	\$ 11,467,393,858	\$ -3,266,663,469	\$ 14,654,129,511
\$ 11,336,564,699	\$ 11,476,917,046	\$ -3,272,139,302	\$ 14,663,652,699
\$ 11,352,702,545	\$ 11,493,054,892	\$ -3,281,418,563	\$ 14,679,790,545
\$ 11,356,346,260	\$ 11,496,698,608	\$ -3,283,513,699	\$ 14,683,434,260
\$ 11,362,482,091	\$ 11,502,834,439	\$ -3,287,041,802	\$ 14,689,570,091
\$ 11,365,628,525	\$ 11,505,980,872	\$ -3,288,851,002	\$ 14,692,716,525
\$ 11,366,036,887	\$ 11,506,389,234	\$ -3,289,085,810	\$ 14,693,124,887
\$ 11,369,436,324	\$ 11,509,788,671	\$ -3,291,040,486	\$ 14,696,524,324
\$ 11,379,278,282	\$ 11,519,630,630	\$ -3,296,699,612	\$ 14,706,366,282
\$ 11,392,339,824	\$ 11,532,692,171	\$ -3,304,209,998	\$ 14,719,427,824
\$ 11,392,375,392	\$ 11,532,727,739	\$ -3,304,230,450	\$ 14,719,463,392
\$ 11,411,839,022	\$ 11,552,191,369	\$ -3,315,422,037	\$ 14,738,927,022
\$ 11,424,839,326	\$ 11,565,191,673	\$ -3,322,897,212	\$ 14,751,927,326
\$ 11,426,324,461	\$ 11,566,676,809	\$ -3,323,751,165	\$ 14,753,412,461
\$ 11,428,668,264	\$ 11,569,020,611	\$ -3,325,098,852	\$ 14,755,756,264
\$ 11,444,313,525	\$ 11,584,665,873	\$ -3,334,094,877	\$ 14,771,401,525
\$ 11,445,420,834	\$ 11,585,773,181	\$ -3,334,731,579	\$ 14,772,508,834
\$ 11,452,380,099	\$ 11,592,732,447	\$ -3,338,733,157	\$ 14,779,468,099
\$ 11,461,069,115	\$ 11,601,421,462	\$ -3,343,729,341	\$ 14,788,157,115
\$ 11,485,416,143	\$ 11,625,768,490	\$ -3,357,728,882	\$ 14,812,504,143
\$ 11,493,266,959	\$ 11,633,619,307	\$ -3,362,243,101	\$ 14,820,354,959
\$ 11,495,909,232	\$ 11,636,261,579	\$ -3,363,762,408	\$ 14,822,997,232
\$ 11,509,900,913	\$ 11,650,253,260	\$ -3,371,807,625	\$ 14,836,988,913
\$ 11,518,476,345	\$ 11,658,828,693	\$ -3,376,738,498	\$ 14,845,564,345
\$ 11,520,783,406	\$ 11,661,135,753	\$ -3,378,065,058	\$ 14,847,871,406
\$ 11,530,359,778	\$ 11,670,712,125	\$ -3,383,571,472	\$ 14,857,447,778
\$ 11,550,606,409	\$ 11,690,958,756	\$ -3,395,213,285	\$ 14,877,694,409
\$ 11,555,400,048	\$ 11,695,752,395	\$ -3,397,969,627	\$ 14,882,488,048
\$ 11,594,453,809	\$ 11,734,806,156	\$ -3,420,425,540	\$ 14,921,541,809
\$ 11,600,874,184	\$ 11,741,226,532	\$ -3,424,117,256	\$ 14,927,962,184
\$ 11,627,879,759	\$ 11,768,232,106	\$ -3,439,645,461	\$ 14,954,967,759
\$ 11,630,208,462	\$ 11,770,560,809	\$ -3,440,984,465	\$ 14,957,296,462
\$ 11,661,980,831	\$ 11,802,333,179	\$ -3,459,253,578	\$ 14,989,068,831
\$ 11,721,868,768	\$ 11,862,221,116	\$ -3,493,689,142	\$ 15,048,956,768

Esta estrategia de cobertura tiene la particularidad de ser costosa a la hora de aplicar la cobertura. A pesar de que el Bono – Cero Cupón minimiza el downside e inmuniza el Flujo de Caja Operativo respecto al valor del inventario el costo se ve reflejado en la tasa libre de riesgo que tiene que pagar la empresa que emite el papel comercial (activo financiero). Esta inmunidad durará solo 85 días; después de esa fecha estipulada el emisor tiene que pagar el valor del inventario más la tasa libre de riesgo pactada de la fecha. Por tal motivo se recomienda tener un plan de inversión alternativo en el cual se tenga planeado el destino de dinero recibido por la emisión del bono, y que la tasa interna de retorno de ese plan sea mayor a la tasa libre de riesgo que tiene que pagar el emisor a la fecha de vencimiento del contrato.

6.1.1.3 Estrategia 3. Bono – Cupón. La figura 34 ilustra esta estrategia.

Figura 33. Bono –Cupón.



ESQUEMA  
BONO CERO CUPON



De acuerdo con la anterior figura se tiene:

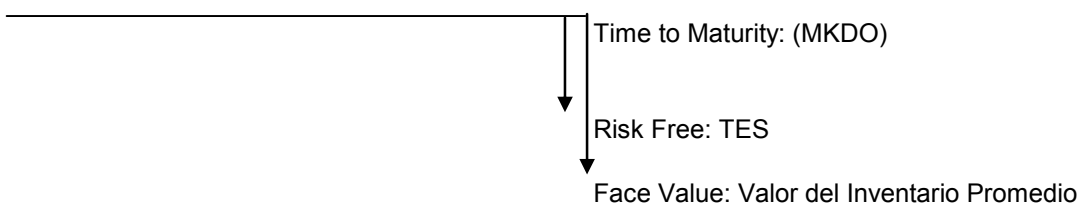
**Perfil de A:** Es la compañía que quiere realizar cobertura operativa en sus inventarios y ofrece a la contraparte un contrato financiero por valor nominal equivalente al valor del inventario sobre la tasa libre de riesgo (Bono- Cupón).

**Perfil de B:** Es la contraparte la cual está interesada en el contrato financiero, por consiguiente paga por el papel comercial y espera recibir la cantidad de dinero equivalente más la tasa libre de riesgo del periodo al momento del vencimiento del contrato (Bono-Cupón), incluyendo el valor de los cupones.

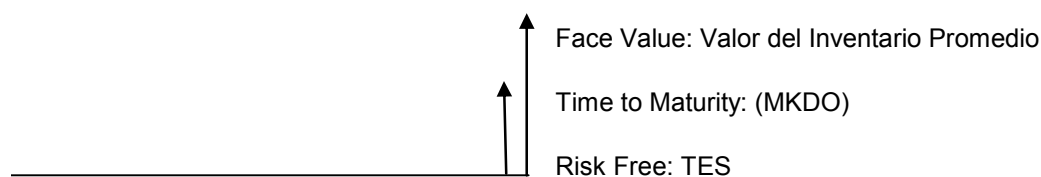
La figura 35 permite ver el perfil de A y el perfil de B.

Figura 34. PERFIL DEL BONO CUPÓN.

PERFIL A



PERFIL B



FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría.

Tabla 25. Colocaciones de títulos TES “B” en pesos por subasta.

Banco de la República  
Sección Mesa de Dinero

COLOCACIONES DE TITULOS TES "B" EN PESOS POR SUBASTA

Fecha de Cumplimiento	Fecha de emisión	Fecha de Vencimiento	Plazo Original	Valor nominal aprobado	Valor costo aprobado	Precio	Tasa de corte	Tasa cupón
26-Oct-05	27-Sep-05	27-Sep-06	1 AÑO	45,000,000,000.00	45,287,550,000.00	100.639	5.800	6.00
09-Nov-05	27-Sep-05	27-Sep-06	1 AÑO	38,000,000,000.00	38,357,580,000.00	100.941	5.700	6.00
23-Nov-05	27-Sep-05	27-Sep-06	1 AÑO	133,000,000,000.00	135,294,250,000.00	101.725	5.000	6.00
11-Ene-06	27-Sep-05	27-Sep-06	1 AÑO	25,598,700,000.00	26,061,780,483.00	101.809	5.850	6.00

FUENTE: Banco de la República.

#### Cuadro 4. Valoración de los Bonos Cupón.

Se seleccionó el bono cuya tasa spot es menor y tiene las siguientes características:	
VPN =	101.725
Fecha Actual=	01-Dic-05
Fecha de Vencir	27-Sep-06
Time to maturity	266 días
Plazo Original =	1 Año
Risk Free=	5.0% Anual
Risk Free (diaria)	0.0136% Diaria
<b>Perfil A</b>	
Recibe por la emisión del Bono=	\$ 11,840,887,724
Paga un cupón por un valor de =	\$ 694,842,199
Paga por el vencimiento del contrato=	\$ 11,580,703,312
<b>Face Value</b>	<b>\$ 12,275,545,511</b>
<b>Perfil B</b>	
Paga en dinero por el Bono=	\$ 11,840,887,724
Recibe un cupón por un valor de =	\$ 694,842,199
Recibe por el vencimiento del contrato=	\$ 11,580,703,312
<b>Face Value</b>	<b>\$ 12,275,545,511</b>
Flujo de Caja Sin Cobertura (Inventario Promedio)	-\$ 3,331,816,404.66
Flujo de Caja Con Cobertura (Inventario Promedio)	\$ 14,449,782,325

FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría.



**Tabla 26. CASH FLOW BONO CUPÓN.**

Alternativas	Inventario (\$/Ton)	Costo de la Cobertura (\$/ton)	Promedio Toneladas (ton)	Costo de la Cobertura (\$)
1	\$ 130,553	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
2	\$ 130,974	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
3	\$ 131,262	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
4	\$ 131,367	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
5	\$ 131,486	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
6	\$ 131,741	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
7	\$ 131,911	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
8	\$ 132,020	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
9	\$ 132,372	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
10	\$ 132,441	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
11	\$ 132,552	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
12	\$ 132,565	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
13	\$ 132,675	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
14	\$ 132,862	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
15	\$ 132,904	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
16	\$ 132,975	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
17	\$ 133,011	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
18	\$ 133,016	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
19	\$ 133,055	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
20	\$ 133,169	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
21	\$ 133,320	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
22	\$ 133,320	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
23	\$ 133,545	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
24	\$ 133,696	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
25	\$ 133,713	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
26	\$ 133,740	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
27	\$ 133,921	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
28	\$ 133,934	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
29	\$ 134,014	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
30	\$ 134,115	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
31	\$ 134,396	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
32	\$ 134,487	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
33	\$ 134,517	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
34	\$ 134,679	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
35	\$ 134,778	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
36	\$ 134,805	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
37	\$ 134,916	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
38	\$ 135,150	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
39	\$ 135,205	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
40	\$ 135,656	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
41	\$ 135,731	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
42	\$ 136,043	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
43	\$ 136,070	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
44	\$ 136,437	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787
45	\$ 137,129	\$ -5,025	86,504	\$ -434,657,787

Utilidad Neta-Cobertura (\$) (Inventario)	Inventario Inicial del la función	Flujo de Caja (Sin Cobertura)	Flujo de Caja (Y=Bo-B1X) - Con Cobe
\$ 10,858,722,218	\$ 11,293,380,005	\$ -3,166,605,503	\$ 14,185,810,218
\$ 10,895,100,991	\$ 11,329,758,778	\$ -3,187,523,297	\$ 14,222,188,991
\$ 10,920,006,706	\$ 11,354,664,493	\$ -3,201,844,083	\$ 14,247,094,706
\$ 10,929,103,412	\$ 11,363,761,199	\$ -3,207,074,690	\$ 14,256,191,412
\$ 10,939,396,012	\$ 11,374,053,799	\$ -3,212,992,934	\$ 14,266,484,012
\$ 10,961,446,884	\$ 11,396,104,671	\$ -3,225,672,186	\$ 14,288,534,884
\$ 10,976,163,349	\$ 11,410,821,136	\$ -3,234,134,153	\$ 14,303,251,349
\$ 10,985,588,892	\$ 11,420,246,679	\$ -3,239,553,841	\$ 14,312,676,892
\$ 11,016,036,854	\$ 11,450,694,641	\$ -3,257,061,418	\$ 14,343,124,854
\$ 11,021,958,101	\$ 11,456,615,889	\$ -3,260,466,136	\$ 14,349,046,101
\$ 11,031,634,131	\$ 11,466,291,919	\$ -3,266,029,853	\$ 14,358,722,131
\$ 11,032,736,071	\$ 11,467,393,858	\$ -3,266,663,469	\$ 14,359,824,071
\$ 11,042,259,259	\$ 11,476,917,046	\$ -3,272,139,302	\$ 14,369,347,259
\$ 11,058,397,105	\$ 11,493,054,892	\$ -3,281,418,563	\$ 14,385,485,105
\$ 11,062,040,821	\$ 11,496,698,608	\$ -3,283,513,699	\$ 14,389,128,821
\$ 11,068,176,651	\$ 11,502,834,439	\$ -3,287,041,802	\$ 14,395,264,651
\$ 11,071,323,085	\$ 11,505,980,872	\$ -3,288,851,002	\$ 14,398,411,085
\$ 11,071,731,447	\$ 11,506,389,234	\$ -3,289,085,810	\$ 14,398,819,447
\$ 11,075,130,884	\$ 11,509,788,671	\$ -3,291,040,486	\$ 14,402,218,884
\$ 11,084,972,842	\$ 11,519,630,630	\$ -3,296,699,612	\$ 14,412,060,842
\$ 11,098,034,384	\$ 11,532,692,171	\$ -3,304,209,998	\$ 14,425,122,384
\$ 11,098,069,952	\$ 11,532,727,739	\$ -3,304,230,450	\$ 14,425,157,952
\$ 11,117,533,582	\$ 11,552,191,369	\$ -3,315,422,037	\$ 14,444,621,582
\$ 11,130,533,886	\$ 11,565,191,673	\$ -3,322,897,212	\$ 14,457,621,886
\$ 11,132,019,021	\$ 11,566,676,809	\$ -3,323,751,165	\$ 14,459,107,021
\$ 11,134,362,824	\$ 11,569,020,611	\$ -3,325,098,852	\$ 14,461,450,824
\$ 11,150,008,085	\$ 11,584,665,873	\$ -3,334,094,877	\$ 14,477,096,085
\$ 11,151,115,394	\$ 11,585,773,181	\$ -3,334,731,579	\$ 14,478,203,394
\$ 11,158,074,660	\$ 11,592,732,447	\$ -3,338,733,157	\$ 14,485,162,660
\$ 11,166,763,675	\$ 11,601,421,462	\$ -3,343,729,341	\$ 14,493,851,675
\$ 11,191,110,703	\$ 11,625,768,490	\$ -3,357,728,882	\$ 14,518,198,703
\$ 11,198,961,519	\$ 11,633,619,307	\$ -3,362,243,101	\$ 14,526,049,519
\$ 11,201,603,792	\$ 11,636,261,579	\$ -3,363,762,408	\$ 14,528,691,792
\$ 11,215,595,473	\$ 11,650,253,260	\$ -3,371,807,625	\$ 14,542,683,473
\$ 11,224,170,905	\$ 11,658,828,693	\$ -3,376,738,498	\$ 14,551,258,905
\$ 11,226,477,966	\$ 11,661,135,753	\$ -3,378,065,058	\$ 14,553,565,966
\$ 11,236,054,338	\$ 11,670,712,125	\$ -3,383,571,472	\$ 14,563,142,338
\$ 11,256,300,969	\$ 11,690,958,756	\$ -3,395,213,285	\$ 14,583,388,969
\$ 11,261,094,608	\$ 11,695,752,395	\$ -3,397,969,627	\$ 14,588,182,608
\$ 11,300,148,369	\$ 11,734,806,156	\$ -3,420,425,540	\$ 14,627,236,369
\$ 11,306,568,745	\$ 11,741,226,532	\$ -3,424,117,256	\$ 14,633,656,745
\$ 11,333,574,319	\$ 11,768,232,106	\$ -3,439,645,461	\$ 14,660,662,319
\$ 11,335,903,022	\$ 11,770,560,809	\$ -3,440,984,465	\$ 14,662,991,022
\$ 11,367,675,392	\$ 11,802,333,179	\$ -3,459,253,578	\$ 14,694,763,392
\$ 11,427,563,328	\$ 11,862,221,116	\$ -3,493,689,142	\$ 14,754,651,328

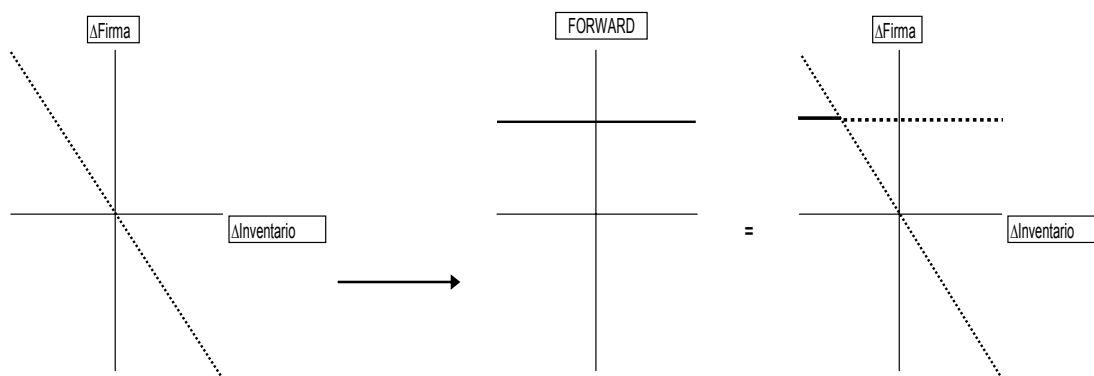
Esta estrategia de cobertura tiene la particularidad de ser costosa a la hora de aplicar la cobertura. A pesar de que el Bono – Cupón minimiza el downside e inmuniza el Flujo de Caja Operativo respecto al valor del inventario el costo se ve reflejado en la tasa libre de riesgo que tiene que pagar la empresa que emite el papel comercial (activo financiero) más el valor del cupón anual. Esta inmunidad durará solo 266 días; después de esa fecha estipulada el emisor tiene que pagar el valor del inventario más la tasa libre de riesgo pactada de la fecha, más el cupón asignado para el bono. Por consiguiente se recomienda tener un plan de inversión alterno en el cual se tenga planeado el destino de dinero recibido por la emisión del bono, y que la tasa interna de retorno de ese plan sea mayor a la tasa libre de riesgo que tiene que pagar el emisor a la fecha de vencimiento del contrato.

Comparando el Bono Cero – Cupón y el Bono – Cupón ambos instrumentos inmunizan el Flujo de Caja Operativo de la Compañía. Como criterio de selección para este caso en particular se debe tener en cuenta el Duration, la convexidad y la risk – free. A pesar que el bono cupón tiene un efecto inmunizador más duradero es necesario tener en cuenta que es más sensible a cambios respecto a la tasa de interés (risk-free).

Para este caso particular se recibiría un poco más de dinero a diferencia del Bono-Cero Cupón. El aumento en el valor presente neto es equivalente al costo del pago del cupón en el tiempo. Además se puede detallar que el precio es mayor ya que la tasa de descuento para este cupón es menor al compararlo con el cero.

**6.1.1.4 Estrategia 4. FORWARD.** La figura 36, ilustra a cerca de esta estrategia.

**Figura 35. FORWARD.**



ESQUEMA  
FORWARD



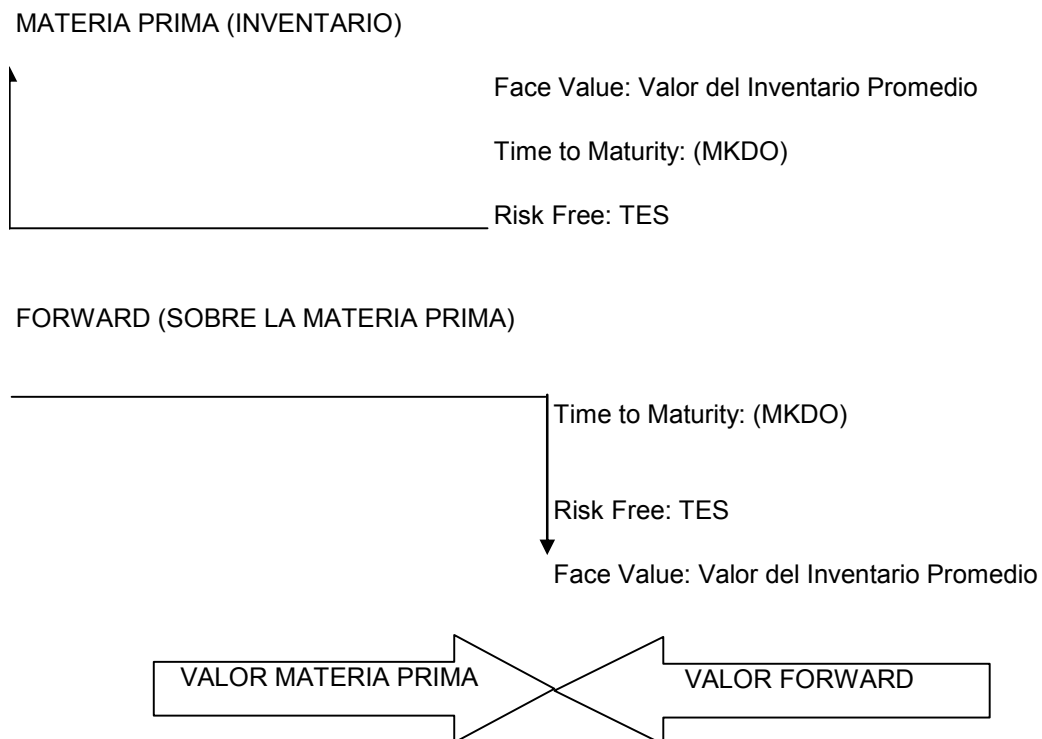
**FUENTE: Lego Approach.**

De acuerdo con la anterior figura se tiene:

**Perfil de A:** Es la compañía que quiere realizar cobertura operativa en sus inventarios y ofrece a la contraparte un contrato financiero por valor nominal equivalente al valor del inventario sobre la tasa libre de riesgo (Bono-Cero Cupón).

**Perfil de B:** Es la contraparte la cual está interesada en el contrato financiero, por consiguiente paga por el papel comercial y espera recibir la cantidad de dinero equivalente más la tasa libre de riesgo del periodo al momento del vencimiento del contrato (Bono-Cero Cupón).

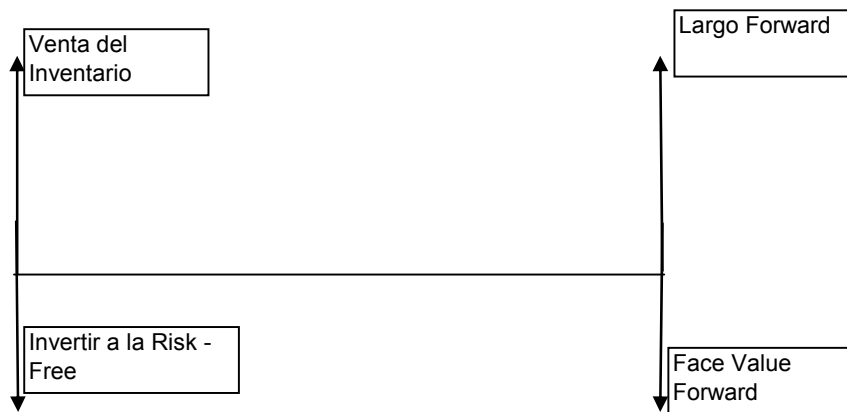
**Figura 36. FORWARD INVENTARIO.**



Luego el Forward Sintético es:

- 1) Se va largo en el Forward con Precio Face Value
- 2) Se invierte el dinero obtenido por la venta en el Inventario por un periodo de T días a la tasa libre de riesgo
- 3) Vendo el Inventario

**Figura 37. FORWARD SINTETICO DEL INVENTARIO**



**FUENTE: GALITZ.**

**Tabla 28. TES POR SUBASTA.**

Banco de la República  
Sección Mesa de Dinero

COLOCACIONES DE TITULOS TES "B" EN PESOS POR SUBASTA

Fecha de Cumplimiento	Fecha de emisión	Fecha de Vencimiento	Plazo Original	Valor nominal aprobado	Valor costo aprobado	Precio	Tasa de corte	Tasa cupón
17-Nov-05	17-Nov-05	23-Feb-06	98 días	91,404,700,000.00	89,999,809,761.00	98.463	5.940	
24-Nov-05	17-Nov-05	23-Feb-06	98 días	91,239,900,000.00	89,999,949,759.00	98.641	5.640	
01-Dic-05	17-Nov-05	23-Feb-06	98 días	91,075,500,000.00	89,999,898,345.00	98.819	5.300	
09-Dic-05	17-Nov-05	23-Feb-06	98 días	91,100,400,000.00	89,999,907,168.00	98.792	6.010	
15-Dic-05	15-Dic-05	23-Mar-06	98 días	91,421,500,000.00	89,999,895,675.00	98.445	6.010	
22-Dic-05	15-Dic-05	23-Mar-06	98 días	91,338,000,000.00	89,999,898,300.00	98.535	6.100	
29-Dic-05	15-Dic-05	23-Mar-06	98 días	45,568,500,000.00	44,912,769,285.00	98.561	6.500	
05-Ene-06	15-Dic-05	23-Mar-06	98 días	91,156,600,000.00	89,999,822,746.00	98.731	6.240	

**FUENTE: Banco de la República.**

**Cuadro 5. VALORACION FORWARD.**

Largo en Forward	
Valor del Inventario =	\$ 11,580,703,312
Paga por el vencimiento del contrato (FV) =	\$ 11,722,777,529
Venta del Inventario	
Dinero Recibido por la venta del Inventario	\$ 11,580,703,312
Inversión a la Tasa libre de Riesgo	
Dinero invertido =	\$ 11,580,703,312

Valor Presenta Neto de la Cobertura = \$0	
Flujo de Caja Sin Cobertura (Inventario Promedio)	-\$ 3,331,816,404.66
Flujo de Caja Con Cobertura (Inventario Promedio)	\$ 14,742,365,896

**FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría.**

**Tabla 29. CASH FLOW – FORWARD.**

Alternativas	Inventario (\$/Ton)	Costo de la Cobertura (\$/ton)	Promedio Toneladas (ton)	Costo de la Cobertura (\$)
1	\$ 130,553	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
2	\$ 130,974	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
3	\$ 131,262	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
4	\$ 131,367	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
5	\$ 131,486	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
6	\$ 131,741	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
7	\$ 131,911	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
8	\$ 132,020	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
9	\$ 132,372	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
10	\$ 132,441	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
11	\$ 132,552	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
12	\$ 132,565	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
13	\$ 132,675	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
14	\$ 132,862	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
15	\$ 132,904	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
16	\$ 132,975	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
17	\$ 133,011	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
18	\$ 133,016	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
19	\$ 133,055	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
20	\$ 133,169	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
21	\$ 133,320	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
22	\$ 133,320	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
23	\$ 133,545	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
24	\$ 133,696	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
25	\$ 133,713	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
26	\$ 133,740	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
27	\$ 133,921	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
28	\$ 133,934	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
29	\$ 134,014	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
30	\$ 134,115	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
31	\$ 134,396	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
32	\$ 134,487	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
33	\$ 134,517	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
34	\$ 134,679	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
35	\$ 134,778	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
36	\$ 134,805	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
37	\$ 134,916	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
38	\$ 135,150	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
39	\$ 135,205	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
40	\$ 135,656	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
41	\$ 135,731	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
42	\$ 136,043	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
43	\$ 136,070	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
44	\$ 136,437	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216
45	\$ 137,129	\$ -1,642	86,504	\$ -142,074,216

**FUENTE: GRASS, J. Tesis de Maestría.**

Utilidad Neta-Cobertura (\$) (Inventario)	Inventario Inicial del la función	Flujo de Caja (Sin Cobertura)	Delta Flujo de Caja (Y=Bo-B1X) - Con Cobertura
\$ 11,151,305,789	\$ 11,293,380,005	\$ -3,166,605,503	\$ 14,478,393,789
\$ 11,187,684,562	\$ 11,329,758,778	\$ -3,187,523,297	\$ 14,514,772,562
\$ 11,212,590,277	\$ 11,354,664,493	\$ -3,201,844,083	\$ 14,539,678,277
\$ 11,221,686,983	\$ 11,363,761,199	\$ -3,207,074,690	\$ 14,548,774,983
\$ 11,231,979,583	\$ 11,374,053,799	\$ -3,212,992,934	\$ 14,559,067,583
\$ 11,254,030,455	\$ 11,396,104,671	\$ -3,225,672,186	\$ 14,581,118,455
\$ 11,268,746,920	\$ 11,410,821,136	\$ -3,234,134,153	\$ 14,595,834,920
\$ 11,278,172,463	\$ 11,420,246,679	\$ -3,239,553,841	\$ 14,605,260,463
\$ 11,308,620,425	\$ 11,450,694,641	\$ -3,257,061,418	\$ 14,635,708,425
\$ 11,314,541,673	\$ 11,456,615,889	\$ -3,260,466,136	\$ 14,641,629,673
\$ 11,324,217,703	\$ 11,466,291,919	\$ -3,266,029,853	\$ 14,651,305,703
\$ 11,325,319,642	\$ 11,467,393,858	\$ -3,266,663,469	\$ 14,652,407,642
\$ 11,334,842,830	\$ 11,476,917,046	\$ -3,272,139,302	\$ 14,661,930,830
\$ 11,350,980,676	\$ 11,493,054,892	\$ -3,281,418,563	\$ 14,678,068,676
\$ 11,354,624,392	\$ 11,496,698,608	\$ -3,283,513,699	\$ 14,681,712,392
\$ 11,360,760,223	\$ 11,502,834,439	\$ -3,287,041,802	\$ 14,687,848,223
\$ 11,363,906,656	\$ 11,505,980,872	\$ -3,288,851,002	\$ 14,690,994,656
\$ 11,364,315,018	\$ 11,506,389,234	\$ -3,289,085,810	\$ 14,691,403,018
\$ 11,367,714,455	\$ 11,509,788,671	\$ -3,291,040,486	\$ 14,694,802,455
\$ 11,377,556,413	\$ 11,519,630,630	\$ -3,296,699,612	\$ 14,704,644,413
\$ 11,390,617,955	\$ 11,532,692,171	\$ -3,304,209,998	\$ 14,717,705,955
\$ 11,390,653,523	\$ 11,532,727,739	\$ -3,304,230,450	\$ 14,717,741,523
\$ 11,410,117,153	\$ 11,552,191,369	\$ -3,315,422,037	\$ 14,737,205,153
\$ 11,423,117,457	\$ 11,565,191,673	\$ -3,322,897,212	\$ 14,750,205,457
\$ 11,424,602,593	\$ 11,566,676,809	\$ -3,323,751,165	\$ 14,751,690,593
\$ 11,426,946,395	\$ 11,569,020,611	\$ -3,325,098,852	\$ 14,754,034,395
\$ 11,442,591,657	\$ 11,584,665,873	\$ -3,334,094,877	\$ 14,769,679,657
\$ 11,443,698,965	\$ 11,585,773,181	\$ -3,334,731,579	\$ 14,770,786,965
\$ 11,450,658,231	\$ 11,592,732,447	\$ -3,338,733,157	\$ 14,777,746,231
\$ 11,459,347,246	\$ 11,601,421,462	\$ -3,343,729,341	\$ 14,786,435,246
\$ 11,483,694,274	\$ 11,625,768,490	\$ -3,357,728,882	\$ 14,810,782,274
\$ 11,491,545,091	\$ 11,633,619,307	\$ -3,362,243,101	\$ 14,818,633,091
\$ 11,494,187,363	\$ 11,636,261,579	\$ -3,363,762,408	\$ 14,821,275,363
\$ 11,508,179,044	\$ 11,650,253,260	\$ -3,371,807,625	\$ 14,835,267,044
\$ 11,516,754,477	\$ 11,658,828,693	\$ -3,376,738,498	\$ 14,843,842,477
\$ 11,519,061,537	\$ 11,661,135,753	\$ -3,378,065,058	\$ 14,846,149,537
\$ 11,528,637,909	\$ 11,670,712,125	\$ -3,383,571,472	\$ 14,855,725,909
\$ 11,548,884,540	\$ 11,690,958,756	\$ -3,395,213,285	\$ 14,875,972,540
\$ 11,553,678,179	\$ 11,695,752,395	\$ -3,397,969,627	\$ 14,880,766,179
\$ 11,592,731,940	\$ 11,734,806,156	\$ -3,420,425,540	\$ 14,919,819,940
\$ 11,599,152,316	\$ 11,741,226,532	\$ -3,424,117,256	\$ 14,926,240,316
\$ 11,626,157,890	\$ 11,768,232,106	\$ -3,439,645,461	\$ 14,953,245,890
\$ 11,628,486,593	\$ 11,770,560,809	\$ -3,440,984,465	\$ 14,955,574,593
\$ 11,660,258,963	\$ 11,802,333,179	\$ -3,459,253,578	\$ 14,987,346,963
\$ 11,720,146,900	\$ 11,862,221,116	\$ -3,493,689,142	\$ 15,047,234,900

A diferencia de los instrumentos financieros el contrato forward tiene un valor presente neto = \$0. Normalmente es poco costoso pero su esquema es muy particular ya que se hace necesario calcular y modelar el "Forward Sintético" para obtener los respectivos datos de la cobertura respectiva. En General este instrumento de Cobertura es muy apropiado para la firma, pero siempre teniendo la incertidumbre de probabilidad de default de la contraparte del contrato forward. Para este caso particular sería bueno indagar el coste que se aplicaría a este tipo de contratos dados por la cámara de compensación si este se hace vigilado por ente de valores respectivo.



## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las alternativas normalmente usadas para el control de inventarios se fundamentan en modelos matemáticos dinámicos los cuales ayudan a mejorar y controlar de manera eficiente el stock de inventarios. Existen en el mercado empresas donde el core del negocio principal son los inventarios, la existencia y manipulación de estas mercancías. Este tipo de compañías manejan modelos de inventarios ajustados a esta clase de necesidad específica pero la gran cantidad de stock muy posiblemente además de beneficios puede de cierta manera ser perjudicial específicamente repercutiendo de manera directa en el Flujo de Caja de la compañía. Por lo cual a veces se hace necesario enfocar un problema desde una óptica diferente para encontrar alternativas de solución.

En esta investigación se planteó un modelo de cobertura financiera (teórico) en función de los inventarios (cantidades), y como resultado esperado, en libros y físico, el resultado fue positivo.

La metodología propuesta tiene ciertas restricciones pero se puede aplicar a empresas con las siguientes características:

- Empresas en cuyos Estados Financieros registren valores muy altos para sus Inventarios.
- Empresas con un Inventario homogéneo, ejemplo; materias primas como carbón, papel, gas, gasolina, hierro, energía, etc. En donde un artículo represente un 90% o 100% del total de sus existencias.
- Empresas a las cuales se les facilite entrar al mercado de valores, y que tengan experiencia en el “Trading Financiero” bursátil.
- Empresas con inventario fácilmente convertible a efectivo. Es decir, cuyo inventario se caracterice por tener una demanda y oferta estable (mercados maduros), y con oportunidades de crecimiento.

Se encontró viabilidad al aplicar el supuesto de Cobertura Financiera, pues dentro de la metodología propuesta (Modelo) se demuestra la manera de encontrar un perfil de riesgo.

La metodología que se plantea parte principalmente de valores de mercado de una compañía. La respectiva serie de datos se utilizó para alimentar el modelo. Esta es una metodología que no es complicada a la hora de seguir la secuencia que se plantea pero sí requiere de un gran análisis en los resultados.

Esta metodología permite además calcular el valor de los Inventarios y su repercusión directa en el Flujo de Caja, ya que el modelo lineal explica suficientemente las variaciones, además el perfil de riesgo encontrado (valorado) muestra diferentes estados del Flujo de Caja respecto a las variaciones en los Inventarios.

La metodología se ajusta perfectamente al modelo de cobertura el cual se aplica en función de: “MODIGLIANI & MILLER: En un mercado de capitales perfecto, no impuestos ni costos de transacción y decisiones de inversión dadas, cualquier estrategia de cobertura del riesgo basada en instrumentos financieros como por ejemplo derivados, títulos de deuda, etc.. no tienen efecto en el valor de la compañía”; lo anterior explica que las decisiones financieras, incluidas las de cobertura de los riesgos financieros, afectan el valor de una compañía es por su impacto en Impuestos, Costos de transacción y Decisiones de inversión.

El cálculo del Flujo de Caja Ajustado simplemente es el resultado de unas estrategias de cobertura, no quiere decir que estos derivados generen valor. Una empresa puede generar valor si tiene proyectos que prometan Flujos de Caja futuros positivos; y este valor se considerará positivo si al descontarlos a la tasa apropiada el valor presente de esos Flujos es mayor que el valor presente de los Flujos de Caja descontados a una tasa de mercado representativa.

Los instrumentos financieros (derivados) identificados en el mercado Colombiano fueron: SWAPS, BONOS (CERO Y CUPÓN) y FORWARDS.

El instrumento financiero de Cobertura Swap dentro de su estructura contractual realizaba un intercambio del principal con respecto a la contraparte. El intercambio era de efectuar un “Delivery” de la materia prima que para nuestro caso de estudio fue el Carbón y a cambio recibir un Flujo de Caja equivalente a ese “Delivery”. Es una estrategia de bajo costo y muy segura; tal como se mostró en los resultados y del monitoreo realizado por el intermediario financiero (Banco Swap).

Respecto a los Bonos utilizados como estrategias de cobertura financiera se puede decir que se prefiere seleccionar el que tenga un menor “Duration” y una menor “Convexidad” , aunque dichos cálculos no se realizaron debido a que no se encontraron en el mercado de TES una similitud entre Bonos Cero-Cupón y Bonos-Cupón, el criterio de selección se hizo con base al Time to Maturity del contrato en donde la preferencia se hizo respecto al Bono Cero-Cupón. En general no se recomienda realizar cobertura en función del instrumento financiero “Bonos”; si la empresa quiere escoger este tipo de instrumento debe saber que asume pagar un principal más un rendimiento mínimo equivalente a la tasa libre de riesgo.

El instrumento financiero de cobertura Forward dentro de su estructura contractual también realiza intercambios (Materia prima y Flujos de Dinero), se caracteriza principalmente por ser un instrumento de muy bajo costo ya que vende el Inventario a valores de mercado. La desventaja de este instrumento financiero es que si la negociación se realiza “Over the Counter”, el riesgo default es muy alto, pero si se hace bajo una supervisión tal como una Cámara de Compensación que vigila los contratos Forward, muy posiblemente el riesgo disminuya pero el coste del instrumento financiero aumente de valor.

Para este caso de estudio particular el SWAP se convierte en la estrategia de cobertura menos riesgosa y costosa en comparación con los otros instrumentos. Y por su estructura contractual (“OTM”) es muy posible encontrar este tipo de contrato en el mercado Colombiano.

Como conclusión final se puede afirmar que sí es posible realizar cobertura operativa en los inventarios (en teoría), también que el perfil de riesgo que se maneja es diferente y como resultado la elaboración de instrumentos financieros también.

Esta tesis sirve como base para diferentes estudios, los cuales se relacionen con la cobertura operativa respecto a activos diferentes a inventarios. Además es un aporte como punto de partida de investigación para el diseño de instrumentos financieros que sirvan como estrategia de cobertura cuyo perfil de riesgo sea similar. Este tipo de modelo financiero es útil para que se perfeccione con otras investigaciones alternas, inclusive como alternativas de negociación en comercio exterior.

## BIBLIOGRAFIA

ARANGUREN, Enrique. En, Revista Colombiana de Ingeniería. Bogotá. Julio – septiembre de 2005. p. 57.

BRAVO, Oscar. En: Revista Colombiana de Ingeniería. Bogotá: julio – septiembre de 2005. p.59.

CANAVOS, George. Probabilidad y Estadística.: Mc Graw Hill. México, c1998, c2001. 651p.

CRUZ, VILLARREAL, Rosillo. Finanzas Corporativas, Ed. Thomson, Bogotá. 2002. 636p.

\_\_\_\_\_ Notas de Clase Gerencia Financiera del Riesgo. Universidad de los Andes 2005.

ELÍAS PEDRAZA, Ricardo. Manejo del Riesgo Financiero para el Sector Ganadero en Colombia. Bogotá, 2005, 136p. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Industrial, Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería Industrial, Economía Industrial.

GALITZ, Lawrence. Ingeniería Financiera. Una guía de los nuevos productos financieros. Irwin. Ediciones Folio S.A., 1994. 516p.

GOMEZ, Diego. En: Revista Colombiana de Ingeniería. Bogotá. Julio – septiembre de 2005. p.61.

HATEM Ben-Ameur, LE BRETON Michel , y FRANCOIS Pascal. En: Paper. A dynamic programming approach to price installment option...Brownian Geometric Motion Demonstration for Pricing Bermuda Options. Mayo 7 de 2004. Centre for Research on e-finance, GERAD and HEC, 3000. How we come up with the option formula. Investment Research. Fischer Black. Winter 1989.

JOHNSON, L.A. y D.C. Montgomery. Operation Research in Production Planning, Scheduling and Inventory Control. New York:: John Wiley & Sons, 1974. 525p.

MODIGLIANI & MILLER. Colorario utilizado en la toma de decisiones para cobertura de riesgo. The Journal of Financial and Quantity Analysis. Vol13, Marzo de 1978. 5p.

\_\_\_\_\_ Teoría moderna de las finanzas. The Journal of Financial and Quantity Analysis. Vol13, Marzo de 1978. 5p.

MORENO Álvaro. En: Revista Colombiana de Ingeniería. Bogotá: Julio – septiembre de 2005. p.63.

NAHMIAS, Steven. Análisis de la Producción y las Operaciones. Santa Clara University. Ed. México. Continental, 1999. 817p.

\_\_\_\_\_ AIN. “EDI Keeps Sportwear Shipments in Top Shape”. Automatic I.D. En: News. January 1995. p 38 – 39 S. 253.p.

\_\_\_\_\_ Survey of Current Business 75.1.995. 817p.

CASA EDITORIAL DE EL TIEMPO.Precio del Carbón. En: Revista Portafolio Journal. Septiembre 5 de 2006. Portada Economía y Finanzas.

PYNDYCK, Robert S. RUBINFELD, Daniel L. Econometría Modelos y Pronósticos. Correlaciones Parciales. 4. Ed. Mc Graw Hill, 2001. 650p.

SANTOS GRANADOS, Germán. En:, Revista Escuela Colombiana de Ingeniería Bogotá. Julio-Septiembre de 2005. p65.

SMITHSON, Charles W. A Lego Approach to Financial Engineering. Investment Research. Chase Manhattan Bank.

TITMAN, Sheridan. The Modigliani and Miller Theorem and integration of financial markets. Financial Management Association. Spring, 2002. 23p.

VILLARREAL, Julio, Nota de Clase # 3. Gerencia Financiera del Riesgo. Universidad de los Andes.

\_\_\_\_\_.Nota de Clase # 4. Gerencia Financiera del Riesgo. Universidad de los Andes.

JOHNSON W, Robert. Administración Financiera. Capítulo Administración Financiera de Inventarios. 845p.

CLIFORD, W. Smith. University of Rochester. W. Smithson, Charles, Continental Bank, D. Sikes, Wilford, Chase Manhattan Bank. Journal of applied Corporate Finance. Winter 1989.

LOPEZ, Carlos. Clasificación de SWAPS [en línea] 16, del mes de Julio de 2006 Disponible en:

[www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com)